



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

KALLE KOJO

Uima-allaslaitteiston sähkösuunnittelu

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIikka
2022

Tekijä(t) Kojo, Kalle	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2022
	Sivumäärä 39 + 12	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi Uima-allaslaitteiston sähkösuunnittelu		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli uima-allaslaitteiston sähkösuunnittelu. Työhön sisältyi laitteiston ohjauskeskuksen sekä logiikkaohjauksen suunnittelu. Logiikkaan tehtiin myös graafinen käyttöliittymä etäkäyttöä varten.</p> <p>Työn tavoitteena oli piirtää sähkökeskuksesta keskuskuvat, sekä luoda siihen logiikkaohjaus, jolla halutut toiminnallisuudet saadaan toteutettua. Keskuskuvien piirtämiseen käytettiin JCad Sähkösuunnittelu -ohjelmaa. Ohjelmoitavana logiikkana käytettiin Siemens LOGO! pienislogiikkaa. Sen ohjelmointi suoritettiin Siemens LOGO! Soft Comfort -ohjelmalla. Graafinen käyttöliittymä luotiin ilmaisella LOGO! Web Editor -ohjelmalla.</p> <p>Työn tuloksena aikaan saatiin keskuksen pääkaavio sekä piirikaaviot. Lisäksi työn tuloksena saatiin aikaan logiikkaohjelma, jota voidaan hyödyntää myös tulevissa vastaavanlaisissa projekteissa.</p>		
Avainsanat Sähkösuunnittelu, sähkösuunnitelma, automaatio, ohjelmoitava logiikka, allaslaitteisto		

Author(s) Kojo, Kalle	Type of Publication Bachelor's thesis	Date December 2022
	Number of pages 39 + 12	Language of publication: finnish
Title of publication Electrical plan of swimming pool system		
Degree programme Electrical and automation engineering		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to design a control panel for the swimming pool circulation system. Control panel also includes a logic controller. This thesis included designing of control panel wiring diagrams and programming a logic controller. Graphical user interface was also created for logic controller. This makes it possible to control the system remotely over ethernet.</p> <p>The goal of this thesis was to produce all needed documents of control panel and a program for the logic controller. The program used for control panels documents was JCAD electrical. The program used for programming was LOGO! Soft Comfort.</p> <p>As a result of the work all needed drawings and diagrams was created as well as logic program which can be useful also in other projects in the future.</p>		
Keywords electrical engineering, electrical plan, automation, programmable logic controller, pool system		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 SÄHKÖTYÖ MÄKI OY	6
3 LÄHTÖTIEDOT	6
3.1 Allaslaitteiston toiminta yleisesti	7
3.2 Halutut toiminnallisuudet	7
4 PUMPPUKÄYTÖT	8
4.1 Pumpun toimintaperiaate	8
4.2 Pumpun tehontarpeen määrittäminen	9
4.2.1 Putkiston virtausvastuksen laskeminen	11
4.2.2 Pumpun hyötysuhde ja moottorin teho	17
5 SÄÄDETYT SÄHKÖMOOTTORIKÄYTÖT	18
5.1 Taajuusmuuttajan rakenne	19
5.2 Taajuusmuuttajan ohjaus	20
5.3 Taajuusmuuttajan mitoitus	20
5.4 Moottorityypin valinta	20
5.4.1 Epätahtimoottori	22
5.4.2 Kestomagneettimoottori	23
5.4.3 Tahtireluktanssimoottori	24
6 SIEMENS LOGO!	25
6.1 Perusyksikkö	26
6.2 Laajennusmoduulit	27
7 SUUNNITTELUPROJEKTI	28
7.1 Projektin laitevalinnat	28
7.2 Keskuskuvien piirtäminen	28
7.3 Logiikan ohjelmointi	31
7.3.1 Valaistuksen ohjaus	31
7.3.2 Venttiilien ohjaus	32
7.3.3 Käyntikäskyt ja nopeusohje	33
7.4 Etäkäyttö	35
7.4.1 Etäkäytön testaaminen	35
7.4.2 Graafisen käyttöliittymän piirtäminen	38
8 YHTEENVETO	39
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella uima-allaslaitteiston ohjauskeskus, ja tehdä siitä tarvittavat dokumentit. Minulle tarjottiin tätä suunnittelutyötä opinnäytetyön aiheeksi, kun olin kesällä 2021 työharjoittelussa tilaajayrityksessä. Aihe vaikutti sopivan laajalta ja mielenkiintoiselta, joten päätin tehdä opinnäytetyöni siitä.

Laitteiston ohjaukseen käytetään ohjelmoitavaa logiikkaa. Tilaajan toiveena oli, että laitteistoa pystyisi ohjaamaan etänä puhelimella tai tabletilla. Tästä syystä logiikaksi valikoitui Siemensin LOGO!, joka tarjoaa etäkäytön ja ilmaisen ohjelman graafisen käyttöliittymän tekemiseen.

Työhön sisältyy ohjauskeskuksen sähköinen suunnittelu ja mitoitus, sekä ohjelmoitavan logiikan ohjelmakoodin tekeminen. Lisäksi logiikalle tehdään etäkäyttöä varten graafinen käyttöliittymä. Työhön ei sisälly esimerkiksi valaistuksen suunnittelua eikä käytännön sähköasennuksien tekemistä. Sähköturvallisuuden osalta suunnittelussa noudatetaan standardisarjan SFS 6000 määräyksiä.

Työn alussa luvussa 3 esitetään lähtötiedot, joiden pohjalta suunnittelutyötä lähdettiin tekemään. Luvussa 4 käsitellään pumppukäytön mitoittamista. Luvussa 5 käsitellään säädettyjä käyttöjä yleisesti sekä moottorityyppien eroja. Luvussa 6 käsitellään ohjelmoitavien logiikoiden toimintaa, rakennetta ja ohjelmointia. Luvussa 7 käydään läpi itse suunnitteluprojektia, eli laitteiden valintaa, dokumenttien laatimista ja logiikan ohjelmointia. Viimeisenä lukuna työn lopussa on yhteenveto, jossa käydään läpi työn onnistumista.

2 SÄHKÖTYÖ MÄKI OY

Työn tilaajana toimii sähköasennusliike Sähkötyö Mäki Oy. Yrityksen toimipiste sijaitsee Huittisten Vampulassa. Yritys tarjoaa monipuolisesti erilaisia sähköalan palveluja, kuten tarvikemyyntiä, asennusta, kunnossapitoa ja suunnittelua. Yrityksellä on 24/7-päivystys, ja suuri osa yrityksen asiakkaista on lähialueen maatalous- ja eri teollisuusalojen yrityksiä. Yritys on perustettu vuonna 2007.



Kuva 1. Sähkötyö Mäki Oy

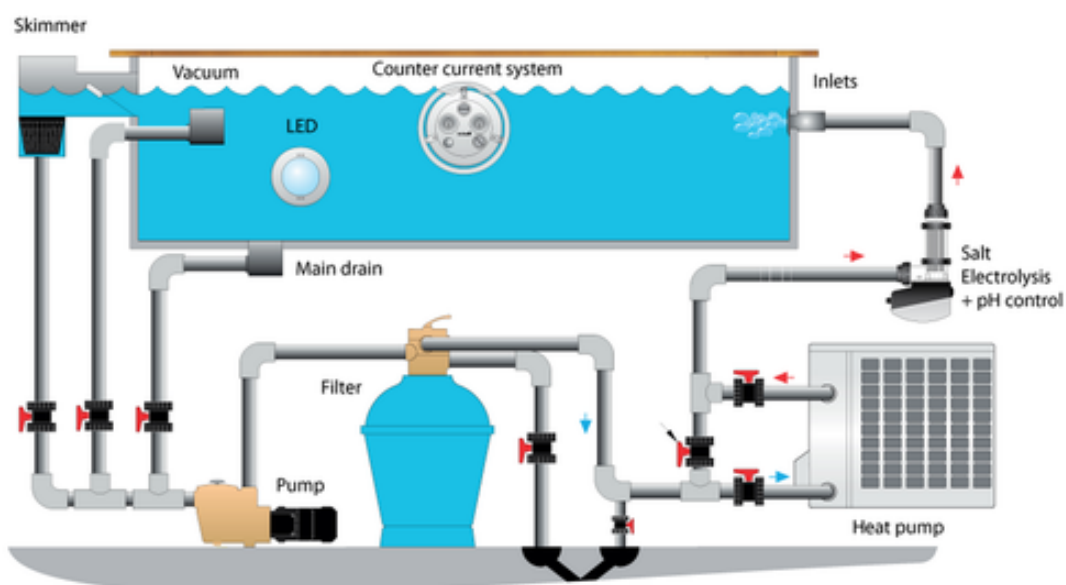
3 LÄHTÖTIEDOT

Ennen työn aloittamista keskustelimme tilaajan kanssa, mitä toiminnallisuuksia laitteistoon halutaan. Minun täytyi myös perehtyä allaslaitteistojen ja pumppukäyttöjen toimintaan ja suunnitteluun yleisellä tasolla, koska aihe oli minulle ennestään täysin vieras.

3.1 Allaslaitteiston toiminta yleisesti

Uima-altaan pumppu on altaan sydän. Pumppu imee vettä altaasta ja pumppaa sen suodattimen läpi, minkä jälkeen vesi johdetaan tulosuutimien kautta takaisin altaaseen. Pumppu ja hiekkasuodatin muodostavat yksinkertaisimman uima-altaan kiertojärjestelmän. Muita uima-altaan kiertojärjestelmän osia voivat olla pintaventiili, lämmitin, suolaklorinaattori ja tulosuutin. (Vesilaite, n.d.)

Kuvassa 2 on esitetty yksinkertaistettu piirros uima-altaan kiertojärjestelmästä.



Kuva 2. Kiertojärjestelmä (Aquagem, 2022)

3.2 Halutut toiminnallisuudet

Projektin allaslaitteisto varustetaan kolmella taajuusmuuttajaohjatulla pumpulla. Pumppu 1 pumppaa vettä uima-altaasta tasausvesialtaaseen, josta pumppu 2 pumppaa veden suodattimen läpi takaisin uima-altaaseen. Pumppu 3 pumppaa vettä suihkulähteelle, koristepylväille, vesiputoukselle sekä lastenaltaaseen. Näistä vesi valuu takaisin uima-altaaseen. Mikäli näiden venttiilit ovat kiinni, pumpataan vesi putkea pitkin suoraan takaisin uima-altaaseen.

Veden kulkua järjestelmässä ohjataan sähkötoimisilla 2-tie magneettiventtiileillä. Normaaliutilassa jousivoima pitää venttiilit kiinni, ja ne aukeavat, kun niiden kelaan tuodaan jännite. Järjestelmä liitetään vesiverkkoon, jolloin altaan täyttö onnistuu helposti vain täyttöventtiili avaamalla. Järjestelmän tyhjennys ja suodattimen vastavirtahuuhdeltu suoritetaan manuaalisesti suodattimen yhteydessä olevan monitieventtiilin avulla.

Keskuksen ohjaukseen käytetään ohjelmoitavaa logiikkaa. Keskuksen kanteen asennetaan ohjauspaneeli paikalliskäyttöä varten. Keskuksen kanteen tulee myös jokaiselle pumpulle ja venttiilille oma kytkin, jolla se saadaan pois päältä tai käsiohjaukselle. Tilaajan toiveena oli myös etäkäyttömahdollisuus mobiililaitteilla. Osittain tämän vuoksi logiikaksi valikoitui Siemensin LOGO! pienoislogiikka. Pumppujen ja venttiilien lisäksi keskuksen tulee lähtöjä valaistusta ja huoltopistorasioita varten, sekä varalle muutamia lähtöjä tulevaisuutta ajatellen.

4 PUMPPUKÄYTÖT

4.1 Pumpun toimintaperiaate

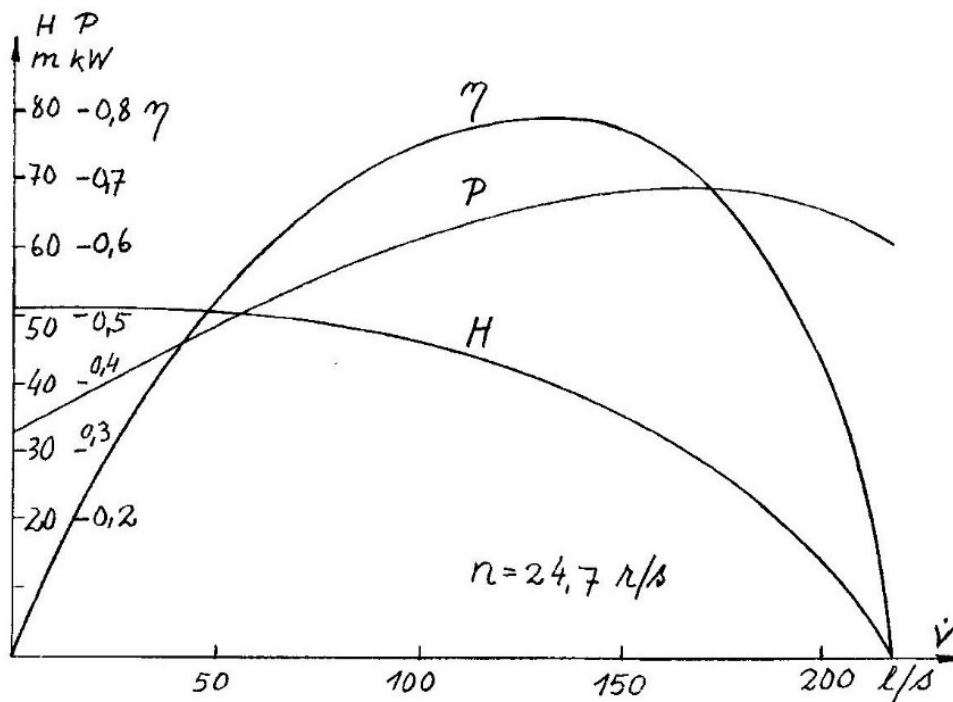
Uima-altaissa käytettävät pumput ovat tyypillisesti keskipakopumppuja, kuva 3 (Lesliepool, n.d.). Pumpun akseli välittää tehon moottorilta pumpun juoksupyörälle (Wirzenius, 1978, s. 52). ”Pumpun toimiessa pyörä antaa nesteelle kehän tangentin suuntaisen nopeuskomponentin, ja neste saa keskipakovoiman vaikutuksesta pyörässä tietyn paineen lisän. Sen ansiosta neste voi tunkeutua paineputkeen voittaen korkeuseron, virtausvastukset ja vastassa olevan paineen.” (Wirzenius, 1978, s. 52.)



Kuva 3. Sulzer keskipakopumppu (Sulzer, n.d.)

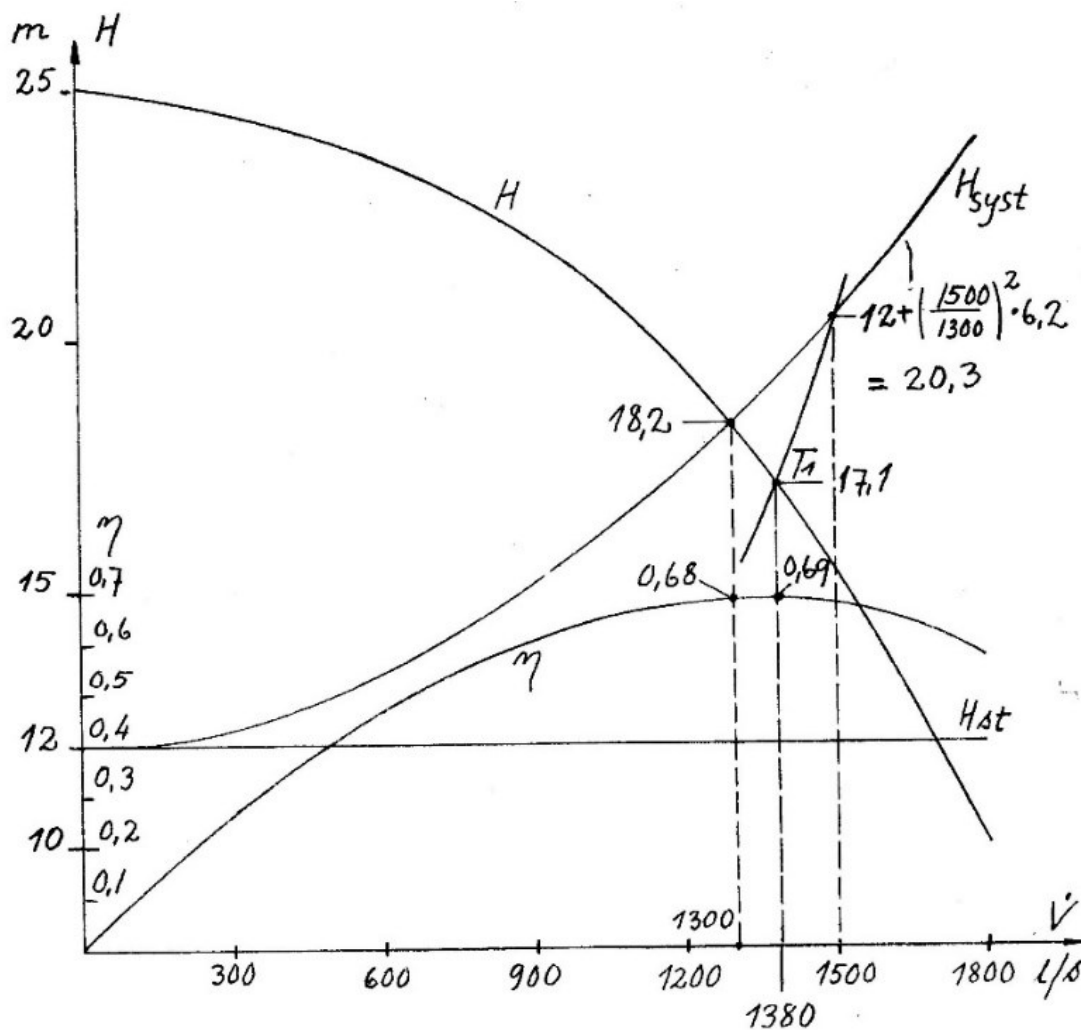
4.2 Pumpun tehontarpeen määrittäminen

Valmistajat ilmoittavat pumpuistaan laboratoriotestein mitatut suoritusarvot, kuva 4 (Wirzenius, 1978, s. 58). Kuvaaja H on pumpun ominaiskäyrä, joka kuvaa pumpun nostokorkeutta eri tilavuusvirroilla. P on pumpun teho ja η hyötysuhde. Nostokorkeus kuvaa pumpun tuottamaa paineenlisää. Paineenlisä ilmoitetaan tyypillisesti nostokorkeutena, koska toisin kuin paine nostokorkeus on riippumaton pumpattavan nesteen tiheydestä. (Wirzenius, 1978, s. 47.)



Kuva 4. Pumpun nostokorkeus, teho ja hyötysuhde tilavuusvirran funktiona (Wirzenius, 1978, s. 60)

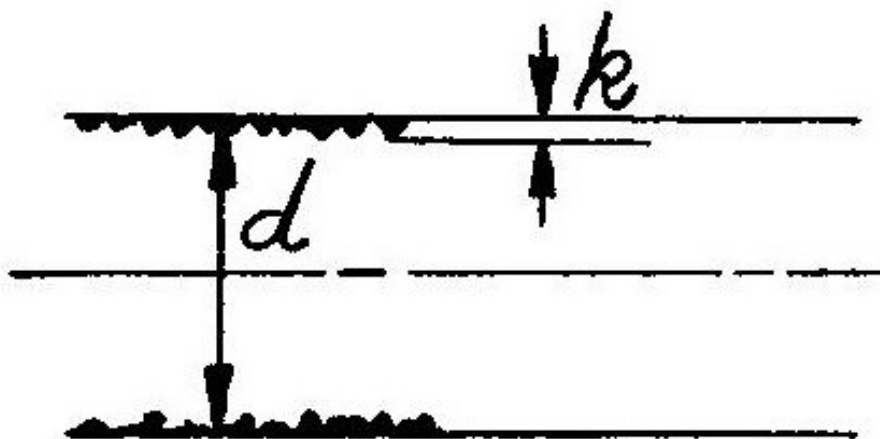
Kuvassa 5 on esitetty pumpun ominaiskäyrän lisäksi myös niin sanottu järjestelmän systeemiviiva, kuvaaja H_{sys} . Tämä kuvaa järjestelmän virtausvastusta, eli vaadittavaa paineenlisää tietyn virtaaman saavuttamiseksi. H_{st} tarkoittaa staattista nostokorkeutta, eli todellista nestepintojen korkeuseroa. (Wirzenius, 1978, s. 57.) Kohtaa, jossa systeemiviiva leikkaa pumpun ominaiskäyrän, sanotaan pumpun toimintapisteeksi (Wirzenius, 1978, s. 78).



Kuva 5. Systemiviiva (Wirzenius, 1978, s. 79)

4.2.1 Putkiston virtausvastuksen laskeminen

Putken virtausvastuksen laskemiseksi täytyy ensimmäiseksi selvittää putken vastuskerroin. Tähän vaikuttavat putken seinänkarheus sekä reynoldsinluku. (Wirzenius, 1978, s. 34.) Putken seinänkarheus ilmoitetaan suhteellisena karkeutena d/k . Kuten kuvasta 6 selviää, on k seinän epätasaisuuksien keskiarvo ja d putken sisähalkaisija. (Wirzenius, 1978, s. 35.)



Kuva 6. Putken seinänkarkeus (Wirzenius, 1978, s. 35)

Kuvassa 7 on esitetty eri materiaaleista valmistettujen putkien seinänkarheuksia.

	<u>k/mm</u>
Vedetyt teräspanputket	0,01...0,05
Hitsatut putket, uudet, sileät	0,05...0,1
Valurautaiset putket laippa- ja muhviliitoksien	0,1 ...0,3
Hitsatut putket ympäryssaumoinen	0,3 ...0,5
Niitatut putket pituus- ja poikkisaumoinen	0,5 ...1
Niitatut putket monirivisine saumoinen	1 ...4
Huonokuntoiset putket, epätasaiset saumat	≤ 5
Betoniputket, puhtaasti, sileät	0,15...0,3
Betoniputket normaalin laudoituksen jälkeen	1 ...2
Betonikanavat, hyvin karheat	2 ...3
Muovi, polyvinyylikloridi- ja polyeteeniputket	
$d \leq 200$ mm	0,01
$d > 200$ mm	0,05
Muovi, lasikuituvahvistetut putket	0,1

Kuva 7. Putkien seinänkarheuksia (Wirzenius, 1978, s. 38)

Reynoldsinluku on virtausmekaniikassa käytettävä suhdeluku, joka kertoo, onko nesteen virtaus laminaarista eli tasapintaista vai turbulentiasta eli pyörteellistä. Reynoldsinluvun raja-arvo, jonka alapuolella virtaus on laminaarista ja yläpuolella turbulentiasta, on 2320. (Wirzenius, 1978, s.28.) Veden virtaus putkissa on yleensä turbulentiasta. Esimerkiksi pyöreässä halkaisijaltaan 10 cm vesiputkessa raja-arvo tarkoittaa 0,023 m/s virtausnopeutta. (Wirzenius, 1978, s.29.) Reynoldsinluku saadaan laskettua yhtälöllä 3.

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (3),$$

missä

v on nesteen virtausnopeus putkessa [mm/s]

d on putken sisähalkaisija [mm]

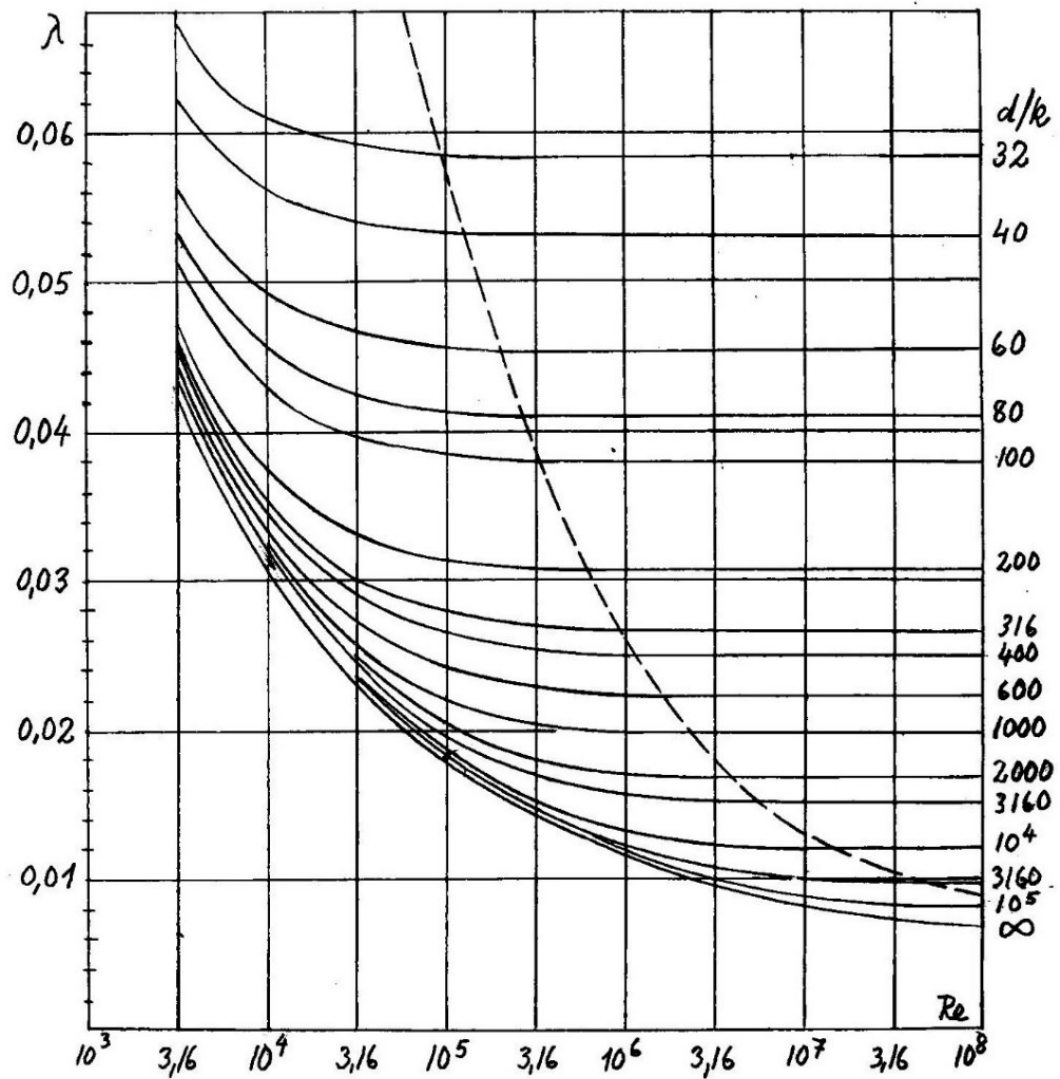
ν on nesteen kinemaattinen viskositeetti [mm²/s] (Wirzenius, 1978, s.28.)

Kinemaattinen viskositeetti on nesteen dynaamisen viskositeetin η ja tiheyden ρ osamäärä (Wirzenius, 1978, s.26). Taulukossa 1 on esitetty veden, ilman ja erään koneöljyn ominaisuuksia eri lämpötiloissa.

t	0	10	20	30	40	50	60	80	100	°C
Vesi ν	1,79	1,31	1,01	0,81	0,66	0,56	0,48	0,37	0,30	mm ² /s
" η	1,79	1,31	1,01	0,81	0,65	0,55	0,47	0,36	0,29	g/sm
" ρ	1000	1000	998	995	992	988	983	972	958	kg/m ³
Ilma ν	13,4	14,3	15,2	16,1	17,0	17,9	18,9	20,9	23,2	mm ² /s
" η	17,3	17,8	18,3	18,8	19,2	19,6	20,0	20,9	23,2	mg/sm
Öljy ν		734	382			62			10	mm ² /s

Taulukko 1. Fluidien ominaisuuksia (Wirzenius, 1978, s. 26)

Kun Reynoldsinluku sekä putken seinänkarkeus on saatu määriteltyä, voidaan putken vastuskerroin lukea Prandtl-Colebrookin yhtälöstä, kuva 7 (Wirzenius, 1978, s.36).



Kuva 7. Prandtl-Colebrookin yhtälö (Wirzenius, 1978, s.36).

Putken virtausvastus saadaan nyt laskettua yhtälöllä 4.

$$H_r = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4),$$

missä

H_r on putken virtausvastus [m]

λ on putken vastuskerroin

l on putken pituus [m]

d on putken halkaisija [m]

v on nesteen keskimääräinen virtausnopeus [m/s]

g on putoamiskiihtyvyys [m/s^2] (Wirzenius, 1978, s. 43).

Putkistoihin kuuluu myös putkivarusteita, joiden virtausvastus poikkeaa suoran putken virtausvastuksesta. Tällaisia ovat esimerkiksi käyrät, haarat ja venttiilit. Näiden paikallisten vastusten virtausvastus voidaan ilmoittaa ekvivalenttisenä pituutena. Ekvivalenttinen pituus tarkoittaa pituutta, jonka pituisella suoralla putkella putkivaruste voidaan laskelmissa korvata. (Wirzenius, 1978, s.44). Ekvivalenttiset pituudet saadaan laskettua ekvivalenttisen pituuden kertoimen avulla yhtälöllä 5.

$$l_e = \frac{\zeta}{\lambda} \cdot d \quad (5),$$

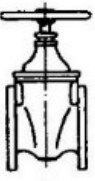




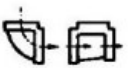
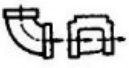






missä

l_e on ekvivalenttinen pituus [m]

$\frac{\zeta}{\lambda}$ on ekvivalenttisen pituuden kerroin

d on putken sisähalkaisija [m] (Wirzenius, 1978, s. 44).

Kuvassa 8 on esitetty joitakin ekvivalenttisen pituuden kertoimen arvoja.

			ζ/λ
	Luistiventtiili	1/4 auki	800
	"	1/2 "	200
	"	3/4 "	40
	"	1/1 "	7
	Istukkaventtiili	1/1 "	330
	Kulmaventtiili	1/1 "	170
	180° käyrä		75
	90° normaalin käyrä tai kartion muotoinen T-kappale 1:2		32
	90° käyrä keskisuurella säteellä tai kartion muotoinen T-kappale 3:4		27
	90° käyrä isolla säteellä tai normaalin T-kappale		20
	45° käyrä		20
	T-kappale, jonka toinen puoli on suljettu		70
	T-kappale, jossa on symmetrinen virtaus		70
	Jyrkkä kulma		70
	Ulosvirtaus sisään vedetyllä putkella		30

Kuva 8. Joitakin ekvivalenttisen pituuden kertoimen arvoja (Wirzenius, 1978, s.45).

Painehäviöitä syntyy myös suodattimessa. Uima-altaiden kiertojärjestelmissä käytettävät suodattimet ovat tyypillisesti painehiekkasuodattimia. Suodattimessa on painemittari, joka näyttää suodattimen painehäviön. (Vesilaite, n.d.) Puhtaan suodattimen painehäviö on tyypillisesti noin 0,9...1,0 baria (Mrpoolman, 2018). Suodatin tulisi vastavirtahuuhdella, kun painehäviö on kasvanut noin 0,3 baria. (vesilaite, n.d.) Painehäviö voidaan muuttaa nostokorkeudeksi yhtälöllä 6.

$$H_s = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} \quad (6),$$

missä

H_s on suodattimen virtausvastus nostokorkeutena [m]

Δp on painehäviö [Pa]

ρ on nesteen tiheys [kg/m^3]

g on putoamiskiihtyvyys [m/s^2] (Wirzenius, 1978, s. 47).

4.2.2 Pumpun hyötysuhde ja moottorin teho

Keskipakopumpun kokonaishyötysuhde on tyypillisesti 0,5...0,89. Suuren pumpun hyötysuhde on yleensä pientä korkeampi. (Wirzenius, 1978, s. 115.) Kuten kuvasta 5 voidaan myös todeta, on hyötysuhde yleensä parhaimmillaan mitoitettun tuoton kohdalla.

Pumpun tehontarve saadaan laskettua yhtälön 7 mukaisesti.

$$P = Q \rho g \frac{(H + H_r + H_s)}{\eta} \quad (7),$$

missä

P on pumpun tehontarve [W]

Q on virtaama [l/s]

ρ on nesteen tiheys [kg/m^3]

g on putoamiskiihtyvyys [m/s^2]

H on staattinen nostokorkeus [m]

H_r on putkiston virtausvastus [m]

H_s on suodattimen virtausvastus [m]

η on pumpun hyötysuhde [%] (Wirzenius, 1978, s. 48).

5 SÄÄDETYT SÄHKÖMOOTTORIKÄYTÖT

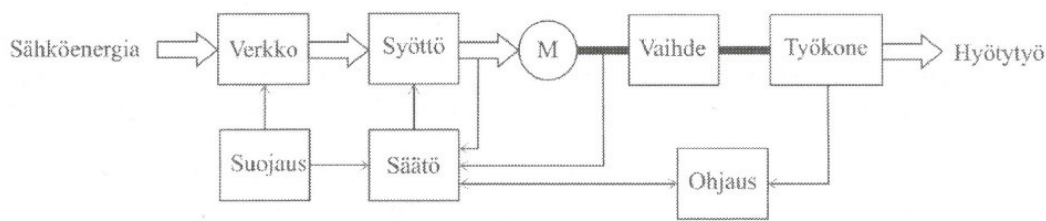
Säädetyt sähkömoottorikäytöt ovat järjestelmiä, joissa sähköinen energia muutetaan mekaaniseksi energiaksi taajuusmuuttajan ja moottorin avulla. Taajuusmuuttajalla moottorin pyörimisnopeutta saadaan säädettyä helposti sille annettujen ohjearvojen mukaisesti. (Hietalahti, 2012, s.1.)



Kuva 9. Pentair keskipakopumppu ja sitä ohjaava taajuusmuuttaja (Pentair, n.d.)

Säädettyjen käyttöjen etuja säätämättömiin käyttöihin verrattuna ovat saavutettava energian säästö ja niiden antamat tekniset mahdollisuudet ohjata kuormalaitetta. (Hietalahti, 2012, s. 1.)

Kuvassa 10 on esitetty säädetyin moottorikäytön toimintaperiaate.

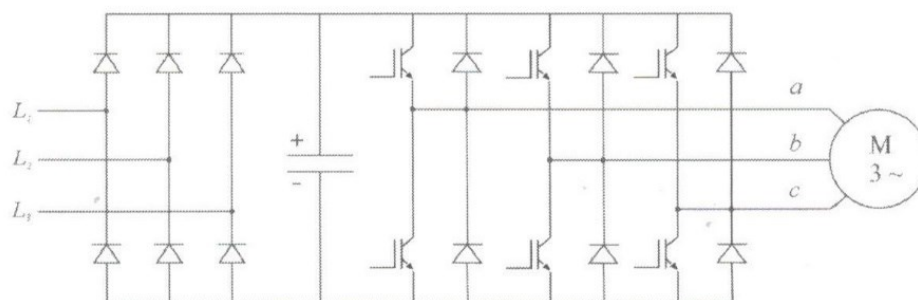


Kuva 10. Säädetyin sähkömoottorikäytön toimintaperiaate (Hietalahti, 2012, s. 1)

5.1 Taajuusmuuttajan rakenne

Tyypillinen taajuusmuuttaja koostuu kolmesta osasta; tasasuuntaajasta, tasajännitevälipiiristä ja vaihtosuuntaajasta, kuva 11. Tasasuuntaaja on tyypillisesti toteutettu diodisillalla, jonka päästösuuntaan kytketyt diodit synnyttävät välipiirin pluspotentiaalin ja estosuuntaan kytketyt diodit välipiirin miinuspotentiaalin. Diodeista johtavat samaan aikaan ainoastaan kaksi, positiivisimman ja negatiivisimman vaihejännitteen omaavat diodit. Välipiirissä sykkivä tasajännite tasataan kondensaattorien avulla. (Niiranen, 1999, s. 42-50.)

Välipiirin jälkeen jännite vaihtosuunnataan. Moottorille syötettävän jännitteen taajuutta ja amplitudia säädetään pulssinleveysmodulaation avulla. Pulssinleveysmodulaatio perustuu jännitteen keskiarvoon. Moottorille syötetään eri pituisia positiivisia tai negatiivisia jännitepulsseja siten, että pulssien on-off -suhde vastaa haluttua jännitetasoa. (Niiranen, 1999, s. 48-50.)



Kuva 11. Taajuusmuuttajan rakenne (Hietalahti, 2012, s. 101)

5.2 Taajuusmuuttajan ohjaus

Taajuusmuuttajan ohjaukseen on useita eri tapoja. Taajuusmuuttajaa voidaan ohjata sen omalla ohjauspaneelilla tai ulkoisella ohjauksella kuten ohjelmoitavalla logiikalla. Ulkoista ohjausta käytettäessä voidaan ohjaukseen ja takaisinkytkentään käyttää kenttäväylää tai vaihtoehtoisesti analogisia ja binäärisiä viestejä. Kenttäväylää käytettäessä täytyy taajuusmuuttaja varustaa väylätyyppikohtaisella lisäkortilla, johon väyläkaapeli liitetään. Väyläkaapeli mahdollistaa suuremman määrän I/O liityntöjä, ja sitä käytetään yleisesti teollisuuden automaatiojärjestelmissä. (Hietalahti, 2012, s. 152-153.)

Analogisia ja binäärisiä viestejä käytettäessä tuodaan nopeusohje analogisena 0-10 V jänniteviestinä tai 0-20 mA virtaviestinä. Käynnistys- ja pysäytyskäskyt annetaan binääri viestinä. Taajuusmuuttajissa on usein myös analogia- ja relelähtöjä. Analogialähtöä voidaan käyttää esimerkiksi moottorin kuormituksen seuraamiseen. Relelähdöistä saadaan esimerkiksi taajuusmuuttajan käynti- ja vikatiedot. (Hietalahti, 2012, s. 152-153.)

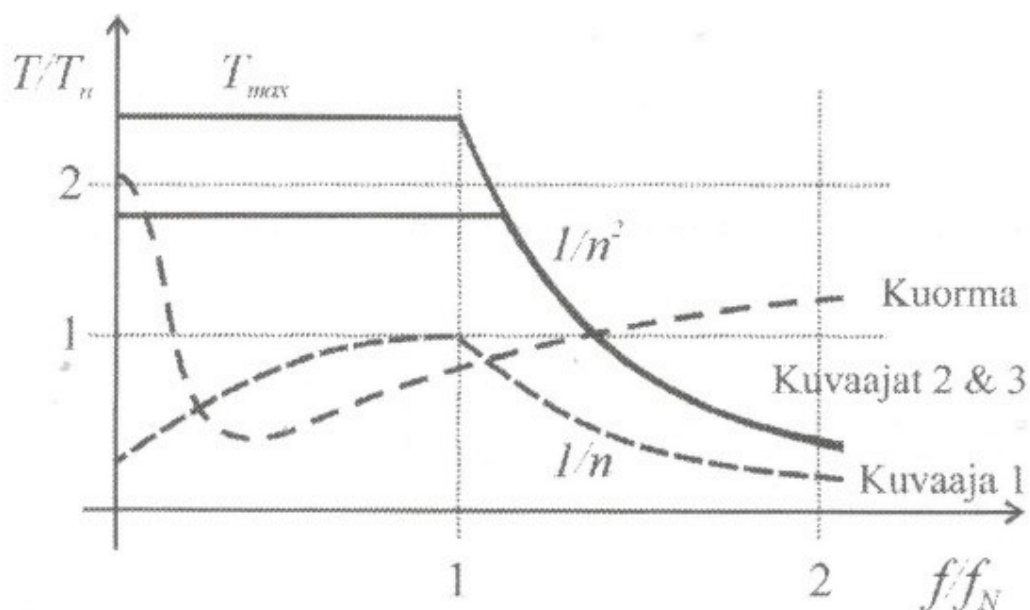
5.3 Taajuusmuuttajan mitoitus

Taajuusmuuttajan valinta on varsin suoraviivaista, jos kuormituksessa ei ole ylikuormatilanteita. Tällöin taajuusmuuttaja voidaan valita verkkojännitteen ja valmistajan ilmoittaman tehon perusteella. Teholla tarkoitetaan moottorin akselitehoa, jonka taajuusmuuttaja kykenee tuottamaan. Jos kuormituksessa esiintyy ylikuormatilanteita, joudutaan taajuusmuuttaja mitoittamaan suurimman käytössä esiintyvän virran mukaan. Tämä johtuu siitä, että taajuusmuuttajan terminen ylikuormitettavuus on selvästi moottoria pienempi. Jotkut valmistajat tosin lupaavat taajuusmuuttajiensa kestävän lyhytaikaista ylikuormitusta, esim. 150 % yhden minuutin ajan tietyin välein. (Hietalahti, 2012, s. 39.)

5.4 Moottorityypin valinta

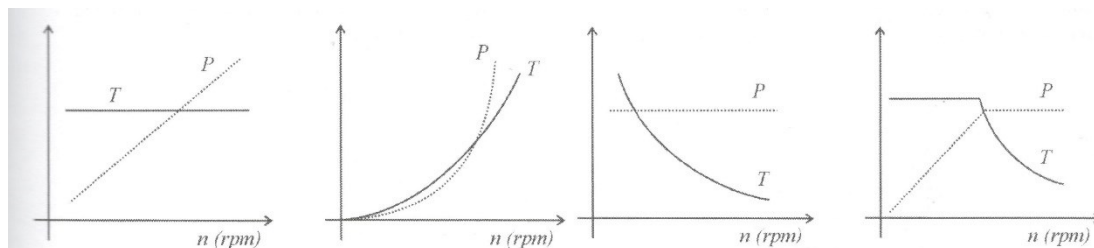
Säädetyissä käytöissä moottorina voidaan käyttää epätahtimoottoria, kestopagneetti-moottoria tai tahtireluktanssimoottoria (Hietalahti, 2012, s. 4). Moottorityypin valinta

tehdään kuormituksen vaatimusten perusteella. Moottorin pitää pystyä tuottamaan kuormituksen vaatima momentti halutulla pyörimisnopeusalueella. Säädettyissä käytöissä moottorin maksimimomentti on mahdollista saavuttaa kaikilla pyörimisnopeuksilla nolasta aina nimellisnopeuteen asti, kuvaajat 2 & 3 kuvassa 12. Moottorin hetkellistä ylikuormitettavuutta voidaan tarvita mm. käynnistyksissä, suunnanmuutoksissa tai ylikuormitustilanteissa. Kuvaaja 1 kuvaa kuormitettavuutta jatkuvassa käytössä. Alhaisilla pyörintänopeuksilla jatkuva kuormitettavuus on alentunut puutteellisen jäähtymisen vuoksi. (Hietalahti, 2012, s. 38.)



Kuva 12. Epätahtimoottorin kuormitettavuus taajuusmuuttajakäytössä (Hietalahti, 2012, s. 38)

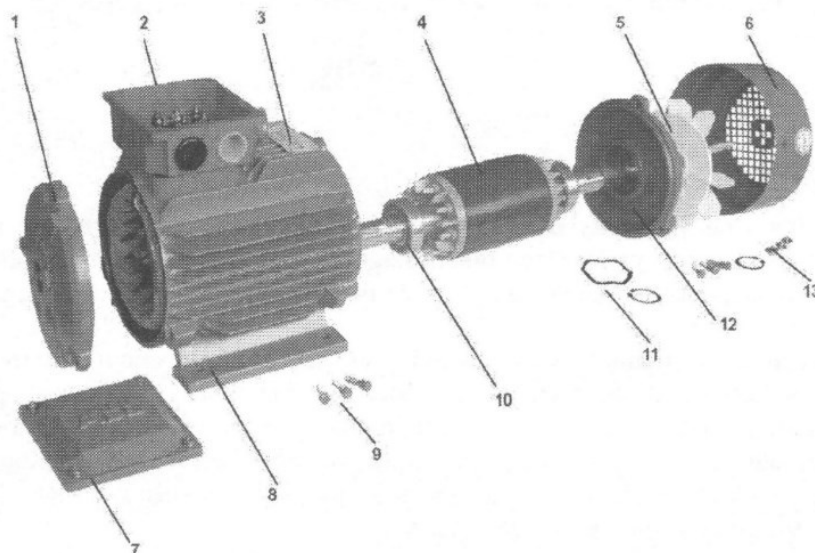
Erilaisten kuormitusten momentti ja tehokuvaajat eroavat hyvin paljon toisistaan. Kuvassa 12 on esitetty vasemmalta oikealle vakiomomenttikäyttö, neliöllinen momenttikäyttö, vakiotehokäyttö ja vakiomomentti- ja vakiotehokäyttö. Pumppu- ja puhallinkäytöt ovat neliöllisiä momenttikäyttöjä, eli niiden momentti kasvaa suhteessa nopeuden neliöön. Moottorin mitoitus tällaiseen käyttöön on varsin yksinkertaista. Kuormituskäyrän maksiminopeus määrää tehon, ja tämän pisteen tulee olla moottorin kuormitettavuuskäyrän alapuolella. (Hietalahti, 2012, s. 40.)



Kuva 13. Erilaisia kuormitusten momentti- ja tehokuvaajia (Hietalahti, 2012, s. 3)

5.4.1 Epätahtimoottori

Perinteinen epätahtimoottori on yksinkertaisuutensa ja kestävyytensä vuoksi eniten käytössä oleva moottorityyppi. Moottori on saanut nimensä siitä, että sen roottori pyörii epätahdissa staattorikäimityksen magneettikentän kanssa. Staattorikentän ja roottorin nopeuksien erotusta sanotaan jättämäksi. Mitä suurempi jättämä on, sitä suurempi roottorivirta roottoriin indusoituu, ja sitä suurempi moottorin vääntömomentti on. Jättämä ilmoitetaan tyypillisesti suhteellisena jättämänä. Täydellä kuormituksella jättämä on tyypillisesti 2-5% luokkaa. (Hietalahti, 2012, s. 55.)



1	D-pään kilpi	8	Staattori
2	Liitäntäkotelon runko	9	Pultti
3	Nimikilpi	10	Laakeri
4	Roottori	11	Aksiaalijousi
5	Tuuletin	12	N-pään kilpi
6	Tuuletinsuojus	13	Ruuvi
7	Liitäntäkotelon kansi		

Kuva 13. Epätahtimoottorin rakenne (Hietalahti, 2012, s. 55)

Tyypillinen epätahtimoottorin käyttökohde on nopeat pumput ja puhaltimet, joiden nopeus on 1500 tai 3000 r/min. Keskikokoiselle jatkuvakäyntiselle moottorille optimaalinen nopeus on noin 1500 r/min, mikä sopii myös useimmille kuormituksille. (Hietalahti, 2013b, s. 112.)

Oikosulkumoottorin tahtinopeus määräytyy sen napapariluvun ja syöttöjännitteen taajuuden mukaan. Napapariluku tarkoittaa yhden vaiheen staattorikämmien lukumäärää. Moottorin tahtinopeus saadaan laskettua yhtälöllä 7. (Hietalahti, 2013b, s. 35.)

$$n = \frac{60 * f}{p} \quad (7),$$

missä

n on tahtinopeus [r/min]

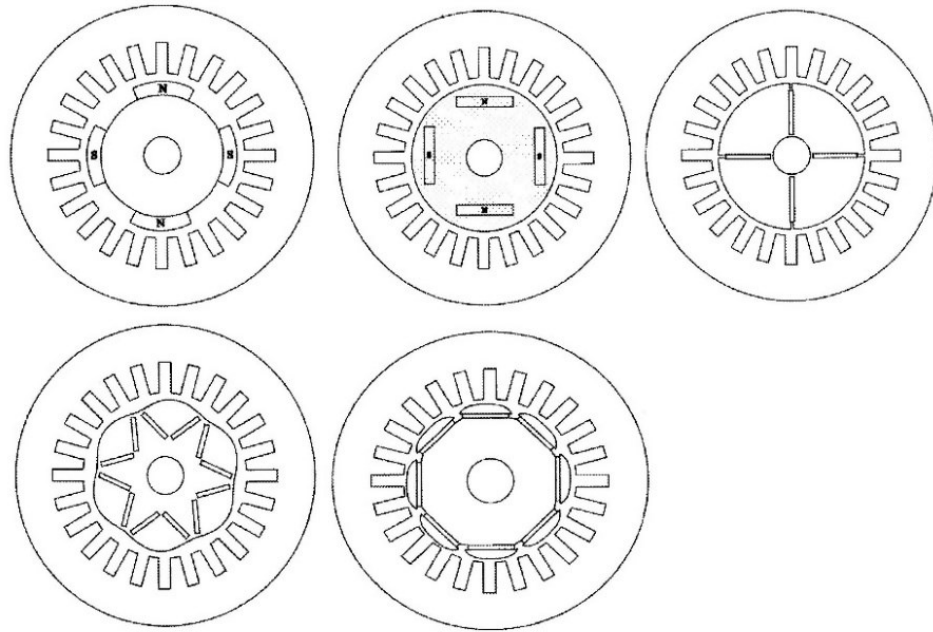
f on syöttöjännitteen taajuus [Hz]

p on moottorin napapariluku (Hietalahti, 2013b, s. 35).

Epätahtimoottoria voidaan käyttää huomattavasti sen nimellistä nopeutta suuremmilla pyörimisnopeuksilla. Tällöin moottori toimii vakiolehtoalueella, koska nopeuden noustessa moottorin virtaa pitää rajoittaa, jotta moottorin jännite ei nouse liian korkeaksi. Vakiolehtoaluetta kutsutaan myös kentänheikennysalueeksi. (Hietalahti, 2012, s. 26-28.)

5.4.2 Kestomagneettimoottori

Kestomagneettimoottori eroaa epätahtimoottorista lähinnä roottorinsa osalta, joka on kestopagneetoitu. Magneettien käyttö ja roottorin rakenne voidaan toteuttaa usealla eri tavalla, kuva 14. Roottori voidaan rakentaa massiiviosista tai levyrakenteisena. Massiiviroottoria käytettäessä magneetit liimataan roottorin pinnalle. (Hietalahti, 2013b, s. 61).



Kuva 14. Erilaisia kestmagneettimoottorin roottorirakenteita (Hietalahti, 2012, s. 71)

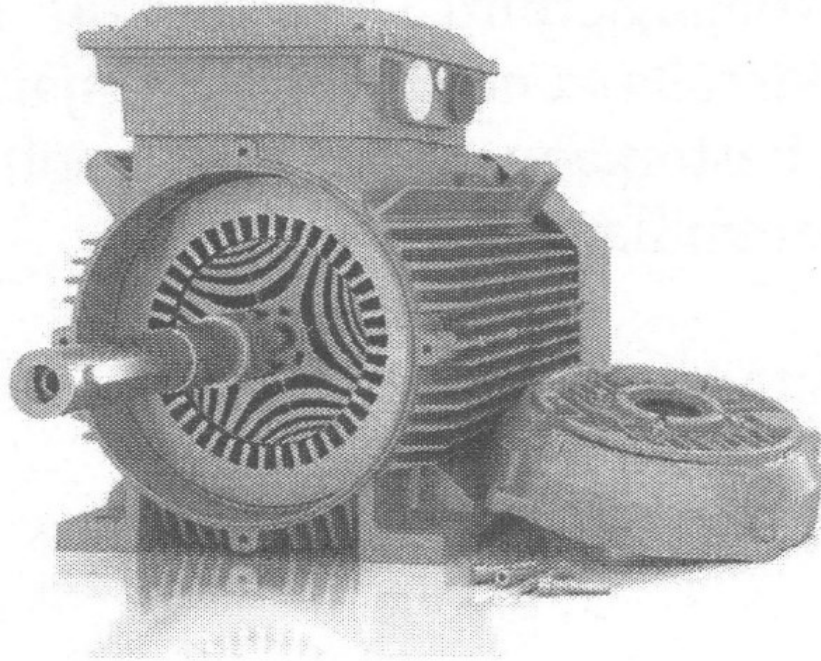
Säädetyissä käytöissä kestmagneettimoottorin momenttikuvaaja on samantyyppinen kuin epätahtimoottorilla. Kestomagneettimoottoria ei kuitenkaan voida käyttää juuri-kaan sen nimellinopeutta suuremmilla nopeuksilla, koska sen magnetoitua ei pystytä säätämään. Moottorin jännite kasvaa liian suureksi, jos sitä pyöritetään suuremmilla nopeuksilla. Kestomagneettimoottoria käytetäänkin yleensä kohteissa, joissa ei tarvita suuria pyörimisnopeuksia. (Hietalahti, 2012, s. 74.)

Kestomagneettimoottori on tahtimoottori, eli se pyörii ilman jättämää. Muita moottorityypin etuja epätahtikoneeseen verrattuna ovat korkeampi vääntömomenttitiheys ja parempi hyötysuhde. (Hietalahti, 2013b, s. 61-62.)

5.4.3 Tahtireluktanssimoottori

Tahtireluktanssimoottori eroaa toimintaperiaatteeltaan epätahtimoottorista ainoastaan roottorinsa osalta. Siinä ei ole käämejä eikä kestmagneetteja, vaan vääntömomentin tuotto perustuu roottorin epäsymmetriseen rakenteeseen. Koska magnetoituihin ei tarvita virtaa, on moottorin hyötysuhde mahdollista saada epätahtimoottoria paremmaksi.

Yhtenä merkittävänä etuna epätahtimoottoriin verrattuna on myös sen synkroninen käynti. (Hietalahti, 2013b, s. 73.)



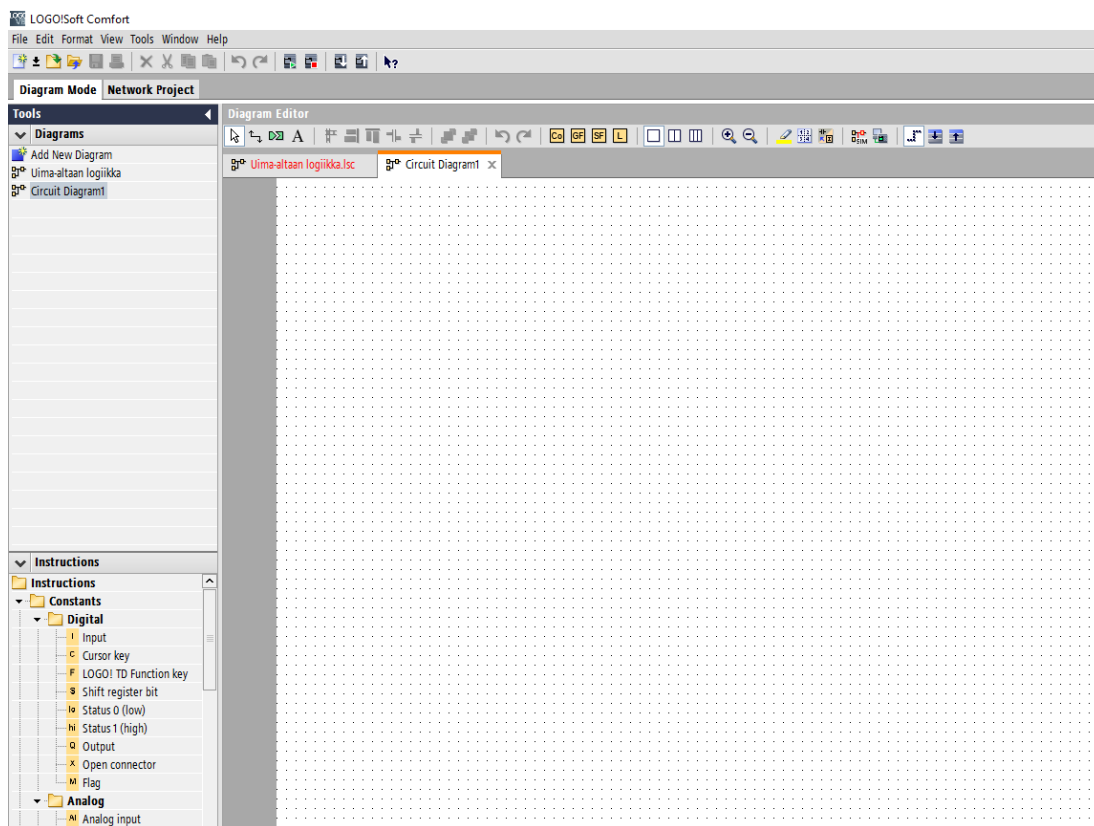
Kuva 15. Tahtireluktanssimoottori (Hietalahti, 2013b, s. 73)

Tahtireluktanssimoottori tarvitsee aina syöttönsä taajuusmuuttajan, ja tyypillisesti valmistajat toimittavatkin laitteiston valmiiksi mitoitettuna pakettina, joka sisältää moottorin ja taajuusmuuttajan. Eniten tahtireluktanssimoottoreita käytetään pumppu- ja puhallinkäytöissä. (Hietalahti, 2013, s. 73.)

6 SIEMENS LOGO!

LOGO! on Siemensin valmistama niin sanottu pienoilogiikka, joka on suunniteltu pieniin ja yksinkertaisiin automaatiosovelluksiin. Laajennusmoduuleilla logiikka voidaan laajentaa sopimaan hyvin erilaisiin käyttösovelluksiin. (Oem, 2022.)

Ohjelmointiympäristönä LOGO!-n ohjelmoinnissa käytetään Siemensin LOGO! Soft Comfort ohjelmaa. Ohjelman tekeminen ja lataaminen logiikkaan on yksinkertaista. Ohjelmointikielenä voidaan käyttää joko FBD eli Function Block Diagram tai Ladder ohjelmointikieltä. (Oem, 2022.)



Kuva 18. LOGO! Soft Comfort suunnittelunäkymä

6.1 Perusyksikkö

LOGO! perusyksiköitä on saatavilla useita eri malleja. Perusyksikössä on 8 digitaali-tuloa ja neljä digitaalilähtöä. 24 voltin malleissa neljää tuloa voidaan käyttää myös analogiatuloina. Perusyksiköitä on saatavilla sekä transistori- että relelähdoillä. (Oem, 2022.)

Tähän projektiin valittiin näytöllinen malli, jonka käyttöjännite on 24 VDC. Käyttö-jännitteeksi valittiin 24 voltia, koska ohjauspaneeli tarvitsee myös 24 voltin käyttö-jännitteen. Lähdeiksi valittiin relelähdot.



Kuva 16. LOGO! keskusyksikkö (Siemens, 2022)

6.2 Laajennusmoduulit

LOGO! on mahdollista varustaa laajennusmoduuleilla, joilla logiikkaa saadaan räätälöityä juuri aiottuun käyttötarkoitukseen sopivaksi. Laajennusmoduuleilla logiikan tulosten määrä voidaan laajentaa 24 digitaalituloon ja 8 analogiatuloon ja lähtöjen määrä 20 digitaalilähtöön ja 8 analogialähtöön. LOGO! tuoteperheeseen kuuluu myös LOGO! TDE ohjauspaneeli, joka toimii rajapintana automaatiojärjestelmän ja käyttäjän välillä. (Oem, 2022.)



Kuva 17. LOGO! laajennusmoduuleita (Siemens, 2022)

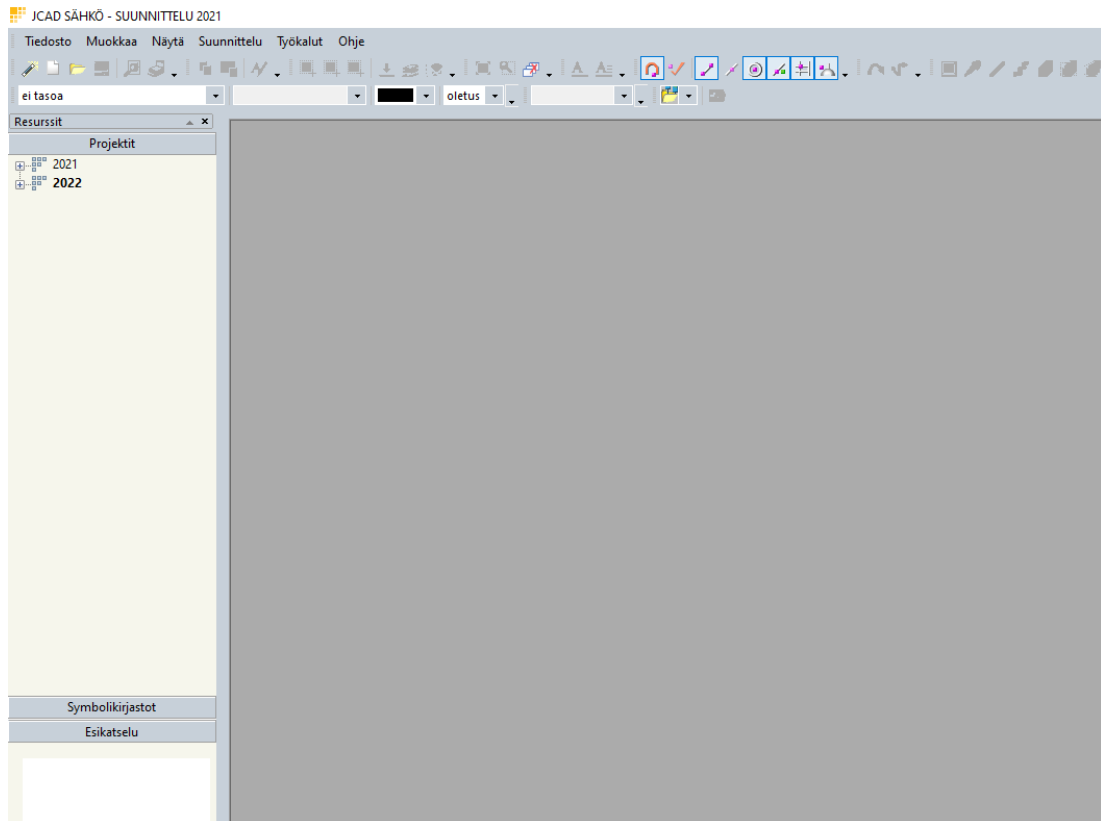
7 SUUNNITTELUPROJEKTI

7.1 Projektin laitevalinnat

Suunnitelmassa pumppukäytöt mitoitetaan 4 kW moottoreiden mukaan. Niiden teho riittää hyvin tähän järjestelmään, ja sellaisia on melko hyvin saatavilla myös käytettynä. Ne ovat myös vielä kohtuullisen kokoisia. Taajuusmuuttajiksi valitaan 4 kW ABB ACS580 taajuusmuuttajat. Käyttöjen oikosulkusuojaukseen riittää tällöin 10 ampeerin C-tyyppin johdonsuojakatkaisijat (ABB laiteopas, 2019, s. 268).

7.2 Keskuskuvien piirtäminen

Varsinainen sähkösuunnittelu aloitettiin ohjauskeskuksen keskuskuvien piirtämisellä. Kuvat piirrettiin *JCAD sähkösuunnittelu* nimisellä ohjelmalla. Suunnittelutyössä oli apuna tilaajan tekemä putkistokuva tulevasta järjestelmästä.



Kuva 19. JCAD Sähkösuunnittelu -ohjelman suunnittelunäkymä

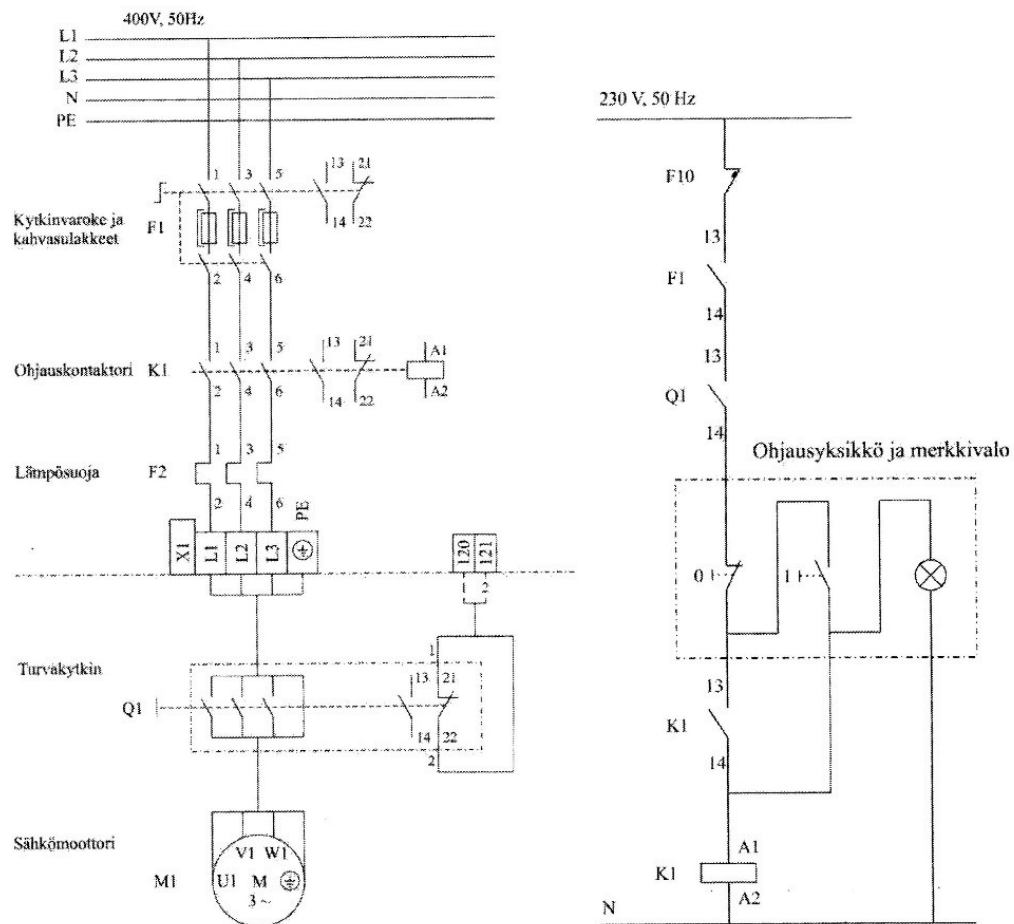
Keskuksen pääkaavion tehtävänä on esittää kaikki keskuksen lähdöt, niihin liittyvät pääkomponentit sekä tärkeimmät tekniset tiedot (Kainulainen ym., 2016, s. 47). Pääkaavion piirtäminen oli melko yksinkertaista. JCAD ohjelmasta löytyy valmis pääkaaviopohja, johon lisättiin etukojeiden symbolit ohjelman omasta symbolikirjastosta.

Piirikaavion tehtävänä on esittää kaikki keskuksen komponentit sekä niiden väliset johdotukset. Ohjaus- ja valvontapiirien lisäksi siinä esitetään myös päävirtapiiri tarvittavassa laajuudessa. (Kainulainen ym., 2016, s. 47-48.)

Piirikaavioiden piirtämisessä voidaan käyttää joko koottua, sidottua tai vapaata esitystapaa. Kootussa esitystavassa yksittäisen komponentin kaikki osat on piirretty lähelle samalle sivulle. Sidotussa esitystavassa komponenttien eri mekaaniset osat liitetään toisiinsa katkoviivoilla. Koottua ja sidottua esitystapaa käytetään yleensä vain yksinkertaisten piirien esittämiseen. Useimmiten piirikaaviot piirretään vapaata esitystapaa käyttäen. Vapaassa esitystavassa sama komponentti voidaan esittää useaan

kertaan. Tällöin johdotukset saadaan pidettyä suurempina ja kaavio helppolukuisempana. (SFS-EN 61082-1, 2015, s. 58-60.)

Kuvassa 20 on vapaalla esitystavalla piirrettynä moottorikäytön päävirtapiirikaavio sekä ohjausvirtapiirikaavio.



Kuva 20. Moottorikäytön pää- ja ohjausvirtapiirit (Hietalahti, 2013a, s. 248)

Piirikaavioiden piirtäminen aloitettiin moottorilähtöjen piirikaavioista. Taajuusmuuttajista piirrettiin kuvat, joissa on kaikki taajuusmuuttajien liittimet tunnuksineen. Logiikan moduuleista löytyi ladattavat kuvatiedostot valmistajan sivuilta.

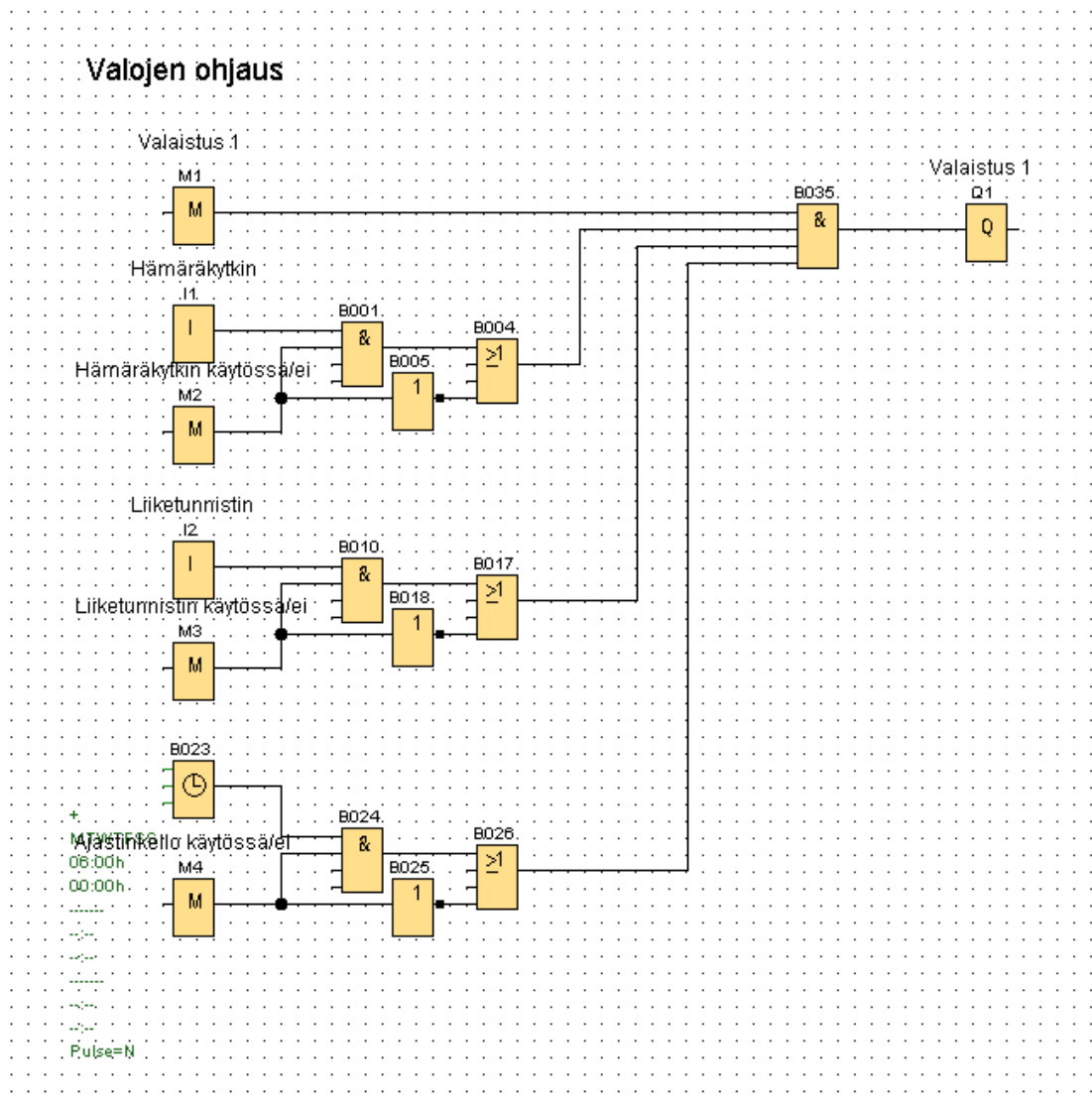
7.3 Logiikan ohjelmointi

Kun piirikaaviot olivat valmiit, oli aika aloittaa logiikan ohjelmointi. Ohjelman teko jaettiin pienempiin osakokonaisuuksiin helpottamaan työn hahmottamista. Suunnitelunäkymä Logo! Soft Comfort -ohjelmassa on myös melko pieni, joten oli helpompaa tehdä osakokonaisuudet valmiiksi omille välilehdilleen ja liittää ne lopuksi yhteen näkymään. Ohjelmointikielenä käytettiin FBD eli Function block diagram -ohjelmointia.

7.3.1 Valaistuksen ohjaus

Valaistusta voidaan ohjata logiikalla tai vaihtoehtoisesti perinteisellä valokytkimellä. Keskuksessa on valmius hämäräkytkimen ja liiketunnistimen asentamiseen. Logiikkaohjelmasta saadaan valittua, onko ne käytössä vai ei. Jokaiseen valaistusryhmään ohjelmoidaan myös oma kellokytkin.

Valaistusryhmän 1 ohjauksen ohjelmakoodi on esitetty kuvassa 21. Jos muistibitin M1 arvo on 1 eli tosi, on valaistusryhmä käytössä, ja valoja voidaan ohjata hämäräkytkimellä, liiketunnistimella, kellokytkimellä, perinteisellä valokytkimellä tai näiden yhdistelmillä.

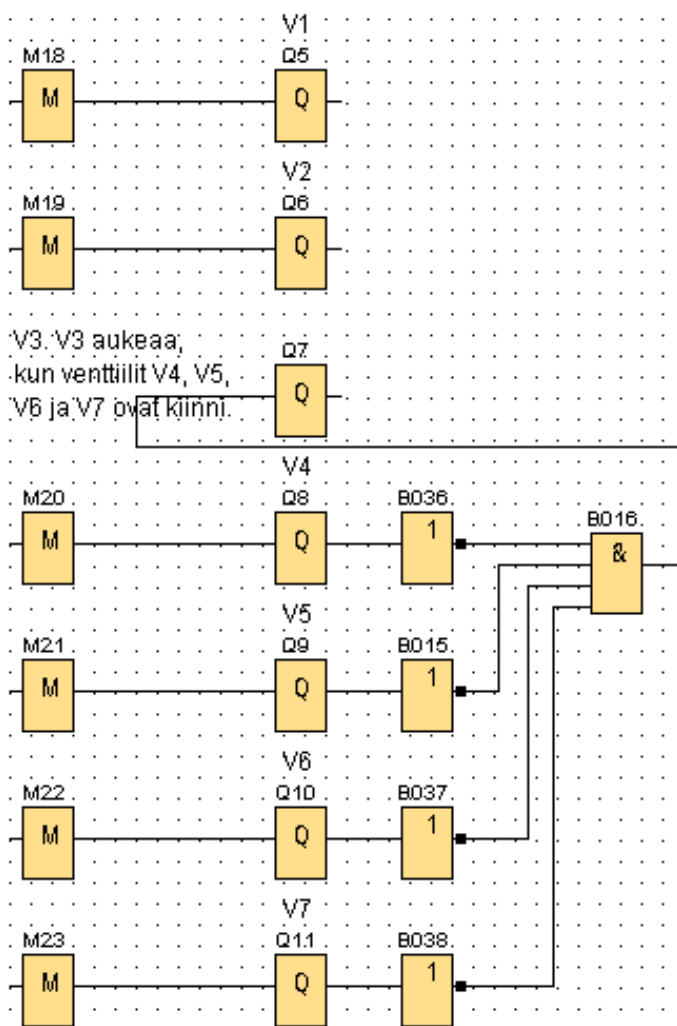


Kuva 21. Valojen ohjaus

7.3.2 Venttiilien ohjaus

Järjestelmä varustetaan seitsemällä sähköohjatulla magneettiventtiilillä. Venttiilit ovat avautuvaa tyyppiä. Venttiilien ohjaus suoritetaan muistibiteillä, jotka saadaan ohjelmoitua graafiseen käyttöliittymään.

Venttiilien ohjaus



Kuva 22. Venttiilien ohjaus

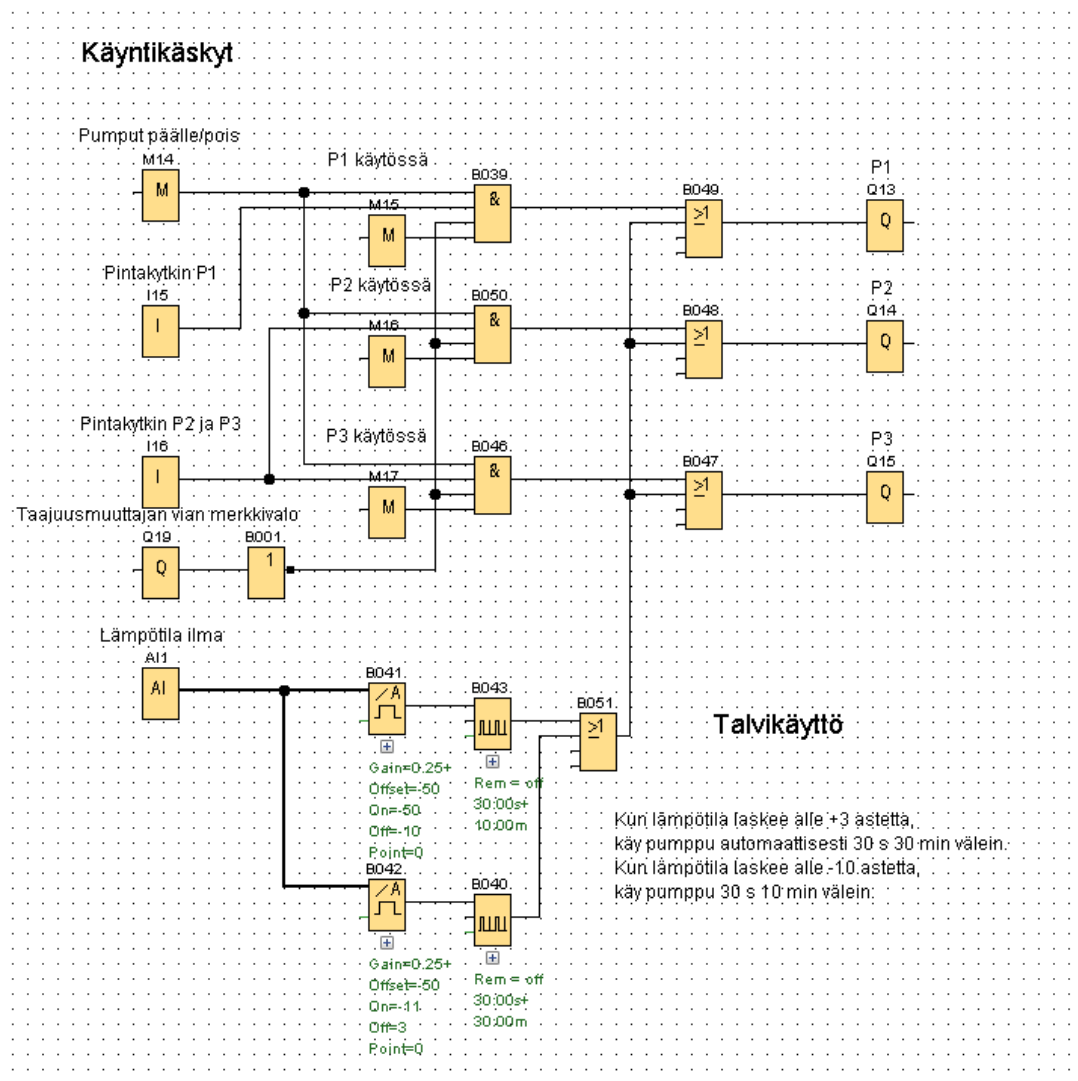
Muistibitti M18 ohjaa venttiiliä 1, joka liittää järjestelmän vesiverkkoon. Järjestelmän täyttö siis tapahtuu tämän venttiilin kautta. Venttiili 2 on porealtaan täytön venttiili. Venttiilit 4-7 ohjaavat vettä suihkulähteelle, vesiputoukselle, koristepylväille sekä las-tenaltaaseen. Venttiili 3 aukeaa, kun venttiilit 4-7 ovat kiinni.

7.3.3 Käyntikäskyt ja nopeusohje

Kaikkia pumppuja ohjataan samanaikaisesti päälle ja pois muistibitillä M14, kuva 23. Muistibitti ohjelmoidaan myös käyttöliittymään siten, että minkä tahansa pumpun

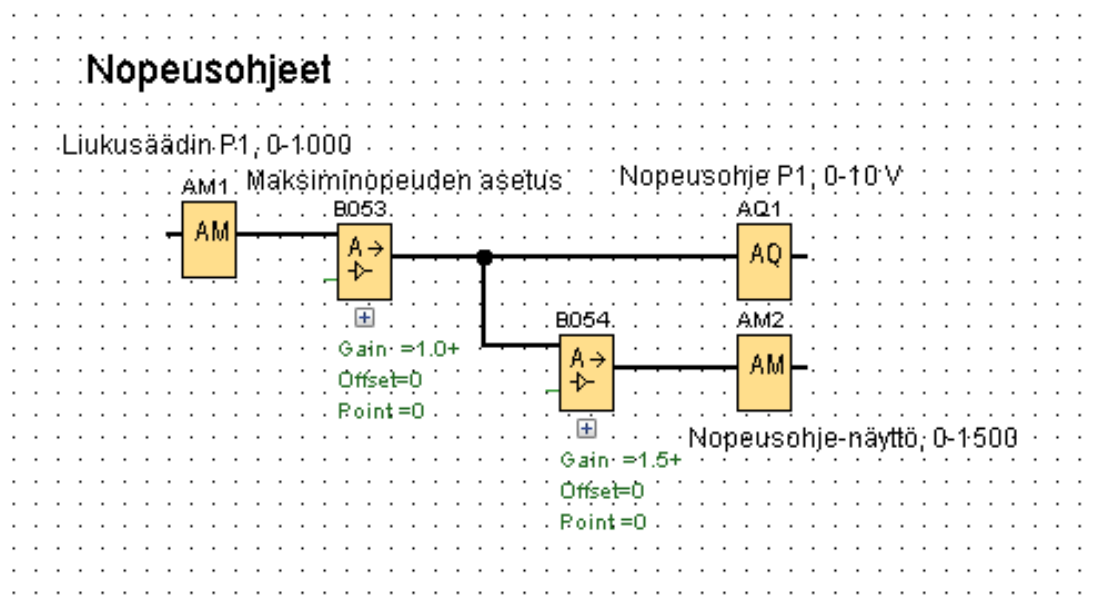
symbolia painamalla pumput käynnistyvät tai sammuvat. Pintakytkimet sammuttavat pumput, jos vedenpinta laskee liian alas.

Koska koko järjestelmää ei pystytä talvella tyhjentämään vedestä, ohjelmoidaan pumput käynnistymään säännöllisin välein lyhyeksi ajaksi, jos lämpötila ulkona laskee riittävän alas. Alle -10 asteen lämpötiloissa käyntiväliä tihennetään.



Kuva 23. Käyntikäskyt

Nopeusohjeet viedään taajuusmuuttajille 0-10 voltin jänniteviestinä analogialähdöstä AQ1, kuva 24. Nopeuden säätöön käytetään liukusäädintä AM1, joka säätty välillä 1...1000. Vahvistimella B053 voidaan rajoittaa suurin sallittu pumpun nopeus. Analogista muistia AM2 käytetään nopeusohjeen näyttämiseen käyttöliittymässä.



Kuva 24. Nopeusohje

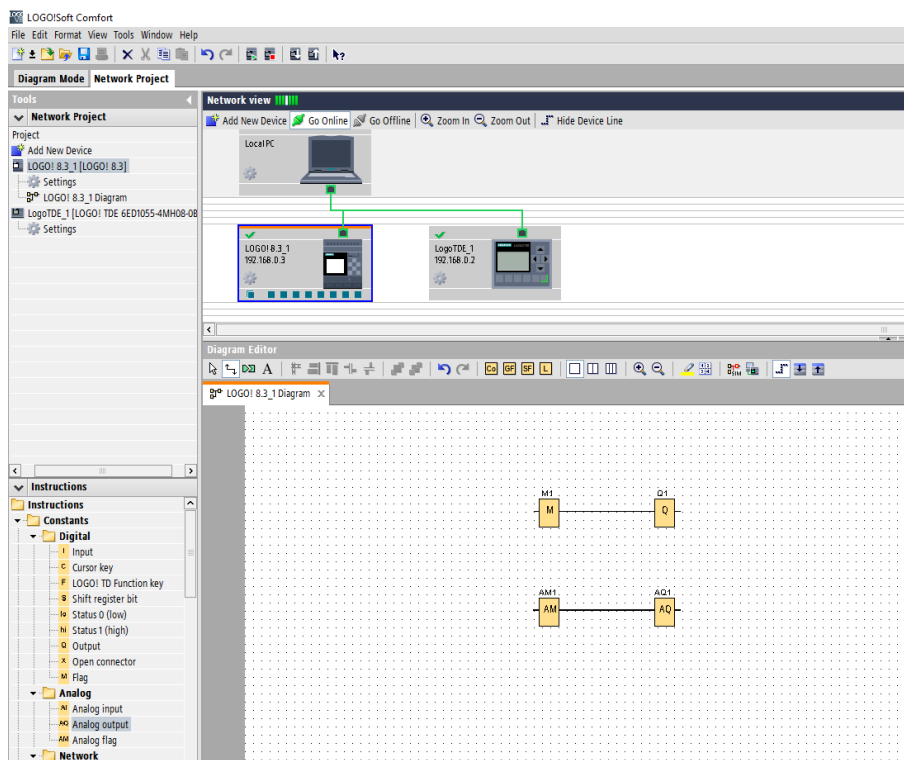
7.4 Etäkäyttö

7.4.1 Etäkäytön testaaminen

Logiikan testaaminen aloitettiin yhdistämällä laajennusmoduulit perusmoduuliin. Sitteen kaikki laitteet kytkettiin teholähteeseen ja lopuksi ethernet -kaapelilla lähiverkkoon. Ohjauspaneelissa on kaksi ethernet -liitintä, joista toinen yhdistettiin perusmoduuliin ja toinen lähiverkkoon.

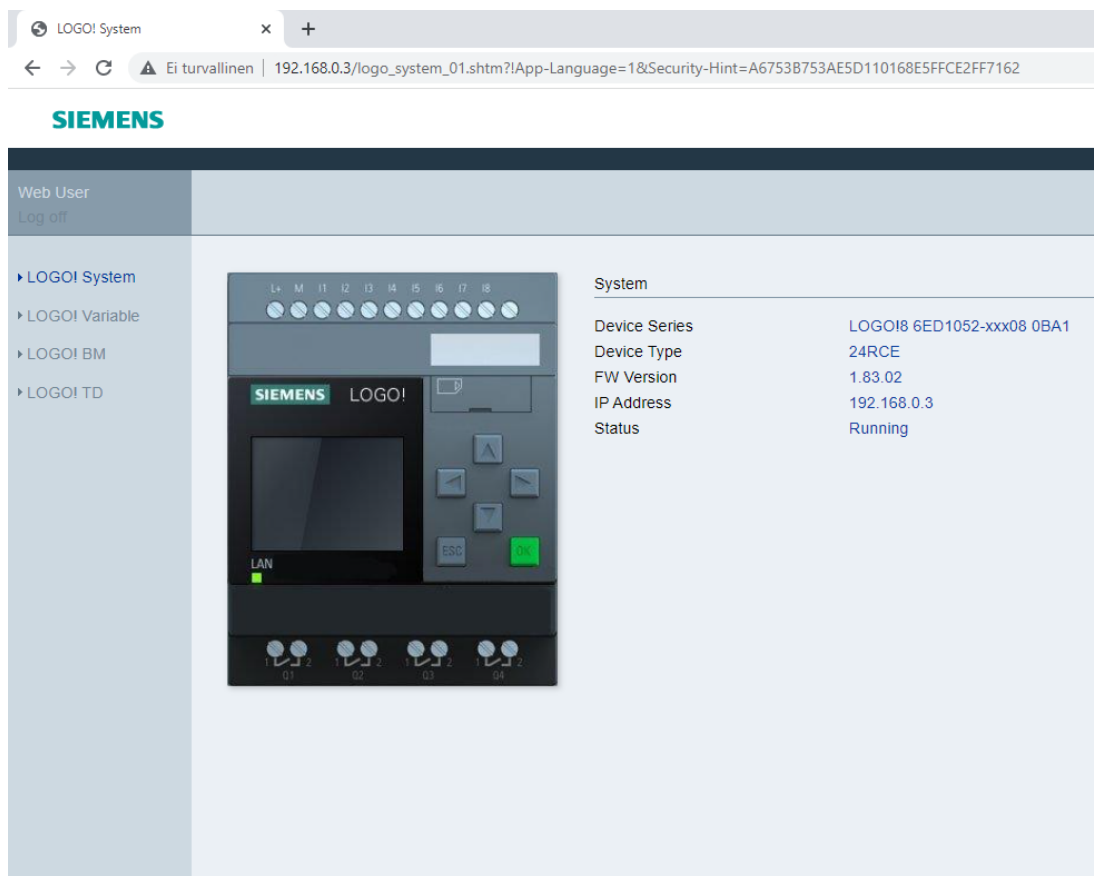
Logiikan yhdistäminen tietokoneeseen onnistui helposti. Ohjelma osasi automaattisesti hakea laitteille oikeat IP-osoitteet. Etäkäyttöä varten täytyi logiikan asetuksia hienman muuttaa. Logiikan asetusten Online-välilehdeltä pitää sallia etäkäyttö ja luoda salasana, jolla logiikkaan päästään kirjautumaan sisään. (IGS Electronics, 2021.)

Etäkäytön testaamista varten luotiin yksinkertainen ohjelma, jossa muistitavalla M1 ohjataan digitaalilähtöä Q1 päälle ja pois, kuva 25. AM1 ohjaa analogialähtöä AQ1. AM1 arvoa voidaan säätää välillä 0...1000. Arvo muutetaan logiikassa analogiseksi 0...10 voltin signaaliksi, joka saadaan ulos lähdöstä AQ1.



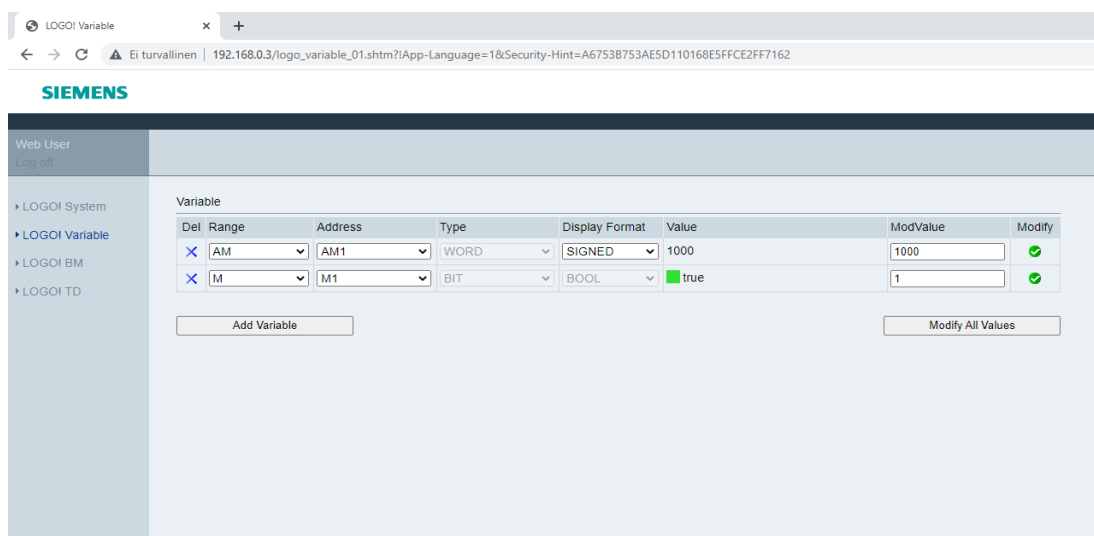
Kuva 25. Testiohjelma

Kun ohjelma oli saatu ladattua logiikalle, otettiin logiikkaan yhteys lähiverkon kautta. Tämä tapahtui syöttämällä logiikan IP-osoite selaimen hakukenttään. Nyt aukesi kirjautumissivu, johon piti syöttää aiemmin asetettu salasana. Kirjautumissivulla on valintaruutu, että halutaanko avata kustomoitu näkymä. Tämä tarkoittaa graafista käyttöliittymää, joka saadaan luotua LOGO! Web editor ohjelmalla. Tätä ei oltu vielä luotu, joten valintaruutu jätettiin tyhjäksi. Kun logiikkaan kirjauduttiin sisään, aukesi kuvan 26 mukainen näkymä.



Kuva 26. Yhteys logiikan IP-osoitteeseen muodostettu

LOGO! Variable välilehdellä pystytään muuttamaan logiikan muuttujien arvoja, kuva 27. AM1 arvoksi muutettiin 1000 ja M1 arvoksi true. Tällöin logiikan lähdön Q1 kärjet napsahivat kiinni ja lähdön AQ1 jännite nousi 10 volttiin. Kaikki tuntui toimivan niin kuin pitikin.

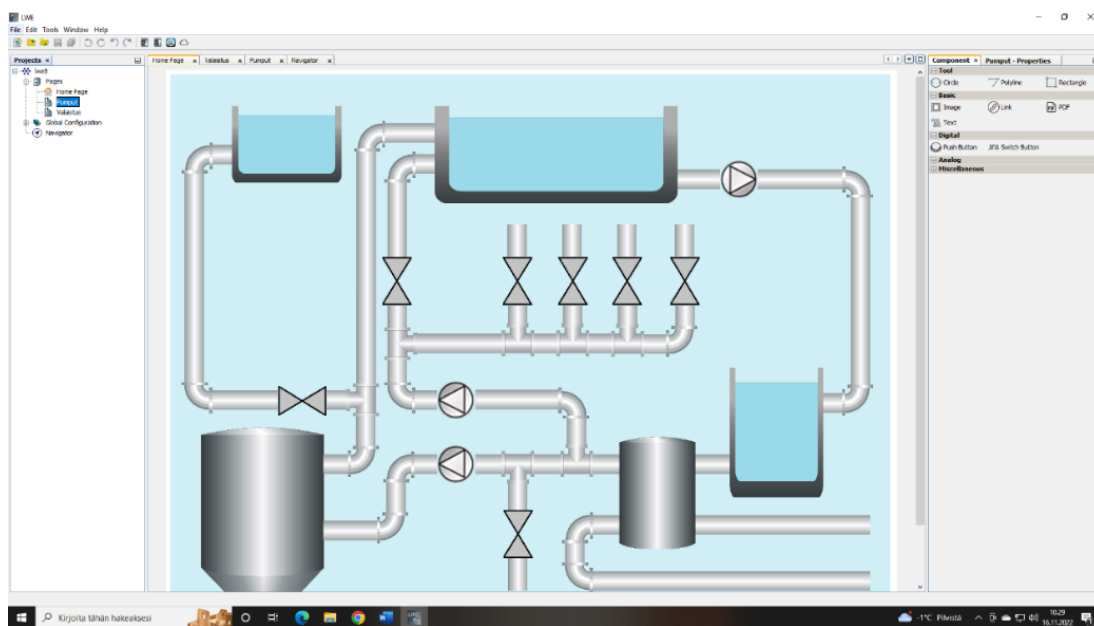


Kuva 27. Muuttujien arvot.

7.4.2 Graafisen käyttöliittymän piirtäminen

Käyttöliittymän piirtämiseen käytetään LOGO! Web Editor -ohjelmaa. Käyttöliittymään on mahdollista luoda useampi välilehti, joiden välillä pystytään helposti liikkumaan alasavetovalikon kautta.

Ohjelmassa on kattava valikoima valmiita kuvia ja symboleita, mutta siihen on mahdollista lisätä myös omia kuvia tietokoneelta. Järjestelmästä piirrettiin yksinkertaistettu putkistokuva, jossa on kaikkien järjestelmän pumppujen ja venttiilien symbolit. Symbolit ovat digital switch -kytkimiä, eli niitä painamalla saadaan muutettua niihin linkitetyn muistibitin tilaa. Kytkimiin saa lisättyä myös kaksi kuvaa, joista toinen näkyy kun kytkin on off -tilassa, ja toinen kun kytkin on on -tilassa. Tässä tapauksessa haluttiin, että venttiilien ja pumppujen symbolit vaihtuvat vihreiksi, kun ne ovat auki tai käynnissä.



Kuva 28. Putkistokuvan piirtäminen LOGO! Web Editor -ohjelmalla

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa uima-allaslaitteiston sähkösuunnittelu. Työ rajattiin koskemaan ohjauskeskuksen suunnittelua ja mitoitusta sekä järjestelmän ohjausta Siemensin LOGO! pienoislogiikalla. Logiikkaan haluttiin lähiverkossa toimiva etäkäyttömahdollisuus graafisella käyttöliittymällä.

Työn tavoitteet saavutettiin muuten, mutta alkuperäisessä aikataulusuunnitelmassa ei pysytty. Osittain tähän oli syynä logiikan komponenttien saatavuusvaikeudet ja osittain työn kuviteltua suurempi työmäärä. Eniten aikaa työn tekemisessä kului keskuksen suunnitteluun, keskuskuvien piirtämiseen sekä raportin kirjoittamiseen. Logiikan testaus, ohjelmointi ja graafisen käyttöliittymän teko oli yllättävän nopeaa ja suoraviivaista. Kokomaisuutena työ onnistui kuitenkin mielestäni hyvin ja opin sitä tehdessäni todella paljon.

Työn tuloksena aikaan saatiin dokumentit keskukselta sekä ohjelmakoodi ja graafinen käyttöliittymä ohjelmoitavaan logiikkaan. Keskuksen dokumentit ovat avuksi keskuksen kokoonpanovaiheessa, sekä myöhemmin mahdollisissa muutos- ja huoltotöissä. Niitä voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa muissa samankaltaisissa projekteissa. Ohjelmoitavaa logiikkaa ei päästy vielä testaamaan todellisessa ympäristössä, mutta ohjelmaan tehdään vielä myöhemmin tarvittavat muutokset. Myös dokumentteihin tehdään myöhemmin tarvittavat muutokset, jos lopullisesta laitteistosta ei tule täysin tämänhetkisten dokumenttien mukainen.

LÄHTEET

ABB laiteopas. (2019). ACS580-01-taajuusmuuttajat. <https://www.ouser.fi/wp-content/uploads/ACS580-laiteopas.pdf>

Aquagem. (2.5.2022). Kiertojärjestelmä [valokuva]. aquagem.com.
<https://www.aquagem.com/news/how-a-pool-works>

Hietalahti, L. (2012). Säädettyt sähkömoottorikäytöt (2. painos). Tammertekniikka.

Hietalahti, L. (2013a). Sähkövoimatekniikan perusteet. Tammertekniikka.

Hietalahti, L. (2013b). Teollisuuden sähkökäytöt. Tammertekniikka.

IGS Electronics. (5.5.2021). Siemens LOGO! 8 SF4_1, Web Server, how it works, how to set it up, network set up. English. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=vjAbE1YEcEc>

Kainulainen, J., Mäkelä, R., Ollila, H. & Vainio, E. (2016). Sähkötekniikka ja elektroniikka. Sanoma Pro Oy.

Lesliepool. (n.d.). How does a pool pump work. Haettu 12.5.2022 osoitteesta
<https://lesliepool.com/blog/how-does-a-pool-pump-work.html>

Mrpoolman. (2018) All about pool sand filters. <https://www.mrpoolman.com.au/blogs/news/all-about-pool-sand-filters>

Niiranen, J. (1999). Sähkömoottorikäytön digitaalinen ohjaus. Otatieto.

Oem. (11.12.2022). Logo! pienislogiikat. https://www.oem.fi/tuotteet/logiikat-ja-kaytot/logiikat/logo--pienoislogiikat-_754195

Pentair. (1.12.2022). Pentair keskipakopumppu ja sitä ohjaava taajuusmuuttaja [valokuva]. pentair.com. <https://www.pentair.com/en-us/products/business-industry/water-supply-pumps/in-line-pumps/aurora-382a-vfd-intellistar-vertical-inline-pump-variable-frequency-drive.html>

SFS-EN 61082-1. (2015). Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. Suomen Standardisoimisliitto. <https://online.sfs.fi/>

Siemens. (11.12.2022). LOGO! keskusyksikkö [valokuva]. siemens.com.
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-basic-modules.html#BasicModuleswithdisplay>

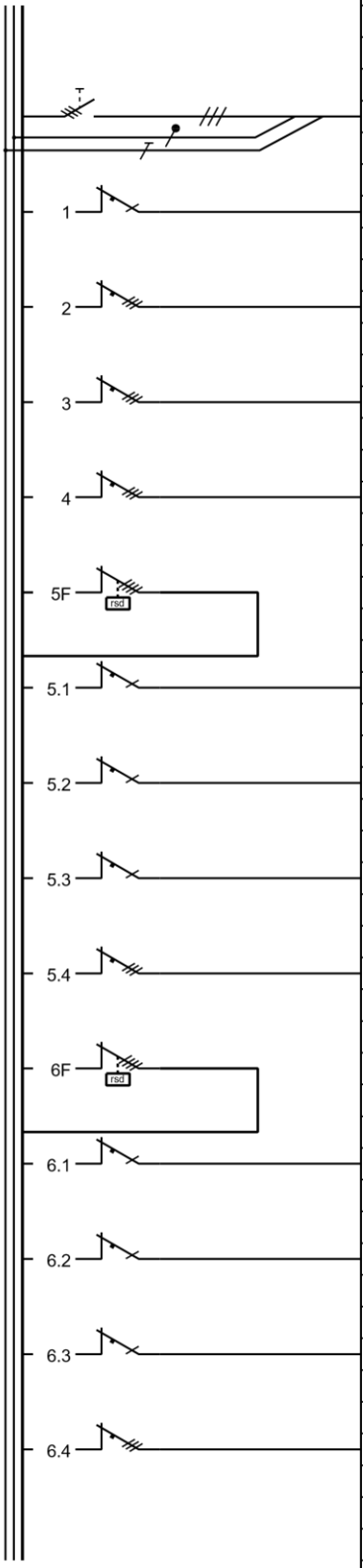
Siemens. (11.12.2022). LOGO! laajennusmoduuleita [valokuva]. siemens.com.
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-expansion-modules.html#DigitalModules>

Sulzer. (12.5.2022). Sulzer keskipakopumppu [valokuva]. sulzer.com.
<https://www.sulzer.com/en/shared/products/sns-end-suction-single-stage-process-pump-range>

Vesilaite. (11.5.2022). Uima-altaan kiertojärjestelmä ja puhdistuslaitteisto.
<https://www.vesilaite.fi/uima-ja-porealtaiden-hoito-opas/uima-altaan-kiertojarjestelma-ja-puhdistuslaitteisto/>

Wirzenius, A. (1978). Keskipakopumput. Kustannusyhtymä Tampere.

LIITE 1

	Kaavio	Nimitys	Teho [kW]	Varoke/ Pohja [A]	Johto [mm ²]
		Pääkytkin			
1		Ohjaus		B 6	
2		Taajuusmuuttajan syöttö Pumppumoottori 1		C 10	MCMK 3x1,5+1,5
3		Taajuusmuuttajan syöttö Pumppumoottori 2		C 10	MCMK 3x1,5+1,5
4		Taajuusmuuttajan syöttö Pumppumoottori 3		C 10	MCMK 3x1,5+1,5
5F		Vikavirtasuojakytkin A-tyyppi 30 mA / 25 A			
5.1		Valaistus		C 10	
5.2		Valaistus		C 10	
5.3		Valaistus		C 10	
5.4		Yhdistelmäpistorasia 16 A		C 16	MMJ 5x2,5 S
6F		Vikavirtasuojakytkin A-tyyppi 30 mA / 25 A			
6.1		Varalla		C 10	
6.2		Varalla		C 10	
6.3		Varalla		C 10	
6.4		Yhdistelmäpistorasia 16 A		C 16	MMJ 5x2,5 S

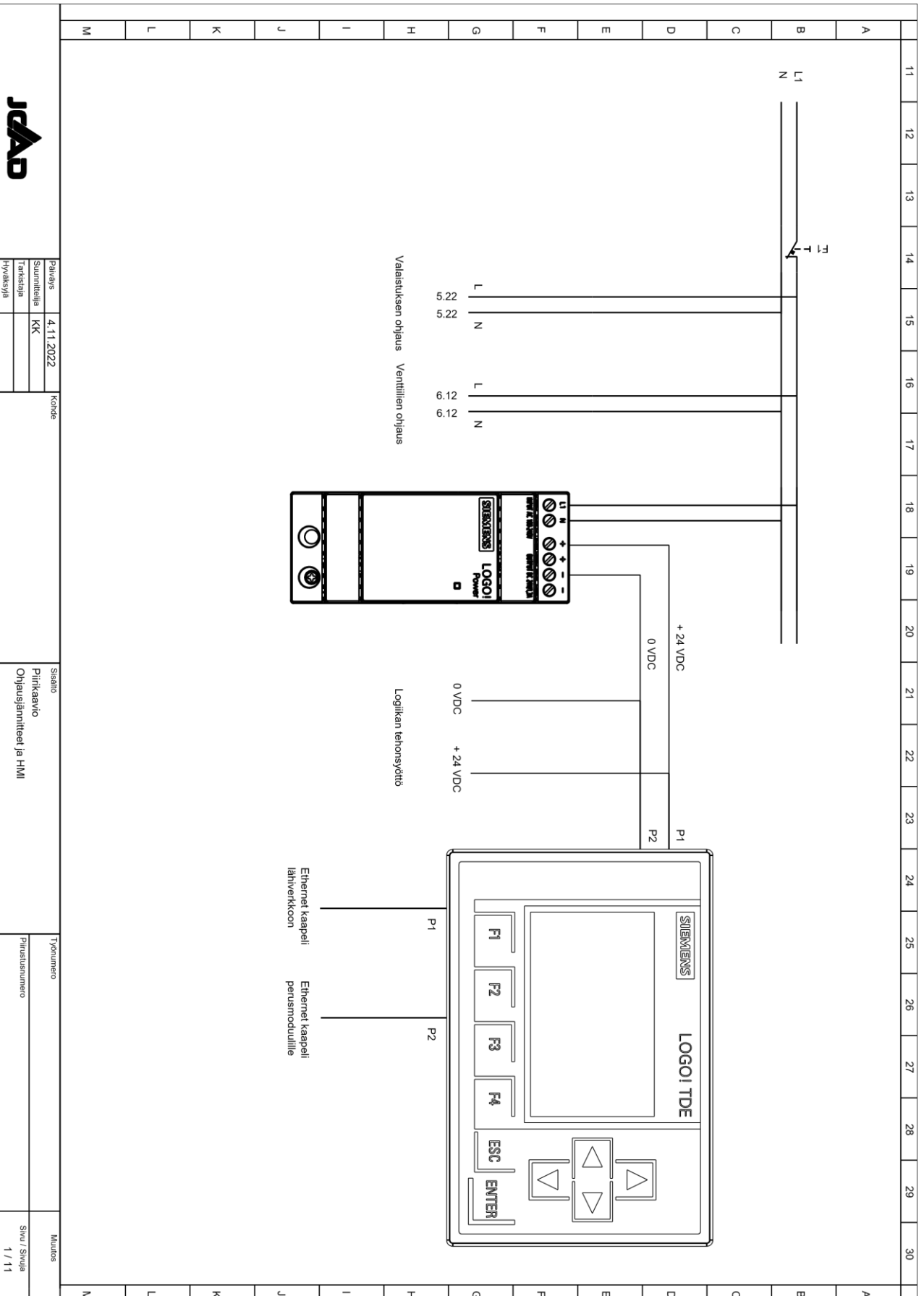


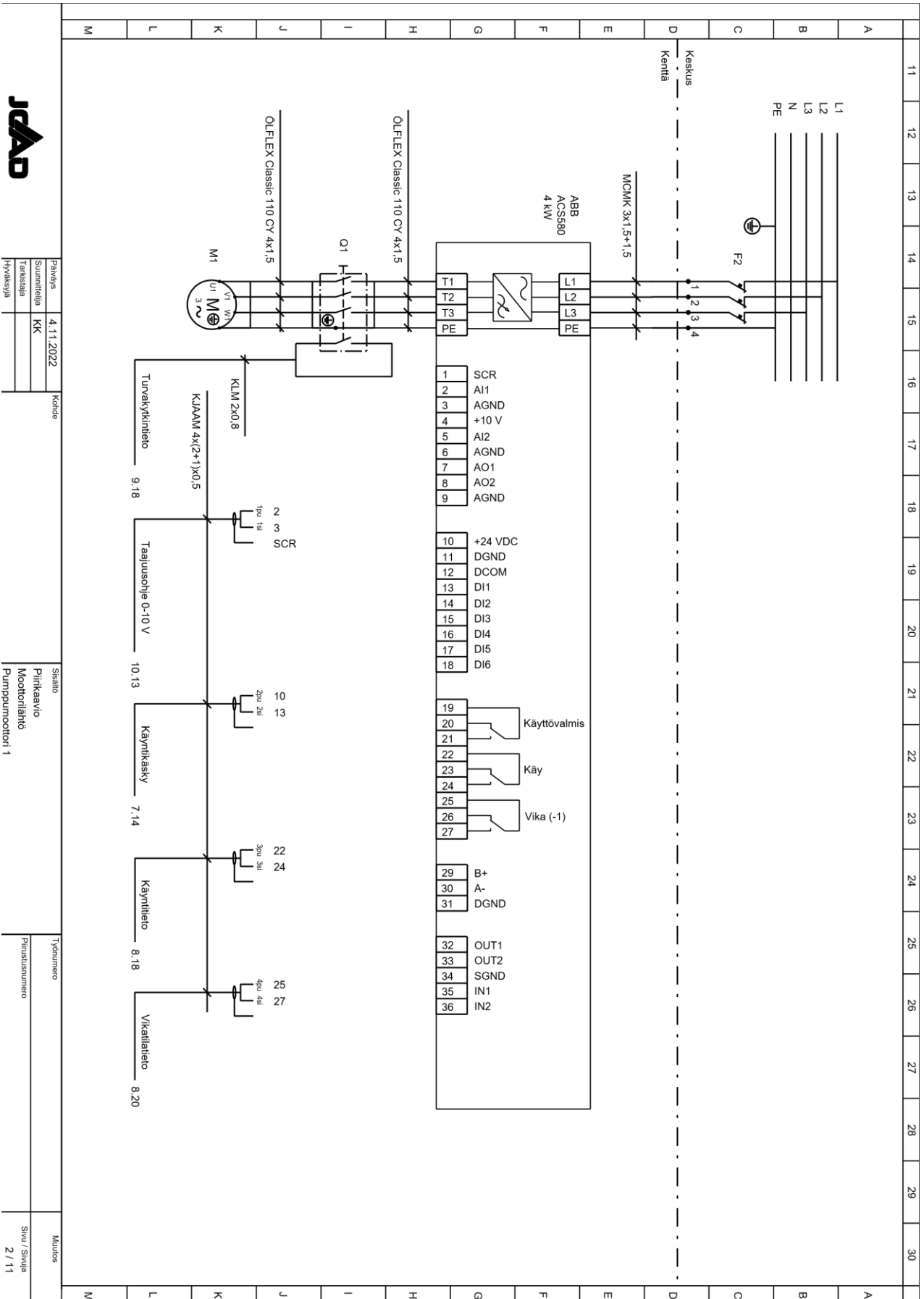
Päiväys	1.11.2022
Suunnittelija	KK
Tarkistaja	
Hyväksyjä	

Sisältö	Pääkaavio
---------	-----------

Työnumero	
Piirustusnumero	

Muutos	
Sivu / Sivuja	1 / 1





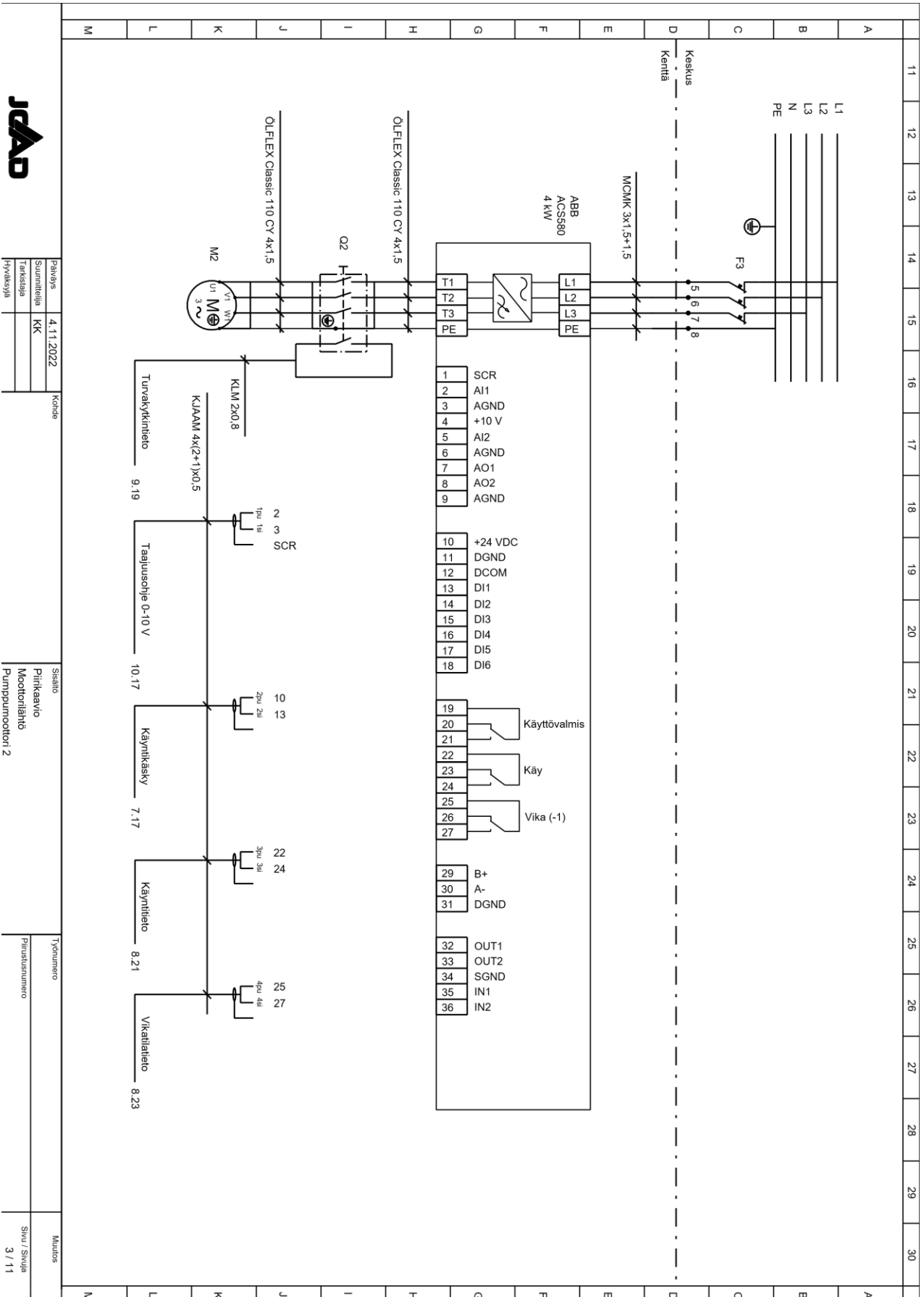
Päiväys	4.11.2022
Suunnittelija	KK
Tarkastaja	
Hyväksyjä	

Kohde

Sisältö
Pöytäkirja
Mooderilahti
Pumppumootori 1

Työnumero

Muutos
Sivu / Sivuja
2 / 11

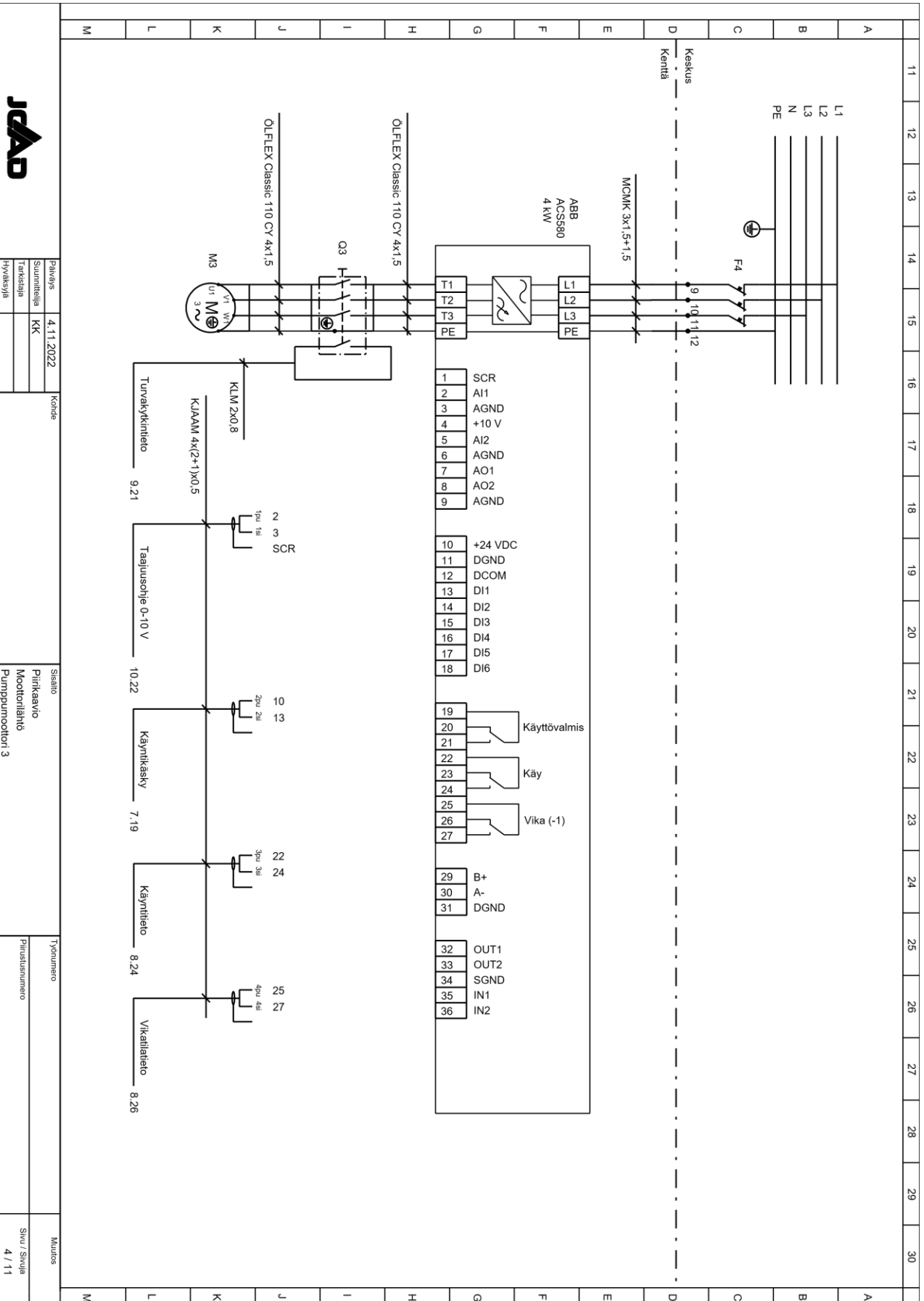


Paroitus	4.11.2022	Kohde
Suunnittelija	KK	
Tarkastaja		
Hyväksyjä		

Saatio	Piirikaavio
	Moottorilähtö
	Pumpunmoottori 2

Työnnumero	
Piirustuksennumero	

Muutos	
Sivu / Sivuja	3 / 11



Päiväys	4.11.2022
Suunnittelija	KK
Tarkastaja	
Hyväksyjä	

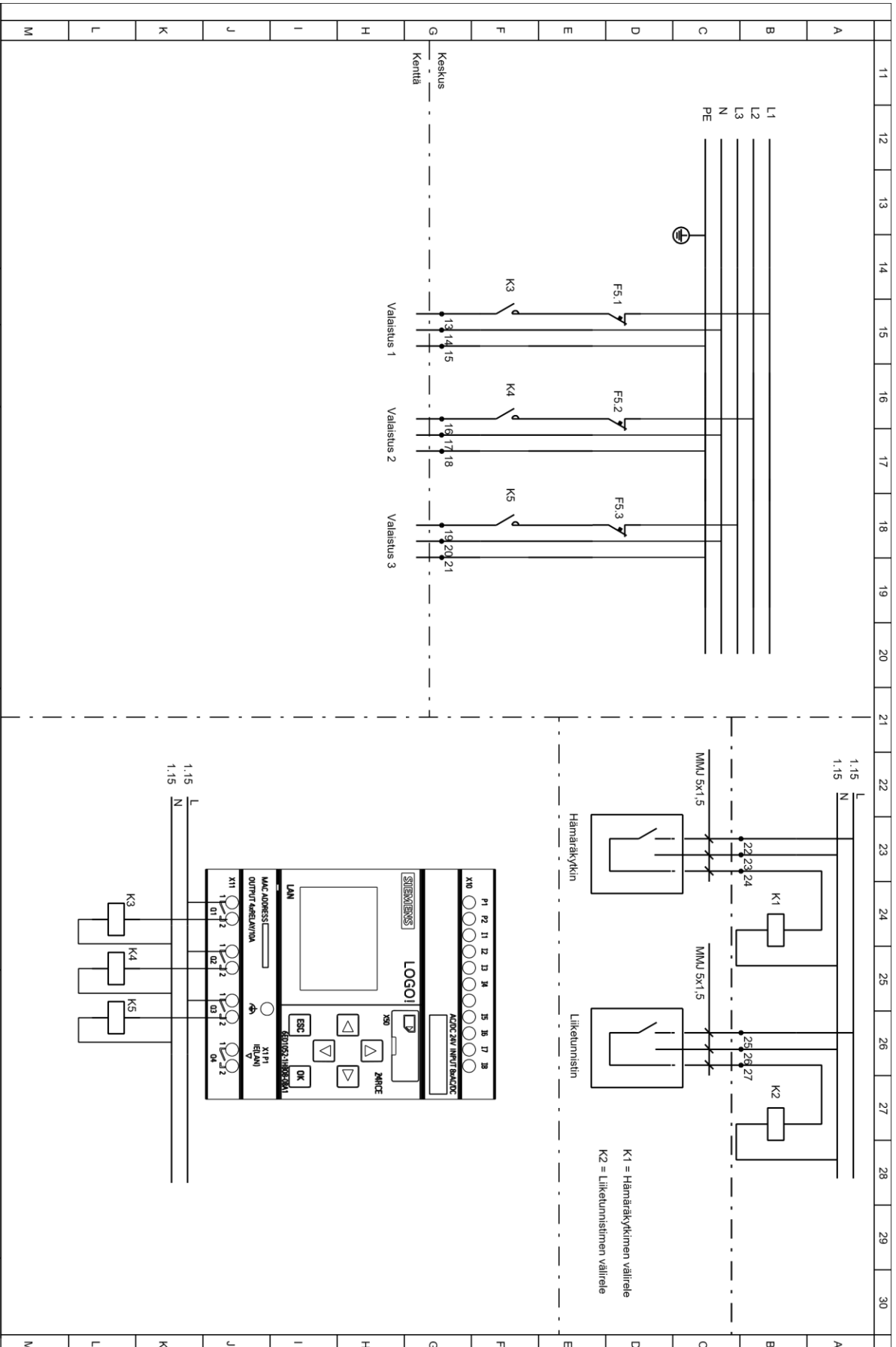
Kohde

Sisältö
Pöytäkirja
Moduulitieto
Pumpunmuotoon 3

Työnumero

Projektitunnus

Muutos
Sivu / Sivuja
4 / 11



Päiväys	4.11.2022
Suunnittelija	KK
Tarkastaja	
Hyväksyjä	

Kohte

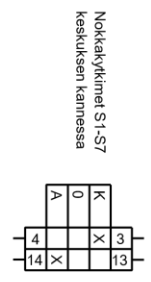
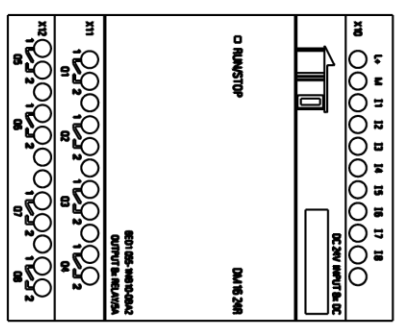
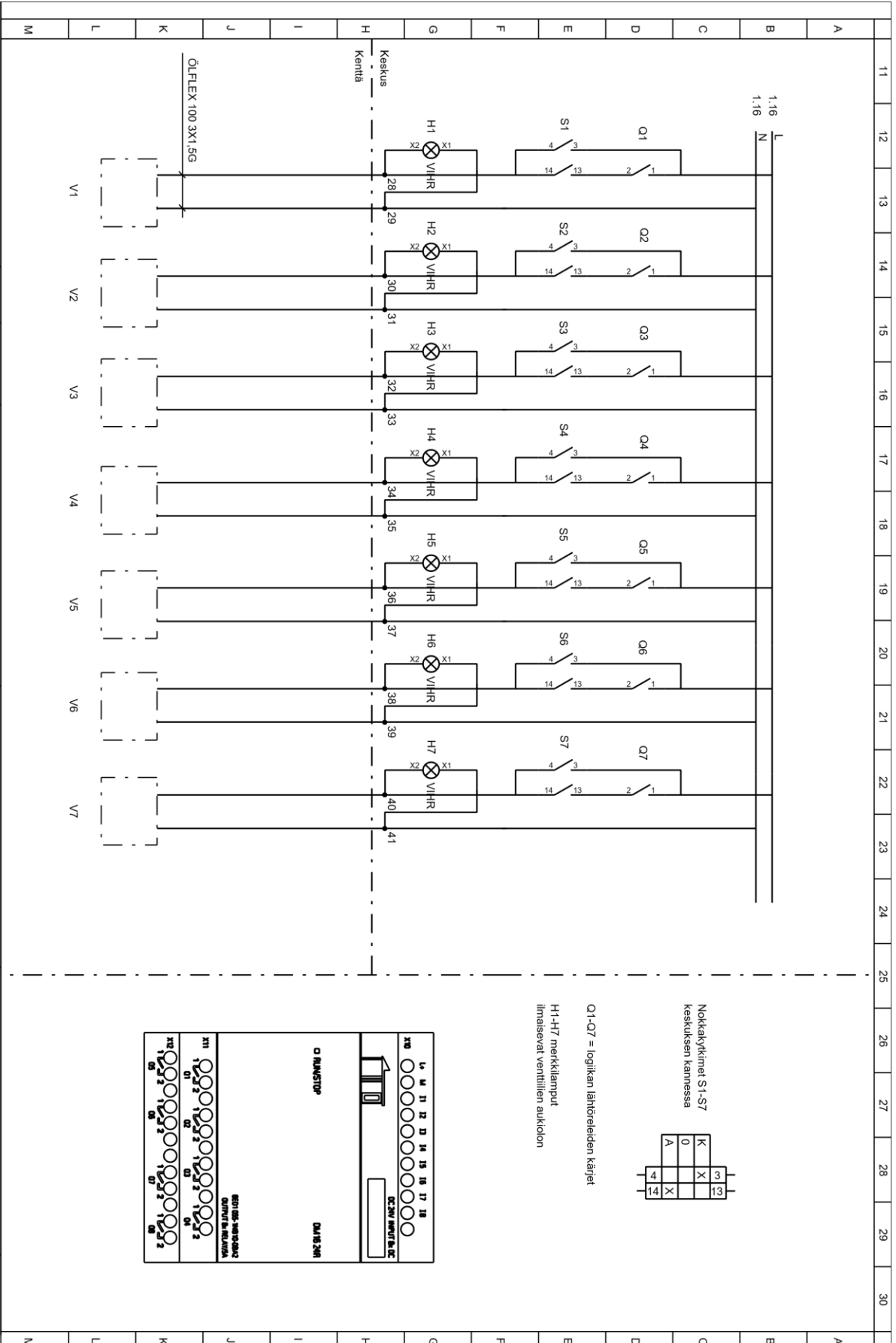
Sisältö
Pöytäkaavio
Valaistuksen ohjaus

Työnumero

Pöytäkaavio

Muutos

Sivu / Sivuja
5 / 11



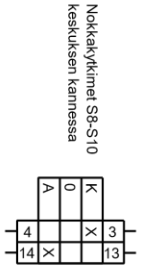
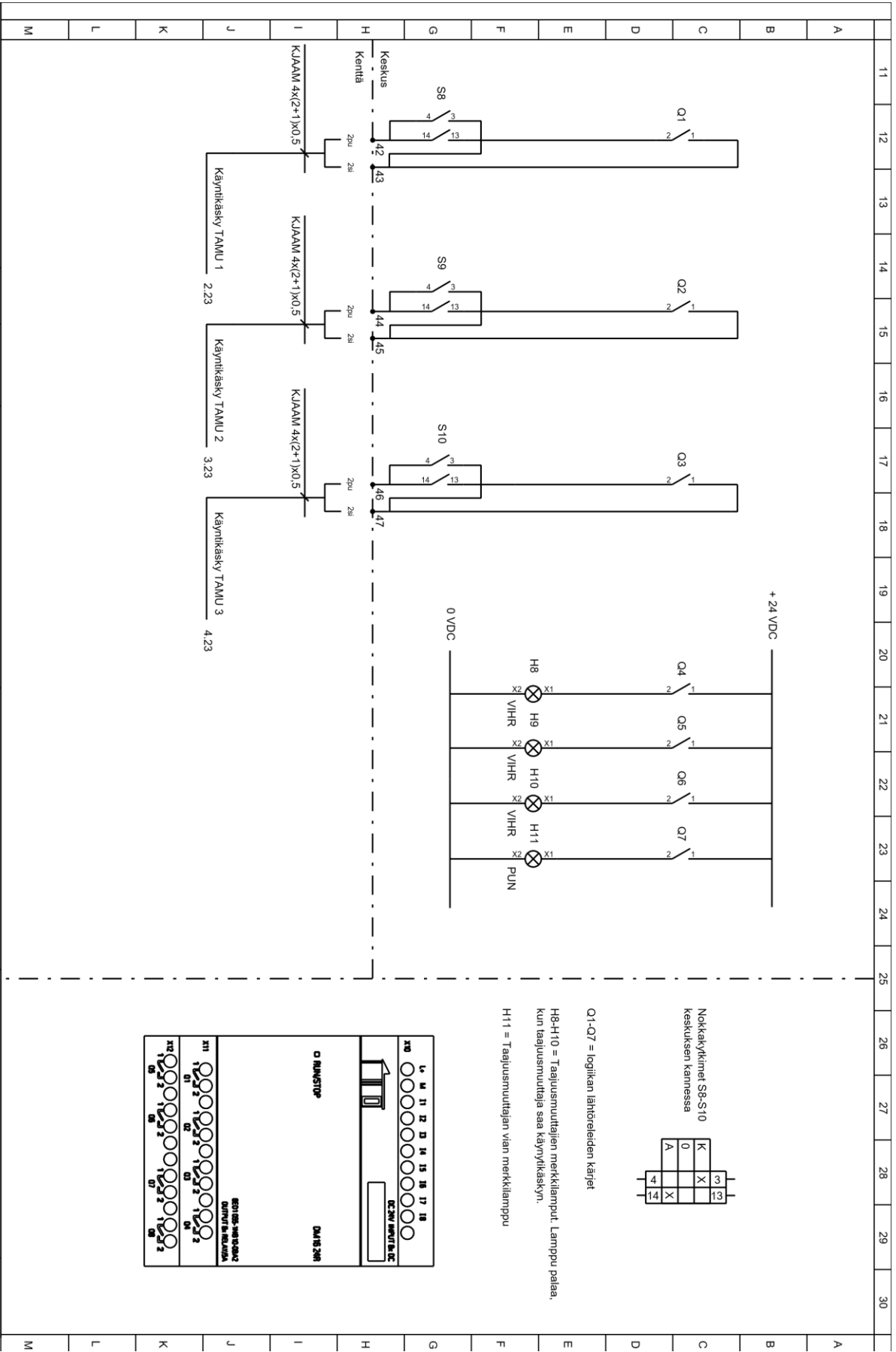
Päiväys	4.11.2022
Suunnittelija	KK
Tarkastaja	
Hyväksyjä	

Kohde

Sisältö
 Piirikaavio
 IO moduuli 1 lähdöt
 Venttiilien ohjaus

Työnumero
 Piirustusnumero

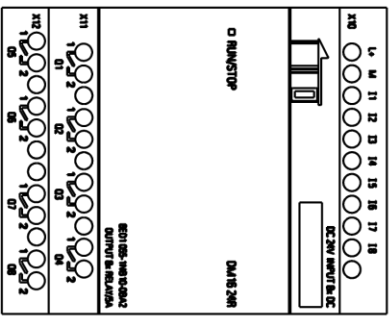
Muutos
 Sivut / Sivuja
 6 / 11



Q1-Q7 = logiikan lähtöleiden käyrät

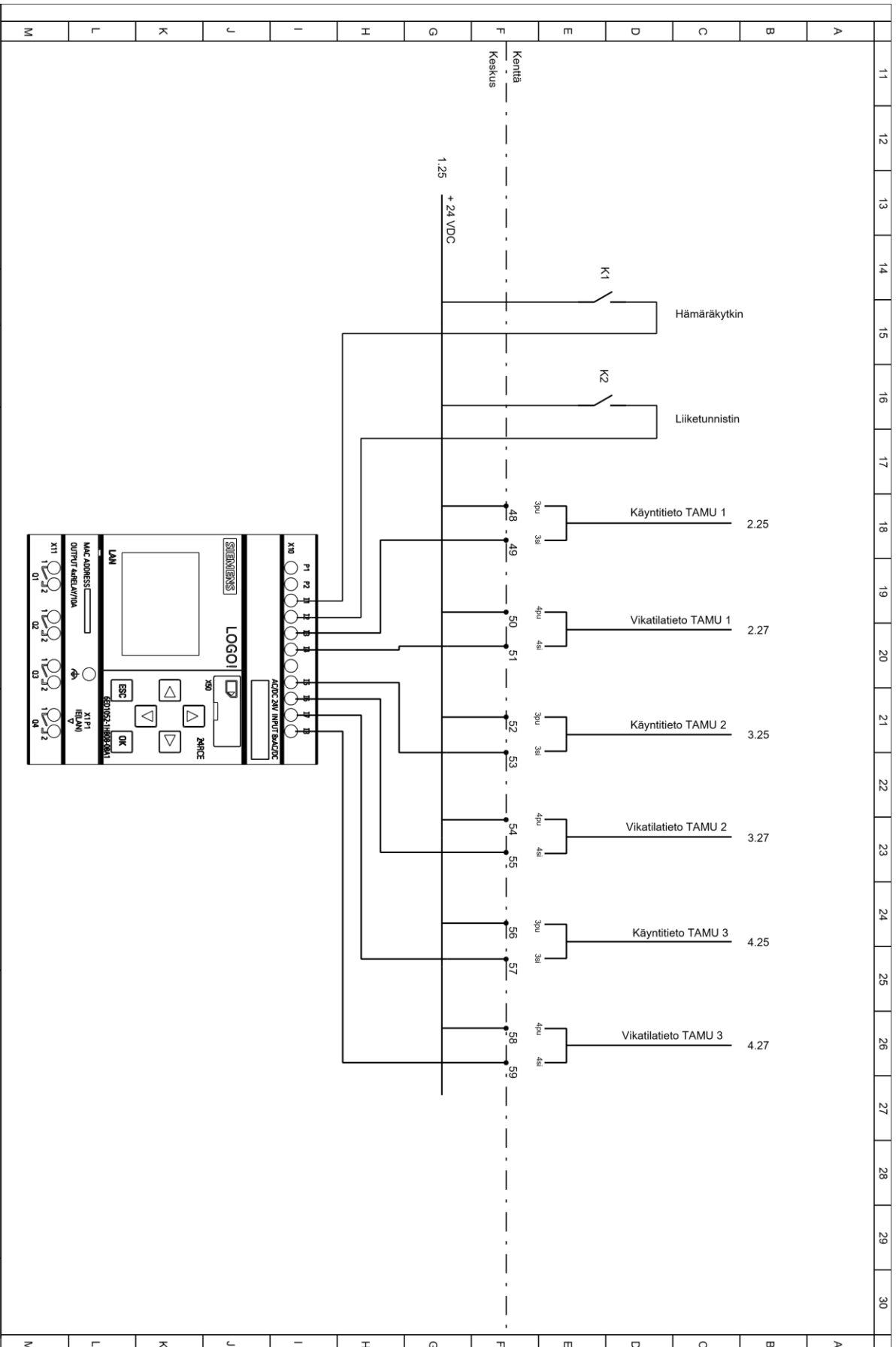
H8-H10 = Taajuusmuttajien merkkilamppu. Lamppu palaa, kun taajuusmuttajia saa käynnikäsky.

H11 = Taajuusmuttajan vian merkkilamppu



Päiväys	4.11.2022	Kode	Sisältö	Työnumero	Muuutos
	Tarkastaja				
Hyväksyjä			Piirikaavio IO moduuli 2 lähdöt Taajuusmuttajien ohjaus ja merkkilamppu	Piirustusnumero	Sivu / Sivuja 7 / 11





Päiväys	4.11.2022
Siunittelija	KK
Tarkastaja	
Hyväksyjä	

Kohde

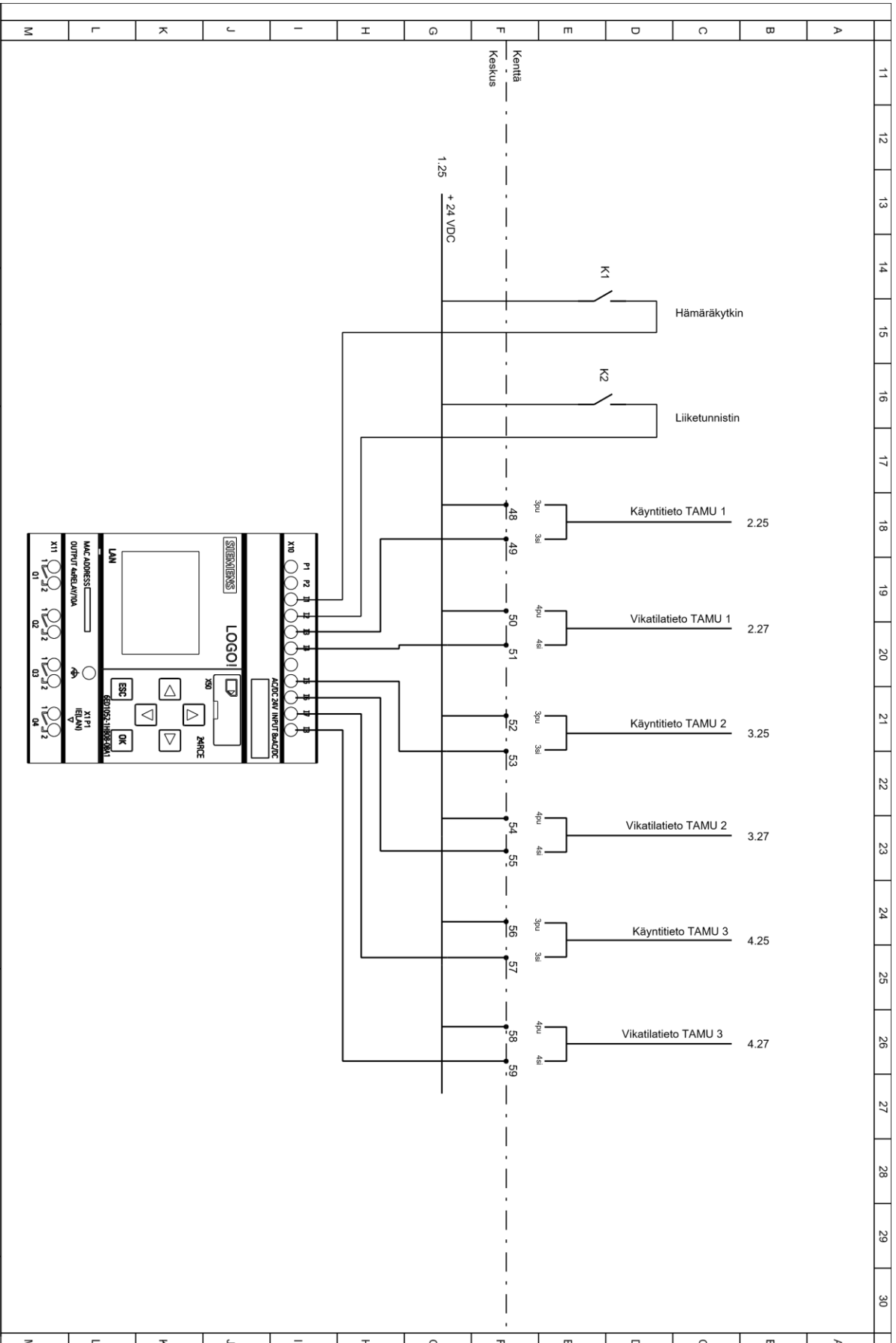
Sisäio	Pirkkaavo
	Perusmoduuli
	Digitaalilut

Työnnumero

Pitustusnumero	
----------------	--

Muutos

Sivu / Sivuja	8 / 11
---------------	--------



Päiväys	4.11.2022
Suunnittelija	KK
Tarkastaja	
Hyväksyjä	

Kohde

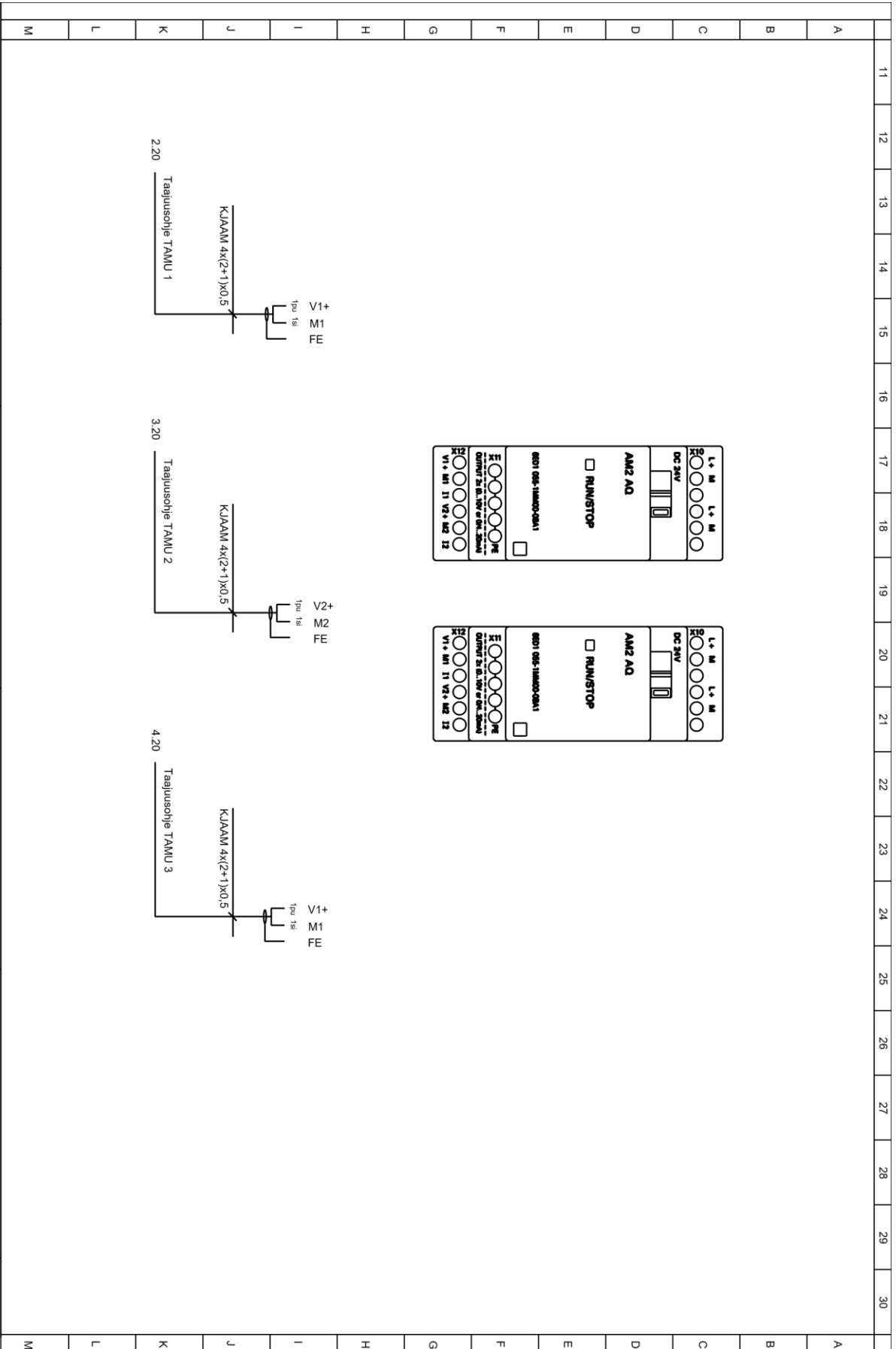
Sisäilma	Piirikaavio
	Perusmoduuli
	Digitaaliluo

Työnumero

Projektitunnus	
----------------	--

Muutos

Sivu / Sivuja	8 / 11
---------------	--------



Päiväys	4.11.2022
Suunnittelija	KK
Tarkastaja	
Hyväksyjä	

Kohde

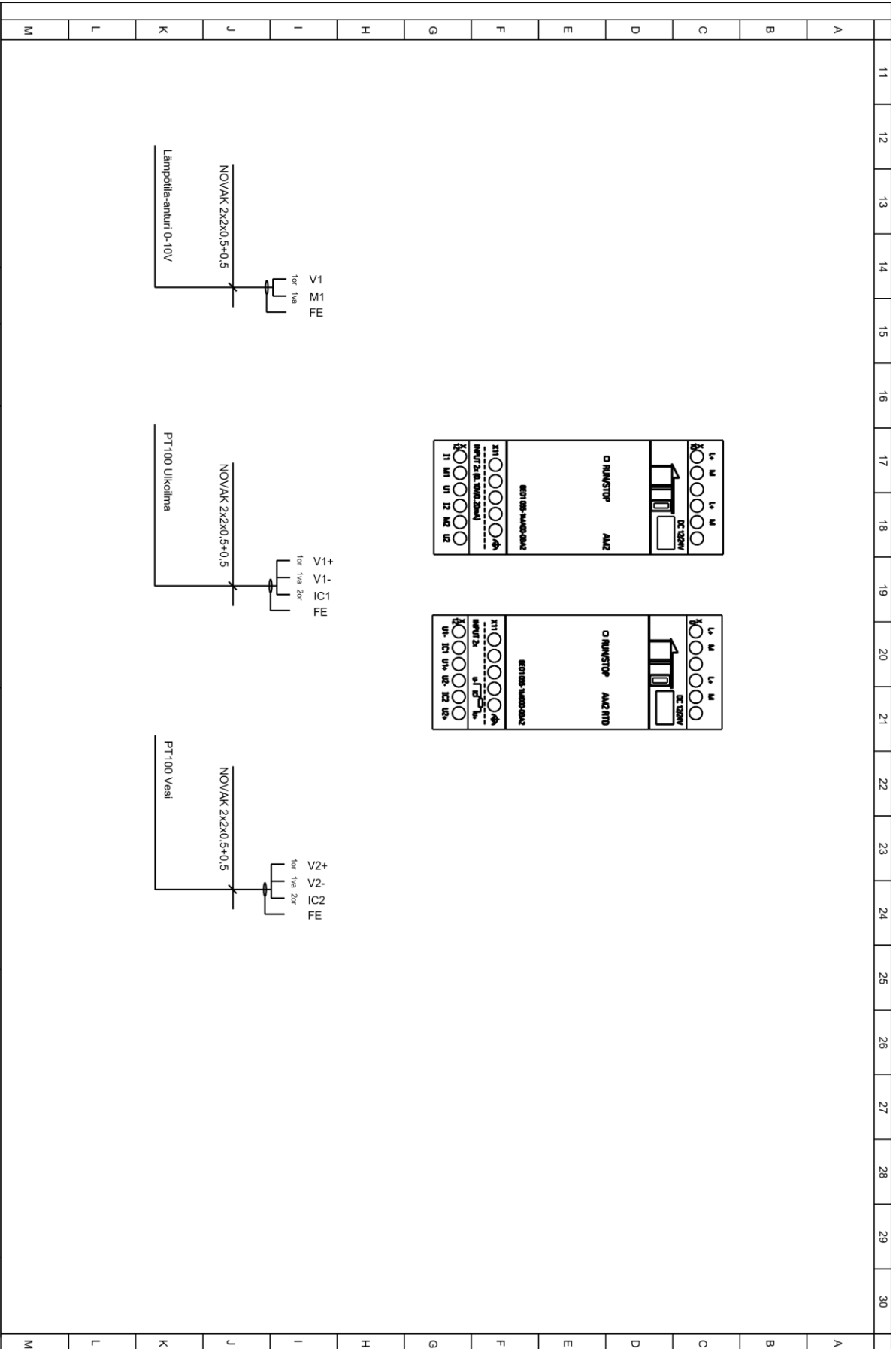
Sisältö
Piiikaavo
Analogialalhdöt

Työnumero

Piirustuksennumero

Muutos

Sivu / Sivuja
10 / 11



Päiväys	4.11.2022
Suunnittelija	KK
Tarkastaja	
Hyväksyjä	

Kohde

Sisältö
Pöytäkaavio
Analogilaitteet

Työnumero

Piirustusnumero

Muutos

Sivu / Sivuja
11 / 11