

Omakotitalon sähkötekniinen suunnittelu käyttäen PCPLC-  
ohjausjärjestelmää

Marko Papunen

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö  
Sähkövoimatekniikka  
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

## ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyön toimeksiantajaa JR-Ploting Oy:tä ja erityisesti Risto Kivelää, joka mahdollisti opinnäytetyön tekemisen erittäin mielenkiintoisesta aiheesta. Kiitokset myös opinnäytetyön ohjaajalle Seppo Penttiselle neuvoista opinnäytetyöprosessin aikana.

Oulussa 22.3.2013

Marko Papunen

## TIIVISTELMÄ

## KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Marko Papunen
Opinnäytetyön nimi:	Omakotitalon sähkötekniinen suunnittelu käyttäen PCPLC-ohjausjärjestelmää
Sivuja (joista liitesivuja):	122 (49)
Päiväys:	22.3.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	Ins. Seppo Penttinen
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sähkösuunnitelmat omakotitaloon, johon tulisi erillinen ohjausjärjestelmä. Ohjausjärjestelmänä käytettiin PCPLC-ohjausjärjestelmää, jonka suunnittelun lähtökohtana oli tehdä suunnitelmat toimeksiantajan ohjeiden perusteella. Työn toimeksiantajana toimi JR-Ploting Oy.</p> <p>Opinnäytetyössä käytiin läpi sähkösuunnittelun kannalta keskeisimpiä sähkömääräyksiä koskien sähkölaitteiden sijoittelua erilaisissa asennusympäristöissä, sähkölaitteiden ja käyttäjien suojausta sekä erilaisten kiinteistöihin tulevien järjestelmien rakenteita ja käyttötarkoituksia.</p> <p>Teoriaosion keskeisimpiä lähteitä olivat rakennuksia koskevat sähkömääräykset ja suositukset, sähkötietokortisto sekä laitevalmistajien ohjeet ja oppaat.</p> <p>Toimeksiantajalta saatujen tietojen, ohjeiden ja mallipiirusten avulla suunnitelman laatiminen onnistui helposti. Suunnittelutyön tuloksena valmistuivat kiinteistön sähköasennukset mahdollistavat dokumentit, joihin sisältyy sähkö- ja telejärjestelmien piirustukset, kaaviot ja luettelot. Suunnittelutyöllä pystyttiin antamaan yritykselle myös näkemyksiä siitä, millaisia tietoja ohjausjärjestelmän suunnitteluun tarvittaisiin lisää.</p>	
Asiasanat: sähkösuunnittelu, asuinrakennukset, automaatiojärjestelmät, älytalot.	

## ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Electrical engineering
Author:	Marko Papunen
Thesis title:	Electro-technical Design of Detached House with PCPLC Control System
Pages (of which appendixes):	122 (49)
Date:	22 March 2013
Thesis instructor:	Seppo Penttinen, Engineer
<p>The main goal of this project was to execute an electro-technical design for a detached house, which includes a building automation system. PCPLC control system was used as an automation system, where the starting point for designing was to make blueprints based on the commissioner's instructions. Project commissioner was JR-Ploting Oy.</p> <p>The theoretical section of the project deals with the main electrical regulations concerning positioning of electronic devices from different installation environments, protection of electronic devices and device users as well as different structures of building systems and their intended use.</p> <p>Regulations of building electrical, standards and references, electrical information cards and the manufacturer's instructions and guide books were the main sources of the theoretical section.</p> <p>With the help of information, instructions and model drawings given by commissioner, executing the plans managed easily. Completed documents such as site layout and wiring drawings, lamp catalogue, switchboard and circuit diagrams and designs of fire and burglar alarm systems, which allow executing of building electrical work were the results of the designing process. With the planning process could be given some vision to the commissioner, wherefrom could be more information available.</p>	
Keywords: electrical design, residences, automation systems, smart residency.	

## SISÄLLYS

ALKUSANAT .....	2
TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 SUUNNITELTAVA KOHDE .....	9
3 SÄHKÖTURVALLISUUS JA MÄÄRÄYKSET .....	10
3.1 Sähköltä suojautuminen .....	10
3.2 Suojausten huomionti suunnittelussa.....	12
3.3 Syötön automaattinen poiskytkentä.....	12
3.4 Jännitteenalenema.....	15
3.5 Selektiivisyys.....	16
3.6 Sähköasennusten erikoistilat .....	17
4 MAADOITUS .....	20
5 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT .....	23
5.1 Sähköliittymän mitoittaminen ja huipputehon arviointi .....	23
5.2 Valaistus.....	24
6 ASUINKIINTEISTÖN HEIKKOVIRTAJÄRJESTELMÄT .....	26
6.1 Yleiskaapelointi .....	26
6.2 Antennijärjestelmä.....	27
6.3 Rikosilmoitinjärjestelmä .....	29
6.4 Palovaroitinjärjestelmä .....	34
7 TALOAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT .....	37
7.1 KNX.....	37
7.2 Ouman Plus .....	38
7.3 EBTS.....	39
7.4 Elko living system .....	40
8 PCPLC-OHJAUSJÄRJESTELMÄ .....	43
8.1 Järjestelmän ominaisuudet .....	43
8.2 Ohjelmointi.....	49
8.3 PCPLC-Moduulit.....	50

8.4	IniMaker.....	56
9	SUUNNITTELU .....	58
9.1	Sähköjärjestelmät.....	58
9.2	Heikkovirtajärjestelmät.....	60
9.3	PCPLC-ohjausjärjestelmä .....	61
10	SÄHKÖDOKUMENTAATIO .....	65
10.1	Luettelot.....	65
10.2	Piirustukset .....	65
10.3	Kaaviot .....	66
10.4	Sähköselostus.....	67
10.5	Sähködokumentoinnin ongelmat.....	67
11	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	69
	LÄHTEET .....	70
	LIITTEET.....	72

**KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET**

ELS	Elko living system
KNX	Kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi
EBTS	EKE Building Technology Systems

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on kiinteistön sähkötekniisten suunnitelmien laadinta. Sähkösuunnittelu opinnäytetyön aiheena oli mieluinen, sillä kiinnostusta sähkösuunnittelua kohtaan oli ollut jo opiskeluaikana. Opinnäytetyöpaikkaa haettaessa eteen tuli mahdollisuus tehdä sähkösuunnitteluun liittyvä työ. Tavoitteena työssä oli saada kokemusta sähkösuunnittelusta ja siihen liittyvistä työvaiheista. Opinnäytetyössä tutustuttiin tarkemmin sähkömääräyksiin, jotka täytyy tuntea suunnittelutyössä. Myös erilaiset kiinteistöjen automaatiojärjestelmät ovat nykyisin yleistymässä ja suunnittelutyössä päästiin myös tutustumaan suunnittelijan näkökulmasta kehitysvaiheessa olevaan PCPLC-järjestelmään.

Insinööriyön toimeksiantajana toimi oululainen JR-Ploting Oy, joka sähkösuunnittelun lisäksi tuottaa tietokoneavusteisten ohjausjärjestelmien ohjelmistoja ja suorittaa koneteknistä suunnittelua. Opinnäytetyössä tavoitteena oli laatia omakotitalon sähkösuunnitelma, jossa käytetään JR-Ploting Oy:n kehittämää PCPLC-ohjausjärjestelmää. Yritys halusi nähdä, pystyykö heidän antamiensa ohjeiden ja dokumenttien pohjalta laatimaan sähkösuunnitelman henkilö, joka ei ole ollut mukana kehittämässä järjestelmää. Suunnittelutyön tilaaja oli valmiiksi valinnut kohteeseensa kyseisen järjestelmän.

Suunnittelutyön tilaajan toiveiden ja JR-Ploting Oy:n tietojen perusteella opinnäytetyössä laadittiin sähkösuunnitelma, johon sisältyi sähköjärjestelmien ja teleteknisten järjestelmien sekä PCPLC-ohjausjärjestelmään liittyvien laitteiden suunnittelu kiinteistöön.

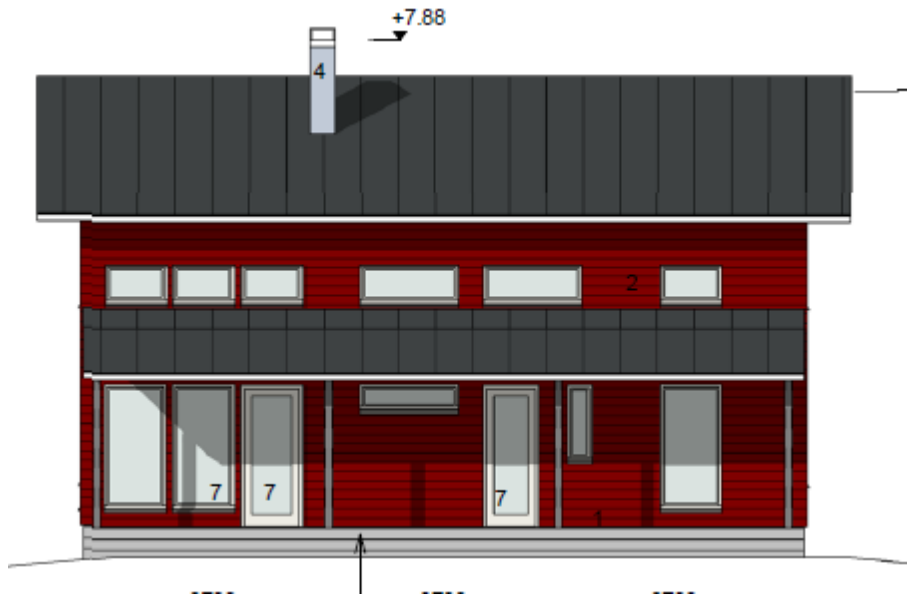


## 2 SUUNNITELTAVA KOHDE

Työssä suunniteltavana kohteena oli kaksi kerroksinen omakotitalo (kuva 1 ja kuva 2), johon tultaisiin suunnittelemaan ja asentamaan tavanomaisten sähköjärjestelmien lisäksi kattava PCPLC-ohjausjärjestelmä.



Kuva 1. Suunniteltavan kohteen julkisivu (etupiha).



Kuva 2. Suunniteltavan kohteen julkisivu (takapiha).

### 3 SÄHKÖTURVALLISUUS JA MÄÄRÄYKSET

Sähköturvallisuus on tärkeässä osassa niin sähkösuunnittelun kuin sähköurakoinnin kannalta. Suomessa sähköturvallisuudesta on kerrottu sähköalan standardeissa ja sähkölaissa. Standardeissa määritetään, miten sähkölaitteistot tulee tehdä ja mitä määräyksiä niiden tulee täyttää. Sähköturvallisuuslain 2. luvussa sähköturvallisuuden taso 5 § määrittää sähköturvallisuuden tasosta seuraavaa:

”Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.”

(Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410)

#### 3.1 Sähköltä suojautuminen

Sähkönkuluttajaa voidaan suojata sähköiskulta erilaisilla menetelmillä. Kuluttajaa voidaan suojata pääsääntöisesti kolmella eri tavalla, perussuojauksella, vikasuojauksella ja lisäsuojauksella.

Perussuojauksella estetään ihmisen joutuminen kosketuksiin jännitteisten osien kanssa, kun laite ei ole viallinen. Perussuojauksessa laite on eristetty, koteloitu tai kosketuksiin joutuminen on estetty suojuksilla. (D1-2012, 78-79.)

Sähkölaitteiden kotelointiluokituksessa käytetään kansainvälistä IP-luokitusta. Kotelointiluokat määrittävät, miltä laite on suojattu. Kotelointiluokkien riittävä tuntemus on pakollista sähkösuunnittelussa, jotta pystyy valitsemaan oikeanlaisen laitteen, riippuen laitteen käyttöolosuhteista. Taulukossa 1 on esitelty SFS 6000 –standardin mukaiset kotelointiluokat eri tiloissa. (D1-2012, 164.)

Taulukko 1. Kotelointiluokat eri tiloissa (SFS-EN 60529 + A1, 4)

Tila	Kotelointiluokka	Huomautuksia
Kylpy- ja suihkutilat alue 0 alue 1 alue 2 alueiden ulkopuolella	IPX7 IPX4 (IPX5) IPX4 (IPX5) IPX0	Suluissa olevat arvot koskee julkisia tiloja, jos on todennäköistä, että tilojen puhdistamiseen käytetään vesisuihkua.  Alueiden ulkopuolella saunaan yhteydessä olevassa suihkutilassa kotelointiluokka IP21
Uima-allastilat alue 0 alue 1 alue 2	IPX8 IPX4 (IPX5) IPX2 (IPX4, IPX5)	Alueella 1 edellytetään IPX5, jos puhdistamiseen käytetään todennäköisesti vesisuihkua  Alueella 2 edellytetään IPX4 ulkotiloissa, ja IPX5 kaikissa tiloissa silloin, jos on todennäköistä, että tilojen puhdistamiseen käytetään vesisuihkua
Saunat	IP24	
Maatalousrakennukset	IP44	IP23 kasvihuonevalaisimille, jos valaisimet eivät ole alttiina roiskuvalle kasteluvedelle IP 54 tietyille valaisimille
Kuivat tilat	IP2X	Tila, jossa ilma on niin kuivaa, ettei seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle normaalikäytössä tiivisty kosteutta ja jossa ulkoiset tekijät ovat siinä määrin normaalit, ettei tilaa ole katsottava joksikin muuksi tilaksi
Kosteat tilat	IPX1	Tila, jossa ilma yleensä tai usein on niin kostea, että seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyy kosteutta, mutta jossa vesipisaroita muodostuu vain poikkeuksellisesti
Märät tilat	IPX4	Tila, jossa ilma yleensä tai usein on niin kostea, että seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyvä vesi muodostaa pisaroita tai laite on muutoin vastaavasti alttiina vedelle.
Ulkotilat	IPX1 IPX3  IPX4	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto) Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta
Tilat, joissa käsitellään tai varastoidaan palovaarallisia materiaaleja	IP4X (IP5X)	IP5X, jos tilassa esiintyy pölyä

Jos sähkölaitteeseen tulee vika, voi sen seurauksena osa laitteesta tulla jännitteiseksi. Vikasuojauksella estetään ihmisten ja kotieläinten vaaraan joutuminen. Vikasuojaus toteutetaan yleisesti syötön automaattisella poiskytkennällä. Lisäksi kosketusjännitteen suuruutta pyritään rajoittamaan potentiaalitasauksella. (D1-2012, 84-86.)

Joissakin tapauksissa perussuojausmenetelmät eivät riitä tai ne voivat pettää. Tällöin käytetään lisäsuojauksia. Lisäsuojauksena voidaan käyttää esimerkiksi 30 mA:n vikavirtasuojakytkintä. Kuitenkin nykymääräysten mukaisesti kaikki maallikoiden

käyttämät enintään 20 A:n pistorasiat tulee suojata vikavirtasuojakytkimellä poislukien pistorasiat, joissa käytetään siihen ennalta suunniteltua laitetta, esimerkiksi jääkaapin pistorasia. Näissä tapauksissa pistorasia tulee sijoittaa siten, että normaalikäyttötilanteessa ei ole mahdollista liittää pistorasiaan muita laitteita, jolloin pistorasian pitää sijaita paikassa, johon on vaikea päästä esimerkiksi jääkaapin yläpuolella. Lisäksi on vielä mahdollista merkitä pistorasia opaskilvellä, josta käy ilmi pistorasian käyttötarkoitus. Pistorasiat, jotka ovat nimellisvirraltaan enintään 32A:a, joissa vikasuojausmenetelmänä käytetään syötön automaattista poiskytkentää, tulee suojata 30mA vikavirtasuojalla. (D1-2012, 113; ST-kortisto 53.12)

### 3.2 Suojausten huomionti suunnittelussa

Sähkösuunnitteluvaiheessa tulee varmistaa, että sähkölaitteisto täyttää sähköasennusten suojausta koskevat perusvaatimukset. Suojauksen toimivuuden tarkastelu voidaan suorittaa erilaisilla laskelmilla. Riippuen kohteen laajuudesta tulee huomiota kiinnittää kuormittavuuteen, ylikuormitus-, oikosulku-, ja vikasuojaukseen sekä jännitteenalenemaan ja selektiivisyyteen. (D1-2012, 34.)

### 3.3 Syötön automaattinen poiskytkentä

Asuin-, liike- ja teolisuusrakennuksissa käytettävät sähköverkot ovat TN-järjestelmän mukaisia. Näissä järjestelmissä yksi piste on maadoitettu suoraan ja sähkölaitteistojen jännitteelle alttiit osat on yhdistetty maahan suojajohtimilla. Asuinkiinteistöissä on käytössä TN-S-järjestelmä, josta löytyy oma nolla- ja suojamaajohdin. Tällöin tärkein vikasuojausmenetelmä on syötön automaattinen poiskytkentä. Pistorasia ryhmissä suurin sallittu katkaisuaika on 0,4 sekuntia, jolla pyritään suojaamaan sähkölaitteen käyttäjää. Syötön automaattisen poiskytkennän toteuttamiseksi on tiedettävä käytettävät suojalaitteet sekä kulutuspisteellä oleva oikosulkuvirta. Käyttämällä johdonsuojakatkaisijoita syötön automaattiseen poiskytkentään saadaan samalla aikaan myös kaapeleiden ylikuormitussuojaus. (ST-kortisto 53.45 2012; ST-kortisto 53.25 2012.)

Taulukossa 2 on esitetty pienimmät toiminta-ajat ja vaaditut mittausarvot B- ja C-tyypin johdonsuojakatkaisijoille ja taulukossa 3 pienimmät toiminta-ajat ja vaaditut mittausarvot gG-sulakkeille.

Taulukko 2. Johdonsuojakatkaisijoiden pienimmät vaaditut vikavirrat (ST-kortisto 53.25 2012).

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	B-tyyppi, 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi, 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

Taulukko 3. Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille (ST-kortisto 53.25 2012.)

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	gG-sulake 0,4 s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	287	359	165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10625	5100	6375

Suunnitteluvaiheessa oikosulkuvirta voidaan laskemalla todeta sopivaksi valitulle suojalaitteelle. Yksivaiheinen oikosulkuvirta voidaan laskea kaavalla:

$$I_K = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times Z} \quad (1)$$

, jossa

$I_K$  = pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta

$c$  = kerroin, joka ottaa huomioon jännitteenaleneman liittimissä, johdoissa, sulakkeissa, kytkimissä

$U$  = pääjännite

$Z$  = kokonaisimpedanssi.

Vertailemalla laskennasta saatuja tuloksia taulukoiden 2 ja 3 tietoihin voidaan todeta, ovatko suojat toimivia kyseisessä tilanteessa. Mikäli suojaus ehdot eivät toteudu, täytyy suunnitelmää muuttaa ja miettiä seuraavia vaihtoehtoja, kuten vaihdetaanko kaapelien poikkipinta-alaa, vaihdetaanko suojalaitetta tai käytetäänkö lisäsuojausta. (ST-kortisto 53.25 2012.)

Vikasuojausta suunniteltaessa on myös mahdollista määrittää eri kokoisille johtimille suurin sallittu pituus. Tässä tapauksessa täytyy olla tiedossa suojalaitetta edeltävä impedanssi tai oikosulkuvirta. Suurin sallittu johtimen pituus voidaan laskea käyttämällä kaavaa:

$$l = \frac{\left( \left( \frac{c \times u}{\sqrt{3} \times I_K} \right) - Z_V \right)}{(2 \times z)} \quad (2)$$

jossa

$l$  = johtopituus (km)

$c$  = kerroin 0.95

$u$  = pääjännite (V)

$I_K$  = oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän

$Z_V$  = impedanssi ennen suojalaitetta

$z$  = suojattavan johtimen impedanssi ( $\Omega/\text{km}$ )

(D1-2012, 96.)

### 3.4 Jännitteenalenema

Pienjänniteverkosta syötetyllä laitteistolla maksimi jännitteenalenema on 5% ja valaistuskormalla suositus on 3%. Liiallinen jännitteenalenema verkossa voi rikkoa käytössä olevia laitteita. Sähkölaitteistojen suunnittelussa on otettava jännitteenalenema huomioon, sillä suurimmat alenemaan vaikuttavat tekijät ovat kaapelit ja niistä muodostuvat impedanssit. Jännitteenaleneman laskemiseen on olemassa laskentakaavat. (D1-2012, 233.)

Jännitteen alenema tasajännitteellä:

$$\Delta U = I \times 2 \times r \times l \quad (3)$$

Yksivaiheisella vaihtojännitteellä:

$$\Delta U = I \times 2 \times l \times (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (4)$$

Kolmivaiheisella vaihtojännitteellä:

$$\Delta U = I \times l \times \sqrt{3} \times (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (5)$$

Kaavoissa plusmerkkiä käytetään induktiivisella kuormalla ja miinusmerkkiä kapasitiivisellä kuormalla.

Suhteellinen jännitteenalenema:

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_n} \times 100\% \quad (6)$$

Kaavoissa,

$\Delta U$  = jännitteenalenema volteissa (V)

$I$  = kuormitusvirta (A)

$l$  = Johtimen pituus (m)

$r$  = Johtimen ominaisresistanssi ( $\Omega/m$ )

$x$  = Johtimen ominaisreaktanssi ( $\Omega/m$ )

$U_n$  = nimellisjännite

$\varphi$  = jännitteen ja virran välinen vaihekulma

$\Delta u$  = suhteellinen jännitteenalenema

(D1-2012, 233-234.)

### 3.5 Selektiivisyys

Sähköverkkojen suojauksessa selektiivisyydellä tarkoitetaan sitä, että vikapaikkaa lähinnä oleva suoja toimii ja tekee näin ollen mahdollisimman pienen osan laitteistosta jännitteettömäksi. Yleisimmin vika tapahtuu ryhmäjohtotasolla, jossakin kulutuslaitteessa. Tällaisessa tapauksessa vikavirta kulkee usean sarjassa olevan suojalaitteen läpi. Näissä tapauksissa on tärkeää, että vain ryhmäjohton suojalaite toimii ja jättää muut asennukset toimintaan. Selektiivisyydestä on erilaisia käsitteitä, kuten epäselektiivisyys, aikaselektiivisyys, virtaselektiivisyys, suuntaselektiivisyys ja vyöhykeselektiivisyys ja lukitussuojaus. (ST-kortisto 53.13 2008.)

Epäselektiivisyytenä pidetään suojauksen virhetoimintaa. Näissä tilanteissa saattaa toimia useampi suoja kuin olisi tarkoitus tai pahimmassa tapauksessa mikään suojalaite ei toimi. Tällaiset tilanteet johtuvat vääränlaisesta suojalaitteesta tai suojalaitteen virheellisistä suojausasetteluista, joiden vuoksi vikavirta ei aiheuta suojan toimintaa. Vikatilanteessa virheellisesti toimiva tai kokonaan toimimaton suojalaite voi johtaa henkilö- ja omaisuusvahinkoihin. (ST-kortisto 53.13 2008.)

Aikaselektiivisyyden tarkoituksena on, että sarjassa olevien suojien toiminta-ajat ovat hidastettuja toisiinsa nähden. Tällä tavoin jakelun loppupäässä olevan suojan toiminta-aika on lyhempi kuin jakelun alkupäässä. Aikaselektiivisyydessä käytetään myös käsitteitä vakioaikainen ja käänteisaikainen toiminta. Vakioaikaisessa toiminnassa suojan toiminta-aikaan ei vaikuta vikavirran suuruus, toisin kuin käänteisaikaisessa toiminnassa, jossa toiminta-aika lyhenee, mitä suuremmasta vikavirrasta on kyse. Aikaselektiivisyydellä saavutetaan helpoiten selektiivisyys, mutta joissakin tapauksissa käytettävissä oleva aika loppuu kesken ja tällöin voidaan käyttää virtaselektiivisyyttä. Virtaselektiivisyys perustuu vikavirran suuruuteen, riippuen sen vikapaikasta. Mitä lähempänä syöttöä vika tapahtuu, sitä suuremmaksi vikavirta kasvaa. Kuitenkin kaukana syötöstä vikavirta jää usein pieneksi, jolloin voidaan asetella edeltävä suoja tarpeeksi epäherkäksi. Suuntaselektiivisyyttä ja vyöhykeselektiivisyyttä käytetään lähinnä jakeluverkkotasolla. (ST-kortisto 53.13 2008.)

Pienjännitteillä hyvään selektiivisyyteen päästään helpoiten sulakeilla ja johdonsuojakatkaisijoilla. Näissä tilanteissa täytyy suorittaa vikavirtojen laskenta ja

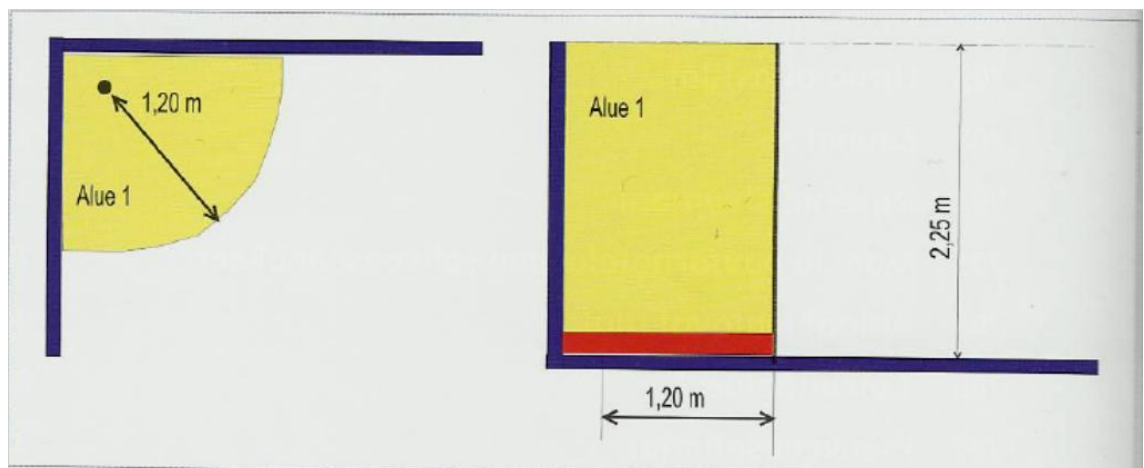


niiden perusteella valita sopiva suojalaite jokaiseen käyttötilanteeseen. (ST-kortisto 53.13 2008.)

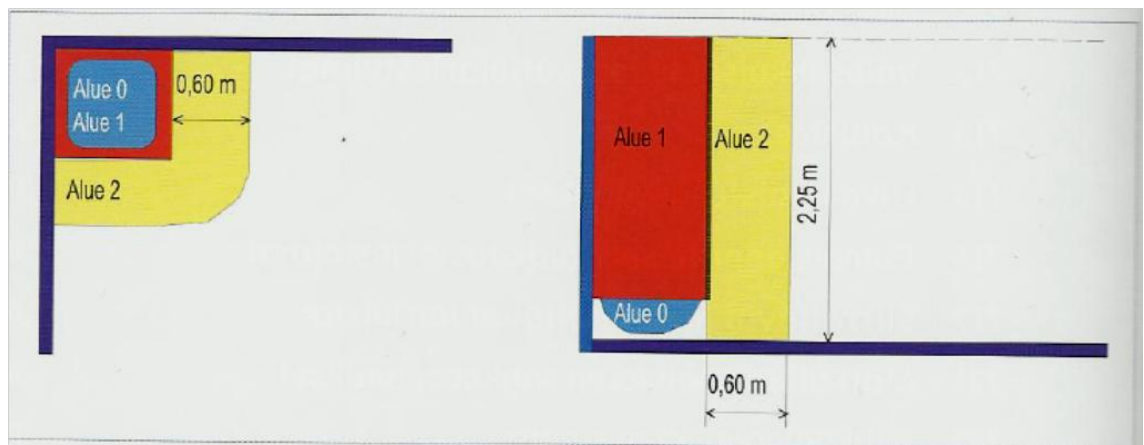
### 3.6 Sähköasennusten erikoistilat

Kiinteistöt saattavat sisältää tiloja, joissa sähkölaitteiden käyttöolosuhteet ovat normaalia vaativammat, kuten kylpy- ja suihkutiloissa sekä saunoissa. Myös ulkoalueet luokitellaan näihin erikoistiloihin.

Suihkuhuoneeksi määritellään sellainen tila, jossa on kokovartalopesuun tarkoitettu suihku. Myös WC-tilat, joissa on lattiakaivo ja alapesusuihku, voidaan katsoa suihkuhuoneeksi, jos siinä on varattu tila myös kokovartalopesua varten. Tällaisia tiloja varten on laadittu omat sähköasennuksia koskevat määräykset. Määräyksissä on kerrottu tarkasti minkälaiset kotelointiluokat ja suojaukset täytyy toteuttaa milläkin alueella. Kuvista 3 ja 4 voidaan havaita suihkutilojen aluejaot. (D1-2012, 356.)

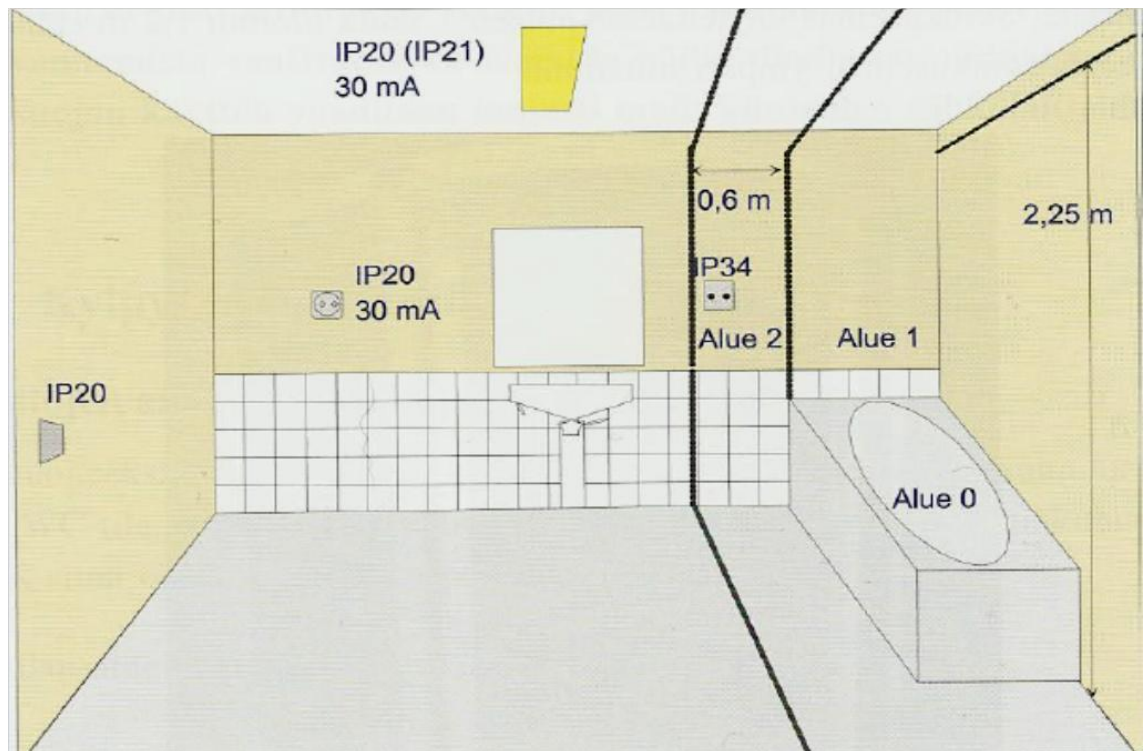


Kuva 3. Aluejako suihkutilassa ilman suihkuallasta (D1-2012, 356)



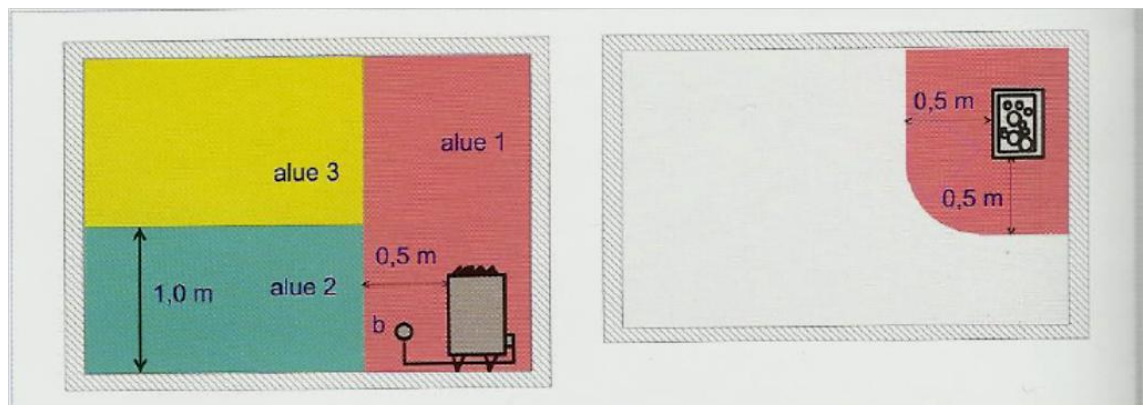
Kuva 4. Aluejako suihkutilassa, jossa suihkuallas (D1-2012, 356)

Kuvista 3 ja 4 pystytään havaitsemaan, miten suihkuallas vaikuttaa aluejakoon ja sen myötä myös sähkölaitteiden sijoitukseen näissä tiloissa. Alueiden 0, 1 ja 2 ulkopuoliset tilat ovat luokittelemattomia tiloja, joissa voidaan käyttää kotelointiluokan IP20 sähkökalusteita paitsi, jos suihkuutilasta on kulku saunan löylyhuoneeseen. Tällöin on käytettävä kotelointiluokan IP 21 mukaisia sähkökalusteita. Kummassakaan kuvien 3 ja 4 mukaisessa tapauksessa sähkölaitetta esimerkiksi pesukonetta ei saa sijoittaa alueelle 1 vaikka pesukoneen pistorasia sijaitisi tämän alueen ulkopuolella. (D1-2012, 357.) Alla olevassa kuvassa 5, on esitelty tarkemmin kylpytilan aluejako, sähkökalusteiden kotelointiluokat.



Kuva 5. Kylpytilan aluejako (D1-2012, 358)

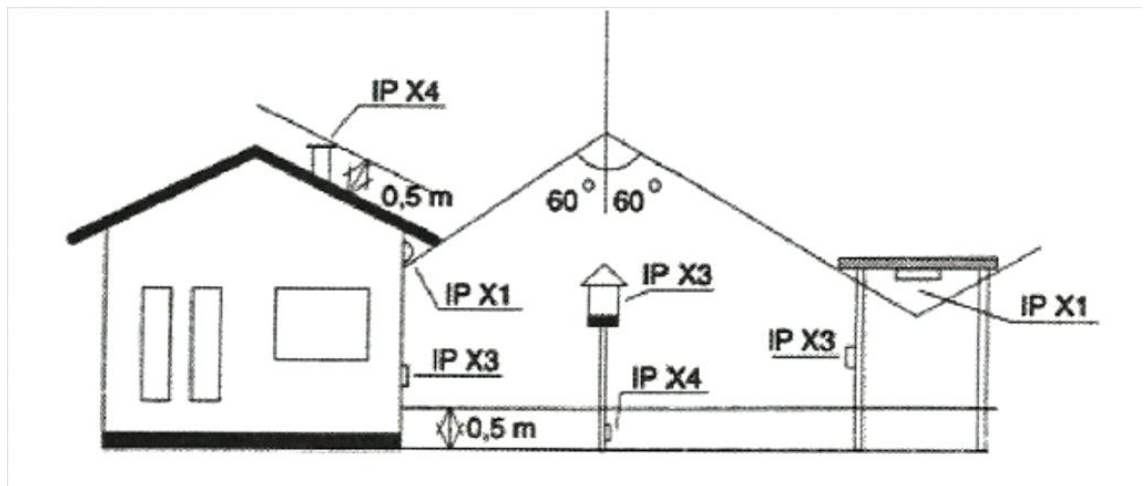
Saunatiloissa on myös omat määräykset koskien sähkölaitteiden sijoituksia ja suojauksia. Saunatilan aluejaot on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Saunan aluejako (D1-2012, 360)

Saunaan asennettavat sähkölaitteet on suojattava 30mA:n vikavirtasuojalla, pois lukien sähkökiuas. Sähkökiukaan liitántärasia tulee sijoittaa paikkaan, jossa kiukaan aiheuttama lämpövaikutus on vähäinen. Liitántärasia sijoitetaan seinälle siten, että se on vaakasuorassa suunnassa, alle puolen metrin päässä kiukaasta ja rasian yläreuna on maksimissaan puolen metrin päässä lattiapinnasta, alueella 1. Liitántäkaapelina rasian ja kiukaan välissä käytetään yleisesti kumikaapelia, joka kestää saunan lämpötilat haurastumatta. Alueelle 2 voidaan sijoittaa kiinteitä sähkölaitteita, kun sähkölaitteen koteloitiluokka on IP24 tai parempi. Asennuksessa ei käytetä metallivaippaisia kaapeleita, eikä alueelle asenneta pistorasioita tai kytkinlaitteita. Käytetyt laitteet on myös suojattava 30mA:n vikavirtasuojalla. Alueelle 3 asennettavien sähkölaitteiden on oltava kotelointi luokaltaan IP24 tai parempi ja laitteen on kestävä vähintään 125°C lämpötila. (D1-2012, 360-362.)

Ulkotiloissa tulee kiinnittää huomiota pistorasioiden ja valaisimien sijoitteluun sekä niiden koteloitiluokituksiin. SFS 6000-standardissa on annettu määräykset mihin ja minkälaisella koteloitiluokalla asennettavan sähkökalusteen tulee olla. Määräykset ilmenevät kuvassa 7.



Kuva 7. Ulkoalueiden koteloitiluokat (SFS-Käsikirja 600, 570)

Koteloitiluokituksen lisäksi pistorasiaa ei saa asentaa vaakatasoon eikä kaltevien pintojen yläpinnalle, kuten esimerkiksi lattiaan ja vesikattoon. Ulkoalueen pistorasiat on myös sijoitettava siten, että ne eivät hautaudu lumen alle. (SFS-Käsikirja 600, 570.)

#### 4 MAADOITUS

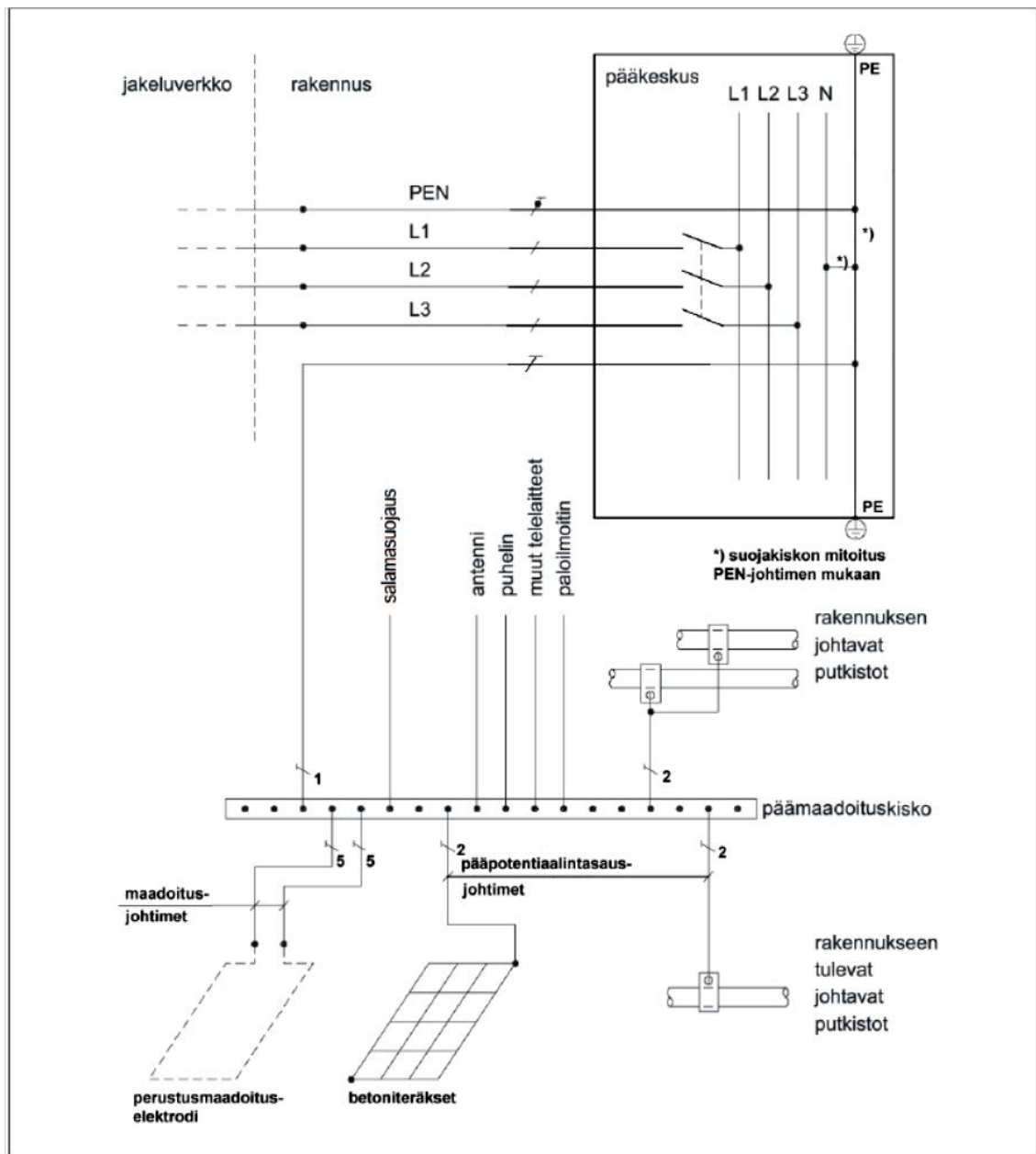
Maadoitusten ja potentiaalintasauksien tavoitteena on tehdä sähkölaitteistosta turvallinen käyttäjälleen rajoittamalla vikatapauksissa esiintyviä kosketus- ja askeljännitteitä. Vika voi tapahtua rakennuksen sähköasennuksissa tai sitä syöttävässä järjestelmässä, mukaanlukien pien- ja suurjänniteverkoissa. Myös salaman aiheuttamat ylijännitteet ovat rinnastettavissa näihin tapauksiin. Sähköturvallisuuden näkökannasta maadoituksilla voidaan estää vaarallisten jännitteiden siirtyminen järjestelmästä toiseen, vuotovirtojen, kipinöiden ja valokaarien syntyminen sekä luoda toimintaedellytykset vika- ja maasulkusuojaukselle. (D1-2012, 275.)

Maadoitusjärjestelmällä saadaan maahan johtava yhteys, joka suojaa sähköiskuilta ja häiriöiltä. Maadoitusjärjestelmässä olevilla suojajohtimilla saadaan aikaan suojaus sähköiskulta, kun käytetään syötön automaattista poiskytkentää. Maadoituksen rakentamisessa lähdetään liikkeelle maadoituselektrodista, joka sijoitetaan rakennuksen alle tai sen perustuksiin. Riippuen rakennuksen koosta, voidaan käyttää yhtä maadoitusrengasta tai jakaa maadoituselektrodi pienempiin silmukoihin. Perustuksiin sijoitettavassa maadoituselektrodissa voidaan materiaalina käyttää terästä. Teräksen liitoskohdat tulee joko hitsata kiinni toisiinsa tai liittää ne siihen tarkoitetuilla jatkoilla. Jos käytetään perustuksiin sijoitettavaa maadoituselektrodiä, saadaan sille samalla aikaan korroosiosuojaus. Toinen tapa on sijoittaa perustusmaadoituselektrodi perustusten alle tai sen välittömään läheisyyteen. Tässä tapauksessa maadoitusmateriaalina käytetään standardien mukaisia materiaaleja, joka tarkoittaa vähintään 16mm<sup>2</sup> kuparijohtimen tai -köyden käyttöä. (ST-kortisto 53.21 2012.)

Potentiaalintasauksella varmistetaan, että sähköä johtavat osat sekä jännitteelle alttiit ja muut johtavat osat, kuten metalliset vesiputket, ovat yhdistettynä toisiinsa. Tällä on tarkoituksena pyrkiä estämään jännite-erojen syntyminen johtavien osien välille. Sähköasennukset liitetään potentiaalintasauskiskoon sähkökeskuksen kautta, kun taas putkistot liitetään suoraan potentiaalintasauskiskoon. Näin ollen vesiputkistot eivät vaadi suojamaadoitusta, vaan ne liitetään potentiaalitasaukseen. Potentiaalintasaukset voidaan jakaa kahteen luokkaan, pääpotentiaalitasaukseen ja lisäpotentiaalintasaukseen. Pääpotentiaalitasaus on oltava kaikissa rakennuksissa. Pääpotentiaalitasausjärjestelmään liitetään maadoituselektrodi, sähköasennuksia syöttävän johtimen suojamaadoitus- tai PEN-johdin ja metalliset putket, kuten

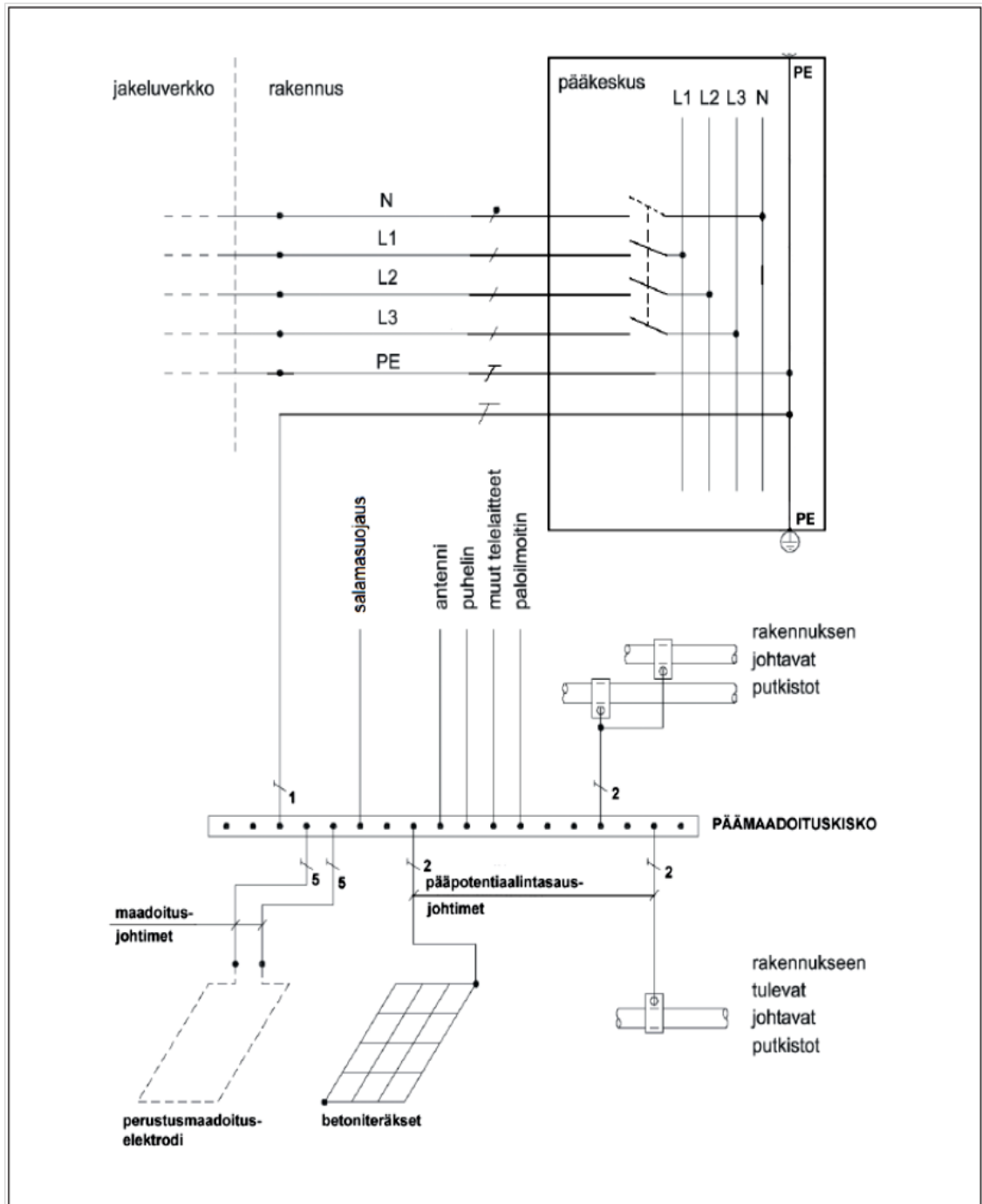
esimerkiksi kaukolämpö-, vesiputket ja ilmanvaihtolaitteistot sekä heikkovirtajärjestelmät. Lisäpotentiaalintasausausta käytetään yleisesti lääkintä- ja eläintiloissa. (D1-2012, 293-299.)

Pienjänniteliittymissä jakeluverkosta tuleva syöttökaapeli on yleisesti nelijohtiminen siten, että siinä on kolme vaihejohtinta ja PEN-johdin, kuten kuvan 8 tapauksessa. Tällaisessa tilanteessa PEN-johdin liitetään rakennuksen sähkökeskuksessa olevaan PE-kiskoon ja kisko yhdistetään nollakiskoon. Liitos tulee tehdä siten, että se on poistettavissa eri mittaustilanteissa. (D1-2012, 305.)



Kuva 8. Maadoitus, potentiaalintasaus ja syöttökaapelin kytkennät, kun käytössä nelijohtiminen syöttö (ST-kortisto 53.21 2012)

Kuitenkin, jos syöttö tulee viisijohtimisena, kuten kuvassa 9, on tilanne helpompi ja silloin suojamaajohdin liitetään omaan liittimeensä ja nollajohdin omaansa. Tässä tapauksessa keskuksessa voidaan käyttää nelinapaista pääkytkintä, jolla saadaan vaiheiden lisäksi myös nollapiiri katkaistua, joka helpottaa mittauksia. (D1-2012, 305.)



Kuva 9. Maadoitus, potentialintasaus ja syöttökaapelin kytkennät, kun käytössä viisijohtimisyöttö (ST-kortisto 53.21 2012)

## 5 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

Kiinteistöissä on käytössä erilaisia sähköjärjestelmiä, jotka pyritään suunnittelemaan ja rakentamaan siten, että ne palvelevat kuluttajaa mahdollisimman hyvin, turvallisesti ja tarpeiden mukaisesti.

### 5.1 Sähköliittymän mitoittaminen ja huipputehon arviointi

Sähköliittymän mitoittaminen on monipuolinen kokonaisuus. Sähköliittymän kokoon vaikuttavat muunmuassa rakennuksen koko, käyttötarkoitus, käytetyt laitteet ja laitteistot. Mitoituksessa pyritään myös huomioimaan mahdollisesti tulevaisuudessa kasvavat tehon tarpeet. Liittymää ei kuitenkaan kannata tarpeettomasti ylimitoittaa, sillä tämä lisää merkittävästi turhia kustannuksia. Sähköliittymä mitoitetaan huipputehon perusteella, jota ei yleensä etukäteen voida tarkasti tietää, jolloin huipputeho täytyy arvioida. Huipputeho määrää rakennuksen sähköliittymän kaapelin koon ja pääsulakkeiden suuruuden. Arviointia helpottamaan on laadittu erilaisia taulukoita ja laskentamenetelmiä, joiden avulla huipputeho pystytään laskemaan hyvinkin tarkasti. Joissakin kohteissa, kuten omakotitaloissa, tiedetään jo suunnitteluvaiheessa, onko käyttöön tulossa sähkökiuas tai lämminvesivaraaja, joka mahdollistaa oikean laskentakaavan käytön ja antaa näin ollen laskennassa lähelle todellista tilannetta vastaavan tuloksen huipputehosta. (ST-kortisto 13.31 2001.)

Pienille rivitaloille ja omakotitaloille löytyy kolme erilaista huipputehon laskentakaavaa, joissa on huomioitu lämmitysmuoto sekä kiukaan ja lämminvesivaraajan mahdollinen olemassa olo. Huipputehon arviointi kW:na:

ei sähkölämmitystä, kiuas on:

$$\frac{7.5 + 26 * A}{1000} \quad (7)$$

Suorasähkölämmitys ja kiuas, käyttöveden jatkuva lämmitys:

$$\frac{7.5 + 64 * A}{1000} \quad (8)$$

Suorasähkölämmitys ja kiuas tai kiuas varaus, käyttöveden lämmitys yöllä:

$$\frac{7.5 + 49 * A}{1000} \quad (9)$$

Kaavoissa A= asunnon pinta-ala. (ST-kortisto 13.31 2001.)

## 5.2 Valaistus

Kun valaistusta suunnitellaan, on otettava huomioon erilaiset käyttötarkoitukset ja valaistuksen tarve. Valaistuksen pääsääntöiset tehtävät ovat näkötehokkuus, näkömukavuus, liikkumisen helpottaminen ja turvallisuuden takaaminen. Tilan käyttötarkoitus asettaa valaistukselle perusvaatimukset, joiden tulee täytyä. Näkötehokkuudella ja näkömukavuudella tarkoitetaan ympäristössä olevien näkökohteiden havaitsemista ja näin ollen tilojen käytettävyyden parantamista. Yleisvalaistuksen tarkoituksena on tuottaa tasainen valo käytettävään tilaan. Valaistusta voidaan myös käyttää sisustuselementtinä tai koristeena. Valaistuksen valintaan vaikuttavat rakennuksen ominaisuudet, kuten käytettyjen pintamateriaalien heijastusominaisuudet, ikkunoiden määrä, huonetilan muoto sekä se, onko tilassa kiinteä vai siirrettävä kalustus. (ST-kortisto 58.04 2003.)

Valaistuksen suunnittelussa huomioidaan arkkitehdin ja sisustajan kanssa valaistuksen luonne. Suunnittelussa lähtökohtana otetaan aina huomioon tilojen ominaisuudet ja käyttötarkoitus. Valaistussuunnitteluun vaikuttavat hyvinkin paljon tilaajan omat intressit valaistuksen suhteen. Suunnittelussa tulee ottaa myös huomioon rakennuksen asettamat tarpeet, kiinteistön rakenteelliset ratkaisut esimerkiksi alakattorakenteet, käyttäjältä lähtökohtaiset tiedot, asennustavat, -materiaalit, energiankulutus ja muunneltavuus. Kuitenkin täytyy pitää mielessä mitä todella tarvitsee valaista ja miten halutut kohteet valaistaan. Valaistusratkaisuihin ei ole vain yhtä ja oikeaa ratkaisua ja se täytyy myös suunnittelussa huomioida. Valaistussuunnitelmasta tulee käydä ilmi käytettävät valaisimet, niiden sijoituspaikat ja valaisimissa käytettävät lamput. (ST-kortisto 58.04 2003.)



Valaisimien valintaan vaikuttaa valaistustapa käytetäänkö suoraa, puolisuoraa tai epäsuoraa valaistusta. Lisäksi täytyy huomoida asennetaanko valaisimet pinta- vai uppoasennuksena. Myös mahdolliset erikoisvalaisimet tulee huomioida. Tässä vaiheessa tulee myös miettiä valaistuksenohjausta tuleeko valaistukselle erillinen ohjausjärjestelmä, onko tarvetta liiketunnistimille tai käytetäänkö himmennystä. Valaisimet, lampputyypit, teho ja asennustapa tulee käydä ilmi valaisinluettelossa. Lisäksi asennuksissa käytettävien valaisimien tulee täyttää tekniset perusvaatimukset standardien: SFS 6000, SFS-EN 60598, SFS-EN 55015 ja SFS-EN 61547 osalta.(ST-kortisto 58.04 2003.)

Valaistusohjauksen suunnittelun lähtökohtana on huomioida käyttäjän toiveet ja tarpeet. Valaistusohjauksia voidaan suorittaa usealla eritavalla, ohjaus voidaan toteuttaa perinteiseen tapaan paikallis- tai rinnakkaisohjauksilla, jotka ovatkin yleisimmät valaistuksenohjaustyypit. Tässä ohjaustavassa valaisimelle on kytketty yksi tai useampia kytkiä, joiden avulla valot saadaan päälle ja pois. Tänä päivänä on markkinoille alkanut myös tulla erilaisia langattomia ohjaustapoja. Langaton ohjaustapa on hyödyllinen saneerauskohteissa, joissa johdotusten muuttaminen ei onnistu ja uudisrakennuksissa langatonta ohjausta käytetään, jos halutaan vähentää kaapeloinnin määrää. Lisäksi on myös olemassa erilaisia älykkäämpiäjärjestelmiä, jotka oikein suunniteltuina, toteutettuina ja ohjelmoituna helpottavat valaistuksen käyttöä ja lisäävät energiansäästöä. Esimerkkinä tilanneohjaus, jossa erilaisiin tilanteisiin on valmiiksi määritelty paljonko valaistusta on käytössä tietyissä tilanteissa. (ST-kortisto 58.32 2004.)

## 6 ASUINKIINTEISTÖN HEIKKOVIRTAJÄRJESTELMÄT

### 6.1 Yleiskaapelointi

Yleiskaapeloinnin osalta Viestintäviraston määräyksessä 25 E/2008 M 3§ määrää seuraavaa:

” Uudisrakentamisessa jokaiseen asuinhuoneistoon asennetaan kotijakamo, johon kaikki huoneiston tietoliikennesasiat kaapeloidaan tähtimäisesti kategorian 6 mukaista yleiskaapelointia käyttäen. Huoneiston jokaiseen asuinhuoneeseen asennetaan yksi kaksiosainen tietoliikennesasia.

- 1) Jokaiseen kotijakamoon, joko kytkentäpaneeliin tai tietoliikennesasiaan, asennetaan yleiskaapelointistandardien luokan E mukainen liityntäpiste ja
- 2) talojakamosta jokaisen huoneiston kotijakamoon asennetaan yleiskaapelointistandardien mukainen optinen kaapelointi, jossa on neljä kategorian OS1 tai OS2 yksimuotokuitua. Vaihtoehtoisesti talojakamosta kotijakamoon rakennetaan johtotie, joka mahdollistaa edellä mainittujen kuitujen asentamisen jälkikäteen kiinteistön rakenteita rikkomatta.” (Viestintäviraston määräys 25 E/2008 M)

Tämän määräyksen ansioista jokaiseen uudisrakennuskohteeseen tulee suunnitella ja toteuttaa yleiskaapelointi. Yleiskaapelointiverkkoa voidaan käyttää erilaisiin tarkoituksiin, kuten puhelinverkkona, lähiverkkona, kaapeli-tv-verkon palvelut, kiinteistöautomaatiossa erilaisiin mittaus-, ohjaus-, ja säätötietojen siirtoon. (ST-kortisto 681.11 2009.)

Yleiskaapeloinnin toteutuksessa voidaan käyttää erilaisia kaapeleita, kuten pari- ja valokaapeleita. Parikaapelit ovat yleisimmin käytössä yleiskaapeloinnissa ja niillä voidaan saavuttaa jopa 10Gbit/s tiedonsiirtonopeus. Parikaapeleiden toiminta perustuu symmetriaan, tässä molemmat johtimet ovat sähköisesti samassa asemassa maapotentiaaliin nähden. Tällä tavalla kaapeliin kohdistuvat häiriöt saadaan minimoitua ja signaali kaapelissa pysyy voimakkaana. Parikaapelit luokitellaan omiin kategorioihin, kiinteistöissä tulee käyttää vähintään kategorian 6 mukaista kaapelointia ja liittimiä. Kategorian 6 kriteerit täyttävät kaapelit voivat olla, joko suojattuja tai suojaamattomia parikaapeleita. Liitiminä käytetään RJ45-liittimiä, jolloin kategorian 6 vaatimukset täyttyvät. Koaksiaalikaapelin rakenne muodostuu sisäjohtimesta ja sen eristeestä,

ulkojohtimesta ja kaapelin muovivaipasta. Koaksiaalikaapeleita käytetään yleisesti radiotaajuisten signaalien siirtoon, jotka käsittävät yhteisantenni- ja kaapelitelevisiojärjestelmät sekä antennisyötöt. Lähiverkkosovelluksissa koaksiaalikaapeleiden käyttö on nykyään hyvin vähäistä, sillä sen käyttöä ei suositella yleiskaapelointistandardeissa. Valokaapelit ovat yleisimmin käytössä nousu- ja aluekaapeloinnissa. Valokaapelit soveltuvat käyttöön hyvin, sillä ne eivät ole alttiita ympäristönhäiriöille eivätkä ne itse aiheuta ympäristöön sähköisiä häiriöitä. Metallittomia valokaapeleita käytettäessä ei tarvitse myöskään huolehtia maadoituksista ja niillä saavutetaan suuri kaistanleveys tiedonsiirtoväylissä. (ST-käsikirja 16, s.111-129)

Yleiskaapeloinnin suunnitteluun ryhtyessä tulee asiakkaan kanssa selvittää yleiskaapelointiverkon tarpeellisuus, jonka pohjalta suunnitelmaa ryhdytään laatimaan. Suunniteltaessa täytyy myös olla perillä yleiskaapelointiin liittyvistä määräyksistä. Lähtökohtaisesti on oltava selvillä tietoliikennesasioiden määrät, jakamon sijoitus ja sen tilantarve, johtotiet sekä kaapeloinnin peruskokoonpano. Suunnittelutyön lopputuloksena valmistuu yleiskaapelointiverkon rakentamiseen tarvittava dokumentointi. Dokumentointiin sisältyy:

- sähköselostus
- kaapeloinnin tasopiirustukset
- jakamoiden sijoittaminen
- jakamoiden kokoonpano
- nousu- ja aluekaapeloinnin kaaviot
- maadoituskaaviot
- asemapiirustus.

(ST-kortisto 681.11 2009.)

## 6.2 Antennijärjestelmä

Antennijärjestelmän avulla voidaan vastaanottaa maanpäällisiä- ja satelliittilähetyksiä. Järjestelmän välittämät signaalit on tarkoitettu tv- ja radiokanavien vastaanottoon. Viestintäviraston määräyksen 21 E/2007 mukaisesti antennijärjestelmän laitteet ja rakenneosat on suunniteltava ja asennettava siten, että se täyttää standardeissa esitetyt vaatimukset. (ST-kortisto 621.11.)

Kaapelit ovat antennijärjestelmässä hyvin keskeisessä osassa, eikä niitä tulisi aliarvioida. Kaapelien tehtävänä on siirtää signaalit, niiden laadun liikaa heikkenemättä ja myöskään niiden siirtämät signaalit eivät saa aiheuttaa ympäristöönsä häiriöitä. Signaalien laaduille on annettu omat määräyksensä ja kaapeleita valittaessa on ne otettava huomioon. Pääsääntöisesti antennijärjestelmässä käytetään koaksiaalikaapeleita. Koaksiaalikaapeli muodostuu sisäjohtimesta ja sen kanssa samankeskisestä ulkojohtimesta. Signaali muodostuu sisä- ja ulkojohtimen johdinparista, joka on epäsymmetrinen maahan nähden. Yleinen sisäjohtimen materiaali on kuparilanka, vaimennuksen kannalta kupari soveltuu hyvin tähän tarkoitukseen. Hehkuksella parannetaan johtavuutta ja pehmennetään kuparia, jotta sitä olisi helpompi käsitellä. Koaksiaalikaapelin tärkeimpiä sähköisiä ominaisuuksia ovat ominaisimpedanssi, vaimennus, heijastusvaimennus, nopeuskerroin, suojauskyky. Kuvassa 10 on esitelty koaksiaalikaapelin rakenne. (ST-käsikirja 12, 66-71)



Kuva 10. Koaksiaalikaapeleiden rakenne. (ST-käsikirja 12, s.71)

Antennijärjestelmän suunnittelussa täytyy alussa sopia tilaajan kanssa luonnosvaiheessa antennirasioiden määrä ja sijoitus, laajennusmahdollisuudet ja järjestelmän hinta-arvio. Näistä täytyy myös tehdä dokumentti, jossa on tekstimuotoinen työselitys, sähköpiirustus tyypillisistä tiloista ja järjestelmäkaaviopiirros. Alustavassa Toteutusvaiheessa tehdään järjestelmän varsinainen suunnittelutyö, jossa dokumentoidaan:

- tilavaraukset
- tilan sähkönsyöttö
- tilan valaistus
- mastonpaikkaehdotus
- antennit

- antennien syöttökaapeleiden tyyppi ja reitti
- maadoitus ja potentiaalintasaus
- päävahvistin
- tähtipiste
- kaapelitelevisioverkon liityntä kaapelin reitti
- antennirasioiden määrä, tyyppi ja sijainti
- passiivisen jakoverkon taajuusalue
- kaapelien tyypit ja reitit.

(ST-kortisto 621.10.)

Alustavasta toteutusvaiheesta saadut dokumentit antavat asentajalle tiedot toteutusvaiheeseen. Jos toteutusvaiheessa tulee muutoksia suunnitelmaan on ne dokumentoitava, jotta käyttöönottovaiheessa piirustukset ovat ajantasalla. Muutoksia voi tulla mm. laitteiden tyyppien osalta ja maston lopullisesta sijoituspaikasta, lisäksi antennikaapelit numeroidaan ja niistä tehdään kaapeliluettelo. (ST-kortisto 621.10.)

Käyttöönottovaiheessa varmistetaan dokumentoinnin paikkaansa pitävyys, dokumenteissa on tässä vaiheessa oltava kaikki muutokset, joita toteutusvaiheessa on tullut. Käyttöönottovaiheen jälkeen antenniverkon dokumentointi on valmis ja lopputuloksena saadaan:

- antennijärjestelmän kaavio
- maston ja antennien rakennepiirustus ja lujuuslaskelma
- tasopiirustukset
- kaapeliluettelo, josta käy ilmi kaapelityypit, pituudet ja jakoverkkokaavioita vastaavat osoitetunnukset
- tarkastusasiakirja, joka sisältää mittaustulokset.

(ST-kortisto 621.10.)

### 6.3 Rikosilmoitinjärjestelmä

Rikosilmoitin- ja ryöstöilmaisujärjestelmillä halutaan yleensä suojata kodin tai laitoksen omaisuutta sekä ihmisten koskemattomuutta. Suojattavia kohteita on erilaisia, kuitenkin niillä on olemassa yhteisiä piirteitä. Yleensä rikosilmoittimia käytetään, jos kohteessa on olemassa jokin seuraavista:

- Suojattavassa kohteessa on arvokasta ja helposti rahaksi muutettavaa omaisuutta.
- Ympäristön olosuhteet ovat suojauksen kannalta vaativat.
- Suojattavassa kohteessa säilytetään rahaa.
- Kohteeseen on aikaisemmin murtauduttu.
- Varaudutaan ennen kuin kohteeseen on murtauduttu tai kohde on ryöstetty.

(ST-käsikirja 11, s.79)

Suojauksessa ilkivaltaa, vahingoittamista tai anastusta vastaan on olemassa erilaisia valvontatapoja. Rikosilmoitin- ja ryöstöilmaisujärjestelmät voidaan toteuttaa mm. seuraavilla tavoilla:

- kehävalvonta
- kuorivalvonta
- tilavalvonta
- kohdevalvonta
- ryöstöilmaisuu.

Kehävalvonnassa valvotaan kohteen ulkotiloja ja näin ollen mahdolliset tunkeutujat voidaan havaita jo suojattavan alueen rajalla. Tällainen suojaustapa on kuitenkin kalliimpi ja hankalampi toteuttaa, verrattuna muihin tapoihin. Kuorivalvonnassa valvotaan kohteen sisäänkäyntejä, kuten ovia ja ikkunoita. Tilavalvonnassa valvotaan yleisesti rakennuksen sisätiloja, jolla pyritään havaitsemaan rakennukseen tunkeutunut tai luvatta jäänyt henkilö. Kohdevalvonnassa valvotaan vain jotain tiettyä yleensä arvokasta kohdetta, esimerkiksi kassakaappia. Ryöstöilmaisuu voidaan toteuttaa usealla tavalla, käyttämällä kiinteitä- tai kannettaviapainikkeita. Joissain tapauksissa rikos- ja ryöstöilmaisujärjestelmillä voidaan saada vakuutusyhtiöiltä alennuksia vakuutuksiin. (ST-käsikirja 11, s.79-80)

Rikosilmoitinjärjestelmässä on erilaisia laitteistoja, jossa keskusyksikkö on prosessoripohjainen ja siihen liittyy erilaisia ilmaisimia, jotka valvovat eri alueita, ovia ja tiloja. Järjestelmässä on tietysti myös käyttö-, ohjaus-, ohitus-, ja hälytyslaitteita. Keskusyksikköön tällaisessa järjestelmässä on myös varasyöttöyhteys, jonka avulla laitteisto toimii myös, mahdollisten sähkökatkojen aikana. Keskusyksikkö sijoitetaan

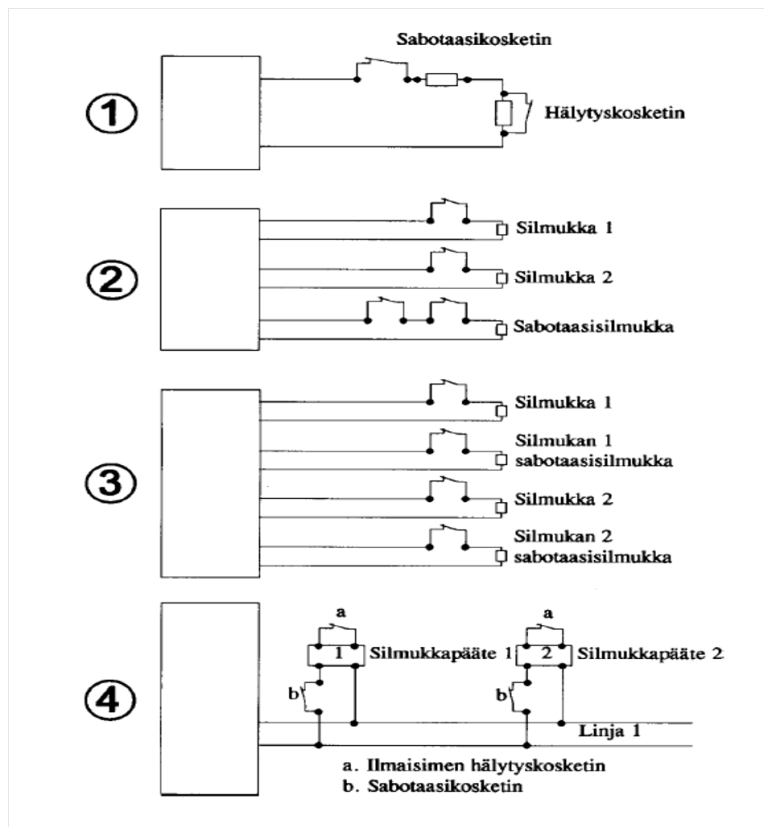
rikosilmoitinkeskukseen, joka täytyy sijoittaa valvottuun paikkaan, jonne ulkopuolisilta henkilöiltä pääsy on estetty. (ST-käsikirja 11, s.81)

Järjestelmään liittyy yleensä erilaisia käyttö- ja ohjauslaitteita. Käyttölaitteella voidaan suorittaa erilaisia ohjaustoiminintoja, kuten hälytykset päälle ja pois. Käyttölaite voi olla joko näppäimistö tai näyttö. Näppäimistön avulla voidaan yleisesti vain ohjata hälytyslaitteiston tilaa, kun taas näyttölaitteen avulla on mahdollista suorittaa peruskäytön lisäksi myös järjestelmänohjauksia, mikäli laitteistossa on tähän mahdollisuus. Rikosilmoitinjärjestelmiin on myös mahdollista liittää palovaroittimia, vesivuotoantureita ja lämpötilanmuutoksesta kertovia antureita. Tällaisten käyttäminen voi olla perusteltua pienissä kohteissa, kuten omakotitaloissa, joissa näitä tapahtumia ei muilla järjestelmillä valvota. (ST-käsikirja 11, s.82-83)

Rikosilmoitinjärjestelmiä löytyy erilaisilla silmukkarakenteilla. Perinteisessä silmukassa ilmaisimien hälytysliitäntä kytketään avautuvalle koskettimelle. Tässä ratkaisussa voidaan käyttää erilaisia ilmaisimia tarpeen mukaan. A-luokan mukainen silmukka on lepovirtavalvottu, hälytys aiheutuu yli 20 prosentin silmukkavastuksen muutoksesta. B-luokassa hälytys aiheutuu yli 40 prosentin muutoksella ja C-luokassa ilmoitus tapahtuu vain avautuvasta silmukasta. Silmukat jaetaan eri kategorioihin:

- murtosilmukoihin
- sabotaasisilmukoihin
- ryöstösilmukoihin
- viivesilmukoihin.

Murtosilmukka kytketään toimintaan ja pois toiminnasta käyttölaitteella tai ohituskytkimellä. Tätä silmukkaa käytetään, kun valvottava tila ei ole käytössä. Sabotaasisilmukka on jatkuvasti valvontatilassa, jolla valvotaan kytkentäkoteloihin ja ilmaisimiin kohdistuvia sabotaasiyrityksiä, kuten ilmaisimelle menevän kaapelin katkaisua. Ryöstösilmukka on jatkuvassa valvontatilassa ja se ei aiheuta paikallishälytystä. Viivesilmukalla saadaan aikaan hälytys, mikäli valvontatila ei kytketä pois päältä tietyn ajan kuluttua. Erilaisia silmukka rakenteita tarkemmin kuvassa 11.

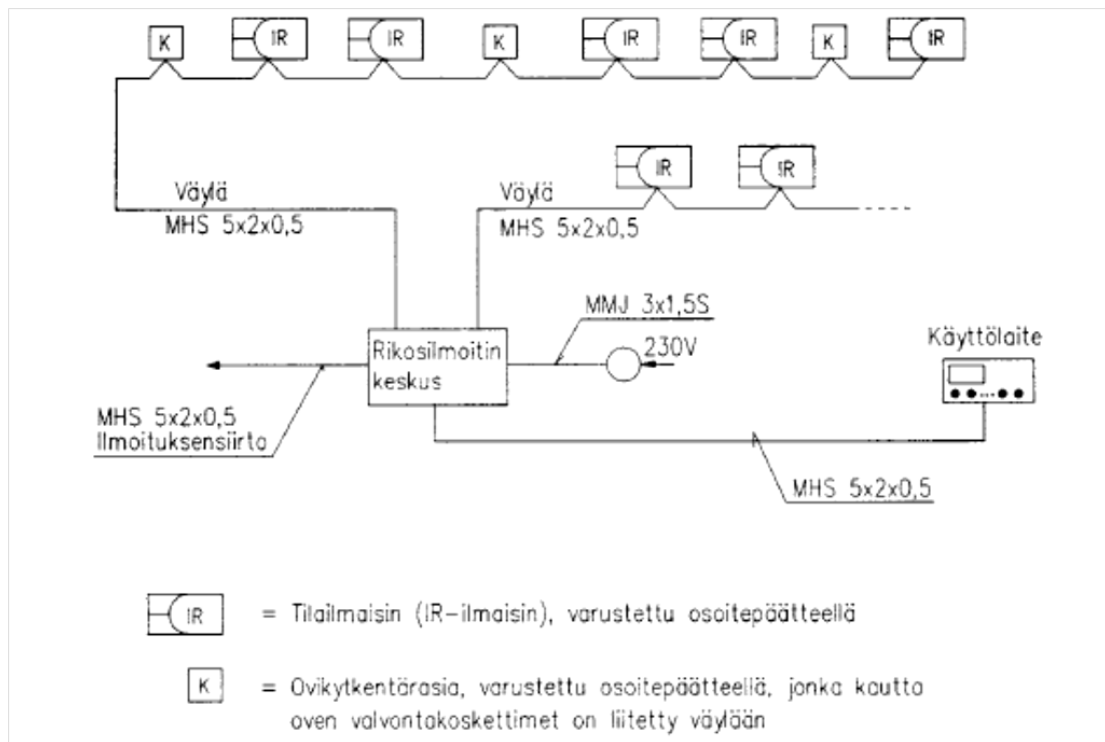


Kuva 11. Silmukkarakenteita (ST-käsikirja 11, s.86-87)

Kuvassa 11 näkyy erilaisia silmukkaratkaisuja. Ykköskohdassa näkyy, kuinka sama silmukka toimii sekä sabotaasi- että murtosilmukkana. Toisessa kohdassa silmukassa sabotaasisilmukka suojaa kytkentäkotelon ja ilmaisimen. Kolmannessa kohdassa jokaisella silmukalla on oma sabotaasisilmukka ja kohdassa neljä on esitetty osoitteelliset silmukat, joissa on oma sabotaasisilmukka. (ST-käsikirja 11, s.87)

Osoitteellisessa järjestelmässä, kuten kuvassa 12 jokaisella tunnistimella ja ilmaisimella on omat osoitteensa, jonka vuoksi yhteen silmukkaan voidaan kytkeä useampia laitteita, mutta kuitenkin keskuksen saadaan tarkka tieto siitä, mistä hälytys on tullut. Tässä järjestelmässä päästään vähemmällä kaapeloinnilla, verrattuna perinteisiin silmukkaratkaisuihin.





Kuva 12. Kaapelointiperiaate osoittellisessa järjestelmässä. (ST-käsikirja 11, s.88)

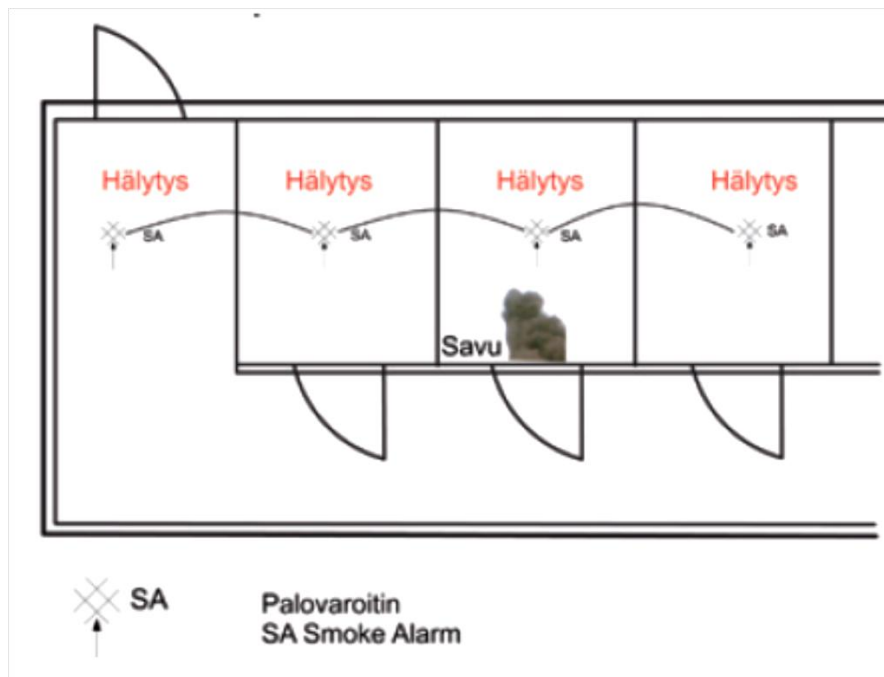
Kuvasta 12 voi havaita, kuinka useamman ilmaisimen silmukka on saatu kaapeloitua sekä säästetty kaapelointi kuluissa, kun jokaiselle ilmaisimelle ja kytkentärasialle ei tarvitse tuoda omaa kaapelia rikosilmoitinkeskukselta. Järjestelmän kaapelit määräytyvät laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. (ST-käsikirja 11, s.88)

Rikosilmoitinjärjestelmä on mahdollista toteuttaa langattomana. Tässä toteutustavassa on kuitenkin omat riskinsä, sillä langaton tiedonsiirto on alttiimpi häiriöille, kuin kaapeloitujärjestelmä. Langattoman järjestelmän muunneltavuus on kuitenkin helpompaa, kuin kiinteiden järjestelmien, joten se soveltuu käyttöön, kun tarvitaan esimerkiksi väliaikainen ratkaisu rikosilmoituksiin. Suunniteltaessa rikosilmoitinjärjestelmää on tarkasteltava erilaisia ilmaisimia, jotta kokonaisuus olisi luotettava ja virheellisiä hälytyksiä ei tulisi. Virheellisiä hälytyksiä voivat aiheuttaa esimerkiksi väärin sijoitetut ilmaisimet, väärän tyyppiset ilmaisimet ja ympäristöolosuhteet. (ST-käsikirja 11, s.89)

#### 6.4 Palovaroitinjärjestelmä

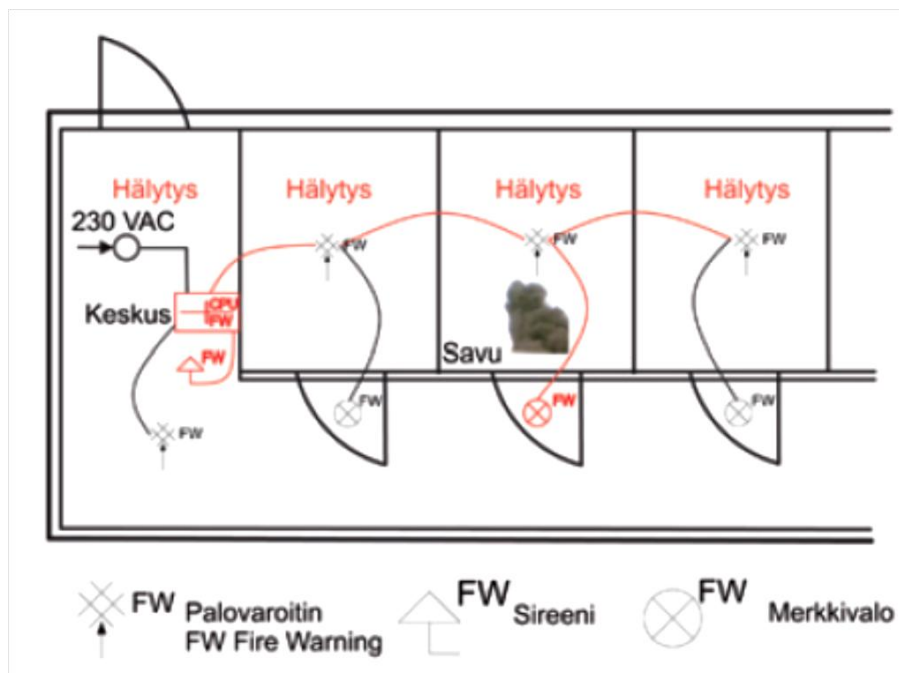
Palovaroitin luokitellaan henkilöturvallisuuslaitteeksi, jonka avulla saadaan herätettyä nukkuva ihminen ja näin antaa aikaa pelastautua sekä pelastaa myös muut vaarassa olevat ihmiset. Mitä aikaisemmin tulipalo havaitaan sitä, nopeammin myös sammutustoimiin voidaan ryhtyä ja mahdollisesti myös pienentää omaisuusvahinkojen määrää. Palovaroitin tulee lain mukaan sijoittaa asuinkiinteistössä jokaiseen kerrokseen ja niihin yhteydessä oleviin kellarikerroksiin ja ullakoihin. Kuitenkin asunnon jokaista alkavaa 60m<sup>2</sup> kohden tulee olla vähintään yksi palovaroitin. Palovaroittimien sijoituksessa tulee pyrkiä siihen, että varoitin reagoi savuun mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tämän vuoksi sijoituksessa kannattaa huomoida syttymisvaaraa aiheuttavat toiminnot ja hälytysäänen kuuluvuus jokaiseen tilaan. Palovaroittimien lisäksi huoneistoihin, joissa on tulisija suositellaan asennettavaksi häkävaroitin. Häkäkaasu itsessään on hajutonta ja väritöntä, jonka vuoksi sitä ei pysty aistinvaraisesti havaitsemaan, eivätkä myöskään palovaroittimet tähän kaasuun reagoi. (ST-kortisto 662.50 2009.)

Palovaroittimia voidaan käyttää, joko palovaroitinryhmänä tai palovaroitinjärjestelmänä. Palovaroitinryhmässä on kytketty yksi tai useampia palovaroittimia yhteen, jolloin yhden hälyttimen hälytys kytkee hälytyksen myös muihin samassa ryhmässä oleviin palovaroittimiin. Käytettäessä tällaista järjestelmää tulee jokaisessa varoittimessa olla pääteho ja varateholähde. Palovaroitinjärjestelmä muodostuu keskusyksiköstä ja palovaroitinryhmistä. Tällaisessa tapauksessa, kun yksi hälytin reagoi savuun ja aiheuttaa hälytyksen, saa keskusyksikkö tiedon hälytyksestä ja antaa äänihälytyksen siihen kytkettyjen sireenien tai summereiden avulla. On myös mahdollista, että keskusyksikkö kytkee hälytyksen muihin palovaroittimiin. Näissä tapauksissa tulee keskusyksikön ja hälyttimen välinen kaapeli olla vika- ja oikosulkuvalvottu sekä keskusyksiköllä tulee lisäksi olla varateholähteenä akku tai paristo. Tällä tavoin saavutetaan palovaroittimien toiminta myös sähkökatkojen aikana. Kuvissa 13 ja 14 pystyy havaitsemaan palovaroitinryhmän ja –järjestelmän oleelliset erot. (ST-kortisto 662.50 2009.)



Kuva 13. Palovaroitinryhmän hälytys. (ST-kortisto 662.50 2009.)

Kuvasta 13 voidaan tarkemmin havaita, miten palovaroitinryhmä toimii, keskimmäisessä huoneessa oleva palovaroitin havaitsee savun ja antaa hälytyksen kaikkiin samassa ryhmässä oleviin palovaroittimiin. Tämän ansiosta myös muissa huoneissa olijat saavat tiedon tulipalosta ja pystyvät pelastautumaan ajoissa.



Kuva 14. Palovaroitinjärjestelmän hälytys. (ST-kortisto 662.50 2009.)

Kuvasta 14 näkee tarkemmin, miten palovaroitin järjestelmä toimii hälytystilanteessa, hälytyksen sattuessa hälytin antaa tiedon keskusyksikölle, joka antaa hälytyksen käytävässä olevalla sireenillä. Jokaisen huoneen palovaroittimelle on lisätty myös hälytyksen ilmoittava merkkivalo huoneiden ulkopuolelle, josta käy selkeästi ilmi, mistä huoneesta hälytys on tullut.

Palovaroittimet suositellaan sijoittamaan siten, että niitä olisi jokaisessa makuuhuoneessa ja ulos johtavalla poistumisreitillä. Palovaroitinta ei kannata sijoittaa:

- keittiötilaan lähelle liettä tai uunia
- kylpyhuoneeseen tai sen välittömään läheisyyteen
- liian lähelle raittiin ilman sisääntuloa tai vetoiseen paikkaan
- liian lähelle tulisijoja
- autotalleihin
- lämmittämättömään huoneeseen
- likaiseen tai pölyiseen ympäristöön.

Edelle mainitun kaltaisissa tiloissa olisi toiminnan kannalta parempi käyttää lämpöilmaisimia, joilla järjestelmä saadaan täydennettyä hyvin toimivaksi kokonaisuudeksi. (ST-kortisto 662.50 2009.)

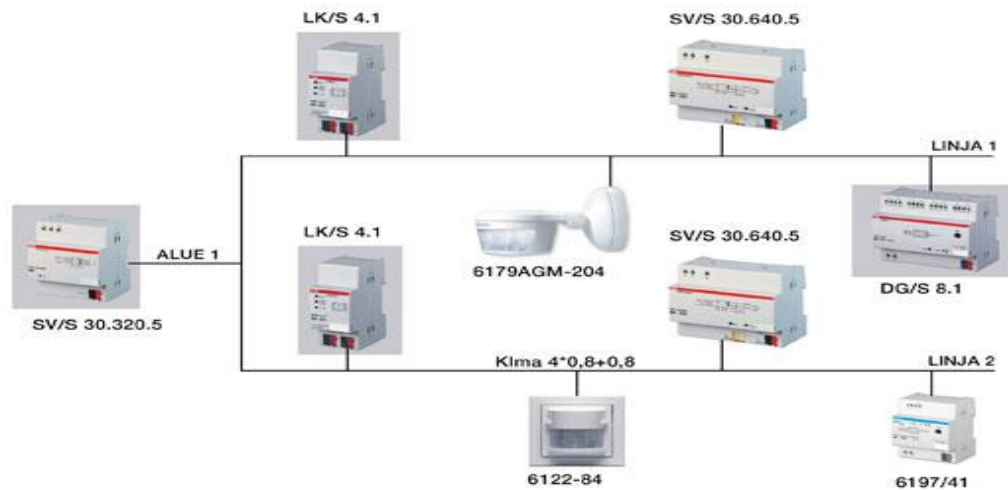
## 7 TALOAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

Taloautomaatiojärjestelmillä pyritään helpottamaan kiinteistön sähkö- ja heikkovirtajärjestelmien hallintaa. Järjestelmillä voidaan myös saada reaaliaikaista tietoa kiinteistön energiankulutuksesta ja tietojen avulla voidaan pyrkiä vähentämään energiankulutusta. Yhteistä kotiautomaatiojärjestelmissä eri valmistajien ja tyyppien välillä on pyrkimys pystyä ohjaamaan kodin erilaisia toimintoja, kuten valaistusta ja ilmanvaihtoa. Markkinoilta löytyy tällä hetkellä erilaisia ja eri hintaisia ratkaisuja ja eri järjestelmissä myös toteutustavat, jolla päästään haluttuun lopputulokseen, eroavat hieman toisistaan. Järjestelmää valittaessa on hyvä kartoittaa, mitä järjestelmältä haluaa ja mitä kaikkea sillä halutaan ohjata.

### 7.1 KNX

KNX on maailmanlaajuiseen standardiin perustuva väylätekniikkaratkaisu, jonka on luonut KNX-yhdistys. KNX:n avulla voidaan ohjata ja valvoa eri kodin järjestelmiä, kuten valaistusta, lämmitystä, ilmavaihtoa ja murtosuojausta. Maailmanlaajuinen standardi takaa, että eri laitevalmistajien tuotteet toimivat keskenään. KNX-järjestelmän kaapeloinnissa voidaan käyttää parikaapeleita, valokaapeleita tai sähköverkon kaapelointia. (KNX.fi www-sivut 2013. hakupäivä 23.1.2013;KNX.org www-sivut 2013. hakupäivä 23.1.2013)

KNX-järjestelmä koostuu väylistä, joihin virtalähde syöttää 24VDC käyttöjännitteen eri toimilaitteille. Yhteen väylään on mahdollista kytkeä 64 laitetta, väyläratkaisu esimerkki kuvassa 15. KNX-väylässä siirtotienä on yleisesti käytetty kierrettyä paria. Valmistaja suosittelee KLMA 4\*0,8+0.8-kaapelia. Tiedonsiirrossa voidaan käyttää myös radiotaajuuksia, ethernet:iä tai sähköverkkoa. (ABB www-sivut 2013. hakupäivä 7.2.2013 )



Kuva 15. KNX-väyläratkaisu (ABB www-sivut 2013. hakupäivä 7.2.2013)

KNX-järjestelmää käytettäessä suunnitteluvaiheessa ei ole pakollista lyödä kaikkia suunnitelmia lukkoon käytön osalta, vaan järjestelmää voidaan vielä sen valmistuttua ohjelmoida ja tässä vaiheessa vasta päättää lopulliset toiminnot. (ABB www-sivut 2013. hakupäivä 7.2.2013)

KNX-yhdistyksen sivuilta on ladattavissa ETS3-ohjelma, joka on tarkoitettu KNX-järjestelmän suunnitteluun ja käyttöönottoon. ABB:n sivuilta löytyy myös mallisuunnitelma, jossa on toteutettu omakotitalon kiinteistöautomaatiojärjestelmä KNX:llä. (ABB www-sivut 2013. hakupäivä 7.2.2013)

## 7.2 Ouman Plus

Ouman Plus integroitu kotiautomaatiojärjestelmä on kehitetty vuonna 2010 suomalaisen Ouman OY:n toimesta. Ouman Plus -kotiautomaatiojärjestelmällä saadaan aikaan kokonaisvaltainen kodinohjausjärjestelmä, joka toimii automaattisesti kodin erilaisissa tilanteissa. Valmistajalta löytyy järjestelmään suunnitteluohjelma, jota voi käyttää valmistajan sivuilta veloituksetta. Ohjelman avulla voidaan määrittää helposti hinta niille laitteille, jotka on päättänyt valita. (Ouman www-sivut 2013a. hakupäivä 15.1.2013)

Ouman Plus -järjestelmällä voidaan suorittaa kiinteistössä huonekohtaisia ohjauksia esimerkiksi lämmityksen, ilmanvaihdon, sähköpisteiden ja valaistuksen suhteen. Myös palo- ja häikäilmaisimet säätävät ilmanvaihtoa tarpeiden mukaan. Järjestelmässä on myös murto- ja vesivuotovalvonta. (Ouman www-sivut 2013b. hakupäivä 15.1.2013)

Ouman Plus-järjestelmän suunnitteluun löytyy oma plus tool -suunnitteluohjelma. Ohjelman avulla pystyy helposti valitsemaan tarvitsemansa määrän esimerkiksi palo- ja liikeilmaisimia. Ohjelman avulla saa itselleen valmiin tarvikeluettelon hintatietoineen, asennusesimerkin koodiohisulkijalle, murtovalvonnan tilaa indikoivalle merkkivalolle ja käyttöpaneelille. Valittujen komponenttien perusteella suunnitteluohjelma laatii jokaista komponenttia koskevan kytkentäkaavion sähkölaitteille, LVI-järjestelmän säätökaavion sekä erillisinä dokumentteina järjestelmän käsikirjan, kaikkien valittujen komponenttien tekniset tiedot ja asennusohjeet.

### 7.3 EBTS

EBTS-kodinohjausjärjestelmässä on laitettu kaikki kiinteistöohjaukset ja -hallinta samaan pakettiin. EBTS-järjestelmä sisältää kotiautomaatio-, turvallisuus-, mittaus-, valaistuksenohjaus- ja kiinteistötietojärjestelmät. Jokaiseen toimintoon täytyy hankkia erillinen yksikkö, jonka kautta ohjauksia ja mittauksia voidaan suorittaa. Järjestelmää hallitaan joko käyttöpaneelilta tai selainpohjaisen käyttöliittymän kautta. Järjestelmän suunnittelussa tulee ottaa huomioon huoneiston sähkökeskuksen koko, sillä kaikki yksiköt sijoitetaan sähkökeskukseen.(EKE Yhtiöt 2010.)

Valmistajalta löytyy suunnittelua helpottavia dokumentteja kuten kytkentäkaaviot, piirikaaviot ja työselitysosa. Paketin mukana tulevat myös asennusohjeet, joissa kerrotaan vaiheittain järjestelmän asennuksesta ja käyttöönotosta. (EKE Building Technology Systems www-sivut 2013. hakupäivä 31.1.2013)

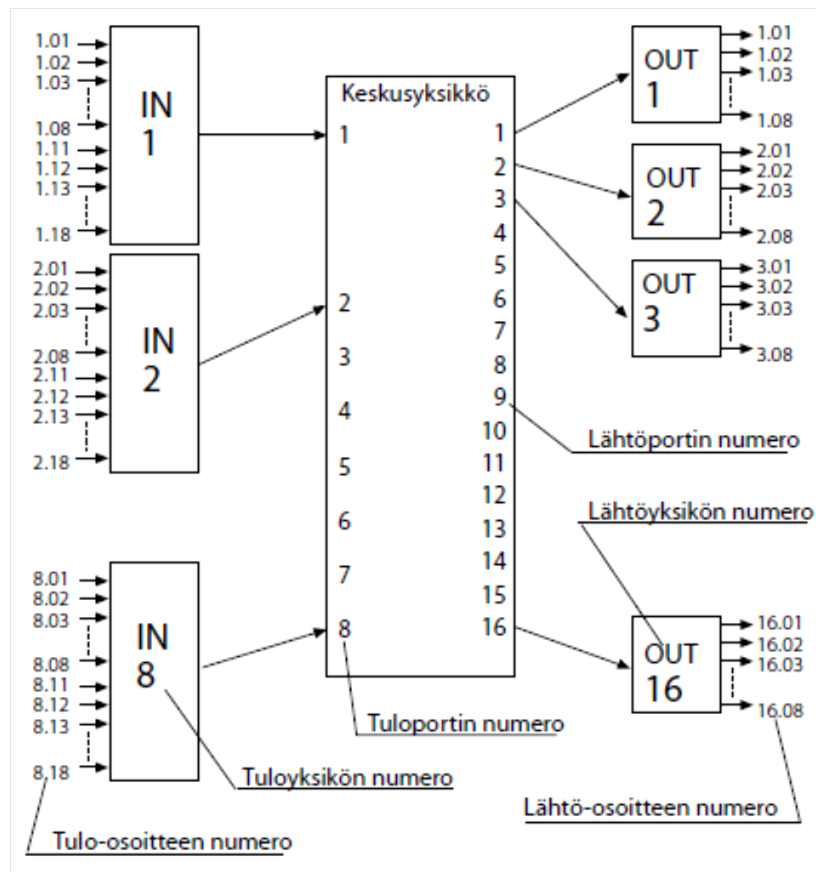
EBTS-järjestelmä toimii neljällä yksiköllä, joiden avulla järjestelmä saadaan toimimaan, turvallisuus-, mittaus-, ohjaus- ja säätöyksikkö. Turvallisuusyksikön kautta kytketään anturit, jotka valvovat talon turvallisuutta. Esimerkiksi palovaroittimet, rikosilmoitusjärjestelmän liiketunnistimet ja vesivuotoja valvovat anturit. Mittausyksiköllä voidaan suorittaa kiinteistössä reaaliaikaisia mittauksia, joista käy ilmi kiinteistön sähkönkulutus, vedenkulutus, kosteus ja valoisuus. Mittausjärjestelmän avulla on helpompi tehdä ohjauksia lämmityksen ja ilmanvaihdon suhteen. Ohjausyksiköllä suoritetaan kiinteistön ohjauksia, kuten valaistus- ja pistorasiaohjaukset. Ohjausyksikön lisäksi tarvitaan myös releitä, sillä ohjainyksiköllä saadaan aikaan vain tiedot releohjauksille. Säätöyksiköllä suoritetaan erilaiset

automaattiset säädöt talotekniikkalaitteille. Säätyksikön kautta voidaan säätää ilmanvaihtoa ja valaistusta, saatujen mittaustietojen perusteella. Järjestelmässä on myös mahdollisuus säätää kaikkea manuaalisesti, mutta parhaan tuloksen saa aikaan antamalla järjestelmän tehdä säädöt mittaustulosten perusteella. Järjestelmää pyörittää keskusyksikkö, joka ohjaa järjestelmän muita yksiköitä, siihen ohjelmoitujen tietojen perusteella. (EKE Yhtiöt 2010.)

#### 7.4 Elko living system

ELS on nykyaikainen sähköohjausjärjestelmä, jonka avulla voidaan toteuttaa alykäskiinteistö erilaisilla ohjauksilla. ELS:n avulla talon eri toiminnot, kuten valaistus-, lämmitysohjaus ja turvatoiminnot saadaan tuotua yhteen pakettiin. ELS-järjestelmän avulla suoritetaan releohjaukset, ohjelmoitujen tietojen perusteella. Järjestelmän toiminta rakennetaan keskusyksikön ympärille tähtiverkkona, jonka ohjauksia varten on tulo- ja lähtöyksiköt, jotka kytketään keskusyksikön kautta. Ohjauksessa on myös mahdollista käyttää Elkon langattomia tuotteita, jotka kommunikoivat suoraan keskusyksikön kautta. Järjestelmä on osoitteellinen, jolloin jokainen laite saa oman osoitteensa kuvan 16 mukaisesti. Osoitteet määräytyvät sen perusteella, mihin ne on tulo- ja lähtöyksiköillä kytketty. Langattomat laitteet saavat omat osoitteensa eivätkä ne ole riippuvaisia fyysisistä tulo- tai lähtöosoitteista. Kun käytetään yhtä keskusyksikköä on mahdollista käyttää 128 tulo-osoitetta ja saman verran lähtöosoitteita. Langattomien laitteiden käyttöä suositellaan rajoitettavaksi 30-50 laitteen välille, sillä muuten järjestelmän viiveet voivat haitata sen käyttöä. (ELKO 2010.)





Kuva 16. ELS-järjestelmän osoitteet. (ELKO 2010.)

Kuvasta 16 voi helposti havaita, millä perusteella järjestelmä osoitteet antaa kullekin laitteelle. Yksiköiden osoitteet muodostuvat yksinkertaisesti sen perusteella, mihin porttiin se on keskusyksikössä kytketty. Tuloyksikköinä voidaan käyttää sekä 24V:n, että 230V:n yksiköitä, riippuen siitä miltä laitteelta tulo tietoja halutaan. 24V:n tuloyksiköitä käytetään rikosilmoitin- ja paloilmoitin-järjestelmissä. 230V:n tuloyksiköt taas ovat tarkoitettuja esimerkiksi liiketunnistimille, joilla ohjataan valaistusta. 24V:n lähtöyksikkö on tarkoitettu merkkivaloille ja heikkovirtalaitteille, kuten hälytyssireenille. 230V:n 10A:n lähtöyksiköt ovat tarkoitettu valaistuskuormille. 230V:n 16A:n lähtöyksikkö on tarkoitettu 3-vaiheisten kuormien ohjaukseen. (ELKO 2010.)

ELS-Järjestelmään on tarjolla kaksi erilaista keskusyksikköä. Toisessa on mukana graafinen käyttöliittymä, jonka avulla etäkäyttö- ja valvontatoimenpiteet on helpompi suorittaa. Keskusyksikön tehollähteenä käytetään yleensä 3A:n tehollähdettä. Keskusyksikölle on myös mahdollista asentaa akkuvarmenninyksikkö, joka on erittäin suositeltavaa, jos käytössä on jotain turvatoimintoja, kuten palo- tai murtoilmoitintoimintoja. Järjestelmä ohjelmoidaan toimintaan käyttämällä ELS Visual-

ohjelmistoa, joka kuuluu aina toimitukseen. Jos ohjelmointi ei ole itselle tuttua, ohjelmasta löytyy valmiita ohjelmakirjastoja, joiden avulla halutut toiminnot saa käyttöön. Asennusta varten järjestelmästä täytyy löytyä kohteeseen seuraavat dokumentit:

- Tasopiirustukset
  - o sensoreille
  - o ohjattaville sähköpisteille
  - o muut sähköryhmät
  - o tele- ja turvatekniikka
  - o sähkölämmitys
- Asemapiirustus
- Pääkaaviot
- Keskus lay-out
- Johdotuskaaviot
- Käyttöohjeet
- Ohjelman varmuuskopio levykkeellä.

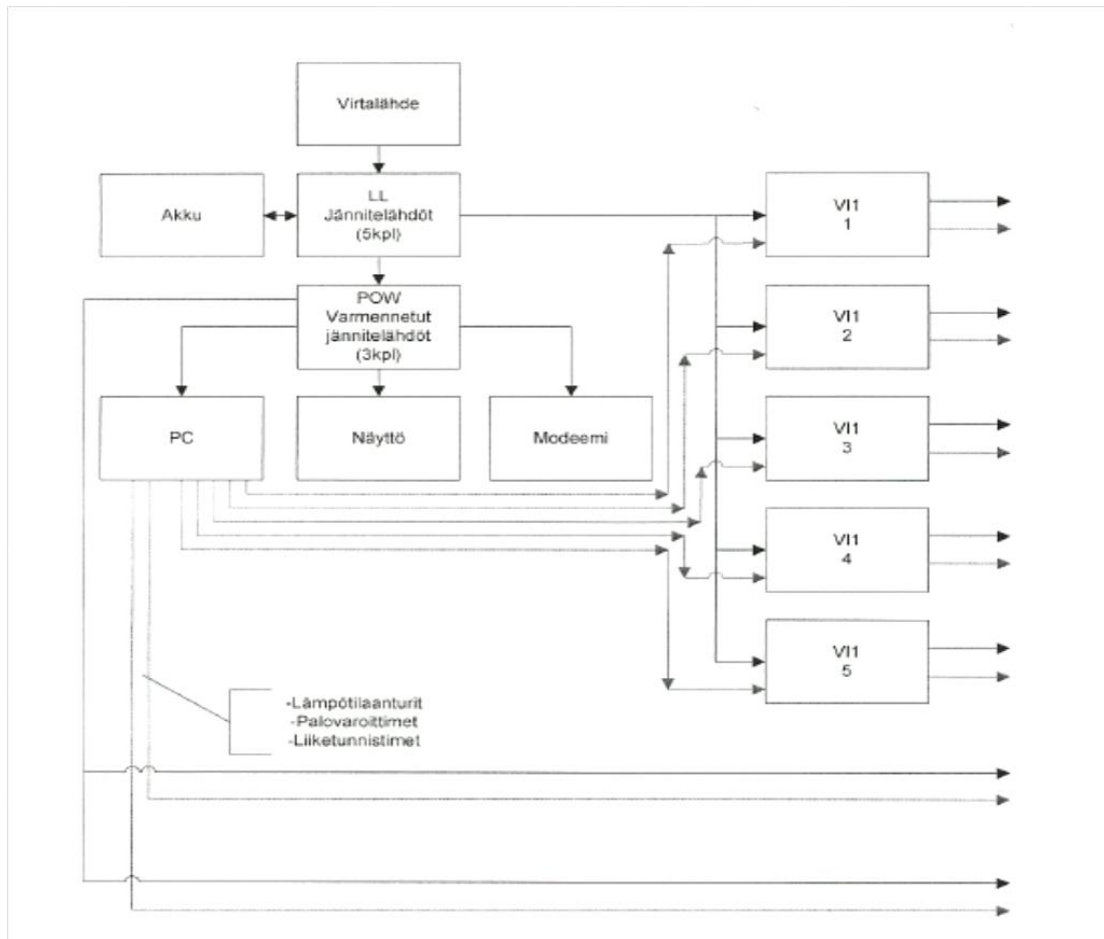
Dokumentointia helpottaa, jos käyttää Elkon vakiokeskuksia, jolloin pääkaavio ja keskus lay-out tulevat keskuksen mukana. (ELKO 2010.)

## 8 PCPLC-OHJAUSJÄRJESTELMÄ

PCPLC-järjestelmä on JR-Ploting Oy:n kehittämä ohjausjärjestelmä kiinteistön sähkö- ja heikkovirtajärjestelmien ohjaukseen ja valvontaan. Järjestelmän toiminta perustuu ohjelmalliseen tulo- ja lähtötietojen käsittelyyn.

### 8.1 Järjestelmän ominaisuudet

Valvonta- ja ohjaustoimenpiteet suoritetaan tietokoneavusteisesti sulautetulla PC-tietokoneella, joka on akkuvarmennettu. Myös rikosilmoitin- ja palovaroitinlinjat kuuluvat akkuvarmennuksen piiriin. Järjestelmässä ohjainyksikkönä toimii kosketusnäyttö. Järjestelmän periaatekaaviosta (kuva 17) voidaan tarkemmin havaita, minkälaisista osista järjestelmäkokonaisuus muodostuu. Kovalevynä käytetään SSD-tekniikkaa. Kovalevylle tallennetaan ohjelmakohtaiset ohjeet, kiinteistön huoltokirja käyttö- ja huolto-ohjeineen, tietokanta kiinteistössä käytetyistä asennustarvikkeista sekä komponenteista varaosa- ja tilaustietoineen. Levylle myös tallentuvat järjestelmän loki-tiedot. Käytettäessä tällaista ratkaisua saadaan aikaan säästöjä, etenkin palovaroitin ja rikosilmoitinjärjestelmien osalta, sillä niiden erilliset keskuksat voidaan jättää pois, kun ohjaukset ja valvonnat suoritetaan PCPLC:n kautta. Kohteen logiikkaohjelmoinnilla saavutetaan lisäsäästöjä monipuolisuutensa ansiosta, esimerkiksi kotona/poissa toiminnon laajemmalla käytöllä. PCPLC-järjestelmän rikosilmoitinjärjestelmänasetukset esitelty tarkemmin kuvissa 18 ja 19 (JR-Ploting Oy 2013.)



Kuva 17. PCPLC-ohjausjärjestelmän periaatekaavio (Housemate Oy 2013.a)

**Rikosilmoitus** X

Rikosilmoitusjärjestelmä käytössä

Sisääntuloviive:  sek.

Poistumisviive:  sek.

Valvontapisteet:

Irtikykentä

Tunnukset ja koodit

Käyttäjä / tunnus:  Koodi:

Kuva 18. Rikosilmoitinjärjestelmän asetukset (JR-Ploting Oy 2013.)

**Ilmoitin asetukset**

Valvontapisteiden valinta:

Valvonnapiste: Liiketunnistin TV-huone  
 Tyyppi / Tapahtuma: Sabotaasi  
 Ryhmä: 001 Alue: 020

Asentajakoodi: AF01  
 Jännitesisäänmeno: I: 8  
 Sireeniulostulo: Q: 15

Pääkäyttäjäkoodi: 1A7F  Koodi vaaditaan iritykentään

Sallitaan virhellisiä kuittauksia: 3 kpl Lukitusaika: 2 min  
 Verkkovian ilmoitusviive: 30 sek. Sireeniulostulon soittoaika: 1 min  
 Hälytysten soittoerat: 5 kpl Uudelleen soittoviive: 2 min

Lähetettävät viestit

Hälytykset  
 Täys- / osavalvonta  
 Kuittaukset Asiakaskoodi: 5555  
 Vajaatoiminnot Puhelin nro 1:  
 Hälytyspisteiden iritykentät +35885361920  
 Käyttäjäkoodit Puhelin nro 2:  
 Ilmoituspisteet +35885361020

Testisoitto

Tapa: 1/vk  
 Pvä: Tiistai  
 Päivämäärä: 24  
 Kellonaika: 15:16

Testisoitto

Talleta Sulje Ohje

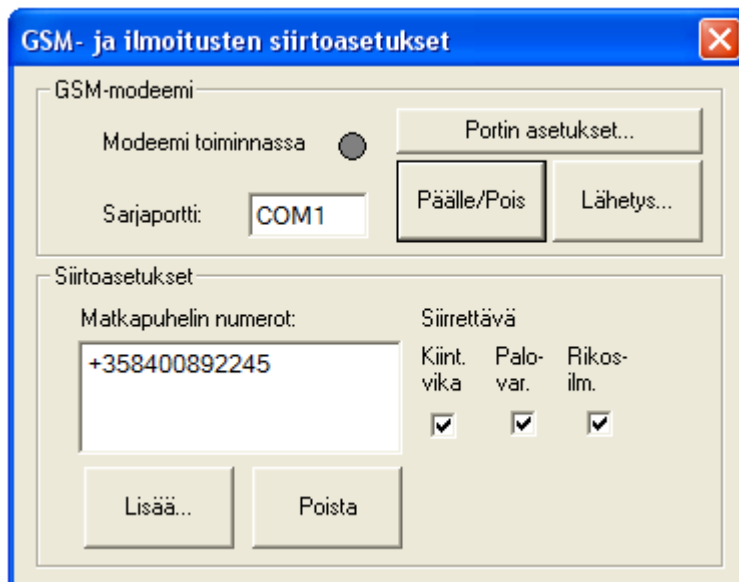
Kuva 19. Rikosilmoitin järjestelmänasetukset. (JR-Ploting Oy 2013.)

Kiinteistön sähköverkon suunnittelussa täytyy huomioida ohjaukset, jotka halutaan toteuttaa järjestelmän kautta. Tarvittavat I/O-moduulit asennetaan ohjauskeskukseen, johon tulee myös järjestelmän akkuvarmennettu virtalähde. Ainoa poikkeavuus normaalista suunnittelusta ja asennuksesta on väyläkaapeloinnit keskuksen, ohjainyksikön, palovaroittimien, liiketunnistimien ja lämpötila-antureiden välillä. Kokonaisuudessaan järjestelmällä on mahdollista valvoa ja ohjata esimerkiksi seuraavia kokonaisuuksia:

- lämmitysohjaukset
- valaistusohjaukset
- ilmastoinninohjaukset ja säädöt DDC-periaatteella
- kulunvalvontajärjestelmä
- rikosilmoitinjärjestelmä

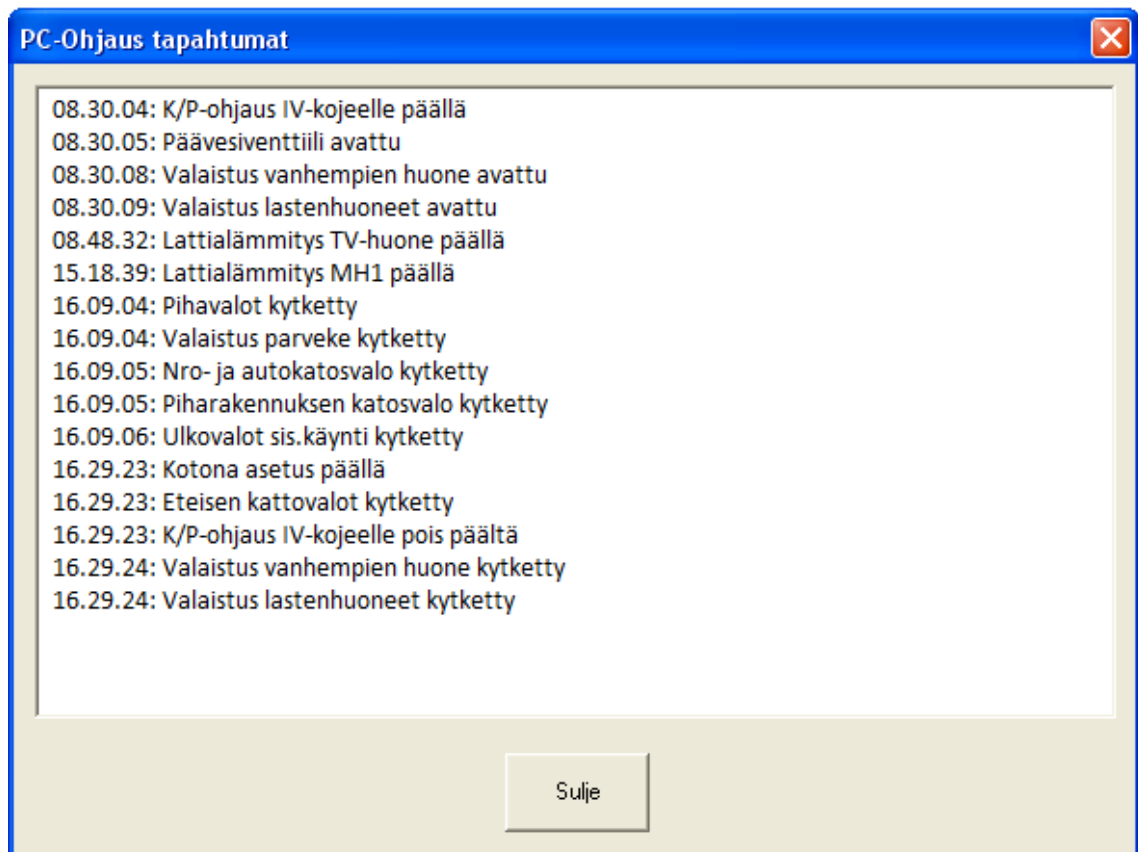
- palovaroitinjärjestelmä
- käyttötuntivalvonta toimilaitteille, joka mahdollistaa automaattiset huoltotarveilmoitukset.

Valaistus ja pistorasiaohjauksissa keskukseen asennetaan väli- ja/tai sysäysreleet sekä valaistusohjauksessa huoneistossa voidaan käyttää joko painonappeja tai normaaleja kytkimiä. Sysäysreleitä käytettäessä valaistuksen ohjelmalliset toiminnot emuloivat painonappeja, ja aiheuttavat sysäysreleen tilanvaihdoksen. Painonapit toimivat 24V:n jännitteellä ja kaapeleiksi kelpaa instrumentointi- ja telekaapelit, kuten NOMAK ja MHS. Järjestelmä voidaan myös ohjelmoida lähettämään tarvittaessa hälytys-, häiriö- ja vikaviestit, matkapuhelimiin ja sähköpostiin. Kuvassa 20 ilmoitusten siirtoasetukset. (JR-Ploting Oy 2013.)



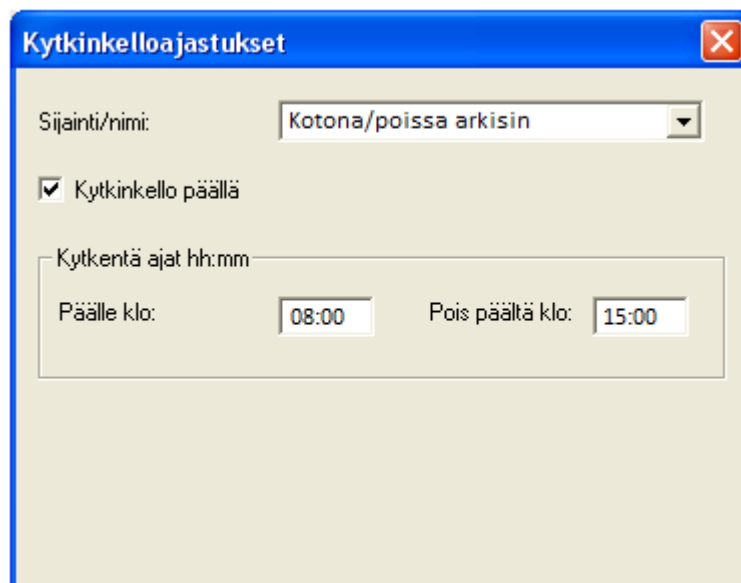
Kuva 20. PCPLC- järjestelmän ilmoitusten siirtoasetukset. (JR-Ploting Oy 2013.)

Järjestelmään on myös mahdollisuus ohjelmoida erilaisia kiinteistön käyttömukavuutta ja energiatehokkuutta parantavia toimintoja, kuten kotona/poissa-toiminto. Kuvasta 21 näkyy tarkasti, mitä esimerkkitalon kotona/poissa-toiminnolla tapahtuu aamulla, kun asukas poistuu ja käyttää toimintoa. Iltapäivällä, asukkaan palatessa kotiin kello 16.29, liiketunnistimen havaitessa liikettä kotona-tila aktivoituu automaattisesti. (JR-Ploting Oy 2013.)



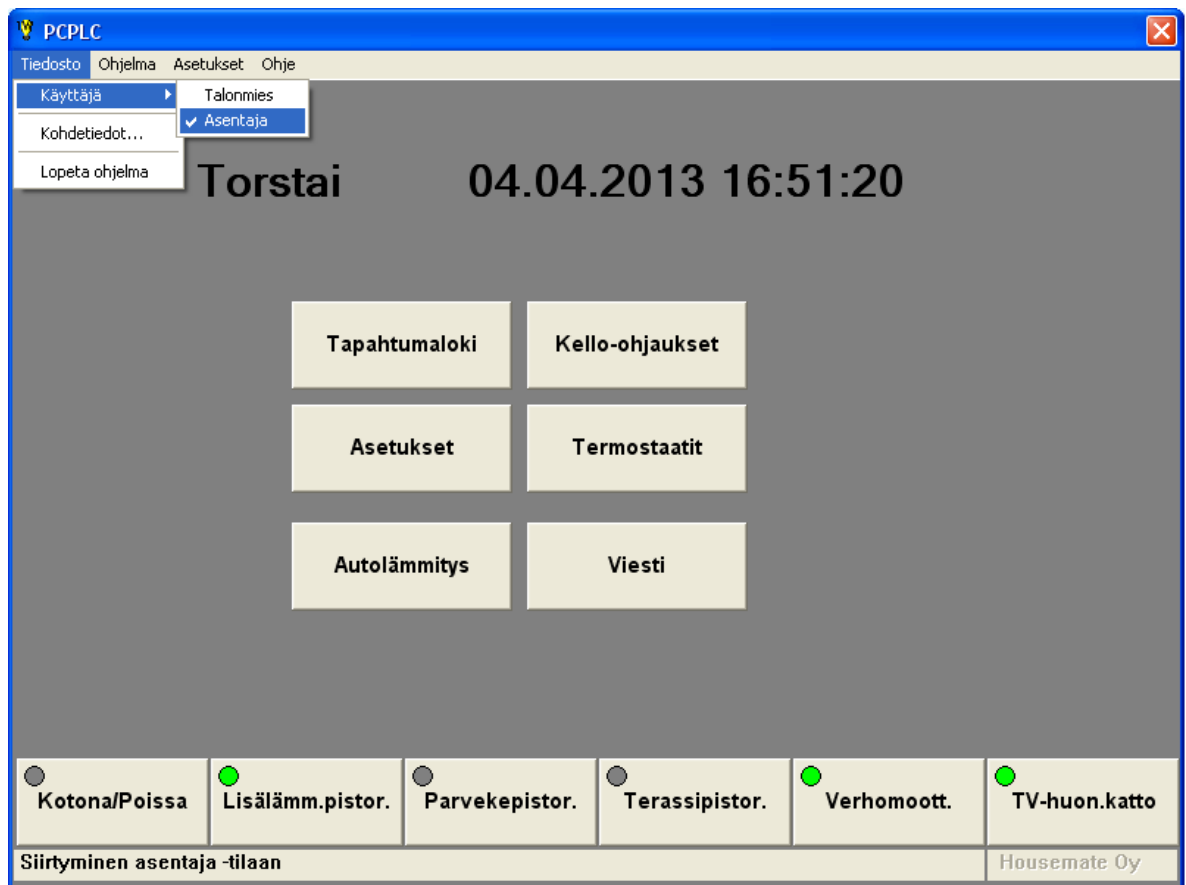
Kuva 21. Kotona/poissa-toiminnon tapahtumat (JR-Ploting Oy 2013.)

Kotona/poissa-toiminnolla voidaan katkaista esimerkiksi sähkönsyöttö halutuilta valaistus- ja pistorasiaryhmiltä, suljetaan kiinteistön päävesiventtiili ja säädetään ilmanvaihto pienemmälle teholle vähentäen energiankulutusta. Kotona/poissa-toiminto voidaan myös ohjelmoida toimimaan täysin ajallisesti, kuten kuvassa 22. (JR Ploting Oy 2013)



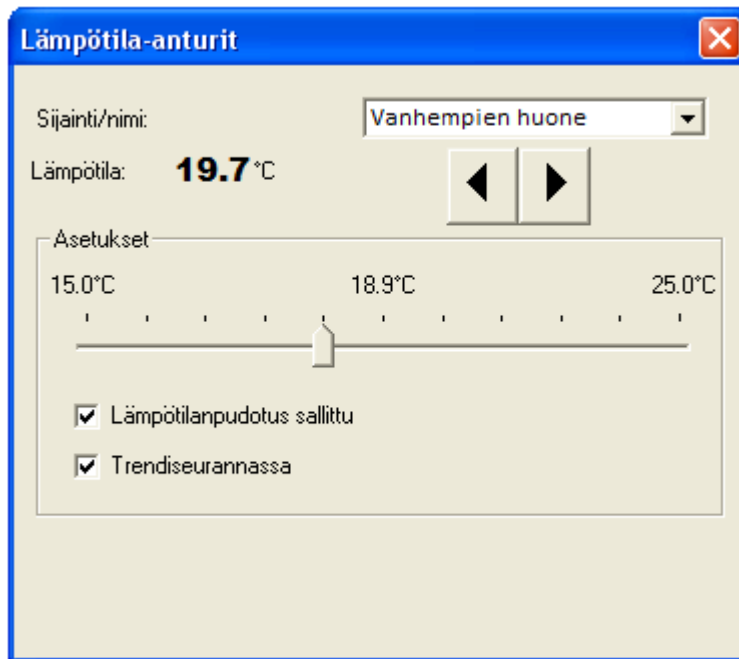
Kuva 22. Aikaohjattu Kotona/poissa-toiminto (JR-Ploting Oy 2013.)

Järjestelmän käyttäjälle käyttöliittymä (kuva 23) toimii normaalin Windows-ohjelman tavoin. Käyttöliittymässä on erikseen moodit talonmiehelle ja asentajalle. Näiden tilojen käyttöön tarvitaan omat tunnukset ja salasanat. Käyttömoodeista ylin on asentajamoodi, jolla myös Asetukset-valikko tulee aktiiviseksi. Ohjainyksikkönä toimii kosketusnäyttö, jonka kautta käyttäjällä on mahdollisuus tehdä haluttuja ohjauksia, esimerkiksi huoneiden lämpötilansäädöt, kuten kuvassa 24 ja autolämmityksen aikaohjaukset kuvassa 25. Järjestelmä hyödyntää autolämmityksen ohjauksessa vallitsevaa ulkolämpötilaa. Ulkolämpötila-arvon perusteella generoidaan tarvittava lämmitysaika dynaamisesti, aina lähtöaikaan saakka. Asukkaan ei tällöin tarvitse antaa järjestelmälle muuta tietoa kuin haluttu lähtöaika. Hälytykset ja toimintaohjeet ovat myös katsottavissa kosketusnäytöltä. (JR-Ploting Oy 2013.)

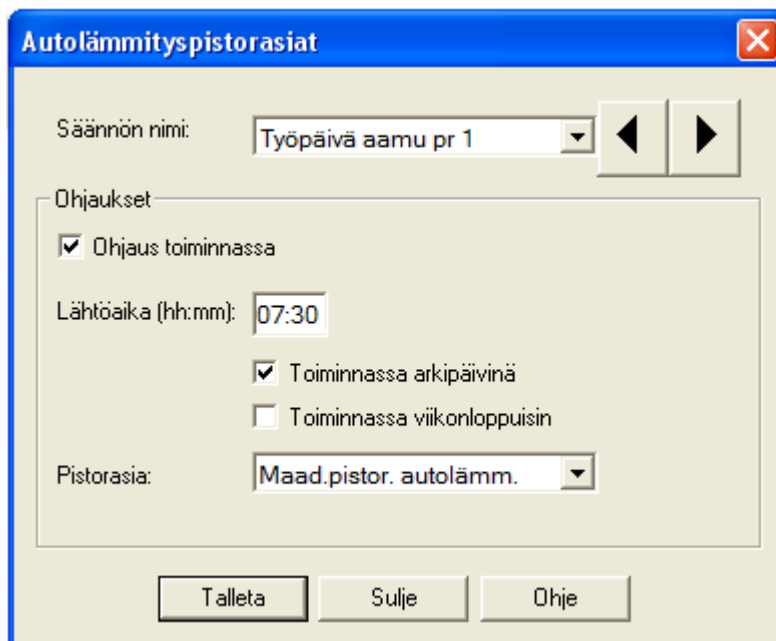


Kuva 23. Käyttöliittymä (JR-Ploting Oy 2013.)





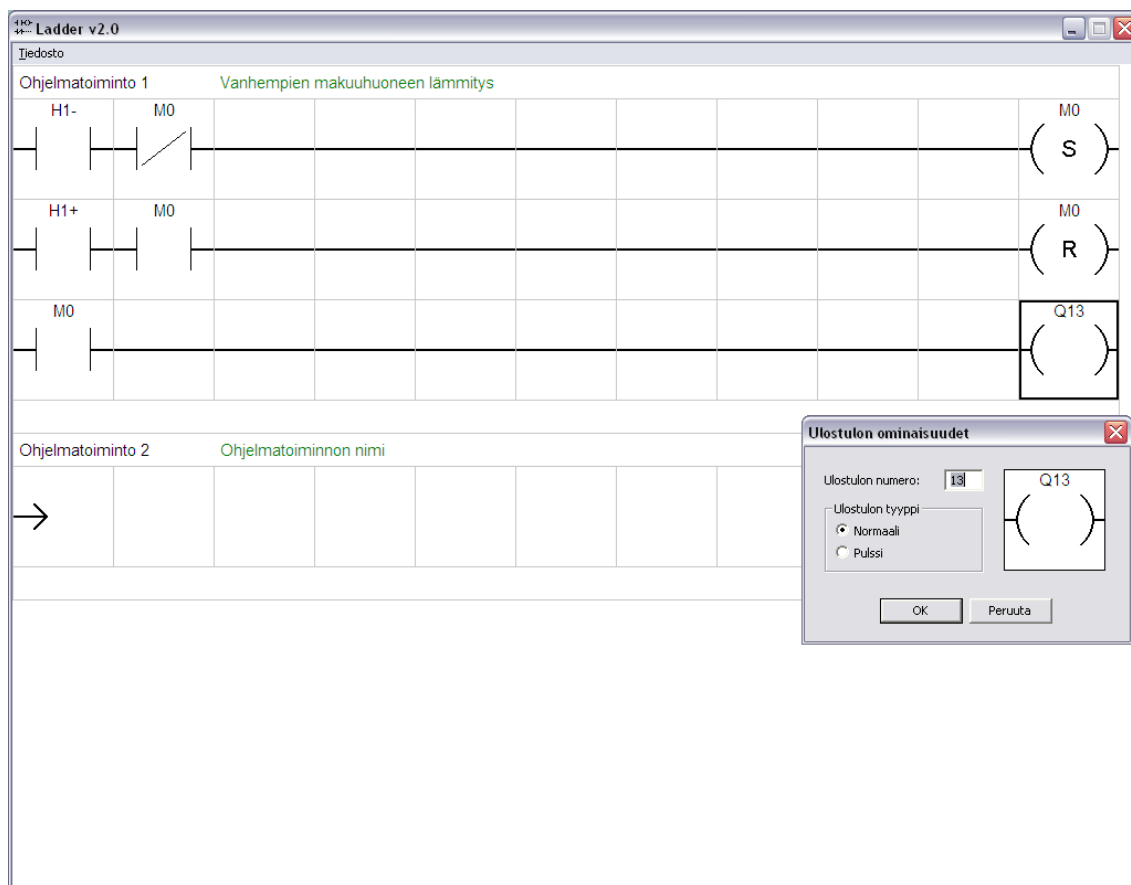
Kuva 24. Huoneen lämpötila-asetukset. (JR-Ploting Oy 2013.)



Kuva 25. aikaohjattu pistorasia autolämmitystä varten (JR-Ploting Oy 2013.)

## 8.2 Ohjelmointi

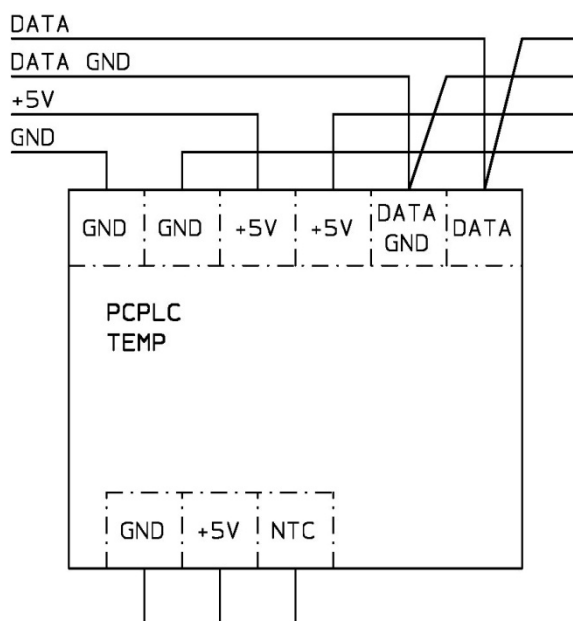
Järjestelmän toiminnot ohjelmoidaan omalla makrokielellä, joka on ulospäin ohjelmoitavissa, kuten teollisuudessa käytetyt PLC-logiikat. Ohjelmointi voidaan tehdä, esimerkiksi ladder-tyylisenä ohjelmointina. Kuvassa 26 esimerkki, jossa on ladder-tyylisesti ohjelmoitu yhden huoneen lämpötila-anturin toiminta. (JR-Ploting Oy 2013)



Kuva 26. Ladder-ohjelmointi lämpötila-anturille. (JR-Ploting Oy 2013.)

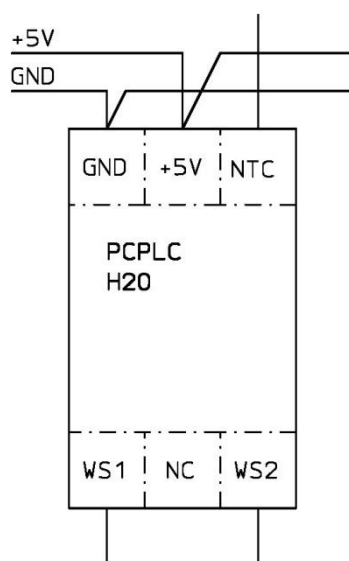
### 8.3 PCPLC-Moduulit

PCPLC-järjestelmässä on käytössä erilaisia moduuleja ja väylään asennettavia tuotteita, joiden avulla järjestelmä pystyy tekemään ohjauksia ja säätöjä kenttälaitteilta tulevien tietojen perusteella. Moduulit on kehittänyt Housemate Oy, joka toimii jatkossa myös laitetoimittajana. Kenttälaitteita ovat muunmuassa lämpötila-, valoisuus-, vesivuotoanturit, liiketunnistimet ja palovaroittimet. Alla olevassa kuvassa 27 on esitetty PCPLC-TEMP-lämpötila-anturin kytkennät:



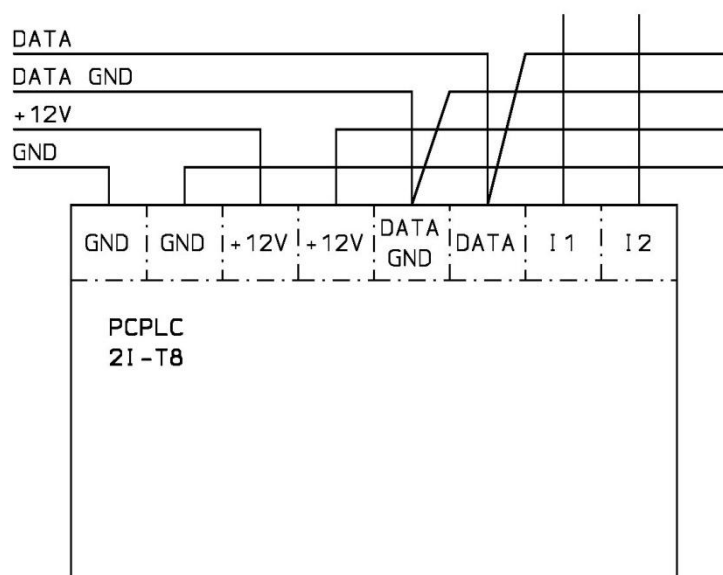
Kuva 27. PCPLC-järjestelmän lämpöanturi. (Housemate Oy 2013b.)

Lämpöanturiin voidaan liittää tarpeen mukaan NTC-, vesivuoto- ja valoisuusanturi. Alla olevassa kuvassa 28 vesivuotoanturi.



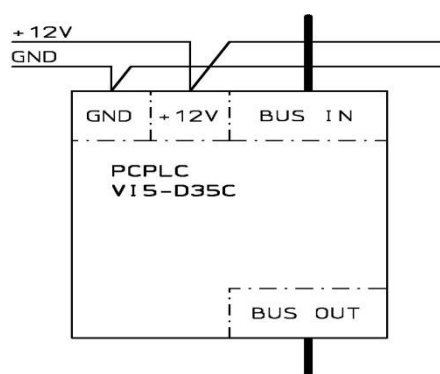
Kuva 28. PCPLC-järjestelmän vesivuotoanturi (Housemate Oy 2013c.)

Palvaroittimet ja liike- sekä muut tunnistimet suositellaan asentamaan omaan akkuvarmennettuun väylään. Palvaroitin- ja rikosilmoitinjärjestelmät ovat osoitteellisia. Palvaroittimia ja liiketunnistimia varten järjestelmässä on oma liitäntälaitte (kuva 29), josta liiketunnistimelle saadaan tunnistimen lisäksi kansisuoja sabotaasisuojausta varten.



Kuva 29. PCPLC-järjestelmän liitântälaite palovaroittimille ja liiketunnistimille. (Housemate Oy 2013d.)

Sähkökeskukseen suositellaan vedettäväksi kaksoisdatakaapeli, väyläkaapeliksi ja kummankin kuormaksi enintään kymmenen I/O-moduulia (2x(10x8 kanavaa) = 160 I/O pistettä. Virtainjektorin (kuva 30) avulla saadaan huoneisiin asennettavaan dataväylään yhdistettyä väylä ja virransyöttö samaan kaapeliin. Samalla saadaan muunnettua 12V:n jännite data-väylän vaatimaksi 5V:ksi.

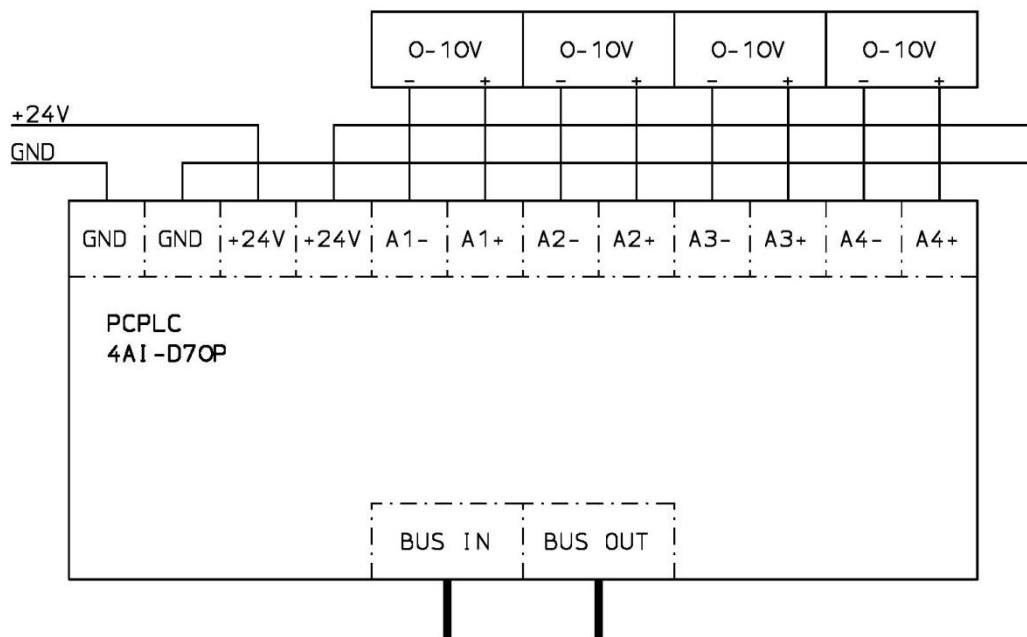


Kuva 30. PCPLC-järjestelmän virtainjektori (Housemate Oy 2013e.)

Rasioihin asennettavien väylätuotteiden asennuspaikkoja suunnitellessa on muutamia asioita, jotka tulee ottaa huomioon. Ensimmäisen ja viimeisen laitteen etäisyys ei saa ylittää 100 metriä, PC:n ja ensimmäisen laitteen välinen etäisyys ei saa ylittää 50 metriä, jokaiselle toimilaitteelle tulee laskea 2-5 metriä kaapelipituudeksi ja yhdessä väylässä

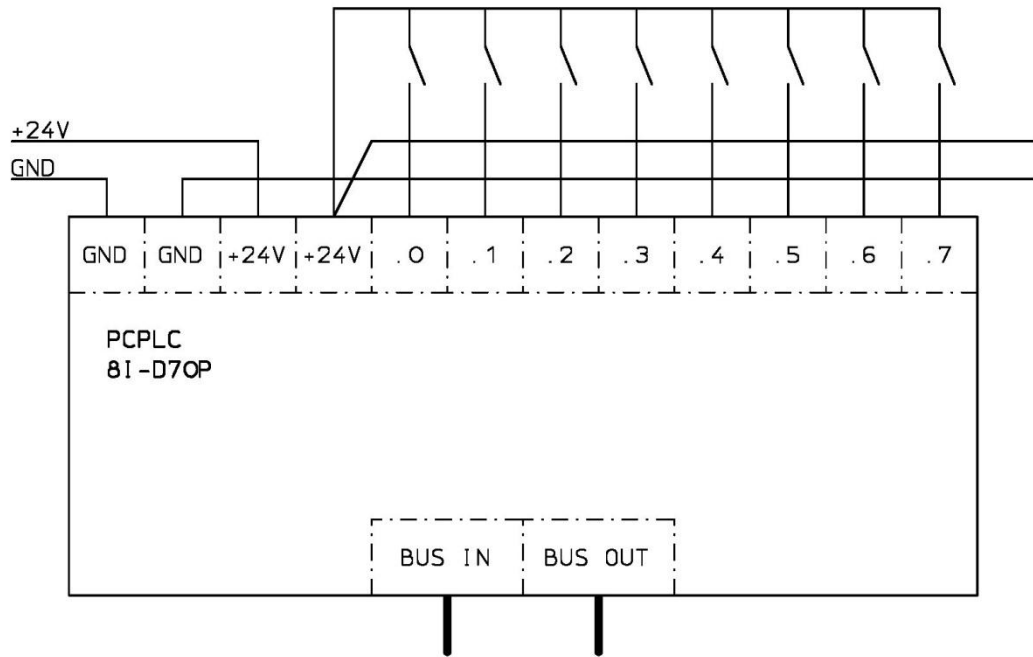
laitteiden maksimimäärä on 10 kpl. Toimilaitteissa väyläkaapelina käytetään 4x2x0.5 UTP LAN-kaapelia. Väylätuotteiden käyttöjännite on joko 5VDC tai 12VDC. (Housemate Oy 2013e.)

PCPLC-järjestelmästä löytyy erilaisia moduuleja; analogisilla tuloilla-, digitaalisilla tuloilla- ja lähdöillä olevat moduulit sekä oma himmeninmoduuli. Moduuleissa käyttöjännitteenä käytetään 24VDC. Analogisissa tulomoduulissa (kuva 31) on neljä tulopaikkaa, joihin voidaan ottaa 0-10V:n jänniteviestiä.



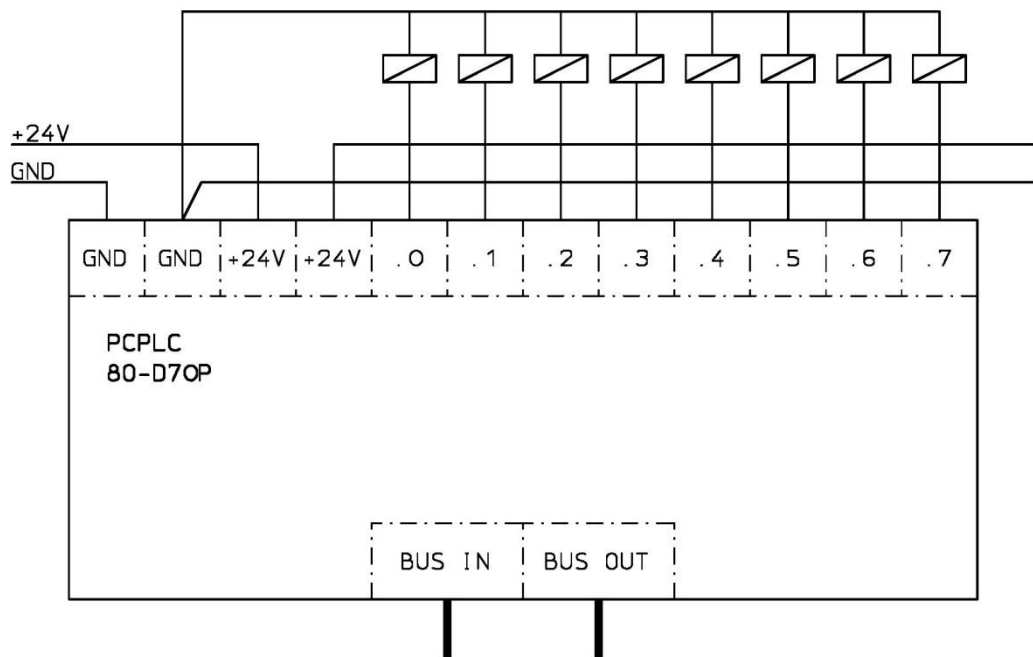
Kuva 31. PCPLC analogia input moduuli (Housemate Oy 2013f.)

Toisena tulomoduulina käytetään kahdeksan tulon digitaalista moduulia (kuva 32), joista jokaisesta saadaan järjestelmään tulotieto.



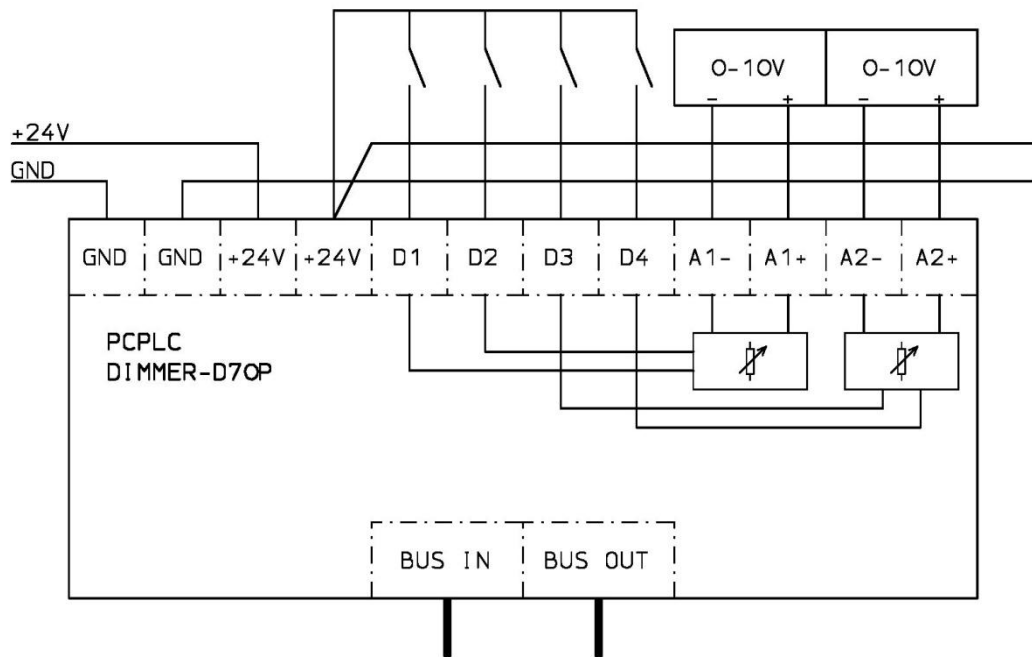
Kuva 32. PCPLC kahdeksan inputin moduuli. (Housemate Oy 2013g.)

Järjestelmästä ulos tulevat tiedot välitetään kahdeksan outputin moduulilla (kuva 33). Moduulin avulla voidaan ohjata laitteita, joiden maksimi virranotto on 200mA:a.

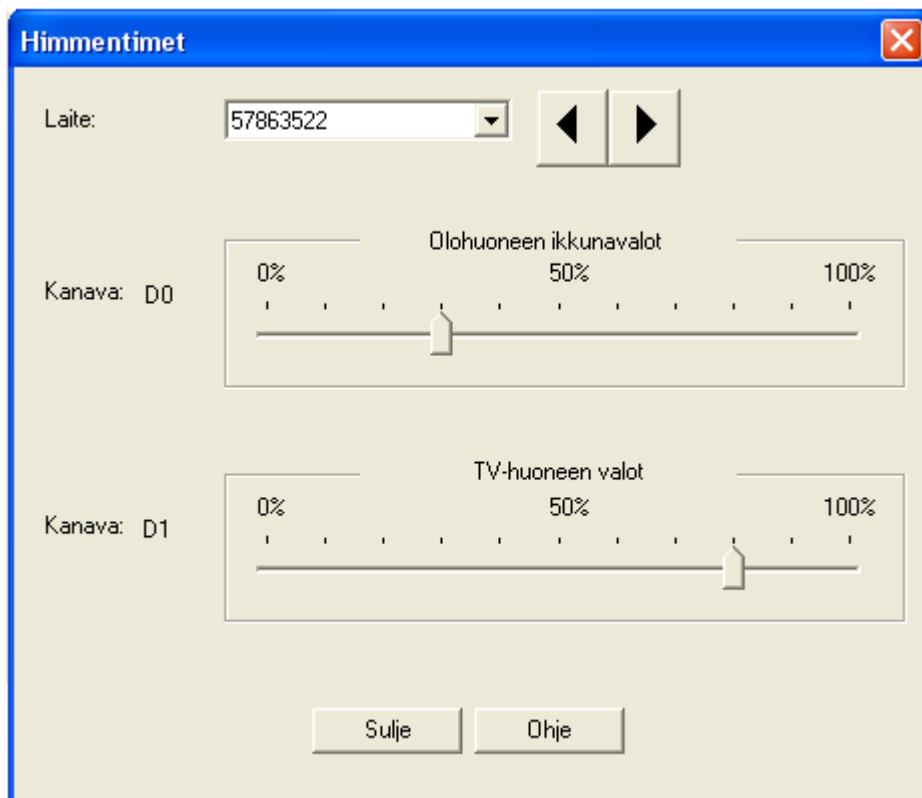


Kuva 33. PCPLC kahdeksan outputin moduuli. (Housemate Oy 2013h.)

Himmenntoimintoja varten järjestelmässä on oma himmeninmoduuli (Kuva 34), joka antaa ulos 0-10V:n jänniteviestiä. Himmentimen ohjaukset suoritetaan palautuvilla painikkeilla, kuten painonapeilla tai suoraan käyttöliittymään kautta, kuten Kuvassa 35.



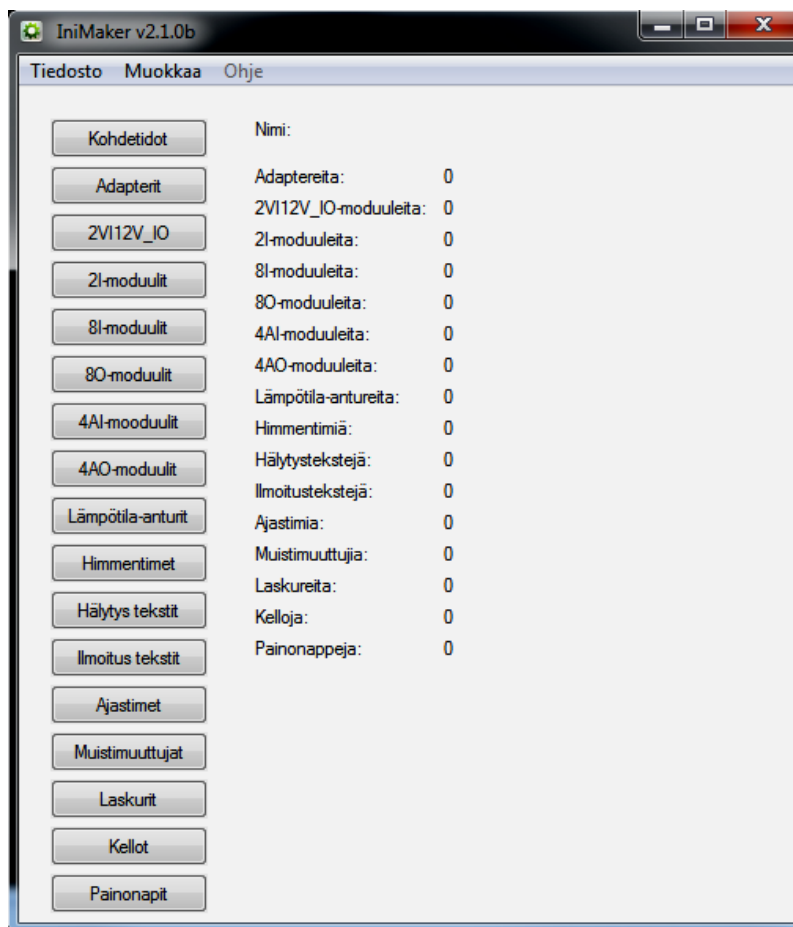
Kuva 34. PCPLC himmeninmoduuli. (Housemate Oy 2013i.)



Kuva 35. Himmentäminen käyttöliittymästä. (JR-Ploting Oy 2013.)

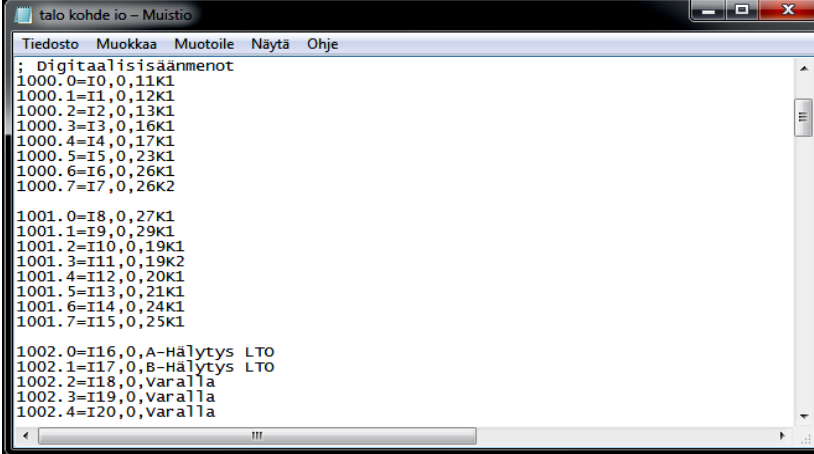
## 8.4 IniMaker

Suunnittelun avuksi JR-Ploting Oy:ltä saa myös heidän valmistaman Inimaker-ohjelman, jonka avulla voidaan tarkasti määrittellä kohteessa käytettävien moduulien ja väylätuotteiden lukumäärät. PCPLC-järjestelmän virallisen julkaisun jälkeen Inimaker-ohjelma on ladattavissa veloitusetta Housemate Oy:n internetsivuilta. Nimensä mukaisesti ohjelmalla saadaan luotua Ini-tiedosto, jonka avulla eri parametreja saadaan siirrettyä PCPLC-järjestelmään. Ohjelman visuaalinen ilme Kuvassa 36 ja ini.tiedosto esimerkki kuvassa 37. Tulojen ja lähtöjen tiedot kirjoitetaan ohjelmaan, jolloin vertailemalla syötettyjä tietoja piirikaavioihin, voidaan varmistua, että kaikki ohjattavat ryhmät on suunnittelussa huomioitu ja niille löytyy moduuleista omat tulonsa ja lähtönsä. Lämpötila-antureiden sallitut toiminnot voidaan myös määrittää ohjelman avulla, kuten myös hälytystekstit. Tässä vaiheessa kaikkien toimintojen selkeäkielinen nimeäminen helpottaa järjestelmän ohjelmallisen osion tekemistä. Lisäksi myös Inimakerin kautta tehdyt tiedot välittyvät järjestelmän käyttäjälle ja tallentuvat lokiin niille annetuilla nimillä.



Kuva 36. Inimaker





The image shows a Notepad window titled "talo kohde io - Muistio". The window contains the following text:

```
Tiedosto Muokkaa Muotoile Näytä Ohje
; Digitaalisiaäänmenot
1000.0=I0,0,11K1
1000.1=I1,0,12K1
1000.2=I2,0,13K1
1000.3=I3,0,16K1
1000.4=I4,0,17K1
1000.5=I5,0,23K1
1000.6=I6,0,26K1
1000.7=I7,0,26K2

1001.0=I8,0,27K1
1001.1=I9,0,29K1
1001.2=I10,0,19K1
1001.3=I11,0,19K2
1001.4=I12,0,20K1
1001.5=I13,0,21K1
1001.6=I14,0,24K1
1001.7=I15,0,25K1

1002.0=I16,0,A-Hälytys LTO
1002.1=I17,0,B-Hälytys LTO
1002.2=I18,0,varalla
1002.3=I19,0,varalla
1002.4=I20,0,varalla
```

Kuva 37. ini.tiedosto

## 9 SUUNNITTELU

Suunnittelutyön alussa lähdettiin kartoittamaan asunnon varustelutasoa asiakkaan kanssa, jolloin selvitettiin valaistuksen tarvetta, valaistuksen ohjauksia, pistorasioiden tarvetta, PCPLC-järjestelmän kautta tehtäviä ohjauksia ja PCPLC-käyttölaitteen sijaintia. Asiakkaan toiveissa oli, että valaistus ei olisi tavanomainen, josta löytyisi vain yksi valaisinpistorasia jokaisesta huoneesta. Lisäksi tiettyjen huoneiden valaistukset haluttiin toteuttaa LED-valoilla. Myös valaistushajukseen haluttiin, että tietyt valaisinpisteet tulisivat himmennettäviksi. Tietyille osille, kuten autokatokselle ja pihavaloilille haluttiin varaus tulevaisuutta ajatellen. Kun toiveet asunnon varustelutason suhteen oli selvitetty asiakkaan kanssa, lähdettiin tekemään pistesijoituskuvia sekä valitsemaan valaisimia. Kun pistesijoituskuvat olivat valmiit ja kohteeseen oli valittu valaisimet, pistesijoituskuvat ja tiedot valaisimista lähetettiin asiakkaalle, jotta hän pystyisi kertomaan mielipiteensä ja tekemään haluamiaan muutoksia. Tässä vaiheessa asiakas halusi vielä lisätä pistorasioita. Kun muutokset kuviin oli tehty ja ne hyväksytyt, aloitettiin tasopiirustusten tekeminen.

### 9.1 Sähköjärjestelmät

Sähköjärjestelmiensuunnittelussa lähdettiin liikkeelle tekemällä sopiva sähköryhmittely sähköpisteille. Valaistukset tulivat omiin ryhmiinsä ja pistorasiat omiinsa, muutamia poikkeuksia lukuunottamatta, mikä myös mahdollisti PCPLC-järjestelmän mahdollisimman laajan käytön, sillä osa valaistuksista ja pistorasioista suunniteltiin ohjattaviksi järjestelmän kautta. Eteisessä, olohuoneessa, keittiössä ja TV-huoneessa päädyttiin valaistuksen ohjauksissa käyttämään painonappeja, joiden avulla voidaan käyttää himmentimiä ja ohjata valaistusta muutamista eri paikoista. Oman haasteensa suunnitteluun aiheutti LED-valaistus ja etenkin sen himmennettävyys. TV-tilassa ja olohuoneessa haluttiin valaistus himmennettäväksi ja näihin tiloihin tuli myös led-valaistusta. Tiloihin etsittiin sopivan malliset himmennettävät LED-valaisimet ja niille tarvittiin myös oma himmennettävä virtalähde. Himmennykset suunniteltiin tehtäväksi PCPLC:n kautta 0-10V:n jänniteviestillä. Talon valaistukset suunniteltiin siten, että huoneissa käytetään mahdollisimman paljon kiinteitä valaisimia. Myös maadoituselektrodi piirrettiin tasopiirustukseen.

Tasopiirustusten valmistuttua siirryttiin tekemään keskus- ja piirikaavioita, jotka haluttiin saada mahdollisimman nopeasti valmiiksi keskusvalmistajaa varten, sillä keskuksen layout-kuva haluttiin saada nopeasti, jonka avulla varmistuvat keskuksen tarkat mitat ja tämän myötä tehdä muutoksia keskussuunnitelmiin mikäli tarvetta ilmenee. Keskuskaavioon merkittiin myös painonappien kaapeloinnissa käytettävät kaapelityypit, jotta piirustuksista tulisi mahdollisimman selkeästi esiin, millaisia kaapeleita käytetään eri ohjauksiin. Myös PCPLC-järjestelmän vaatimat relelähdöt piirrettiin keskuskaaviokuvaan, jotta keskusvalmistaja pystyisi kuvien perusteella asentamaan vaadittavan määrän releitä. Valaistus- ja pistorasiaohjauksia varten keskukseseen tulivat sysäysreleet ja magneettiventtiileille kontaktorit siten, että jokaiselle venttiilille tuli oma kontaktori mahdollistaen vesikiertoisen lattialämmityksen säätöominaisuudet. Sähkökeskusta suunniteltaessa täytyi huomioida myös varaukset, jotka tulivat autokatoksen valaistukselle ja pistorasioille sekä pihavaloille. Vesikiertoinen lattialämmitys myös vaati magneettiventtiilit, joten ne tarvitsivat oman ryhmänsä. Myös päävesiventtiili ja kaukolämpöpaketti saivat omat lähtönsä.

Keskuskaavion suunnittelun yhteydessä laskettiin myös rakennuksen huipputeho, jotta keskukseseen saadaan valittua sopivan kokoiset pääsulakkeet. Rakennuksen huipputehon laskennassa käytettiin kaavaa (7), jolla rakennuksen huipputehoksi saatiin 11.6kW:a ja näin ollen pääsulakekooksi 3x25A. Keskuskaavion myötä saatiin myös tarkasti määriteltäviä ryhmänumerot ja pystyttiin päivittämään tasopiirustusten ryhmämerkinnät vastaamaan keskuskaavion merkintöjä. Tämän jälkeen oli tehtävä piirikaaviot, ennenkuin piirustukset voitiin lähettää keskusvalmistajalle. Piirikaavioissa esiteltiin PCPLC-ohjausjärjestelmän ohjauksia ja PCPLC-moduulien määrät, joiden avulla selvisi myös sähkökeskuksen sisäiset johdotukset, jotka keskusvalmistaja tekee. Sain JR-Ploting Oy:ltä piirikaaviomallipohjat, joissa oli esitetty PCPLC-järjestelmän moduulit valmiina. PCPLC-järjestelmän virallisen julkaisun jälkeen, myös kaikki piirikaaviomallit peruskytkentöineen ovat veloitusetta ladattavissa Housemate Oy:n internetsivuilta. Lopuksi kohteeseen valitut valaisimet listattiin valaisinluetteloon. Kohteen asemapiirustus saatiin myöhemmin kuin tasokuvat, joten suunnittelutyön viimeiseksi vaiheeksi jäi asemapiirustuksen laatiminen. Asemapiirustukseen piirrettiin sähköliittymä talolle, maakaapeloinnit pihavalaistus varauksille, autokatoksen pistorasia- ja valaistusvaraukset. Lisäksi kuvaan piirrettiin alitusputkien määrät ja koot.

Jännitteenalenemaa varten määritettiin maksimi kaapelipituudet sekä  $1.5\text{mm}^2$ , että  $2.5\text{mm}^2$  poikkipintaisille kaapeleille, joilla täyttyvät suositellut arvot, eli alle 5% pienjänniteverkosta syötetyllä laitteistolla ja valaistuskuormalla alle 3%. Laskennassa sovelsin kaavoja (4) ja (6).  $1.5\text{mm}^2$ -kaapelia 10A:n ryhmässä käytettäessä maksimi kaapelipituus, jolla pysytään alle 5% on 35,4m ja valaistusryhmissä maksimikaapelipituus, jolla pysytään alle 3% on 21.3m.  $2.5\text{mm}^2$ -kaapelia 16A:n ryhmässä käytettäessä alle 5% pystytään, kun kaapelin pituus ei ylitä 36,1 metriä. Sähköryhmien todellista kuormitusta, etenkin pistorasiaryhmissä ei tässä vaiheessa voi tietää, joten laskennoissa kaikissa tapauksissa ryhmää kuormitetaan ryhmän nimellisvirran suuruisella virralla, esimerkiksi 10A:n ryhmässä kuormitusvirtana laskennassa on käytetty 10 A:a. Kun kaapelien pituuksissa pysytään alle laskentatulosten, voidaan todeta, että kaikkien ryhmien jännitteenalenemat pysyvät sallittujen rajojen sisällä. Johtimien resistanssit  $20^\circ\text{C}$  lämpötilassa katsottiin kaapelivalmistaja Drakan taulukoista, joiden mukaan  $1,5\text{mm}^2$  kaapelille resistanssi on  $12,1\Omega/\text{km}$  ja  $2.5\text{mm}^2$  kaapelille  $7,41\Omega/\text{km}$ . Kaapeleiden ylikuormitussuojaus toteutettiin käyttämällä kaikissa ryhmissä johdonsuojakatkaisijoita. Oulun energialta saatujen oikosulkuvirtojen perusteella pystyin määrittämään kaapeleiden maksimi pituudet käytettäessä eri suojalaitteita ja kaapeli poikkipintoja. Laskutoimituksiin  $I_k$ -arvoksi katsoin taulukosta 2. vaadittu mitattu arvo, jolloin suojalaite toimii sekä 0,4 että 5 sekunnissa.

Loppuvaiheessa tilaaja myös ilmoitti talon viereen tulevasta jätevedenkäsittely laitteistosta, johon sisältyi uppopumppu. Uppopumpun vaatima kaapelointireitti piirrettiin asemapiirustukseen ja keskuskaavioon lisättiin pumpulle oma sulakelähtö. Uppopumpun jännitteenaleneman todettiin laskutoimituksilla määräysten mukaisiksi ja kaapelin pituuskaan ei ylittänyt jo aikasemmin määriteltyä kaapelipituutta. Kaikkien laskutoimitusten tarkemmat vaiheet sekä Drakan taulukko ovat liitteessä 1.

## 9.2 Heikkovirtajärjestelmät

Kohteeseen suunniteltiin erilaisia heikkovirtajärjestelmiä, kuten lain vaatima yleiskaapelointijärjestelmä sekä rikosilmoitin- ja palovaroitinjärjestelmät. Yleiskaapelointisuunnittelussa täytyi huomioida tiettyjä asioita, sillä taloon ei tullut erillistä antennijärjestelmää, vaan se toteutettiin LexCom Home-tarvikkeilla yleiskaapeloinnin kautta. Näin menettelemällä pystyy jättämään yhden järjestelmän pois

ja säästämään, mutta kuitenkin toteuttamaan samat toiminnot, kuin perinteisellä antennijärjestelmällä. Kaksi osaisia RJ45-tietoliikennesasioita sijoitettiin yksi kappale jokaiseen makuuhuoneeseen sekä olo- ja TV-huoneeseen. Sähkökeskukseen suunniteltiin varaus teletilalle, johon LexCom Home-tuotesarjan virtalähteet, moduulit ja liittimet voidaan sijoittaa. Rasioiden kaapelointi suunniteltiin toteutettavaksi LEX COM HOME UTP 2(4x2x0,5)-kaapeleilla.

### 9.3 PCPLC-ohjausjärjestelmä

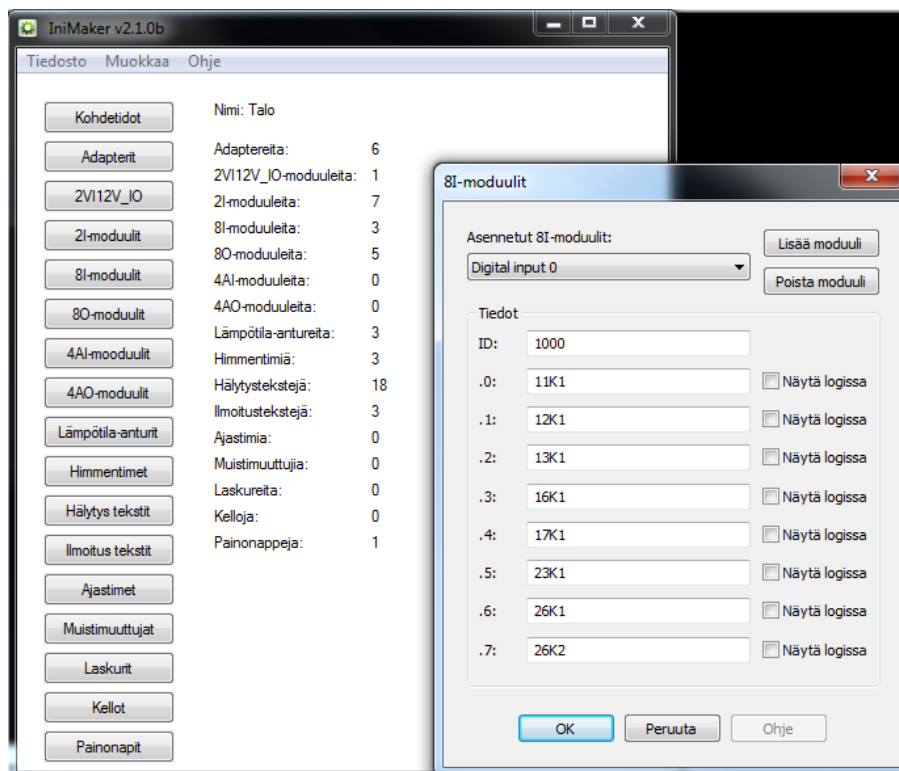
PCPLC-järjestelmää pyrittiin hyödyntämään kiinteistössä mahdollisimman paljon, kuitenkin asiakkaan pyytämien ohjaustarpeiden mukaisesti. Suunnitteluvaiheessa ryhdyttiin ensin miettimään ohjauskeskuksen sijoituspaikkaa. Näyttölaitteen paikan asiakas oli palaverissa jo kertonut, joka määrittää myös ohjauskeskuksen paikan, sillä näyttölaitteen ja ohjauskeskuksen tulee olla lähellä toisiaan. Ohjauskeskus sai poikkeuksellisesti paikkansa sähkökeskuksen kanssa samasta tilasta. Yleensä ohjauskeskus sijoitetaan erilleen sähkökeskuksesta, omaan koteloonsa.

Tämän jälkeen ryhdyttiin suunnittelemaan lämpötila-antureiden sijoitusta. Kohteessa tulee olemaan vesikiertoinen lattialämmitys, joten lattialämmityksen magneettiventtiilit liitettiin osaksi järjestelmää, jolloin lämpötila-antureilta saatuja tietoja voidaan hyödyntää lattialämmitysohjauksissa. Lämpötila-antureita sijoitettiin lattialämmityspiirien mukaisesti keittiöön, eteiseen, kodinhoituhuoneeseen, makuuhuoneisiin ja tv-huoneeseen. Antureita sijoitettaessa täytyi varmistua, ettei keskuksen ja laitteiden väliset etäisyydet kasva liian pitkiksi. Keittiön ja kodinhoituhuoneen lämpötila-antureihin tulivat myös vesivuotoanturit astian- ja pyykinpesukoneille. Ulos sijoitettiin oma lämpötila-anturi, johon liitetään mukaan valoisuusanturi, jolloin saadaan tietoa ulkolämpötilasta, lämpötilan pudotuksia varten ja valoisuusanturin avulla on mahdollista tehdä ulkovalojen ohjauksia.

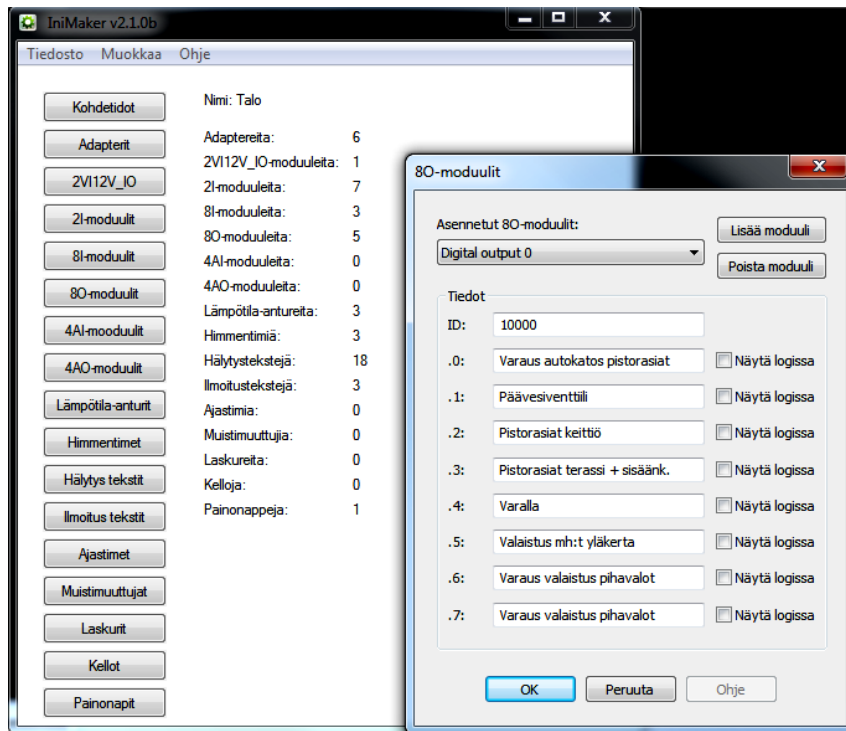
Rikosilmoitinjärjestelmää varten suunniteltiin liiketunnistimet valvomaan sisäänkäyntejä ja niiden läheisyydessä olevia mahdollisia murtautumisreittejä. Liiketunnistimille saatiin PCPLC-järjestelmän komponenttien avulla myös sabotaasisuojaus, omalta kansisuojakoskettimelta. Hälytyslaitteena rikosilmoitinjärjestelmässä toimii sireeni, joka sijoitettiin ulos. Myös palovaroitinjärjestelmän savuilmamaisimien paikat ja kaapeloinnit ovat osa PCPLC-

järjestelmää. Palovaroittimia sijoitettiin hyvän turvallisuustason saavuttamiseksi enemmän, kuin laki vaatii. Savuilmaisimia sijoitettiin jokaiseen makuuhuoneeseen, keittiöön, kodinhoituhuoneeseen ja eteisen korkeaan tilaan, jolla katetaan sekä eteinen, että tv-huone. Keittiöön sijoitettavan savuilmaisimen ansiosta liedelle suunniteltiin myös vikavirtasuojakytkin, jotta keittiön savuilmaisimen toimiessa saadaan PCPLC-järjestelmän kautta katkaistua lieden sähkönsyöttö. Savuilmaisimien sijoittelussa huomioitiin ilmaisimien paikat, siten etteivät ne reagoi turhaan ympäristötekijöiden johdosta, esimerkiksi kodinhoituhuoneen ilmaisin ei reagoi pesuhuoneen vesihöyryihin, jos vain välioivi pidetään kiinni ja näin ollen estetään höyryn pääsy kodinhoituhuoneeseen. Huoneistossa on myös tulisijoja, joten olohuoneeseen sijoitettiin vielä häikäilmaisim varmistamaan talon hengitysilman turvallisuus. Piirustuksiin merkittiin myös selkeästi laitteiden väliset kaapeloinnit ja käytettävät kaapelit.

Piirustusten ja kaavioiden jälkeen, kun oli tiedossa moduulien ja laitteiden määrä, varmistettiin Inimaker-ohjelman avulla, lähtöjen ja tulojen osoitetiedot. Kuvasta 38 voidaan havaita ensimmäisen input-moduulin tulot ja kuvasta 39 ensimmäisen output-moduulin lähdöt ja verrata niitä liitteen 2 piirikaavioihin. Kun kaikki tulo- ja lähtötiedot oli syötetty pystyttiin olemaan varmoja, että piirikaavioissa esitettyjen moduulien määrät vastaavat todellisuudessa tarvittavien moduulien määriä.

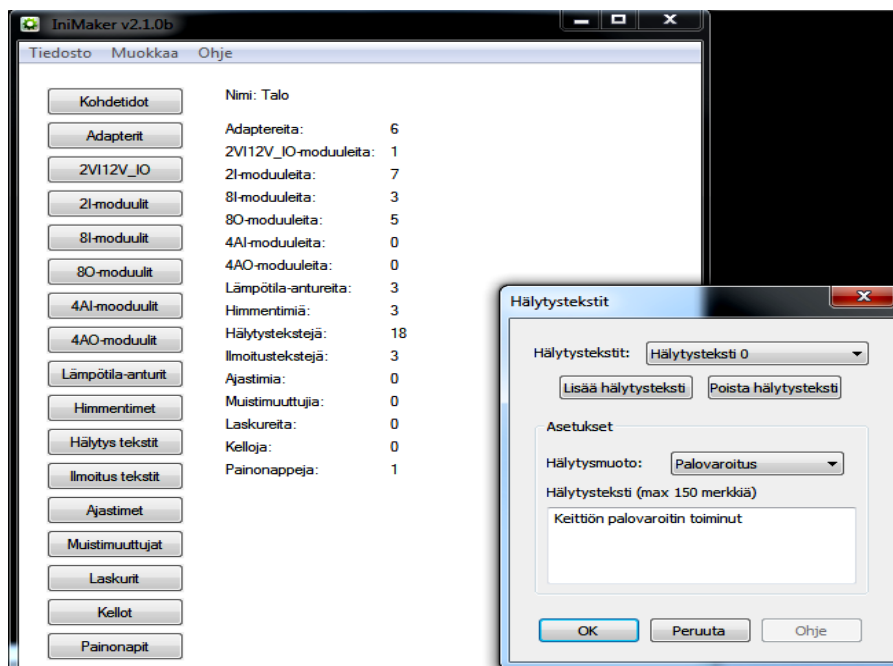


Kuva 38. Input tiedot Inimaker ohjelmassa



Kuva 39. Output tiedot Inimaker ohjelmassa

Samalla tavalla kirjattiin himmennin-moduulien, palovaroittimien, liiketunnistimien ja lämpötila-antureiden tiedot ohjelmaan. Myös hälytystekstit tehtiin eri tilanteisiin kuten, palovaroittimen toiminnat, murtovalvonnat, liiketunnistimien kansisuojausten auki-tilasta, LTO:n hälytyksistä ja kosteusanturin toiminnasta. Kuvassa 40 on esimerkki hälytystekstin luomisesta.



Kuva 40. Hälytystekstin luominen

Hälytystekstin luominen on yksinkertaista, valitaan vain valikko Hälytys tekstit, tämän jälkeen lisää hälytysteksti, valitaan hälytysmuoto (Kuva 42), kun kyse on palovaroittimen hälytystekstistä, joten hälytysmuodoksi palovaroitus ja tämän jälkeen kirjoitetaan teksti, kuten esimerkissä ”Keittiön palovaroitin toiminut”. Sama tehdään myös liiketunnistimien, kosteusantureiden ja ilmanvaihtokojeen hälytyksiä varten. Ohjelmassa kaikki valikot, jotka voi Kuvassa 42 vasemmassa laidassa nähdä, ovat samannäköisiä, joka helpottaa ja selkeyttää ohjelman käyttöä.



## 10 SÄHKÖDOKUMENTAATIO

Sähkösuunnittelussa valmistuu erilaisia asennusta palvelevia dokumentteja, joiden perusteella sähköasennukset voidaan suorittaa. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi minkälaisia dokumentteja syntyi suunnittelutyön tuloksena.

### 10.1 Luettelot

Ensimmäisenä suunnittelutyötä tehdessä valmistui piirustusluettelo, josta käy selkeästi ilmi mitä piirustuksia suunnitelma sisältää, piirustusten numerot ja montako sivua mikäkin piirustus pitää sisällään. Piirustusten numeroinnissa käytin samaa numerointimenetelmää kuin toimeksiantaja. Piirustusluettelo on esitetty liitteessä 3. Toinen luettelotyypinen dokumentti on valaisinluettelo. Tästä luettelosta selviää kohteessa käytettyjen valaisimien valmistaja, malli, teho, lampputyyppe, valaisimen asennustapa ja kunkin valaisinposition mukaisen valaisimen määrä. Valaisinpositiot esitetään tasopiirustuksissa. Valaisinluettelo löytyy liitteestä 4.

### 10.2 Piirustukset

Asemapiirustuksesta käy ilmi kohteen ulkoalueella suoritettavat asennustyöt. Pääsääntöisesti kuvassa esitetään maakaapelointityöt ja niihin liittyvät putkitukset, sähköliittymän tulosuunta, autokatosten ja pihaväylien valaistukset. Asemapiirustus on liitteessä 5.

Tasopiirustuksista saadaan asennusvaiheessa selkeä tieto siitä, mihin ja miten sähköpisteet täytyy asentaa. Tasopiirustuksissa esitetään pistorasioiden, kytkimien, valaisimien ja sähkölaitteiden sijainnit, ryhmämerkinnät ja kullekin sähköpisteelle suoritettavat kaapeloinnit. Kaapeleissa tarvittavat johdinmäärät on myös luettavissa tasopiirustuksista. Ensimmäisen ja toisen kerroksen tasopiirustukset ovat liitteissä 6 ja 7.

Tasopiirustuksista käy ilmi myös palovaroittimien, rikosilmoitinjärjestelmän ja yleiskaapelointirasioiden sijainnit, mutta asennusvaihetta selventämään piirsin oman aksonometrisenkuvan yleiskaapeloinnista, jossa näkyvät kaapeloinnit ja jossa on myös selkeästi ilmoitettu, mitä kaapelia käytetään ja mitä laitteita tullaan keskuksen teletilaan

sijoittamaan. Yleiskaapeloinnin aksonometrinenkuva löytyy liitteestä 8. Palovaroitin- ja rikosilmoitinjärjestelmä piirrettiin myös omaan aksonometriseenkuvaan. Kuvassa näkyvät laitteiden väliset kaapeloinnit sekä selvyyden vuoksi kuvassa käytetyt merkit ovat vielä erikseen selvennetty mukaan. Asennusvaiheessa kuvaan kirjoitetaan kenen valmistamia laitteita on käytetty. Palovaroitin- ja rikosilmoitinjärjestelmän kuva on esitetty liitteessä 9.

### 10.3 Kaaviot

Suunnitelutyön tuloksena kohteeseen tuli kolme kaaviota, keskus-, piiri- ja maadoituskaavio. Keskuskaavion ensimmäisellä sivulla on keskusvalmistajan työtä helpottavia tietoja keskukseen tarvittavista sähkökalusteista. Tämän jälkeen keskuskaaviossa on esitetty päämaadoituskisko ja siihen liittyvien kaapelien liitännäspaikat ja kaapelityypit. Tämän jälkeen näkyy liittymisjohdon koko, suojalaite, pääkytkin ja kWh-mittari. Loppukaaviossa on esitetty sähköryhmien numerot, nimet, suojalaitteet, kaapelit ja ryhmässä tarvittavat releet. Myös PCPLC-järjestelmän moduulien määrät ja painonappiohjauksien kaapelityypit näkyvät keskuskaaviossa. Keskukseen on myös varattu tila telelaitteita varten, tässä tapauksessa yleiskaapeloinnin tarvikkeille ja kytkennöille. Keskuskaavio on esitetty liitteessä 10.

Piirikaavioon dokumentoidaan ohjauksissa tarvittavat laitteet ja niiden johdotukset. Tässä tapauksessa piirikaavioihin piirrettiin PCPLC-järjestelmän tulo-, lähtö- ja himmeninmoduulit, ohjauksissa tarvittavat kontaktorit ja sysäysreleet koskettimisineen. Releiden ja kontaktoreiden käyttökohteet on myös kirjoitettu kaavioihin. Painonappiohjauksella toimivat releet on myös esitelty omilla sivuillaan, jolloin niiden käyttötarkoitus tulee varmasti esille. Piirikaaviot on esiteltynä liitteessä 2.

Maadoituskaaviosta voidaan nähdä minkälaisia maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimia täytyy kytkeä. Kappaleessa 4 käsiteltiin kiinteistön maadoituksia- ja potentiaalitasauksia, joiden mukaiset osat on liitetty päämaadoituskiskoon. Maadoituskaavio kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 11.

## 10.4 Sähköselostus

Sähköselostuksessa käydään tarkemmin läpi kohteen tietoja sekä asennukseen liittyviä asioita. Sähköselostus on laadittu s2010-sähkönimikkeistön mukaisesti. Sähköselostus on esitetty liitteessä 12.

## 10.5 Sähködokumentoinnin ongelmat

Dokumentoinnin loppuvaiheessa, kun piirustuksia ryhdyttiin tallentamaan .dwg muotoon alkoi myös näkyä eri suunnitteluohjelmien yhteensopimattomuus. Suunnittelutyöhön käytin CADs-Planner client 16-versiota, joka on Kymdata Oy:n valmistaman CADs Plannerin viimeisin versio, tämä versio käyttää piirustuksen oletus tallennusmuotona .drw-muotoa.

Piirustukset toimitetaan yleisesti .dwg-muotoisina suunnitteluvaiheesta eteenpäin, jolla halutaan taata, että piirustuksia pystytään lukemaan ja muokkamaan ohjelmasta riippumatta. Tallenttaessa piirustuksia .drw-muodosta .dwg-muotoon ja tämän jälkeen eri ohjelmalla .dwg-muodossa olevia kuvia avattaessa havaittiin ongelmat. Tallennuksen yhteydessä piirustuksista oli kadonnut symboleja, kuten valaisimia ja sähkökeskus sekä kaikki johdotusviivat tiedostomuutos oli katkonut mikä vaikeuttaa eri ohjelmalla tehtäviä muutoksia, etenkin loppupiirustusten tekemistä.

Ongelmaan täytyi tietysti löytää jokin ratkaisu, eikä vain jättää asiaa sikseen, sillä muuten kuvia ei pysty mihinkään hyödyntämään, mikä veisi pohjan koko suunnittelutyöltä. Ratkaisua lähdin hakemaan, tutkimalla muut mahdolliset tiedostomuodot, joita kuvien tallennuksessa voisi käyttää. Cads Plannerilla on mahdollista myös tallentaa .dxf-muotoon, joten kokeilin .drw-tiedotojen tallennusta dxf-muotoon. Tällä ei ollut juurikaan vaikutusta, muutamat valaisinmerkinnät, jotka .dwg-muodossa puuttui sai tällä tavalla näkyviin.

Tämän jälkeen ryhdyin kokeilemaan erilaista tapaa, jossa muunsin Cads Planner 16 version .drw-tiedostot Cads Planner 14 version mukaisiksi .drw-tiedostoiksi, jo tässä vaiheessa ohjelma ilmoitti, että kaikkia asioita ei saada tallentua, kun tiedostomuoto muuttuu vaikka tiedosto säilyi edelleen Cads plannerin omana .drw tiedostona, vaikkakin aiemman version mukaisena. Kun kuvat oli vanhempaan .drw-muotoon saatu

tallennettua, tämän jälkeen tallensin kuvat .dwg-muotoon, jonka jälkeen tiedosto avattiin eri valmistajan ohjelmalla. Tällä kertaa kaikki symbolit löytyivät kuvasta. Kuitenkin .dwg-muodossa olevasta kuvasta toinen suunnitteluohjelma ei tunnistanut Cads Plannerilla tehtyjä johdotuksia, vaan se pilkkoi ne pisteiksi, tämä taas vaikeuttaa niiden muokkausta.

## 11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Erilaiset kiinteistöjenohjausjärjestelmät ovat yleistymässä asuinrakennuksissa ja opinnäytetyössä pääsin tutustumaan uuteen kiinteistöjenohjausjärjestelmään, PCPLC-järjestelmään suunnittelijan näkökulmasta. Kiinteistöjenohjausjärjestelmiä on markkinoilla useita erilaisia, mutta kaikilla on kuitenkin yhteinen päämäärä, parantaa kiinteistön käyttömukavuutta. PCPLC-järjestelmä on helposti ohjelmoitavissa kiinteistön eri tarpeisiin ja lisäksi järjestelmän laajentaminen myöhemmin on helppoa. Toimintavarmuudeltaan järjestelmä on luotettava, sillä kaikki komponentit ja moduulit on kehitetty juuri kyseiseen järjestelmään yhden valmistajan toimesta.

Opinnäytetyön aihetta ja toimeksiantajaa etsiessä tarjosi JR-Ploting Oy mahdollisuutta tehdä sähkösuunnitteluun liittyvän työn. Sähkösuunnittelua en ollut tällaisessa laajuudessa ennen tehnyt, joten pääsin oppimaan ja saamaan uusia näkemyksiä suunnittelutöistä ja siihen liittyvistä piirustusteknisistä asioista. Työn aikana sain toimeksiantajalta hyviä ohjeita sähködokumenttien tekemiseen, jotta dokumenteista olisi asennusvaiheessa luettavissa kaikki, mitä asentajan tarvitsee tietää. Yritykselle pystyin tarjoamaan näkemyksen siitä, minkälaisia tietoja suunnittelija tarvitsee, jotta pystyy tekemään suunnitelmat käyttäen heidän ohjausjärjestelmää.

Työn aikana tuli eteen erilaisia käytännön asioita, joita oli opinnoissa käyty läpi teorian muodossa, kuten esimerkiksi jännitteen aleneman ja syötön automaattiseen poiskytkentään liittyvät laskelmat. Työn teoriaosan asiat vastasivat mielestäni hyvin niitä asioita ja tietoja, joita työn käytännön osuudessa tarvitsi käyttää. Kuitenkin työssä tuli käytyä myös tarkemmin läpi erilaisia kotiautomaatiojärjestelmiä, joita ei oltu kovin kattavasti käsitelty opintojen aikana.

Teoriaosiossa käytetyt lähteet pyrin hakemaan mahdollisimman luotettavista lähteistä ja tällaisina pidin standardeja, määräyksiä ja etenkin ST-kortiston ohjeita. Lähteistä olisi asiaa saanut varmasti enemmänkin irti, mutta pyrin pitämään teoriaosan sellaisena, että se vastaisi käytännöntyössä tarvittavia tietoja. Työssä tehtyjä sähkötekniisiä dokumentteja voidaan hyödyntää kohteen tarjous- ja urakointivaiheessa.

## LÄHTEET

ABB www-sivut 2013. Hakupäivä 7.2.2013

<[http://www.asennustuotteet.fi/71/KNX:n%20etuja\\_FIN1.html](http://www.asennustuotteet.fi/71/KNX:n%20etuja_FIN1.html)>

D1-2012 käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2012 Espoo: STUL Ry

EKE Building Technology Systems www-sivut 2013. Hakupäivä 30.1.2013

<<http://www.ebts.fi/suunnittelijalle.html>>

EKE Yhtiöt 2010. ebts-100 yleiskuvaus. Hakupäivä 30.1.2013

<[http://www.ebts.fi/documents/EBTS-100\\_rel\\_pub.pdf](http://www.ebts.fi/documents/EBTS-100_rel_pub.pdf)>

ELKO 2010. Suunnitteluohje. Hakupäivä 30.1.2013

<[http://www.elko.fi/elko2\\_fin/frontend/files/CONTENT/ELS%20suunnitteluohje.pdf](http://www.elko.fi/elko2_fin/frontend/files/CONTENT/ELS%20suunnitteluohje.pdf)>

Housemate Oy 2013a. PCPLC-järjestelmäkaavio

Housemate Oy 2013b. PCPLC TEMP

Housemate Oy 2013c. PCPLC H2O

Housemate Oy 2013d. PCPLC 2I-T8

Housemate Oy 2013e. PCPLC V11-D35C

Housemate Oy 2013f. PCPLC 4AI-D35C

Housemate Oy 2013g. PCPLC 8I-D70C

Housemate Oy 2013h. PCPLC 8O-D70C

Housemate Oy 2013i. PCPLC DIMMER-D70C

JR-Ploting Oy 2013. PCPLC-Tietokone- ja automaatiojärjestelmän käyttö kiinteistön sähkö- yms. järjestelmien ohjauksessa ja valvonnassa

KNX.fi www-sivut 2013. Hakupäivä 23.1.2013

<<http://www.knx.fi/index.php?k=220446>>

KNX.org www-sivut 2013. Hakupäivä 23.1.2013 <<http://www.knx.org/knx-standard/introduction/>>

Ouman www-sivut 2013a. Hakupäivä 15.1.2013 <[http://www.ouman.fi/files/tuote-esitteet/ouman\\_plus\\_v.5\\_net.pdf](http://www.ouman.fi/files/tuote-esitteet/ouman_plus_v.5_net.pdf)>

Ouman www-sivut 2013b. Hakupäivä 15.1.2013

<[http://www.ouman.fi/fi/ouman\\_plus\\_kokonaisuus](http://www.ouman.fi/fi/ouman_plus_kokonaisuus)>

SFS-EN 60529 + A1. Sähkölaitteiden kotelointi luokat. 2012 Sähköinfo Oy

SFS-Käsikirja 600 pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 2007. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto.

ST-kortisto 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. 2001 Espoo: Sähköinfo Oy

ST-kortisto 53.12 Vikavirtasuojat. 2008 Espoo: Sähköinfo Oy

ST-kortisto 53.13 Kiinteistön sähköverkon suojausten selektiivisyys. 2008 Espoo: Sähköinfo Oy

ST-kortisto 53.21 Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalitasaukset 2012 Espoo Sähköinfo Oy

ST-kortisto 53.25 Ohjeita vikasuojauksesta enintään 1000V TN-järjestelmässä. 2012 Espoo: Sähköinfo Oy

ST-kortisto 53.45 Sulakkeeton suojaus. 2012 Espoo Sähköinfo Oy

ST-kortisto 58.04 Valaistus. Yleisohjeet. 2003 Espoo Sähköinfo Oy

ST-kortisto 58.32 Valaistuksen ohjaus. 2004 Espoo Sähköinfo Oy

ST-kortisto 621.10. Yhteisantennijärjestelmät. Tekninen Suunnitteluohje Tekniikka. 2011. Espoo: Sähköinfo Oy

ST-kortisto 621.11. Yhteisantennijärjestelmät. Tekniikka. 2011. Espoo: Sähköinfo Oy

ST-kortisto 662.50 Palovaroittimet. 2009. Espoo: Sähkötieto ry

ST-kortisto 681.11. Yleiskaapelointijärjestelmät, suunnitteluohje. 2009. Espoo:

Sähköinfo Oy

ST-käsikirja 11. Kulunvalvonta- ja rikosilmoitinjärjestelmät. 2007. Espoo: Sähkötiety  
ry

ST-käsikirja 12. Antennijärjestelmät 2008. Espoo: Sähkötiety Oy

ST-käsikirja 16. Yleiskaapelointijärjestelmät 2008. Espoo: Sähkötiety Oy

Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410

Viestintäviraston määräys 25 E/2008 M

## LIITTEET

- Liite 1. Laskelmat
- Liite 2. Piirikaavio
- Liite 3. Piirustusluettelo
- Liite 4. Valaisinluettelo
- Liite 5. Asemapiirustus
- Liite 6. Tasopiirustus 1 kerros
- Liite 7. Tasopiirustus 2 kerros
- Liite 8. Yleiskaapelointi
- Liite 9. Rikosilmoitus- ja palovaroitinjärjestelmä
- Liite 10. Keskuskaavio
- Liite 11. Maadoituskaavio
- Liite 12. Sähköselostus