

Jussi Liimatainen

20 KV:N KOJEISTON MODERNISOINTI

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä 20.4.2010
Tekijä(t) Jussi Liimatainen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Nimeke 20kV:n kojeiston modernisointi		
Tiivistelmä <p>Tämän työn tarkoituksena on rakentaa toimiva relesuojausjärjestelmä joukkotuotanto puolelle Metso Founriesin valimolle 20kV:n kojeistoon. Releitä lisätään kahteen kennoon ja vanhat ensioreleet ohitetaan ja poistetaan käytöstä. Vanhat johdotukset tutkitaan ja uusia johdotuksia lisätään tarpeen mukaan ja suo- jauksesta lisätään hälytykset valvonta-aluekeskukselle.</p> <p>Ennen releiden käyttöönottoa kalibroin releet ja testaamme niiden toiminnan JE-asennuksen kanssa yhteistyössä käyttäen heidän laitteita ja asiantuntemusta.</p> <p>Työstä piirretään Metso Founriesille yksiselitteiset loppukuvat kattavineen pääkaavioineen ja piirikaavioineen. Kojeston merkinnät tarkistetaan ja muutetaan loppukuvien mukaan. Työtä suorittaessa meidän tulee noudattaa äärimmäisen tarkkaa turvallisuutta, sillä työ suoritetaan 20kV:in työnä.</p>		
Asiasanat (avainsanat) relesuojaus, kojeisto, ylivirtasuojaus		
Sivumäärä 28+26	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Juha Korpijärvi	Opinnäytetyön toimeksiantaja Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy / Jyväskylä	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis Apr 20, 2010	
Author(s) Jussi Liimatainen		Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis The modernization of 20 kilovolts switchgear			
Abstract The purpose of this work is to build a workable set of relay protection system for the production side of the Metso Founries. The relays are added to the cell and the two old virgin relays will be skipped and disabled. I studied old wiring and added new wiring if necessary. Protection alarms were added to automation system. Before to the introduction of relays, I calibrated the relays and teted their operation with another electrician of Jyväskylän Energia OY. In this thesis we used their equipment and expertise. As a result I drew unambiguous electrical drawings to Metso Founries with comprehensive main diagram and circuit diagrams.			
Subject headings, (keywords) relay protection, switchgear, overcurrent protection			
Pages 28+26	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Juha Korpijärvi		Bachelor's thesis assigned by Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy / Jyväskylä	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KOJEISTON KOKOONPANO	2
2.1	Kojeiston tulokenno.....	2
2.2	Mittauskenno	3
2.3	Muuntajia syöttävät kennot.....	4
2.4	Kytkinlaitteita koskevat erikoismääräykset	5
2.5	Kojeiston virtamuuntajat	6
3	RELESUOJAUKSEN VALINTAPERIAATTEET.....	8
3.1	Relesuojauksen perusvaatimukset	8
3.2	Vanhan ensioreleen ja uuden toisioreleen vertailua.....	9
4	ABB – SPAJ 140 C TURVARELE	9
4.1	Releen toimintaselostus yksinkertaisuudessaan.....	10
4.2	Relekotelon asennus	11
4.3	Releen kytkentä kojeistoon.....	12
4.3.1	Liitännöiden selitykset.....	14
4.4	Muuntajan lämpösuojan toiminta	14
4.5	Hälytyspiirin toiminta	15
5	TYÖTURVALLISUUS TEHTÄESSÄ SUURJÄNNITETYÖTÄ	17
5.1	Kojeiston huoltovälineet.....	17
5.2	Kojeiston saattaminen jännitteettömäksi	17
5.3	Jännitteen kytkemisen estäminen.....	18
5.4	Työmaadoittaminen	18
5.5	Lupa työn aloittamiseen.....	19
6	SPC-RELEMODUULIN YLEISET OMINAISUUDET	20
6.1	Näytön päävalikko	20
6.2	Näytön alavalikot.....	21
6.3	Muistin tiedot.....	21
6.4	Asettelutila.....	21
7	RELEMODUULIN OHJELMOINTIMAHDOLLISUUDET	22
7.1	Ylivirtasuojan toiminta	23

7.2	Maasulkusuojan toiminta.....	24
7.3	Ohjelmointikytkimet.....	24
7.3.1	SGF Ryhmät.....	24
7.3.2	SGB Ryhmä	25
7.3.3	SGR ryhmät.....	25
7.4	Ylivirtasuojan koekäyttö.....	25
8	POHDINTAA.....	27
9	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET.....	29
	Liite 1. Pääkaavio	
	Liite 2. Piirikaavio	
	Liite 3. Käänteisaikakäyrästöt	

1 JOHDANTO

Tämän työn on alun perin tilannut Juha Kangasmäki, joka on Metso Founriesin Oy:n käytönjohtaja Jyväskylässä. Työ on tilattu Lemminkäinen Kiinteistötekniikalta, joka on Metson vanha asiakas. Tarkoituksena on uudistaa vanhaa 20kV:n kojeistoa päivittämällä suojalaitteistot ajanmukaisiksi.

Omaan työosuuteeni kuuluu olla asentajien mukana kentällä ja auttaa heitä johdotuksessa ja asennuksissa. Lisäksi tehtäviini kuului korjata muutokset ja virheet vanhoihin sähkökuviin ja piirtää niistä uudet sähköiseen muotoon. Ideana oli myös, että kalibroin toisen releen toimintakuntoon, jotta Jyväskylän Energian asentajalle jäisi ainoastaan koekäytöt. Halusin myös selvittää kojeiston toimintaa, turvareleen toimintaa ja valintaperusteita ja työturvallisuusseikkoja suurjännitetöissä, sillä vastaavanlainen työ oli tässä yrityksessä ensimmäinen laatuaan.

Valtakunnallisesti toimiva Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy on keskittynyt vaativien liike- ja toimitilakiinteistöjen sekä teollisuuskiinteistöjen tekniseen huoltoon ja kunnossapitoon. Yritys tarjoaa teknisiä palveluja monipuolisesti; ennakoivista huoltopalveluista ja pienkorjauksista taloteknisiin asiantuntijapalveluihin sekä kokonaisvaltaisiin ylläpitosopimuksiin. Palvelut pyrkivät varmistamaan kiinteistöjen laadukkaan toiminnan, parhaat käyttöolosuhteet sekä tehokkaan ja taloudellisen energiankäytön.

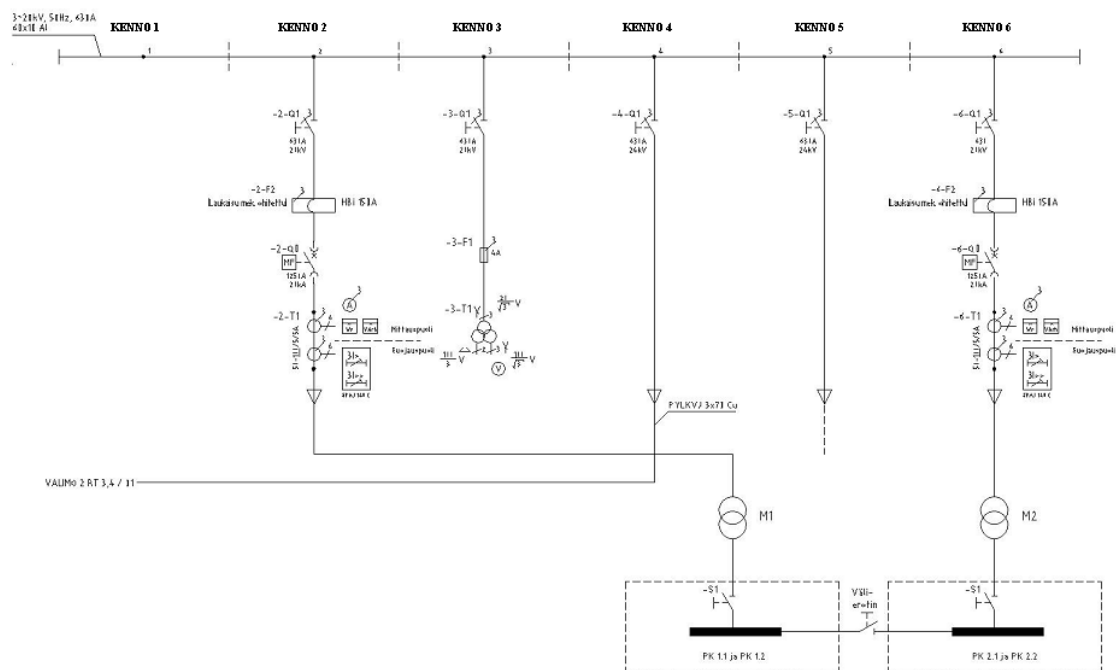
/1/

Työn tilaaja Metso on kansainvälinen teknologiakonserni, jonka erikoisosaamista ovat teknologia- ja palveluratkaisut kaivos-, maarakennus-, voimantuotanto-, öljy- ja kaasu-, kierrätys- sekä massa- ja paperiteollisuudelle. Työkohteen sijainti on Metson vanhalla valimolla Rautpohjassa Jyväskylässä. /2/

Koska työ suoritetaan 20kV:n työnä, tulee työn suunnittelussa ja toteuttamisessa noudattaa sen mukaisia vaatimuksia laadussa ja turvallisuudessa.

2 KOJEISTON KOKOONPANO

Kojeisto on rakennettu 80-luvun alkupuolella ja kuvat ovat alkuperäiset, joten täydellistä paikkaansa pitävyyttä on mahdoton sanoa ilman tutkimista. Tarkoituksena on tutkia johdotukset ja komponentit sekä päivittää pääkaaviot, piirikaaviot ja muut sähkökuvat paikkaansa pitäviksi. Alla olevasta pääkaaviosta voidaan huomata, että erottimilla asettelemalla saatiin PK:t jännitteellisiksi käyttämällä vain yhtä muuntajaa. Valimon tämänhetkinen vähäinen tuotanto mahdollisti sen, että saimme kenno kerrallaan asennettua turvareleet ilman häiriöitä sähkönsyötössä.



Kuva 1. Kojeiston RT 3,6 pääkaavio, liitteessä 1 tarkempi pääkaavio.

2.1 Kojeiston tulokenno

Kojeiston on malliltaan 20kV MEKA 24 B-kojeisto. Siihen tulee 20kV:in syöttö kolmivaiheisena kiskostoon joka on 60 x 10 alumiinikiskoa. Kiskosto jakaantuu kuuteen eri kennoon. Syöttö tulee kauempaa tulokennoon eli neloskennoon, joka syöttää virtakiskoja. Syötön pystyy erottamaan kuormanerotimella, jonka suurin käyttöjännite on 24kV ja kestää 630A käyttövirran. Kuormanerotin kestää lyhytaikaisen alle 1s:in mittaisen 20kA:in oikosulun ilman vaurioita.

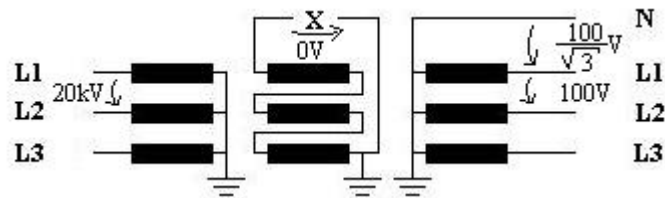
Kuormanerotin on kytkinlaite, joka on sekä kytkin että erotin. Kytkin on kytkinlaite, joka pystyy katkaisemaan ja sulkemaan määrätyn virran sekä johtamaan kuormitus- ja oikosulkuvirran, mutta ei kykene katkaisemaan oikosulkuvirtaa /3/. Vitoskenno on toinen tulokenno joka on tällä hetkellä varalla, mutta on varustukseltaan samanlainen kuin neloskenno.

2.2 Mittauskenno

Ensimmäinen kenno on täysin tyhjä varakenno. Kolmoskenno on mittauskenno, jossa on kuormanerotin sijasta normaali erotin. Erottimelta ei vaadita kuorman katkaisukykyä eli kytkin ominaisuutta. Tämä erotin kestää suljettuna 20kA:in suuruista oikosulkua yhden sekunnin ajan. Mittauskenno mittaa jokaisen vaiheen ja nollan välistä vaihejännitettä sekä jokaisten vaiheiden välisiä pääjännitteitä. Jännitemuuntajalta katsottuna isommalla 20kV:in puolella suojalaitteina on kolme 4A:in suurjännitesulaketta, jotka suojaavat jännitemuuntajaa.

Jännitemuuntajassa on käytetty tyypillistä käämitystä. Ensiöpuoli on tähtikytketty ja tähtipiste on maadoitettu. Toisiokäämejä on kaksi joista toinen on kanssa kytketty tähden ja tähtipiste on maadoitettu. Tämän puolen pääjännite on 100V:ia ja tämä puoli mittaa edellä mainittuja jännitteitä kojeiston kannessa olevalla volttimittarilla. Kannessa on myös kytkin jota kääntämällä saa vaihdettua mittausta.

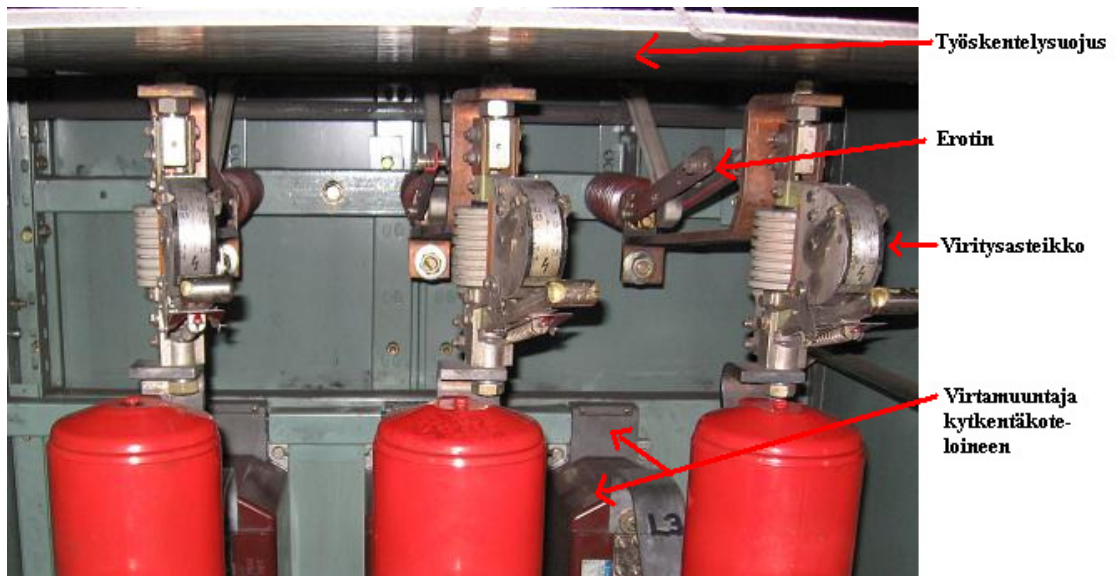
Toisiokäämeistä toinen on kytketty avokolmioon. avokolmiokäämi on kanssa maadoitettu. Tätä käämiä käytetään tyypillisesti maasulkusuojauksessa tai maasulun aiheuttaman nollajännitteen mittauksessa. Tässä kojeistossa ei käytetä maasulkusuojausta eikä maasulkumittausta, joten välille on laitettu ferresonanssia eli kippivärähtelyä varten 100ohm:in vastus, joka on alla olevassa kuvassa symboli ”X”. Ferresonanssia syntyy muun muassa tyhjäkäyvästä käämityksestä. /9/



Kuva 2. Vasemmalla on tähtikytketty ensiökäämi, keskellä toisio avokolmiokäämitys ja oikealla tähtikytketty toisiokäämi.

2.3 Muuntajia syöttävät kennot

Kuten jo mainitsin, muuntajia syöttävät kennot ovat kalustukseltaan samanlaiset. Erotin on samanlainen kuin mittauskennossakin ja sillä kyetään saamaan luotettava erotusväli. Erottimelta ei vaadita kuorman katkaisukykyä eli kytkin ominaisuutta.



kuva 3. Vanhat ensioreleet kolmella eri vaiheella (viritysasteikko näkyy heikosti).

Erottimesta seuraavana ovat ensiö-ylivirtareleet, jotka näkyvät kuvassa 2. Vanhat turvareleet ovat nimensä mukaisesti ensiöpuolella, eli 20 kilovoltin puolella. Releet ovat nimellisvirraltaan 150A ja terminen yhden sekunnin virtakestoisuus on 125 kertaa nimellisvirran, eli 18,75kA. Dynaaminen virtakestoisuus on 75kA. Terminen virtakestoisuus tarkoittaa sitä lyhytaikaisen oikosulkuvirran tehollisarvoa minkä kytkinlaite kestää suljettuna, kun taas dynaaminen virtakestoisuus tarkoittaa sitä epäsymmetrisen oikosulkuvirran huippuarvoa, minkä kytkinlaite kestää vaurioitumatta. /3/ Ylivirtareleen ylempi asetteluarvo on 3-6 kertaa nimellisvirta ja alempi asetteluarvo 1,2-2 kertaa nimellisvirta. Releet viritetään mekaanisesti kuvassa 3 olevan mitta-asteikon mukaan.

Aikaisempi relesuojaus oli hidas ja sen käyttövarmuus oli huono. Käytännössä tämä näkyi silleen, että kaukana olevalla kojeistolla RT 3,4 (, joka taas syöttää kojeistoa RT 3,6) oleva turvarele laukesi vikatilanteessa aikaisemmin kuin RT 3,6:en mekaanisesti toimivat suojalaitteet. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että oikosulku ja ylivirtasuojauksen perusteisiin kuuluva selektiivisyys ei toteudu ja vika-alue jää tarpeettoman suureksi. Vanha ensiöreleasennus jää paikalleen, mutta mekanismi joka laukaisee jousen, joka taas laukaisee katkaisijan, poistetaan käytöstä.

Molemmissa muuntajille lähtevissä kennoissa on ensiöreleen jälkeen vähäöljykatkaisijat. Katkaisijat ovat mitoitusjännitteeltään 24kV:ia ja mitoitusvirraltaan 1250A:ia. Katkaisija kykenee katkaisemaan 25kA:in suuruisen oikosulkuvirran. Katkaisija on kytkinlaite, joka pystyy katkaisemaan, sulkemaan ja johtamaan kuormitusvirran lisäksi myös oikosulkuvirran. Kytkinlaitteen iän on oltava vähintään 1000 kiinni-auki-komentoa, mutta katkaisijan eliniän täytyy kestää vähintään 2000 edellä mainittua toimintoa. /3/

Vanhassa tilanteessa katkaisijan jousi viritettiin mekaanisesti, mutta uudessa asennuksessa jousi viritetään moottorilla. Joka tapauksessa katkaisija sisältää jo viritysmoottorin, joten sen suhteen ei tarvita mitään erityistoimenpiteitä. Lisäksi katkaisija on varustettu apukoskettimilla, 15:sta vaihtokoskettimella.

2.4 Kytkinlaitteita koskevat erikoismääräykset

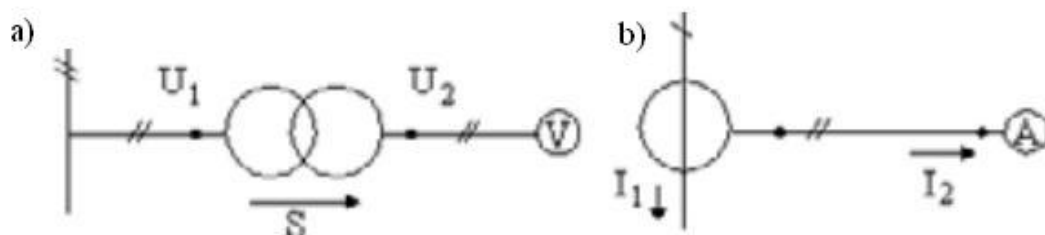
Kytkinlaitteiden toiminnalle ja asennustavoille on asetettu erilaisia viranomaismääräyksiä. Kytkinlaitteita ovat katkaisijat, kuormanerotitimet, varokkeet, varokekuormanerotitimet, kontaktorit, erottimet ja maadoituserottimet. Katkaisevan tai erottavan laitteen, myös maadoituserottimen koskettimen asento on voitava tarkistaa silmämääräisesti joko näkyvän erotusvälit tai mekaanisen asennonosoituksen avulla. Asennoitumisen täytyy näyttää yksiselitteisesti laitteen pääkoskettimien todellinen asento. /4/

Erottimet ja maadoituserottimet ovat asennettava siten, että ne eivät voi toimia tahattomasti käyttövivustoon manuaalisesti kohdistuvasta voimasta tai paineesta /4/. Erottimen käyttölaitteineen tulee olla sellainen, ettei erotin voi avautua tai sulkeutua painovoiman, tuulen, tärinän, iskun tai tahattoman koskettamisen kautta /3/.

Kytkeinlaitteen virhekytkennät estetään käyttäjän toimesta joko sähköisellä tai mekaanisella lukituksella /3/. Metson kojeistossa RT 3,6 sähköinen lukitus oli johdotettu, mutta se ei toiminut aikaisemmin, koska kojeistoon ei tuotu ohjausjännitettä. Kojeariston sähköinen lukitusominaisuus saatiin käyttöön samalla kun toimme ohjausjännitteen apureille.

2.5 Kojeariston virtamuuntajat

Mittamuuntajia käytetään mittaus- ja suojaustekniikassa. Yleisemmin käytettyjä mittamuuntajia ovat virta- ja jännitemuuntajat. Niiden tehtävänä on muuntaa ensiöpiirin jännite- tai virtasuureet mittareille tai releille sopivaan arvoon eli laajentaa mitta-alaa. Näitä käytetään siksi, koska mittareiden ja releiden rakentaminen suurille virroille ja jännitteille on teknisesti vaikeaa. /5/



Kuva 4. a) Jännitemuuntaja, jossa V on volttimittari b) Virtamuuntaja, jossa A on ampeerimittari /6/

Virtamuuntajan tehtävänä on normaalisti ensiövirran pienentäminen. Sen tähden ensiön kierrosluku on pieni ja toision kierrosluku on suuri. Virtamuuntaja valitaan joko suojaus- tai mittaustehtäviin. Samaa virtamuuntajaa voidaan käyttää myös molempiin tarkoitukseen, kuten tässä työssä. Tämä tarkoittaa sitä että virtamuuntajassa on useampia sydämiä. Sydämillä on yhteinen ensiökäämi, mutta kullakin sydämellä on oma toisiokääminsä, Metson tapauksella toinen on suojauskäämi ja toinen on mittauskäämi.

Kuten tässäkin tapauksessa, kaikkien mittamuuntajien toisiopiirit ovat maadoitettava mahdollisimman lähellä mittamuuntajien toisioliittimiä. Silloin kun maadoitusjohdin on mekaanisesti suojattu, sen poikkipinnan on oltava vähintään $2,5\text{mm}^2$ kuparia ja suojaamattomana vähintään 4mm^2 kuparia. /4/ Metsolla toimme toisiopiirien molemp-

mat päät omilla $2,5\text{mm}^2$ MKEM johtimilla riviliittimille, ja riviliittimillä toiset puolet oikosulettiin. Maadoituksen teimme virtamuuntajan kytkentäkotelolla.

Ylivirtakerroin ja taakka ovat valittava siten, että varmistetaan suojalaitteiden oikea toiminta ja estetään mittalaitteen vaurioituminen oikosulussa. Tärkeissä suojauskoh-teissa toisiopiirin johtimien mitoituksessa on huomioitava verkon oikosulkutilanteessa toisiopiirissä kulkeva virta. Jos mittalaitteet ovat kytketty myös suojaukseen käytettä-viin virtamuuntajiin, mittalaitteet on tarvittaessa suojattava suurten oikosulkuvirtojen aiheuttamilta vaurioilta sopivilla välimuuntajilla /4/. Tässä työssä niin ei ole tehty, eikä välimuuntajia lisätä.

Vaarallisten ylijännitteiden välttämiseksi on huomioitava, että virtamuuntajan toi-siopiiriä ei saa jättää kytketyksi auki. Jos virtamuuntajan toisiokäämi ei ole käytössä, se tulee oikosulkea, koska muuten virtamuuntaja vioittuu ajan myötä. Toisiossa olevat ylimääräiset väliulostulot jätimme kuitenkin kytketyksi auki, koska ylimääräinen oi-kosuljettu piiri olisi rasittanut virtamuuntajaa.

Molemmissa kennoissa on käytetty samanlaisia virtamuuntajia. Virtamuuntajat muun-tavat virran suhteessa 50/5/5A tai 100/5/5A. Muuntosuhde riippuu siitä, että kumpaa väliulostuloa käytetään. Ensimmäinen arvo tarkoittaa ensiöpuolen virtaa ja toinen sekä kolmas arvo tarkoittaa toisiopuolen käämien virta-arvoja. Toisiopuolelta toinen käämi on mittauskäämi ja toinen suojauskäämi. Muuntosuhde oli kytketty alun perin 50/5A:in puolelle, mutta jouduimme muuttamaan sen 100/5A:ksi kuvassa 3 esiinty-vässä kytkentäkotelossa. Tämän teimme siksi, koska turvareleelle tuleva virta olisi saattanut muuten nousta yli 5A:in (turvareleen $I_n = 5A$), koska kennoa syöttävien muuntajien nimellisvirta oli kuitenkin 73A 20kV:n puolella.

Jotta pääsimme virtamuuntajiin käsiksi, piti ensin purkaa edestä 200kg painava katkai-sija. Muuntosuhteen muuttaminen aiheutti sen, että kojeiston kannessa olevat virtamit-tarit näyttivät puolet pienempää virtaa kuin todellisuudessa oli. Selvennykseksi kirjoi-timme mitta-asteikon alle dymo-kirjoittimella tekstin ”virta on 2x näyttämä”. Toinen vaihtoehto oli ollut virtamittarien vaihtaminen.

3 RELESUOJAUKSEN VALINTAPERIAATTEET

Tässä luvussa perehdyn yleisesti relesuojaukseen ja siihen minkälaisia erilaisia relesuojia on olemassa. Sähkölaitoksen verkossa ja kantaverkossahan relesuojaaminen on erittäin yleistä. Suojausjärjestelmän toimivuuteen vaikuttaa järjestelmän jokainen osa. Oikeanlainen releen toiminta vaatii moitteetonta toimintaa releeltä, releen ohjaussähköltä sekä virtamuuntajalta. Lisäksi rele täytyy olla oikein aseteltu.

3.1 Relesuojauksen perusvaatimukset

Relesuojaukselle voidaan asettaa perusvaatimuksia. Ensimmäisenä perusvaatimuksena voidaan asettaa selektiivisyys. Jo sulakesuojauksessakin nyrkkisääntönä on se, että selektiivisyydellä saadaan rajattua vika-alue mahdollisimman pieneksi ja tietenkin sama pätee myös relesuojauksessa /10/. Käytännössä tämä tarkoittaa Metsolla sitä, että jos kojeiston RT 3,6 syöttämässä muuntajassa tulee vika, niin ensiksi laukeaa muuntajaa syöttävässä kennossa oleva turvarele, eikä kauempana kojeistossa RT 3,4 oleva turvarele.

Erityisen tärkeää on varsinkin oikosulkusuojauksessa se, että suojalaite toimii riittävän nopeasti. Kuvitellessa esimerkiksi 20kA:in valokaarioikosulkuja, on erityisen olennaista laukeaako turvalaite 0,1s vai 1s päästä. Kuitenkin on muistettava se, että kun laukaisupulssi lähtee liikkeelle, katkaisija kytkee piirin virrattomaksi vasta 60-100ms jälkeen. Tämä johtuu valokaarioikosulun sammumisajasta ja katkaisijan mekaanisesta viiveestä. /10/

Olennaista relesuojauksessa on myös turvalaitteen koestaminen. Laitetta pitää pystyä koestamaan paikanpäällä ja sen pitää olla turvallista /10/. Metsolla laukaisujousi viritetty samalla kun painaa katkaisijan kyljessä olevaa ”1” painiketta. Samaan aikaan katkaisijan koskettimet menevät kiinni ja piiri tulee jännitteiseksi. ”0” painikkeella jousi laukeaa ja katkaisee piirin.

3.2 Vanhan ensioreleen ja uuden toisioreleen vertailua

Ensioreleen toiminta perustuu releen läpikulkevan virran aiheuttamaan sähkömagneettisen kentän suuruuteen. Virran kasvaessa magneettikenttä suurenee ja aiheuttaa välitangon avulla katkaisijan auki-ohjautumisen. Ensioreleet ovat hitaita, mekaanisesti jäykkiä ja epätarkkoja (välillä ei toimi jopa ollenkaan). Tässä tapauksessa kaukana oleva turvarele oli nopeampi kuin lähellä oleva ensiorele. Oikeastaan ainoana hyvänä puolena voidaan sanoa se, että ensiorele ei tarvitse ulkoista apujännitettä. Tänä päivänä ensioreleitä käytetään oikeastaan vain varasuojina ja Metsolla välitanko on kokonaan poistettu käytöstä, joten virta menee läpi, mutta sillä ei ole vaikutusta katkaisijan toimintaan.

Toisioreleitä on moneen lähtöön, mutta käytetään vertauksena meidän käyttämää SPAJ 140 C mallin ylivirta- ja maasulkurelettä. Tämän mallisen turvareleen toiminta perustuu siihen, että rele mittaa jatkuvasti vaihevirtoja ja nollavirtaa. Havaitessaan vian rele havahtuu, laukaisee katkaisijan, antaa hälytyksen, tallentaa vikavirta-arvoja jne. riippuen siitä miten rele on konfiguroitu /11/. Oikeastaan ainoana huonona puolelta voi sanoa, että ohjausjännitteen kadottua rele ei toimi ja edellä mainituista toiminoista ei toimi mikään.

Koska rele saa syöttönsä M2:en syöttämästä PK:sta, rele olisi jäänyt katkaisijan lauettua jännitteettömäksi. Tämä olisi tarkoittanut sitä, että vikalogit eivät olisi tallentuneet eikä hälytys olisi lähtenyt eteenpäin VAK:lle. Rakensimme turvareleet akkuvarmuksen eli ups:in perään. Tilasin Eatonilta ups:in sekä ups-keskuksen 4x6A:in lähdöillä ja siihen tarvittavat kaapelisarjat. Lisäksi paransimme käyttövarmuutta rakentamalla erilaisia hälytyksiä, siitä enemmän luvussa 4.5.

4 ABB – SPAJ 140 C TURVARELE

Turvarele on tarkoitettu maadoitettujen verkkojen selektiiviseen oikosulku- ja maasulkusuojaukseen. Ylivirta- ja maasulkusuojan lisäksi rele kattaa joustavat laukaisu- ja hälytystoiminnot. Varsinaisesti meidän työssä tarvittiin lähinnä vain alemmaa ja ylem-

pää ylivirtasuojaporrasta. Maasulkusuoja jätettiin kytkemättä, koska sitä ei koettu tarpeelliseksi kohteessa.

Pyrin kuitenkin selittämään releen toiminnan, ominaisuuden ja ohjelmoinnin melko perusteellisesti, joten kerron myös käyttämättä jääneistä ominaisuuksista. Sain onnekseni sovittua Jyväskylän Energian asentajan kanssa, että minä huolehdin releen konfiguroinnista ja hän tekee ainoastaan mittaukset ja koekäytöt, jossa minä olen avustamassa. Suojaukseen olisi käynyt myös ominaisuuksiltaan huonompi reletyyppi kuin Spaj 140 C, mutta saimme ne kaksi relettä ylimääräisinä Metson vanhasta kojeistosta.

4.1 Releen toimintaselostus yksinkertaisuudessaan

Toisiorele liitetään suojattavan lähdön virtamuuntajiin. Rele mittaa jatkuvasti suojattavan lähdön vaihevirtoja ja nollavirtaa. Vikatilanteessa rele ohjaa katkaisijaa tai käynnistää ulkoiset jälleenkytkentätoiminnot, riippuen valitusta suojaustavasta. Tässä tilanteessa rele ohjaa ainoastaan katkaisijaa ja lähettää hälytyksen.

Kun jokin vaihevirta ylittää alemman ylivirtaportaan asetteluarvon I_1 , toimintaporras havahtuu. Kun aseteltu toiminta-aika t_1 tai käänteisaikatoiminnassa ylivirran suuruudesta riippuva toiminta-aika on kulunut loppuun ja portaan edelleen ollessa havahtuneena, rele antaa katkaisijalle laukaisukäskyn. Vastaavanlaisesti ylempi ylivirtaporras havahtuu, kun vaihevirta ylittää I_2 asetteluarvon. Ajan t_2 kuluttua suojarele antaa laukaisukäskyn katkaisijalle jos vaihevirta on edelleen suurempi kuin asetteluarvo. Maasulkusuoja toimii täsmälleen samalla periaatteella, mutta mittasuureena on maasulkuvirta I_0 . /11/

Sekä ylivirtasuoja ja maasulkusuojan alemmalle I_1 - tai I_0 -portaalle voidaan määritellä vakioaika- tai käänteisaikatoiminta. Käänteisaikatoiminnassa valittaessa releessä on vaihtoehtoina kuusi erilaista käänteisaikakäyrästä jotka ovat näkyvissä liitteessä 3. Oikeaoppisella ohjelmoinnilla ylivirtasuojan ja maasulkusuojan havahtumisista saadaan kosketintiedot, joita voi käyttää esim. hälytyksen antamiseen valvomoon tai muiden saman suojauskohteen suojareleiden lukitussignaaleina. Releessä on yksi ohjaus-

tulo, jota ohjataan ulkoisella jännitteellä. Sitä voidaan käyttää joko yhden tai useamman toiminnan lukitsemiseen. /11/ Metsolla emme käyttäneet tätä toimintoa.

4.2 Relekotelon asennus

Releen kotelo on tarkoitettu uppoasennukseen. Asennussyvyys uppoasennuksessa n. 220mm johtoineen joten on huomioitavaa, että esimerkiksi meidän tapauksessa kun asensimme releen kojeiston kanteen, mitoitus oli tarkkaa jotta kansi mahtui sulkeutumaan (kuvassa 5. näkyy relekotelon asennus kojeiston kannen sisäpuolelta). Jos tarvittavaa tyhjää asennustilaa ei ole tarpeeksi on mahdollisuus tilata valmistajalta 40mm, 80mm tai 120mm korotuskehys tai erikseen pinta-asennuskotelo. Oikein asennettuna kotelon ja kannen välille saadaan tiiveysluokka ip54. /11/

Releen takaseinässä on liitinrima johon voidaan tehdä kaikki tarvittavat tulo- ja lähtöliitännät. Releen takaseinämän lähikuva näkyy hyvin kuvassa 6. Jokaisen ruuvin alle mahtuu joko kaksi $2,5\text{mm}^2$ johdinta tai yksi 6mm^2 johdin. Liitinriman vieressä on oranssi liitinrima johon tulee hälytyslähdet pistoliittimillä. Lisäksi takana on paikka irroitettavalle sarjaportin liittimelle. Liitin on tyypiltään D-Liitin.

Toteutimme kaikki johdotukset releeltä kojeiston riviliittimille $2,5\text{mm}^2$ MKEM:illä. Tämä siksi, koska kansi on saranoilla toimiva liikuteltava kansi. MKEM on hienosäikeistä johdinta, joten holkitimme johtimien päät. Siniset holkit näkyvät kuvassa 6. Lisäksi johdinnippu niputettiin johdinspiraalilla.



Kuva 5. Releen oikeaoppinen uppoasennus kojeiston kanteen



Kuva 6. Releen takaseinä läheltä

4.3 Releen kytkentä kojeistoon

Liite 2:n piirikaavioissa on selvitetty tarkemmin riviliittimien numerointi ja yhteydet. Tässä kappaleessa selvitan releeltä lähtevät johtimet käyttäen apuna kuvaa 7 ja samalla esitän kuvassa olevat virheet. Ensinäkin kuvassa näkyy, että rele olisi kytketty 1A:in puolelle, mutta tietenkin kytkimme releen 5A:in puolelle, koska virtamuuntajan muun-

4.3.1 Liitöntöjen selitykset

-U _{aux}	Apujännite. Teholähdemoduulin SPTU 240 R1 jännitealue 80-265 VDC/VAC
-IRF	Itsevalvonta. Jos itsevalvonta huomaa vian tai apujännite katkeaa -> lähtörele antaa hälytyksen
-Havaht. 1	Havahtumis- tai laukaisusignaali. Riippuu kytkinryhmän SGR3 asetuksista
-Havaht. 2	Havahtumissignaali
-Signaali 1	Ylivirtasuojan hälytys
-Signaali 2	Maasulkusuojan hälytys
-Laukaisu	Laukaisurele. Toimiessaan kärki on kiinni ja ohjausjännite kiertää releen kautta katkaisijalle
-Sarjaportti	Sarjaliikenneliityntä

Taulukko 1. Liitöntöjen selitykset

4.4 Muuntajan lämpösuojan toiminta

Muuntajien M1 ja M2 konkreettiset sijainnit olivat kojeiston yläpuolella seuraavassa kerroksessa (kenno 2 syötti M1:stä ja kenno 6 M2:sta). Molemmille muuntajille vietiin pystyhyllyä pitkin MCMK 4x2,5+2,5 maakaapeli. Nelinkertainen siksi, että toinen pari oli katkaisijan laukaisua varten ja toinen pari hälytystä varten varalle. Hälytys päätettiin myöhemmin kuitenkin toteuttaa, joten kaapelointi tuli tarpeeseen. Putkitimme kaapelin JAPP:lla pystyhyllyltä muuntajan kupeeseen lämpösuojan kotelolle.

Käytännössä viritimme lämpösuojan toimimaan siten, että kun muuntajan lämpötila nousee 60°C asteeseen, muuntajalta lähtevä hälytyskärki sulkeutuu ja hälytys lähtee eteenpäin aina VAK:lle asti. Kun taas tästä eteenpäin lämpötila jatkaa kasvuaan aina 90°C asteeseen saakka, menee katkaisijan laukaisukärki kiinni. Lämpösuojassa laukaisukärjet ovat 21-24 ja hälytyskärjet 11-14. Testasimme molempien muuntajien lämpösuojien toimivuuden ihan käytännössä upottamalla lämpötila-anturi kuumentusuuniin joka lämmitti anturia ja kertoi sen hetkisen anturin lämpötilan. Asennus toimi moitteettomasti. Samassa yhteydessä imuroimme muuntajat, jotka olivat likaantuneet valimopölystä.



Kuva 8. Anturinlämmitysuuni

4.5 Hälytyspiirin toiminta

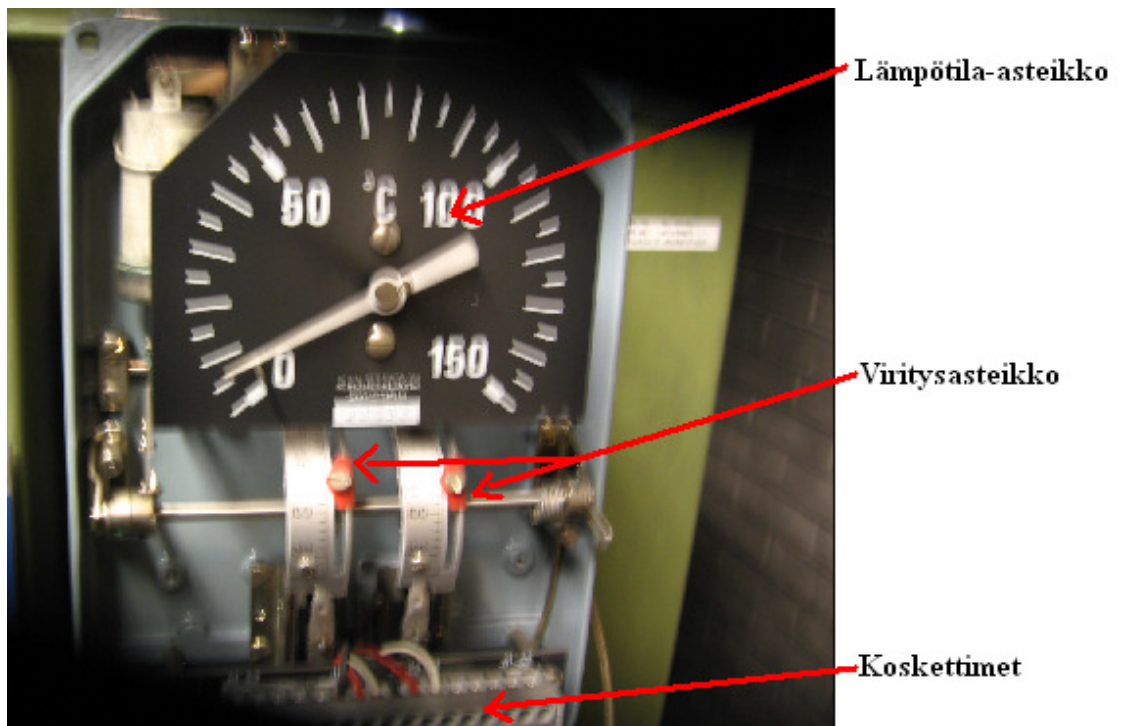
Kojeistossahan ei alun perin ollut minkäänlaista hälytystä käytössä, mutta vanha hälytyspiiri kuului alun perin kojeiston kokoonpanoon. Liitteen 2 hälytyspiiriä katsoessa pitää huomata, että kojeistossa käytetyt ohjaussulakkeet ovat varustettu apukoskettimilla. Tämä tarkoittaa sitä, että kun johdonsuojakatkaisija laukeaa, sulkeutuu apukosketin ja piirikaaviossa tämä kärki on numeroitu 21-22 kärjeksi joka on kuvissa normaalisti kiinni (tämä johtuu siitä, että piirikaavioissa johdonsuojakatkaisija kuvataan normaalisti avonaisena).

Hälytyksestä haluttiin mahdollisimman yksinkertainen ja halvasti toteutettu. Vanha hälytyspiiri toimi silleen, että jokainen ohjausjännitesulakkeen kärkitieto oli rinnankytketty, eli räpsähti mikä tahansa ohjaussulake, meni hälytyspiiri kiinni. Uudessa ratkaisussa lisäsimme sulakkeiden kärkitietojen rinnalle molempien muuntajien lämpösuojien hälytyskoskettimet ja molempien turvareiden laukaisun hälytyskärjet. Koskettimien toisille puolille pistimme kiertämään 230VAC ups:lta tuleva ohjausjännite, joka minkä tahansa kärjen sulkeuduttua laukaisee kontaktorin K2.

Katsoessa liitteen 2 ohjausjännitepiiriä, voidaan huomata kontaktori K1. Silloin kun piiriin tulee ohjausjännite, kontaktori K1 vetää ja kärki on auki. Kun ohjausjännite

katoaa, sulkeutuu kärki. Kontaktorien K1 NC (normally closed=normaalisti kiinni) ja K2 NO (normally opened=normaalisti auki) kärjet ovat rinnankytketty. Tämä tarkoittaa sitä, että jos ohjaussähkö katoaa tai mikä tahansa hälytyspuolen kärki sulkeutuu, menee hälytys VAK:lle sulkeutuneen kärjen välityksellä. VAK:lta tulee 24VAC jännite JAMAK 4X(2+1)X0,5 instrumentointikaapelointia pitkin kärjelle ja jos kärki on vetäneenä, pääsee jännite kiertämään takaisin VAK:lle joka sulkee taas siellä olevan releen. Releen sulkeutuminen aiheuttaa siellä hälytyksen käyttäjän haluamalla tavalla, esimerkiksi lamppu syttyy valvomossa tai hälytys tulee tekstiviestinä käytönjohtajalle.

Kaapeliksi valitsimme neliparisen JAMAKin, jotta saisimme kolme paria varalle, jos joskus satutaan haluamaan seikkaperäisempiä hälytystietoja. VAK:lta tuleva 24VAC jännite haluttiin kontaktorien avulla erottaa täysin 230VAC järjestelmästä.



Kuva 9. Lämpösuojan kotelo aukaistuna ja läheltä



Kuva 10. Muuntaja, lämpötila-anturin kotelo ja lämpötila-anturi

5 TYÖTURVALLISUUS TEHTÄESSÄ SUURJÄNNITETYÖTÄ

Työturvallisuus on Metsolle erittäin tärkeää. Kypäräpakko ja silmänsuojaaminen ovat tehdasalueella pakolliset kaiken aikaa paitsi taukopaikalla.

5.1 Kojeiston huoltovälineet

Kojeistosta löytyy (niin kuin pitääkin löytyä) erilaisia välineitä, joita käytetään tällaisia töitä varten. Ensinäkin kojeistosta löytyy kahden kokoisia työskentelysuojausjaksia joilla saadaan parannettua kosketussuojausta, eli voidaan estää esimerkiksi työkalun tai vastaavaan tahaton koskettaminen jännitteiseen kiskoon. Lisäksi löytyy erottimen ohjausvarsi, jolla saadaan erotettua lähtö jännitteettömäksi. Löytyy myös asiaan kuuluva 6-20kV:in jännitteen koetin ja työmaadoituslaitteet, jotka ovat 120mm² kupariköyttä. Kojeistosta löytyy myös jännitetyökaluja, mutta niihin en perehdy enempää, sillä työ suoritetaan jännitteettömänä.

5.2 Kojeiston saattaminen jännitteettömäksi

Ottaen huomioon, että Metson valimo on erittäin likainen työpaikka joten jännitekoetin ja suojukset täytyy ensimmäiseksi pyyhkiä puhtaaksi. Ensimmäinen tehtävä tämän jälkeen oli testata jännitteenkoettimen toiminta kojeiston ollessa jännitteellinen. Tämän jälkeen katkaisija laukaistiin ja saatiin lähtö virrattomaksi jonka jälkeen testat-

tiin, että lähtö tosiaan on jännitteetön. Nyt virraton piiri voitiin erottaa täysin jännitteettömäksi. Koska työ tehtiin kenno kerrallaan, pysyy kiskosto kokoajan jännitteisenä. Tämän takia kiskosto suojattiin työsuojuksella joka näkyy kuvassa 2. Työsuojuksella estettiin jännitteen tahaton tai tahallinen takaisinkytkentä (suojaus estää erottimen kiinni-kytkennän) ja tahaton koskettaminen jännitteiseen virtakiskostoon.

Jännitteettömyys on todettava aina ennen kuin työt aloitetaan laitteistossa joka on saattettu jännitteettömäksi. Jos työt keskeytetään ja poistutaan kohteesta siten, että työkohdetta ei voida valvoa itse tai työtä tekevän työryhmän puolesta, jännitteettömyys on todettava uudelleen. Jännitteettömyyden toteamista uudelleen ei kuitenkaan vaadita silloin, kun on varmistettu että työkohde on työmaadoitettu. /7/

5.3 Jännitteen kytkemisen estäminen

Kaikki sähkölaitteiston erottamiseen käytetyt kytkinlaitteet pitää varmistaa uudelleenkytkentää vastaan mieluiten lukitsemalla käyttömekanismi. Jos erotuslaitetta ei pystytä lukitsemaan, tulee kojeistotila lukita. Erotuskohta on lisäksi varustettava tarkoituksemukaisella kieltokilvellä, jossa kielletään kytkemästä jännitettä työskentelyn aikana. Kilvestä löytyy asentajan nimi ja asettamispäivämäärä /7/. Tässä kohteessa Metson käytönjohtaja asensi kilven mihin oli kirjoitettu nimi, päivämäärä ja puhelinnumero. Kieltohylly näkyy kuvassa 11. Kojeistossa olevaa sähköistä lukitusmekanismia ei pystytty työn aikana käyttämään, koska ohjausjännitettä ei oltu sille vielä rakennettu, mutta työskentelysuojaus esti mekaanisesti tahattoman kytkeytymisen.

5.4 Työmaadoittaminen

Suurjännitelaitteistoissa kaikki osat, joissa työskennellään (jännitteettömänä) pitää aina työmaadoittaa. Työmaadoituslaitteet pitää kytkeä ensin maadoituspisteeseen ja sen jälkeen maadoitettaviin osiin. Laitteiden tulee olla nähtävissä työskentelypisteestä. Muulloin työmaadoitus pitää asentaa niin lähelle työkohdetta kuin kohtuudella on mahdollista /7/. Metsolla työmaadoitus tehtiin sekä muuntajaa syöttävässä kojeiston päässä, että muuntajan päässä itsessään.

Työmaadoittamalla estetään työkohteen tuleminen vaarallisesti jännitteiseksi erottamiseen käytetyn kytkinlaitteen virheellisen käytön takia tai jostain muusta syystä. Ennen työmaadoittamista on työmaadoitettavan osan jännitteettömyys varmistettava jännitteenkoettimella tai muulla luotettavalla tavalla. Jos on mahdollista, työmaadoitus toteutetaan kiinteästi asennetuilla työmaadoituslaitteilla, mutta tässä tapauksessa sellaisia ei ole käytössä, joten käytimme siirrettäviä työmaadoitustarvikkeita. Työmaadoitustarvikkeet tulee kiinnittää luotettavasti ja niiden pitää olla riittävät virrankestoisuudeltaan [7]. Kojeiston päässä työmaadoituslaitteet kiinnitettiin kojeiston kyljessä olevaan työmaadoituspisteeseen. Kuvassa 11 näkyy työmaadoitus muuntajan päässä ja kojeiston päässä.



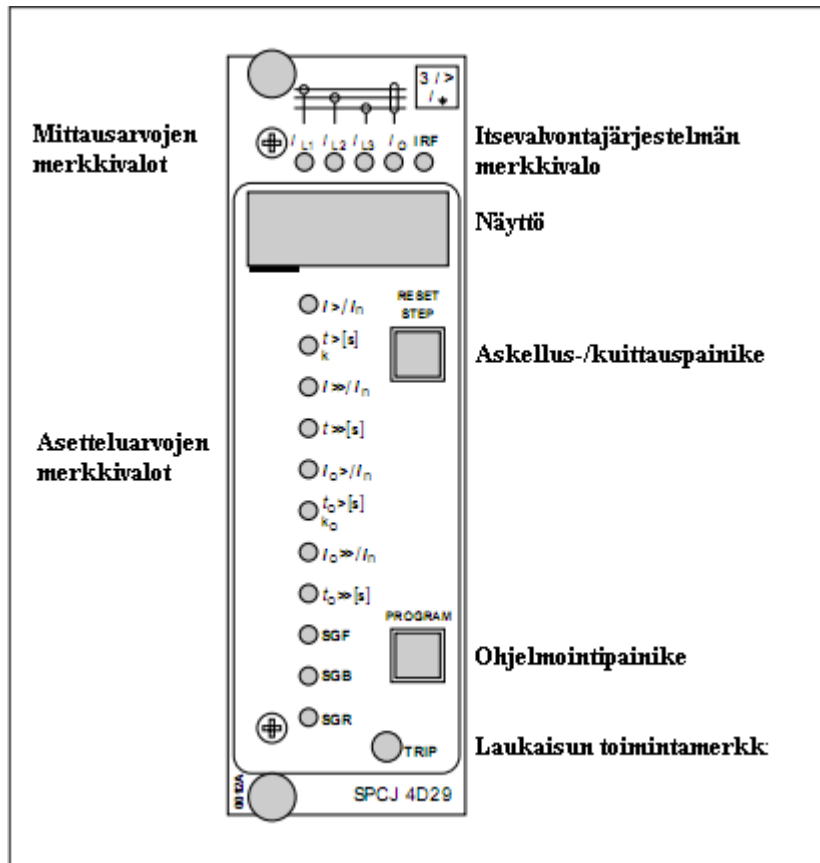
Kuva 11. Työmaadoitukset

5.5 Lupa työn aloittamiseen

Työn aloittamiselle välttämätöntä on sähkölaitteiston käytöstä vastaavan henkilön antama lupa. Luvan saa myöntää vasta kuin edellä mainitut työturvallisuuden liittyvät seikat ovat kunnossa. Tässä tapauksessa luvan myöntäjä oli käytönjohtaja Juha Kangasmäki.

6 SPC-RELEMODUULIN YLEISET OMINAISUUDET

Relemoduulin eli mittausyksikön kannessa on kaksi ohjauspainiketta, reset/step- ja program-painike. Reset/step –painiketta käytetään toimintamerkkien kuittaamiseen ja näytön pää- ja alavalikossa eteen- ja taaksepäin liikkumisessa. Program-painikkeella taas päästään liikkumaan tietystä päävalikon kohdasta vastaavaan alavalikkoon, jotta parametriasetuksia pystyttäisiin muuttamaan tai ottaa ne käyttöön. Mittausyksikön näytössä on neljä numeroa. Ensimmäinen numero kertoo rekisterin numeron (eli mikä parametri on kyseessä) ja se on punainen numero. Seuraavat kolme vihreää numeroa kertovat sen rekisterin mittaus- tai asetusarvon. /12/



Kuva 12. Relemoduuli joka on turvarelessä kiinni oikealla puolella

6.1 Näytön päävalikko

Kaikki normaalissa käytössä tarvittavat tiedot saadaan esille päävalikosta, kuten reaaliaikaiset mittau tulokset tai voimassa olevat asetusarvot. Päävalikossa liikutaan vain painamalla pelkästään reset/step-painiketta. Painamalla step-painiketta sekunnin ajan, liikutaan valikossa yksi askel eteenpäin. Painamalla puolen sekunnin ajan, valikossa

mennään askellus taaksepäin. Painamalla painike pohjaan, askeltaa näyttö jatkuvasti arvosta toiseen. Ellei näyttöä sammuteta askeltamaan pimeään kohtaan, se pysyy aktivoituneena n. 5min ajan, jonka jälkeen näyttö sammuu. /12/

6.2 Näytön alavalikot

Vähemmän käytetyt asetusarvot saadaan näyttöön alavalikoista. Alavalikkoon päästään painamalla program-painiketta noin sekunnin ajan, kunnes aikaisemmin mainittu punainen numero syttyy. Alavalikossa liikutaan samalla tavalla kuin päävalikossa ja päävalikkoon päästään takaisin painelemalla step-painiketta puolen sekunnin ajan niin monta kertaa kunnes punainen numero katoaa. /12/

6.3 Muistin tiedot

Kuten aikaisemmin mainitsin, Metsolla käytetyt releet ovat perua vanhasta kohteesta. Tästä johtuen releen muisti on palautettava tehdasasetuksille. Rekistereihin tallentuu ajan myötä kaikenlaisia tietoja. Osa rekisteristä nollautuu silloin kun releen apujännite katoaa. Asetteluarvot ja muut tärkeät parametrit pysyvät haihtumattomissa vaikka jännitekatko tulisi.

Osa parametrialarvoista saadaan nollattua painamalla sen kohdalla step- ja program-painiketta yhtä aikaa. /12/ Esimerkiksi SGF, SGB ja SGR ohjelmointikytkinryhmien asetellut jouduin yksitellen selaamaan läpi ja vertailemaan niitä manuaaleissa oleviin tehdasasetteluarvoihin. Saatuani tehdasasetukset paikoilleen, tämän jälkeen jouduin tarkistelemaan erikseen mitä mikäkin kytkin tekee kuvan 7 lohkokaaaviota apuna käyttäen ja ohjelmoimaan niitä sitä mukaan päälle- ja pois-asentoon. Esimerkiksi kytkin SGR2/1 ollessa 0 asennossa, SS2 lähtö ei toimi ja emme saa VAK:lle lähtemään hälytyssignaalia.

6.4 Asettelutila

Silloin kun joudutaan muuttamaan paljon asetteluja, kuten ison relejärjestelmän käyttöönotossa, on suositeltavaa käyttää tietokonetta releasetusten muokkaamisessa. Tietokoneen saa liitettyä sarjaliikenneporttiin. Me ei kuitenkaan käytetty tietokonetta

Metsolla, sillä kyseessä oli vain kahden turvareleen konfiguroiminen. Relemoduulin päävalikosta ja alavalikoista löytyy kuitenkin kaikki samat parametrit mitkä tietokoneellakin.

7 RELEMODUULIN OHJELMOINTIMAHDOLLISUUDET

Alempaa I> ylivirtaporrasta valittaessa tällä mittausyksiköllä on valittavissa vakioaikainen laukaisuaika tai käänteisaikainen laukaisukäyrä. Käänteisaikaisia laukaisukäyrästä on valittavissa kuusi erilaista mallia. Käänteisaikatoimintaa käytetään harvoin Suomessa, mutta se on erittäin käytetty muualla Euroopassa. Monet relesuojauksen parissa pitää käänteisaikatoimintaa parempana kuin vakioaikatoimintaa. Alemmalla nollavirtaportaalla I₀> on samat ohjelmointimahdollisuudet kuin alemmalla ylivirtaportaalla. Ylemmän ylivirtaportaan I>> asettelualue on 0,5-40*I_n ja ylemmän nollavirtaportaan I₀>> asettelualue on 0,1-10*I_n. Molemmat ylemmät portaat voidaan kytkeä pois päältä /13/.



Kuva 13. Merkkivalojen selitykset. Reset-painikkeella kuitataan vika.

7.1 Ylivirtasuojan toiminta

Alempi tai ylempi porras havahtuu, jos yksikään vaihevirta kasvaa aseteltua arvoa suuremmaksi. Käänteisaikatoiminnassa ylemmän ylivirtaportaan $I_{>>}$ havahtuessa alemman portaan $I_{>}$ toiminta estyy. Tällöin suurilla vikavirroilla toiminta-aika määrittyy aika-asettelun $t_{>>}$ mukaan. Alemman ylivirtaportaan toimintatapa valitaan ohjelmointikytkimillä SGF1/1, 2 ja 3 alla olevan taulukon mukaisesti. Nämä kytkimet eivät ole fyysisesti releen sisällä vaan ne on tehty ohjelmoimalla releen toimintamalliin. Vakioaikatoiminnassa alemman ylivirtasuojan toiminta-aika $t_{>}$ asetellaan suoraa sekunteina asettelualueelle 0,5-300s. Ylemmän ylivirtaportaan toiminta-aika $t_{>>}$ asetellaan alueelle 0,04-300s. /13/

SGF1/1	SGF1/2	SGF1/3	Toimintatapa	$t_{>}$ tai ominaiskäyrä
0	0	0	Vakioaika	0,05-300s
1	0	0	Käänteisaika	Extremely inverse
0	1	0	Käänteisaika	Very inverse
1	1	0	Käänteisaika	Normal inverse
0	0	1	Käänteisaika	Long-time inverse
1	0	1	Käänteisaika	RI-ominaiskäyrä
0	1	1	Käänteisaika	RXIDG-ominaiskäyrä
1	1	1	----	(long-time inverse)

Taulukko 2. Kytkinasentojen vaikutukset

Ennen releen konfigurointia tuli laskea molempien releiden $I_{>}/I_n$ ja $I_{>>}/I_n$ suhteet. Tähän tarvittiin suojattavien kohteiden (eli muuntajien M1 ja M2) maksimikuormitusvirtoja. Molemmilla muuntajilla arvo oli sama 73A:ia suurjännitepuolella.

$$100/5 = 73/I_{n \text{ rele}} \rightarrow I_{n \text{ rele}} = (73 \cdot 5)/100 \rightarrow I_{n \text{ rele}} = 3,6$$

$$100/5 = \text{virtamuuntajan muuntosuhde}$$

Alemman ylivirtaportaan toimintavirta haluttiin $1,0 \cdot I_n$ ja ylemmän ylivirtaportaan toimintavirraksi haluttiin $6,0 \cdot I_n$

$$I_{>}/I_n = I_{n \text{ rele}} / 5 \cdot 1,0 = \mathbf{0,73}$$

$$I_{>>}/I_n = I_{n \text{ rele}} / 5 \cdot 6,0 = \mathbf{4,38}$$

Tallensin saadut arvot releen muistiin. Suojauksien toiminta-aikaa valittaessa valitsin alemmalle ja ylemmälle ylivirtaportaalle pienemmät toiminta-ajat kuin kojeisto RT 3,4 turvareleessä, että selektiivisyys säilyisi. Toiminta-ajaksi valitsin $t > = 1,0s$ ja $t >> 0,04s$.

7.2 Maasulkusuojan toiminta

Nollavirran eli maasulkuvirranmittauksen toiminnat kytkin pois päältä ohjauskytkimillä. Maasulkusuojan toiminta on samankaltainen kuin ylivirtasuojan toiminta, joten en ala siitä kertomaan sen enempää, sillä Metsollakaan maasulkusuoja ei ollut käytössä.

7.3 Ohjelmointikytkimet

Sovelluskohtaiset lisätoiminnot valitaan ohjelmointikytkinryhmien SGF1-2, SGB ja SGR1-3 avulla. Kytkinten numerot ovat 1-8 ja asennot 0 ja 1 eli auki ja kiinni.

Aina kun yksi kytkinryhmä on aseteltu, rele antaa tarkistussumman jolla voi vielä tarkistaa releen asetukset. Taulukosta 3 näkee tarkistussumman laskentaan käytetyn periaatteen.

Kytkin	Painoarvo		Asento		Arvo
SGF1/1	1	x	1	=	1
SGF1/2	2	x	0	=	0
SGF1/3	4	x	1	=	4
SGF1/4	8	x	0	=	0
SGF1/5	16	x	0	=	0
SGF1/6	32	x	0	=	0
SGF1/7	64	x	1	=	64
SGF1/8	128	x	0	=	0
Kytkinryhmän tarkistussumma					69

Taulukko 3. Tarkistussumma (tässä tapauksessa 69) näkyy relemoduulin näytöllä, kun kytkinryhmien asennot ovat aseteltu.

7.3.1 SGF Ryhmät

Näitä kytkinryhmiä selaillessa katsoin vain, että kytkimet ovat tehdasasetuksilla 0-asennoissa, lukuun ottamatta SGF2/6 kytkintä joka estää ylemmän nollavirtaportaan

käytön. Tämä tarkoitti sitä, että sain kytkinryhmän SGF1 tarkistussummaksi 0 ja SGF2 tarkistussummaksi 32. Oikeiden tarkistussummien tullessa painoin reset/step- ja program-painiketta tallentaakseni asetukset.

7.3.2 SGB Ryhmä

Tässä ryhmässä ei ollut mitään olennaisia parametrejä joita olisi haluttu käyttöön joten tarkistussummaksi jäi tallennuksen jälkeen 0.

7.3.3 SGR ryhmät

SGR1 ryhmässä tehdasasetuksilla tuli tarkistussummaksi 171, mutta poistin ylimääräisiä havahtumissignaalien lähetyksiä pois ja jätin tähän ryhmään ainoastaan SGR1/2 ja 4 kytkimet päälle. Tämä tarkoitti sitä, että laukausignaalit johdettiin TS2 lähtöön, joka näkyy lohkokaaviossa (kuva 7). 0-asennossa ylivirtasuojaa ei olisi laukaissut katkaisijaa. Tarkistussummaksi jäi 10.

SGR2 ryhmässä tehdasasetuksilla tuli tarkistussummaksi 165. Poistin jälleen turhat kytkimet ja jätin vain SGR2/1 ja 3 kytkimet päälle jotka pakottaa edellä mainitun laukausignaalin myös SS2 lähtöön, eli VAK:lle menevään hälytyslähtöön. Tarkistussummaksi jäi 5. SGR3 ryhmän jätin tehdasasetuksille 0, sillä siellä ei ollut tähän tarkoitukseen tarvittavia parametrejä.

7.4 Ylivirtasuojan koekäyttö

Koekäytössä simuloidaan aito vikatilanne ja täten saadaan testattua releen ja katkaisijan toiminta todellisuudessa. Suoritimme koekäytön molemmille turvareleille kuvassa 14 esiintyvällä kalustolla. Jokainen vaihe mitattiin erikseen ja tulokset otettiin ylös. Mittaus tehtiin suurjännitepuolella. Virtalähteen toiset hampaat asetettiin katkaisijan lähtevälle puolelle ja toiset hampaat iskettiin maadoituspisteeseen (näkyvä kuvassa 11).

Aluksi viritimme 16A:in pistorasiaan virtalähteen mikä kykenee syöttämään 0-1000A virtaa. Virtalähde ottaa ison tehon joten 10A:in pistorasia saattaa laueta käytössä. Tämän jälkeen laitettiin millisekunttimittari jonka start puoli kytkettiin virtalähteeseen ja

stop puoli katkaisijan tulevalle puolelle. Toiminta perustuu siihen, että kun virtalähde laitetaan päälle se käynnistää millisekuntimittarin ja kun stop puoli ei saa enää virtaa niin mittari sammuu.

Mittaukset tehtiin 73A:lla (muuntajan nimellisvirta) ja 430A:lla (muuntajan nimellisvirta *6), eli mittauksilla testattiin sekä ylempi, että alempi ylivirtaporras. Virtalähteen säätöruuvilla säädettiin oikea virta-arvo ja se tarkistettiin vielä pihtiampeerimittarilla.



Kuva 14. Virtalähde, aikamittari, pihtiampeerimittari ja mittajohtoja

Vaihe	73A	430A
L1	1,043s	0,077s
L2	1,043s	0,096s
L3	1,053s	0,092s

Taulukko 4. Kenno 2. turvareleen laukaisuaikoja

Vaihe	73A	430A
L1	1,043s	0,1s
L2	1,043s	0,1s
L3	1,053s	0,1s

Taulukko 5. Kenno 6. turvareleen laukaisuaikoja

8 POHDINTAA

Lopputyö koostui useasta osiosta. Erittäin mielenkiintoisena pidin sitä, kun kojeisto oli 20kV:n kojeisto. Itse olen aikaisemmin tehnyt vain pienjännitetoita (<1kV töitä), joten lähdin innoissaan tutkimaan kojeiston toimintaa.

Aluksi selvitin jokaisen työhön liittyvän osan toiminnan ja vaikutuksen. Tämän jälkeen tutkittavana olivat johdotukset. Johdotuksien tutkinta oli melko työlästä, sillä jouduin loppupiirustuksia varten katsomaan kaikkien johtojen väliset yhteydet ja tutkimaan muun muassa kontaktorien kärkien numeroinnit. Tutkintatöitä tehdessä noudatettiin tietenkin tarkkaa työturvallisuutta, koska 20kV:in töitä tehdessä koskiessa väärään paikkaan lähtee välittömästi henki.

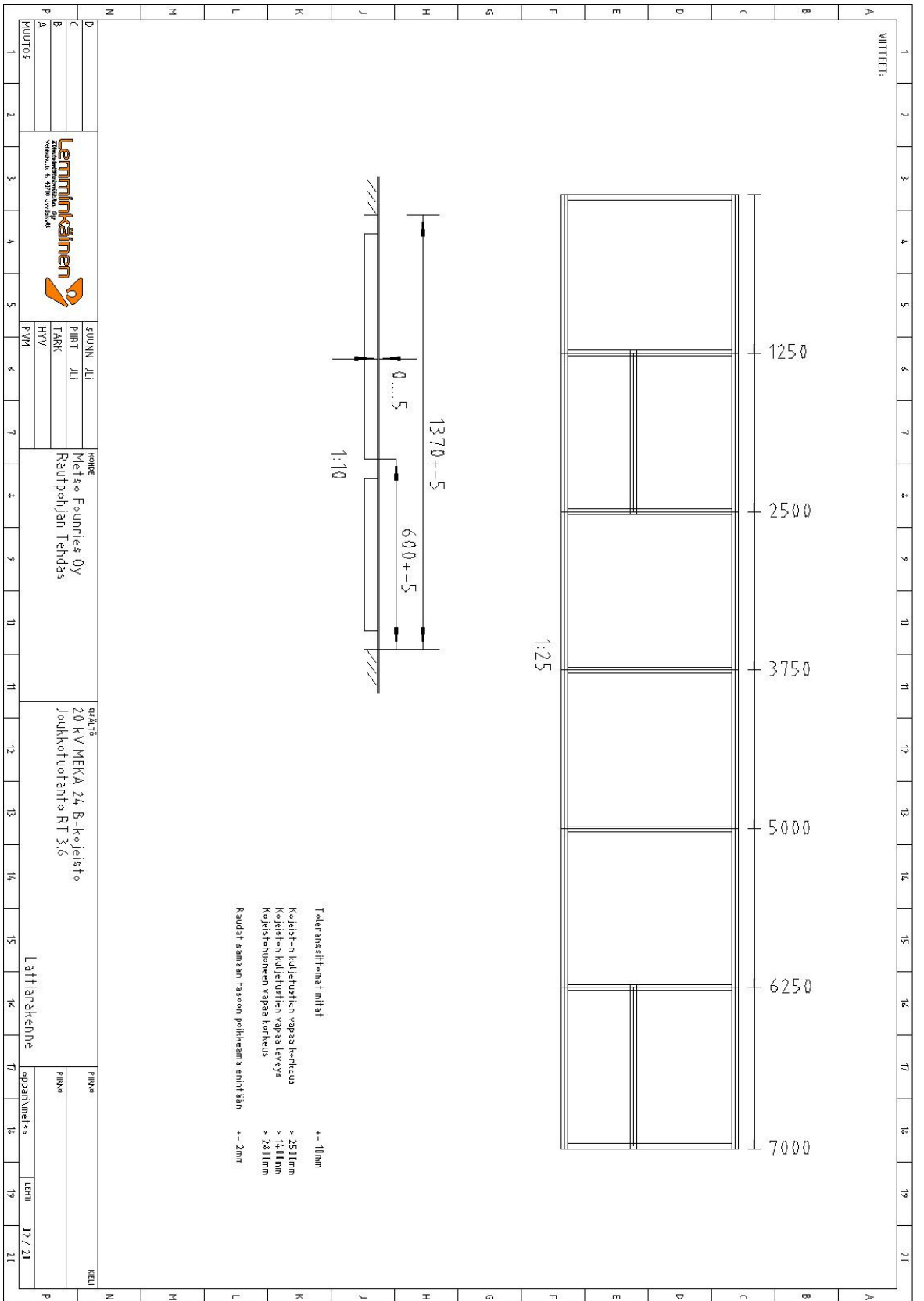
Vanhojen johdotusten selvittyä tehtiin uudet johdotukset releelle ja hälytyksille. Uudet johdotukset lisättiin tietenkin uusiin kuviin jotka piirsin CadiE-sähkösuunnitteluohjelmistolla. Releen ja muuntajien suojaukset testattiin asianmukaisilla testauslaitteilla. Uusia kuvia piirtäessä päätimme nimetä kojeiston komponentit yksiselitteisemmin. Kennonumeron mukaan esimerkiksi vanha F1 muutettiin 2F1 jos se oli kakkoskennossa. Tämä teetti meille myös merkkaustöitä kojeistotiloissakin. Lisäksi jouduimme puuttumaan vanhoihin riviliitinnumerointeihin uusien lisäysten takia.

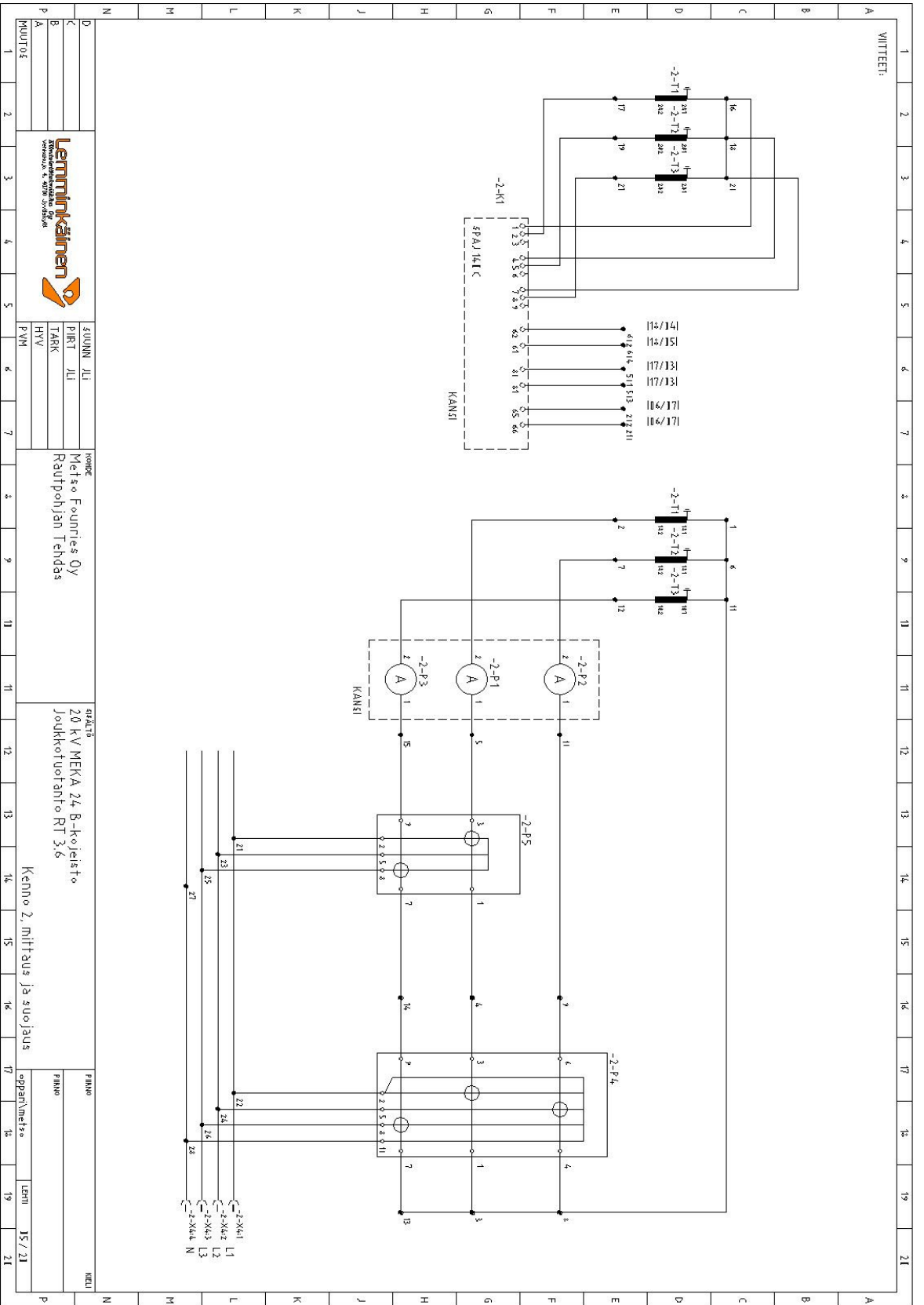
Kaiken kaikkiaan työ opetti minulle paljon, koska se koostui useasta eri osiosta. Työssä oli muun muassa suurjännitepuolta, sähkösuunnittelua uudella ohjelmistolla, relesuojausta, ups-järjestelmää ja hälytyspiiri.

9 LÄHTEET

- 1 Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy:n Yritysesittely
http://www.tekmani.fi/fi/Tytaryhtiot/Lemminkainen_Kiinteistotekniikka_Oy
- 2 Metso Lyhyesti
http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-55957?OpenDocument
- 3 ABB TTT-käsikirja, luku 12. Kytkinlaitteet ja eristimet
<http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/>
- 4 Suurjännitesähköasennukset SFS 6001 + A1
- 5 Aura L., Tonteri A., Sähkömiehen käsikirja 2, WSOY 1986, 373 s.
- 6 Aura L., Tonteri A., Teoreettinen sähkötekniikka ja sähkökoneiden perusteet, WSOY 1995, 446 s.
- 7 Suomen standardisoimisliitto SFS, SFS 6002
- 8 ABB TTT-käsikirja, luku 7. Oikosulkusuojaus
<http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/>
- 9 ABB TTT-käsikirja, luku 8. Maasulkusuojaus
<http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/>
- 10 SAMK/TEKPO/Erkki Ruppä 18.3.2005
<http://www.tp.spt.fi/~salabra/er/siirto/reesuojaus.doc>
- 11 ABB, Yhdistetty ylivirta- ja maasulkurele SPAJ 140 C, Ostajan opas/käyttöohje/ tekninen selostus
- 12 ABB, D-tyypin SPC-relemoduulien yleiset ominaisuudet, Käyttöohje ja tekninen selostus
- 13 ABB, SPCJ 4D29 Yhdistetty ylivirta- ja maasulkurelemoduuli, Käyttöohje ja tekninen selostus
- 14 JE-asennuksen sähköasentaja

Liite 2



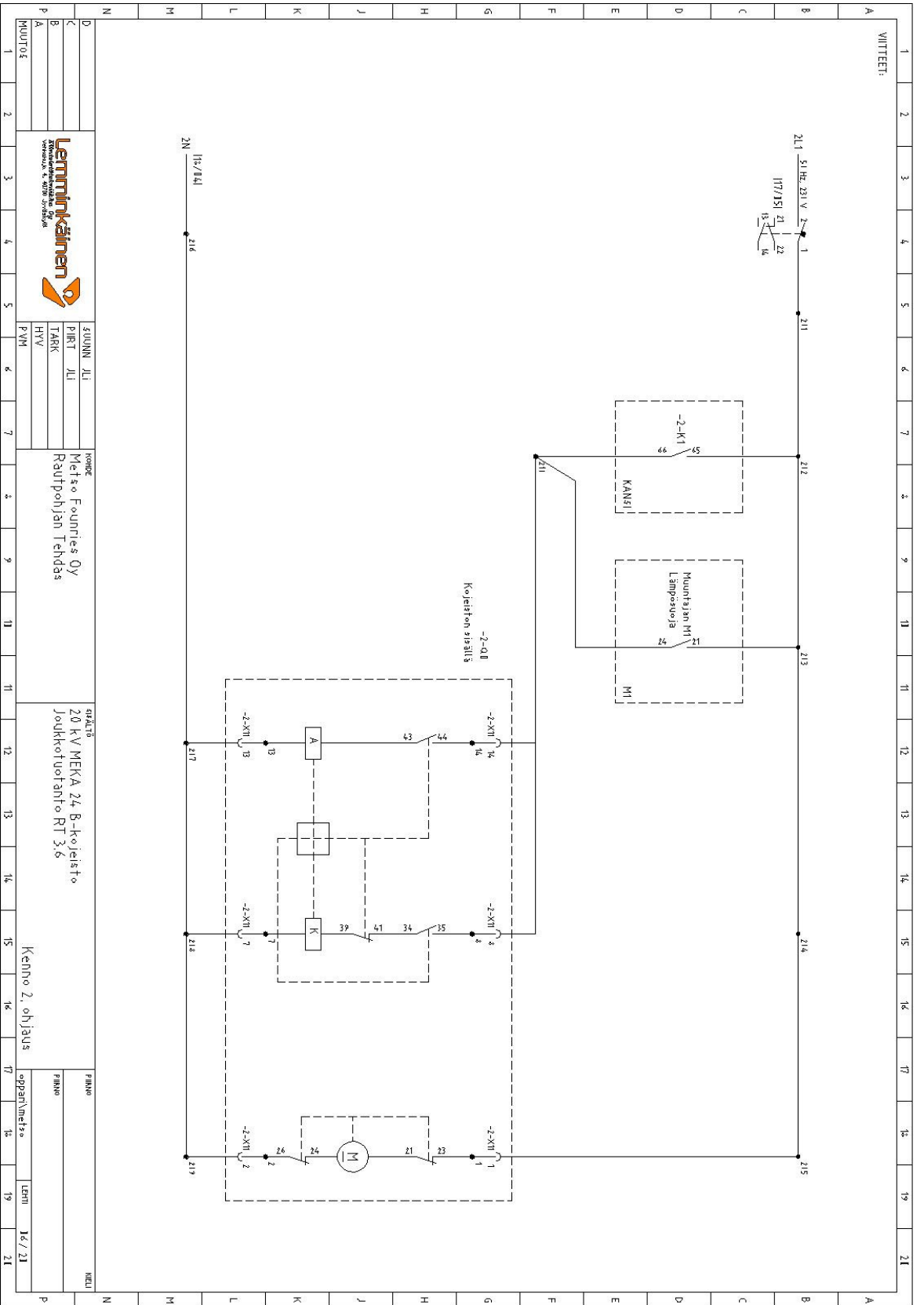


KUNNIN JLI
 PUURT JLI
 TARKK
 HYV
 PVM

KANDE
 Metsä Founries Oy
 Rautpojan Tehdas
 20 kV MEKA 24 B-kojearisto
 Johtokautantalo RT 3.6

PANKO
 FINNO
 oppinimistö
 LEHTI 15/ 21

MELLI



Lemminkäinen
 Kone- ja sähkötekniikka
 Oy
 Keskustie 1, 01500 Sipilä

suunn. JLi
 piirt. JLi
 tarkk. JLi
 hvv. PVM

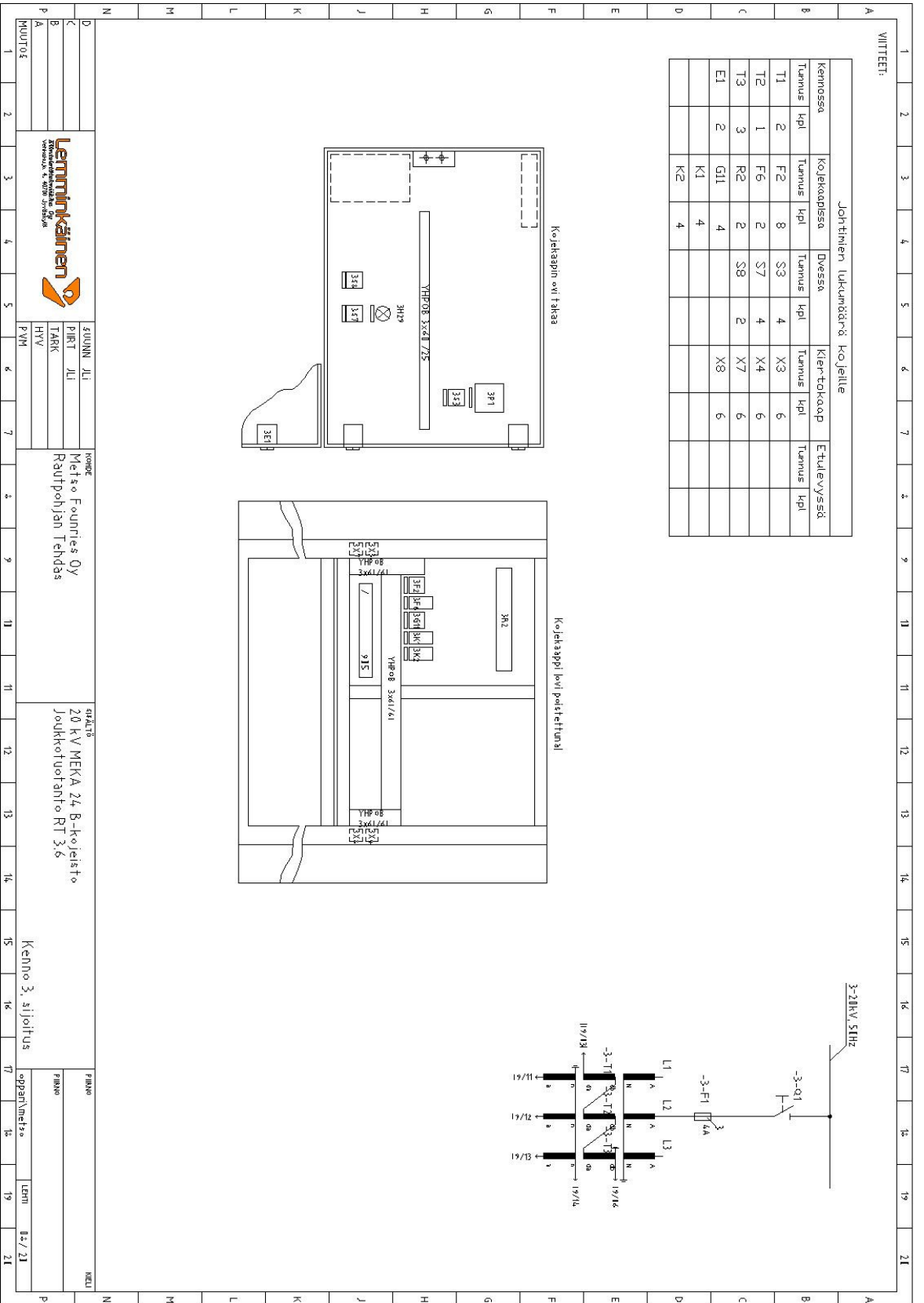
Koodi
 Metsä Fournies Oy
 Rautpojan Tehdas

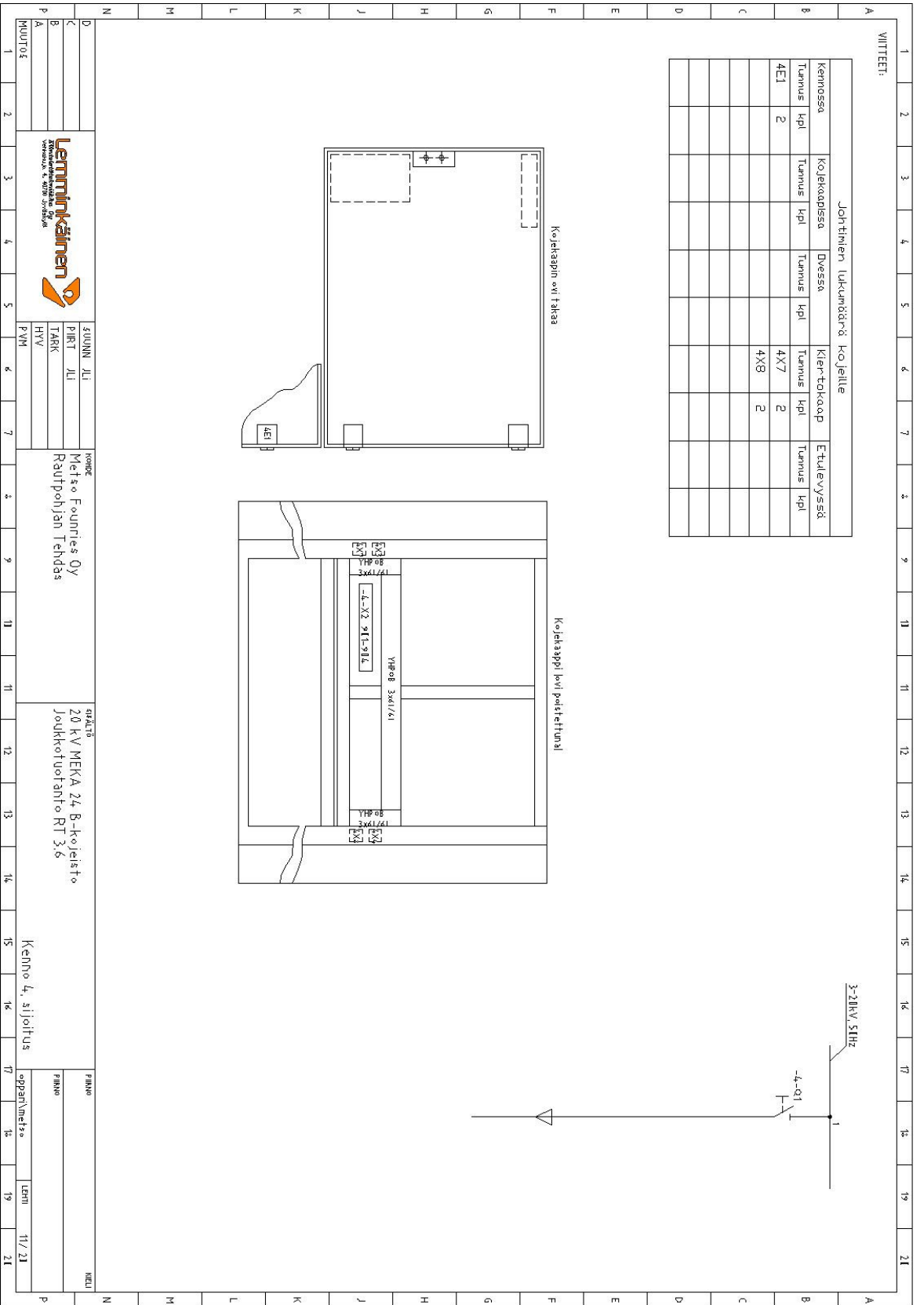
sisältö
 20 kV MEKA 24 B-kojearisto
 Johtokautantö RT 3.6

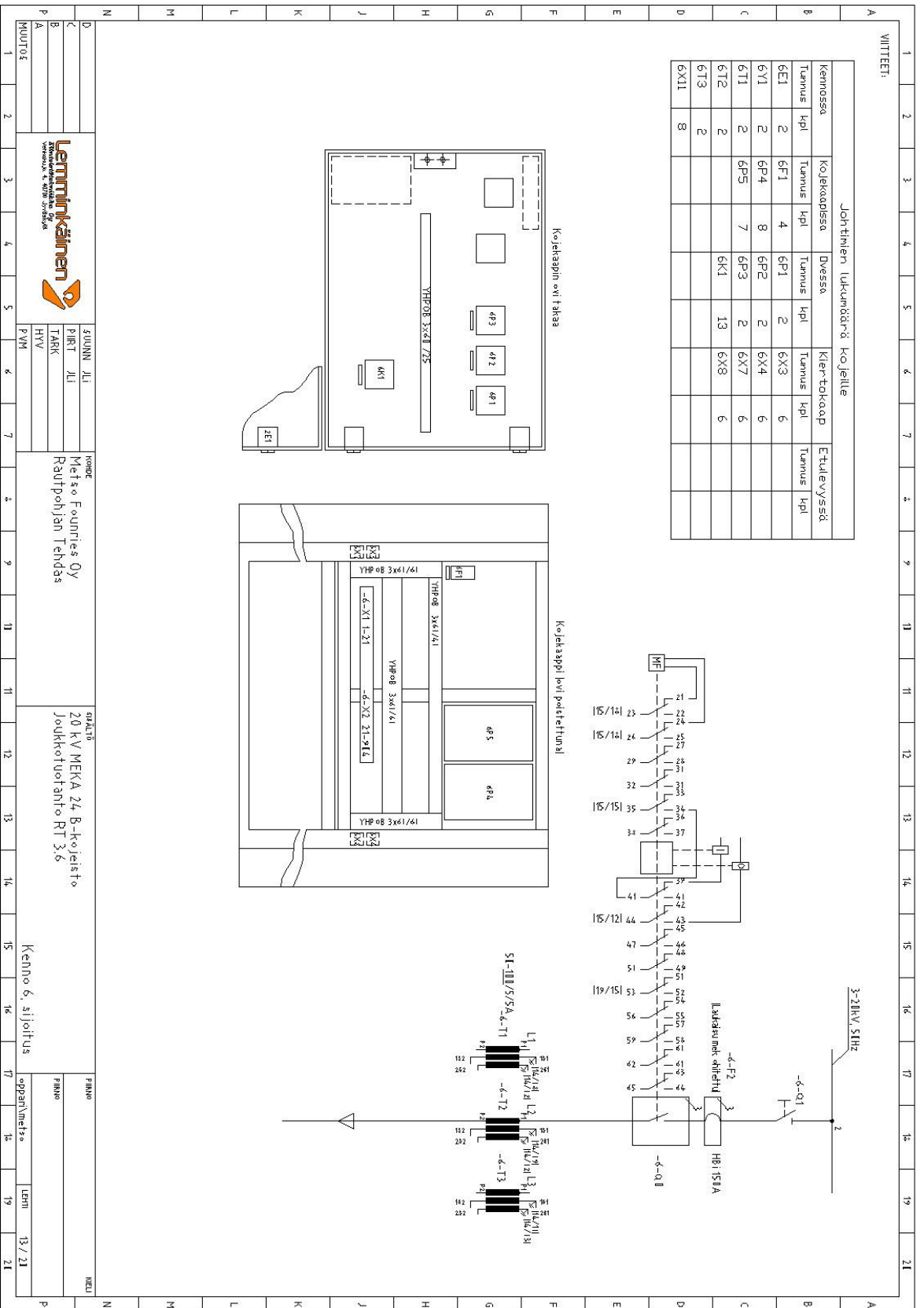
Kennno 2, ohjauks

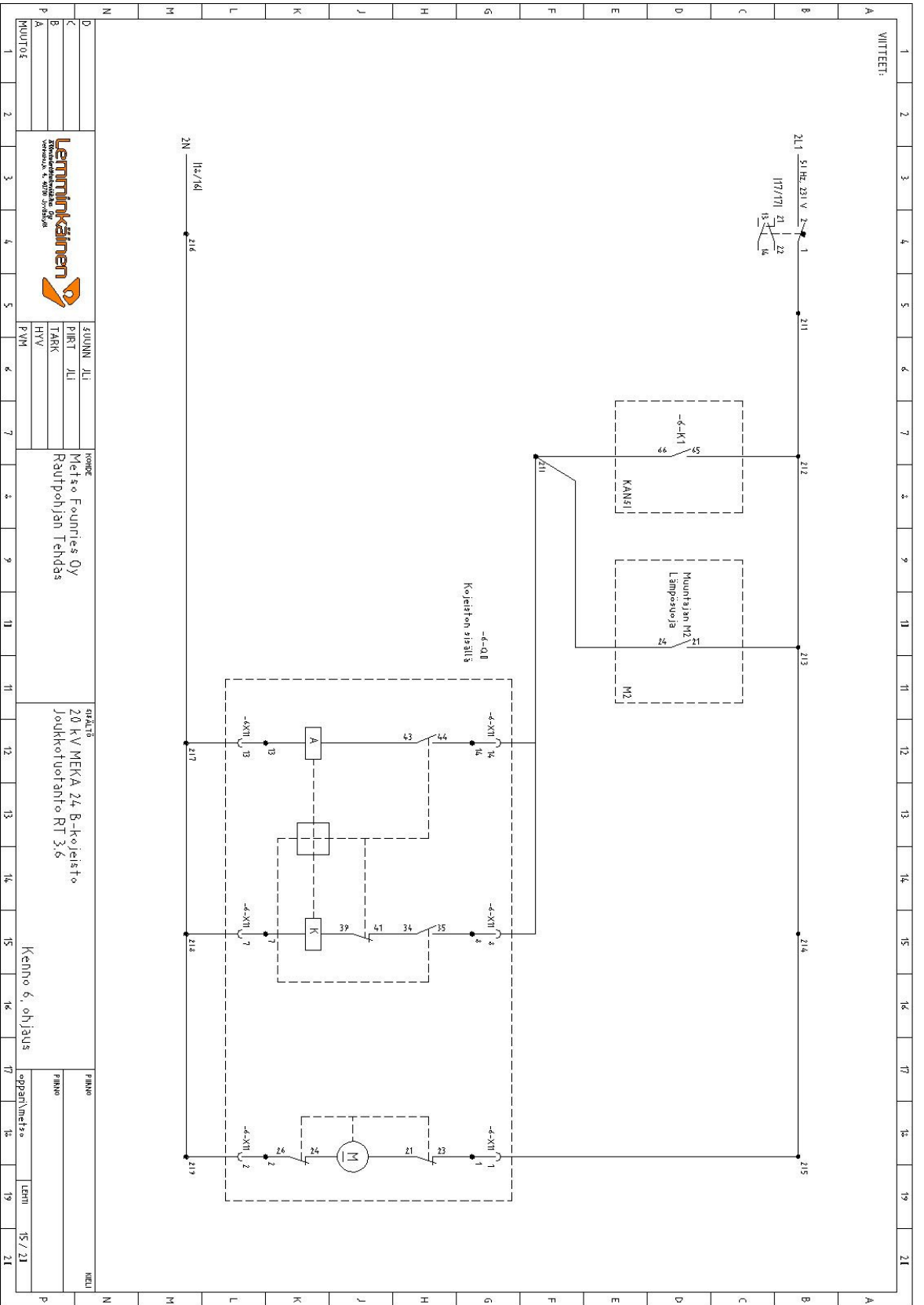
PIKNO
 FINNO
 oppainmetsä
 LEHTI 1k/7/21

NEULI

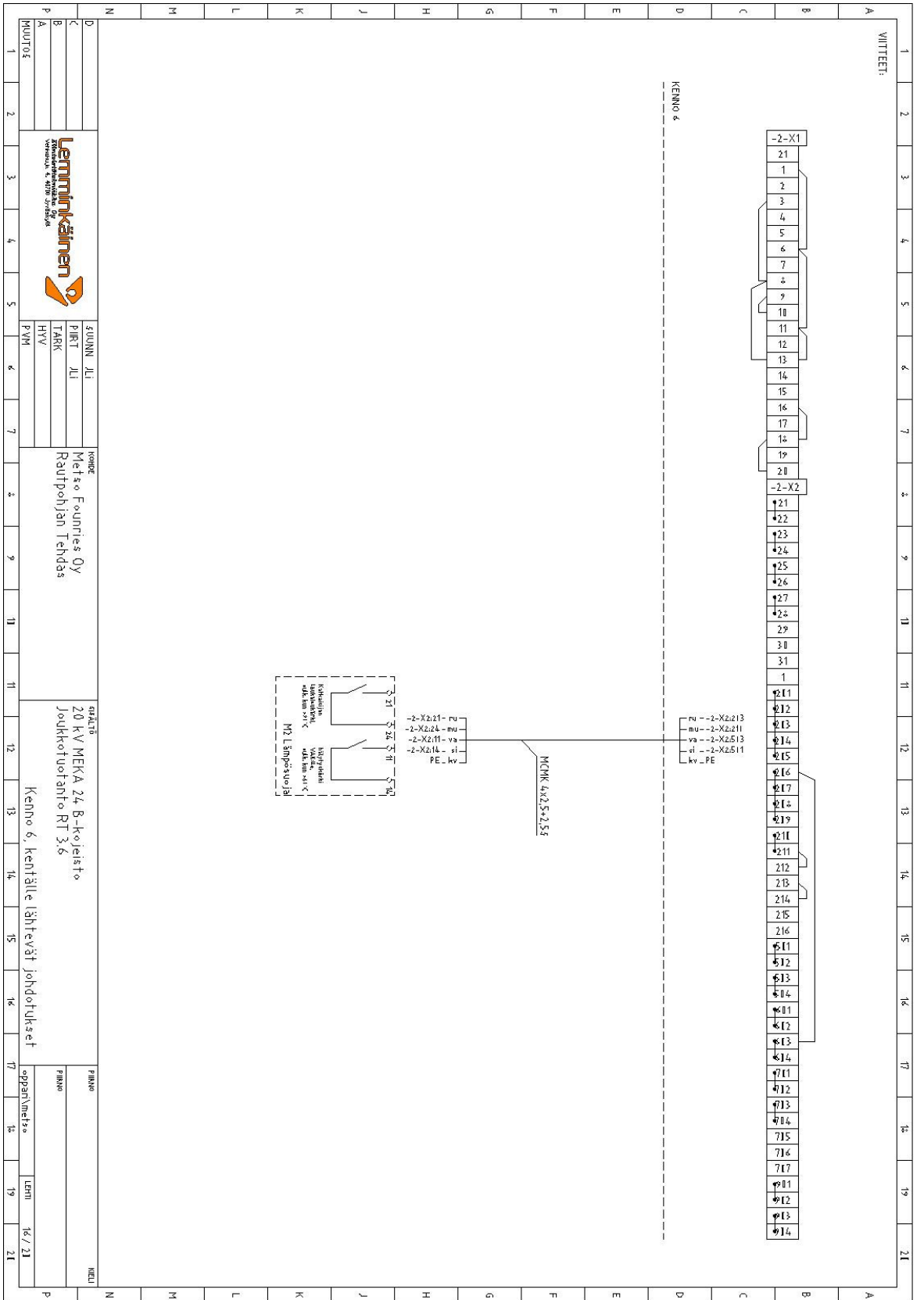








<p>Lemminkäinen <small>Aluepalveluyritys Oy</small> <small>Yrityksen nimi ja osoite</small></p>		<p>suunn. J.Li piirt. J.Li tarkk. J.Li hvv. P.V.M.</p>		<p>koode Metsä Fournies Oy Rautpojan Tendas</p>		<p>suunn. J.Li 20 kV MEKA 24 B-kojearisto Johtokautantalo RT 3.6</p>		<p>Kennno 6, ohjaus</p>		<p>PKNO FINNO oppainmetsä</p>		<p>LEHTI 15/ 21</p>	
--	--	---	--	---	--	--	--	-------------------------	--	---	--	---------------------	--

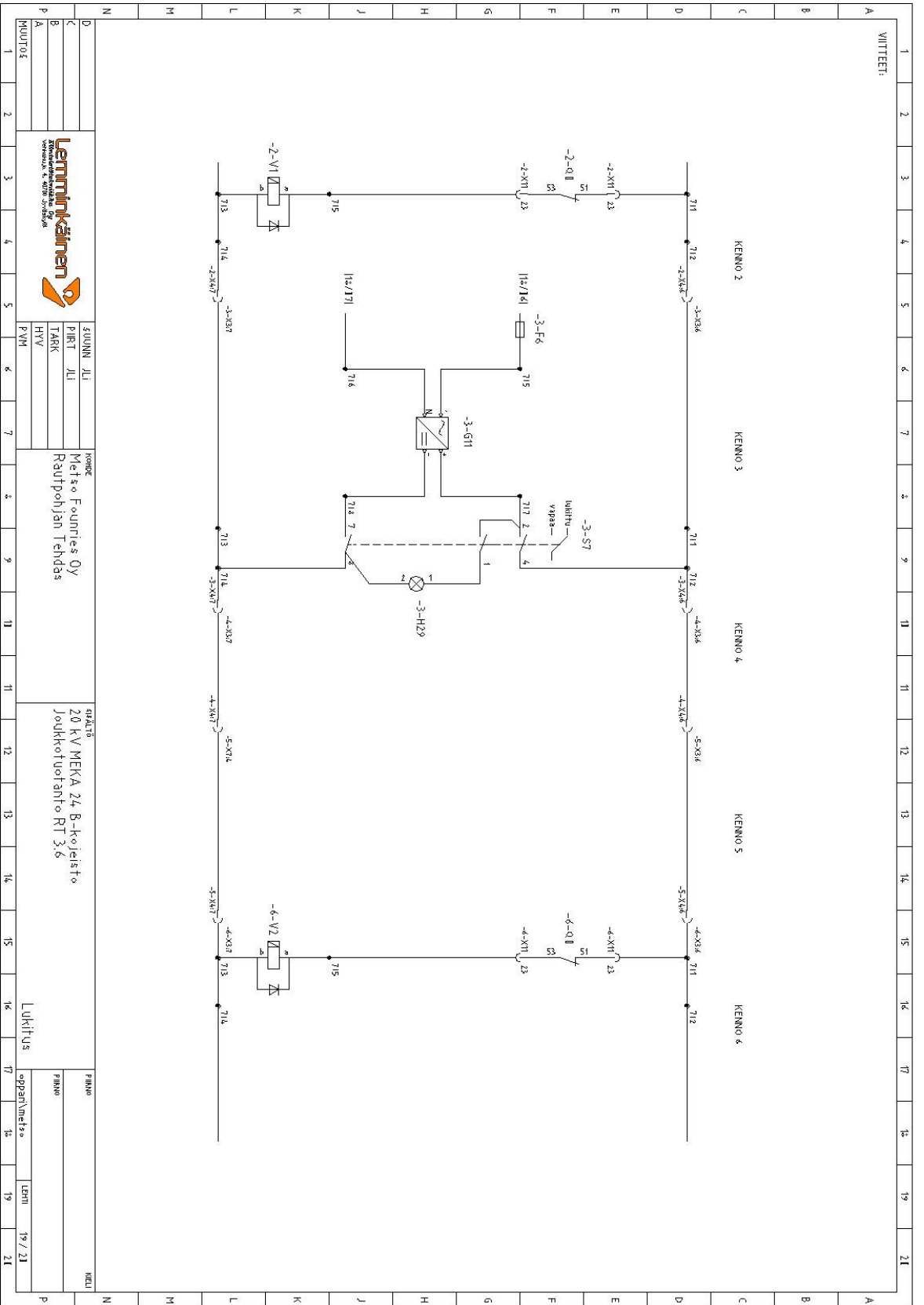


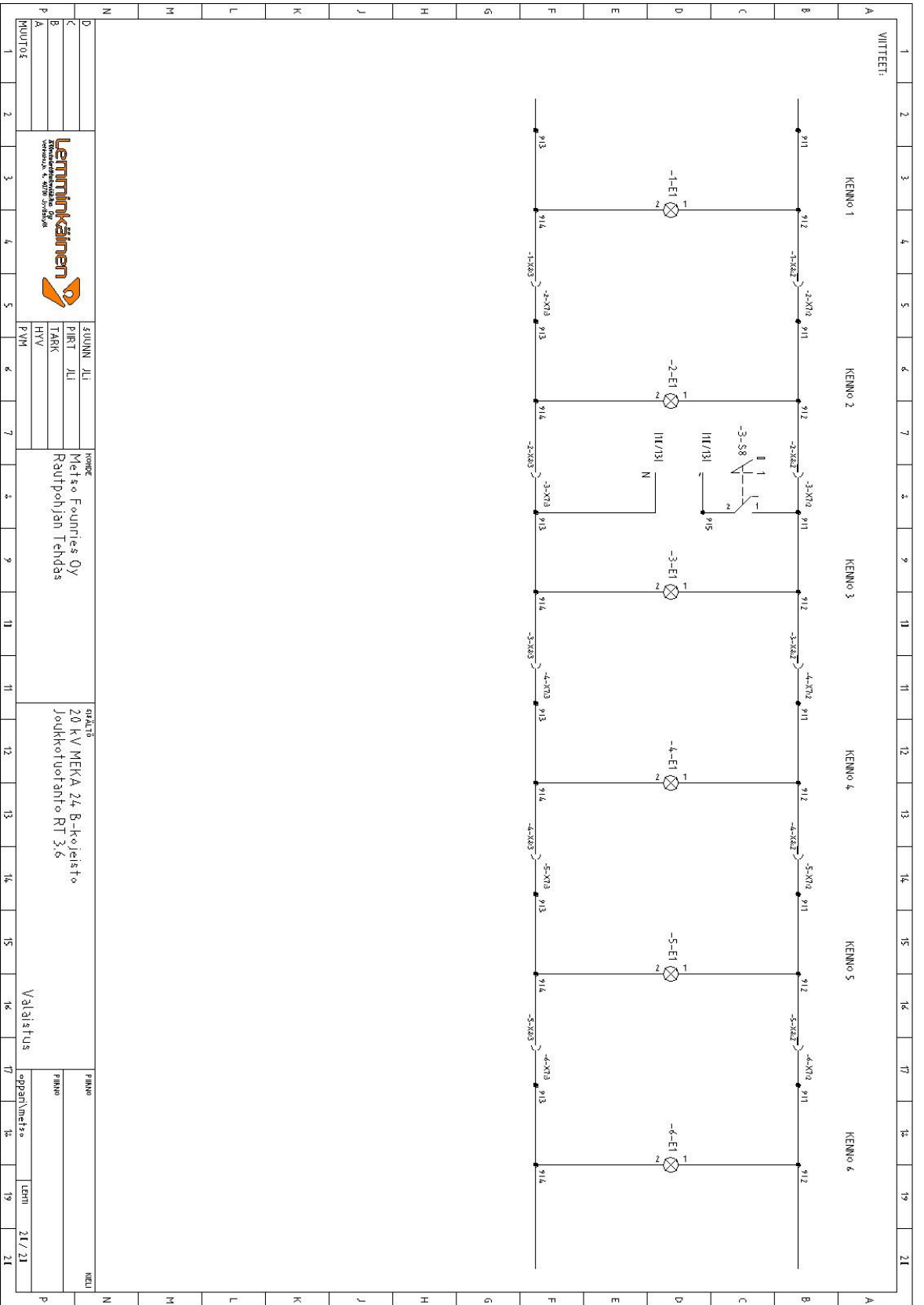
Lemminkäinen
Kone- ja Sähkötekniset Oy
Konttori, Yrjökatu 10
00100 Helsinki

suojala
20 kV MEKA 24 B-kojeisto
Johtokauttantalo RT 3,6

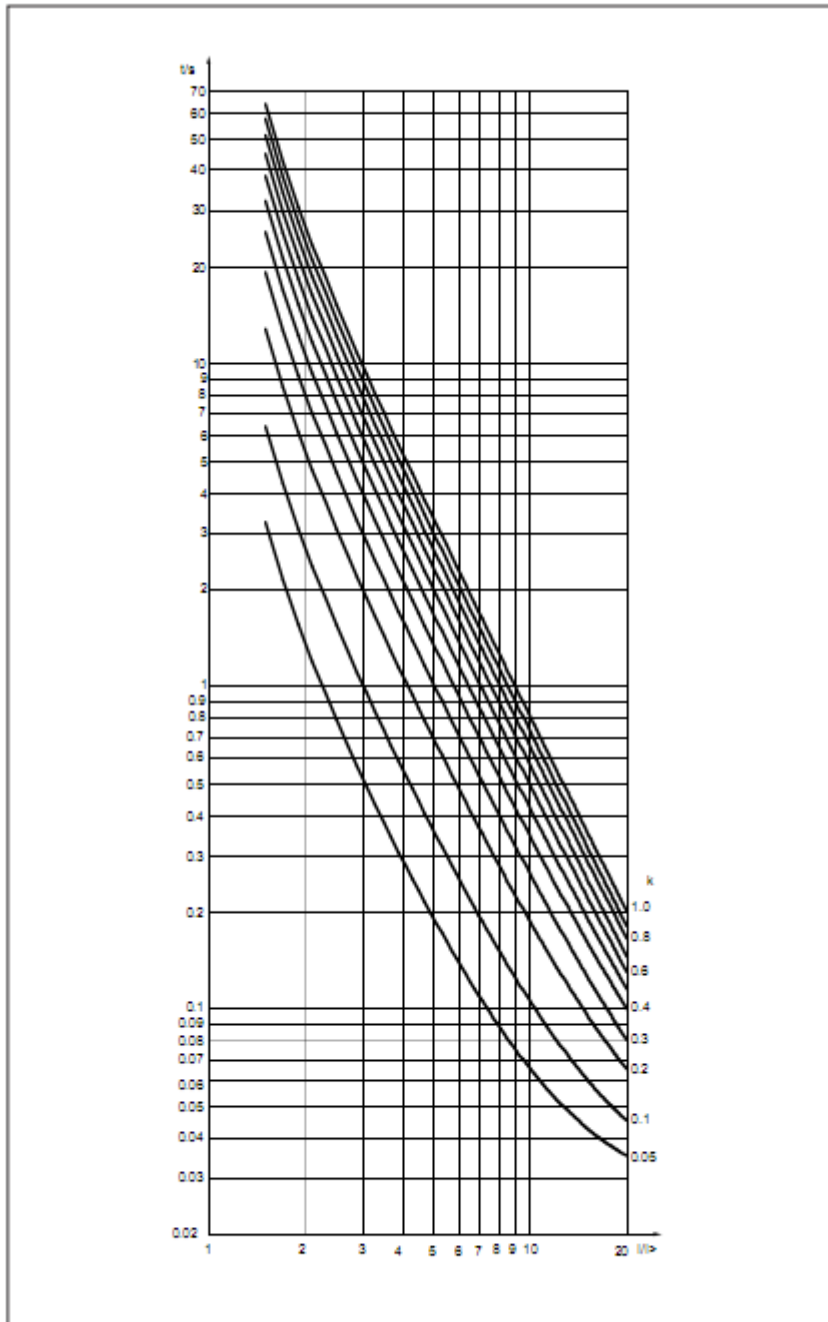
KENNO 6, kentälle lähtevät johdotukset

FINNO
oppinimistö
LEHTI 16/ 21

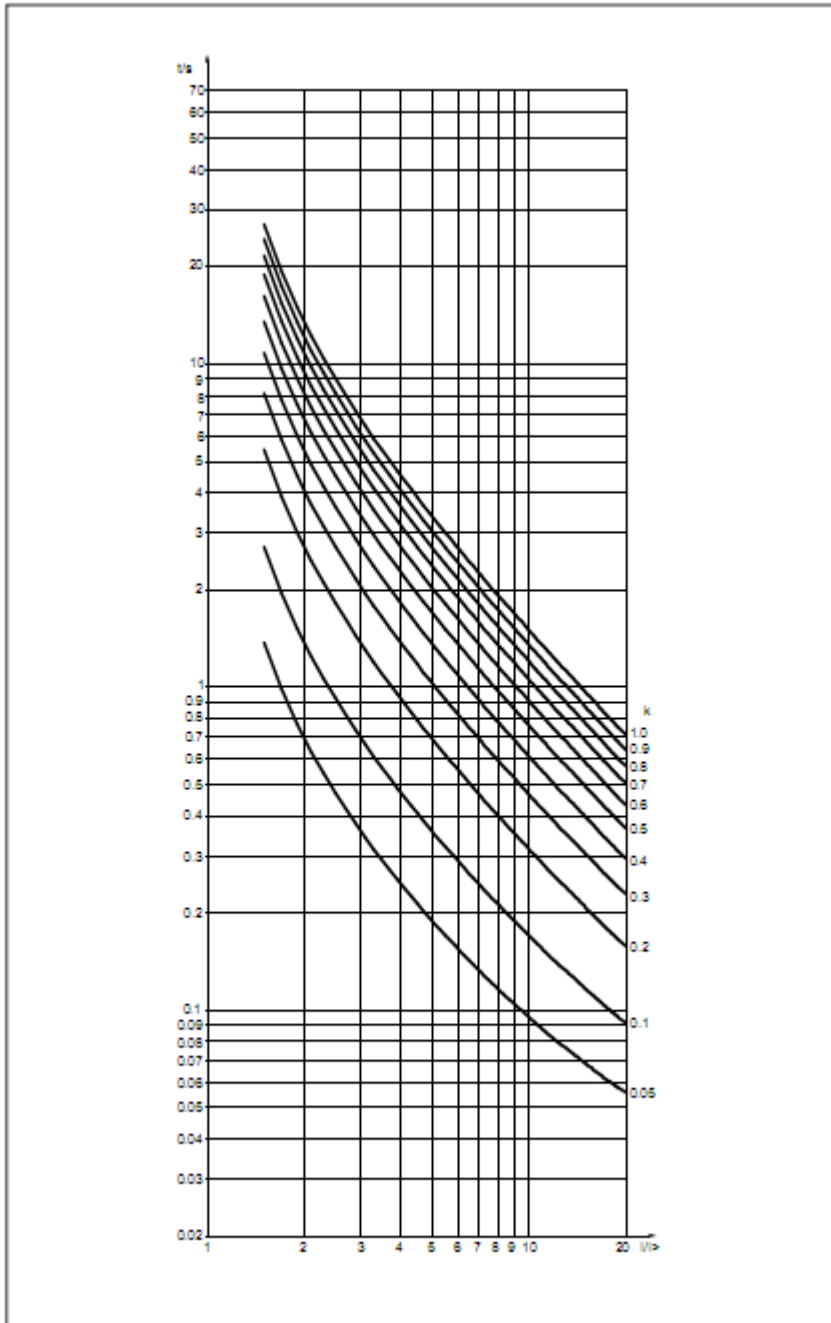




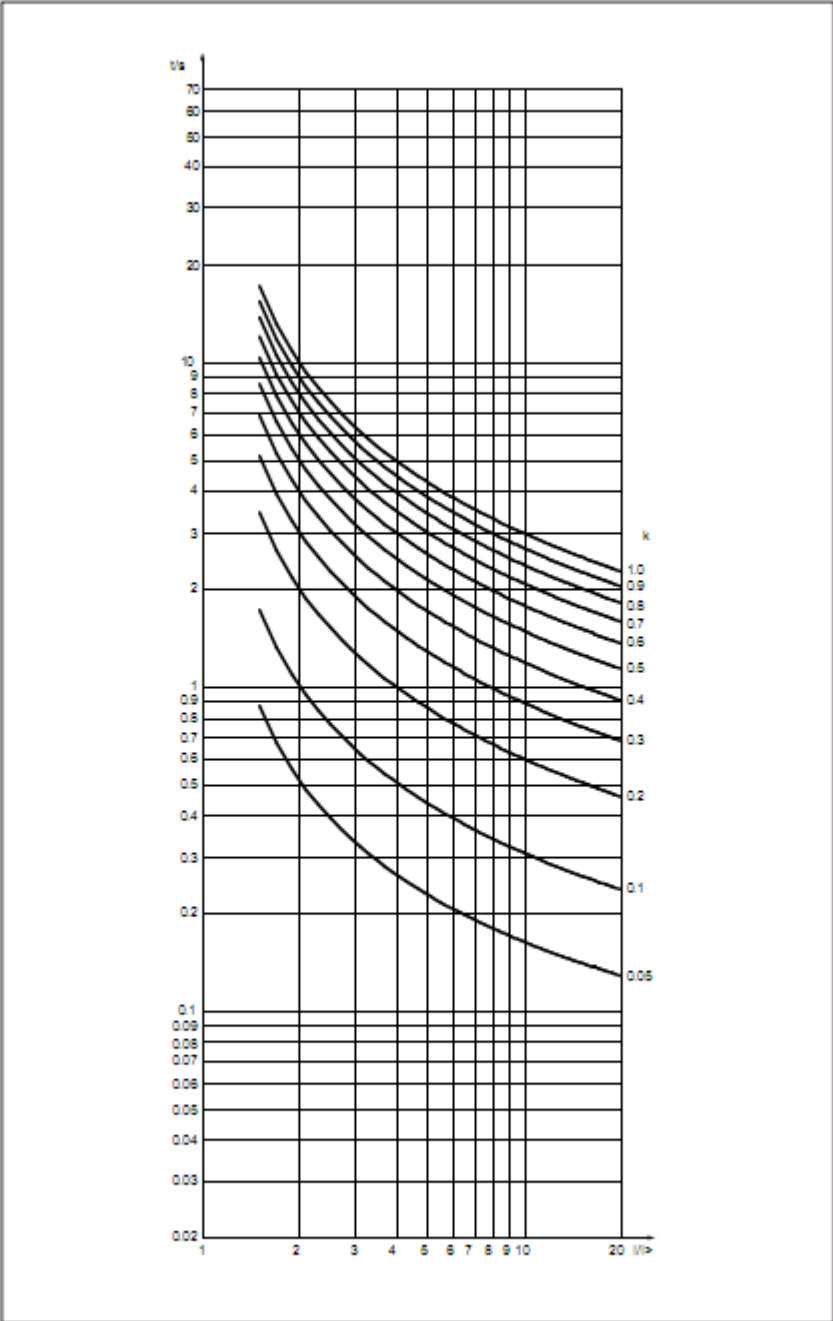
Liite 3.



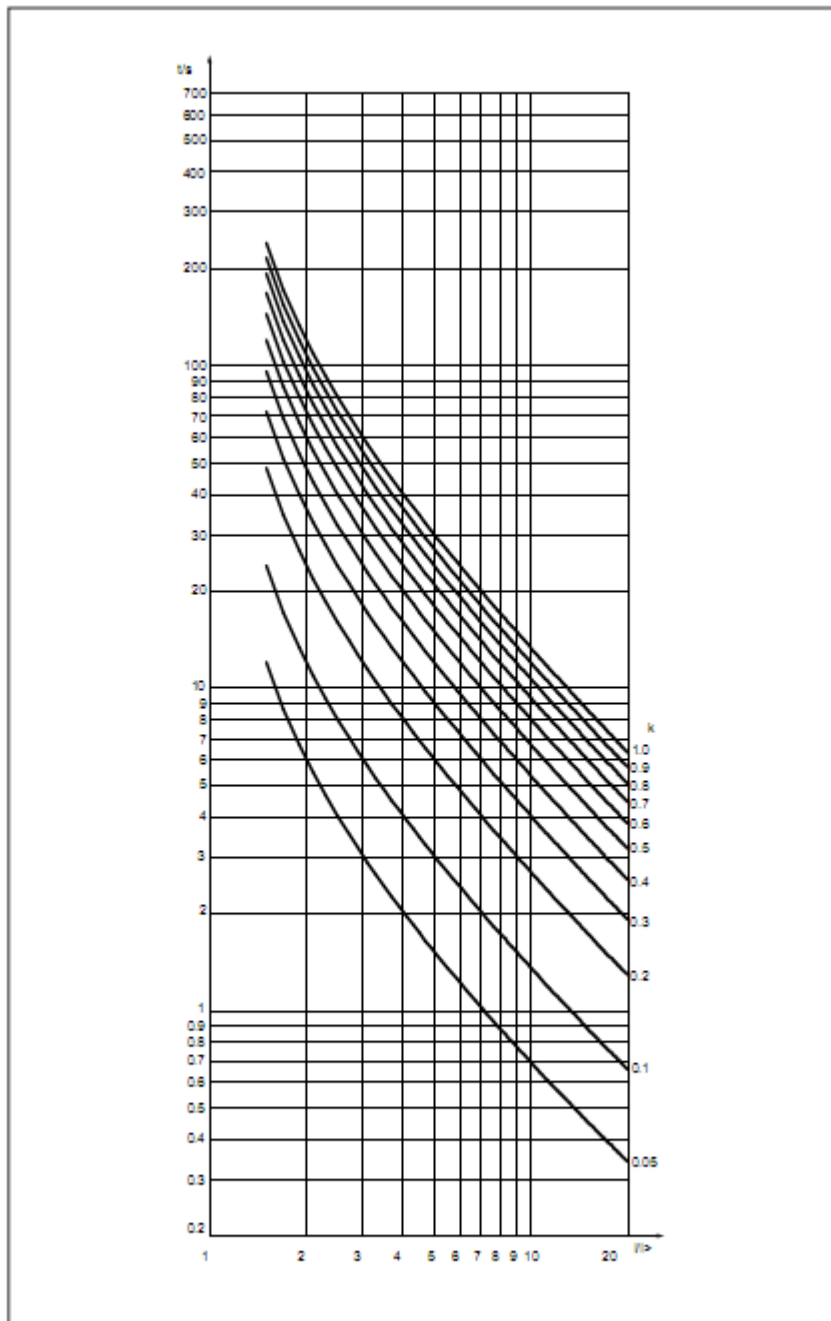
Extremely inverse



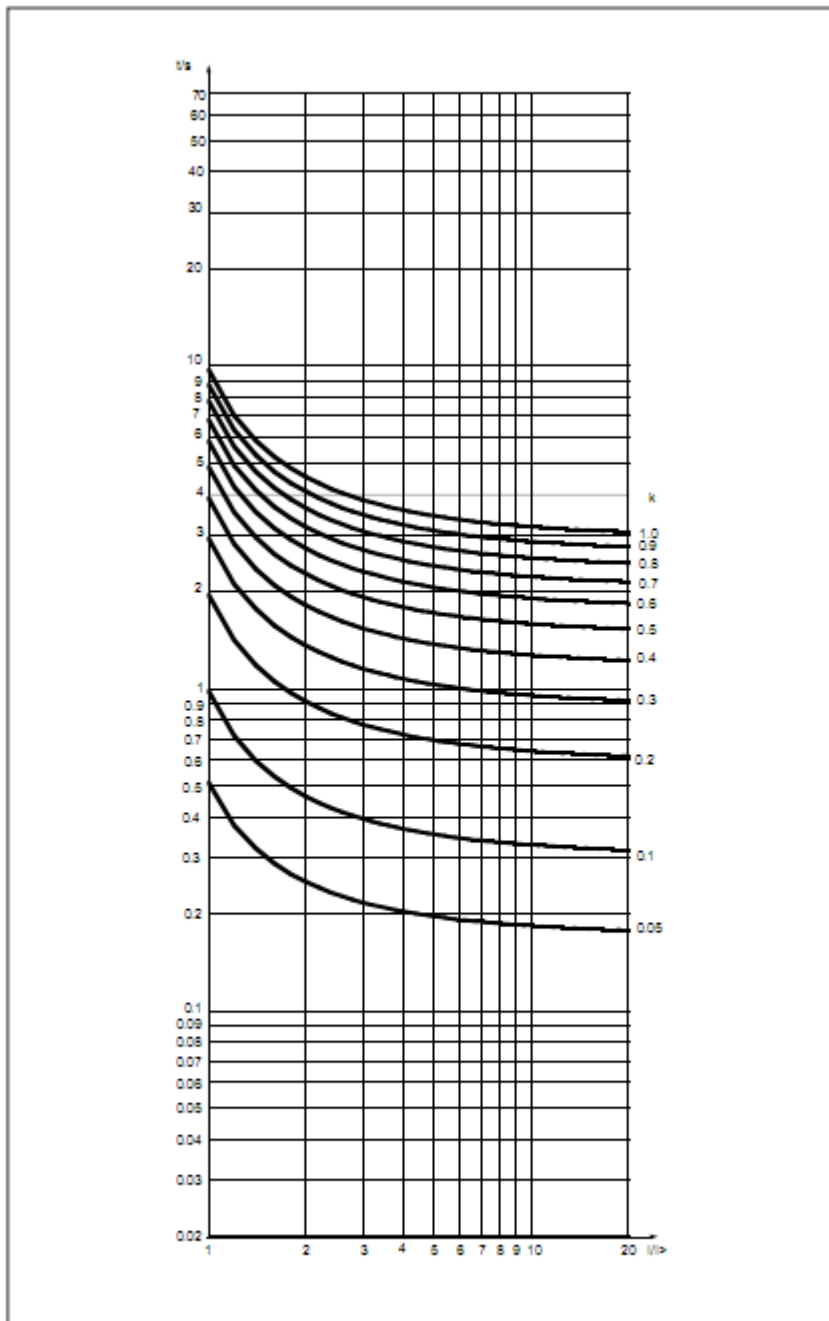
Very inverse



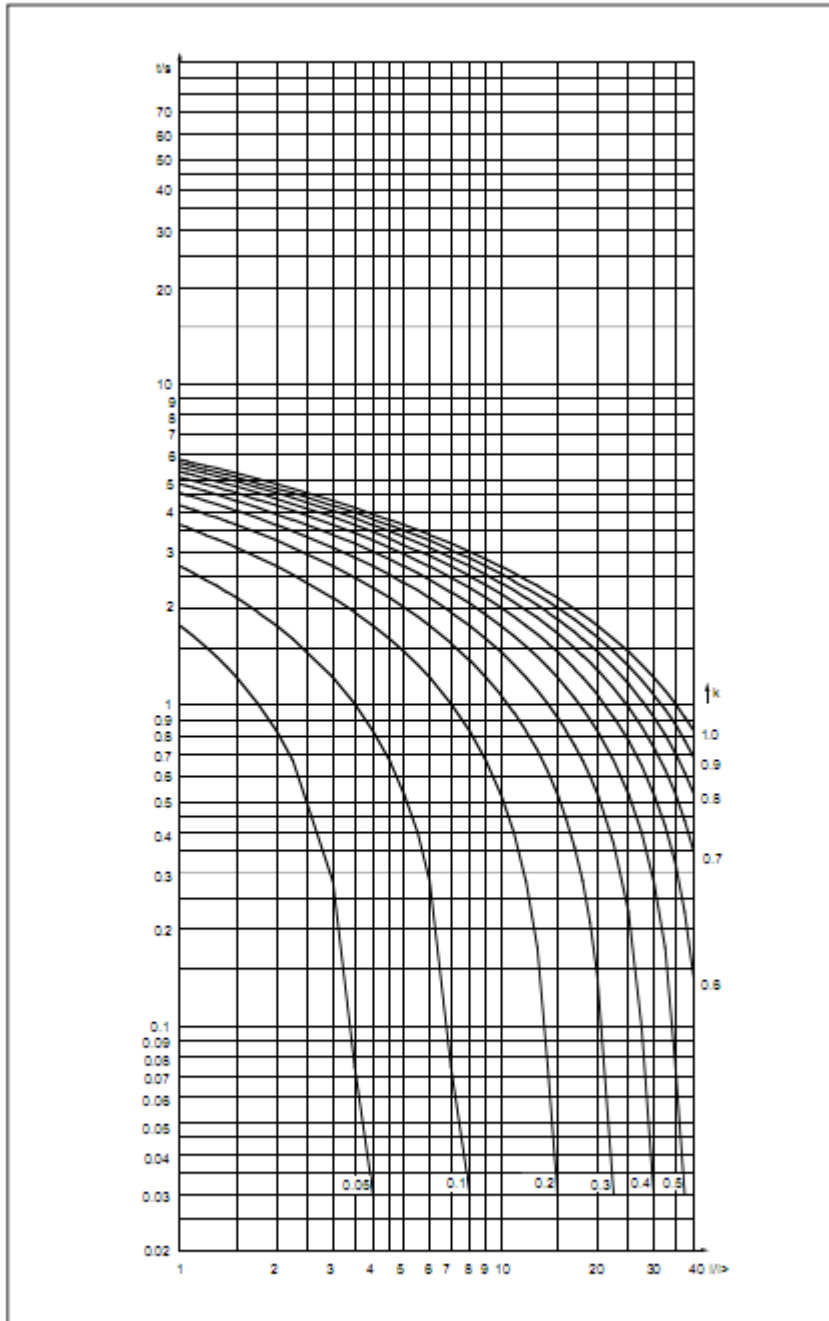
Normal inverse



Long-time inverse



RI-tyyppin käänneisaikakäyrästä



RXIDG-tyyppin käänneisaikakäyrästä