

KENNOKESKUKSEN SUUNNITTELU CADMATICILLA

Antte Savolainen
Opinnäytetyö
Kevät 2025
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähkötekniikka

Tekijä: Antte Savolainen

Opinnäytetyön otsikko: Kennokeskuksen suunnittelu Cadmaticilla

Työn ohjaajat: Tomas Karvonen, Insta Automation ja Marko Kukkola, OAMK

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2025

Sivumäärä: 29 + 3 liitettä

Työ tehtiin Insta Automation Oy:lle. Tavoitteena oli nopeuttaa sähkökeskusten suunnittelua ja tarjouslaskentaa. Lisäksi tavoitteena oli kerätä tietoa Schneider Electricin PanelSeT SFN -sarjasta. Työ toteutettiin etsimällä tietoa sähköalan standardeista, opinnäytetöistä ja Schneider Electricin tuoteluetteloista sekä esitteistä.

Työssä esitellään lyhyesti kennokeskuksen muoto ja osastointimuodot. Lisäksi käydään yleisesti läpi PanelSeT SFN -sarja. Työssä valitaan keskukseen kotelot, ilmakatkaisija, johdonsuojakatkaisijoita, virtakiskoja, valokaarisuoja ja maadoituskiskot. Valitut tuotteet laitetaan Cadmatic-ohjelmaan ja niistä tehdään tuotemalleja. Tuotemallit jaetaan kotelo-, pääkytkin- ja johdonsuojakatkaisijamoduuliin, joita voidaan käyttää modulaarisessa generoinnissa.

Työllä saadaan nopeutettua suunnittelua ainakin vähän, mutta todellinen hyöty saadaan tietää vasta myöhemmin, kun tehtyjä moduuleja käytetään suunnittelussa. Kehityskohteena on uusien moduulien tekeminen.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in Electrical and Automation Engineering
Option of Electrical Engineering

Author: Antte Savolainen

Title of thesis: Designing compartmentalized electrical panel with Cadmatic

Supervisors: Tomas Karvonen, Insta Automation ja Marko Kukkola, OAMK

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2025

Number of pages: 29 + 3 appendices

The thesis was done for Insta Automation Ltd. The goal was to speed up the design and bid calculation process of electrical panels. In addition, the goal was to collect information about Schneider Electric's PanelSeT SFN series. The work was carried out by searching for information from electrical industry standards, theses and Schneider Electric product catalogs and brochures.

The thesis briefly goes through compartmentalized electrical panels. In addition, the PanelSeT SFN series is reviewed. In the work, enclosures, air circuit breaker, circuit breakers, busbars, arc protection and grounding bars are selected for the panel. The selected products are put into the Cadmatic program. The products are divided into enclosure, main switch and circuit breaker modules, which can be used in modular generation.

The work will accelerate design at least a little, but the real benefit will only be known later, when the modules made are used in design. The development target is the creation of new modules.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO.....	5
2 INSTA-KONSERNI	6
3 KENNOKESKUS	7
3.1 Koteloiden muodot	7
3.2 Osastointimuodot	8
3.3 Schneider Electric PanelSeT SFN.....	10
3.3.1 Virrankestoisuus.....	11
3.3.2 Kotelon tilausvaihtoehdot	14
3.3.3 Osat.....	14
4 SUUNNITELLUN KESKUKSEN KOTELO JA VARUSTELU	16
4.1.1 Kotelo	16
4.1.2 Katkaisija	18
4.1.3 Johdonsuojakatkaisijat	19
4.1.4 Virtakiskot.....	20
4.1.5 Valokaarisuojaus	21
4.1.6 PE-kiskot	21
5 SUUNNITTELU CADMATICILLA	23
5.1 Tuotemallit.....	23
5.2 Modulaarinen generointi.....	23
5.3 Valmiit moduulit	25
6 POHDINTA	26
LÄHTEET	27
LIITTEET	30

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Insta Automation Oy:lle, joka on osa Insta Group Oy:tä. Aiheena on kennokeskuksen suunnittelu Cadmaticilla käyttäen erityisesti Schneider Electricin tuotteita ja PanelSeT SFN -sarjaa.

Työssä tutustutaan kennokeskuksiin ja niiden osastointimuotoihin. Lisäksi etsitään tietoa erityisesti PanelSeT SFN -sarjasta, sen osista ja siihen liittyvistä suunnittumahdollisuuksista. Tämän jälkeen suunnitellaan keskus kyseisellä sarjalla Cadmatic Electrical -ohjelmalla ja keskuksen laitetaan ilmakatkaisija, johdon-suojakatkaisijoita, virtakiskosto, virtamittaus, valokaarisuojaus ja PE-kiskot. Keskuksen kennoista tehdään moduulit, jotka on mahdollista generoida tyhjiin keskuksen.

Opinnäytetyön tavoitteena on saada nopeutettua sähkö- ja automaatiokeskusten suunnittelua ja tarjouslaskentaa. Lisäksi aikomuksena on saada suunnittelijalle lisää tietoa PanelSeT SFN -sarjasta. Suunnittelu nopeutuu, kun tuotteista on tehty Cadmaticiin valmiit tuotemallit. Lisäksi suunnittelu ja tarjouslaskenta nopeutuu generoinnin ansiosta, sillä generoinnilla voidaan tuottaa nopeasti keskus ja saada sille hinta. Valmista keskusta on myös helppo muokata erilaisiin projekteihin sopivaksi.

2 INSTA-KONSERNI

Insta Group Oy on suomalainen perheyhtiö, jonka historia ulottuu 1960-luvulle. Insta-konsernilla on neljä liiketoiminta-aluetta: teollisuus, puolustus, ohjelmistokonsultointi ja kyberturvallisuus. Konserniin kuuluu kolme toimialayhtiötä:

- Insta Automation Oy, joka keskittyy sähköautomaatioon
- Insta Advance Oy, joka keskittyy turvallisuuteen
- Insta ILS Oy, joka keskittyy ilmaisuun (Insta Group 2025).

Insta Automation toimii laaja-alaisesti sähköistyksen, automaation, digitaalisaa-
tion ja instrumentoinnin parissa. Insta Automation tarjoaa suunnittelua, asennus-
palveluita, kokonaistoimituksia, elinkaari palveluita, keskusvalmistusta ja paljon
muuta.

3 KENNOKESKUS

3.1 Koteloiden muodot

Sähkö- ja automaatiokeskukset voidaan jaotella eri tavoilla, esimerkiksi kotelon muodon perusteella:

- kennokeskus (kuva 1)
- monikenttäinen kennokeskus
- ohjauspulpetti
- kotelokeskus
- monikotelokeskus
- seinän pinnalle asennettu keskus
- seinälle syvennykseen asennettu keskus
- seinän syvennykseen asennettu keskus
- lattialle asennettu keskus (SFS-EN IEC 61439-1:2022, 34).



KUVA 1. Kennokeskus (Schneider Electric 2024a, 246)

Opinnäytetyössä suunniteltu keskus on kennokeskus. Kennokeskus on koteloitu keskus, joka seisoo vapaasti lattialla, ja joka voi sisältää useita kenttiä, kennoja tai suojattuja tiloja (SFS-EN IEC 61439-1:2022, 14).

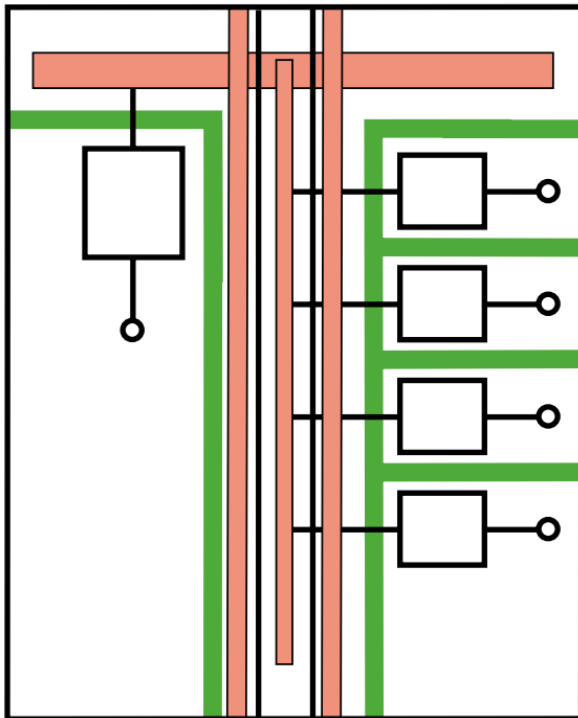
3.2 Osastointimuodot

Keskukset voidaan jaotella osastointimuotojensa perusteella eri luokkiin. Taulukossa 1 on esitetty kaikki osastointimuodot. Erilaisia osastointimuotoja on yhteensä seitsemän.

TAULUKKO 1. Sähkökeskuksien sisäisen osastoinnin muodot (SFS-EN 61439-2:2013, 28)

Pääkriteeri	Lisäkriteerit	Osastoin- timuoto
Ei sisäistä osastointia.		Muoto 1
Kokoomakiskot on osastoitu eroon kaikista toimintayksiköistä.	Ulkoisten johtimien liittimiä ei ole osastoitu eroon kokoomakiskoista.	Muoto 2a
	Ulkoisten johtimien liittimet on osastoitu eroon kokoomakiskoista.	Muoto 2b
<ul style="list-style-type: none"> - Kokoomakiskot on osastoitu eroon kaikista toimintayksiköistä. - Kaikki toimintayksiköt on osastoitu eroon toisistaan. - Ulkoisten johtimien liittimet on osastoitu eroon toimintayksiköistä, mutta ei toisten toimintayksiköiden ulkoisten johtimien liittimistä. 	Ulkoisten johtimien liittimiä ei ole osastoitu eroon kokoomakiskoista.	Muoto 3a
	Ulkoisten johtimien liittimet ja ulkoiset johtimet on osastoitu eroon kokoomakiskoista.	Muoto 3b
<ul style="list-style-type: none"> - Kokoomakiskot on osastoitu eroon kaikista toimintayksiköistä. - Kaikki toimintayksiköt on osastoitu eroon toisistaan. - Toimintayksikön osana olevat ulkoisten johtimien liittimet on osastoitu eroon kaikista muista toimintayksiköistä ja kokoomakiskoista. - Ulkoiset johtimet on osastoitu eroon kiskoista. - Toimintayksikön osana olevat ulkoiset johtimet on osastoitu eroon kaikista muista toimintayksiköistä ja niiden liittimistä. - Ulkoisia johtimia ei tarvitse erottaa toisistaan. 	Ulkoisten johtimien liittimet ovat samassa kennossa kuin niihin liittyvä toimintayksikkö.	Muoto 4a
	Ulkoisten johtimien liittimet eivät ole samassa kennossa kuin niihin liittyvä toimintayksikkö, vaan omassa erillisessä koteloidussa suojatussa tilassa tai kosketussuojatussa kennossa.	Muoto 4b

Työssä osastointimuodoksi valittiin 4a, joka oli helppo toteuttaa PanelSet SFN -sarjalla. 4a-osastointimuodossa kokoomakiskot on osastoitu eroon kaikista toimintayksiköistä ja kaikki osastointiyksiköt on osastoitu eroon toisistaan. Toimintayksiköiden osana olevat ulkoisten johtimien liittimet on osastoitu eroon kaikista muista toimintayksiköistä ja kokoomakiskoista. Ulkoiset johtimet on osastoitu eroon kiskoista ja toimintayksikön osana olevat ulkoiset johtimet on osastoitu eroon kaikista muista toimintayksiköistä ja niiden liittimistä. Lisäksi ulkoisia johtimia ei tarvitse erottaa toisistaan ja ulkoisten johtimien liittimet ovat samassa kennossa kuin niihin liittyvä toimintayksikkö. Kyseinen osastointimuoto on esitetty kuvassa 2. Osastointimuodolla vähennetään laitteiden välisten vikojen riskiä.



KUVA 2. Osastointimuoto 4a (Schneider Electric 2016, 12)

3.3 Schneider Electric PanelSeT SFN

Projektiin valittiin käytettäväksi Schneider Electricin PanelSeT SFN -sarja. Kyseistä sarjaa oli käytetty aikaisemmin, joten se oli jo pääosin tuttu. Insta Automation käyttää pääasiassa toisen valmistajan kotelointia ja uudella kotelolla oli tarkoituksena antaa enemmän mahdollisuuksia suunnittelijalle. Lisäksi Schneider

Electricillä on paljon erilaisia komponentteja sähkökeskuksiin ja näin saadaan mahdollisimman moni tuote samalta valmistajalta.

PanelSeT SFN -sarjassa on vähennetty hiilidioksidipäästöjä käyttämällä vähäpäästöistä terästä ja kierrätettyä pahvia pakkauksissa. Sarja on myös IEC 61439-1&2 -standardien mukainen. Koteloihin on suunniteltu mahdollisuus käyttää virtakiskoina Schneiderin Linergy-sarjaa. (Schneider Electric 2024 a, 195.)

Sarja on modulaarinen, joten kotelaita voi lisätä vierekkäin mihin tahansa suuntaan tilan mukaan ja näin tilasuunnittelu on helppoa (kuva 3). Kotelaita on mahdollista yhdistää myös Schneider Electricin PrismaSeT HD -sarjan kanssa.



KUVA 3. Erilaisia kasausesimerkkejä PanelSet SFN -kaapeista (Schneider Electric 2023, 9)

3.3.1 Virrankestoisuus

PanelSeT SFN -kokoönpanot on testattu virrankestoisuudeltaan 4000 A:iin asti standardin IEC 61439-2 mukaisesti (Schneider Electric 2024 a, 229). Taulukossa 2 on merkitty erikokoisten koteloiden virrankestoisuudet. Taulukosta voidaan todeta, että pääsääntöisesti tilavuuden kasvaessa myös virrankestoisuus kasvaa.

Virrankestoisuudet on jaoteltu taulukossa 800 A:n, 1250 A:n, 1600 A:n, 2500 A:n ja 4000 A:n kestoisuuksiin.

Keskukset on koottava Schneiderin ohjeiden mukaan, jotta ilmoitetut virrankestoisuudet täyttyvät. Ohje on nimeltään: "How to Assemble a PanelSeT SFN Switchboard – Technical Guide". Lisäksi on käytettävä Schneider Electricin tuotteita, jotka on mainittu luettelossa: "Universal Enclosures and Thermal Management – Catalogue 2024-2025".

TAULUKKO 2. PanelSeT SFN virrankestoisuudet (Schneider Electric 2024a, 230)

PanelSeT SFN -mitat			Virrankestoisuus (A)				
Korkeus	Leveys	Syvyys	≤ 800 A	≤ 1250 A	≤ 1600 A	≤ 2500 A	≤ 4000 A
1200	600	400	X				
	600	600	X				
	800	400	X				
	800	600	X				
1400	600	400	X	X			
	800	400	X	X			
1600	600	600	X	X			
	600	800	X	X			
	800	600	X	X			
	800	800	X	X			
1800	600	400	X	X	X		
	600	500	X	X	X		
	600	600	X	X	X	X	
	600	800	X	X	X	X	
	800	400	X	X	X		
	800	500	X	X	X		
	800	600	X	X	X	X	
	1000	400	X	X	X		
	1000	500	X	X	X		
	1000	600	X	X	X	X	
	1200	400	X	X	X		
	1200	500	X	X	X		
	1200	600	X	X	X	X	
	2000	600	400	X	X	X	
600		500	X	X	X		
600		600	X	X	X	X	
600		800	X	X	X	X	X
800		400	X	X	X		
800		500	X	X	X		
800		600	X	X	X	X	
800		800	X	X	X	X	X
1000		400	X	X	X		
1000		500	X	X	X		
1000		600	X	X	X	X	
1000		800	X	X	X	X	X
1200		400	X	X	X		
1200		500	X	X	X		
1200		600	X	X	X	X	
1200		800	X	X	X	X	X
1600		400	X	X	X		
1600		500	X	X	X		
1600	600	X	X	X	X		
2200	600	600	X	X	X	X	
	600	800	X	X	X	X	X
	800	600	X	X	X	X	
	800	800	X	X	X	X	X
	1000	600	X	X	X	X	
	1200	600	X	X	X	X	
	1200	800	X	X	X	X	X

3.3.2 Kotelon tilausvaihtoehdot

Kotelot voi tilata joko koottavana sarjana eli yksittäisinä paloina tai valmiiksi koottuna standardipakettina. Standardipaketin voi tilata asennuslevyllä tai ilman ja tavallisella metallisella ovella tai lasitetulla ovella. Standardipakettiin kuuluu ovi, kahva lukolla, jossa on vakiona kaksoislehtiavain, takaseinä, katto ja kotelon runko valmiiksi kasattuna. Koottavana sarjana tilattavien koteloiden kasaaminen vie aikaa, joten suositeltavaa on tilata standardipaketti.

Koteloiden syvyys on 300–800 mm. Korkeus on 1200–2200 mm ja mahdollinen sokkeli tuo korkeutta koteloon lisää 100 mm tai 200 mm. Leveys on 300–1600 mm.

3.3.3 Osat

Koteloon on saatavilla kiinnitys- ja kokoonpanotarvikkeita (kuva 4, numerot 1–6), joita ovat sivu- ja välipaneelit, koteloiden yhdistämissarjat ja -tarvikkeet, sokkelit ja lattiaan liittyvät lisäosat, koteloiden nostojärjestelmät, seinäkiinnitykset ja koteloiden pystytuet. Sokkeleita on levymalleja ja reiitettyjä ilmavaihdon lisäämiseksi.

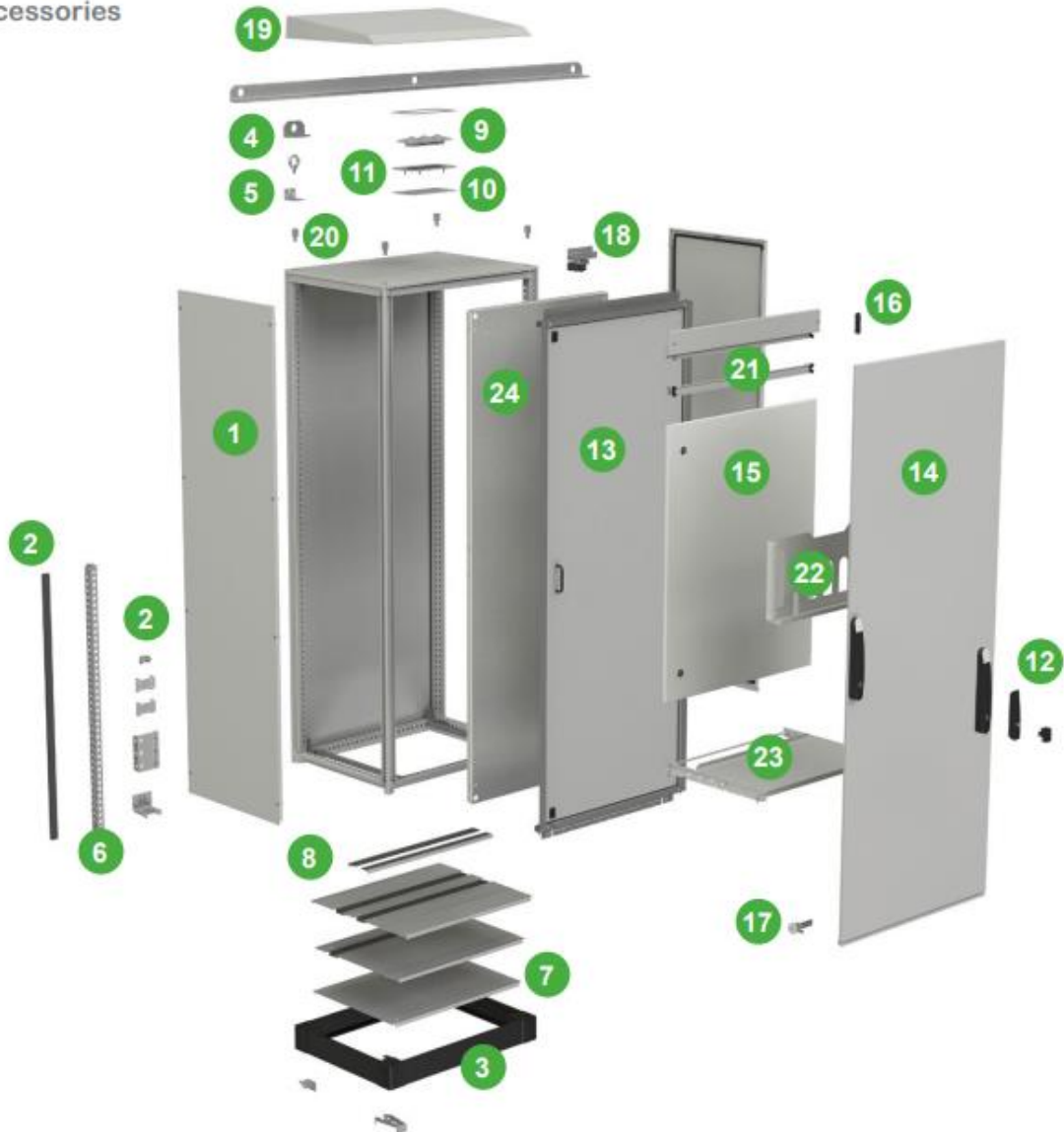
Saatavilla on kaapeleihin liittyviä tarvikkeita (kuva 4, numerot 7–11), joita ovat pohjalevyt, kaapelien läpivientien tiivisteet, kaapelien läpivientikalvot, levyt läpivientikalvoja varten ja Schneiderin FlexiCable-läpivienti. Pohjalevyissä on mahdollisuus valita pohjalevy ilman aukkoa, yhdellä aukolla tai kahdella aukolla.

Ostettavissa on myös oviin liittyviä tarvikkeita (kuva 4, numerot 12–18), joita ovat avaimet, lukot ja kahvat, sisäövet, sivuövet, kennojen ovet, saranat, ovien keskitämispöyrät ja ovikytkimet. Kotelon sivuovissa ja kennojen ovissa on vakiona 5 mm:n kaksoislehtilukko. Sisäovissa on vakion 3 mm:n kaksoislehtilukko.

Saatavilla on myös muita tarvikkeita (kuva 4, numerot 19–24), kuten katokset, koteloiden kattoja nostavat tapit, poikkipalkit kennojen ovien väliin, asiakirjatasku, tukialusta ja asennuslevyt. Lisäksi on saatavilla kennojen välilevyjä, osapaneeleja kaappien etuosaan, välilevyjä kaappien sivuille ja taakse, joihin on tehty

valmiiksi mahdollisuus kaapeleiden läpivienneille, osa-asennuslevyjä sekä virtakiskojen kammioita. Virtakiskojen kammioihin on erikseen ostettava kammion sivupaneelit.

Accessories



KUVA 4. PanelSeT SFN -kotelon osia (Schneider Electric 2024a, 80)

4 SUUNNITELLUN KESKUKSEN KOTELO JA VARUSTELU

Keskuksessa pyrittiin käyttämään pääasiassa Schneider Electricin tuotteita, jotta mahdollisimman moni tuote tulisi samalta valmistajalta. Yhtenä poikkeuksena käytössä on Phoenix Contactin riviliittimet.

4.1.1 Kotelo

Koteloon valittiin viisi lattiakaappia. Kaksi on kaapeleiden lähtökaappeja, yksi on kiskolle ja kaksi keskuksen laitteille. Toinen laitteille valittu kaappi on kooltaan 2000 x 800 x 600 mm ja siihen laitettiin 100 mm korkea sokkeli. Toinen keskuksen laitteille valittu kaappi on kooltaan 2000 x 600 x 600 mm. Siihenkin valittiin 100 mm korkea sokkeli. Lisäksi kaapeleiden nousukaapeiksi ja kiskoston kaapiksi valittiin kooltaan 2000 x 300 x 600 mm:n kokoiset lattiakaapit, joihin myös lisättiin 100 mm korkea sokkeli.



KUVA 5. Välilevy NSYMSC206 (Schneider Electric 2025a)

Kaappiin valittiin välilevyt (kuva 5), joissa on valmiiksi tehty avattavat 70 x 40 mm:n reiät kaapeleita varten. Näihin reikiin voidaan lisätä muovinen läpivienti. Ylä- ja alaosissa on mahdollisuus poistaa osa välilevystä helposti, jos lisätään kiskosto. 600 mm ja 800 mm leveisiin kaappeihin valittiin lisäksi takalevyt. Kaappiin, jossa on pystykiskot, valittiin etulevy suojaamaan suoralta kosketukselta kiskostoon. Kennojen välilevyt (kuva 6) valittiin 600 mm ja 800 mm leveään kaappiin. Virtakiskoja suojaamaan 600 mm ja 800 mm leveisiin kaappeihin valittiin virtakiskoja suojaavat levyt. Levyt on mahdollista asentaa kotelon ylä- tai alaosaan ja suunniteltavassa kotelossa levyt laitettiin kaapin yläosaan. Virtakiskojen suojaukseen on mahdollista ostaa myös kaappien päälle asennettavat virtakiskokammiot (kuva 7) ja niiden sivupaneelit. Kammiot korottavat koteloa 300 mm. Koteloihin valittiin etupaneelit ja pohjalevyt 600 mm ja 800 mm leveisiin kaappeihin. Kaappeihin valittiin koteloiden yhdistyssarjat, maadoitusjohtimet ja sokkelin lattiakiinnikkeet.



KUVA 6. Kennojen välilevyt NSYMTRN84 (Schneider Electric 2025b)



KUVA 7. Virtakiskojen kammiot NSYTBCN366 (Schneider Electric 2025c)

4.1.2 Katkaisija

Katkaisijaksi valittiin Schneider Electricin MasterPacT MTZ2 ilmakatkaisija, jolla on 2500 A:n nimellisvirta ja 100 kA:n katkaisukyky. Kyseinen katkaisija on neljänapainen (kuva 8). Katkaisijaan valittiin asennusalusta ja asennusalustan kanake. Katkaisija yhdistetään kiskostoon kaapeleilla tai kiskoilla. Jos yhdistäminen tehdään kiskoilla, täytyy laittaa kiskojen tuet.



KUVA 8. Ilmakatkaisija LV848077 (Schneider Electric 2025d)

Katkaisijaan valittiin näyttö FDM121, joka näyttää katkaisijan sisäisen energiamittarin mittaustulokset, hälytykset ja käyttöaputiedot. Katkaisijaan on tilattava ULP-liitännämoduuli, jotta katkaisija saadaan yhdistettyä näyttöön. Näytön ja katkaisijan välille on tilattava NSX-johto ja pituusvaihtoehdot ovat 0,35 m, 1,3 m ja 3 m. Suunniteltuun koteloon valittiin 3 m:n versio. Näyttö ja ULP-liitännämoduuli tarvitsevat 24 VDC:n syötön.



KUVA 9. Näyttöpaneeli FDM121 (Schneider Electric 2025e)

Katkaisijan suojarelleeksi valittiin MicroLogic 5.0 X, joka on esitettyä kuvassa 6. Kyseisessä releessä on LSI-suojaus. L tarkoittaa ylikuormitussuojausta, S selektiivistä oikosulkusuojausta ja I oikosulun pikalaukaisua.



KUVA 10. Micrologic 5.0 X (Schneider Electric 2025f)

4.1.3 Johdonsuojakatkaisijat

Johdonsuojakatkaisijoiksi valittiin Schneider Electricin Acti9 iC60H-sarjan johdonsuojakatkaisijat.

iC60H-sarja valittiin, koska niiden katkaisukyky on 10 kA ja niiden käyttöalueeksi on määritelty teollisuusympäristö. Sarjan johdonsuojia on mahdollista saada B-,

C- ja D-käyrällä. Nimellisvirran voi valita väliltä 0,5–63 A ja nimellisjännite on 230/400 VAC. Katkaisijat on varustettu kaksoisliittimillä, joissa sisempään liittimeen on mahdollista kytkeä virtakisko.

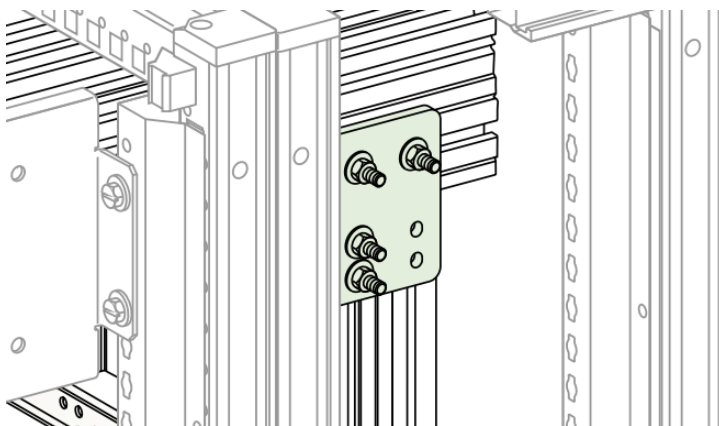
Ulompaan liittimeen kytkettävän säikeisen johtimen maksimipoikkipinta-ala on

- 16 mm² nimellisvirralla ≤ 25A
- 25 mm² nimellisvirralla 32 - 63A (Schneider Electric 2019).

4.1.4 Virtakiskot

Kotelon virtakiskoina käytettiin Schneider Electricin Linergy LGYE-kiskoja. Kiskojen virtakestoisuudet ovat 4000 A:iin asti. LGYE-kiskoissa kiinnitys tapahtuu ilman poraamista. LGYE-kiskoja voi asentaa vaakasuoraan ja pystysuoraan ja niiden materiaali on alumiinia. Kiskojen pituus on 2000 mm ja niitä voidaan leikata tarpeen mukaan.

Virtakiskoiksi valittiin 2500 A kestävät kiskot. Vaakasuoran ja pystysuoran kiskon kiinnittämiseen valittiin liitospala, joka näkyy kuvassa 11. Liitospala on tilattava jokaiselle vaiheelle erikseen. Kiskoihin valittiin alatuki, alatuen kiilat, kiinnitettyt tuet ja vapaat tuet. Vaakasuuntaisia liitospaloja ei tarvittu, koska 2000 mm pitkä virtakisko oli riittävän pituinen. Lisäksi kaapeleiden kiskoon kiinnitystä varten valittiin ruuveja, aluslevyjä ja muttereita. Kiskojen merkitsemiseen valittiin pikakiinnikkeellä kiskoon liitettävät L1-, L2-, L3- ja N-merkinnät.



KUVA 11. Liitospala LVS04605 (Schneider Electric 2024a, 225)

4.1.5 Valokaarisuojaus

PowerLogic A1- ja A3-valokaarisuojat on suunniteltu pienjännitekeskuksiin tunnistamaan valokaarivikoja. Ne soveltuvat kennokohtaiseen suojaukseen. Niiden avulla ehkäistään vaurioita ja suojataan kalliita laitteita. (Schneider Electric 2025 g.)

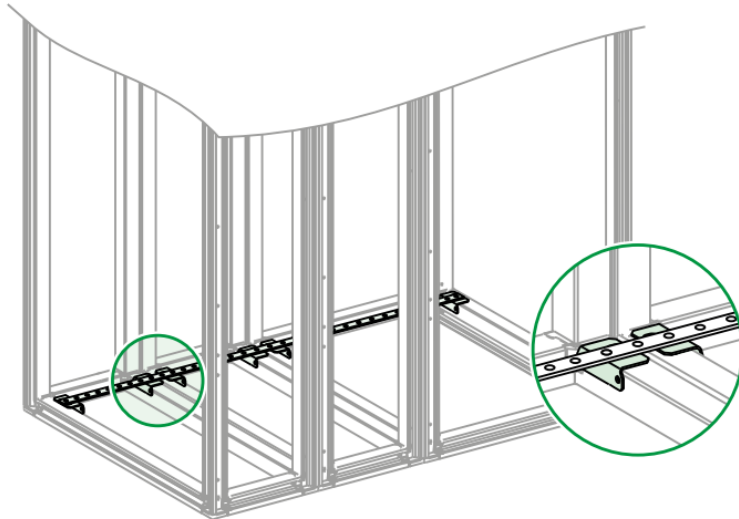
Valokaarisuojaksi valittiin PowerLogic A3-F6P (kuva 12). Valokaarisuoja on yhdistettävä nopeasta relelähdestä valitun MTZ2-katkaisijan XF-riviliittimiin. Kyseiseen tuotteeseen on mahdollista yhdistää kuusi valokaaria havaitsevaa anturia.



KUVA 12. PowerLogic A3-F6P (Schneider Electric 2025h)

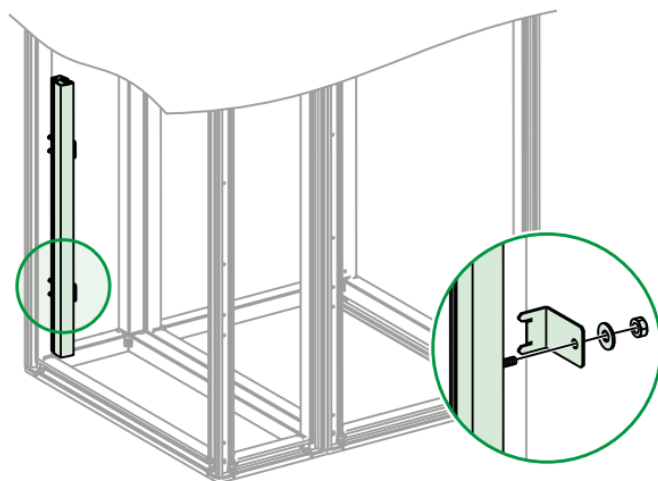
4.1.6 PE-kiskot

PE-kiskoksi valittiin Linergy TB PE-kiskot. Maadoituskiskot kulkevat kenttien ala- osassa ja ne on mahdollista yhdistää pystysuoraan kiskoon. Kenttien pohjalla vaakaan menevä kisko on Linergy-sarjan BS-kisko (kuva 13) ja pystyyn meneväksi kiskoksi on mahdollista valita BS-kisko tai LGY-kisko. Jos maadoituskisko halutaan yhdistää ylhäällä menevään nollakiskoon valmiilla yhdistyspalalla ja tehdä PEN-kisko, on käytettävä LGY-kiskoa.



KUVA 13. Vaakasuuntainen Linergy BS-kisko (Schneider Electric 2024b, 159)

Vaakaan kulkevaksi PE-kiskoksi valittiin BS-kisko, joka on 1675 mm pitkä ja jolla on 40 kA:n lyhytaikainen mitoituskestovirta. Pystyyn kulkeviksi kiskoiksi valittiin LGY-kiskot (kuva 14), jotka ovat 1670 mm pitkiä ja joiden lyhytaikainen mitoituskestovirta on 100 kA. PE-kiskoihin valittiin ruuveja, aluslevyjä ja muttereita kaapeleiden kiinnitystä varten. Lisäksi valittiin kiinnitysosat koteloon kiinnitystä varten ja liitososat vaaka- ja pystykiskoille.



KUVA 14. Pystysuuntainen Linergy LGY-kisko (Schneider Electric 2024b, 159)

5 SUUNNITTELU CADMATICILLA

5.1 Tuotemallit

Suunnittelukuvat toteutettiin CADMATIC Electrical -ohjelmalla. Kyseinen ohjelmisto on tehty sähkö- ja automaatio-suunnittelua varten.

Suunnittelussa käytettiin hyväksi tuotemalleja. Tuotemalleille voi määrittää muun muassa nimen, tuotetiedot, position, lisätietoja, kilvet, pinnit ja symbolit. Kun tuotemallia päivittää, voi samalla päivittää kaikki kyseiset kuvassa olevat tuotemallin esiintymät.

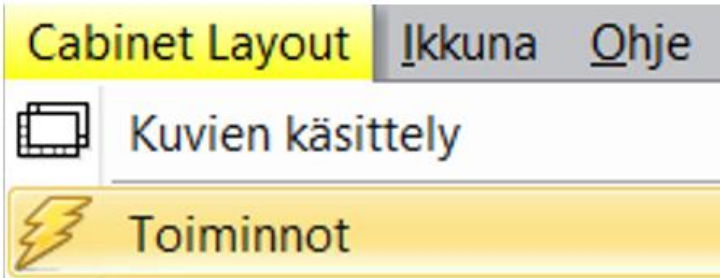
Tuotteista luotiin uudet tuotemallit tai käytettiin Instan luomia valmiita tuotemalleja, joilla on piirrosmerkit ja tuotetiedot. Tuotemallien avulla projektista saadaan tulostettua muun muassa osa-, laite- ja valaisinluettelot. Tuotemallit voidaan myös kopioida toisille projekteille.


5.2 Modulaarinen generointi

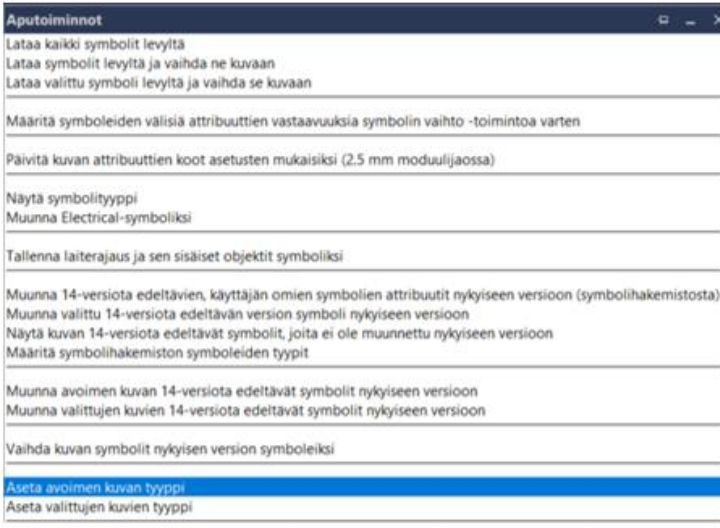
Modulaarinen generointi mahdollistaa projektin tai sen osien rakentamisen käyttäen moduuleja ja Excel-moduuliluetteloa. Moduulit ovat kansioita, jotka sisältävät Electrical-projektin. Moduuli voi sisältää kaikkia Electrical-objekteja, joita yleensäkin löytyy kuvasta, tietokannasta tai koko projektista. Moduulin objekteille määritetään tunnus Excel-moduuliluettelon sarakkeiden mukaan, ja siinä voidaan lisäksi määrittää objekteille lisätietoja, kuten kaapelipituuksia ja tuotemalleja. (Paloosaari 2023, 21.)

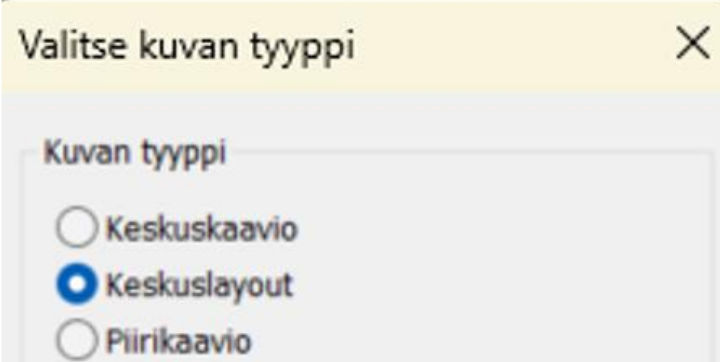
Modulaarisen generoinnin hyvä puoli on sen nopeus ja helppous perinteiseen suunnitteluun verrattuna. Huonona puolena on, ettei Cadmatic tue modulaarista generointia Cabinet Layout -sovelluksella. Lisäksi jos generoi moduuleilla, jotka ovat kuvan tyyppiltä keskuslayout-kuvia, kuvat eivät yhdisty samaan tiedostoon. Kokoonpanokuvien on siis oltava piirikaaviotiedostoina ja kuvan tyyppi on muutettava keskuslayout-muotoon generoinnin jälkeen (kuva 15). Jos projektiin

haluaa lisätä kokoonpanokuvien mukaisia piirikaavioita, on ne lisättävä tyhminä kuvina ja kuvista on muutettava kennojen tunnuksset oikeiksi ennen lisäystä, jotta tuotteet yhdistyvät tietokannassa. Riviliittimistä kuitenkin syntyy silti duplikaatteja, jotka on korjattava yksitellen oikein.

- 

1. Cabinet Layout Ikkuna Ohje
Kuvien käsittely
Toiminnot
- 

2. Toiminnot
- 

3. Aputoiminnot
Lataa kaikki symbolit levytä
Lataa symbolit levytä ja vaihda ne kuvaan
Lataa valittu symboli levytä ja vaihda se kuvaan
Määritä symboleiden välisiä attribuuttien vastaavuuksia symbolin vaihto -toimintoa varten
Päivitä kuvan attribuuttien koot asetusten mukaisiksi (2,5 mm moduulijaossa)
Näytä symbolityyppi
Muunna Electrical-symboliksi
Tallenna laiterajaus ja sen sisäiset objektit symboliksi
Muunna 14-versiota edeltävien, käyttäjän omien symbolien attribuutit nykyiseen versioon (symbolihakemistosta)
Muunna valittu 14-versiota edeltävän version symboli nykyiseen versioon
Näytä kuvan 14-versiota edeltävät symbolit, joita ei ole muunnettu nykyiseen versioon
Määritä symbolihakemiston symboleiden tyypit
Muunna avoimen kuvan 14-versiota edeltävät symbolit nykyiseen versioon
Muunna valittujen kuvien 14-versiota edeltävät symbolit nykyiseen versioon
Vaihda kuvan symbolit nykyisen version symboleiksi
Aseta avoimen kuvan tyyppi
Aseta valittujen kuvien tyyppi
- 

4. Valitse kuvan tyyppi

Kuvan tyyppi

Keskuskaavio
 Keskuslayout
 Piirikaavio

KUVA 15 Ohje Cadmatic-kuvan tyypin muuttamisesta (kuvakaappauksia CAD-MATIC 2023 Electrical -ohjelmasta)

5.3 Valmiit moduulit

Kokoonpanokuvista tehtiin moduuleja, jotka jaoteltiin kotelomoduuliin, pääkytkinmoduuliin ja johdonsuojakatkaisijamoduuliin.

Kotelo

Kotelomoduuliin generoidaan muita moduuleja. Kotelomoduulissa on kolme NSYSFN20360 lattiakaappia: kaapeleiden lähtökaappeina vasemmalla ja oikealla ja keskellä kiskolle. Näihin kaappeihin ei generoida muita moduuleja. Toinen kaappi laitteille, johon generoidaan pääkytkinmoduuleja ja muita moduuleja, on NSYSFN20860. Toinen kaappi laitteille, johon myös generoidaan moduuleja, on NSYSFN20660. Kuva kotelomoduulista on liitteenä 1.

Pääkytkin

Pääkytkinmoduulissa on asennusalusta, jolla on Schneider Electricin ilmakatkaisija LV848077, sen lisäksi moduulissa on näyttö TRV00121 ja valokaarisuoja REL52920. Pääkytkinmoduuli on tehty 800 mm leveään kaappiin. Kuva pääkytkinmoduulista on liitteenä 2.

Johdonsuojakatkaisija

Johdonsuojakatkaisijamoduulissa on yksi asennuslevy, jolla on DIN-kiskoja, rivi-liittimiä ja johdonsuojakatkaisijoita. Moduuli on tehty 600 mm leveään kaappiin. Kuva johdonsuojakatkaisijamoduulista on liitteenä 3.

6 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli saada nopeutettua sähkökeskusten suunnittelua ja tarjouslaskentaa. Lisäksi tavoitteena oli saada suunnittelijalle lisää tietoa PanelSeT SFN -sarjasta. Työssä saatiin tehtyä Cadmatic Electrical -ohjelmaan valmiit moduulit kotelolle, pääkytkimelle ja johdonsuojakatkaisijoille. Keskuksen virrankestoisuudeksi suunniteltiin 2500A. Suunniteltu keskus on kahden kentän kokoinen, mutta rakenne mahdollistaa suurempien keskusten rakentamisen lisäämällä suunniteltuja kotelaita. Moduulien määrä on hyvin vähäinen ja mahdollinen jatkojalostuskohde on uusien moduulien tekeminen. Mahdollisia uusia moduuleja voisivat olla moottorinsuojalähtömoduulit, erilaiset johdonsuojakatkaisijamoduulit ja erilaiset katkaisijamoduulit.

Tavoitteena ollut PanelSeT SFN -sarjasta tiedon hankkiminen saavutettiin. Tavoitteena ollut sähkökeskusten suunnittelun nopeutus toteutui osittain. Ainakin työn tekijän suunnittelu nopeutuu moduulien ja valmiiden tuotemallien ansiosta, jos on suunniteltava kyseisen virrankestoisuuden suuruinen keskus. Myös tarjouslaskenta nopeutuu tämän ansiosta.

Suunnittelun nopeutus kärsii siitä, että jokaisen suunnittelijan on opeteltava moduulien generointi ja tutustuttava tehtyihin moduuleihin. Lisäksi on tutustuttava PanelSeT SFN -sarjaan ja käytettävä aikaa miettimiseen, mitä tuotemalleilla olevia tuotteita on tarpeellista käyttää yksittäisissä keskuksissa ja projekteissa. Lisäksi se, ettei Cadmatic tue modulaarista generointia kokoonpanokuvilla, saattaa aiheuttaa ongelmia suunnittelussa.

LÄHTEET

Insta Group 2025. Liiketoiminnot. Luettavissa: <https://www.insta.fi/fi/liiketoiminnot/>. Luettu 5.1.2025.

Palosaari, B. 2023. Sähköpiirikaavioiden generoinnin kehittäminen Cadmaticilla. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Luettavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202304175369>. Luettu: 7.1.2025.

Schneider Electric 2016. Spacial SFM compartmentalized – Fixed MCC switchboards. Luettavissa: <https://www.se.com/fi/fi/download/document/UE15MK01EN/>. Luettu 7.1.2025.

Schneider Electric 2019. Acti 9 tuoteluettelo. Luettavissa: https://www.se.com/fi/fi/download/document/Acti_9_kuvasto_2019/. Luettu 7.1.2025.

Schneider Electric 2023. PanelSet SFN. Luettavissa: https://www.se.com/fi/fi/download/document/998-22286994_GMA_EN/. Luettu 7.1.2025.

Schneider Electric 2024a. Universal Enclosures – 2024 Catalog. Luettavissa: <https://www.se.com/fi/fi/download/document/UEMKCAT012EN/>. Luettu 28.1.2025.

Schneider Electric 2024b. Linergy - Distribution and Connection Systems. Luettavissa: <https://www.se.com/fi/fi/download/document/LVYED213001EN/>. Luettu 7.1.2025.

Schneider Electric 2025a. PanelSet SFM side partitions - compartmentalised application - D600 mm. Luettavissa: <https://www.se.com/uk/en/product/NSYMSC206/panelset-sfm-side-partitions-compartmentalised-application-d600-mm/>. Luettu 7.2.2025.

Schneider Electric 2025b. Horizontal partition, PanelSeT SFN, for motor control center enclosure W600 D600, form 3, set of 2. Luettavissa:

<https://www.se.com/it/it/product/NSYMTRN84/horizontal-partition-panelset-sfn-for-motor-control-center-enclosure-w600-d600-form-3-set-of-2/>. Luettu 7.2.2025.

Schneider Electric 2025c. Top busbar chamber, PanelSeT SFN, for electrical enclosure W600 D600mm, IP55. Luettavissa: <https://www.se.com/be/en/product/NSYTBCN366/top-busbar-chamber-panelset-sfn-for-electrical-enclosure-w600-d600mm-ip55/>. Luettu 13.2.2025.

Schneider Electric 2025d. Masterpact MTZ2 ilmakatkaisija 2500A 100kA 4-napainen runko kiinteä. Luettavissa: <https://www.se.com/fi/fi/product/LV848077/masterpact-mtz2-ilmakatkaisija-2500a-100ka-4napainen-runko-kiinte%C3%A4/>. Luettu 30.1.2025.

Schneider Electric 2025e. Näyttöpaneeli, FDM121, Enerlin'X, yhdelle katkaisijalle, ulkomitta 96 x 96 mm, IP53, ComPacT-, PowerPacT- ja MasterPacT-katkaisijoille. Luettavissa: <https://www.se.com/fi/fi/product/TRV00121/n%C3%A4ytt%C3%B6paneeli-fdm121-enerlinx-yhdelle-katkaisijalle-ulkomitta-96-x-96-mm-ip53-compact-powerpact-ja-masterpactkatkaisijoille/>. Luettu 7.2.2025.

Schneider Electric 2025f. Suojarele, MicroLogic 5.0X, LSI suojaus, MasterPact MTZ1/MTZ2/MTZ3, kiinteä katkaisija. Luettavissa: <https://www.se.com/fi/fi/product/LV847283/suojarele-micrologic-5-0x-lsi-suojaus-masterpact-mtz1-mtz2-mtz3-kiinte%C3%A4-katkaisija/> Luettu 14.1.2025.

Schneider Electric 2025g. PowerLogic A1 ja A3. Luettavissa: <https://www.se.com/fi/fi/product-range/65660-powerlogic-a1-ja-a3/#overview>. Luettu: 6.2.2025.

Schneider Electric 2025h. PowerLogic A3-F6P valokaarisuojayksikkö 6 anturille. 2 nopea ja 2 relelähtöä. Syöttöjännite: 48-240VAC/DC. Luettavissa: <https://www.se.com/fi/fi/product/REL52920/powerlogic-a3f6p-valokaarisuojayksikk%C3%B6-6-anturille-2-nopea-ja-2-relel%C3%A4ht%C3%B6%C3%A4-sy%C3%B6tt%C3%B6j%C3%A4nnite-48240vac-dc/?range=65660-powerlogic-a1-ja-a3&parent-subcategory-id=4605&filter=business-6-keskij%C3%A4nniteja-kelu-ja-automaatio&selectedNodeld=12144281444>. Luettu: 6.2.2025.

SFS-EN 61439-2:2013. Pienjännitekeskukset. Osa 2: Ammattikäyttöön tarkoitettut kojeistot. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki. Luettavissa: <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID6/6/230454.html.stx>. Vaatii lisenssin. Luettu 7.1.2025.

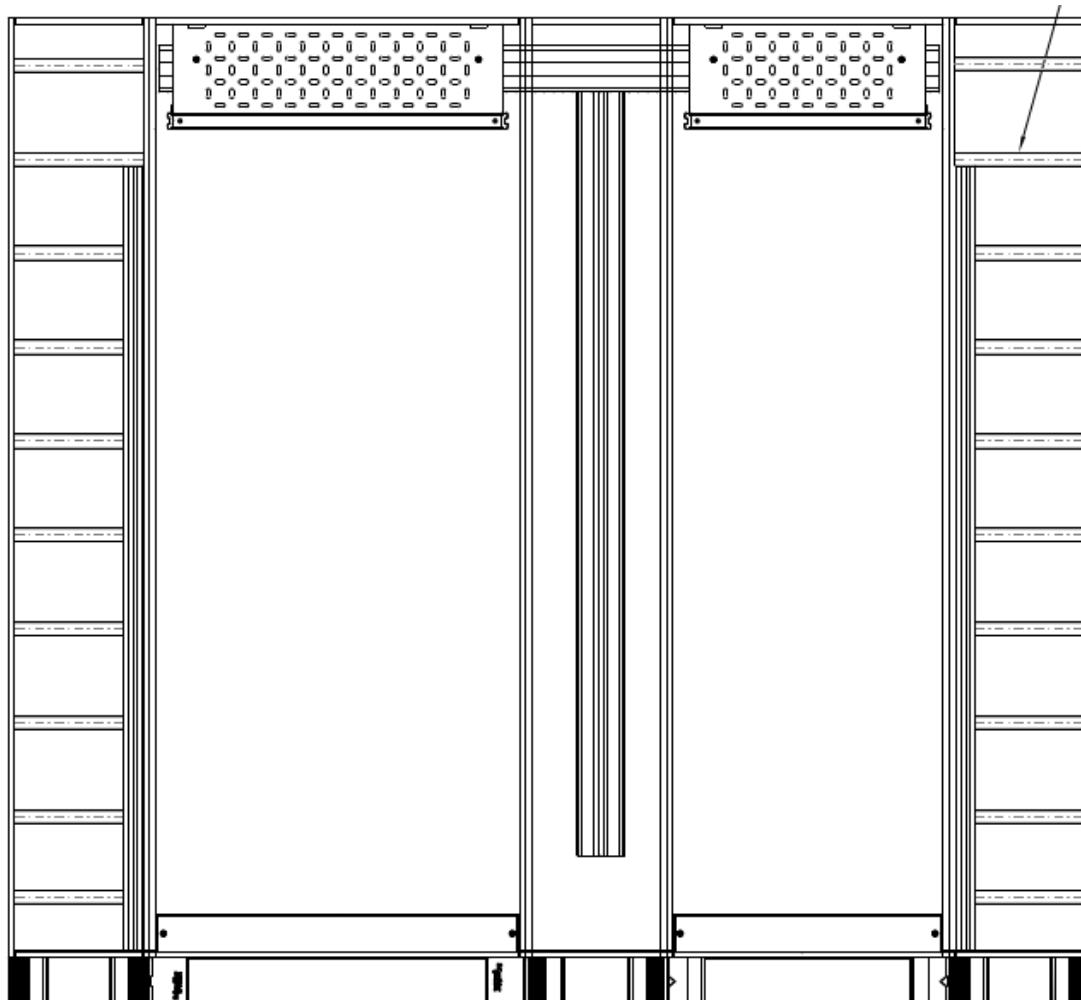
SFS-EN IEC 61439-1:2022. Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki. Luettavissa: <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/1154016.html.stx>. Vaatii lisenssin. Luettu: 7.1.2025.

LIITTEET

Liite 1 Kuva kotelomoduulista

Liite 2 Kuva pääkytkinmoduulista

Liite 3 Kuva johdonsuojakatkaisijamoduulista



KUVA PÄÄKYTKINMODUULISTA

LIITE 2

