



Samuli Markkanen

Sähkökeskuksen virtakiskojärjestelmät 125–3000 A

Modulaariset virtakiskojärjestelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Opinnäytetyö

15.3.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Samuli Markkanen
Otsikko:	Sähkökeskuksien virtakiskojärjestelmät 125–3000 A
Sivumäärä:	34 sivua + 1 liite
Aika:	15.3.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Kiinteistöjen sähkötekniikka
Ohjaaja:	Lehtori Vesa Sippola

Sähkökeskuksissa käytetään virtakiskoja virran jakamiseen keskuksessa eri komponenttien ja kenttien välillä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli verrata eri virtakiskojärjestelmiä arvovälillä 125–3000 A ja tuoda paremmin tietoisuuteen virtakiskojärjestelmät, joissa komponentit voidaan asentaa suoraan virtakiskoon.

Painotuksena oli Rittalin ja Wöhnerin eri ratkaisujen tutkiminen perinteisten tapojen korvaajiksi perehtymällä kyseisten valmistajien eri modulaarisiin virtakiskojärjestelmiin ja vertaamalla niitä myös keskenään. Työssä huomioidaan muitakin asioita, jotka vaikuttavat virtakiskostojen suunnitteluun, kuten lämpötila, oikosulkuarvot, virtakiskon mitoitus, energianmittaus ja keskuksen rakenne.

Opinnäytetyön lopuksi verrataan perinteistä ja modulaarista virtakiskojärjestelmää keskenään esimerkillä, joka päästiin myös valmistamaan Y-Keskus Oy:ssä työn aikana. Vertailussa voidaan huomata, miten keskuksen koko pienenee ja samoin työaika lyhenee puoleen, kun verrataan alumiinikiskostolla ja johdottamalla toteutettua keskusta.

Avainsanat: virtakisko, sähkökeskus, Rittal, Wöhner, alumiinikiskosto, kuparikiskosto, asennuspaneeli, lattakuparikisko

Abstract

Author(s):	Samuli Markkanen
Title:	125–3000 A Busbar Systems of Electrical Cabinets
Number of Pages:	34 pages + 1 appendice
Date:	15.03.2023
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Program:	Electrical and Automation Engineering
Specialisation option:	Electrical Building Services
Instructor(s):	Vesa Sippola, Senior lecturer

Busbars are used in electrical cabinets to distribute current in the cabinet between the different components and fields. The purpose of this thesis work was to compare different 125 A to 3000 A busbar systems and to increase awareness of busbar systems in which the components can be assembled directly to the busbar.

The main purpose was to study the various solutions of the manufacturers Rittal and Wöhner, in order to replace traditional methods by examining their different modular busbar systems and by comparing the systems to each other. The thesis observes also other details that have impact on designing busbars such as temperature, short-circuit values, rating a busbar, energy measurement and structure of the cabinet.

At the end of the thesis the traditional and modular busbar systems are compared to each other with help of an example that was manufactured at Y-Keskus Oy during this study. The result of the comparison shows how the size and the assembly time of the electrical cabinet is reduced to half compared to an electrical cabinet with aluminium busbar system and assembly with cables.

Keywords: busbar, electrical cabinet, Rittal, Wöhner, aluminium busbar, copper busbar, installation panel, flat copper bar

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yleistä kiinteistöjen virtakiskojärjestelmistä	2
2.1	Alumiinikiskosto	2
2.2	Taivutettu kuparikiskosto	3
3	Virtakiskot komponenttien asentamiseen	5
3.1	Yleistä	5
3.2	Valmistajaneutraali järjestelmä	5
4	Modulaariset virtakiskojärjestelmät	7
4.1	Yleistä	7
4.2	Rittal	7
4.3	Wöhner	8
4.4	Modulaarisen virtakiskon suunnittelu	9
4.4.1	Suunnitteluohjelmat	9
4.4.2	Virtakiskon mitoittaminen	9
4.4.3	Lämpötilan ja ulkoisten olosuhteiden huomiointi	11
4.4.4	Kiskon ilma- ja pintavälit	13
4.4.5	Oikosulkuarvot	14
4.4.6	Standardit ja ohjeistukset	16
4.5	Keskusrakenne	16
4.5.1	Osastointimuoto	18
4.5.2	Keskuksen sijoitus	19
4.6	Tulevien ja lähtevien kaapeleiden liitäntä	20
4.7	Energianmittaus virtakiskojärjestelmästä	22
4.8	Asennuspaneeli alle 200 A	23
4.9	Lattakiskojärjestelmät alle 800 A	24
4.10	Erikoiskuparikiskojärjestelmät 2500 A	27
4.11	Lattakuparikiskot 3000 A	28
5	Vertailu	30
5.1	Perinteisellä tavalla toteutettu keskus	30
5.2	Modulaarisella virtakiskolla toteutettu keskus	31

6 Yhteenveto	33
--------------	----

Lähteet	34
---------	----

Liitteet

Liite 1. Vertailukeskusten pääkaavio

Lyhenteet ja määritelmät

Etukoje:	Suojalaite, joka rajoittaa virtaa.
Haaroitus:	Kohta, jossa keskuksen virtaa jaetaan eri osiin keskusta.
I_{nA} :	Keskuksen syöttöpiirin mitoitusvirta.
I_{nC} :	Keskuksen eri piirien mitoitusvirta.
I_{pk} :	Oikosulun mitoituskestovirran huippuarvo.
Kenttä:	Keskuksen kahden vierekkäisen pystysuoran linjan välinen rakenneyksikkö.
Kuljetuskatko:	Sähkökeskusten kenttien välinen katkos, joka voidaan liittää työmaalla yhteen.
Layout:	Sähkökeskuksen komponenttien sijoittelukuva.
Maallikko:	Henkilö, joka ei ole ammattihenkilö tai opastettu henkilö.
Opastettu henkilö:	Henkilö, jonka sähköalan ammattilainen on opastanut tekemään turvallisesti hänelle soveltuvan työn.
Sähköalan ammattihenkilö:	Säihköturvallisuuslain mukaan henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus tai ammattitaito arvioimaan riskit ja välttämään sähköstä aiheutuvat vaarat.

1 Johdanto

Sähkökeskusten modulaarisista virtakiskoista löytyy suomen kielellä vielä vain vähän tietoa, joten opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä tietoisuutta uudemasta tavasta toteuttaa virran jakaminen sähkökeskuksissa keskuksen komponenteille. Tavoitteena on kehittää sähkökeskusten tuotantoa ja koko alaa.

Työssä tutkitaan eri kiinteistöjen sähkökeskusten kuparisia 125–3000 A:n virtakiskojärjestelmiä, jotka on tarkoitettu komponenttien asentamiseen suoraan virtakiskoston päälle ilman erillistä johdottamista tai kiskojen taivutusta. Työ antaa lyhyen perehdytyksen virtakiskojärjestelmiin, jotta voidaan vertailla, mitä etuja ja mahdollisesti heikkoja ominaisuuksia modulaarisista virtakiskojärjestelmistä voi löytyä perinteisiin tapoihin verrattuna, ja soveltuuko Keski-Euroopassa kehitetty tuote Suomen alumiinikaapelipainotteisille markkinoille. Työ antaa myös yleiskuvan tuotteen suunnittelusta, eri järjestelmien laajuudesta ja asioista, jotka täytyy huomioida erityisesti silloin, kun sähkökeskus toteutetaan modulaarisella virtakiskolla.

2 Yleistä kiinteistöjen virtakiskojärjestelmistä

Virtakiskojen käyttö vaihtelee paljon keskusvalmistajan ja keskuksen tarpeen mukaan. Jos keskuksessa on vain kaksi kenttää tai virtakestoisuus on alle 400 A, käytetään paljon pelkkää haaroittamista ja virran jakamista pyöröjohdinkaapeleilla lähdöille, sillä kiskoston rakentaminen on työlästä. Kun keskukseseen on tulossa isompia lähtöjä ja kenttäkoko kasvaa suuremmaksi, suositetaan virtakiskoja järjestelmän edullisuuden ja tilansäästämisen vuoksi.

Virtakiskoilla voidaan:

- syöttää keskusta toiselta keskukselta
- lähteä keskukselta muille keskuksille
- tehdä kuljetuskatkoja keskuksen kenttien välille
- käyttää kiskostoa johtojen haaroituksena
- taivuttaa päävirtakiskostosta kiskonpätkä sähkökeskuksen komponentille
- asentaa komponentteja suoraan virtakiskoston päälle.

Tällä hetkellä Suomessa kiinteistön keskusvalmistuksessa suositetaan alumiini- tai kuparilattakiskostoa riippuen keskuksen virtakestoisuuden tarpeesta ja lähtöjen määrästä. Aikaisemmin hyvin yleisessä käytössä ollut kuparinen pyörökisko on jäänyt pois käytöstä.

2.1 Alumiinikiskosto

Keskuksissa, joiden virrankesto eli I_{nA} on 630 A tai alle, käytetään paljon alumiinikiskostoa, jolla jaetaan virtaa keskuksessa. Kiskostoon tuodaan syöttökaapelit etukojeelta ja tämän jälkeen kiskostosta johdotetaan pyöröjohdoilla lähteille komponenteille. Suurena etuna on alumiinikiskoston hinta, joka voi olla neljäsosa kuparikiskoston hinnasta. Kuvassa 1 on esimerkki alumiinikiskostolla toteutetusta kotelokeskuksesta.



Kuva 1. UTU-kotelokeskus AHMA (630 A) ilman kansia [1].

2.2 Taivutettu kuparikiskosto

Isompivirtaisissa keskuksissa, joiden I_{nA} on yli 630 A, käytetään kuparista lattaa pääkiskostossa, josta väännetään tehtävään tarkoitetuilla työkaluilla komponenteille kiskot. Kuvassa 2 on esitetty Rittalin keskus, jossa komponenteille on taivutettu virransyöttö kuparikiskolla.



Kuva 2. Rittal Ri4Power -kennokeskus ja -kiskojärjestelmä [2].

Näissä voidaan käyttää komponenteille liittymiseen myös lamellikuparia, joka on valmiiksi taipuisaa useiden ohuiden kuparisten kerroksiensa ansiosta. Tämä kiskosto mahdollistaa myös liittymiset kaapelilla, mikä toteutetaan yleensä reikien poraamisella kupariin ja kaapelikengän liittämällä niiden kautta pultilla. Osa valmistajista kuten Rittal tarjoaa myös suoraan kiskostoon asennettavia pikaliittimiä kaapeleita varten.

3 Virtakiskot komponenttien asentamiseen

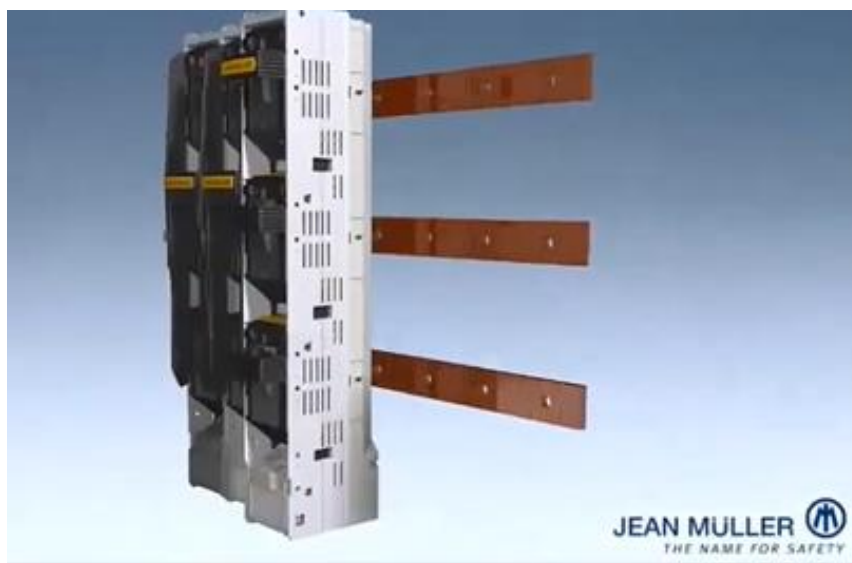
3.1 Yleistä

Suora-asenteisten mallien etuna alumiiniseen kiskostoon ja taivutettuun kuparikiskostoon verrattuna on yksinkertaisuus. Komponentit asennetaan lähtökohtaisesti virtakiskon päälle, ja syöttö tulee suoraan virtakiskoon, jolloin ei tarvita ylimääräistä johdottamista tai kiskojen vääntämistä komponenteille.

Suurimmat edut ovat siis tilansäästö ja pienempi työmäärä. Huonona puolena järjestelmässä on vielä tuotteiden korkeampi hinta ja Suomen verkostossa alumiinikaapeleiden yleisyys. Kun halutaan asentaa virtakiskoon komponentteja, materiaaliksi ei sovellu alumiini epäjalomman metallin syöpymisen vuoksi, vaan kaikkien kiskostojen tulee olla kuparia.

3.2 Valmistajaneutraali järjestelmä

Valmistajaneutraalilla järjestelmällä tarkoitetaan lattakuparikiskostoa, johon voidaan liittää eri valmistajien tuotteita. Kuvassa 3 on esimerkkinä Jean Müllerin lattakuparikiskosto, johon on sijoitettu jonovarokytкимиä.



Kuva 3. Jean Müllerin jonovarokytкимиä lattakuparikiskostossa [3].

Huomioitavaa on, että komponenttien liittimien jako täytyy olla sama jokaisessa tuotteessa. Yleisimmät kiskovälitykset ovat 100 mm ja 185 mm. Järjestelmä on tällä hetkellä yleisin tapa toteuttaa komponenttien liittäminen virtakiskoon sen edullisuuden ja yhteensopivuuden vuoksi verrattuna kahteen muuhun perinteiseen virtakiskojärjestelmään.

Järjestelmässä kuparikisko valitaan kuormitettavuuden perusteella. Komponenttien ja mahdollisten lähtevien kaapeleiden määrä vaikuttaa kiskon pituuteen. Kiskosto liitetään tukieristimillä keskuksen pohjaan ja sen päälle voidaan asentaa jonovarokkeita ruuvikiinnityksellä.

Huonona puolena järjestelmässä on kuparikiskoston työstämiseen kuluva aika, kun porataan reikiä tukieristimien kiinnittämistä varten ja lähtevien tai syöttävien kaapeleiden kaapelikenkien kiinnitykselle. Lisäksi järjestelmään ei ole markkinoilla kuin vähän tuotteita, kuten jonovarokkeita ja kahvasulakealustoja.

4 Modulaariset virtakiskojärjestelmät

4.1 Yleistä

Rittal ja Wöhner tarjoavat Suomen markkinoilla erilaisia modulaarisia virtakiskojärjestelmiä. Molemmat ovat saksalaisia yrityksiä, ja niiden tuotteet ovat samalla idealla luotuja ja osin jopa samoja. Tuotteiden idea perustuu kuparisen virtakiskon päälle asennettaviin komponentteihin. Tuotteilla on tarkoitus tehostaa keskusvalmistusta ja pienentää keskusten kokoa. Suurin ero valmistajaneutraaliin järjestelmään verrattuna on, että kiskojen napojen etäisyyden vuoksi niihin sopivat ainoastaan valmistajan omat komponentit ja että järjestelmään on huomattavasti enemmän komponentteja tarjolla kuin perinteiseen lattakuparikiskoon.

4.2 Rittal

Rittal on maailman johtava kytkentäkaappien valmistaja, ja valmistaja tarjoaa kytkentäkaappeihin myös erilaisia lisävarusteita, joista yksi on virtakiskot. Suomessa Rittal tuo komponenttinsa maahan itse [4].

125–1600 A:n virtakiskojärjestelmiä kutsutaan Rittalilla RiLineiksi, jotka sisältävät viisi eri mallia. Tämän lisäksi on isommille virroille tarkoitettu Ri4Power-kiskosto. Järjestelmät ovat seuraavat:

- RiLine Compact, joka on asennuspaneelimalli 125 A:iin asti
- Mini-PLS, jossa on T-kuparikisko, jonka kuormitettavuus on 250 A:iin asti
- RiLine, joka on lattakuparijärjestelmä, jonka kuormitettavuus on 800 A:iin asti
- RiLine PLS, jossa on erikoiskuparikiskot, jonka kuormitettavuus on 1600 A:iin asti
- Ri4Power Flat-PLS, joka on jo isompi lattakuparikiskostojärjestelmä, ja sillä voidaan yltää aina 6300 A:iin asti. [2].

Ri-Line- ja RiLine PLS -kiskoston tuotteet ovat keskenään yhteensopivia.

4.3 Wöhner

Wöhner on erikoistunut keskusten virtakiskoihin ja kytkentäpaneeleihin. Valikoima on näin ollen hieman laajempi kuin Rittalilla. Wöhner ei itse tuo komponentteja Suomeen, mutta esimerkiksi Murri Oy ja Onninen Oy myyvät Wöhnerin tuotteita. Kiinteistöjen keskuksissa Wöhnerin selkeä etu voi olla valikoimista löytyvillä virran katkaisuun valmistetuilla komponenteilla (pääkytkin ja kytkinvarokkeet), joita Rittal ei tarjoa.

Wöhnerillä on viisi eri mallia, jotka vastaavat Rittalin järjestelmiä, mutta Wöhneriltä löytyy myös yksivaihe-tuotteita, jotka asennetaan niin sanottuun valmistajaneutraaliin järjestelmään. Mallit ovat seuraavat:

- System CrossBoard® on asennuspaneelimalli 160 A:iin asti, ja tästä on tulossa malli aina 200 A:iin asti.
- System 30Compact 3-pole on kolmivaiheinen (L1, L2, L3) lattakuparikiskojärjestelmä, jonka kuormitettavuus on 360 A:iin asti.
- System 30Compact 5-pole on viisinapainen (L1, L2, L3, N, PE) lattakuparikiskosto, jonka kuormitettavuus on 360 A:iin asti.
- System 60Classic on lattakupari- tai erikoiskuparikiskojärjestelmä, ja kuormitettavuus riippuu siitä, kumpaa kiskostoa käytetään. Lattakuparilla päästään 630 A:iin asti ja erikoiskuparikiskostolla aina 2500 A:iin asti, mutta lattakupari on ehdottomasti suositumpi vaihtoehto kustannusten vuoksi.
- System 185Power on lattakuparikiskojärjestelmä aina 2500 A:iin asti. [5.]

Osa System 30Compact- ja Systems 60Classic -mallien tuotteista on keskenään yhteensopivia.

4.4 Modulaarisen virtakiskon suunnittelu

Kun keskuskaaviossa on paljon isoja lähtöjä, voidaan harkita toteutusta virtakiskolla. Järjestelmät sopivat parhaiten yksinkertaisiin kaavioihin. Jos kaaviossa lähtöjä jaetaan etukojeilla eri osiin tai on useita mittauspisteitä virtamuuntajilla, kiskosto ei välttämättä ole enää tehokas vaihtoehto verrattuna perinteiseen kaapelilla johdotettuun keskukseen. Isot alumiinikaapelit voivat tuottaa myös ongelmia, koska tuotteet on suunniteltu ja tarkoitettu pääosin Keski-Euroopan markkinoille, joilla alumiinikaapelit ovat harvinaisempia. Tällöin pitää huomioida, voiko kojeeseen saada vaihtoliittimen tai mahtuuko siihen tulemaan Al/Cu-kaapelikengällä.

4.4.1 Suunnitteluohjelmat

Tuotteiden mallintaminen suunnitelmiin voidaan tehdä joko 2D:nä tai 3D:nä omalla suunnitteluohjelmalla piirtämällä itse symbolit tai tuomalla valmistajien sivuilta valmiit symbolit. Molempien valmistajien tuotteet löytyvät valmiina Eplan-suunnitteluohjelmasta, jolla mallintaminen käy vaivattomasti.

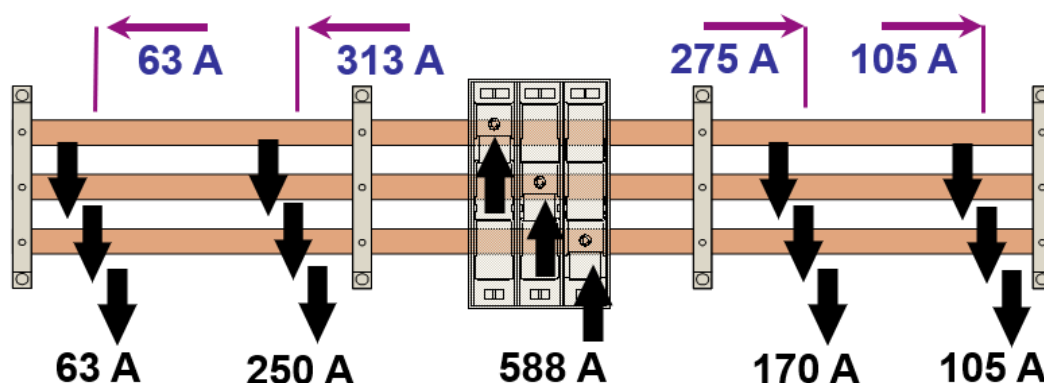
Rittal tarjoaa myös omaa ilmaista Power Engineering -suunnitteluohjelmaa, jolla keskus voidaan suunnitella heidän tuotteillaan. Kun konfigurointi on tehty, saadaan ohjelmasta automaattisesti tulostettua myös jakokeskusstandardin edellyttämät dokumentit, joihin tulostuu automaattisesti Rittalin suorittamien testien raporttinumerot. [6.]

4.4.2 Virtakiskon mitoittamien

Virtakiskon voi mitoittaa keskuksen suureiden I_{nA} tai I_{nC} mukaan. Jos virtakisko toimii keskuksen päävirtakiskona tai syöttöpiirissä, kiskosto on mitoitettava virran I_{nA} mukaan, jolloin kiskosto on yhtä suuri kuin vaadittu nimellisvirta keskukseen. Jos virtakiskoa käytetään haaroituksen tai etukojeen jälkeen, kiskosto voidaan mitoittaa lähtevien kuormien mukaan tasoituskertoimella. SFS-EN 61439-185 (Pienjännitekeskukset) standardin liitteestä E löytyy esimerkkejä mitoittamisesta. [7.]

Kiskoston kuormitusta voidaan jakaa myös tuomalla syöttö virran jakautumisen suhteen katsottuun keskikohtaan, jolloin liitântäadapterin kummallakin puolella on suurin piirtein sama kuorma.

Kuvan 4 esimerkissä on esitetty virran jakautuminen huomioiden lähtevät kuormat Rittal RiLine -kiskostossa.



Kuva 4. Virran jakautumisen esimerkki Rittal RiLine [8, s. 15].

Kuvan esimerkissä kiskoston ei tarvitse kestää täyttä kuormaa, vain ainoastaan liitântäadapterin [8, s. 15]. On myös huomioitava mahdolliset standardin DIN 43 671 (Copper busbars; design for continuous current) määrittämät korjauskeinoimet [9, s. 3].

Kuvan 5 arvot näyttävät jatkuvan virran arvot virtakiskossa suorakulmaisen E-Cu-kiskon tapauksessa vaihtovirralla ja tasa- ja vaihtovirralla paljaalle tai maalatulle kiskolle.

Leveys x paksuus mm	Halkaisija mm ²	Paino ¹⁾	Materiaali ²⁾	Jatkuva virta A			
				Vaihtovirta 60 Hz asti		Tasavirta + vaihtovirta 16 Hz	
				paljas kisko	maalattu kisko	paljas kisko	maalattu kisko
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F30	108	123	108	123
15 x 2	29,5	0,262		128	148	128	148
15 x 3	44,5	0,396		162	187	162	187
20 x 2	39,5	0,351		162	189	162	189
20 x 3	59,5	0,529		204	237	204	237
20 x 5	99,1	0,882		274	319	274	320
20 x 10	199,0	1,770		427	497	428	499
25 x 3	74,5	0,663		245	287	245	287
25 x 5	124,0	1,110		327	384	327	384
30 x 3	89,5	0,796		285	337	286	337
30 x 5	149,0	1,330		379	447	380	448
30 x 10	299,0	2,660		573	676	579	683
40 x 3	119,0	1,060		366	435	367	436
40 x 5	199,0	1,770		482	573	484	576
40 x 10	399,0	3,550		715	850	728	865
50 x 5	249,0	2,220		583	697	588	703
50 x 10	499,0	4,440		852	1020	875	1050
60 x 5	299,0	2,660		688	826	696	836
60 x 10	599,0	5,330		985	1180	1020	1230
80 x 5	399,0	3,550		885	1070	902	1090
80 x 10	799,0	7,110		1240	1500	1310	1590
100 x 10	999,0	8,890		1490	1810	1600	1940

¹⁾ Laskettu tiheydellä 8,9 kg/dm³

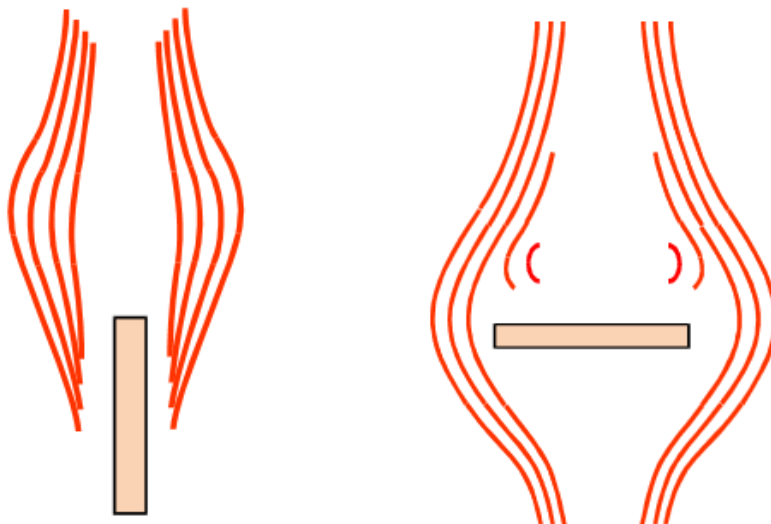
²⁾ Määrittelyperuste jatkuvan virran arvoille (arvot standardista DIN 43 671)

Kuva 5. Virtakiskojen jatkuva virta poikkipinnaltaan suorakulmaiselle E-Cu-kiskolle ilman lämpötilassa 35 °C ja kiskon lämpötilassa 65 °C pysty- tai vaakasuunnassa kiskon leveyden suhteen [8, s. 8].

4.4.3 Lämpötilan ja ulkoisten olosuhteiden huomiointi

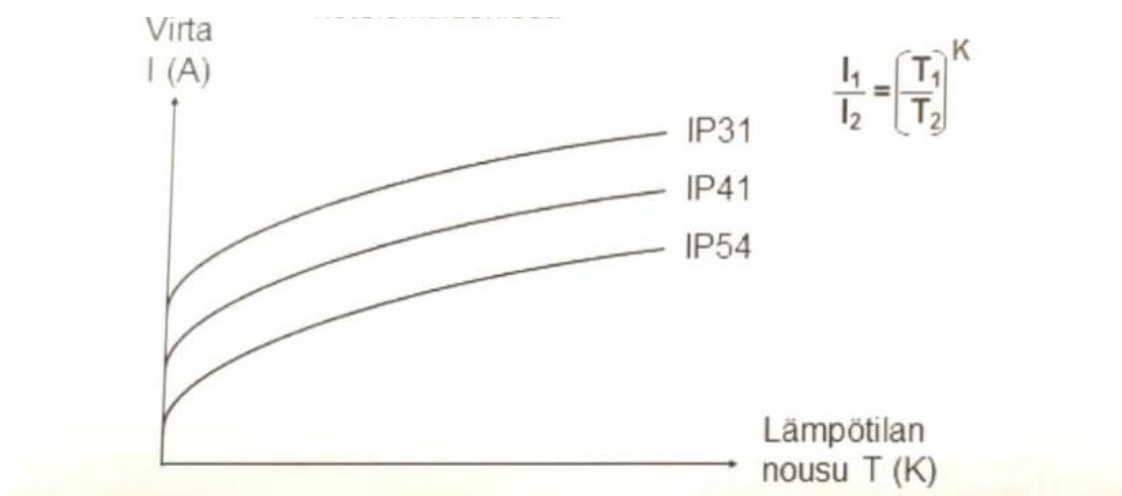
Kiskoston ja liitospintojen kehittämä lämpö täytyy huomioida erityisesti isovirtaisissa keskuksissa ja silloin kun IP-luokka kasvaa. Jos jäähdytys ei ole riittävä keskuksen luonnollisella ilmanvaihtuvuudella esimerkiksi IP-luokan vuoksi, keskukseseen täytyy lisätä koneellinen tuuletus. Keskuksen asentamisessa täytyy myös huomioida tuuletusrätilöiden sijainnit siten, että ne eivät peity. Keskuksen

asennuspaikassa täytyy olla riittävä ilmanvaihto. Myös kuparien asennussuunnalla on merkitys, kuten kuva 6 havainnollistaa.



Kuva 6. Modulaarisissa virtakiskoissa kupari on aina vaakatasossa, mikä parantaa sen jäähtymistä [8, s. 8].

Katujakokaappiin tai kosteisiin olosuhteisiin tulevassa keskuksessa täytyy huomioida mahdollinen kosteus kuparin hapettumisen välttämiseksi. Keskuksen hyvä IP-luokka ja pieni lämmitin kotelossa kosteuden poistoa varten parantavat järjestelmän käyttöikää. Kuvan 7 käyrästä on esitetty kiskojärjestelmän kolmen eri IP-luokan suhde lämpötilan nousuun [K] ja virran kasvuun [A].



Kuva 7. Lämpötilan nousu kiskojärjestelmissä IP-luokituksen mukaan [10, s. 28].

Jos virtakiskoon tai keskukseen muuten on asennettu elektroniikkakomponentteja, täytyy huomioida komponenttivalmistajan ilmoittamat lämpötilarajat. Elektroniikkakomponentit ovat yleensä muita komponentteja huomattavasti herkempiä, joten tarvittaessa keskuksessa täytyy olla oma lämmitys tai jäähdytys kyseisille komponenteille [7, s. 28].

4.4.4 Kiskon ilma- ja pintavälit

Ilma- ja pintavälit määritetään standardin IEC 60664 (Insulation coordination for equipment within low-voltage systems) pohjalta standardin SFS 61439-1 (Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset) mukaisesti [7]. Tämän lisäksi täytyy huomioida valmistajan omat vaatimukset, jotka perustuvat valmistajan tekemiin testeihin. Nämä arvot on esitetty kuvassa 8. Likaantumisaste katsotaan yleensä olevan kiinteistökeskuksilla 2 ja teollisuuskeskuksilla 3. [7, s. 64.]

Välit eri jännitealueella ja likaantumisasteella mm										
Jännitealue V	≤ 50	>50 ≤ 250			>250 ≤ 400			>400 ≤ 690		
Väli	ilma- ja pintavälit	ilmaväli	pintaväli		ilmaväli	pintaväli		ilmaväli	pintaväli	
Likaantumisaste			2	3		2	3		2	3
1 Erinapaisten jännitteisten osien välillä, myös luokan II laitteissa	2	3	3	4	4	4	6,3	6	6,3	10
2 Jännitteisten osien ja jännitteelle alttiiden osien kosketettavien malliosien välillä	2	3	3	4	4	4	6,3 (4)	6	6,3	10 (6,3)
3 Jännitteisten osien ja takaa avoimien asennuspinnan välillä	2	6	6	8	8	8	13	12	13	20
Luokan II keskus ei voi olla takaa avoin										

Kuva 8. SFS-käsikirja 640 taulukko 8.3-T2 Ilma- ja pintavälien suositellut vähimmäisarvot mitoituksen lähtöarvoiksi [7 s. 64].

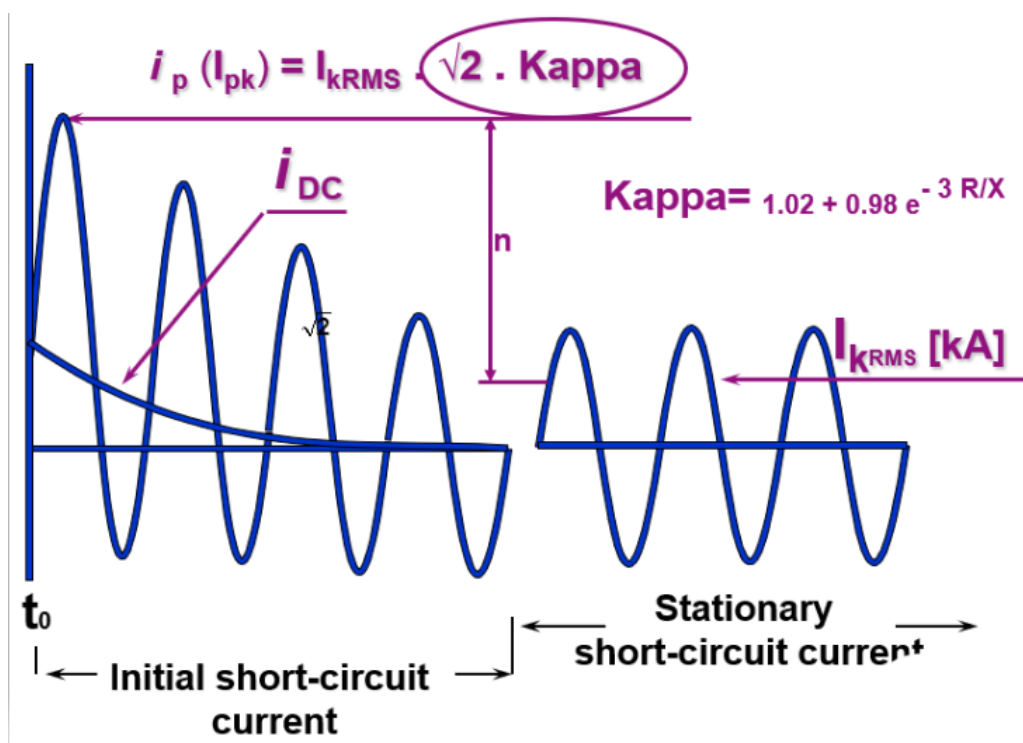
4.4.5 Oikosulkuarvot

Pääkaavion suunnittelijan kansilehdelle laskemat oikosulkuarvot on huomioitava kiskostoa suunnitellessa, ellei ennen kiskostoa käytetä oikosulkuvirtoja rajoittavaa suojalaitetta, esimerkiksi kompaktikatkaisijaa. Valmistajan antaman taulukon mukaan kiskostoon mitoitetaan tukieristimet, jotka estävät kiskoston vääntymistä oikosulkuutilanteessa. Kuvassa 9 on esitetty riittävän (oikea) ja riittämättömän (vasen) tukieristinmäärän tukieristimien vaikutus oikosulkuutilanteessa. Rit-talin RiPanel-suunnitteluohjelma osaa myös mitoittaa automaattisesti kiskonpiti-met oikeaan etäisyyteen suunnitteluvaiheessa. [6.]



Kuva 9. Kuvassa on havainnollistettu, mitä voi tapahtua oikosulkutilanteessa, jos tukieristimiä on liian vähän vaaditun oikosulkuarvon suhteen [8, s. 27].

Kuva 10 esittää oikosulkuvirran muutoksen oikosulun alkupiikistä (Initial short-circuit current) ja huippuarvon jälkeiseksi oikosulkuvirraksi (stationary short-circuit current) sekä dynaamisen oikosulkuvirran I_{pk} .



Kuva 10. Virtaan I_{pk} eli dynaamiseen oikosulkuvirtaan pitää kiinnittää erityisesti huomiota tukieristimien asennustiheydessä [8, s. 24].

4.4.6 Standardit ja ohjeistukset

Suunnittelua ja ohjeistusta ohjaa pitkälti SFS-käsikirja 640 Sähkökeskukset, joka sisältää keskeiset pienjännitekeskusten rakennetta ja testausta koskevat SFS EN 61439 -sarjan standardit ja soveltamisohjeet niiden käytöstä [7]. Tämän lisäksi täytyy huomioida tuotevalmistajan omat vaatimukset ja tuotteille annetut tekniset arvot.

4.5 Keskusrakenne

Keskusrakenteita on useita erilaisia, ja keskustoimittaja valitsee niistä sopivimman kohteeseen. Pääkaavion etulehdellä on saatettu kohteen suunnittelijan toimesta merkitä jo runko valmiiksi, mutta keskuksen naamakuvan suunnittelijan on aina tarkastettava keskusrakenne. Isoimmat tekijät, jotka vaikuttavat rungon valintaan, ovat keskuksen nimellisvirta, IP-luokka, asennuspaikka ja

keskukseen tulevien komponenttien koko. Kiinteistön isommat keskukset, joissa on virtakiskoja, jaetaan perinteisillä tavoilla toteutettuina seuraavaan kolmeen rakenteeseen.

Kehikko

Yleensä IP30-rakennetyyppi, jossa johdonsuojat ja DIN-aukosta ulostulevat komponentit ovat suoraan käytettävissä ilman kansien avaamista. Suositetaan, kun keskuksen I_{nA} on 630 A tai alle ja keskus asennetaan kuivaan keskuskomeeroon tai sähkökeskustilaan.

Kotelo

Yleensä IP44-rakennetyyppi, jossa kojeet ovat kansien alla käytettävissä. Suositetaan, kun keskuksen I_{nA} on 630 A tai alle ja keskus asennetaan kosteaan tilaan tai katujakokaappiin.

Kenno

IP-luokka vaihtelee valmistajan ja tarpeen mukaan. Suositetaan nousu ja pääkeskuksina, kun keskuksen I_{nA} on yli 630 A. Kennokeskuksen rakenne riippuu valmistajasta ja tarpeesta, mutta yleisesti muistuttaa huomattavasti kotelokeskusta syvemmällä rungolla, johon voidaan asentaa isompia komponentteja tai ulosvedettäviä katkaisijoita.

Modulaarinen virtakisko perinteisissä rakennetyypeissä

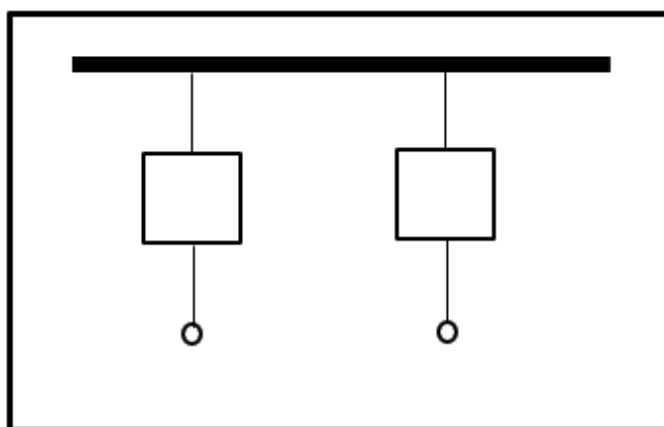
Rittalin tai Wöhnerin kiskostot eivät sovi suoraan perinteisiin kolmeen rakenteeseen. Kehikkokeskuksissa syvyys on helposti ongelma. Suurin osa valmistajista tarjoaa pelkästään 100–200 mm syviä malleja, joten ainoastaan paneelimalli voi mahtua kannen alle. Kotelo- ja kennokeskuksissa on käytettävissä enemmän syvyyttä, mutta kenttien kapeus rajoittaa hyvin paljon kiskoston käyttöä.

Kaappikeskus

Kaappikeskuksia ei moni kiinteistön pääkaavion etulehti vielä tunne, mutta automatiikka- ja ohjauskeskuksissa ne ovat yleisesti käytössä. Tiiviysvaatimus on yleensä poikkeuksetta IP44-luokasta ylöspäin. Rakennevaihtoehtoja on useita. Keskus voidaan toteuttaa osastointimuodon 1 tyyliä eli yksi kojelila asennuslevylle asennettuna tai ilman asennuslevyä. Rakenne on mahdollista myös toteuttaa muillakin osastointimuodoilla, mutta vaihtoehtoiset tavat heikentävät modulaarisen virtakiskoston tehokkuutta.

4.5.1 Osastointimuoto

Modulaarisesta virtakiskojärjestelmässä käytetään yleisesti osastointimuotoa 1, joka tarkoittaa ei-sisäistä osastointia. Osastointimuoto 1 on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Osastointimuoto 1 IEC 1712/11 [7, s. 171].

On mahdollista myös lisätä eri kenttiä keskukseen tai tehdä osastointia sormisuojamuovilla esimerkiksi johdonsuojia varten. Osastointimuoto rajaa huomattavasti laitteiston käsittelytapaa. Lähtökohtaisesti maallikot eivät voi tehdä toimenpiteitä näissä keskuksissa, mutta opastettu ja sähköalan ammattihenkilö voi kuitenkin niitä suorittaa, jos suojaus ja laitteet ovat sen mukaisia. Tämä ei sinänsä tuota ongelmia, koska maallikot eivät muutenkaan saisi esimerkiksi vaihtaa kahvasulakkeita, ja johdonsuojia varten voidaan tehdä oma kotelotila.

4.5.2 Keskuksen sijoitus

Kaappikeskukset ja osastointimuoto 1 ovat myös eduksi, kun keskukset sijoitetaan julkiseen tilaan. Julkiseen tilaan sijoitettaessa pitää huomioida, että muut tilassa olevat eivät pääse vahingossa tai tarkoituksella käyttämään keskuksen kojeita [7, s. 194]. Kehikkokeskuksissa tämä korostuu erityisesti, kun suuri osa komponenteista tulee DIN-aukosta läpi. Tähän ratkaisuna on ovisovitteen lisääminen, mikä taas nostaa kustannuksia.

Kotelokeskuksissa komponentit ovat valmiiksi kansien alla ja yleensä kansista tulevat läpi vain vääntimet, mutta julkisessa tilassa vääntimet on hyvä jättää myös kannen alle esimerkiksi ilkivallan estämiseksi. Kotelokeskuksissa kansissa on kolmioavaimella avattavat salvat silloin kun kannen alla sijaitsee komponentteja, joihin eivät saa päästä käsiksi kuin käyttöä tai huoltoa tekevät henkilöt. Kansiin voi myös lisätä lukot, mutta toteutus ei ole yleensä kustannustehokasta, kun kansia on huomattava määrä. Silloin suositaankin yleensä suoja-kaappia, joka asennetaan keskuksen päälle. Tällainen on toteutettu kuvan 12 keskukselle. Suojakaappi nostaa keskuksen hintaa huomattavasti.



Kuva 12. Kotelokeskus pysäköintihallissa, keskuksen päälle on asennettu suo-
jakaappi.

Kun julkiseen tilaan valitaan kaappikeskus, huomioitavien asioiden määrä vähe-
nee merkittävästi. Pääkytkintyyppi täytyy sijoittaa kannen alle, ja jos vakiona on
kaksoislehtiavain, pitää se vaihtaa tilaajan vaatimaan lukitusvaihtoehtoon.

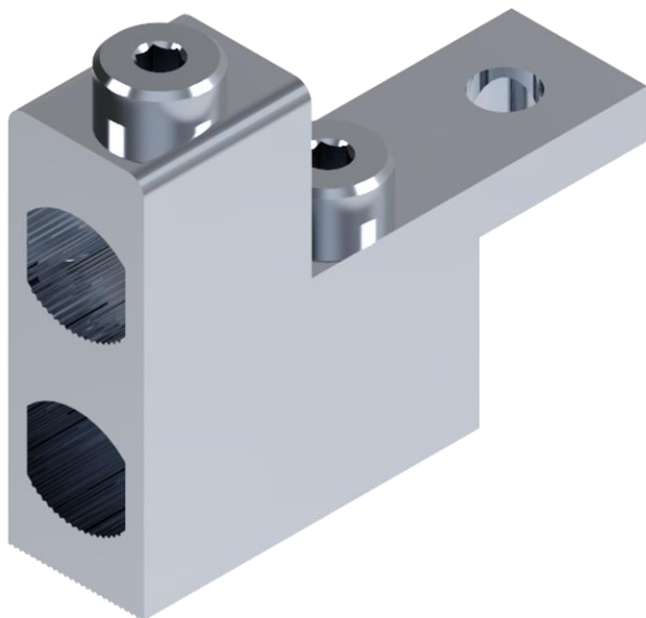
4.6 Tulevien ja lähtevien kaapeleiden liitäntä

Virtakiskon komponentteihin voidaan tulla suoraan kuparikaapelilla tai alumii-
nikaapelilla, jos kaapelikoko sen sallii. Komponenteilta voidaan myös johdottaa
syöttö- tai lähtöliittimille, jos tuleva kaapeli on liian suuri, siihen ei saada sopivaa
vaihtoliitintä alumiinille tai lähtökaapelia ei jostain syystä saada tuotua juuri
komponentin kohdalle.

Alumiinikaapeli tarvitsee usein vaihtoliittimet tai sopivan kaapelikengän, ellei komponentin lähtevän puolen napoja ole pinnoitettu. Suunnitteluvaiheessa täytyy tarkistaa näiden yhteensopivuus Wöhnerin ja Rittalin tuotteisiin. Kyseiset valmistajat tarjoavat joihinkin tuotteisiin myös vaihtoliittimiä, mutta valikoima on vielä suppea. Parempi vaihtoehto yleensä on valita pulttikiinnitys ja kiinnittää siihen kaapelikengä.

Keskuksen rakenteessa ja kaapeleiden kytkennässä täytyy huomioida, etteivät kaapelit aiheuta vääntöä komponentteihin. Tätä voidaan ehkäistä kaapeleiden kiinnittämisellä vielä keskuskotelon sisäpuolella.

Kahden kaapelin liittäminen samaan lähtöön onnistuu kaksireikäisellä vaihtoliittimellä, kuten kuvan 13 esimerkkiliitin, tai kahdella puristettavalla kaapelikengällä. Kaapelikengillä toteutettuna täytyy huolehtia erityisesti kenkien pintojen välisen liitospinnan ehjyydestä ja puhtaudesta huonon liitoksen estämiseksi ja mahdollisten kuumentumisten välttämiseksi. [7, s. 52.]



Kuva 13. Katkon KKL2X150VM vaihtoliitin, joka on tarkoitettu kahdelle kaapelille [10].

4.7 Energianmittaus virtakiskojärjestelmästä

Energialaitokset määrittelevät aina omat ohjeensa ja vaatimuksensa energianmittaukselle. Suoraa ohjeistusta modulaariselle virtakiskolle ei ole, joten usein keskusvalmistaja joutuu soveltamaan tässä kohtaa. Varminta on kuitenkin kysyä kohteen jakeluverkon ylläpitäjältä kirjalliset ohjeet. Kiinteistön omat mittaukset voidaan toteuttaa vielä tehokkaasti, mutta energialaitoksen vaatimat sine-töinnit mitätöivät osastointi 1 -luokan virtakiskojärjestelmän etuja.

Suoramittaus

Suoramittaus voidaan toteuttaa johdottamalla suojalaitteelta suoraan kiinteistön omalle mittarille tai energialaitoksen M2-mittarialustaan ja siitä lähtöliittimille. Kiinteistön omat mittarit voidaan asentaa keskuksen kanteen tai DIN-kiinnityksellä riippuen mittarin mallista. DIN-kiinnityksellä asennetut mittarit vaativat yleensä oman tilan, josta myös maallikko voi lukea niitä turvallisesti. Energialaitoksen mittauksessa taas täytyy huomioida sinetöinti. Tästä seuraa suuria haasteita, kun tuotteita ei ole tarkoitettu sinetöitäväksi, ja koko keskuksen oven sinetöinti estäisi kaikki käyttötoimenpiteet keskuksessa, jos komponentteihin ei ole asennettu kalliita lisävääntimiä.

Epäsuora mittaus

Epäsuorassa mittauksessa, mikä tarkoittaa energialaitoksella yli 63 A:n mitausta, ja kiinteistön omien mittarien virtakestoisuudesta riippuen täytyy käyttää virtamuuntajia. Valmistajat tarjoavat omia virtamuuntajia, jotka voidaan asentaa suoraan heidän komponentteihinsa, mutta näiden virtamuuntajien tarkkuusluokka ei riitä energialaitokselle. Kiinteistön omiin mittauksiin yleisesti tarkkuusluokka on riittävä. Energialaitoksen mittaukseen pitää siis kiinnittää yleensä virtamuuntajat pohjalevyyn kiinni ja varmistaa, etteivät lähtevät kaapelit aiheuta vääntöä mittareihin. Itse mittarit voidaan asentaa erilliseen mittauskoteloon, johon johdotetaan käyttöjännite ja virtamuuntajien ensiö- ja toisiopuoli energialaitoksen ohjeiden mukaisesti.

Virtakiskopaneeleita on eri pituisia eikä niitä voi lyhentää. Paneeli asennetaan DIN-kiskoon. Paneeli on IP20-suojattu, joten sitä ei tarvitse erikseen suojata keskuksen sisäpuolella. Paneeliin voidaan liittää eri komponentteja suoraan, kuten NH-varoke-erottimia, elektronisia komponentteja ja laiteadaptoreita, joilla saadaan virtakiskosta virtaa esimerkiksi johdonsuojille. Liitäntäadaptoreilla saadaan syötetty kiskostoa tai otettua kiskostosta virtaa pyöröjohtimilla. Samoilla adaptoreilla voidaan myös yhdistää pohjia yhteen.

Järjestelmää suositetaan enemmän laitekaapeissa pienen virrankestoisuuden vuoksi ja valmiiksi riittävän hyvän IP-luokituksen vuoksi. Järjestelmää voidaan käyttää esimerkiksi kokoluokan I_{nA} 250 A:n keskuksissa, mutta silloin on huomioitava eri laitteiden todelliset kuormitukset ja tuotava kiskostoon useampi syöttökaapeli kuorman jakamiseksi kiskostossa.

4.9 Lattakiskojärjestelmät alle 800 A

Alle 800 A:n lattakiskojärjestelmissä kiskoston virrankestävyyteen vaikuttaa olennaisesti kuparikiskon paksuus sekä ympäristön lämpötila. Valmistajien sivujen avulla selviää, kuinka paljon virtaa mikäkin kisko kestää tyypillisissä lämpötiloissa. Korjauskertoimia käyttämällä voidaan peruslämpötila-arvoista poiketa. Kiskon valinnassa virran kestävyys jälkeen täytyy huomioida laitteiden yhteensopivuus kiskon paksuuden ja leveyden suhteen.

Kun sopiva kisko on löytynyt, määritetään kiskonkannakkeet kiskon tyyppin mukaan. Kannakkeille tehdään kierteet asennuslevyyn, minkä jälkeen kannakkeet kiinnitetään alustaan. Kiskon kannakkeiden välityksessä täytyy huomioida valmistajan antamat ohjeistukset, jotta väli ei kasva liian suureksi, jolloin kisko voi mahdollisesti taipua ja valokaari saattaisi lyödä keskuksen runkoon.

Rittalin ohjeistuksen mukaan kiskoston alle täytyy lisätä kaukalopohja ylläpitämään oikosulun arvoa, mutta Wöhner ei edellytä tätä Euroopan markkinoilla. Kaukalo lisää hieman kustannuksia, mutta helpottaa samalla kiskonkannakkeiden mitoittamista asennusalustaan.

Kuparikisko sahataan kannakkeiden mukaan oikeaan mittaan, ja jos kiskolla tehdään kaappien välinen kuljetuskatko, täytyy tämä huomioida pituuden määrittämisessä. Kuljetuskatkoa varten täytyy myös olla sitä varten tehty yhteenliittämiskappaleet, jotka kiinnitetään työmaalla haalauksen jälkeen. Tukieristimien kannet kiinnitetään kiskon päälle, ja kisko puristuu niiden väliin, kun ruuvit on kiivistetty oikeaan momenttiin. Päätykannakkeiden sivuille asennetaan peitelevyt jännitteellisten osien peittämiseksi.

Kalustamisvaiheessa kiskostoon tuodaan syöttö liitäntäadapterilla. Samalla adapterilla voidaan myös lähteä kiskostosta. Adapterin voi valita pyöröjohtimelle, kaapelikengille ja lamellikiskolle.

Kalusteina tähän järjestelmään voidaan laittaa tulppasulakkeita, kahva-alustoja, adaptereja DIN-kiskolla, elektronisia komponentteja, jonovarokkeita, kytkinvarokkeita, pääkytkimiä ja asennusalustoja kompaktikatkaisimelle. Rittal ei tarjoa RiLine-järjestelmään kytkimiä, joten pääkytkimen tilalla voidaan käyttää kompaktikatkaisijaa. Kompaktikatkaisijaa voidaan käyttää myös hätäseis-piirissä aukiohjauksella kontaktorin tilalla esimerkiksi autonlatausjärjestelmissä.

Komponenttien valinnassa on hyvä huomioida syöttö- ja lähtösuunnat. Osan komponenteista saa asennettua myös molemmin päin. Komponenttien lisäämisen jälkeen laitetaan kosketussuoja kiskoston päälle, jos kiskostoa on jäänyt käyttämättä.

Kuvassa 15 on Wöhnerin System 60Classic -järjestelmällä toteutettu sähkökeskus, jonka pääkaavio löytyy liitteestä 1.



Kuva 15. Wöhnerin System 60Classic -järjestelmällä Y-keskus Oy:ssä toteutettu sähkökeskus.

4.10 Erikoiskuparikiskojärjestelmät 2500 A

2500 A:n erikoiskuparikiskojärjestelmän kiskon muoto vaihtelee valmistajan ja poikkipinnan mukaan, mutta lattakuparia vastaavalla poikkipinnalla tarjoaa tämä kiskosto enemmän kuormitettavuutta suuremman ulkoisen pinta-alansa ansiosta, sillä se parantaa kiskon jäähtymistä. Nämä järjestelmät ovat harvinaisempia kiskoston hinnan vuoksi, ja monesti siirrytään suoraan isompaan kiskostojärjestelmään, jos asennustila sen sallii.



Kuva 16. Rittal RiLine-PLS -virtakiskon räjäytyskuva [4].

Kuten kuvassa 16 on nähtävissä, jäävät tukieristimet tässä kiskotyypissä kiskon alle, joten ne eivät vie tilaa kiskon kalusteilta. Järjestelmään käyvät pääsääntöisesti samat komponentit kuin alle 800 A:n kiskostoon, mutta suojukset ja kiskonpitimet ovat erilaiset. Kiskoston rakennus tapahtuu samalla tavalla kuin 800 A:n kiskoston.

4.11 Lattakuparikiskostot 3000 A

3000 A:n lattakuparikiskosto ja sen tuotteet ovat jo huomattavasti suurempia mitoiltaan kuin pienemmissä järjestelmissä. Suoraan liitettäviä komponentteja on myös huomattavasti vähemmän. Kiskostoon saadaan liitettyä kyllä adapteri, johon voidaan liittää asennuspaneeliin tarkoitettuja komponentteja, mutta silloin täytyy huomioida oikosulkukestävyydet, kun virrat kasvavat suuriksi. Tässä mallissa suurena etuna Suomen markkinoilla on isompien komponenttien isommat lähtönavat, joihin voi saada helpommin liitettyä alumiinikaapelille sopivat lähtöliittimet tai kiinnitettyä kengän.

Kiskon ja kiskonpitimien valinnan jälkeen kiskosto kiinnitetään asennuslevyyn tai Rittalin kaapeissa oleviin kiskostotelineisiin (kuva 17). Sekä Rittalin että Wöhnerin malleissa pitimien kiinnittämisen jälkeen asennetaan kiskoston pohjalevy. Pohjalevyn jälkeen kiinnitetään ylä- ja alasuojat ja tämän jälkeen kuparikiskot. Kiskojen päälle päästään asentamaan sormisuoja.



Kuva 17. Rittal RiPower -virtakiskon räjäytyskuva [4].

Sormisuojassa olevien reikien läpi tuodaan yläkautta kontaktiliittimet, joiden avulla komponentit kiristetään kiskostoon kiinni kuusiokoloavaimella. Myös liitäntäadapterit sijoitetaan vasta kun sormisuojat ovat paikallaan. Komponenttien valinnassa on tärkeää miettiä, tulevatko ja lähtevätkö kaapelit ylä- vai alakautta.

Kuvassa 18 on Rittal Ri4Powerilla toteutettu nousukeskus, joka kehitettiin Y-Keskus Oy:ssä.



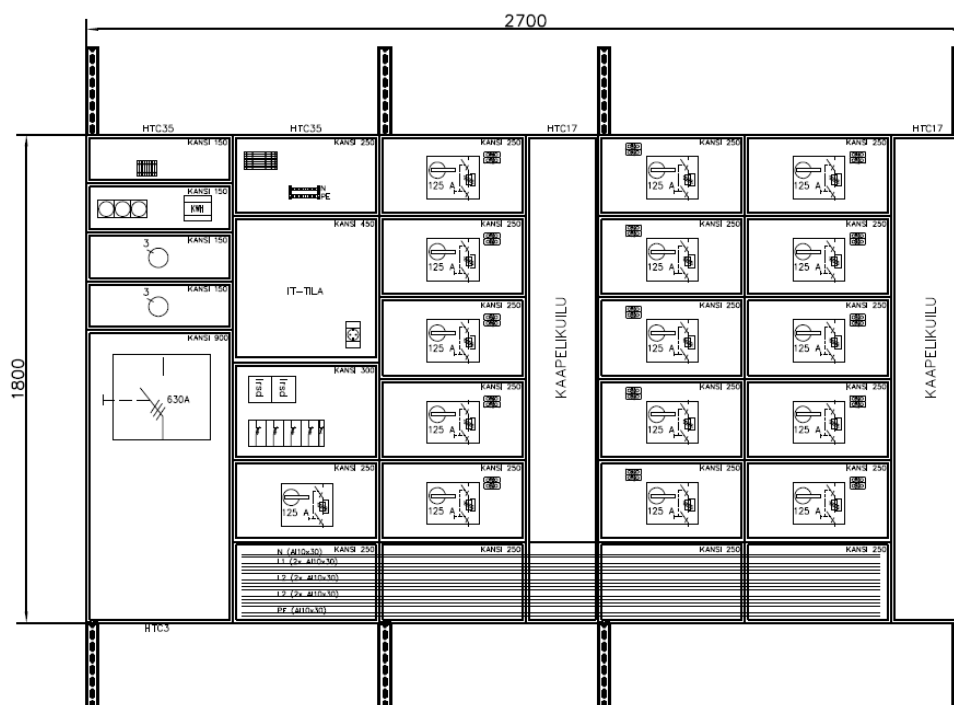
Kuva 18. Y-keskus Oy:ssä toteutettu Ri4Power 185 mm -kiskojärjestelmä.

5 Vertailu

Lopuksi verrataan kiinteistön latauskeskuksen toteuttamista kahdella eri virtakiskolla. Keskukseen I_{nA} on 630 A ja vaadittu IP-luokka on IP44. Syöttökaapeli on 2 x (AMCMK 4x300+88), latauslähtöjä on 15 kpl, ja ne ovat kooltaan 3x80/125 A, ja lähtökaapeli on MMJ 5x16S. Lisäksi keskuksessa on muutamia johdon-suojalähtöjä ja tilavarauksia kuormanhallinnalle: näille on suunniteltu yksi 3x80/125 A -varoke etukojeeksi. Keskukseen päävirtaa mitataan virtamuuntajilla kuormanhallinnan vuoksi. Keskukseen pääkaavio löytyy liitteestä 1 muokattuna kopiona asiakkaan suojaamiseksi.

5.1 Perinteisellä tavalla toteutettu keskus

Perinteisessä tavassa suunnitelma on toteutettu kotelokeskukseen alumiinikiskostolla. Keskus rakentuu seitsemästä kentästä, ja komponentit ovat omien kansiensä alla (kuva 19). Tässä toteutuu osastointimuoto 4a kytkinvarokkeilla ja johdonsuojilla 4b. Arvioitu työaika keskukselle on 40 tuntia.

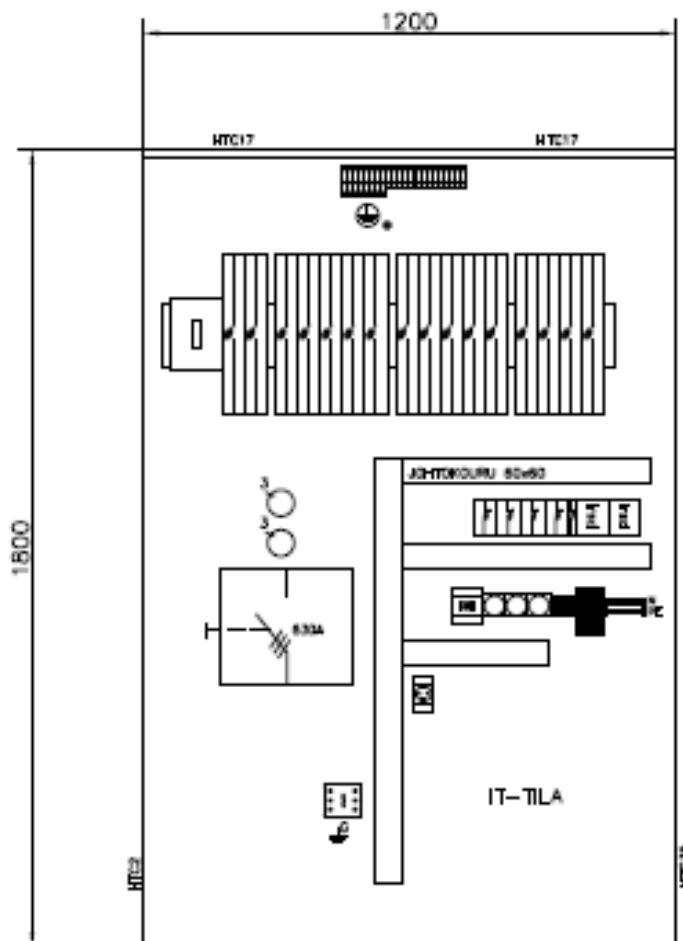


Kuva 19. Perinteisellä tavalla toteutetun kotelokeskuksen layout.

Keskuksen pituuden vuoksi sen haalaaminen kohteeseen voi olla haastavaa, joten todennäköisesti jouduttaisiin vielä suunnittelemaan yksi tai useampi kuljetuskatko. Keskus ottaa huomattavan ison tilan, joten tilanpuute voi tulla nopeasti vastaan varsinkin saneerauskohteissa, joissa ei ole purettavaa keskusta, vaan keskukselle joutuu etsimään täysin uuden paikan. Jos keskus sijoitetaan yleiseen tilaan esimerkiksi pysäköintihalliin, tilaaja voi vaatia vielä keskuksen päälle asennettavan suojakaapin, joka estää asiattomilta pääsyn keskukseseen. Etuna on johdonsuojien sijainti oman kannen alla, jolloin myös maallikko voi käyttää niitä ja samoin lukea energiamittarin lukeman.

5.2 Modulaarisella virtakiskolla toteutettu keskus

Modulaarisella virtakiskolla toteutettu keskus on suunniteltu toteutettavan Rittalin VX SE -kaappijärjestelmän SE5824.600-kaappikeskuksena. Keskuksen layout on esitetty kuvassa 20. Keskuksessa on pariovet ja kalustus tapahtuu koko kaapin kattavalle asennusalustalle. Tässä toteutuu osastointimuoto 1. Keskus valmistettiin käytännössä asiakkaalle noin 18 työtunnin aikana Y-keskus Oy:ssä.



Kuva 20. Modulaarisella virtakiskolla toteutettu keskus. Valmis keskus on esitetty luvun 4.9 kuvassa 15.

Keskus on noin puolet pienempi verrattuna kotelokeskukseen, mikä helpottaa keskuksen haalaamista kohteeseen ja tarvittavan tilan löytämistä keskukselle. Jos keskus tulee julkiseen tilaan, voi pääkytkimen jättää keskuksen oven alle, jolloin ulkopuoliset henkilöt, joilla ei ole keskuksen avainta, eivät pääse tekemään mitään toimenpiteitä keskuksessa. Keskuksen huono puoli on, että maallikot eivät voi avata keskuksen ovia. Jos huomioidaan keskuksen käyttötarkoitus, voidaan olettaa, että keskuksen huolto- ja käyttötoimenpiteistä eivät vastaa maallikot. Energiamittarit voidaan asentaa myös keskuksen oveen, jolloin niiden paikalta lukeminen onnistuu myös maallikoilta.

6 Yhteenveto

Jokaisella virtakiskojärjestelmällä on hyvät ja huonot puolensa. Sähkökeskuk-
sen suunnittelijan täytyy miettiä, mikä palvelee parhaiten missäkin tarkoituk-
sessa. Pääkaavio määrittää pitkälti, miten keskus voidaan rakentaa ja mitä vir-
takiskoa mahdollisesti voidaan käyttää, mutta välillä työselostus voi vaatia tie-
tynlaista rakennetta. Esimerkiksi saatetaan edellyttää kaikille komponenteille
omia kansia tai kytkimien kahvojen sijaitsemista kannessa.

Sähköteknisesti ei ole merkittävää, onko jokainen komponentti omassa tilas-
saan vai yhdessä kiskostossa. Haasteeksi tulee usein uuden tavan tuominen
tietoisuuteen sekä sähkösuunnittelijoiden ja asiakkaiden tietämättömyys modu-
laarisesta virtakiskojärjestelmästä. Tämä vaatii vielä tietoisuuden levittämistä uu-
sista virtakeskusjärjestelmästä kiinteistöjen tekniseen hallintaan ja sähkösuun-
nittelijoille.

Opinnäytetyö on ensimmäinen kattava suomenkielinen selostus sähkökeskus-
ten modulaarisista virtakiskojärjestelmästä. Sitä voivat hyödyntää sähkökeskus-
valmistajat, jotka voivat jakaa tietoa uusista toteutusmahdollisuuksista säh-
kösuunnittelijoille.

Lähteet

- 1 UTU Kotelokeskus AHMA (630A) IP44/54. Verkkoaineisto. UTU-konserni. <<https://www.utugroup.com/fi/tuotekategoria/sahkokeskukset/kiinteistokeskukset/kotelokeskus-ahma-630a-ip44-54/>>. Luettu 24.1.2023.
- 2 Rittal Oy virranjakelu 2. Verkkoaineisto. Rittal – The System. <<https://www.rittal.com/fi-fi/products/PG0229STV1>>. Luettu 24.1.2023.
- 3 Klinkmann seminaari. Verkkoaineisto. Klinkmann. <https://www.klinkmann.fi/jean-muller-jonovarokeytkimet/?gclid=EAlalQob-ChMI4NXtxpGS_QIVfY9oCR2TDQzmEAAYASAAEgLyO_D_BwE>. Luettu 24.1.2023.
- 4 Rittal Oy. Verkkoaineisto. Rittal – The System. <<https://www.rittal.com/fi-fi/Yritys>>. Luettu 19.2.2023.
- 5 Wöhner products 2023. Verkkoaineisto. Wöhner. <https://pim.woehner.de/EN/INT/product_range>. Luettu 26.1.2023.
- 6 Broman, Ella 2023, Product Manager, Rittal Oy, Vantaa. Haastattelu 16.2.2023.
- 7 SFS 640-käsikirja Sähkökeskukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 8 Hecker, D. 2014, MTS, Rittal. A4.05 Rated currents and short-circuit strength of busbar systems. Yrityksen sisäinen dokumentti.
- 9 Tekniset yksityiskohdat. Virranjakelu. Rittal Oy. 04.2014. Yrityksen tekninen esite.
- 10 Katko tuotelistaus. Verkkoaineisto. Katko. <<https://www.katko.com/fi/tuotteet/liittimet-fi/kojeliittimet>>. Luettu 7.2.2022.

Liite 1: Vertailukeskusten pääkaavio

Verrattavien sähkökeskusten pääkaavio

