

Tuotantolinjan sähköasennusten käyttöönotto

Raute Oyj

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2025

Jesse Ketola

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Jesse Ketola	Opinnäytetyö, AMK	2025
	Sivumäärä	
	30	
Työn nimi		
Tuotantolinjan sähköasennusten käyttöönotto		
Raute Oyj		
Tutkinto ja koulutusala		
Insinööri (AMK), konetekniikan koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)		
Raute Oyj		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa ja dokumentoida Raute Oyj:lle tuotantolinjan sähköasennusten käyttöönotto ja mittaukset. Työssä keskityttiin sähköasennusten käyttöönoton toimintatapoihin, jotka suoritetaan ennen automaatiohenkilöstön paikalle tuloa.</p> <p>Opinnäytetyö sisälsi käyttöönottomittausten menetelmien, oikeiden arvovälien, sekä mahdollisten vikatilanteiden analysointia. Opinnäytetyö perustuu Raute Oyj:n EU-maiden tuotantolinjatoimituksiin.</p> <p>Tutkimuksen avulla pystytään kouluttamaan uutta henkilökuntaa, sekä tuomaan esille kaikki työvaiheet sähköasennusten käyttöönotossa. Oikeat menetelmät takaavat turvallisen lähestymisen työhön.</p>		
Asiasanat		
ohjeistus, sähköasennusten käyttöönotto, mittaukset		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Jesse Ketola	Thesis, UAS	2025
	Number of Pages	
	30	
Title of Publication		
Comissioning of the electrical installations for the production line		
Raute Oyj		
Degree, Field of Study		
e.g. Engineer (UAS), Mechanical Engineering		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
Raute Oyj		
Abstract		
<p>The purpose of this thesis was to survey and document the commissioning and measurements of the electrical installations of a production line for Raute Oyj. The study focused on the commissioning procedures for electrical installations that are carried out before the arrival of the automation personnel.</p> <p>The work included an analysis of the methods for conducting power-off commissioning measurements, the correct value ranges, and possible fault scenarios. The research is based on production line deliveries in EU countries.</p> <p>The study enables the training of new personnel and provides a comprehensive overview of all work phases in the commissioning of electrical installations. Proper methods ensure a safe approach to the work.</p>		
Keywords		
guidance of instructions, electrical commissioning, measurements		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Raute Oyj.....	2
3	Käyttöönottotarkastukset	3
3.1	Yleistä käyttöönottotarkastuksista.....	3
3.2	Aistinvaraiset tarkistukset	3
3.3	Mittaukset ja testaukset	5
3.3.1	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	5
3.3.2	Eristysvastus mittaus.....	7
3.3.3	Jännitetesti	10
3.3.4	Suojaus jäännösjännitteeltä.....	10
3.3.5	Vikavirtasuojakytkimen testaus.....	11
4	Sähköasennusten käyttöönotto.....	12
4.1	Vaihe 1: Valmistelu.....	12
4.2	Vaihe 2: MCC/LCC automaattivarokkeiden viritys	13
4.3	Vaihe 3: Kenttäkoteloiden JB/CB/VT käyttöönotto	15
4.4	Vaihe 4: Profinet ja Ethernet väylien tarkistus.....	16
4.5	Vaihe 5: Moottoritietojen kirjaaminen ja moottorisuojien säätäminen	21
4.6	Vaihe 6: Tehomittarin parametointi.....	22
5	Yhteenveto ja pohdinta	29
	Lähteet	30

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään sähköasennusten käyttöönottoa Raute Oyj:n tuotantolinjoihin. Opinnäytetyössä käydään läpi sähköasennusten käyttöönoton eri vaiheet ja käyttöönototarkastukset. Työn käytännönsuudessa perehdytään, miten sähköjen käyttöönotto tehdään turvallisesti ja minimoidaan riskit. Työssä noudatetaan SFS-EN 60204-1 standardia, jonka alle Raute Oyj:n tuotantolinjat sijoittuvat.

Opinnäytetyöhön on kerätty sähköasennusten käyttöönoton kaikki eri työvaiheet esille. Työvaiheita noudattamalla pystytään linjan toiminnalliset testit aloittamaan sujuvasti. Tutkimuksen avulla kyetään rajaamaan työtehtävät mitkä kuuluvat sähköasennusten käyttöönottoon.

Työ tehdään Raute Oyj:lle, koska tavoitteena on kirjata ylös sähköasennusten käyttöönoton eri työvaiheet. Opinnäytetyö tukisi uusien asennusvalvojen perehdytystä. Opinnäytetyön tarkoituksena on listata työvaiheet ja luoda selkeä rajapinta asennusvalvojan työhön.

2 Raute Oyj

Raute Oyj on suomalainen teknologiayritys, joka tarjoaa puutuoteteollisuudelle teknologia-ratkaisuja ja palveluita. Yhtiö on erikoistunut viilun, vanerin ja viilupuun (LVL) tuotantoteknologioihin, ja se on näiden alojen globaali markkinajohtaja. (Raute Oyj 2025a.)

Raute Oyj:n pääkonttori sijaitsee Lahdessa, Suomessa. Suomessa toimipaikka toimii yhtiön globaalien toiminnan keskuksena, tarjoten teknologista tukea, suunnittelupalveluja ja hallinnollista ohjausta. Lisäksi Kajaanissa sijaitsee toimipiste, joka keskittyy paikallisiin teknologia-palveluihin ja kehitystoimintaan. (Raute Oyj 2025b.)

Kansainvälisesti Raute Oyj:llä on toimipisteitä esimerkiksi Kiinan Shanghaissa, Singaporessa ja Pohjois-Amerikassa. Yhtiöllä on vahva asema Kanadassa ja Yhdysvalloissa. Näiden strategisten sijaintien avulla Raute Oyj pystyy tarjoamaan paikallista tukea ja asiakaspalvelua, jotka vastaavat alueellisten markkinoiden erityistarpeisiin. Nykyään Raute Oyj työllistää yli 750 henkilöä ja toimii 11 maassa, tarjoten asiakkailleen kokonaisvaltaisia ratkaisuja puutuoteteollisuuden tarpeisiin. (Raute Oyj 2025b.)

3 Käyttöönottotarkastukset

3.1 Yleistä käyttöönottotarkastuksista

Käyttöönottotarkastus on olennainen osa ennen sähköasennusten ja tuotantolinjojen käyttöönottoa. Sen tarkoituksena on varmistaa, että kaikki sähköjärjestelmät, laitteistot ja turvatoiminnot täyttävät vaaditut turvallisuus- ja toiminnallisuusstandardit ennen niiden käyttöönottoa. Tarkastus sisältää sekä aistinvaraisen tarkastuksen että tarvittavat mittaukset ja testaukset. (SFS-EN 60204-1,2018, 88,89.)

Koneiden sähkölaitestandardi SFS-EN 60204-1 koskee koneen kaikkia sähkölaitteita riippumatta siitä, onko ne asennettu rakennusten seiniin tai muuten kiinni rakennukseen. Standardin soveltamisalan mukaan standardi kattaa koneen sähkölaitteiston sen verkkoliitännäkohdasta lähtien. (Siirilä 2008, 317.)

Kun koneen toimittaja vahvistaa, että suojajohdonjatkuvuus- ja eristysvastusmittaus on todennettu, mittauksia ei tarvitse suorittaa uudestaan. Tähän sisältyy Raute Oyj:n sähkökeskukset. Sähköasennuksen tehnyt urakoitsija suorittaa tuotantolinjan käyttöönottomittaukset. On huolehdittava, että mittaukset suoritetaan oikeaoppisesti ja huolellisesti, jotta varmistutaan sähköasennusten turvallisuudesta. (SFS-EN 60204-1,2018, 90.)

3.2 Aistinvaraiset tarkistukset

Aistinvaraisia tarkistuksia tulee suorittaa valvojan toimesta samaan aikaan, kun asennuksia tehdään. Tarkistuksilla varmistetaan, että asennukset ovat laadukkaita ja asennuksissa on käytetty oikeita asennustapoja. Aistinvaraista tarkastusta on hyvä aloittaa tekemään jo asennusvaiheessa. (SFS-6000-6:2022, 7.)

Aistinvaraiseen tarkastukseen liittyvät standardin EN 60204-1, sekä SFS 6000-6 mukaiset tarkastukset:

a) sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät

b) palosuojuksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet

c) johtimien valinta kuormitettavuuden kannalta

d) suoja- ja valvontalaitteiden valinta, asettelu, selektiivisyys ja yhteensopivuus

- e) *sopivien ylijännitesuojien valinta, sijoitus ja asennus, silloin kun ne on vaadittu*
- f) *erotus- ja kytkentälaitteiden valinta, sijoitus ja asennus*
- g) *sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan*
- h) *nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnukset*
- i) *piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo*
- j) *virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus*
- k) *kaapelien ja johtimien päätteiden ja liitosten sopivuus*
- l) *maadoituskytkentöjen, suojajohtimien ja niiden liitosten sopivuus*
- m) *sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila*
- n) *sähkömagneettisilta häiriöiltä suojaavat toimenpiteet*
- o) *jännitteelle alttiiden osien kytkennät maadoitusjärjestelmään*
- p) *johtojärjestelmien valinta ja asentaminen*
- q) *yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin ja äärijohtimen kytkentä hehku-lampun lampunpitimen kantaosaan (SFS-6000-6:2022, 8.)*

Tärkeää on suorittaa aistinvarainen tarkistus perusteellisesti. Lisäpotentiaalintasauksen kiinnityksessä (Kuva 1) on varmistuttava luotettavasta kiinnipysymisestä, koska koneen rungoissa tapahtuu värinää ja liikehdintää. (SFS-EN 60204-1,2018, 81.)



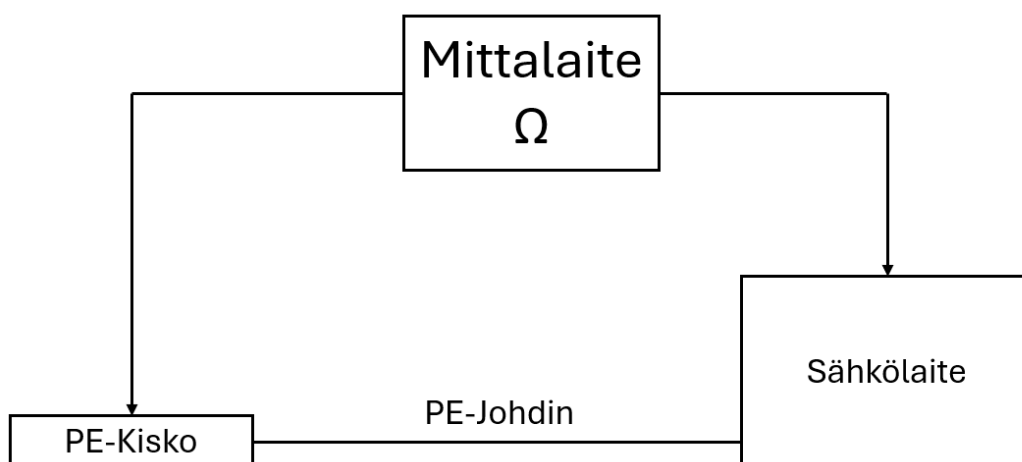
Kuva 1. Kaapelihyllyjen maadoitus kiinnitetty väärin

Virheelliset asennukset on dokumentoitava ja korjattava asianmukaisesti. Eri maiden sähköasennusstandardit, määräykset ja käytännöt voivat poiketa toisistaan, mikä voi johtaa epäyhtenäisiin toteutuksiin ja turvallisuusriskeihin. (SFS-6000-6:2022, 15.)

3.3 Mittaukset ja testaukset

3.3.1 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimen jatkuvuusmittauksen tarkoituksena (Kuvio 1.) on selvittää, että suojajohdinpäiirit ovat jatkuvia koko matkalta ja niiden liitokset on tehty kunnolla. Testauksessa mitataan jännitteelle alttiit osat esimerkiksi koneen moottorien, lämmitysvastusten, sekä sähkölaitteiden suojajohdinmaadoituksen jatkuvuus. Lisäksi mitataan lähinnä olevan pääpotentiaalintasaukseen liitetyn pisteen välinen suojajohtimen resistanssi, mikäli sellainen on asennettu. (SFS-EN 60204-1,2018, 89-90.)



Kuvio 1. Jatkuvuusmittauksen mittausperiaate (SFS-6000-6:2022, 9.)

Mitattaessa suojajohtimen jatkuvuutta TN-S-järjestelmässä on suoja- ja nollajohtimen välinen yhdistys avattava, koska muutoin ei voida erottaa suoja- ja nollajohdinta toisistaan. Mittaustulokset vaihtelevat linjakohtaisesti 0-2 Ω toisistaan kaapelin pituuden mukaan. Mittausten ylittäessä 2 Ω voidaan käyttää apuna taulukon 1 arvoja. (SFS-EN 60204-1,2018, 89-90.)

Hyväksyttävälle mittaustulokselle ei ole mitään tarkkaa raja-arvoa. Hyvänä nyrkkisääntönä on pyytää urakoitsijaa ilmoittamaan arvoista, jotka ylittävät 1 Ω . Yleisesti kaapelivedot ovat alle 100 m. Arvon ollessa poikkeava täytyy mittaustulosta lähteä etsimään liitoskohdista, tai linjan runkorakenteista (Kuva 1.). (SFS-EN 60204-1,2018, 89.)

Nimellinen poikkipinta-ala S	Tyypillinen resistanssi R lämpötilassa 30 °C
mm ²	mΩ/m
1,5	12,5755
2,5	7,5661
4	4,7392
6	3,1491
10	1,8811
16	1,1858
25	0,7525
35	0,5467
50	0,4043
70	0,2817
95	0,2047
120	0,1632
150	0,1341
185	0,1091

Johtimien tyypilliset resistanssiarvot on annettu 30 °C lämpötilassa. Muissa lämpötiloissa θ johtimien resistanssi R_{θ} voidaan laskea käyttäen seuraavaa kaavaa

$$R_{\theta} = R_{30^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha(\theta - 30^{\circ}\text{C})]$$

jossa α on lämpötilakerroin (kuparille $\alpha = 0,003\ 93\ \text{K}^{-1}$)

Taulukko 1. Arvio todennäköisistä resistanssiarvoista (SFS-6000-6:2022, 18.)

3.3.2 Eristysvastusmittaus

Koneen sähköasennusten eristysresistanssimittauksella varmistetaan jännitteisten osien riittävä etäisyys maasta. Mittaus tehdään eristysresistanssimittarilla 500Vdc jännitteellä ja vähintään 1mA virralla, ennen koneen käyttöönottoa jännitteettömässä asennuksessa. (SFS-EN 60204-1,2018, 92.)

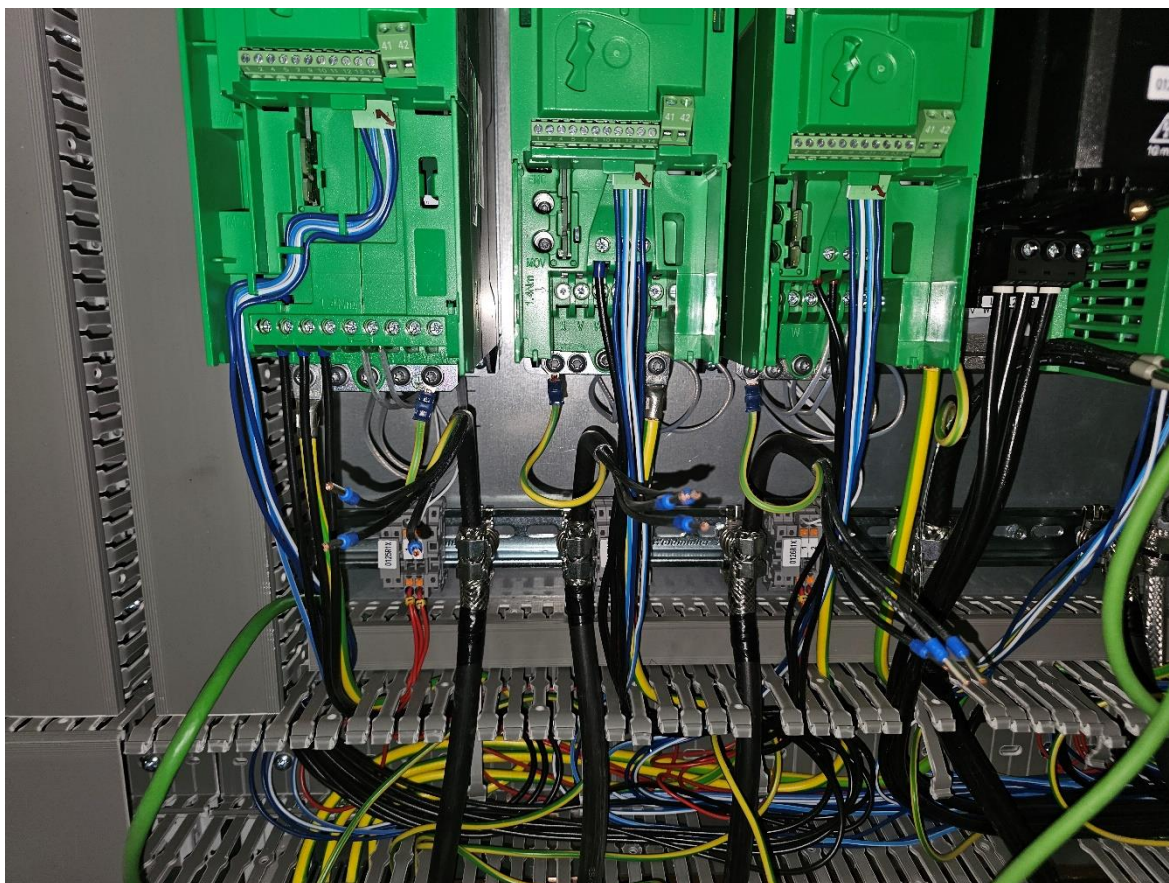
Mittaus voidaan tehdä valmiin koneen yhdestä kohdasta eli koneen sähkökeskuksen syöttöliittimistä, näin se kattaisi koko asennuksen. Eristysresistanssi on mitattava kaikkien jännitteisten johtimien ja PE:n väliltä. Mittausten aikana on pääkytkimien, moottorisuojien ja johdonsuojakytkimien oltava asennossa 1. (SFS-EN 60204-1,2018, 92.)

Mikäli virtapiiri on varustettu kontaktorilla tai vastaavalla kojeella, joka erottaa virtapiirin, on sen jälkeinen virtapiiri mitattava erikseen. Jos mitattavan eristysresistanssin arvo on sallittua pienempi, pienempi kuin 1MΩ, on selvítettävä mistä se johtuu. Syynä voi olla eristysvika johdotuksessa, sähkölaitteissa tai mittauksen ajaksi irti kytkemättä jääneet sähkölaitteiden nollajohdot, jotka aiheuttavat vuotovirtoja. Huomioi myös mahdolliset ohjausjännite- ja suojaerotusmuuntajat virtapiireissä. Poikkeaman selvittyä mitataan eristysresistanssi uudelleen kyseisestä virtapiiristä. Normaalisti koneen asennusten sähkölaitteet, sähkökojeet ja moottorit eristysresistanssi mitataan yksilöidysti erikseen. (SFS-EN 60204-1,2018, 92.)

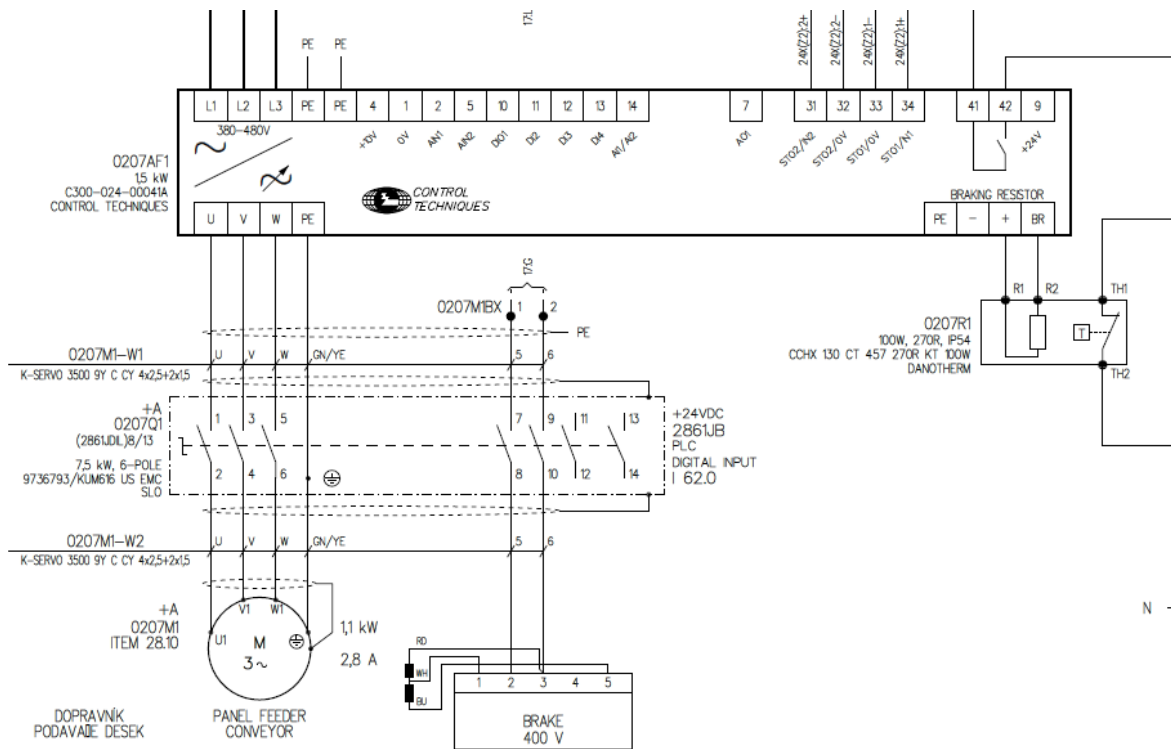
Herkät elektroniset laitteet tulee erottaa mittauspiiristä mittausten ajaksi, ellei ole varmuutta niiden jännitekestoisuudesta. Laitevalmistajat ovat testanneet laitteet CE-merkin vaatimalla

tavalla ja laitevalmistajalta voi kysyä, voiko sähkölaitteen mitata SFS-EN 60204-1 standardin vaatimalla tavalla. (SFS-6000-6:2022, 9.)

Kuvassa 2 on valmisteltu kaapelit eristysresistanssinmittausta varten. Kaapeli on muutoin kytketty valmiiksi, mutta vaihejohtimet on kytketty irti taajuusmuuttajasta. Ennen mittausta on myös käännettävä turvakytin 1-asentoon, jotta kaapeli mitataan koko matkalta. Kun katsotaan kuvaa 3 eristysresistanssimittaus kohdistuu kaapeliin 0207M1-W1, sekä 0207M1-W2, näin saadaan mitattua kummatkin kaapelit ja moottori samanaikaisesti. Mittaus suoritetaan laitteen 0207AF1 ja 0207M1 väliä. Kaapelin valmiiksi päättäminen helpottaa mittaustyötä, sekä nopeuttaa lopullista kytkentää taajuusmuuttajalle. (SFS-6000-6:2022, 9.)



Kuva 2. Esimerkki kaapelinvalmistelusta mittausta varten



Kuva 3. Esimerkki mittausvälistä (Raute 2024)

Hylätyt mittatulokset johtuvat yleisimmin asennusvirheistä:

- EMC suojauspäätely huonosti moottorinpäässä.
- Kaapeli rikkoutuu kuljetuksessa.
- Kaapelikengä osuu maihin varsinkin kaksoiskaapeli syötöissä. (Kuva 4.)

Kuvan 4 kaapelikengät on tuplasyöttötapauksissa aseteltava vastakkain ja siten ettei kaapelikengä osu maahan. Eristysvastusmittauksilla vältytään laiterikoilta ja löydetään kyseiset asennusvirheet. On myös suositeltavaa käyttää kutistesukkaa kaapelikengän rungon päällä. (SFS-6000-6:2022, 9.)



Kuva 4. Mustan johtimen alempi kaapelikenkä osuu moottorin kytkentäpisteen kiinnitys ruuviin

3.3.3 Jännitetestit

Kun jännitetestit tehdään, testin ja testilaitteiden on oltava EN 61180 mukaisia. Testijännitteen nimellistajuuden on oltava 50 Hz tai 60 Hz. Suurimman testijännitteen on oltava kaksinkertainen laitteiston syötön jännitteeseen nähden, tai vähintään 1000 v. Mittauksen on vaikutettava mitattavan piirin ja suojajohdinpiirin välillä noin 1 sekunnin ajan. Mittaus on tehty oikein, kun läpilyöntejä ei tapahdu. (SFS-EN 60204-1,2018, 92.)

3.3.4 Suojaus jäännösjännitteeltä

Jännitteisten osien jäännösjännite, mikäli se syötön katkaisun jälkeen on suurempi kuin 60 v, on purkautettava 60 V:iin tai sen alle 5 sekunnin kuluessa katkaisusta edellyttäen, ettei se häiritse laitteiston toimintaa. Tätä ei vaadita komponenteilta, joiden varaus on $60 \mu\text{C}$ esimerkiksi taajuusmuuttajat ja kompensointilaitteistot. Mikäli tämä ei käy toteen on ilmoitettava erillisellä varoituskilvellä ja mainittava aika, jonka jälkeen kotelon voi avata. (SFS-EN 60204-1,2018, 32.)

3.3.5 Vikavirtasuojakytkimen testaus

Kun sähkölaitteistossa on käytetty vikavirtasuojakytkimiä, tulee niiden toiminta todentaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. Toiminta todennetaan painamalla vikavirtasuojan testipainiketta. Vikavirtasuojan läpi kuuluu mennä jännite, jotta testi onnistuu. (SFS-EN 60204-1,2018, 89.)

4 Sähköasennusten käyttöönotto

4.1 Vaihe 1: Valmistelu

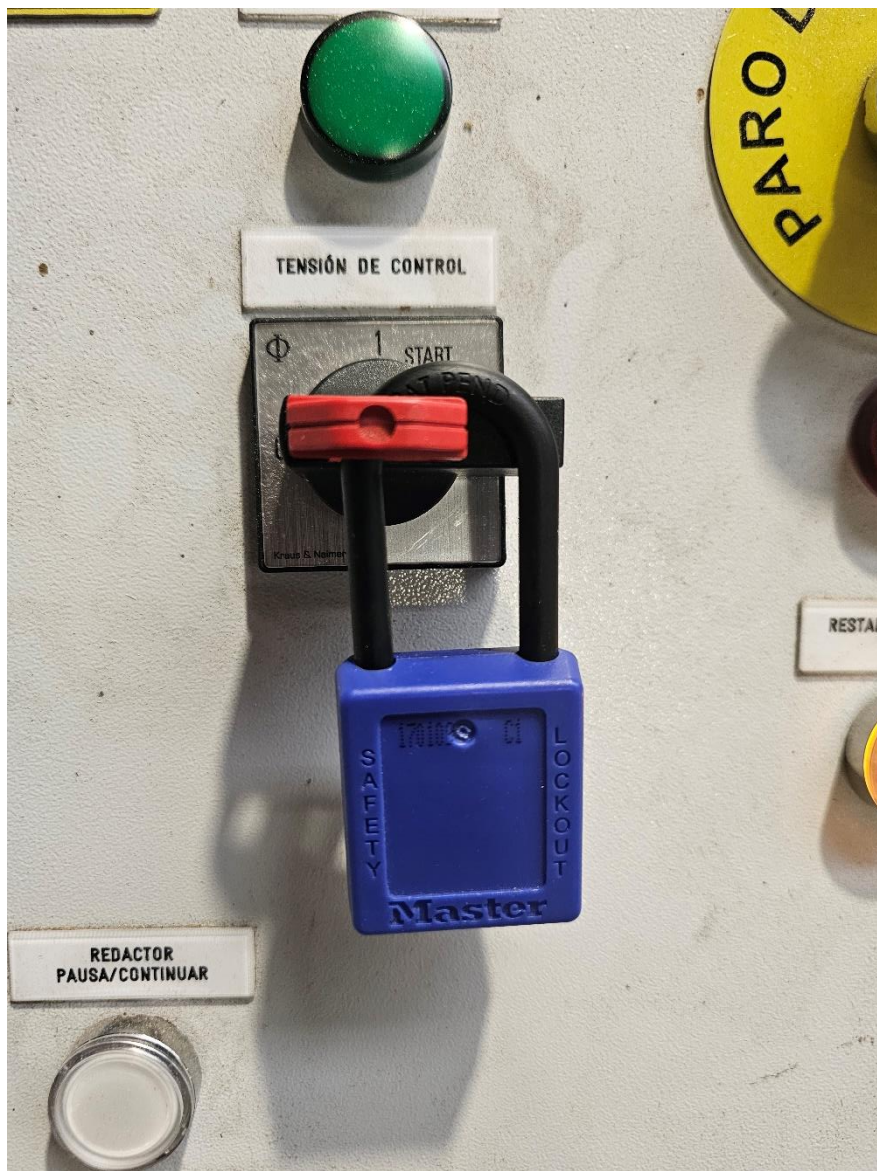
Sähköjen käyttöönotto voidaan aloittaa, kun linjaan on suoritettu käyttöönottomittaukset ja aistinvaraiset tarkistukset, eikä niissä ole havaittu puutteita. Tuotantohenkilökuntaa tiedotetaan ja ohjeistetaan, että käyttöönotto on alkamassa ja heidän kanssaan käydään turvallisuusasiat läpi ja sen jälkeen linjan koekäyttö voidaan aloittaa.

Koekäytön aikana on huolehdittava seuraavista asioista:

- kaikki turvakytkimet 0-asentoon
- kaikki kenttä- ja pääkeskussulakkeet ja moottorisuojat 0-asentoon
- kuljetustukien irrotukset esimerkiksi nostolavoista
- ohjausjännitteen lukitseminen.

Turvakytkimet käännetään 0-asentoon, näin estetään vahinkokäynnistyksen. Tämä on tehtävä yleisen turvallisuuden kannalta. Myös automaattiset johdonsuojakatkaisijat ja moottorisuojakytkimet on käännettävä 0-asentoon. Kääntäminen 0-asentoon auttaa mahdollisessa vian etsinnässä, kun sähköpiirejä otetaan käyttöön piiri kerrallaan. Näin vian esiintyessä on helpompi todentaa ongelma, kun kyse ei ole liian laajasta alueesta.

Ohjausjännitteen lukitseminen (Kuva 5.) estää linjan ohjauksen HMI paneeleilta, sekä ohjauspainikkeista. Kun kyseessä on kokoonpanossa ohjelmallisesti testattu tuotantolinja, niin liikkeiden suorittaminen on mahdollista operointi painikkeista. Lukon tulee olla henkilökohtainen, eikä lukkoon saa käydä kuin yksi avain. (SFS-EN 60204-1,2018, 18.)



Kuva 5. Lukittu ohjauksen jännite kytkin

4.2 Vaihe 2: MCC/LCC automaattivarokkeiden viritys

Automaattivarokkeiden viritys aloitetaan linjan pääkeskukselta MCC1 (Kuva 6.) Automaattivarokkeiden virityksen kanssa edetään ohjauspiiri kerrallaan askel askeleelta sähkökuvien mukaan. Linjakohtaisia eroja on, mutta tämän vaiheen tarkoituksena on, että piirit otetaan käyttöön yksi piiri kerrallaan.



Kuva 6. Kuvassa paneelisahalinjan MLCC1 ja MCC2 pääkeskukset

Listaa sähkökeskusten sisäisistä käyttöönotettavista laitteista:

- ylijännitesuoja
- tehomittari
- ohjauksjännitemuuntaja 230VAC
- ohjelmointipistorasiat
- turva-alueiden sulakkeet
- 24VDC ohjauksjännitemuuntajat
- CPU:n ja MCC:n sisäiset IM-hajautusmoduulit
- MCC:n sisäiset virtakiskosyötöt

- Ethernet- ja Profinet-kytkimet (Kuva 7.)



Kuva 7. Kuvassa profinet- ja ethernet- kytkimiä.

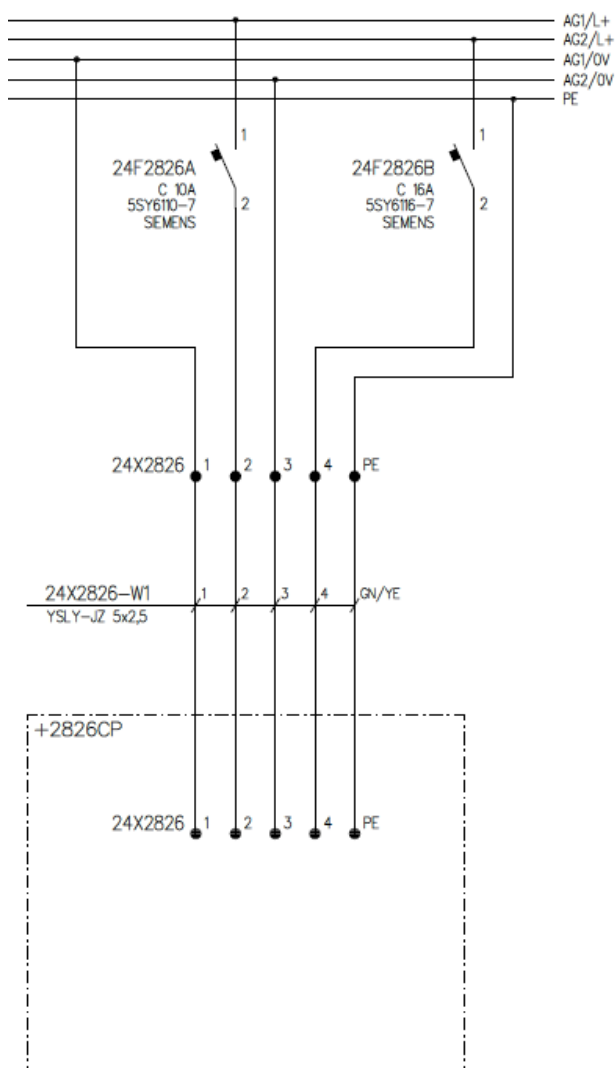
Automaattivarokkeiden viritys järjestyksessä takaa sen, että esimerkiksi laitevian takia vika-alue on helposti löydettävissä. Samalla varmistetaan keskuksen merkkeiden sekä sisäisten kytkentöjen toimivuudesta.

4.3 Vaihe 3: Kenttäkoteloiden JB/CB/VT käyttöönotto

Kenttäkoteloiden käyttöönotossa on hyvä edetä kotelo kerrallaan. Näin varmistetaan siitä, että syöttökaapeli menee automaattivaroketunnusten mukaiseen paikkaan. Pääkeskuksen päästä nostetaan esimerkiksi JB1- automaattivaroke päälle. Tämän jälkeen mennään JB1-kotelolle ja mitataan jännite riviliittimistä. On tilanteita, jolloin keskukselle tuodaan syöttö kahdelta ohjausjännitemuuntajalta (Kuva 8.), jolloin on hyvä varmistaa jännitteen kulku mitaamalla. Kun jännite on mitattu kotelolta, voidaan kyseisen kotelon sisäiset varokkeet viritää päälle.

Nämä vaiheet tulee toistaa jokaisen kotelon kanssa, näin voidaan olla varmoja syöttökaapeliteiden kytkennöistä. Jos kaikki automaattivarokkeet viritetään kerralla päälle, niin silloin

ei voida olla varmoja, että ne menevät oikeisiin koteloihin. Tällainen tilanne olisi turvallisuusriski kunnossapidon kannalta.



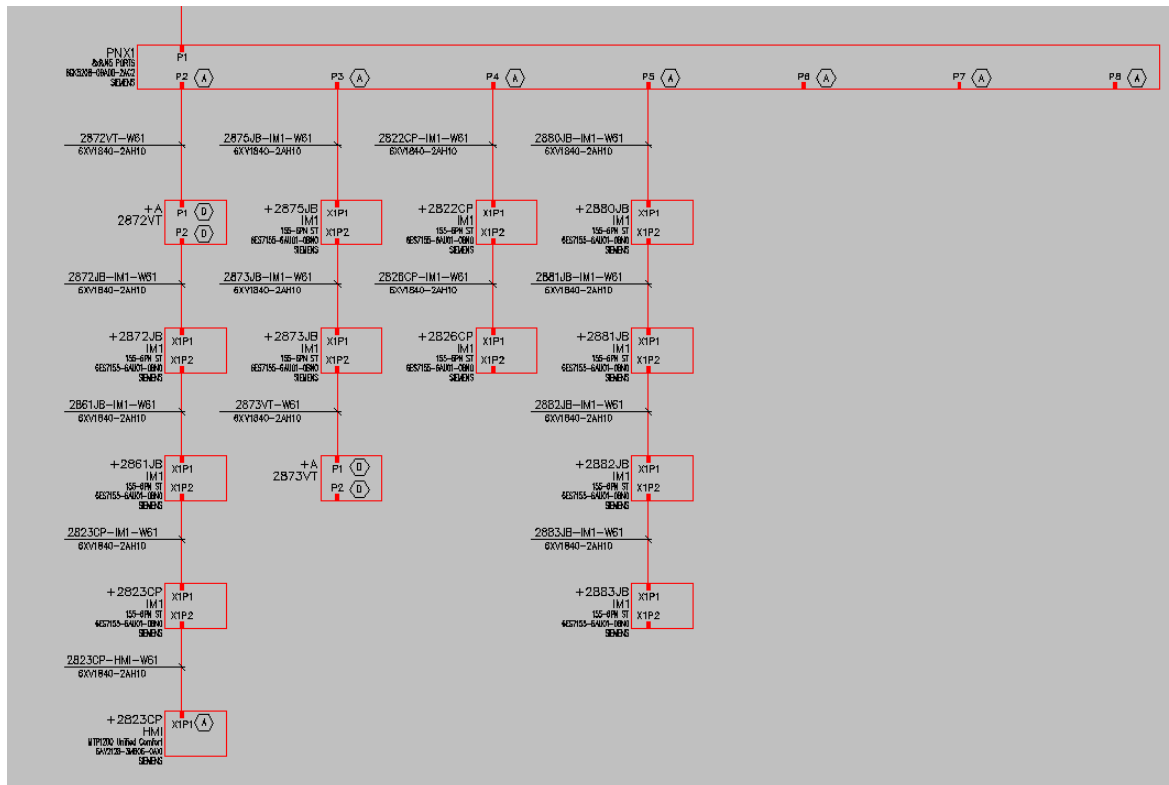
24VDC POWER SUPPLY

Kuva 8. 2826CP kotelon syötönkytkentä (Raute 2024.)

4.4 Vaihe 4: Profinet ja Ethernet- väylien tarkistus

Raute Oyj käyttää kenttähajautuskoteloidissa yleisesti Siemens Simatic ET 200SP -hajautus I/O-yksiköitä. Kenttäkoteloiden väylärakenne on yleisesti linjatopologia, eli laitteet liitetään peräkkäin toisiinsa. JB1 liitetään JB2 ja JB2 liitetään JB3. (Kuva 9.). ET 200SP:ssä on kaksi

kytkentä pistettä, toiseen tulee ja toisesta lähtee. Linjatopologia soveltuu laajoihin automaatiolinjoihin, kuten Raute Oyj:llä. Vian etsintä korostuu linjatopologiassa, kun laitteet on kytketty linjamaisesti, jos välissä olevassa laitteessa ilmenee vika, silloin ei myöskään topologian loppupään laitteet toimi. (Helmholz 2025.)



Kuva 9. Sahalinjan kenttälaitteiden väylärakenne (Raute 2024.)

Väyläkytkentöjen toimivuus tulee tarkistaa ET 200SP -hajautusmoduulin diagnostiikkavaloista. ET 200SP:stä löytyy kaksi valoa, jotka indikoivat kenttäväylän tilan. (Kuva 10.)

Kun LK1 tai LK2 valo ei pala, niin silloin yhteys on epäkunnossa. Ongelma syntyy yleisesti kytkentävirheistä, tai huonosta kontaktista liittimessä. Ongelman korjaamiseksi pitää tarkistaa kytkennät kummastakin päästä, jonka jälkeen valon pitäisi alkaa palaa. Myös liittimissä on vikoja (Kuva 11.). Kytkentä perustuu Profinet-liittimen liitintätekniikkaan, joka läpäisee johtimen eristeen. Kontakti voi olla huono, jos liittintä ei ole kasattu oikein. Huomiona Profinet-kaapelin kuorintaan saa käyttää vain pelkästään sille tarkoitettua työkalua (Kuva 12.)

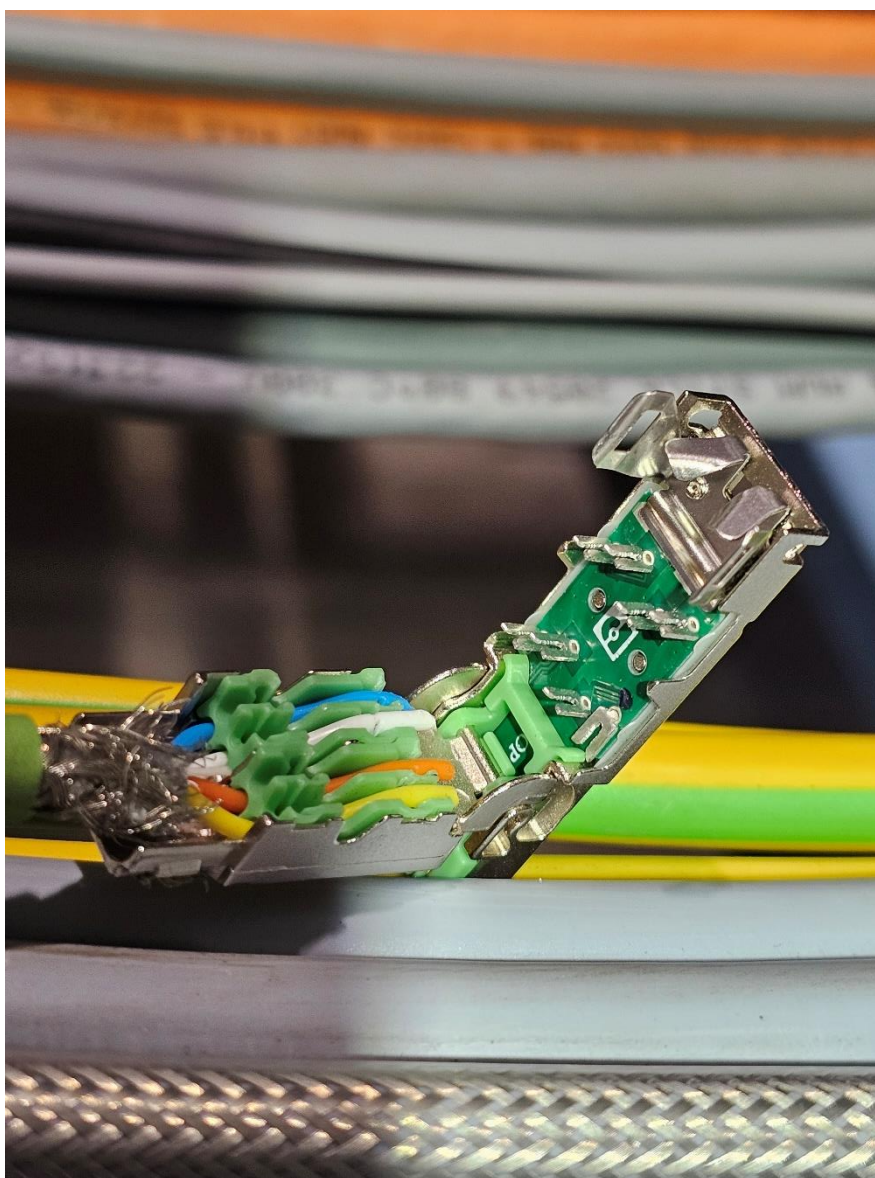
Kun kummatkin valot LK1 ja LK2 palavat se tarkoittaa, että kommunikointi kahden laitteen välillä toimii. Tämä nopeuttaa ohjelmallista käyttöönottoa, kun Profinet-väylä on kunnossa ja valmiiksi ilman kytkentävirheitä.

LK1/LK2 LEDs on the BusAdapter

Status display of the LK LED

LK1/LK2 LEDs	Meaning	Remedy
□ Off	There is no Ethernet connection between the PROFINET IO interface of your PROFINET device and a communication partner (e.g. IO controller).	Check whether the bus cable to the switch/IO controller is interrupted or whether the port is disabled.
■ On	There is an Ethernet connection between the PROFINET IO interface of your PROFINET device and a communication partner (e.g. IO controller).	-
☀ Flashes	The "Node flash test" is run (the RN/ER/MT LEDs also flash).	-

Kuva 10. Siemens ET200 PDF Manuaali (Siemens Oy 2025.)

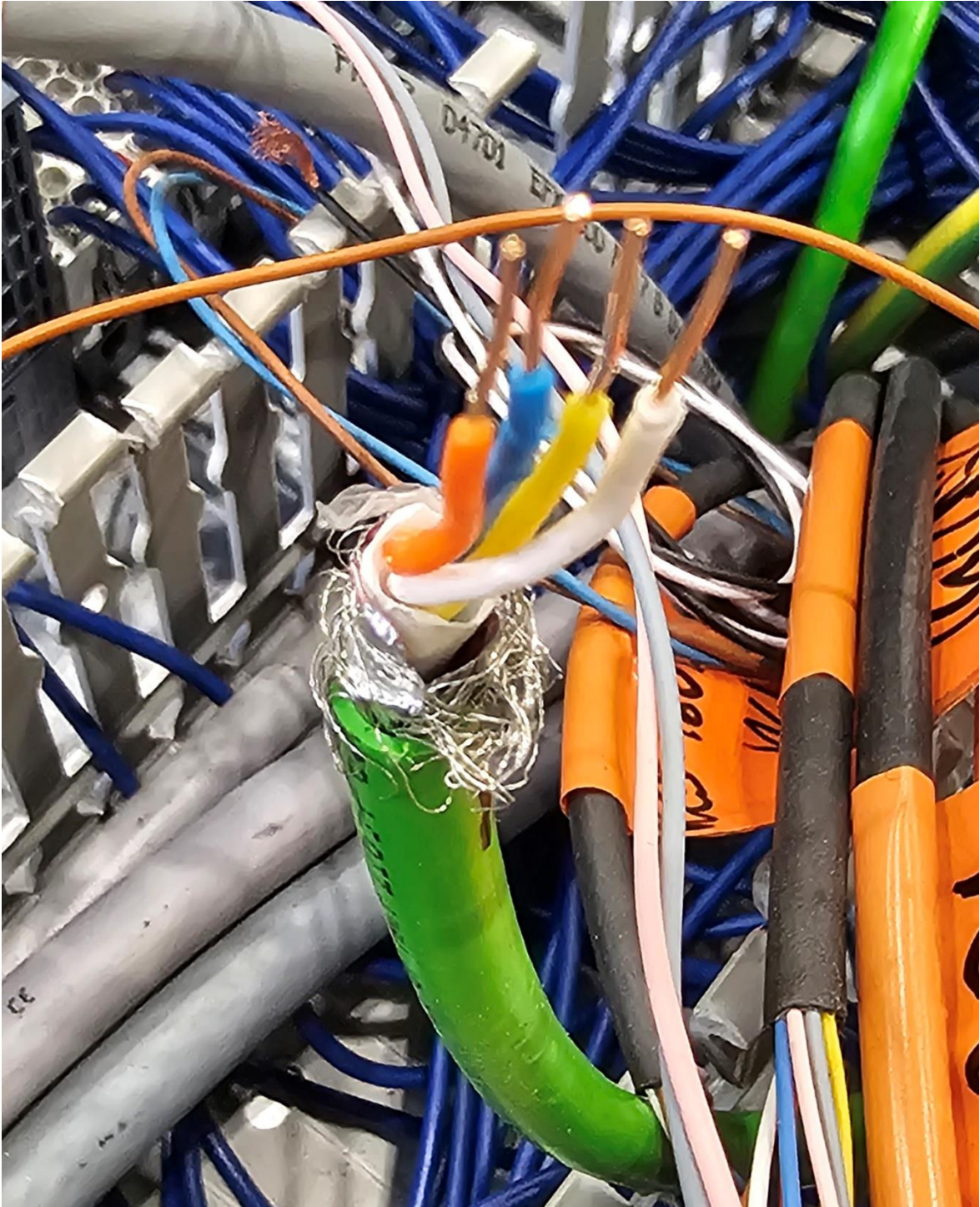


Kuva 11. Profinet-liittimessä taittunut pinni



Kuva 12. Profinet työkalu (Siemens Oy 2025.)

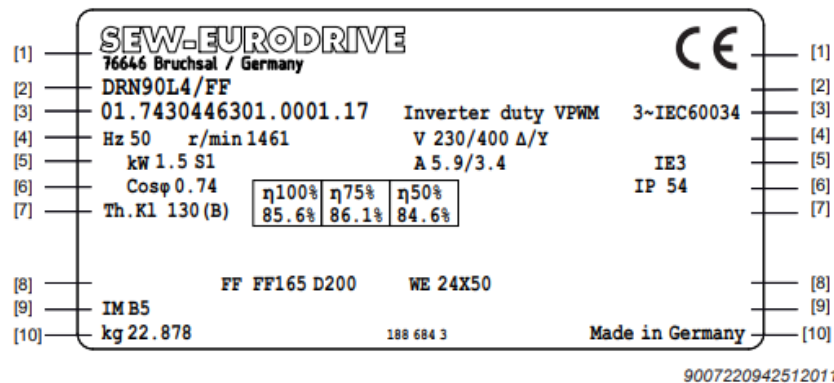
Profinet-kaapeli tulee kuoria ohjeen mukaan ja virheellisen kytkennän (Kuva 13.) löytyessä tulee käydä jokainen kytkentä läpi. Virheet aiheuttavat haastavia ongelmia, kun ollaan koeajovaiheessa. Jos kuorinta suoritetaan, vaikka puukolla, on silloin kaapelin häiriönsuojavaippa helppo rikkoa. Työkalu kuorii häiriönsuojavaipan oikeaan mittaan.



Kuva 13. Profinet-kaapelissa kuoritte eristeet johtimista, jolloin kytkentä on väljä

4.5 Vaihe 5: Moottoritietojen kirjaaminen ja moottorisuojien säätäminen

Raute Oyj käyttää etukojeena Siemensin moottorisuojia taajuusmuuttajissa sekä suorakäyttöisissä moottoreissa. Nämä tulee säätää sähkökuivissa olevan asetusarvon mukaan sekä vertaamalla niitä kyseisen piirin laitteen arvokilpeä vastaaviksi. Suorakäyttöisissä moottoreissa käytetään nimellistä kilpiarvoa. Taajuusmuuttajissa moottorisuoja säädetään taajuusmuuttajan ohjeen mukaan (Kuva 14.).



Rivi	Tiedot
[1]	<ul style="list-style-type: none"> Valmistaja, osoite CE-merkintä
[2]	<ul style="list-style-type: none"> Tyypimerkintä
[3]	<ul style="list-style-type: none"> Sarjanumero Soveltuvuus taajuusmuuttajakäyttöön Vaiheluku ja perustana olevat mitoitus- ja tehostandardit
[4]	<ul style="list-style-type: none"> Mitoitustaajuus Mitoitusnopeus Mitoitusjännite
[5]	<ul style="list-style-type: none"> Mitoitusteho ja käyttötapa Mitoitusvirta IE-luokka
[6]	<ul style="list-style-type: none"> Tehokerroin Kotelointiluokka standardin IEC 60034-5 mukainen
[7]	<ul style="list-style-type: none"> Terminen luokka Mitoitustehokkuus moottoreissa standardin IEC 60034-30-1 voimassaoloalueella
[8]	<ul style="list-style-type: none"> Laippa Akselin pää
[9]	<ul style="list-style-type: none"> Malli
[10]	<ul style="list-style-type: none"> Paino Tyypikilven tuotenumero Valmistusmaa

Kuva 14. Ohje SEW moottoreiden kilpiarvon lukemiseen (SEW-Eurodrive. 2025)

Sähkökuviin tulee kirjata ylös seuraavat arvot:

- tehokerroin
- mitoitusvirta
- mitoitusnopeus
- mitoitusteho.

Nämä nopeuttavat taajuusmuuttajien parametointia, kun kaikki oikeat kilpiarvot ovat ylhäällä. Jos moottorissa on käytössä jarru, on jarrun käyttöjännite varmistettava. Etenkin jos modernisointitoissa otetaan käyttöön vanhoja moottoreita, niin niissä voi olla 230VAC ohjaus, kun kaikissa uusissa Raute Oyj:n linjoissa käytetään 400VAC ohjausta.

Mitoitusvirran osalta (Kuva 14.) näkyy kaksi arvoa. Nämä määräytyvät nimellisen käyttöjännitteen mukaan. Yleensä nimellisjännite on 400VAC, jolloin moottori on kytketty tähtipistekytkenällä.

Kun kilpiarvot on kerätty, voidaan taajuusmuuntajien etukojeet kääntää 1-asentoon. Näiden edellä mainittujen toimenpiteiden jälkeen, voidaan toiminnallinen käyttöönotto aloittaa.

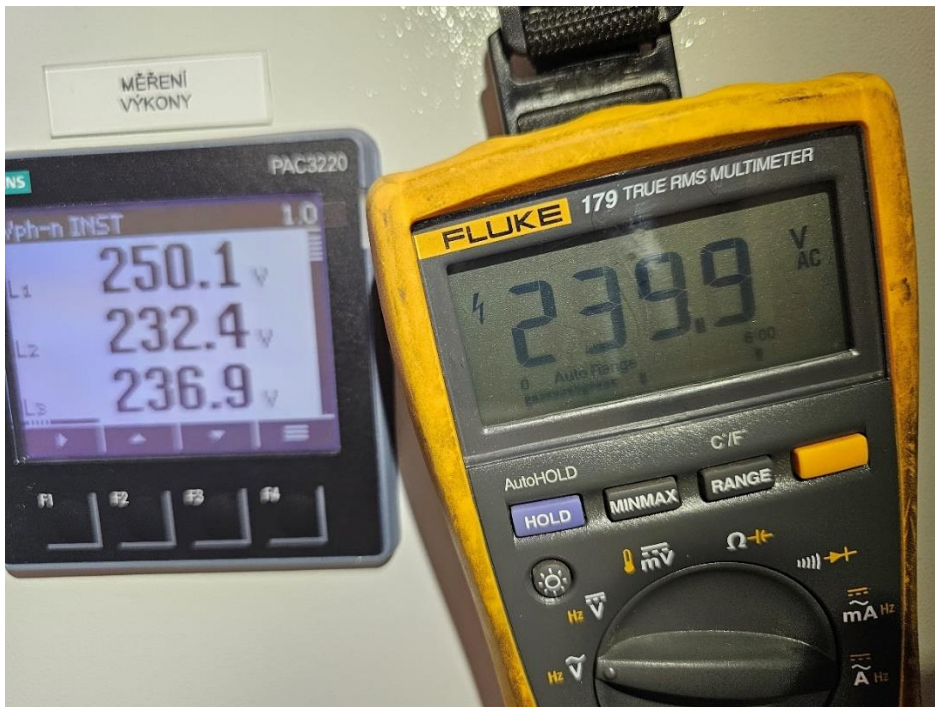
4.6 Vaihe 6: Tehomittarin parametointi

Raute Oyj:n moottorikeskukset on varustettu Siemensin PAC 3220 -tehomittarilla. Tehomittari tulee parametroida virtamuuntajien mukaan. Virtamuuntajat löytyvät päävirtakiskosta (Kuva 15) ja näistä tulee ottaa ensiö- ja toisiopuolen virran muuntoarvot ylös. Tässä esimerkkitaipauksessa 400/ 5A virtamuuntajat löytyvät virtakiskon suojan alta.



Kuva 16 Tehomittarin kytkentä

Mikäli 230VAC aloitusvalikko jätetään käyttöön. Tällöin sen antama mitta-arvo on virheellistä, koska N-johdin puuttuu pääkeskuksesta. Nämä suuret vaihtelut jännitteessä aiheuttavat huolta asiakkaan puolella. (Kuvat 17, 18 ja 19.)



Kuvassa 17 Yleismittarilla todettu jännite-ero L1 vaiheessa



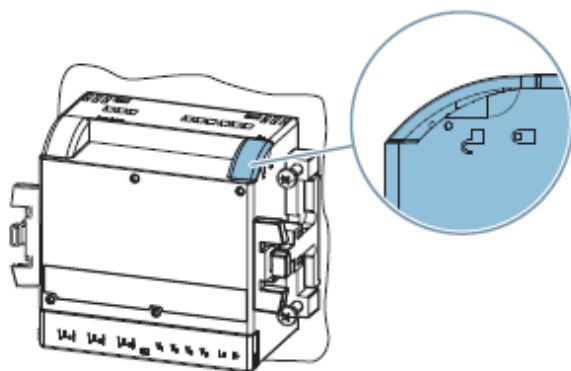
Kuvassa 18 Yleismittarilla todettu jännite-ero L2 vaiheessa



Kuva 19 Yleismittarilla todettu jännite-ero L3 vaiheessa

PAC 3220 Ohje arvojen syöttämiselle

Avataan kirjoitussuoja, jotta parametrejä pääsee muuttamaan mittarilla, näin arvojen syöttäminen on mahdollista. Tämä pitää muistaa lukita takaisin parametroidin jälkeen. (Kuva 20)



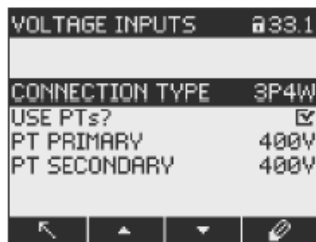
The write protection slider has a sealing point. This can be used to permanently activate write protection with a seal.

Kuva 20. PAC3220 Kirjoitus suojan avaus (PAC3220 Equipment Manual, 81)

Kuvan 21 mukaisesti suoritetaan seuraavat vaiheet:

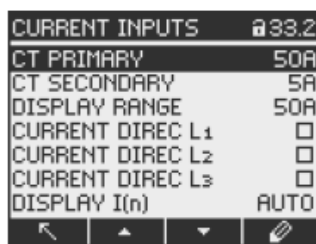
1. Tähän kytkentätyyppiä valitaan tehomittarin takaa löytyvä kytkentä. Yleisesti on 3P3W käytössä, kun keskuksen syötöstä puuttuu N-johdin. (Kuva 21.)
2. Syötetään muuntosuhde virtamuuntajilta, esimerkkitapauksessa 400/5A.

1. Select the "BASIC PARAMETERS" submenu of the "SETTINGS" menu.
Specify the connection type and the ratio of the voltage transformers you are using in the "VOLTAGE INPUT" menu item.



The ratio of the voltage transformer used can be adjusted only when the setting USE PTs? is activated.

2. Confirm your entry and press <ESC> to return to the "BASIC PARAMETERS" submenu.
Specify the ratio of the current transformers you are using in the "CURRENT INPUT" menu item.



3. You can configure the resolution of the current display in the "DISPLAY RANGE" menu item.

Kuva 21. PAC3220-jännitesyötön kytkentätyyppin valinta (Siemens ,55)

Kuvan 22 mukaan syötetään maakohtainen päivämäärä ja aika, jotta tiedonkeruu saa oikean aikaleiman ja ongelmakohtat pystytään löytämään aikajanelta.

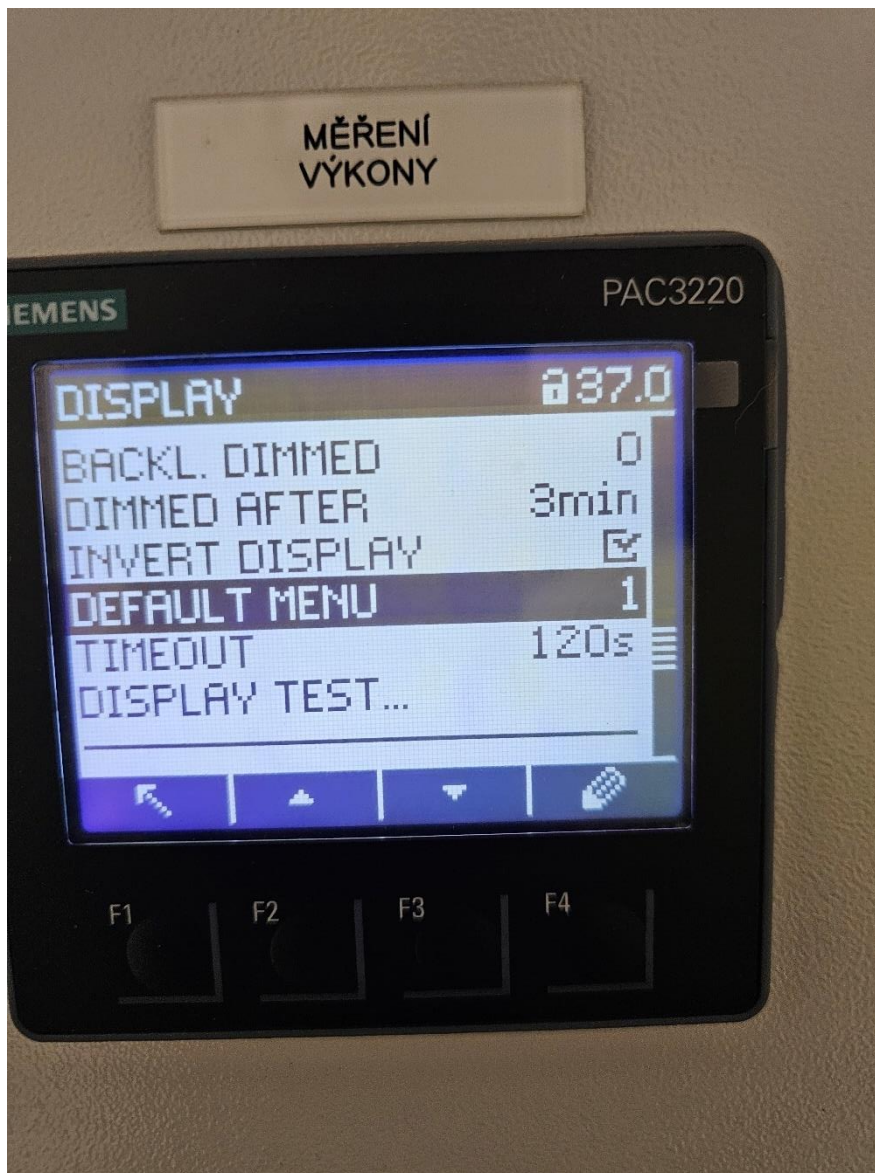
REGIONAL SUBMENU OF THE "SETTINGS" MENU.

Date/time

Date and time can be set in the "DATE/TIME" submenu of the "SETTINGS" menu.

Kuva 22. Päivämäärän ja ajan valinta (PAC3220 Equipment Manual S.56)

Kuvan 23 näyttö valikon alta löytyy DEFAULT MENU -valikko, johon MENU 1:n tilalle vaihdetaan MENU 2. Valinnassa 2 mittarin alitusruuu näyttää vaiheiden välisen mittauksen. Jos valintana on 1, niin 3W3P-asetuksen ollessa käytössä etusivulla näkyy 1 vaihemittaus ja arvoina 0V.



Kuva 23. Oletussivun valinta

5 Yhteenveto ja pohdinta

Tein sähköasennusten käyttöönoton Raute Oyj:n paneelisahalinjaan opinnäytetyössä kuvulla tavalla. Aistinvaraiseen tarkistukseen liittyvät kohdat olivat kunnossa. Lopputulokseen voi vaikuttaa, kuinka kokeneita ovat sähkösuunnittelijat ja sähköasentajat. Etenkin jos asentaja ei tiedä mitä tarkastaa ja miten, niin kone ei täytä CE-merkin vaatimuksia, vaikka tarkastuspöytäkirjat olisi kirjattu oikein. Määräykset ja asetukset muuttuvat jatkuvasti ja on tärkeää pysyä ajan tasalla. Tämän takia on tärkeää, että Raute Oyj yrityksenä kouluttaa henkilökuntaa määräajoin.

Aistinvaraisessa tarkistuksessa on mahdollisuus tehdä havaintovirheitä varsinkin moottorien arvokilpien lukemisessa ja niiden tulkitsemisessä. Moottorit voivat olla haastavissa paikoissa. Myös arvojen tulkitseminen vaatii ymmärrystä ja moottoreilla on eri käyttöjännitteitä. Tuotantolinjan lisäpotentiaalintasauksessa esiintyi poikkeama, jossa muutama linjan runkomaadoitus oli kiinnittämättä.

Mittaustuloksien kanssa ei ollut ongelmia. Haasteena oli, että mittauksia pyrittiin tekemään aluksi mittarilla, joka ei soveltunut käyttöönottomittauksiin. Paikallisilla asentajilla ei myöskään ollut työkokemusta käyttöönottomittausten suorittamisesta, jolloin jouduin heidät perehdyttämään työhön täysin. Tämän päättötyön avulla on helpompi perehdyttää valvojan näkökulmasta paikallista henkilökuntaa käyttöönottomittauksiin.

Opinnäytetyö on kohdennettu asennusvalvojalle ja on rajattu Euroopan alueelle. Työn avulla voidaan osoittaa tilaajalle, että sähköasennusten käyttöönotot suoritetaan oikein ja ne ovat CE-merkinnän mukaisia.

Lähteet

Helmholz. The basic of the Profinet topology. Viitattu 11.2.2025. Saatavissa <https://www.helmholz-benelux.eu/nieuwsbericht/the-basics-of-the-profinet-topology/#PROFINET%20topology>

Raute Oyj. 2025a. Viitattu 7.3.2025. Saatavissa https://www.raute.com/industries/?cm_lang=en

Raute Oyj 2025b. Viitattu 7.3.2025. Saatavissa <https://www.raute.com/about-us/key-facts/>

SEW eurodrive. Kolmivaihevirtamoottorit käyttöohje. Viitattu 17.2.2025. Saatavissa <https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/26871009.pdf>

SFS 6000-6:2022 (2022) Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset
SFS Online. Viitattu 17.1.2025 Saatavissa rajoitetusti <https://online-sfs-fi.ezproxy.saimia.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1141221.html.stx>

SFS-EN 60204-1:2018 (2018) Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset SFS online. Viitattu 20.1.2025 Saatavissa rajoitetusti <https://online-sfs-fi.ezproxy.saimia.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/712944.html.stx>

Siemens. Ethernet stripping tool. Viitattu 7.3.2025. Saatavissa <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product?mlfb=6GK1901-1GA00>

Siemens. Siemens manual et 200sp. Viitattu 21.2.2025. Saatavissa https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/59768173/et200sp_im_155_6_pn_st_manual_en-us_en-us.pdf

Siemens. PAC3220 Equipment Manual. Viitattu 11.2.2025. Saatavissa https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109767307/MAN_L1V30425208F_RS-AA_002_en_en-US.pdf

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.