



Sähkökeskusten tarkastuslaite

Lari Seppälä

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2022

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähkövoimatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Sähkövoimatekniikka

SEPPÄLÄ, LARI

Sähkökeskusten tarkastuslaite

Opinnäytetyö 39 sivua, joista liitteitä 6 sivua

Joulukuu 2022

Sähkökeskustuotannossa valmistettujen keskusten tarkastus on tärkeä toimenpide laadun, turvallisuuden ja asiakastyytyväisyyden varmistamiseksi. Tarkastustoimenpiteisiin kuuluu keskusten jännitteellinen testaaminen, jonka vuoksi keskuksiin pitää syöttää sähköä. Tämän opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena oli suunnitella liikuteltava sähkönsyöttökeskus JIS-Automation Oy:n Pirkkalan toimipisteen keskusvalmistuksen tarkastuspisteelle. Opinnäytetyön toissijaisena tavoitteena oli esittää tarkastuskäyttöön tarkoitetun sähkönsyöttölaitteiston tarpeiden selvitys, suunnittelun vaiheet ja niissä huomioitavat standardit.

Opinnäytetyön tarkastusvaatimukset-osuudessa käsiteltiin liikuteltavaa sähkönsyöttölaitteistoa, sähkökeskusten suunnittelua ja tarkastamista koskevia standardeja. Standardit ovat julkaisuja, jotka antavat yleisiä ohjeita ja vaatimuksia suunniteltaville laitteille ja niiden käytölle.

Opinnäytetyön suunnitteluosuudessa perehdyttiin työn lähtötietoihin, ja niiden perusteella mitoitettiin keskukseen oikeanlaiset komponentit, kuten muuntajat ja suojalaitteet. Suunnitteluosiossa käsiteltiin myös keskukseen mitoitettujen komponenttien teoriaa. Lähtötiedot selvitettiin tutkimalla tarkastusprosessia ja haastatteleamalla JIS-Automation Oy:n tarkastuspisteellä työskenteleviä henkilöitä.

Seuraavassa luvussa tutkittiin valmista sähkökeskusten tarkastuslaitetta ja sen toimintaa turvallisuuden ja tehokkuuden näkökulmasta. Opinnäytetyön tuloksena valmistui toimiva laitteisto, joka on käytössä JIS-Automation Oy:n tarkastuspisteellä. Laite mahdollistaa tehokkaamman ja turvallisemman toiminnan tarkastusprosessissa. Laite on tarkoitettu vain tarkastuskäyttöön tarkastuspisteellä, joten sitä ei voi sellaisenaan käyttää muissa olosuhteissa. Mikäli liikuteltavaa sähkökeskusten tarkastuslaitetta haluttaisiin esimerkiksi myydä tuotteena, tulisi keskus suunnitella asiakkaan lähtötietojen perusteella.

Asiasanat: sähkökeskus, tarkastuslaitteisto, suunnittelu, liikuteltavat laitteet

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Electrical Power Engineering

SEPPÄLÄ, LARI:
Electrical Cabinet Testing Device

Bachelor's thesis 39 pages, appendices 6 pages
December 2022

The inspection of electrical cabinets manufactured in electrical cabinet production is an important measure to ensure quality, safety, and customer satisfaction. The inspection measures include voltage testing of the centers, which is why the centers must be supplied with electricity. The primary goal of this thesis was to design a mobile electrical cabinet testing device for the cabinet manufacturing inspection point of JIS-Automation Oy's Pirkkala office. The secondary goal of the thesis was to present an explanation of the needs of the electricity supply equipment intended for inspection use, the stages of planning and the standards considered in them.

The inspection part of the thesis dealt with the standards for mobile power supply equipment and inspection of electrical cabinets. In the design part of the thesis, the needs of the new testing device were researched, and based on them, the right components for the center were dimensioned. The research was completed by interviewing JIS-Automation Oy's cabinet inspectors.

In the next chapter, the ready-made inspection device for electrical cabinets and its operation were studied from the point of view of safety and efficiency. As a result of the thesis work, a functional equipment was completed, which is used at the inspection point of JIS-Automation Oy

Key words: electrical cabinet, testing device, drafting, mobile devices,

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TARKASTUSVAATIMUKSET	7
	2.1. Standardit.....	7
	2.2. Sähkökeskusten tarkastus	8
	2.3. Liikkuvat tai siirrettävät laitteistot.....	10
3	SUUNNITTELU	13
	3.1. Lähtötiedot	13
	3.2. Runko ja jalusta.....	15
	3.3. Kotelon ulkopuolelle tulevat komponentit.....	17
	3.4. Muuntajat ja virtalähteet	19
	3.5. Sähkötekniinen suojaus ja johtimet.....	20
	3.6. Releet ja Kontaktorit.....	21
	3.7. Layout	22
	3.8. Virtapiirit	24
4	VALMIIN LAITTEEN TARKASTELU	28
	4.1. Laitteen käyttäminen	28
	4.2. Kehitysehdotukset.....	30
5	POHDINTA	31
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	34

LYHENTEET JA TERMIT

CEN	Eurooppalainen standardisoimisjärjestö
CENELEC	Sähköalan eurooppalainen standardointijärjestö
IEC	Sähköalan kansainvälinen standardointijärjestö
IP-luokitus	Sähkölaitteen tiiveyden luokitusjärjestelmä
ISO	Kansainvälinen standardisoimisjärjestö
N	Neutral, nollajohdin
PE	Protective Earthing, suojamaa
SESKO ry	Suomen sähkötekniikan alan standardointijärjestö
SELV	Safety Extra Low Voltage, pienoisjännitejärjestelmä
SFS ry	Suomen standardisoimisliitto
VAC	Vaihtovirtajännite
VDC	Tasavirtajännite
VVS	Vikavirtasuojaja

1 JOHDANTO

JIS-Automation Oy:n sähkökeskustuotannossa valmistuneet sähkökeskukset tarkastetaan aina ennen niiden lähettämistä eteenpäin asiakkaalle tai yrityksen omalle työmaalle. Sähkökeskusten tarkastus on laissa säädetty toimenpide. Tarkastuksessa sähkökeskuksiin syötetään keskuksen nimellinen jännite, eli se jännite millä keskus on suunniteltu toimivan. Jännitteelliselle keskukselle tehdään tarkastuspöytäkirjan mukaiset mittaukset ja toimintakokeet, joilla varmistetaan, että keskus toimii ja on turvallinen. Keskusten tarkastus on olennainen osa valmistusprosessia, sillä valmis lopputuote täytyy olla laadukas, toimiva ja turvallinen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella JIS-Automation Oy:n käyttöön liikuteltava sähkönsyöttölaite selvitettyjen tarpeiden perusteella. Sähkönsyöttölaite tulee käyttöön keskusvalmistuksen tarkastuspisteelle ja sen tarkoituksena on syöttää tarkastettaville laitteille jännitettä tarkastusprosessin ajaksi. Opinnäytetyön tarkoituksena on raportoida selvitys- ja suunnittelutyön eri vaiheet, ja perustella laitteen suhteen tehdyt ratkaisut tehokkuuden, turvallisuuden ja tarpeen mukaan.

Opinnäytetyössä käsitellään ensin sähkölaitteiden tarkastukseen sekä sähkökeskusten suunnitteluun liittyviä standardeja erityisesti liikuteltavien laitteiden näkökulmasta. Suunnitteluosiossa selvitetään valmistettavan sähkönsyöttölaitteen tarpeet ja tavoitteet, ja käydään läpi kaikki laitteen suunnittelun vaiheet ja perustelut komponenttien valinnalle, sekä keskuksen käytettyjen komponenttien, kuten muuntajien ja suojalaitteiden teoriaa. Lopuksi tarkastellaan valmista laitetta sekä tehdään johtopäätökset työn onnistumisesta.

2 TARKASTUSVAATIMUKSET

Sähkölaitteet ja -laitteistot täytyy suunnitella ja rakentaa siten, että ne noudattavat voimassa olevia Euroopan unionin ja Suomen valtioneuvoston asettamia sähköturvallisuuslakeja. Jos laitteet tai laitteistot suunnitellaan voimassa olevien standardien mukaan, ei lakien toteutumista tarvitse erikseen määritellä. Standardit ovat eri järjestöjen yhdessä sopimia, ja niiden noudattaminen tekee kaikkien arjesta turvallisempaa ja sujuvampaa.

2.1. Standardit

Standardi on painettu tai digitaalinen asiakirja, mikä syntyy yleensä markkinoiden tarpeesta tai toiveesta, ja sen laatimiseen voi osallistua kuka tahansa halunsa tai kiinnostuksensa mukaan. Useammasta samaa aihepiiriä käsittelevästä standardista muodostuu standardisarja, esimerkiksi rautatiesovelluksia käsittelevä standardisarja, tai pienjännitesähköasennuksia käsittelevä standardisarja SFS:6000, mitä käytettiin tämän työn laatimisessa. (SFS n.d.)

Standardin nimi koostuu kirjain- ja numeroyhdistelmästä, mikä kertoo missä standardi on voimassa, standardin numeron, sekä sen vahvistamisvuoden. Kuvassa 1. esimerkki standardin nimestä



KUVA 1. Esimerkki standardista (SFS n.d.)

Standardit voivat olla joko kansainvälisiä, kansallisia, tai tietyille alueille rajattuja, kuten eurooppalaisia. Sähkö- ja telestandardeja lukuun ottamatta kansainväliset IEC-standardit laatii kansainvälinen standardoimisjärjestö ISO, eurooppalaiset EN-standardit eurooppalainen standardisointijärjestö CEN ja suomalaiset standardit Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Sähköalan kansainväliset standardit laatii IEC, eurooppalaiset CENELEC ja suomalaiset SESKO ry. Mitä tahansa tuotetta suunniteltaessa on tunnettava kaikki siihen liittyvät standardit ja niiden lisäksi paikalliset lait, Suomessa Valtionneuvoston sähköturvallisuuslaki. (SFS. n.d.)

2.2. Sähkökeskusten tarkastus

Keskusvalmistuksessa valmistetuille sähkökeskuksille on jokaiselle tehtävä vaadittavat kappaletarkastukset. Tarkastukset määritellään standardissa SFS-EN IEC 61439-1:2022, Pienjännitekeskukset, osa 1: Yleisvaatimukset, kappaleessa 11. Keskuksien tarkastaminen koostuu kolmesta pääkohdasta, mitkä ovat rakenteen tarkastaminen, suorituskyvyn tarkastaminen sekä keskuksen mukaan laadittavien asiakirjojen laatiminen. Keskusvalmistaja voi itse päättää tehdäänkö kappaletarkastukset tuotteen valmistamisen aikana vai vasta sen valmistuttua. Kappaletarkastuksia ei tarvitse tehdä tarkastettavien keskusten sisäisille kojeille, mikäli ne ovat valittu asiaan kuuluvien IEC-standardien mukaan, ne ovat keskuksen kannalta sopivia, ja ne on asennettu asiaankuuluvalla tavalla valmistajan ohjeiden mukaan. Oikein tehty kappaletarkastus on tärkeä toimenpide, sillä sen avulla varmistetaan keskuksen toiminta, ja ette keskuksen materiaaleissa tai työssä ei ole virheitä. (SFS-EN IEC 61439-1:2022, 83)

Rakenteen tarkastamisessa on seitsemän kohtaa. Ensimmäisenä tutkitaan silmä määräisesti keskuksen kotelointiluokan paikkansapitävyys. Kotelointiluokka kertoo, miten keskus tai laite on suojattu vierasesineiltä ja vedeltä. Koodi koostuu kirjaimista IP (International Protection, kansainvälinen suojaus), kahdesta numerosta ja vapaaehtoisesta lisäkirjaimesta. Ensimmäinen numero yhdestä kuuteen kertoo vierasesineiltä suojauksesta. 0 tarkoittaa suojaamatonta ja 6 pölyltä suojattua. Toinen numero nollasta yhdeksään kertoo vedeltä suojaamisesta, 0 ollen suojaamaton ja 9 ollen suojaus korkeapaineiselta ja kuumalta vedeltä. Molem-

missa numeroissa rajojen väliin jäävät numerot ovat jotain pienimmän ja suurimman suojauksen väliltä. Vapaaehtoinen lisäkirjain A:sta D:hen kertoo erityissuojaukselta, esimerkiksi suojausta sormen tai työkalun vaikutukselta. Tarkemmin IP-luokituksen kriteerit ovat lueteltuna esimerkiksi Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry:n nettisivuilla. (SFS-EN IEC 61439-1:2022, 84, STEK n.d.)

Toisena kohtana tutkitaan ilmapälien koko silmämääräisesti. Mikäli arvioidut ilmapäliet ovat selvästi suuremmat kuin vaadittavat arvot, voidaan tarkastus jättää silmämääräiseksi. Muussa tapauksessa tarkastus pitää tehdä mittaamalla tai syöksyjännitekestävyyden testillä. Tarkemmat raja-arvot on esitetty standardin SFS-EN IEC 61439 kohdassa 10.9.3. Kolmantena kohtana pitää tarkastaa suojapiirien jatkuvuus ja suojaus sähköiskulta. Suojapiirien jatkuvuuden tarkastus tehdään silmämääräisesti. Mikäli tarkastuksen perusteella ei ole selvää jatkuuko suojapiiri, pitää jatkuvuus tarkistaa jatkuvuustestillä standardin kohtien 8.4.4 ja 10.5.2 mukaan. Neljäntenä kohtana tarkastetaan sisäänrakennettujen komponenttien yhdistäminen. Komponenttien asennus ja tunnistaminen tehdään keskusvalmistajan ohjeiden mukaan. Viidentenä kohtana tarkastetaan sisäiset sähköpiirit ja liitokset, missä tarkastetaan johtimet keskusvalmistajan ohjeen mukaan sekä ruuvi- ja pulttiliitosten kireys satunnaisotannalla. Kuudentena kohtana tarkastetaan ulkoisten johtimien liittimien lukumäärä, tyyppi ja tunnistaminen keskusvalmistajan ohjeiden mukaan. Viimeisenä kohtana rakenteen tarkastamisessa on mekaanisen toiminnan tarkastus, missä tarkastetaan mekaanisten laitteiden kytkinlaitteiden kahvojen oikeanlainen toiminta. (SFS-EN IEC 61439-1:2022, 84)

Suorituskyvyn tarkastamiseen kuuluu sähköisten ominaisuuksien ja johdotuksen sekä käyttökunnon ja toiminnan tarkastus. Pääpiirit ja niihin kytkettyjen apupiirien sähköiset ominaisuudet testataan standardin SFS-EN IEC 61439-1 kohtien 10.9.1 ja 10.9.2 mukaisella käyttötaajuisen jännitteen testillä käyttäen taulukon standardin 8. mukaisia jännitteitä. Apupiirit, jotka on suojattu enintään 16 A oikosulkusuojalla tai apupiirit, joille on aikaisemmin tehty sähköisen toiminnan testaus niille suunnitellulla mitoituskäyttöjännitteellä eivät vaadi käyttötaajuisen jännitteen testiä. Vaihtoehtona käyttötaajuisen jännitteen testille on eristysresistanssimittaus 500 V jännitteellä, mikäli mitattavan keskuksen syöttö on suojattu yli 630

A virroilta ja nimellisjännite ei ylitä 500 V. Silloin eristysresistanssimittauksen tulokseksi riittää 1 MΩ. Keskuksen johdotus, käyttökunto ja toiminta tarkastetaan todentamalla, että keskuksen tiedot ja merkinnät vastaavat kaikkia standardin kohdan 6 määrittelyjä. Keskuksen sisällön, kuten mutkikkaiden lukitusten tai vaiheittaisten ohjauksien perusteella voi olla myös tarpeellista tarkastaa keskuksen johdotus ja suorittaa sähköinen testi. Testiin voi myös valmistajan ja tilaajan sopimuksen perusteella sisältyä tiedonsiirtolaitteiden toiminnan testauksia. (SFS-EN IEC 61439-1:2022, 84)

Keskuksen mukana toimitettavien asiakirjojen tarkastaminen on viimeinen kohta kappaletarkastusta. Asiakirjojen täytyy pitää sisällään kaikki keskusta koskevat keskuksen liittämistiedot. Standardin luvussa 5 esitellyt liitântäarvoja ovat jännitearvot, virta-arvot, tasoituskertoimen mitoitusarvot, mitoitusastajuus sekä muut arvot, jotka ovat lueteltuna standardin kohdassa 5.6. (SFS-EN IEC 61439-1:2022, 84)

2.3. Liikkuvat tai siirrettävät laitteistot

Pienjännitesähköasennukset osa 7–717: Erikoistilojen- ja asennusten vaatimukset; Liikkuvat tai siirrettävät laitteistot, on SFS 6000-sarjan osa, mikä käsittelee liikuteltavien sähkölaitteiden vaatimuksia. Standardia on käsiteltävä yhdessä SFS 6000-sarjan osien 1–6 kanssa, sillä se osittain lisää, muuttaa tai korvaa niissä esiintyviä vaatimuksia. Standardin vaatimuksia ei sovelleta autosähkölaitteisiin- ja piireihin, generaattoriyksikköihin, pienveneisiin, sähköajoneuvojen vetojärjestelmiin, siirrettäviin koneisiin tai pitkiä aikoja samassa paikassa pidettäviin tiloihin kuten asuntoihin tai toimistoihin. Standardia ei sovelleta myöskään SFS 6000-7-7XX kattamiin asennuksiin kuten matkailuajoneuvot, kuitenkin siinä esiintyvät soveltuvat vaatimukset on otettava huomioon. Opinnäytetyössä suunniteltu sähkökeskus on liikuteltava, joten standardin vaatimukset ovat olennaisia keskuksen ominaisuuksia määriteltäessä. (SFS 6000-7-717:2022, 5)

Yleisten ominaisuuksien määrittelyosiossa asetetaan ehdot laitteiston käyttötarkoitukselle, rakenteelle ja maadoitustavalle. Maadoitustapana ei saa käyttää TN-C-järjestelmää. Laitteen syöttämiseen voidaan käyttää yhtä tai useampaa syöttöä seuraavista:

- a) Pienjännitteistä generaattoriyksikköä standardin SFS 6000-5-55 luvun 551 mukaan
- b) Kiinteää sähköasennusta missä on toimivat suojausjärjestelmät
- c) SFS-EN 61140 mukaan yksinkertaisen erotuksen aikaansaavaa kiinteää sähköasennusta
- d) Sähköisen erotuksen aikaansaavaa liitintä kiinteään sähköasennukseen. (SFS 6000-7-717:2022, 5)

Tapauksissa a), b) ja c) maadoituselektrodin käyttö on sallittua, ja mahdollisesti suojauksen kannalta tarpeellinen. Mahdolliset teho- erotus- ja liitintälaitteet voivat sijaita laitteiston sisällä. Mikäli on todennäköinen vaara, että ulkopuoliseen syöttöön liitetty laite pääsee liikkumaan, on suositeltavaa varustaa laitteisto sopivalla menettelyllä sen estämiseksi. Kaikilla laitteiston taajuus- ja tehomuuttajilla on oltava vähintään yksinkertainen erotus, mikäli sekä vaihto- että tasasähköpuoli on kytketty maahan, tai galvaaninen erotus kun sekä vaihtojännitteen nolla että tasajännitenapa on kytketty maahan. Opinnäytetyössä suunnitellun sähkökeskuksen syöttö on tavan b) mukainen, joten muita syöttötapoja koskevia suojauksia ei käydä läpi. (SFS 6000-7-717:2022, 7)

Suojausmenetelmiksi standardissa on mainittu syötön automaattinen poiskytkentä, sähköinen erotus sekä lisäsuojaus. Kohdan b) mukaisissa syötöissä on syötön automaattiseen poiskytkentään käytettävä vikavirtasuojaa. Kaikissa eri syöttötyyleissä sekä syötön että syötön automaattisen poiskytkennän aikaansaavat suojalaitteet, mukaan lukien niiden väliin asennetut laitteet, suojattava luokan II-laitteilla tai vastaavilla eristyksillä. (SFS 6000-7-717:2022, 8)

Suojaavan potentiaalintasauksen aikaansaamiseksi on laitteen kaikki kosketeltavat johtavat osat liitettävä toisiinsa ja pääpotentiaalintasausjohtimen kautta suojajohtimeen. Sähköistä erotusta suojausmenetelmänä muuntajaa käyttämällä saa käyttää standardin SFS 6000-4-41 kohdan 413.1.3 tai kohdan 41C.3 mukaan vain, jos käytetään ensimmäisessä laitteiston rungon ja jännitteisten osien välisessä viassa syötön automaattisen poiskytkennän aikaansaavaa eristystilan valvontalaitetta, tai käytetään maadoituselektrodia ja vikavirtasuojaa syötön automaattiseen poiskytkentään yksinkertaisen erotuksen antavan muuntajan viassa.

Jälkimmäistä käytettäessä jokainen laitteiston ulkopuolista laitetta syöttävä pistorasia on suojattava erillisellä 30mA:n vikavirtasuojalla. Laitteiston ulkopuolisia laitteita syöttämään käytetyt pistorasiat on suojattava lisäsuojauksena 30 mA:n vikavirtasuojalla, paitsi jos piiri on suojattu sähköisellä erotuksella, PELV- tai SELV-piirillä. (SFS 6000-7-717:2022, 8)

Viimeisenä standardissa käsitellään sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Kohta sisältää tunnistamisen, johtojärjestelmät, sekä muut laitteet. Standardin lopussa on lisäksi kuvia kohtien 1–4 esimerkeistä. Laitteiston tunnistamiseksi standardissa suositellaan kiinnitettäväksi laitteiston syöttävän kojevastikkeen läheisyyteen kilpi, mistä selviää kytkettävien laitteistojen tyypit, laitteiston jännitearvot, vaiheiden lukumäärä ja kytkentä, laitteiston sisäinen maadoitusjärjestelmä, sekä laitteiston maksimitehontarve. Lisäksi sähköisellä erotuksella olevien pistorasioiden läheisyyteen on merkattava pysyvällä kilvellä, että kuhunkin pistorasiaan saa kytkeä vain yhden laitteen. (SFS 6000-7-717:2022, 10)

Laitteiston syötön liittämiseen on käytettävä H07RN-F tai vastaavaa kaapelia, minkä poikkipinta on vähintään 2,5 mm². Kaapelin on oltava taipuisaa, ja se on kiinnitettävä lujasti eristeaineisen sisäänvientiaukon kautta siten, että sen vahingoittumisen riski on minimoitu. Laitteiston sisäiseen johdotukseen saa käyttää vain eristettyjä vähintään seitsemän langan johtimia tai yksijohdinkaapeleita, jotka on asennettu johtokanavajärjestelmiin tai ei-metallisiin putkiin. Myös vaipallisten kaapeleiden käyttö on sallittu. Lisäksi mainitaan, että liikkuvat laitteistot tarkastetaan 12 kk välein ja siirrettävät laitteistot vähintään kerran kahdessa vuodessa. (SFS 6000-7-717:2022, 10)

3 SUUNNITTELU

Suunnitteluprosessissa määriteltiin ensiksi suunniteltavan keskuksen tarpeet. Tarpeiden selvittämisen jälkeen määriteltiin kaikki tarvittavat komponentit, kuten runko, jalka, muuntajat, suojauskomponentit, pistorasiat sekä ohjauskomponentit. Komponenttien määrittämisen jälkeen keskukselle suunniteltiin layout eli komponenttien asettelu keskuksen rungon sisään ja ulkopuolille. Kun layout oli suunniteltu, tehtiin keskukselle piirikaavio, mistä selviää keskuksen johdotus. Suunnittelu toteutettiin Eplan-suunnitteluohjelmistolla yhdessä JIS-Automation Oy:n suunnittelutiimin kanssa. Suunnittelutyön jälkeen keskus kasattiin JIS-Automation Oy:n keskusvalmistuksessa käyttäen yrityksen asennusperiaatteita.

3.1. Lähtötiedot

Ennen varsinaista suunnittelua tehtiin tarkastuspisteellä selvitystyö, missä tutkittiin sähkökeskusten tarkastuspistettä ja määritettiin tarkastuspisteen ongelmat sekä sen perusteella uuden laitteiston tavoitteet sekä tarvittavat ominaisuudet. Tarkastuspiste on rajattu alue, missä valmistettujen sähkökeskusten laatu varmistetaan. Kuvassa 2 tarkastuspisteen kiinteästi asennettu sähkökeskus, mistä keskusvalmistuksen tuotannossa valmistettuihin keskuksiin sekä opinnäytetyössä suunniteltuun tarkastuskeskukseen otetaan sähkö.



KUVA 2. Tarkastuspisteen kiinteästi asennettu sähkökeskus.

Nykyisessä keskuksessa on 30 mA vikavirtasuojalla ja 16 A C-tyyppin johdonsuojakatkaisijalla suojattu kolmivaihepistorasia, 16 A C-tyyppin johdonsuojalla suojattu kolmivaihepistorasia, suojaerotettu yksivaiheinen 16 A pistorasia, vikavirtasuojattu 16 A pistorasia, sekä yksi syötön automaattisella poiskytkennällä suojattu 16 ampeerin pistorasia. Lisäksi keskuksessa on yhdet SELV-suojatut 24 VAC, 24 VDC ja 12 VDC turvapistokelähdöt. Tarkastuskeskuksen syötöksi valittiin kiinteän sähkökeskuksen vikavirtasuojattu 16 A kolmivaihepistorasia liikuteltavien laitteistojen standardin mukaan (SFS 6000-7-717:2022, 7).

Selvityksessä nykyisen järjestelmän ongelmiksi muodostuivat turvallisuus, tehokkuus sekä tiettyjen jännitteiden puute. Tarkastuspisteellä työskentelee kaksi tarkastajaa, jotka molemmat ottavat tarkistettaviin keskuksiin sähkön kiinteästä sähkökeskuksesta. Tarkastuspisteellä työskentelee myös ajoittain suunnittelijoita tekemässä toiminnallisia testejä tai ohjelmointeja keskuksille. Esimerkiksi tapauksessa, missä molemmilla tarkastajilla sekä suunnittelijalla on työn alla useampi keskus, loppuu nykyisestä keskuksesta jännitelähdöt tai joudutaan käyttämään jatkojohtoja. Nämä asiat sekä hidastavat tarkastuspisteen toimintaa sekä lisäävät vaaratilanteiden mahdollisuutta esimerkiksi kompastumisen tai väärän johdon kytkemisen kautta. Nykyisestä keskuksesta puuttui myös 690 V pistorasia.

Selvitettyjen puutteiden sekä tarkastajien haastattelujen perusteella pyrittiin saamaan uuteen keskukseseen seuraavat ominaisuudet: Keskus tulee olla lukittavilla pyörillä liikuteltavissa, keskuksen painopiste pitää olla niin alhaalla, että se ei pääse kaatumaan, keskuksen kojevastikeryhmät ovat erikseen katkaisijoilla ohjattavia, sekä keskuksessa tulee olla tilaa mahdollisille laajennuksille. Lisäksi määritettiin tarvittavat kojevastiketyypit, niiden jännite, tarvittava virta, virta millä kukin kojevastikeryhmä ylikuormitussuojataan, pistorasioiden kappalemäärä sekä suojausmenetelmät, jotka ovat nähtävissä taulukossa 1. Kirjain P tarkoittaa kojevastikkeen vaiheliitintä, N nollaliitintä ja PE maadoitusliitintä.

TAULUKKO 2. Selvitetyt tarvittavat kojevastikeryhmät

Pistorasian tyyppi	Kappa-lemäärä	Pääjännite (V)	Piirin suunniteltu virta (A)	Ylikuormitussuojan virta (A)	Lisäsuojausmenetelmä
3P+PE	1	690 AC	0,1	0,2	Suojaerotus
3P+N+PE	5	400 AC	2	10	VVS
3P+N+PE	2	400 AC	2	10	VVS
2P+PE	6	230 AC	2	2	Suojaerotus
2P+PE	6	230 AC	10	10	VVS
2P+PE	2	230 AC	10	10	VVS
2P	1	24 AC	4	6	SELV
2P	1	24 DC	3	3,8	SELV
2P	1	12 DC	2	2,1	SELV

Kojevastikeryhmien virtoja on vaikea arvioida tarkasti, sillä keskusvalmistuksessa tarkastettavien keskusten virta on pientä ja vaihtelee riippuen siitä, kuinka moni keskus on tarkastuksessa. Kojevastikeryhmille voitiin määrittää arvioituja tarkastuksessa tarvittavia virtoja suuremmat ylikuormitussuojien virtojen arvot, joiden yli kojevastikeryhmien virrat eivät voi nousta. Esimerkiksi kuuden pistorasian vikavirtasuojatun ryhmän virraksi arvioitiin 2 A, joten sen ylikuormitussuojan virran arvoksi määriteltiin 10 A.

3.2. Runko ja jalusta

Keskuksen rungon tehtävänä on toimia sen sisälle tulevien laitteiden ja virtapiirien suojana kaikille keskukseseen tuleville komponenteille lukuun ottamatta syöttöä, kojevastikkeita ja käyttökytkimiä. Selvitettyjen tarpeiden perusteella rungon tulee olla riittävän tilava, että sinne mahtuu kaikki suunnitellut komponentit sisään, että tarpeeksi pieni, jotta sitä on helppo liikutella tarkastusalueella. Myös keskuksen jalan tulee olla riittävän tukeva, jotta keskuksen painopiste on tarpeeksi alhaalla tahattoman katumisen estämiseksi.

Keskuksen rungoksi valittiin 600 mm korkea, 600 mm leveä ja 250 mm syvä harmaalla maalilla päällystetty Schneider Electric NSYS3D6625P-teräsrunko, mikä

suunniteltiin asennettavaksi vaakatasoon eli rungon takaseinä jalustaa kohti. Tällöin oveen kiinnitettäviä katkaisijoita olisi helppoa käyttää, sekä keskuksen kattoon, seiniin ja pohjaan jäisi reilusti tilaa kojevastikeryhmille. Keskuksen tilavuus arvioitiin riittäväksi keskuksen sisäpuolelle tuleville kojeille. Etuna vaakatasoon kiinnittämisessä on alhaisempi painopiste verrattuna jalustalle pystyyn kiinnitettyn keskuksen. Kuvassa 3 työssä käytetty keskusrunko.



KUVA 3. Keskusrunko (Schneider Electric n.d.)

Keskuksen jalkaa valittaessa kriteereitä olivat riittävä kantavuus sekä lukittavat pyörät. Jalan teettäminen mittatilaustyönä ei ollut taloudellisesti kannattavaa, joten jalka hankittiin valmiina tuotteena, jota sen jälkeen muokattiin siten, että valittu runko saatiin kiinnitettyä siihen. Jalaksi valittiin kuvassa 4 esitetty Global midi work table lukittavilla pyörillä.



KUVA 4 Global midi work table (Globalstole n.d.)

Jalkaa valittaessa varmistettiin, että sen kantavuus on oikea. Tuotteen teknisten tietojen mukaan pöydän kantavuus on 125 kilogrammaa, joten arvioitiin, että kantavuus riittää. Keskusrunko kiinnitettiin kulmaraudoilla kuvassa 4 näkyvän punaisen pöytälevyn paikalle takaseinä alaspäin siten, että keskuksen ja jalan yhdistelmästä tuli tukeva. (Globalstole n.d)

3.3. Kotelon ulkopuolelle tulevat komponentit

Pääkytkin on katkaisija, minkä tehtävänä on katkaista keskuksen jännite. Pääkytkin tulee sijoittaa siten, että se katkaisee jännitteen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa virtapiiriä, esimerkiksi siten että jännitteiksi jäävät vain syöttöliittimet. Koska jännite liikuteltavaan sähkökeskukseen tulee vanhasta keskuksesta 16 A:n sulakkeelta, valittiin pääkytkimeksi Sontheimer 32 A kolmenapainen pääkytkin, mikä katkaisee keskuksesta kaikkien vaiheiden jännitteet. Kojevastikeryhmien kytkimiksi valittiin Sontheimer A1/8ZM/F601/VIP03E yksikärkiset 0–1 nokkakytkimet. (Sontheimer n.d.)

Pistorasiat valittiin taulukon 2. perusteella. 690 V:n pistorasiaksi valittiin Bals 3P+PE 5 h 16A 690V IP44 pistorasia vinolla kiinnityksellä. 5 h tarkoittaa PE-liittimen sijaintia kellolukemana. Vino kiinnitys mahdollistaa sen, että siihen kiinnitetty kaapeli ei pääse vääntymään ja täten rasittumaan niin paljon verrattuna suoraan kiinnitykseen. Pistorasiassa ei ole N-liitintä, sillä sitä ei kyseisessä syötössä tarvita. Kolmivaiheisiksi pääjännitteeltään 400 V:n pistorasioiksi valittiin Bals 16A 5 p 400V 6 h IP44 pistorasiat vinolla kiinnityksellä. Yksivaiheisiksi pistorasioiksi valittiin Bals 1PNE 16A 230V IP54 pistorasiat. (Bals n.d. Sonepar n.d.)

Keskuksen merkkivaloiksi valittiin punaiset Chint 24 VAC merkkivalot. Merkkivalojen laittamisesta liikuteltavaan sähkökeskukseen ei ole säädetty missään standardissa, joten se on omavalintainen käyttämistä helpottava lisä. Valon väri valittiin sillä perusteella, että testausasennuksissa punainen merkkivalo tarkoittaa joko kytkentävalmiutta tai käyttöä ja vihreä valo tarkoittaa käyttövalmiutta. (SFS-EN 50191,14)

Merkkivalojen alapuolelle, pääkytkimen yläpuolelle sekä 690 V pistorasian alapuolelle tulostettiin laserkilpikoneella taulukossa 2 esitetyt ohjeistavat liimattavat kilvet

TAULUKKO 2. Kilvet

PISTORASIA 1KPL 3~ 690V 100mA SUOJAEROTETTU	PISTORASIA 2 KPL 1~ 230V 10A VIKAVIRTASUOJATTU	24VAC
PISTORASIA 2KPL 3~ 400V 10A VIKAVIRTASUOJATTU	PISTORASIA 6 KPL 1~ 230V 10A 30mA VIKAVIRTASUOJATTU	24VDC
PISTORASIA 5KPL 3~ 400V 10A 30mA VIKAVIRTASUOJATTU	PISTORASIA 6 KPL 1~ 230V 2A 30mA VIKAVIRTASUOJATTU	12VDC
PÄÄKYTKIN	VAIN TARKASTUSKÄYTTÖÖN!	0V
HUOM! VAIN OPASTETUN HENKILÖN KÄYTTÖÖN!	PISTORASIAAN SAA KYTKEÄ VAIN YHDEN LAITTEEN	

Valkopohjaiset kojevastikeryhmiä kuvaavat kilvet suunniteltiin kiinnitettäväksi merkkivalojen ja niitä ohjaavien katkaisijoiden väliin, valkopohjaiset 12–24 VAC-

tai VDC-kilvet turvapistokeliittimien yläpuolelle, ja valkopohjainen syöttökilpi syöttökaapelin läpivientiholkin kohdalle. Sinipohjainen pääkytkinkilpi suunniteltiin kiinnitettäväksi pääkytkimen alapuolelle, ja keltapohjaiset vain tarkastuskäyttöön- ja vain opastetun henkilön käyttöön -kilvet pääkytkimen yläpuolelle. Pistorasiaan saa kytkeä vain yhden laitteen -kilpi suunniteltiin liimattavaksi 690 V pistorasian yläpuolelle. Kilvet laitetaan, koska ne ovat säädetty standardin Pienjännitesähköasennukset osa 7–717: Erikoistilojen- ja asennusten vaatimukset; Liikkuvat tai siirrettävät laitteistot kohdassa 717.514. (SFS 6000-7-717:2022, 10)

3.4. Muuntajat ja virtalähteet

Suojaerotus on suojauskeino, mikä saadaan aikaiseksi käyttämällä suojaerotusmuuntajaa, minkä toisiopiiriä ja sen jännitteille alttiita osia ei ole maadoitettu Suojaerotusta käyttämällä estetään vian aikaisen kosketusjännitteen esiintyminen viikapiirin jännitteelle alttiissa osissa. (Korpinen 2008, 7.4.4)

SELV (Safety Extra Low Voltage) eli pienenjännitejärjestelmä on suojauskeino, jossa käytetään muista piireistä erotettua niin pientä jännitettä, että se ei aiheuta koskettaessa vaarallista virtaa kehossa. Piirin jännitteen pitää olla alle 50 VAC tai alle 120 VDC, ja siinä ei tarvitse käyttää kosketussuojausta, mikäli nimellisjännite ei ylitä 24 VAC tai 60 VDC. SELV-järjestelmän piiriä ja jännitteelle alttiita osia ei saa maadoittaa, ja sen pistotulpat tai liittimet eivät saa olla yhteensopivia muiden jännitejärjestelmien liitoksiin. (Korpinen 2008, 7.4.1)

Muuntajista ensimmäisenä valittiin 690 V kolmivaiheinen muuntaja. Koska muuntaja oli mittatilaustuote, riitti tiedoiksi valmistajalle teho, kytkentäryhmä, sekä ensiön ja toision jännitteet. Muuntaja toisiossa tai ensiössä ei tarvitse olla N-johdinta, joten sen kytkentäryhmäksi valittiin Dd0. Muuntajaksi valittiin Intertrafo Oy:n 150 VA suojaerotusmuuntaja, minkä pääjännite on 690 V. Yksivaiheisia suojaerotettuja pistorasioita valittiin syöttämään Intertrafo Oy:n 500 VA suojaerotusmuuntaja. Ohjausvirtapiiriä ja 24 VAC turvapistokelähtöjä syöttämään valittiin JIS-Automation Oy:n 250 VA kaksoiseristetty suojaerotusmuuntaja.

DC-teholähteet ovat muuntajakomponentteja, millä muunnetaan valitun taajuista ja jännitteistä vaihtosähköä tasasähköksi. Valitut teholähteet ovat hakkuriteholähteitä. Hakkuriteholähde muuntaa syötetyn vaihtojännitteen korkeammaksi suurempitaajuiseksi vaihtojännitteeksi, jonka jälkeen sen jännite lasketaan ja se tasasuunnataan halutuksi tasajännitteeksi. (Varviala 2009, 2)

Opinnäytetyössä suunniteltuun keskukseen tarvittiin 24 V ja 12 V teholähteet. Teholähteiksi valittiin DELTA DRC-24V100W1AZ 24 V teholähde sisäisellä 3,8 A ylikuormitussuojalla, sekä DELTA DRC-12V30W1AZ 12 V teholähde sisäisellä 2,1 A ylikuormitussuojalla. (Delta n.d.)

3.5. Sähkötekkinen suojaus ja johtimet

Sähköasennukset- ja laitteet täytyy suojata siten, että niistä ei synny vaaraa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle silloin, kun laitetta käytetään tavanomaisesti. Sähkökeskuksen suunnittelussa huomioitavia suojauskriteereitä on suojaus

- sähköiskulta sisältäen perus- ja vikasuojauksen
- vikavirroilta
- ylivirroilta
- jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta vaikutuksilta
- lämmön vaikutuksilta
- syötön keskeytykseltä (SFS 6000-1:2022, 9)

Tarkastuskeskuksen perussuojaus toteutettiin käyttämällä eristettyjä johtimia ja komponentteja keskusrungon sisällä. Vikasuojaus- ja vikavirtasuojaus toteutettiin kojevastikeryhmäkohtaisesti joko käyttämällä syötön 30 mA vikavirtasuojaa, suojaerotusta yhdelle laitteelle, tai SELV-piiriä. Vikavirtasuojiksi valittiin Schneider electrikin 30 mA A-tyypin vikavirtasuojat. (Schneider electric n.d.)

Ylivirtasuojaus toteutettiin joko syötön omalla tai piirikohtaisella Schneider electrikin C-tyypin johdonsuojakatkaisijalla, milloin liikuteltavan keskuksen piirit mitoitettiin käyttäen seuraavalla sivulla esitettyä kaavaa 1

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

, jossa I_b on piirin suunniteltu virta, I_n on johtimen jatkuva kuormitettavuus ja I_z on johdonsuojakatkaisijan mitoitusvirta. (Schneider electric n.d. SFS:6000–4-43:2022)

Kaikkiin kytkentöihin lukuun ottamatta syöttökaapelia käytettiin Nexans H07V2-K-monijohdinkaapelia, minkä jatkuva kuormitettavuus 2,5 mm² johtimilla on 20 A, 1,5 mm² johtimilla 14 A ja 0,75 mm² johtimilla 10 A. Laitteen pienitehoisuudesta, virtapiirien kytkennästä, ja toteutettujen suojausten takia jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta vaikutuksilta tai lämmön vaikutuksilta suojaaminen ei vaatinut erityisiä toimenpiteitä. Syötön katkeaminen tai keskeytys ei aiheuta vaaraa, joten sitä ei tarvinnut huomioida. (Nexans n.d. SFS 6000-1:2022, 10)

3.6. Releet ja kontaktorit

Releillä toteutettiin sähkölaitteen ohjauksia siten, että 24 voltin jännitteellä ohjataan releitä, mitkä ohjaavat joko 230 voltin kojevastikeryhmiä, tai kontaktoreita, joilla ohjataan useamman vaiheen laitteita. Useamman vaiheen laitteita ei voi ohjata releellä, sillä yleisimmissä releissä ei ole tarpeeksi koskettimia ja ne eivät kestä suurta virtaa. Kontaktorit ovat yleensä sekä virrankestoltaan että kooltaan suurempia kuin releet, ja niitä käytetään ohjaamaan useamman vaiheen sovelluksia. (Chint. n.d.)

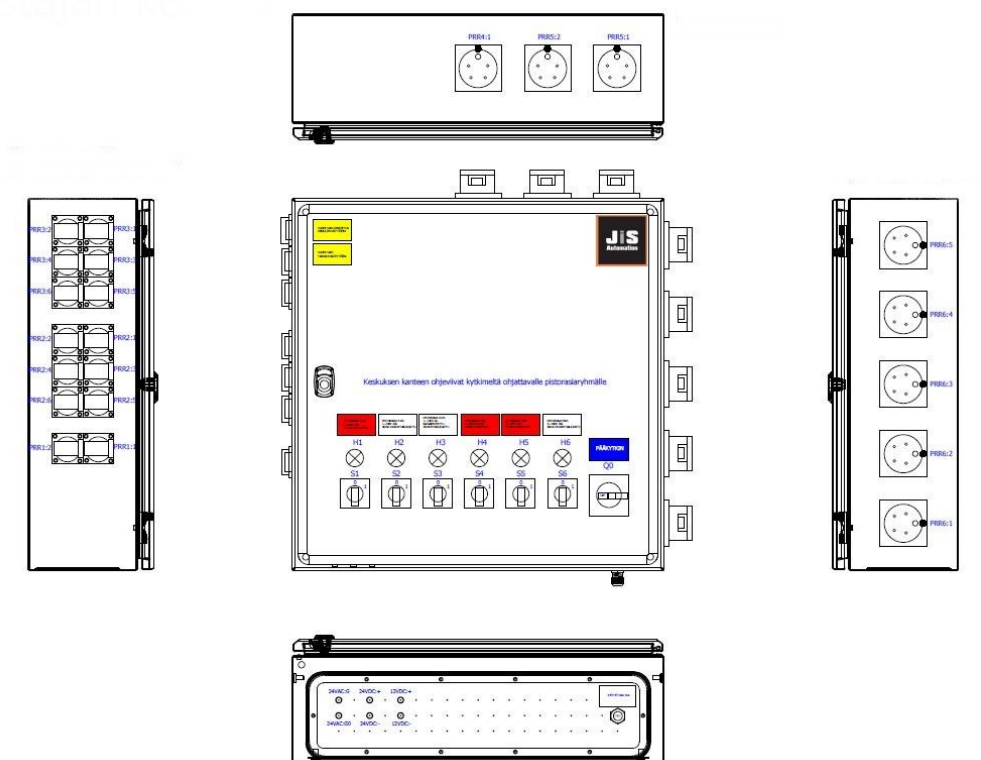
Lähtötietojen perusteella releen täytyi olla ohjattavissa kelaltaan 24 voltin jännitteellä, ja kytkimien eli kärkien tuli kestää 230 voltin jännitettä 10 A virralla. Tähän tarkoitukseen käytettiin Schneider Electricin yksikoskettiminen Harmony-rele, minkä virrankesto on 10 A ja käyttöjännite eli kelajännite on 24 V. Releille valittiin sopivat kannat vastaavilla arvoilla. (Schneider electric n.d.)

Kontaktoreilla ohjattiin keskuksessa olevia kolmivaihepistorasioita, sillä releissä ei ole tarpeeksi kärkiä eikä niiden virran- ja jännitteenkesto ole riittävä 400 voltin pistorasioita tai 690 voltin muuntajan ensiötä varten. 690 voltin muuntajan ensiötä

ohjaamaan valittiin Chint NC6-0901 kontaktori, mikä kestää 9 A virtaa. Muita kolmivaiheisia pistorasioita ohjaamaan valittiin Chint NC1-1210-kontaktorit 12 A virrankestolla. (Chint n.d.)

3.7. Layout

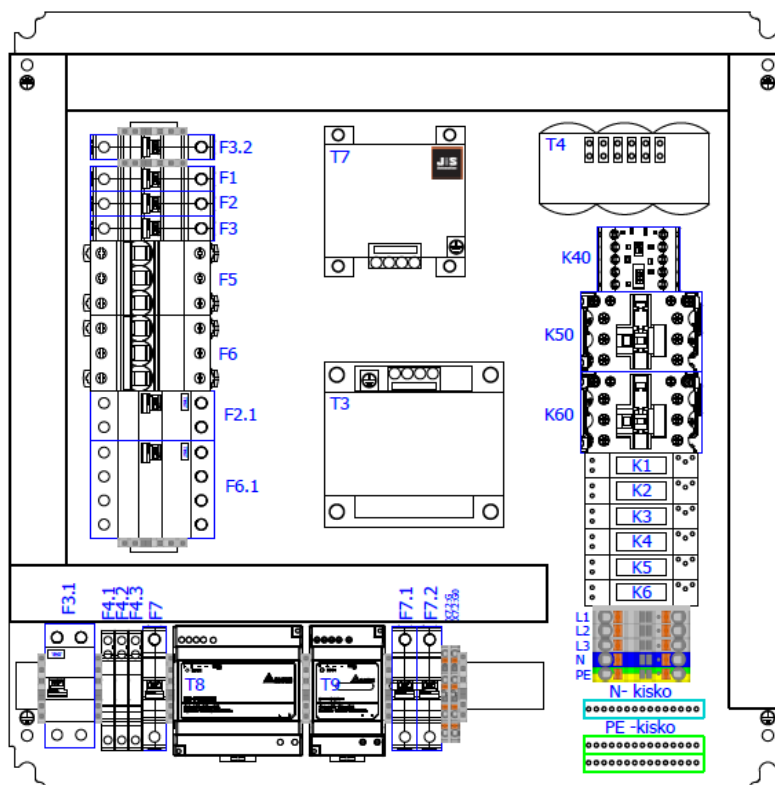
Layout on kuva keskuksen komponenttien asettelusta. Layoutin avulla keskuksen suunnittelija varmistaa, että komponentit mahtuvat keskukseen, komponenttien asennustila on riittävä, komponentteja pystyy käyttämään ja että komponentit eivät kuumene liikaa. Keskuksen kannen ja sivujen layout suunniteltiin siten, että tietyn ohjauksen ryhmät tulevat erikseen toisistaan. Yksivaiheisista pistorasioista koostuvat ryhmät sijoitettiin keskuksen vasempaan kylkeen, 690 V pistorasia ja vikavirtasuojamattomat 400 V pistorasiat keskuksen kattoon, ja vikavirtasuojatut 400 V pistorasiat keskuksen oikeaan kylkeen. Pohjaan sijoitettiin turvapistokkeet ja syöttökaapelin läpivienti. Kanteen sijoitettiin oikeaan alakulmaan pääkytkin, ja pääkytkimen yläpuolelle riviin ryhmien kytkimet, kilvet ja merkkivalot. Kuvassa 5 keskuksen kannen ja sivujen layout.



KUVA 5. Keskuksen kannen ja sivujen layout (Liite 1.)

Lisäksi keskuksen kanteen tehdään kilpimateriaalilla ohjeistavat viivat, mistä käyttäjä näkee selvästi mitä kojevastikeryhmää kytkin ohjaa. Viivojen piirtäminen layouttiin ei ollut järkevää, joten kanteen kirjoitettiin teksti, missä viivojen piirtämisestä kerrotaan. Kannen layoutissa kojevastikeryhmät on sijoitettu hie-
man erikseen toisistaan pois lukien 690 V:n pistorasia mikä on ylhäällä keskellä, koska se on erivärinen kuin muut kolmivaihepistorasiat, joten se on helposti tunnistettavissa. Kaikki käyttölaitteet piirrettiin siten, että niitä on helppo käyttää ja ne eivät osu toisiinsa. Keskuksen kannen yläreunaan jäi myös tilaa esimerkiksi kannettavalle tietokoneelle.

Keskuksen sisäpuolen layout suunniteltiin, kun tiedettiin kojevastikeryhmien ja muiden komponenttien paikat. Keskuksen asennuslevyn reunoille ja alareunan DIN-kiskon yläpuolelle piirrettiin 40 mm leveää kaapelikourua, missä johtimet kulkevat. DIN-kisko on metallista kiskoa, mihin kiinnitetään komponentteja. Keskuksen DIN-kiskot suunniteltiin korotettavaksi korotusjaloilla, jotta niiden alta voi kulkea johtimia. Kaapelikouru on eristävää muovikourua, mikä on suunniteltu johtimien kulkemiseen. DIN-kiskot sijoitettiin oikean ja vasemman reunan johtokourujen viereen sekä alareunan johtokourun alapuolelle. Kuvassa 6. keskuksen sisäpuolen layout.



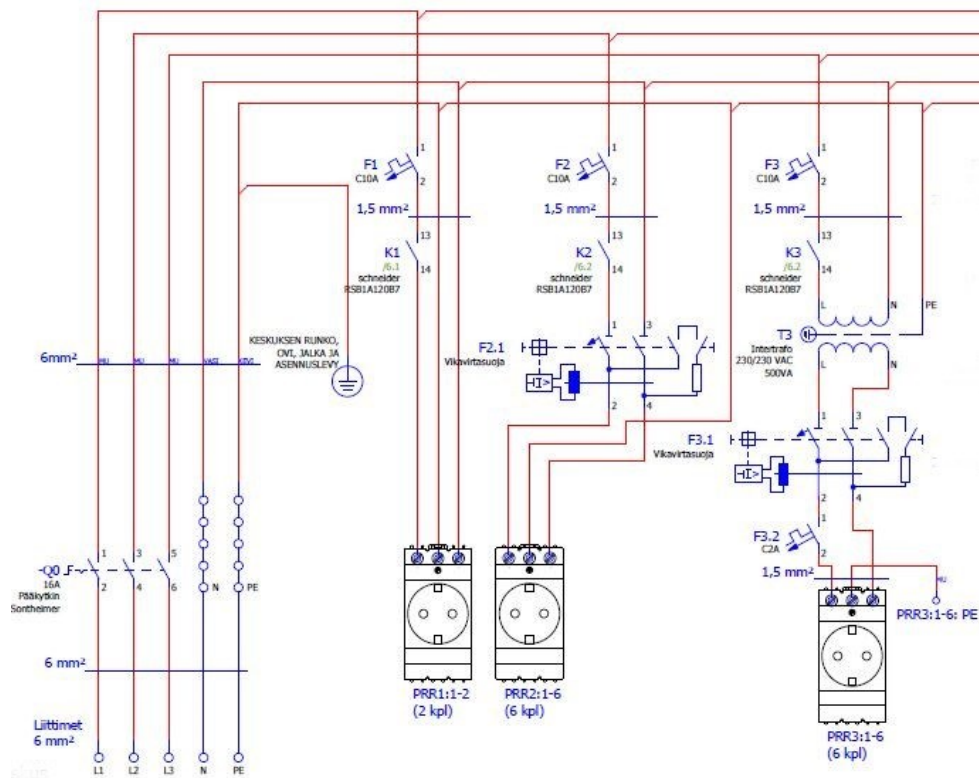
KUVA 6. Keskuksen sisäpuolen layout (Liite 1.)

Vasempaan pystysuuntaiseen kiskoon piirrettiin johdonsuojakatkaisijoita ja vika-virtasuojia. Alakiskoon piirrettiin lasiputkisulakkeita, DC-virtalähteet sekä 24 V vaihtovirtamuuntajan johdonsuojat sekä riviliittimet. Oikeaan pystykouruun sijoitettiin PE- ja N-liittimet, syöttöliittimet, releet ja kontaktorit. Keskelle levyä sekä oikean poikkikiskon yläpuolelle sijoitettiin 690V, 230V sekä 24VAC muuntajat. Levyn komponenttien sijoitusten perusteena oli kojevastikeryhmien sijainnit, lämpökuorman ehkäisy, sekä johdinten kytkentä; johtimet ovat selkeämpi kytkeä ja myös myöhemmin tarvittaessa muuttaa, kun komponentit asennettu ryhmittäin. Kuvan 6 layoutissa ryhmät ovat suuriinpiirtein suojauskomponentit, ohjauskomponentit, muuntajat sekä alle 24V -komponentit.

3.8. Virtapiirit

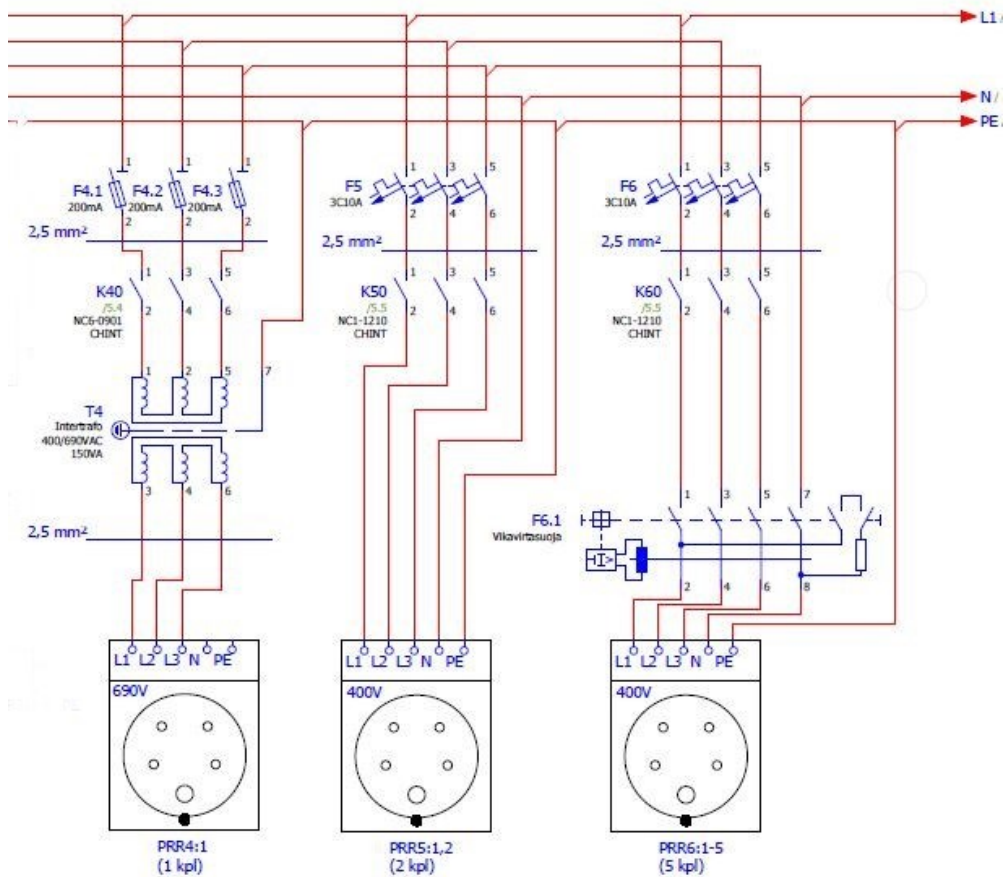
Piiri- ja johdotuskaavioissa ilmoitetaan kaikki oleellinen keskuksen valmistamiseksi, kuten komponenttien tiedot, johdinkoot, johdinvärit, sekä keskuksen kytkennät. Päävirtapiiri sisältää keskuksen päävirrankulkureitit, esimerkiksi pistorasoiden jännitteen kulun syötöstä pistorasian navoille.

Kojevastikeryhmät, virtapiirissä PRR, pistorasiaryhmät, nimettiin yhdestä kuu-teen siinä järjestyksessä, missä ne ovat keskuksen kyljissä aloittaen vasem- masta kyljestä päättyen oikeaan kylkeen. Turvapistokkeilla ei ole omaa ryh- mänumeroa, sillä niillä ei ole erillistä nokkakytkinohjausta. Kuvassa 7 on esitetty päävirtapiirin osa, missä näkyy kojevastikeryhmät 1–3 eli yksivaiheiset pistora- siat, sekä syöttö.



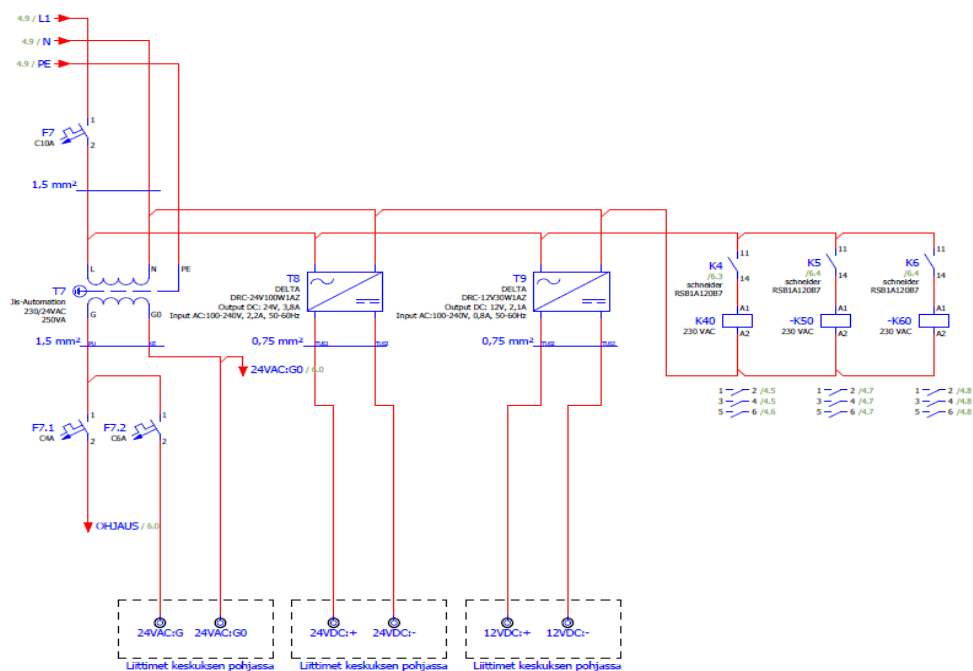
KUVA 7. Päävirtapiirin syöttö ja kojevastikeryhmät 1–3. (Liite 1.)

Syöttökaapeliksi valittiin 20 m mittainen 5G2,5 kumikaapeli, mikä on vastaava kuin liikuteltavien laitteiden standardin kohdassa 717.52.1 vaadittu. Syöttöliittimiksi valittiin 6 mm² riviliittimet. Riviliittimet ovat isommat kuin keskuskesussa käytetyt kaapelit, sillä se mahdollistaa tulevaisuuden laajennusvaran, ja liittimiin pystyy liittämään pienempiäkin johtimia. Syöttöliittimiltä vaihejohtimet kulkevat pääkytkimen kautta johdonsuoja-automaateille. Johdonsuoja-automaateilta vaihejohtimet kulkevat releiden kärkien kautta joko suoraan pistorasioihin, vikavirtasuojille, DC-teholähteille tai suojaerotusmuuntajille. Kuvassa 8 esitetty päävirtapiirin kojevastikeryhmien 4–6 toiminta.



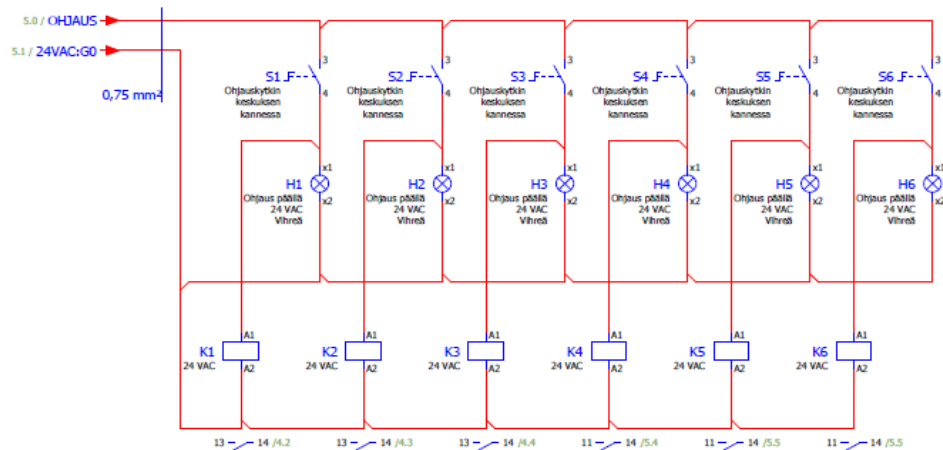
KUVA 8. Päävirtapiirin kojevastikeryhmät 4–6. (Liite 1.)

Ohjausvirtapiirin syöttö toteutettiin ensimmäisestä vaiheesta. Johdonsuoja-auto-
maatti F7 suojaa 24 VAC suojaerotusmuuntajaa, DC-teholähteitä, sekä kontak-
torien ohjausta. Ohjausvirtapiirien syöttö on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Ohjausvirtapiiriin syötöt. (Liite 1.)

Ohjausvirtapiiriä syötetään 24 VAC muuntajalla. Muuntajalta johtimet menevät oven kytkimille S1-S6, mitkä ohjaavat releiden K1-K6 keloja. Releet K1-K3 ohjaavat kojevastikeryhmiä 1–3, ja releet K4-K6 kontaktorien K40, K50 ja K60 keloja. Kontaktorien kärjet ohjaavat kojevastikeryhmiä 4–6. Oven merkkilamput H1-H6 kytkettiin rinnan releiden keloihin, siten että releen ohjatessa merkkivalo syttyy. Ohjausvirtapiiri on esitetty kuvassa 10.



KUVA 10. Ohjausvirtapiiri (Liite 1.)

4 VALMIIN LAITTEEN TARKASTELU

Sähkölaitteen kokoonpano sujui ilman ongelmia ja laite valmistui aikataulujen puitteissa. Ensin kalustettiin keskuksen levy ja kotelo. Sen jälkeen johdotettiin levyn komponentit pistorasioita ennen oleville komponenteille asti. Kalustettu kotelo kiinnitettiin jalkaan, minkä jälkeen kotelon sisään laitettiin asennuslevy ja tehtiin loput johdotukset. Valmis laite tarkastettiin standardin SFS-EN IEC 61439-1:2022, Pienjännitekeskukset, osa 1: Yleis-vaatimukset, kappale 11. kappaletarkastukset, sekä JIS-Automation Oy:n keskusvalmistuksen tarkastusperiaatteiden mukaan.

4.1. Laitteen käyttäminen

Valmista laitetta tarkasteltiin ensin laitteen käyttämisen näkökulmasta. Läpivienniltä menee ohjeistava viiva pääkytkimelle, minkä alapuolella on ohjeistusten mukainen pääkytkinkilpi. Pääkytkimen yläpuolella on vain tarkastuskäyttöön, sekä vain opastetun henkilön käyttöön -kilvet, millä ilmoitetaan käyttörajoituksista. Pääkytkimeltä suuntaviivat menevät kojevastikeryhmien ohjauskytkimille, joiden yläpuolella on kojevastikeryhmistä kertovat kilvet. Ohjeistavat viivat, kilvet, sekä kytkimet on esitetty kuvassa 11.



KUVA 11. valmis keskus yläpuolelta kuvattuna

Kilpien yläpuolella on jokaisen kojevastikeryhmän punainen toimintavallo. Toimintavalloilta ohjeistavat viivat menevät kunkin ohjaavan kytkimen kojevastikeryhmälle keskuksen kylkiin ja kattoon. Koska keskuksessa on ohjeistavat suuntaviivat, voidaan todeta, että pistorasioiden kilvet ovat riittävässä läheisyydessä pistorasioita. Keskuksen kyljet on esitetty kuvassa 12.



KUVA 12. Valmiin keskuksen vasen kylki, katto, oikea kylki ja pohja.

Keskuksen syötön läpiviennin viereen lisättiin standardin SFS 6000-7-717:2022 kohdan 717.514 mukainen tunnistuskilpi. Tunnistuskilpeen kirjattiin syötön tyyppi, jännitearvot, vaiheiden lukumäärä ja kytkentä, laitteiston sisäinen maadoitusjärjestelmä ja maksimitehontarve. Vastaavat tiedot lisättiin laitteen syöttökaapelin toiseen päähän. Kaikki keskuksen käyttöä koskevat toimenpiteet ovat standardien mukaisia, ja ne lisäävät keskusvalmistuksen tarkastuksen turvallisuutta ja tehokkuutta. (SFS 6000-7-717:2022, 10)

Tarkastajien haastattelujen perusteella pistorasioita on tarpeeksi ja ne ovat sopivissa ryhmäjaoissa. Laitteen käyttäminen on helppoa ja turvallista ja laite on tukeva. Lukkiutuvat pyörät toimivat suunnitellusti. Laitteen käyttäjät eli tarkastajat perehdytettiin laitteeseen ennen sen käyttöönottoa. Perehdytyksessä kerrottiin laitteen toimintaperiaatteet, laitteen oikeanlainen käyttö, sekä laitetta koskevat erikoisvaatimukset.

4.2. Kehitysehdotukset

Valmis laite on jokapäiväisessä käytössä, ja keskusvalmistajien haastattelujen perusteella laite toimii ja on tarkoitusten mukainen, joten laitetta ei ole tarpeen jatkokehittää tämänhetkisissä olosuhteissa. Mikäli laitteesta haluaisi myytävän tuotteen, tulisi tarpeiden selvitystyö ja suunnittelutyö tehdä perusteellisesti uudestaan, sillä laite suunniteltiin vain JIS-Automation Oy:n keskusvalmistuksen tarkastajien käyttöön.

Vaikka laite täyttää kaikkien sitä koskevien standardien kohdat, on siihen mahdollista tehdä erilaisia turvallisuutta lisääviä toimenpiteitä. Laitteeseen voisi lisätä tai sen voisi liittää osaksi hätäseis-piiriä, millä mahdollistettaisiin nopeampi jännitteen poiskytkentä hätätilanteessa. Laitteeseen voisi myös kiinnittää valotornin, mistä ilmenisi toimintavalmius ja käyttötila vihreillä ja punaisilla valoilla, taikka varoitussireenin tai oranssin vilkkuvan varoitusvalon, mikä varoittaisi laitteen sijainnista. Edellä mainitut toimenpiteet voisivat olla tarpeellisia tilanteessa, missä vastaavanlaista laitetta käytettäisiin eri olosuhteissa.

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön ensisijaisena tuloksena valmistui liikuteltava sähkökeskus JIS-Automation Oy:n Pirkkalan toimipisteen keskusvalmistuksen tarkastuspisteelle. Keskuksen tavoitteena oli lisätä tarkastuspisteen turvallisuutta ja tehokkuutta. Opinnäytetyön toissijaisena tuloksena dokumentoitiin keskusta määrittelevät standardit ja vaatimukset, keskuksen suunnittelutyö ja valmiin keskuksen tarkastelu.

Tarkastuspisteen ongelmien kartoittaminen ja valmistetun sähkökeskuksen tarpeiden selvitys tehtiin tarpeeksi laajasti. Työssä valmistunut liikuteltava sähkökeskus suunniteltiin ja rakennettiin sitä koskevien säädösten, standardien ja hyvien tapojen mukaan. Valmis keskus on tarkastajien haastattelun perusteella toimiva ja se lisää tarkastuspisteen tehokkuutta ja turvallisuutta, joten voidaan sanoa työn onnistuneen.

Työssä valmistunut keskus on sitä koskevien standardien ja käyttäjien tarpeiden mukainen, joten sitä ei ole tarpeen jatkokehittää. Keskuksen turvallisuutta on mahdollista lisätä opinnäytetyössä mainituilla toimenpiteillä. Mikäli vastaavanlaisen keskuksen haluaisi suunnitella johonkin toiseen kohteeseen, tulisi selvitys- ja suunnittelutyö tehdä kohteen ja tilaajan asettamien vaatimusten mukaan.

LÄHTEET

Bals n.d. GT panel mounting socket outlet, angled 16A 4p 400V 6 h, IP44. Verkkosivu. Viitattu 10.12.2022. <https://bals.fi/tuote/12500-gt-panel-mounting-socket-outlet-angled-16a-4p-400v-6-h-ip44/>

Bals n.d. TE panel mounting socket outlet Quick-Connect, angled 16A 4p 690V 5 h, IP44. Verkkosivu. Viitattu 10.12.2022 <https://bals.fi/tuote/120368-te-panel-mounting-socket-outlet-quick-connect-angled-16a-4p-690v-5-h-ip44/>

Chint n.d. NC6-0901-230V Verkkosivu. Viitattu 10.12.2022 <https://chint.co.uk/product/nc6-0901-230v/>

Chint n.d. NC1-1210-240V. Verkkosivu. Viitattu 10.12.2022 <https://chint.co.uk/product/nc1-1210-240v/>

Chint n.d. The Different Types of Contactors and How They Work. Verkkosivu. Viitattu 15.11.2022. <https://chintglobal.com/blog/the-different-types-of-contactors-and-how-they-work/>

Delta n.d. DRC-24V100W1AZ. Verkkosivu. Viitattu 10.12.2022 <https://www.deltapsu.com/en/products/din-rail-power-supply/DRC-24V100W1AZ>

Delta n.d. DRC-12V30W1AZ. Verkkosivu. Viitattu 10.12.2022. <https://www.deltapsu.com/en/products/din-rail-power-supply/DRC-12V30W1AZ>

Globalstole n.d. Global midi worktable. Verkkosivu. Viitattu 14.11.2022. <https://www.globalstole.com/industry/worktables/global-midi/>

Korpinen, L. 2008. Sähkövoimatekniikkaopus. 7.4.1. 7.4.4.

Nexans n.d. H07V2-K (RK 90°C) 450/750 V Verkkosivu. Luettu 10.12.2022 <https://www.nexans.fi/fi/products/Building-cables/Flexible-cords/H07V2-K-R30332.html>

SFS n.d. Mitä standardi tarkoittaa? Verkkosivu. Viitattu 13.11.2022. <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

SFS. n.d. Standardisointi Suomessa ja maailmalla. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2022 <https://sfs.fi/osallistu-ja-vaikuta/standardisointi-suomessa-ja-maailmalla/>

Schneider electric n.d. Verkkosivu. Luettu 10.12.2022 <https://www.se.com/fi/fi/product/RXG13B7/rele-harmony-relay-plugin-10-a-1-vaihtokosketin-led-24-v-ac/>

SFS 6000-1:2022 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Perusperiaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 9.11.2022. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 9.11.2022. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1141256.html.stx>

SFS 6000-7-717:2022 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–717: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Liikkuvat tai siirrettävät laitteistot. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Viitattu 9.11.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1142209.html.stx>

SFS-EN 50191 Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Viitattu 1.12.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/5/163801.html.stx>

Sontheimer n.d. A1/8ZM/F601. Verkkosivu. Luettu 10.12.2022. <https://www.sontheimer.org/en/products/39-rotary-cam-switches/550-a1-8zm-f601-1?pid=18>

Sontheimer n.d. NLT32/3E/Z33. Verkkosivu. Viitattu 8.12.2022. <https://www.sontheimer.org/en/products/40-On-load-switches/61-nlt32-3e-z33?pid=30&ic=1>

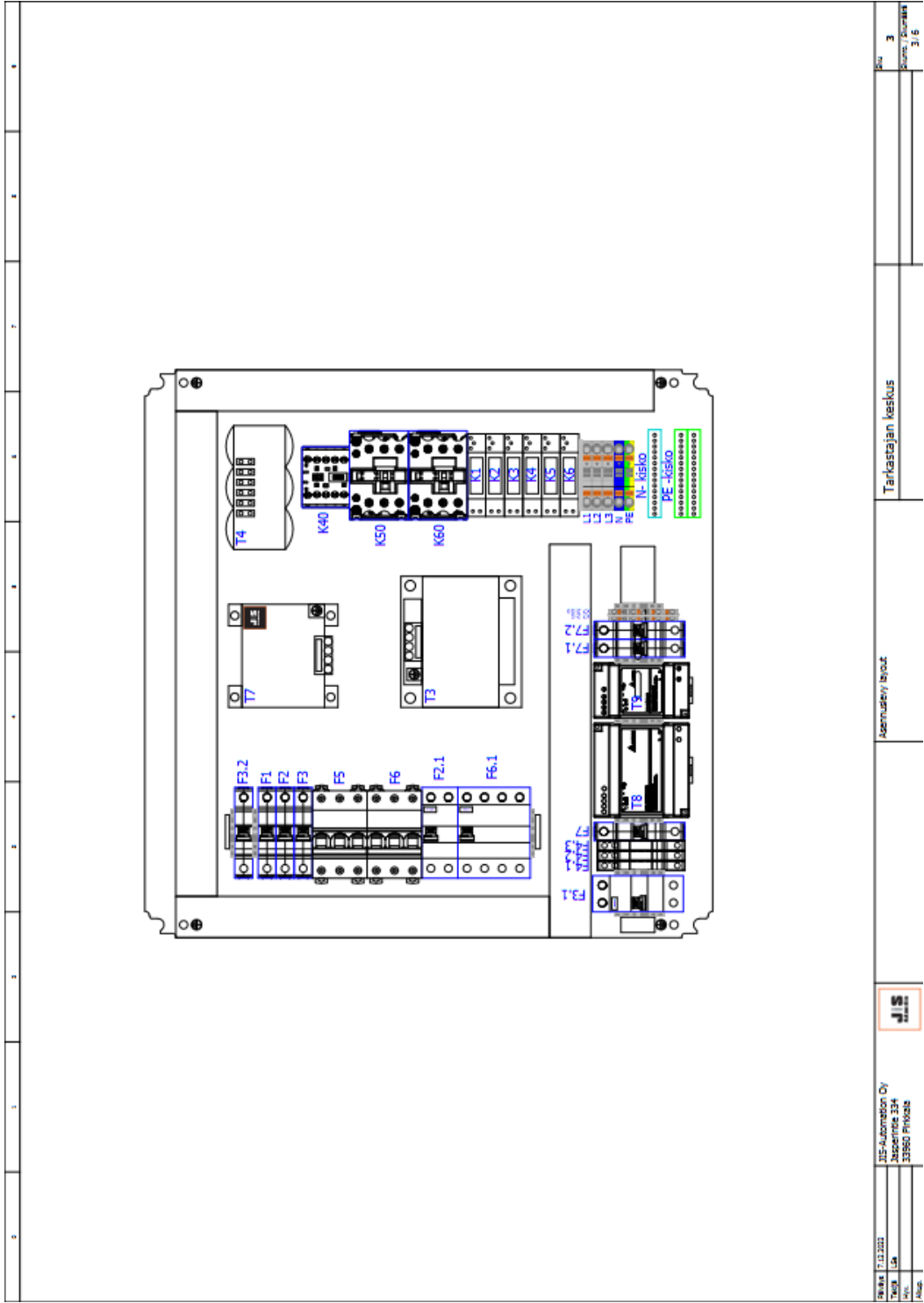
Sonepar n.d. Kojepistorasia - 71094 1PNE 16A 230V IP54. Verkkosivu. Viitattu 10.12.2022 <https://verkkokauppa.sonepar.fi/fi/kojepistorasia-71094-1pne-16a-230v-ip54-2529003>

STEK ry n.d. IP-luokitus. Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry. Verkkosivu. Viitattu 30.11.2022 <https://stek.fi/perustietoa-sahkosta/sahkojarjestelmat/ip-luokitus/>

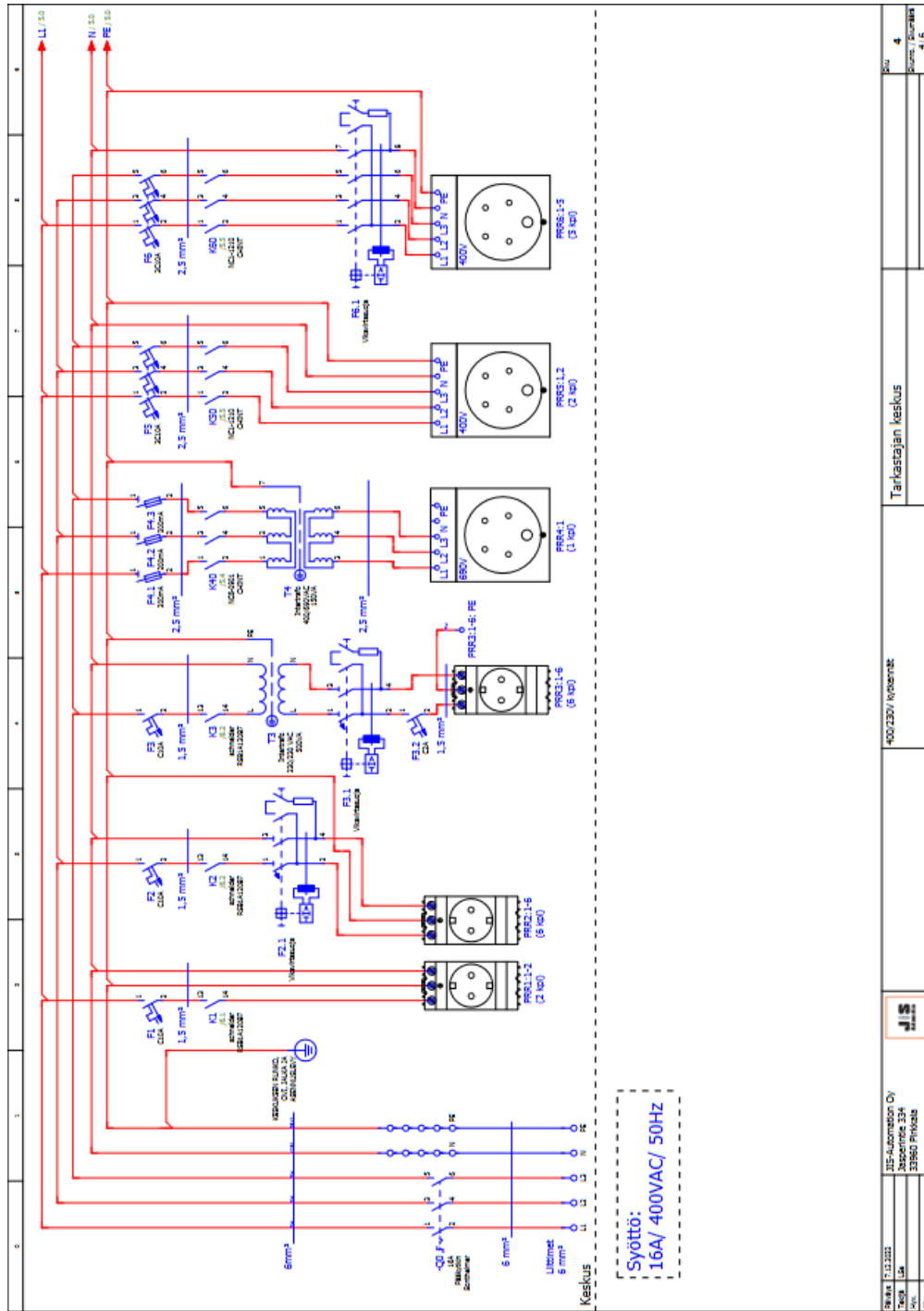
LIITTEET

Liite 1. Suunnitteludokumentti

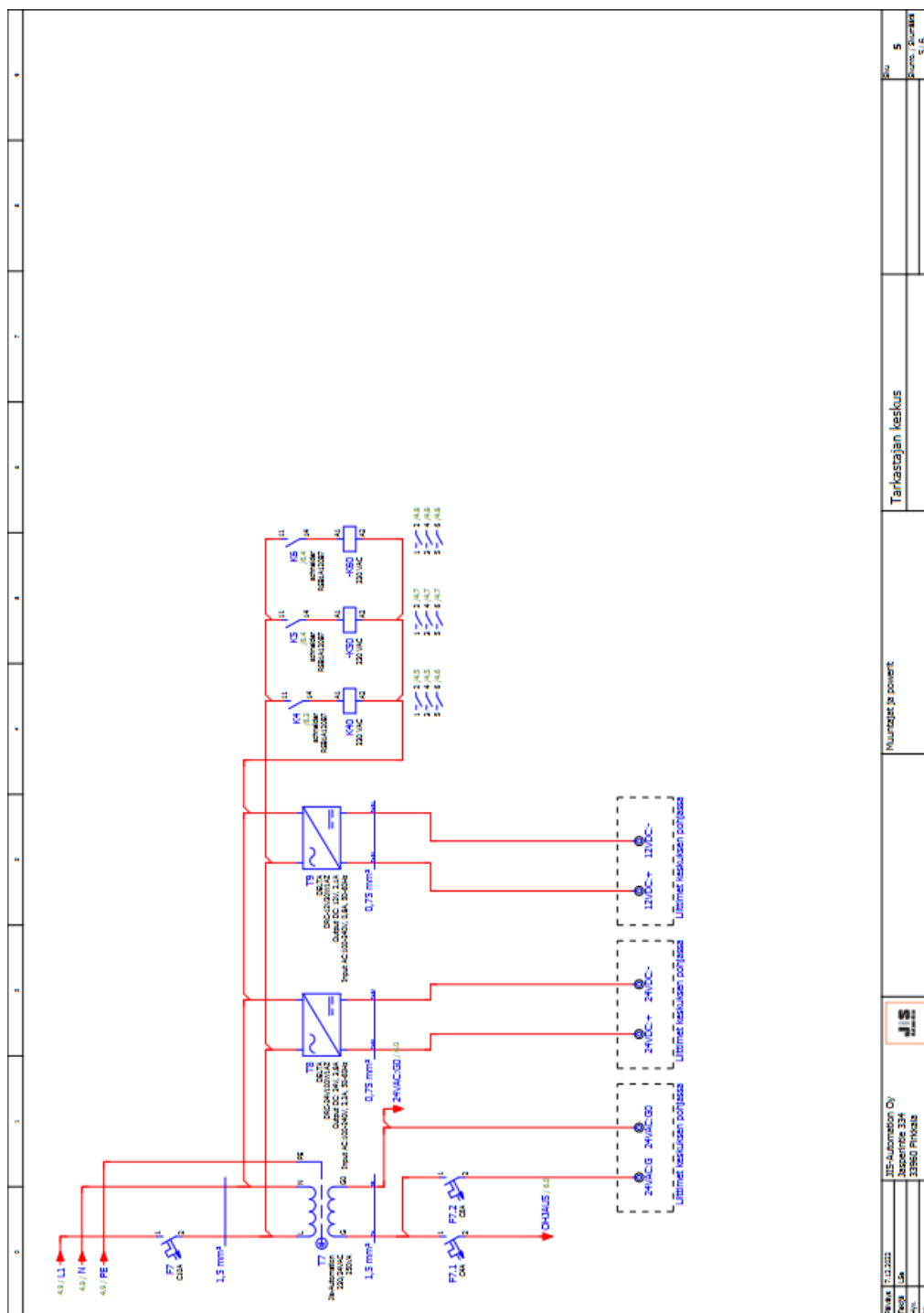
[illegible]

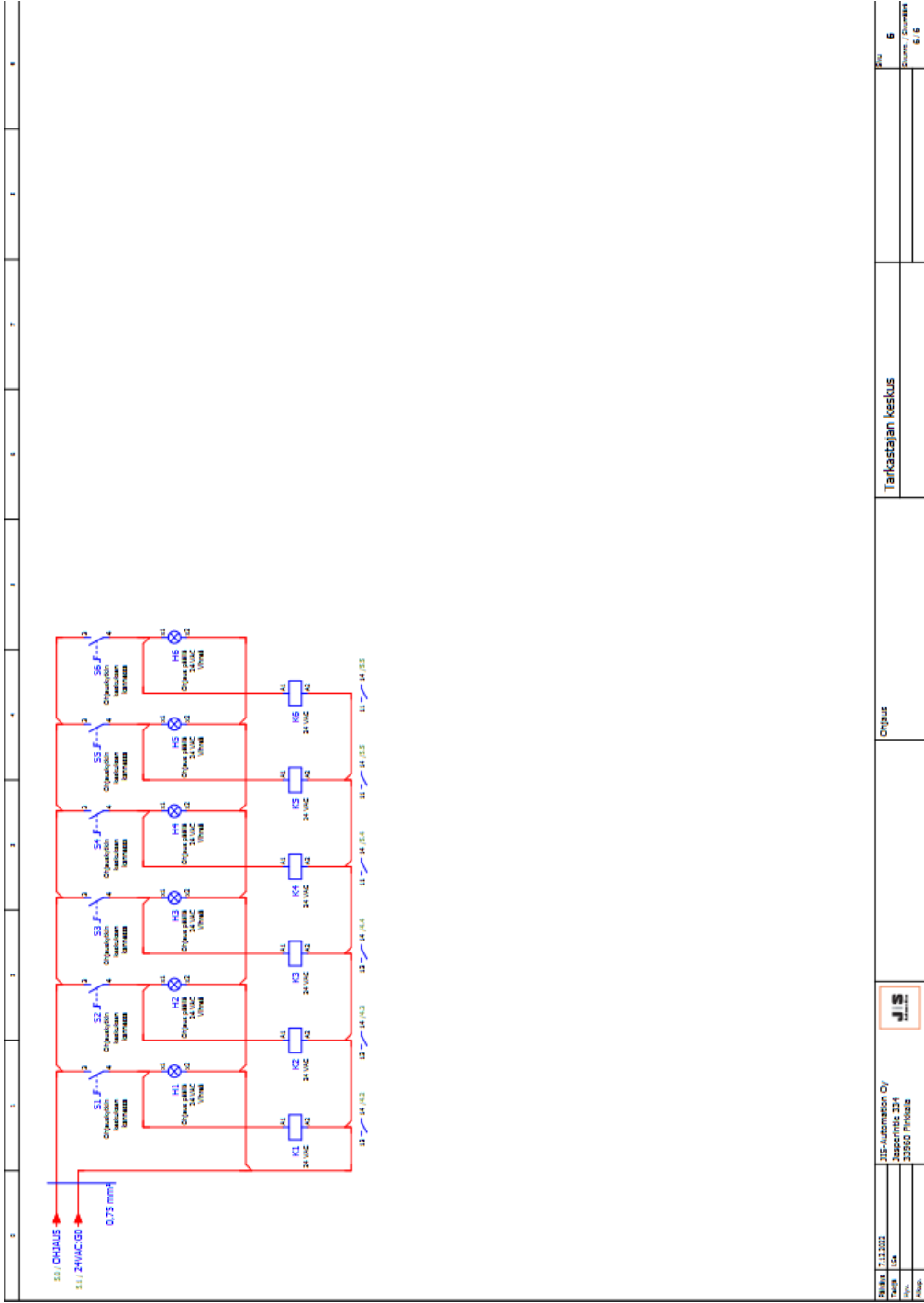


Rev	3	Tarkastajan käsitus	Asennusohje / layout	JIE-Automation Oy JIE-Automation Oy 33560 P10024	1.12.2021
Rev	3				
Rev	3				



400/230V/50Hz	Tarkastajan kaskus	4
400/230V/50Hz		4/5





Revisi	1.13.2023	JIS Automation Oy	Origus	Tarkastajan kassus	6
Revisi	0.04	Asennus 334			6 / 6
Revisi		33500 PIRUS			