



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jere Saroma

Sähkökeskuksen perustietolomake

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

27.4.2021

Tekijä Otsikko	Jere Saroma Sähkökeskuksen perustietolomake
Sivumäärä Aika	36 sivua 27.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	vanhempi sähkösuunnittelija Riku Köymäri lehtori Jarno Nurmio
<p>Sähkösuunnittelijalla on iso rooli sähkökeskuksen suunnittelussa. Sähkökeskus tulee suunnitella siten, että se kestää sille tarkoitettujen olosuhteiden mekaaniset-, sähköiset-, lämpö- ja ympäristöstä johtuvat rasitukset. Tämän insinööritöiden tavoitteena on antaa ohjeita sähkösuunnittelijalle keskuksien suunnitteluun.</p> <p>Opinnäytetyöni pääpaino on sähkökeskuksen pääkaavion perustietolomakkeen kehittämisessä ja oikeaoppisessa täyttämässä. Työn toimeksiantajan toivomus on saada kehitetty versio perustietolomakkeesta. Perehdyn myös syvemmin oikosulkuvirtoihin, jotka vaikuttavat sähkökeskuksiin.</p> <p>Perustietolomake vaikuttaa todella paljon sähkökeskuksen lopputulokseen. Hyvin täytetty lomake estää mahdolliset erehdykset suunnittelijan, urakoitsijan ja keskusvalmistajan välillä.</p>	
Avainsanat	sähkökeskus, perustietolomake, oikosulkukestoisuus

Author Title	Jere Saroma Distribution Board Datasheet
Number of Pages Date	36 pages 27 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Electrical Building Services
Instructors	Riku Köymäri, Senior Electrical Designer Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of the final year project was to discuss and develop a datasheet for distribution boards whose purpose is to relay information between designers, contractors, and switch-board manufacturers.</p> <p>The methods used in the final year project were to find information on distribution board standards and to interview various distribution board manufacturers. Furthermore, the thesis explored in detail how fuses and circuit breakers limit short-circuit current in distribution boards and how designers establish these values.</p> <p>The result of the final year project was a redesigned datasheet for distribution boards. The thesis established what information on the current datasheet was outdated and what information was to be renewed on the datasheet for distribution boards.</p> <p>This final year project helps a designer to understand how to fill a datasheet for distribution boards properly.</p>	
Keywords	distribution board, datasheet, short circuit durability

Sisällys

Lyhenteet & käsitteet

1	Johdanto	1
2	Keskuksen perustietolomake	2
2.1	Sähköteknilliset tiedot	3
2.1.1	Nimellisjännite (U_e)	3
2.1.2	Nimellisvirta (I_n)	3
2.1.3	Poikkeava tasoituskerroin	4
2.1.4	Jakelujärjestelmä	4
2.1.5	Teho	6
2.1.6	Oikosulkukestoisuus	7
2.1.7	Kiskot ja johtimet AC ja DC, ohjausjännitteet ja apujännitteet	8
2.2	Kotelointi- ja asennustiedot	8
2.2.1	Keskuslaji ja kotelointiluokka	9
2.2.2	Asennustapa	13
2.2.3	Kiinnitys	14
2.2.4	Asennus- ja tukirakenteet	14
2.2.5	Keskuksen ovi	14
2.2.6	Ovien ja kansien avautuminen	14
2.2.7	Pintakäsittely	15
2.2.8	Keskuksen maksimikoko	16
2.2.9	Ympäristön lämpötila	16
2.2.10	Keskuksen kaapelikentät	17
2.2.11	Normaalit käyttötoimenpiteet suorittaa	17
2.3	Hyväksyttäminen ja merkinnät	17
2.3.1	Kokoonpanopiirustukset hyväksyy	18
2.3.2	Merkinnät	18
2.3.3	Keskuksen tunnuskilvet	18
2.3.4	Kilpien materiaali	18
2.3.5	Keskuksen kenttien tunnuks	18
2.3.6	Keskuksen lähtöjen merkinnät	19

2.3.7	Sisäisten kojeiden ja liittimien merkinnät	19
2.3.8	Vieras ohjausjännite	19
2.3.9	TN-C-S-järjestelmän varoituskilpi	19
2.3.10	Nollan erotuskohtien merkintä	19
2.3.11	Energianmittauksen nollajohtimet	20
2.4	Kalustus ja kaapelointitiedot	20
2.4.1	Kalustustapa	20
2.4.2	Kalustuksen tyyppi	20
2.4.3	Merkkilamput	21
2.4.4	Laskutusmittareiden toimittaja	21
2.4.5	Laskutusmittamuuntajien toimittaja	21
2.4.6	Muiden mittareiden koko	21
2.4.7	Syöttö	22
2.4.8	Syötön tulo	22
2.4.9	Kaapeleiden lähtösuunta	22
2.4.10	Pääpiirit, ohjauspiirit ja sisäinen johdotus	22
3	Pääkaaviot	23
4	Päivitetty perustietolomake	25
4.1	Oikosulkukestoisuus	25
4.1.1	Prospektiivinen oikosulkuvirta (I_k, I_{cp})	26
4.1.2	Ehdollinen nimellisoikosulkuvirta (I_{cc})	26
4.1.3	Febdok laskenta	27
4.1.4	Perustietolomakkeen päivitys	32
5	Yhteenveto	34
	Lähteet	35

Lyhenteet & käsitteet

AC	vaihtosähkö
CAD	Computer-Aided Design, tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto
DC	tasasähkö
Febdok	oikosulkuvirtojen laskentaan käytetty verkkolaskentaohjelma
I_{cc}	oikosulkuvirta, ehdollinen oikosulkuvirta
I_{cp}	oikosulkuvirta, prospektiivinen oikosulkuvirta
I_{cw}	oikosulkuvirta, lyhytaikainen mitoituskestovirta
I_{dyn}	oikosulkuvirta, dynaaminen oikosulkuvirta, vanhentunut termi I_{pk} -arvosta
I_k	oikosulkuvirta, yleisesti käytetty oikosulkuvirran määritelmä
I_{pk}	oikosulkuvirta, mitoitusvirran huippuarvo
IP-luokka	sähkölaitteiden luokitus ulkoisia vaikutuksia vastaan. Ensimmäinen numero kertoo kosketukselta suojausluokan ja toinen vedeltä tai kosteudelta
IT	sähkön jakelujärjestelmä, maasta erotettu järjestelmä
kV	kilovoltti
MID	sertifioitu energiamittari
TN-C	sähkön jakelujärjestelmä, yhdistetty nolla ja maadoitusjohdin koko järjestelmässä

- TN-C-S sähkön jakelujärjestelmä, yhdistetty nolla ja maadoitusjohdin osassa järjestelmää
- TN-S sähkön jakelujärjestelmä, erilliset nolla ja maadoitusjohtimet koko järjestelmässä

1 Johdanto

Sähkökeskuksien perustietolomake näyttää yksinkertaiselta, mutta voi olla haastava täyttää asianmukaisesti. Lomake on yksi tärkeimmistä sähkökeskuksiin liittyvistä dokumenteista. Opinnäytetyöni tarkoitus on avata kohta kohdalta lomakkeen oikeaoppista täyttöä. Työni toimeksiantaja on sähkösuunnitteluun erikoistunut yritys Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy.

Sähkösuunnittelussa perustietolomakkeen täyttämien on koettu haastavaksi, sillä lomakkeen kohdat voivat olla osittain vanhentuneita tai tietyt kohdat ovat jo vakiintuneet alalla. Toimeksiantajani toiveesta lähdettiin kehittämään nykyisin käytössä olevaa sähkökeskuksien perustietolomaketta.

Työn alussa esitellään sähkökeskuksen perustietolomake ja sen kohdat. Kerron perustietolomakkeen jokaisesta kohdasta erikseen, mitä kohta tarkoittaa. Kolmannessa luvussa kerron sähkökeskuksien pääkaavioiden kohdista ja täytöstä. Neljännessä luvussa kerron tarkemmin sähkökeskukseen vaikuttavista oikosulkuvirroista ja niiden mitoittamisesta. Lopuksi esittelen päivitetyn perustietolomakkeen.

2 Keskuksen perustietolomake

Perustietolomakkeen tarkoitus on antaa tarkemmat tiedot keskuksen liittyvistä tiedoista ja varmistua, että haluttu lopputulos saavutetaan. Perustietolomake toimii näin tiedonvälittäjänä suunnittelijan, urakoitsijan sekä keskusvalmistajan välillä. Kaikkia kohtia lomakkeesta ei voida täyttää heti suunnitteluvaiheen alussa, vaan ne täydentyvät myöhemmin projektin edetessä. Suunnittelutoimistoilla on erilaisia lomakkeita, ja suurimmassa osassa keskuksen pääkaavioiden suunnitteluun tarkoitetuissa CAD-ohjelmistoissa on tehty valmis pohja lomakkeesta. Lomake liitetään keskuksien pääkaavioiden yhteyteen yleensä ensimmäiselle tai viimeiselle sivulle. [1, s. 9.]

Keskuksien perustietolomakkeita on hyvin monenlaisia olemassa ja suunnittelutoimistot voivat muokata CAD-ohjelmistojen valmiita pohjia. Seuraavaksi otan kantaa siihen, mitä toimeksiantajan perustietolomakkeessa on tällä hetkellä, ja annan ohjeet siitä, miten sähkösuunnittelijan kannattaa täyttää tiedot. Toimeksiantajan perustietolomake (kuva 1) on jaettu neljään eri osioon, ja jokaisen kohdan alla on lisätietoja-alue. Lisätietoalue on hyödyllinen, jos kyseiseen osioon täytyy lisätä informaatiota.

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT	B KOTELONTI- JA ASENNUSTIEDOT	C HYVÄKSYTTÄMINEN JA MERKINNÄT	D KALUSTUS- JA KAAPELONTIETIEDOT		
1. Nimellä/jonilla 2. Nimellä/tila 3. Pöytäkirja/luottokerran 4. Joku/jo jostain - käyttösuositeltu - valit. ja suositeltu yhdistetysti - käyttösuositeltu - muu 5. Teho - lityn - halpa (15 min. mittaus) 6. Ohjauksen/ohjauksen - loppuun valmistus - dynaaminen valmistus 7. Käiköt ja johdot AC - muu 8. Käiköt ja johdot DC 9. Ohjauksijonilla 10. Apujonille 1 - käyttötila 11. Apujonille 2 - käyttötila Lisätietoja	1. Keskuksien ja koteloituskäytö - kanto - kotelot - kaikkio - 1-puolinen - 2-puolinen - muu 2. Asennustapa - pinnalle - spottilu, sp. syv. max. - akselivälillä 3. Kiinnitys - seinään - seinään ja tuenta lattiaan - lattiaan (vapaa) seinään 4. Asennus- ja lisäosien - ei valmistusta - akselivälit n. 50 mm alustasta - muu 5. Keskuksen ovi - kätöli - kädensija - työkalusuoja - saranoit. ohjauksien - saranoit. vesiköittien 6. Ovien ja kanteen avoiminen ja leveys - min. avoiminen - max. oviavaruus 7. Pintakäyttö - valmistajan normaali - erillisen ohjeen mukaan 8. Keskuksen mitat - leveys - korkeus - syvyys 9. Ympäristön lämpötila - normaali - min. C° max. C° 10. Keskuksen kappaleen - 1 kpl/kappale - 1 kpl/2 kappale - leveys mm 11. Normaalit käyttöolosuhteet suoritus - ohjauksen asennusohje - tehokäyttöön opastettu henkisi Lisätietoja KESKUKSEN OVIEN OIN SUKEUDUTTAVA YVÄKÖINTI/TIIN SUUNTAAN	1. Kokonpanopöytäkirja hyväksy - suunnitelija - muu 2. Merkinnät - val. virtansuuntimukset - suunnitelman mukaan - erillisen ohjeen mukaan 3. Keskuksen kanto - virtansuuntimukset - pöytäkirjan mukaan 4. Käytön merkit - kanto - valmistajan normaali 5. Keskuksen kanteen tarmat - vasemmalla puolella - oikealla vasemmalla 6. Keskuksen lämpötila - pöytäkirjan mukaan - erillisen ohjeen mukaan 7. Sähkötilojen ja lisäosien merkinnät - val. virtansuuntimukset - erillisen ohjeen mukaan 8. Verot ohjauksijonilla - ohjauksijonin kotelosuoja 9. TN-C-S -järjestelmän varoituslaji 10. Näitä eräkohtaisia merkinnä 11. Esimerkkejä keskuksen merkinnä - I-linjan PEN-linjan - I-linjan PE-linjan - varoituslaji Lisätietoja	1. Kalustustapa - kappale - yksiköittö 2. Kalustuksen tyyppi - kappale - yksiköittö 3. Merkinnät - kappale - kappale - kappale 4. Luokitus/luokituksen toimittaja - luokitus 5. Luokitus/luokituksen toimittaja - luokitus/luokitus - keskuksien/urakoitsija 6. Muiden mittareiden koko 7. Syyt - kappale - kappale 8. Syyt tulo - ohjauksijonin - kappale - kappale 9. Kappaleiden lämpötila - alas - ylös 10. Pöytäkirjan kappaleiden lämpötila - kappale - kappale, myö N ja PE - kappaleen olin 11. Ohjauksijonin lämpötila - kappale - kappale 12. Sähkötilan johdotus mitat - kappaleen kappaleen mukaan - muu Riittäminen käyttö on ST-kortin esimerkkijohdotuksen mukainen. Lisätietoja RIVITTIEN LUKUMÄÄRÄN SUUNNITTELUUN N. 4. KPL. EL. OIKELIA. MINNANMUUTOKSIN KESKUKSEN VARAATTAVA 30% LÄÄKÄRINEN VARA.		
A) xx.xx.xxxx / NIMIKIRJAIMET MAUTOS PARTIA NIMIK / TNDY SUUNNITTELIJA NIMIK / TNDY	INSINÖÖRITOIMISTO TALINNO NIIHINEN OY POHJOISEN RIVITTIEN KATU 8 00100 HELSINKI Puh 09 463 6200 www.insinööri.fi	KOHDE YRITYKSEN NIMI KOHDETIEDOT KOHDETIEDOT KOHDETIEDOT	SISÄLTÖ KESKUSTYYPPI KESKUSTUNNUS PÄÄKAAVIO LISÄTIEDOT	SÄHKÖ KESKUSTUNNUS PROJEKTI NUMERO PÄÄVÄLY SUUNNIT PAIKKAKODI	LEHTI 1 / X MAUTOS -

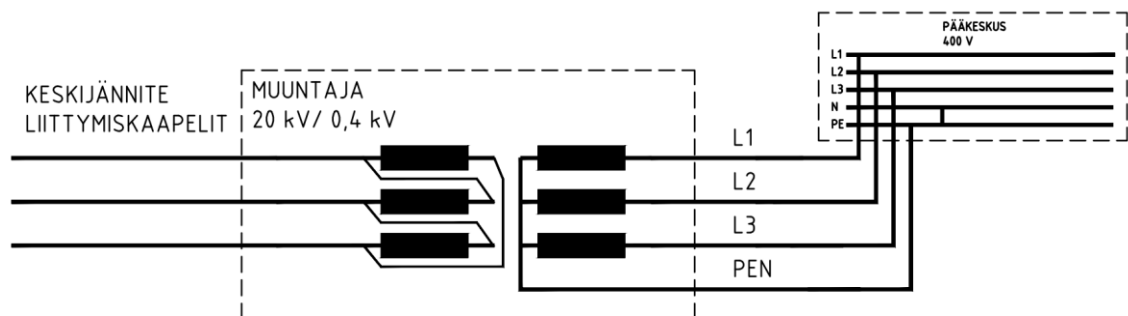
Kuva 1. Keskuksen perustietolomake

2.1 Sähköteknilliset tiedot

A-osiossa kerrotaan kaikki keskuksen sähköteknilliset tiedot. Keskuksen nimellisjännite ja nimellisvirta ovat keskuksen valmistuksessa kaikista tärkeimmät tiedot. Näiden tietojen avulla voidaan lähteä jo alustavasti suunnittelemaan sähkökeskusta.

2.1.1 Nimellisjännite (U_e)

Keskuksen mitoitusjännitteen on oltava vähintään yhtä suuri kuin liitettäväksi suunniteltavan sähköjärjestelmän nimellisjännitteen [2, s. 28]. Suomessa pienjänniteverkon pääjännite on yleisesti ottaen 400 voltia, mutta teollisuudessa voidaan käyttää myös 690 voltin sähköjärjestelmiä. Käsittelen opinnäytetyössäni sähkökeskuksia, joiden nimellisjännite on 400 V. Kuvassa 2 on esitetty hyvin yksinkertaisesti 20 kV/0,4 kV-jakeluverkon periaate. Kuvassa muuntajan ensiojännite on 20 kV ja toisiojännite 0,4 kV. Nimellisjännite U_e on vanhentunut termi, nykyisin nimellisjännitteenä käytetään termiä U_n .



Kuva 2. Pienjänniteverkon periaate

2.1.2 Nimellisvirta (I_n)

Nimellisvirta on keskuksen syöttöpiirin mitoitusvirta. Käytännössä nimellisvirralla tarkoitetaan yleensä koko keskuksen mitoitusvirtaa. [3, s. 12.] Nimellisvirta on yksi keskuksen tärkeimmistä arvoista, koska tämän pohjalta pystytään lähtemään jo alustavasti suunnittelemaan keskuksen rakennetta ja keskuslajia. [4.]

Tämän virran arvon pitää pystyä kulkemaan ilman, että yksittäisten osien lämpötilan nousu ylittää standardissa SFS-EN 61439-1 määrätyt arvot [2].

2.1.3 Poikkeava tasoituskerroin

Tasoituskerrointa käyttämällä voidaan mitoittaa keskuksen sisäiset johdotukset, jos syötävän varokkeen liitettäviä kuormia ei tunneta. Tasoituskertoimen käyttö perustuu siihen, että keskuksen jokaisen piirin ei tarvitse kuljettaa maksimia mitoitusvirtaa jatkuvasti ja samanaikaisesti. Tasoituskertoimen käyttäminen on suotavaa, kun kyseessä on paljon lähtöjä ja kuormitus lähtöä kohti on pieni. [3, s. 45.] Keskusvalmistajat määrittävät kertoimen keskukselle, jos kerroin ei poikkea normaalista.

Poikkeavalla kertoimella tarkoitetaan tilannetta, jossa keskuksen jokainen piiri voi olla samanaikaisesti ja jatkuvasti kuormitettuna. Sähkösuunnittelija voi jo keskuksen käyttö-tarkoituksesta päätellä, tarvitseeko keskuksen tasoituskerroin olla poikkeava normaalista, esimerkiksi 1. Poikkeava tasoituskerroin pitää huomioida esimerkiksi sähköautonlatausasemiin tai pelkästään saattolämmityksiin tarkoitettuihin keskuksiin. [5.]

2.1.4 Jakelujärjestelmä

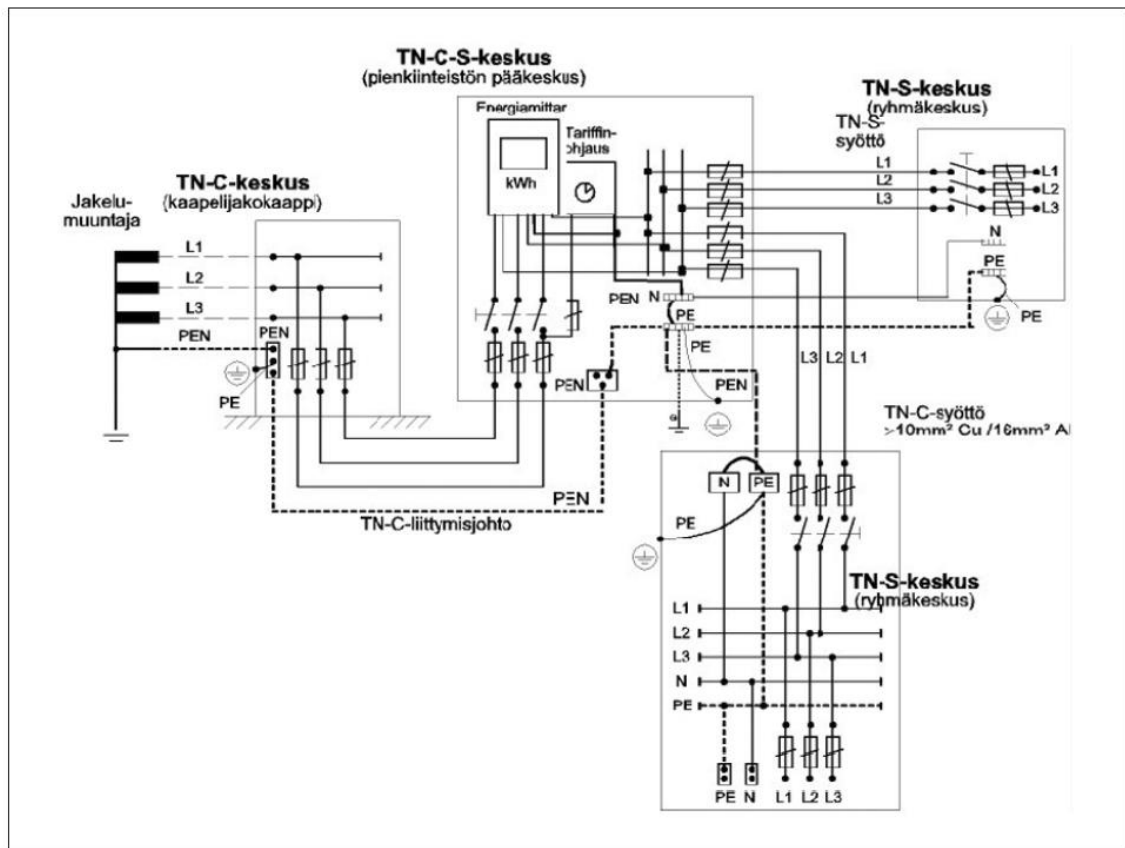
Jakelujärjestelmät poikkeavat toisistaan maadoitustavan perusteella. Ensimmäisellä kirjaimella ilmoitetaan koko jakelujärjestelmän maadoitustapa. Toisella kirjaimella kerrotaan sähkölaitteiston jännitteelle alttiiden osien maadoitustapa. Mahdollisilla lisäkirjaimilla tarkoitetaan nolla- ja suojamaadoitusjohtimien keskinäistä järjestelyä. Kuvassa 3 on esimerkki koko pienjänniteverkon jakelujärjestelmän periaatteesta.

Suomessa rakennusten sähköasennuksissa käytetään yleisesti TN-järjestelmiä. TN-järjestelmässä sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat kytketään suojamaadoitusjohtimilla tähtipisteeseen ja sitä kautta maahan. Mahdollisessa vikatilanteessa viallisessa piirissä syntyvä virta on niin suuri, että se laukaisee piiriä suojaavan ylivirtasuojan nopeasti. Vian aikana syntyviä kosketusjännitteitä pienennetään kytkemällä jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat samaan potentiaaliin, toisin sanoen tehdään potentiaalintasauksia. [6, s. 32, 33]

TN-S-järjestelmässä on erillinen nolla- ja suojamaadoitusjohdin. TN-S-verkkoa kutsutaan myös nimellä viisijohdinjärjestelmä. Nykyisin rakennuksissa käytetään aina TN-S-järjestelmää, kun se on mahdollista. [6, s. 33.]

TN-C-järjestelmässä on yhdistetty yhteen nolla- ja suojamaadoitusjohdin. Kutsutaan myös nimellä nelijohdinjärjestelmä. TN-C-järjestelmää käytetään nykyisin jakeluverkoissa, jolloin yhdistettyä nolla ja suojamaadoitusjohdinta kutsutaan PEN-johtimeksi. Käytännössä järjestelmän käyttö ei ole mahdollista uudisrakennuksissa. [6, s. 32.]

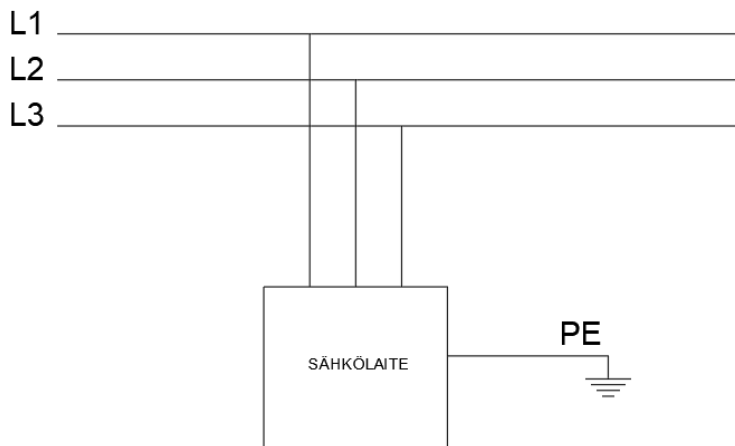
TN-C-S-järjestelmässä on osittain yhdistetty yhteen nolla- ja suojamaadoitusjohdin. Järjestelmä on yhdistelmä TN-C ja TN-S-järjestelmää. [7, s. 54.]



Kuva 3. Esimerkki TN-jakeluverkosta ja siihen liitetyistä rakennuksen keskuksista

TN-järjestelmien lisäksi on myös olemassa IT-järjestelmä. IT-järjestelmässä kaikki jännitteiset osat on eristetty maasta tai yksi piste voi olla yhdistetty maahan riittävän suuren

impedanssin avulla. Edellä mainittu kytkentä pystytään tehdä esimerkiksi nollapisteessä tai keinotekoisessa nollapisteessä. IT-järjestelmässä ei ole erillistä nollajohdinta. [7, s. 59] IT-järjestelmää käytetään, kun halutaan varmistaa katkeamaton sähkönjakelu, koska yksivaiheiset maasulut eivät aiheuta välitöntä keskeytystä sähkönjakeluun. Kuvassa 4 on esitetty IT-järjestelmän periaate.



Kuva 4. IT-järjestelmän periaate

2.1.5 Teho

Perustietolomakkeen liittymä kohdassa kerrotaan liitettäväksi suunniteltujen laitteiden näennäisteho [1, s. 11].

Huippu-arvo-kohdassa on arvioitu 15 minuutin huippumittauksen pätöteho [1, s. 11].

Tehoja ei tarvitse välttämättä erikseen kertoa jokaisessa keskuksessa, mutta esimerkiksi pääkeskuksen yhteyteen voi olla hyödyllistä esittää liittymän teoreettinen teho. Huipputehojen laskuissa kannattaa hyödyntää ST 13.31 -sähkötietokorttia, jossa on kerrottu tarkemmin tasoituskertoimista ja muista pienjänniteliittymän mitoitusliittymän liittyvistä aiheista. [8.]

2.1.6 Oikosulkukestoisuus

Jakokeskuksen oikosulkukestävyys tarkoitus on estää ihmisvahingot, suojata ympäristö ja säilyttää keskus käyttökuntoisena. Keskuksen oikosulkukestävyys on olennainen osa sähköturvallisuutta ja lisää näin keskuksen käyttömukavuutta. Rasituksia, joita oikosulkutilanteessa tapahtuu keskuksessa, on kahta eri tyyppiä – termisiä ja dynaamisia. [3, s. 74.]

Termiset rasitukset vaikuttavat johtojen ja keskuksen lämpenemiseen. Yleensä keskuksen kokoomakiskojen poikkipinnat määräytyvät kuormituksen avulla jo niin suureksi, ettei lyhyen aikaa kestävä oikosulku nosta lämpötilaa liian suureksi. [3, s. 73.] Tilanteissa, jossa oikosulun katkaisuarvot ovat pitkiä verkon selektiivisyyden takaamiseksi, joudutaan myös kiinnittämään huomioita termiseen rasitukseen.

Sähködynaamiset vaikutukset ovat tärkeämpiä keskuksen kestävyiden kannalta. Sähkömagneettisen kentän vaihtelu vaihtosähköllä aiheuttaa mekaanista voimaa, joka aiheuttaa sähköjohdoissa, liitoksissa ja keskuksen rakenteessa liikettä sekä rasitusta. [9 s. 27.]

Oikosulkukestävyys keskuksella täytyy tarkastaa testaamalla tai vertaamalla referenssirakenteeseen normaalisti. Keskusta ei tarvitse testata, jos ehdollinen oikosulkuvirta tai lyhytaikaisen mitoitusvirta on alle 10 kA tai oikosulkuvirran huippuarvo on suojattu virtaa rajoittavilla laitteilla alle 17 kA:iin. [2, s. 130.]

Keskuksia voidaan suojata oikosulkuvirroilta suojalaitteilla, eli virtaa rajoittavilla katkaisijoilla tai sulakkeilla. Keskuksissa, joissa ei ole virtaa rajoittavia suojalaitetta mitoitus tehdään prospektiivisen virran I_{cp} mukaan. Esimerkiksi pääkeskuksissa, joissa ei ole virtaa rajoittavia suojalaitteita ja syöttö tulee suoraan energialähteestä, käytetään mitoituksessa prospektiivista virtaa. [3, s. 74.]

Terminen vaatimus perustietolomakkeessa tarkoittaa lyhytaikaista oikosulkuvirtaa eli I_{cw} -arvoa. Tällä arvolla esitetään minkä verran lämpörasitusta keskus kestää ajan ja virran suhteessa. I_{cw} -arvolla esitetään myös aina suojalaitteen kesto aika sekunneissa. Lyhytaikainen oikosulkuvirta on siis käytännössä ehdollista virtaa, koska arvon mukana

tulee aina suojalaitteen toiminta-aika, mikä jo käytännössä rajoittaa virtaa. [10 s. 36.] Ylimoitettu I_{cw} -arvo voi nostaa keskuksen kokonaiskustannuksia, esimerkiksi pääkytkimen kokoa, verrattuna keskuksen nimellisvirtaan.

Dynaaminen vaatimus tarkoittaa mitoituskestovirran huippuarvoa I_{dyn} . Mitoituskestovirran huippuarvo tarkoittaa välittömästi oikosulkutilanteen alkuhetkellä olevaa siniaallon huippuarvoa. Huippuarvo määrittelee, kuinka paljon keskuksessa esiintyy sähkömekaanista voimaa oikosulkutilanteessa. Liian suurella huippuarvolla voi keskuksen kokoomakiskot venyä tai katketa. [3, s. 73.] Suuret dynaamiset vaatimukset voivat nostaa esimerkiksi maadoituskytkimien ja katkaisijoiden kokoa ja tätä kautta hintaa.

2.1.7 Kiskot ja johtimet AC ja DC, ohjausjännitteet ja apujännitteet

Kiskot ja johtimet AC kohdassa kerrotaan keskuksen kiskojen ja johtojen tunnuksat. Kolmivaiheisessa keskuksessa vaihejärjestys on L1, L2, L3, N ja PE.

Kohdassa Kiskot ja johtimet DC määritetään, jos keskukseseen tulee tasajännitteelle omat kiskot keskuksen sisälle.

Ohjausjännitekohdassa annetaan tieto mahdollisesta keskuksen sisäisestä ohjausjännitteestä U_e . Ohjausjännitteen kohdassa kerrotaan myös, onko kyseessä vaihto- vai tasajännite.

Apujännitteellä tarkoitetaan keskukseseen mahdollisesti tarvittavaa apujännitettä. Kohtaan merkataan mahdollinen selitys siihen, mille laitteelle apujännite on tarkoitettu ja apujännitteen jännitetaso. Käyttöalue kohtaan voidaan kirjoittaa esimerkiksi lähtönumerot, joita apujännite palvelee.

2.2 Kotelointi- ja asennustiedot

Perustietolomakkeen B-osiossa käsitellään keskuksen ulkoisia ominaisuuksia ja asennustapoja. Nämä kohdat vaikuttavat etenkin keskuksen hintaan ja käyttömukavuuteen.

2.2.1 Keskuslaji ja kotelointiluokka

Sähkösuunnittelijan on tärkeää tietää jo suunnitteluvaiheessa, mitä keskuslajia kohteessa tullaan käyttämään, jotta saavutetaan haluttu lopputulos. Keskuslajin valintaan vaikuttavat mm. IP-luokitus, nimellisvirta, keskuksen koko, käyttötarkoitus ja tilaajan toiveet.

Sähkökeskuksia koskevissa standardeissa on hyvin vähän kerrottu eri keskuksien ulkoisista rakenteista eli keskuslajeista ja näiden ominaisuuksista. Keskusvalmistajat ovat varmasti huomanneet tämän ja ovat kehittäneet omia rakenneratkaisuja esimerkiksi markkinoilla oleva kevytkennokeskus. Keskusvalmistajat ovat alkaneet myös puhua keskuslajeista uusilla termeillä vanhojen sijaan, kehikkokeskuksesta puhutaan kosketussuojattuna keskuksena ja kotelokeskuksesta roisketiiviinä keskuksena. Kuitenkin yleisesti vieläkin puhutaan kolmesta eri keskuslajista, jotka ovat kehikko-, kotelo- ja kennokeskus. [5.]

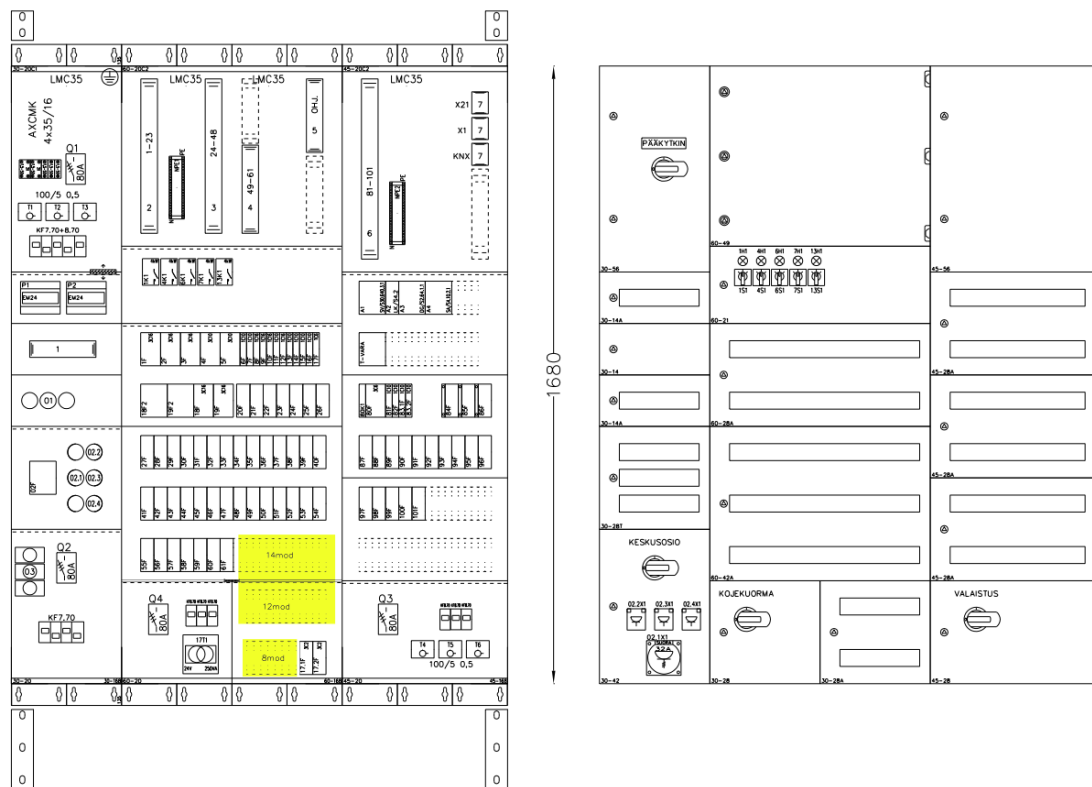
Taulukko 1. Vertailu eri keskuslajien ominaisuuksista [11].

	Kehikkokeskus	Kotelokeskus	Kennokeskus
IP-luokitus	IP20, IP30	IP44, IP54	IP31, IP44
Nimellisvirta	<630A	<630A	<2000A
Käyttökohteet	Kiinteistön pää-, nousu- ja ryhmäkeskuksina	Kiinteistön pää- ja nousukeskuksina	Teollisuudessa pää-, nousu- ja alakeskuksina. Myös pääkeskuksina kiinteistöissä
Kiinnitystapa	Seinälle sidekiskoilla tai ilman	Sidekiskoilla seinälle	Sokkeli
Ulosvedettävät yksiköt	ei	ei	kyllä
Laajennettava	ei	erikseen sovittavissa	kyllä
Syvyys	200 mm	300 mm	500 mm
Sisäinen osastointi	2	3	3/4

Taulukossa 1 on vertailtu eri keskuslajien ominaisuuksia yleisesti. Keskuksien ominaisuudet ovat UTU Oy:n vakiokeskuksista otettuja. Projektikohtaisesti keskusvalmistajat voivat poiketa vakiokeskuksien ominaisuuksista. [11.]

Kehikkokeskus-termiä keskusstandardi SFS-EN 61439-1 ei tunne suoraan. Kehikkokeskus termillä tarkoitetaan kevytrakenteista seinälle pintaan tai syvennykseen asennettua keskusta. [2, s. 34.] Keskus on rakenteeltaan keskuslajeista ”kevyin” niin IP-luokan kuin yleensä koonkin puolesta. Kehikkokeskuksissa on kevyt sisustus, eikä lähtöjä ole erotettu toisistaan. Kehikkokeskusta käytetään yleisesti esimerkiksi asuinhuoneistojen ryhmäkeskuksina. [4.]

Kuvassa 5 on esimerkkinä toteutunut ryhmäkeskus. Keskus on leveydeltään 1 350 mm, korkeudeltaan 1 680 mm ja syvyydeltään 200 mm, joten kyseessä on melko pieni keskus. Keskuksen nimellisvirta on 63 A, ja se palvelee yleisten tilojen valaistusta ja kojejuormia. Keskus on järkevästi kalustettu.

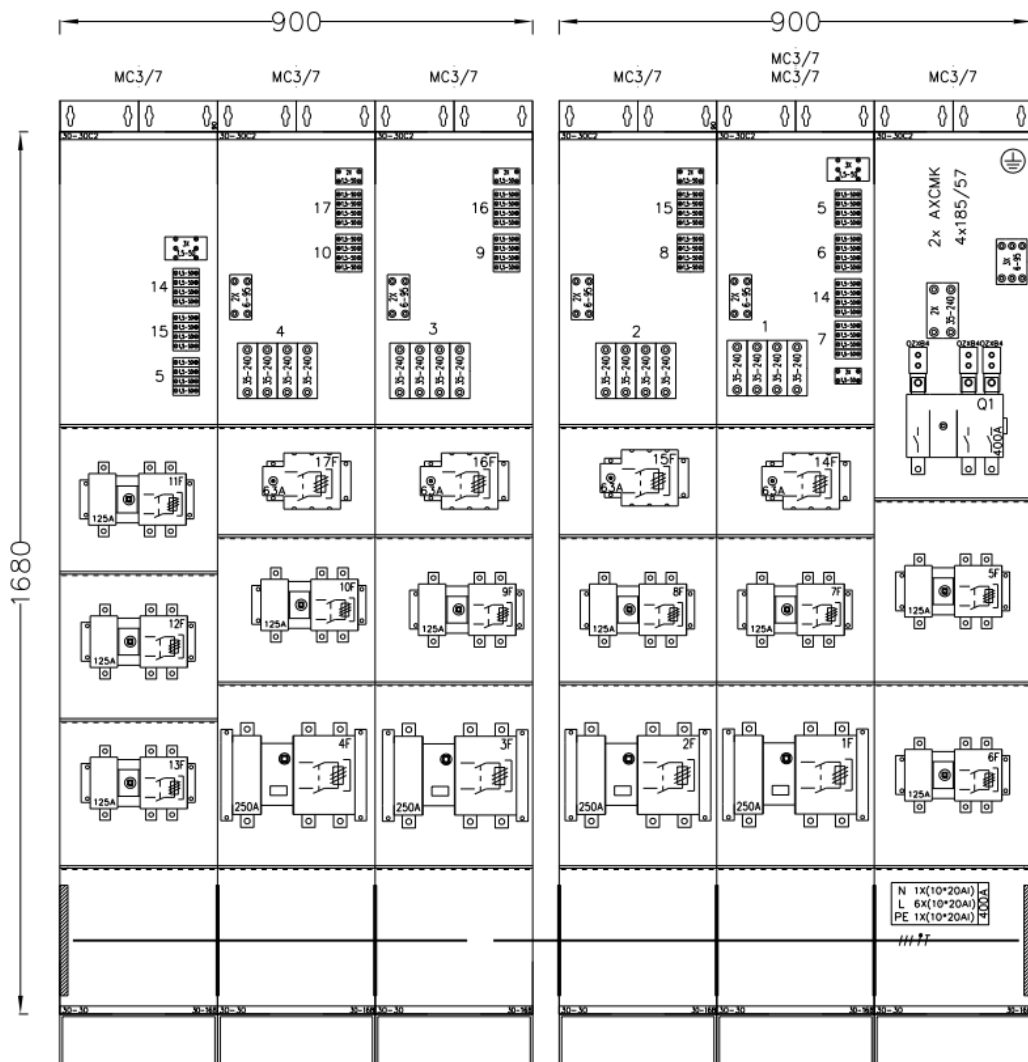


Kuva 5. Kehikkokeskuksen kokoonpanopiirustus

Kotelokeskuksella tarkoitetaan koteloitua keskusta pystysuoralle tasolle. Kotelokeskuksessa omat kotelot on erotettu kevyillä väliseinillä, jotka erottavat selkeästi kentät tois-

taan. Keskuksen sisälle on asennettu kiskojen päälle putoamissuojat, jotka lisäävät turvallisuutta ja käyttömukavuutta keskuksen kanssa työskennellessä. Kotelokeskus soveltuu korkean vakio IP44-luokituksen perusteella hyvin esimerkiksi ulkokäyttöön. [4.]

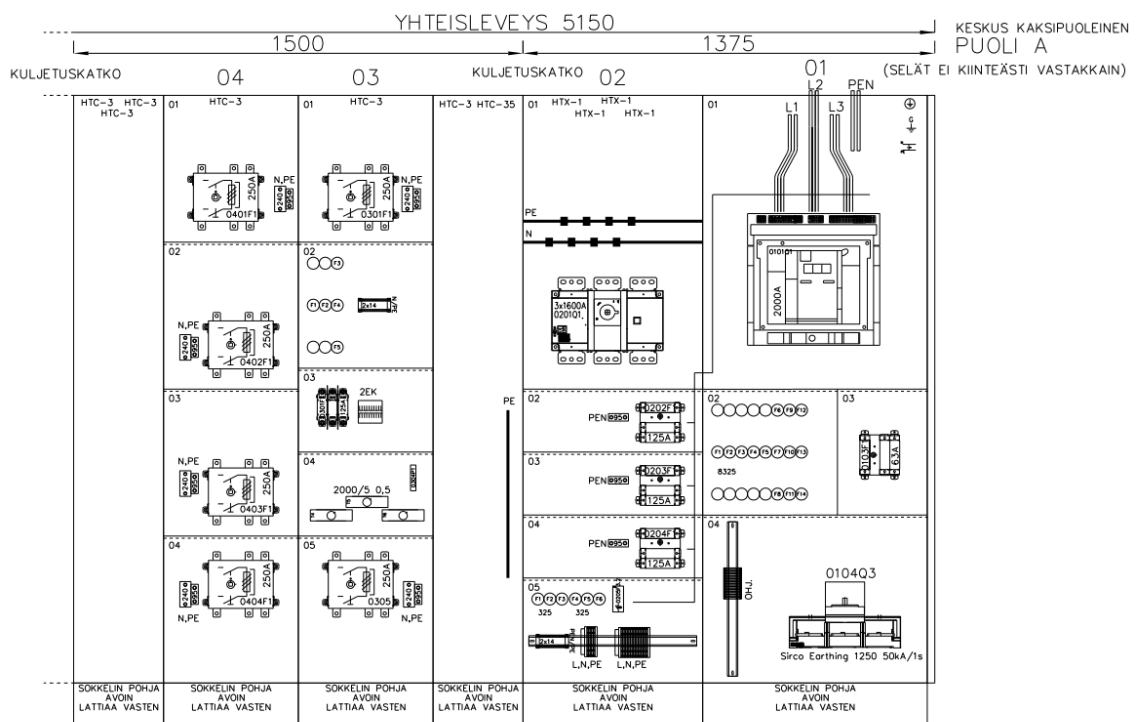
Kuvassa 6 on erään projektin toteutunut nousukeskus. Keskus on nimellisvirraltaan 630 A ja keskukseseen on varustettu 63–250 A:n kytkinvarokkeita. Keskus on jaettu kahteen 900 mm leveään osaan kuljetuksen helpottamisen takia.



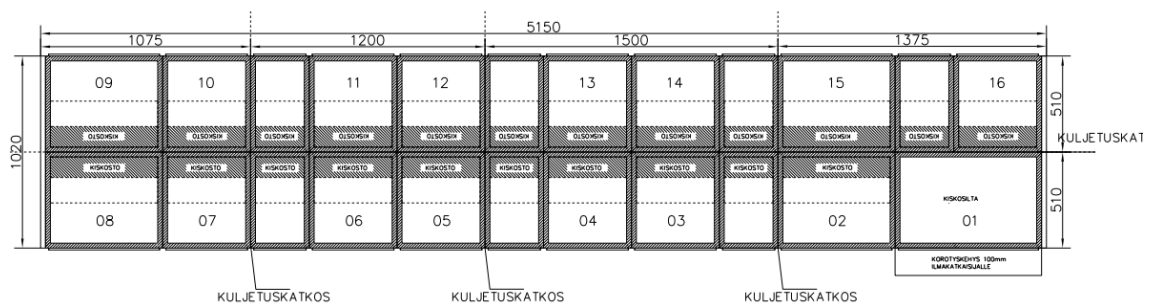
Kuva 6. Kotelokeskuksen kokoonpanopiirustus

Kennokeskus on kaikista raskain varusteltu keskuslaji. Keskusta käytetään esimerkiksi teollisuuden pää- ja nousukeskuksina ja moottorien ohjauskeskuksina. Keskus soveltuu ulosvedettäville yksiköille syvyytensä puolesta. [12.]

Kuvissa 7 ja 8 on erään projektin pääkeskus. Keskukseen pääkatkaisijana toimii Scheiderin MTZ2-tyyppin ulosvedettävä ilmatatkaisija. Kuvassa 8 on keskus kuvattuna ylhäältäpäin ja kuvasta selviää hyvin, miten kiskosto on toteutettu keskuksen sisällä. Pääkeskustiloissa on usein ahdasta tekniikan puolesta, joten keskus on toteutettu 2-puoliseksi seinälinjan säästämiseksi ja asentamisen helpottamiseksi.



Kuva 7. Kennokeskuksen kokoonpanopiirustus



Kuva 8. Kennokeskus ylhäältäpäin kuvattuna

Lomakkeen kohdassa 1-puolinen ja 2-puolinen tarkoittaa, että keskus voidaan toteuttaa 1- tai 2-puolisena. Lähtökohtana voidaan pitää 1-puolista keskusta. Isoissa pääkeskuksissa voidaan miettiä vaihtoehtoa 2-puolisesta toteutuksesta, kuten kuvassa 8 on suunniteltu. Kuvan 8 keskus on sijoitettu keskelle sähkötilaan. [13.]

2.2.2 Asennustapa

Asennustapa-kohdassa määritellään, miten keskus tullaan asentamaan paikan päällä. Keskus voidaan asentaa seuraavilla tavoilla:

- seinäpintaan
- upotettuna
- ulkokäyttöön.

Seinäpintaan on yleisin tapa asentaa keskus. Upotettua asennustapaa voidaan käyttää esimerkiksi ryhmäkeskuksissa asunnoissa. Upotettuna keskuksessa on tärkeää antaa myös maksimisyvyys. Ulkokäyttöön tulevasta keskuksesta on hyvä antaa lisätietoja keskusvalmistajille, koska valmistajilla ei yleensä ole käytössä tasopiirustuksia tai muita suunnitelmia, joissa esitetään keskuksen tarkka sijainti. Ulkoasenteisen keskuksen lisätietona voidaan esimerkiksi kertoa, tarvitseeko keskus suojata sateelta tai lumelta. [12.]

2.2.3 Kiinnitys

Kiinnitys kohdassa määritellään keskuksen kiinnitystapa. Yleisin keskuksen kiinnitystapa on seinään. Kehikkokeskusta ei voida asentaa lattiaan pienen syvyytensä puolesta. Kotelokeskuksen voi asentaa lattiaan, mutta tarvitsee tuennan ylhäältäpäin pysyäkseen vakaasti paikallaan. Lattiaan asennettaessa tulee keskukselle oma betonisokkeli, johon keskus kiinnitetään. [5, s. 12.]

2.2.4 Asennus- ja tukirakenteet

Perustietolomakkeen asennus- ja tukirakenteet kohdassa kerrotaan kiinnitykseen liittyvät tarkentavat tiedot. Keskuksen ulkopuolelle voidaan asentaa sidekiskot, mihin keskus kiinnitetään. Sidekiskojen käyttö helpottaa keskuksen asentamista, koska kaapelit on helpompi tuoda keskuksen seinälinjalta sisälle. Sidekiskoja voidaan käyttää esimerkiksi IV-konehuoneessa, jossa halutaan jättää väli seinälle ja keskukselle. Sidekiskojen käyttö on välttämätöntä tiloissa, joissa ei ole suoraa seinälinjaa. [13.]

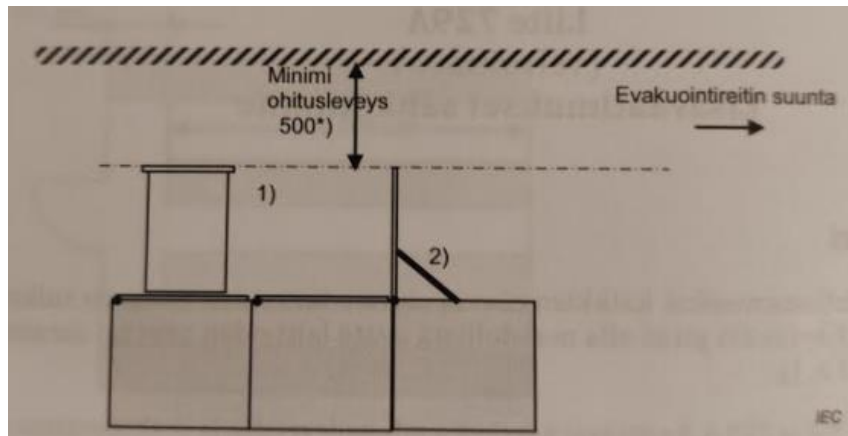
2.2.5 Keskuksen ovi

Määritellään keskuksen ovien avausmekanismi. Kohdassa otetaan kantaa siihen, kuka keskuksen laitteisiin saa tai voi päästä käsiksi. Maallikko ei saa päästä käsiksi keskuksen, jossa on katkaisijoita tai moottorisuojakytkimiä, joiden virta-arvoja voi muuttaa. Tällöin keskuksen tulee päästä vain avaimella tai työkalulla. [3, s. 29.]

2.2.6 Ovien ja kansien avautuminen

Perustietolomakkeen ovet ja kannet-kohdassa esitetään kulma, jonka keskuksen ovien pitää avautua. Keskusvalmistaja tietää kansien tarkan avauskulman. Yleisesti ottaen voidaan kirjoittaa kohtaan 180 astetta, ellei jokin väännin tai muu laite estä kannen avautumista kyseiseen kulmaan. Keskuksen ovien ja kansien tulee sulkeutua aina evakuointireitin suuntaan turvallisuuden takaamiseksi. Tämä vaikuttaa keskuksen saranointi puoleen, joka pitää myös huomioida. Pitää myös huomioida minimietäisyys 500 mm pako-reitille keskuksien kansien tai ovien ollessa auki. Kuvassa 9 on esitetty periaatteellinen

tilanne, jossa laite 1 on kasetti vedettynä auki kokonaan ja 2 on keskuksen ovi 90 asteen kulmassa auki. SFS-käsikirjassa 600-1-2 on lisää hyviä esimerkkejä keskustilojen poistumisreittien suunnittelusta sähkötiloissa. [14, s. 214.]



Kuva 9. Evakuointireitti keskustilassa [14, s. 214].

2.2.7 Pintakäsittely

Pintakäsittely-kohdassa määritellään keskuksen pintakäsittelymateriaali. Yleisesti ottaen pintamateriaalina käytetään valmistajan normaalia. Valmistajan normaalista voidaan poiketa, jos keskus halutaan tilaajan puolesta maalata erityisellä pintavärillä. Keskuksissa voidaan esimerkiksi maalata kansien värit. Kuvassa 10 on erään projektin keskuksien kannet maalattu sähkönjakelun periaatteen mukaan. UPS-jakelussa on käytetty oranssia väriä ja varavoimajakelussa sinistä.



Kuva 10. UPS-käyttöön tarkoitettu keskus. RAL-sävy 2017.

2.2.8 Keskuksen maksimikoko

Määritellään keskuksen maksimikoko. Keskusvalmistajalle koon puolesta tärkein tieto on korkeus ja leveys. Maksimikorkeuden ja -leveyden avulla keskusvalmistaja pystyy tarkemmin suunnittelemaan keskuksen layoutin optimaaliseksi laitteiden puolesta. Keskuksset myös hyväksytetään ennen valmistusta. Sähköurakoitsijan ja sähkösuunnittelijan on tarkastettava hyväksymisvaiheessa, että keskus mahtuu sille suunniteltuun tilaan. [12.]

2.2.9 Ympäristön lämpötila

Keskus kannattaa sijoittaa paikkaan, jossa ympäristön lämpötila on normaali. Lämpötilan yläraja keskuksessa normaalitapauksessa on +35 °C. Ylärajat voidaan hetkellisesti ylittää maksimiin +40 °C:seen, mutta 24 tunnin keskiarvon pitää olla maksimissaan +35 °C. Alaraja on sisäasenteisessa keskuksessa –5 °C ja ulkoasenteisessa keskuksessa –25 °C. [2, s. 60.]

Keskus, joka ei täytä normaaleja ympäristön lämpötilan arvoja, joudutaan yleensä ylivoittamaan tilanteen mukaan [5]. Riippuen keskuksen käyttöpaikasta, sisään voidaan asentaa jäähdyttimiä tai lämmittimiä. Jäähdyttimien ja lämmittimien tarkoitus on pitää keskus normaalien lämpötilojen alueella.

2.2.10 Keskuksen kaapelikentät

Keskuksien kaapelikentät kohdassa tarkoitetaan kennokeskuksissa tai kotelokeskuksissa olevia kaapelikenttiä, tai toisin sanoen kaapelikuiluja kenttien vieressä. Kaapelikenttien tarkoitus on kuljettaa kaapeleita kennojen tai koteloiden kojekenttiin. Yleisesti keskusvalmistajat suosittelevat, että jokaista kahta kojekenttää kohden suunnitellaan yksi kaapelikenttä. Käytettäessä yhtä kaapelikenttää kojekenttää kohti keskus voi levenyä paljon kaapelikenttien takia. Kuiluja on eri kokoisia esimerkiksi 200 mm, 300 mm, 450 mm ja 600 mm. [12.]

2.2.11 Normaalit käyttötoimenpiteet suorittaa

Perustietolomakkeen kohdassa B.11 määritellään käyttötoimenpiteiden suorittaja. Normaleilla käyttötoimenpiteillä tarkoitetaan keskuksen huoltamista, esimerkiksi sulakkeen vaihtoa. Tehtävään opastettu henkilö saa vaihtaa kahvasulakkeen jännitteisenä, kun keskus on rakennettu niin, että sulakkeen aiheuttaman oikosulun vaara on pieni. Sähköalan ammattihenkilö saa vaihtaa jännitteisenä sulakkeen standardien ja lakien määrittämällä tavalla jännitetyö-menetelmällä. [3, s. 30.]

2.3 Hyväksyttäminen ja merkinnät

Perustietolomakkeen C-osiossa kerrotaan keskuksen lisätietoja hyväksyttämistä ja merkinnöistä. Projekteissa voi olla tilaajien eri sääntöjä ja asetuksia, miten keskus halutaan toteuttaa. Osassa on huomioon otettu tämä tieto monessa kohdassa joko erillisohjeella tai vain viranomaisvaatimuksilla.

2.3.1 Kokoonpanopiirustukset hyväksyy

Kohdassa C.1 määritellään kokoonpanopiirustusten hyväksyjä. Yleensä tilaajan puolelta hyväksyjänä toimii projektiin tilattu konsultti eli sähkösuunnittelija. Jos jakeluverkkoon tulee uusi liittymä, toimii tarkastajana ja hyväksyjänä liittymän puolelta jakeluverkon haltija. Myös sähköurakoitsijan on hyvä tarkastaa työmaalla keskuksen kokoonpanopiirustukset.

2.3.2 Merkinnät

Merkinnöillä tarkoitetaan keskuksen sisällä olevien laitteiden merkintöjä. Kaikki sähkösuunnittelijan esittämät komponentit pääkaavioissa ja piirikaavioissa merkitään normaalitilanteissa. Kohdassa erillinen ohje voi tarkoittaa, että halutaan merkitä laitteisiin lisää teknistä tietoa, joka ei välttämättä kuulu normaaleihin merkintöihin. [5.]

2.3.3 Keskuksen tunnuskilvet

Tunnuskilvet merkataan yleisesti ottaen aina pääkaavion mukaan.

2.3.4 Kilpien materiaali

Kilpien materiaalina käytetään nykyisin yleensä valmistajan normaalina kerrosmuovia. Aikaisemmin käytettiin myös tarroja. Kerrosmuovien vaihdettavuus ja kiinnipysyvyys on huomattavasti parempi verrattuna tarroihin. [4; 12.]

2.3.5 Keskuksen kenttien tunnuks

Yleensä keskuksien kenttien tunnuks määritellään vasemmalta oikealle. Kenttien tunnuksien suunnalla ei yleensä ole paljoa merkitystä. Suunnittelija voi tilaajan kanssa sopia asian. [12.]

2.3.6 Keskuksen lähtöjen merkinnät

Keskuksen lähdöt merkataan yleisesti ottaen pääkaavion mukaan. Erillisoheella voidaan tarkoittaa esimerkiksi tilannetta, jossa halutaan merkata kojeeseen ja kojeen viereen sama tunnus. [12.]

2.3.7 Sisäisten kojeiden ja liittimien merkinnät

Lähtökohtana voidaan olettaa, että keskusvalmistajat merkitsevät kaikki tarvittavat kojeet ja liittimet keskuksen sisällä. Erillisoheella voidaan tarkoittaa, että merkitään enemmän kuin yleisesti oletetaan. Erillisoheessa voidaan esimerkiksi antaa tieto, että myös kaikki johtimet keskuksen sisällä merkataan.

2.3.8 Vieras ohjausjännite

Perustietolomakkeen vieras ohjausjännite-kohtaan merkataan keskuksen mahdollinen vieras ohjausjännite ja kerrotaan, missä keskuksessa on ohjausjännitteen katkaisupaikka. Esimerkiksi katkaisijoiden jännitelähde voidaan tuoda UPS-keskuksesta. Katkaisijoiden jännitelähde voi olla liitetty varavoiman perään, joten sähkökatkoksen aikana katkaisijoiden toiminta on varmistettu.

2.3.9 TN-C-S-järjestelmän varoituskilpi

TN-C-S -järjestelmän varoituskilpi-kohdassa kerrotaan, tarvitaanko keskukseseen erillisistä varoituskilpeä. Varoituskilpi liittyy enemmän saneerauskohteisiin, joissa keskus voi olla TN-C-S-järjestelmän alla. TN-C-S-järjestelmässä nollan ja maadoituskiskon erotusta ei ole tehty.

2.3.10 Nollan erotuskohtien merkintä

Liittyy normaaleihin merkintöihin keskusvalmistajilla. Kohdalla tarkoitetaan PEN-johtimen erotusta erillisiin nolla- ja maadoituskiskoihin.

2.3.11 Energiamittauksen nollajohtimet

Energiamittauksen nollajohtimet kytketään aina keskuksen jakeluverkon mukaan.

2.4 Kalustus ja kaapelointitiedot

Viimeisessä osiossa kerrotaan tarkempia tietoja keskuksen sisäisistä komponenteista. Osiossa annetaan myös tarkemmat kaapelointitiedot keskukseseen.

2.4.1 Kalustustapa

Määritellään, onko keskus yksikkölähdöillä vai keskitetyillä lähdöillä toteutettu. Yksikkölähdöillä tarkoitetaan sähköenergian syöttöä yksittäiseen lähtevään virtapiiriin. Keskitetyillä lähdöillä tarkoitetaan sähköenergian syöttämistä useaan lähtevään virtapiiriin. [3, s. 11.] Keskitetyt lähdöt ovat yleisemmin käytettyjä keskuksissa kustannussyistä. Moottorinohjauskeskukset voidaan toteuttaa yksikkölähdöillä, joissa jokaisen oven takana on oma yksikkölähtö. [12.] Keskuksia, jotka on toteutettu yksikkö- sekä keskitetyillä lähdöillä, kannattaa esimerkiksi pääkaavioon merkata yksikkölähdöt erikseen.

2.4.2 Kalustuksen tyyppi

Kiinteillä lähtöyksiköillä tarkoitetaan keskuksen sisään asennettuja komponentteja. Kiinteät lähdöt ovat luotettavin, koska ne pystytään kiinnittämään tukevimmalla ja vähemmällä liitoksilla. Kiinteän yksikön vaihtamisen aikana on keskuksen oltava jännitteetön. [15, s. 42.]

Ulosotettavat yksiköt varustetaan liityntäkoskettimilla, minkä tarkoitus on mahdollistaa yksikön vaihtaminen kosketussuojatun kiskoston olleessa jännitteinen. Ulosotettavia yksiköitä saa vaihtaa vain sähköalan ammattilainen. [15, s. 42.]

Ulosvedettävissä yksiköissä kojeet ovat asennettu ulosvedettävään kasettiin. Ulosvedettävien yksiköiden yksi parhaista ominaisuuksista on, että niitä voi vaihtaa keskuksen ol-

lessa jännitteinen. Yksiköiden vaihtamista voidaan pitää normaalina keskuksen käyttötoimenpiteenä. [15. s. 43.] Nykyään suositaan esimerkiksi ilmakatkaisijoiden asennusta ulosvedettävänä [4].

2.4.3 Merkkilamput

Merkkilamppujen valonlähteenä LED-lamput ovat menneet nykyään energiatehokkuuden, ympäristöystävällisyyden ja valotehon kannalta ohi muista lampputyypeistä. Teoriassa voi olla pieni mahdollisuus, että todella kuumassa tilassa LED-lamput eivät pääsisi jäähtymään tarpeeksi ja siten jokin muu lampputyyppi voisi olla soveltuvampi.

2.4.4 Laskutusmittareiden toimittaja

Laskutusmittareiden toimittaja riippuu jakeluverkon kohdasta. Sähkölaitos toimittaa energiamittaroinnin pääkeskukseen tai kiinteistökeskuksen alamittauksiin asuntokohteissa. Sähkölaitoksen asentamat energiamittarit sinetöidään sähkölaitoksen puolesta. Mittareihin tulee päästä käsiksi vain sähkölaitoksen henkilökunta. Laskutusmittarien tulee olla MID-hyväksytyjä. Muut energiamittarit toimittaa yleisemmin keskusvalmistaja tai urakoitsija. [5.]

2.4.5 Laskutusmittamuuntajien toimittaja

Laskutusmittamuuntajien toimittaja on nykyisin keskusvalmistaja tai sähköurakoitsija. Ennen sähkölaitos toimitti myös virtamuuntajia, mutta siitä on luovuttu ja nykyisin melkein poikkeuksetta toimittaja on keskusvalmistaja tai urakoitsija. [12.] Virtamuuntajia tarvitaan tilanteissa, kun mitataan epäsuoralla mittauksella etusulakkeen ollessa yli 63 A. Sähkölaitokset ilmoittavat virtamuuntajien tekniset tiedot kohteen lähtötietojen perusteella. [16.]

2.4.6 Muiden mittareiden koko

Muiden mittareiden kokoon voi sähkösuunnittelija kirjoittaa esimerkiksi DIN-kiskoon sopivat. Nykyään suurin osa mittareista on saatavilla DIN-kiskoon sopivana kokona.

2.4.7 Syöttö

Keskuksen syöttö voidaan toteuttaa kaapeleilla tai kiskosillalla. Kiskosiltaa eli virtakiskoa voidaan käyttää keskijännitekojeiston ja muuntajan välillä. Virtakiskoa käytetään myös muuntajan ja pääkeskuksen välillä, kun etäisyydet ovat sopivia. Virtakiskojen materiaali on alumiinia tai kuparia. Kuparin johtavuus on alumiinia parempi, joten myös kuormitettavuus on korkeampi verrattuna samankokoisiin alumiinisiin kiskoihin. Alumiini on kuitenkin halvempaa materiaalia kuin kupari, joten sitä käytetään yleisesti suurivirtaisissa kiskoissa.

2.4.8 Syötön tulo

Syötön tulo-kohdassa määritellään keskukseseen tulevan syöttökaapeloinnin suunta. Sähkösuunnittelijan kannattaa ottaa huomioon kaapeloinnin suunta jo projektin alussa. Näin ollen keskusvalmistajien suunnittelu helpottuu esimerkiksi keskuksen kokoomakiskojen ja pääkytkimen sijoittelun osalta. [12.]

2.4.9 Kaapeleiden lähtösuunta

Merkataan keskuksen kaapelointien lähtösuunta. Kaapeloinnit voivat lähteä myös ylös sekä alas. Ylä- sekä alasuuntaan lähtevissä kaapeloinnissa kannattaa merkata pääkaavioon, mihin suuntaan kyseinen kaapeli lähtee. Keskusvalmistajat voivat toteuttaa näin paremman lopputuloksen keskukselle. Kustannustehokkaampi ratkaisu on yhdestä suunnasta tulevat kaapeloinnit. Molempiin suuntiin lähtevissä kaapeleissa keskuksessa olevat kaapelikuilut ja riviliittimien sijoitukset pitää miettiä tarkkaan. [12.]

2.4.10 Pääpiirit, ohjauspiirit ja sisäinen johdotus

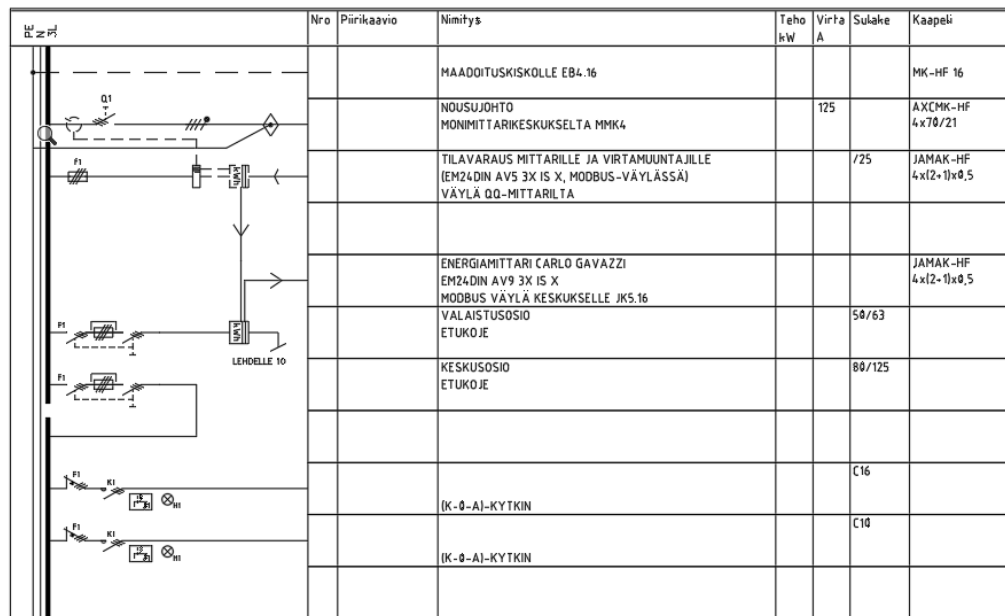
Pääpiirit yleisesti liitetään riviliittimiin aina kaapelin poikkipinnan ollessa 16 mm² tai pienempi.

Selkeän asennuksen ja huollon kannalta ohjauskaapelit kannattaa liittää riviliittimiin. Riviliitinpaikat sijaitsevat yleensä samassa paikassa keskuksen sisällä, joten vianetsintäkin on helpompaa.

Sisäisten johdotuksen mitoitus kuuluu keskusvalmistajille.

3 Pääkaaviot

Keskuksen pääkaaviossa esitetään kaikki pääpiirien laitteet ja tunnuksat. Laitteisiin kuuluvat kaikki keskuksessa olevat komponentit, joita ovat muun muassa pää- ja ohjauskytkimet, energiamittarit, kontaktorit, suojalaitteet, vikavirtasuojat, muuntajat ja releet. Kuvassa 11 on esitetty pääkaavion ensimmäinen lehti.



Kuva 11. Esimerkki pääkaaviosta

Pääkaaviossa esitetään lähdön ryhmänumero, joka yleensä tarkentuu projektin toteutusvaiheessa ja täten kuuluu työsuunnittelijalle.


Joskus tarkat lähtökohtaiset piirikaaviot kuuluvat sähköurakoitsijalle. Usein kuitenkin keskuksista tehdään mallipiirikaaviot. Kohtaan merkataan tilanteeseen tarkoitettu piirikaaviomalli esimerkiksi malli 1.

Nimitykseen tulee lähdön selitys esimerkiksi kuvassa 12 siivouspistorasiat. Toiselle riville voidaan laittaa sijainti kentällä esimerkiksi kuvan tilanteessa käytävällä. Kolmannelle riville voidaan kirjoittaa esimerkiksi lähtöön tuleva laite, joka tässä tilanteessa on vikavirtasuojajakytkin. Tarkkoja ohjeita ei ole nimitykseen täyttämiseen annettu. Tärkein asia on, että sähköurakoitsija ja rakennuksen tuleva kiinteistönhoitaja ymmärtää lähtöön kirjoitetun informaation.

Lähdön kohtaan teho voidaan ilmoittaa mahdollisen kiinteän laitteen teho. Esimerkiksi LVI-suunnittelijalta tulevasta kojeluetelosta löytyvät tarkat LVI-laitteiden teho-tiedot.

Sulake-kohtaan merkataan sulakkeen ja sulakevarokkeen koko. Johdonsuojakatkaisijoissa sulakkeen kohdalle merkitään, minkä tyyppin johdonsuojakatkaisija on kyseessä esimerkiksi C16, missä C tarkoittaa suojan laukaisukäyrää ja 16 ampeereja.

Kaapelikohtaan merkataan kentälle menevän kaapelin tiedot.

E Z P	Nro	Piirikaavio	Nimitys	Teho kW	Virta A	Sulake	Kaapeli
			SIIVOUSPISTORASIA KÄYTÄVÄ KESKI VIKAVIRTASUOJAKYTKIN 30mA			C16	MMJ-HF 3x2,5 S

Kuva 12. Esimerkki keskuksen pääkaavion lähdöstä.

Pääkaavioissa on otettava huomioon kolmella jaollisuus lähdöissä. Kolmella jaollisuudella tarkoitetaan, että lähdöt jakautuvat tasaisesti L1, L2, ja L3-vaiheelle. Pääkaavioita tehdessä kannattaa miettiä keskuksen kalustuksen siistiä kokonaisuutta. Samantyyppiset ja samankokoiset lähdöt kannattaa sijoittaa peräkkäin keskuksessa. Kannattaa ottaa huomioon myös tulevaisuuden mahdolliset laajennukset keskuksissa. Hyvin suunniteltuun keskukseseen on syytä varata erikokoisia varalähtöjä noin 20–30 % ja vapaata kalustamatonta tilaa noin 20 %. Hyvin suunniteltu pääkaavio helpottaa huomattavasti keskusvalmistajan toteutussuunnittelua. [4.]

4 Päivitetty perustietolomake

Tehtäväkseni tuli myös tietojen kertomisesta ja täyttämisen lisäksi päivittää keskuksen perustietolomake. Aloittaessa työtäni perustietolomake oli Magicad-ohjelmiston vakio, pienillä muutoksilla. Kävimme yrityksen kanssa sisäisesti läpi perustietolomakkeen koh-
tia. Päätimme yhteisesti, mitkä kohdat ovat tarpeettomia ja tarvitseeko jotain lisätä.

Tässä luvussa kerron myös yleisesti sähkökeskuksen oikosulkukestoisuuden mitoittami-
sesta, koska sähkösuunnittelijan rooliin kuuluu myös oikosulkukestoisuuksien arvojen
ilmoittaminen. [3, s. 74.]

4.1 Oikosulkukestoisuus

Oikosulkuutilanteessa jännitteiset johtimet tai kiskot joutuvat vastuksettomaan kosketuk-
seen toistensa kanssa. Oikosulussa impedanssi on jännitteisten johtimien tai kiskojen
välillä pieni, joten virta voi kasvaa hyvin suureksi. Rakennuksen oikosulkuvirran suuruu-
teen vaikuttaa syöttävän energialähteen teho, kaapelien paksuus ja -pituus. [3, s. 73]

Sähkökeskuksen oikosulkukestoisuuksien laskenta poikkeaa normaalista oikosulkuvir-
tojen laskemisesta. Keskuksien oikosulkuarvoissa huomioidaan terminen- ja dynaami-
nen arvo tai vaihtoehtoisesti ehdollinen virta erikseen. Oikosulkuvirrat voi laskea myös
käsini, mutta mutkikkaissa sähköverkoissa käsinlaskennasta voi tulla hyvin työlästä ja
haastavaa. Myös oikosulkuutilanteet voivat olla symmetrisiä tai epäsymmetrisiä ja se vai-
keuttaa käsinlaskentaa. Työssäni käytän oikosulkuarvoina Febdok-ohjelmiston antamia
oikosulkuvirta-arvoja mitoituksen työkaluina.

Suuret oikosulkuvirta-arvot vaikuttavat keskuksen sisäisiin laitteisiin. Esimerkiksi ylei-
sesti käytettävien johdonsuojakatkaisijoiden katkaisukyky on 6 kA. Suurilla paikallisilla
oikosulkuvirta-arvoilla joudutaan siis käyttämään etukojeena sulaketta tai kompaktikat-
kaisijaa, kun halutaan suojata johdonsuojakatkaisijat liian suurilta virroilta. [17, s. 265.]

Nykyisessä perustietolomakkeessa on puutteita oikosulkukestoisuuksien kannalta:

- Ehdollisen oikosulkuvirran arvo ja suojaava sulake puuttuu.
- Lyhytkestoisen oikosulkuvirran aika-arvo puuttuu.
- Oikosulkuvirtojen termistö on vanhentunutta.

4.1.1 Prospektiivinen oikosulkuvirta (I_k, I_{cp})

Prospektiivisella oikosulkuvirralla tarkoitetaan piirissä kulkevaa virtaa, kun ne on oikosuljettu niin lähelle keskuksen syöttöliittimiä kuin mahdollista [17, s. 142].

Muuntajalta tai suoraan generaattorilta mitoittaessa käytetään prospektiivista oikosulkuvirtaa. Tilanteessa ei ole virtaa rajoittavia suojalaitteita. [3, s. 74.]

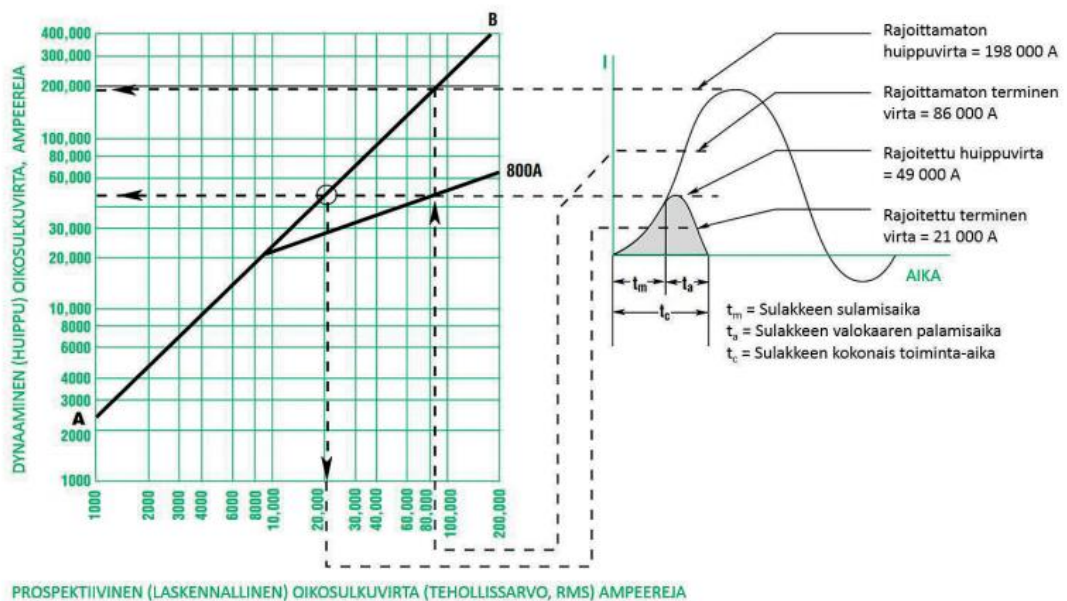
4.1.2 Ehdollinen nimellisoikosulkuvirta (I_{cc})

Ehdollisen nimellisoikosulkuvirran arvo on oltava yhtä suuri tai suurempi kuin prospektiivisen virran. Katkaisijoilla termistönä käytetään I_{cc} -arvoa ja sulakkeilla I_{cf} -arvoa. Määrätyn oikosulkusuojan katkaisukyvyyn ja virran rajoitukset voidaan määrittellä laitevalmistajan antamista suojalaitteen virranrajoituskäyristä.

Virranrajoituksella tarkoitetaan suojalaitteen niin nopeaa toimintaa 3–10 ms, että se leikkaa rajoittamatonta virran huippuarvoa ja läpimenoenergiaa. Suojalaitteet, kuten sulakkeet ja katkaisijat, rajoittavat usein oikosulkuvirtaa. [18, s. 12.]

Ehdollisella nimellisoikosulkuvirralla voidaan siis rajoittaa keskuksen rajoittamatonta huippuvirtaa. Virranrajoitus vaikuttaa myös termiseen arvoon, joten ilmoittaa voi myös erikseen $I_{cc,dyn}$ sekä $I_{cc,th}$ -arvot. [18, s. 9] Käyttämällä I_{cc} -arvoa vähennetään oikosulkukestoisuuden ylimitoittamista keskuksissa ja näin voidaan saavuttaa taloudellisia vaikutuksia. [9, s. 29.]

Kuvassa 13 on ST 53.14-sähkötietokortista otettu kuvakaappaus. Kuvassa on esitetty 800 A:n kahvasulakkeen virranrajoitus 86 kA:n prospektiivisella virralla. Kuvassa oikealla näkyy eri virta-arvojen käyttäytyminen. Sulake rajoittaa mitoitusvirran huippuarvon eli I_{pk} -arvon 49 kA. Ilman sulaketta I_{pk} -arvo voisi nousta keskuksessa 198 kA:iin. Kuvassa on myös esitetty rajoitettu terminen huippuvirta menemällä mitoitusvirran huippuarvon kohdasta vasemmalle oikosulkuvirran teoreettiseen käyrään ja siitä alaspäin. Rajoitettu terminen virta on 21 kA.



Kuva 13. Virranrajoituskäyrä 800 A:n sulakkeella [19, s. 9].

Keskusvalmistajien toiveet olivat, että kaikissa pääkeskuksen jälkeisissä keskuksissa käytettäisiin ehdollistettua arvoa [4]. Sähkösuunnittelun tarjoukseen yleensä kuuluu oikosulkuvirtojen laskenta ja tarkastelu. Virranrajoituksen tarkastelu on myös hyvä ottaa sähkösuunnittelijan huomioon. [13.]

4.1.3 Febdok laskenta

Febdok-ohjelmisto on sähkösuunnittelijan työkalu laskettaessa jakeluverkon oikosulkuvirta-arvoja. Ohjelmiston tietopankissa on monen eri valmistajan suojalaitteita ja lisäksi suojalaitteiden ominaisuuksista eri käyrästöjä. Febdok ottaa laskelmissa huomioon myös

kaapelin vaikutuksen oikosulkuvirroissa. Sulakkeiden ja katkaisijoiden virranrajoitusta Febdok-ohjelmisto ei ota huomioon.

Esimerkissä näytän, miten oikosulkuvirta-arvot esitetään sulakkeellisessa suojauksessa. Kyseisessä esimerkissä tarkastellaan 1 250 A:n pääkeskuksen jälkeistä jakelua. Pääkeskuksen pääkytkimenä toimii 1 600 A:n ilmakatkaisija. Joidenkin valmistajien ilmakatkaisijat myös rajoittavat virtaa, mutta esimerkin ilmakatkaisija ei rajoita virtaa. Kuvista on peitetty projektin keskuksien tunnukset. Kuvassa 14 on Febdokin näkymästä otettu kuvakaappaus, jossa kerrotaan keskuksien eri oikosulkuvirtoja.

Jakokeskukset, oikosulkuvirrat

Jakokeskustunnus	I _{k3vmax}		I _{k3vmin}		I _{k2vmax}		I _{k2vmin}		I _{k1vmax}		I _{k1vmin}		I _{etmax}		I _{etmin}		Zs		I _{Max}
	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	I _k [kA]	cos phi	[ohm]	[kA]	
PK	19,663	0,52	14,693	0,58	17,028	0,52	12,725	0,58	14,998	0,71	10,802	0,77	12,877	0,78	9,076	0,84	0,0229		32,773
	25,188	0,15	19,571	0,15	21,812	0,15	16,949	0,15	25,102	0,17	19,837	0,17	25,105	0,17	19,840	0,16	0,0105		58,405
	5,034	0,93	3,331	0,95	4,360	0,93	2,885	0,95	2,649	0,96	1,730	0,98	1,703	0,98	1,103	0,99	0,1884		7,265
	10,887	0,81	7,827	0,84	9,428	0,81	6,778	0,84	6,353	0,91	4,463	0,93	4,415	0,95	3,069	0,96	0,0677		15,958
	12,942	0,68	9,313	0,74	11,208	0,68	8,066	0,74	8,189	0,82	5,674	0,87	6,128	0,89	4,142	0,92	0,0502		19,788
	6,122	0,90	4,297	0,92	5,301	0,90	3,721	0,92	3,282	0,95	2,275	0,96	2,212	0,97	1,526	0,98	0,1362		8,848
	8,261	0,80	5,725	0,85	7,154	0,80	4,958	0,85	4,698	0,88	3,167	0,92	3,374	0,93	2,236	0,95	0,0930		12,129
	5,890	0,94	4,090	0,96	5,101	0,94	3,542	0,96	3,103	0,98	2,134	0,98	2,687	0,98	1,850	0,98	0,1124		8,498
	8,314	0,86	5,897	0,89	7,200	0,86	5,107	0,89	4,616	0,93	3,217	0,95	3,150	0,96	2,179	0,97	0,0954		12,063
	10,159	0,82	7,274	0,88	8,798	0,82	6,300	0,88	5,839	0,91	4,092	0,94	4,035	0,95	2,800	0,97	0,0742		14,837
RK	21,700	0,34	16,707	0,37	18,793	0,34	14,469	0,37	18,755	0,48	14,337	0,54	16,791	0,59	12,545	0,65	0,0166		41,579
	23,744	0,22	18,447	0,23	20,563	0,22	15,976	0,23	22,446	0,29	17,657	0,31	21,623	0,36	16,920	0,39	0,0123		51,033
	23,127	0,22	17,992	0,22	20,028	0,22	15,582	0,22	21,494	0,28	16,939	0,31	20,679	0,34	16,235	0,36	0,0128		49,920
	18,563	0,35	14,405	0,38	16,076	0,35	12,475	0,38	14,824	0,47	11,488	0,52	13,072	0,57	9,977	0,62	0,0208		35,318
	10,887	0,81	7,827	0,84	9,428	0,81	6,778	0,84	6,353	0,91	4,463	0,93	4,415	0,95	3,069	0,96	0,0677		15,958
	12,942	0,68	9,313	0,74	11,208	0,68	8,066	0,74	8,189	0,82	5,674	0,87	6,128	0,89	4,142	0,92	0,0502		19,788
	6,122	0,90	4,297	0,92	5,301	0,90	3,721	0,92	3,282	0,95	2,275	0,96	2,212	0,97	1,526	0,98	0,1362		8,848
	8,261	0,80	5,725	0,85	7,154	0,80	4,958	0,85	4,698	0,88	3,167	0,92	3,374	0,93	2,236	0,95	0,0930		12,129
	5,890	0,94	4,090	0,96	5,101	0,94	3,542	0,96	3,103	0,98	2,134	0,98	2,687	0,98	1,850	0,98	0,1124		8,498

Kuva 14. Febdokin näkemät oikosulkuvirta-arvot

Oikosulkuvirtojen tarkastelussa otetaan huomioon I_{k3vmax}, joka tarkoittaa kolmivaiheisen oikosulkuvirran maksimiarvoa kaapelin alussa. Max-arvo tarkoittaa mitoitusvirran rajoittamatonta arvoa eli mitoitusvirran huippuarvoa. Seuraavaksi voidaan tarkastella pääkeskuksen katkaisijan poiskytkentäaika. Ilmakatkaisijan toiminta-ajat voidaan tarkastaa laitevalmistajan antamista laitteen teknisistä tiedoista. Tässä kohteessa laitevalmistajan katkaisijan toiminta-aika on 55 ms eli 0,055 s. Näin ollen voidaan ilmoittaa pääkeskuksen oikosulkuvirta-arvoiksi I_{cw0,055s} = 25,2 kA ja I_{pk} = 58,5 kA. I_{cw}-arvon voi myös muuttaa yleisemmin ilmoitettuun arvoon 0,3 s kaavalla I₁²t₁ = I₂²t₂. Apulaskentaa varten on tehty Excel-laskuri (kuva 15), johon voi syöttämällä suoraan Febdokin näkemät arvot saada I_{cw}-arvon eri aika-arvoille.

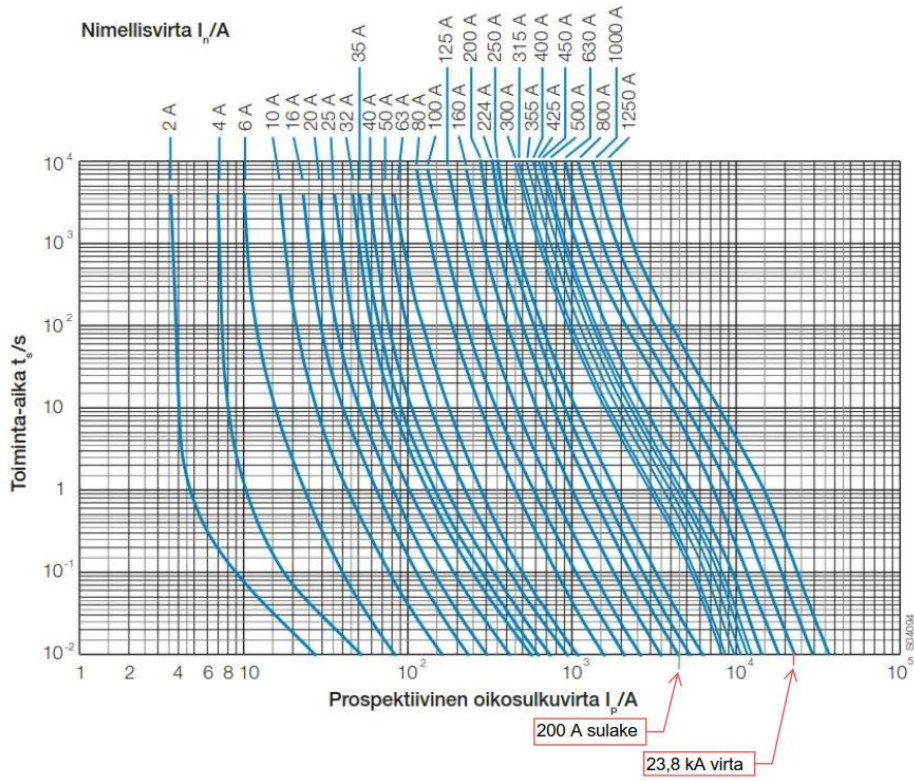
$I_1^2 t_1 = I_2^2 t_2$ -LASKURI		Pidemmälle ajalle laskettu arvo	
I_k (febdokista)	25,2 kA	$I_{cw}(t_2) =$	10,8 kA
t_1	0,055 s		
t_2	0,3 s		

Kuva 15. Laskuri apulaskentaa varten

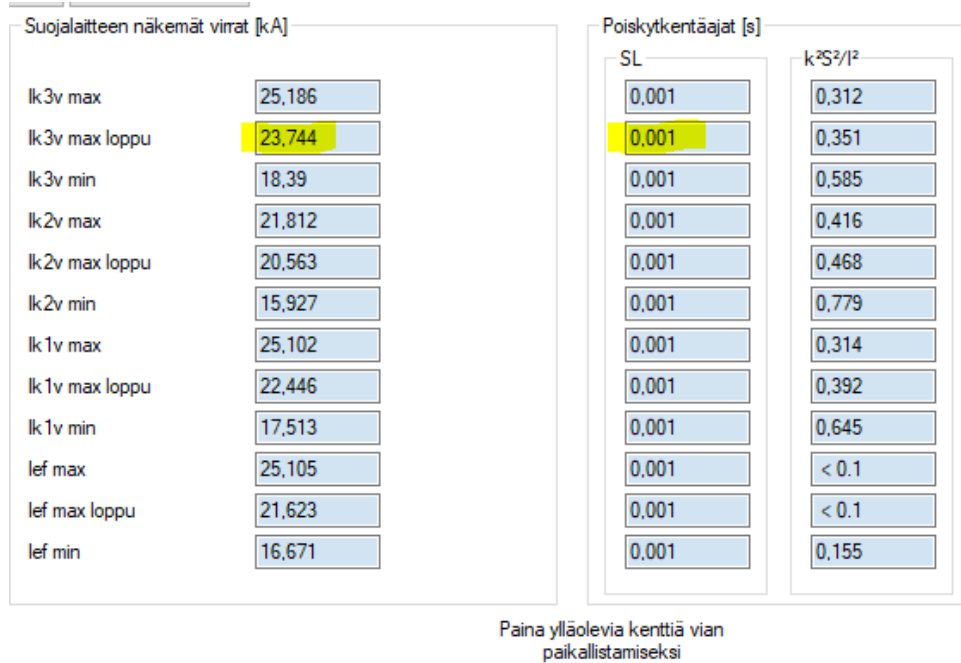
Pääkeskuksen oikosulkuarvot ovat $I_{cw0,3s} = 10,8$ kA ja $I_{pk} = 58,5$ kA

Seuraavaksi tarkastellaan ryhmäkeskuksen arvoja. Febdok-ohjelma näkee ryhmäkeskuksella prospektiivisen virran 23,8 kA. Ryhmäkeskus sijaitsee samassa tilassa pääkeskuksen kanssa, joten kaapeli ei vaimenna oikosulkuvirta-arvoa huomattavasti. Ryhmäkeskusta suojaa 200 A gG -sulake, joten varmistetaan sulakevalmistajan toiminta-virta taulukosta toimiiko sulake tarpeeksi nopeasti 23,8 kA:n arvolla. Näin suurilla oikosulkuvirroilla ei yleensä tarvitse tarkastaa taulukosta arvoa. Febdok myös varoittaa, jos sulake ei toimi tarpeeksi nopeasti.

Kuvassa 16 on vihreällä viivalla merkattu 200 A gG -sulakkeen 0,01 s toiminta-aika ja punaisella viivalla 23,8 kA:n prospektiivinen virta. Taulukosta voi päätyä tulokseen, että sulake toimii 23,8 kA:n virralla alle 0,01 sekunnissa. Seuraavaksi voidaan laskea kuvassa 15 tehdyllä laskurilla yleisemmin ilmoitettu $I_{cw0,3s}$ -arvo. Febdok-ohjelman tarkastelun perusteella sulake toimii 0,001 sekunnissa (kuva 17), joten $I_1^2 t_1 = I_2^2 t_2$ -laskurin perusteella saadaan arvot $I_{cw0,3s} = 1,4$ kA

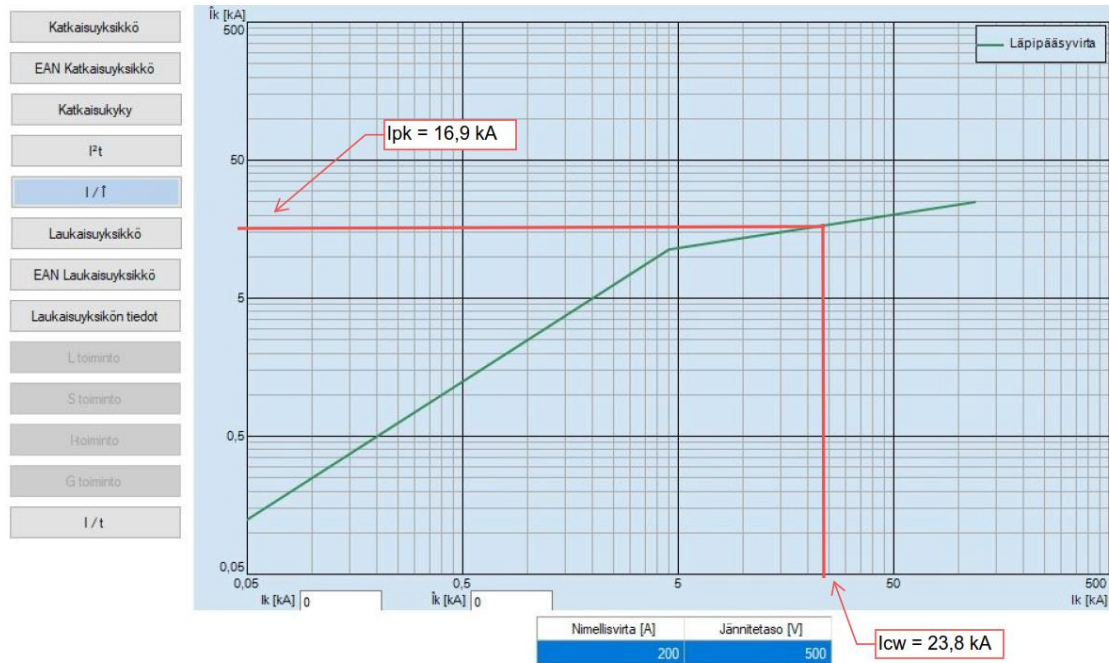


Kuva 16. Sulakevalmistajan toiminta-ajat gG-sulakkeella



Kuva 17. Oikosulkuvirtojen ja poiskyttäajan tarkastelu

Seuraavaksi tarkastellaan sulakevalmistajan esittämästä virranrajoituskäyrästä tai febdokin I/\hat{I} -osiosta sulakkeen rajoittama mitoitusvirran huippuarvo (kuva 18).



Kuva 18. Febdokin virranrajoituskäyrä

Febdokin I/\hat{I} -käyrä toimii klikkaamalla ohjelmistossa kyseisen virta-arvon kohtaa, jonka jälkeen ohjelma näyttää \hat{I} -arvon, joka tarkoittaa rajoitettua mitoitusvirran huippuarvoa. Febdok näytti arvon 16,9 kA, ja sulakevalmistajan käyrästä saadaan virhemarginaalin sisälle sama arvo.

Näin ollen keskuksen perustietolomakkeeseen voidaan täyttää seuraavat tiedot:

- rajoitetut arvot: $I_{cw0,3s} = 1,4 \text{ kA}$ ja $I_{pk} = 16,9 \text{ kA}$
- $I_{cc} = 23,8 \text{ kA}$ ja Maksimi sulakekoko 200 A gG.

Puhtaasti rajoittamattomat arvot ryhmäkeskuksella olisivat olleet kuvassa 14 olevat I_{cw} 23,8 kA ja I_{pk} 51,1 kA. Leimattaessa keskus näillä arvoilla olisi keskuksen komponentit tarvittu mitoittaa tarpeettoman suurilla katkaisukyvyillä.

4.1.4 Perustietolomakkeen päivitys

Sähköteknillisissä tiedoissa oikosulkukestoisuuden muutoksien lisäksi koettiin pohdinnan jälkeen poistaa kohta 11 apujännite 2 kokonaan. Perustietolomakkeessa A-osion 7-11 kohdat näkyvät pää- ja piirikaavioissa muutenkin, joten apujännite 2 kohta koettiin tarpeettomaksi.

Hyväksyttäminen ja merkintä kohdassa koettiin vanhentuneeksi tiedoksi 9, 10, ja 11 kohdat. TN-C-S-järjestelmän varoituskilpi on todella harvinainen nykyään ja tarvittaessa varoituskilpien tekstit lisätään pääkaavioiden viimeiselle sivulle. Kuvassa 19 on esimerkki varoituskilpien mahdollisista huomioista.

Nro	Piirikaavio	Nimitys	Teho kW	Virta A	Sulake	Kaapeli
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>VAROITUSKILPIEN TEKSTIT :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">Pääkatkaisija ei katkaise VV-laitteiston jännitettunustelun jännitettä</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">Varavoimakäytölle siirryttäessä ja verkolle palattaessa varavoimalaitteisto ohjaa katkaisijoita</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">Pääkatkaisija ei katkaise jännitettä, kun keskus saa jännitteen toisesta pääkeskuksesta DC keskusosan kiskokatkaisijan ollessa kiinni</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">Pääkatkaisija ei katkaise jännitettä, kun keskus saa jännitteen varavoimatoiminnan aikana keskukselta GB</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">Huom! Keskukseen vieras ohjausjännite! Pääkytkin ei katkaise katkaisijoiden eikä lukitusmagneetin ohjausjännitettä</div> </div>						

Kuva 19. Esimerkki pääkaavioiden viimeiselle sivulle tulevista varoituskilpien teksteistä.

Nollan erotuskohdat näkyvät pääkaaviossa ja niiden merkintä kuuluu keskusvalmistajien vakiomerkitöihin. Energiamittauksen nollajohtimien kytkentä näkyy pää- ja piirikaavioissa. Kalustus- ja kaapelointitiedot-kohdasta poistettiin kohta 12 kokonaan, koska sisäisten johdotuksien mitoitus kuuluvat keskusvalmistajille.

Kuvassa 20 on lopullinen päivitetty perustietolomake. C-osion alapuolelle jäi hyvin tilaa, joten keskuksen varoituskilvet voi tulevissa kohteissa ilmoittaa perustietolomakkeessa.

A SÄHKÖTEKNILIISET TIEDOT	B KOTELOINTI- JA ASENNUSTIEDOT	C HYVÄKSYTTÄMINEN JA MERKINNÄT	D KALUSTUS- JA KAAPELOINTITIEDOT
1. Nimi/sijainti U_n 400 V	1. Keskuksij ja keuhonluku	1. Kokoontuonitukset huoksy	1. Kalustutapa
2. Nimi/sivlo I_n A	- kono IP	- suunnittaja	- keskitetty
3. Pakkunen (asutuskeron)	- kolto IP	- muu	- jaksittu
4. Jädujuprotot	- kahko IP	2. Merkit	2. Kalustuksen typpi
- käyttömodotlu TN-S	- 1-puoinen	- van vranomisoatmukset	- kintei
- nol- ja uooppiri jhdistöt TN-C	- 2-puoinen	- suunnitmon mukaan	- ulosvetolava
- käyttömodotlu TN-C-S	- muu	- erillisen ohjen mukaan	- ulosvedettävä
- muu	2. Asennustapa	3. Keskuksen lunnakhet	3. Merkkilampit
5. Teho	- pinde	- van vranomisoatmukset	- LED-lampit
- liittymä S kVA	- upotettu, up. syv. max. mm	- pääkosen mukaan	- Muu
- huippu (15 mm. mittaus) P	- kääntö	4. Kijoen mokerot	4. Loskusmittoaren toimittaja
6. Oksuukkestus	- seinän	- kerrosuovi	- tiloja
- lyhytikäinen mioluskestuarta oia i cw	- seinän ja luntlo lottion	- voinstojen normot	- keskusvalmistaja/urkoitsija
- miolusvran huippuovo ik	- lottion (vapooti seisova)	5. Keskuksen kettien lunnaket	5. Loskusmittoaruonujen loimittaja
- ehdollinen oksuukvarta ic	4. Asennus- ja luterakent	- vopomatto okolle	- säikkilottolottaja
- SF 640 / 8,5-Ti mukaan	- ei vopimatto	- oksellu vopomatto	- keskusvalmistaja/urkoitsija
7. Kikot ja pihmet AC	- sidoskoto n. 50 mm alustolo	- kokoontuonitusten mukaan	6. Muiden mittoaren koko
- muu LN,PE	5. Kistatien ovi	6. Keskuksen lähtöjen merkit	7. Syttö
8. Kikot ja pihmet DC	- muu	- pääkosen mukaan	- koptei
L+	- källo	- erillisen ohjen mukaan	- kaksilo
N	- kaisovallo	7. Sotien kopten ja liittimen merkintä	- ohjolla
L-	- lujikasvallo	- van vranomisoatmukset	- yhoitlo
PE	- saronnit oksokittinen	- erillisen ohjen mukaan	- vopomatto
9. Ohjusjmitte	- saronnit vsonkittinen	8. Veros ohjusjmitte	- oksellu
U_n 230 V	6. Oien ja kosen avotuluminen ja leveys	- ohjusjmitteen kotkasuopiko	- keskitö
AC	- oimiovuolumen 180 l ostello		9. Kopteiden lähtösuunta
DC	- max. oviveveys mm		- ois
10. Apujmitte I	7. Pintakittely		- kopten
U_n V	- voinstojen normaot		10. Pöppärien kopteiden liittämisen
AC	- erillisen ohjen mukaan		- kopten
DC	8. Keskuksen maksimikoko		- rivittämisen, myös N ja PE
- käyttöluo	- leveys mm		- kopten aikon 16 mm ²
	- koreys mm		11. Ohjuskoopetille lottolan rivitt
	- syvyys mm		- vopoto rivittö
	9. Ympäristön lämpötilo		
	- normaot		
	- min. C° max. C°		
	10. Keskuksen koptelimit		
	- 1 kopt/koptentö		
	- 1 kopt/2 koptentö		
	- leveys mm		
	11. Normaot käyttöluomittreit suorittoo		
	- oikokosen ennotittentö		
	- tehtävön opotettu hestö		
Lisätieto	Lisätieto	Lisätieto	Rivittämisen käyttö on ST-kortiston esimerkkipöruustusten mukaan.
	Lisätieto KESKUKSEN OVIEIN ON		Lisätieto RIVITTIMIEN LUKUMAARAN
	SULKUJUDITTAVA EVAKUOINTIREITIN SUUNTAAN		MUUTTUMINEN +/- 4 KPL EI OIKEUTA
			HINNANMULLOKSIIN
			KESKUKSEEN VARATTAVA 30%
			LAAJENNUSVARAA

Kuva 20. Päivitetty perustietolomake

5 Yhteenveto

Opinnäytetyössäni käsittelin sähkökeskusten suunnittelua ja tarkemmin ottaen perustietolomakkeen oikeaoppista täyttämistä. Työni pyrkimys oli selventää sähkösuunnittelijalle lomakkeen kohtia ja lisäksi kertoa syvemmin keskuksien oikosulkukestoisuuksista. Informaatiota työhöni keräsin standardeista ja sähkötietokorteista. Standardit antavat enemmän ohjeita keskusvalmistajille siitä, miten keskus tulee toteuttaa olemassa olevien säästösten ja lakien mukaan. Keskusvalmistajien kanssa keskusteleminen antoi paljon hyvää kokemusperäistä tietoa työhön. Ongelmaksi koitui työssäni hieman sekavat oikosulkuvirtojen termit, jotka vaihtelivat paljon eri lähteissä. Myös Magicad-ohjelmiston vakiota perustietolomaketta oli aluksi hankalaa muokata.

Insinöörityöni oli kokonaisuudessaan onnistunut. Päämäärään päästiin, ja toimeksiantaja sai kehitetyn perustietolomakkeen, jota tullaan käyttämään tulevissa projekteissa. Opin myös paljon uutta työni edetessä varsinkin oikosulkukestoisuuksien määrittelystä keskuksissa.

Sähkösuunnittelija vaikuttaa hyvin paljon keskuksen lopputulokseen. Työni antaa hyvät lähtötiedot keskuksen suunnitteluun. Hyvin suunnitellun sähkökeskuksen lopputuloksena keskusvalmistaja, sähköurakoitsija, suunnittelija ja tilaaja ovat tyytyväisiä.

Lähteet

- 1 Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia asioita. 2019. ST 53.34. Espoo. Sähkötiетokortti. Sähkötieto ry.
- 2 SFS-EN 61439-1. Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset. Standardiaineisto. SESKO ry. SFS-online -tietokanta.
- 3 SFS-käsikirja 640. 2016. Sähkökeskukset. Suomen standardisoimisliitto SESKO ry.
- 4 UTU Oy, Vantaa. Keskuskoulutus. 25.9.2020
- 5 Kivistö, Pasi. 2021. Suunnittelupäällikkö, UTU Oy, Helsinki. Keskustelu. 4.3.2021
- 6 Maadoituskirja. 2014. Espoo. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.
- 7 SFS-käsikirja 600-1-1. Pienjänniteasennukset. Osa 1-1: Yleisvaatimukset. Suomen standardoimisliitto SESKO ry
- 8 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2020. ST 13.31. Espoo. Sähkötiетokortti. Sähkötieto ry.
- 9 Orrberg, Matti. 2020. Oikosulkuvirtojen määrittäminen, Sähköala-lehti. Espoo: Sähköinfo.
- 10 Matti Orrberg. 2018. Jakokeskusten virrat on määriteltävä huolellisesti, Sähköala-lehti. Espoo: Sähköinfo.
- 11 Kiinteistöjen jakokeskukset. 2021. UTU Oy. <<https://www.utu.eu/sahkokeskukset/kiinteistojen-jakokeskukset>>. Luettu 10.2.2021.
- 12 Kokkonen, Sami. 2021. Tuote-suunnittelija, POK Group Oy, Helsinki. Keskustelu. 15.3.2021
- 13 Köymäri, Riku. 2021. Sähkösuunnittelija, Insinööritoimisto Tauno Nissinen Oy, Helsinki. Keskustelu. 15.3.2021
- 14 SFS-käsikirja 600-1-2. Pienjänniteasennukset. Osa 1-2: Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset. Suomen standardoimisliitto SESKO ry

- 15 ABB:n TTT-käsikirja 2000-07. Verkkoaineisto. <http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/13_S%84hk%94asemat-kojaistot-muuntamot.pdf>. Luettu 10.2.2021.
- 16 Pienjännitemittaroinnit. Verkkoaineisto. <https://www.helensahkoverkko.fi/globalassets/hsv/palvelut/ohjeet/su30314_pienjannitemittaroinnit.pdf>. Luettu 20.1.2021
- 17 D1-2017: Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2017. Sähköinfo Oy.
- 18 Sulakkeeton suojaus. 2015. ST 53.45. Espoo. Sähkötietokortti. Sähkötieto ry.
- 19 Ohjeet perinteisten sulakkeiden valinnasta ja käytöstä, alle 1000V:n sähköjärjestelmät. 2018. ST 53.14. Sähkötietokortti. Sähkötieto ry.