

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkö- ja tietotekniikanosasto

Tutkintotyö

Kati Miettinen

KESKUSSUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN

Työn ohjaaja Risto Vastamaa, Pekka Savuoja  
Työn valvoja Pirkko Harsia  
Työn teettäjä Sähkötekniikka Oy Kari Sirén  
Tampere 2007

# TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkö- ja tietotekniikanosasto

Miettinen, Kati Kristiina Keskussuunnittelun kehittäminen

Tutkintotyö 31 sivua + 2 liitesivua

Työn ohjaaja Risto Vastamaa, Pekka Savuoja

Työn valvoja Pirkko Harsia

Työn teettäjä Sähkötekniikka Oy Kari Sirén

Huhtikuu 2007

Hakusanat

Jakokeskus, keskussuunnittelu, kehittäminen

## TIIVISTELMÄ

Työn ensimmäisenä tavoitteena oli luoda sähkösuunnittelutoimistolle uusia työkaluja nopeuttamaan ja helpottamaan keskussuunnittelijoiden työtä. Aluksi kartoitettiin yrityksen nykyinen suunnitteluprosessi ja ongelmakohdat lähettämällä keskussuunnittelijoille vapaamuotoinen kysely. Sen pohjalta laadittiin yritykselle erilaisia taulukoita tukemaan pistekuvien piirtäjiä sekä keskussuunnittelijoita. Lisäksi yrityksen kaikille työntekijöille rakennettiin suunnittelu mappi, johon koottiin yleisemmin käytetyt taulukkotiedot helpottamaan suunnittelijoiden työtä.

Toisena tavoitteena oli tutustua ja koota yhteen keskussuunnittelun yleisimmät standardit ja asetukset. Työssä keskityttiin vain yleisimpiin kiinteistökeskuksiin normaaliolosuhteissa. Työhön koottiin tärkeimmät tiedot keskustyypeistä, standardeista, rakenteista, tiloista sekä suojauksista.

TAMPERE POLYTECHNIC

Department of electricity and communication

Miettinen, Kati Kristiina

Bachelor theses 31 pages + 2 appendix pages

Instructor Risto Vastamaa, Pekka Savuoja

Supervisor Pirkko Harsia

Commissioned by Sähkötekniikka Oy Kari Sirén

April 2007

Keywords Electrical switchgear, switchgear design, development

## ABSTRACT

The first goal of the project was to create new tools for an electrical design company. The purpose of the tools is to improve and help the work of the designers. The project was started by making a survey for the designers to find out the current design process and the problem areas. Based on the results of the survey new planning aids were created to support the designers in different phases of the design process. In addition a design map was created for every employee in the company to aid their work.

The second goal was to get to know and to collect the standards and regulations of electrical switchgear design. The project focused on the most commonly used switchgears. The most important standards and regulations were included in this work.

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	5
2 SÄHKÖKESKUKSET	6
2.1 Jakokeskus	6
2.2 Keskustyytit	7
2.3 Standardit	8
2.4 Rakenne	9
2.4.1 Kiinnittäminen ja asennettavuus	10
2.5 Tilat	12
2.5.1 Käyttöpaikka ja -tila	12
2.5.2 Sähkötila	14
2.5.3 Muut tilat	14
2.5.4 Laitteiden sijoittaminen keskukseen ja tilavaraukset	15
2.5.5 Käyttö ja huollettavuus	16
2.6 Suojaus	16
2.6.1 Suojaus yleisesti	16
2.6.2 Jännitteettömyys	17
2.6.3 Kosketussuojaus	18
2.6.4 Valokaarivahingot	19
2.7 Dokumentointi	20
3 SUUNNITTELUOHJELMAT	24
3.1 Keskuksen suunnitteluprosessi	24
4 KESKUSSUUNNITTELU, CASE	25
4.1 Tavoite	25
4.2 Nykyinen suunnitteluprosessi	26
4.3 Parannusehdotukset	26
5 PÄÄTELMÄT	28
LÄHDELUETTELO	29
LIITTEET	31

## 1 JOHDANTO

Suomessa on pitkä ja vankka perinne jakokeskusstandardien laadinnasta ja soveltamisesta. Ensimmäiset jakokeskuksia koskevat standardit ovat niinkin kaukaa kuin 1940-luvun lopulta. Nykyään Suomessa on siirrytty noudattamaan EU:n direktiivejä sähkölaitteita koskevissa vaatimuksissa, koska maailma muuttuu koko ajan niin myöskin standardit ja viranomaismääräykset muuttuvat. Tämä vaikeuttaa suunnittelijoiden työtä, sillä heidän tulee olla tietoisia kulloinkin voimassaolevista standardeista ja viranomaisvaatimuksista.

Työn tavoitteena oli koota yhteen kiinteistön keskussuunnittelun keskeisimmät ja yleisimmät säädökset ja standardit. Tässä työssä keskitytään vain kiinteistöjen yleisimpiin keskustyypeihin sekä keskussuunnittelun yleisiin asetuksiin ja standardeihin. Erilaisiin laskentakaavoihin ja muualle kuin sisätiloihin asetettaviin kiinteistöihin ei tässä työssä ole perehdytty.

Työn yhtenä osa-alueena ja koko työn lähtökohtana oli tutkia erään yrityksen nykyistä keskussuunnitteluprosessia. Tavoitteena oli luoda yritykselle käyttökelpoisia työkaluja helpottamaan ja nopeuttamaan suunnitteluprosessia.

Tähän opinnäytetyöhön on koottu keskussuunnittelustandardien keskeisimmät vaatimukset sekä yleiset suositukset ja asetukset keskussuunnittelussa huomioitavista asioista. Tämä opinnäytetyö ei yksinään ole kattava opas keskussuunnittelun vaatimuksiin.

## 2 SÄHKÖKESKUKSET

SFS-käsikirjassa 154 on määritelty hyvä keskus seuraavasti: Hyvä keskus on selväpiirteinen ja varustettu oikeaa asennusta, käyttöä ja huoltoa varten riittäväillä merkinnöillä. Keskuksen mukana toimitetaan sen asennuksessa, käytössä ja huollossa tarvittavat piirustukset ja muut dokumentit. Keskus on käyttäjän ja/tai tilaajan tilauksen ja valmistajan kuvauksen mukainen ja se voidaan asentaa tarkoitettuun käyttöpaikkaansa kohdemaan asennusmääräysten ja standardien sekä tilaajan vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti. /3/

Ohjaus- ja suojalaitteet tulee sijoittaa keskuksen siten, että niiden huolto ja käyttö sujuu helposti ja vaarattomasti. Laitteet on sijoitettava siten, ettei niiden käytön takia tarvitse purkaa keskuksen rakennetta.

### 2.1 Jakokeskus

Standardissa SFS-EN 60 439-1 on määritelty jakokeskus seuraavasti: Jakokeskus on rakennelma, jossa on yksi tai useampia enintään 1000 V:n kytkinlaitteita niihin liittyvine ohjaus-, mittaus-, suoja- ja säätölaitteineen. Jakokeskus on voitava erottaa jännitteettömäksi keskuksessa tai sen läheisyydessä sijaitsevalla erotuskytkimellä.

Jakokeskus on energianjakelun haarituspaikka, ja sen sijoittelulla ja rakenteella vaikutetaan johtoverkon rakentamiskustannuksiin sekä käytettävyyteen. Jakokeskuksen avulla huolehditaan turvallisuus- ja häiriönsietovaatimusten täyttymisestä. /4/

## **2.2 Keskustyytit**

Keskuksia on useita erilaisia, ja niistä käytetään nimitystä joka kuvaa parhaiten keskuksen käyttöä. yleisimpiä kiinteistökeskuksia ovat; pää-, ryhmä-, mittaus-, monimittari-, pistorasia-, ohjaus- ja säätökeskukset.

Sähköpääkeskus on nimensä mukaisesti rakennuksen tai rakennelman pääkeskus. Rakennuksen sähköverkko ja ryhmäkeskukset liitetään yleiseen sähkönjakeluverkkoon sähköpääkeskuksen kautta. /11/

Sähköpääkeskuksessa on pääsulakkeet, päämittaus (kilowattituntimittari) ja pääkytkin. Lisäksi keskuksessa voi olla muitakin mittauksia, kuten esimerkiksi tehon- ja loistehonmittaukset. Sähköpääkeskuksessa on eri keskusten lähdöille omat sulakkeet, tariffinohjauslaite, pistorasioita ja käytönohjaukseen tai valvontaan liittyviä komponentteja. /11/

Ryhmäkeskus voi olla esimerkiksi asuinrakennuksessa jokaisessa huoneistossa sijaitseva huoneistokeskus.

Mittarikeskus on pinnalle asennettava tai upotettava, energiamittarin alustalla varustettu huoneiston tai pienkiinteistön keskus.

Monimittarikeskus on useiden huoneistojen päävarokkeet ja energiamittarin alustat sisältävä mittauskeskus (nousukeskus).

### ***2.3 Standardit***

Standardit laaditaan konsensusperiaatteella ja ne lähetetään ennen vahvistamista lausunnonle kaikille olennaisille tahoille. Standardit ovat tunnustetun puolueettoman tahon, yleensä standardisoimisjärjestön, hyväksymiä asiakirjoja, jotka ovat yleisesti saatavilla. Ne on tarkoitettu yleiseen ja toistuvaan käyttöön ja ovat vapaaehtoisia, mutta viranomaiset voivat edellyttää päätöksissään niiden noudattamista.

Standardit on jaettu kolmeen eri ryhmään. Kansainvälinen standardi on kansainvälisen standardisoimisjärjestön hyväksymä, esim. ISO-standardi. Alueellinen standardi on alueellisen standardisoimisjärjestön hyväksymä, esim. EN-standardi. Kansallinen standardi on kansallisen standardisoimisjärjestön hyväksymä, esim. SFS-standardi. /10/

Koska Suomessa on siirrytty sähkölaitteiden turvallisuutta koskevissa vaatimuksissa noudattamaan EU:n direktiivejä ja niiden perusteella annettuja suomalaisia viranomaismääräyksiä. Ja näiden määräysten peruseriaatteena on, ettei viranomaismääräyksissä anneta yksityiskohtaisia teknisiä vaatimuksia, vaan niiden osalta viitataan standardeihin.

Jakokeskusten osalta tällaisia standardeja ovat SFS-EN 60439- sarjan standardit, jotka on lueteltu alla.

- SFS-EN 60439-1 + A1:2005  
Jakokeskukset. Osa 1: Tyypitettattujen ja osittain tyypitettattujen keskusten vaatimukset.



- SFS-EN 60439-3 +A1 +A2:2002  
Jakokeskukset. Osa 3: Erityisvaatimukset sähköalalla ammattitaidottomien henkilöiden käsiteltävissä oleville keskuksille.
- SFS-EN 60439-4:2005  
Jakokeskukset. Osa 4: Työmaakeskusten erityisvaatimukset.
- SFS-EN 60439-5:1998  
Jakokeskukset. Osa 5: Erityisvaatimukset keskuksille, jotka on tarkoitettu ulkoasennukseen julkisille paikoille. Kaapelijakokaapit.
- SFS-EN 62208:2004  
Tyhjät koteloinnit jakokeskuskäyttöön. Yleiset vaatimukset.
- PSK 1801:2000  
Prosessiteollisuuden jakokeskus. /3/

## ***2.4 Rakenne***

Keskuksen rakennetta suunniteltaessa on otettava huomioon käyttäjän ammattitaito. Keskusta käyttävän henkilön on pystyttävä hoitamaan kaikki ohjaukset, sulakkeen vaihdot yms. käyttötoimenpiteet esteettä ja turvallisesti. Mikäli keskuksen käyttäjä ei ole sähköalan ammattilainen, edellytetään vähintään kotelointiluokan IP2XC kosketussuojausta.

Keskuksen erityisten ympäristöolosuhteiden suhteen standardi jättää paljon asioita tilaajan ja keskuksen valmistajan välille sovittavaksi. Mutta lämpötilojen suhteen voidaan raja-arvoiksi asettaa sisäasennuksille pitkäaikaiseksi maksimilämpötilaksi +35 °C ja alimmaksi käyttölämpötilaksi -5 °C. Ulos asennettavissa keskuksissa pitkäaikainen maksimilämpötila on sama +35 °C kuin sisäasennuksissakin, mutta minimilämpötila on -25 °C. Arktiseen käyttöön tarkoitettujen keskusten

alin käyttölämpötila on  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Suomessa näitä keskuksia on käytössä lähinnä vain maan pohjoisimmissa osissa. /4/

### 2.4.1 Kiinnittäminen ja asennettavuus

Määriteltäessä keskuksen kiinnityskorkeutta on otettava huomioon käyttötoimenpiteinä käsiteltävien laitteiden ja liittimien korkeus lattiatasosta, keskukseen liitettävien kaapeleiden materiaali, rakenne ja niiden asennusreitit sekä kiinnitysalustan asettamat rajoitukset ja vaatimukset.

Keskusten valmistajilla on omat ohjeensa asennuksista ja asennusalustalle asetettavista rakennusteknisistä vaatimuksista, jotka on toimitettava hyvissä ajoin, keskuksen asennusalustan rakennustyön tekijälle.

Paikoilleen asennuksen jälkeen on aina tarkistettava ja tarvittaessa säädettävä seuraavat asiat:

- ovet ja niiden lukituslaitteet
- kojekelkat ja ulosvedettävät katkaisijat
- ulosvedettävien yksiköiden ja ohjainten mekaaniset lukitukset
- lukitus- ja rajakoskettimien toiminta.

Keskuksen asennettavuudessa tärkeimpiä seikkoja ovat johtimien liittämiseen varatut tilat. Tilojen riittävyydellä on tärkeä merkitys seuraavista syistä:

- Turvallinen liitosten teko, varsinkin muuten jännitteisessä keskuksessa, koska liitettävä johdin tai johtimen lanka aiheuttaa oikosulun osuessaan lähellä olevaan jännitteiseen osaan

- Kun johtimet tulevat liittimiin oikeasta suunnasta ja ne saadaan taivutettua riittävän suurella taivutussäteellä, saadaan liitokset tehtyä luotettavasti
- Vikojen etsimisessä tarvittavat pihtiampeerimittaukset on voitava käytön aikana tehdä helposti ja ilman vaaraa
- Mahdollisissa myöhemmissä muutostöissä voidaan keskukseen liittää muunkin tyyppinen kaapeli.

Pienimmät suositeltavat liitäntätilat alumiinijohtimien liitostiloissa on esitetty taulukossa 2.1.

<b>Johdinpoikkipinta mm<sup>2</sup></b>	<b>Vapaa liitäntätila mm</b>
<b>16-25</b>	<b>100</b>
<b>35-50</b>	<b>150</b>
<b>70-120</b>	<b>200</b>
<b>150-185</b>	<b>300</b>
<b>240-300</b>	<b>400</b>

*Taulukko 2.1. Alumiinijohtimien vapaa liitäntätila /4/*

Käytettäessä kuparijohtimia tilan tarve on entistä pienempi, ja tilat saadaan riittämään ainakin pienillä johdinpoikkipinnoilla sijoittamalla liittimet sopivasti. Tavallisissa kehikkokeskuksissa on usein järkevintä sijoittaa ryhmäjohtojen riviliitinrimat pystyyn kummallekin sivulle.

Ryhmäjohdothan lähtevät keskeltä, jolloin johdoilla on enemmän taivutustilaa kuin silloin, kun liitinrimat olisivat päällekkäin. Lähtevien johtojen johtimille tulisikin varata riittävät tilat ja reitit siten, että johdot

pääsevät lähtemään sopivaan suuntaan. Suositeltavaa on varata SELV- ja PELV-järjestelmille omat liitinrimat ja johtokourut. Riittävän eristystason tulee ehdottomasti säilyä eri jännitejärjestelmien välillä. On suositeltavaa varustaa N- ja PE-johtimet ryhmätunnuksilla. /4/

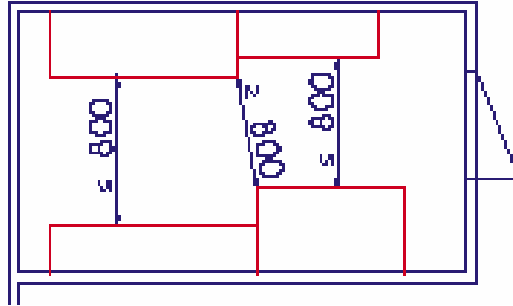
## ***2.5 Tilat***

### **2.5.1 Käyttöpaikka ja -tila**

Jakokeskukset on asennettava siten, että ne ovat helppopääsyisissä tiloissa. Tällä tarkoitetaan sitä, että jakokeskuksia on helppo käyttää, huoltaa ja pitää puhtaana.

Jakokeskus voidaan sijoittaa joko omaan erilliseen huoneeseen (sähkötila) tai erilliseen komeroon, kaappiin tai sisätiloissa vapaaseen seinä- tai lattiatilaan.

Jakokeskuksen eteen on varattava riittävästi tilaa. Jakokeskuksiin, joiden nimellisvirta on yli 63 A, on ehdottomasti jätettävä ainakin 0,8 m leveä sekä 2,0 m korkea huoltotila /3/. Samankokoisia huoltotiloja suositellaan jätettäväksi myös pienemmän nimellisvirran omaaville jakokeskuksille.



Kuva 2.1. Keskuksen huoltotila. /9/

Koska jakokeskuksissa syntyy aina käytön aikana lämpöä, on tilassa, johon jakokeskus asennetaan, huolehdittava riittävästä ilmanvaihdosta jakokeskuksen jäähdyttämiseksi.

Jakokeskus on valaistava riittävästi, jotta siellä voidaan tehdä tarvittavia käyttö- ja huoltotöitä. Kun jakokeskus asennetaan komeroon tai vastaavaan tilaan, on huolehdittava siitä, että keskuksen käyttö, huolto ja tarkastukset voidaan tehdä jälkeensäkin purkamatta komeron tai vastaavan koteloinnin rakenteita. Jakokeskuksien kannet ja ovet tulee voida avata ja poistaa helposti. /6/

## 2.5.2 Sähkötila

Sähkötila on rakennettava siten, että sieltä pääsee helposti poistumaan. Ovien pitää avautua ulospäin, ja ne on voitava aukaista myös sisäpuolelta ilman avainta, vaikka ne olisivatkin ulkopuolelta lukittavissa avaimella.

Sähkötilaan ei saa asentaa lämpö-, vesi- ja viemärintijärjestelmään kuuluvia luokkuja, venttiilejä, haaroituksia eikä niiden ohjauslaitteita. Sähkötilaan saa asentaa aivan normaalisti automaattisia sammutus- tai palovaroitinjärjestelmiä ja niiden ohjauslaitteita. Sähkötilojen sisäpinnat tulee maalata tai muuten käsitellä niin, ettei niistä irtoa pölyä eivätkä ne kerää kohtuuttomasti pölyä. Mikäli on mahdollista tulisi sähkötilan valaistuksen syöttö ottaa ennen pääkytkintä. Tällöin tulee pääkytkimen viereen asettaa varoitus pääkytkimen avaamisen jälkeen jännitteiseksi jäävästä virtapiiristä jakokeskuksessa. /6/

## 2.5.3 Muut tilat

Jos jakokeskus asennetaan sellaiseen tilaan, johon on pääsy myös muilla kuin sähköalan ammattilaisilla, tulee jakokeskuksen täyttää standardin SFS-EN 60 439-3 erityisvaatimukset. Näihin erityisvaatimukseen kuuluu esimerkiksi, että kaikkien kosketeltavien pintojen on oltava kotelointiluokaltaan vähintään IP2XC. Ja että

keskuksen kotelointiluokka tarkastetaan kaikkien komponenttien ollessa paikoillaan ja kytkettynä valmistajan ohjeiden mukaisesti. /4/

Asunnoissa ja muissa vastaavissa tiloissa tulppavarokkeen asennuskorkeuden täytyy olla vähintään 1,7 m ja enintään 2,4 m, jos keskus on lukitsemattomana lasten kosketeltavissa. /6/

#### **2.5.4 Laitteiden sijoittaminen keskuksen ja tilavaraukset**

Sijoitettaessa laitteita jakokeskuksiin tulee ottaa huomioon keskuksen käyttötilanteet sekä komponenttien vaihto-, huolto- ja kunnossapitotilanteet.

Laite, jonka luokse tulee olla helppo päästä käyttöä, tarkastusta, vaihtoa tai asettelua varten, on asennettava siten, että laitteen tai laitteiston osan keskilinjasta mitattuna korkeus hoitotasosta on vähintään 0,4 m ja enintään 2,0 m. Tämä vaatimus koskee erityisesti laitteita, joita joudutaan käsittelemään käyttötoimenpiteenä, kuten kytkimiä, mittareita, painikkeita tms.

Koska nämä vaatimukset koskevat keskuksen asentamista, ne eivät ole yhtä ehdottomia kuin rakennestandardin vaatimukset.

Asennuskorkeusvaatimukset eivät koske jakelukiskojärjestelmiin ja muihin vastaaviin järjestelmiin kuuluvia pieniä jakokeskuksia. Niissä on sulakkeiden vaihdossa ja muissa käyttötoimenpiteissä noudatettava riittävää varovaisuutta.

Koska johdot on yleensä suojattava ylivirroilta, on oikosulku- ja ylikuormitussuojat luonnollisinta sijoittaa jakokeskuksiin. Silloin ne on mahdollista sijoittaa suojattavan johdon alkupäähän, ja ne ovat keskitetysti valvottavissa. Standardissa SFS 6000 ei ole suojauksen keskittämistä nimenomaisia vaatimuksia. /4/

### **2.5.5 Käyttö ja huollettavuus**

Keskuksen huolloissa ja korjaustöissä joudutaan yleensä vaihtamaan komponentteja. Koska komponentti joudutaan vaihtamaan asennetussa keskuksessa, on työ hankalampaa kuin tehtaalla tehtäessä.

Pienjännitekeskuksissa esiintyvä huollon kaltainen toimenpide on yleensä sulakkeen vaihto. Varokkeet tulisikin sijoittaa siten, että sulakkeet voidaan helposti vaihtaa. Vaihdoissa tulee käyttää suojauksen kannalta oikeaa sulaketyyppiä ja -kokoja.

Koska keskuksen kunto pitää olla tarkastettavissa, tulee keskus rakentaa siten, että tarpeellisten liitosten yms. luokse päästään helposti. Monet suojalaitteet vaativat määräajoin tapahtuvan testaamisen, esim. vikavirtasuojakytkimet ja katkaisijoiden releet. Vikavirtasuojakytkimiä tulisi testata kytkimen omalla testauspainikkeella keskimäärin puolen vuoden välein, jotta laukaisumekanismi ei jäykistyisi. /4/

## **2.6 Suojaus**

### **2.6.1 Suojaus yleisesti**

Keskuksen suunnittelussa on ehdottomasti otettava huomioon turvallisuus. Keskus tulee suojata siten, ettei se aiheuta vaaraa ihmisille, kotieläimille eikä omaisuudelle. Tärkeimpiä keskuksen suojauksia ovat: kosketussuojaus (suojaus suoralta koskettamiselta), osittainen kosketussuojaus (suojaus epäsuoralta koskettamiselta), suojaus lämmön vaikutuksilta, ylivirtasuojaus, vikavirtasuojaus sekä ylijännitesuojaus.



## 2.6.2 Jännitteettömyys

Jakokeskus tulee olla erotettavissa jännitteettömäksi keskuksessa tai sen läheisyydessä olevalla erotuskytkimellä. Enintään 25 A:n nimellisvirtaisilla jakokeskuksilla erotuskohta voi olla myös syöttävässä keskuksessa, mikäli keskuksen käyttäjällä on pääsy erotuspaikkaan.

Usein pääkytkin jätetään pois esimerkiksi autojen lämmityspistorasiakoteloista ja pienistä huonekohtaisista keskuksista, kuten hotellihuoneista. Mikäli kyseessä on asunnon tai vastaavan keskus, tulee se aina varustaa pääkytkimellä. Koska edellä mainituissa tapauksissa on hankalaa varmistaa, että käyttäjä ja huoltaja pääsevät paikkaan, jossa varma ja turvallinen erotus voidaan tehdä.

Jos keskuksessa itsessään ei ole pääkytkintä, voidaan erotuskytkin sijoittaa keskuksen viereen. Tällöin tulee huolehtia riittävän selkeästä merkinnästä, jottei jää epäselväksi, mihin keskukseseen kytkin kuuluu.

Yleensä on selkeintä ja turvallisinta rakentaa jakokeskus siten, että keskus saadaan jännitteettömäksi yhdellä pääkytkimellä.

Yli 1000 A:n jakokeskuksissa täytyy olla standardin SFS 6002 edellyttämä työmaadoitusmahdollisuus. Jos keskus on puhdas TN-S-järjestelmän keskus, jonka pääkytkin on nelinapainen, eli se kytkee myös nollajohtimen, on työmaadoituksessa vaihejohtimien lisäksi nollajohdin kytkettävä maadoitukseen. /4/

### 2.6.3 Kosketussuojaus

Jakokeskusten suojausten tarkoituksena on suojata ihmiset, kotieläimet ja omaisuus vaaroilta ja vahingoilta, joita voi syntyä jakokeskusten tavanomaisessa käytössä. Suomessa hyväksytyjä rakenteita ovat vain kosketussuojatut keskusrakenteet.

SFS 6000 sallii kotelointiin seuraavat lievennykset:

Kosketussuojausmenetelmänä voidaan käyttää myös keskuksen sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle vähintään 2,5 m:n korkeuteen lattiasta tai muusta seisonta-alueesta, kun keskus sijoitetaan sellaiseen sähkötilaan jonne on pääsy vain sähköalan ammattilaisella. Normaleja asuin-, toimisto-, pienteollisuus- ja julkisten rakennusten keskustiloja ei kuitenkaan saa rakentaa sähkötiloiksi. /8/

Mikäli jännitteisiä osia on alempana kuin 2,5 m, on osat suojattava vähintään kotelointiluokan IP2X tai IPXXB vaatimukset täyttävällä suojaseinällä. Riittävänä kotelointina pidetään myös suojaseiniä ilman kattoa, mikäli suojaseinien korkeus on vähintään 2,3 m ja jännitteisten osien etäisyys suojaseinän yläreunasta on enemmän kuin 0,2 m. /8/

Pienjännitekeskuksissa, jotka on kalustettu jonovarokeytkimillä, ei kytkimien alapuolella sijaitsevassa kaapelointitilassa saa olla paljaita jännitteisiä osia, ja tilan suojausten muihin tiloihin nähden täytyy olla vähintään IPIXB. Sulakettomien kaapeloimattomien varokeytkimien jännitteettömänä olevien liitinten koskettamismahdollisuutta ei oteta huomioon. /8/

Osittaisella kosketussuojauksella tarkoitetaan suojausta, jolla jakokeskuksen kotelon sisäpuolella olevan laitteen käyttötoimenpiteenä käsiteltävän osan lähiympäristössä ja myös muualla samassa tilassa olevat paljaat jännitteiset osat suojataan siten, ettei niitä voi vahingossa koskettaa käsin tai muulla kehon osalla tai työssä tarvittavien välineiden tai aineiden välityksellä tehtäessä käyttö- tai kunnossapitotoimenpiteitä.

Ovien sisäpinnalla suojauksen on ulotuttava vähintään 2,0 m:n korkeuteen lattiasta tai muusta hoitotasosta.

Osittainen kosketussuojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

- 1) Jännitteiset osat suojataan kosketukselta sormien ulottumisalueella ja muiden kehonosien mahdolliselta kosketusalueelta, tai
- 2) Jännitteinen osa sijoitetaan laitteeseen niin kapeaan syvennykseen, ettei osaa voi helposti koskettaa vahingossa tai
- 3) Käyttämällä vaihtoehtojen 1) ja 2) yhdistelmää. /4/

#### **2.6.4 Valokaarivahingot**

Oikosulkuvirtojen kasvaessa ovat valokaarivahingot tulleet yhä suuremmaksi ongelmaksi. Jakokeskuksen mekaanisessa mitoituksessa ja rakenteessa on otettava huomioon valokaaresta johtuvan ylipaineen ja lämpövaikutuksen aiheuttama vaara, jota voidaan vähentää keskuksen mekaanisella rakenteella, esimerkiksi valokaaren kestävä kotelointi ja erilaiset paineenpurkausjärjestelmät.

Aina pelkät keskuksen mekaaniset rakenteet eivät riitä, sillä valokaarivahinkoja sattuu usein myös silloin, kun työskennellään keskuksessa kennon ovi avoimena.

Keskuksen mekaanisen rakenteen lisäksi muita toimenpiteitä valokaarien muodostumisen ehkäisemiseksi tai sen keston ja vaikutuksen rajoittamiseksi ovat esimerkiksi:

- Alle 0,1 s:n poiskytkentäaika, joka voidaan saavuttaa pikalaukaisulla varustetulla katkaisijalla ja valokaareen reagoivilla antureilla.
- Virran rajoittaminen käyttämällä varokkeita tai virtaa rajoittavia katkaisijoita.
- Virhekäyttöjen aiheuttamien valokaarien esto erottimen ja sen katkaisijan välisellä lukituksella.
- Henkilövahinkojen esto kauko-ohjauksella.

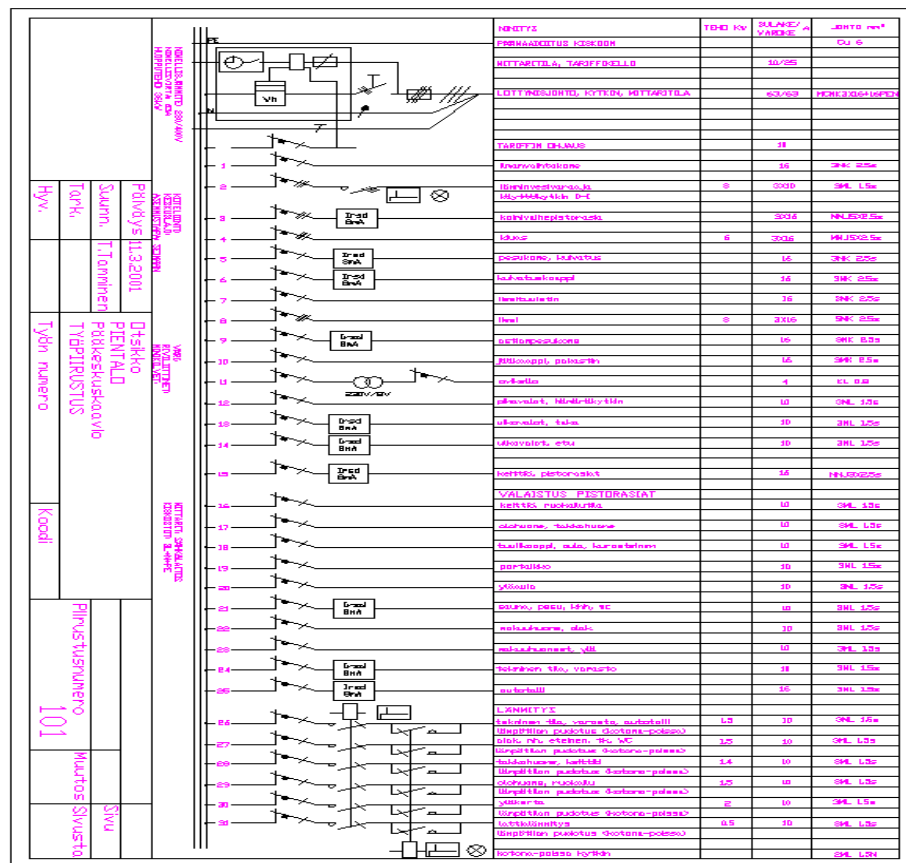
Näiden toimenpiteiden avulla voidaan rajoittaa valokaaren vaikutuksia myös keskuksessa, jonka kotelointi ei rajoita vaikutuksia silloin, kun keskuksen kansi on avoinna. /4/

## ***2.7 Dokumentointi***

Dokumentoinnista ei ole vielä olemassa selkeää ohjetta, vaikka sellainen on ollut suunnitella jo vuosia. On kuitenkin olemassa tietoa siitä, minkälaisia dokumentteja käyttäjälle tulisi keskukselta antaa, jotta keskuksen käyttö ja huolto voitaisiin suorittaa turvallisesti. Keskussuunnittelijan tulisi antaa käyttäjälle ainakin seuraavassa luetellut dokumentit keskukselta:

1. Pääkaavio

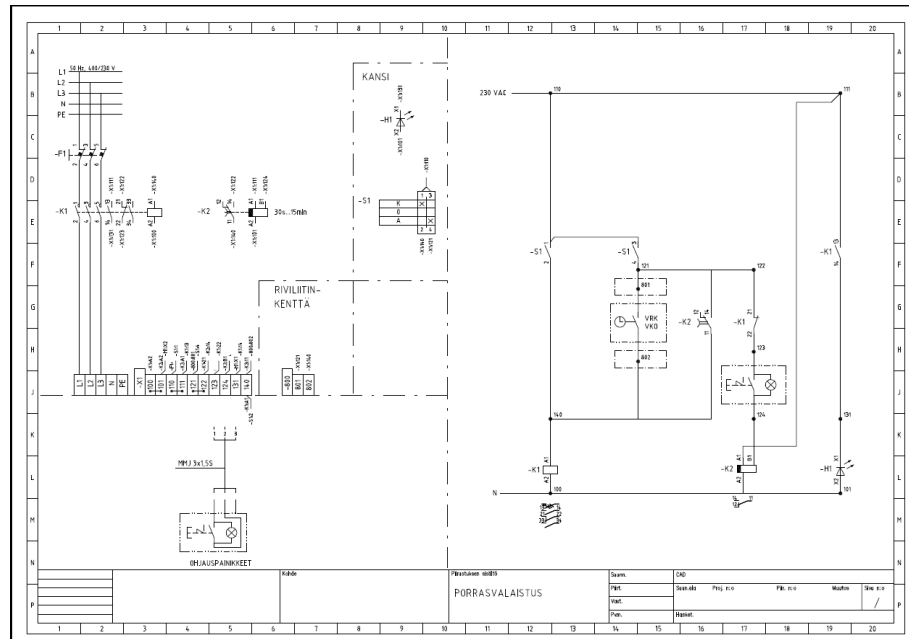
- Esitetään pääpiirit numeroituna kaikkine laitteineen ja tärkeimpine kytkentöineen
- Kaikki keskuksen liittyvät kaapelit ja liityntävaraukset esitetään
- Ohjaus- ja apulaitteet esitetään laitteina tai laitekokonaisuuksina
- Pääpiirit nimetään selväkielisesti laitetunnuksin
- Annetaan kokoonpanossa ja käytössä tarvittavat teho-, virta-, jännite-, yms. tiedot
- Yksilöidään pääpiirien kytkennät joko hankekohtaisiin piirikaavioihin tai tyyppi- ja laitepiirikaavioihin viittaamalla.



Kuva 2.2 Esimerkki pääkaaviosta. /12/

## 2. Piirikaavio

- Sisältäen tarvittavat tiedot pää- ja ohjauspiirien yksilöimiseksi sekä tiedot muihin piireihin tapahtuvista liitynnöistä
- Johdotusosan tulee esittää täsmällisesti piirin johtojen kytkennät.



Kuva 2.3 Esimerkki piirikaaviosta. /13/



### 3 SUUNNITTELUOHJELMAT

Nykyään keskussuunnittelu tapahtuu lähes täysin tietokoneavusteisesti. Pääosin käytettävät suunnitteluohjelmat ovat CAD-pohjaisia. Keskuksien suunnitteluun ohjelmassa on omat osionsa pääkaavioiden ja piirikaavioiden piirtämiseen. Käytettävät ohjelmat ovat jo niin kehittyneitä, että ne ”keskustelevat” keskenään ja vaihtavat keskenään tietoja.

Esimerkkinä voisi mainita CADiE:n keskussuunnitteluohjelmat Sähkö, Kessu ja Pikasso. Kessu on pääkaavioiden piirtämiseen kehitetty ohjelma, jossa on mahdollisuus ladata johdotustietoja sähkösuunnitteluohjelman (Sähkö) puolelta. Kessussa on laaja kirjasto valmiita lähtöjä joita voi käyttää, sekä mahdollisuus muokata valmiita lähtöjä tai luoda omia lähtöjä. Pikasso puolestaan on piirikaavioiden piirtämiseen kehitetty ohjelma, jossa siinäkin on paljon piirtämistä helpottavia toimintoja.

#### *3.1 Keskuksen suunnitteluprosessi*

Keskuksen suunnittelun alussa on määriteltävä kohde tarkasti. Selvitetään siis, onko kyseessä teollisuus-, hotelli-, tavaratalo- tai toimistokiinteistö, urheilutila, koulu-, vaiko asuinrakennus, koska kiinteistön käyttäjän sähköntarve on toimialasta riippuvainen ja voi siten vaihdella huomattavasti. Tärkeää on myöskin selvittää kohteen käyttötarkoitus ja se, tuleeko tilojen olla tulevaisuudessa helposti muunneltavissa muihin käyttötarkoituksiin. /5/



Kiinteistön tehontarpeeseen vaikuttavat kaikki kiinteistöön sijoitettavat koneet ja laitteet sekä erilaiset ohjausratkaisut kuten esimerkiksi valaistuksen ohjaus. Nämä puolestaan vaikuttavat suoraan keskuksen sisältöön.

Suunniteltavan kohteen keskukselta tulee selvittää liittymän oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden asettelut tai arvot, liittymiskaapelin ominaisuudet ja asennusreitit, maadoitusrakenteet ja -järjestelyt sekä suorituksen vastuutahot. Liittymisjohdon mitoitustehon, poikkipinnan sekä mitoitusvirran määrittämiseksi on Sähkötieto Ry julkaissut ST-kortin 13.31.

## **4 KESKUSSUUNNITTELU, CASE**

### ***4.1 Tavoite***

Keskussuunnittelu casen tarkoituksena oli tutkia tamperelaisen sähkösuunnitteluyrityksen nykyistä keskussuunnitteluprosessia ja luoda yritykselle apuvälineitä ja muutosehdotuksia työskentelyyn, suunnittelun nopeuttamiseksi sekä parantamiseksi. Työn alussa yrityksen keskussuunnittelijoille lähetettiin vapaamuotoinen kysely, jolla pyrittiin kartoittamaan ongelmakohtia suunnittelussa (liite 1). Vastauksien perusteella huomattiin, että suurimpana ongelmana suunnittelijat kokivat käytettävän suunnitteluohjelman rajallisuuden.

## ***4.2 Nykyinen suunnitteluprosessi***

Nykyisessä suunnitteluprosessissa suurimmaksi ongelmaksi koetaan pää- ja piirikaavioiden suunnitteluun kuluva aika. Näiden suunnitteluun kuluva aika on lähes puolet koko sähkösuunnitteluun kuluvasta ajasta.

Suunnitteluun kuluva aika on niin suuri, koska keskuksat suunnitellaan usein valmiiksi jo, ennen kuin varsinaiset pistekuvat ovat valmiita. Tämä siksi, että keskusten toimitusaika on pitkä. Koska keskus suunnitellaan valmiiksi ennen pistekuvia, aiheuttaa tämä luonnollisesti muutoksia keskuksen pistekuvien valmistumisen myötä.

Toinen keskussuunnittelun aikaan vaikuttava tekijä on suunnittelun hajanaisuus, usein pistekuvien suunnittelija, keskussuunnittelija ja johdotuksen piirtäjä ovat kaikki eri henkilöitä. Suunnittelija joka piirtää kuvaan lopullisen johdotuksen ei välttämättä ole ollut mukana pistekuvien suunnittelussa eikä keskussuunnittelussa. Tämä hidastaa ja vaikeuttaa johdotuksen piirtämistä pistekuviin pelkän pääkaavion avulla.

## ***4.3 Parannusehdotukset***

Parannusehdotukseksi yritykselle ehdotettiin toisten näyttöjen hankkimista suunnittelijoille, sekä yhdenmukaisten ohjeiden laatimista suunnittelijoille. Lisäksi suunnittelijoiden työtä helpottamaan laadittiin Excelillä kaksi erilaista taulukkoa. Ensimmäinen taulukko toimii normaalista poikkeavien laitteiden tietolistana, johon kirjataan laitteen positiointi sekä tehotiedot.

Toinen taulukko on rastitusmuotoinen, johon on valmiiksi kerätty yleisesti käytössä olevien järjestelmien eri variaatiot, kuten esimerkiksi pistorasiaryhmästä kolmivaiheiset, vikavirtasuojatut jne. Tätä taulukkoa suunnittelija täyttää samalla, kun hän suunnittelee pistekuvia. Valmis taulukko annetaan keskussuunnittelijalle, jonka on helpompi ryhtyä suunnittelemaan keskusta. Tämä siksi, että pääsääntöisesti pistekuvien piirtäjä ja keskussuunnittelija ovat kaksi eri henkilöä. Ideaaliratkaisu olisi, jos pistekuvien piirtäjä tekisi myös keskuksen, mutta ajalliset resurssit ja myöhemmin tulevat muutokset eivät anna tähän mahdollisuutta.

Kun keskussuunnittelija suunnittelee pääkaaviota, hän yleensä piirtää tulosteeseen itselleen ryhmäjohtotuksen. Jotta tästä ryhmäjohtotuksesta olisi hyötyä myös suunnittelijalle, joka piirtää varsinaisen johdotuksen kuvaan. Ehdotettiin yritykselle yhden ylimääräisen tulostussarjan hankkimista pohjakuvista keskussuunnittelijalle. Tähän hän voi piirtää suunnittelemansa johdotuksen ja luovuttaa sen sitten varsinaisen johdotuksen piirtäjälle.

Lisäksi yritykselle ehdotettiin laadittavaksi suunnittelumappia, johon on koottu keskussuunnittelussa tarvittavista taulukoista ja muista tiedoista tärkeimmät yhteen kansioon ja joka jaettaisiin kaikille suunnittelijoille. Näin suunnittelijoilla olisi lähellä koottuna kaikki tarvittavat taulukkotiedot, eikä aikaa kuluisi näiden tietojen etsimiseen.

## 5 PÄÄTELMÄT

Keskussuunnittelun kehittämisellä oli kaksi päätavoitetta. Ensimmäinen tavoite oli selvittää sähkösuunnitteluyrityksen nykyisen suunnitteluprosessin rakenne. Toinen tavoite oli luoda yritykselle käyttökelpoisia työkaluja nopeuttamaan ja helpottamaan suunnitteluprosessia.

Suunnittelumappi tulee varmasti hyödylliseen käyttöön jokaiselle suunnittelijalle. Suunnittelijoiden on paljon helpompaa katsoa omalla työpöydällä sijaitsevasta mapista tarvitsemansa taulukkotiedot, kuin lähteä etsimään niitä valmistajien esitteistä tai yrityksen sisäisestä verkosta.

Koska keskusstandardit ja asetuksen muuttuvat melko usein, on suunnittelijoilla suuri vastuu oman tiedon päivittämisestä.

Huolimattomalla keskussuunnittelulla voi aiheuttaa viattoman ihmisen loukkaantumisen tai jopa kuoleman.

Muuttuneista standardeista ja asetuksista kannattaisikin luoda oma kirjasensa, jolloin suunnittelijan olisi helpompaa hahmottaa mitkä asiat ovat muuttuneet ja mitkä ovat pysyneet samana.

## LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

- 1 Neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS ry, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto, Sähkösuunnittelun käsikirja. Sähköinfo Oy, Espoo 2004 xx s.
- 2 Rakennustietosäätiö RTS, LVI-keskusliitto ry, Sähkötieto ry, TalotekniikkaRYL 2002, osa 2. Rakennustieto Oy, Hämeenlinna 2003. 327 s.
- 3 Suomen standardisoimisliitto SFS, SFS-käsikirja 154 (jakokeskukset 2005). SFS, Helsinki 2005. 373 s.
- 4 Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Sähköurakoitsijan jakokeskusopas. Sähköinfo Oy, Espoo 2003. 101 s.
- 5 Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry, Sähkökeskukset korjausrakentamisessa. Sähköurakoitsijaliiton Koulutus ja Kustannus Oy, Espoo 1993. 128 s.
- 6 Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Sähköasennustekniikka 2. Sähköinfo Oy, Espoo 2004. 216 s.
- 7 Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry, Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Julkaisu D 1-98, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo Oy, Espoo 1998. 303 s.

- 8 Suomen standardisoimisliitto SFS, SFS-käsikirja 144  
(Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 2002). SFS,  
Jyväskylä 2002. 479 s.

#### Painamattomat lähteet

- 9 Pirkko Harsia, Opetusmateriaali (Power Point), Kiinteistön  
sähköverkko, ei julkaistu, 2004.

#### Sähköiset lähteet

- 10 [http://www.sfs.fi/standardisointi/tietoa\\_standardeista/](http://www.sfs.fi/standardisointi/tietoa_standardeista/) [28.2.2007]
- 11 <http://fi.wikipedia.org/> [28.3.2007]
- 12 <http://info2.info.tampere.fi/eta/kone1/1/1sahkop.html> [4.4.2007]
- 13 [http://www.stul.fi/verkkotuotteet/files/cards/Esimerkkiipir\\_5/8\\_porrasval.pdf](http://www.stul.fi/verkkotuotteet/files/cards/Esimerkkiipir_5/8_porrasval.pdf) [11.4.2007]
- 14 <http://wnet.suomi.net/kotisivu/risto.lumiaho/toimintakaaviot/>  
[4.4.2007]

## **LIITTEET**

- 1 Vapaamuotoinen kyselylomake

## Kysely

Mistä tai keneltä tulevat seuraavat tiedot (tasokuvien piirtäjältä, projektinhoitajalta, keskussuunnittelijalta):

Tehon tarve, liittymisjohdon tyyppi, rakennuksen pääsulakkeen ja muiden sulakkeiden mitoitus, oikosulkukestoisuusvaatimukset, sijoituspaikan lämpötila, keskuksen tasoituskerroin, virta ja tehotiedot esim.

Kuivauskaappiin?

Millä perusteella määritetään:

Maadoitus (TN-C, TN-S, TN-C-S, IT järjestelmän valinta)

Keskuksen ympäristöolosuhteet (kosteus, lämpö, kemikaalit yms.)

Keskuksen kotelointiluokka

Kosketussuojaluokka

Kotelon materiaali ja pintakäsittely

Huolto- ja käyttötoiminnalle asetettavat vaatimukset

Talojohdon tai johtojen tulosuunta

Keskuksiin tulevat tilavaraukset esim. kelloille, säätö- ja ohjauslaitteille, säätimille, muuntajille jne.?

Onko keskussuunnittelijalla olemassa ”apulista” johonka merkitään esim. ohjattava valaistus, tarvittavat LVI-laitteet jne. Siis lista joka toimisi apuna kun kerätään tietoja siitä mitä keskuksen tuli sisältää ennen kuin ryhdytään tekemään varsinaista pääkaaviota?

Mikä on työjärjestys, tehdäänkö ensin pääkaavio ja lisätään vasta sitten lähdöt ja lopuksi karsitaan ylimääräiset lähdöt pois? Vai kuinka suunnittelija hahmottelee tarvittavien lähtöjen määrän ja tyyppin?



Millä perusteella varalähtöjä jätetään, onko jokin kiinteä määrä joka jätetään aina vai määräytyykö se jollakin kiinteällä prosentilla käytetystä lähtömäärästä?

Onko suunnittelijalla käytössä valmiita symboliryhmiä kessuun? Jos ei ole, niin olisiko niille tarvetta?

Kuinka paljon suunnittelua nopeuttaisi jos kessun symbolit olisi nimetty ja järjestetty samalla tavalla kuin sähkökän symbolit?

Piirikaavioiden piirtäminen:

Millä perusteilla valitaan ne lähdöt joista piirretään piirikaavio?

Onko pikassossa jotain tiettyä puutetta jonka korjaaminen parantaisi suunnittelua ajallisesti tai muuten?

Onko suunnittelijalla olemassa valmiita pohjia useimmista eniten käytetyistä piirikaavioista joista muokataan aina kulloinkin tarvittava piirikaavio, vai piirretäänkö piirikaaviot aina yksilökohtaisesti?