

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Joel Niemeläinen

HIRSITALON SÄHKÖSUUNNITELMA - RIKOSILMOITIN- JA
AURINKOSÄHKÖJÄRJESTELMÄN MAHDOLLISUUDET

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2017
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
p. (013) 260 600

Tekijä
Joel Niemeläinen

Nimeke
Hirsitalon sähkösuunnittelu – rikosilmoitin- ja aurinkosähköjärjestelmien mahdollisuudet

Toimeksiantaja
Pekka Niemeläinen

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö sisältää hirsitalon sähkösuunnittelun eri vaiheet. Sähkösuunnitelman lisäksi kohteeseen kartoitettiin rikosilmoitinjärjestelmien antamia mahdollisuuksia. Opinnäytetyön kolmantena osana oli tutkia aurinkosähköjärjestelmän mahdollisuutta ja kannattavuutta kohteessa.

Työhön toteutettiin sähkösuunnitelma toimeksiantajan tulevaan kiinteistöön. Suunnitelma tehtiin CADS Planner -ohjelmalla. Rikosilmoitinjärjestelmästä toteutettiin suunnitelma ja perehdyttiin järjestelmän ominaisuuksiin. Aurinkosähköjärjestelmästä selvitettiin aurinkoenergian määrää kiinteistön tulevalla paikalla interaktiivisen karttapalvelun avulla. Lisäksi pyydettiin tarjous järjestelmästä.

Kokonaisuudessaan oli tarkoitus tuottaa esimerkki hirsitalon sähkösuunnittelun eri vaiheista ja havainnollistaa tarvittavaa laskentaa suunnittelussa. Rikosilmoitinjärjestelmällä voidaan lisätä kiinteistön turvallisuutta ja käyttöominaisuuksia. Aurinkosähköjärjestelmän osalta havaittiin ettei kohteessa ole taloudellisesti kannattavaa toteuttaa aurinkosähköjärjestelmää yli 20 vuoden takaisinmaksuaikojen vuoksi.

Kieli
suomi

Sivuja 38
Liitteet 8
Liitesivumäärä 21

Asiasanat

Sähkösuunnitelma, rikosilmoitinjärjestelmä, aurinkosähköjärjestelmä



THESIS
April 2017
Degree Programme in
Electrical Engineering

Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
FINLAND
p. +358 13 260 600

Author
Joel Niemeläinen

Title
Electrical Design and the Possibilities of Burglar Alarm Systems and Photovoltaic Systems

Commissioned by
Pekka Niemeläinen

Abstract

This thesis contains the phases of electrical design at detached house. The second part of this thesis was to map the possibilities of a burglar alarm systems in the target. The third part of this thesis was studies the possibilities and productivity of a photovoltaic system in this case.

In this project an electric plan was made to the client's new house. The plan was made with CADS Planner software. A burglar alarm system was planned and familiarized with the systems properties. The amount of solar energy was clarified at the future location of properties. This was made with interactive map service. In addition, a request for a quotation was made about the systems.

As a whole, the intention was to produce an example of the different stages of electrical designing at a detached house and to illustrate the required calculations in the planning. The burglar alarm system can increase the safety and operating features of the property. It was found that a photovoltaic system is not economic solution because of the payback time which is more than 20 years.

Language

Finnish

Pages 38

Appendices 8

Pages of Appendices 21

Keywords

electrical design, burglar alarm system, photovoltaic system

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Sähkösuunnitelma	6
3	Suunnitelman laskennat.....	7
3.1	Liittymän mitoitus	7
3.2	Ylivirtasuojau tarkastelu	9
3.2.1	Liittymisjohto	9
3.2.2	Ryhmäkeskuksen nousujohdon mitoitus.....	12
3.2.3	Ryhmien ylikuormitussuojauksien tarkastelu	12
3.2.4	Oikosulkusuojaus ja automaattinen poiskytkentä	14
3.3	Jännitteenalenenman tarkastelu	18
4	Rikosilmoitinjärjestelmä	22
4.1	Perusteita rikosilmoitinjärjestelmästä	22
4.2	Järjestelmän rakenne ja laitteet	23
4.2.1	Keskus ja ohjauslaitteet	23
4.2.2	Silmukkarakenteet	24
4.2.3	Ilmaisimet.....	26
4.3	Rikosilmoitinjärjestelmän mahdollisuudet tässä kohteessa	27
4.3.1	Järjestelmän toimintatavoite	27
4.3.2	Järjestelmän suunnitelma	28
5	Aurinkosähköjärjestelmä	30
5.1	Yleistä aurinkosähköstä.....	30
5.2	Suunnitelma esimerkkikohteeseen	32
5.2.1	Toimintaperiaate	32
5.2.2	Kiinteistön sijainnin mahdollinen aurinkoenergian tuotto	32
5.2.3	Järjestelmä	34
5.2.4	Hinta ja tuottavuus	35
6	Pohdinta.....	37
	Lähteet.....	38

Liitteet

Liite 1	Sähkökuvat
Liite 2	Kalusteluettelo keittiö
Liite 3	Oikosulkusuojau tarkastelu
Liite 4	Ylikuormitussuojau tarkastelu
Liite 5	Jännitteen aleneminen
Liite 6	Rikosilmoitinjärjestelmäsuunnitelma
Liite 7	Mikrotuotantolaitteiston liittäminen verkkoon
Liite 8	Aurinkosähköjärjestelmän tarjous

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee hirsitalon sähkösuunnittelua. Lisäksi perehdytään aurinkosähkön ja turvatekniikan mahdollisuuksiin omakotitalouksissa nykyaikaisella tekniikalla. Tarkoituksena on tuottaa sähkösuunnitelma hirsitaloon. Tämän lisäksi annetaan kuva mahdollisuuksista toteuttaa kiinteistöön lisäominaisuuksia edellä mainituilla tavoilla.

Työn aihe valikoitui vanhempieni tarvitessa sähkösuunnitelmaa tulevaan hirsitaloprojektiin. Aurinkosähkön kartoittaminen kohteessa otettiin mukaan, koska aurinkojärjestelmät kehittyvät valtavasti koko ajan ja tarjoavat entistä kustannustehokkaampia menetelmiä. Lisäksi kartoitetaan, kannattaako järjestelmän hankkiminen kohteeseen taloudellisin perustein. Turvatekniikan antamia mahdollisuuksia selvitetään, koska ne yleistyvät koko ajan pienrakentamisessa ja antavat uusia mahdollisuuksia hallinnoida kiinteistöä.

2 Sähkösuunnitelma

Sähkösuunnitelman laadinnassa on useita eri vaiheita. Suunnittelun aluksi tulee tietää ja kartoittaa asiakkaan toiveet, talotekniset vaatimukset sekä taloudelliset resurssit. Taloteknisiin vaatimuksiin kuuluu lämmitysjärjestelmän valinta sekä muut sähköä tarvitsevat järjestelmät, jotka vaikuttavat huomattavin määrin sähkösuunnitteluun. Mitä tarkemmin asiat ovat tiedossa etukäteen, sitä parempi lopputulos saadaan aikaiseksi. Muutokset ja lisäykset aiheuttavat huomattavia lisäkustannuksia kohteen kokonaisbudjettiin varsinkin hirsitaloissa. [1, 1–2.]

Ennakkotietojen ollessa hallussa siirrytään suunnitteluvaiheeseen. Suunnitteluvaiheen alussa tehdään sähköpistesuunnittelu, jossa näkyvät suunnitelmaan tulevat sähköpisteet. Pistesuunnittelun tulee vastata tilaajan kanssa sovittua varustelutasoa. Pistesuunnitteluun tarvitaan kalustesuunnittelijalta tiedot kodinkoneista ja niiden sijoituksista sekä LVI-suunnittelijalta tiedot LVI-laitteista ja niiden sijoituksista. Lisäksi mahdollinen valaistussuunnitelma tulee olla valmiina ennen pistesuunnitelmaa.

Pistesuunnittelun jälkeen kaapeloidaan sähköpisteet. Kaapeloinnissa tulee huomioida ainakin seuraavat asiat: sähköpisteiden ja laitteiden kuormitukset, sähköpisteiden ryhmittelyt, ryhmien kaapelipituudet ja kaapelointien toteutuskelpoisuus. Kaapeloinnissa määritellään myös kaapeleiden ja johtimien poikkipinta-alat. Poikkipinta-alat määritellään usein kokemusperäisesti. Kokemusperäisen määrittelyn sijaan tarkemmat ja standardin mukaiset poikkipinta-alat saadaan laskemalla ohjeiden ja standardien avulla. Näitä laskelmia käsitellään tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Näiden toimenpiteiden jälkeen tehdään keskuskaaviot niin pääkeskukselle kuin ryhmäkeskuksillekin. Keskuskaaviot tehdään usein keskusvalmistajien valmiisiin pohjiin, vaihtoehtoisesti keskuskaaviot voidaan myös tehdä alusta alkaen itse. Keskuskaavioiden lisäksi tehdään maadoituskaavio ja mahdollisesti tarvittavat piirikaaviot. Hirsitalossa tehdään myös hirsitehtaalle tarvittava porauskuva. Porauskuvaan tarvittavat tiedot tulee selvittää hirsien tuotantotehtaalta.

3 Suunnitelman laskennat

3.1 Liittymän mitoitus

Liittymän mitoittaminen omakotitaloon on merkittävä osa suunnittelua. Liittymää mitoittaessa tulee huomioida asiakkaan toiveet rakennuksen käyttövaatimuksesta. Mikäli liittymän koko mitoitetaan liian pieneksi, kiinteistön käyttö rajoittuu suunnitellusta, toisaalta liian suuri liittymä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia asiakkaalle. Liittymän kokoa mitoitettaessa tulee huomioida mahdollinen sähkötarpeen kasvu tulevaisuudessa. Lisäksi jokaisella paikallisella verkkoyhtiöllä on omat ohjeet, jotka tulee huomioida liittymän mitoituksessa. [2,1.]

Seuraavissa kappaleissa esitellään liittymän mitoittamista esimerkkikohteessa. Käsittelyyn otettiin hieman erilaiset mitoitusmenetelmät. Esimerkeistä havaitaan eroja menetelmien välillä.

Tapa 1

Kaava 1 löytyy ST 13.31 kortin taulukon 1 kohdasta Omakotitalot – ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas [2, 4]. Tällä kaavalla määritellään kiinteistön huipputeho P_{HMAX} . Tämä laskentamalli perustuu aikaisemmin toteutuneisiin kohteisiin ja on suuntaa antava, vaikkakin lähdemateriaalin mukaan huipputehon ylitystodennäköisyys on vain yksi prosentti. [2, 3–4.]

$$P_{HMAX} = 7,5 + \frac{26 \cdot A}{1000} \quad (1)$$

jossa,

A = kerrosala

Kaavalla 1 laskettuna saadaan huipputehoksi siis:

$$P_{HMAX} = 7,5 + \frac{26 \cdot (196 + 17)}{1000} = 13 \text{ kW}$$

Tapa 2

Tällä tavalla laskettaessa otetaan maalämpöpumpun aiheuttama sähköntarve tarkemmin huomioon. Voidaan todeta huipputeho lähemmäksi todellista huipputehoa. Kaavalla 2 lasketaan huipputeho. [3.]

$$P_{HMAX} = P_{pump} + P_{svast} + P_{aläm} + P_{kev} + P_{kk} + P_{val} * A_h / 1000 \quad (2)$$

jossa,

P_{pump} = Maalämpöpumpun ottama teho

P_{svast} = Sähkövastusten ottama teho

$P_{aläm}$ = Autonlämmityksen teho

P_{kev} = Kiukaan ei vuoroteltu osa

P_{kk} = Kojekuorma 7,5 kW, kun $A_h > 75m^2$

P_{val} = Valaistuskuorma 10W/m²

A_h = Huoneiston pinta-ala

Kaavan 2 avulla laskettuna saadaan huipputehoksi

$$P_{HMAX} = 5,3kW + 0kW + 2kW + 3kW + 7,5kW + 10 W * \frac{174m^2}{1000} = 19,5kW$$

Hieman edellä olevaa kaavaa (2) muuttamalla, huomioidaan nykyinen led-tekniikka paremmin. Valaistuskuorma lasketaan sähkösuunnitelman valaisinpisteiden mukaan (liite 1). Valaistuksen sähkötehoksi saadaan noin 700 W. Lasketaan P_{HMAX} uudestaan saadulla sähkötehon arvolla.

$$P_{HMAX} = 5,3kW + 0kW + 2kW + 3kW + 7,5kW + 0,7kW = 18,5kW$$

Edellä saatuja huipputehoja vertaillen voidaan todeta niissä olevan eroja. Laskusta otettiin pois maalämpöpumpun sähkövastuksen teho, koska kyseinen teho vuorottelee kiukaan vuorottelevan osan kanssa. Huipputehosta lasketaan liittymän huippuvirran arvo I_{MAX} kaavalla 3.

$$I_{MAX} = \frac{P_{HMAX}}{\sqrt{3} \cdot U_P \cdot \cos\varphi} \quad (3)$$

jossa,

U_P = verkon pääjännite 400 V

$\cos\varphi$ = tehokerroin omakotitalolle 0,96 [2,4]

Tavan 1 mukaan laskettuna saadaan.

$$I_{MAX} = \frac{13kW}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0,96} = 19,5 A$$

Tavalla 2 laskettuna saadaan

$$I_{MAX} = \frac{18,5kW}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0,96} = 27,8 A$$

Huippuvirran arvoissa on huomattava ero kahdella eri tavalla laskettaessa. Lasketaan keskiarvo I_{MAXKA} eri tavoista (4).

$$I_{MAXKA} = \frac{19,5 A + 27,8 A}{2} = 23,7 A \quad (4)$$

Kokemuksen perusteella voidaan sanoa 3x25 A liittymän koon riittävän kyseisessä kohteessa. Jälkimmäisellä tavalla laskettaessa kuormat ovat yhdenaikaisia. Kaikkien laitteiden yhtäaikainen huipputeho on kuitenkin hyvin epätodennäköistä [2,5].

3.2 Ylivirtasuojauksen tarkastelu

3.2.1 Liittymisjohto

Liittymiskaapelin mitoittamisen peruseriaatteena pidetään nimellisvirtaa, joka on pääkeskuksella. Nimellisvirran suuruiset etusulakkeet tulee voida vaihtaa ilman liittymiskaapelin uusintaa. Johtimien nimellispoikkipinta-ala määräytyy tämän johdosta. Liittymisjohdon mitoituksessa otetaan huomioon kulutuksen mahdollinen

kasvu tulevaisuudessa kertomalla huippuvirta 1,3:lla, jolloin saadaan liittymisjohdon mitoitusvirta I_{MAX} kaavalla 5.

$$I_{MAX} = 23,7 A * 1,3 = 30,8 A \quad (5)$$

Liittymisjohto valitaan mitoitusvirran ja asennustavan mukaan. Liittymisjohto asennetaan maahan kaapeliojaan noin 0,7 metrin syvyyteen. Jakeluverkkoyhtiön mukaan liittymäkaapeliksi tulee AXMK 4x25.

Liittymisjohdon suojaus toteutetaan taloudellisin perustein siten, että liittymisjohto suojataan ylikuormitukselta liittymän pääsulakkeilla johdon loppupäästä ja oikosulkusuojauksen osalta liittymisjohdon alkupäästä sulakkeilla [4]. Liittymisjohto voidaan suojata liittymän pääsulakkeilla, koska ylikuormitukselle on voimassa kaavat 6 ja 7 [5,49]:

$$I_B \leq I_N < I_Z \quad (6)$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_Z \quad (7)$$

missä

I_B = Virtapiirin mitoitusvirta

I_Z = Johtimen jatkuva kuormitettavuus

I_N = Suojalaitteen nimellisvirta

I_2 = Virta, joka varmistaa suojalaitteelle määritellyssä tavanomaisessa toiminta-ajassa

Taulukko 1. Johtojen kuormitettavuudet [A] eri asennustavoilla [6, 217].

Johtimen poikkipinta-ala [mm ²]	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A uppo	C pinta	D maa	E ilma
Kupari				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527
Alumiini				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

Johtimen jatkuva kuormitettavuus löytyy taulukosta 1.

Kaavan 6 mukaan:

$$23,7A \leq 25A < 100A \quad \Rightarrow \text{OK}$$

Kaavaan 7 tarvittava I_2 saadaan taulukosta 2

Kaava 7:

$$1,6 \cdot 25A \leq 1,45 \cdot 100A \quad \Rightarrow \text{OK}$$

Taulukko 2. gG -sulakkeen toimintarajavirrat [7].

Mitoitusvirta I_N	Alempi toimintarajavirta	Ylempi toimintarajavirta = I_2	Aika
2 A ja 4 A	$1,5 I_N$	$2,1 I_N$	1 h
6 A ja 10 A	$1,5 I_N$	$1,9 I_N$	1 h
$13 A \leq I_N \leq 63 A$	$1,25 I_N$	$1,6 I_N$	1 h
$63 A < I_N \leq 160 A$			2 h
$160 A < I_N \leq 400 A$			3 h
$400 A < I_N$			4 h

3.2.2 Ryhmäkeskuksen nousujohdon mitoitus

Ryhmäkeskukselle tulee lähes koko liittymän teho ja voidaan laskea kaapeli liittymävirran arvolla. Ryhmäjohdon suojauksesta vastaavat liittymän pääsulakkeet, joten mitoitus on samanlainen kuin liittymisjohdollakin. Kaapelien kuormitettavuudet löytyvät taulukosta 1.

Kaapeleita tutkiessa kuormitettavuuden osalta riittäisi kaapelityyppi MCMK 2,5+2,5S, mutta otetaan käsittelyyn kaapelityyppi MCMK 10+10S myöhemmin tarkasteltavien oikosulkusuojauksen ja jännitteen aleneman vuoksi. Lisäksi huomioidaan mahdollisuus laajentaa kohdetta.

Ylikuormitussuojauksentarkastelu tehdään ryhmäkeskuksen nousujohdolle kaavalla 6

$$23,7A \leq 25A < 77A$$

ja kaavalla 7

$$1,6 \cdot 25A \leq 1,45 \cdot 77A$$

Molemmat ehdot täyttyvät tässä tapauksessa.

3.2.3 Ryhmien ylikuormitussuojauksien tarkastelu

Ylikuormitussuojauksen tarkoitus on katkaista virtapiiri ennen kuin ylivirran aiheuttamana lämpötila nousee niin että kaapeli ja kaapelin ympäristö vaurioituvat.

Ylikuormitussuojana voidaan käyttää sulakkeita, johdonsuojakatkaisijoita tai katkaisijoita. Tässä kohteessa ryhmien ylikuormitussuojaus toteutetaan johdonsuojakatkaisijoilla. [8.]

Tarkastellaan kohteen ylikuormitussuojausta jokaisella kaapelin poikkipinnalla ja suurimmilla kyseisillä kuormilla. Liitteessä 2 on keittiön kalusteluettelo, josta saadaan kyseisten laitteiden tehot. Valaistusryhmille ei tarvitse kyseistä tarkastelua tässä tapauksessa tehdä, koska valaistuksen ottama kokonaissähköteho on niin pieni led-tekniikan vuoksi. Vaikka koko valaistus olisi yhden ylikuormitussuojan takana, ei ylikuormituksen kanssa tulisi ongelmia. Laskuesimerkillä todetaan edellinen väittämä. Aiemmin todettiin valaistuskuormaksi noin 700 W. Valaistuksen kaapelointi tulee olemaan MMJ 3x1.5S. Koko valaistuksen ottama virta I_B saadaan kaavasta 8. Johdonsuojakatkaisijoiden toimintarajavirrat saadaan taulukosta 3 ja johtojen kuormitettavuudet taulukosta 1.

$$I_B = \frac{700W}{230V} = 3 A \quad (8)$$

Aikaisemmin liittymäkaapelin mitoituksessa esiteltiin ylikuormituksen suojauksen tarkastelussa tarvittavat kaavat 6 ja 7.

Kaavalla 6:

$$3 A \leq 10 A < 14 A \quad \Rightarrow \text{OK}$$

Kaavalla 7:

$$1,45 \cdot 10 A \leq 1,45 \cdot 14 A \quad \Rightarrow \text{OK}$$

Tästä voidaan todeta valaistuskuorman osalta ylikuormitussuojaustarkastelun olevan kunnossa.

Taulukko 3. Johdonsuojakatkaisijoiden toimintarajavirrat [9].

Tyyppi	Mitoitus- virta I_N	Terminen laukaisu		Aika	Magneetti- laukaisu		Aika
		Pito- virta	I_2		Pito- virta	Toi- minta- virta	
B	≤ 63 A	$1,13 I_N$		>1 h	$3 I_N$		$>0,1$ s
			$1,45 I_N$	< 1 h		$5 I_N$	$<0,1$ s
C	≤ 63 A	$1,13 I_N$		>1 h	$5 I_N$		$>0,1$ s
			$1,45 I_N$	< 1 h		$10 I_N$	$<0,1$ s
D	≤ 63 A	$1,13 I_N$		>1 h	$10 I_N$		$>0,1$ s
			$1,45 I_N$	< 1 h		$20 I_N$	$<0,1$ s

Ylikuormitussuojaustarkasteluun otetaan taulukossa 4 olevat ryhmät. Taulukkoon on laskettu kuorman ottama virta.

Taulukko 4. Ylikuormitussuojaustarkastelussa olevat ryhmät.

Keskus	Ryhmä numero	Nimi	Johdonsuoja katkaisija	Teho [kW]	Virta [A]	Kaapelointi
RK	2.2	Mikro, Liesituuletin	C10	1,5	6,5	MMJ 3x1,5S
RK	2.3	Keskuspölyimuri	C10	1,5	6,5	MMJ 3x1,5S
RK	3.1	Pyykinpesukone, KR	C16	3,5	15,2	MMJ 3x2,5S
RK	4	Liesi ja uuni	3xC16	9,3	13,4	MMJ 5x2,5S
RK	5	ML pumppu vastukset	3xC16	9	13	MMJ 5x2,5S
RK	6	Kiuas	3xC16	9	13	MMJ 5x2,5S
RK	8.5	PR keittiö	C16	3	13	MMJ 3x2,5S
RK	9.1	PR yläk mh, wc	C10	2	8,7	MMJ 3x1,5S
RK	12	ML pumppu kompressori	3xC10	5,3	7,6	MMJ 5x1,5S
PK	1.3	PR auton lämmitys	C16	3,5	15,2	MMJ 3x2,5S

Liitteessä 3 löytyy tarkastelu kyseisten ryhmien osalta. Kaikki valitut ryhmät täyttivät vaaditut ehdot.

3.2.4 Oikosulkusuojaus ja automaattinen poiskytkentä

Oikosulkusuojaus on katkaista vikatapauksissa syntyvät oikosulkuvirrat. Oikosulkusuojaus on katkaistava mahdollisimman nopeasti syntyneestä vikavirta. Lisäksi suojalla tulee olla riittävän suuri virran katkaisukyky. Oikosulkusuoja suojaaa myös johtoa liian suurelta sähkövirralta. [8.]

Jakeluverkkoyhtiö ilmoittaa esimerkkikohteessa oikosulkuvirran arvoksi pääkeskuksella 350 A (kuva 1). Aluksi lasketaan syöttävän verkon impedanssi Z_v (kaava 8). Ryhmäkeskukselle tulevan nousukaapelin pituus noin 30 metriä ja kaapelina tulee olemaan MCMK 4x10+10S. Näistä tiedoista voidaan laskea ryhmäkeskukselle tulevan oikosulkuvirran I_v arvo kaavan 9 avulla [6, 95].

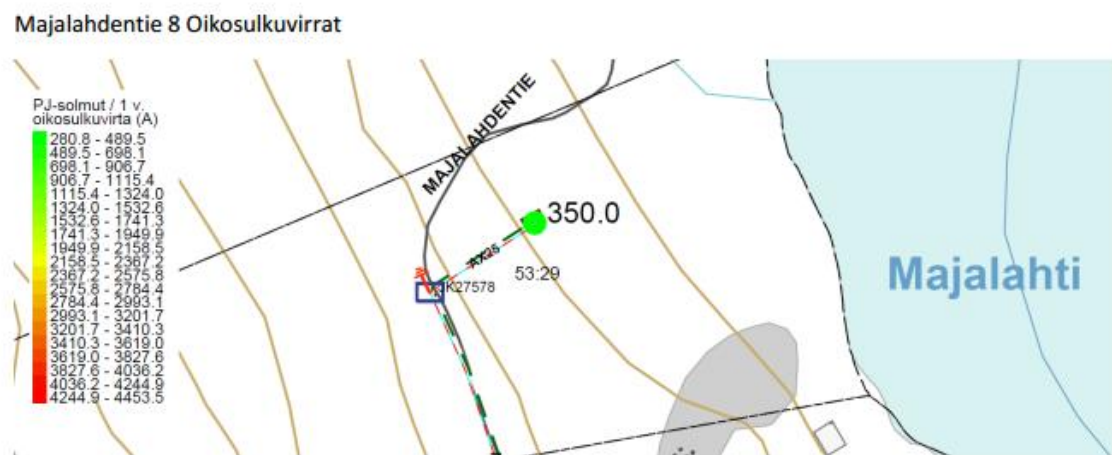
$$Z_v = \frac{c \cdot U}{I_v \cdot \sqrt{3}} \quad (9)$$

jossa,

c = Kerroin, joka ottaa huomioon jännitteen aleneman (0,9-0,95)

U = Pääjännite 400V

I_v = Oikosulkuvirta pisteessä



Kuva 1. Oikosulkuvirta pääkeskuksella.

Syöttävän verkon impedanssi Z_v :

$$Z_v = \frac{c \cdot U}{I_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,95 \cdot 400V}{350A \cdot \sqrt{3}} = 0,627\Omega$$

Nousukaapelin impedanssi saadaan taulukosta 5.

Taulukko 5. Kaapeleiden likimääräisiä impedansseja [Ω/km] johdinlämpötilassa 80 °C [6, 96].

Johtimen poikkipinta-ala [mm^2]	Kupari			Alumiini		
	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z
4 × 1,5	14,620	0,115	14,620			
4 × 2,5	8,770	0,110	8,770			
4 × 4	5,480	0,107	5,480			
4 × 6	3,660	0,100	3,660			
4 × 10	2,244	0,094	2,246			
4 × 16	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
4 × 25	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
4 × 35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4 × 50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
4 × 70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
4 × 95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4 × 120	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
4 × 150	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
4 × 185	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
4 × 240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
4 × 300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

Lasketaan pisimpien erilaisten ryhmäjohtojen oikosulkuvirta-arvot. Ensiksi lasketaan Z_{Lrk} keskuksen impedanssi, johon vaikuttaa myös verkon impedanssi (kaava 10).

$$Z_{Lrk} = Z_v + Z_{nj} = 0,627\Omega + 0,03\text{km} * 2 \left(\frac{2,246\Omega}{\text{km}} \right) = 0,762\Omega \quad (10)$$

missä,

Z_v = syöttävän verkon impedanssi

Z_{nj} = nousujohdon impedanssi

Oikosulkuvirta ryhmäkeskuksella saadaan johtamalla kaava 9 muotoon:

$$I_v = \frac{c*U}{Z_{Lrk}*\sqrt{3}} = \frac{0,95*400V}{0,762\Omega*\sqrt{3}} = 288,1 A$$

Tarvittavien ryhmien laskut suoritetaan ensiksi ja tarvittavat tarkastelut tehdään myöhemmin. Ryhmien pituudet saatiin CADS Planner-ohjelmasta mittatyökalun avulla. Mittauksessa huomioitiin mittaustavan epätarkkuus ja mitatut ryhmäpituudet otettiin yläkanttiin. Taulukossa 6 on valitut ryhmät tietoineen.

Taulukko 6. Oikosulkuvirran laskennassa mukana olevat ryhmät.

Keskus	Ryhmä numero	Nimi	Johdonsuojak atkaisija	Ryhmän pituus [m]	Kaapelointi
RK	8.3	Valaistus ulkoseinät	C10	42	MMJ 3x1,5S
RK	8.5	Pistorasiat keittiö	C16	32	MMJ 3x2,5S
RK	1.2	Valaistus olohuone	C10	45	MMJ 3x1,5S
RK	9.1	Pistorasiat yläk. MH+WC	C10	28	MMJ 3x1,5S
RK	8.2	Valaistus piha	C10	60	MCMK 2x1,5+1,5S
RK	10	Ulkosaunan varaus	C16	50	MCMK 4x2,5+2,5S
PK	4.1	Valaistus autokatos	C10	100	MCMK 4x2,5+2,5S

Ensiksi laskettiin ryhmän 8.3 oikosulkuvirta (kaava 9):

$$I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 400V}{(0,762\Omega + (0,042\text{km} \cdot 2 \left(\frac{14,62\Omega}{\text{km}}\right)) \cdot \sqrt{3})} = 104 \text{ A}$$

Muut ryhmät on laskettu samaa periaatetta käyttäen ja tulokset esitelty taulukossa 7. Punaisella esitetyt luvut eivät täytä johdonsuojakatkaisijoiden määrittelemää arvoa. Laskut on esitelty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

Taulukko 7. Tulokset lasketuista ryhmistä.

Keskus	Ryhmä numero	Johdonsuoja katkaisija	Oikosulkuvirran arvo [A]
RK	8.3	C10	104
RK	8.5	C16	157
RK	1.2	C10	100
RK	9.1	C10	131
RK	8.2	C10	82
RK	10	C16	126
PK	4.1	C10	87

Taulukko 8. Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat. [6, 93].

Nimellisvirta [A]	Pienimmät toimintavirrat [A] johdonsuojakatkaisijoille			
	B-tyyppi		C-tyyppi	
	toiminta-aika 0,4 s ja 5,0 s	vaadittu mitattu arvo	toiminta-aika 0,4 s ja 5,0 s	vaadittu mitattu arvo
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
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

Saaduista tuloksista (taulukko 7) voidaan todeta taulukon 8 avulla, että ryhmät 8.4, 9.2, 10.4 ja 4.1 eivät toteuta automaattisen poiskytkennän vaadittuja virta-arvoja. Ryhmä 8.4 on todella lähellä vaadittua arvoa ja voidaankin todeta kyseisen johdonsuojan todennäköisesti riittävän, mikäli mittausvaiheessa tulee ongelmia, muutetaan kyseinen ryhmä B-tyyppin johdonsuojakatkaisijalle. Muut ryhmät, jotka eivät toteuta vaadittua virta-arvoa, muutetaan B-tyyppin johdonsuojakatkaisijoilla toimiviksi ja tällöin vaadittu oikosulkuvirran arvo riittää, kuten taulukosta 8 havaitaan.

3.3 Jännitteenaleneman tarkastelu

Jännitteen aleneminen tulee ottaa huomioon jo muutamia kymmeniä metrejä pidemmissä kaapelivedoissa. Jännitteenaleneman maksimi-arvo on valaistuksen osalta kolme prosenttia ja muun käytön osalta viisi prosenttia [5, 54].

Lasketaan jännitteen alenemat (ΔU) liittymiskaapelissa ja nousukaapelissa kolmivaiheisen jännitteenaleneman kaavalla 11. Yksivaiheisten ryhmäjohtojen jännitteenalenemat lasketaan kaavalla 12. [6, 233.]

$$\Delta U = I * s * \sqrt{3} * (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (11)$$

$$\Delta U = I * 2 * s * (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (12)$$

missä

ΔU = Jännitteen alenema volteissa

I = kuormitusvirta

s = johdonpituus (m)

r = ominaisresistanssi (Ω/m)

x = ominaisreaktanssi (Ω/m)

φ = jännitteen ja virran välinen vaihekulma

Kaapeleiden tarvittavat resistanssi- ja reaktanssiarvot ovat taulukossa 9.

Taulukko 9. Johtimien ominaisresistanssit ja -reaktanssit 20 °C:n lämpötilassa [10,2].

Johtimien poikkipinta A/mm ²	Kupari		Alumiini	
	Resistanssi r	Reaktanssi x	Resistanssi r	Reaktanssi x
4 × 1,5	11,80	0,115		
4 × 2,5	7,07	0,110		
4 × 4	4,42	0,107		
4 × 6	2,95	0,100		
4 × 10	1,81	0,094		
4 × 16	1,14	0,090	1,87	0,090
4 × 25	0,72	0,086	1,20	0,086
4 × 35	0,53	0,083	0,88	0,083
4 × 50	0,39	0,083	0,64	0,083
4 × 70	0,27	0,082	0,44	0,082
4 × 95	0,20	0,082	0,32	0,082
4 × 120	0,16	0,080	0,25	0,080
4 × 150	0,13	0,080	0,21	0,080
4 × 165	0,10	0,080	0,17	0,080
4 × 240	0,08	0,079	0,13	0,079
4 × 300	0,06	0,079	0,11	0,079

Liittymisjohto:

$$\Delta U =$$

$$23,7 \text{ A} * 75 \text{ m} * \sqrt{3} * \left(1,2 * \frac{10^{-3} \Omega}{\text{m}} * \cos 18,2 \pm * 0,086 * \frac{10^{-3} \Omega}{\text{m}} * \sin 18,2 \right) = 3,6 \text{ V}$$

Nousujohto:

$$\Delta U =$$

$$23,7 \text{ A} * 30 \text{ m} * \sqrt{3} * \left(\frac{0,0018 \Omega}{\text{m}} * \cos 18,2 \pm * 0,094 * \frac{10^{-3} \Omega}{\text{m}} * \sin 18,2 \right) = 2,1 \text{ V}$$

Lasketaan taulukossa 10 olevat ryhmät. Laskut on esitelty tarkemmin liitteessä 5

Taulukko 10. Jännitteenalenema tarkastelussa olevat ryhmät.

Keskus	Ryhmän umero	Nimi	Johdonsuoja katkaisija	Teho [kW]	Virta [A]	Ryhmän pituus [m]	Kaapelointi
RK	8.3	Valaistus ulkoseinät	C10	0,3	1,3	42	MMJ 3x1,5S
RK	8.5	Pistorasiat keittiö	C16	3	13	32	MMJ 3x2,5S
RK	1.2	Valaistus olohuone	C10	0,2	0,9	45	MMJ 3x1,5S
RK	9.1	Pistorasiat yläk. MH+WC	C10	2	8,7	28	MMJ 3x1,5S
RK	8.2	Valaistus piha	B10	0,1	0,4	60	MCMK 2x1,5+1,5S
RK	10	Ulkosaunan varaus	3xB16	5	7,6	50	MCMK 4x2,5+2,5S
PK	4.1	Valaistus autokatos	B10	0,15	0,7	100	MCMK 4x2,5+2,5S
RK	6	Kiuas	3xC16	9	13	7	MMJ 5x2,5S
RK	4	Liesi ja uuni	3xC16	9,3	13,4	18	MMJ 5x2,5S

Tulokset jännitteenaleneman tarkastelusta taulukoitiin (taulukko 11).

Taulukko 11 Jännitteenalenema tarkastelu tulokset.

Keskus	Ryhmä numero	Nimi	Jännitteen alenema [V]
RK	8.3	Valaistus ulkoseinät	1,2
RK	8.5	Pistorasiat keittiö	5,6
RK	1.2	Valaistus olohuone	0,9
RK	9.1	Pistorasiat yläk. MH+WC	5,5
RK	8.2	Valaistus piha	0,5
RK	10	Ulkosaunan varaus	4,4
PK	4.1	Valaistus autokatos	1,6
RK	6	Kiuas	1,1
RK	4	Liesi ja uuni	2,8

Jännitteenaleneman maksimiarvoksi valaistusryhmissä saatiin 1,2 voltia ryhmässä 8.3 ja pääkeskuksen ryhmässä 4.1 1,6 voltia. Kokonaisjännitteen alenema siis:

$$8.3: \quad 3,6 \text{ V} + 2,1 \text{ V} + 1,2 \text{ V} = 6,9 \text{ V}$$

$$4.1: \quad 3,6 \text{ V} + 1,6 \text{ V} = 5,2 \text{ V}$$

Muissa ryhmissä suurin jännitteen alenema ryhmässä 8.5. Kokonaisjännitteenalenema siis:

$$3,6 \text{ V} + 2,1 \text{ V} + 5,6 \text{ V} = 11,3 \text{ V}$$

Näistä arvoista lasketaan suhteellinen jännitteenalenema (Δu) kaavalla 13 [6, 234].

Valaistuksen osalta saadaan jännitteenalenemaksi

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_n} * 100\% = \frac{6,9 V}{230 V} * 100 \% = 3\% \quad (13)$$

Muiden ryhmien osalta saadaan jännitteenalenmaksi

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_n} * 100\% = \frac{11,3 V}{230 V} * 100 \% = 4,9\%$$

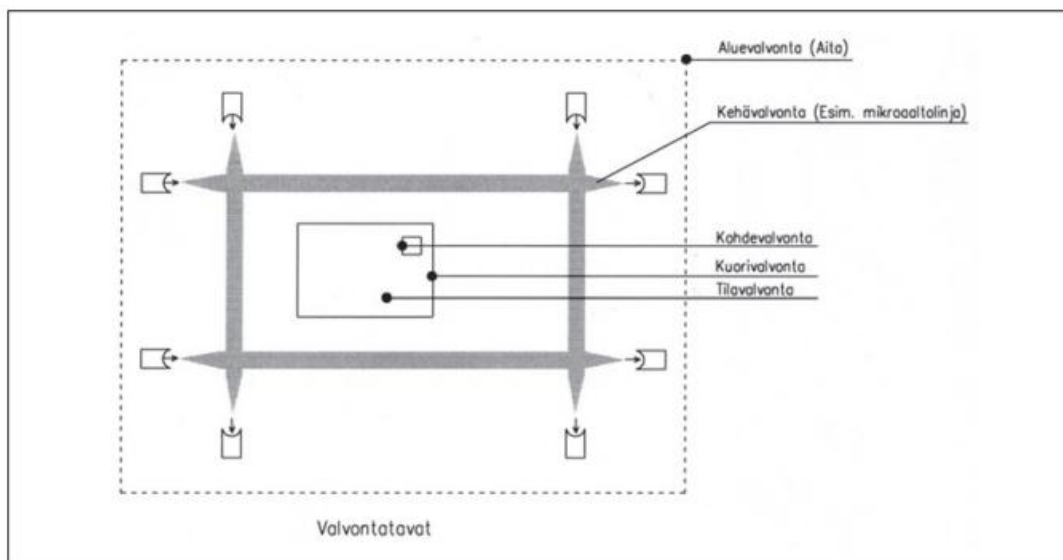
Molemmat lasketut arvot täyttävät standardin määräyksen.

4 Rikosilmoitinjärjestelmä

4.1 Perusteita rikosilmoitinjärjestelmästä

Hälytysjärjestelmän tehtävä omakotitaloissa on ilmaista luvaton liikkuminen rakennuksessa. Nykyaikaiset järjestelmät tarjoavat lisäksi esimerkiksi vesivuotojen ja tulipalojen raportointia sekä monia erilaisia ohjauksia kodin automatiikkaan. Myös kameravalvontajärjestelmät voidaan yhdistää toimimaan yhdessä rikosilmoitinjärjestelmien kanssa. Tässä opinnäytetyössä kameravalvonta on rajattu pois.

Rikosilmoitinjärjestelmälle perusta muodostuu rakenteellisesta murtosuojauksesta. Murtosuojauksen kannalta parasta olisi vyöhykkeellinen suojaus, joka on kuitenkin omakotitaloissa hieman epärealistinen toiminnan kannalta. Valvontatapoja on useita ja niiden käyttö suunnitellaan aina kohteen mukaiseksi. Valvontatapoja ovat kehä-, kuori-, tila-, ja kohdevalvonta sekä ryöstöilmaisu (kuva 2). Pienissä kohteissa kuten omakotitaloissa valvonta voi pääosin kohdistua kuori- ja tilavalvontaan. [11, 66–68.]



Kuva 2. Valvontatavat [12,8].

4.2 Järjestelmän rakenne ja laitteet

4.2.1 Keskus ja ohjauslaitteet

Rikosilmoitinjärjestelmästä löytyy aina järjestelmän keskus ja keskukseen liitettävät erilaiset ilmaisimet sekä ohjainlaitteet. Keskukset on luokiteltu Finanssialan Keskusliiton mukaan neljään eri luokkaan. Luokka 1 on alhaisin ja luokka 4 korkein vaatimuksien osalta. Omakotitaloihin ja pieniin toimistotiloihin on olemassa myös järjestelmiä, jotka eivät vastaa kyseistä luokittelua. Nämä antavat kuitenkin oikein toimiessaan turvaa omaisuuden osalta. Keskusten tulee olla myös akkuvarmennettuja, jotta ne toimivat myös sähkökatkoksen aikana. [11, 69.]

Erilaisilla käyttö- ja ohjauslaitteilla voidaan ohjata murtoilmaisinjärjestelmää. Käyttölaitteet tulee asettaa valvottuun tilaan, kuitenkin siten että käyttö on helppoa ja vaivatonta, yleensä ulosmenoreitin läheisyydessä. Käyttölaitteita on paljon erilaisia. Nykyisissä omakotitalouksiin suunnitelluissa järjestelmissä on usein kuvan 3 tapainen käyttö- ja ohjauslaite, josta voidaan toteuttaa kaikki järjestelmän tarvittavat toimenpiteet. Erillisiä ohisulkijoita ovat avain- ja koodiohisulkijat sekä biometriset ohituslaitteet. Ohituslaitteilla voidaan ohittaa koko järjestelmä tai erillisiä osia järjestelmästä. Omakotitalouksissa toiminta perustuu yleensä koko järjestelmän pois tai päälle kytkentään. Järjestelmää voidaan ohjata myös aikaohjelmalla, kulunvalvontajärjestelmällä tai etäohjauksena matkapuhelimella, joka on melko yleistä nykyisin. [11, 70–72.]

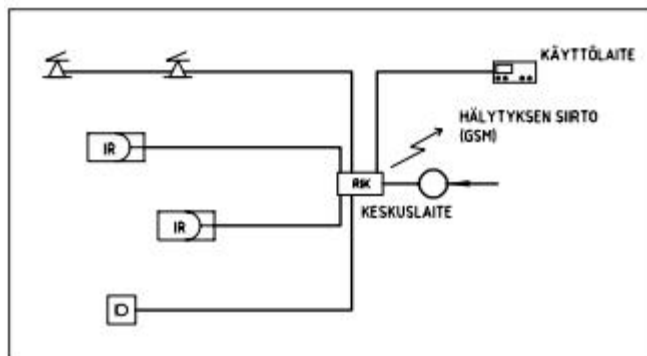


Kuva 3. Jablatron näppäimistö [13].

Murtoilmaisinjärjestelmään voidaan liittää lisätoimintoja kuten valvonnat tulipa-loista, vesivahingoista ja lämpötilan laskuista. Nämä lisätoiminnot ovat yleisiä pie-nissä kohteissa, joissa erillistä valvontaa ei näille toiminnoille ole.

4.2.2 Silmukkarakenteet

Murtoilmaisinjärjestelmissä ilmaisimet kytketään yleensä silmukkaan. Silmukka-rakenteita ovat perinteinen silmukka, osoitteellinen silmukka ja langattomat jär-jestelmät. Perinteisessä silmukkarakenteessa yhteen silmukkaan voidaan kytkeä useita eri ilmaisimia (kuva 4), mutta ilmaisimen ilmaistaessa tai vikatilanteessa ei voida paikantaa tarkasti kyseistä ilmaisinta. Yleensä silmukkaan kytetään siksi vain yksi ilmaisim. Silmukat jaetaan murto-, sabotaasi-, ryöstö-, ja viivesilmukoi-hin. [11, 72–73.]

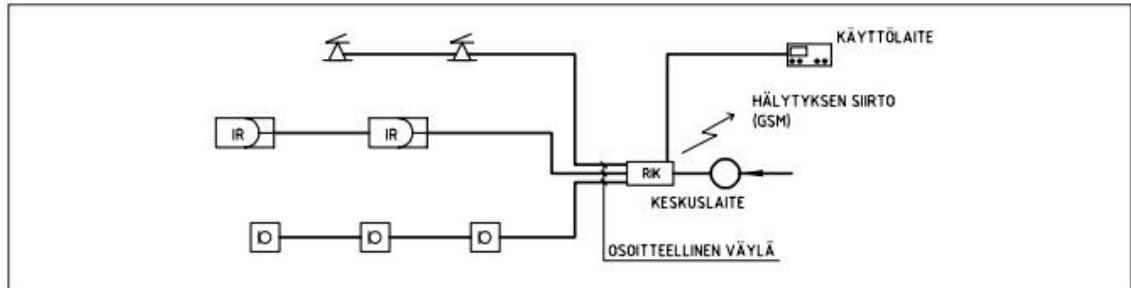


Kuva 4. Perinteinen silmukkarakenne [14,2].

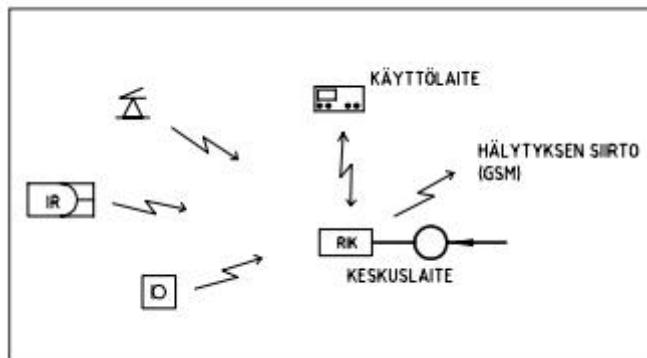
Osoitteellisessa silmukassa jokaisella laitteella ja ilmaisimella on oma osoite, jonka keskus tunnistaa. Tämä silmukkarakenne säästää kaapeloinnissa, koska yhteen silmukkaan voidaan kytkeä useita ilmaisimia. Ilmaisimet keskustelevat keskuksen kanssa väylän avulla (kuva 5). Langattomissa järjestelmissä laitteet kommunikoivat radiotaajuuksilla (kuva 6). Nykyinen taajuusalue 868 MHz on varattu vain kyseisille laitteille. Tämä on huomattavasti häiriökestävämpi kuin vanhemmissa järjestelmissä oleva 433 MHz alue, jolla on paljon muutakin liikennettä. Langattomissa järjestelmien harkintaa mahdollisessa kohteessa puoltavat seuraavat asiat:

- turvallisuustaso ei korkea

- nopea toteutus
- siirrettävyys ja muunneltavuus
- kaapelointi mahdotonta tai liian kallista



Kuva 5. Osoitteellinen murtoilmaisinjärjestelmä [14,3].



Kuva 6. Langaton murtoilmaisin järjestelmä [14,3].

Toimintavarmuutta haettaessa tulee huomioida langattoman järjestelmän eri ominaisuudet. Järjestelmä, jossa on kaksisuuntainen siirtoyhteys, on varmatoiminen, koska järjestelmä varmistaa aina viestin perille pääsyn. Järjestelmän heikkouksina voidaan todeta paristokäyttöisyys ja radioyhteyden kantama. Laadukkaimmissa langattomissa järjestelmissä nämäkin on otettu huomioon pariston valvonnalla ja erilaisten vahvistimien sekä radiohäirinnän havaitsemisten avulla. [11, 73, 75–76.]

4.2.3 Ilmaisimet

Ilmaisimien tehtävä on havainnoida luvaton toiminta valvotulla alueella. Ilmaisimien valitsemisessa tulee huomioida ilmaisintyyppin käyttötarkoitus ja sijoituspaikka. Huolimattomasti valitut ilmaisimet aiheuttavat virheellisiä hälytyksiä ja antavat järjestelmästä epäluotettavan kuvan. Ilmaisimia on useisiin eri valvontatapoihin useita erilaisia. Seuraavaksi esitellyt erityyppisiä ilmaisimia, kuitenkin pääpainon ollessa kuori- ja tilavalvonnassa esimerkkikohdetta ajatellen.

Kehävalvonnassa käytettäviin ilmaisimiin vaikuttavat esimerkiksi aitojen rakenne, luonnonilmiöt alueella ja mahdolliset eläimet. Kehävalvonnan ilmaisimia ovat IR-valokennopari, mikroaaltoaita, kapasitiivinen maakaapeli ja aitavalvontakaapeli. [11, 77.]

Kuorivalvonnan tarkoitus on havaita mahdollisen tunkeutujan tuleminen rakennuksen kuoren sisäpuolelle. Tähän tarkoitukseen on erilaiset magneettikoskettimet (kuva 7), joilla valvotaan ovien ja ikkunoiden luvatonta aukaisua. Lisäksi on olemassa lasirikkoilmaisimia, jotka havaitsevat rikkoutuvan lasin äänen. Lasirikkoilmaisimia on kahdenlaisia: ikkunapintaa kiinnitettävä ja kuunteleva. Ikkunapintaa kiinnitettävä ilmaisimella havaitsee kyseisen lasin rikkoutumisen. Kuuntelevalla ilmaisimella voidaan havaita usean eri lasipinnan rikkoutuminen. Tärinää voidaan havainnoida inertiailmaisimella, joka kuitenkin lienee vähemmän käytetty ilmaisimella. [11, 81–84.]



Kuva 7. Langaton magneettikosketin [15].

Omakotitaloissa käytetyin ilmaisimella on tilavalvontaan tarkoitettu PIR-liikeilmaisimella (kuva 8). Tällä ilmaisimella havaitaan liikkuva ihminen valvotulla alueella. PIR-ilmaisimella perustuu infrapunasäteilyn nopean vaihtelun havaitsemiseen. Vaihtelu

johtuu lämmönlähteen liikkeestä. Kyseisiä ilmaisimia on useita malleja erilaisille tilatyypeille. Lisäksi löytyy yhdistelmäilmaisimia, joissa on PIR- ja mikroaaltotekniikka tai PIR ja muita kuorivalvonnan ilmaisimia kuten magneettikosketin tai lasirikko. [11, 85, 88.]



Kuva 8. PIR-liikeilmaisim [16].

4.3 Rikosilmoitinjärjestelmän mahdollisuudet tässä kohteessa

4.3.1 Järjestelmän toimintatavoite

Opinnäytetyön kohteeseen suunnitellaan rikosilmoitinjärjestelmä. Tarkoituksena on antaa omakotitalon omistajille valmis suunnitelma, jonka mukaan rikosilmoitinjärjestelmä voidaan toteuttaa kohteessa. Järjestelmää ei todennäköisesti toteuteta heti muun rakentamisen yhteydessä, mutta otetaan muissa suunnitelmissa ja rakentamisen vaiheissa huomioon.

Tavoitteena on tuottaa mahdollisimman yksinkertainen ja helppokäyttöinen järjestelmä, joka ei vaadi paljon ylläpitotoimenpiteitä. Järjestelmä pyritään saada mahdollisimman varmatoimiseksi ja väärin hälytyksien määrät mahdollisimman pieneksi.

4.3.2 Järjestelmän suunnitelma

Suunnitelman perustana on rakenteelliset ratkaisut kohteessa. Pihavalaistusta tulee ohjata ainakin osittain liiketunnistimilla. Muutenkin piha-alueiden valaistukseen panostetaan, jotta piha-alueilla luvaton liikkuminen ei ole niin houkuttelevaa. Valaistuksessa huomioidaan, ettei pimeitä alueita rakennusten läheisyyteen tule jäämään.

Lähtökohtana on havaita luvaton tunkeutuminen kiinteistöön ja liikkuminen kiinteistön sisällä. Näihin lähtökohtiin tukiessa päädyttiin havaitsemaan liikkuminen PIR-liiketunnistimin ja luvaton tunkeutuminen ovitunnistimilla. Liiketunnistimet sijoitetaan siten että samalla havaitaan mahdollinen sisään tunkeutuminen ikkunoiden kautta. Näin ollen ei tarvita erillisiä lasirikkoilmaisimia. Tämä vähentää niin kustannuksia kuin myös mahdollisia vääriä hälytyksiäkin. Pääuloskäynnin läheisyyteen sijoitetaan sireeni, joka ilmoittaa tunkeutujalle hälytyksestä. Liitteessä 6 suunnitelma rikosilmoitinjärjestelmästä.

Useisiin murtoilmaisujärjestelmiin voidaan liittää useita lisälaitteita parantamaan kiinteistön ylläpitoa ja etähallintaa. Tässä suunnitelmassa liitetään palovaroittimet ja vesivuotovahti järjestelmään. Ovien lukituksen ohjaus olisi myös mahdollinen toteuttaa useiden rikosilmoitinjärjestelmien kautta, mutta tässä kohteessa toiminnasta luovuttiin nousevien hankintakustannuksien takia.

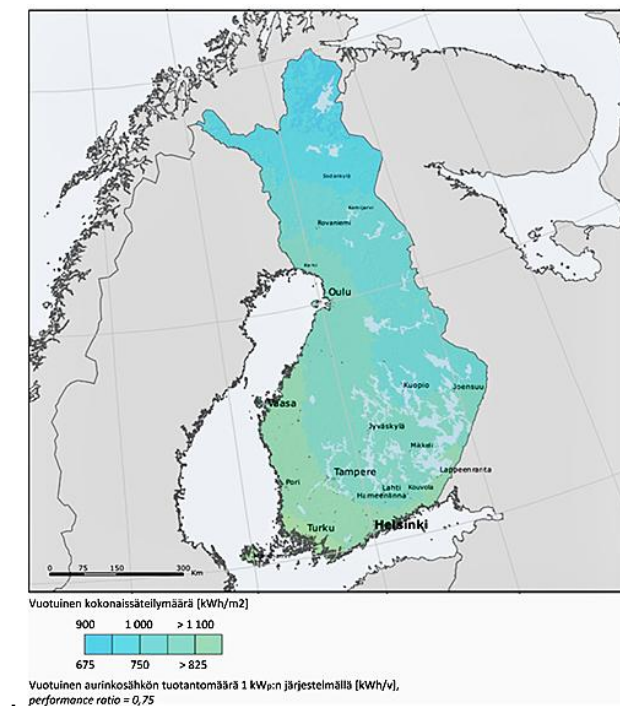
Kohteena oleva hirsitalo puoltaisi osaltaan langattoman järjestelmän valintaa kohteeseen, mutta varmatoimisempaa ja huoltovapaampaa järjestelmänä, kaapeloitu järjestelmä puoltaisi omalta osaltaan valintaa. Markkinoilta nykypäivänä löytyy myös yhdistettyjä järjestelmiä, joihin voidaan kytkeä ilmaisimia ja käyttölaitteita niin langattomina kuin langallisinkin. Tällainen kombinaatio toimisi tässä kohteessa hyvin. Liiketunnistimet ja vesivuotoilmaisimet saadaan kaapeloitua helposti kevytrakenteisissa väliseinissä sekä kattorakenteissa ja ovitunnistimet voidaan toteuttaa langattomasti. Mikäli ovitunnistimien virransyöttö katkeaa paristojen loppumisen vuoksi, liiketunnistimet havaitsevat mahdollisen tunkeutumisen kohteeseen. Huomioitava on myös järjestelmästä ilmoittavat tarrat ikkunoihin ja oviin.

Harkittavia järjestelmiä nykytekniikalla on monia ja eräinä vaihtoehtoina voisi olla Jablatron tai DSC Power. Molemmat järjestelmät vastaavat nykytekniikkaa ja molempiin voidaan liittää niin langattomia kuin langallisia käyttölaitteita ja ilmaisimia.

5 Aurinkosähköjärjestelmä

5.1 Yleistä aurinkosähköstä

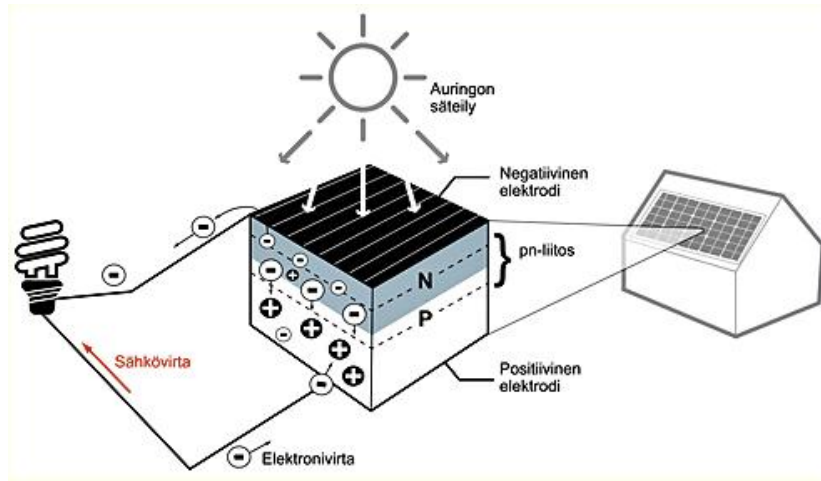
Aurinkosähköjärjestelmien toiminta perustuu auringosta tulevaan säteilyyn. Säteily koostuu suorasta säteilystä ja hajasäteilystä. Suorasäteily on suoraan auringosta tulevaa säteilyä, kun hajasäteily koostuu ilmakehästä, pilvistä ja maasta heijastuvasta auringon säteilystä. Hajasäteilyn määrä on merkittävän suuri osa kokonaissäteilyn määrästä Suomessa. Aurinkosähköjärjestelmän kannalta ei ole väliä kumpaa säteilytyyppiä paneelien käyttämä säteily on. Kokonaissäteilyn määrä optimaalisesti kallistetulle pinnalle näkyy kuvassa 9. Kuvan mukaan Joensuu säteilymäärä ei paljoakaan jää eteläisen Suomen säteilymäärästä. [17.]



Kuva 9. Vuotuinen säteily määrä optimaalisesti kallistetulle pinnalle [17]

Aurinkosäteilystä saatava energia perustuu säteilyn sisältämiin fotoneihin, jotka osuessaan puolijohdemateriaaliseen aurinkokennoon, vapauttavat elektroneja. Kuvassa 10 pn-liitokseen perustuva aurinkokennon toimintaperiaate. Aurinko-

kennot valmistetaan nykyisin pääosin piistä. Kennotyyppeinä ovat yksi-, moniki-
teinen piikkeno ja ohutkalvopaneeli. Tulevaisuuden mahdollisia kennotyyppejä
voivat olla nanokidekennot, joiden kehitys on vielä tutkimusasteella. [18.]



Kuva 10. Pn-liitokseen perustuva aurinkokennon toiminta [18].

Aurinkopaneelin tuottama sähkö on tasasähköä. Paneeleista saatava tasasähkö
voidaan käyttää seuraavanlaisesti:

- Tasasähkönä sitä käytävissä kodinkoneissa, yleensä kohteissa, jossa ei ole sähköliittymää
- Muutetaan invertterin avulla vaihtosähköksi, jolloin voidaan käyttää kaikissa talon normaalisähkölaitteissa.
- Varastoidaan sähkö akustoihin ja käytetään sähkö akuista. Tarvittaessa muutetaan akuista purettava tasasähkö vaihtosähköksi.
- Myydä invertterillä muokattu tasasähkö verkkoon ja-
keluverkkoyhtiölle, mikä ei kuitenkaan ole kannatta-
vaa. [19.]

Aurinkosähköjärjestelmää harkitessa tulee huomioida järjestelmän kannatta-
vuus, lupa-asiat sekä lainsäädäntö ja muut ohjaukset [20]. Kannattavuuteen vai-
kuttaa järjestelmän mitoitus ja hinta, sähkön hinta kohteessa ja kokonaissäteilyn
määrä. Mitoitus tulee tehdä tarkasti, koska ylimääräistä sähköä ei kannata myydä
verkkoyhtiölle siitä saatavan korvauksen määrän vuoksi [21]. Lupa-asioissa tulee

olla yhteydessä kyseiseen kuntaan, sillä paneelien asentamisessa on erilaisia käytäntöjä kuntien välillä. Sähkötöiden osalta urakoitsijalla tai järjestelmän asentajalla tulee olla vaadittavat sähköluvat. Järjestelmä kytkettäessä jakeluverkkoon, tulee jakeluverkkoyhtiöltä olla lupa tähän toimintoon [22].

5.2 Suunnitelma esimerkkikohteeseen

5.2.1 Toimintaperiaate

Opinnäytetyön kohteessa lämmitysmuodoksi on valikoitunut maalämpö, joten aurinkosähkön mahdollisuuksia kohteessa tarkastellaan tämä huomioon ottaen. Liitettäessä kiinteistö yleiseen jakeluverkkoon, aurinkosähkönkin kannattaa liittää sähköverkkoon. Järjestelmän mitoitus tulee kuitenkin tehdä siten, ettei järjestelmästä saatavaa sähköä tarvitse juuri myydä verkkoon.

Pääasiallisena toiminta-ajatuksena on käyttää aurinkoenergiaa maalämpöpumpun ohella lämmittämään käyttövesi, ohjaamalla aurinkosähkö maalämpöpumpussa oleviin sähkövastuksiin. Tällaisessa tapauksessa maalämpöpumppu lämmittää lämmitysveden, jolloin maalämpöpumpun hyötysuhde pysyy korkeammalla. Tätä toimintoa varten kannattaa varata maalämpöpumpussa olevan vesivaraajan lisäksi toinen vesivaraaja, johon aurinkosähköllä lämmitetty vesi voidaan varastoida. Kyseinen toiminta onnistuu vain aurinkoenergiaa saataessa. Muissa tapauksissa maalämpöpumppu hoitaa veden lämmityksen.

5.2.2 Kiinteistön sijainnin mahdollinen aurinkoenergian tuotto

Kiinteistön paikan tuottama aurinkosähköenergian arviointi tehtiin interaktiivisella kartta palvelulla, joka laskee tuotetun aurinkoenergian kohteessa [23]. Kuvassa 11 on kuvakaappaus, jossa näkyy kyseisen kohteen tiedot. Kyseiseen palveluun syötetään seuraavat tiedot:

- paneelien tekniikka
- järjestelmän teho
- häviöt

- kiinnityspaikka
- paneelien ilmansuunta ja kallistuskulma
- mahdolliset auringon seuraustoiminnot

Paneelit tulee olemaan katolle asennettuina ja ilmansuuntana etelä. Kallistuskulmaksi valitaan 14,4 astetta katon kaltevuuskulman mukaisesti. Palvelusta saadaan lasketut arvot kyseiselle järjestelmälle (taulukko 12)

The screenshot shows the JRC CM SAF Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps interface. The interface is divided into several sections:

- Header:** JRC CM SAF Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps. Navigation links for EUROPA, EG, JRC, DIR-C, RE, SOLAREC, PVGIS, and Interactive maps are visible. There are also flags for various countries and a 'Contact' link.
- Search and Location:** A search bar with a 'Search' button. Below it, there are input fields for Latitude and Longitude, and a 'Go to lat/lon' button. The cursor position is 62.830, 29.971 and the selected position is 62.692, 29.650.
- Map:** A satellite map showing a region in Finland. A red pin is placed on the map, indicating the location of the PV system. The map includes labels for various locations like Kuorevaara, Huhmarinen, Puntarikoski, and Joensuu.
- PV Estimation Panel:**
 - Performance of Grid-connected PV:**
 - Radiation database: Classic PVGIS [What is this?]
 - PV technology: Crystalline silicon
 - Installed peak PV power: 3 kWp
 - Estimated system losses [0;100]: 14 %
 - Fixed mounting options:**
 - Mounting position: Building integrated
 - Slope [0;90]: 14.4 ° Optimize slope
 - Azimuth [-180;180]: 0 ° Also optimize azimuth
 - Tracking options:**
 - Vertical axis Slope [0;90]: 0 ° Optimize
 - Inclined axis Slope [0;90]: 0 ° Optimize
 - 2-axis tracking
 - Horizon file: Choose File No file chosen
 - Output options:**
 - Show graphs
 - Show horizon
 - Web page
 - Text file
 - PDF
 - Calculate** button and [\[help\]](#) link.

Kuva 11. Aurinkoenergian laskenta esimerkkikohteessa [23].

Taulukko 12. Laskentatulokset aurinkoenergian laskentapalvelusta [22].

Fixed system: inclination=14°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	0.80	24.8	0.34	10.6
Feb	2.97	83.2	1.20	33.6
Mar	5.63	174	2.32	71.8
Apr	9.46	284	4.12	124
May	11.40	352	5.18	161
Jun	11.60	347	5.42	163
Jul	11.30	350	5.38	167
Aug	8.16	253	3.78	117
Sep	4.91	147	2.17	65.1
Oct	2.32	71.9	0.99	30.6
Nov	0.79	23.7	0.34	10.1
Dec	0.37	11.4	0.17	5.15
Yearly average	5.82	177	2.62	79.8
Total for year		2120		958

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Taulukon 12 mukaan aurinkosähkön tuotto on parhaimmillaan huhti- ja elokuun välillä. Tänä aikana käyttövesi voidaan lämmittää lähes kokonaan aurinkoenergialla lisävaraajan avulla. Laskelman mukaan järjestelmän vuosituotto on noin 2100 kWh.

5.2.3 Järjestelmä

Tarkasteluun valittiin kolmen kilowatin järjestelmä, koska pienimmät kolmivaiheiset järjestelmät ovat kyseisen kokoisia. Toiminnan kannalta kolmivaiheisesta järjestelmästä saadaan suurin hyöty [24]. Kolmen kilowatin järjestelmä tarvitsee 12 250:n watin aurinkopaneelia. Paneelien vaatima kattopinta-ala tulee olemaan noin 20 neliometriä. Järjestelmään tarvittavan invertterin teho kannattaa mitoittaa hieman suureksi mahdollinen laajennusvara huomioon ottaen. Invertteriltä tulee

saada tieto maalämpöpumpulle. Tällä tiedolla maalämpöpumppu ohjaa sähkövastukset päälle aurinkosähköä tuottaessa. Kuvassa 12 on esimerkki aurinkosähköjärjestelmästä.



Kuva 12. Malli aurinkosähköjärjestelmästä [25].

Järjestelmän toteuttamiseen tarvitaan selvittää kyseisen kunnan kanta aurinkosähköjärjestelmän rakentamista varten. Paikalliselle jakeluverkkoyhtiölle tulee toimittaa mikrotuotannon yleistietolomake (liite 7). Kun ylimääräistä sähköä myydään verkkoon, jakeluverkko yhtiö tulee muuttamaan mittauskeskuksen kaksisuuntaiseksi. [26.]

5.2.4 Hinta ja tuottavuus

Aurinkosähköjärjestelmän kokonaishintaa arvioidessa haettiin erilaisia pakettihintoja esimerkin kokoisista järjestelmistä. Hintoja haettiin eri suomenkielisistä verkkokaupoista sekä tilattiin tarjouslaskelma Lämpöpartio Oy:ltä (liite 8).

Tuottavuutta tarkastellaan edellä olevan laskelman avulla. Laskelman mukaan kohteen vuotuinen tuottama aurinkoenergia on noin 2100 kWh. Sähkön hinta veroineen ja siirtomaksuineen on noin 14 snt/kWh PKS Oy:n ja PKS Sähkösiirto Oy:n mukaan. Hinnan perusteella voidaan laskea vuosittainen säästettävä rahamäärä, kun oletetaan tuotettavan sähkön oma käyttö ja näin säästetään kyseinen määrä ostoenergiaa. Tästä saadaan noin 290 euron säästö vuodessa.

Saadun tarjouslaskelman mukaan järjestelmän hinta avaimet käteen sopimuksella on 9960 euroa, josta voidaan yksityisasiakkaana laskea työn osalta kotitalousvähennys (50% vuonna 2017). Näin saadaan hintaa järjestelmälle noin 8500 euroa kotitalousvähennyksen jälkeen. Takaisinmaksuajaksi näillä tiedoilla tulee noin 29 vuotta. Tarjouksen mukainen tehontuottotakuu on 25 vuotta, joten tämän mukaisilla sähkön ja kokojärjestelmän hinnoilla järjestelmän kannattavuus ei ole todellista.

Toisena esimerkkinä laskelmaan Vattenfall Oy:n valmis verkkosivuilla oleva tarjous kolmen kilowatin järjestelmästä [27]. Hinta järjestelmälle alkaen 6950 euroa. Työn osuutta tarjouksessa ei ole, joten arvioidaan edellisen esimerkin avulla työn osuudeksi noin 30 prosenttia. Tästä laskemalla työn osuus noin 2000 euroa. Työn osuudesta saatavan kotitalousvähennyksen jälkeen kokonaishinnaksi saadaan noin 6000 euroa. Takaisinmaksuajaksi tulee noin 20 vuotta. Järjestelmän kaikki osat eivät kestä kyseistä aikaa, joten tälläkin esimerkillä todetaan järjestelmän olevan kannattamaton.

Nykyisellä piihin perustuvalla tekniikalla olevien paneelien hintakehitys on pysähtynyt kovan kysynnän vuoksi vuonna 2016 ja näin ollen ei ole odotettavissa paneelien hinnan laskevan [28]. Tekniikan kehittyessä aurinkopaneelien materiaalit tulevat muuttumaan, joka mahdollistaisi hintojen alenemisen tulevaisuudessa. Mahdollinen sähkön hinnan nousu voi tulevaisuudessa lisätä järjestelmien kannattavuutta. Lisäksi tulevaisuuden älykkäät sähköverkot sekä mahdollinen akku-tekniologioiden huomattava kehitys muuttanee aurinkosähköjärjestelmät taloudellisesti kannattaviksi omakotitaloissa.

6 Pohdinta

Opinnäytetyö antoi mahdollisuuden perehtyä tarkemmin omakotitalon suunnitteluprojektiin. Työ antoi kokonaisvaltaisen kuvan koko suunnitelman toteuttamisesta, verraten opintojen aikaiseen suunnittelutyöskentelyyn. Suunnittelu antoi lisäkokemusta sähkösuunnittelijan työstä. Myös perehtyminen rikosilmoitinjärjestelmään antoi kokonaisvaltaisempaa kuvaa tämän hetken tekniikasta ja tavasta toteuttaa järjestelmiä. Aurinkosähköjärjestelmän suunnittelu avasi nykytekniikkaa ja mahdollisia tulevaisuuden toimintatapoja. Kokonaisuudessa opinnäytetyö antoi valmiuksia toimia kyseisten aiheiden kanssa tulevaisuudessa.

Työn jatkamiseksi voisi tuottaa laajemman selvityksen eri järjestelmistä ja niiden kombinaatioista nykypäivän ja tulevaisuuden omakotitaloissa ja pienkiinteistöissä. Aurinkojärjestelmien erilaiset kombinaatioita kiinteistön muiden laitteiden kanssa tulisi selvittää ja havainnollistaa tulevaisuuden älykkäiden sähköverkkojen vaikutusta omakotitaloihin.

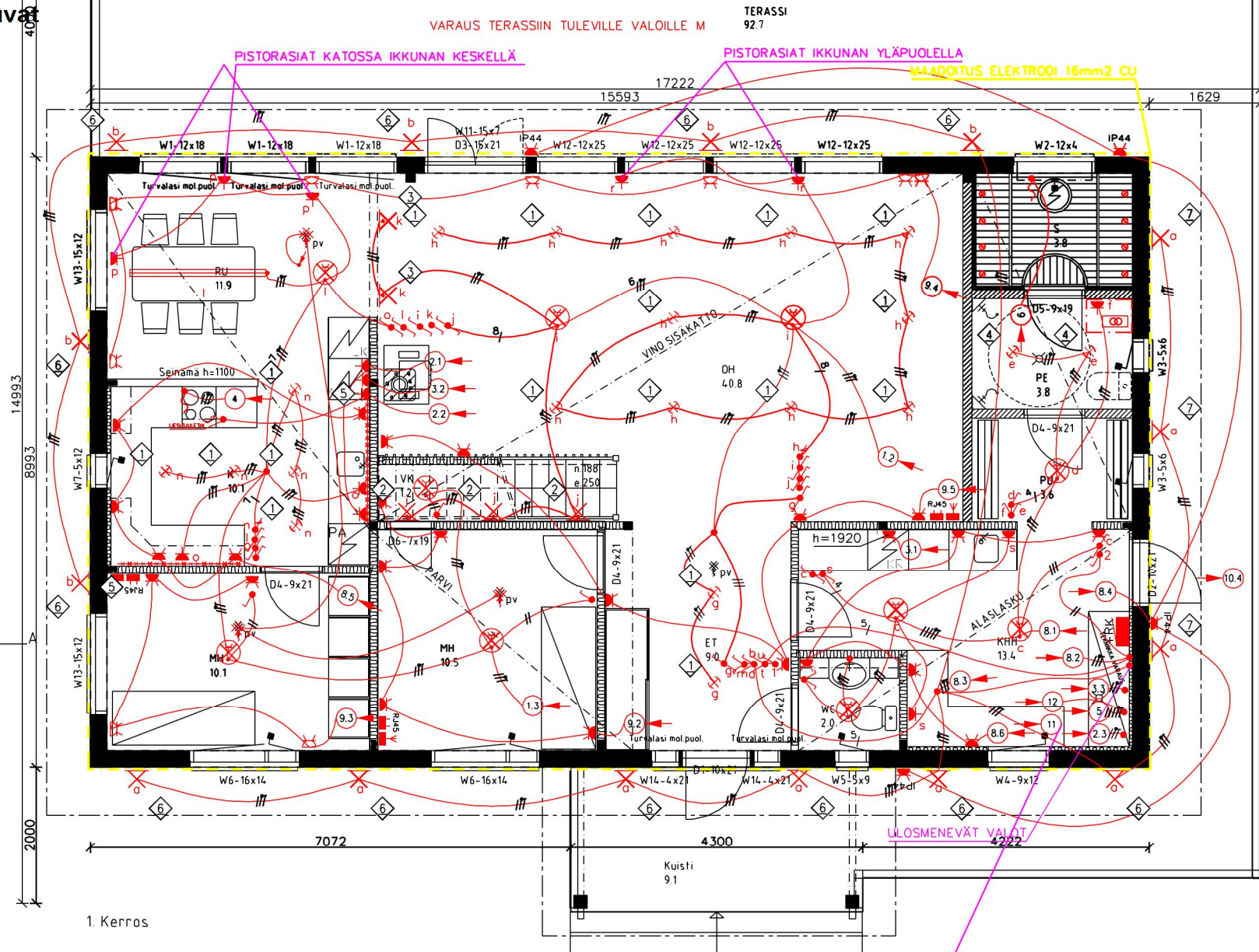
Lähteet

1. Sähkötieto ry. ST 51.73 Sähkötekniset asennusratkaisut ja yksityiskohdat hirsirakennuksissa. Espoo. Sähköinfo Oy. 2013. <http://severi.sahkoinfo.fi/item/626?search=51.73>. 23.2.2017
2. Sähkötieto ry. ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Espoo. Sähköinfo Oy. 2015. <http://severi.sahkoinfo.fi/item/420?search=13.31>. 17.1.2017.
3. Pöllänen J. St 13.31 kortin päivitys: rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. 2009. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201005179444>. 18.1.2017.
4. Anjala R. Kaapeloitujen pj-liittymisjohtojen MITOITUS JA SUOJAUS. Energateollisuus ry. 2017
5. SFS-6000-5-52 2012 SESKO ry. 23.1.2017.
6. Tiainen, E. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo Sähköinfo Oy. 2013.
7. EnstoPro. Sulaketaulukko. 2017. http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/material/attachments/vanhaamk/etuotanto/0705016/5hZP4C31v/Sulaketaulukko_0904.pdf 17.1.2017.
8. Harsia, P. Ylivirtasuojaus. Ensto. 2009. <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1204792797383/1210594480264/1210594928673/1210594967992.html>. 27.2.2017
9. EnstoPro. Johdonsuojakatkaisijoiden toimintarajavirrat. 2017. http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/material/attachments/vanhaamk/etuotanto/0705016/5hZP4sE0P/Johdonsuojataulukko_vaaka0904.pdf. 17.1.2017
10. Pussinen R. Jännitteen alenema. 21.3.2012. PowerPoint esitys.
11. Sähkötieto ry. St-käsikirja 11 Kulunvalvonta ja murtoilmaisujärjestelmät. Espoo. Sähköinfo Oy. 2016. <http://severi.sahkoinfo.fi/item/2288?search=11>. 7.2.2017.
12. Sähkötieto ry. ST 663.10 Murtoilmaisujärjestelmät. Tekninen suunnitteluohje. Espoo. Sähköinfo Oy. 2012. <http://severi.sahkoinfo.fi/item/750?search=660.05>. 1.3.2017
13. JA-81F wireless keypad. Jablatron Oy. 2017. <https://www.jablotron.com/fi/produkt/wireless-keypad-178/>. 1.3.2017.
14. Sähkötieto ry. ST 660.05 Pientalon turvallisuus- ja valvontajärjestelmä. Suunnittelu- ja asennusohje. Espoo. Sähköinfo Oy. 2015. <http://severi.sahkoinfo.fi/item/736?search=ST%20660.05>. 28.2.2017.
15. JA-183M Langaton magneettikosketin. Jablatron Oy. 2017. <https://www.jablotron.com/fi/produkt/langaton-magneettikosketin-220/>. 1.3.2017.
16. JA-150P Langaton PIR-liikeilmaisin. Jablatron Oy. 2017. <https://www.jablotron.com/fi/produkt/langaton-pir-liikeilmaisin-259/>. 1.3.2017.
17. Auringonsäteilyn määrä Suomessa. Motiva Oy. 15.11.2016. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa. 6.3.2017.
18. Aurinkosähköteknologiat. Motiva Oy. 7.2.2017. http://www.motiva.fi/etusivu_2010/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/aurinkosahkoteknologiat. 7.3.2017.

19. Auringosta sähköä. Motiva oy. 15.11.2016. http://www.motiva.fi/etusivu_2010/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa. 7.3.2017.
20. Ennen järjestelmän hankintaa. Motiva Oy. 15.11.2016. http://www.motiva.fi/etusivu_2010/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/ennen_jarjestelman_hankintaa. 7.3.2017.
21. Järjestelmän kannattavuus. Motiva Oy. 15.11.2016. http://www.motiva.fi/etusivu_2010/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/ennen_jarjestelman_hankintaa/jarjestelman_kannattavuus. 7.3.2017.
22. Lupa-asiat. Motiva Oy. 15.11.2016. http://www.motiva.fi/etusivu_2010/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/ennen_jarjestelman_hankintaa/lupa-asiat. 7.3.2017.
23. Huld, T., Dunlop. Photovoltaic Geographical Information – Interactive Maps. European Commission, Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability Renewable Energies Unit. 2017. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>. 8.3.2017.
24. Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä. Motiva Oy. 15.11.2016. http://www.motiva.fi/etusivu_2010/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/tarvittava_laitteisto/verkkoon_liitetty_aurinkosahkojarjestelma. 8.3.2017.
25. Lämpöpartio-Aurinkosähkö-20160310.indd. Lämpöpartio Oy. 10.3.2016. <http://www.lampopartio.fi/pdf/muut/aurinkosahko.pdf>. 8.3.2017.
26. Pienitehoisten tuotantolaitteistojen PKS Sähkönsiirto Oy:n sähköverkkoon. Pohjois-Karjalan sähkö Oy. 2017. <http://www.pks.fi/tuotannon-liittaminen>. 8.3.2017
27. Aurinkopaneeli omakotitaloon. Vattenfall Oy. 2016. <http://www.vattenfall.fi/fi/aurinkopaneeli-omakotitaloon.htm#m>. 9.3.2017.
28. Aurinkojärjestelmien hinta. Motiva Oy. 23.11.2016. http://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelmien_hinta. 9.3.2017.

Sähkökuva

Liite 1 1(7)



VARAUS TERASSIIN TULEVILLE VALOILLE M

TERASSI
92.7

PISTORASIAKATOSSA IKKUNAN KESKELLÄ

PISTORASIAKATOSSA IKKUNAN YLÄPUOLELLA

MAÄRÖTYS ELEKTRODI 16mm² CU

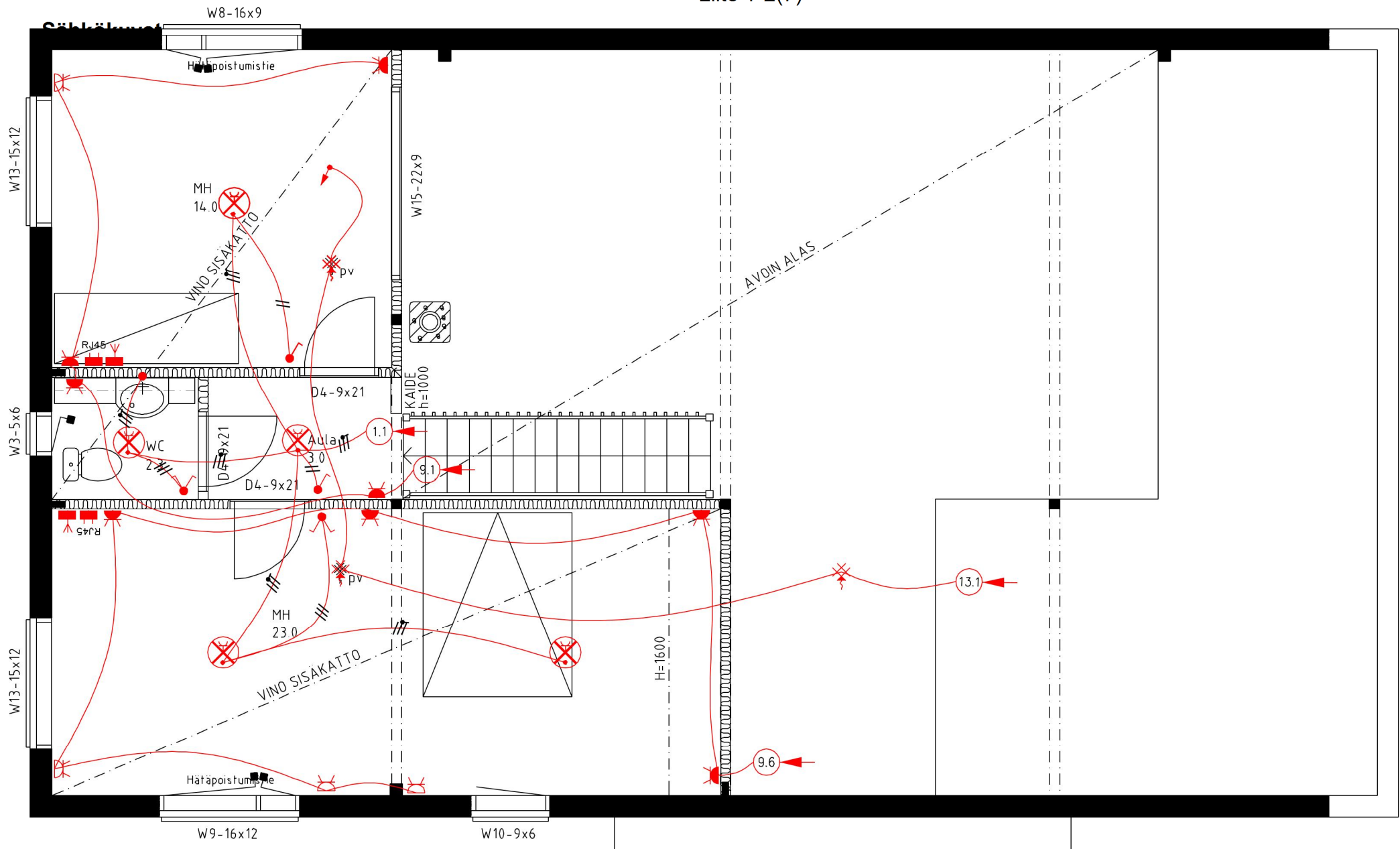
1499.3
899.3
2000

1. Kerros

JÄTEPUMPUN KESKUS TEKNIKKATILASSA KTS ERILLINEN PUMPPAAMON ASENNUS JA HUOLTO-OHJE JA E Avenue AS1S

LÖSOMENEVÄT VALOT
4222

Liite 1 2(7)



2. Kerros

Sähkökuvat

KAAPELOINNIT

PISTORASIA RYHMÄT:

16A RYHMÄT MMJ 3x2,5S TAI VASTAAVA PUTKIOHTO

10A RYHMÄT 3x1,5S TAI VASTAAVA PUTKIOHTO

VALAISTUSRYHMÄT















SYÖTÖT MMJ 3x1,5S TAI VASTAAVA PUTKIOHTO
KYTKINTEN JOHDOTUKSET KUVISSA
NÄKYVÄLLÄ JOHDIN MÄÄRÄLLÄ

SÄHKÖLAITTEET

KAAPELOINNIT KESKUSKAAVIOSTA

PALOVAROITIN KAAPELOINTI 3x0,5 HÄLYKAAPELI

ULKOSEINÄVALOJEN KAAPELOINTI:
JAKORASIA KEHIKÖN YLÄPÄÄHÄN JOSSA KETJUTUS
JA SYÖTTÖ VALAISIMELLE HIRSIPORAUKSESSA

-  1 LUMIANCE TREND SWING LED IP 23 TAI VASTAAVA
-  2 LED SEINÄVALAISIN WALLCUBIC 2 (SUPERLED: LED-Seinävalo, 10W, 730lm, 167*130*54mm, IP54, TAI VASTAAVA)LED-seinävalaisin Trio Sacramento 75x235x70 mm antrasiitti
-  3 SEINÄVALAISIN MARKSLÖJD STELLA 1-OSAINEN TERÄS IP44
-  4 LED-alasvalo Inset TrendSwing 6W GU10 IP44 25° Ø 95x100 mm
himmennettävä valkoinen TAI VASTAAVA
-  5 LEDLISTA (KEITTIÖKALUSTE TOIMITUKSESSA)
-  6 ULKOSEINÄVALAISIN STARLUX DUNDEE LED 2-OS IP44 TAI VASTAAVA
-  7 ULKOSEINÄVALAISIN STARLUX DUNDEE LED 2-OS IP44 VALO VAIN ALASPÄIN TAI VASTAAVA
- VALAISINKISKO UR01 2,0 TAI VASTAAVA
-  PISTORASIA KAKSIOSAINEN IMPRESSIVO TAI JUSSI SARJA VALKOINEN
-  LISTAPISTORASIA KAKSIOSAINEN IMPRESSIVO TAI JUSSI SARJA VALKOINEN
-  PISTORASIA YKSIOSAINEN IMPRESSIVO TAI JUSSI SARJA VALKOINEN
-  IP44 PISTORASIA KAKSIOSAINEN IP 44 IMPRESSIVO TAI KOSTI SARJA VALKOINEN
-  RJ45 DATAPISTORASIA IMPRESSIVO TAI JUSSI SARJA VALKOINEN
-  ANTENNIPISTORASIA IMPRESSIVO TAI JUSSI SARJA VALKOINEN
-  VALAISINPISTORASIA VALKOINEN 2-NAP MAADOITETTU
- KYTKIMET JA SÄÄTIMET IMPRESSIVO TAI JUSSI SARJA VALKOINEN

Sähkökuvat

SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :

1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS 400 V 63 A 50 Hz
2. TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS 10 kA
3. TASATTU- / ASENETTU TEHO / COSFII _____ kW _____ kW _____ cosfii
4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT EI ON JÄNNITE _____ V VIRTA _____ A
5. AC-KISKOT TAI JOHTIMET L1,N L1,N,PE L1,L2,L3,N L1,L2,L3,N,PE

RAKENNETIEDOT :

1. KESKUSLAJI KENNO KOTELO KEHIKKO
2. ASENNUSTAPA PINTA UPPO KOTEL. LUOKKA IP 34
3. KIINNITYS LATTIA SEINÄ
4. OVILAITE LUKKO SALPA
5. LATT.SEIS.KESK. POHJALEVYT AVOIN PALONKESTÄVÄ
6. MAALAUS VAKIO ERIKOIS
7. MITAT KORKEUS : 950 LEV. : 450 SYV. : 160

KALUSTUSTIEDOT :

1. KALUSTUSTYYPPI KIINTEÄ ULOSV. ULOSOT.
2. KALUSTUSTAPA YKSIKÖ KESKITETTY
3. MERKKILAMPUT HEHKU HOHTO LEDI
4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA SÄHKÖLAITOS VALMISTAJA

KAAPELOINTI :

1. SYÖTTÖKAAPELI YLHÄÄLTÄ ALHAALTA
2. PÄÄKAAPELIT YLHÄÄLTÄ ALHAALTA KOJEISIIN RIVIL.
3. OHJAUSKAAPELIT YLHÄÄLTÄ ALHAALTA KOJEISIIN RIVIL.

TUNNUSMERKINNÄT :

1. TUNNUSKILVET VALM.NORM. ERILL.OHJE
2. KOJEMERKINNÄT JUOKSEVA KENNOKOHT. ERILL.OHJE

MUUT TIEDOT : UTUCOLLIE 3806P63 2T+PR 63A

Suunn. /16.12.2016 Kokonaisuus Sähköpositio Työnumero

Piirt. Lehti Piirustusnumero

Tork. 1/2

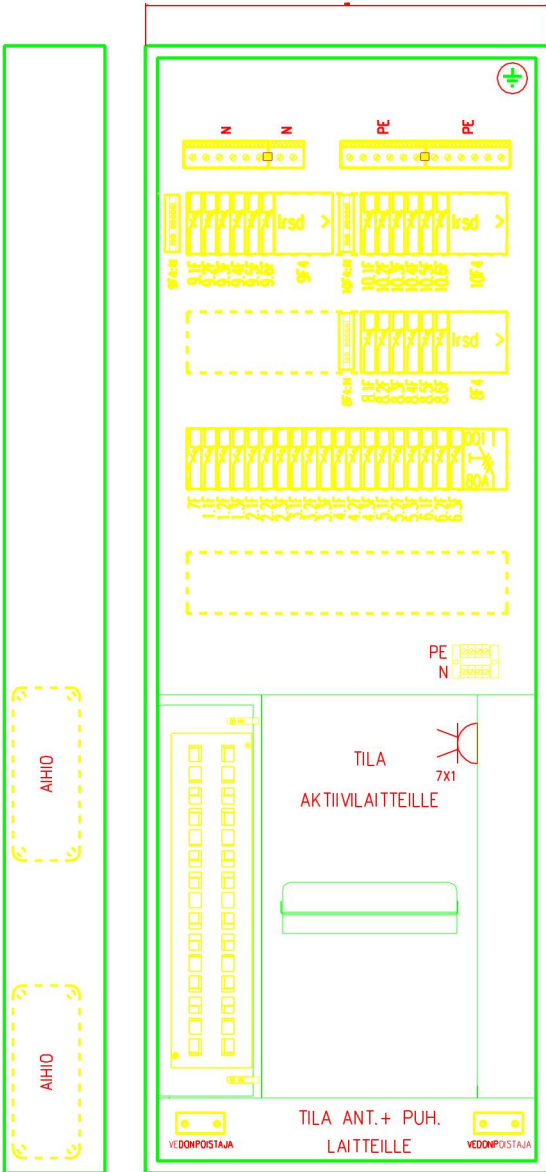
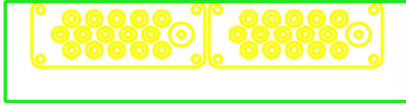
SÄH

D muutos
E muutos
F muutosA muutos
B muutos
C muutos

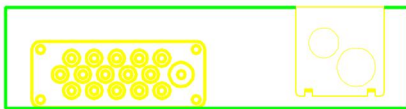
							11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
							KESKUS							RYHMÄ	OSOITE					A/A	JOHDOTUS				
							Sähkökuvat														Liite 1 3(7)				
D muutos	E muutos	F muutos	<p>POTENTIALILIN TASAUS</p> <p>MAADOLTUSELEKTRODI</p> <p>PUIKISTOMAADOLTUS</p> <p>ANI. LAITTEIDEN MAAD.</p> <p>KESKUKSEN ULKOPUOLELLA</p> <p>KESKUKSEN SINETÖITY OSA</p> <p>80A OQ1</p> <p>kWh</p> <p>AI/Cu</p> <p>1F4 4x25A/30mA</p> <p>1X1</p> <p>2X1</p>								LIITTYMISJOHTO						AXMK F2 4x25 S								
															NOUSU RK						MCMK 4x10+10				
														1.1	PR 2x16A+N+PE KESKUKSESSA					C16					
														1.2	PR VARASTO					C16	MMJ 3x2.5 S RU				
														1.3	PR AUTONLÄMMITYS					C16	MMJ 3x2.5 S RU				
														3.1	LÄMMITYS VARASTO					C16	MMJ 3x2.5 S RU				
														4.1	VALAISTUS AUTOKATOS					B10	MMJ 3x1.5 S RU				
A muutos	B muutos	C muutos																							
														Suunn. /16.12.2016		Kokonaisuus =PK		Sähköpositio		Työnumero					
														Piirt.		Lehti 2/2		Päärustusnumero							
														Tark.				SÄH							

Sähkökuvat

2 x MC-MULTIGATE 16



Keskuksen syvyys 125 mm



MC-MULTIGATE 16
Aihiot 1x48+1x37,5 mm



UTU OY
MADE IN FINLAND

MALLI IT-bulldog 3836J/1400

InA 50 A EN 61 439-3

Un 400 V IP 30

F 50 Hz TYÖ N:0

KESKUKSESSA SUOJAOSVI

EN 61 439-3	Sähkö n:o 3332178	Nimellinen tasoituskerroin	2--3 autom./vaihe 0,8
Malli IT-bulldog 3836J/1400			4--5 autom./vaihe 0,7
Pl / kW	InA / A	Un / V	PH / kW
			6--9 autom./vaihe 0,6
Nimellisjännite	Un	400 V	Nimellistaaajuus
			50 Hz
Apupiirin nimellisjännite	- V	Suojaus sähköiskulta	Suojamaad. ja kotelointi
Nimellisieristysjännite	Ui	400 V	Maadoitusjärjestelmä
			TN-S järjestelmä
Nimellisvirta, keskus	InA	50 A	Ympäristöolot
			Normaalit
Nimellisvirta, piirit	InC	- A	EMC-käyttöympäristö
			A ja B
Terminen rajavirta	Icw 1s	< 10 kA	Paino
			- kg
Dynaaminen rajavirta	Ipk	- kA	

NIMELÄINEN
MAJALAHDENTIE 6B
80510 Onttola

Suunn. JNi /30.1.2017

Kokonaisuus

Sähköpositio

Työnumero 1

Piirt.

Lehti 1/3

Piirustusnumero

Tark.

SÄH

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28					
	KESKUS								RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDOTUS											
	Sähkökuvat																			Liite 1 5(7)			
										Pääkytkin	80A												
									1.1	VALAISTUS YLÄKERTA	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									1.2	VALAISTUS OLOHUONE	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									1.3	VALAISTUS KEITTIÖ, MAKUUHUONEET	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									2.1	JÄÄKAAPPI, PAKASTIN	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									2.2	MIKRO, LIESITUULETIN	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									2.3	KESKUSPÖLYMURI	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									3.1	PYYKINPESUKONE, KUIVAUSRUMPU	C16	MMJ 3x2.5 S RU											
									3.2	ASTIANPESUKONE	C16	MMJ 3x2.5 S RU											
									3.3	IV-KONE	C16	MMJ 3x2.5 S RU											
									4		C16												
									4	LIESI JA UUNI	C16	MMJ 5x2.5 S RU											
									4		C16												
									5		C16												
									5	MAALÄMPÖPUMPPU SÄHKÖVAST	C16	MMJ 5x2.5 S RU											
									5		C16												
									6		C16												
									6	KIUAS	C16	MMJ 5x2.5 S RU											
									6		C16												
									7	PR 2x16A+ N+PE KESKUKSESSA	C10												
									8.1	VALAISTUS KHH, WC, PH, S	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									8.2	VALAISTUS PIHA	B10	MCMK 2x1.5/1.5											
									8.3	VALAISTUS ULKOSEINÄT	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									8.4	PR ULKOSEINÄ	C16	MMJ 3x2.5 S RU											
									8.5	PR KEITTIÖ	C16	MMJ 3x2.5 S RU											
									8.6	PR KHH, WC	C16	MMJ 3x2.5 S RU											
									9.1	PR YLÄK MH, WC	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									9.2	PR MH 10.5 + VK	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									9.3	PR MH 10.1	C10	MMJ 3x1.5 S RU											
									9.4	PR OLOHUONE, RUOKAHUONE	C16	MMJ 3x2.5 S RU											
									9.5	PR OLOHUONE, ETEINEN	C16	MMJ 3x2.5 S RU											
									9.6	PR YLÄK. MH	C16	MMJ 3x2.5 S RU											

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

KESKUS

RYHMÄ

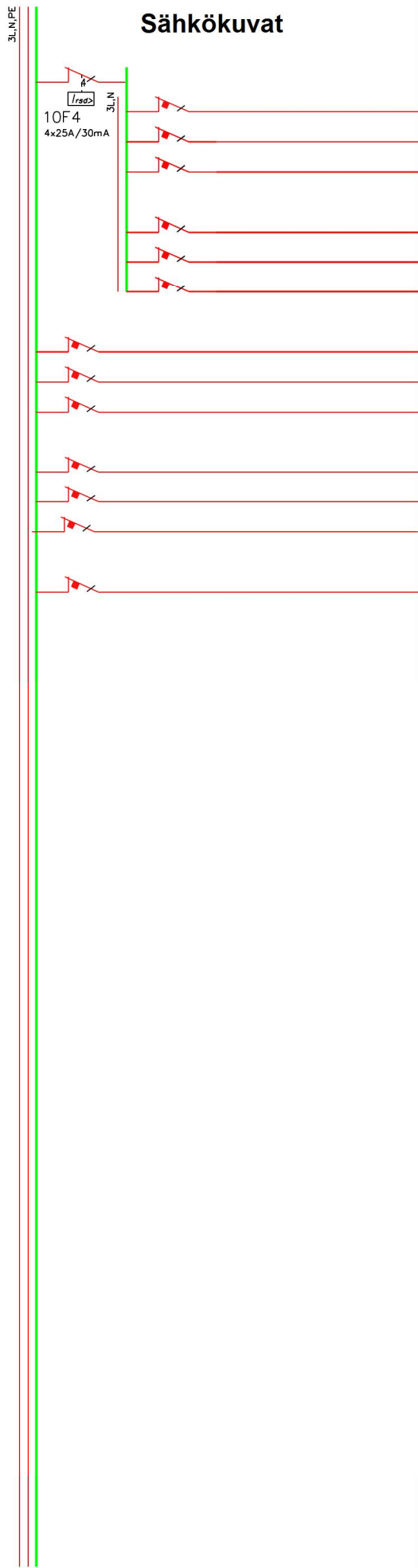
OSOITE

A/A

JOHDOTUS

Liite 1 6(7)

Sähkökuvat



RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDOTUS
10.1		C10	
10.2		C10	
10.3		C10	
10		B16	
10	ULKOSAUNA VARAUS	B16	MCMK 4x2.5/2.5
10		B16	
11		C16	
11	JÄTEVESIPUMPPU	C16	MCMK 4x2.5/2.5
11		C16	
12		C10	
12	MAALÄMPÖPUMPPU KOMPRESSORI	C10	MMJ 5x1.5 S RU
12		C10	
13.1	PALOVAROITTIMET	C10	MMJ 3x1.5 S RU

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

Kalusteluettelo keittiö

Winner elementtilista: 50116/1/1

Tulostettu: 24.11.2016

Sivu 1 / 3

Elementtilista

Sij	Koodi, Valmistaja	Määrä	Yks.	Kuvaus
1	GD178-02, NOBILIA jääkaappi/pakastin-yhdistelmälle	1,000	kpl	Kodinkonekomero aukon korkeus: 1780 mm
1.1	PK1803, NOBILIA	1,000	kpl	Integroitu jääkaappi PK 1803, DESIGN LINE Energialuokka: A+ 100 W, 230-240 V Kulutus: 143kWh/v Melutaso: 34 dB
2	HWA16-02, NOBILIA	1,000	kpl	Päätypaneeli 16 mm syvyys: 585 mm
3	GGSP60-02, NOBILIA	1,000	kpl	Kodinkonekomero astianpesukoneelle aukon korkeus: 870 mm
3.1	GSB60, NOBILIA	1,000	kpl	Ovi integroidulle astianpesukoneelle, ilman vedintä, 573 mm korkea
3.2	SLGSP, NOBILIA päällä	1,000	kpl	Suojanauha työtasolle astianpesukoneen
3.3	JM15AA51, NOBILIA	1,000	kpl	JUNKER: Microwave JM 1*AA51 Ruostumaton teräs 5 tehotosaa (800, 600, 360, 180, 90 W) 1.27 kW power: 800 w tilavuus: 17 l
4	HWA16-02, NOBILIA	1,000	kpl	Päätypaneeli 16 mm syvyys: 585 mm
5	UI2DA60, NOBILIA	1,000	kpl	Laatikosto premium
5.1	BE60S, NOBILIA muunneltava	1,000	kpl	Ruokailuvälinelokerikko SCOOP harmaa,
6	SPUAD-AS60, NOBILIA	1,000	kpl	Allaskaappi premium sis. jätejärjestelmän
6.1	MP-SPUR, NOBILIA	1,000	kpl	Lisäveloitus, korkea takapaneeli allaskaapille 560 mm syvä sivu
6.2	19601, NOBILIA	1,000	kpl	Tilaa säästävä liitin 021
7	U2DA60, NOBILIA	1,000	kpl	Laatikosto premium
8	GD178-02, NOBILIA jääkaappi/pakastin-yhdistelmälle	1,000	kpl	Kodinkonekomero aukon korkeus: 1780 mm
8.1	PG1803, NOBILIA DESIGN LINE	1,000	kpl	PROGRESS integroitu jääkaappi PK 1803, tilavuus: 208 l energialuokka: A+ 150 W, 230-240 V kulutus: 306 kWh / v
9	HWK16-01, NOBILIA	1,000	kpl	Päätypaneeli rungon korkeudessa Syvyys: 585 mm, Korkeus: 1930 mm
10	UI2DA100, NOBILIA	1,000	kpl	Laatikosto premium
11	UEDSA100-50, NOBILIA premium	1,000	kpl	Kulmakaappi, kääntyvät ulosvedettävät hyllyt
11.1	RM-UESA100-50R, NOBILIA	1,000	kpl	Liukuestematto, antrasiitti UEDSA* (23190/23191/23192), UEDSA*M (43190/43191/43192), UESA*

HUOM: Piirustus on ainoastaan suuntaa-antava.

Kalusteluettelo keittiö

Winner elementtilista: 50116/1/1

Tulostettu: 24.11.2016

Sivu 2 / 3

			(25190/25191/25192), UEV(S)A*	
12	UI2DA120, NOBILIA	1,000	kpl	Laatikosto
12.1	BE-G120S, NOBILIA	1,000	kpl	Ruokailuvälinejakaja SCOOP
13	UEDK90, NOBILIA	1,000	kpl	Kulmapöytäkaappi karusellilla premium
13.1	RM-UEK90, NOBILIA	1,000	kpl	Anti-slip matto, antrasiitti kulmapöytäkaapille
14	RKS-72, NOBILIA materiaalilla, 16 mm	18,000	dm	Pöytäkaapin taustapaneeli rungon
15	U3SA30, NOBILIA	1,000	kpl	Laatikosto premium
16	HUS60, NOBILIA	1,000	kpl	Uunikaappi, premium
16.1	PBN23100X, NOBILIA kellolla, rst	1,000	kpl	PROGRESS integroitu uuni PBN 23*00 X, 1.9 kW, 220-240 V kulutus, perinteinen: 0.83 kWh, kiertoilma: 0.82 kWh tilavuus: 57 l
16.2	PZ1110, NOBILIA	3,000	kpl	Uunipannu, emali
16.3	PZ1502, NOBILIA	1,000	kpl	Teleskooppiset kiskot
16.4	PAI6000E, NOBILIA	1,000	kpl	Keraaminen liesi PAI 6000 E induktiolla teräs/PROGRESS 1 induktiolevy 145 mm w. 1.4/2.5 kW 2 induktiolevyä 180 mm w. 1.8/2.8 kW 1 induktiolevy 210 mm w. 2.3/3.7 kW
17	NV52, NOBILIA	18,000	dm	Välitilalevy
18	NV52, NOBILIA	21,500	dm	Välitilalevy
19	W60-02, NOBILIA	1,000	kpl	Seinäkaappi
19.1	MP-LED, NOBILIA	1,000	kpl	Lisäveloitus LED pohjavalaistuksesta
20	WAG60-02, NOBILIA	1,000	kpl	Seinäkaappi, valutusritilä astioille
21	W60-02, NOBILIA	1,000	kpl	Seinäkaappi
21.1	MP-LED, NOBILIA	1,000	kpl	Lisäveloitus LED pohjavalaistuksesta
21.2	LED-SSETF, NOBILIA	1,000	kpl	Led aloitussetti emotion kauko-ohjauksella
22	WFL100-02, NOBILIA	1,000	kpl	Seinäkaappi, taitto/nosto-ovi
22.1	MP-LED, NOBILIA	1,000	kpl	Lisäveloitus LED pohjavalaistuksesta
22.2	LED-SSETF, NOBILIA	1,000	kpl	Led aloitussetti emotion kauko-ohjauksella
23	WFL100-02, NOBILIA	1,000	kpl	Seinäkaappi, taitto/nosto-ovi
23.1	MP-LED, NOBILIA	1,000	kpl	Lisäveloitus LED pohjavalaistuksesta
24	WFLGG90-02, NOBILIA	1,000	kpl	Seinäkaappi, taitto/nosto-ovi Ovet lasikehyksellä sis.
24.1	MP-LMP-O, NOBILIA	1,000	kpl	Lisähinta lasiseinäyksiköille
24.2	MP-LED, NOBILIA	1,000	kpl	Lisäveloitus LED pohjavalaistuksesta
24.3	LED-SSETF, NOBILIA	1,000	kpl	Led aloitussetti emotion kauko-ohjauksella

HUOM: Piirustus on ainoastaan suuntaa-antava.

Kalusteluettelo keittiö

Winner elementtilista: 50116/1/1

Tulostettu: 24.11.2016

Sivu 3 / 3

25	CLOUDFIVE90IX, NOBILIA FIVE 90 IX	1,000	kpl	ELICA: Kattoon asennettava liesikupu CLOUD 1 moottori, 4 tehoa valaistus : 4 x 20 W halogeeni 220 W max. 500 m³/h IEC - 58 dB (A) re1pW
26	87482, NOBILIA	1,000	kpl	Schock: upotettava allas mono n-100
500	APN60, NOBILIA	12,000	dm	Työtaso APN pyöristetyllä reunalla
502	APN60, NOBILIA	15,700	dm	Työtaso APN pyöristetyllä reunalla
502.1	AP-NF, NOBILIA	1,000	kpl	Työtasoliitos
503	APN60, NOBILIA	21,500	dm	Työtaso APN pyöristetyllä reunalla
504	APN100, NOBILIA	21,500	dm	Työtaso APN pyöristetyllä reunalla
504.1	AP-NF, NOBILIA	1,000	kpl	Työtasoliitos
504.2	APN-K, NOBILIA lisäreunoitukselle.	21,500	dm	Lisäveloitus työtasojen ja pöytien Hinta per 100 mm.
505	SB15, NOBILIA lattiaprofiiliin	103,620	dm	Sokkelilevy paksuus: 13 mm, sisältää vakio toimituspituus 2200 mm ja 3350 mm

HUOM: Piirustus on ainoastaan suuntaa-antava.

Oikosulkusuojaustarkastelu

Keskus	Ryhmä numero	Nimi	Johdonsuojak atkaisija	Ryhmän pituus [m]	Kaapelointi
RK	8.3	Valaistus ulkoseinät	C10	42	MMJ 3x1,5S
RK	8.5	Pistorasiat keittiö	C16	32	MMJ 3x2,5S
RK	1.2	Valaistus olohuone	C10	45	MMJ 3x1,5S
RK	9.1	Pistorasiat yläk. MH+W	C10	28	MMJ 3x1,5S
RK	8.2	Valaistus piha	C10	60	MCMK 2x1,5+1,5S
RK	10	Ulkosaunan varaus	C16	50	MCMK 4x2,5+2,5S
PK	4.1	Valaistus autokatos	C10	100	MCMK 4x2,5+2,5S

Lasketaan oikosulkuvirran arvot kaavalla: $I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}}$

$Z_v =$ ryhmäkeskuksella 0,762 Ω ja pääkeskuksella 0,627 Ω .

Ryhmänumero 8.3: $I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 400V}{(0,762\Omega + (0,042\text{km} \cdot 2 \cdot (\frac{14,62\Omega}{\text{km}}))) \cdot \sqrt{3}} = 104 A$

8.5: $I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 400V}{(0,762\Omega + (0,032\text{km} \cdot 2 \cdot (\frac{8,77\Omega}{\text{km}}))) \cdot \sqrt{3}} = 157 A$

1.2: $I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 400V}{(0,762\Omega + (0,045\text{km} \cdot 2 \cdot (\frac{14,62\Omega}{\text{km}}))) \cdot \sqrt{3}} = 100 A$

9.1: $I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 400V}{(0,762\Omega + (0,028\text{km} \cdot 2 \cdot (\frac{14,62\Omega}{\text{km}}))) \cdot \sqrt{3}} = 131 A$

8.2: $I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 400V}{(0,762\Omega + (0,060\text{km} \cdot 2 \cdot (\frac{14,62\Omega}{\text{km}}))) \cdot \sqrt{3}} = 82 A$

10: $I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 400V}{(0,762\Omega + (0,050\text{km} \cdot 2 \cdot (\frac{8,77\Omega}{\text{km}}))) \cdot \sqrt{3}} = 126 A$

4.1: $I_v = \frac{c \cdot U}{Z_v \cdot \sqrt{3}} = \frac{0,9 \cdot 400V}{(0,627\Omega + (0,100\text{km} \cdot 2 \cdot (\frac{8,77\Omega}{\text{km}}))) \cdot \sqrt{3}} = 87 A$

Ylikuormitussuojaustarkastelu

Keskus	Ryhmä numero	Nimi	Johdonsuoja katkaisija	Teho [kW]	Virta [A]	Kaapelointi
RK	2.2	Mikro, Liesituuletin	C10	1,5	6,5	MMJ 3x1,5S
RK	2.3	Keskuspölyimuri	C10	1,5	6,5	MMJ 3x1,5S
RK	3.1	Pyökinpesukone, KR	C16	3,5	15,2	MMJ 3x2,5S
RK	4	Liesi ja uuni	3xC16	9,3	13,4	MMJ 5x2,5S
RK	5	ML pumppi svastukset	3xC16	9	13	MMJ 5x2,5S
RK	6	Kiuas	3xC16	9	13	MMJ 5x2,5S
RK	8.5	PR keittiö	C16	3	13	MMJ 3x2,5S
RK	9.1	PR yläk mh, wc	C10	2	8,7	MMJ 3x1,5S
RK	12	ML pumppu kompressor	3xC10	5,3	7,6	MMJ 5x1,5S
PK	1.3	PR auton lämmitys	C16	3,5	15,2	MMJ 3x2,5S

Kaava 1: $I_B \leq I_N < I_Z$

Kaava 2: $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$

2.2	Kaava 1:	$6,5 \text{ A} \leq 10 \text{ A} < 14 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 10 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 14 \text{ A}$	=> OK
2.3	Kaava 1:	$6,5 \text{ A} \leq 10 \text{ A} < 14 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 10 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 14 \text{ A}$	=> OK
3.1	Kaava 1:	$15,2 \text{ A} \leq 16 \text{ A} < 19 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 16 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 19 \text{ A}$	=> OK
4	Kaava 1:	$13,4 \text{ A} \leq 16 \text{ A} < 19 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 16 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 19 \text{ A}$	=> OK
5	Kaava 1:	$13 \text{ A} \leq 16 \text{ A} < 19 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 16 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 19 \text{ A}$	=> OK
6	Kaava 1:	$13 \text{ A} \leq 16 \text{ A} < 19 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 16 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 19 \text{ A}$	=> OK
8.5	Kaava 1:	$13 \text{ A} \leq 16 \text{ A} < 19 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 16 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 19 \text{ A}$	=> OK
9.1	Kaava 1:	$8,7 \text{ A} \leq 10 \text{ A} < 14 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 10 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 14 \text{ A}$	=> OK
12	Kaava 1:	$7,6 \text{ A} \leq 10 \text{ A} < 14 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 10 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 14 \text{ A}$	=> OK
1.3	Kaava 1:	$15,2 \text{ A} \leq 16 \text{ A} < 19 \text{ A}$	=> OK
	Kaava 2:	$1,45 \cdot 16 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 19 \text{ A}$	=> OK

Jännitteen aleneminen

Keskus	Ryhmän umero	Nimi	Johdonsuoja katkaisija	Teho [kW]	Virta [A]	Ryhmän pituus [m]	Kaapelointi
RK	8.3	Valaistus ulkoseinät	C 10	0,3	1,3	42	MMJ 3x1,5S
RK	8.5	Pistorasiat keittiö	C 16	3	13	32	MMJ 3x2,5S
RK	1.2	Valaistus olohuone	C 10	0,2	0,9	45	MMJ 3x1,5S
RK	9.1	Pistorasiat yläk. MH+WC	C 10	2	8,7	28	MMJ 3x1,5S
RK	8.2	Valaistus piha	B 10	0,1	0,4	60	MCMK 2x1,5+1,5S
RK	10	Ulkosaunan varaus	3xB16	5	7,6	50	MCMK 4x2,5+2,5S
PK	4.1	Valaistus autokatos	B 10	0,15	0,7	100	MCMK 4x2,5+2,5S
RK	6	Kiuas	3xC16	9	13	7	MMJ 5x2,5S
RK	4	Liesi ja uuni	3xC16	9,3	13,4	18	MMJ 5x2,5S

Johdinten poikkipinta A/mm ²	Kupari		Alumiini	
	Resistanssi	Reaktanssi	Resistanssi	Reaktanssi
	r	x	r	x
4 × 1,5	11,80	0,115		
4 × 2,5	7,07	0,110		
4 × 4	4,42	0,107		
4 × 6	2,95	0,100		
4 × 10	1,81	0,094		
4 × 16	1,14	0,090	1,87	0,090
4 × 25	0,72	0,086	1,20	0,086
4 × 35	0,53	0,083	0,88	0,083
4 × 50	0,39	0,083	0,64	0,083
4 × 70	0,27	0,082	0,44	0,082
4 × 95	0,20	0,082	0,32	0,082
4 × 120	0,16	0,080	0,25	0,080
4 × 150	0,13	0,080	0,21	0,080
4 × 165	0,10	0,080	0,17	0,080
4 × 240	0,08	0,079	0,13	0,079
4 × 300	0,06	0,079	0,11	0,079

Kolmivaiheinen jännitteen alenema:

$$\Delta U = I * s * \sqrt{3} * (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (1)$$

Yksivaiheinen jännitteen alenema:

$$\Delta U = I * 2 * s * (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (2)$$

missä ΔU = Jännitteen alenema volteissa

I= kuormitusvirta

s= johdonpituus (m)

r = ominaisresistanssi (Ω/m)

x = ominaisreaktanssi (Ω/m)

φ = jännitteen ja virran välinen vaihekulma

Ryhmä 8.3:

$$\Delta U = 1,3 A * 2 * 42 m * \left(0,0118 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,15 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 1,2 V$$

Ryhmä 8.5:

$$\Delta U = 13 A * 2 * 32 m * \left(0,00707 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,10 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 5,6 V$$

Ryhmä 1.2:

Jännitteen aleneminen

$$\Delta U = 0,9 A * 2 * 45 m * \left(0,0118 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,15 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 0,9 V$$

Ryhmä 9.1:

$$\Delta U = 8,7 A * 2 * 28 m * \left(0,0118 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,15 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 5,5 V$$

Ryhmä

9.2:

$$\Delta U = 0,4 A * 2 * 60 m * \left(0,0118 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,15 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 0,5 V$$

Ryhmä 10:

$$\Delta U = 7,6 A * 50 m * \sqrt{3} * \left(0,00707 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,10 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 4,4 V$$

Ryhmä 4.1:

$$\Delta U = 0,7 A * 2 * 100 m * \left(0,0118 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,15 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 1,6 V$$

Ryhmä 6:

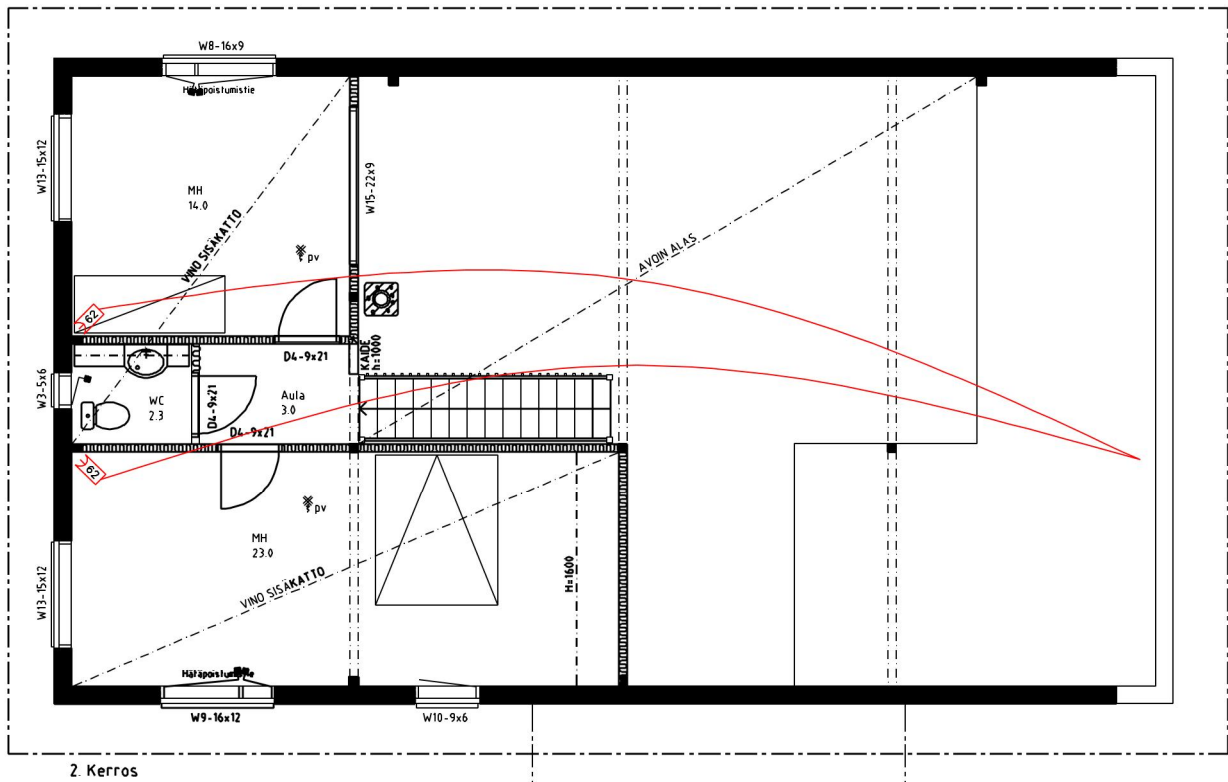
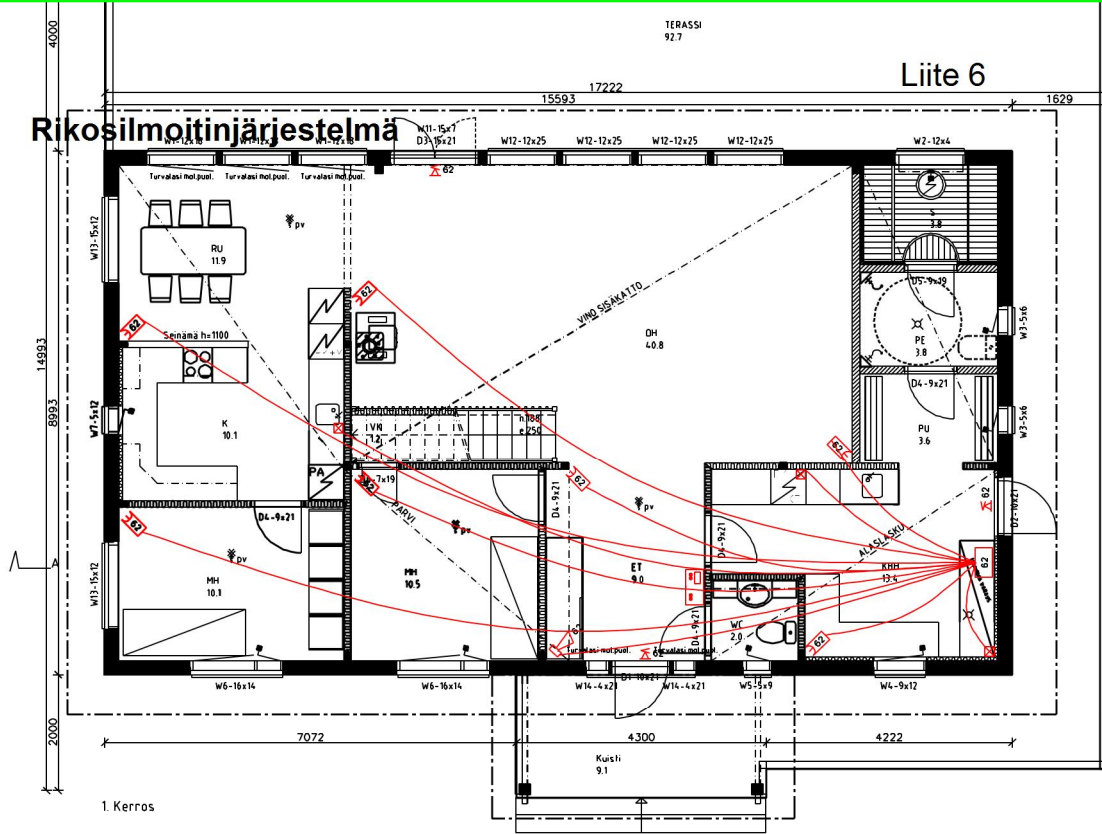
$$\Delta U = 13 * 7 * \sqrt{3} * \left(0,00707 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,10 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 1,1 V$$

Ryhmä 4:

$$\Delta U = 13,4 * 18 * \sqrt{3} * \left(0,00707 \frac{\Omega}{m} \cos 18,2 \pm 1,10 * 10^{-4} \frac{\Omega}{ms} * \sin 18,2 \right) = 2,8 V$$

Rikosilmoitinjärjestelmä

Liite 6



KAAPELOINTI: MHS 3x2x0,5mm

- 62 PIR LIIKEILMAISIN
- SIREENI
- OVIVALVONTAILMAISIN (LANGATON)
- VESIVUOTOILMAISIN

LISÄKSI PALOVAAROITTIMISTA TIETO JÄRJESTELMÄÄN
LISÄKSI AUTOKATOKSEN OVEEN OVIVALVONTAILMAISIN

Tunn.	Lukum.	Muutos	Kortti/Tila	Tonitli	Rno	Vanhojen merkintöjä	Nimim. Pvm
K.oso/Kyö	KUNNASNIEMI		PEKKALA	53-53		UUDISRAKENNUS	SÄHKÖPIIRUSTUS
NIEMELÄINEN MAJALAHDENTIE 6B 80510 Onttola						1:50 RIKOSILMOITINJÄRJ.	MK:
Pvm	24.1.2017	Yksinumero	Töön numero				
Piiri	JNI	1					
Suunn.	JNI						
Tark.	JNI						
Tilaus	JNI						
Lehti						SÄH	62

MIKROTUOTANTOLAITTEISTON LIITTÄMINEN VERKKOON

Energiateollisuus ry:n suosittelema yleistietolomake

MIKROTUOTANTOLAITTEISTON LIITTÄMINEN VERKKOON

Tällä lomakkeella asiakas ilmoittaa verkkoyhtiölle tiedot nimellisteholtaan enintään 100 kVA tuotantolaitteiston sähköverkkoon liittämistä varten. Lomakkeen voi antaa täytettäväksi laitteen toimittajalle ja/tai laitteiston kytkevälle sähköurakoitsijalle tai asiakas voi tarvittaessa täyttää lomakkeen myös itse. Sähköntuotannon aloittamiseen tulee tämän lomakkeen lähettämisen lisäksi saada erikseen lupa verkkoyhtiöltä.

1. YHTEYSTIEDOT

Tuotantolaitoksen omistaja	Sähköposti	Puhelinnumero
Osoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Liittymän osoite (tuotantolaitoksen sijaintipaikka)	Postinumero	Postitoimipaikka
Käyttöpaikan numero (löytyy sähkösiirtolaskulta)		
Yhteyshenkilö (jos muu kuin tuotantolaitoksen omistaja)	Sähköposti	Puhelinnumero

2. TUOTANTOLAITTEISTON PERUSTIEDOT

Tuotantomuoto <input type="checkbox"/> Aurinko <input type="checkbox"/> Tuuli <input type="checkbox"/> Biokaasu <input type="checkbox"/> Diesel <input type="checkbox"/> Muu, mikä?		
Verkkoonliitännälaitteen (invertteri/vaihtosuuntaaja) valmistaja	Verkkoonliitännälaitteiden määrä ja malli (invertteri/vaihtosuuntaaja)	
Tuotantolaitteiston nimellisteho kVA/kW	Tuotantolaitteiston enimmäisvikavirta (laitoksen suurin mahdollinen virta)	A
Laitteiston kytkentä <input type="checkbox"/> Kolmivaiheinen <input type="checkbox"/> Yksivaiheinen, merkitse vaihe	<input type="checkbox"/> L1 <input type="checkbox"/> L2 <input type="checkbox"/> L3	

3. TUOTANTOLAITTEISTON TEKNISET TIEDOT

3.1. Tuotantolaitteiston suojaus (valitse YKSI seuraavista vaihtoehdoista)

Tuotantolaitteisto täyttää seuraavan teknisen standardin tai suosituksen vaatimukset, mukaan lukien verkkoonliitännälaitteen (invertteri/vaihtosuuntaaja) suojausasettelut ja irtikytkentymisajat

<input type="checkbox"/> Mikrotuotantostandardi SFS-EN 50438, Suomen asetukset
<input type="checkbox"/> (sama kuin Energiateollisuus ry:n suositus 2016, tekninen liite 1)

MIKROTUOTANTOLAITTEISTON LIITTÄMINEN VERKKOON

<input type="checkbox"/> Saksalainen vaatimudokumentti <input type="checkbox"/> VDE-AR-N 4105 2011-8 (suojaustekniset vaatimukset) <i>HUOM! VDE V 0126 1-1 ei ole hyväksyttävä</i>	<input type="checkbox"/> Jokin muu <i>HUOM! Jos valitset tämän vaihtoehdon, täytävä myös lomakkeen kohta 7.</i>
---	--

3.2. Tuotantolaitteiston erottaminen

<input type="checkbox"/> Vakuutan, että tuotantolaitteisto on erotettavissa erillisellä erotuskytkimellä, johon verkonhaltijalla on esteetön pääsy (esim. talon ulkoseinällä, ei lukitussa tilassa)	
Erotuskytkimen sijainti (esim. talon ulkoseinällä pääoven vieressä)	
<input type="checkbox"/> Liittymän sähkökeskuksilla on varoituskyllit ja opastus laitteiston irtikytkemiselle	takasyöttövaarasta

4. TUOTANTOLAITTEISTON ASENTAJAN/URAKOITSIJAN TIEDOT

(tuotantolaitteiston sähköverkkoon kytkevä urakoitsija täyttää)

Sähköurakoitsija	TUKES-numero	
Osoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Yhteyshenkilö	Puhelinnumero	Sähköposti

Urakoitsija toimittaa asiakkaalle laitteistoa koskevan käyttöönottotarkastuspöytäkirjan. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja on pyydettyäessä toimitettava verkonhaltijalle.

5. LISÄTIEDOT

Lisätietoja

Verkkoyhtiöt voivat tämän lomakkeen lisäksi pyytää myös muita tarvitsemiaan tietoja tai lomakkeita laitteistosta ja sen liittämisestä. Lisätietoja saat verkkoyhtiöltäsi.

6. ALLEKIRJOITUS

Vakuutan antamani tiedot oikeiksi	
Päivämäärä ja paikka	Allekirjoitus ja nimenselvennys

Lomakkeen voi allekirjoittaa tuotantolaitoksen omistaja tai hänen valtuuttamansa taho, kuten sähköurakoitsija

MIKROTUOTANTOLAITTEISTON LIITTÄMINEN VERKKOON

7. Tuotantolaitteiston verkkoonliitäntälaitteen suojausasettelut ja irtikytkemismisajat *HUOM! Täytä tämä osa vain, jos valitsit kohdassa 3. vaihtoehdon Jokin muu*

Verkkoonliitäntälaitteen suojausasettelu noudattaa standardia:					
Parametri	Asetteluarvo	Toiminta-aika	Parametri	Asetteluarvo	Toiminta-aika
Ylijännitesuojaus 1			Ylitaajuussuojaus 1		
Ylijännitesuojaus 2*			Ylitaajuussuojaus 2*		
Alijännitesuojaus 1			Alitaajuussuojaus 1		
Alijännitesuojaus 2*			Alitaajuussuojaus 2*		
* jos on					
Tuotantolaitteiston automaattinen tahdistumisaika verkkojännitteen palaututtua					s
Saarekekäytönestosuojauksen (Loss of Mains) toteutustapa ja toiminta-aika					
<input type="checkbox"/> Tuotantolaitteisto on CE-merkitty					

Aurinkosähköjärjestelmän tarjous



Kauppasopimus

Toimitusaika	Sopimusno
Asiakas 1:	Asiakas 2:
Lähiosoite:	Postinro/Postitoimipaikka:
Puhelin:	Puhelin:
Henkilötunnus:	Henkilötunnus:
Sähköposti:	Sähkönsiirtoyhtiö

Kohteen perustiedot

Asuineliöt:	Rakennusvuosi:	Kerrokset:
Putkiston materiaalit:	Putkiston ikä:	Seinärakenne:
Putkiston nykyinen reitti (pinta/rakenteet):	Lämmitystyyppi:	
Käyttöpaikan numero:	Pääsulakekoko:	

Lämpöpartio PRO-asennus

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Avaimet käteen -asennus <input checked="" type="checkbox"/> Suunnittelu ja mittaus <input checked="" type="checkbox"/> Materiaalin toimitus <input checked="" type="checkbox"/> Eristetyt läpiviennit <input checked="" type="checkbox"/> Jätteiden siivous ja käsittely <input checked="" type="checkbox"/> Koeponnistus/uuden laitteiston testaus <input checked="" type="checkbox"/> Urakan luovutuspöytäkirja <input checked="" type="checkbox"/> 24/7 puhelinpäivystys | <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Sähköasennustyöt <input type="checkbox"/> LVI-asennustyöt <input type="checkbox"/> Kylmäasennustyöt <input type="checkbox"/> Vanhan putkiston/pattereiden purku näkyviltä osin <input type="checkbox"/> Uuden putkiston kytkentä <input type="checkbox"/> Komposiittiputkien asennus pintavetona |
|--|---|

Asiakas hyväksyy ja antaa suostumuksensa siihen, että Lämpöpartio Oy saa hankkia luottotietotoimintaa harjoittavalta yhtiöltä asiakasta koskevia tietoja. Lämpöpartio Oy saa luvan käyttää asiakastietoja markkinointiin.

Maksuehdot: 14 päivää netto Rahoitus

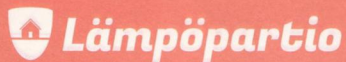
Hinta yhteensä: 9960 euroa

Hyväksymme ylläolevan kaupan ja sitoudumme täyttämään sen ehdot.

Sis. alv. 24%

Paikka ja aika	Asiakkaan allekirjoitus	Asiakkaan nimenselvitys
Lämpöpartio Oy:n edustajan allekirjoitus	Lämpöpartio Oy:n edustajan nimenselvitys	Lämpöpartio Oy:n edustajan puhelinnumero

Aurinkosähköjärjestelmän tarjous



Kauppasopimus

Suunnittelu ja mittaus

Läpivienti kivi:	Läpivienti laatta:	Läpivienti puu:	Läpivienti lattia:
Vesikalusteet:	Putkivedot:		
Vesipisteet:	Pesuhuoneen vesipisteet:	Patteri/Patteireiden huuhtelu:	

Laitteisto

<input type="checkbox"/> Lämpöpumppu	<input checked="" type="checkbox"/> Aurinkoenergia
Merkki	Inverteri
Sisäyksikkö	Paneelit
Ulkoyksikkö	Kattomateriaali
Porakaivo	Järjestelmän koko
Lisälaitteet	Lisälaitteet/varaajat
Muut	Muut

Mittakuva / Lisätietoja

- KOTITALOUSVÄHENNYS N. 14GT, SE
 - TEHO TUOTTO TAKUU 25V / 80%
 - VALMISTUSVIRHE TAKUU 10V
 - NS. TASAKÄTTÖPANELIT.
 - INVERTTERI