

Sakke Poutakivi

# Ohjeita rakennussähkösuunnittelun dokumentointiin ja työvaiheisiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

4.05.2018

Tekijä Otsikko	Sakke Poutakivi Opas sähkösuunnitteluun
Sivumäärä Aika	30 sivua + 5 liitettä 4.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Lehtori Jarno Nurmio
<p>Tämän insinöörityön aiheena oli luoda ohjeita rakennussähkösuunnitteluun ja selventää eri suunnitteluvaiheiden osia, tavoitteena tuoda lukijalle selviä neuvoja, joiden avulla sähkösuunnittelussa suoritettavia mitoituksia, laitevalintoja ja dokumentointeja luodaan.</p> <p>Työn tavoitteena, oli myös oppia laaja-alaisesti rakennussähkösuunnittelun standardien ja säädösten rajaamien suunnittelumenetelmien käyttöä, jokapäiväisessä suunnittelijan työssä. Tarvittavia tietoja löytyy eri muodoissa lakiasetuksista, standardeista, ST-korteista ja muista alan ohjeista, joten tiedonhaku alalla voi kokemattomalle suunnittelijalle tuottaa vaikeuksia.</p> <p>Työssä keskityttiin kuvaamaan sähkösuunnittelijan työssä vaadittavien tehtävien suoritusta ja auttamaan lukijaa ymmärtämään sähkösuunnittelua kokoamalla eri lähteiden tietoja yhdeksi laajaksi ohjeeksi, antaen neuvoja eri työtehtävien ja dokumentointien toteuttamiseen. Työn tuloksi saatiin kattava kokonaisuus ohjeita ja työkaluja rakennus-sähkösuunnitteluun.</p>	
Avainsanat	Sähkösuunnittelu, dokumentointi, sähkökeskus, valaistus, kaavio

Author Title	Sakke Poutakivi Guide to Electrical Planning
Number of Pages Date	30 pages + 5 appendices 4. May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Electrical power engineering
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The goal of this study was to create a guide to electrical planning in building construction, to clarify the various parts of electrical planning and to give easy to use advice to the reader that will help with choosing the right instrument apparatuses, calculations required in sizing and instructions to documenting electrical plans.</p> <p>The aim was also to learn more about the standards and regulations and how to use them in everyday work as an electrical planner. The required information comes from many different standards, laws and regulations so using the information effectively might be difficult for an unexperienced engineer.</p> <p>This thesis focused on clarifying the work involved in electrical planning by combining data from various sources into a comprehensive information package, which is useful in helping the reader understand the process, while also bringing up useful advice on how to complete different tasks and documentations, required in electrical planning. The result is a thorough information collective in electrical planning.</p>	
Keywords	Electrical planning, documentation, switchboard, lighting, schematic

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sähkösuunnittelun tavoitteet	2
3	Suunnitteluvaiheet ja dokumentointi	3
3.1	Suunnittelun aikataulu	3
3.2	Liittymä	4
3.3	Keskukset	8
3.4	Valaistussuunnittelu	11
3.5	Paloilmoitus	16
3.6	IP-luokitus	19
3.7	Dokumentointi	23
3.8	Kaaviot	26
3.9	Sähköselostus	27
4	Yhteenveto	28
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. Valaisinluettelo	
	Liite 2. Piirikaavio	
	Liite 3. Pääjohtokaavio	
	Liite 4. Maadoituskaavio	
	Liite 5. Keskuskaavio	

## 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena oli luoda työkalu sähkösuunnittelijalle, jota voi käyttää uuden suunnittelijan perehdytykseen rakennussähkösuunnittelussa tai kokeneemman suunnittelijan apuna jokapäiväisen työn tehokkuuden lisäämiseen ja tiedonhakuun. Työ antaa lukijalle syvempää käsitystä sähkösuunnittelun tärkeydestä ja työvaiheiden teknisistä osista. Insinööriyöhön on koottu tärkeimmät rakennussähkösuunnittelun vaiheet, huomioonotettavat standardit ja muita huomioitavia asioita sähkösuunnitelmia laadittaessa. Keskeisimpänä osana työtä on sähkösuunnitelmien teknisten vaiheiden selvennys ja ohjeistus niiden hoitamiseen. Työssä käsiteltävät asiat ovat rakennussähkösuunnittelun tyyppillisten työvaiheiden sisältöä ja niiden suorittamiseen tarvittavia tietoja.

Suunnittelutyö insinööriyön aiheena valittiin, koska tekijä työskentelee sähkösuunnittelijana ja on kiinnostunut alasta ja halusi täydentää omia tietojaan aiheesta ja antaa lukijalle käsitystä, miksi sähkösuunnittelu on tärkeää ja kuinka laaja ala on. Sähkösuunnittelijan tehtävät ovat erittäin merkittävä osa rakennushankkeessa ja suunnitelmien huolellinen toteuttaminen on erittäin tärkeää turvallisuuden ja taloudellisuuden kannalta.

Työ rajattiin keskittymään vain teknisiin osiin suunnitteluprosessia perehtymättä eri suunnittelua avustaviin ohjelmiin.

## 2 Sähkösuunnittelun tavoitteet

Sähkösuunnittelun päätavoite on yleensä luoda kohteeseen rakennus- tai saneeraus-suunnitelma, jonka perusteella pystytään toteuttamaan kohteen sähkötyöt mahdollisimman tarkasti, tehokkaasti ja turvallisesti, uusimpia standardeja ja sähkötyöturvallisuus lakeja noudattaen. Sähkösuunnittelua tehdään kuitenkin myös moneen muuhun tarkoitukseen kuin toteutussuunnitteluun. Suunniteltaessa on otettava huomioon etenkin kohteeseen tulevat laitteet ja järjestelmät, taloudellisuus, turvallisuus ja käyttömukavuus sähkösuunnitelmien, kuin muidenkin suunnitelmien huolellinen laatiminen on erittäin tärkeää projektin kokonaisvaltaisen onnistumisen kannalta.

Varsinaisen suunnittelutyön tavoite vaihtelee projektista riippuen. Suunnittelutyön tavoitteena voi olla

- hinta-arvion luominen
- lähtötietojen hankkiminen ympäristö- ja muita arviointeja varten
- lähtötietojen määrittelemine suunnittelua varten
- urakkalaskenta-asiakirjojen luonti
- toteutuksen dokumenttien luonti
- käytön ja huollon dokumenttien luonti
- tulevien muutos tai laajennustöiden tarvitsemien tietojen dokumentointi
- kaupanteon asiakirjan luonti
- viranomaisten tai valvojen vaatimien asiakirjojen luonti
- tilaajan ja käyttäjän tarpeiden konkretisointi ja todentaminen.

Sähkösuunnittelu ei siis ole vain pistekuvien luontia vaan se sisältää laaja-alaisesti kaiken teknisen suunnittelun ja konsultoinnin mitä projekti vaatii. (1, s. 101.)

## Suunnittelijan vastuu

Sähkösuunnitelmia laadittaessa on suunnittelijan varmistettava ja laskelmilla tai muilla tavoin osoitettava, että suunnitellut asennukset toimivat tarkoitetulla tavalla, eivätkä aiheuta vaaraa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle. Suunnittelijan on siis pystyttävä tuottamaan suunnitelmadokumentit, joiden mukaan tehdyt asennukset täytyvät standardien mukaiset perusvaatimukset. Väärinmitoitettut laitteet ja järjestelmät voivat aiheuttaa vaaraa käyttäjälle, sekä niiden korjaus ja muutostyöt voivat aiheuttaa huomattavia kustannuksia myöhemmässä vaiheessa. Ensisijaisesti näihin vaatimuksiin kuuluu ylikuormitus, oikosulku- ja vikasuojaus. (2, s. 20.)

## **3 Suunnitteluvaiheet ja dokumentointi**

### 3.1 Suunnittelun aikataulu

Suunnittelun alkuvaiheessa tulisi laatia suunnitelmalle aikataulu, jossa huomioidaan jokaisen työvaiheen suunnitteluun vaadittava aika, jotta suunnitelma etenee loogisessa järjestyksessä. Jos suunnittelua tehdään kohteeseen, jossa työt etenevät suunnitelmien valmistuttua, esimerkiksi saneeraustöissä, on myös huomioitava työhön kuluva aika, ettei kokonaisprojekti viivästy suunnitelmien takia. On myös otettava huomioon materiaalien toimitusajat työmaalle: keskukset, valaisimet, sähköyhtiön toimittamat liittymiskaapelit työ- ja asennusaikoiheen ovat yleensä huomattavan pitkiä.

### Lähtötiedot

Lähtötietojen hankinta on merkittävä osa suunnitteluprojektia. Lähtötiedot suunniteltavasta kohteesta tarvitaan aina ennen suunnittelun aloitusta, jotta suunnitelmat voidaan luoda. Mahdollisimman tarkkojen ja luotettavien lähtötietojen selvittäminen helpottaa suunnittelua huomattavasti, mutta kaikkeen ei voi etukäteen varautua ja muutoksia tulee usein suunnitteluvaiheessa, joten perustietojen tarkistus aika ajoin on myös suotavaa.

Merkittäviin lähtötietoihin lukeutuu:

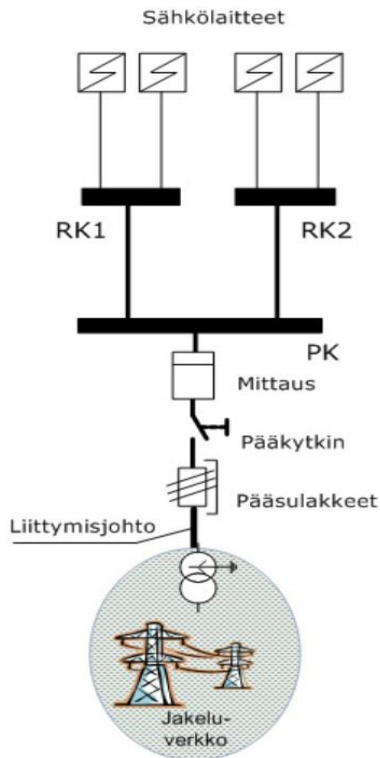
- käytettävän sähkönsyöttöjärjestelmän ominaisuudet
- kuormituksen määrä ja laatu
- valaistusta, lämmitystä, tehonkäyttöä, ohjausta, merkinantoa, tietoliikennettä yms. varten tarvittavien virtapiirien lukumäärä ja laji.
- tarvittavat turvajärjestelmät ja varavoimajärjestelmät (turva- ja hätäpoistumisvalaistus) (2, s. 21.)

### 3.2 Liittymä

Liittymällä tarkoitetaan kaapelia, joka syöttää kiinteistön pääkeskusta eli liittää kohteen valtakunnalliseen sähköverkkoon. Sähköverkkoon liittymisestä vastaa paikallinen sähköverkkoyhtiö. Sähköverkkoyhtiön toimitusrajana on yleensä tontin rajalla oleva energialaitoksen jakokaappi tai pylväs. Tästä eteenpäin on asiakkaan hankittava tarvittava sähkösuunnittelijan määrittelemä liittymiskaapeli omalla kustannuksellaan. Tämä kuitenkin vaihtelee huomattavasti eri sähköyhtiöiden välillä.

Liittymiskaapeli on yksinkertaisinta hankkia paikalliselta sähköverkkoyhtiöltä samalla, kun tekee liittymissopimuksen sähköistettävään kohteeseen. Tällöin liittymiskaapeli on valmiina sähköpääkeskuksella odottamassa sähköurakoitsijan kytkentäpyyntöä. Vaihtoehtoisesti sähköurakoitsija hankkii ja asentaa liittymiskaapelin ja verkkoyhtiön asentajat kytkevät sen sähköverkkoon. Kuvassa 1 on esitetty sähkön toimitus valtakunnallisesta sähköverkosta kiinteistön käyttölaitteille ja vaaditut suoja- ja toimilaitteet. (3.)





Kuva 1 Sähköntoimitus jakeluverkosta kulutuslaitteille (5.)

### Liittymän mitoitus

Yleisten ohjeiden lisäksi voi verkkoyhtiö määritellä omat suunnitteluohjeet liittymän mitoitukseen ja kytkentään nämä ohjeet on oltava saatavilla verkkoyhtiön verkkosivuilta tai verkkoyhtiön teknisestä asiakaspalvelusta. Ohjeet voivat poiketa yleisistä ohjeista suunnitelmadokumenttien, teknisen toteutuksen tai käytettävän liittymäkaapelin osalta. Liittymää suunnitellessa on aina otettava verkkoyhtiön ohjeet huomioon. Jos ohjeita ei ole noudatettu, voi lisäkustannuksia muutos- ja lisätöistä syntyä ja verkkoyhtiö voi jättää liittymän kytkemättä. (3.)

Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoituksessa pyritään selvittämään valmiin kohteen todellinen huipputeho, joka määrittää tarvittavan liittymän koon. Liittymää mitoittaessa on myös otettava huomioon mahdollinen lisätehon tarve tulevaisuudessa, mutta liittymän ylimitoittaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa. Rakennuksen huipputehoon

vaikuttavia valintoja ovat mm. valaisimet, LVI- ja jäähdytyslaitteet sekä rakennuksen varustetaso. Huipputehoa mitoiteltaessa huomioidaan myös laitteet, jotka eivät ole samanaikaisesti päällä esimerkiksi lämmitys ja jäähdytys. (3.)

Liittymää mitoittaessa on lähes mahdotonta laskea todellista huipputehoa, joten se arvioidaan käyttämällä apuna kokemusperäisiä laskentakaavoja, jotka on koottu sähkötietokorttiin ST13.31. Arviointi on syytä suorittaa mahdollisimman tarkasti, koska ylimitoittaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa ja alimitoitettu liittymä ja pääsulakkeet aiheuttavat sähkökatkoja. Sähköliittymän mitoitus onkin siis teknistaloudellinen optimointitehtävä. Liittymän mitoitukseen vaikuttavat rakennuksen käyttötarkoituksen ja käytön lisäksi järjestelmä- ja laitevalinnat. Niillä on suuri merkitys myös elinkaarikustannuksiin ja ympäristövaikutuksiin. (3.)

Kohteiden huipputehon arviointi perustuu pitkälti kokemusperäisiin arvioihin. Rakennuksen koko, huoneistojen määrä ja kohteen lämmitystapa ovat merkittäviä tekijöitä kokonaistehoa arvioitaessa. Useita huoneistoja sisältävässä asuinrakennuksessa on todennäköistä, ettei kaikkien asuntojen teho ole samanaikaisesti huipussaan, joten kokonaisteho ei vastaa jokaisen asunnon yhteenlaskettua huipputehoa. (3.)

Kuvassa 2 on esitetty yksi esimerkki asuinkiinteistön huipputehon laskennasta, joka perustuu Adato Energia Oy:n julkaisun SA2:08, Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen, laskentamalliin. Julkaisuun on kerätty erilaisten rakennusten sähkönkäytön mittauksista saatuihin tuloksiin, joista tehtyjen tilastollisten tarkastelujen avulla on laadittu laskentamalleja, joiden tuloksena saatava huipputeho ylitetään asuinrakennuksissa korkeintaan yhdessä prosentissa tapauksista. (3)

**ASUINKIINTEISTÖJEN HUIPPUTEHO**

<b>Kerros- ja rivitalot (&gt; 15 huoneistoa):</b>		
	Huipputeho [kW]	$A_{krs} = \text{kerrosala [m}^2\text{]}$
<b>1</b> Ilman kiukaita	$P_{max} = P_{va} + 17 * A_{krs} / 1000 P_{va}$ <b>= 65 kW</b>	Soveltuu, jos $A_{krs} \geq 2500 \text{ m}^2$ . Pienemmissä $P_{va}$ korvataan arvolla: $P_v = A_{krs} / 2500 * P_{va}$ ; $P_v$ vähintään 30 kW
<b>2</b> Huoneisto- kohtaiset kiukaat	$P_{max} = P_{va} + 24 * A_{krs} / 1000$ <b><math>P_{va} = 90 \text{ kW}</math></b>	
<b>Pienet rivitalot (5 ... 15 huoneistoa):</b>		
	Huipputeho [kW]	$A_{läm} = \text{lämmitetty pinta-ala [m}^2\text{]}$
<b>1</b> Ei sähkölämmitystä, kiuas	$P_{max} = 30 + 26 * A_{läm} / 1000$	
<b>2</b> Suora sähkölämmitys, kiuas	$P_{max} = 30 + 64 * A_{läm} / 1000$	Käyttöveden lämmitys jatkuvana tai yöllä
<b>3</b> Suora sähkölämmitys, kiuas tai kiuasvaraus	$P_{max} = 30 + 49 * A_{läm} / 1000$	Käyttöveden lämmitys yöllä

Kuva 2 esimerkki huipputehon laskennasta (3.)

Sähkölämmityksen mitoituksen voi hoitaa myös verkkoyhtiö, jolloin verkkoyhtiölle on toimitettava tarpeelliset tiedot kohteesta ja sen sähköverkosta. Tyypillisesti näihin tietoihin kuuluvat

- tiedot rakennuksesta (pinta-ala, tilavuus, lämmitystapa)
- asemapiirustus
- sähkötyöseloste (jos laadittu)
- pääkaavio
- nousujohtokaavio
- tasopiirustus (josta ilmenee pääkeskuksen sijainti)
- mittalaitteiden lukumäärä ja sijainti,

- pää-, ja mittauskeskusten pääkaaviot ja kokoonpanopiirustukset
- tarvittavat piirustukset kaapelireiteistä. (4)

Kun tarvittava liittymän koko on tiedossa, mitoitetaan kohteeseen syöttökaapeli tai kaapelit ja pääsulakkeet. Vuoden 2007 jälkeen rakennetuissa verkoissa liittymisjohto on saatettu suojata sulakkeilla, joiden toimimisaika on 15 sekuntia, mutta nykystandardin mukaan poiskytkentäaika pitää toteutua viidessä sekunnissa. Kuitenkin 15 sekunnin poiskytkentäajassa toimivia sulakkeita saa edelleen käyttää kohteissa joissa jakeluverkko on rakennettu ennen vuoden 2007 voimaantullutta standardia. Taulukossa 1 on esitetty esimerkkejä liittymiskaapeleiden poikkipinta-aloista ja sulakkeiden suuruudesta, joita Jyväskylän energia käyttää liittymiskaapeleissa. (14; 18.)

Taulukko 1. Jyväskylän energian käyttämät kaapeli ja sulakekoot (18.)

Liittymän sulakekoko		Käytetty liittymiskaapeli
3 x 25 A		AXMK 4 x 25 S
3 x 35 A		AXMK 4 x 25 S
3 X 63 A		AXMK 4 x 25 S
3 x 100 A		AXMK 4 x 95 S
3 x 125 A		AXMK 4 x 95 S
3 x 160 A		AXMK 4 x 95 S
3 x 200 A		AXMK 4 x 185 S
3 x 250 A		AXMK 4 x 185 S
3 x 315 A		2 x AXMK 4 x 185 S
3 x 400 A		2 x AXMK 4 x 185 S
3 x 600 A		3 x AXMK 4 x 185 S

Mitoiteltaessa liittymää on varmistettava, että kaapelin jatkuvan kuormituksen kestoisuus on suurempi kuin suojalaitteen mitoitusvirta ja virtapiirin mitoitusvirta, on pienempi kuin suojalaitteen mitoitusvirta. Myös suojalaitteiden ja kaapelien oikosulkuvirrankestoisuus on huomioitava.

### 3.3 Keskukset

#### Pääkeskus

Sähköpääkeskus on keskus, jonka kautta kohde on kytketty valtakunnan sähköverkkoon, ja sen kautta syötetään rakennuksen sähköverkkoa. Sähköpääkeskuksessa on aina pääsulakkeet, päämittaus ja pääkytkin. Sähköpääkeskuksen sijoituspaikan tulee olla sellainen, että verkkoyhtiöllä on sinne vapaa pääsy omilla avaimillaan. Yleensä sähköpääkeskus sijoitetaan omaan tekniseen tilaan, mutta se voidaan toteuttaa myös pihakeskuksena tontin rajalla tai rakennuksen ulkoseinällä. (3.)

### Ryhmäkeskus

Ryhmäkeskus on pääkeskuksen alikeskus, jonka kautta jaetaan sähkö käyttölaitteille ja alueille eli ryhmille. Ryhmäkeskusta syöttää pää-, mittaus- tai nousukeskus. Ryhmäkeskus sijoitetaan yleisesti paikalle, josta käyttäjä pääsee keskuksen vaivatta käsiksi, esimerkiksi kun sulake tai johdonsuojakatkaisija pitää vaihtaa tai nollata.

### Keskuksen mitoitus

Sähkökeskusta mitoiteltaessa tulee tietää jakelualueen kuormitusten määrä, laatu ja tehot sekä kuormitusten ajallinen käyttö. Nämä tiedot tarvitaan, että voidaan määrittää keskuksessa tarvittavien suojiin määrä, mahdolliset ohjauskytkennät ja keskuksen mitoitusvirta. Keskuksista suunniteltaessa on myös tärkeää varautua mahdollista laajentamista tai uusien ryhmien lisäämistä varten. Uudisasennuksissa varauksia tulisi olla vähintään 10 % asuinrakennuksien keskuksissa ja 30 % muiden rakennustyyppien keskuksissa. Saneerauskohteissa on yleensä muunneltavuuden vuoksi varauksia hyvä mitoittaa vähintään 30 %. (5.)

Keskuksen rakenteiden mitoitukseen tulee selvittää keskuksen sijaintipaikan suurin ja pienin oikosulkuvirta. Tarvittaessa jakeluverkon haltija (verkkoyhtiö) antaa liittymän suojaukseen ja mitoitukseen tarvittavat tarpeelliset tiedot. Yleisesti sähkösuunnittelija suunnittelee keskuksen toiminnan ja keskusvalmistaja mitoittaa keskuksen rakenteet suunnitelmien mukaan. Suunnittelijan on silloin ilmoitettava keskusvalmistajalle keskuksen tulevat komponentit ja kytkennät, sekä keskuksen prospektiivinen oikosulkuvirta. Prospektiivisella oikosulkuvirralla tarkoitetaan teoreettista maksimi oikosulkuvirtaa joka voi kes-

kukseen kohdistua. Prospektiivisen oikosulkuvirran saa selville laskemalla, mutta verkko-yhtiö on velvollinen ilmoittamaan kytkentäpaikan prospektiivisen oikosulkuvirran esim. pääkeskusta mitoitettaessa. (5.)

#### Keskuksen dokumentointi

Keskusten dokumentoinneista tulee ilmetä piirustuksina, kaavioina ja taulukoina vähintään virtapiirien laji ja rakenne sekä suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja sijainnit. Keskuksista luodaan suunnitteluvaiheessa ainakin pääkaavio ja tarvittavat piirikaaviot, joiden avulla keskusvalmistaja pystyy yksiselitteisesti kasaamaan keskuksen ja asentaja sen kytkemään. Keskuksen pääkaaviossa esitetään keskuksen tärkeimmät tekniset tiedot, joihin kuuluvat

- keskuksen rakenne
- keskuksen liittyvät johdotukset
- keskuksen lähdöt
- keskuksessa olevat komponentit ja niiden nimellisvirrat
- kytkimet
- mittarit
- kontaktorit
- suojalaitteet (sulakkeet, johdonsuojakatkaisijat, vikavirtasuojakatkaisijat ja releet).

Keskusten rakenteet ja suunnitellut toiminnot esitetään yleiskaaviossa ja piiri- ja johdotuskaavioissa. Esimerkki keskuksen pääkaaviosta on liitteessä 5. (5.)

### 3.4 Valaistussuunnittelu

#### Valaistuksen termistö

Valaistusta suunniteltaessa on suunnittelijan ymmärrettävä valaistuksen suureet ja käsitteet. Taulukkoon 2 on listattu tärkeimmät valaistustekniset määritelmät ja suureet, joita tarvitaan valaistusta suunniteltaessa.

Taulukko 2. valaistustekniset suureet ja laskentakaavat (19.)

Suure tai käsite	Symboli	Yksikkö	Kaava	Selitys
Valovirta	$\phi$	Lumen (lm)		Lumeniarvo on valolähteestä lähtevän valon kokonaismäärä. Se määritetään valon määränä mitattuna silmän herkkyyssäyrän mukaan.
Valovoima	I	Candela(cd)	$I = \phi/\omega$	Valovoima on valon intensiivisyys tiettyyn suuntaan määritettynä lumeniarvona huonekulmakohteisesti.
Valaistusvoimakkuus	E	Lux (LX)	$E = \phi/A$	Valaistusvoimakkuus määritetään neliömetrille lankeavana lumeniarvona.
Luminanssi	L	(cd/m <sup>2</sup> )	$L = I/A$ ( $L=I/A \cos\phi$ )	Luminanssi kuvaa pinnalta tai pisteestä tiettyyn suuntaan lähtevän valon kirkkautta.
Väriämpötila		Kelvin (K)	CIE 17.4	Väriämpötila kuva valon tekemää vaikutelmaa. Jos lämpötila alittaa 4000 K, valo on lämmintä. Jos lämpötila ylittää tämän arvon, valo on kylmää. Väriämpötila on sellaisen mustan kappaleen lämpötila, jonka säteilemä valo vastaa tarkasteltavaa valoa.
Värintoisto	Ra	Ra-index	CIE 17.4	Värintoisto mitataan valolähteen kykyä toistaa värejä oikein. Sen yksikkö on 0–100. Kahdeksaa väriä verrataan valmiiksi määritettyyn valolähteeseen.
Valontuotto	H	Lm/W	$H = \phi/P$	Valonlähteen valontuotto määritetään valolähteen lumeniarvona kulutettua tehoa kohden. Kun valaisimen muiden osien (esimerkiksi kytkin ja turvalo) tehontarve otetaan huomioon, saadaan järjestelmän valontuotto.
Häikäisy			CIE-31	Epämukava häikäisy estää näkemästä yksityiskohtia. Häikäisy jaotellaan tavallisesti epämukavaksi häikäisyksi (UGR/NB) ja näkemistä haittaavaksi häikäisyksi (TI/GR).
Valaisimen tehoaste	$\eta$	%		Valaisimen tehoaste ilmaisee prosentteina, kuinka suuri osa valosta pääsee valaisimen läpi.
Heijastustekijä	$\rho$	%	$\phi_{ind} / \phi_{ud}$	Tämä prosenttiluku ilmaisee, kuinka paljon valoa pinta heijastaa.
Keskimääräinen käyttöikä		Tunti (h)		Keskimääräinen käyttöikä on ajankohta, jolloin yli 50% komponenteista toimii.
Huoltokäyttöikä		Tunti (h)		Huoltokäyttöikä on ajankohta, jolloin valon kokonaismäärästä on jäljellä 80%.
Taloudellinen käyttöikä		Tunti (h)		Taloudellinen käyttöikä on ajankohta, jolloin valaisimesta lähtevän valon kokonaismäärästä on jäljellä 70%.
Tasaisuus	$U_0$	-	$U_0 = E_{min}/E_m$	Määrättyltä pinnalta laskettu valaistusvoimakkuuden minimiarvon suhde keskiarvoon.

## Valaistuksen standardi

Valon määrä, joka valaisee esineen tai tilan pintaa, määrittelee, kuinka helposti tilassa näkee lukea tai muuten toimia. Valon määrä pinnoilla esitetään valaistusvoimakkuutena eli lukseina (lux). Tämä arvo muodostuu valaisimen valovirrasta, valaisimen optisista ominaisuuksista ja valaisimen etäisyydestä valaistavasta pinnasta.

Kodin valaistuksesta ei ole olemassa standardinmukaisia vaatimuksia eikä suosituksia. Taulukossa 3 on kuitenkin esitetty suuntaa antavia arvoja, jotka perustuvat työtilojen valaistussuosituksiin ja näkötehtävän suorittamisen minimivalaistustasoihin energiatehokkuusnäkökulmasta. (6.)

Taulukko 3. Suositeltuja valaistusvoimakkuuden arvoja asuintiloissa (6.)

	10-20Lx	30Lx	50Lx	100Lx	150Lx	200Lx	300-500Lx
Eteinen					Lattia	Pystypinnat(seinät)	
Keittiö					Hyllyjen pystypinnat		Työtaso, ruokailupöytä
Makuuhuone		Siivousvalo lattiatasossa			Vaatehuoneiden pystypinnat		Lukemiseen tarkoitettut alueet
Olohuone		Siivousvalo lattiatasossa					Lukemiseen tarkoitettut alueet
Kylpyhuone, Sauna		Siivousvalo lattiatasossa	Lattia				
Kodinhoituhuone					Hyllyjen pystypinnoilla		Työtasolla
Varastot				Yleisvalo lattiasa	Hyllyjen pystypinnoilla		
Ulkoilualueet	Autotallin edessä, sisäänkäynneillä, kulku-reiteillä						



Tiloissa, joissa työskennellään, on standardissa EN 12464-1 ja työturvallisuuslaissa (738/2002) määritelty, että työpaikalla on oltava työn edellyttämä ja työntekijöiden edellytysten mukaan suunniteltu ja toteutettu riittävän tehokas valaistus. Standardissa on myös määritelty vähimmäisarvoja julkisten tilojen ja kulkuväylien osalta, näistä arvoista yleisimmät on esitetty taulukossa 4. (7.)

Taulukko 4. Tilojen, alueiden, tehtävien ja toimintojen valaistusvaatimuksia (7.)

Tila	Valaistusvoimakkuus (lx)	UGR-indeksi	Tasaisuus $U_0(E_{min}/E_m)$	R <sub>a</sub> -indeksi	Huom!
Liikennealueet ja käytävät	100	28	0,4	40	Lattiatasolta 150 lx, mikäli reitillä on ajoneuvoja
Portaikot, liukuportaat, liukukäytävät	100	25	0,4	40	
Hissit	100	25	0,4	40	Hissin edessä vähintään 200 lx
Lastausalueet	150	25	0,4	40	
Kahvihuoneet	200	22	0,4	80	
Talotekniset tilat	200	25	0,4	60	
Varastotilat	100	25	0,4	60	200 lx, jos työskentely on jatkuvaa
Elektroniikkapajat, testaus, säätö	1500	16	0,7	80	
Kuulamylyt ja sellutehtaat	200	25	0,4	80	
Toimisto, kirjoittaminen	500	19	0,6	80	
Kassa-alue	500	19	0,6	80	
Odotusaulat	200	22	0,4	80	
Keittiö	500	22	0,6	80	Keittiön ja ravintolan välillä tulisi olla sopeutumisyöhyke.
Pysäköintialueet	75	-	0,4	40	Valaistusvoimakkuus lattiatasolla
Luokahuoneet	300	19	0,6	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä
Auditorio	500	19	0,6	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä eri A/V-tilanteisiin

Valaistusta suunniteltaessa on huomioitava myös; luonnonvalon saatavuus, valaistus tilojen käyttötarkoituksen mukaan, tilojen toivottu visuaalinen ilme ja tunnelma ja valaistuksen energiankulutus. (10.)

### Turvavalaistus

Turvavalaistuksella tarkoitetaan valaistusta, jota käytetään, kun normaalin valaistuksen sähkönsyöttö häiriintyy tai ei vikatilanteen johdosta toimi. Turvavalaistuksella on tästä johtuen oltava normaalista sähkönsyötöstä riippumaton sähkönsyöttö. Turvavalaistuksen alaluokkiin kuuluvat

- poistumisvalaistus
- poistumisreittivalaistus
- turvakilvet
- varavalaistus
- avoimen alueen valaistus
- riskialttiin työalueen valaistus.

Turvavalaistusta suunniteltaessa tulisi valaistus mitoittaa huonoimpaan mahdolliseen tilanteeseen eli tilanteeseen, jossa valaisimissa on niiden käyttöajan minimivalontuotto. Suunniteltaessa ei myöskään suositella otettavan huomioon pintojen heijastuksia vaan keskittyä valaisimen suoraan valontuottoon.

Poistumisvalaistus on tarpeellinen, kun tiloja evakuoidaan turvallisuussyistä ja näkyvyyttä tarvitaan. Poistumisvalaistus tarvitaan jokaisen hätäpoistumiseen tarkoitetun poistumiskäytävän kohdalle ja kulkureiteillä on oltava valaistut poistumisopasteet, joita seuraamalla löytää ulos rakennuksesta. Tämä vaatimus täyttyy, kun poistumisreittien turvakilpien ja poistumisvalaistuksen valaisimet sijoitetaan vähintään kahden metrin korkeudelle lattiasta. Tiloissa ja tilojen osissa joissa uloskäynnin opaste ei ole suoraan nähtävissä on asennettava suuntanuolia, jotka ohjaavat reitin uloskäynnille.

Jokaisen uloskäynnin läheisyyteen näkyvälle paikalle on sijoitettava standardin EN 60598-2-22 mukainen valaisin, tämän lisäksi joitakin alueita ja kohteita on korostettava lisävalolla. Näihin kohteisiin kuuluvat

- hätäpoistumistiet
- portaikot ja kaikki korkeustason muutoskohdat
- poistumisreittien turvallisuus-, ja suuntakilvet
- kaikki suunnanmuutoskohdat
- käytävien risteyskohdat
- jokainen ulospääsykohta
- rakennuksen kokoontumispaikka
- ensiapupisteet (vähintään 5lx pystysuoraan)
- palontorjunta ja hälytyspisteet (vähintään 5lx pystysuoraan)
- vammaisten; poistumislaitteet, suojapaikat, kutsupaikat ja viestintälaitteet (myös inva-wc:n hälytyspainikkeet).

Poistumisreiteillä valaistusvoimakkuus lattian keskellä on oltava vähintään 1 lx, kun käytävä on enintään kaksi metriä leveä ja vähintään puolelle reitin leveydestä on oltava 0.5 lx:n valaistusvoimakkuus. Tätä leveämpiä käytäviä voidaan ajatella avoimiksi alueiksi tai joukoksi kapeampia käytäviä. Arkkitehti on velvollinen ilmoittamaan tarvittavien poistumistievalaisimien paikat, mutta sähkösuunnittelijan on myös osattava suunnitella turvallinen kokonaisuus ja pystyttävä ottamaan kantaa, onko turva- ja poistumistievalaistus riittävä. Avoimella alueella on turvavalaistuksen voimakkuuden oltava 0,5 lx koko tilassa lukuun ottamatta puolen metrin kaistaletta ulkoseinistä. Turvavalaistuksen on toimittava

vähintään yksi tunti sähkönsyötön katkeamisesta. Standardissa EN 50172 on asetettu ohjeet turvavalaisimien asennusta, huoltoa ja testausta varten. (15.)

#### Valaisinluettelo

Valaisinluetteloon listataan kaikki kohteen valaisimet. Luetteloa käytetään valaisimien tilaamiseen ja tunnistamiseen tasokuvista. Mitä tarkemmat tiedot valaisimista on liitetty luetteloon, sitä hyödyllisempi se on valaisimia huollettaessa ja asennettaessa. Esimerkki valaisinluettelosta on liitteessä 1.

### 3.5 Paloilmoitus

#### Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmä on käytännössä joukko komponentteja, joihin kuuluu ilmoitinkeskus ja joka asennettuna määräysten mukaan pystyy tunnistamaan tulipalon ja ilmoittamaan siitä ja antamaan tarvittavien toimintojen käynnistäviä signaaleja. Paloilmaisin on järjestelmän komponentti, jossa on ilmaisim, joka vähintään yhdellä tavalla jatkuvasti tai lyhyin aikaväleihin tunnistaa palon fysikaalisia tai kemiallisia ilmiöitä ja siirtää niistä tiedon paloilmointikeskukseen. Paloilmoittimen tehtävä on yksinkertaisesti havaita tulipalo mahdollisimman nopeasti palon alkaessa ja välittää hälytystieto hätäkeskukseen, jotta tarvittaviin toimiin voidaan ryhtyä. Paloilmoitin myös antaa hälytyksen äänimerkillä tai näkyvällä merkillä ihmisille, jotka voivat olla tulipalon takia varassa. (9.)

#### Palovaroitin

Palovaroitin on laite, joka havaitsee palon fysikaalisia tai kemiallisia ilmiöitä ja antaa niistä akustisen tai visuaalisen hälytyksen ihmiselle ja mahdollisesti taloautomaation välityksellä kolmannelle osapuolelle. Poiketen paloilmoitimesta palovaroitin ei välitä tietoa hälytyksestä automaattisesti hätäkeskukseen.

#### Ilmaisimen valinta

Paloilmaisimia on useita erilaisia, jotka tarkkailevat palon ominaisuuksia, kuten

- savua
- lämpöä
- säteilyä (liekkejä)
- muita palamisen sivutuotteita (kuten kaasuja).

Oikean ilmaisimen valinta oikeaan tilaan on turvallisuuden kannalta kriittistä, koska ilmaisimet reagoivat palon ominaisuuksiin erilaisilla nopeuksilla. Lämpöilmaisimessa on hitain vaste, mutta jos tilassa säilytetään ainetta joka palaessa lämpenee nopeasti erittäin vain vähän savua voi lämpöilmaisimella olla parempi vaihtoehto kuin savuilmaisin. Säteilyseläilmaisimella taas toimii nopeammin kuin muut ilmaisimet havaitessa palavan nesteen palon.

Kaasuilmaisimet tunnistavat palamisen sivutuotteena syntyviä kaasuja (CO, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) ja tulkitsemaan niistä palon. Tämäntyyppiset ilmaisimet ovat hyvin uusia, joten niiden parhaasta käyttöympäristöstä ei ole paljoa kokemuksia.

Moni-anturi-ilmaisimessa taas on yhdistetty kaksi tai useampia ilmaisimia, ja ilmaisimella käsittelee eri ilmaisusignaaleja matemaattisesti ja antaa hälytyksen, kun raja-arvot ylittyvät. Tämänkaltaisilla ilmaisimilla ainakin teoriassa pystytään vähentämään ei-toivottuja ilmoituksia. Kun ilmaisimella esimerkiksi havaitsee keittiöstä tulevaa höyryä, muttei liekkejä tai lämpöä, voi tavallinen savuilmaisin antaa turhan hälytyksen. (16.)

#### Määrä ja sijoittaminen

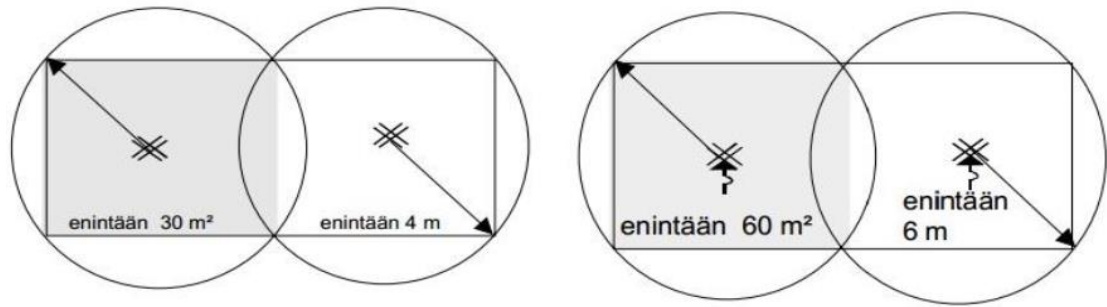
Asuintaloissa jokainen kerros ja kerrokseen yhteydessä olevat kellarikerrokset ja ullakot tulee varustaa vähintään yhdellä palovaroittimella. Asuinhuoneistoissa on myös oltava palovaroitin jokaista alkavaa 60 m<sup>2</sup>:n tasoa kohden. Majoitustiloissa ja hoitolaitoksissa määrät ovat samat koskien jokaista palo-osastoa. Myös alakattojen päälle ja korotettujen

lattioiden alle on asennettava paloilmaisimet, jos tilassa on muuta palokuormaa kuin kiinteät rakenteet esimerkiksi sähkökaapeleita.

Palovaroitin sijoitetaan aina paikkaan, josta se reagoi alkavaan paloon mahdollisimman nopeasti. Lämpö- ja savuilmaisimet sijoitetaan aina niin, että palosta syntyvä lämpö ja savu kulkeutuu ilmanvaihdosta huolimatta lyhintä reittiä ilmaisimelle. Liekki- ja säteilyilmaisimet sijoitetaan aina niin, että ilmaisimella on suora näköyhteys valvonta-alueen jokaiseen kohtaan. Lämpö-, savu- ja liekki-ilmaisimia sijoiteltaessa on otettava huomioon, että jokaisen ilmoittimen valvonta-alue on rajoitettu. Aluetta rajoittaessa tulee ottaa huomioon

- valvotun alueen koko (savu-, ja lämpöilmaisimien)
- etäisyys kaikista tilan rajapinnoista ilmaisimelle (savu-, ja lämpöilmaisimien)
- seinien läheisyys (savu-, ja lämpöilmaisimien)
- sisäkaton korkeus ja muoto (savu-, ja lämpöilmaisimien)
- vaihtuvan ilman liikkeet (savu-, ja lämpöilmaisimien)
- mahdolliset esteet, jotka rajoittavat kaasun tai lämmön siirtymistä ilmaisimelle (savu-, ja lämpöilmaisimien)
- ilmaisimen ja valvonta-alueen välinen näköyhteys (säteily ja liekki-ilmaisimien)
- säteilyn esteet (säteily ja liekki-ilmaisimien)
- mahdolliset häiriösäteilyn lähteet (säteily ja liekki-ilmaisimien). (16.)

Ilmanvirtaus on merkittävä osa ilmoittimien sijoittaessa koska tuloilma voi työntää savua ja lämpöä pois ilmaisimelta ja poistoilma imee luokseen savua ja lämpöä. Ilmaisimet on sijoitettava aina vähintään 2 m:n päähän poistoilmasta ja vähintään 0,5 m:n päähän tuloilmasta. Ilmaisimia sijoittaessa on myös huomioitava ilmaisimien huollettavuus ja ilmaisimien merkkivalot tulee olla nähtävissä. Kuvassa 3 on esitetty ilmaisimien valvontasäteitä yleisimmillä ilmaisintyypeillä. Moni-anturi-ilmaisimilla noudatetaan savuilmaisimien valvontasäädettä. (16.)



Kuva 3. Ilmaisimien toimintasäteet vasemmalla lämpöilmaisain, oikealla savuilmaisain. (16.)

On myös olemassa tiloja, jotka eivät vaadi paloilmittimia. Näihin tiloihin kuuluvat

- lattiapinta-alaltaan alle 0,5 m<sup>2</sup> komerot
- sauna pesu- ja löylytilat
- kylmiöt ja pakastehuoneet, joissa ei työskennellä
- käyttämättömät ullakkotilat
- alle 4 m<sup>2</sup>:n pinta-alaiset WC- ja peseytymistilat (märkätilat) joissa ei säilytetä palokuormaa
- katokset joissa ei säilytetä palokuormaa (16.)

Edellä mainituista tiloista on kuitenkin hyvä suunnitteluvaiheessa tehdä selvitys mahdollisten tulevaisuuden muutosten takia.

### 3.6 IP-luokitus

Sähkölaitteet ovat koteloitu kansainvälisen IP-luokitus järjestelmän mukaan, järjestelmä on esitetty tarkasti standardissa SFS-EN 60529+A1 (2011) kotelointiluokat. Sähkölaitteiden sijoitus käyttöolosuhteet ja ympäristö vaikuttavat siihen, kuinka sähkölaitteet on koteloitava.

Kotelointiluokkien tunteminen on välttämätöntä, jotta osataan valita oikeat laitteet erilaisiin olosuhteisiin. Taulukossa 5 on esitetty, miten IP-koodi kotelointiluokitukselle IP23CH syntyy. (8.)

Taulukko 5. IP-koodin IP23CH muodostaminen (8)

IP	2	3	C	H
Kirjaimet (International Protection)	Ensimmäinen tunnusnumero (numerot 0-6 tai kirjain X)	Toinen tunnusnumero (numerot 0-8 tai kirjain X)	Lisäkirjain (vapaaehtoinen) (kirjaimet H,M,S,W)	Täydentävä kirjain (vapaaehtoinen) (kirjaimet H,M,S,W)
	Vaarallisten osien kosketussuojaus ja suojaus vierailta esineiltä	Vesisuojaus	Vaarallisten osien kosketussuojaus	Poikkeuksellinen ominaisuus
	Ilmaisee kuinka kotelointi suojaa ihmisiä koskettamasta vaarallisia osia, estäen tai rajoittaen kehon osien tai ihmisen käsittelemän esineen sisään tunkeutumisen ja kuinka kotelointi suojaa laitetta vierailta esineiltä ja pölyltä	Ilmaisee kuinka kotelointi estää veden haitallisen sisään tunkeutumisen	Käytetään vain, jos kosketussuojaus on parempi kuin ensimmäisellä tunnusnumerolla on esitetty tai jos vaarallisten osien kosketussuojaus ilmoitetaan ja ensimmäinen tunnusnumero on korvattu kirjaimella X	Ilmaisee jos koteloinnilla on poikkeuksellisia ominaisuuksia

Joissain tapauksissa ei tunnusnumeroa tarvitse esittää, ja se korvataan kirjaimella X tai kirjaimilla XX, jos molemmat tunnusnumerot jätetään tarkentamatta. Lisäkirjaimien ja täydentävien kirjaimien merkintä voidaan jättää pois ilman, että niitä korvataan millään tunnuksella. Tämä tilanne voi toteutua esimerkiksi, kun määritellään kosteisiin tiloihin sähkölaitteita ja kosketussuojaus riippuu tilan käyttötarkoituksesta tai sillä ei ole merkitystä. Silloin tilaan voi määrittää käytettäväksi sähkölaitteita, joiden suojaus on IPX4, eli sähkölaite on suojattu roiskevedeltä, mutta kosketus- ja pölysuojaus on epäolennaista.

IP-luokitus huomioi suojauksen veden tunkeutumista vastaan sekä vieraiden esineiden ja pölyn sisäänkäynnin laitteeseen. Jokainen numero ja kirjain koodissa merkitsee laitteen koteloinnin tietoja. Ensimmäinen numero ilmoittaa, kuinka laite on suojattu koske-



tukselta, pölyltä ja vierailta esineiltä, ja toinen numero ilmoittaa suojauksen veden tunkeutumisista vastaan. Yleisesti ottaen mitä suurempi suojausluokan numero on, sitä parempi laitteen suojaus on kyseisiä tekijöitä vastaan. Numeroiden ja kirjainten suojausluokat ja merkitykset on selvitetty taulukossa 6. (8.)

Taulukko 6. Kotelointiluokkien merkitykset (8.)

Osat	Numerot tai kirjaimet	Merkitys laitesuojauksessa	Merkitys henkilösuojauksessa
Kirjaimet	IP	—	—
Ensimmäinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6	Suojaus vieraiden esineiden ja pölyn sisäänkäysiltä  suojaamaton kun halkaisija $\geq 50$ mm kun halkaisija $\geq 12,5$ mm kun halkaisija $\geq 2,5$ mm kun halkaisija $\geq 1,0$ mm pölysuojatusti pölytiivisti	Vaaralliset osat kosketus-suojattu  Suojaamaton Nyrkiltä Sormelta Työkalulta Langalta Langalta Langalta
Toinen tunnusnumero	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Suojattu veden sisäänkäsyn haitallisilta vaikutuksilta  suojaamaton pystysuoraan tippuvalta vedeltä tippuvalta vedeltä (laitteen kallistus 15 astetta) satavalta vedeltä roiskuvalta vedeltä vesisuihkulta voimakkaalta vesisuihkulta lyhytaikaisesti upotettuna jatkuvasti upotettuna suojaus korkeapaineiselta ja korkealämpötilaiselta vesisuihkulta	—
Lisäkirjain (vapaaehtoinen)	A B C D	—	Vaaralliset osat kosketus-suojattu  Nyrkiltä Sormelta Työkalulta Langalta
Täydentävä kirjain (vapaaehtoinen)	H M S W	Täydentävän tiedon merkitys  Suurjännitelaitte Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä S Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä W Laitte on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin	

Standardissa SFS 6000 eritellään asennuspaikkojen vaadittuja kotelointiluokkia, joista yleisimmät on esitetty taulukossa 7. Ensimmäinen numero ei ole yleensä merkittävä normaalin sähkölaitteen käyttäjän näkökulmasta, mutta joissain tiloissa, kuten teollisuuden sähkölaitteissa, voi suojaus pölyä vastaan olla huomattavan merkittävä. (13.)

Taulukko 7. SFS6000 standardin mukaiset kotelointiluokat eri tiloissa. (8.)

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

### 3.7 Dokumentointi

Sähköasennuksia dokumentoitaessa standardi vaatii, että kaikista asennuksista on olemassa tarpeelliset dokumentit, joista ilmenee asennuksien tärkeimmät tiedot. Dokumentoinnissa käytetään sähköpiirustuksia, taulukoita ja kaavioita.

Dokumentoinneista tulee ilmetä vähintään

- virtapiirien laji ja rakenne
- kulutuspisteiden sijainti
- johtimien lukumäärä, laji, koko ja tyypit
- tiedot, joilla voidaan tunnistaa kytkin-, suoja-, ja erotuslaitteiden sijainnit ja ominaisuudet.

Yksinkertaisissa asennuksissa voidaan tärkeimmät tiedot esittää luettelomuodossa, mutta dokumenttien on sisällettävä yksityiskohtaisia tietoja aina kun ne ovat oleellisia asennuksen suhteen, kuten

- johtimien poikkipinnat ja tyypit
- virtapiirien pituudet (yleensä riittää tiedot mitoituksen suurimmista pituuksista)
- suojalaitteiden tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat
- prospektiiviset oikosulkuvirrat
- suojalaitteiden katkaisukyvyt.

Edellä mainitut tiedot tulisi olla käytettävissä jokaisesta asennuksen piiristä ja kaikki muutokset päivitetään olemassa oleviin dokumentteihin. Dokumenteissa käytetään standardin SFS-IEC 60617 mukaisia tai muuten yksiselitteisiä piirrosmerkkejä. (2.)

Dokumentoinnin vähimmäisvaatimus kohdetta suunniteltaessa on luoda käyttödokumentit. Käyttödokumenteilla tarkoitetaan piirustuksia ja muita asiakirjoja, jotta kohteen käyttö, kunnossapito ja huolto on turvallisesti toteutettavissa. Normaalina rakennussähkösuunnittelun kohdetta suunniteltaessa näihin dokumentteihin kuuluvat vähintään; asemapiirros, asennuspiirustus, keskuskuvat ja järjestelmäkaaviot.

### Asemapiirros

Asemapiirros tai asemapiirustus on dokumentti, josta selviää sähköjärjestelmän osien sijainnit. Asemapiirustuksessa esitetään ainakin seuraavien merkittävien osien sijainnit:

- pääkeskukset
- keskijännitekojeistot
- maa-, ja ilmakaapelit (myös kaapelityypit ja laitteet joihin kaapelit on kytketty)
- valaisimien, lämmittimien ja muiden laitteiden positiot
- tekniset laitteet (kamerat, tukiasemat, yms.)
- telehuoneen sijainti.

### Asennuspiirustus

Asennuspiirustus on käytännössä sarja kohteen tasokuvia, joista selviää:

- kulutuslaitteiden ja komponenttien sijoitus
- hylly-, kisko-, kouru ja kanavareitit (myös tyypit)
- jakelu- ja käyttöjärjestelmien johdotukset
- verkkojännitteisten ryhmien ryhmittely.

## Keskuskuvat

Keskuksista laaditaan useampia kuvia, joista vähintään tarvitaan pääkaavio, piirikaaviot, kokonpanopiirustus ja keskuksen kojeluettelo. Pääkaavio on keskuksen ruotokuva, josta ilmenevät

- johtimien järjestelyt
- järjestelmän maadoitustapa
- ryhmätunnukset ja ryhmien nimet
- lämmityksien ja laitteiden tehotiedot
- ryhmäsuojien (sulakkeiden, yms.) koko ja tyyppitiedot
- varokepesän ja varokealustan kokotiedot
- keskuksen kaapelointien tyyppitiedot.

Piirikaavioilla osoitetaan keskuksen piirien liitännät. Piirikaavioista tulee ilmetä

- ohjauskytkennät (esim. valaistuksien)
- ohjauspiirien komponenttien tyypit (ja sijainnit)
- laite-, ja kojetunnukset
- liittimien numeroinnit
- tehotiedot sähkölämmityksistä.

Kokoonpanopiirustuksessa on esitetty keskus graafisesti ja siitä tulee ilmetä

- keskuksen fyysiset mitat
- komponenttien sijoituspaikat ja tunnukset
- keskuksen pääkiskotasoinen johdotus.

Keskuksen kojeluettelossa eritellään keskuksen kojeet ja ilmoitetaan niiden valmistaja, maahantuojat, tyypit ja ominaisuudet. (17.)

### 3.8 Kaaviot

#### Piirikaaviot

Piirikaavioilla esitetään sähköpiirien tai keskuksen komponentit ja niiden väliset yhteydet. Piirikaavioita käytetään selventämään kytkentöjen toteutusta ja toimintaa. Piirikaavioita voidaan luoda ohjauspiireistä, valvontapiireistä, keskuksista tai kytkentöjen johdotuksista. Piirikaaviot laaditaan yleensä A4-kokoon sovitettuina. Esimerkki valaistusohjauksen piirikaaviosta on liitteessä 2. (5.)

#### Pääjohtokaavio

Pääjohtokaavio tai nousujohtokaavio kuvaa kiinteistön sähköverkon kokonaisrakennetta. Siinä on esitetty kohteen valtakunnalliseen sähköverkkoon liityntäkohta ja kohteen sisäisen sähköverkon pää-, mittaus- ja ryhmäkeskukset sekä niihin liittyvä kaapeloinnit kaapelityypeineen. Pääjohtokaaviossa on myös hyvä esittää keskuksien etusulakkeiden suuruudet. Esimerkki pääjohtokaaviosta on liitteessä 3. (5.)

#### Maadoituskaavio

Maadoitusjärjestelmän tehtävänä on luoda johtava yhteys maahan, joka on luotettava ja asennuksen suojavaatimuksien mukainen, johtaa mahdolliset maasulkuvirrat maahan ilman, että siitä aiheutuu termisiä, lämpömekaanisia tai sähkömekaanisia rasituksia tai näistä virroista johtuvia sähköiskuja. Maadoitus on myös toteutettava niin, että se tarvittaessa soveltuu myös toiminnallisiin tarkoituksiin ja on vankkarakenteinen tai mekaanisesti suojattu ja soveltuva ulkoisiin olosuhteisiin verrattuna kestää korroosiota. Esimerkki maadoituskaaviosta on liitteessä 4. (2, s. 375.)

Sähkösuunnittelukohteessa maadoituksesta luodaan maadoituskaavio, josta ilmenee maadoitusjärjestelmän rakenne ja kytkentäpisteet. Rakennuskohteet varustetaan myös maadoituselektrodilla, joka on yleisesti 20 metriä pitkä 16 mm<sup>2</sup>:n maahan kaivettu kuparijohdin.

### 3.9 Sähköselostus

Sähköselostuksen tarkoitus on täydentää suunnitteluasiakirjoja ja selventää kohteen asennus, käyttö ja kunnossapitoa. Sähköselostuksessa on merkittynä projektin täydentäviä tietoja, kuten kohteen yleistiedot, urakoitsijoiden vastualueet, laadittavat asiakirjat, suunnittelun ja rakennuttamisen osa-alueet ja vastuut, viranomaistoimet ja toteutuksen sisältö (vaatimukset koskien toteutusta, laitteita, suunnittelua, asennusta, merkintöjä ja dokumentteja). Sähköselostus selventää urakoitsijoille, käyttäjille ja suunnittelijoille työn aikana ja valmiissa kohteessa sähköjärjestelmiä koskevia asioita. (11; 12.)

## 4 Yhteenveto

Ennen työni aloitusta olin työskennellyt insinööritoimistossa sähkösuunnittelijana puoli vuotta ja halusin tuoda työssäni esille ja selventää kohtia sähkösuunnittelusta, joita tarvitsee usein sähkösuunnittelijan tehtävissä. Varsinkin keskityin tuomaan esille tietoa, joka on ollut mielestäni hajautettuna useampiin standardeihin ja säädöksiin ja jonka etsiminen on työtehtävissä tuottanut minulle vaikeuksia. Työtä tehdessäni käytin paljon suunnittelumateriaalia kohteista, joita olen ollut itse suunnittelemassa.

Työni raportoinnissa onnistuin mielestäni kohtalaisesti, mutta sain itselleni paljon arvokasta tietoa ja uusia tiedonhakekeinoja työtä kootessani. Opin paljon suunnittelusta ja tutustuin erittäin tarkasti alan perusteisiin, tarkoituksperiin, historiaan ja tulevaisuuteen. Työtä raportoidessa, suurimmaksi ongelmaksi osoittautui riittämätön aika. Oman valmistusaikatauluni ja koulun ohella työskentelyn johdosta ei aikani riittänyt kaikkeen. Työni kattaa kuitenkin laajalti sähkösuunnittelun perusasioita rakennussähkösuunnittelussa ja sisältää paljon tärkeitä seikkoja sähkösuunnittelussa.

Standardit ja säädökset muuttuvat alalla nopeasti, joten aiheesta voi kirjoittaa aina. Alue on myöskin erittäin laaja, joten yksittäisiin osuuksiin suunnittelusta voi myöskin keskittyä.

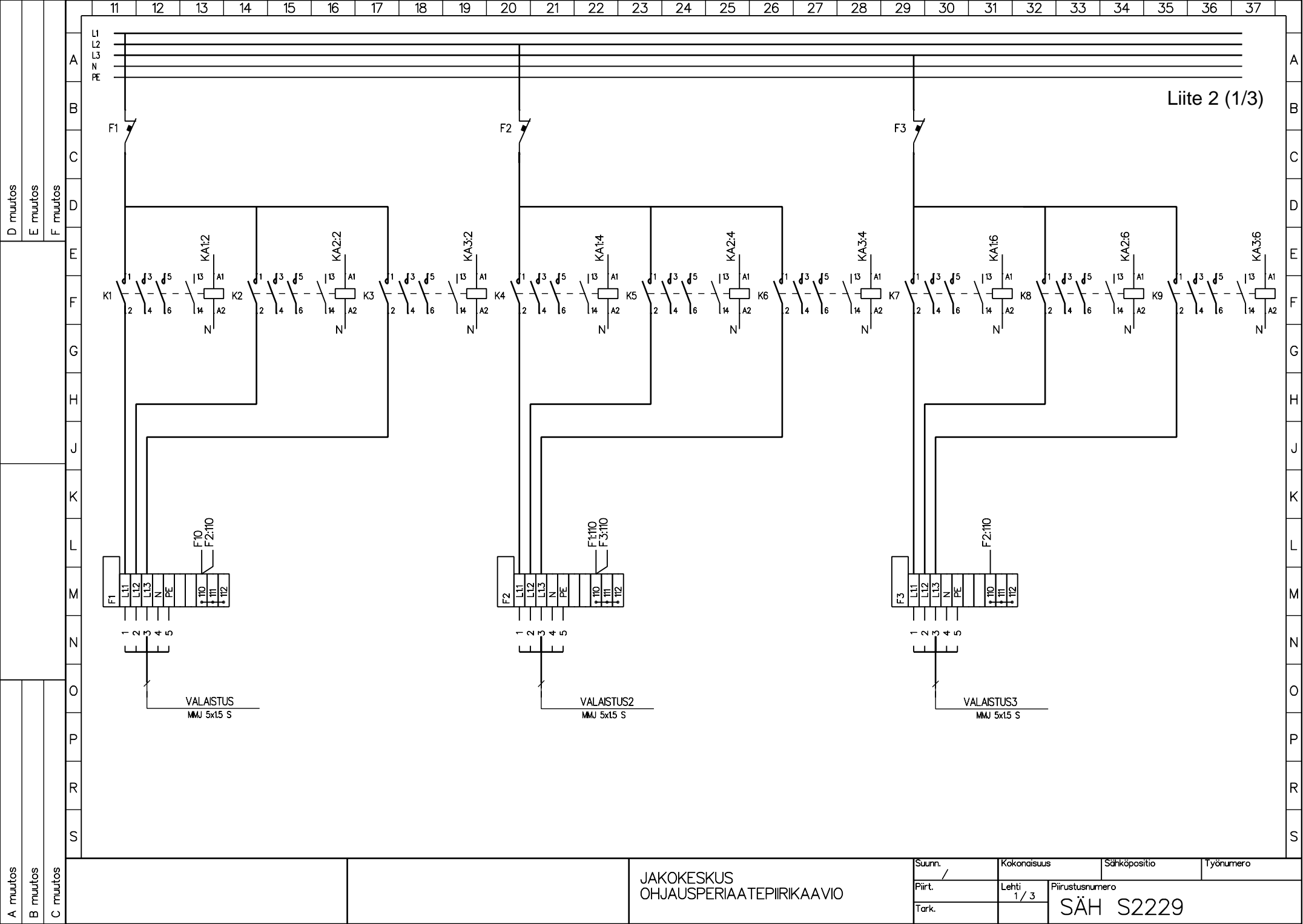


## Lähteet

- 1 Sähkösuunnittelun käsikirja. 2004. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS Ry.
- 2 SFS-käsikirja 600-1-1. Pienjännitesähköasennukset Osa 1-1: Yleisvaatimukset (SFS6000 osat 1-6). 1. Painos lokakuu 2017.
- 3 ST-kortisto. ST13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen.
- 4 Harsia, Pirkko 2009. Sähkön liittäminen kiinteistöön, liittymä. Verkkodokumentti. 2009. <<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1204792797383/1210598235193/1210598254225/1210598409389.html>> Luettu 1.4.2018.
- 5 Sähköasennusten perusteet. Keskukset, osa 2: Mitoitus ja dokumentointi. Verkkodokumentti. <<https://moodle.amk.fi/mod/book/tool/print/index.php?id=3020>> Luettu 5.4.2018.
- 6 Valaistussuunnittelu. Verkkodokumentti. <<https://lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/>> Luettu 5.4.2018.
- 7 Valaistussuunnittelijan käsikirja. Verkkodokumentti. <[https://np.netpublicator.com/np/n30265811/tekniskinfo\\_FI\\_09.pdf](https://np.netpublicator.com/np/n30265811/tekniskinfo_FI_09.pdf)> Luettu 4.4.2018.
- 8 SFS-EN 60529 + A1 + A2, Sähkölaitteiden koteloitiluokat.
- 9 SFS-EN 54-1 Paloilmoittimet. Osa 1: Johdanto. 2.painos.
- 10 Jokakodin valaistusopas. 12/2012. Verkkodokumentti. <[https://lampputieto.fi/wp-content/uploads/joka\\_kodin\\_valaistusopas\\_2010.pdf](https://lampputieto.fi/wp-content/uploads/joka_kodin_valaistusopas_2010.pdf)> Luettu 9.4.2018.
- 11 ST-kortisto ST13.30 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit.
- 12 ST-kortisto. ST70.30 Selostusesimerkit S2010-nimikkeistön mukaan. Selostuksen yleinen osa.
- 13 IP-luokitus. Verkkodokumentti. <[https://www.stek.fi/Perustietoa\\_sahkosta/Sahko-jarjestelmat/fi\\_FI/IP\\_luokitus/](https://www.stek.fi/Perustietoa_sahkosta/Sahko-jarjestelmat/fi_FI/IP_luokitus/)> Luettu 10.4.2018.

- 14 SFS 6000-8-801:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-801: täydentävät vaatimukset. Jakeluverkot.
- 15 SFS-EN 1838 Valaistussovellukset. Turvavalaistus.
- 16 CEN/TS 54.14:fi (01.07.2004) Paloilmoittimet. Osa 14: suunnittelu-, mitoitus-, asennus-, käyttöönotto-, käyttö- ja huolto-ohjeet.
- 17 Dokumentointivaatimukset selkiytyvät 20.11.2008. Verkkodokumentti. <[http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/saadokset\\_ja\\_maaraykset/fi\\_FI/dokumentointi/](http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/saadokset_ja_maaraykset/fi_FI/dokumentointi/)> Luettu 16.4.2018.
- 18 Sähköliittymät / Tekniset ohjeet. Verkkodokumentti. <[http://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/268-sahkoliittymat\\_tekniset\\_ohjeet.pdf](http://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/268-sahkoliittymat_tekniset_ohjeet.pdf)> Luettu 17.4.2018.
- 19 Valaistusteknisiä käsitteitä. Verkkodokumentti. <<http://glamox.com/fi/valaistusteknisi-ksitteit>> Luettu 9.4.2018.

Positio	Muutos	Valaisintyyppi	Asennuspaikka	Asennustapa	Teho (W)	Kanta	Lamppu	Väriämpötila	VALAISINMÄÄRÄT										HUOM
		Rakennuskohteen nimi ja osoite							Laatinut	Päiväys					Sivut				
		<b>VALAISINLUETTELO</b>							Piirtänyt	Muutos päiväys					Muutos				
																Tark./ Hyv.	Työnumero		
									Piirustuslaji	Piirustusnumero									
									<b>Sähkö</b>	<b>S250</b>									
1		Airam Bella LED IP40 26W/840 VA		pinta	40		LED	4000K						1				1	
2		Kalis RI, 1200X3400 DALI		uppo			LED							1				1	
3		Kalis C, 1975mm, tunable white, musta runko DALI		Ripustus			LED	2700-6500k						21				21	
4		Kalis C, 1975mm, tunable white, musta runko DALI		pinta			LED	2700-6500k						6				6	
5		Kalis C, 1415mm, tunable white, musta runko DALI		Ripustus			LED	2700-6500K						8				8	
6		Väriämpötila säädettävä LED-nauha		katto/seinä			LED	2700-6500k						15				15	
		+dali-liitäntälaite																	
7		Aura Lunaria Pro Tunable White, 595X595mm, 373293320		seinä	34		LED	2700-6000k						10				10	
		+Auralight tunable white DALI ohjain																	
8		INTRA, Pipes T track, musta. koko S (100mm) 46 asteen avauskulmalla		kisko			LED	4000k						10				10	
		Dali himmennettävä																	
9		Oxford-seinävalaisin, Ellos home		Seinä		E27	LED							2				2	
10		Edgar-seinävalaisin, Ellos home		seinä		E27	LED							2				2	
11		Santino-kattovalaisin, Ellos home		Katto		E27	LED							1				1	
12		Tribeca Walker-seinävalaisin, Finnish Design shop		seinä		E27	LED							2				2	
13		Savoy-riippuvalaisin, A330S, Artek		katto		E27	LED							4				4	
14		Eagle-kattovalaisin, iso, Markslöjd, Ellos		katto		E27	LED							3				3	
15		Vuokralaisen valaisin		katto										2				2	
16		Astoria-seinävalaisin, Ellos home		seinä		G9								1				1	
17		Globen lighting, kattovalaisin, Ellos		Katto		E27	LED							2				2	
18		Cohen-riippuvalaisin, Frandsen				E27	LED							2				2	
M1		Neptolux NF20W/CAP D/L/R, +YBN-R/3		seinä			LED							6				6	
		Opastetarrat, opasnuolet asennuspaikan mukaan																	
T1		Neptolux NFW68/CAP O/C, +YBN-R		katto			LED							3				3	

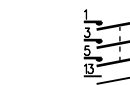
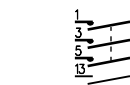
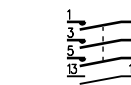
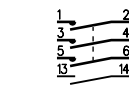
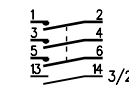
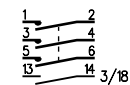
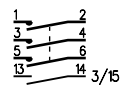
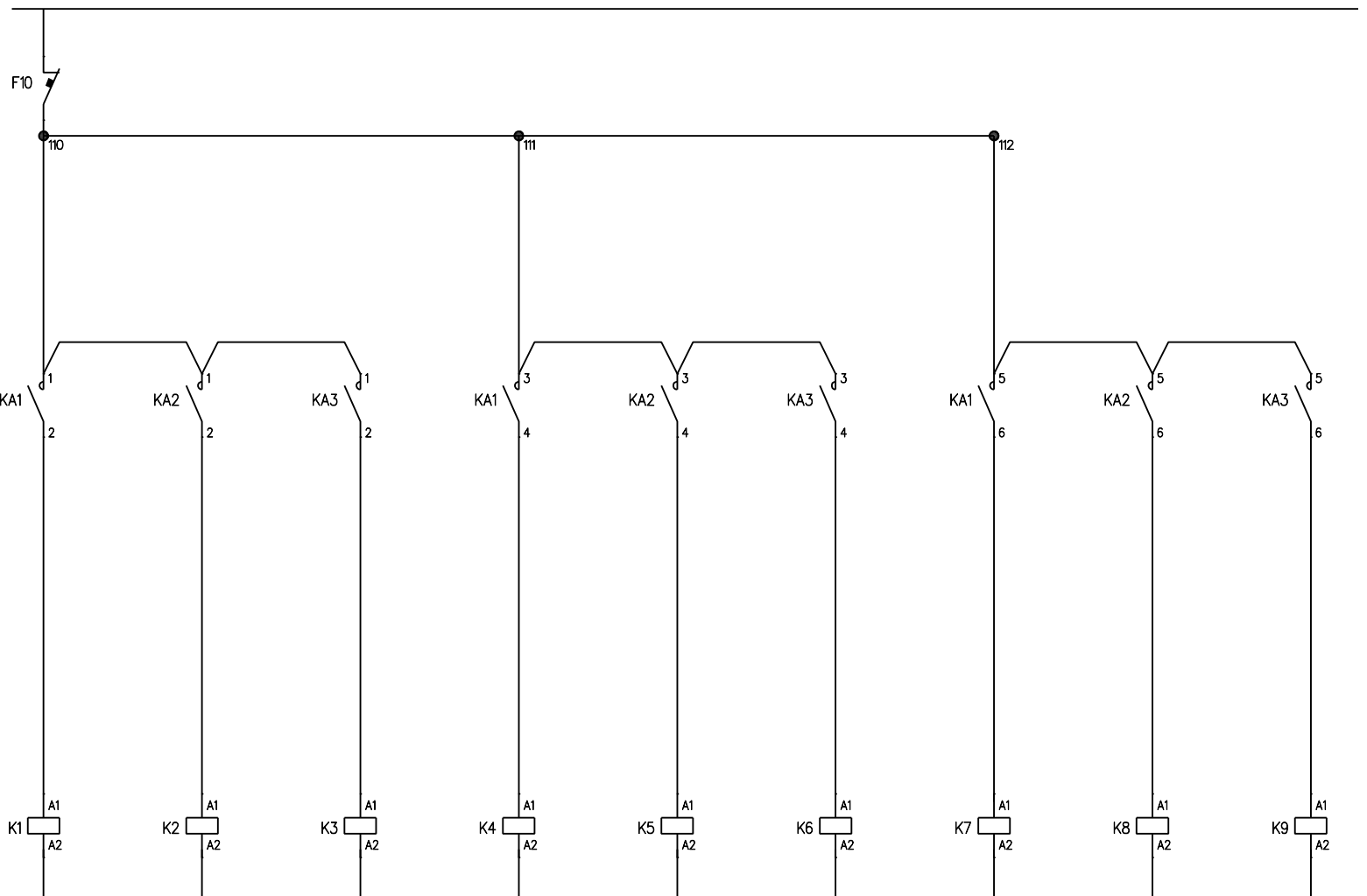


Liite 2 (1/3)

JAKOKESKUS  
OHJAUSPERIAATEPIIRIKAAVIO

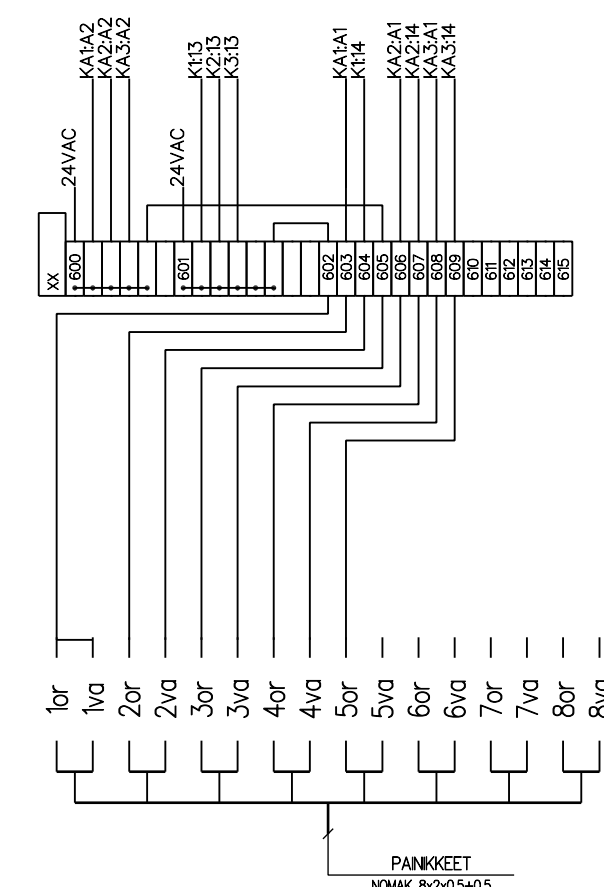
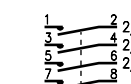
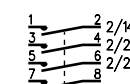
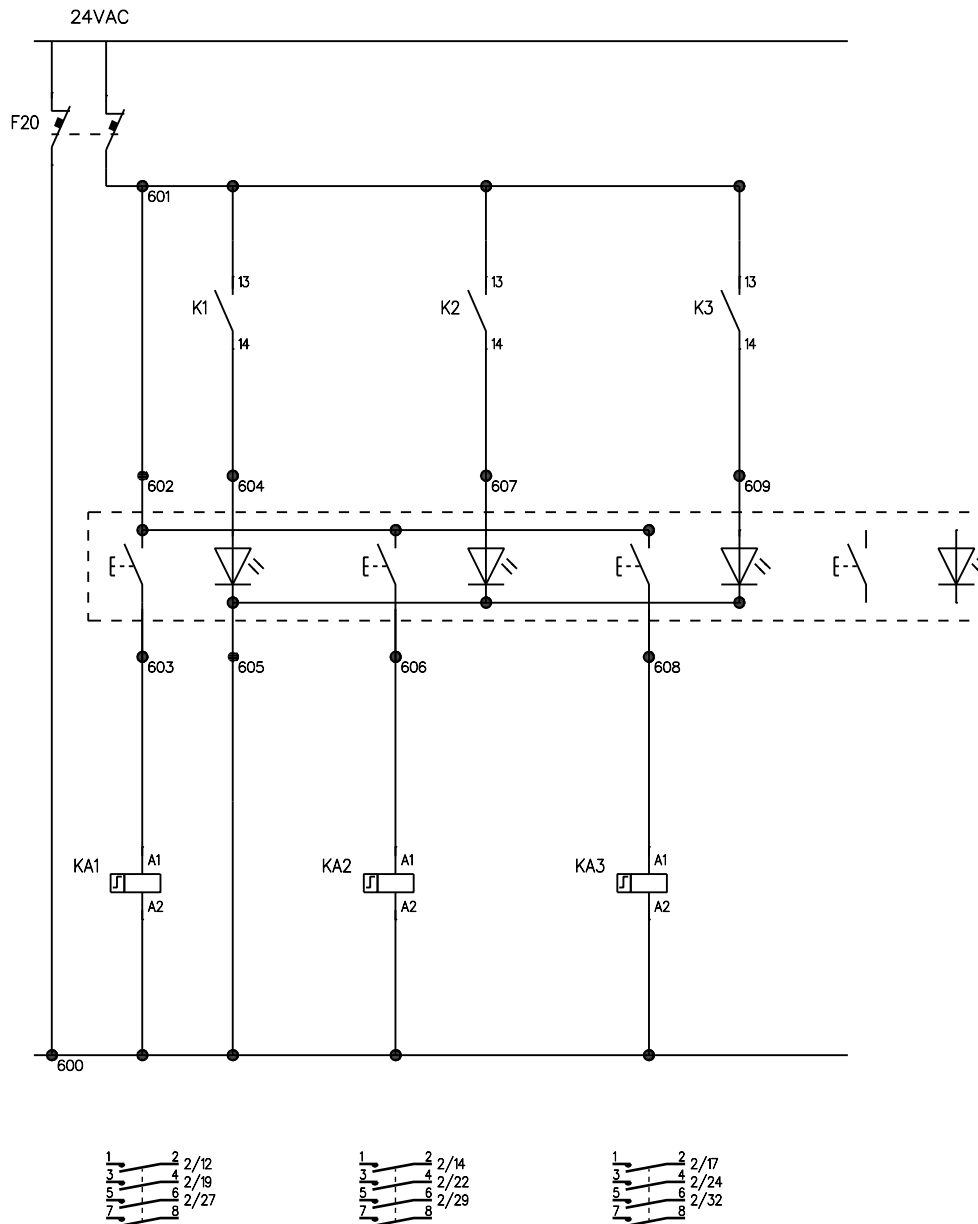
Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt.	Lehti 1 / 3	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH S2229		

230VAC



JAKOKESKUS  
OHJAUSPERIAATEPIIRIKAAVIO

Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt.	Lehti 2 / 3	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH S2229		

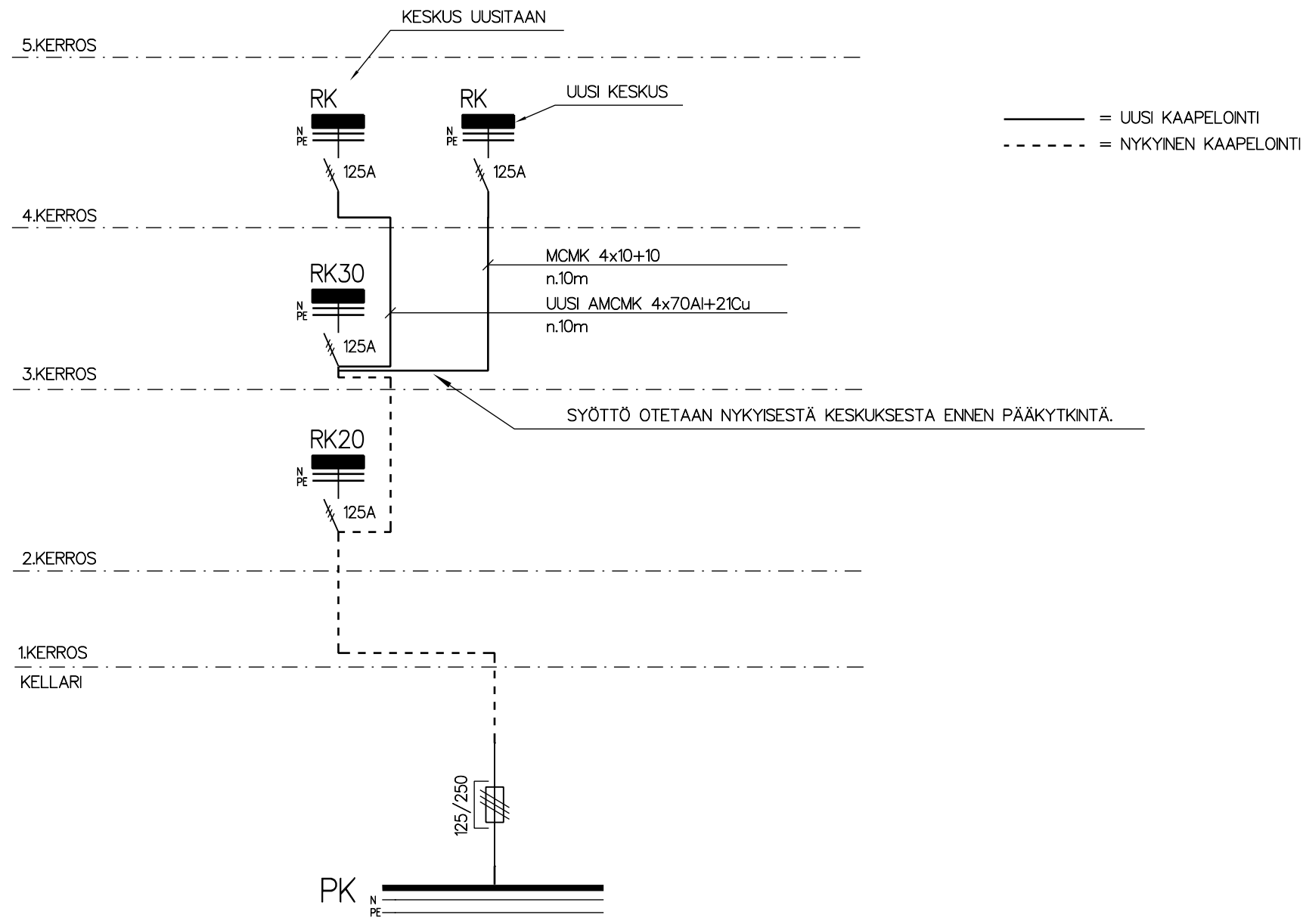


D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

JAKOKESKUS  
OHJAUSPERIAATEPIIRIKAAVIO

Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt.	Lehti 3 / 3	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH S2229		



D muutos  
E muutos  
F muutos

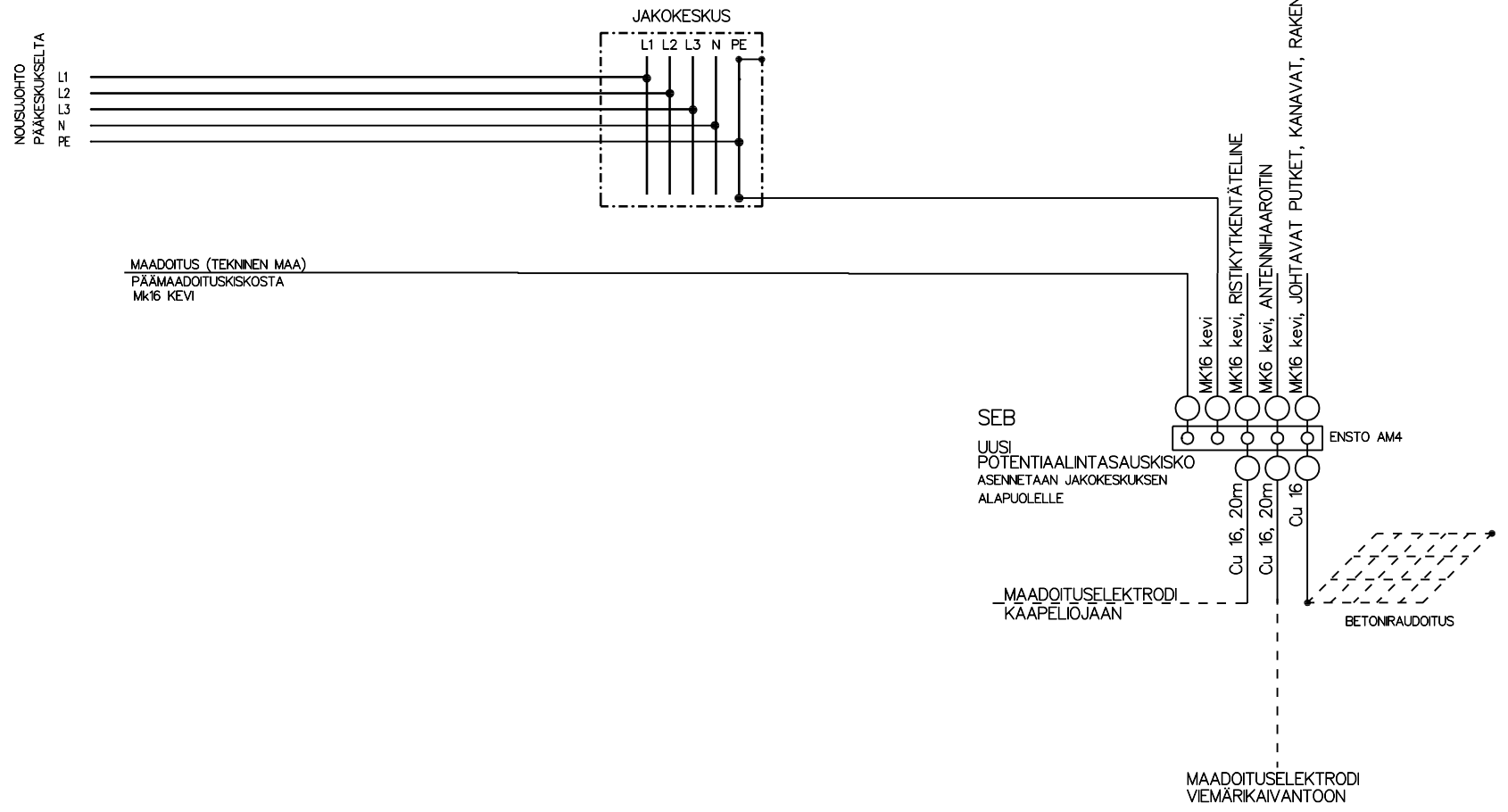
A muutos  
B muutos  
C muutos

NOUSUJOHTOKAAVIO  
MUUTOSASENNUKSET

Suunn.	/	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt.		Lehti	1/1	Piirustusnumero
Tark.		SÄH S222		

URAKKALASKENTAA VARTEN

URAKKALASKENTAA VARTEN



D muutos  
E muutos  
F muutos

A muutos  
B muutos  
C muutos

MAADOITUSJÄRJESTELMÄ  
PERIAATEKAAVIO

Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt.	Lehti 1/1	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH S2223		



### A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT

#### KESKUS

1. Nimellisjännite  $U_N$  400 V
2. Jännitehäviö keskukseen  $U_H$  %
3. Taajuus  $f$  50 Hz
4. Nimellisvirta  $I_N$  63 A
5. Oikosulkukestoisuus  
 terminen  $I_s$  kA  
 dynaaminen  $I_s$  kA  
 SFS 154:n mukaan
6. Keskuksen häviöteho  $P_H$  kW
7. Kiskot tai johtimet AC  
 L1   
 L2   
 L3   
 N   
 PE   
 PEN   
 L+   
 M   
 L-   
 PE
8. Kiskot tai johtimet DC  
 L+   
 M   
 L-   
 PE
9. Ohjousjännite  $U$  V  
 $f$  Hz  
 $I$  A  
 $S$  kVA
10. Apujännite 1 \_\_\_\_\_
11. Apujännite 2 \_\_\_\_\_

#### LITETTÄVÄT KUORMITUKSET

12. Jakelujärjestelmä  
 käyttömaadoitettu 4j. TN-C-S   
 käyttömaadoitettu 5j. TN-S   
 käyttömaadoittamaton IT
13. Teho  
 asennettu  $S$  kVA  
 tasattu  $S$  kVA
14. Tehokerroin  $\cos \phi$  \_\_\_\_\_
15. Lämmitystehon osuus \_\_\_\_\_ kW

### B RAKENNETIEDOT

1. Keskuslaji  
 kenno   
 kotelo   
 kehikko
2. Koteloitiluokka min IP 20

3. Keskuksen rakenne  
 1-puoleinen   
 2-puoleinen   
 2 kpl 1-puoleisia selät vastakkain
4. Asennustapa  
 pinnalle   
 uppoon   
 putkituskotelolla
5. Kiinnitys  
 seinään   
 lattiaan
6. Asennus- ja tukirakenteet  
 sidekiskot   
 jalustat
7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite  
 lukkalo   
 salvalla   
 kalmioavain  Abloyavain
8. Keskuksen ovien ja kansien  
 avautumiskulma min 90 astetta   
 min 180 astetta
9. Kansien saranointi  
 kytkentäkentät   
 kojekentät   
 kiskokotelokentät   
 kaikki
10. Pintakäsittely  
 valmistajan normaali   
 erillisen ohjeen mukaan
11. Asennustila  
 leveys \_\_\_\_\_ m  
 korkeus, normaali  muu \_\_\_\_\_ m  
 syvyys, normaali  muu \_\_\_\_\_ m
12. Ympäristön lämpötila  
 normaali 20...25 C   
 min \_\_\_\_\_ °C max \_\_\_\_\_ °C
13. Kennokeskuksen kaapelikuiut  
 1 kpl/kenttä   
 1 kpl/2 kenttää   
 valmistajan normaali   
 leveys \_\_\_\_\_ m
14. Lattialla seisovan keskuksen  
 alhaalla olevat läpiviennit avoin   
 palonkestävä

### C TUNNUSMERKINNÄT

1. Tunnuksmerkinnät  
 valmistajan normaali   
 erillinen ohje (sähköselitys)
2. Keskuksen tunnuskilpi  
 valmistajan normaali   
 erillinen ohje (sähköselitys)
3. Kansikojeiden tunnuskilvet  
 valmistajan normaali   
 erillinen ohje (sähköselitys)
4. Kennokeskuksen kenttien merkintä  
 juokseva numerointi   
 -- vasemmalta oikealle   
 -- oikealta vasemmalle   
 erillinen ohje (sähköselitys)
5. Kennokeskuksen lähtöjen merkintä  
 juokseva numerointi   
 kentän nro + juokseva numero erillinen ohje (sähköselitys)
6. Sisäisten kojeiden merkintä  
 valmistajan normaali   
 erillinen ohje (sähköselitys)
7. Sisäisten johtimien merkinnät  
 ei suoriteta   
 erillinen ohje (sähköselitys)
8. Erillinen kilpi  
 "KESKUKSESSA VIERAS OHJAUSJÄNNITE"   
 "PÄÄKYTKIN EI KATKAISE JÄNNITETTÄ KALUKLÄMMÖN MITTAUKSELTA"

### D KALUSTETIEDOT

1. Keskuksen kalustus  
 valmistajan normaali   
 erillinen ohje (sähköselitys)
2. Kalustuksen tyyppi  
 kiinteä   
 ulosotettava   
 ulosvedettävä
3. Kalustustapa  
 keskitetty   
 yksikkölähdöt
4. Merkkilamput  
 hehkulamput   
 hohtolamput   
 LED-lamput
5. Laskutusmittareiden toimittaja  
 sähkölaitos   
 keskusvalmistaja

Liite 5(1/5)

6. Laskutusmittamuuntajien toimittaja  
 sähkölaitos   
 keskusvalmistaja

### E KAAPELOINTITIEDOT

1. Syöttö  
 kaapeli   
 kiskosto   
 laji AMCMK  
 poikkipinta 4x35+16  
 pituus jännitehäviön laskemiseksi \_\_\_\_\_ m
2. Syötön tulosuunta  
 alhaalta   
 ylhäältä
3. Syötön sijainti  
 vasemmalla   
 oikealla   
 keskellä
4. Pääkaapeleiden lähtösuunta  
 alas   
 ylös
5. Pääkaapeleiden liittäminen kojeisiin  
 kojeisiin   
 kojeisiin yli 16mm riviliittimiin L  N  PE
6. Ohjauskaapeleiden lähtösuunta  
 alas   
 ylös
7. Ohjauskaapelit liitetään riviliittimiin

#### Huom:

URAKKALASKENTAA VARTEN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

JAKOKESKUS  
PÄÄKAAVIO

Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero
Piirt.	Lehti 1/5	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH S2229		

		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							
		KESKUS																										RYHMÄ	OSOITE	TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	Liite 5 (2/5) HUOM.	
D muutos	E muutos																																		
F muutos																													NOUSUJOHTO PÄÄKESKUKSELTA PÄÄKYTKIN		AMCMK 4x35+16		63A		
																													VALAISTUS MAINOSVALO		MMJ 3x1.5 S		C10		
																													VALAISTUS ULKOVALO		MMJ 3x1.5 S		C10		
																															(MMJ 3x1.5 S)		C10		
																													KÄYTTÖKYTKIN K-0-A HÄMÄRÄKYTKIN, SÄÄTÖ KESKUKSESSA HÄMÄRÄKYTKIMEN ANTURI ULKOSEINÄSSÄ				C10		
																													SULANAPITOKAAPELIT RÄYSTÄS, SYÖKSYTORVI KÄYTTÖKYTKIN K-0-A TERMOSTAATTI		MMJ 3x2.5 S		C16		
																													TURVAVALAISTUS TURVAVALAISTUKSEN TESTAUSKYTKIN K-0		MMJ 3x1.5 S		C10		
A muutos	B muutos																																		
C muutos																																			
												JAKOKESKUS PÄÄKAAVIO										Suunn. / Piirt. / Tark.		Kokonaisuus Lehti 2 / 5		Sähköpositio Piirustusnumero		Työnumero							
																								SÄH S2229											





