

Timo Tunturi

# Rintamamiestalon sähköpaneerauksen suunnittelu ja dokumentointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

27.4.2016

Tekijä Otsikko	Timo Tunturi Rintamamiestalon sähkö saneerauksen suunnittelu ja dokumentointi
Sivumäärä Aika	31 sivua + 21 liitettä 27.4.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	Lehtori Vesa Sippola
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee sähkösuunnittelua ja -dokumentointia pientalossa. Työn tavoitteena oli luoda dokumentti sähkösuunnittelusta ja siihen vaikuttavista laeista, standardeista, normeista ja ohjeistuksista niin maallikolle kuin sähköalan ammattilaiselle.</p> <p>Lisäksi työhön tehtiin sähkösuunnittelusta ja mitoituksesta malliesimerkkikohte, jona toimi Sallaan 1950-luvulla rakennettu rintamiestalo. Esimerkkikohteen sähkösuunnitelmat on toteutettu CADS-ohjelmistolla. Sama kohde on ollut käytössä aiemmassa opinnäytetyössäni Saneeraus ja laajennus rintamamiestalossa, joka käsittelee pientalon saneerausta ja laajennusta rakennustöiden osalta.</p> <p>Sähkösuunnitelmien lisäksi jouduttiin esimerkkikohteesta tekemään myös arkkitehtipohjapiirustukset sähkösuunnitelmien pohjaksi. Lopputuloksena esimerkkikohteesta saatiin aikaiseksi kaikki kohteen eri rakennusvaiheet yhdistävä sähkösuunnitelma, jota pystytään käyttämään niin sähköjärjestelmän huollossa ja dokumenttina tehdyistä sähköasennuksista kuin mahdollisesti tulevia projekteja suunniteltaessa.</p> <p>Pientalon sähkösuunnittelua tehtäessä on tärkeää tietää kohteen lopullinen käyttötarkoitus. Tämän lisäksi on tärkeää, että suunnitelmia tehtäessä noudatetaan uusimpia lakeja, standardeja ja ohjeita, jotta suunnittelukohteen sähköturvallisuus ja käytettävyys olisi nykyaikainen ja viimeisimmät määräykset täyttävä.</p>	
Avainsanat	pientalo, sähkö, sähkösaneeraus, laajennus, jälkidokumentaatio, dokumentaatio, sähkösuunnittelu

Author Title	Timo Tunturi Electrical engineering and documentation in a detached house
Number of Pages Date	31 pages + 20 appendices 27 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor	Vesa Sippola, Senior Lecturer
<p>The subject of this thesis is electrical engineering and documentation in a detached house. The aim was to create a document detailing electricity planning and laws, standards, norms relating to it, as well as a guide of electricity planning ordinary people and professionals of electricity.</p> <p>This work also contains an example of electricity planning and dimensioning. A veteran house in Salla, built in the 1950s, was used as a case example in this thesis. The CADS planning program was used to create the documentation. I also used the same house as a case example in my previous thesis: Renovation and expand in small house, which deals with construction phase of the renovation and extension project.</p> <p>In addition to the electrical plans also architectural floor plans had to be created as a starting point for the electrical plans. As a result of this thesis all electrical planning documentations for the example house were completed to be used in maintenance projects, as well as a starting point for any other upcoming projects.</p> <p>When making the electrical planning for detached house, it is important to know the final use of the object. Also, when making plans it is important to follow the latest laws, standards and regulations to ensure electrical safety, as well as to make sure the usability is on modern level and that the object meets the latest regulations.</p>	
Keywords	electricity, renovation, expand, documentation, electrical plan

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Säännökset, määräykset, lait ja standardit	1
2.1	Sähköalan työt	2
2.2	Sähkötöiden johtaja ja käyttöönottotarkastus	2
2.2.1	Sähkötöiden johtaja	2
2.2.2	Käyttöönottotarkastus	3
2.3	Suojaus	3
2.3.1	Suojaus sähköiskulta	3
2.3.2	Perussuojaus	4
2.3.3	Vikasuojaus	5
2.3.4	Lisäsuojaus, vikavirtasuojaus	5
2.3.5	Ylikuormitussuojaus	6
2.3.6	Oikosulkusuojaus	7
2.3.7	Ylijännitteet	8
2.3.8	Maadoitus ja potentiaalintasaus	8
2.4	Sähkölaitteiden ja -kojeiden koteloitiluokitukset	9
2.4.1	IP-luokitus (Ingress Protection)	9
2.4.2	IP-luokitusvaatimukset eri tiloissa	10
3	Sähkösuunnittelu ja dokumentointi	12
3.1	Suunnitteluvaiheet ja tavoitteet	14
3.1.1	Tarveselvitysvaihe	14
3.1.2	Hankesuunnittelu	14
3.1.3	Luonnossuunnitteluvaihe	15
3.1.4	Toteutussuunnitteluvaihe	16
3.1.5	Rakentamisvaihe	16
3.2	Mitoitus	16
3.2.1	Pääsulakkeen mitoitus	16
3.2.2	Liittymiskaapelin mitoitus	17
3.3	Suunnittelu dokumentit, piirustukset, kaaviot ja luettelot	18
3.3.1	Sähkötyöselostus	18
3.3.2	Tasopiirustukset	18
3.3.3	Keskus-, piiri- ja maadoituskaaviot	19

3.3.4	Valaisin- ja lämmitinluettelo	20
4	Saneeraus- ja laajennuskohde-esimerkki	21
4.1	Lähtökohta	21
4.2	Vapaa-ajan asunto Marja	22
4.3	Sähkötekniset suunnitelmat ja työt	23
4.3.1	Mitoitus	25
4.3.2	Liittymä- ja ryhmäjohtot sekä keskukset	26
4.3.3	Maadoitus	26
4.3.4	Keskukset	26
4.3.5	Valaistus	27
4.3.6	Lämmitys	28
5	Pohdinta	29
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Sähkötyöselostus	
	Liite 2. Asiakirjaluettelo	
	Liite 3. Sähköpohjapiirustus 1.krs	
	Liite 4. Sähköpohjapiirustus ullakko	
	Liite 5. Sähköpohjapiirustus navetta	
	Liite 6. Lämmityskaavio 1.krs	
	Liite 7. Keskuskaavio, pääkeskus PK	
	Liite 8. Keskuskaavio, ryhmäkeskus RK1	
	Liite 9. Keskuskaavio. ryhmäkeskus RK2	

## Lyhenteet

KTMP	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
PK	Pääkeskus
RK	Ryhmäkeskus
PJ	Pienjännite
A	Ampeeri (virta)
mA	milliampeeri
V	Voltti (jännite)
W	Watti (pätöteho)
VA	VolttiAmpeeri (näennäisteho)
OH	Olohuone
MH	Makuuhuone
VH	Vaatehuone
WC	Käymälä
PH	Pesuhuone
S	Sauna

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on esitellä esimerkkikohteen avulla rintamamiestalon sähkö saneerauksen ja laajennuksen jälkidokumentointi ja sähkösuunnittelu sekä pohtia sähkö saneerauksen ongelmakohtia niin sähkö- kuin rakennustöiden ja niiden yhdistämisen osalta. Tässä työssä käydään läpi sekä sähkö saneerauksen eri vaiheet ja sähkötöihin liittyviä lakeja, normeja ja standardeja kuin myös käytännön asiaa sähkö saneerauksen osalta pientaloissa. Standardien, lakien ja normien lisäksi työssä esitellään eri sähkösuunnitelmat sekä niiden merkitys ja sisältö. Opinnäytetyössä käytetään esimerkkikohteenä 1950-luvulla rakennettua rintamamiesomakotitaloa. Tässä työssä esimerkkikohteesta ovat suunnitelmat, jotka löytyvät liitteestä, eivät ole mittakaavassa vaan ne on skaalattu tähän dokumenttiin sopiviksi. Tämä opinnäytetyö on jatkoa vuonna 2011 tehdylle opinnäytetyölle Peruskorjaus ja laajennus rintamiestalossa.

Rintamamiestalojen rakentamisen kulta-aika sijoittuu 1940–1960-luvuille eli toisen maailmansodan jälkeiseen aikaan. Talomalliin johti tuona aikana vallinnut suuri materiaali- ja työvoimapula. Betoni- ja rautaraaka-aineet käytettiin pääsääntöisesti sotateollisuuden ja sen jälkeen teollisuuden hyväksi. Jälleenrakennusaikana tiiliteollisuutta vaivasi suuri energiapula, joka pienensi tiilituotantoa merkittävästi. Näin ollen puu jäi ainoaksi rakennusmateriaaliksi. Lisäksi rintamiestalomalli ei vaatinut perinteisiä kirvesmiehentaitoja eikä erityistyökaluja. Rintamamiestaloissa ei alun perin ole ollut sähköjä. (1.)

## 2 Säännökset, määräykset, lait ja standardit

Rakennusten sähköasennuksia koskevat määräykset perustuvat sähkötuovallisuuslakiin 410/96 ja siihen myöhemmin tehtyihin muutoksiin. Sähköturvallisuuslaissa määritellään, etteivät sähkölaitteet ja -laitteistot saa aiheuttaa vaaraa, häiritä kohtuuttomasti tai häiriintyä helposti. Kyseistä lakia sovelletaan myös televerkkoihin, telepäätelaitteisiin ja radiolaitteisiin, kun ne voivat aiheuttaa vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. (2.) Pienjänniteasennuksien säännöksiä, määräyksiä ja standardeja on koottu muun muassa teoksiin D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista ja erinäisiin SFS-käsikirjoihin, kuten SFS 6002. Tässä

opinnäytetyössä hyödynnetään näiden kirjojen määräyksiä, suosituksia ja opasteita sähköasennustöissä.

Sähköturvallisuuslain mukaan ennen sähkötöiden aloittamista pitää huolehtia seuraavista asioista:

- 1) Töitä johtamaan nimetään luonnollinen henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus. Tätä henkilöä kutsutaan sähkötöiden johtajaksi.
- 2) Itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito.
- 3) Käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset. (2.)

## 2.1 Sähköalan työt

Sähköalan töistä on annettu Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköturvallisuuslain nojalla 14.6.1996. Tämän päätöksen määritelmän mukaan sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä. Sähkötyöksi ei tulkita sähkölaitteen ja -laitteiston purkutöitä, mikäli laitteisto tai laite on tehty jännitteettömäksi asianmukaisesti ja luotettavasti. (2.)

## 2.2 Sähkötöiden johtaja ja käyttöönotto tarkastus

### 2.2.1 Sähkötöiden johtaja

Toiminnanharjoittajan on nimettävä sähkötöitä varten sähkötöiden johtaja. Häntä ei kuitenkaan vaadita sähkötöissä, joista ei Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 410/96 luvun 4 nojalla edellytetä ilmoitusta sähköturvallisuusviranomaiselle. Sähkötöiden johtajalla tulee olla mahdollisuus huolehtia tehtävästään ja hän vastaa siitä että 8 § 1 momentissa tarkoitettu toiminta on 5 §:n ja 5 a luvun säännösten sekä 6 §:n nojalla annettujen määräysten mukaista. (2.)



## 2.2.2 Käyttöönottotarkastus

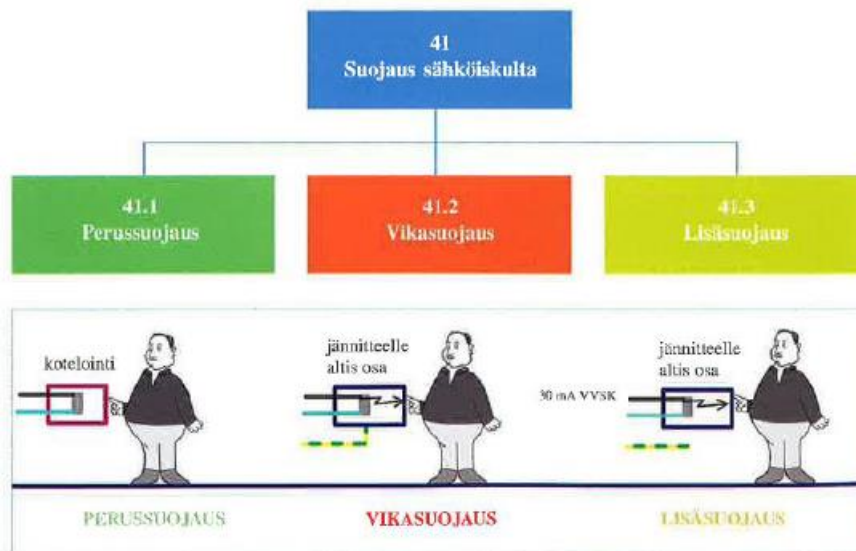
Laitteiston rakentajan on aina tehtävä käyttöönottotarkastus, määrittelee sähköturvallisuuslaki. Käyttöönottotarkastus on tehtävä riittävässä laajuudessa, jotta voidaan olla varmoja, ettei sähkölaitteistosta aiheudu vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia laitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, ellei KTMP 517 momentissa 2 toisin määrätä. Tarkastuspöytäkirjasta tulee ilmetä kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston määräysten ja säännösten mukaisuudesta, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä testausten ja tarkastusten tulokset. Tarkastuspöytäkirjassa on aina oltava sen tekijän allekirjoitus. (2.)

## 2.3 Suojaus

Sähköasennuksien suojausjärjestelmien tehtävä on varmistaa sähköasennuksien turvallinen käyttö ja taata, ettei niiden käytöstä aiheudu palovaaraa tai sähköiskun vaaraa. Tämä ohjeistus koskee sekä sähkölaitteiden ja asennuksien normaalikäyttöä että vikatilanteita. Sähköjärjestelmä tulee suunnitella suojausvaatimukset täyttäväksi. Sähköasennuksessa yleensä suojalaitteilla toteutettavia suojauksia ovat sähköiskulta suojaus, ylivirta-, ylijännite- ja alijännitesuojaus. Kaikkia asennuksen suojaukseen liittyviä vaatimuksia ei kuitenkaan voida toteuttaa erityisillä suojalaitteilla. Suojausta suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon asennuksien ympäristöolosuhteet ja laitteiden valinta. Valitun laitteen soveltuminen asennus ja käyttöolosuhteisiin kuuluu myös sähköasennuksien suojaukseen. Sähköasennuksen suojausta voidaan pitää onnistuneena, kun asennus on suunniteltu, mitoitettu ja toteutettu oikein sekä kyseinen asennus pidetään toimintakuntoisena ja sen käyttötarkoitus on oikea. (3.)

### 2.3.1 Suojaus sähköiskulta

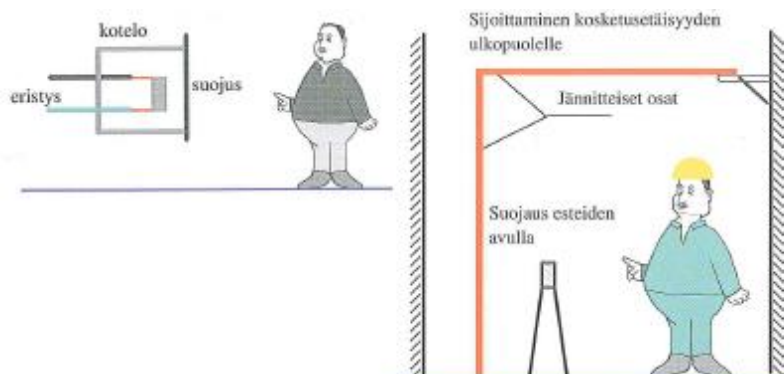
Suojaus sähköiskulta jaetaan yleensä kahteen karkeaan osaan, perussuojaukseen sekä vikasuojaukseen. Näiden lisäksi usein käytetään myös lisäsuojausta. Perussuojauksella tarkoitetaan suojausta, jossa pyritään estämään kosketus jännitteisiin osiin, vikasuojauksella pyritään rajoittamaan jännitteen ja virran vaikutusaika mahdollisimman lyhyeksi. Perus-, vika- ja lisäsuojausta käsitellään yksityiskohtaisesti standardisarjassa SFS6000. (4.)



Kuva 1. Perus-, vika- ja lisäsuojaus. (4)

### 2.3.2 Perussuojaus

Perussuojauksen avulla estetään ihmisen tai eläimen joutuminen kosketuksiin jännitteisten osien kanssa laitteiden ollessa normaalitilassa. Perussuojaus eli kosketussuojaus voidaan jakaa kahteen osaan; suojaukseen kaikelta koskettamiselta ja suojaukseen tahattomalta koskettamiselta. Suojaus kaikelta koskettamiselta toteutetaan yleensä käyttämällä eristystä ja koteloiteja sekä suojuksia, jotka täyttävät vähintään IP20-luokan vaatimukset. Tahattomalta koskettamiselta suojaaminen voidaan toteuttaa käyttämällä esteitä tai sijoittamalla jännitteinen osa kosketusetäisyyden ulkopuolelle. Kuvassa 2 on oikealla hahmotuskuva suojauksesta kaikelta koskettamiselta ja vasemmalla hahmotuskuva tahattomalta kosketukselta. (4.)



Kuva 2. Perussuojaus. (4)

### 2.3.3 Vikasuojaus

Vikasuojauksella pyritään estämään ihmisiä tai eläimiä koskettamasta vian seurauksena jännitteiseksi tulleita johtavia osia, niin että siitä aiheutuisi vaaraa. Yleisin vikasuojausmenetelmä on syötön automaattinen poiskytkentä. Tämän suojauksen tarkoitus on estää ihmistä tai eläintä joutumasta kosketuksiin eristysvian aiheuttaman vaarallisen kosketusjännitteen kanssa niin pitkäksi aikaa, ettei siitä aiheutuisi vaaraa. Eli eristysvian aiheuttama vikavirta ja kosketusjännite on poistettava niin nopeasti, ettei siitä aiheudu vaaraa. Suojaus toteutetaan hyvin suunnitellulla vikavirtapiirillä ja sopivalla suojalaitteella. (4.)

Sopiva suojalaite on yleensä sulake tai johdonsuojakatkaisija. Sulakkeella tai johdonsuojakatkaisilla toteutetaan yleisesti nopea poiskytkentä. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, jolloin vikasuojaukseen käytetään suojalaitteena vikavirtasuojaa. Yleisesti pistorasiaryhmissä vaaditaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojan käyttämistä. (4.)

### 2.3.4 Lisäsuojaus, vikavirtasuojaus

Vaikka perus- ja vikasuojaus toimivatkin lähes poikkeuksetta, voivat ne toisinaan puutteellisen huollon, eristeiden heikentymisen tai sähkölaitteen käyttäjien huolimattomuuden takia pettää. Näistä johtuvien sähköiskujen vaaraa voidaan pienentää jo kohdassa 2.3.3 mainitulla korkeintaan 30 mA:n vikavirtasuojalla. Nykyisin vikavirtasuojaa vaaditaan lisäsuojauksena esimerkiksi pistorasioita syöttävissä piireissä ja useissa erityistiloissa kuten kylpyhuoneessa. Vikavirtasuoja ei kuitenkaan toimi ainoana suojalaitteena, vaan se pitää olla kytkettynä aina yhdessä jonkin perussuojausmenetelmän kanssa. (4.)

Uudisrakentamisessa tavalliset maalikoiden suosimat 20 A:n pistorasiat täytyy suojata enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Tämä vaatimus koskee toimisto-, liike- ja teollisuusrakennuksia sekä asuntoja ja muita rakennuksien sisätiloissa olevia pistorasioita. Tästä vaatimuksesta voidaan kuitenkin poiketa, jos on kysymyksessä tietyille laitteelle tai kojeelle tarkoitettu pistorasia tai pistorasia, jota käytetään opastetun henkilön tai ammattihenkilön valvomana teollisissa tai kaupallisissa rakennuksissa. (4.)

Asuinrakennuksissa lisäsuojaus voidaan jättää pois pistorasioista, jotka syöttävät tiettyä, määrättyä laitetta, jonka katkeamisesta voi aiheutua suurta haittaa. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi jääkaapit ja pakastimet. Tällaiset pistorasiat pitää kuitenkin sijoittaa siten, että niihin ei ole mahdollista liittää normaalisti mitä tahansa laitetta ja ettei niiden luokse ole helppo päästä vaihtamaan toista laitetta. Tämän lisäksi kyseisten pistorasioiden kanssa samassa tilassa on oltava vikavirtasuojalla suojattuja pistorasioita. Tosin kuitenkin tiettyä laitetta syöttävät pistorasiat, jotka sijaitsevat esimerkiksi ulkotilassa tai suihkutilassa tulee olla suojattu vikavirtasuojalla. Tällainen pistorasia voi olla esimerkiksi suihkutilaan sijoitettu pistorasia, jonka tehtävä on syöttää pyykinpesukonetta. Yleisesti vikavirtasuojaus voidaan jättää pois pistorasioista, jotka syöttävät pelkästään jääkaappia tai pakastinta. (4.)

Vikavirtasuojan käyttö asennusten muutos- ja laajennustöissä poikkeaa hieman uudisrakentamisessa käytettävästä ohjeistuksesta. Laajennus- ja muutostöissä suositellaan, että kaikki tavanomaisen käytön pistorasiat suojataan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Kuitenkin jos laajennus- tai muutostöissä tehdään uudisasennuksia, joissa jakokeskus ja johdotukset uusitaan, pitää noudattaa uudiskohteiden vaatimuksia. Mikäli uusitaan vain keskus, pitää siinäkin varautua vikavirtasuojien asentamiseen. (4.)

### 2.3.5 Ylikuormitussuojaus

#### 2.3.5.1 Ylikuormitussuojaus johdonsuojakatkaisijoilla

Käytettäessä suojalaitteita, joiden terminen toimintavirta on 1,45-kertainen suojalaitteen nimellisvirtaan nähden, on niiden mitoitus yksinkertaista. Tällaisia suojalaitteita ovat SFS-EN 60898 -standardin mukaiset B-, C- ja D-tyyppin johdonsuojakatkaisijat. Tällöin ylikuormitussuoja voidaan valita suoraan johdon kuormitettavuuden perusteella. Esimerkiksi jos johtimen kuormitettavuus on 16 A, voidaan ylikuormitussuojaksi valita 16 A:n johdonsuojakatkaisija. B-tyyppin johdonsuojakatkaisijat soveltuvat erityisesti resistiivisille kuormille, joissa ei ole suurta käynnistysvirtaa. Tällaisia kuormia ovat esimerkiksi valaistus- ja lämmitysryhmät. Nämä johdonsuojakatkaisijat toimivat myös pistorasiaryhmille, joihin ei ole kytketty suuria käynnistysvirtoja vaativia laitteita. C-tyyppin johdonsuojakatkaisija puolestaan soveltuu käytettäväksi resistiivisten kuormien lisäksi myös lievästi induktiivisille kuormille, joita ovat esimerkiksi lämmitys- ja pistorasiaryhmät. C-tyyppin johdonsuojakatkaisija kestää paremmin käynnistysvirtoja kuin B-tyyppin, mutta se ei suojaa johtoja yhtä hyvin oikosulkuvirroilta. D-tyyppin johdonsuojakatkaisijat on tarkoitettu lähinnä moottorikäyttöjen suojaamiseen. (4.)

### 2.3.5.2 Ylikuormitussuojaus sulakkeilla

Sulakkeiden ylempi sulamisrajavirta on suurempi kuin 1,45-kertainen sulakkeen nimellisvirta. Tässä tapauksessa ylikuormitussuojaa ei voida valita suoraan johtimen kuormitettavuuden mukaan, vaan se pitää mitoittaa kaavan 1 avulla. (4.)

$$k \times I_n \leq 1,45 \times I_z \quad (1)$$

jossa

$I_n$  on suojalaitteen nimellisvirta

$I_z$  on johtimen jatkuva kuormitettavuus

$k$  on sulakkeen ylempään sulamisrajavirran ja sulakkeen nimellisvirran suhde

D-tyypin tulppasulakkeilla

$$k = 2,1, \text{ kun } I_n \leq 4 \text{ A} \quad \Rightarrow I_n \leq 0,69 I_z$$

$$1,9, \text{ kun } 4 \text{ A} < I_n \leq 10 \text{ A} \quad \Rightarrow I_n \leq 0,76 I_z$$

$$1,75, \text{ kun } 10 \text{ A} < I_n \leq 25 \text{ A} \quad \Rightarrow I_n \leq 0,82 I_z$$

$$1,6, \text{ kun } I_n > 25 \text{ A} \quad \Rightarrow I_n \leq 0,90 I_z$$

gG-tyypin sulakkeilla

$$k = 2,1, \text{ kun } I_n \leq 4 \text{ A} \quad \Rightarrow I_n \leq 0,69 I_z$$

$$1,9, \text{ kun } 4 \text{ A} < I_n < 16 \text{ A} \quad \Rightarrow I_n \leq 0,76 I_z$$

$$1,6, \text{ kun } I_n \leq 16 \text{ A} \quad \Rightarrow I_n \leq 0,90 I_z$$

Kuva 3. Ylikuormitussuojaus sulakkeilla laskutoimituksia ja arvoja. (4.)

### 2.3.6 Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojukselle on määritelty kaksi vaatimusta. Sen on pystyttävä katkaisemaan suurin piirissä esiintyvä oikosulkuvirta sekä poiskytkennän on tapahduttava ennen kuin suojalaitteen suojaamat piirit vaurioituvat. Nämä vaatimukset täyttävät kun virtapiiri suunnitellaan SFS 6000 -standardin kohdan 434.5 mitoituskaavan mukaisesti. Tällöin johtimen terminen rasitus oikosulun aikana ei saa ylittää suojalaitteen läpipäästämää energiaa. Käytännössä tämä voidaan toteuttaa käyttämällä valmistajien antama käyrästäjä ja taulukoita. (4.)

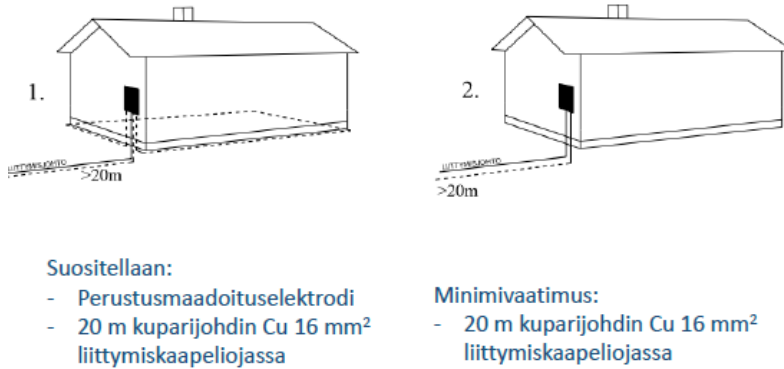
### 2.3.7 Ylijännitteet

Sähköverkkoihin vaikuttavat ylijännitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään syntymekanismien perusteella: pienitaajuiset, kytkentä- ja ilmastolliset ylijännitteet. Näistä pienitaajuiset ylijännitteet syntyvät yleensä joko maasulun tai kuorman irti kytkeytymisen seurauksena. Pientaajuinen ylijännitetilanne voi kestää pitkään suojauksesta riippuen. Kytkentäylijännitteet puolestaan syntyvät yleensä verkkoon kohdistuvien kytkentätapahtumien aikana. Ilmastolliset ylijännitteet saavat alkunsa salamanpurkauksen seurauksena.

### 2.3.8 Maadoitus ja potentiaalintasaus

Maadoituksella tarkoitetaan johtavien osien yhdistämistä maahan. Tämä tehdään maadoituselektrodin avulla. Maadoitus voidaan jakaa kolmeen alakategoriaan: käyttömaadoitukseen, suojamaadoitukseen ja toiminnalliseen maadoitukseen. Käyttömaadoituksella tarkoitetaan virtapiiriin kuuluvan osan maadoittamista. Suojamaadoitus on puolestaan virtapiiriin kuulumattoman osan esimerkiksi laitteen kuoren yhdistämistä suojajohtimella maadoitusjärjestelmään. Tämän tarkoituksena on saada aikaiseksi suljettu vikavirtapiiri oikosulun aikana. Toiminnallisella maadoituksella tarkoitetaan maadoittamista muusta kuin sähköiskulta suojaamisen takia, kuten esimerkiksi häiriösuojausta.

Potentiaalintasauksessa eri sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat sekä muut johtavat osat yhdistetään samaan potentiaaliin. Jokaisessa sähköliitymässä on oltava maadoituselektrodi. Tämän lisäksi sähköliitymän sisällä tulee tehdä maadoitus jokaisen vähintään 200 m:n pituisen johtohaaran lopussa. Maadoituselektrodin vähimmäisvaatimus on vähintään 20 metriä pitkä maahan upotettu 16 mm<sup>2</sup> oleva kuparilanka. Nykyisin suositellaan tämän lisäksi myös perustusmaadoituselektrodia.



Kuva 4. Maadoituselektrodi pienjännite asennuksissa.

## 2.4 Sähkölaitteiden ja -kojeiden koteloituksitukset

### 2.4.1 IP-luokitus (Ingress Protection)

IP-luokitus on sähkölaitteiden tiivyyden määrittelemiseksi tehty luokitus, jota käytetään Euroopassa. Luokituksen avulla voidaan määrittellä laitteiden ja kojeiden suojaus ulkoisia uhkia, kuten pölyä ja vettä vastaan. Standardissa IEC 60529 on esitetty luokituksen sisältö. IP-luokituksen merkintä muodostuu lyhenteestä IP ja kahdesta numerosta sekä vapaaehtoisista kirjainmerkinnöistä. Ensimmäisellä numerolla ilmaistaan laitteen tai kojeen suojauksen taso vieraita esineitä sekä pölyä vastaan ja toisella numerolla kerrotaan laitteen tai kojeen suojauksen taso kosteutta ja vettä vastaan. (5.) Esimerkiksi palovaarallisten tilojen asennuksissa on käytettävä IP5X-luokan komponentteja, jos komponentin päälle kertyy pölyä. (6)

Taulukko 1. IP-luokituksen ensimmäisten numeroiden merkitys. (6)

Ensimmäinen numero
0: Ei suojausta.
1: Suojaus suuria kappaleita vastaan, halkaisija 50 mm tai enemmän.
2: Suojaus keskikokoisia kappaleita vastaan, halkaisija yli 12,5 mm.
3: Suojaus pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 2,5 mm.
4: Suojaus erittäin pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 1 mm.
5: Suojattu pölyltä. Ei edellytä täydellistä tiiveyttä, mutta haitallisia pölykertymiä ei saa syntyä.
6: Täydellinen suojaus. Pölytiivis.

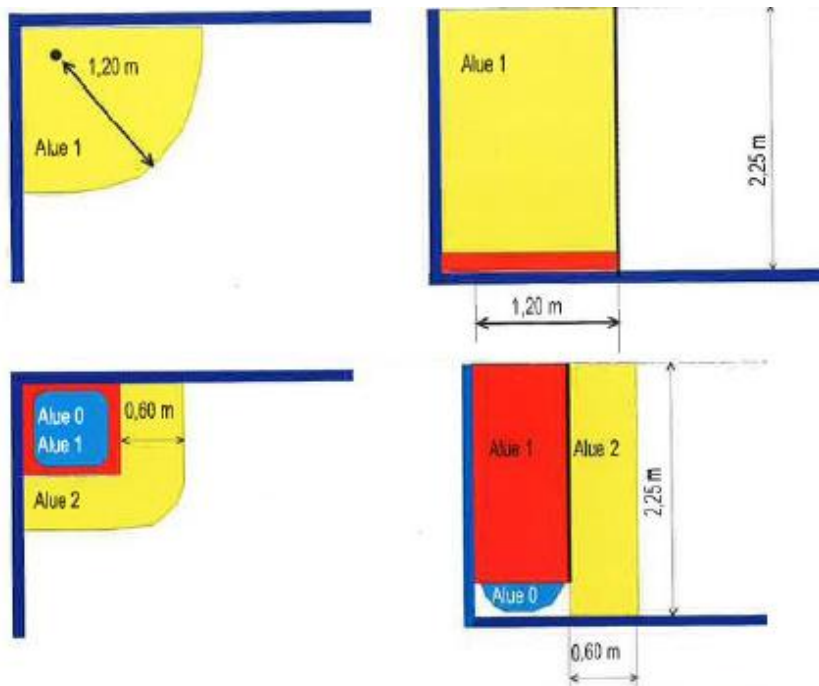
Taulukko 2. IP-luokituksen toisten numeroiden merkitys. (6)

Toinen numero
0: Ei suojattu vedeltä.
1: Suojaus pystysuoraan tippuvalta vedeltä.
2: Suojaus pystysuoraan tai korkeintaan 15 asteen kulmassa tippuvalta vedeltä.
3: Suojaus korkeintaan 60 asteen kulmassa satavaa vettä vastaan.
4: Suojaus roiskuvalta vedeltä.
5: Suojaus joka suunnasta tulevalta vesisuihkulta.
6: Suojaus joka suunnasta tulevalta voimakkaalta vesisuihkulta.
7: Kestää hetkellisen upotuksen veteen
8: Kestää jatkuvan upotuksen veteen. Lisämerkintänä voi olla suurin sallittu asennussyvyys. Yleensä laite on täysin tiivis, mutta ei välttämättä, vaan vettä voi päästä laitteen sisälle niin, ettei se aiheuta haitallisia vaikutuksia.
9K: Kestää suurella paineella läheltä ruiskutettua kuumaa vettä ja höyryä. (DIN 40050-9, ei kuulu varsinaiseen IP-luokitusjärjestelmään)

## 2.4.2 IP-luokitusvaatimukset eri tiloissa

### 2.4.2.1 Kylpy- ja suihkutilat

Tila, jossa on koko vartalon pesuun tarkoitettu suihku, katsotaan suihkuhuoneeksi. Yleisesti ottaen WC-tiloja ei luokitella suihkutiloiksi muuta kuin niissä tapauksissa, joissa Wc-tilassa on koko vartalon pesuun tarkoitettu suihku. (4.)



Kuva 5. Aluejako suihkutilassa, jossa on allas. (4)



Suihkutiloissa alueelle 1 ei saa sijoittaa pesukonetta, vaikka sen pistorasia sijaitsisi luokittelemattomalla alueella (kuva 5). Sen voi puolestaan sijoittaa alueelle 2, mutta tällöin pistorasian on sijaittava luokittelemattomalla alueella.

Mikäli suihku- tai kylpytila liittyy saunan löylyhuoneeseen, on alueiden 1 ja 2 ulkopuolella olevien sähkölaitteiden kotelointiluokan oltava vähintään IP21 (kuva 6). Tämä vaatimus koskee myös pienoisjänniteasennuksia, kuten halogeenivalaistusasennuksia. Mikäli suihkutilaan halutaan asentaa lämmittimiä tai valaisimia alueelle 1 on niiden sijaittava vähintään 1,7 m korkeudella lattiasta. Kylpy- ja pesutiloihin asennettavat valaisimet ja lämmittimet on suojattava enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Pesutiloihin asennettava lämmityslaitte voi olla esimerkiksi pyyhekuivain. (4.)

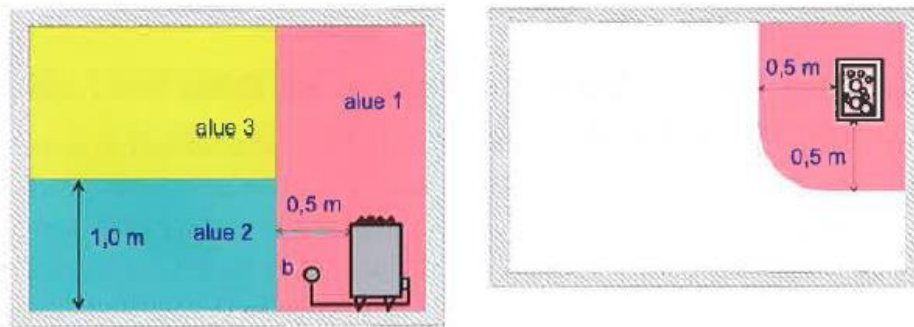


Kuva 6. Kylpytilan IP-luokan vaatimukset. (4)

#### 2.4.2.2 Saunat

Saunaan asennettavat 230V:n sähkölaitteet on suojattava 30mA:n vikavirtasuojalla lukuun ottamatta kiuasta. Sähkökiukaan ja sen ohjaus- ja varolaitteiden asennuksessa noudatetaan valmistajan antamia asennusohjeita. Sähkökiukaan varo- ja ohjauslaitteita ovat esimerkiksi ohjauskeskus ja aikakytkin. Kiukaan syöttö tulee toteuttaa seinälle

asennettavalla rasialla, joka sijoitetaan paikkaan jossa kiukaan lämpövaikutus on mahdollisimman alhainen. Mikäli rasian vaakasuoraetäisyys on alle 0,5 m kiukaasta, tulee se myös asentaa alle 0,5 m:n korkeudelle lattiapinnasta. (4.)



Kuva 7. Laitteiden sijoittelu ja aluejako saunassa. (4)

### 3 Sähkösuunnittelu ja dokumentointi

Sähkösuunnittelun ja dokumentoinnin pohjana ovat sähköön liittyvät ohjeet, säännökset ja lait. SFS 6000 -standardin mukaan sähköasennusta suunniteltaessa on varmistettava, että ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden suojaus toteutuu luvun 131 mukaisesti ja että sähköasennus toimii tarkoitetulla tavalla tarkoitetussa käytössä. Tämän lisäksi sähkösuunnitteluvaiheessa on todistettava laskelmilla ja muilla tavoin, että sille asetetut vaatimukset täyttyvät. SFS-käsikirja 6000 sisältää sähkösuunnittelussa huomioon otettavat asiat kohdassa 132. Suunnittelussa huomioon otettavia asioita ovat: sähkösyöttöjärjestelmän ominaisuudet, kuormituksen määrä ja laatu, ympäristön vaikutukset, johtimien poikkipinnat ja asennustavat sekä suoja- ja erotuslaitteet. (2.) Sähkösuunnittelun perustana on myös ST-kortisto. ST-kortisto opastaa säädösten, määräysten ja standardien mukaisiin hyviin toimintatapoihin ja ratkaisuihin.

Ennen uudis- ja korjausrakentamista on laadittava asiakirja, joka pitää sisällään tavoiteltavan lopputuloksen. Näitä asiakirjoja kutsutaan yleisesti suunnitteludokumenteiksi. Näitä dokumentteja ovat esimerkiksi luonnos-, pää- ja tuotantopiirustukset sekä rakennustapa-, rakennus-, työ- ja tilaselostukset, tuotantosuunnitelmat ja erilaiset aikataulut. Hankkeen edistyessä myös suunnitelmien taso tarkentuu ja periytyy aina aikaisemmalta suunnittelutasolta seuraavalle. Suunnitelman kohteena on yleensä fyysinen lopputulos. (7.) Hyvillä suunnittelu- ja

asennuskäytännöillä tarkoitetaan standardien, määräysten ja lakien noudattamista sekä sähköjärjestelmän toimimista ja helppokäyttöisyyttä. (3)

Käytännössä kuitenkin sähköasennuksien suunnittelu- ja asennusprojektin dokumentointi voi vaihdella hyvin yksinkertaisesta, jopa lähestulkoon olemattomasta, hyvinkin monimutkaiseen ja yksityiskohtaiseen. Oikean kohteen suunnittelun dokumentoinnin tason määrittää lakien ja ohjeistuksien lisäksi niin tilaajan vaatimukset kuin itse urakoitsijan tottumukset ja tavat. Sähkösuunnittelua ja sähkötöiden dokumentointia tehdään yleensä niin ennen asennustöiden aloittamista urakkalaskentaa varten kuin myös asennustöiden aikaisia asennusdokumenteja ja niiden jälkeisiä käyttökäyttöä dokumentteja järjestelmien käyttäjille. Näiden lisäksi voidaan tehdä niin sanottu jälkidokumentaatio esimerkiksi kohteen alkuperäisten suunnitelmien puuttuessa niin kuin tämän insinööriyön esimerkkikohteessa. Tässä luvussa esitellään yleisimmät pientalon sähkösuunnittelun dokumentit. (2.) Suunnittelun tavoitteena on toteuttaa toimiva ja turvallinen sähköverkko syötön ja kulutuskojeiden välille. Suunnittelussa on tärkeää käsitellä johtojen mitoitus ja suojalaitteiden valintaa yhtenä kokonaisuutena.

Kiinteistön sähköverkon suunnittelun lähtökohtana ovat tyypillisesti syötön ominaisuudet ja kulutuskojeiden määrä ja ominaisuudet. Syötön ominaisuuksista suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä ovat:

- syöttöjännite, 1- vai 3-vaihesyöttö
- pääsulakkeiden koko
- oikosulkuvirta syötössä.

Kulutuskojeiden ominaisuuksista suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä ovat puolestaan:

- laitteiden tehot ja määrät
- kuormituksen tyyppi; lämmitys, valaistus, moottori, yms. (7.)

### 3.1 Suunnitteluvaiheet ja tavoitteet

#### 3.1.1 Tarveselvitysvaihe

Hankkeen tarpeellisuus, sen toteutumisen edellytykset ja mahdollisuudet arvioidaan tarveselvitysvaiheessa. Tarveselvitysvaiheen suunnitelmat ja dokumentit kootaan tarveselvitykseksi, jossa määritellään hankkeen perusolemus. Yleisesti tässä vaiheessa määritellään arkkitehtoniset tavoitteet ja korjaustavoitteet niin korjaus-, lisäksi uudisrakentamisessa. Tämän vaiheen lopussa selvitetään muuttuneet ja uudet tarpeet projektin kannalta. (7.)

#### 3.1.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelun lähtökohtana on tarve eli syy lähteä tekemään investointeja ja hankintoja. Tämän takia hankesuunnittelun alkuna voidaan pitää hetkeä kun hankkeen tilaaja alkaa miettiä projektin sisältöä. Kunnolla hankesuunnittelu pääsee kuitenkin käyntiin virallisesta hankepäättökseen tekohetkestä. Sähkösuunnittelijan tehtävät hankesuunnitteluvaiheessa muodostuvat lähinnä hankkeeseen tarvittavien töiden ja materiaalien karkeasta suunnittelusta ja niiden kustannusarviosta. Hankesuunnittelun pohjana voidaan pitää rakennuttajan/tilaajan antamia kohteen lähtötietoja, joita yleensä ovat:

- kohteen eli urakan laajuus
- toiminnalliset ja tekniset vaatimukset
- aikatauluun ja turvallisuuteen liittyvät vaatimukset
- kustannustavoitteet
- sekä mahdolliset erityisvaatimukset.

Mahdollisia erityisvaatimuksia voivat olla esimerkiksi sisäilman laatu, lämmitystavat, käyttäjät, valaistukseen liittyvät vaatimukset, varaukset sekä vaatimukset salassapitoa varten. (7.)

Hankesuunnittelun taso ja vaatimukset riippuvat hankkeen koosta. Hyvin pienissä kohteissa, kuten tämän insinööriyön esimerkkikohteessa, hankesuunnitteluvaihe voi olla hyvinkin vain tapaaminen sähköurakoitsijan kanssa tai se voidaan jättää jopa kokonaan välistä. Isoissa hankkeissa hankesuunnitteluvaihe voi olla useita vuosia pitkä ja sisältää useita erilaisia suunnitelmia oikean kustannus- ja laatutason löytämiseksi. Hankevaihe loppuu kun tilaaja päättää suunnitelmien laajuudesta, niiden teknisten ominaisuuksien riittävydestä ja budjetista eli kustannustavoitteesta. Hankesuunnittelun jälkeen tehdään hankkeesta investointipäätös ja siirrytään luonnossuunnittelu vaiheeseen. (7.)

Hankesuunnitteluvaiheen sähkösuunnitteludokumentteja ovat muun muassa:

- olemassa olevien järjestelmien käyttökelpoisuus- ja kuntoarvio
- selostus kohteeseen toteutettavista toiminnoista ja ominaisuuksista
- järjestelmäselostus, joka pitää sisällään järjestelmien laatu- ja varustelutason sekä laajuuden. Näiden lisäksi selostuksesta tulee löytyä toiminnot ja perusteet järjestelmän valinnalle
- kohteen sähköjärjestelmien toteutuskustannusarvio toiminnoittain ja ominaisuuksittain. (7.)

### 3.1.3 Luonnossuunnitteluvaihe

Luonnossuunnitteluvaiheen tehtävänä on täsmentää toiminnallisia ratkaisuja ja tarkentaa hankkeeseen liittyvää varustelutasoa. Tässä vaiheessa sähkösuunnittelija aloittaa myös sähkösuunnittelun. Luonnossuunnittelussa mitoitetaan kohteeseen liittyvät huipputeho, jonka avulla voidaan mitoitaa tarvittavat pääsulakkeet ja liittymisjohdot. Tähän vaiheeseen voidaan sisällyttää mallien suunnittelu eli jonkin hankkeen pienen kokonaisuuden suunnittelu esimerkiksi toimistorakennuksessa yhden toimistohuoneen/tilan suunnittelu. Tämä auttaa tilaajaa hahmottamaan hankkeen sisältöä ja mahdollistaa erityisvaatimuksien lisäämisen kuten kulutuspisteiden määrän lisääminen tai valaistuksen vaatimustason noston tai laskun. Näin saadaan kohteen tekniset vaatimukset tulevan käyttötarkoituksen mukaisiksi ja tarvittaessa kustannusarviota tarkennettua. (7.)

### 3.1.4 Toteutussuunnitteluvaihe

Toteutussuunnitteluvaiheen tarkoituksena on luoda kohteesta mahdollisimman tarkat suunnitteludokumentit, joiden pohjalta hanke voidaan toteuttaa. Suunnitelmien laatu ja tarkkuus on tärkeää myös hankkeen tarkan kustannusarvion takia. Toteutussuunnitteluvaiheessa suunnitellaan ja määritetään kaikki kohteeseen vaadittavat laskelmat, sähköjärjestelmät sekä niihin liittyvät taso-, kaavio- ja detaljipiirustukset. Näiden lisäksi laaditaan kohteen sähkötyöselitys. Suunnitteludokumenttien laajuus ja sisältö on riippuvainen kohteen laajuudesta. Suuren kauppakeskushankkeen toteutussuunnitelmat ovat luonnollisesti huomattavasti suuremmat kuin yhden luokkahuoneen valaistuksen uusimiseen vaadittavat suunnitelmat. (7.)

### 3.1.5 Rakentamisvaihe

Tässä vaiheessa suunnitelmien kohde toteutetaan eli rakennetaan. Suunnittelutehtävien avulla pyritään pitämään huoli suunnitelmien mukaisesta toteuttamisesta, projektille asetettujen laatutavoitteiden täyttymisestä ja tarvittavien käyttö- ja ylläpitovalmiuksien saavuttamisesta. (7.)

## 3.2 Mitoitus

### 3.2.1 Pääsulakkeen mitoitus

Pääsulakkeen mitoitusta varten tarvitaan kiinteistön huipputeho ja sen aiheuttama suurin virta. Tätä virtaa kutsutaan mitoitusvirraksi. Huipputehon määrittämistä varten löytyy erilaisia kaavoja, jotka pohjautuvat kuluttajakojeiden määrään sekä kokoon ja kiinteistön pinta-alaan. Mitoitusohjeen perustana on käytännön kokemus kiinteistön sähköverkon liittymän mitoittamisesta. Tällaisia kaavoja löytyy esimerkiksi ST-kortista ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. Mitoitusesimerkki löytyy kohdasta 4.2.1.

$$P_{\max} = 30 + 64 * \frac{Al_{\text{äm}}}{1000} \quad (8) \quad (2)$$

jossa

$P_{\max}$  = huipputeho (kW)

$A_{\text{läm}}$  = kiinteistön lämmitetty pinta-ala (m<sup>2</sup>).

### 3.2.2 Liittymiskaapelin mitoitus

Liittymiskaapelin mitoitukseen vaikuttavat huipputehon lisäksi erilaiset korjauskertoimet. Korjauskertoimia ovat esimerkiksi kaapelin asennustapa, kuten maakaapeli, ilmajohto vai uppoasennus. Tämän lisäksi liittymän mitoituksen korjauskertoimia tulee lämpötilasta, kaapelin kulkemasta reitistä ja mahdollisista kaapelin reitiltä löytyvien eristeläpivientien määrästä ja eristeiden paksuudesta. Kattavan kuvan kaikista kaapelin mitoitukseen liittymistä korjauskertoimista saa esimerkiksi D1-käsikirjasta. (2.)

Yksivaiheisen oikosulkuvirran laskemisen kaava:

$$I_k = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z} \quad (2) \quad (3)$$

jossa

$I_k$  = pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta (A)

$c$  = kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenaleneman liittimissä, johdoissa, sulakkeissa, kytkimissä jne.

$U$  = pääjännite (V)

$Z$  = virtapiirin kokonaisimpedanssi, joka muodostuu

- jakelumuuntajaa edeltävän verkon impedanssista
- muuntajan impedanssista
- muuntajan jälkeisten johtimien impedanssista. (2.)

Sallitun johtopituuden kaava:

$$l = \frac{\left(\frac{c-U}{\sqrt{3}} - I_k - Z_v\right)}{(2 \cdot z)} \quad (4)$$

jossa

$l$  = johtopituus (km)

$c$  = kerroin 0,95

$U$  = pääjännite (V)

$I_k$  = oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän vaaditussa ajassa

$Z_v$  = impedanssi ennen suojalaitetta

$z$  = suojattavan johtimen impedanssi ( $\Omega/\text{km}$ ). (2.)

### 3.3 Suunnittelu dokumentit, piirustukset, kaaviot ja luettelot

#### 3.3.1 Sähkötyöselostus

Sähkötyöselityksen alussa ilmoitetaan kohteen yleistietoja, kuten rakennuskohde ja sen sijainti ja laajuus sekä yhteystiedot hankkeen valvojasta, urakoitsijasta ja kaikista teknisistä suunnittelijoista. Sähkötyöselostuksen tehtävä on auttaa sähköurakoitsijaa varautumaan ja suoriutumaan hankkeesta sekä kertoa siihen liittyvistä sähköteknisistä ratkaisuista sekä järjestelmistä. Sähkötyöselostukseen kirjataan yleisimmät kohteen sähkötekniset tiedot. Se voi tarvittaessa sisältää myös täsmennyksiä tasopiirustuksiin ja urakkarajoihin, mutta yleensä sisältää vain laatuvaatimuksia, käytettäviä kaapelityyppejä, asennuskorkeuksia ja menettelytapoja. (7.)

#### 3.3.2 Tasopiirustukset

Sähkösuunnittelun tasopiirustuksien pohjana toimivat usein arkkitehtipohjapiirustukset ja näiden kuvien mittakaava on 1:50. Poikkeuksena ovat suuret kohteet, jotka saatetaan tehdä 1:100 mittakaavaan. Itse sähköpiirustuksille ei ole asetettu mittakaava vaatimuksia, mutta yleensä mittakaavana toimii arkkitehdin pohjapiirustuksen



mittakaava. Tasopiirustuksien sisältönä ovat sähköjärjestelmään kuuluvien kulutuskojeiden/sähköpisteiden sijainnit ja niitä syöttävien tai ohjailevien kaapeleiden tai johtimien suuntaa antavat reitit. Sähköisesti tehtäviin tasopiirustuksiin voidaan lisätä myös erilaisia piilosisältöjä eli tietomalleja, jotka helpottavat suunnitelmien luontia ja myös itse suunnittelua. Tällaisia tietoja ovat johdon/johtimen laatu, eri syöttöjen suojalaitteet, asennusreitit ja jopa tietty valaisinmalli. Tietomalleja hyödynnetään myös urakkalaskennassa sekä sähköjärjestelmien huollossa. Tasopiirustuksiin suunnitellaan myös eri järjestelmien ohjaus, kuten esimerkiksi valaisinjärjestelmän ohjaus. Valaisinpisteiden kohdalle voidaan merkitä positionumerot, joiden alle voidaan avata kyseisen valaisimen valmistaja, merkki ja jopa siinä käytettävä valonlähde. Tasopiirustuksien tehtävä yhdessä sähköselostuksen ja sähkökaavioiden kanssa on ohjata ja kertoa sähköasentajalle kuinka ja millä komponenteilla kyseinen sähköasennus tulisi tehdä. (7.)

### 3.3.3 Keskus-, piiri- ja maadoituskaaviot

Keskuskaaviosta käy ilmi itse keskuksen tiedot ja sen sisältämät komponentit kuten johdonsuojakatkaisijat, kontaktorit, ohjauskytkimet, energiankulutusmittarit ja pääkytkin. Näiden lisäksi keskuskaavioon määritellään jokaisen johtolähdön (ryhmäjohton) koko ja sitä suojaava komponentti yleensä gG-sulake tai johdonsuojakatkaisija sekä ryhmäjohton käyttötarkoitus/osoite. Keskuskaavio toimii ohjeena asentajalle oikeanlaisen suojauksen varmistamiseksi. Tämän lisäksi oikeanlainen ja ajan tasalla oleva keskuskaavio helpottaa myös muutostöiden tekemistä sekä nopeuttaa vian etsintää ja määrittämistä.

Piirikaavio eli kytkentäkaavio kuvaa samassa järjestelmässä olevien komponenttien liitoksia toisiinsa. Piirikaaviota käytetään myös keskusten kokoonpanossa ja kytkennässä avuksi. Lisäksi sen avulla selkeytetään järjestelmän toimintaa ja siinä olevien eri komponenttien yhteyttä toisiinsa. Yleisimpiä rakentamisen sähkösuunnittelussa käytettyjä piirikaaviota ovat erilaiset ilmastointiin liittyvät piirikaaviot, kuten savunpoistokaavio. Näiden lisäksi esimerkiksi hälytysjärjestelmistä ja moottorikäyttöistä tehdään usein piirikaaviot.

Kiinteistön potentiaalintasaus- ja maadoituskytkennät esitetään maadoituskaaviossa. Yleensä pääkeskuksen PE- tai PEN-kisko kytketään yhteen

pääpotentiaalintasauskiskon kanssa. Tämän lisäksi siihen kytketään maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimet yksitellen. (2.)

#### 3.3.4 Valaisin- ja lämmitinluettelo

Valaisinluettelon tehtävä on kertoa niin valaisimien hankinta-, kustannuslaskenta- kuin huoltovaiheessa kohteen valaisimista yksityiskohtaista tietoa. Valaisinluettelossa pyritään kertomaan kohteen valaisimien valmistajan tyyppi-/tuotekoodin ja kappalemäärän lisäksi myös tasokuvissa esiintyvien kyseistä valaisinta kuvaava positionumero. Tämän lisäksi valaisinluettelosta selviää useimmiten valaisimen sisältävien valonlähteiden teho, niiden määrä ja kokonaisteho. Luetteloon on hyvä lisäksi lisätä jokaisen valaisimen asennustapa, valaisimiin suunniteltu väriämpötila ja IP-luokka mahdollista huoltoa tai vaihtoa ajatellen, sillä vaihdon tullessa ajankohtaiseksi kohteeseen alun perin asennettuja valaisimia ei välttämättä ole enää saatavilla. Esimerkki valaisinluettelosta on kuvassa 8. Lämmitinluettelo on samanlainen kuin valaisinluettelo, mutta käsittelee lämmittämiä.

Näiden lisäksi isommissa kohteissa käytetään myös massaluetteloa eli määräluetteloa tarvikkeista ja materiaaleista. Useimmat sähkösuunnitteluohjelmistot pystyvät tekemään massaluettelon suoraan suunnittelutiedoista. Massaluettelon avulla kohteelle pyritään määrittämään mahdollisimman tarkka kustannusarvio tarjouskilpailua varten. Tämän lisäksi laadukasta massaluetteloa voidaan hyödyntää niin hankinta- kuin rakennusvaiheessa.

## VALAISINLUETTELO

As Oy Esimerkki			TYÖNUMERO 12345 PÄIVÄYS 21.1.16			PIIRUSTUSNUMER O SIVU 1 (1)	
Po s	Valmistaj a	Tuotekoodi	Lampp u	Teho/ W	Asennustap a	IP luokka	Yht
1	Fagerhult	Closs Terazza Dir/Indir white-26725	1*28	30	R	IP20	23
2	Fagerhult	Closs Terazza Dir/Indir white-26726	2*28	60	R	IP20	26
3	Fagerhult	Indigo Combo Delta - 24910	1x28W- FDH T5	30	F	IP20	12
4	Fagerhult	Indigo Combo Delta - 24911	2x28W- FDH T5	56	F	IP20	4
13			1x36W	38		IP44	3

**LAMPPUJEN  
VÄRISÄVYT**  
LOISTELAMPUT NOIN 4000K

Kuva 8. Esimerkki valaisinluettelosta.

## 4 Saneeraus- ja laajennuskohde-esimerkki

### 4.1 Lähtökohta

Korjausrakentamisessa on aina otettava huomioon alkutilanteessa olemassa oleva korjattava tai uuden käyttötarkoituksen tarvitseva rakennus. Tässä suhteessa vanhan korjaaminen poikkeaa merkittävästi uudisrakentamisesta. Jo olemassa oleva rakennus vaikuttaa kaikkeen: niin rakennuttamiseen, suunnitteluvaiheeseen kuin rakentamisvaiheeseenkin. (1.)

Olemassa oleva rakennus toimii sekä suunnittelun että rakentamisen puite- ja reunaehtona. Tämä rajaa useita erilaisia vaihtoehtoja ja ratkaisumahdollisuuksia. Tästä johtuen kaikkia uudisrakentamisen tavoitteita ja normeja ei voida saavuttaa. Toisaalta voidaan luoda sekä säilyttää tavoitteita ja yksityiskohtia, joihin ei nykypäivän uudisrakentamisessa pystytä. Rakennukseen sopimaton käyttötarkoitus voi asettaa suunnittelulle ja toteutukselle liian vaikeat ongelmat. (1.)

## 4.2 Vapaa-ajan asunto Marja

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana on toisen maailmansodan jälkeen vuonna 1950 valmistunut Sallassa sijaitseva rintamamiestalo. Talo oli ollut tyhjillään vuodesta 1986 lähtien ja näin ollen kaipasi niin rakenteellista peruskorjausta kuin asuinmukavuuden parantamista nykypäivän vaatimuksia vastaavaksi. Talosta haluttiin saada ympärivuoden asuttava ja energiaa mahdollisimman vähän kuluttava vapaa-ajan asunto helsinkiläiselle eläkeläispariskunnalle, jotka viettävät vuodesta noin 4-5 kuukautta vapaa-ajan asunnossa. Talon kerrosala on noin 80 m<sup>2</sup>, vinttikerros on täysin rakentamaton. Kohteen rakenteet ovat pääosin alkuperäiset eikä rakennusta ole pidetty jatkuvasti lämpimänä sen kehnon energiatehokkuuden ja siitä aiheutuvien kulujen takia (kuva 1). Päärakennukseen rakennettiin niin sanottu mukavuussiipi, joka sisälsi kaikki lämpöä vaativat talotekniikka osat eli tiloina; keittiö, wc, pesuhuone ja saunatilat. Tämän takia mukavuussiivestä pyrittiin tekemään mahdollisimman energiatehokas pienine ikkunoineen ja vaipan hyvän lämpöeristävyyden avulla.



Kuva 9. Esimerkkikohteen rintamamiestalo.

Alun perin kiinteistöön asennettiin sähköt vuonna 1973, jolloin energianlähteenä toimi kiinteistön vieressä olevaan Naruska-jokeen sijoitettu vesivoimalaitos. Joessa ollut generaattori tuotti tasasähköä, jonka jännitetasoa säädeltiin liukuvastuksella. Vuonna 1973 asennettu sähköjärjestelmä oli pääsääntöisesti suunniteltu lypsykarjan juomavesipumpun käyttöä varten, mutta samalla asennettiin myös valaistus- ja pistorasiajärjestelmä asuinrakennukseenkin. Tilan vaihtaessa omistusta vuonna 2003 sai vanha navettarakennus uuden käyttötarkoituksen, jolloin navetan suurimmasta osasta tehtiin puuverstas, minkä myötä myös navetan sähköjärjestelmä uusittiin kokonaan käyttötarkoitusta vastaavaksi. Viimeisimmän sähköteknisen myllerryksen kiinteistö kävi vuonna 2010, jolloin päärakennukseen rakennettiin uusi mukavuussiipi. Tämän rakentamisen yhteydessä kiinteistö sai uuden liittymän ja pääkeskuksen.



Kuva 10. Kiinteistön alkuperäinen jännitemittari generaattorissa.

#### 4.3 Sähkötekniset suunnitelmat ja työt

Esimerkkikohteessa pääkiinteistön vanhan osan eli niin sanotun saneerausosan sähköjärjestelmä oli tehty vuonna 1973. Näiden asennuksien kunto päätettiin tarkistaa ja se todettiin hyväksi. Näin ollen näitä asennuksia ei uusittu muilta kuin vanhan pääkeskuksen osalta, josta muokattiin uusi ryhmäkeskus RK1. Tämän lisäksi navettarakennuksen sähköjärjestelmään, joka oli tehty vuonna 2003, tehtiin

kuntotarkastus, eikä siinä ilmennyt puutteita tai vikoja. Kaikkien kiinteistön sähköjärjestelmien alkuperäinen sähkösuunnittelu on tehty niin sanotusti lennossa eli työtä tehdessä. Tämän takia päädyttiin tämän työn merkeissä tekemään jälkisuunnittelu ja dokumentaatio kiinteistön sähköjärjestelmistä. Ennen sähkösuunnitelmien jälkidokumentaatiota jouduttiin tekemään kohteesta arkkitehtipohjat cads-ohjelmistolla sähkösuunnitelmien pohjaksi. Jälkidokumentaatioissa yhdistettiin kaikki sähköjärjestelmät yhdeksi suunnitelmakokonaisuudeksi. 1.krs sähkötasopiirustuksessa (liite 3) kaikki 0-alkuiset ryhmät ovat vuonna 1973 tehtyjä sähköasennuksia. Loput ovat vuonna 2010 saneerauksen yhteydessä tehtyjä syöttöjä. Alkuperäiset asennukset ovat tehty pinta-asennuksina ja uudet vuonna 2010 tehdyt asennukset ovat uppoasennuksia. Pinta- ja uppoasennukset käyvät ilmi myös jälkidokumentaatioissa tehdyistä tasopiirustuksista (liitteet 3-6).

Vuonna 2010 päärakennuksen laajennusosaa rakennettaessa päädyttiin hyödyntämään vanhaa pääkeskusta vanhan osan uudeksi ryhmäkeskukseksi. Tämän lisäksi kaikki uudet sähköpisteet päätettiin sijoittaa kustannussyistä laajennusosaan, jolloin vanhan osan kulutus- ja valaisinpisteet ja kaapelointineen pystyttiin jättämään ennalleen. Tämän ansiosta vanhalta osalta ei tullut mitään kustannuksia lukuun ottamatta nousukaapelia asennuksineen. Alueen rajujen talvipakkasten takia päädyttiin kuitenkin keskukseen lisäämään etäohjausmahdollisuus. Etäohjauksesta on kerrottu enemmän kohdassa 4.23. Laajennusosaan sijoitettiin uusi keittiö ja pesu- sekä saunatilat.

Saneerausosasta poistettiin keittiö, jossa sijaisi lieden 3-vaihesyöttö. Tämä syöttö päädyttiin muuttamaan 3-vaihepistorasiaksi, koska lähitulevaisuuteen on kaavailtu rintamamiestalon toisen kerroksen rakentamista. Tämä mahdollistaa työmaakeskuksen syötön ottamisen ensimmäisestä kerroksesta.



Kuva 11. Vanha lieden syöttö muutettiin 3-vaihepistorasiaksi.

#### 4.3.1 Mitoitus

Malliesimerkkikohteen jälkimitoittamisessa käytettiin pienen rivitalon mitoituskaavaa, koska kiinteistöön kuului useita rakennuksia ja muun muassa puuverstas. ST-kortin 13.31 mukaan kiinteistön sähköliittymän mitoitusta varten on selvitettävä kiinteistön huipputeho ( $P_{\text{max}}$ ). Tämän avulla voidaan laskea kuormitusvirta, joka määrittää pääsulakkeiden koot.

$$P_{\text{max}} = 30 + 64 * \frac{A_{\text{läm}}}{1000} \quad (1)$$

$$P_{\text{max}} = 30 + 64 * \frac{110}{1000}$$

$$P_{\text{max}} = 37 \text{ kW}$$

$$I_b = \frac{P_{\text{max}}}{\sqrt{3} * U_p * \cos \varphi}$$

$$I_b = \frac{37 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 0,95}$$

$$I_b = 56,22 \text{ A}$$

Liittymisjohdon mitoitusvirran ollessa 59.22 A valitaan pääsulakkeiksi 63A gG-sulakkeet, koska  $I_b < I_n$ . Näiden avulla voidaan valita liittymiskaapeliksi AXMK 4x35s. Liittymäkaapelityyppi on yleisimpiä tällaisissa asennuksissa käytettäviä kaapelityyppejä.

#### 4.3.2 Liittymä- ja ryhmäjohdot sekä keskuskeskukset

Nousujohto pääkeskuksesta ryhmäkeskukseen kulkee rakennuksen vanhan osan rakentamattoman ullakon kautta. Kaapelina toimii 5x6s MMJ-kaapeli, jota suojaa 3x 16 A C-typin johdonsuojakatkaisijat. Ryhmäkeskusten RK1 ja RK2 välinen nousukaapeli on 5x6S MMJ-kaapeli ja sitä suojaavat 3x 16A gG-sulakkeet.

#### 4.3.3 Maadoitus

Kohteessa käytettiin maadoituksena perustusmaadoituselektrodi ja tämän lisäksi liittymiskaapeliin asennettiin 20 metriä pitkä kuparijohdin, jonka koko oli 16 mm<sup>2</sup>. Perustusmaadoituselektrodina toimii perustuksiin ennen betonivalua asennettu kuparijohdin, joka kiertää kaksi kertaa perustuksien ympäri. Päämaadoituskisko sijaitsee pääkeskuksessa PK. Päämaadoituskiskona toimii liitin pääkeskuksessa. Tällaiseen ratkaisuun päädyttiin, koska esimerkkikohteessa ei ole juurikaan johtavia osia, jotka tulisi yhdistää maadoituskiskoon.

#### 4.3.4 Keskukset

Kiinteistössä on kolme keskusta, mukavuussiivessä sijaitseva pääkeskus PK, vanhassa pirtissä sijaitseva entinen kiinteistön pääkeskus, nykyinen ryhmäkeskus 1, ja navetta rakennuksessa sijaitseva ryhmäkeskus 2. Uusi pääkeskus on Ensto Waltteri - tyyppi PESAV 145.30 ja navettarakennuksen keskus Pielisen oma-keskus Oy:n RK12AR keskus. Vanhasta pääkeskuksesta, josta tehtiin uusi ryhmäkeskus RK1, ei ole mallia tiedossa (kuva 12).





Kuva 12. Vanha pääkeskus, nykyinen ryhmäkeskus.

#### 4.3.5 Valaistus

Valaistuksena vanhalla puolella toimivat samat valaisimet kuin ennen saneerausta. Valaisimet ovat suurimmalta osalta alkuperäiset ja alkuperäisillä paikoilla. Laajennusosan yleisvalaistus on hoidettu kattoon asennetuilla plafondi-valaisimilla ja energiansäästölamppu valonlähteillä. Näiden lisäksi keittiöstä löytyy työvalaisimina yläkaappien alle asennettu led-nauha ja kolme loisteputkivalaisinta. Wc- ja pesutiloissa lisävalaistusta on saatu peilikaappeihin integroiduilla spottivalaisimilla, joiden valonlähteenä ovat halogeenilamput. Saunaan on luotu tunnelmavalistus kuusiosaisen kuituvalosarjan avulla.

Navettarakennuksessa on yleisvalaistuksen lisäksi asennettu loisteputkivalaisimet työvalaisimiksi. Navetta-/verstasolosuhteet asettavat näille tietynlaiset IP-luokitus vaatimukset SFS 6002:n mukaan. Yleisvalaisimina navetassa toimivat Gewiss FW 80651:n valaisimet, joiden IP-luokitus on 44. Työvalaisimina ovat Oy Airam Electric AB:n Marina B236, joiden IP-luokitus on 65. Näiden valaisimien valonlähteenä on kaksi Finnram LP 36W:n hehkulamppua. Valaisimien sijainnit löytyvät liitteestä 4.

#### 4.3.6 Lämmitys

Koko uuden puolen lämmitys on hoidettu sähkökäyttöisellä lattialämmityksellä. Lattialämmitys järjestelmänä on Enston Tassu -komponentit, (ks. lattialämmityskaavio liite 5.) Vanhan puolen lämmitysjärjestelmänä toimii öljytäytteiset siirrettävät sähkölämmittimet, joita on 4 kappaletta.



Kuva 13. Lattialämmityskaapelit asennettuna lattiavaluun.

Uuden puolen lämmityksen säädön hoitaa lattialämmitystermostaatti, jolla säädellään käyttöä asukkaiden läsnä ollessa. Muulloin mukavuussiiven lämmitystä säädellään etäohjauksella Ensto Eco 600 -järjestelmän avulla. Ensto Eco 600 on etähallintalaite, jonka avulla voidaan säätää sähkölämmityksen tehoa matkapuhelinta etäohjaimena käyttäen. Tämän lisäksi laitteisto antaa myös hälytyksiä eri tilanteista, kuten esimerkiksi ennalta asetettujen lämpötilarajojen rikkoontumisesta. Eco 600 -järjestelmä ilmoittaa myös mahdollisista vikatilaloista ja toimii siltä osin valvontalaitteena. Kyseisessä kohteessa lämmitys säädetään asukkaiden poissa ollessa noin 10 asteen tienoille ja nostetaan etäohjauksen avulla normaali lämpötilaan (23 astetta) vuorokausi ennen asukkaiden saapumista.



Kuva 14. Ensto ECO600 keskuksessa.

Vanhan puolen lämmityksen säätö toimii päälle pois toimintoisesti gsm-etäohjauksella, eikä se mahdollista lämpötilan säätöä, eikä järjestelmä pysty välittämään hälytystietoja. Etäohjausjärjestelmänä toimii Siltek Security Oy:n STD32 GSM-modeemi, rele ja kytkin, jotka on sijoitettu ryhmäkeskus 1 viereen omaan laitekoteloon. Näkyy kuvassa 12 keskuksen vieressä. Etäohjaus mahdollistetaan kääntämällä kytkin koti-asennosta gsm-asentoon, mikä aktivoi laitteiston gsm-komento-ohjauksen. Etäohjauslaitteisto ohjaa koko vanhan osan ja navetan sähköistystä, minkä ansiosta asukkaiden poissa ollessa saadaan katkaistua sähkönsyöttö tuholaisille alttiisiin osiin navetassa.

## 5 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa sähkösuunnitelma vapaa-ajan asunnosta yksityishenkilölle, niin dokumentaatioksi tehdyistä projekteista kuin myös hyötykäyttöön tulevia projekteja varten. Lisäksi pyrin tekemään tästä työstä opas- ja ohjekirja pientalon sähköasennuksissa ja -suunnittelusta niin maallikon kuin ammattilaisenkin käyttöön.

Sähkösuunnitteludokumentoinnissa onnistuttiin tilaajan vaatimuksia paremmin, sillä siinä onnistuttiin erottelamaan myös kiinteistöön eri aikoina tehdyt sähköjärjestelmät ja saatiin aikaiseksi nykytilaa kuvaava sähkösuunnitelma. Sähkösuunnittelun jälkidokumentointina oli aikaisempien projektien suunnitelmien puuttuminen sekä se, että sähköjärjestelmät ovat eri vuosikymmeniltä ja tekijöitä on ollut useita. Haasteita työssä toi myös eri aikakausien standardien, lakien ja säännösten löytäminen ja yhdistäminen käytännötilanteisiin. Näiden lisäksi kohteen maantieteellisestä sijainnista johtuvat sääolosuhteet loivat omat haasteensa työn tekemisen aikatauluttamiselle.

Yleisesti ottaen sähkösuunnittelusta ja -dokumentaatiosta voisi tämän työn pohjalta todeta niiden olevan erittäin tärkeät dokumentit tehdystä työstä ja sähköjärjestelmästä. Sähkösuunnittelu kannattaisi kuitenkin yleensä tehdä ennen sähkötöiden aloittamista, jotta voidaan varmistua sähköjärjestelmän turvallisuudesta ja säännösten, lakien ja määräysten mukaisuudesta. Näiden lisäksi sähkösuunnitteluun uhrattu aika ja raha näkyy säästönä töiden ja materiaalin määrässä, joten sen avulla voidaan tehdä myös merkittäviä säästöjä kokonaisurakkaa ajatelle.

## Lähteet

- 1 Olenius, Auli, Koskenvesa, Anssi & Penttilä, Hannu 2006. Puutalon remonti. Tampere: Rakennustieto Oy.
- 2 Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS 6000. Vahvistettu Sesko ry 2007-05-28. SFS Käsikirja 600 Pienjännitesähköasennukset ja sähköturvallisuus 2007.
- 3 Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Espoo 2008. Sähköasennukset 1.
- 4 Esa Tiainen. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2006. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista D1. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 5 IP-luokitukset. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/IP-luokitus>. Hakupäivä: 21.2.2016.
- 6 Sähkökomponenttien IP-luokitusvaatimukset. Saatavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6komponenttien\\_IPluokitusvaatimukset](https://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6komponenttien_IPluokitusvaatimukset). Hakupäivä: 21.2.2016.
- 7 Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Espoo 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja.
- 8 ST-käsikirja 53.21, Rakennusten jakelujärjestelmien maadoitukset ja potentiaalintasaukset, Sähkötieto ry, 2008.

**Rintamamiestalo Marja  
Marjastajantie 1  
98900 Salla**

**SÄHKÖSELOSTUS**

20.01.2016

A	ESITIEDOT	4
A 1	Rakennuskohde	4
A 2	Rakennuttaja	4
A 3	Suunnittelijat	4
A 3.1	LVI-suunnittelu	4
	Vesi- ja jätevesisuunnittelu	4
A 3.2	Rakennesuunnittelu	4
A 3.3	Sähkösuunnittelu	4
B	YLEISOHJEET	5
B 1	Sopimustiedot ja urakkatarjouspyyntöön sisältyvät asiakirjat	5
B 2	Urakan laajuus	5
B 3	Työnjohto	5
B 4	Tarkastukset	5
B 5	Piirustukset	6
C	YLEISET ASENNUSOHJEET	6
C 1	Tarvikkeet	6
C 3	Työn suorittaminen	6
C 3.2	Pinta-asennus	7
C 4	Metallipintojen pintakäsittely	7
C 5	Merkinnät ja merkintätarvikkeet	7
H	sähköjärjestelmät	8
H 0	Yleisiä sähkötekniisiä tietoja	8
H 0.1	Urakka-alue	8
H 0.2	Purkutyöt	8
H 1	Aluesähköistys ja liittymisjohdot ulkopuolisiin verkostoihin	8
H 11	Vahvavirtaliittymisjohdot	8
H 2	Pää- ja jakokeskukset	8
H 20	Yleistiedot keskusten rakenteesta ja asennuksesta	8
H 201	Pääkeskus	9
H 202	Ryhmäkeskukset	9
H 3	Johtotiet ja asennusperiaatteet	10
H 30	Yleistiedot	10

H 31	Kaapeliläpiviennit	10
H 311	Kaapeliläpiviennit rakenteiden läpi	10
H 4	Johdot ja niiden varusteet	10
H 41	Johdot ja kaapelit	10
H 411	Nousukaapelit	10
H 412	Ryhmäjohdot	10
H 42	Putkitukset ja rasiot	10
H 5	Valaistus	11
H 6	Lämmittimet, kojeet ja laitteet	11
H 61	Sähkölämmitysasennukset	11
J	TELEjärjestelmät	11
J 1	Palovaroitinjärjestelmä	11



A ESITIEDOT

A 1 Rakennuskohde

Nimi: Tila Marja

Osoite: Marjastajantie 1, 98900 Salla

Tila Marja on 1,5 kerroksinen rintamamiestalo Sallassa. Hanke käsittää päärakennuksen uuden laajennusosan uuden sähköjärjestelmän ja päärakennuksen vanhan osan liittymän uuteen järjestelmään.

Kohteenlikimääräinen laajuus: 110 m<sup>2</sup>

Saneerausosa: 80 m<sup>2</sup>

Laajennusosa: 30 m<sup>2</sup>

A 2 Rakennuttaja

Nimi: Martti Metsästäjä

Osoite: Peuranpolku 7, 00400 Helsinki

Yhteyshenkilöt: Martti Metsästäjä

A 3 Suunnittelijat

A 3.1 LVI-suunnittelu

Vesi- ja jätevesisuunnittelu

Nimi: Niilo Ronkainen

Käyttövesi suunnittelu

Nimi: Insinööritoimisto HN Vuorela

A 3.2 Rakennesuunnittelu

Nimi: Asko Viitanen

A 3.3 Sähkösuunnittelun jälkidokumentointi

Nimi: Timo Tunturi

B YLEISOHJEET

YLEISKUVAUS

Tämä työselostus koskee rintamamiestalo Marjan saneeraukseen ja laajennukseen liittyviä sähköitä.

B 1 Sopimustiedot ja urakkatarjouspyyntöön sisältyvät asiakirjat

Urakkasopimusasiakirjat urakkaohjelman mukaisesti. Tarjouspyyntö- ja sopimusasiakirjojen pätevyysjärjestys on urakkaohjelman mukainen. Muutostyömenettelyt on määritelty urakkaohjelmassa ja muissa urakka-asiakirjoissa.

B 2 Urakan laajuus

Urakkaan kuuluu kaikkien sähköselostuksessa ja piirustuksissa mainittujen sähkölaitteiden ja -järjestelmien sekä niihin liittyvien kaapelointien hankinta ja asennus kuljetuksineen täyteen käyttökuntoon, ellei asiakirjoissa ole toisin ole määritetty. Urakkaan sisältyviin asennuksiin liittyvät tarkastusmaksut sisältyvät urakkaan. Toimintakokeet ja koekäytöt myös sisältyvät urakkaan.

Urakoitsijan on tarkistettava sähkölaitteille ja -kojeille varattujen tilojen riittävyys ennen asennustöiden aloittamista. Muutostarpeista on ilmoitettava rakennuttajalle. Tällaisia muutostarpeita voivat aiheuttaa esim. jakokeskusten tilantarpeen suurentuminen tai muuttunut asennusreittien tarve.

B 3 Työnjohto

Urakoitsijan tulee nimetä työkohdetta varten koko urakkasuorituksen toteuttamisen ajaksi sellainen henkilö, joka hallitsee ko. sopimuksen alaisen tehtävän ja jonka puoleen rakennuttaja tai hänen edustajansa voivat kääntyä.

B 4 Tarkastukset

Ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa tulee urakoitsijan suorittaa sähkölaitteistolle sähköturvallisuuslain mukainen käyttöönottotarkastus. Tarkastuspöytäkirja tulee luovuttaa rakennuttajalle ennen vastaanottotarkastusta.

Toimintakokeet:

Kun urakkaan sisältyvät järjestelmät on asennettu ja ne ovat toimintakunnossa, suoritetaan toimintakokeet. Toimintakokeet ajoitetaan suoritettavaksi urakkaohjelmassa mainittuna ajankohtana ennen vastaanottotarkastusta. Toimintakokeet suorittavat rakennuttajan edustaja sekä urakoitsijan edustajat

B 5 Piirustukset

Työ- ja luovutuspiirustukset laatii suunnittelija/sähköurakoitsija. Urakoitsija tekee tarkekuvat muutoksista ja käyttöön jäävistä asennuksista, jotta suunnittelija voi laatia luovutuspiirustukset.

Urakoitsijan tulee ylläpitää työmaalla kahta tarkepiirustussarjaa. Kumpaankin sarjaan tulee merkitä työn aikana tehdyt muutokset. Merkinnät tulee tehdä välittömästi ko. asennuksen valmistuttua.

Urakoitsija kokoaa sähköjärjestelmien ja -laitteiden suomenkieliset käyttö- ja huolto-ohjeet kansioon huoltokirjaa varten.

Piirustuskustannukset:

Rakennuttaja toimittaa urakoitsijalle veloitusetta suunnitelmapiirustuksia urakkaohjelman mukaisesti.

C YLEISET ASENNUSOHJEET

C 1 Tarvikkeet

Kauppanimellä mainitut tarvikkeet voidaan korvata käyttökohteen kannalta ominaisuuksiltaan ja laadultaan vastaavilla tarvikkeilla. Urakoitsijan on kuitenkin hankittava haluamalleen vaihdolle rakennuttajan suostumus.

C 3 Työn suorittaminen

C 3.1 Yleistä

Urakoitsijan on tarkistettava asennuspisteiden, rasioiden yms. paikat asennuspaikalla ennen asennuksen aloittamista.

### C 3.2 Pinta-asennus

Pinta-asennuksessa tulee käyttää muovivaippajohtoa ja muovivaippajohtovarusteita. Kolmen tai useamman johdon kulkiessa rinnakkain tulee johtojen kiinnitykseen käyttää rivikiinnikkeitä, joiden aluskiskoihin jätetään n. 30 % jälkiasennusvara.

Ruuvien kiinnittämisessä betoniin tai tiileen on käytettävä tehdasvalmisteisia tulppia. Keskukset, kaapelihyllyt, kourut ja valaisimet on kiinnitettävä kiila- tai vastaavilla pulteilla.

Johdot on suojattava tarpeellisissa kohdissa mekaanisesti vahvoilla asennusputkilla tai metallilevysuojuksella. Metalliputkien yhteydessä on käytettävä muovisia putkenpäätteitä, jotka asennetaan kaapelivedon yhteydessä halkaisematta putkenpäätettä.

Kaapeloinnit keskuskomeroiden kaapelihyllyiltä keskuksille tehdään rivikiinnikkein tarvittaessa kaksi rivikiinnikekerrosta päällekkäin.

### C 3.3 Uppoasennus

Uusiin tiili- ja kevytrakenteisiin seiniin voidaan tehdä putkitukset seinärakennustyön yhteydessä. Seinän vastakkaisille puolille ei saa asentaa samaan kohtaan upotettuja kojerasioita. Rasioiden keskipisteiden välinen etäisyys vastakkaisilla puolilla on esim. vähintään 200 mm.

### C 4 Metallipintojen pintakäsittely

Kaikkien työmaalle toimitettavien teräsosien on oltava tehtaalla valmiiksi pintakäsiteltyinä.

### C 5 Merkinnät ja merkintätarvikkeet

Vahvavirta-asennusten uudet pistorasiat, jakorasiat, laitteiden huoltokytkimet ja muut vastaavat laitteet merkitään ryhmätunnuksilla. Merkintävälineenä käytetään lämpökirjoittimella tulostettuja liimattavia merkintäliuskoja.

Pistorasia-, valaistus- ja muiden vahvavirtaryhmien kaapelit merkitään keskuksen päästä. Kaapelit merkitään merkkauspannalla tai muulla kiinteällä tavalla. Merkintäkilvet sijoitetaan kaapeliin näkyvään kohtaan.

Keskusten lähdöt merkitään keskusten kanteen kilpitaskuun sijoitettavalla vaihdettavalla tekstiliuskalla, jonka tekstit kirjoitetaan koneella.

## H SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

### H 0 Yleisiä sähkötekniisiä tietoja

#### H 0.1 Urakka-alue

Urakka-alueeseen sisältyy päärakennuksen sähköistys niin laajennusosan kuin saneerausosan sekä asemapiirustuksessa esitetyt sähköasennukset.

#### H 0.2 Purkutytöt

Urakkaan kuuluu purkutöitä niiltä osin kuin uuden järjestelmän liittäminen vanhaan vaatii.

### H 1 Aluesähköistys ja liittymisjohdot ulkopuolisiin verkostoihin

#### H 11 Vahvavirtaliittymisjohdot

Rakennus liitetään paikallisen jakeluverkonhaltijan sähköverkkoon 400 V pienjänniteliittymänä. Liittymiskaapeli on AXMK 4x35S. Urakoitsija tilaa kaapelin, jakeluverkonhaltija toimittaa kaapelin ja urakoitsija kytkee kaapelin pääkeskukseen.

#### H 2 Pää- ja jakokeskukset

#### H 20 Yleistiedot keskusten rakenteesta ja asennuksesta

Keskuksissa tulee olla CE-merkintä. Ja niiden tulee täyttää standardisarjassa SFS-EN 60439 esitetyt vaatimukset.

Kaikkien keskusoteloiden kansi on oltava saranoituja ovia. Ovien on avauduttava vähintään 120° tai ne on voitava poistaa paikaltaan avaamisen jälkeen ilman työkaluja. Kansissa käytetään "hukkumattomia" ruuveja.

Pääkytkimet ja kuormakytkimet:

Kytkimien vääntimien tulee olla keskuksen kotelon kannessa. Pääkytkimen kahvan on oltava väännin mallinen ja suurempi kuin keskuksessa mahdollisesti olevat kytkinvarokkeiden kahvat. Pääkytkimet ovat 3-napaisia

Kytkinvarokkeet:

Kytkinvarokkeiden ohjauksen on tapahduttava keskuksen oven läpi ja rakenteen on oltava sellainen, että keskuksen oven saa auki varokeytkimen kiinni-asennossa vain erillistä työkalua käyttäen. Kahvasulakkeiden vaihdon on tapahduttava varokeytkimen auki -asennossa niiden ollessa jännitteettömiä molemmin puolin.

Sulakkeet:

Sulakkeiden tulee olla tulppasulakkeita.

Johdonsuojakatkaisijat:

Hankittavissa ryhmäkeskuksissa käytetään pääsääntöisesti B- tai C-laukaisukäyrän omaavia johdonsuojakatkaisijoita.

Keskusmerkinnät:

Ks. kohta C5.

Keskuksiin liittyvät varusteet

Ennen keskusten tilausta urakoitsijan tulee varmistua siitä, että niille jää riittävät kuljetustilat ja vapaat hoitokäytävät ja että keskuksat mahtuvat paikoilleen sekä tarkistaa kojeiden lopulliset tehot..

Urakoitsijan on suoritettava keskuksen liittyville kojeille ja laitteille käyttöönottoimenpiteet kuten katkaisijoiden, releiden, hämäräkytkimien, kellokytkimien ja lämpöreleiden säätö ja kokeilu tai koestus.

H 201

Pääkeskus

Kiinteistöön hankitaan uusi pääkeskus PK, joka on mallia Ensto PESAV 145.30. Pääkeskus sijaitsee laajennusosan sisäänkäynnin vieressä.

H 202

Ryhmäkeskukset

Päärakennukseen vanha pääkeskus PK muutetaan ryhmäkeskus yhdeksi RK 1. Tämän lisäksi navetta rakennuksessa oleva vanha ryhmäkeskus yksi RK1 muutetaan nimellisesti ryhmäkeskus kahdeksi RK 2.

- H 3 Johtotiet ja asennuseriaatteet
- H 30 Yleistiedot
- Asennukset tehdään pääasiassa käyttäen
- uppoasennusta
  - pinta-
- H 31 Kaapeliläpiviennit
- H 311 Kaapeliläpiviennit rakenteiden läpi
- Rakenteiden läpi menevät kaapeleiden läpiviennit tiivistetään. Kaikki paloaluerajojen läpiviennit suojataan palosuojamassalla, tiivistyksen tekee sähköurakoitsija.
- H 4 Johdot ja niiden varusteet
- H 41 Johdot ja kaapelit
- H 411 Nousukaapelit
- Ryhmäkeskuksen RK 1 ja pääkeskuksen PK välille asennetaan nousukaapeli. Kaapelin tyyppi on merkitty pääkeskuksen pääkaavioon.
- H 412 Ryhmäjohdot
- Kaikille kohteeseen hankittaville sähkökojeille asennetaan ryhmäjohdot.
- Laitteiden kaapeloinnit tehdään pääosin MMJ kuparikaapelein käyttäen 2,5 mm<sup>2</sup> kaapeleita. Kaikki pistorasioita sisältävät ryhmät johdotetaan vähintään 2,5 mm<sup>2</sup> ryhmäjohdoilla.
- Kaikkien 3-vaihepistorasioiden tulee olla 5-napaisia. Pistorasioiden vaihejärjestyksen on oltava kaikissa sama.
- Rakennukseen asennetaan voimaryhmäjohdot puuverstas-laitteille.
- Urakoitsijan on mitattava kaikkien rakennukseen asennettavien moottoreiden virrat normaalin kuormitustilanteen vallitessa.
- H 42 Putkitukset ja rasioinnit

Urakoitsijan on asennusaikana tarkoin seurattava ovien aukeamissuuntiin tai kiinteiden kalustojen sijoitukseen mahdollisesti tehtäviä muutoksia niin, että niiden aiheuttamat kytkimien ja muiden laitteiden sijoitusmuutokset putkituksineen ja rasiointeineen tulevat ajoissa tehdyiksi.

H 5 Valaistus

Kohteeseen asennetaan valaisimet valaisinluettelon mukaisesti. Valonlähteiden värielämpötila on 3000 K lukuun ottamatta ulkovalaisimia ja ellei valaisinluettelossa ole erikseen mainittu värisävyä.

Valaisimet hankitaan valonlähteineen.

H 6 Lämmittimet, kojeet ja laitteet

H 61 Sähkölämmitysasennukset

Päärakennuksen laajennusosaan asennetaan sähkölämmityslattiajärjestelmä lämmitystasopiirustusten mukaisesti. Lämminvesivaraaja (3 kW) kytketään sähköverkkoon. Lämmityksen ohjaus toteutetaan SLY 3.1 -järjestelmällä.

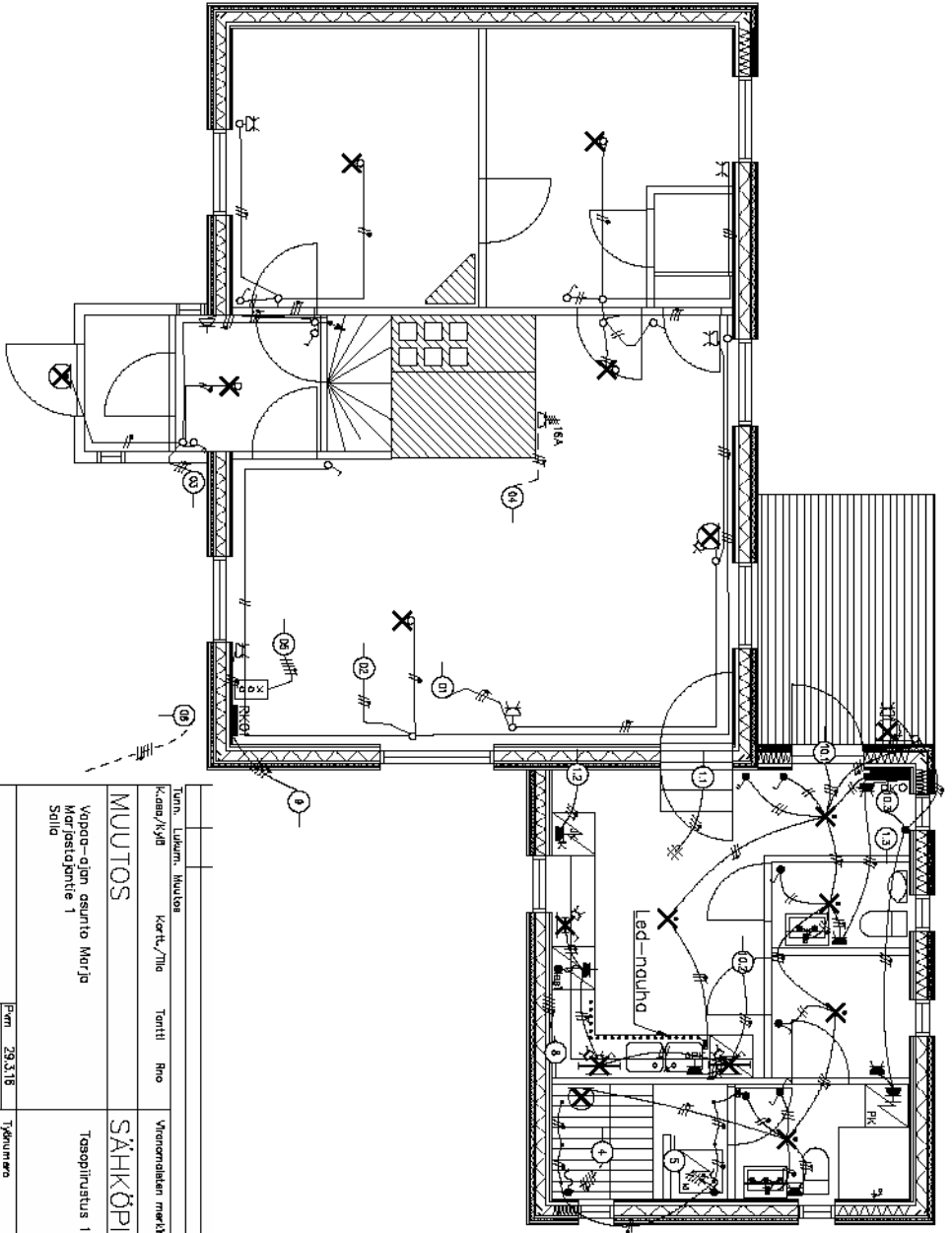
J TELEJÄRJESTELMÄT

J 1 Palovaroitinjärjestelmä

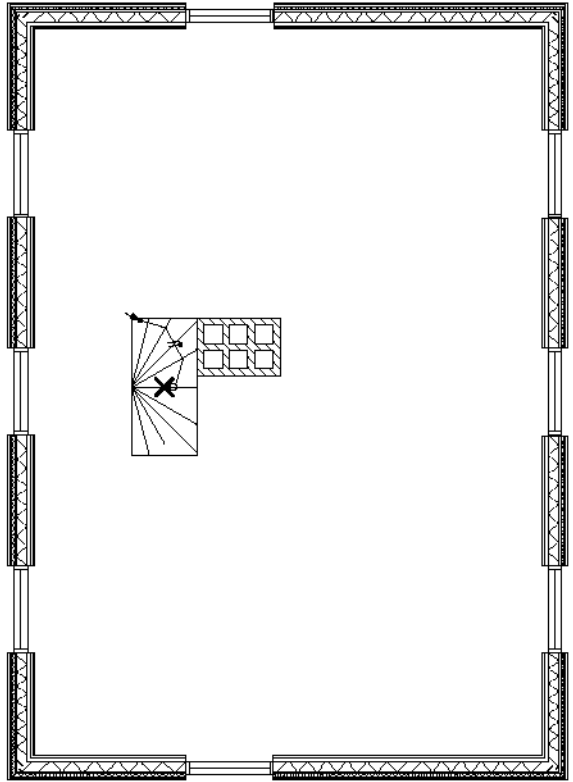
Kiinteistöön hankitaan ja asennetaan 230 V jännitteellä toimiva paristovarmennettu palovaroitin. Palovaroitin asennetaan pohjakuvan mukaiseen paikkaan..



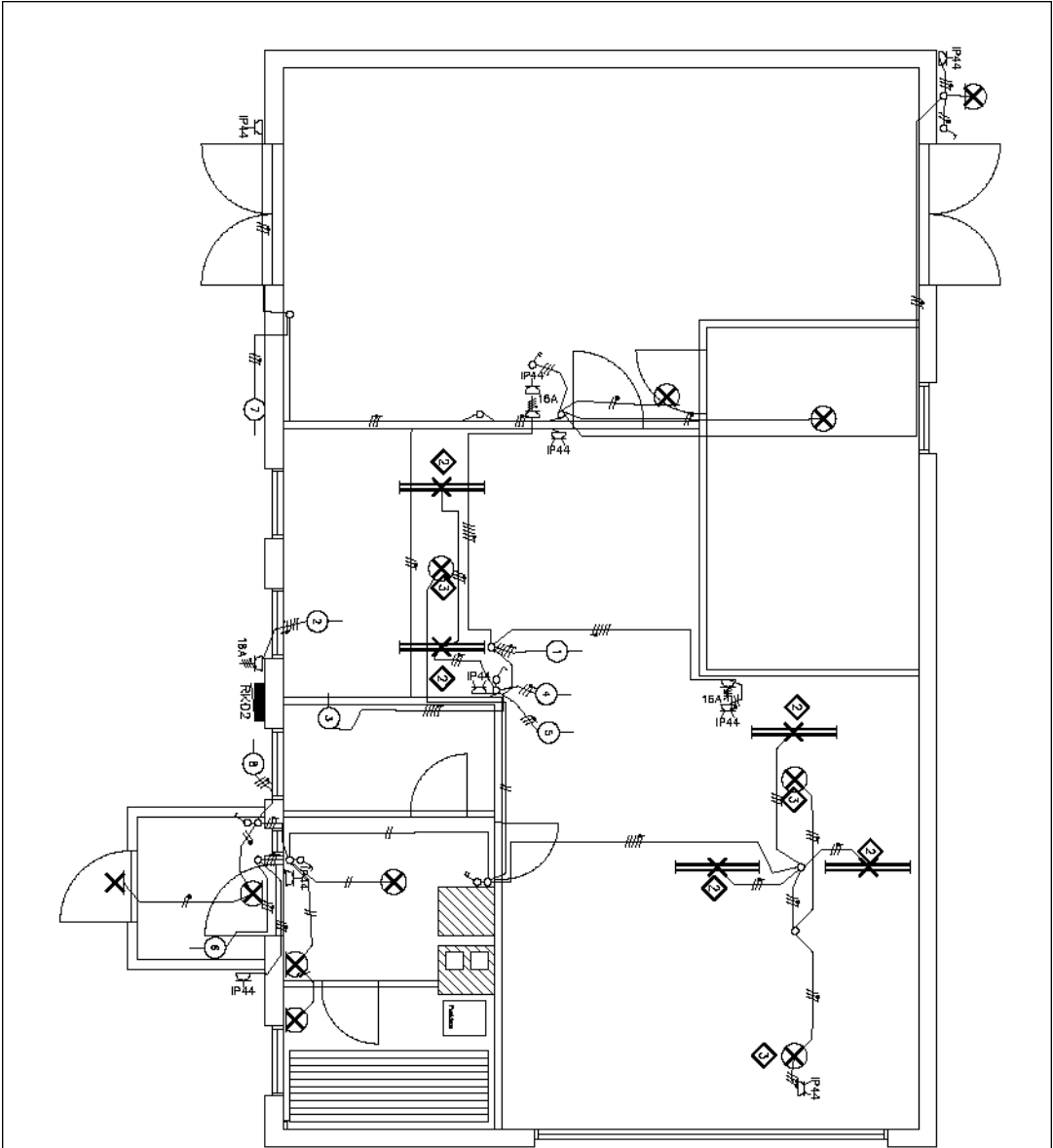




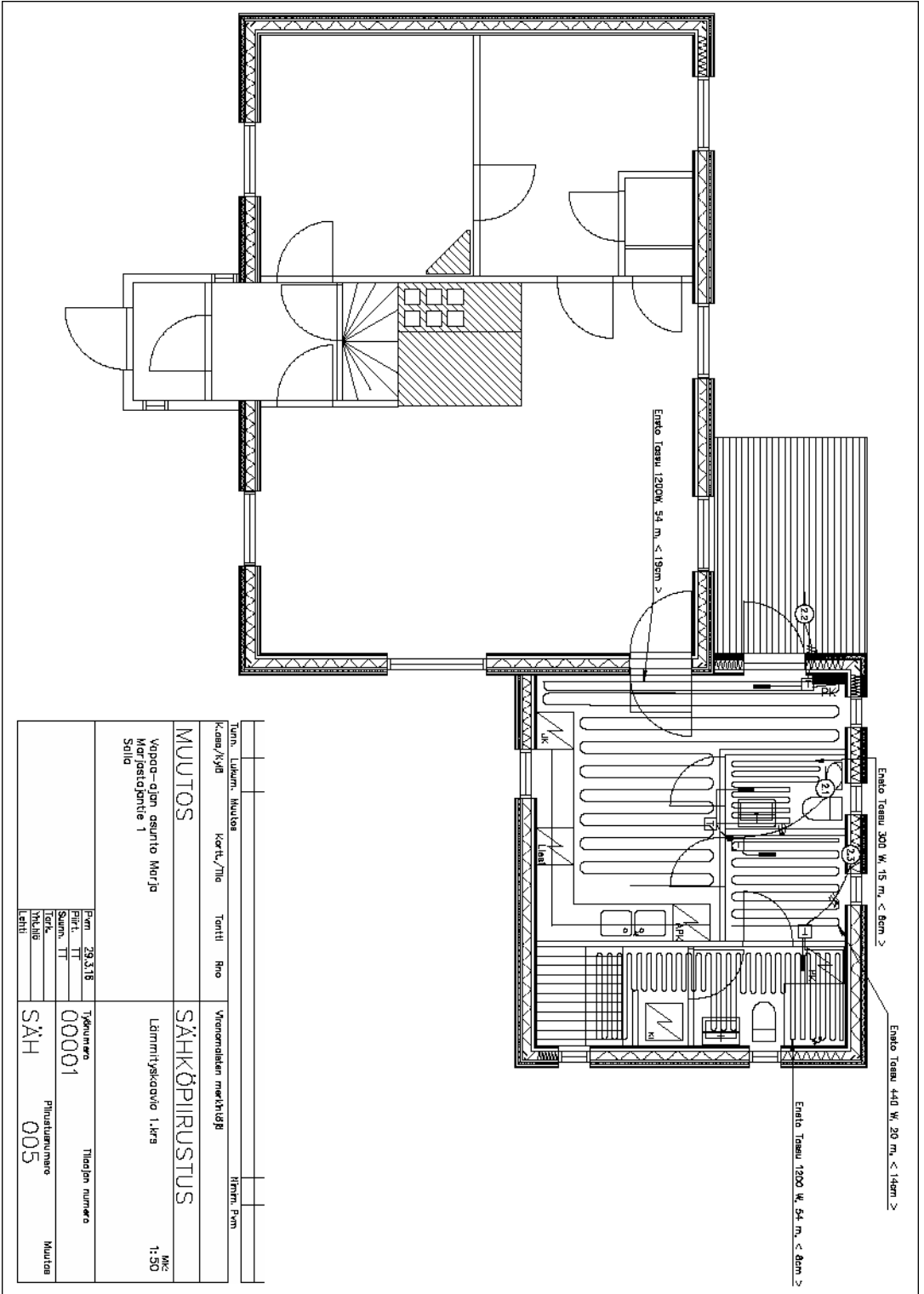
Turn. Luokan. Muutos	Kerku./Tila	Tontti	Roo	Vierostalon merkitys	Käynn. Esm
<b>MUUTOS</b>					
Kokoon-ajan asunto Marjo			<b>SÄHKÖPIIRUSTUS</b>		
Mortisaajante 1			Tasopiirustus 1.krs		
Sillo			1.krs		
			1:50		
Pvm. 29.3.18	Talokunta	Tilaston numero			
Siirt. TT	00001				
Suunn. TT					
Tarkk.					
Yhtälis		Piirustuksen numero			
ehdi	<b>SÄH</b>	002	Muutaa		



Turni	Lukum.	Muutos	Käynn.	Käynn.
Käynn.	Käynn.	Käynn.	Käynn.	Käynn.
<b>MUUTOS</b>				
Kokonaan asuinto Marjo		SÄHKÖPIIRUSTUS		1:50
Marjastaajante 1		Tasopiirustus ulkoilma		
Säilö		Talon numero		Muuta
Pvm.	29.3.18	Talokunta		
Siirt.	TT	00001		
Suunn.	TT			
Tarkk.				
Yht.				
ehd.		SÄH	003	



Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/K.yhd	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisen merkintä		
MUUTOS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
Vapaa-ajan asunto Marja Marjastajantie 1 Salla				Tasopiirustus navetta		MK: 1:50
		Pvm	29.3.16	Työnumero	Tilasin numero	
		Piirt.	TT	00001		
		Suunn.	TT			
		Tark.			Piirustusnumero	Muutos
		Yht.hilj		SÄH	004	
		Lahti				



Tunnus	Lukem.	Muutos	Katettu	Tontti	Roo	Vierorakennuksen merkitys	Käyttökäyttö
<b>MUUTOS</b>						<b>SÄHKÖPIIRUSTUS</b>	
Kokoon-ajan asunto Marjo						Lämmityskäyttö 1. krs	
Metsästäjänkatu 1						1:50	
Sillo							
Pvm.	29.3.18	Talokunta	Talon numero				
Siirt.	TT	Suunn.	00001	Pilausnumero			
Tarkk.	TT	Yhtäläis.	SÄH	005			
Yhtäläis.		ehdi		Muita			



		D muutos		E muutos		F muutos			
A	B	C	D	E	F	G	H		
11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26		
27	28	29	30	31	32	33	34		
35	36	37							
A	KEKOUS	RHYMÄ	OSOITE	TUURUS	JOHDOTUS	KVA, kW	A / A	HILOM.	
B									
C		B	Liene		MMU F2 3x0,5 S		C16		
D		9	Inouu RK		MMU F2 5x0,5 S		C16		
E		10.1	Valaistus		MMU F2 3x1,5 S		C10		
F									
G		10.2	Kahtien pihviesbit		MMU F2 3x0,5 S		C16		
H									
I		10.3	PPK, Alikap		MMU F2 3x0,5 S		C16		
J									
K									
L									
M									
N									
O									
P									
R									
S									
		Ympäristö- ja rakennusministeriö		Suomen Asiainhallitus		Käsitteellinen		Tietotekniikka	
		Vapaa-ajan asunto Maria Salla		Pääkeskuskortti		SÄH 006		00001	

A muutos		D muutos																								
B muutos		E muutos																								
C muutos		F muutos																								
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A	KESKUS		RYHMÄ	OSIOTE	TUHLIUS	JOHDOTUS	KVA, Kw	A / A	HUOM																	
B																										
C																										
D																										
E																										
F																										
G																										
H																										
J																										
K																										
L																										
M																										
N																										
O																										
P																										
R																										
S																										
Yöppö-djan asunto Marja Salla		Ryhmäkeskuskäytävä 1				Muutos: II, 2A, 2B P2, 5A, 2A, 1B K2		Johtokäytävä 1/1		RYHMÄKESKUS SXH 007																





	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A	KESKUS																										
B																											
C																											
D																											
E																											
F																											
G																											
H																											
I																											
J																											
K																											
L																											
M																											
N																											
O																											
P																											
Q																											
R																											
S																											

A muutos			
B muutos			
C muutos			
D muutos			
E muutos			
F muutos			

Ympäristön laatu	Ympäristön laatu	Ympäristön laatu
Ympäristön laatu	Ympäristön laatu	Ympäristön laatu
Ympäristön laatu	Ympäristön laatu	Ympäristön laatu
Ympäristön laatu	Ympäristön laatu	Ympäristön laatu
Ympäristön laatu	Ympäristön laatu	Ympäristön laatu
Ympäristön laatu	Ympäristön laatu	Ympäristön laatu

SXH 008