

# KOEAJOKONEIKON SUUNNITTELU

Juho Vantanen

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2012

Automaation koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) VANTANEN, Juho	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 19.03.2012
	Sivumäärä 50+26	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi KOEAJOKONEIKKON SUUNNITTELU		
Koulutusohjelma  Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) RANTAPUSKA, Seppo, yllöpettaja JAMK		
Toimeksiantaja(t)  Betamet Automation Oy, HALTTUNEN, Kimmo, asennuspäällikkö		
Tiivistelmä  Betamet Automation Oy tekee pienputkistoasennuksia ympäri maailmaa sekä konepajallaan esikoonpanoja hydraulikka-, pneumatiikka- ja muihin mekaanisiin asennuksiin.  Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Betamet Automation OY:lle koeajokoneikko, jolla suoritetaan hydraulikkalaitteistojen testaus, putkien huuhtelu ja putkien painekokeet. Testaamisella pyritään havaitsemaan laatupoikkeamat.  Suunnittelun aluksi perehdyttiin Betamet Automation Oy:n aiemmin Leppäveden konepajalla valmistamiin, ominaisuuksiltaan suppeampiin koneikkoihin. Ensimmäisenä suunniteltiin hydraulikka-kaavio, joka oli pohjana projektin kaikilla osa-alueilla.  Siemensin ohjelmoitava logiikka, joka löytyi konepajalta ylimääräisenä toimi pohjana automaatio-suunnittelussa. Koneajokoneikkoa operoidaan kosketusnäytöltä.  Suunnittelussa pyrittiin luomaan helppokäyttöinen, kestävä ja turvallinen koeajokoneikko, joka on helposti siirrettävissä. Mekaaniset suunnitelmat on hyväksytetty tilaajalla ja logiikkaohjelman toiminta on testattu simulointiohjelmalla.  Koeajokoneikkoon voi jatkossa lisätä ainakin testaukset ja ohjaukset automaatioväylällä sekä tiedonkeruulaitteiston.  Koneikon kasaus jätettiin opinnäytetyön ulkopuolelle aikataulullisista syistä.		
Avainsanat (asiasanat) Hydraulikka, automaatio		
Muut tiedot		



Author(s) Vantanen, Juho	Type of publication Bachelor´s Thesis	Date 19.03.2012
	Pages 50+26	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title DEVELOPING A HYDRAULIC TEST UNIT		
Degree Programme Automation Engineering		
Tutor(s) RANTAPUSKA, Seppo, Principal Lecturer JAMK		
Assigned by Betamet Automation OY, HALTTUNEN, Kimmo, Installation Manager		
Abstract <p>Betamet Automation Ltd. makes small pipe installations around the world as well as pre-assemblies for hydraulic, pneumatic and other mechanical installations in their workshop.</p> <p>The goal of the thesis was to design a hydraulic test unit for Betamet Automation Ltd., which will perform the tests on the hydraulic units, flushing of the pipings and pipe pressure tests. The testing aims to detect quality deviations.</p> <p>The design was started by examining the smaller-scale hydraulic test units previously manufactured by Betamet Automation Ltd. in the Leppävesi workshop. The first task was to design a hydraulic diagram, which is the basis for the project in all areas.</p> <p>The Siemens programmable logic controller, which was found in the workshop as an extra, provided the basis for the automation design. The operation of the hydraulic test unit takes place on the touch screen.</p> <p>The design aimed to create an easy-to-use, sturdy and safe unit, which is easily transportable. Mechanical designs were accepted by the customer and the function of the logic was tested by a simulation program.</p> <p>To the hydraulic test unit it is possible to further add at least tests and controls of the automation bus and also the data collection equipment.</p> <p>The manufacturing of the hydraulic test unit was left out of the project, because there was no room in the schedule to do it.</p>		
Keywords Hydraulics, automation		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	4
2 KOEAJOKONEIKOLLA SUORITETTAVAT TESTIT.....	5
2.1 Painetesti .....	5
2.2 Huuhtelu.....	5
2.3 Käsiäjotestit.....	6
3 KOEAJOKONEIKON SUUNNITTELU .....	7
3.1 Hydrauliiikkasuunnittelu.....	7
3.2 Sähkösuunnittelu .....	13
3.3 Mekaniikkasuunnittelu .....	17
4 AUTOMAATIO SUUNNITTELU .....	18
4.1 Ohjelmoitava logiikka .....	18
4.2 Ohjelmointi .....	21
4.3 Koeajokoneikon ohjelma .....	29
4.4 Valvomosuunnittelu.....	31
5 KOEAJOKONEIKON KÄYTTÄMINEN .....	39
5.1 Ennen käytön aloittamista.....	39
5.2 Painetestit .....	40
5.3 Huuhtelu.....	41
5.4 Käsiäjo .....	45
6 TULOSTEN VARMENTAMINEN.....	46
7 YHTEENVETO .....	47
LÄHTEET .....	50
LIITTEET.....	51
Liite 1. Hydrauliiikkakaavio	
Liite 2. Piirikaaviot	
Liite 3. Säiliönrakennekuva	
Liite 4. Kehikonrakennekuva	
Liite 5. Sähkökaapinsijoituskuva	
Liite 6. Koonpanokuva	

## KUVIOT

KUVIO 1. Vinolevypumpun rakennekuva .....	9
KUVIO 2. Tilavuusvirtaus-, paine- ja tehosäädetyin pumpun toiminta .....	10
KUVIO 3. Pumpun tehonsäätöalue .....	11
KUVIO 4. Tähtikolmiokäynnistys .....	16
KUVIO 5. Tikapuukaavio (LD).....	23
KUVIO 6. Toimintalohkokaavio (FBD) .....	23
KUVIO 7. Käskylistä (IL).....	23
KUVIO 8. Ohjelmointikielten tasot ja käyttökohteet .....	24
KUVIO 9. IEC 61131-3 ohjelmistoarkkitehtuuri .....	25
KUVIO 10. Optoerottimen periaatekuva .....	28
KUVIO 11. Lämpötilaohjelma .....	30
KUVIO 12. Menu-valikko .....	32
KUVIO 13. Ohjausjännite-valikko.....	33
KUVIO 14. Koneikko – valikko.....	34
KUVIO 15. Hälytykset-valikko .....	34
KUVIO 16. Huutelu valikko .....	35
KUVIO 17. Painetestin valikko .....	36
KUVIO 18. Käsiäjovalikko. ....	36
KUVIO 19. Koneikon venttiilit valikko.....	37
KUVIO 20. Analogilähtö (virta).....	38
KUVIO 21. Analogilähtö (jännite) .....	38
KUVIO 22. Kuormitus venttiilit ja pistorasialähdöt.....	39
KUVIO 23. Viskositeetin muutos lämpötilan suhteen.....	43

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Standardin ISO 4406 puhtaustaulukko .....	6
TAULUKKO 2. Säättötilavuuspumpun tiedot .....	8
TAULUKKO 3. Oikosulkumoottorin tiedot .....	15
TAULUKKO 4. Esimerkki pikkulogiikoiden tulo- ja lähtönumeroinnista ja muista ominaisuuksista .....	21
TAULUKKO 5. ISO 3448 -viskositeettiluokitus .....	42
TAULUKKO 6. Käytettävän öljyn viskositeetti putkikoon mukaan.....	44

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella koeajokoneikko Betamet Automation OY:lle. Suunnittelun tavoitteena oli, että koneikolla pystyy testaamaan painekestävyyden putkistossa, huuhtelemaan putkiston ja testaamaan erilaisia hydraulikkayksiköitä. Lisäksi testattavia komponentteja ja yksiköitä tulee pystyä ohjaamaan logiikan avulla ja yksiköissä olevia kiinteitä mittauslaitteita lukemaan logiikkaan liitettynä. Suoritettavat testit ja niiden vaatimukset on kuvattu tarkemmin seuraavassa luvussa.

Tavoitteena projektissa oli suunnitella koeajokoneikko kokonaisuudessaan alusta loppuun ja valmistaa koeajokoneikko Betamet Automation OY:n tiloissa työntekijöiden avustamana. Työn edetessä projektista kuitenkin karsiutui koeajokoneikon valmistaminen aikataulullisista syistä. Projekti aloitettiin suunnittelemalla yksi iso hydraulikkakaavio, josta pystytään näkemään koko järjestelmän toiminta. Tällä ratkaisulla pyrittiin selkeyttämään prosessin tarkastelua tuomalla kaikki oleellinen informaatio yhteen kuvaan. Suunnittelun tavoitteena oli luoda mahdollisemman kattavat ja monipuoliset suunnitteludokumentit. Tällä tavoin pyrittiin minimoimaan valmistuksessa aiheutuvat virheet. Koneikko tullaan valmistamaan tulevaisuudessa tilaajan työntekijöiden toimesta.

Betamet Automation Oy on erikoistunut teollisuusautomaatioasennuksiin ja esikoonpanoon. Yritys on perustettu Jyväskylässä vuonna 1984 ja liitettiin Betamet-konserniin vuonna 2000 (Toimiala: Automaatio, n.d.)

Yritys tekee hydraulikka- ja pneumatiikka-asennuksia sekä muita mekaanisia asennuksia konepajallaan sekä asennusprojekteissa eri puolilla maailmaa. Yritys tekee myös vaihdehuoltoja konepajallaan Leppävedellä ja asennusvalvontaa ympäri maailmaa (mt..)

Yrityksen asiakkaina ovat paperitehtaat, energialaitokset, terästehtaat sekä kone- ja laitetoimittajia muun muassa Metso, Moventas, Polarteknik, Raute ja Fluidhouse. Yrityksen sijainti lähellä Jyväskylää mahdollistaa sujuvan toiminnan teollisuuden alihankkijana koko Suomessa (mt..)

## 2 KOEAJOKONEIKOLLA SUORITETTAVAT TESTIT

Koeajokoneikolla on tarkoitus testata laitteita, yksiköitä ja putkia niiden suunnitellussa käyttöolosuhteissa. Koeajokoneikolla voidaan tehdä lukuisia eri testejä, voidaan esim. kiinnittää koneikko suoraan useampaan hydraulikkasynteriin, minkä jälkeen voidaan testata sylintereiden toimivuus. Putkista, venttiileistä ja toimilaitteista saadaan testattua painehäviöt eri virtausnopeuksilla. Proportionaaliventtiileistä voidaan testata tiiviys ja painehäviöt eri virtausnopeuksilla. Venttiiliin avautumista ja sulkeutumista voidaan ohjata suoraan ohjauspaneelista. Koneikkoon voidaan kiinnittää venttiileitä nopeasti koneikon sähkökeskuksen ovelle oleviin sähköliittämiin.

### 2.1 Painetesti

Painetestin tarkoituksena on havaita valmistuksesta tai kulumisesta johtuvat painehäviöt ja vuodot. Koneikosta säädetään haluttu paine paineenrajoitusventtiilillä, joka säättää pumpun kierrostilavuuden oikealle tasolle.

### 2.2 Huuhtelu

Huuhtelun tarkoituksena on poistaa epäpuhtauksia järjestelmästä. Pieninkin metallihiukkanen voi aiheuttaa hienomekaanisen laitteen rikkoutumisen. Epäpuhtauksia syntyy järjestelmiin valmistuksessa, ja myös kuluminen aiheuttaa epäpuhtauksia. Järjestelmän puhtautta mitataan nykyään Standardin ISO 4406 -puhtausluokituksella. Standardi ISO 4406 -puhtausluokitus ilmoittaa öljyn puhtauden kolmella numerolla, esim. 15/13/10. Puhtausluokitus perustuu kumulatiivisiin hiukkasmääriin kokoluokissa  $\geq 4\mu\text{m}(c)$  /  $\geq 6\mu\text{m}(c)$  /  $\geq 14\mu\text{m}(c)$  (ks. taulukko 1). (Öljynäytteiden hiukkaslaskenta 2009, 3)



TAULUKKO 1. Standardin ISO 4406 puhtaustaulukko (Öljynäytteiden hiukkaslas-  
kenta 2009, 4)

Hiukkasmäärä / 1 ml		Hiukkasmäärä / 10 ml		Hiukkasmäärä / 100 ml		ISO-4406 puhtausluokka
>	≤	>	≤	>	≤	
2.500.000		25.000.000		250 milj.		>28
1.300.000	2.500.000	13.000.000	25.000.000	130 milj.	250 milj.	28
640.000	1.300.000	6.400.000	13.000.000	64.000.000	130 milj.	27
320.000	640.000	3.200.000	6.400.000	32.000.000	64.000.000	26
160.000	320.000	1.600.000	3.200.000	16.000.000	32.000.000	25
80.000	160.000	800.000	1.600.000	8.000.000	16.000.000	24
40.000	80.000	400.000	800.000	4.000.000	8.000.000	23
20.000	40.000	200.000	400.000	2.000.000	4.000.000	22
10.000	20.000	100.000	200.000	1.000.000	2.000.000	21
5.000	10.000	50.000	100.000	500.000	1.000.000	20
2.500	5.000	25.000	50.000	250.000	500.000	19
1.300	2.500	13.000	25.000	130.000	250.000	18
640	1.300	6.400	13.000	64.000	130.000	17
320	640	3.200	6.400	32.000	64.000	16
160	320	1.600	3.200	16.000	32.000	15
80	160	800	1.600	8.000	16.000	14
40	80	400	800	4.000	8.000	13
20	40	200	400	2.000	4.000	12
10	20	100	200	1.000	2.000	11
5	10	50	100	500	1.000	10
2,5	5	25	50	250	500	9
1,3	2,5	13	25	130	250	8
0,64	1,3	6,4	13	64	130	7
0,32	0,64	3,2	6,4	32	64	6
0,16	0,32	1,6	3,2	16	32	5
0,08	0,16	0,8	1,6	8	16	4
0,04	0,08	0,4	0,8	4	8	3
0,02	0,04	0,2	0,4	2	4	2
0,01	0,02	0,1	0,2	1	2	1
0	0,01	0	0,1	0	1	0

Huudeltaessa putkistoa tai hydraulikkayksiköitä on koneikkoon huuhtelun laadun varmistamiseksi kiinnitettävä hiukkaslaskin, joka antaa tiedon öljynpuhtauslukituksesta standardin ISO 4406 mukaisesti. Koeajokoneikossa on syöttö- ja paluusuodatin, jotka puhdistavat epäpuhtauksia öljystä.

### 2.3 Käsiäjotestit

Koeajokoneikolla voidaan ajaa koneikossa kiinni olevaa pumppua ja venttiileitä ilman automatiikkaa. Lisäksi koneikkoon voidaan kytkeä sähkökaapissa oleviin sähköliitäntöihin koneikon ulkopuolisia venttiileitä. Käsiäjo saadaan päälle operointipaneelistä. Käsiäjolla voidaan ajaa proportionaaliventtiileitä auki ja kiinni 1 %:n tarkkuudella.

## 3 KOEAJOKONEIKON SUUNNITTELU

Aluksi projektissa selvitettiin koeajokoneikon tulevat toiminnot ja keskusteltiin mahdollisista ratkaisuista. Opintojen aikainen työharjoittelu tilaajan konepajalla loi hyvän pohjan lähteä suunnittelemaan omaa koneikkoa. Suurena apuna suunnittelussa olivat konepajalla aikaisemmin tehdyt koneikot. Suunnittelussa tärkeää oli, että käytettäisiin mahdollisemman paljon konepajalla olevia ns. ylimääräisiä komponentteja.

### 3.1 Hydraulikkasuunnittelu

Hydrauliikkakaavion luonti on yksi tärkeimmistä, ellei jopa tärkein, yksittäisistä suunnitteluprosessin vaiheista. Hydrauliikkakaavio luo pohjan koko projektille, ja tämän pohjan ympärille suunnitellaan muut osa-alueet. Tämän takia hydrauliikkakaavio tulee tehdä huolellisesti alusta alkaen. Muutokset projektin aikana vaikuttavat suuresti myös suunnittelun osa-alueisiin. Hydrauliikkakaavion luominen aloitettiin selvittämällä millaisilla paine- ja virtausalueilla yksiköitä ja putkia tulisi pystyä testaamaan. Tutkimalla testattavia yksiköitä ja putkia päädyttiin konepajalta löytyneeseen säätötilavuuspumppuun. Säätötilavuuspumppu on Rexrothin tyyppimerkinnältään A10VSO100DFLR/31R-PPAK01.

Pumppu on  $100 \text{ cm}^3/\text{r:n}$  kokoinen ja kuten taulukosta 2 käy ilmi, pumpun maksimipaine on 280 bar ja maksimituotto 150 l/min. Pumpun tuotto saadaan yhtälöstä 1.

$$Q = v_m \cdot n \quad (1)$$

$Q$	tilavuusvirtaus
$v_m$	kierrostilavuus
$n$	pyörimisnopeus

TAULUKKO 2. Säätitilavuuspumpun tiedot (Axial Piston Variable Pump A10VO  
2009, 14)

<b>Table of values</b> (theoretical values, without considering efficiencies and tolerances; values rounded)				18	28	45	71	100	140
<b>Size</b>	<b>NG</b>								
Displacement									
variable pump	$V_{g \max}$	cm <sup>3</sup>		18	28	45	71	100	140
Speed <sup>1)</sup>									
maximum at $V_{g \max}$	$n_{\max}$	rpm		3300	3000	2600	2200	2000	1800
maximum at $V_g < V_{g \max}$ <sup>2)</sup>	$n_{\max \text{ perm.}}$	rpm		3900	3600	3100	2600	2400	2100
Flow									
at $n_{\max}$ and $V_{g \max}$	$q_{v \max}$	L/min		59	84	117	156	200	252
at $n = 1500$ rpm	$q_v$	L/min		27	42	68	107	150	210
Power									
at $n_{\max}$	$\Delta p = 280$ bar	$P_{\max}$	kW	30	39	55	73	93	118
at $n = 1500$ rpm		$P$	kW	12,6	20	32	50	70	98
Torque									
at $V_{g \max}$ and	$\Delta p = 280$ bar	$T_{\max}$	Nm	80	125	200	316	445	623
	$\Delta p = 100$ bar	$T$	Nm	30	45	72	113	159	223
Torsional stiffness	drive shaft S	$c$	Nm/rad	11087	22317	37499	71884	121142	169537
	drive shaft R	$c$	Nm/rad	14850	26360	41025	76545	-	-
	drive shaft P	$c$	Nm/rad	13158	25656	41232	80627	132335	188406
Moment of inertia rotary unit	$J_{TW}$	kgm <sup>2</sup>		0.00093	0.0017	0.0033	0.0083	0.0167	0.0242
Case volume	$V$	L		0.4	0.7	1.0	1.6	2.2	3.0
Weight (without through drive) approx.	$m$	kg		12	15	21	33	45	60

<sup>1)</sup> Values shown are valid for an absolute pressure ( $p_{\text{abs}}$ ) of 1 bar at inlet port S and use with mineral oil (with a specific weight of 0,88kg/L).

<sup>2)</sup> Values are valid for  $V_g \leq V_{g \max}$  or increase of inlet pressure  $p_{\text{abs}}$  at inlet port S (see diagram page 5)

Pumpun tarvitseman sähkömoottorin teho saadaan yhtälöstä 2.

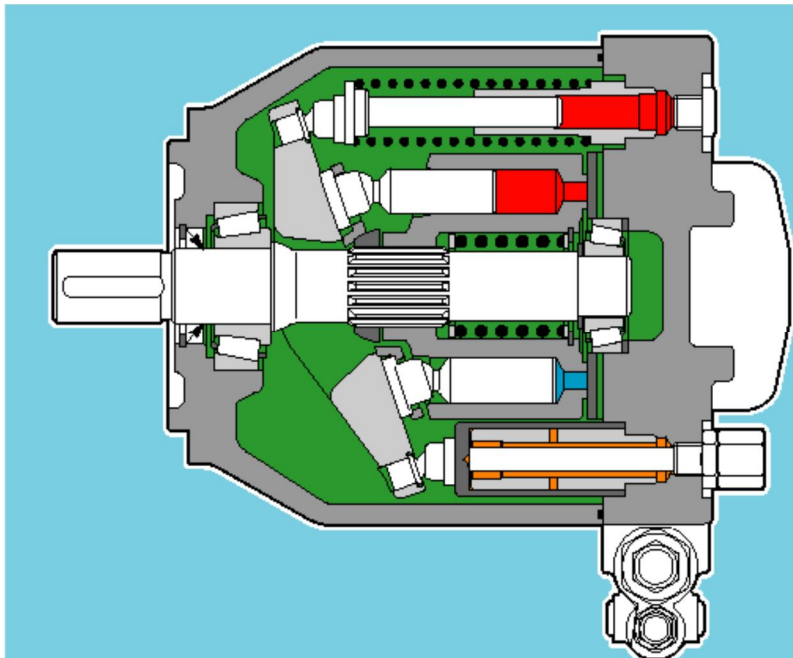
$$P = \frac{Q \cdot \Delta p}{600 \cdot n} \quad (2)$$

$P$	moottorin teho
$Q$	tilavuusvirtaus
$\Delta p$	paine-ero
$n$	hyötysuhde

Sähkömoottorin tarvitsemaksi maksimitehoksi saadaan 78 kW, jos hyötysuhteelle oletetaan arvo 0.9. Sähkömoottoriksi ei valittu kuitenkaan yli 78 kW moottoria, koska maksimitehoinen käyttö olisi todella harvinaista. Pumpun pääasiallinen käyttö tulisi olemaan huuhtelussa ja painetesteissä. Huuhtelussa tarvitaan pumpun maksimituotto, mutta pienet alle 10 bar:n paineet. Painetestissä tarvitaan aluksi suuri tuotto, jotta saadaan testattava laite täyteen öljyä nopeasti. Kun testattava laite on täynnä öljyä, ei ole

enää tarvetta suurelle tuotolle, vaan ruvetaan nostamaan pienellä, maksimissaan 25 l/min tuotolla, jolloin paine on maksimissaan 280 bar.

Näiden tietojen perusteella päädyttiin paine-, teho- ja tilavuusvirtasäädettyyn aksiaalimäntäpumppuun. Aksiaalimäntäpumpuissa mäntien liike on akselin suuntainen. Kyseinen pumpu on vinolevypumpu, jossa sylinteriryhmä pyörii ja männät saavat edestakaisen liikkeen pyörimättömästä vinolevystä. Kuviossa 1 on pumpun rakennekuva. Pumpussa kierrostilavuus muuttuu vinolevyn ja sylinteriryhmän välistä kulmaa säätämällä. Vinolevyn ollessa kohtisuorassa on kierrostilavuus nolla, koska männät eivät liiku.

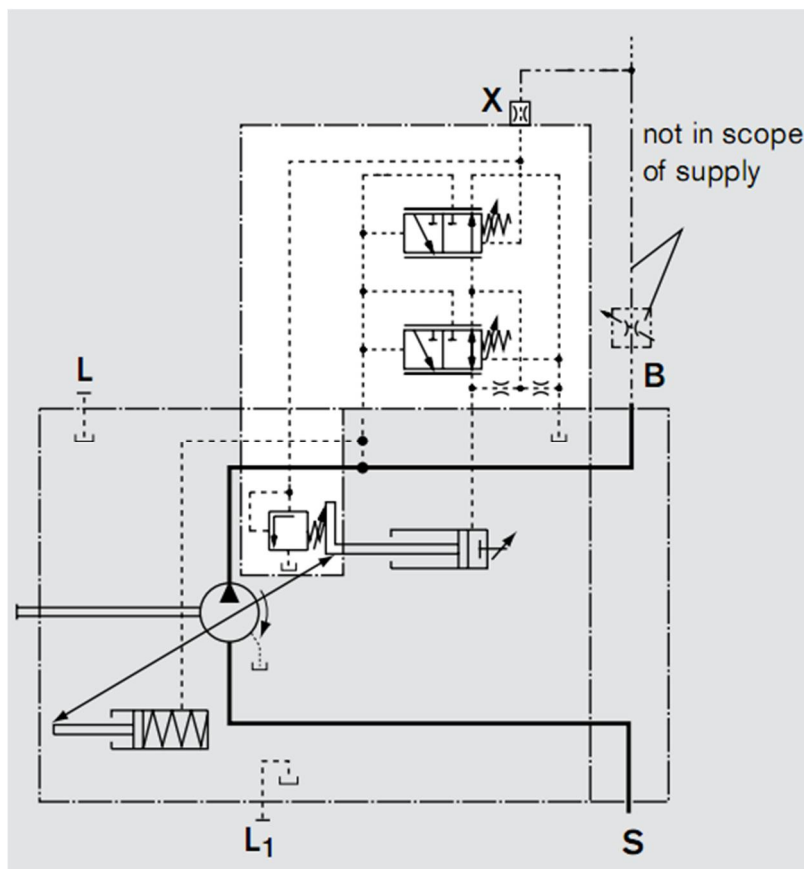


KUVIO 1. Vinolevypumpun rakennekuva (Hydrauliikka 1 2009, 61)

Pumpun säätötavasta käytetään yleisesti nimitystä kuormantunteva säätö, joka on varustettu tehonrajoituksella. Säätö tapahtuu automaattisesti järjestelmän tilasta ja pumpun säätimen asetusarvoista riippuen. Pumpussa on ikään kuin kaksi pientä hydraulikkasynteriä, jotka muuttavat pumpun kierrostilavuutta. Kuviossa 1 alempi säätösylinteri määrittää järjestelmän maksimipaineen. Sylinteri pyrkii siirtämään pumpun maksimituotolle, kun ylempi säätösylinteri on kytketty tankkiin. Kun alemman säätöventtiilin jousella asetettu maksipaine ylitetään, siirtyy venttiili oikealle avaten säätöpaineelle reitin ylempään säätösylinterin männän taakse. Tämä sylinteri pystyy pien-

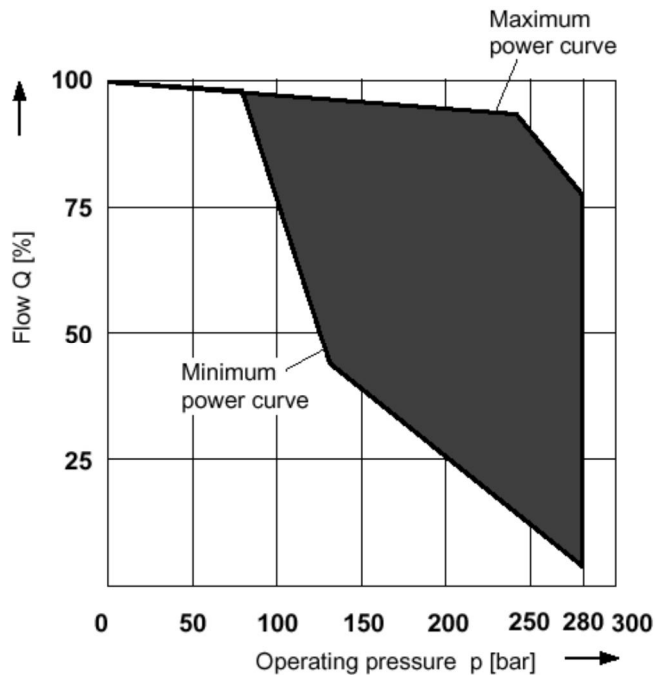
tämään kierrostilavuutta suuremman pinta-alansa avulla. Säädin pyrkii pitämään paineen maksimiarvossa säätämällä tuoton riittävän suureksi. Säätimen alla olevat kuristimet hidastavat säätimen toimintaa, jolloin vältetään säätimen epästabiilisudelta.

Pumppu ohjataan tuottamaan sellainen tilavuusvirta, joka synnyttää ylemmän sylinterin karan jousella määritetyn paine-eron (15 - 25 bar) virtausta säätävässä kuristuksessa. Säätökaran hydraulinen tasapaino siis syntyy, kun kuormanpaine (x-liitynnässä) lisättyinä jousivoima on yhtäsuuri kuin syöttöpaine säätökaran vasemmalla puolella. Säädin pyrkii hakemaan tämän tasapainotilan aina, ja seurauksena pumpun syöttöpaine on mainitun paine-eron verran kuormanpainetta suurempi. Jos kuormanpaine x-liitynnässä alenee, säätökara pääsee hetkellisesti siirtymään oikealle pienentäen pumpun tuottoa ja samalla syöttöpaine laskee oikealle tasolle. Tyhjäkäynnillä x-liitynnässä ei ole painetta (todellisuudessa) ja pumppu joutuu tuottamaan jousivoiman verran painetta (15 - 25 bar) saadakseen tuoton minimille. Tätä varten järjestelmään lisättiin paineenalentaja (PVR-1).



KUVIO 2. Tilavuusvirtaus-, paine- ja tehosäädetyt pumpun toiminta (Axial Piston Variable Pump A10VO 2009, 14)

Tehonrajoitus alentaa pumpun kierrostilavuutta automaattisesti syöttöpaineen kasvaessa. Kuviossa 3 näkyvä tummennettu alue näyttää, mille kohtaa tehonsäätö voidaan asettaa. Säädin toimii vähän kuin auto, jossa on portaattomasti toimiva automaattivaihteisto, joka alentaa auton nopeutta, jotta se jaksaisi nousta mäen päälle. Säätö tapahtuu suurimman kuormanpaineen perusteella, joten yhteiskäytössä pienempää painetta tarvitsevat toiminnot saavat korkeamman paineen ja niiden liikenopeus pyrkii kasvamaan. Säätöjärjestelmän vaatima tehohäviö on n. 5 % pumpun hydraulisesta tehosta.



KUVIO 3. Pumpun tehonsäätöalue (Hydrauliikka 1 2009, 68)

Tehosäätimellä asetetaan pumpun hydraulinen teho noin 13 kW:iin. Moottoriksi valittiin ABB:n valmistama 15kw oikosulkumoottori. Säätötilavuuspumpun perään lisättiin myös hammaspyöräpumppu, jonka tehtävänä on jäähdyttää öljyä ja tuottamaan pienen vastapaineen. Hammaspyöräpumpun kierrostilavuus on  $11 \text{ cm}^3/\text{r}$ . Pumppu tuotto menee suodattimen vastaventtiilin kautta suoraan säiliöön. Pumpun paine ei voi siis nousta yli 5 bar:n, jonka perusteella pumpun tehoksi on arvioitu noin 1 kW.

### Putkiston mitoitus

Putken sisähalkaisija voidaan määrittää kaavan 3 avulla.

$$d = 20 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot v \cdot 6}} \quad (3)$$

$d$	putken sisähalkaisija
$Q$	tilavuusvirtaus
$v$	virtausnopeus

Paineputkessa haluttiin maksimivirtaukseksi 5 m/s, jotta saataisiin laminaarinen virtaus koko toiminta-alueelle eli 150 l/min tilavuusvirtaukseen asti. Sijoittamalla edellä mainitut arvot kaavaan 3 saadaan putken sisähalkaisijaksi 25mm. Paineputkeksi valittiin mitoituksen perusteella kokoa 30 x 3 oleva standardin SFS 2006 mukainen saumaton hiiliteräsputki, joka kestää satunnaiset paine-testit 280 bar:lla. Paluuputkessa haluttiin virtaukseksi 2,5 m/s, jotta paine ei nousisi putkessa kovin suureksi. Sijoittamalla edellä mainitut arvot kaavaan 3 saadaan paluuputken sisähalkaisijaksi 30 mm. Paluuputkeksi valittiin mitoituksen perusteella kokoa 42 x 3 oleva standardin SFS 2006 mukainen saumaton hiiliteräsputki.

### Venttiileiden valinta

Suuren tilavuusvirtauksen vuoksi valittiin syöttö- ja paluuventtiileiksi patruunaventtiilit, joita ohjataan 3/2 -suuntaventtiileillä. Virransäätöventtiilit ja 2/2 -suuntaventtiilit on mitoitettu maksimissaan 50 l/min:n tuotolle ja 300 bar:n paineelle. Nämä arvot riittävät hyvin ohjaamaan esim. pieniä sylintereitä.

### Suodatus

Järjestelmässä on kolme suodatinta: kaksi painesuodatinta pumppuille ja yksi suodatin paluuvirtaukselle. Suodattimet on varustettu ohitusventtiilillä, joka avautuu suodattimen likaannuttua. Suodattimien likaisuudesta kertoo suodattimiin asennetut painekytkimet.

### Säiliö

Säiliön kooksi valittiin 600l, koko on 3.6 kertainen pumppujen tuottoon nähden. Säiliön suuri kapasiteetti mahdollistaa pitkien putkien huutelun ilman öljyn lisäystä.

### **Lämpötasapaino**

Hydrauliikkajärjestelmissä on tärkeää, että hydrauliikkaöljy pysyy tietyn lämpörajan sisällä, koska lämpötila vaikuttaa oleellisesti öljyn viskositeettiin. Valitsimme järjestelmään lämmittimeksi 3 kW:n lämmittimen. Lämmittimen ja pumpun avulla saadaan kylmä öljy lämmitettyä haluttuun lämpötilaan nopeasti. Jäähdyttimeksi valittiin vesikiertoinen jäähdytin, joka on pienen kokonsa ansiosta hyvä tähän projektiin. Jäähdyttimen veden virtausta ohjataan 2/2 -venttiilillä. Jäähdyttimen liiallista öljyn jäähdytystä kompensoidaan säiliön lämmittimellä.

### **Järjestelmän mittaukset**

Järjestelmässä on painekytkin, joka sammuttaa järjestelmän, jos järjestelmän paine on nousut yli 350 bar:n. Järjestelmässä on mekaaninen paineen näyttö syöttö- ja paluulinjassa sekä sähköiset paineenmittaukset lähtö- ja tulo linjassa sekä ensimmäisessä testaus- ja toisessa testauslinjassa. Lisäksi järjestelmässä on monta mittauspistettä sekä virtauksenmittauspiste. Hydrauliikkakaavio (ks. liite 1) valmistui lopulliseen muotoonsa hiljalleen suunnitteluprojektin aikana.

## **3.2 Sähkösuunnittelu**

Hydrauliikkakaavion pohjalta aloitettiin piirikaavioiden luominen. Suunnittelua varten opettelin AutoCAD® Electrical:n käyttöä. AutoCAD® Electrical kuuluu AutoCAD® -ohjelmisto perheeseen. Ohjelmisto on suunnattu sähköisten ohjausjärjestelmien suunnittelijoille. Ohjelmisto sisältää kaikki AutoCAD -ohjelmiston ominaisuudet ja lisäksi ohjelmistoa on täydennetty työkaluilla sähköpiirustusten luontiin. Ohjelmisto sisältää kattavat symbolikirjastot sekä työkalut suunnittelurutiinien automatisointiin, jotka säästävät merkittävästi työtunteja (Autocad Eletrical n.d..)

Ensimmäisenä mietittiin, mitä sähköä kuluttavia komponentteja tarvittaisiin ja paljonko niiden maksimisähkötehot on. Sähköä kuluttavista laitteista katsottiin tai arvioitiin sähköteho: oikosulkumoottori 15 kW, kaksi 24 Vdc:n teholähdettä, jotka kuluttavat yhteensä 400 W, valaisin ja pistorasia 300 W, lämmitin 3 kW, logiikka 50 W, säätömuuntaja 1000 W ja loput laitteet noin 250 W. Näistä oikosulkumoottori ja lämmitin toimivat 3-vaihevirralla, joten näiden yhden vaiheen tehon kulutus piti laskea yhtälön 4 avulla.



$$P_v = \frac{P_p}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

$P_v$           1-vaihe teho

$P_p$           3-vaihe teho

Yhteen laskettu 1-vaiheinen sähkötehon tarve on siis n. 8 kW, josta yhtälöllä 5 saadaan laskettua järjestelmän virrankulutus.

$$I = \frac{P}{U} \quad (5)$$

$I$           virta

$U$           jännite

$P$           sähköteho

Tämän laskutoimituksen perusteella päädyttiin käyttämään 63 A:n syöttöpistoketta. Sulakkeelle tulevat johdot ovat poikkipinta-alaltaan 25 mm<sup>2</sup>, koska se on 63 A pistokkeen johtojen standardikoko.

TAULUKKO 3. Oikosulkumoottorin tiedot (Low voltage Process performance motors 2011, 85)

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-2-1; 2007			Power factor cos φ	Current			Torque			Moment of inertia J = 1/4 GD <sup>2</sup> kgm <sup>2</sup>	Weight kg	Sound pressure level L <sub>PA</sub> dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I <sub>N</sub> A	I <sub>b</sub> / I <sub>N</sub>	T <sub>N</sub> Nm	T <sub>1</sub> / T <sub>N</sub>	T <sub>b</sub> / T <sub>N</sub>				
1500 r/min = 4-poles			400 V 50 Hz			CENELEC-design										
0.12	M3AA 63 A	3GAA 062 311-••C	1400	65.5	60.4	51.7	0.57	0.46	3.1	0.81	2.7	2.8	0.00019	4	40	
0.18	M3AA 63 B	3GAA 062 312-••C	1380	67.3	63.9	56.7	0.62	0.62	3.1	1.24	2.5	2.6	0.00026	4.5	40	
0.25	M3AA 71 A	3GAA 072 311-••E	1365	65.1	66	62.7	0.76	0.72	4	1.74	2	2.1	0.00066	5.2	45	
0.37	M3AA 71 B	3GAA 072 312-••E	1375	69.7	71.9	71.1	0.79	0.96	3.8	2.5	2	2.2	0.0008	5.9	45	
0.55	M3AA 80 A	3GAA 082 311-••E	1375	72.8	76.1	75.2	0.77	1.41	4.5	3.8	1.8	2.2	0.0013	8.5	50	
0.75	M3AA 80 D	3GAA 082 314-••E	1415	79.8	81.3	79.9	0.82	1.65	5.9	5	2.6	3.2	0.0016	12	50	
1.1	M3AA 90 LB	3GAA 092 314-••E	1435	83.7	84.1	83	0.78	2.4	6.6	7.3	2.9	3.2	0.0043	16	50	
1.5	M3AA 90 LD	3GAA 092 315-••E	1435	84.2	84.1	81.9	0.76	3.3	7	9.9	3.1	3.5	0.0048	17	50	
2.2	M3AA 100 LC	3GAA 102 313-••E	1450	86.4	86.2	84.1	0.79	4.6	7.3	14.4	2.8	3.4	0.009	25	54	
3	M3AA 100 LD	3GAA 102 314-••E	1445	85.7	86.1	85.1	0.79	6.3	7	19.8	2.4	3	0.011	28	63	
4	M3AA 112 MB	3GAA 112 312-••E	1445	86.7	86.5	85.2	0.75	8.8	7.3	26.4	3.1	3.4	0.0126	34	64	
5.5	M3AA 132 M	3GAA 132 312-••E	1465	89	89.8	89.1	0.79	11.2	6.3	35.8	1.9	2.6	0.038	48	66	
7.5	M3AA 132 MA	3GAA 132 314-••E	1460	89.1	89.9	89.5	0.79	15.3	6.4	49	1.8	2.6	0.048	59	63	
11	M3AA 160 MLA	3GAA 162 031-••G	1466	90.4	91.6	91.3	0.84	20.9	6.8	71.6	2.2	2.8	0.081	99	62	
15	M3AA 160 MLB	3GAA 162 032-••G	1470	91.4	92.4	92.2	0.83	28.5	7.1	97.4	2.6	3	0.099	118	62	
18.5	M3AA 180 MLA	3GAA 182 031-••G	1477	91.9	92.9	92.7	0.84	34.5	7.2	119	2.6	2.9	0.166	146	62	
22	M3AA 180 MLB	3GAA 182 032-••G	1475	92.4	93.3	93.2	0.84	40.9	7.3	142	2.6	3	0.195	163	62	
30	M3AA 200 MLA	3GAA 202 031-••G	1480	93.2	94	93.7	0.84	55.3	7.4	193	2.8	3	0.309	218	63	
37	M3AA 225 SMA	3GAA 222 031-••G	1479	93.4	93.9	93.4	0.84	68	7.1	238	2.6	2.9	0.356	240	66	
45	M3AA 225 SMB	3GAA 222 032-••G	1480	93.9	94.3	93.9	0.85	81.3	7.5	290	2.8	3.2	0.44	273	66	
55	M3AA 250 SMA	3GAA 252 031-••G	1480	94.4	95	94.7	0.85	98.9	7	354	2.6	2.9	0.765	314	67	
75	<sup>1)</sup> M3AA 280 SMA	3GAA 282 031-••G	1478	94.3	95	94.7	0.85	135	7.1	484	2.8	3	0.866	389	67	
90	<sup>1)</sup> M3AA 280 SMB	3GAA 282 032-••G	1478	94.7	95.4	95.2	0.84	163	7.7	581	3.2	3.4	0.941	418	67	

Oikosulkumoottorin tuottama maksimiteho on 15 kW (ks. taulukosta 3 muut arvot).

Oikosulkumoottorin ottama nimellisvirta saadaan laskettua yhtälön 6 avulla.

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p \cdot n \cdot \cos(\varphi)} \quad (6)$$

$U_p$  pääjännite

$n$  hyötysuhde

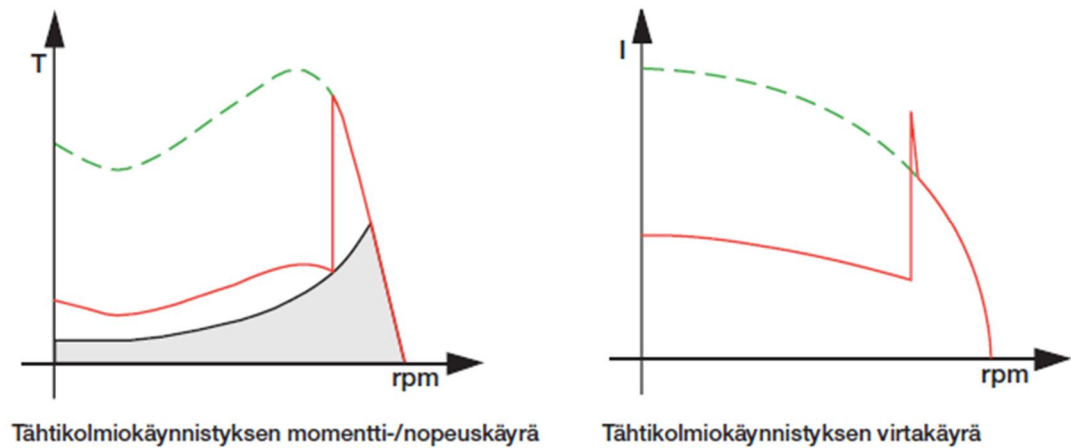
$\cos(\varphi)$  tehokerroin

$P$  pätöteho

Moottorin suorakäynnistysmomentti on hyvin suuri noin 2,5 - 3 kertaa nimellismo-  
mentti. Tästä johtuen myös käynnistysvirta on erittäin suuri (noin 200 A). Käynnis-  
tysvirran lisäksi moottori ottaa vielä suuremman virtapiikin käynnistyshetkellä.

Pumppu ei tarvitse käynnistyksessä suurta momenttia, joten päädyttiin käyttämään  
käynnistyksessä tähtikolmiokäynnistintä. Tämä käynnistystapa pienentää käynnistys-  
virtaa noin 30 % ja käynnistysmomenttia 25 %. Käynnistyksen nimi tulee siitä että,  
käynnistyksen aikana moottori on aluksi kytkettynä tähteen ja kun moottorin nopeus

on noin 80 - 85 % nimellisnopeudesta, vaihtuu moottorin kytkentä kolmioon. Siirtyminen tähtikytkennästä kolmiokytkentään aiheuttaa suuren virta- ja momenttihiipun (ks. kuvio 4), jonka takia käynnistysmenetelmää ei voi käyttää kohteissa joissa kuormitusmomentti käynnistyksessä on suurempi kuin 50 % moottorin nimellismomentistä.



KUVIO 4. Tähtikolmiokäynnistys (Pehmokäynnistinopas 2007, 11)

Moottorin ottama käynnistysvirta tähtikolmiokäynnistysellä on yhtälön 7 mukaan 117 A.

$$I_S = \frac{I_S}{I_N} \cdot I_N \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (7)$$

$I_S$  käynnistysvirta

$I_N$  nimellisvirta

Katkaisijoiden käyttöä kaapelin ylikuormitussuojana määrittelevät seuraavat kaksi ehtoa johtojen ylikuormitussuojaukselle:

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

$I_b$  virta, jolle piiri on suunniteltu

$I_z$  johtimen jatkuva kuormitettavuus

$I_n$  suojalaitteen mitoitusvirta

$$2) \quad I_2 \leq 1,45 \times I_n$$

$I_2$  katkaisijan toimintarajavirta

Katkaisijat täyttävät yleensä ehdon 2, sillä johdonsuojakatkaisijoilla B-, C- ja D-käyrällä  $I_2 = 1,45 \times I_n$ , ilma- ja kompaktikatkaisijoilla sekä moottorisuojakytkimillä  $I_2 = 1,2 \times I_n$  ja K- ja Z-käyrän johdonsuojakatkaisijoilla reilusti alle ehdon 2. Ylikuormitussuoja voidaan näin ollen katkaisijoille valita aina suoraan johdon kuormitettavuuden eli ehdon 1 perusteella. Moottorin nimellisvirran perusteella moottorisuojaksi valittiin 32 A:n moottorisuojakytkin ja standardin SFS 600 taulukosta A. 52-4 poikkipinta-alaltaan 4 mm<sup>2</sup>:n kuparinen monijohdinkaapeli (kuormitusvirta 36 A). Loput kaapelit ja sulakkeet on mitoitettu samaan tapaan.

### **Maadoitus**

Maadoitukset on tehtävä noudattaen standardin SFS 600 määräyksiä. Maadoitus on hyvin tärkeä osa suunnittelua ja toteutusta, koska maadoitusjärjestelmän puutteet voivat aiheuttaa vaaratilanteita. Maadoituksen lähtökohtana on, että kaikki metalliset rakenteet maadoitetaan. Perusmaadoituselektroni, joka on kiinteistöjen perustusten alla varmistaa kiinteistön potentiaalintasauksen. Koeajokoneikkoon liitettävän syöttökaapelin maajohto on liitettävä koeajokoneikon sähkökaapin potentiaalintasauskiskoon, josta koneikon maadoitukset johdetaan (ks. liite 2). Näin koeajokoneikon maajohdot ovat yhteydessä perusmaadoituselektroniin.

### **3.3 Mekaniikkasuunnittelu**

Mekaanista suunnittelua varten opettelin käyttämään Autodesk® Inventor® -ohjelmaa. Ohjelmistossa on kattavat ja joustavat 3D-ohjelmistot mekaniikkasuunnitteluun, tuotteiden simulointiin ja suunnittelu tiedon jakamiseen. Ohjelmisto luo tarkan 3D-mallin, jonka avulla suunnitellaan, visualisoidaan ja simuloidaan tuotteet ennen valmistusta. Ohjelmisto auttaa suunnittelemaan parempia tuotteita, pienentämään kustannuksia ja saamaan tuotteet nopeammin markkinoille (Autodesk Inventor n.d..)

### **Säiliö**

Suunnittelu aloitettiin säiliöstä. Hydraulikkakaavion oli kirjattu säiliön tilavuus, jonka perusteella määritettiin ulkomitat. Säiliön sivuille tehtiin kanttaukset tukevoittamaan

säiliötä. Koneikkoon tulevien pumppujen imupuolen koon perusteella valittiin palloventtiilit. Palloventtiileiden rakennekuvista määriteltiin säiliön sivuun reiät, joihin palloventtiilit asennettaisiin (ks. liite 3).

### **Kehikko**

Säiliö kiinnitetään pulteilla kehikkoon. Kehikon suunnittelussa on otettu huomioon tilan vähyys, mahdolliset törmäykset ja kuljettaminen tehdasolosuhteissa. Kehikon ulkomitat määräytyivät säiliön, pumpun ja sähkökeskuksen mukaan (ks. liite 4).

### **Sähkökaappi**

Sähkökaapin suunnittelu aloitettiin selvittämällä valittujen komponenttien fyysiset koot. Näin pystyttiin hahmottelemaan komponenttien paikat sähkökaapissa. Sijoituskuvasista tehtiin sellainen, että 24 VDC:n laitteet ja johdot olisivat mahdollisemman kaukana 230 VAC:n laitteista ja johdoista (ks. liite 5)

### **Kokoonpano**

Kokoonpano suunniteltiin luonnollisesti viimeisenä. Kokoonpanoa varten yritin etsiä internetistä valmiita AutoCAD-lohkoja käytettävistä komponenteista. Muutaman komponentin löysinkin valmistajan sivuilta ja loput tein itse. Koonpanosta vaikean teki se että tilaa ei ollut kovin paljoa ja komponentteja oli tilaan nähden paljon (ks. liite 6).

## **4 AUTOMAATIOSUUNNITTELU**

### **4.1 Ohjelmoitava logiikka**

Ohjelmoitava logiikka eli PLC (Programmable Logic Controller) on pieni tietokone, jota käytetään automaatioprosessien ohjauksessa. Ohjelmoitavat logiikat otettiin aluksi käyttöön autoteollisuudessa, missä ohjelmistopäivitykset korvasivat ohjausjärjestelmien uudelleenjohtotukset. Yhdellä logiikalla voi korvata satoja tai tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. Ohjelmoitavan logiikan toiminnallisuus on vähitellen kasvanut releiden korvaajasta ohjauskeskukseksi. (Ohjelmoitava logiikka n.d.)

### **Ohjelmoitavan logiikan toiminta**

Logiikan toiminta perustuu loogisten perustoimintojen toteuttamiseen. Tietoa käsitellessään logiikka reagoi tulosten muutokseen. Esim. kun kahden tulon tilat ovat vaikutettuina, ohjelma ohjaa halutun lähdön päälle. Logiikka tekee päätelmiä muistiakun avulla, johon prosessori tallentaa kunkin operaation tuloksen. Seuraavaa tehtävää suorittaessa prosessori vertaa tulon tilaa muistiakun tilaan ja tallentaa jälleen tuloksen muistiakkuun. Lähtöä osoittaessaan prosessori siirtää muistiakun tilan lähtöön. (Fonnelius, Pekkola, Selosmaa, Ström & Välimaa 1996, 102 - 115, 133, 148.)

Analogitiedon käsittely on logiikalla monimutkaisempaa kuin binääritietojen, koska silloin tarvitaan monimutkaisempia käskyjä, kuten laskenta-, tiedonsiirto-, vertailu- ja tiedonmuuntokäskyjä. (mt.).

Nykyään automaatioteollisuudessa käytetään toimintaperiaatteeltaan pääsääntöisesti vain yhdenlaisia logiikoita, niin sanottuja pyyhkäiseviä logiikoita. Ennen puhuttiin myös toisesta, reaaliaikaisesta logiikasta, joka toimii nimensä mukaisesti mahdollisimman reaaliaikaisesti. Tällainen logiikka reagoi nopeasti tilan muutoksiin, jolloin tulosten ja lähtöjen tilat voivat muuttua ohjelman läpikäynnin aikana. Tästä syystä ohjelmointi tällä logiikalla on hankalampaa kuin pyyhkäisevällä logiikalla, ja näin ollen suurin osa nykyään teollisuudessa käytettävistä logiikoista on pyyhkäiseviä logiikoita. Pyyhkäisevä logiikka toteuttaa ohjelmaansa tietyin väliajoin. Pyyhkäisy eli ohjelmakierto kestää yleensä muutamia millisekunteja. Ohjelmakierron aikana logiikka lukee tulosten tilat muistiin, suorittaa ohjelman, hakee tulosten tilat muistista, asettaa lähtötiedot muistiin ja sitä kautta hakee ne lähtöyksiköille. Tämän logiikan etuna on, etteivät tulosten ja lähtöjen tilat muutu ohjelman toteuttamisen aikana. (mt..)

Askeltava ohjaus eli sekvenssiohjaus ottaa huomioon antureilta saamansa informaation lisäksi sen, että ollaan oikeassa askeleessa. Sekvenssiohjaus etenee rullaavasti, missä jokaisen askeleen jälkeen tulee olla siirtoehto ja vastaavasti jokaisen siirtoehdon jälkeen askel. Askel voi olla aktiivinen tai vaikutukseton. Yhteen askeleeseen on kerätty ne toimenpiteet, jotka voidaan suorittaa samalla kertaa. Kun askel on aktiivinen, haluttuja toimintoja suoritetaan. Kun askeleen vaikutus loppuu, toiminto joko päättyy tai säilyttää tilansa. Esimerkkinä sekvenssiohjauksesta voidaan mieltää teollisuusrobotin liikerataa, jossa ajallisesti peräkkäiset toiminnot seuraavat toisiaan. (mt..)

## Logiikoiden luokittelu

Logiikat luokitellaan yleensä kolmeen eri kategoriaan: pieniin, keskisuuriin ja suuriin logiikoihin. Jakoperusteena käytetään tässä jaossa prosessorin kapasiteettia käsitellä IO:ta. Ennen käytettiin myös termejä kompakti ja modulaariset logiikat, joissa pienet logiikat olivat kompakteja ja keskisuuret ja suuret logiikat modulaarisia. (mt..)

Seuraavassa on logiikoiden jaottelu kolmeen eri kategoriaan:

### 1. Pienet logiikat

- I/O-määrä alle sata kappaletta, pääosin binääriliitännöitä
- tarkoitettu yhden koneen ohjaukseen
- ei ole laajennus mahdollisuutta lisäkortein
- esimerkkinä Siemensin S7-200 (CPU 221).

### 2. Keskisuuret logiikat

- I/O-määrä 100 - 500 kappaletta binääri- ja analogiliitännöitä (AI/O < 60)
- tarkoitettu pienprosessien automaatioon, esimerkiksi solun ohjaukseen
- saatavilla erilaisia mittaus-, ohjaus-, kommunikaatio- ja laskentakortteja
- verkkoratkaisut mahdollistavat suuret sovellukset
- esimerkkinä S7-300 sarja.

### 3. Suuret logiikat:

- I/O-määrä useista tuhansista kymmeneen tuhansiin, binääri- ja analogiliitännöitä (AI/O < 500)
- monimutkaiset ja suuret sovellukset, esimerkiksi kokonaisen tehtaan ohjaus
- esimerkkinä Siemensin S7-400 sarja.

## Tulot ja lähdöt

Tulot ja lähdöt ovat ohjelmoitavan logiikan ulkoisia liitännöitä (I/O, Input /Output).

Tuloporttien kautta logiikka saa tietoa järjestelmän tilasta, ja lähtöporttien kautta se ohjaa järjestelmää. Seuraavaksi tarkastellaan tulojen ja lähtöjen ominaisuuksia logiikan ohjelman kannalta, jossa tulot ja lähdöt ovat yleensä ryhmitelty rinnakkaisiksi bitti-

ryhmiksi eli tavuiksi (B, BYTE) ja sanoiksi (W, Word). Tavu on kahdeksan rinnakkaista bittiä ja sana on kaksi tavuryhmää eli 16 bittiä (tuplasana, DW, Double Word = 32 bittiä).

Tavanomaisessa ohjelmoinnissa tulot voidaan ymmärtää riviliitinryhmänä, joiden numerointijärjestelmä vaihtelee logiikkamerkeittäin. Taulukossa 4 on esimerkkejä hie-  
man vanhempien logiikoiden tulo- ja lähtönumeroinnista sekä muusta I/O-  
avaruudesta. Isompiin, laajennettaviin (modulaarisiin) logiikoihin näitä ominaisuuksia  
voidaan liittää lisää. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso & Putkonen 2002, 249.)

TAULUKKO 4. Esimerkki pikkulogiikoiden tulo- ja lähtönumeroinnista ja muista ominaisuuksista

Ominaisuus	LOGIIKKAMALLI			
	Festo FPC202	C Siemens S7-200	Omron CQM1	Mitsubishi Melsec FXO
Tulot(Input)	E 0.0 - 0.7	E 0.0 - 0.7	IR 0.00 - 0.15 X0 - X7	
Lähdöt (Output)	A 0.0 - 0.7	A 0.0 - 0.7	IR 1.00 - 1.15 Y0 - Y5	
Apumuistit	256	1024	2720	512
Ajastimet	32	64	512	56
Laskurit	32	64	512	16

## 4.2 Ohjelmointi

PC on nykyisin tavallisin ohjelmointilaite, jolla logiikkaohjelmoija suunnittelee ohjelman rakenteen ja määrittelee käytettävät muistialueet. Muistialueita määriteltäessä ohjelmoija varaa muistialueet myös kommunikointeja (muut järjestelmät) sekä tiedonkeruuta varten. Logiikkaohjelmoija nimeää muistialueiden muuttujat yrityksen nimeämiskäytännön mukaisesti.

Ohjelmointi tehdään joko offline- tai online-tilassa, joista offline-tila on turvallisempi ja yleisempi tapa ohjelmoida. Offline-tilassa ohjelmoitaessa toiminnot ohjelmoidaan logiikan muistiin etukäteen ja otetaan sieltä käyttöön, kun ohjelma on valmis. Tämä tapa ei kuormita toimivaa yksikköä, ja ohjelma voidaan testata etukäteen. Online-



tilassa ohjelmointi tapahtuu logiikan toiminnan aikana suoraan keskusmuistiin. Tämä tapa mahdollistaa nopeat muutokset, mutta tuo mukanaan omat riskinsä. Ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmistokehitys ei ole yhtä kehittynyttä kuin varsinainen tietokoneohjelmointi, joten tämän vuoksi logiikkasovellukset ovat usein riippuvaisia henkilöstä ja vaikeasti ylläpidettäviä. Vaikea ylläpitävyys voi johtua myös puutteellisesta dokumentoinnista tai sovellusten sekavasta rakenteesta. (Automaatiotekniikka 1 2006.)

### **Ohjelmointikiel**

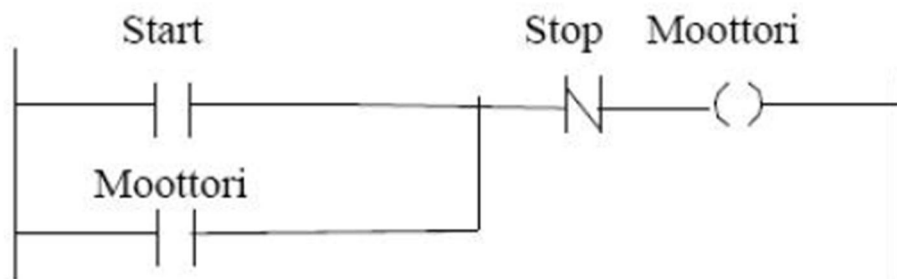
Logiikkaohjelmointiin on kehitetty omat ohjelmointikielensä, jotka poikkeavat toisistaan valmistajasta ja tyypistä riippuen. Esimerkkinä Siemensin valmistama S7-200-sarjan logiikka ohjelmoidaan eri ohjelmalla kun tehokkaammat ja teollisuudessa käytetyimmät S7-300- ja S7-400-logiikat. PLC:n ohjelmoinnissa erilliset ohjelmointilaitteet ovat jääneet historiaan, ja nykyisin ohjelmointi tapahtuu PC – ohjelmalla, josta sovellusohjelma ladataan ohjelmoitavaa logiikkaan käyttämällä PC:n sarja- tai rinnakkaisporttia, USB- tai Ethernet-väylää. Logiikat voidaan liittää toisiinsa useammalla eritavalla, joista yleisin on teollisuusväylä, esim. Profibus-väylä. Windows-käyttöjärjestelmiin siirtymisen myötä eri valmistajien ohjelmointityökalut ovat alkaneet muistuttaa enemmän toisiaan ja ovat tämän takia helpompia oppia. Muita etuja ovat helppo integrointi muihin suunnittelutyökaluihin sekä sovellusohjelmien tallentaminen tiedostopalvelimille (Strömman 2007; Asmala 2003.)

Nykyään suurimmaksi osaksi käytetään viittä kansainvälisen standardin (IEC 61131-3) täyttävää ohjelmointikieltä:

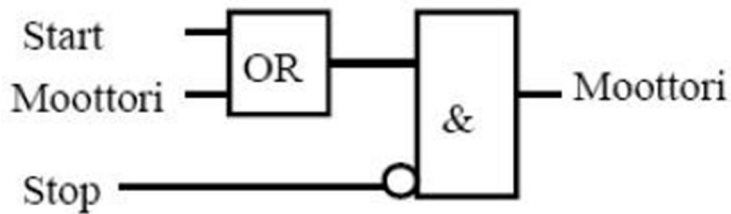
- FBD (Function Block Diagram): toimilohkokaavio (Logiikkakaavio), funktioihin ja toimilohkoihin perustuva graafinen ohjelmointikieli
- LD (Ladder diagram): tikapuukaavio, sähköpiirikaavioita muistuttava graafinen ohjelmointikieli
- IL (Instruction List): käskylista, assembler-kieltä muistuttava tekstipohjainen ohjelmointikieli

- ST (Structured Text): rakenteellinen teksti, pascal-tyyppinen korkeamman tason ohjelmointikieli
- SFC (Sequential Function Chart): sekvenssifunktiokaavio, ei ole varsinainen kieli, vaan sillä kuvataan ohjelman sekventiaallista (askeltavaa) käyttäytymistä.

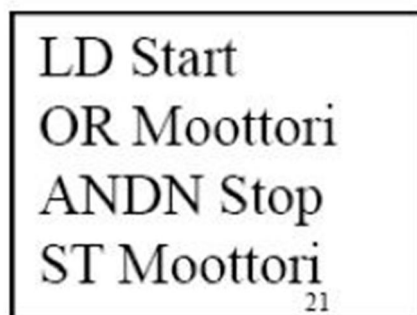
Kuviossa 5 – 7 on esimerkki, samasta ohjelmaosasta ei ohjelmointikielillä:



KUVIO 5. Tikapuukaavio (LD)

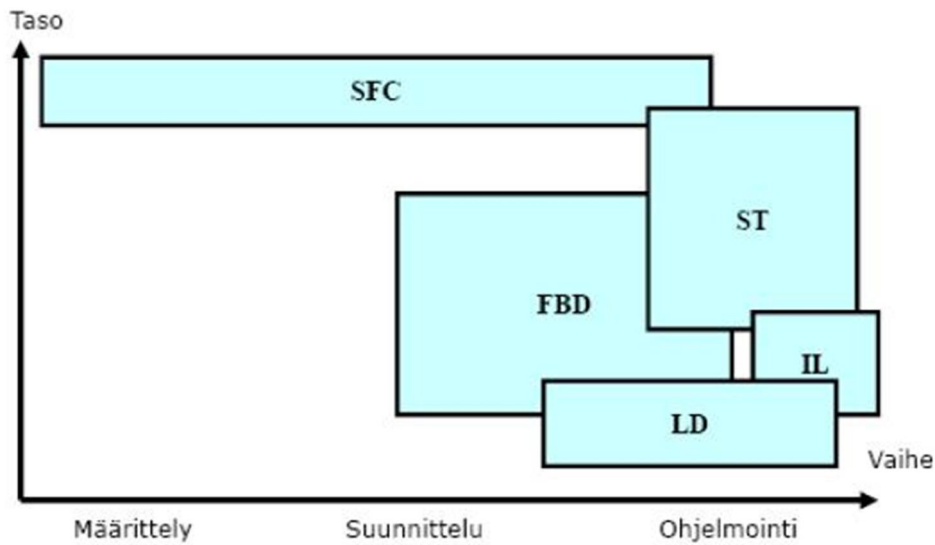


KUVIO 6. Toimintalohkokaavio (FBD)



KUVIO 7. Käskylista (IL)

Kuviossa 8 on esitetty eri ohjelmointikielten tasot ja käyttökohteet.



KUVIO 8. Ohjelmointikielten tasot ja käyttökohteet

### Standardin IEC 61131-3 esittely

Standardoimattomat ohjelmointikieliset vaikeuttavat eri valmistajien kilpailuttamista, koska projekti- ja kunnossapitohenkilöstön on vaikea oppia ja pitää yllä taitojansa monissa erilaisissa kielissä. Ohjelmoitavia logiikoita varten tarvitaan myös valmistajakohtaiset ohjelmointilaitteet tai -ohjelmat.

IEC (International Electro technical Commission) vastasi ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointikielten standardoimisvaatimukseen IEC 61131-3 – standardillaan vuonna 1993 ja on tällä hetkellä saavuttanut jonkinasteisen hyväksynnän useiden PLC- laitevalmistajien keskuudessa. Pienille laitevalmistajille standardinmukaisuus on kilpailutekijä. Markkinaosuudeltaan suuret valmistajat eivät ilmeisesti ole kokeneet yhtä edullisena siirtymistä avoimuuteen, vaan haluavat rajoittaa kilpailua pitämällä järjestelmänsä suljettuna. Suurien laitevalmistajien ohjelmointimenetelmät tosin joiltaan osiltaan ovat IEC 61131-3- standardia kehittyneempiä. Standardin toivotaan antavan perusteita ohjelmistotuotannosta tuttujen uuden aikaisten “software engineering”-menetelmien soveltamiseen myös automaatio-ohjelmoinnissa. Standardi koostuu kahdesta pääosasta: yleisistä elementeistä, jotka muodostavat IEC 61131-3 -standardin arkkitehtuurin, sekä ohjelmointikielistä, joita on neljän varsinaisen kielen lisäksi yksi ylempään tason kuvauskieli.

## Common Elements

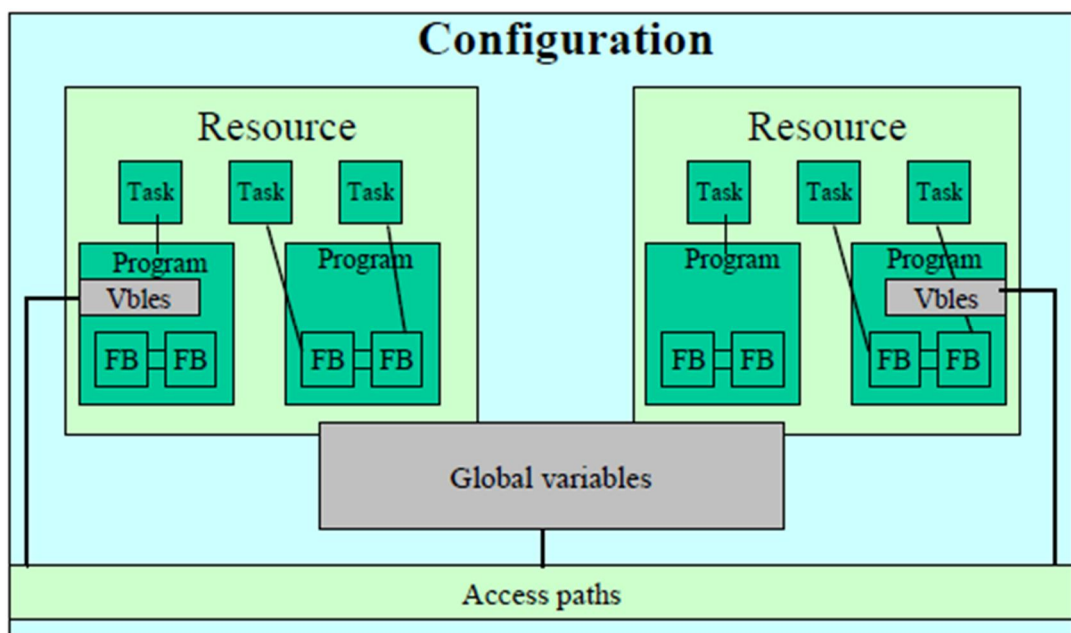
Yleiset elementit muodostavat IEC 61131-3 – standardin rungon käsittäen sovellusohjelmiston arkkitehtuurin, muuttujat sekä valmiit toimilohkot. Elementit ovat riippumattomia käytetystä ohjelmointikielestä.

## Configuration

Ylimmällä tasolla IEC 61131-3-standardin ohjelmistomallissa on konfiguraatio (Configuration). Konfiguraatio määrittelee kokonaisen automaatiosovelluksen ohjelmiston. Yleensä konfiguraatio vastaa yhdessä PLC:ssä olevaa ohjelmistoa, mutta se voi myös käsittää useampia ohjausresursseja.

## Resource

Jokainen konfiguraatio sisältää yhden tai useampia resursseja (Resource). Resurssi tarkoittaa ympäristöä, joka tarjoaa tuen ohjelman suoritukseen tarvittaville ominaisuuksille. Yleensä resurssi on PLC, mutta standardi ei ota kantaa laitekantaan, joten myös esim. PC on mahdollinen resurssi.



KUVIO 9. IEC 61131-3 ohjelmistoarkkitehtuuri

## Program

Ohjelma (Program) määritellään IEC 61131-3 – standardissa loogiseksi kokonaisuudeksi, joka sisältää kaikki ohjelmoitavan ohjausjärjestelmän signaalinkäsittelyyn tarvittavat ohjelmistoelementit ja rakenteet koneen tai prosessin ohjaamiseksi. Ohjelma

voidaan rakentaa useista ohjelmistoelementeistä, joista jokainen voidaan ohjelmoida käyttäen mitä tahansa IEC-kieltä. Ohjelma voi lukea ja kirjoittaa I/O-muuttujia, sekä kommunikoida muiden ohjelmien kanssa.

### **Task**

Task ohjaa ohjelmien ja toimilohkojen suoritusta. Jokaista suoritettavaa ohjelmaa varten täytyy olla task, josta on osoitus kyseiseen ohjelmaan. Ohjelma voidaan konfiguroida suoritettavaksi kertaalleen jonkin tapahtuman laukaisemana tai sitä voidaan suorittaa periodisesti, jolloin suoritustaajuuden voi asettaa. Perinteiset ohjelmoitavat loogikat muodostuvat yhdestä konfiguraatiosta jossa on yksi resurssi, jossa yksi task ohjaa yhden ohjelman suoritusta.

### **Function ja Function block**

Funktiot ja toimilohkot ovat hierarkkisen ohjelmarakenteen kannalta tärkeimpiä komponentteja. Funktioita ja toimilohkoja käyttämällä on mahdollista jakaa ohjelma pienempiin lohkoihin, jotka voivat olla toteutettu eri kielillä. Standardi määrittelee 81 funktiota ja toimilohkoa, joiden lisäksi laitevalmistajilla on yleensä joukko omia valmiita toimilohkoja.

Ohjelmaa rakennettaessa toimilohkoja kutsutaan ohjelmaan sijoitettavilla yksilöllisillä instansseilla (instance). Funktio ja toimilohko eroavat siinä, että funktiolla voi olla ainoastaan yksi ulostulo, eikä funktiolla voi olla sisäistä tilaa, vaan ulostulo riippuu suoraan sisään tulevista arvoista. Funktioista, toimilohkoista ja ohjelmista käytetään yhteisnimitystä POU (Program Organisation Unit).

Oletusarvoisesti POU:n sisällä käyttöön julistettu muuttuja on kyseisen POU:n lokaali muuttuja. Mikäli muuttuja julistetaan globaaliksi, on se käytettävissä myös muissa saman konfiguraation POU:issa. Muuttuja voi olla myös Directly represented variable (vrt. dma, direct memory access, suorasääntömuuttuja), jolloin muuttuja osoittaa suoraan PLC:n muistipaikkaan.

IEC-standardissa jokaiselle muuttujalle määritetään tyyppi. Standardin mukaisia datatyyppejä ovat BOOL, BYTE, WORD, DWORD, LWORD, INT, SINT, DINT, LINT, UINT, USINT, UDINT, ULINT, REAL, LREAL, STRING, WSTRING, TIME, DATE, DATE\_AND\_TIME sekä TIME\_OF\_DAY. Standardin mukaan kaikkia datatyyppejä ei tarvitse toteuttaa ja lisäksi käyttäjä voi tehdä omia datatyyppejä.

Omien datatyypin avulla tietoa voidaan kapseloida näyttämään ulkopuolelta katsottuna yksinkertaisemmalta.

### **Access paths**

Access pathia käytetään konfiguraatioiden väliseen tiedonsiirtoon. PLC:iden välinen tiedonsiirto määritellään IEC 61131 – standardin osassa 5.

### **Logiikka ohjauslaitteena**

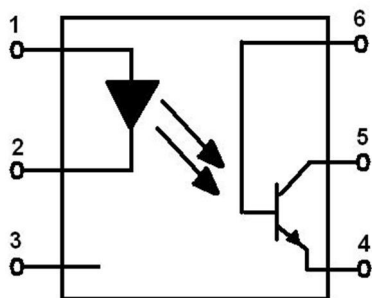
Ohjauslaitteena logiikka siis ottaa anturilta saamansa informaation vastaan ja reagoi saamaansa tiedon perusteella ohjelman määräämällä tavalla. Reagointi ilmenee toimilaitteiden tarkoituksenmukaisena toimintana. Reagointitapa riippuu täysin ohjelmoijan tekemästä ohjelmasta ja reagointinopeus logiikan ominaisuuksista.

Logiikalla voidaan toteuttaa sekä niin sanottua kriteeriohjausta, että askeltavaa ohjausta. Kriteeriohjauksella tarkoitetaan tavanomaista ohjausta, jossa työvaiheet eivät seuraa toistuvasti toisiaan, vaan toimilaitteita ohjataan pelkästään antureilta saadun informaation pohjalta. Kriteeriohjukset ovat suoria ja yksittäisiä toimintoja, jotka eivät välttämättä ole kytköksissä muihin ohjelman toimintoihin. Esimerkiksi rajakytkin menee päälle ja merkkilamppu syttyy.

### **S7-200**

Projektissa käytetään Siemensin valmistamaa Step 7 tuoteperheeseen kuuluvaa 200:sta logiikkaa. Nykyään 200 logiikan on kuitenkin korvannut uusi S7-1200:n logiikka. Päädyin projektissa kuitenkin käyttämään 200:sta logiikka, koska se löytyi ylimääräisenä konepajalla.

Logiikan kytkin tiedot viedään yleisesti sekä sisään, että ulos logiikasta optoerottimen avulla. Optoerotin on komponentti, joka käyttää valonsädettä lähettämään signaaleja yli galvanisesti erotetun rajapinnan. Optista erotusta käytetään pääsääntöisesti silloin, kun siirrossa ei tarvitse siirtää energiaa. Optoerotin koostuu optisesta lähettimestä (LED), sekä optisesta vastaanottimesta, kuten fototransistoria. Näitä kahta osaa erottaa läpinäkyvä rajapinta, joka estää sähkövirran kulun niiden välillä, mutta läpäisee valoa.



KUVIO 10. Optoerottimen periaatekuva

Logiikan tuloissa käytetään usein lisäksi tasasuuntaussiltaa, jonka avulla tulossa vaikuttavan virran suunnalla ei ole merkitystä. Jos logiikan täytyy ohjata suurempaa kuormaa tai yli 24 VDC jännitettä käytetään lähdöissä usein releasteita. Releasteissa logiikka itse ohjaa relettä, jonka koskettimilta kytkentä kenttälaitteelle tapahtuu. Tämä mahdollistaa suurempien virtojen ja jännitteiden ohjaamisen. Projektin kaikki lähdöt ovat releasteita.

Projektin logiikka koostuu keskusyksiköstä ja laajennusmoduuleista. Keskusyksikkönä projektissa on CPU 226 ja laajennusmoduuleita on yhteensä 6. Projektissa käytettiin kahta S7-200-EM 235 laajennusmoduulia, joissa kummassakin on neljä analogista tuloa ja yksi analoginen lähtö. S7-200-EM 232 laajennusmoduuleja oli kaksi. Ne sisältävät yhteensä 4 analogilähtöä. S7-200-EM 222 on laajennusmoduuli, joka sisältää 8 digitaalista lähtöä. Tarkkuus kaikilla projektin analogisilla moduuleilla on 12 bit, joka tarkoittaa että pystytään erottamaan  $2^{12} = 4096$  eri jännitteen / virran tasoa.

Logiikan ohjelmointi tehdään tietokoneella STEP 7 MicroWIN ohjelmalla. Ohjelmaa on helppo käyttää, jos on aikaisemmin ollut tekemisissä vastaavien ohjelmien kanssa. Ohjelman huonona puolena on, että siitä puuttuu kokonaan simulaattori. Onneksi löysin kuitenkin Internetistä ilmaisversiona CanalPLC nimisen simulaattorin. Simulaattori ei ole kaikista luotettavin, mutta on kuitenkin parempi kuin ei mitään.

### STEP 7 Microwin –ohjelma

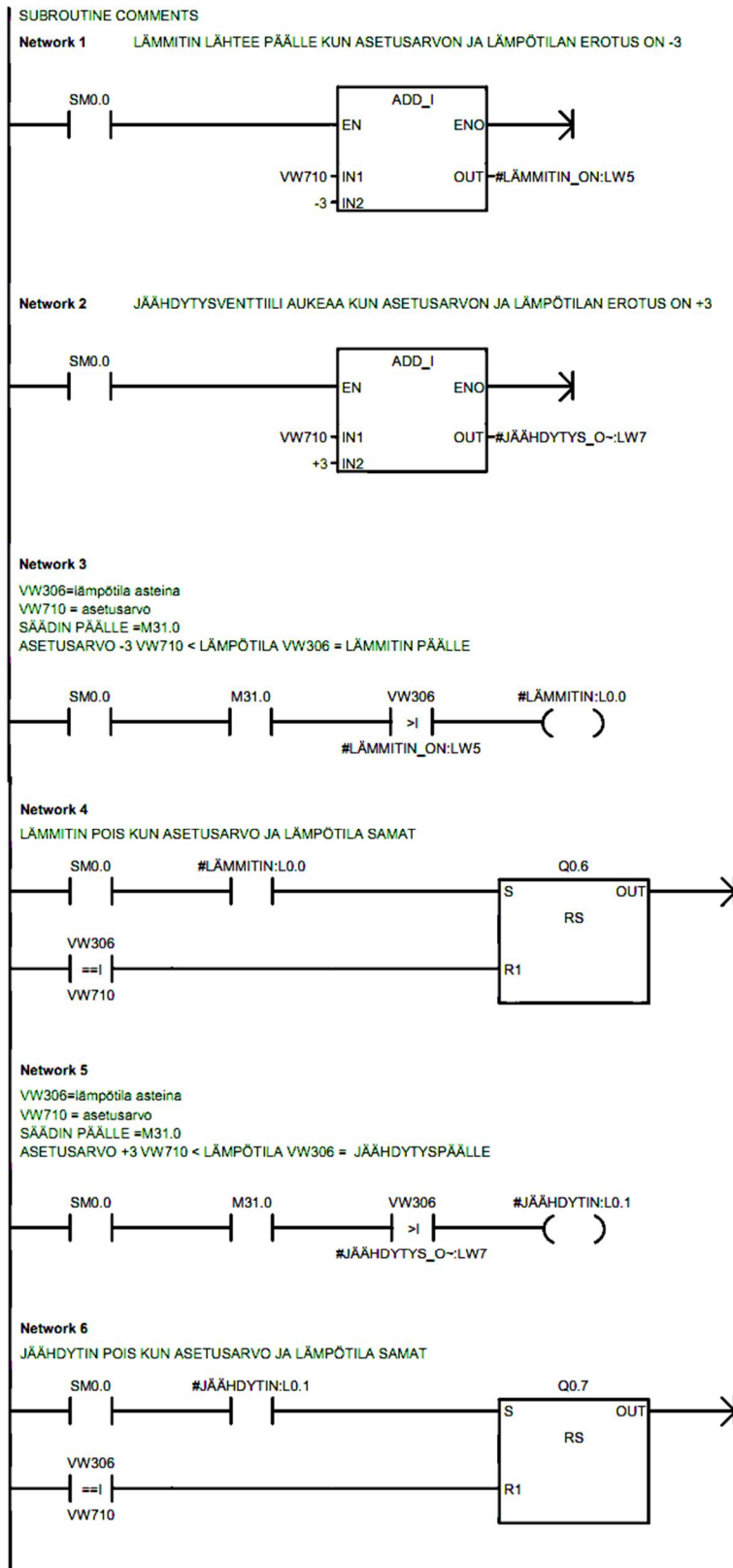
Microwin ohjelmointiympäristö on tehty 200-sarjan logiikoiden ohjelmoimiseksi. Step 7 –sarjan muut logiikat ohjelmoidaan monipuolisemmalla Simatic Manager Step 7 –ohjelmalla. Microwin:lla voidaan kirjoittaa ohjelmia käskylista-, logiikkakaavio- ja tikapuukaviomuodossa.

### 4.3 Koeajokoneikon ohjelma

Koeajokoneikon ohjelma koostuu pääohjelmasta ja yhdeksästä aliohjelmasta, joka tarkoittaa että ohjelma koodia on yhteensä 42 sivua.

Kuviossa 11 on lämpötilaohjelman koodi. Operointipaneelista annetaan lämpötilan asetusarvo, joka tuodaan asteina koodiin muuttujassa (VW710). Tästä arvosta vähennetään kolme astetta ja tallennetaan väliaikaiseen muuttujaan (LW5). Jos tämä arvo sama tai pienempi kuin todellinen lämpötila, lämmitin menee päälle. Lämmitin menee pois päältä, kun todellinen lämpötila ja asetusarvo ovat samat. Jäähdytin lähtee päälle, kun lämpötila nousee kolme astetta tai yli asetusarvon. Jäädyn sammuu, kun asetusarvo ja todellinen lämpötila arvo ovat saman samansuuruiset. Lämpötilan säätö toimii, vain kun säädin asetettu päälle operointipaneelista (M31.0). Tämä ratkaisu vähentää lämmittimen ja jäähdyttimen värähtelyä (päälle/pois) verrattuna ratkaisuun, jossa lämmitin ja jäähdytin lähtisivät päälle heti kun asetusarvo ja todellinen lämpötila eroaisivat toisistaan.





KUVIO 11. Lämpötilaohjelma

## 4.4 Valvomosuunnittelu

Operointipaneeli on käyttöliittymä käyttäjän ja logiikan välillä. Operointipaneelista käyttäjä pystyy seuraamaan prosessin tilaa ja tekemään haluttuja ohjauksia prosessiin. Operointipaneelissa näkyy yleensä myös hälytykset ja näiden syntymisen syy. Tiedon avulla käyttäjän on helppo paikantaa prosessin keskeytymisen syy.

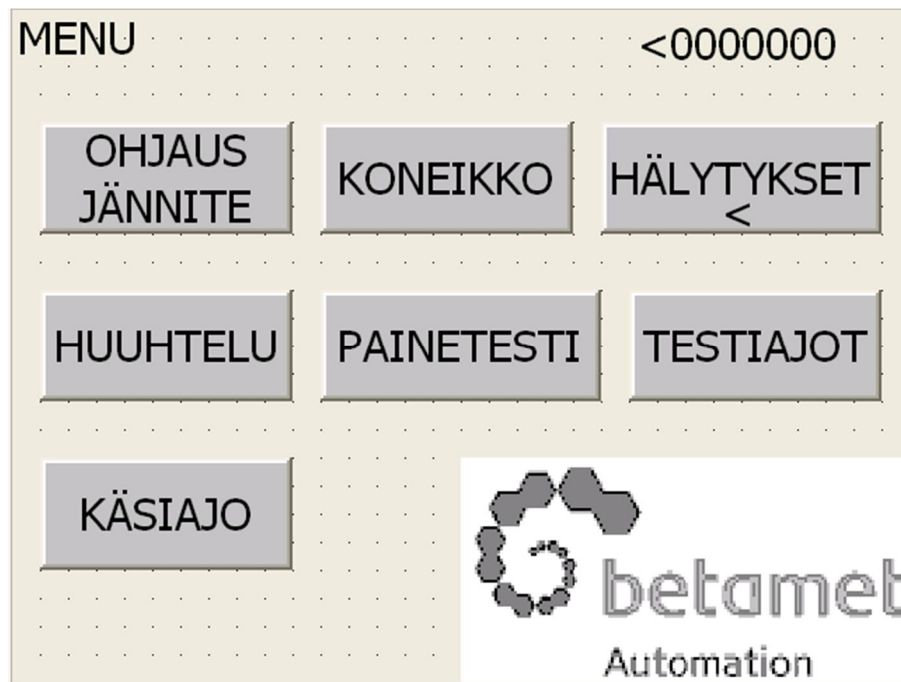
Operointipaneeliksi valittiin Siemens TP070, joka on tarkoitettu toimimaan S7-200 sarjan kanssa. Operointipaneeli ohjelmoitiin TP-designer-ohjelmalla. Operointipaneeli yhdistetään logiikkaan Profibus väylällä. Operointipaneeli toimii kosketusnäppäinperiaatteella ja paneelissa olevilla painikkeilla liikutaan eri valikoissa sekä ohjataan laitteiston toimintoja. Operointipaneeli asennetaan keskuksen kanteen, josta valitaan laitteen toimintatila sekä ohjataan koeajo koneikon toimintaa. Valikko rakenne on seuraavanlainen:

- MENU
  - ohjausjännite
  - koneikko
  - hälytykset
  - huuhtelu
  - painetesti
  - testiajot
    - testi 1
    - testi2
    - Jne.
  - käsiajo
    - koneikon Venttiilit
    - kuormitusventtiilit ja pistorasialähdöt
    - analogilähdöt (jännite)
    - analogilähdöt (virta)

### Menu-valikko

Menu valikosta valitaan haluttu toiminto. Ohjausjännite valikosta voidaan laittaa koneikon ohjausjännite päälle ja pois, Jota ilman koneikko ei pyöri. Koneikko valikosta laitetaan pumppu päälle sekä voidaan säätää koneikon öljynlämpötilaa. Hälytykset

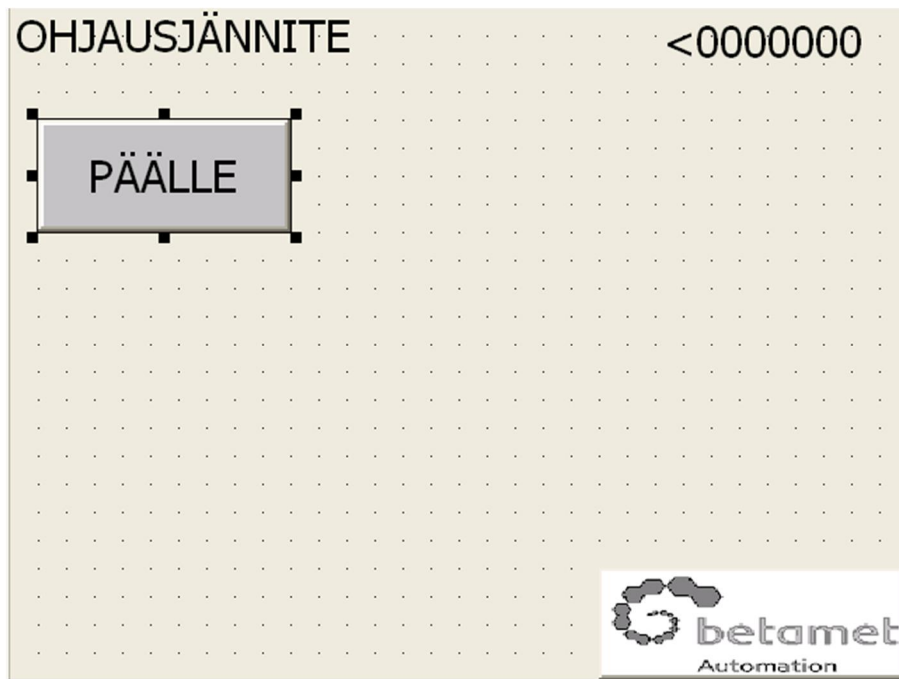
painikkeen alla lukee joko 1 tai 0. 1 tarkoittaa että koneikossa on jokin häiriö ja nolla taas että tarkoittaa että logiikka ei ole havainnut häiriötä. Hälytys valikossa on eritelty mistä häiriö johtuu. Huuhtelu valikossa voidaan käynnistää huutelu ohjelma. Painetesti valikossa voidaan käynnistää staattinen tai dynaaminen painetesti. Testiajot valikossa on käyttäjän tekemiä testiohjelmia. Käsiäjovalikossa käyttäjä voi ajaa venttiileitä manuaalisesti (ks. kuvio 12).



KUVIO 12. Menu-valikko

### **Ohjausjännite-valikko**

Ohjausjännite on kuviossa 9 pois päältä. Painamalla nappulaa jossa lukee ”PÄÄLLE”, koneikon ohjausjännite menee päälle ja nappulaan tulee teksti ”POIS”. Valikon yläreunassa lukee kuviossa ”<0000000”, mutta koneikossa siinä kohtaa lukee OK tai HÄLYTYS. Tämä kertoo onko koneikossa vikaa. Valikon alalaidassa olevaa Betamet Automationin logoa painamalla pääsee takaisin menu-valikkoon.

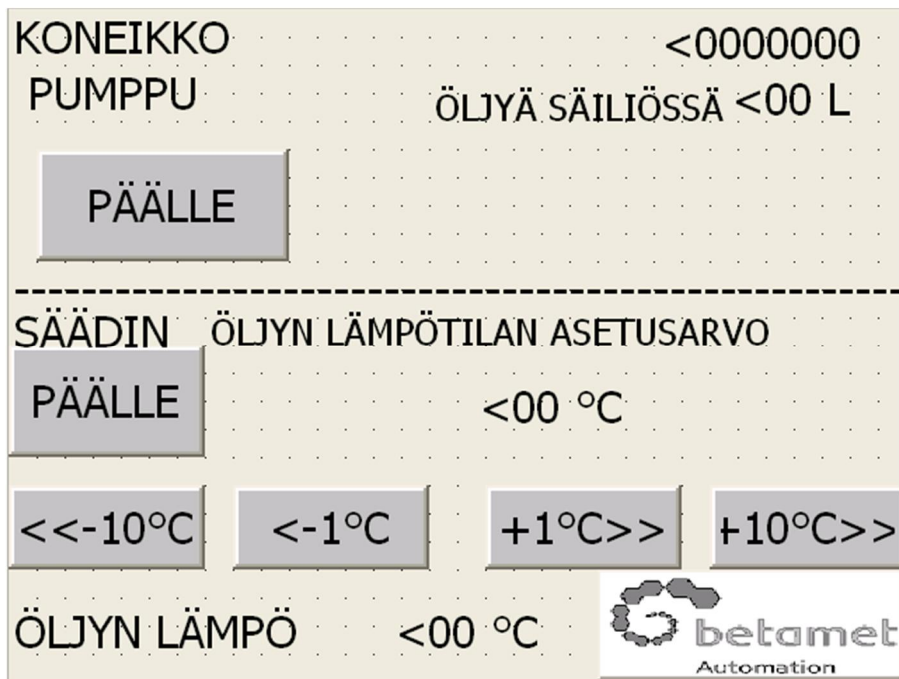


KUVIO 13. Ohjausjännite-valikko

### **Koneikko -valikko**

Koneikon pumppu on kuviossa 14 pois päältä. Painamalla nappulaa, jossa lukee ”PÄÄLLE” koneikon ohjausjännite menee päälle ja nappulaan tulee teksti ”POIS”. Valikon yläreunassa lukee kuvassa ”<0000000”, mutta koneikossa siinä kohtaa lukee OK tai HÄLYTYYS. Tämä kertoo onko koneikossa vikaa. Valikosta näkee, paljonko öljyä on vielä säiliössä. Säiliössä pitää olla yli 173 l öljyä, jotta koneikko pysyy käynnissä.

Öljyn lämpötilan automaattisen säätimen hallinta on erotettu kuvassa katkoviivalla. Painamalla katkoviivan alapuolella sijaitsevaa nappulaa, jossa lukee PÄÄLLE, rupeaa koneikko säätämään automaattisesti öljyn lämpötilaa, valikossa olevaan ”ÖLJYN LÄMPÖTILAN ASETUSARVO <00 °C” näyttämään arvoon ja nappulaan tulee teksti POIS. Hallitseva öljyn lämpötila lukee valikon alalaidassa ”ÖLJYN LÄMPÖ <00 °C”. Öljyn lämpötilan asetusarvo asetetaan nappuloilla <<-10 °C <<-1 °C +1°C>> +10°C>>.



KUVIO 14. Koneikko – valikko

**Hälytykset–valikko**

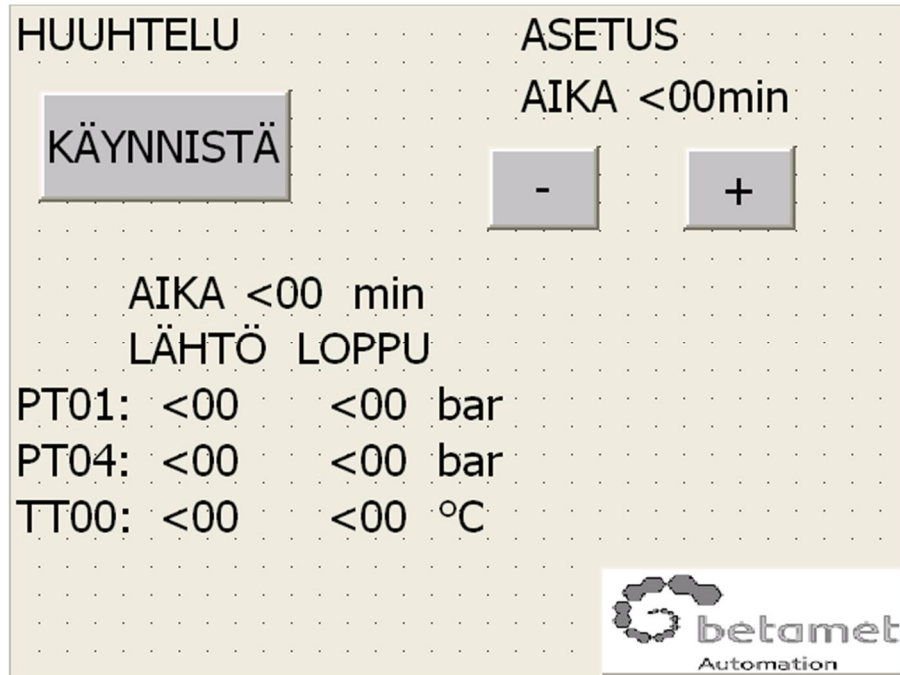
Hälytykset–valikosta selviää mikä on aiheuttanut hälytyksen. Vian korjaamisen jälkeen hälytys pitää vielä kuitata painamalla KUITTAUS painiketta (Ks. Kuvio 15).



KUVIO 15. Hälytykset–valikko

### Huuhtelu–valikko

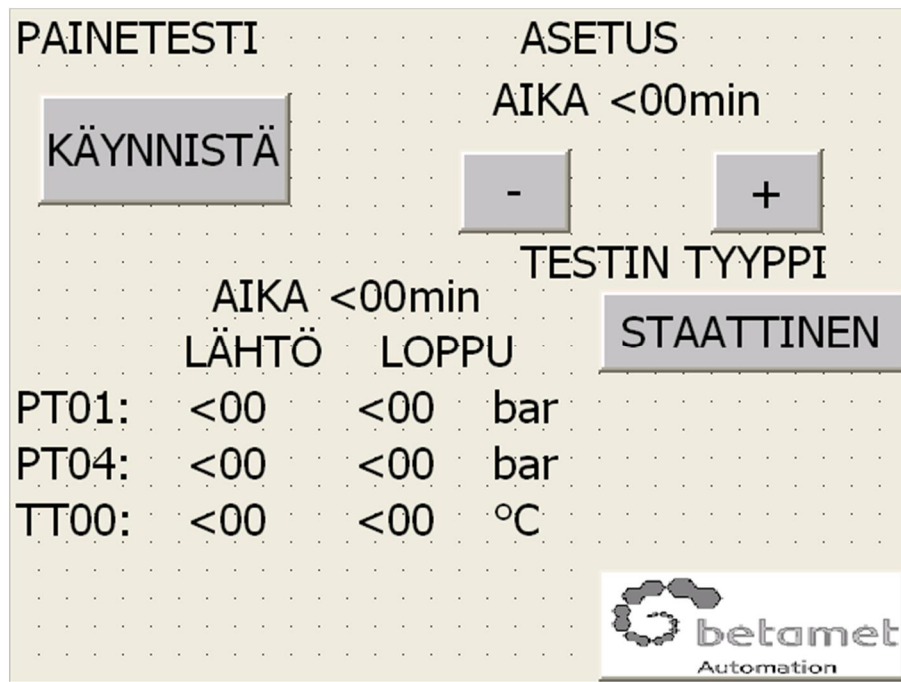
Painamalla huuhtelu–valikosta ”KÄYNNISTÄ” -nappulaa alkaa koneikko huudella kohdan ”ASETUSAIKA <00min” osoittaman ajan verran. Valikosta näkee lähtöpaineen ”PT01” ja tulopaineen ”PT04” sekä öljyn lämpötilan ”TT00” alku ja loppu tilanteen(ks. kuvio 16).



KUVIO 16. Huutelu valikko

### Painetesti – valikko

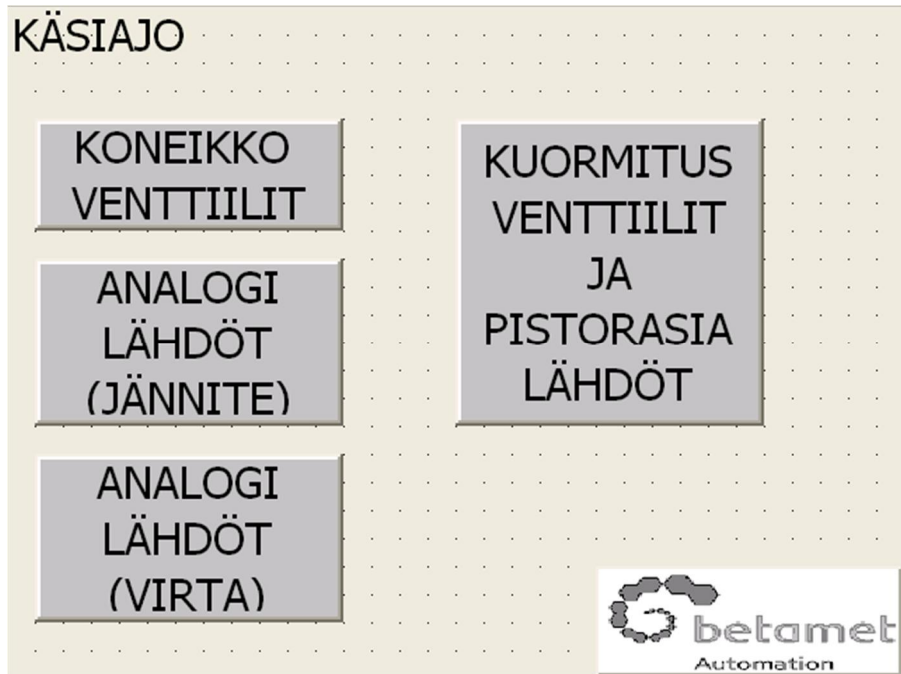
Painamalla painetesti–valikosta ”KÄYNNISTÄ ” nappulaa alkaa koneikko suorittaa painetestiä kohdan ”ASETUS AIKA <00min” osoittaman ajan verran. Valikosta näkee lähtöpaineen PT01 ja tulopaineen ”PT04” sekä öljyn lämpötilan ”TT00” alku ja loppu tilanteen. Nappulaa ”STAATTINEN” painamalla voi valita onko painetesti staattinen vai dynaaminen. Dynaamisessa painetestissä syöttöventtiili on kokoajan auki, kun taas staattisessa se menee kiinni testin aikana (ks. kuvio 17).



KUVIO 17. Painetestin valikko

### Käsiajovalikko

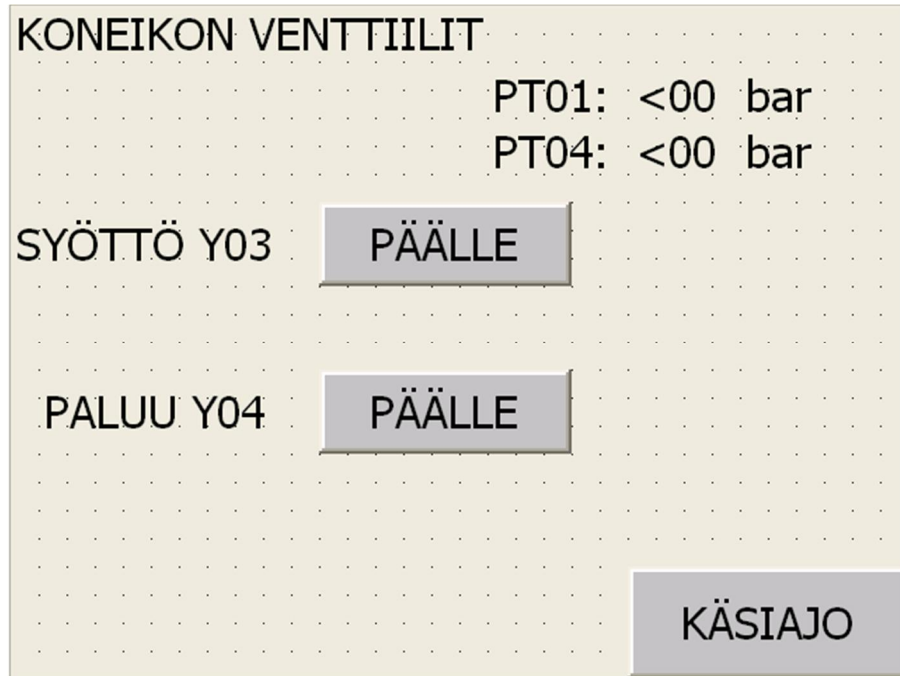
Käsiajovalikosta siirrytään muihin käsiajovalikoihin. (ks. kuvio 18).



KUVIO 18. Käsiajovalikko.

### Koneikon venttiilit-valikko

Koneikon venttiilit-valikosta saa syöttö- ja paluuventtiilin auki ja kiinni. Valikon alalaidassa olevaa ”KÄSIAJO” nappulaa painamalla pääsee takaisin käsiajovalikkoon (ks. kuvio 19).

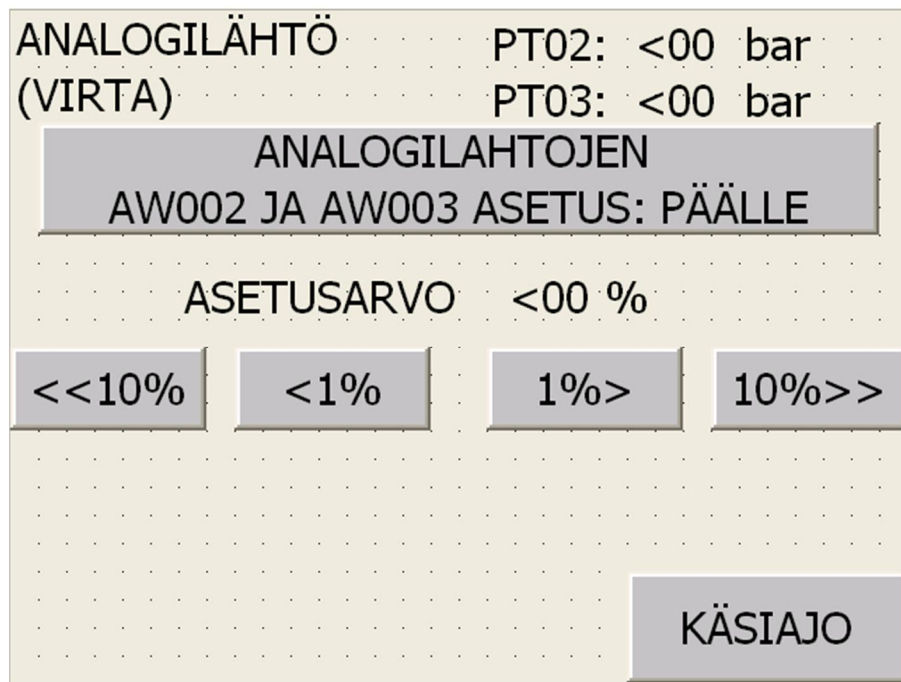


KUVIO 19. Koneikon venttiilit valikko

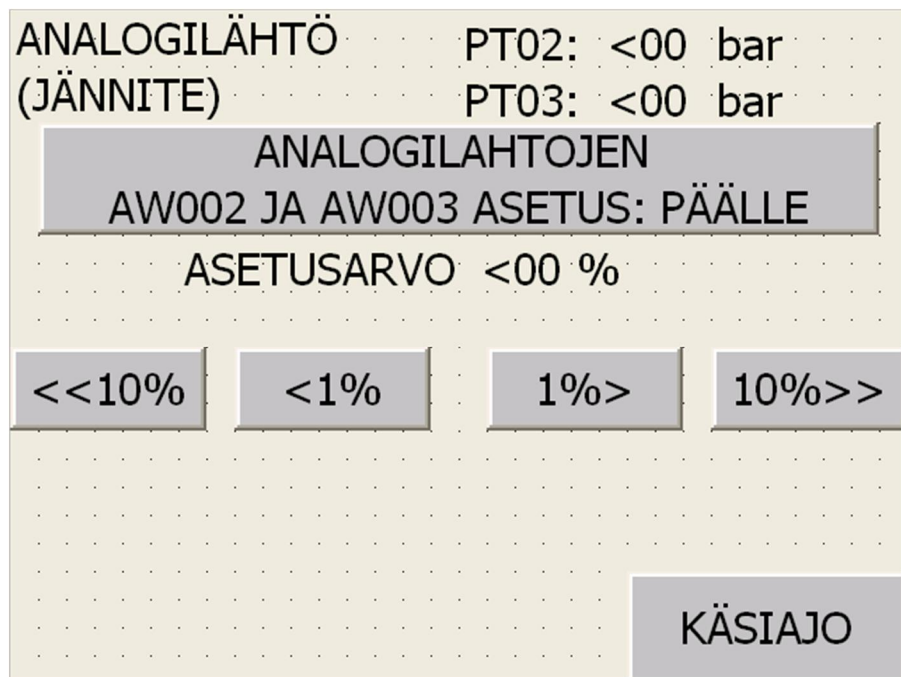
### Analogilähdöt (jännite ja virta)

Analogilähtöjen-valikoista voidaan ohjata koneikon sähkökeskuksen ovesa olevia pistorasioita, joissa on teksti AWQ002, AWQ003 (jännite) tai AWQ004, AWQ005 (virta). Asetusarvo annetaan painikkeilla ”<<10%”, ” <<1%”, 1%> ja 10%>>. Valikon alalaidassa olevaa ”KÄSIAJO”-nappulaa painamalla pääsee takaisin käsiajovalikkoon. Analogilähtöjen virta- ja jännitevalikot ovat samanlaiset muuten paitsi, että ohjataan eri pistokkeita (ks. kuviot 20 ja 21).





KUVIO 20. Analogilähtö (virta)

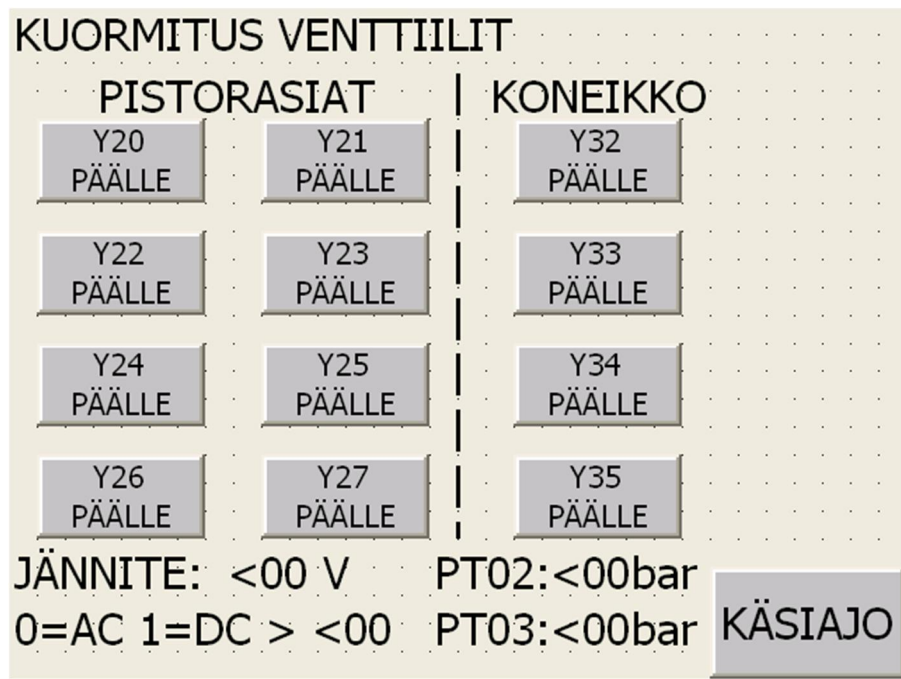


KUVIO 21. Analogilähtö (jännite)

### **Kuormitusventtiilit ja pistorasialähdöt**

Kuormitusventtiili-valikossa on katkoviivalla erotettu venttiilit, jotka sijaitsevat koeajokoneikossa. Valikosta näkee pistorasioille syötettävän jännitteen arvon ja laadun.

Valikosta näkyy myös painemittareiden PT02 ja PT03 arvot (ks. kuvio 22).



KUVIO 22. Kuormitus venttiilit ja pistorasialähdöt

## 5 KOEAJOKONEIKON KÄYTTÄMINEN

### 5.1 Ennen käytön aloittamista

Jokaisesta huuhtelusta ja koeajosta on tehtävä ohjeistus ja toimintakuvaus. Ohjeistuksessa on huomioitava standardin SFS-EN 982 hydraulisten järjestelmien sekä niiden komponenttien turvallisuusvaatimukset. (Riskiarvio tulisi tehdä standardin SFS-EN 982 mukaan.) Ennen jokaista koeajoa tai huuhtelua käyttäjän tulisi tarkastaa seuraavat kohdat. On varmistettava että säiliössä on riittävästi öljyä. On tarkistettava että öljy ei ole sameaa. On tarkistettava, että letkut ja putket on kytketty koeajokaavion tai huuhtelukaavion mukaisesti. Liittimien kireys on tarkistettava. On tarkistettava paineen säätöventtiilin säätöarvo, jonka on oltava kyseessä olevan huuhtelun tai koeajon ohjeistuksen mukainen. On tarkistettava pistorasioilta tuleva jännitteen arvo sekä laatu yleismittarilla (Vaihtosähkö AC tai tasasähkö DC). Jännitteen on oltava sama, mikä on merkitty koeajettavan laitteen keloihin. Koneikkoon voidaan tarvittaessa ohjelmoida valmiiden testien lisäksi myös muita testejä. Näille testeille on varattu ohjelmassa omat muistialueet sekä operointipaneelissa on paikat niille.

## 5.2 Painetesti

Painetestin tarkoituksena on todeta painehäviöt ja vuodot. Painetestin voi tehdä staattisena tai dynaamisena. Staattisen painetestin tarkoituksena on selvittää staattiset painehäviöt ja vuodot. Staattinen painehäviö aiheutuu alku- ja lopputilan korkeuserosta sekä alku- ja lopputilojen välisestä paine-erosta yhtälön 8 mukaisesti.

$$\Delta P_{st} = P_2 - P_1 = \rho g(Z_2 - Z_1) \quad (8)$$

$P_1$	Paine putken alkupäässä
$P_2$	Paine putken loppupäässä
$\rho$	Virtaavan aineen tiheys
$Z_1$	Putken alkupisteen korkeus
$Z_2$	Putken loppupisteen korkeus

Staattinen painetesti toteutetaan laittamalla paluuventtiili kiinni ja syöttämällä tutkittavaan yksikköön öljyä, kunnes haluttu paineraja saavutetaan. Painerajan saavuttaminen laittaa syöttöventtiilin kiinni, minkä jälkeen paine-anturi kirjaa lähtöpaineen. Ennalta asetetun mittausajan loputtua paine-anturi kirjaa loppupaineen. Lähtö- ja loppupaineen erotus kertoo kuinka paljon yksikkö vuotaa.

Dynaamisen painetestin tarkoituksena on selvittää dynaaminen painehäviö, joka on kitkan- ja paikallisvastuksien summa. Myös mittalaitteiden aiheuttamat painehäviöt ovat dynaamista painehäviötä. Putken halkaisijan pysyessä vakiona dynaaminen painehäviö voidaan laskea yhtälöstä 9.

$$\Delta P_{dyn} = \left( \zeta_D \frac{l}{d} + \sum \zeta_K \right) \frac{1}{2} \rho v_k^2 \quad (9)$$

$\zeta_D$	Putkivastuskerroin
$\zeta_K$	paikallisvastus
$l$	putken pituus
$d$	putken sisähalkaisija
$\rho$	nesteen tiheys
$v_k$	keskimääräinen virtausnopeus

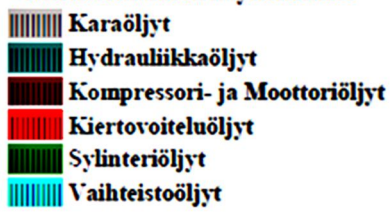






































Dynaaminen painetesti toteutetaan laittamalla paluuventtiili kiinni ja syöttämällä tutkittavaan yksikköön öljyä, kunnes haluttu paineraja saavutetaan. Painerajan saavuttaminen saa ennalta asetetun mittausajan päälle. Paine-anturit mittaavat paine-eroa testattavan yksikön syöttölinjan ja paluulinjan välillä. Näin saadaan tietää järjestelmän dynaamiset painehäviöt.

### 5.3 Huuhtelu

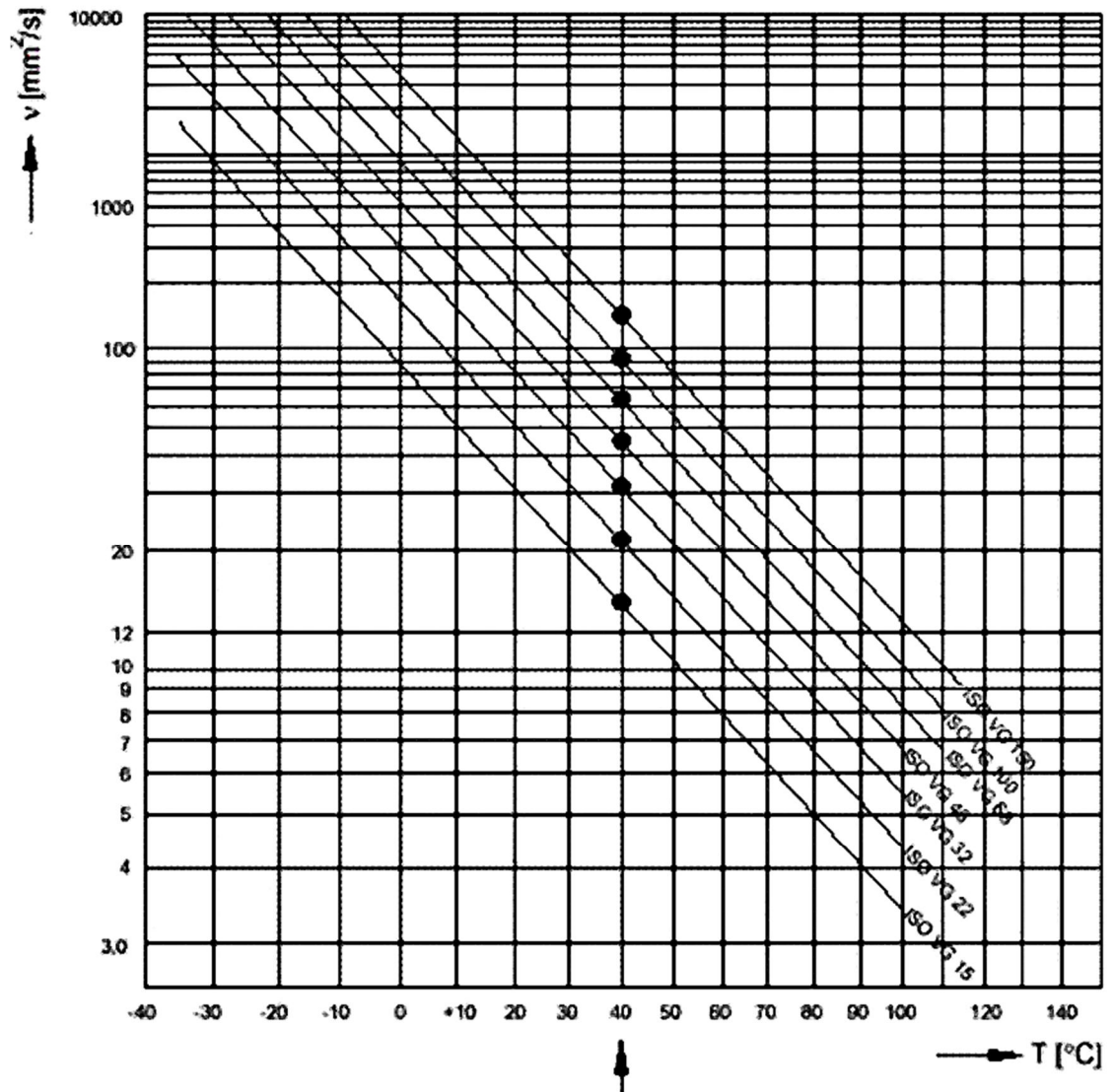
Huuhtelun tehtävänä on puhdistaa putkistot ja yksiköt. Huuhtelussa on tärkeää, että huudeltavan nesteen virtaus on turbulenttinen, koska vain turbulenttinen virtaus pysyy kuljettamaan väliainetta tiheämpiä hiukkasia. Virtauksen muotoon vaikuttaa virtausnopeus ja nesteen viskositeetti.

Nesteen viskositeettiin vaikuttaa oleellisesti lämpötila. Tästä johtuen huuhtelussa täytyy varmistua öljyn viskositeetista huuhtelulämpötilassa. Yleisesti käytössä oleva standardin ISO 3448-luokitus pitää sisällään 18 viskositeettiluokkaa. Näitä luokkia kuvaava lukuarvo 2-1500 ilmoittaa öljyn kinemaattisen viskositeetin 40 °C:ssa ja yksikössä cSt. Viskositeetille sallitaan  $\pm 10\%$ :n vaihteluväli luokan nimellisarvosta. Taulukossa 5 on lueteltu standardin ISO 3448 viskositeettiluokat sekä luokkaa vastaava viskositeetin arvo ja standardin sallima viskositeetin vaihteluväli. Taulukossa on kuvattu myös tyypillisiä käyttökohteita eri viskositeettialueilla. Mineraaliöljyn viskositeettialue on yleisesti 32 – 320 cSt välillä 40 °C:ssa. Synteettisten PAO-perusteisten öljyjen viskositeetti on välillä 68 - 320 cSt ja polyglykol-perusteisten välillä 150 – 460 cSt 40 °C:n lämpötilassa.

TAULUKKO 5. ISO 3448 -viskositeettiluokitus

ISO Viskositeetti (Viscosity Grade)	Viskositeetin keskiarvo cSt (mm <sup>2</sup> /s) / 40 °C			Viskositeettialueen käyttökohteet 
	Min	cSt	Max	
ISO VG 2	1,92	2,2	2,42	
ISO VG 3	2,88	3,2	3,52	
ISO VG 5	4,14	4,6	5,06	
ISO VG 7	6,12	6,8	7,48	
ISO VG 10	9,00	10,0	11,00	 
ISO VG 15	13,50	15,0	16,50	
ISO VG 22	19,80	22,0	24,20	
ISO VG 32	28,80	32,0	35,20	  
ISO VG 46	41,40	46,0	50,60	  
ISO VG 68	61,20	68,0	74,80	   
ISO VG 100	90	100	110	   
ISO VG 150	135	150	165	  
ISO VG 220	198	220	242	 
ISO VG 320	288	320	352	  
ISO VG 460	414	460	506	 
ISO VG 680	612	680	748	 
ISO VG 1000	900	1000	1100	 
ISO VG 1500	1350	1500	1650	 

Eri hydraulikkaöljyillä viskositeetin muutos tapahtuu nopeammin lämpötilan muuttuessa. Hydraulikkaöljyn viskositeetti-indeksi kuvaa viskositeetin muutoksen suuruutta lämpötilan vaihdella. Korkean viskositeetti-indeksin omaavilla öljyillä viskositeetti muuttuu hyvin vähän lämpötilan vaihdella. Erilaisten öljyjen viskositeetin muutos lämpötilan suhteen on esitetty kuviossa 23.



KUVIO 23. Viskositeetin muutos lämpötilan suhteen

Virtauksen muotoa kuvataan yleisesti Reynolsin luvulla, jossa alle 2000 luku on laminaarinen ja yli 2300 luku on turbulenttinen. Reynolds-luku lasketaan kaavalla 10.

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu} \quad (10)$$

- $\mu$  fluidin dynaaminen viskositeetti
- $v$  virtausnopeus
- $\rho$  nesteen tiheys
- $d$  halkaisija

Huuhtelu tapahtuu maksimissaan 150 l/min tuotolla. Tuoton perusteella voidaan laskea virtausnopeus putkistossa yhtälön 11 avulla.

$$v = \frac{4000 \cdot Q}{d^2 \pi \cdot 60} \quad (11)$$

$v$	virtausnopeus
$d$	putken sisähalkaisija
$Q$	tilavuusvirtaus

Kun tiedetään tuotto ja virtausnopeus voidaan kaavan 12 avulla laskea käytettävän öljyn kinemaattinen viskositeetti. Luotettavan huuhtelun aikaan saamiseksi on Reynoldsin luvun oltava noin 4000.

$$v = \frac{v_s d \cdot 1000}{Re} \quad (12)$$

$v_s$	virtausnopeus putkessa
$d$	putken sisähalkaisija
$Re$	Reynoldsin luku

Koeajokoneikolla voidaan luotettavasti huuhdella putkia aina 49 mm:iin asti (ks. taulukko 6).

TAULUKKO 6. Käytettävän öljyn viskositeetti putkikoon mukaan

Viskositeetti	Putken sisähalkaisija	Virtausnopeus
16 cSt	49 mm	1,33 m/s
20 cSt	39 mm	2,09 m/s
24 cSt	33 mm	2,92 m/s
28 cSt	28 mm	4,06 m/s
32 cSt	24 mm	5,53 m/s
36 cSt	22 mm	6,58 m/s
40 cSt	19 mm	8,82 m/s
44 cSt	18 mm	9,82 m/s

Alle 16 cSt:n viskositeetilla on hydrauliiikkapumpun rikkoutumisvaara.

Huuhdeltavan kohteen tulolinjat liitetään koeajokoneikkoon lähtöihin PP1-PP8 ja läh-  
tölinjat koeajokoneikon tuloihin TT1-TT2. Käyttämättömät tulot ja lähdöt tulpataan.  
Tämän jälkeen voidaan kytkeä syöttökaapeli koneikkoon ja aloittaa huuhtelu.

## **5.4 Käsiajo**

### **Suuntaventtiilit**

Suuntaventtiileitä voidaan koeajaa koneikolla 8 kpl (kelojen määrä) kerrallaan. Suun-  
taventtiilit kytketään koeajokoneikon sähkökaapin kannessa oleviin suko pistorasioi-  
hin pistotulpilla, vasemman puoleiset pistorasiat (pistorasiat merkitty Y20 - Y27).

Käyttäjän on säädettävä venttiileille lähtevä jännite jännitesäätö muuntajalla T2.

Muuntajan kahva on pistorasioiden yläpuolella keskuksen ovesa.

Jännite voidaan säätää 0-260 Vac:iin tai 0-260 Vdc:iin. Venttiileille lähtevän jännit-  
teen arvoa voi seurata ohjauspaneelistä TP070 Pistorasiat–valikosta. Samassa valikos-  
sa on myös valintanappi, jolla määritellään käytetäänkö tasasähköä (DC) vai vaih-  
tosähköä (AC). Keloja ei saa kytkeä laitteeseen ennen kuin jännite on säädetty halu-  
tuksi. Alhaisilla jännitteen arvoilla tarkka jännitteen arvo mitataan pistorasioista  
yleismittarilla. Venttiileitä ohjataan kiinni ja auki ohjauspaneelin kuormitusventtiilit–  
valikosta

### **Proportionaaliventtiilit**

#### **Integroidut**

Koeajokoneikolla ajettaessa proportionaaliventtiileitä, joissa proportionaaliventtiilin  
ohjauselektronikka on integroitu kiinteästi venttiiliin. Tällöin käytetään keskuksen  
oikeassa ovesa olevia standardin mukaisia proportionaaliventtiileiden pistokkeita.

Integroituja venttiileitä voidaan ajaa 2+2 kpl kerrallaan. Venttiilit voivat olla virta- tai  
jänniteohjattuja (2 kpl virta- ja 2 kpl jänniteohjattuja).

#### **Suoraan ohjatut ilman takaisin kytkentää**

K01 keskuksen oikeassa kannessa on myös pistorasiat joista voidaan ohjata proportio-  
naaliventtiileitä joissa on ulkoinen ohjauselektronikka kortti. Tällöin pistorasioihin  
kytketään suoraan proportionaaliventtiilin kela. Venttiilin ohjauselektronikka korttia  
ei kytketä.



### **Takaisinkytketyt ulkoisella ohjauskortilla**

Koeajokoneikolla ei voida koeajaa proportionaaliventtiileitä, joissa on ulkoinen elektroniikka ja takaisinkytkentä. Takaisinkytkennällä varustetut kortilliset proportionaaliventtiilit on kytkettävä ja asennettava jokainen tapauskohtaisesti. Asentamalla takaisinkytketyn venttiilin ohjauskortin korttitelineeseen johon voidaan ottaa jännitesyöttö ja ohjaus keskuksen oven 7 ja 11 liittimistä on mahdollista ajaa takaisinkytkettyjä proportionaaliventtiileitä ilman takaisin kytkentää. Takaisinkytkentä voidaan tarvittaessa tuoda vapaaseen binääri- (pulssimodulaatio) tai analogituloon (virta- tai jänniteviesti)

## **6 TULOSTEN VARMENTAMINEN**

Suunnitelman varsinainen toiminnallisuus tulee esille vasta laitteen rakentamisen ja käytön yhteydessä. Koeajokoneikon suunnitelman toiminnallisuus tässä vaiheessa todennettiin I/O-testauksella. I/O-testin tarkoituksena on testata kaikki logiikkaan liitetyt I/O-pisteet ja logiikka ohjelman oikea toiminta. I/O-testit tehtiin liittämällä logiikka tietokoneeseen, jossa käytettiin Siemensin Micro/Win-ohjelman simulointia. Ohjelma lukee logiikan I/O liitäntöjen tilat ja näyttää niiden vaikutukset logiikan ohjelmointilohkoihin ja lähtöihin.

Logiikan binääritulot testattiin tuomalla jännitelähteellä 24 VDC logiikan binäärituloihin. Logiikan analogiatulot testattiin tuomalla säädettävällä jännitelähteellä 0-10 V jänniteviesti logiikan analogiatuloihin. Logiikan lähtöjen arvot luettiin yleismittarilla. Operointipaneelin ohjaamiin muistipaikkoihin syötettiin Micro/Win-ohjelmassa kulloistakin tilannetta kuvaavat arvot.

Esim. lämpötilasäätimen (ks. kuvio 11) toiminnan testaus aloitettiin kirjoittamalla säätimen asetusarvo muuttujaan VW710 sekä asettamalla säädin päälle muuttujalla M31.0. Tämän jälkeen logiikan analogiatuloon AIW007 tuodaan jännitelähteellä jänniteviesti, joka kuvaa säiliön lämpötilaa. Yleismittari kytketään aluksi binäärilähtöön Q0.6 varmistamaan, että ohjelman ilmoittama lähtö on varmasti päällä. Jännitelähteen arvoa ruvetaan nostamaan nolasta samalla seuraten millä arvolla logiikkaan binäärilähtö Q0.6 (lämmitin) tila muuttuu nolaksi (0VDC) ja millä arvolla binäärilähdön

Q0.7 (jähdytin) tila muuttuu ykköseksi (24VDC). Tulojen arvot varmistetaan vielä yleismittarilla. Saadut tulokset kirjataan ja verrataan suunniteltuun toimintaan.

Kaikki logiikan piirit testattiin edellä mainitulla tavalla ja logiikan piirit todettiin toimivan halutulla tavalla. Näiden tietojen perusteella voidaan sanoa, että tulokseksi saatiin suunnitelma koeajokoneikosta, joka täyttää asetetut tavoitteet. Suunnitelmassa on osin viety automaatioaste pidemmälle, kuin mitä tilaajan asettamat lähtökohdat olivat.

## 7 YHTEENVETO

Projektin tavoitteena oli, että koneikolla pystytään testaamaan painekestävyys ja huuhtelemaan putkistoja sekä testaamaan erilaisia hydraulikkayksiköitä. Lisäksi testattavia komponentteja ja yksiköitä tulee pystyä ohjaamaan logiikan avulla ja yksiköissä olevia kiinteitä mittauslaitteita lukemaan logiikkaan liitettynä. Toiveena oli myös, että käytettäisiin mahdollisimman paljon jo olemassa olevia osia.

Painekestävyyden testaaminen putkistoissa ja hydraulikkayksiköissä perustuu painemittauksiin tulo- ja lähtöpäässä. Painekestävyys voidaan mitata dynaamisena ja staattisena. Järjestelmä kirjaamia paine-eroja vertailemalla saadaan tietää mahdolliset vuodot. Tämän toiminnon käytännön toimivuutta ei ole testattu, mutta tilaajan käytössä olevat nykyiset painekestävyyttä testaavat laitteet toimivat samalla periaatteella.

Huuhteluun tilaajalla on käytössä koneikko, jossa kaikki venttiilit toimi käsikäyttöisesti. Tämän koneikon pohjalta kehiteltiin koeajokoneikkoon huuhteluohjelman. Huuhtelussa on tärkeää saada virtauksen muoto turbulenttiseksi, jotta huuhteluaika saataisiin lyhyeksi. Virtauksen muodon pystyy laskemaan, kun tiedetään viskositeetti, lämpötila, virtausnopeus ja putkiston koko. Putkiston koon määrittäminen olisi hyvin hankalaa, koska huuhteluvissa järjestelmissä putki koko saattaa vaihdella suuresti. Näin ollen päädyin ratkaisuun, jossa pumpun koko tuotto ohjataan huuhteltavaan kohteeseen ja huuhtelua tehdään niin kauan kun haluttu puhtaus saavutetaan. Etuna koeajokoneikossa verrattuna tilaajan huuhtelukoneikkoon on, että koeajokoneikko säättää lämpötilan automaattisesti asetusarvoon. Huuhteluohjelman käytännön toimivuutta ei ole testattu, mutta tilaajan käytössä olevat nykyinen huuhtelukoneikko toimii hyvin samalla periaatteella.

Yksiköiden ohjausta varten suunnittelin koeajokoneikon sähkökeskukseen pistokkeet, joiden avulla pystytään kytkemään nopeasti venttiileitä järjestelmään. Jännitteensäätö mahdollistaa laitteiston toiminnan erilaisilla jännitteillä. Ohjausten toiminta on testattu simulaattorilla sekä logiikan mittauksilla, mutta varsinaisia käyttötestejä ei ole ohjauksille tehty.

Kokonaisuutena projektin aikana saatiin tehtyä koeajokoneikolle suunnitelmat, joiden pohjalta on hyvä lähteä toteuttamaan projektia. Suunnittelussa pyrittiin kokonaisvaltaiseen suunnitteluun luomalla mahdollisimman selkeä ja laaja dokumentaatio. Dokumentaatiossa on otettu mallia suurempien projektien dokumentaatiosta, joista saatiin mallia mitä dokumentteja tarvitaan ja mitä tietoja niihin on hyvä sisällyttää. Suunnittelu projektista tuli pitkä, koska joudutin opiskelemaan uusia ohjelmia ja koska aikaisempi suunnittelukokemus oli vähäinen. Suunnittelua hankaloitti myös se, että tarvittavia AutoCAD -lohkoja ei löytynyt valmiina vaan ne piti tehdä itse.

Suunnittelussa on tärkeää, että kaikki osaset ovat kytkettyinä toisiinsa, koska kun tehdään esim. jotain muutoksia projektin yhteen dokumenttiin, täytyy muutos tehdä myös muihin dokumentteihin, joita se koskee. Tämä tärkeä seikka vaati, että käyttäjä osaa tehdä ja on tehnyt linkitykset oikein. Suunnittelussa on myös tärkeää kirjoittaa AutoCAD -lohkon ominaisuudet oikein, koska kun tehdään esim. osalistoja automaattisesti, on tärkeää, että tiedot listoissa on oikein. Nämä asiat ovat hyvässä suunnittelutoimistossa itsestään selvyiksiä, joita kaikki suunnittelijat eivät edes ajattele, koska joku on tehnyt kaikki tarvittavat ohjeet ja asetukset valmiiksi. Nämä asiat muodostuivat yhdeksi ongelmakohdaksi projektissa, koska jouduin lähtemään tyhjästä oman suunnittelu kokemuksen vähyydestä johtuen.

Projektin lähtökohdat olivat alkuun täysin vieraat ja se teki alkuun pääsemisestä hankalaa. Projektin alussa minulle annettiin täysin vapaat kädet lähteä luomaan koeajokoneikkoa. Pohjan projektin suunnittelulle loi tilaajan antama lista tarvittavista ominaisuuksista sekä konepajalla olevat muista projekteista yli jääneet komponentit.

Heti alussa ongelmaksi muodostui hydraulikkakaavion luominen, koska opinnoissani olin saanut hydraulikkaopetusta vain muutaman tunnin. Onneksi projektilla ei ollut kiire, joten pystyin rauhassa tutustumaan hydraulikkakirjallisuuteen ja sain tilaajalta kuvia sen valmistamista koneikoista. Luettuani kirjastosta lainamani hydraulikka-

tekniikan kirjan ja tutustuttuani tilaajalta saatuihin kuviin ymmärsin hydraulikasta sen verran, että pystyin luomaan hydraulikkakaavion. Aloitin suunnittelun AutoCAD –ohjelmistolla, jolla piirtäminen oli todella hidasta, siksi rupesin opettelemaan Autocad Eletrical:n käyttöä internetistä löytyvien englanninkielisten opetusvideoiden ja sivustojen avulla. Autocad Eletrical osoittautui hyväksi työkaluksi, jolla pysyy luomaan esim. kytkentälistan ja osaluettelon suoraan piirikaavioista. Autocad Eletrical olisi vaatinut enemmän kokemusta työskentelystä, jotta suunnittelutyö olisi ollut riittävän jouheaa. Suunnittelin Autocad Eletrical–ohjelmistolla suurimman osan projektin dokumenteista.

Yhdeksi ongelmaksi projektissa nousi koneikon mekaanisten kuvien luonti, koska en ollut opinnoissani opiskellut mekaniikkaa. Onneksi sain taas kuvia tilaajalta, joita osasin lukea aikaisempien työtehtävien luoman kokemuksen avulla. Näiden kuvien pohjalta tein mekaaniset suunnitelmat, mutta ongelmaksi muodostui, etten ollut koskaan käyttänyt ensimmäistäkään mekaniikan suunnitteluohjelmaa. Opettelin ohjelman käyttöä lainaamalla kirjastosta Inventor–ohjelmaa koskevan kirjan. Kirjan opastukselle minulle selvisi kuinka helppoa Inventor–ohjelmalla on suunnitella. Näin sain mekaanisetkin kuvat suunniteltua.

Projektin aikana nousi esille oma kokemattomuus suurempien kokonaisuuksien hallinnassa ja aikataulutamisessa. Selkeällä dokumenttien suunnittelujärjestyksellä, dokumenttien linkityksellä, automaattisella raportoinnilla, valmiiksi tehdyillä dokumentti pohjilla ja automaattisella versioiden hallinnalla olisi säästetty todella monilta korjauksilta ja muutostöiltä. Projektin koko oli sen verran suuri että versioiden ja muutosten hallinta oli hankalaa suunnittelutaidoillani. Hyvillä ja ennakkoon määritellyillä versioiden ja muutosten hallinnalla olisi projektissa säästetty monta työpäivää. Onneksi projektin hankaluudet opetti, että seuraavalla kerralla projektin suunnittelu aloitetaan vasta kun kaikki edellä esitetyt asiat ovat kunnossa.

Jatkokehittämistä koeajokoneikkoon jäi vielä paljon. Annan tässä muutaman esimerkin. Logiikan kytkeminen ulkoiseen väylään, siten että koeajokoneikko voidaan liittää väylällä tehtaan järjestelmään ja suorittaa tarvittavat koeajot tehtaan valvomosta. Koeajokoneikkoon voisi laittaa myös tietokonepohjaisen valvomo ratkaisun, jolla voisi kerätä testaustietoja ja lähettää tiedot tilaajalle suoraan. Väylällä pystyisi myös testaamaan proportionaaliventtiileitä, joissa on väyläohjaus. Toimintoja koneikkoon voisi

keksiä vaikka kuinka paljon, mutta tällä hetkellä koneikossa olevat toiminnot riittävät hyvin tilaajan tarpeisiin.

Koeajokoneikon suunnittelu alusta loppuun oli kaiken kaikkiaan hyvin opettavainen projekti. Projektin aikana tuli opittua todella paljon uutta mm. hydraulikasta ja suunnittelutyöstä. Kokonaisuutena projekti oli todella kehittävä ja opetti paljon insinööriltä vaadittuja perusominaisuuksia, kuten tiedonhankintaa ja ongelmanratkaisukykyä. Työn aikana myös itseluottamus omaan työhön ja kykyyn ratkoa vaikeitakin ongelmia vahvistui. Opin myös että projektista tarvitse lähtötilanteessa välttämättä ymmärtää yhtään mitään, jos on vain uskallusta tarttua haasteeseen ja halua oppia uutta.

## LÄHTEET

Autocad Eletrical. Autodesk:n kotisivut. Viitattu 19.7.2011.

<http://www.autodesk.fi/adsk/servlet/pc/index?siteID=448412&id=16835450>.

Autodesk Inventor. Autodek:n kotisivut. Viitattu 19.7.2011.

<http://www.autodesk.fi/adsk/servlet/pc/index?siteID=448412&id=14603173>.

Automaatiotekniikka 1. 2006. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Viitattu 2.4.2011

[http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1\\_s2006u.htm](http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1_s2006u.htm)

Asmala, H. 2003. Automaatiojärjestelmiin liittyviä standardeja. Savon ammattikorkeakoulu. Viitattu 2.10.2008.

[http://www.tp.spt.fi/~salabra/ha/Automaatiotekniikka/iec\\_1131.html](http://www.tp.spt.fi/~salabra/ha/Automaatiotekniikka/iec_1131.html)

Axial Piston Variable Pump A10VSO. 2009. Rexroth. Viitattu 20.7.2011.

<http://www.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload.dll?db=brmv2&lvid=1162108&mvid=5890&clid=20&sid=B05CA5597F8BCE33979F49C72205F8B9&sch=M>

Fonselius, J., Pekkola, K., Selosmaa, S., Ström, M. & Välimaa, T. 1999. Automaatiolaitteet. Koneautomaatio. Helsinki: Oy Edita AB.

Hydrauliikka 1.2009. Metropolia. Viitattu 25.7.2011.

<http://wiki.metropolia.fi/download/attachments/12158203/luentomoniste.pdf>

Kauranne, H., Kajaste, J. & Vilenius, M. 2008. Hydraulitekniikka. Wsoy Oppimateriaalit Oy.

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Metso, T. & Putkonen, K. 2002. Koneautomaatio 2: logiikat ja ohjausjärjestelmät. WSOY konetekniikka. Vantaa: TummaVuoren Kirjapaino Oy.

Low voltage Process performance motors. 2011. ABB. Viitattu 26.7.2011.

[http://www05.abb.com/global/scot/scot234.nsf/veritydisplay/c4fabac2479e4a1dc125798a0024d79d/\\$file/Catalog%20Process%20perf%20AKK104556%20EN%2005\\_2011%20RevC.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot234.nsf/veritydisplay/c4fabac2479e4a1dc125798a0024d79d/$file/Catalog%20Process%20perf%20AKK104556%20EN%2005_2011%20RevC.pdf)

Ohjelmoitava logiikka. Wikipedia. Viitattu 19.7.2011.  
[http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava\\_logiikka](http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava_logiikka).

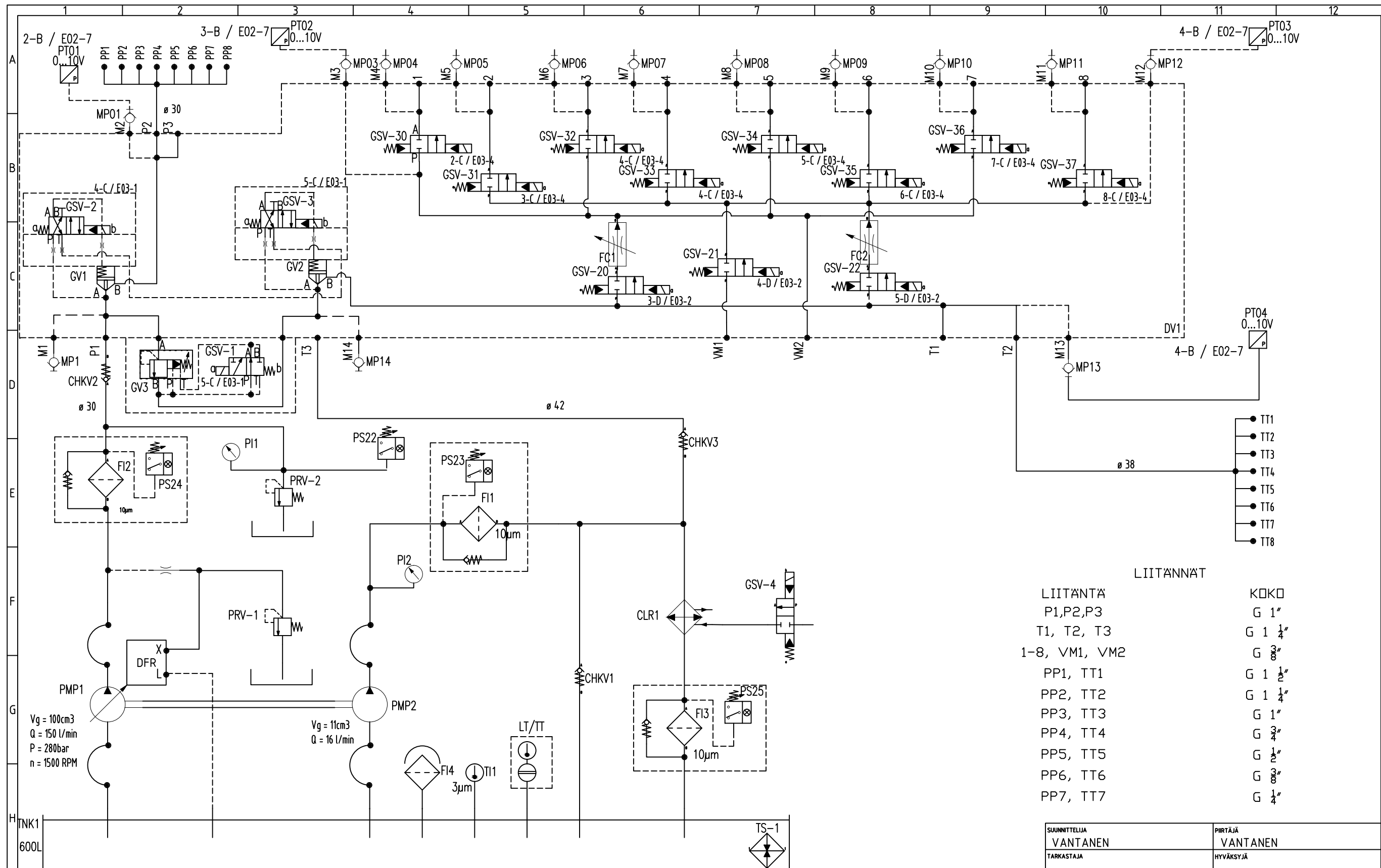
Pehmokäynnistinopas. 2007. ABB. Viitattu 26.7.2011.  
<http://www05.abb.com/global/scot/.../pehmokaynnistinopas%202007%20fi.pdf>

Strömman, M. 2007. Ohjelmoitavat logiikat ja niiden soveltaminen kappaletavara-automaatiossa 1. Teknillinen korkeakoulu. Viitattu 12.10.2008.  
[www.automationit.hut.fi/file.php?id=613](http://www.automationit.hut.fi/file.php?id=613)

Toimiala: Automaatio. n.d. Betamet OY:n sivustolla. Viitattu 19.7.2011.  
<http://www.betamet.fi/fi/toimialat/automaatio>.

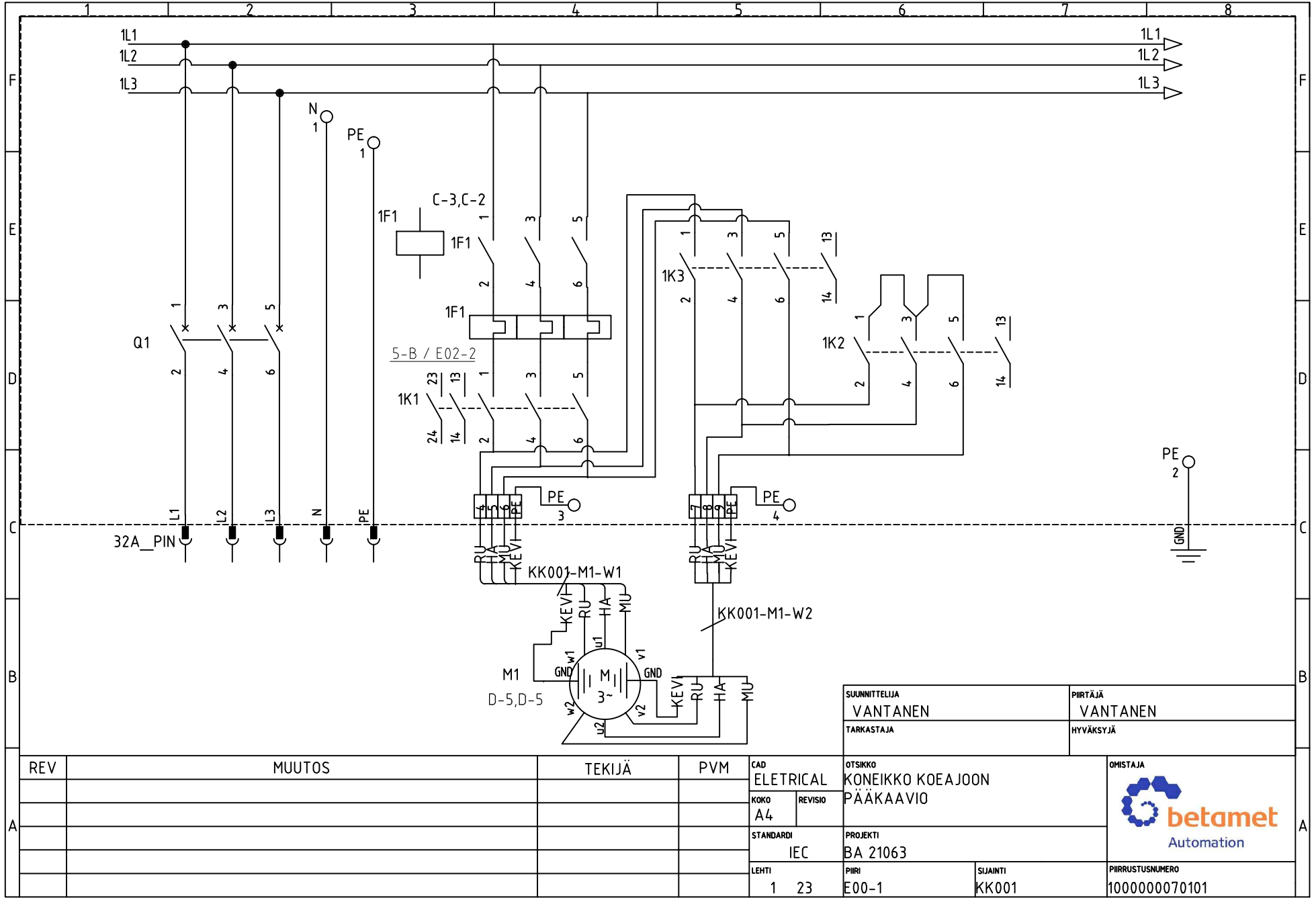
Öljynäytteiden hiukkaslaskenta. 2009. Pamas GmbH. Viitattu 19.7.2011.  
[www.ael.fi/files/Pamas - oljynaytteiden hiukkaslaskenta 2009\\_01.pdf](http://www.ael.fi/files/Pamas_-_oljynaytteiden_hiukkaslaskenta_2009_01.pdf).

## LIITTEET



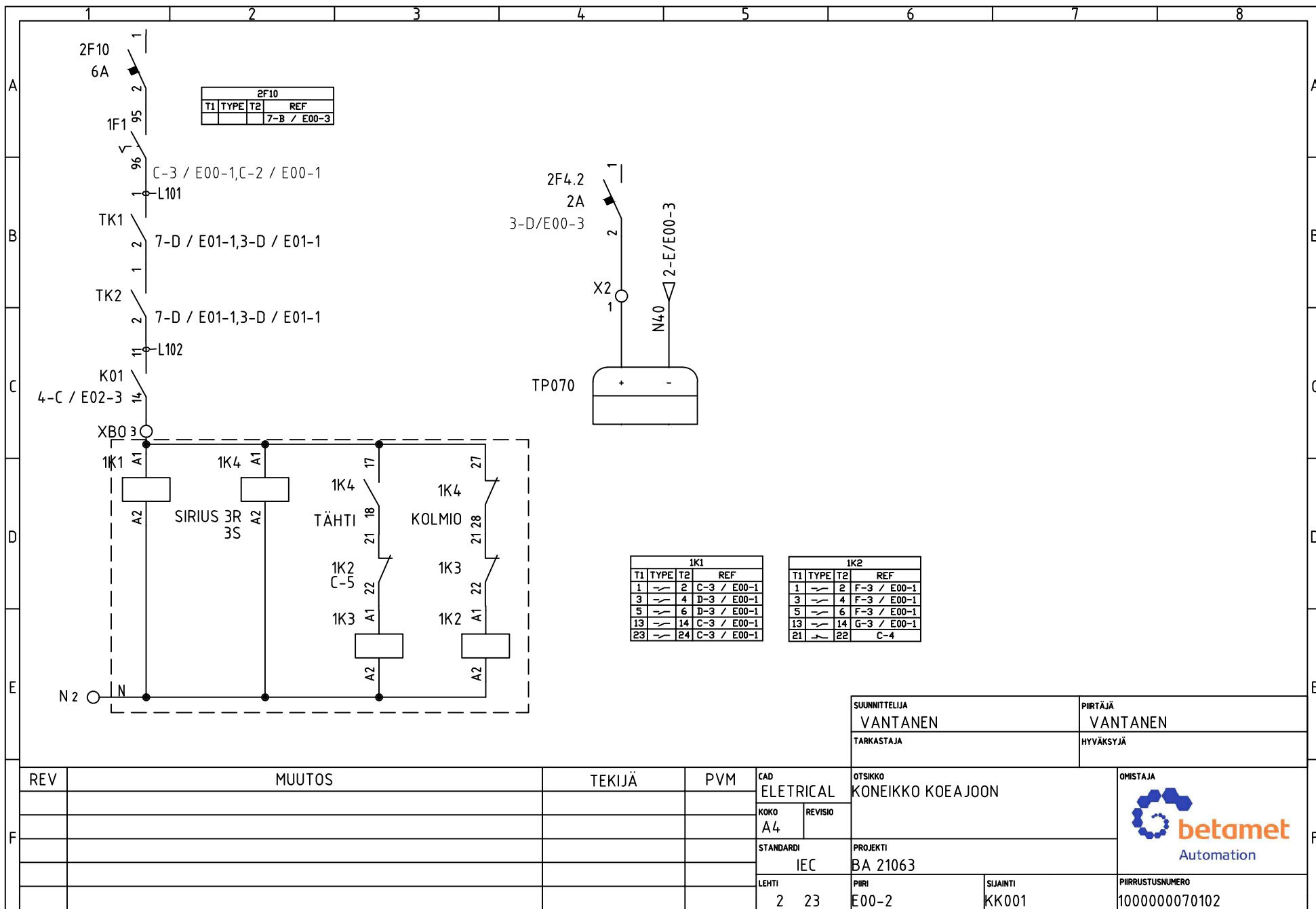
REV	MUUTOS	TEKIJÄ	PVM

SUUNNITTELIJA VANTANEN	PIIRTÄJÄ VANTANEN
TARKASTAJA	HYVÄKSYJÄ
CAD ELETRICAL KOKO A3	OTSIKKO KONEIKKO KOEAJON HYDRAULIKKAKAAVIO
STANDARDI IEC	PROJEKTI BA 21063
LEHTI 22 23	SIJAINTI HYD KENTTÄ
OMISTAJA 	PIIRUSTUSNUMERO 100000004.0002



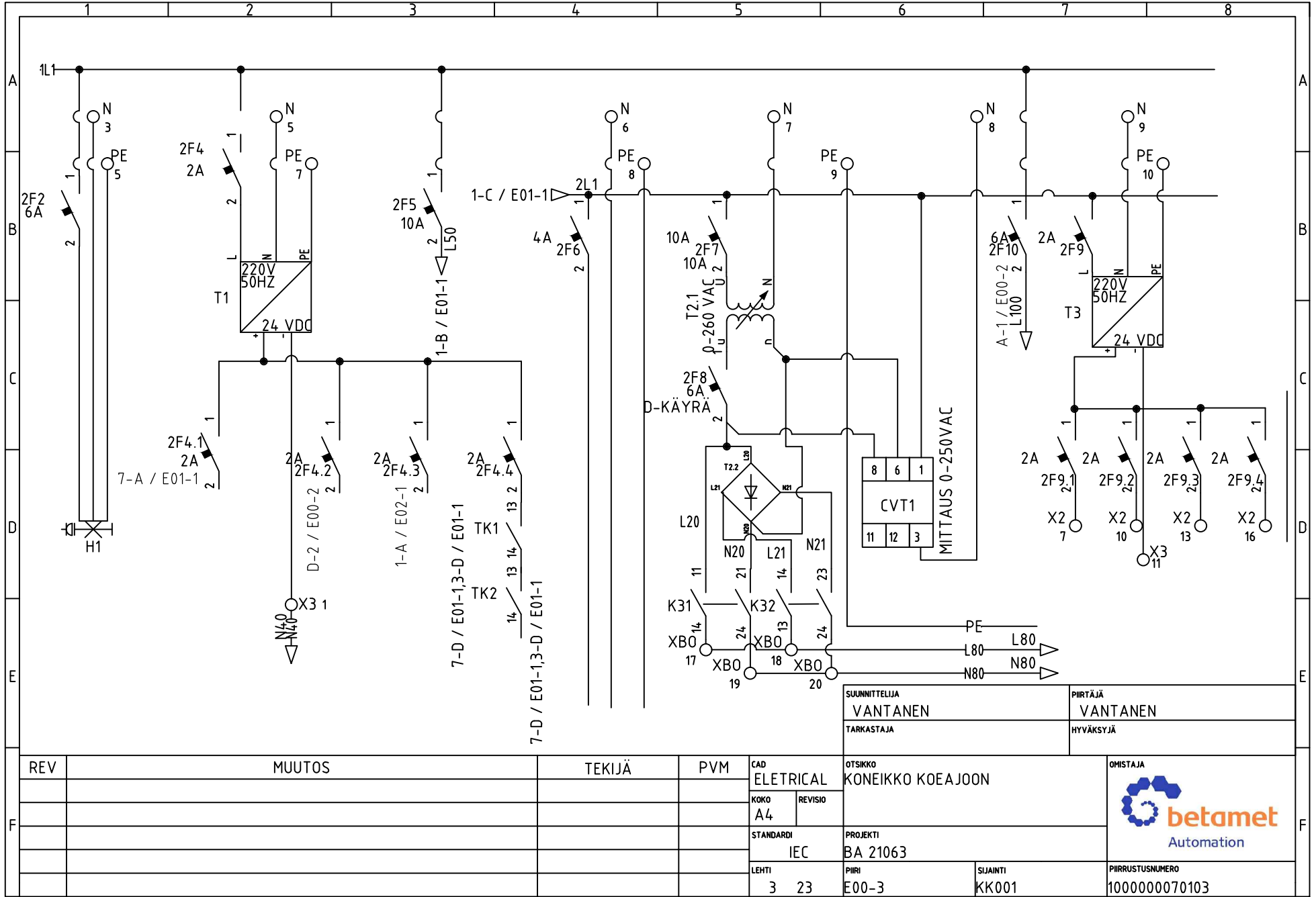
REV	MUUTOS	TEKIJÄ	PVM	CAD	OTSIKKO	OMISTAJA
				ELETRICAL	KONEIKKO KOEAJON	
				KOKO A4	PÄÄKAAVIO	
				STANDARDI IEC	PROJEKTI BA 21063	
				LEHTI 1 23	PIIRI E00-1	
						PIIRRUSTUSNUMERO 1000000070101




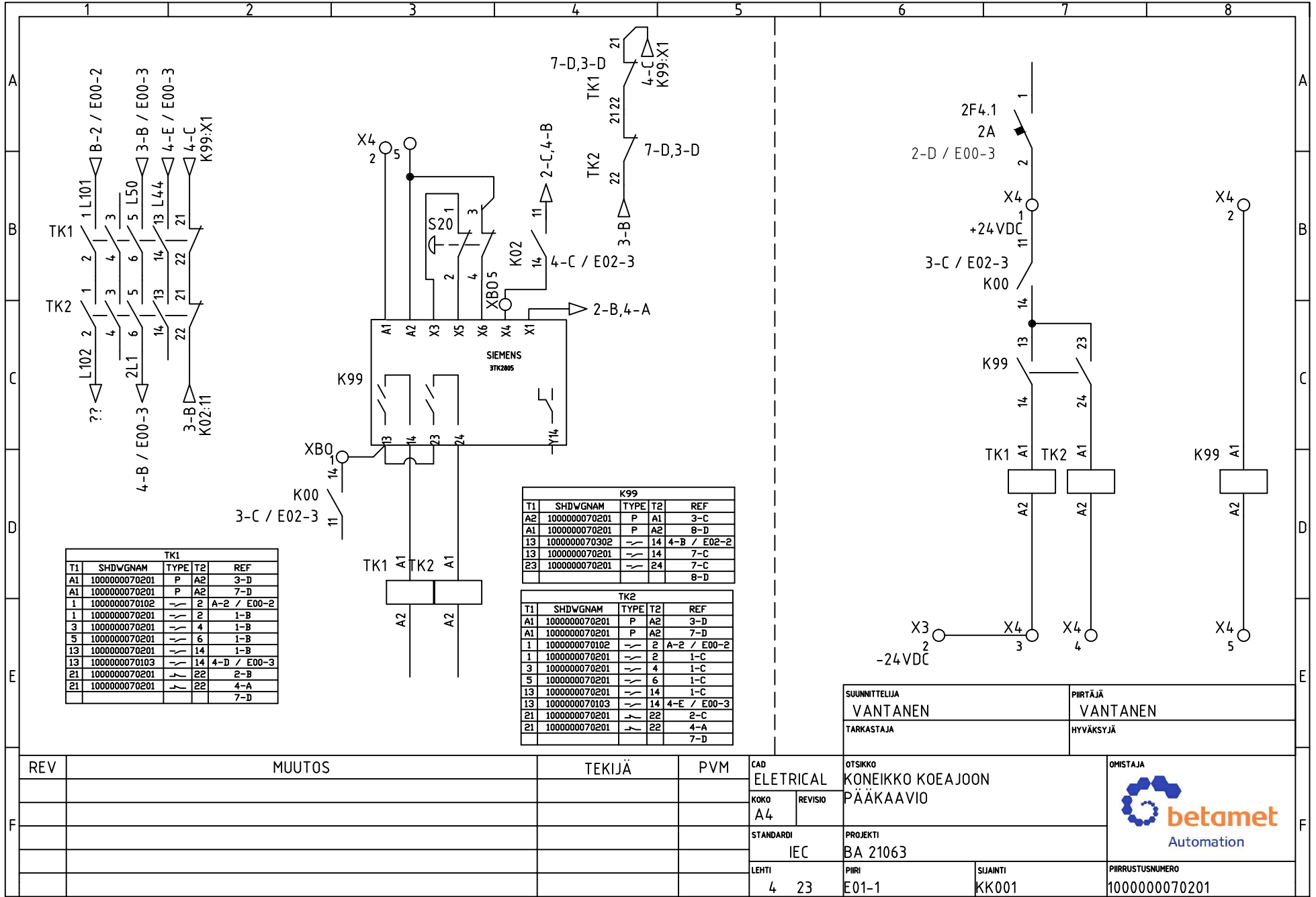


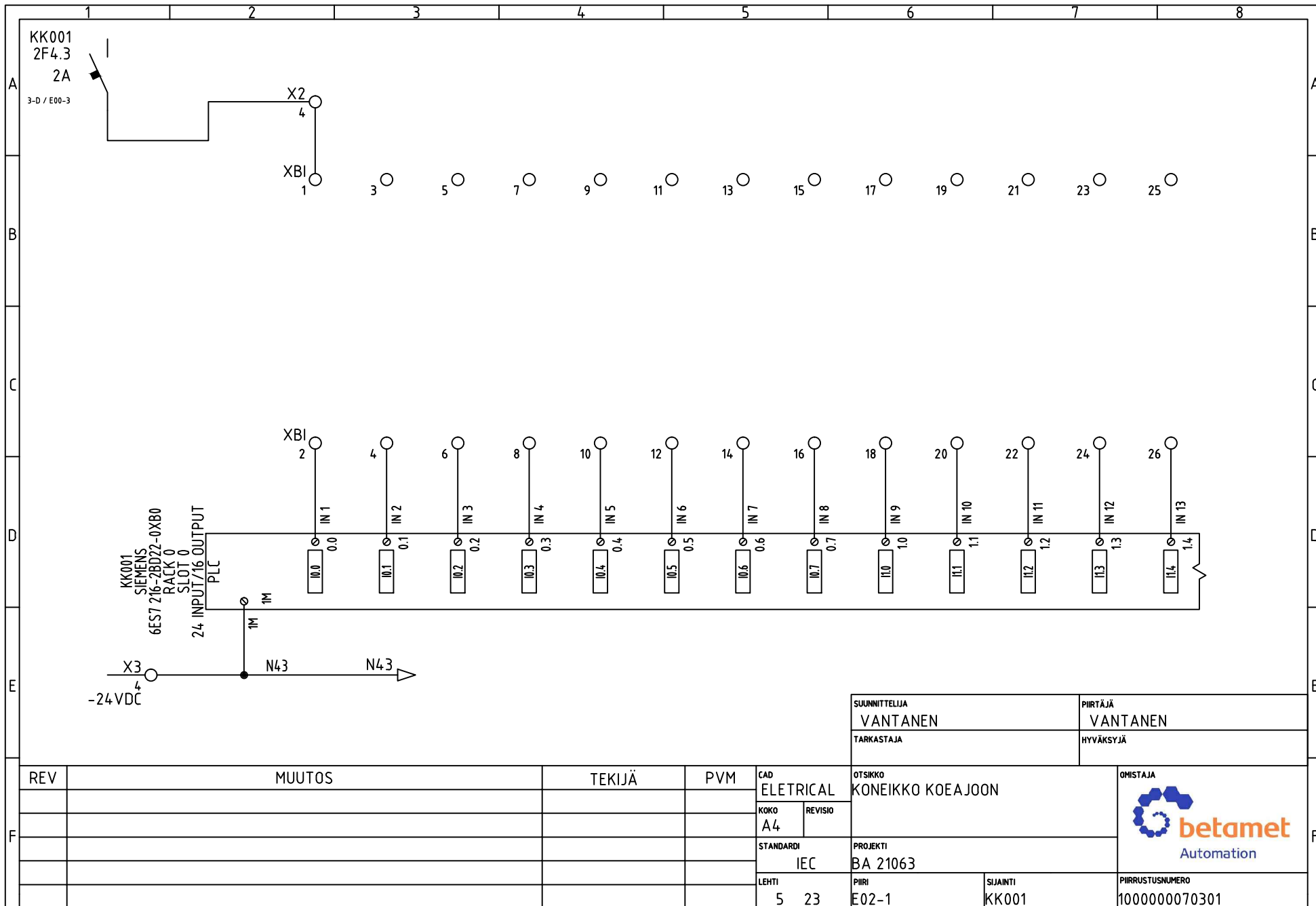
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

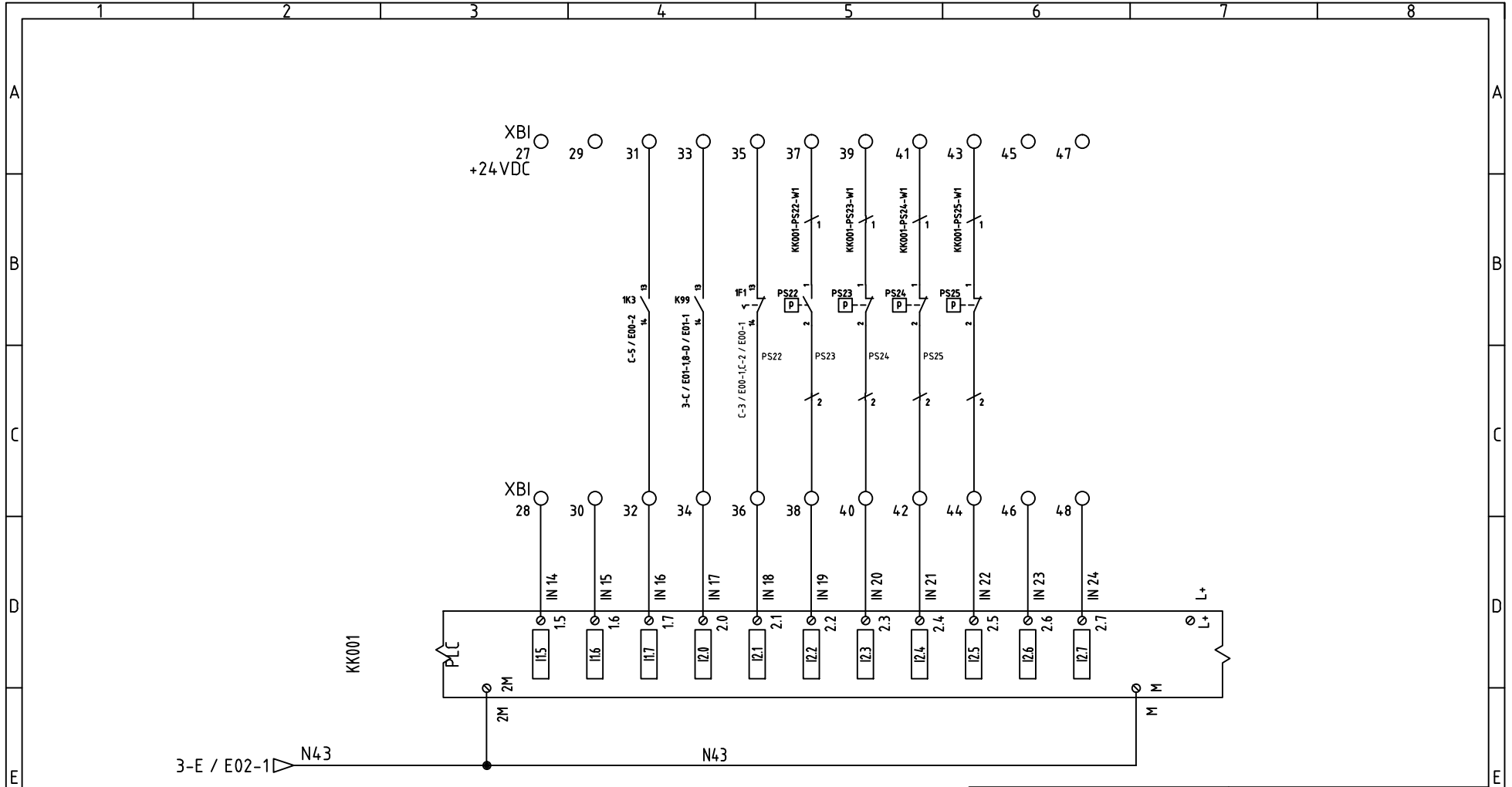
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT




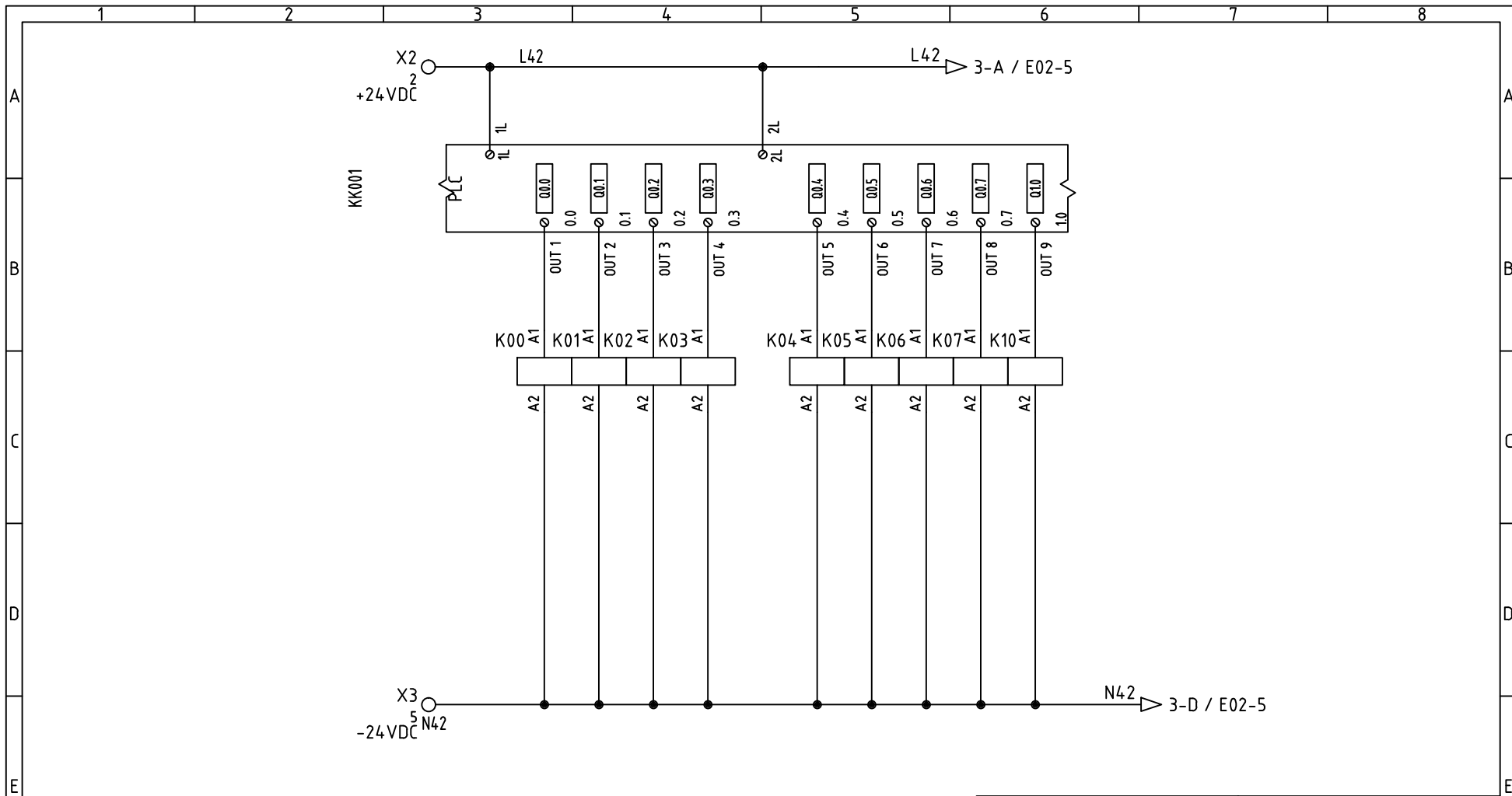
SUUNNITTELIJA VANTANEN		PIIRTÄJÄ VANTANEN	
TARKASTAJA		HYVÄKSYJÄ	
OTSIKKO ELETRICAL	KONEIKKO KOEAJON		OMISTAJA
KOKO A4	REVISIO	PROJEKTI BA 21063	
STANDARDI IEC	LEHTI 3 23	PIIRI E00-3	
		PIIRUSTUSNUMERO 1000000070103	






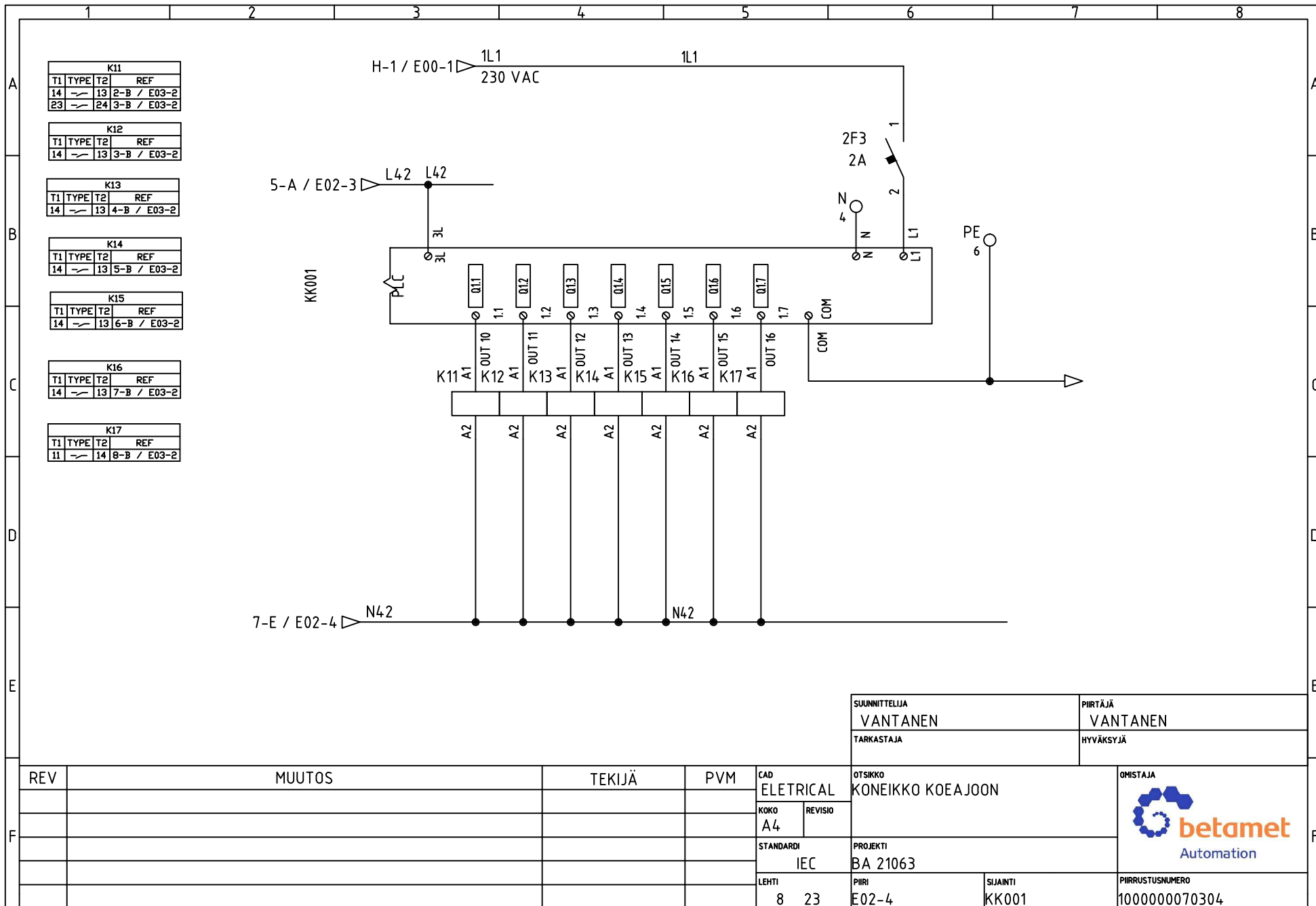



SUUNNITTELIJA VANTANEN		PIIRTÄJÄ VANTANEN	
TARKASTAJA		HYVÄKSYJÄ	
REV	MUUTOS	TEKIJÄ	PVM
CAD ELETRICAL		OTSIKKO KONEIKKO KOEAJON	
KOKO A4		REVISIO	
STANDARDI IEC		PROJEKTI BA 21063	
LEHTI 6 23		PIIRI E02-2	SIJAINTI KK001
		OMISTAJA 	
		PIIRUSTUSNUMERO 1000000070302	

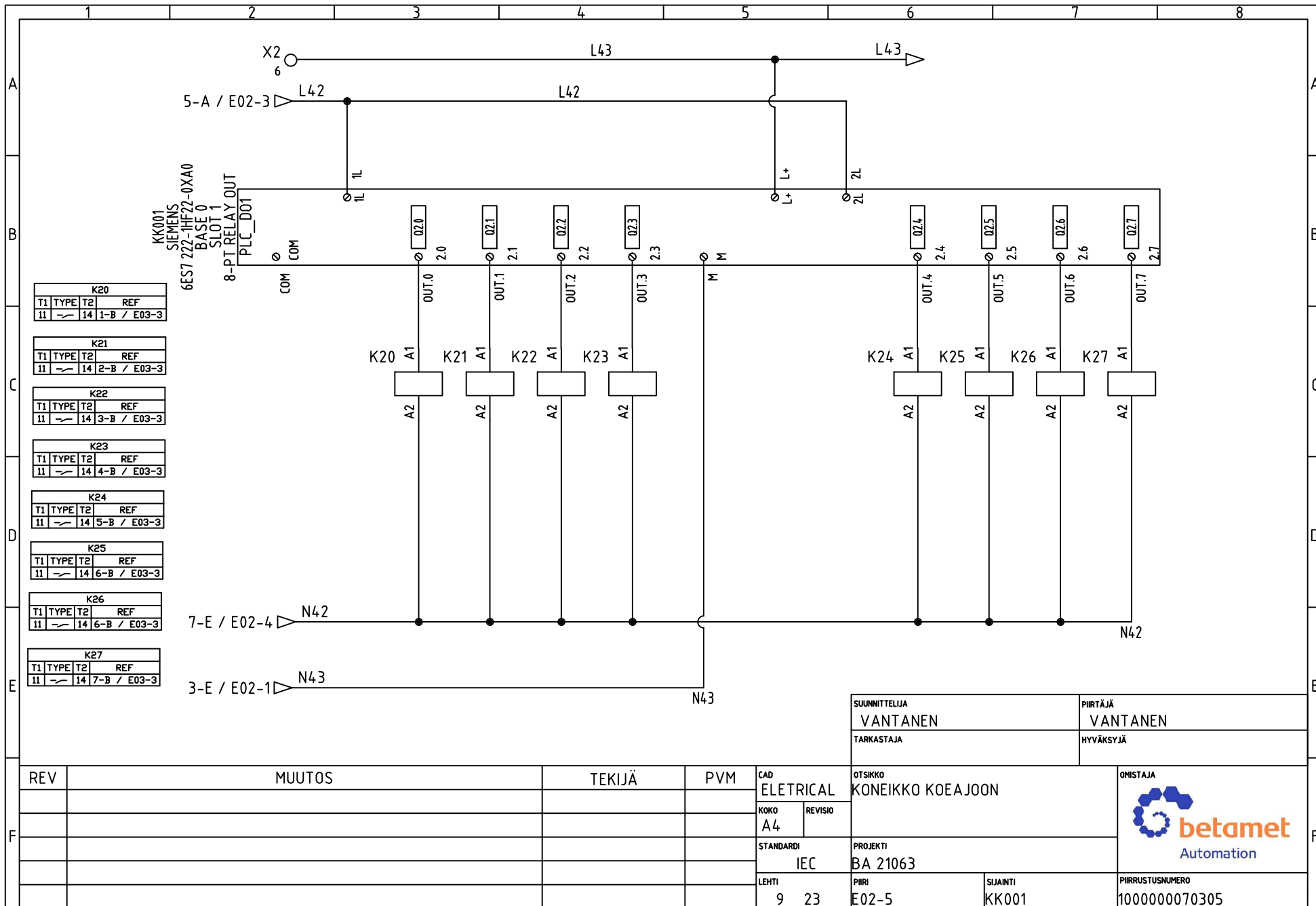


SUUNNITTELIJA VANTANEN		PIIRTÄJÄ VANTANEN	
TARKASTAJA		HYVÄKSYJÄ	
OTSIKKO KONEIKKO KOEAJON		OMISTAJA 	
CAD ELETTRICAL	PROJEKTI BA 21063		PIIRUSTUSNUMERO 1000000070303
KOKO A4	REVISIO	SIJAINTI KK001	
STANDARDI IEC	LEHTI 7 23	PIIRI E02-3	

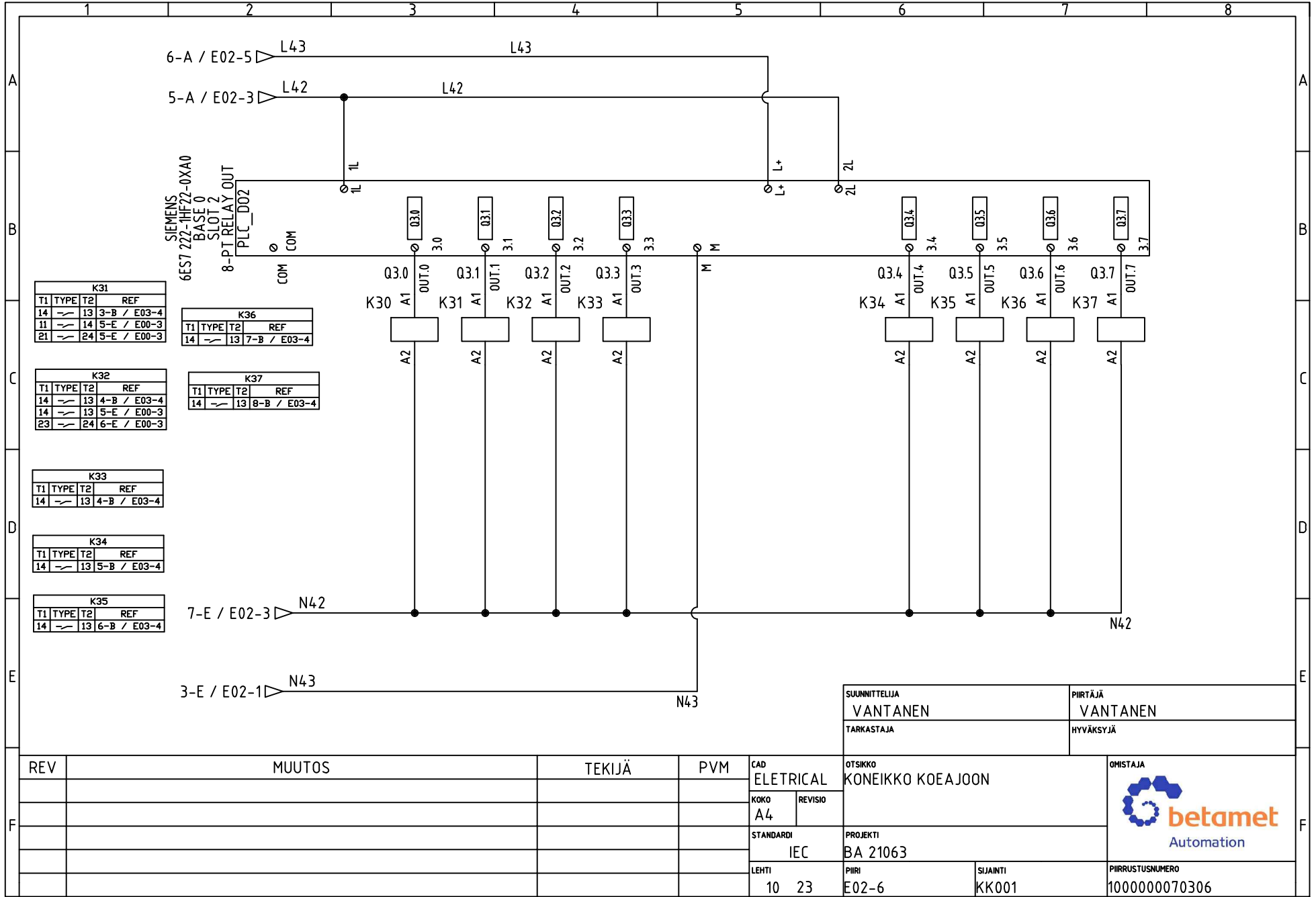
REV	MUUTOS	TEKIJÄ	PVM

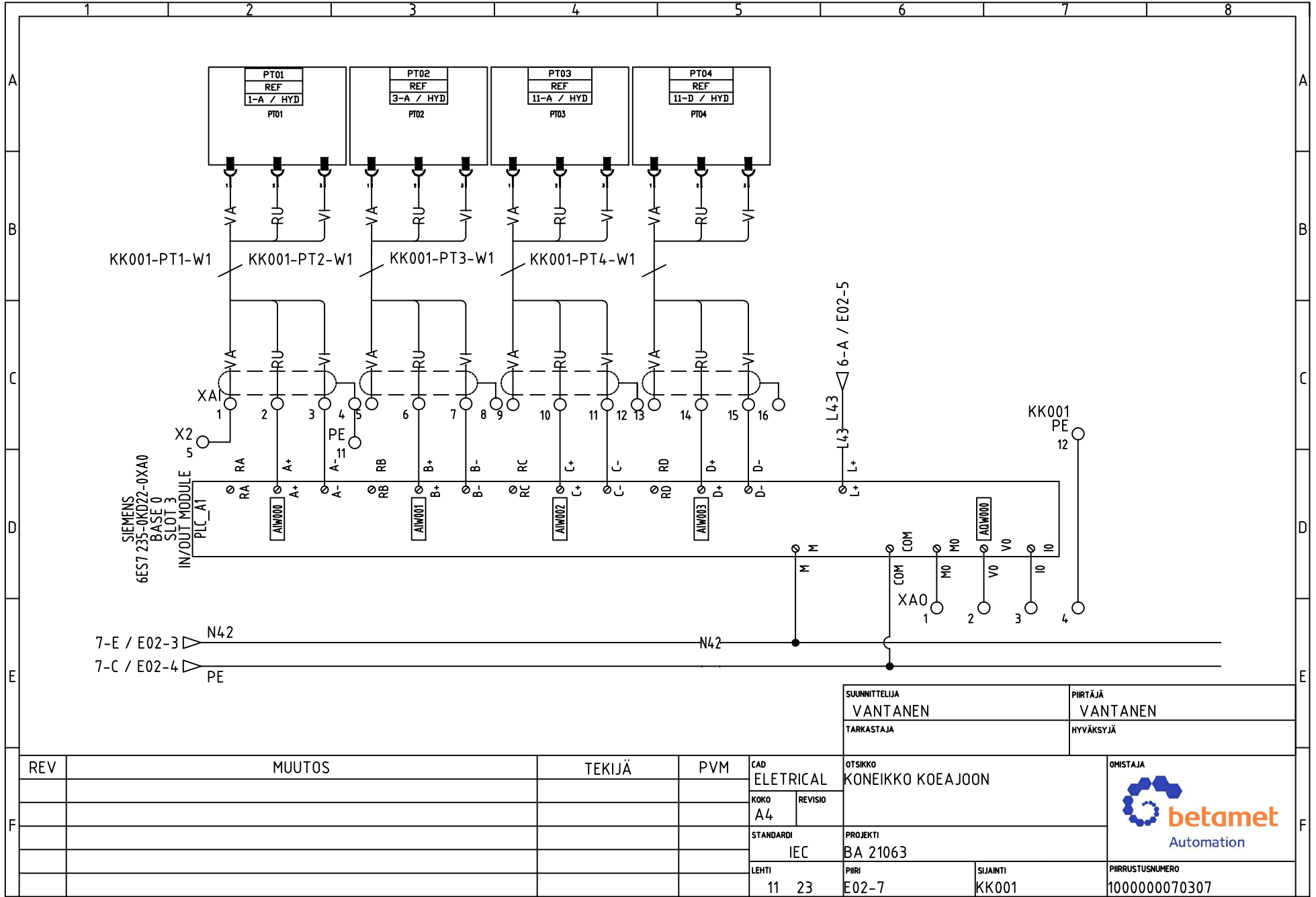


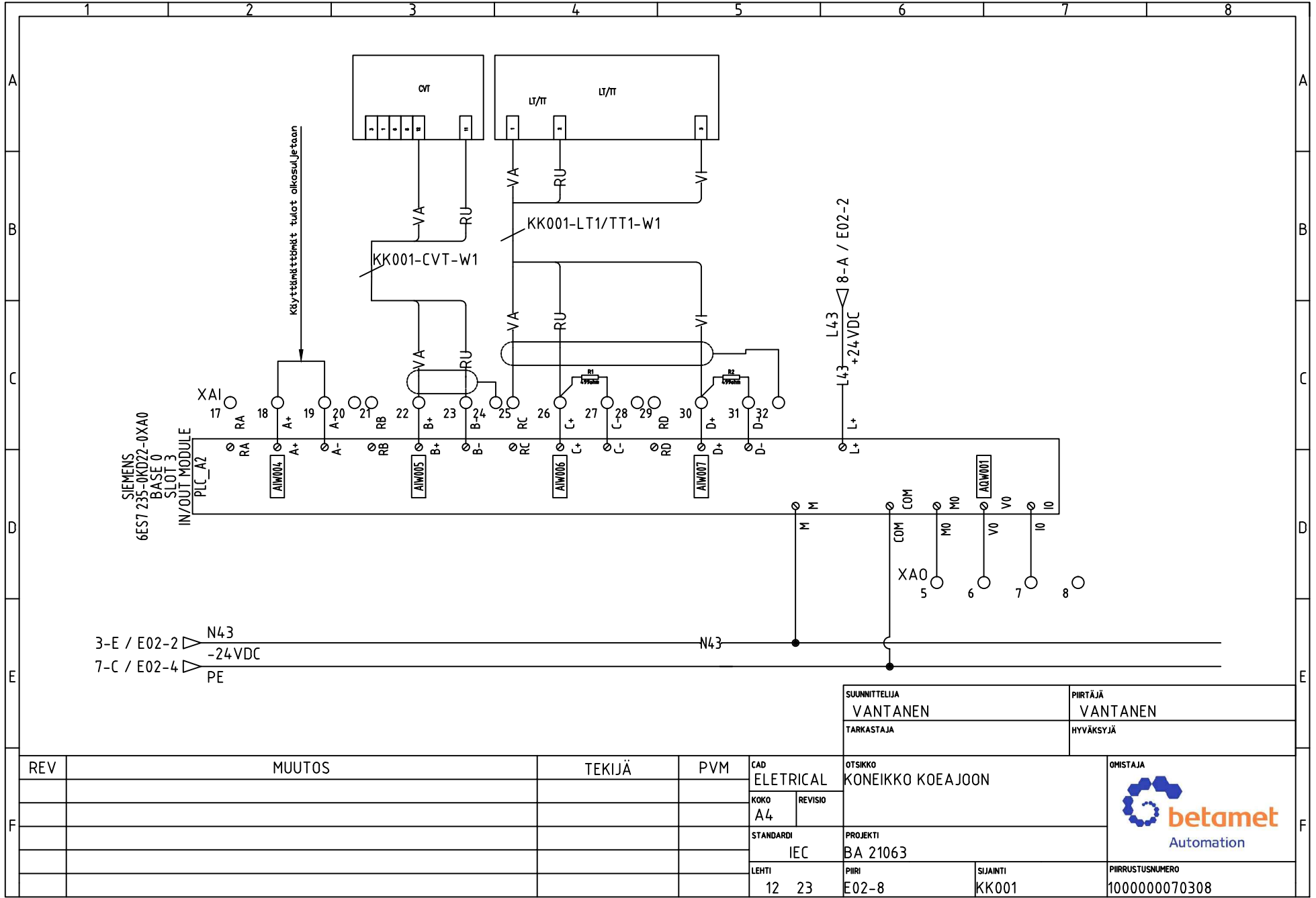
SUUNNITTELIJA VANTANEN		PIIRTÄJÄ VANTANEN	
TARKASTAJA		HYVÄKSYJÄ	
OTSIKKO ELETRICAL		OMISTAJA	
KONEIKKO KOEAJON			
KOKO A4			
STANDARDI IEC		PROJEKTI BA 21063	
LEHTI 8 23		PIIRI E02-4	SIJAINTI KK001
		PIIRUSTUSNUMERO 1000000070304	

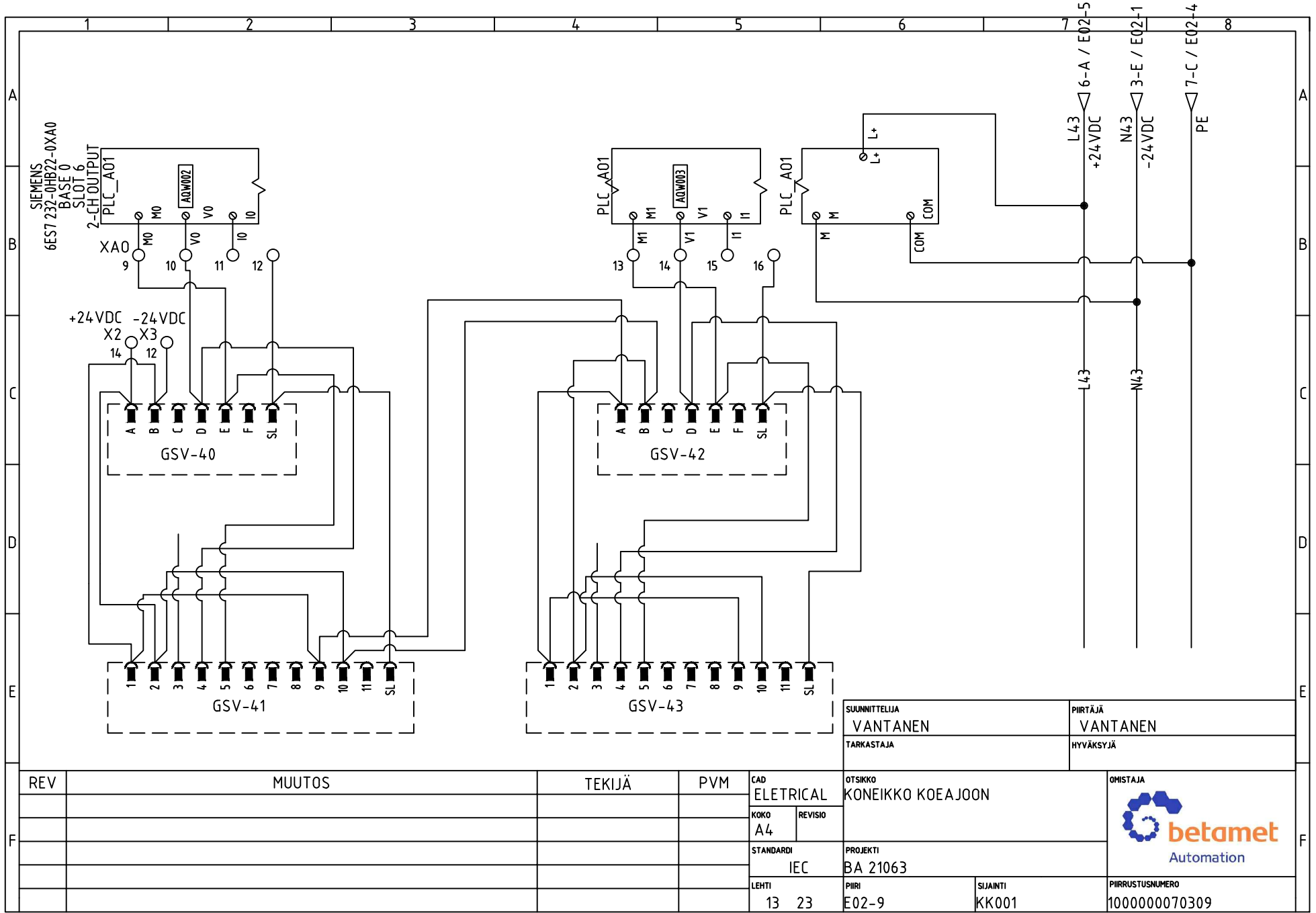


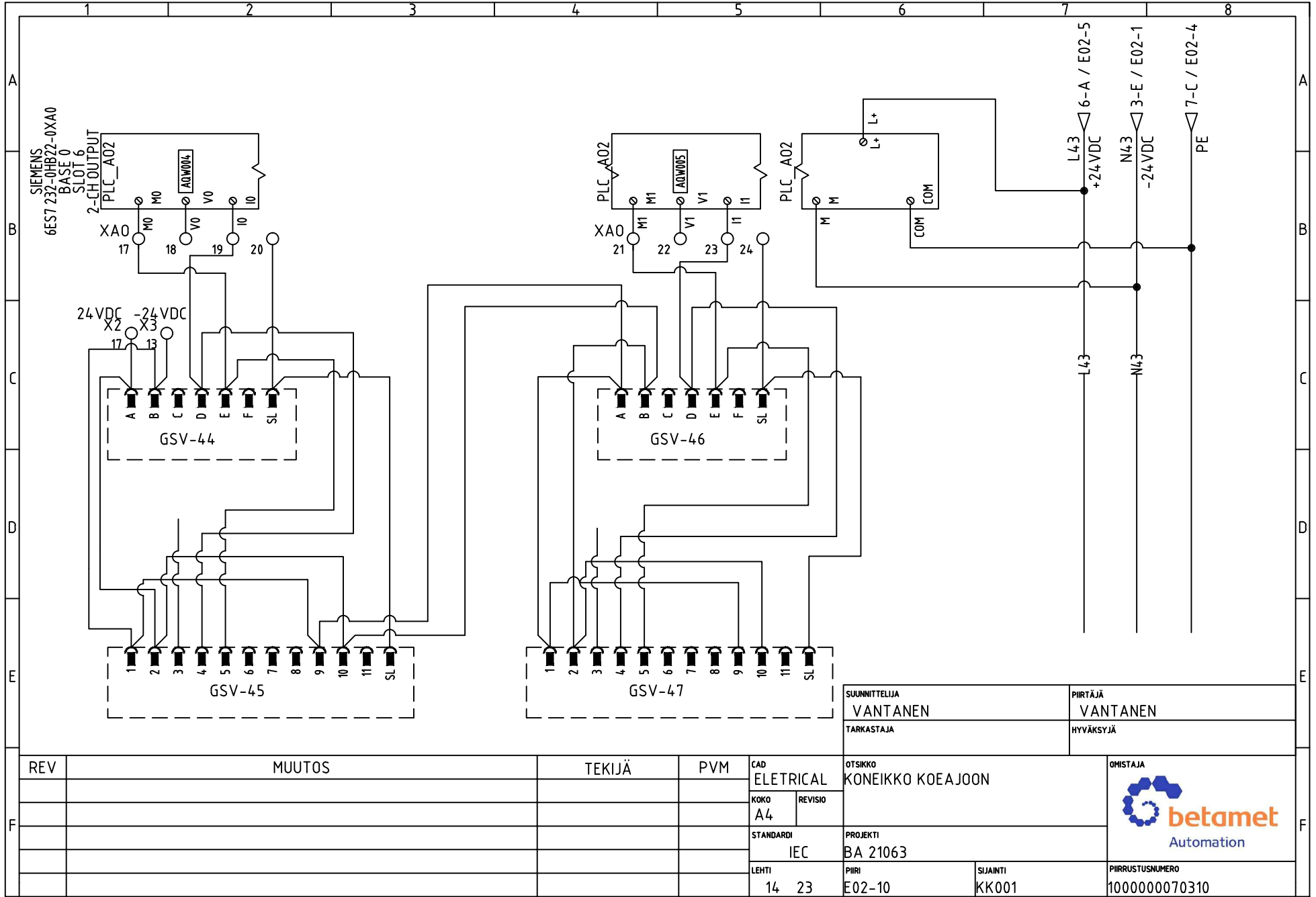


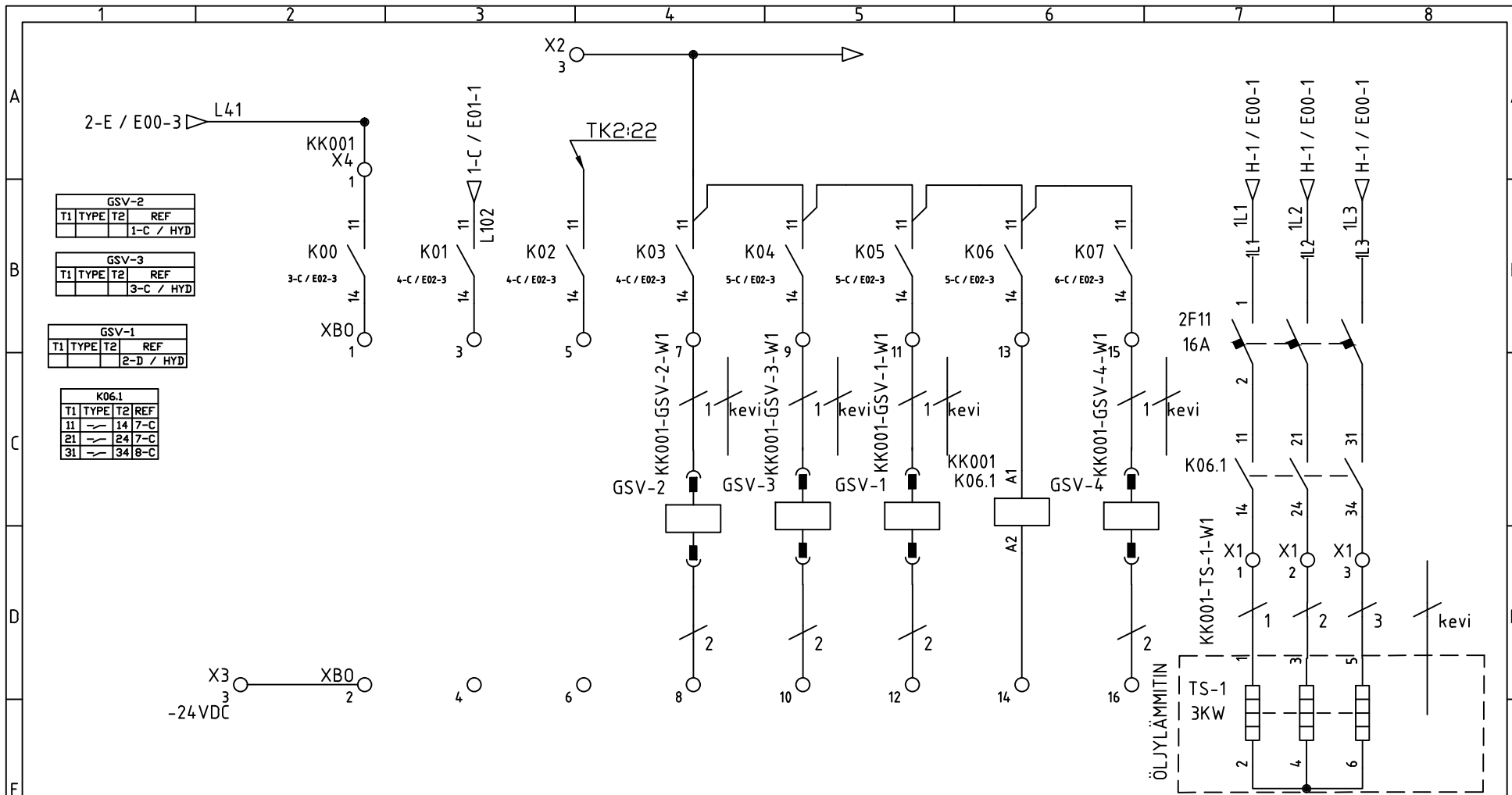












GSV-2			
T1	TYPE	T2	REF
			1-C / HYD

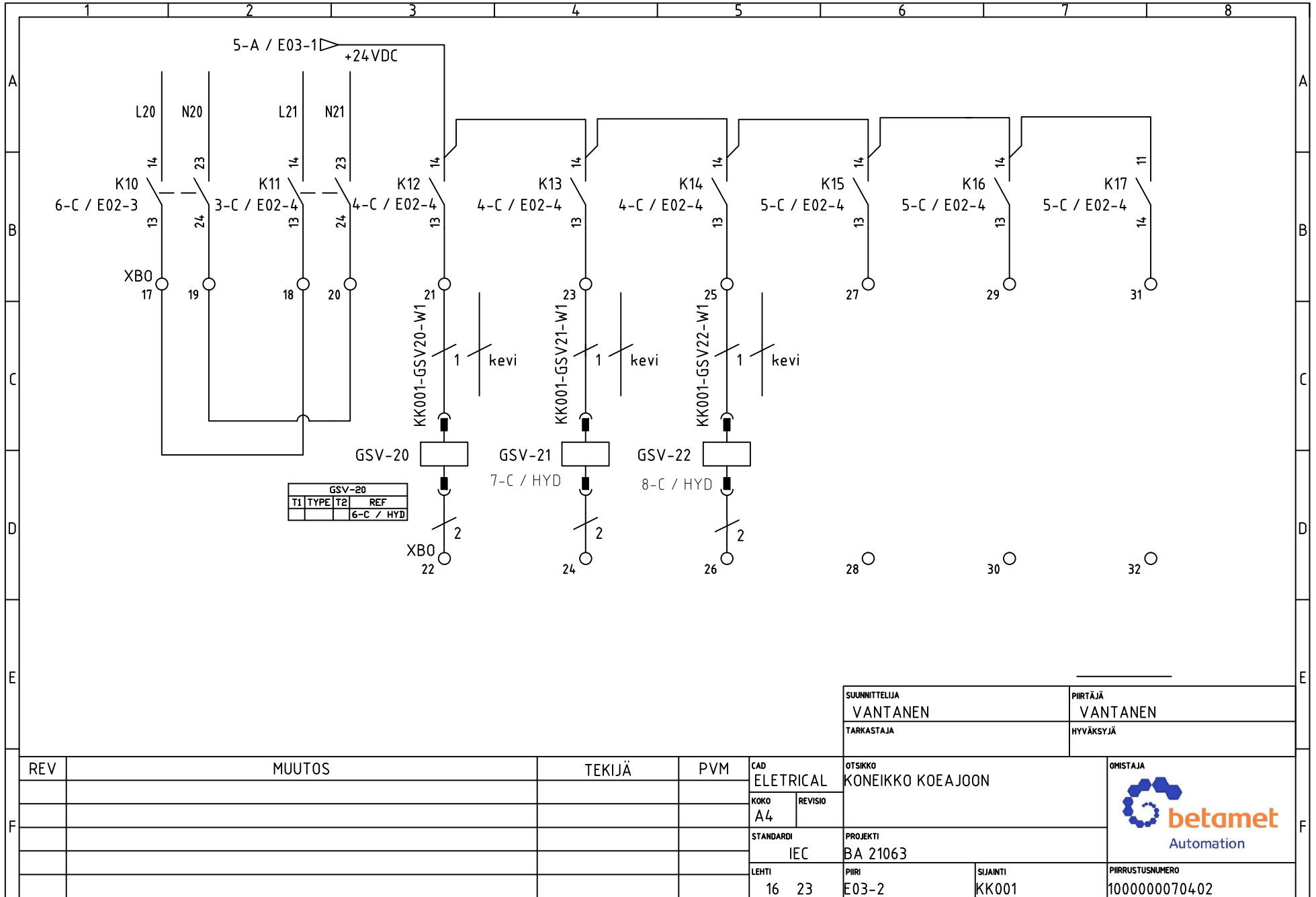
GSV-3			
T1	TYPE	T2	REF
			3-C / HYD

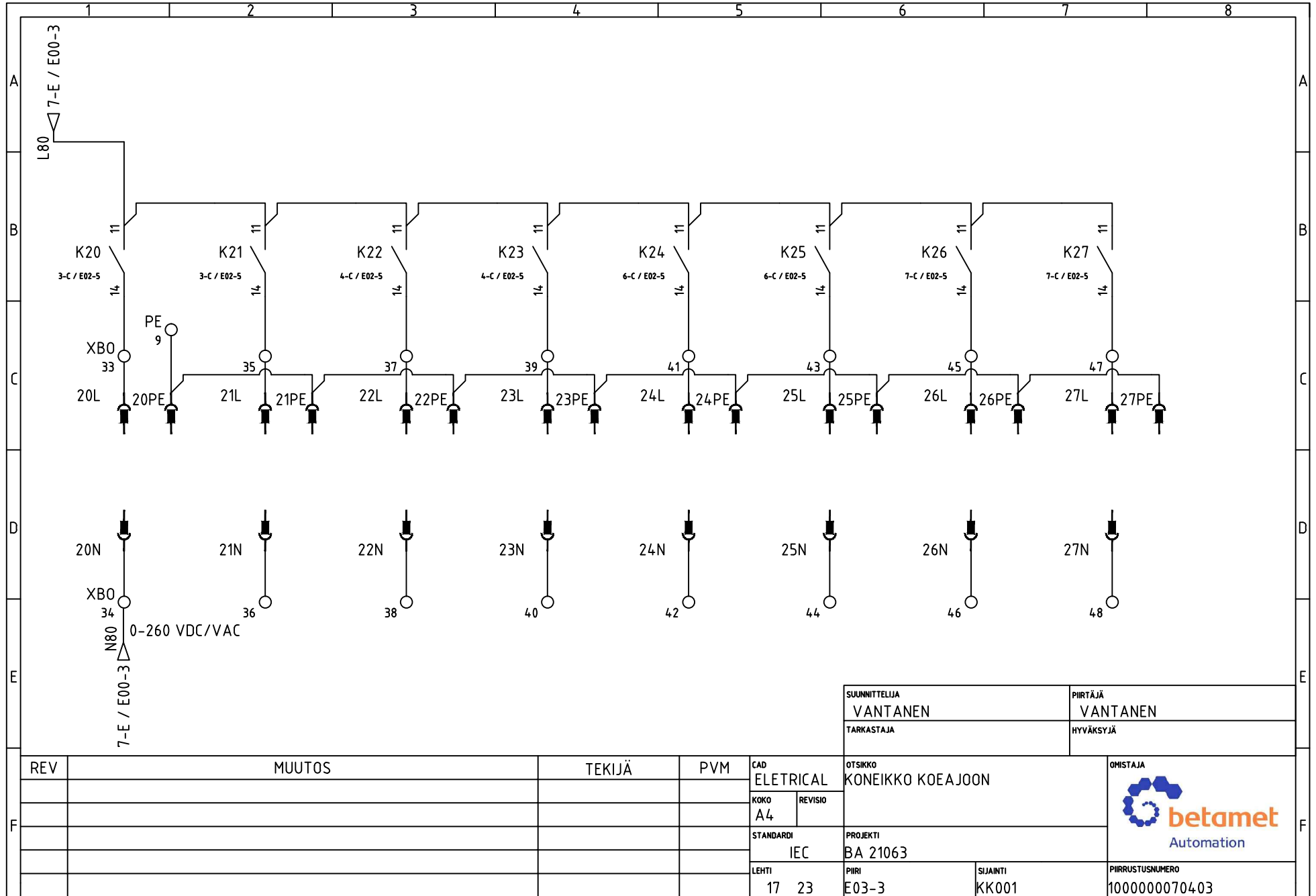
GSV-1			
T1	TYPE	T2	REF
			2-D / HYD


K06.1			
T1	TYPE	T2	REF
11	-	14	7-C
21	-	24	7-C
31	-	34	8-C

SUUNNITTELIJA VANTANEN	PIIRTÄJÄ VANTANEN
TARKASTAJA	HYVÄKSYJÄ

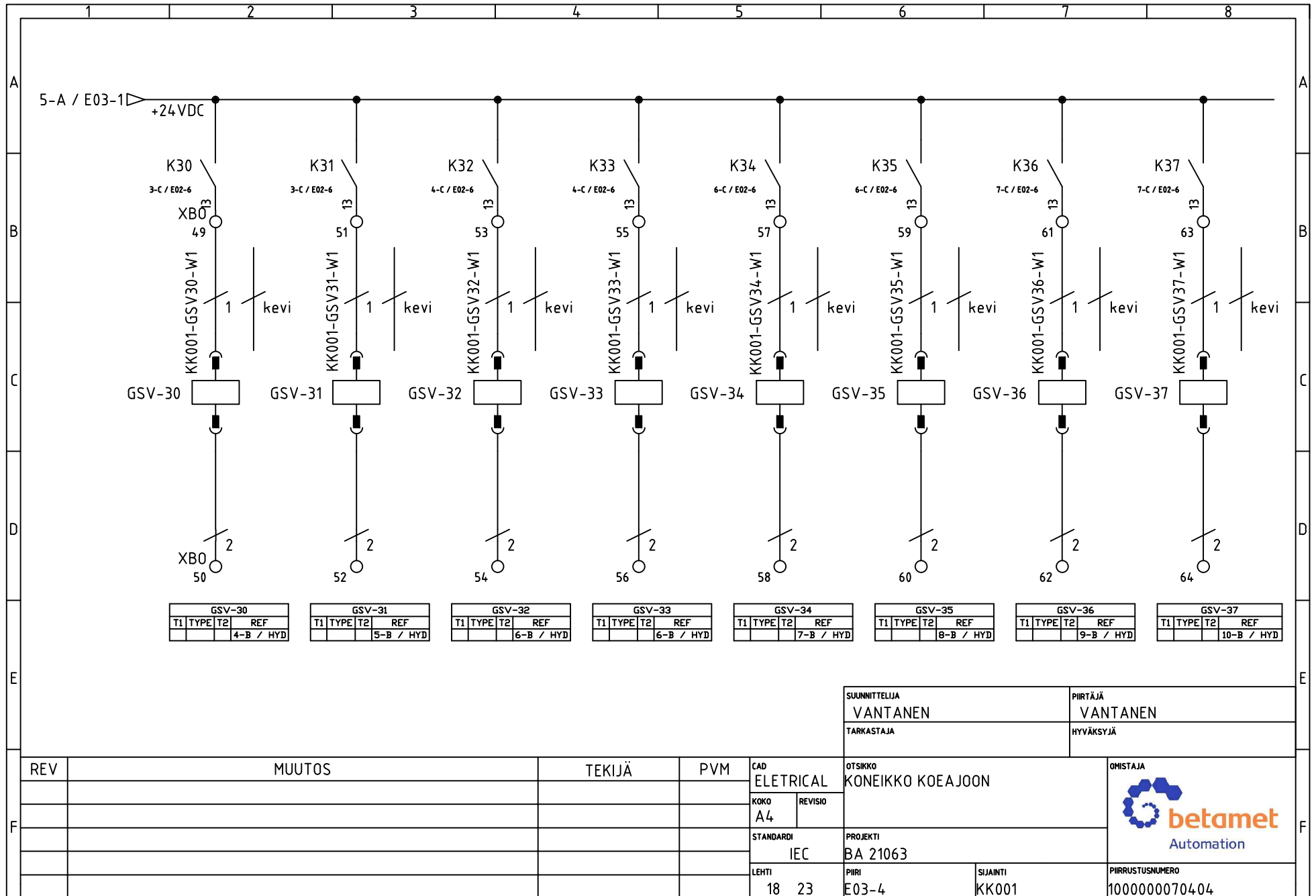
REV	MUUTOS	TEKIJÄ	PVM	CAD ELETRICAL	OTSIKKO KONEIKKO KOEAJON	OMISTAJA	
				KOKO A4	REVISIO		
				STANDARDI IEC	PROJEKTI BA 21063		
				LEHTI 15 23	PIIRI E03-1		SIJAINTI KK001
							PIIRUSTUSNUMERO 1000000070401







SUUNNITTELIJA VANTANEN		PIIRTÄJÄ VANTANEN	
TARKASTAJA		HYVÄKSYJÄ	
OTSIKKO ELETRICAL	KONEIKKO KOEAJOON		
KOKO A4	REVISIO	OMISTAJA 	
STANDARDI IEC	PROJEKTI BA 21063		
LEHTI 17 23	PIIRI E03-3	SIJAINTI KK001	PIIRUSTUSNUMERO 1000000070403





	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
A				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">X1 (VDU10)</th> </tr> <tr> <th>JUMPERI</th> <th>NUMERO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>●</td><td>1</td></tr> <tr><td>○</td><td>2</td></tr> <tr><td>○</td><td>3</td></tr> <tr><td>○</td><td>4</td></tr> <tr><td>○</td><td>5</td></tr> <tr><td>○</td><td>6</td></tr> <tr><td>○</td><td>PE</td></tr> <tr><td>○</td><td>7</td></tr> <tr><td>○</td><td>8</td></tr> <tr><td>○</td><td>9</td></tr> <tr><td>○</td><td>PE</td></tr> </tbody> </table>		X1 (VDU10)		JUMPERI	NUMERO	●	1	○	2	○	3	○	4	○	5	○	6	○	PE	○	7	○	8	○	9	○	PE	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">X4 (VDU 4)</th> </tr> <tr> <th>SIJAINTI1</th> <th>LAITE1</th> <th>LIITINI</th> <th>NUMERO</th> <th>Jumper</th> <th>LIITIN2</th> <th>LAITE2</th> <th>SIJAINTI2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td>11</td><td>K00</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>2F4.1</td><td>2</td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td>A1</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td>A1</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>TK1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>X3</td><td>2</td><td>3</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>TK2</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>S20</td><td>3</td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> </tbody> </table>		X4 (VDU 4)						SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2				1	○ ○ ○	11	K00	KK001	KK001	2F4.1	2	1	○ ○ ○	A1	K99	KK001				2	○ ○ ○	A1	K99	KK001				2	○ ○ ○	A2	TK1	KK001	KK001	X3	2	3	○ ○ ○	A2	TK2	KK001				4	○ ○ ○	A2	K99	KK001	KK001	S20	3	5	○ ○ ○	A2	K99	KK001				5	○ ○ ○	A2	K99	KK001	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">XAI (VDK 4N)</th> </tr> <tr> <th>SIJAINTI1</th> <th>LAITE1</th> <th>LIITINI</th> <th>NUMERO</th> <th>Jumper</th> <th>LIITIN2</th> <th>LAITE2</th> <th>SIJAINTI2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KK001</td><td>X2</td><td>5</td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>PT1</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>A+</td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PT1</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>A-</td><td>3</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>PT1</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PE</td><td>11</td><td>4</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-PT1-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>PT2</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>B+</td><td>6</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PT2</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>B-</td><td>7</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>PT2</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-PT2-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>PT3</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>C+</td><td>10</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PT3</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>C-</td><td>11</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>PT3</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-PT3-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>13</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>PT4</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>D+</td><td>14</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PT4</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>D-</td><td>15</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>PT4</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>16</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-PT4-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>17</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>A+</td><td>18</td><td>○ ○ ○</td><td>19</td><td>XAI</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>A-</td><td>19</td><td>○ ○ ○</td><td>18</td><td>XAI</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>21</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>B+</td><td>22</td><td>○ ○ ○</td><td>12</td><td>CVT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>B-</td><td>23</td><td>○ ○ ○</td><td>11</td><td>CVT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>24</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-CVT-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>25</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>LT/TT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>C+</td><td>26</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>R1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>27</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>LT/TT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>C-</td><td>27</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>R1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>28</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>29</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>D+</td><td>30</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>R2</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>D-</td><td>31</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>LT/TT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>32</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>R2</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>KK001-LT/TT-W1</td><td>KK001</td></tr> </tbody> </table>		XAI (VDK 4N)								SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2	KK001	X2	5	1	○ ○ ○	1	PT1	KENTTR	KK001	PLC_AI	A+	2	○ ○ ○	2	PT1	KENTTR	KK001	PLC_AI	A-	3	○ ○ ○	3	PT1	KENTTR	KK001	PE	11	4	○ ○ ○		KK001-PT1-W1	KK001				5	○ ○ ○	1	PT2	KENTTR	KK001	PLC_AI	B+	6	○ ○ ○	2	PT2	KENTTR	KK001	PLC_AI	B-	7	○ ○ ○	3	PT2	KENTTR				8	○ ○ ○		KK001-PT2-W1	KK001				9	○ ○ ○	1	PT3	KENTTR	KK001	PLC_AI	C+	10	○ ○ ○	2	PT3	KENTTR	KK001	PLC_AI	C-	11	○ ○ ○	3	PT3	KENTTR				12	○ ○ ○		KK001-PT3-W1	KK001				13	○ ○ ○	1	PT4	KENTTR	KK001	PLC_AI	D+	14	○ ○ ○	2	PT4	KENTTR	KK001	PLC_AI	D-	15	○ ○ ○	3	PT4	KENTTR				16	○ ○ ○		KK001-PT4-W1	KK001				17	○ ○ ○				KK001	PLC_A2	A+	18	○ ○ ○	19	XAI	KK001	KK001	PLC_A2	A-	19	○ ○ ○	18	XAI	KK001				20	○ ○ ○							21	○ ○ ○				KK001	PLC_A2	B+	22	○ ○ ○	12	CVT	KENTTR	KK001	PLC_A2	B-	23	○ ○ ○	11	CVT	KENTTR				24	○ ○ ○		KK001-CVT-W1	KK001				25	○ ○ ○	1	LT/TT	KENTTR	KK001	PLC_A2	C+	26	○ ○ ○		R1	KK001				27	○ ○ ○	2	LT/TT	KENTTR	KK001	PLC_A2	C-	27	○ ○ ○		R1	KK001				28	○ ○ ○							29	○ ○ ○				KK001	PLC_A2	D+	30	○ ○ ○		R2	KK001	KK001	PLC_A2	D-	31	○ ○ ○	3	LT/TT	KENTTR				32	○ ○ ○		R2	KK001							KK001-LT/TT-W1	KK001																																																																																									
	X1 (VDU10)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
JUMPERI	NUMERO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
●	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	PE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
○	PE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
X4 (VDU 4)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			1	○ ○ ○	11	K00	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	2F4.1	2	1	○ ○ ○	A1	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			2	○ ○ ○	A1	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			2	○ ○ ○	A2	TK1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	X3	2	3	○ ○ ○	A2	TK2	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			4	○ ○ ○	A2	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	S20	3	5	○ ○ ○	A2	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			5	○ ○ ○	A2	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
XAI (VDK 4N)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	X2	5	1	○ ○ ○	1	PT1	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	A+	2	○ ○ ○	2	PT1	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	A-	3	○ ○ ○	3	PT1	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PE	11	4	○ ○ ○		KK001-PT1-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			5	○ ○ ○	1	PT2	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	B+	6	○ ○ ○	2	PT2	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	B-	7	○ ○ ○	3	PT2	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			8	○ ○ ○		KK001-PT2-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			9	○ ○ ○	1	PT3	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	C+	10	○ ○ ○	2	PT3	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	C-	11	○ ○ ○	3	PT3	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			12	○ ○ ○		KK001-PT3-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			13	○ ○ ○	1	PT4	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	D+	14	○ ○ ○	2	PT4	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	D-	15	○ ○ ○	3	PT4	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			16	○ ○ ○		KK001-PT4-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			17	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC_A2	A+	18	○ ○ ○	19	XAI	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	A-	19	○ ○ ○	18	XAI	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			20	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			21	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC_A2	B+	22	○ ○ ○	12	CVT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	B-	23	○ ○ ○	11	CVT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			24	○ ○ ○		KK001-CVT-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			25	○ ○ ○	1	LT/TT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	C+	26	○ ○ ○		R1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			27	○ ○ ○	2	LT/TT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	C-	27	○ ○ ○		R1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			28	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			29	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC_A2	D+	30	○ ○ ○		R2	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	D-	31	○ ○ ○	3	LT/TT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			32	○ ○ ○		R2	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
						KK001-LT/TT-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
B	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">X2 (VDK2.5)</th> </tr> <tr> <th>SIJAINTI1</th> <th>LAITE1</th> <th>LIITINI</th> <th>NUMERO</th> <th>JUMPERI</th> <th>LIITIN2</th> <th>LAITE2</th> <th>SIJAINTI2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KK001</td><td>2F4.2</td><td>2</td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td>+</td><td>TP070</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>2F9.2</td><td>2</td><td>10</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_D01</td><td>2L</td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td>1L</td><td>PLC</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>11</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>○ ○ ○</td><td>14</td><td>K30</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>2F4.3</td><td></td><td>4</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>XBI</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>2F9.3</td><td>2</td><td>13</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>XAI</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>14</td><td>○ ○ ○</td><td>A</td><td>GSV-40</td><td>DVI</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>○ ○ ○</td><td>L+</td><td>PLC_D01</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○ ○ ○</td><td>L+</td><td>PLC_A02</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>15</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>2F9.1</td><td>2</td><td>7</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>2F9.4</td><td>2</td><td>16</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>17</td><td>○ ○ ○</td><td>A</td><td>GSV-44</td><td>DVI</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>18</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>								X2 (VDK2.5)								SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	JUMPERI	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2	KK001	2F4.2	2	1	○ ○ ○	+	TP070	KK001	KK001	2F9.2	2	10	○ ○ ○				KK001	PLC_D01	2L	2	○ ○ ○	1L	PLC	KK001				11	○ ○ ○							3	○ ○ ○	14	K30	KK001				12	○ ○ ○				KK001	2F4.3		4	○ ○ ○	1	XBI	KK001	KK001	2F9.3	2	13	○ ○ ○							5	○ ○ ○	1	XAI	KK001				14	○ ○ ○	A	GSV-40	DVI				6	○ ○ ○	L+	PLC_D01	KK001					○ ○ ○	L+	PLC_A02	KK001				15	○ ○ ○				KK001	2F9.1	2	7	○ ○ ○				KK001	2F9.4	2	16	○ ○ ○							8	○ ○ ○							17	○ ○ ○	A	GSV-44	DVI				9	○ ○ ○							18	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	X2 (VDK2.5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	JUMPERI	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	2F4.2	2	1	○ ○ ○	+	TP070	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	2F9.2	2	10	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC_D01	2L	2	○ ○ ○	1L	PLC	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			11	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			3	○ ○ ○	14	K30	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			12	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	2F4.3		4	○ ○ ○	1	XBI	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	2F9.3	2	13	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			5	○ ○ ○	1	XAI	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			14	○ ○ ○	A	GSV-40	DVI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			6	○ ○ ○	L+	PLC_D01	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				○ ○ ○	L+	PLC_A02	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			15	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	2F9.1	2	7	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	2F9.4	2	16	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			8	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			17	○ ○ ○	A	GSV-44	DVI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			9	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			18	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
C	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">X3 (VDK 2.5)</th> </tr> <tr> <th>SIJAINTI1</th> <th>LAITE1</th> <th>LIITINI</th> <th>NUMERO</th> <th>JUMPERI</th> <th>LIITIN2</th> <th>LAITE2</th> <th>SIJAINTI2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KK001</td><td>T1</td><td>-</td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td>-</td><td>TP070</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>T3</td><td>-</td><td>11</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>X4</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td>○ ○ ○</td><td>B</td><td>GSV-40</td><td>DVI</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>XBD</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>13</td><td>○ ○ ○</td><td>B</td><td>GSV-44</td><td>DVI</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A02</td><td>M</td><td>4</td><td>○ ○ ○</td><td>1M</td><td>PLC</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>K00</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>15</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>16</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>17</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>18</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>19</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>								X3 (VDK 2.5)								SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	JUMPERI	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2	KK001	T1	-	1	○ ○ ○	-	TP070	KK001	KK001	T3	-	11	○ ○ ○							2	○ ○ ○	3	X4	KK001				12	○ ○ ○	B	GSV-40	DVI				3	○ ○ ○	2	XBD	KK001				13	○ ○ ○	B	GSV-44	DVI	KK001	PLC_A02	M	4	○ ○ ○	1M	PLC	KK001				5	○ ○ ○	A2	K00	KK001				15	○ ○ ○							6	○ ○ ○							16	○ ○ ○							7	○ ○ ○							17	○ ○ ○							8	○ ○ ○							18	○ ○ ○							9	○ ○ ○							19	○ ○ ○							10	○ ○ ○							20	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	X3 (VDK 2.5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	JUMPERI	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	T1	-	1	○ ○ ○	-	TP070	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	T3	-	11	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			2	○ ○ ○	3	X4	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			12	○ ○ ○	B	GSV-40	DVI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			3	○ ○ ○	2	XBD	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			13	○ ○ ○	B	GSV-44	DVI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A02	M	4	○ ○ ○	1M	PLC	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			5	○ ○ ○	A2	K00	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			15	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			6	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			16	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			7	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			17	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			8	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			18	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			9	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			19	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			10	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			20	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
D	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">X4 (VDU 4)</th> </tr> <tr> <th>SIJAINTI1</th> <th>LAITE1</th> <th>LIITINI</th> <th>NUMERO</th> <th>Jumper</th> <th>LIITIN2</th> <th>LAITE2</th> <th>SIJAINTI2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td>11</td><td>K00</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>2F4.1</td><td>2</td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td>A1</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td>A1</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>TK1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>X3</td><td>2</td><td>3</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>TK2</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>S20</td><td>3</td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td>A2</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> </tbody> </table>								X4 (VDU 4)								SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2				1	○ ○ ○	11	K00	KK001	KK001	2F4.1	2	1	○ ○ ○	A1	K99	KK001				2	○ ○ ○	A1	K99	KK001				2	○ ○ ○	A2	TK1	KK001	KK001	X3	2	3	○ ○ ○	A2	TK2	KK001				4	○ ○ ○	A2	K99	KK001	KK001	S20	3	5	○ ○ ○	A2	K99	KK001				5	○ ○ ○	A2	K99	KK001	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">XBI (VDU10)</th> </tr> <tr> <th>SIJAINTI1</th> <th>LAITE1</th> <th>LIITINI</th> <th>NUMERO</th> <th>Jumper</th> <th>LIITIN2</th> <th>LAITE2</th> <th>SIJAINTI2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KK001</td><td>X2</td><td>4</td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.0</td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.1</td><td>3</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.2</td><td>4</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.3</td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.4</td><td>6</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.4</td><td>7</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.4</td><td>8</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.4</td><td>9</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.4</td><td>10</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.5</td><td>11</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.5</td><td>12</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.6</td><td>13</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.6</td><td>14</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.6</td><td>15</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.7</td><td>16</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>0.7</td><td>17</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.0</td><td>18</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.0</td><td>19</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.1</td><td>20</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.1</td><td>21</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.2</td><td>22</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.2</td><td>23</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.3</td><td>24</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.3</td><td>25</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.4</td><td>26</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.4</td><td>27</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.5</td><td>28</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.5</td><td>29</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.6</td><td>30</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Y/D KRYNNISTIN</td><td>IK3</td><td></td><td>31</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>1.7</td><td>32</td><td>○ ○ ○</td><td>14</td><td>IK3</td><td>Y/D KRYNNISTIN</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>K99</td><td>13</td><td>33</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>2.0</td><td>34</td><td>○ ○ ○</td><td>14</td><td>K99</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>IF1</td><td>13</td><td>35</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>2.1</td><td>36</td><td>○ ○ ○</td><td>14</td><td>IF1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KENTTR</td><td>PS22</td><td>1</td><td>37</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>2.2</td><td>38</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PS22</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KENTTR</td><td>PS23</td><td>1</td><td>39</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>2.3</td><td>40</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PS23</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KENTTR</td><td>PS24</td><td>1</td><td>41</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>2.4</td><td>42</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PS24</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KENTTR</td><td>PS25</td><td>1</td><td>43</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>2.5</td><td>44</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PS25</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>45</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>2.6</td><td>46</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>47</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC</td><td>2.7</td><td>48</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		XBI (VDU10)								SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2	KK001	X2	4	1	○ ○ ○				KK001	PLC	0.0	2	○ ○ ○				KK001	PLC	0.1	3	○ ○ ○				KK001	PLC	0.2	4	○ ○ ○				KK001	PLC	0.3	5	○ ○ ○				KK001	PLC	0.4	6	○ ○ ○				KK001	PLC	0.4	7	○ ○ ○				KK001	PLC	0.4	8	○ ○ ○				KK001	PLC	0.4	9	○ ○ ○				KK001	PLC	0.4	10	○ ○ ○				KK001	PLC	0.5	11	○ ○ ○				KK001	PLC	0.5	12	○ ○ ○				KK001	PLC	0.6	13	○ ○ ○				KK001	PLC	0.6	14	○ ○ ○				KK001	PLC	0.6	15	○ ○ ○				KK001	PLC	0.7	16	○ ○ ○				KK001	PLC	0.7	17	○ ○ ○				KK001	PLC	1.0	18	○ ○ ○				KK001	PLC	1.0	19	○ ○ ○				KK001	PLC	1.1	20	○ ○ ○				KK001	PLC	1.1	21	○ ○ ○				KK001	PLC	1.2	22	○ ○ ○				KK001	PLC	1.2	23	○ ○ ○				KK001	PLC	1.3	24	○ ○ ○				KK001	PLC	1.3	25	○ ○ ○				KK001	PLC	1.4	26	○ ○ ○				KK001	PLC	1.4	27	○ ○ ○				KK001	PLC	1.5	28	○ ○ ○				KK001	PLC	1.5	29	○ ○ ○				KK001	PLC	1.6	30	○ ○ ○				Y/D KRYNNISTIN	IK3		31	○ ○ ○				KK001	PLC	1.7	32	○ ○ ○	14	IK3	Y/D KRYNNISTIN	KK001	K99	13	33	○ ○ ○				KK001	PLC	2.0	34	○ ○ ○	14	K99	KK001	KK001	IF1	13	35	○ ○ ○				KK001	PLC	2.1	36	○ ○ ○	14	IF1	KK001	KENTTR	PS22	1	37	○ ○ ○				KK001	PLC	2.2	38	○ ○ ○	2	PS22	KENTTR	KENTTR	PS23	1	39	○ ○ ○				KK001	PLC	2.3	40	○ ○ ○	2	PS23	KENTTR	KENTTR	PS24	1	41	○ ○ ○				KK001	PLC	2.4	42	○ ○ ○	2	PS24	KENTTR	KENTTR	PS25	1	43	○ ○ ○				KK001	PLC	2.5	44	○ ○ ○	2	PS25	KENTTR				45	○ ○ ○				KK001	PLC	2.6	46	○ ○ ○							47	○ ○ ○				KK001	PLC	2.7	48	○ ○ ○			
	X4 (VDU 4)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			1	○ ○ ○	11	K00	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	2F4.1	2	1	○ ○ ○	A1	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			2	○ ○ ○	A1	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			2	○ ○ ○	A2	TK1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	X3	2	3	○ ○ ○	A2	TK2	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			4	○ ○ ○	A2	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	S20	3	5	○ ○ ○	A2	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			5	○ ○ ○	A2	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
XBI (VDU10)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	X2	4	1	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.0	2	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.1	3	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.2	4	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.3	5	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.4	6	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.4	7	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.4	8	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.4	9	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.4	10	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.5	11	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.5	12	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.6	13	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.6	14	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.6	15	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.7	16	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	0.7	17	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.0	18	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.0	19	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.1	20	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.1	21	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.2	22	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.2	23	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.3	24	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.3	25	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.4	26	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.4	27	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.5	28	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.5	29	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.6	30	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Y/D KRYNNISTIN	IK3		31	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	1.7	32	○ ○ ○	14	IK3	Y/D KRYNNISTIN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	K99	13	33	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	2.0	34	○ ○ ○	14	K99	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	IF1	13	35	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	2.1	36	○ ○ ○	14	IF1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KENTTR	PS22	1	37	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	2.2	38	○ ○ ○	2	PS22	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KENTTR	PS23	1	39	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	2.3	40	○ ○ ○	2	PS23	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KENTTR	PS24	1	41	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	2.4	42	○ ○ ○	2	PS24	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KENTTR	PS25	1	43	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	2.5	44	○ ○ ○	2	PS25	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			45	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	2.6	46	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			47	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC	2.7	48	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
E	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">XAI (VDK 4N)</th> </tr> <tr> <th>SIJAINTI1</th> <th>LAITE1</th> <th>LIITINI</th> <th>NUMERO</th> <th>Jumper</th> <th>LIITIN2</th> <th>LAITE2</th> <th>SIJAINTI2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KK001</td><td>X2</td><td>5</td><td>1</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>PT1</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>A+</td><td>2</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PT1</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>A-</td><td>3</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>PT1</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PE</td><td>11</td><td>4</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-PT1-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>PT2</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>B+</td><td>6</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PT2</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>B-</td><td>7</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>PT2</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-PT2-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>PT3</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>C+</td><td>10</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PT3</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>C-</td><td>11</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>PT3</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-PT3-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>13</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>PT4</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>D+</td><td>14</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>PT4</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_AI</td><td>D-</td><td>15</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>PT4</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>16</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-PT4-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>17</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>A+</td><td>18</td><td>○ ○ ○</td><td>19</td><td>XAI</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>A-</td><td>19</td><td>○ ○ ○</td><td>18</td><td>XAI</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>21</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>B+</td><td>22</td><td>○ ○ ○</td><td>12</td><td>CVT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>B-</td><td>23</td><td>○ ○ ○</td><td>11</td><td>CVT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>24</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>KK001-CVT-W1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>25</td><td>○ ○ ○</td><td>1</td><td>LT/TT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>C+</td><td>26</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>R1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>27</td><td>○ ○ ○</td><td>2</td><td>LT/TT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>C-</td><td>27</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>R1</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>28</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>29</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>D+</td><td>30</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>R2</td><td>KK001</td></tr> <tr><td>KK001</td><td>PLC_A2</td><td>D-</td><td>31</td><td>○ ○ ○</td><td>3</td><td>LT/TT</td><td>KENTTR</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>32</td><td>○ ○ ○</td><td></td><td>R2</td><td>KK001</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>KK001-LT/TT-W1</td><td>KK001</td></tr> </tbody> </table>								XAI (VDK 4N)								SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2	KK001	X2	5	1	○ ○ ○	1	PT1	KENTTR	KK001	PLC_AI	A+	2	○ ○ ○	2	PT1	KENTTR	KK001	PLC_AI	A-	3	○ ○ ○	3	PT1	KENTTR	KK001	PE	11	4	○ ○ ○		KK001-PT1-W1	KK001				5	○ ○ ○	1	PT2	KENTTR	KK001	PLC_AI	B+	6	○ ○ ○	2	PT2	KENTTR	KK001	PLC_AI	B-	7	○ ○ ○	3	PT2	KENTTR				8	○ ○ ○		KK001-PT2-W1	KK001				9	○ ○ ○	1	PT3	KENTTR	KK001	PLC_AI	C+	10	○ ○ ○	2	PT3	KENTTR	KK001	PLC_AI	C-	11	○ ○ ○	3	PT3	KENTTR				12	○ ○ ○		KK001-PT3-W1	KK001				13	○ ○ ○	1	PT4	KENTTR	KK001	PLC_AI	D+	14	○ ○ ○	2	PT4	KENTTR	KK001	PLC_AI	D-	15	○ ○ ○	3	PT4	KENTTR				16	○ ○ ○		KK001-PT4-W1	KK001				17	○ ○ ○				KK001	PLC_A2	A+	18	○ ○ ○	19	XAI	KK001	KK001	PLC_A2	A-	19	○ ○ ○	18	XAI	KK001				20	○ ○ ○							21	○ ○ ○				KK001	PLC_A2	B+	22	○ ○ ○	12	CVT	KENTTR	KK001	PLC_A2	B-	23	○ ○ ○	11	CVT	KENTTR				24	○ ○ ○		KK001-CVT-W1	KK001				25	○ ○ ○	1	LT/TT	KENTTR	KK001	PLC_A2	C+	26	○ ○ ○		R1	KK001				27	○ ○ ○	2	LT/TT	KENTTR	KK001	PLC_A2	C-	27	○ ○ ○		R1	KK001				28	○ ○ ○							29	○ ○ ○				KK001	PLC_A2	D+	30	○ ○ ○		R2	KK001	KK001	PLC_A2	D-	31	○ ○ ○	3	LT/TT	KENTTR				32	○ ○ ○		R2	KK001							KK001-LT/TT-W1	KK001																																																																																																																																																																																																		
	XAI (VDK 4N)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
SIJAINTI1	LAITE1	LIITINI	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	X2	5	1	○ ○ ○	1	PT1	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	A+	2	○ ○ ○	2	PT1	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	A-	3	○ ○ ○	3	PT1	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PE	11	4	○ ○ ○		KK001-PT1-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			5	○ ○ ○	1	PT2	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	B+	6	○ ○ ○	2	PT2	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	B-	7	○ ○ ○	3	PT2	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			8	○ ○ ○		KK001-PT2-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			9	○ ○ ○	1	PT3	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	C+	10	○ ○ ○	2	PT3	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	C-	11	○ ○ ○	3	PT3	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			12	○ ○ ○		KK001-PT3-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			13	○ ○ ○	1	PT4	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	D+	14	○ ○ ○	2	PT4	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_AI	D-	15	○ ○ ○	3	PT4	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			16	○ ○ ○		KK001-PT4-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			17	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC_A2	A+	18	○ ○ ○	19	XAI	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	A-	19	○ ○ ○	18	XAI	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			20	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			21	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC_A2	B+	22	○ ○ ○	12	CVT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	B-	23	○ ○ ○	11	CVT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			24	○ ○ ○		KK001-CVT-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			25	○ ○ ○	1	LT/TT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	C+	26	○ ○ ○		R1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			27	○ ○ ○	2	LT/TT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	C-	27	○ ○ ○		R1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			28	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			29	○ ○ ○																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
KK001	PLC_A2	D+	30	○ ○ ○		R2	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
KK001	PLC_A2	D-	31	○ ○ ○	3	LT/TT	KENTTR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			32	○ ○ ○		R2	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
						KK001-LT/TT-W1	KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
F	REV		MUUTOS		TEKIJA		PVM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				ELECTRICAL		OTSIKKO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				KOKO A4		KONEIKKO KOEAJOON																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				REVISIO		OMISTAJA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				STANDARDI IEC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				LEHTI 19 23		PROJEKTI BA 21063																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
						PIIRI E04-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
						SIJAINTI KK001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
						PIIRRUSTUSNUMERO 1000000070501																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				


REV	MUUTOS	TEKIJÄ	PVM	CAD	OTSIKKO	OMISTAJA
				ELETRICAL	KONEIKKO KOEAJON	
				KOKO A4	REVISIO	
				STANDARDI IEC	PROJEKTI BA 21063	PIIRUSTUSNUMERO 100000070502
				LEHTI 20 23	PIIRI E04-2	SIJAINTI KK001
					SUUNNITTELIJA VANTANEN	PIIRTÄJÄ VANTANEN
					TARKASTAJA	HYVÄKSYJÄ

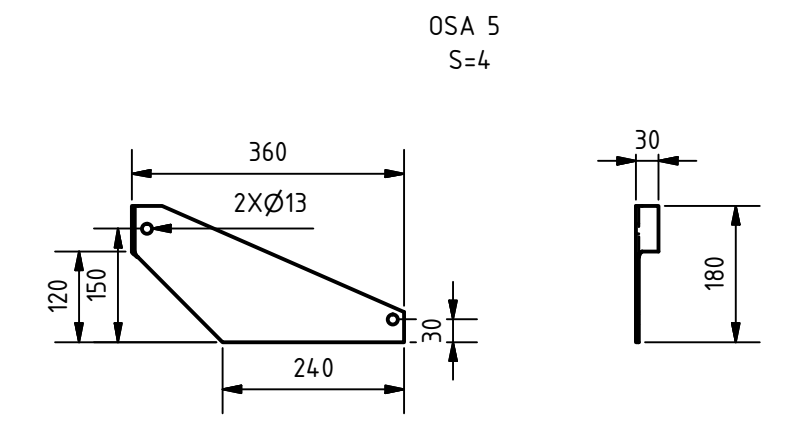
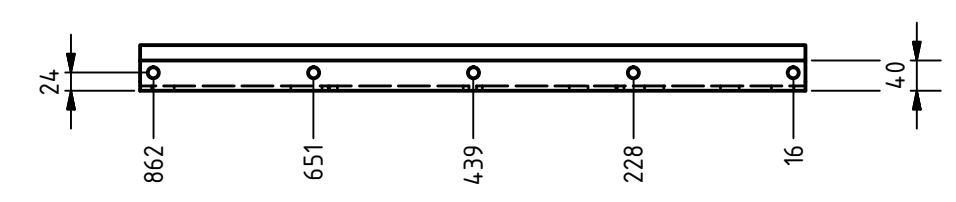
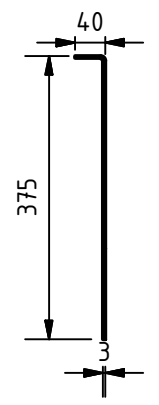
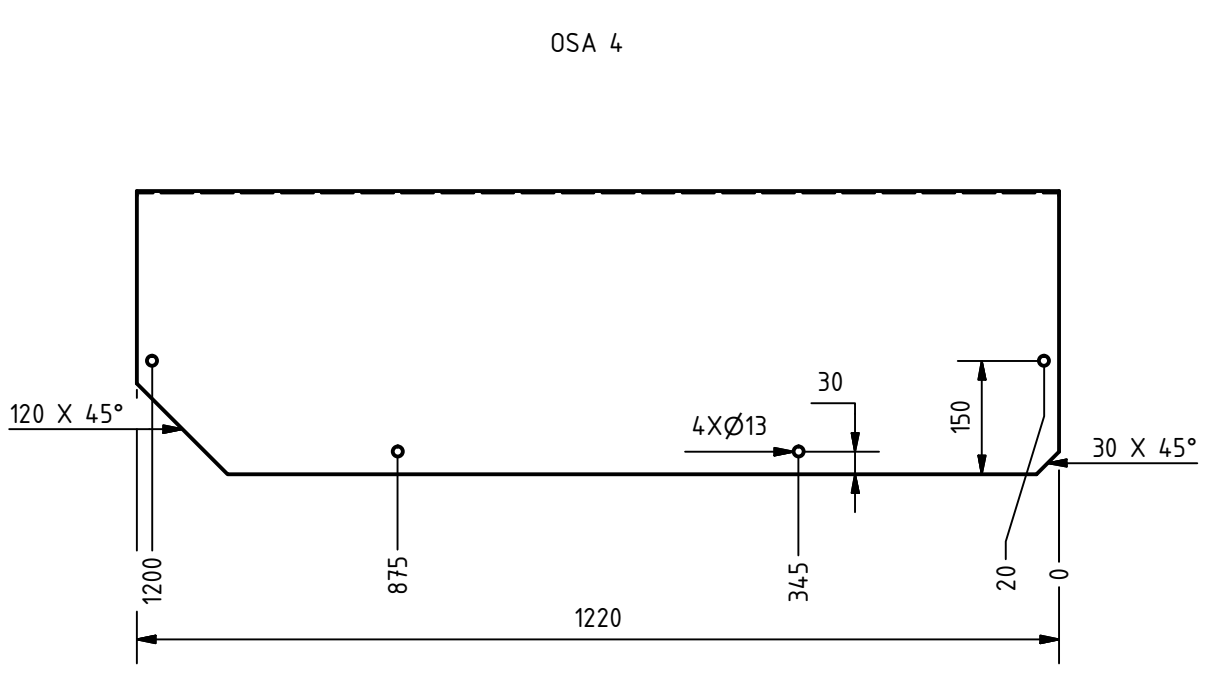
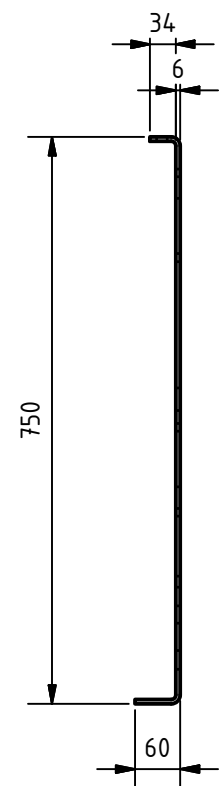
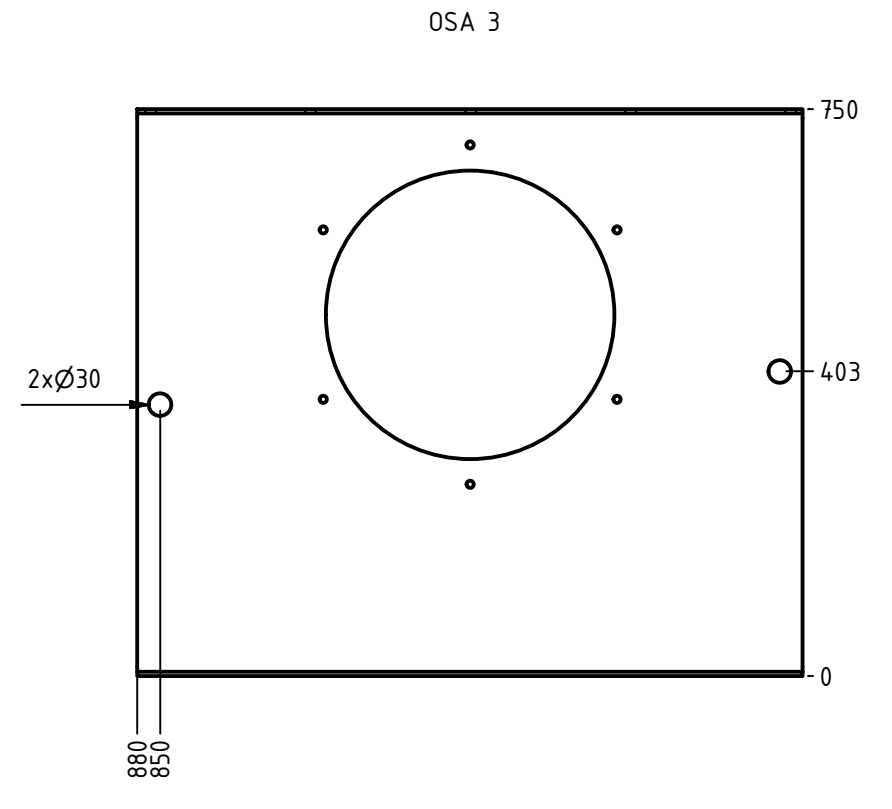
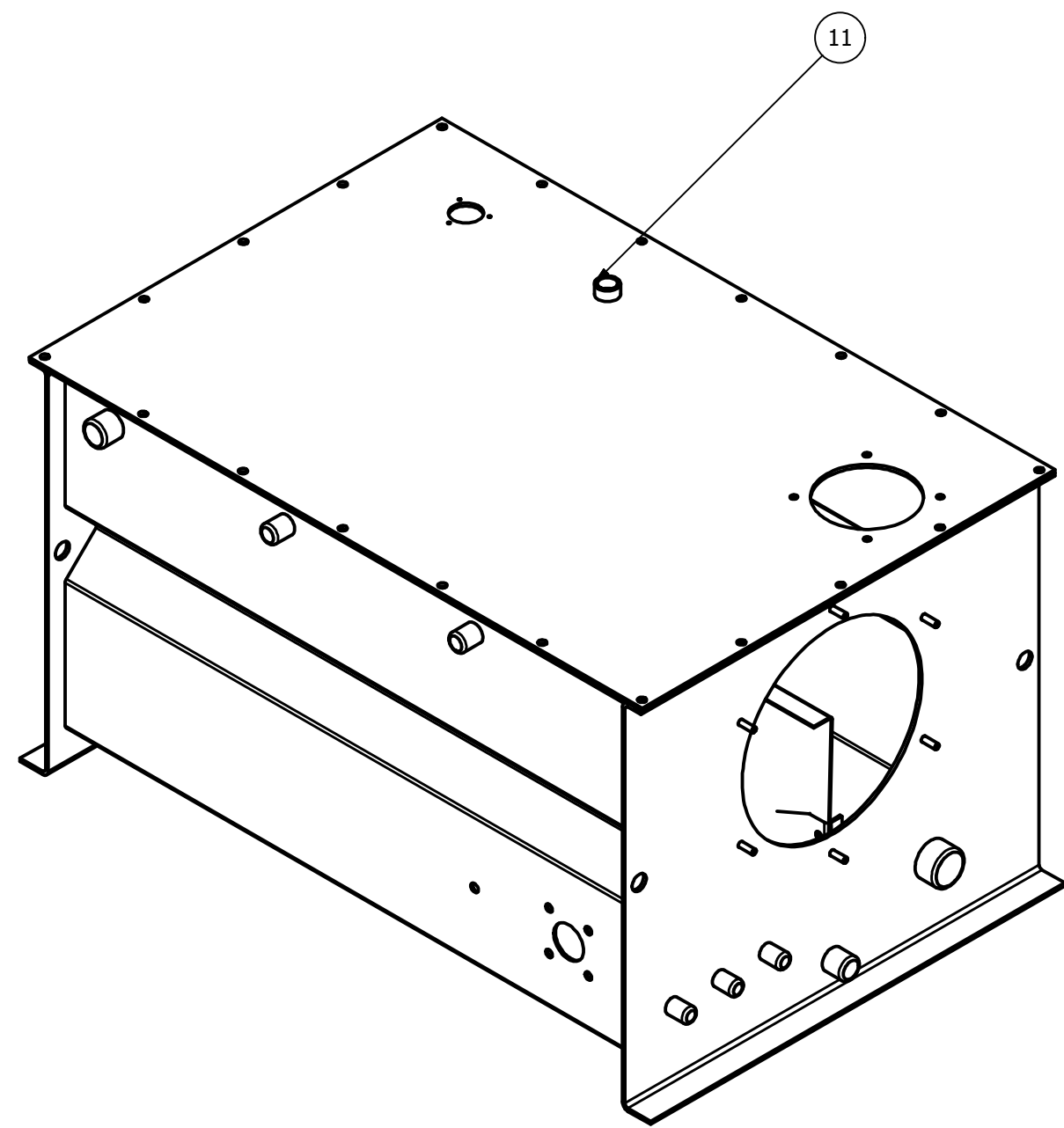
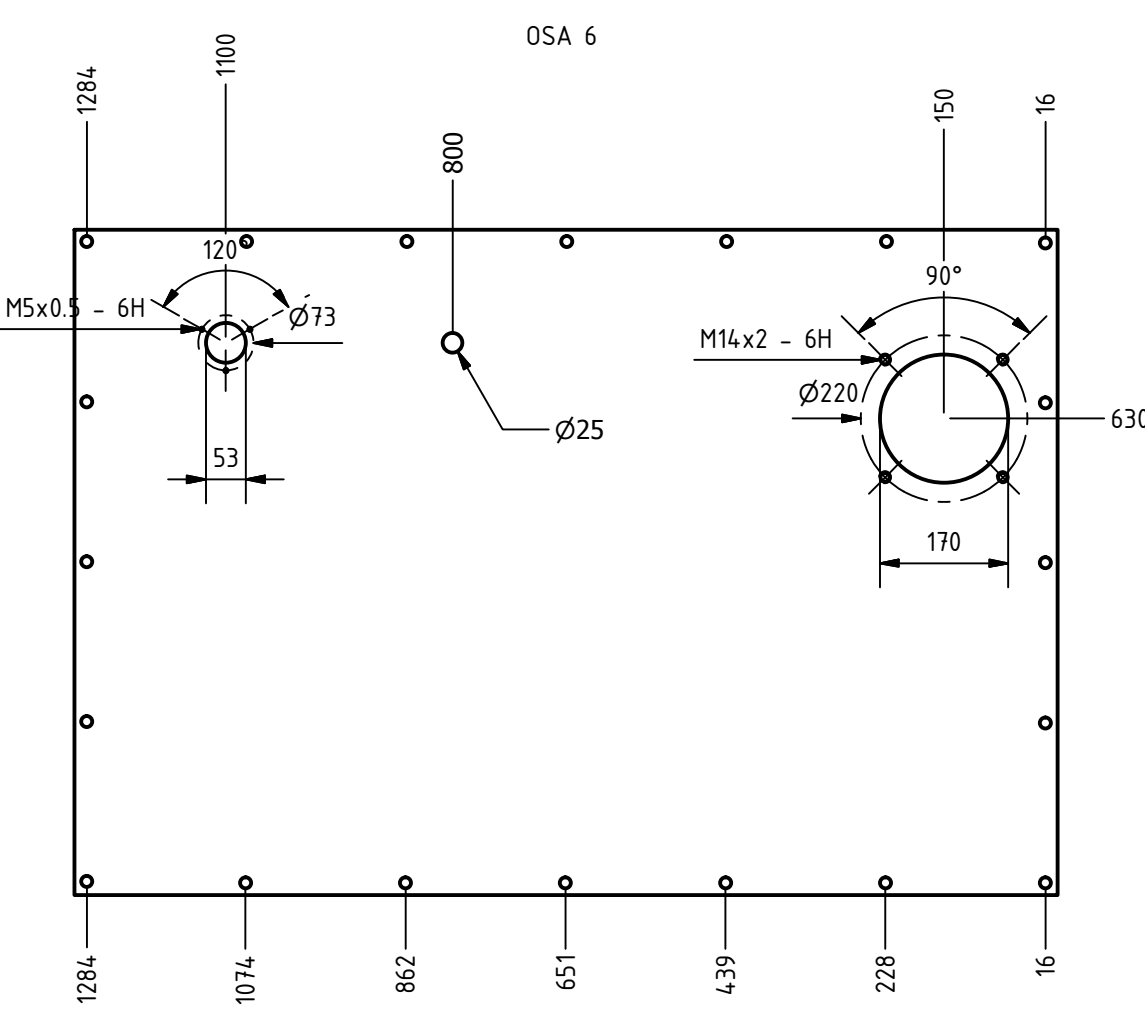
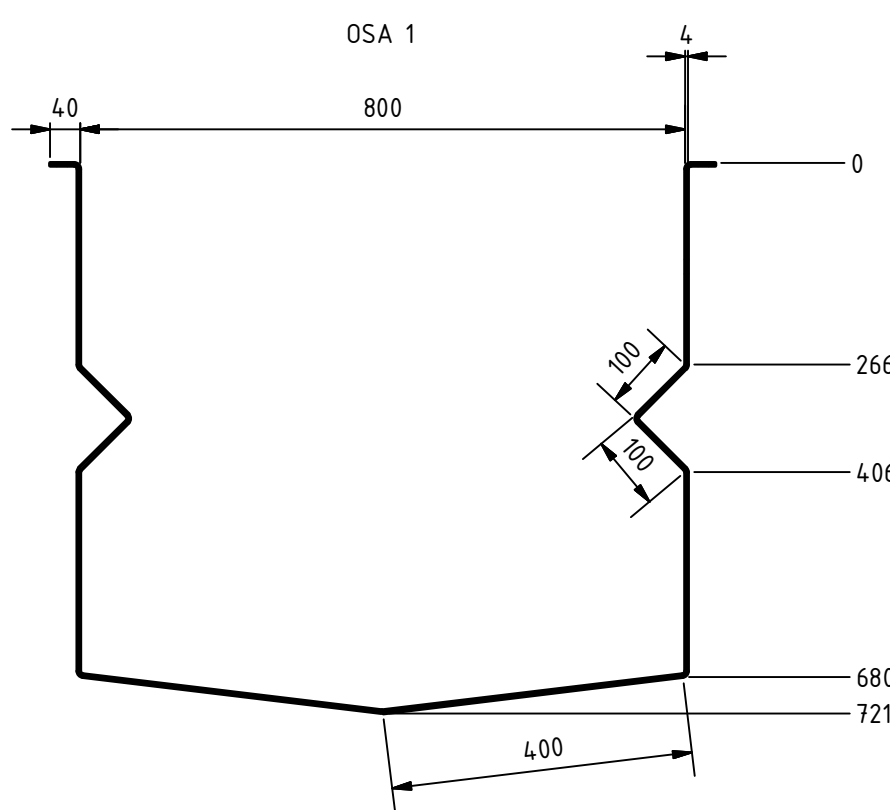
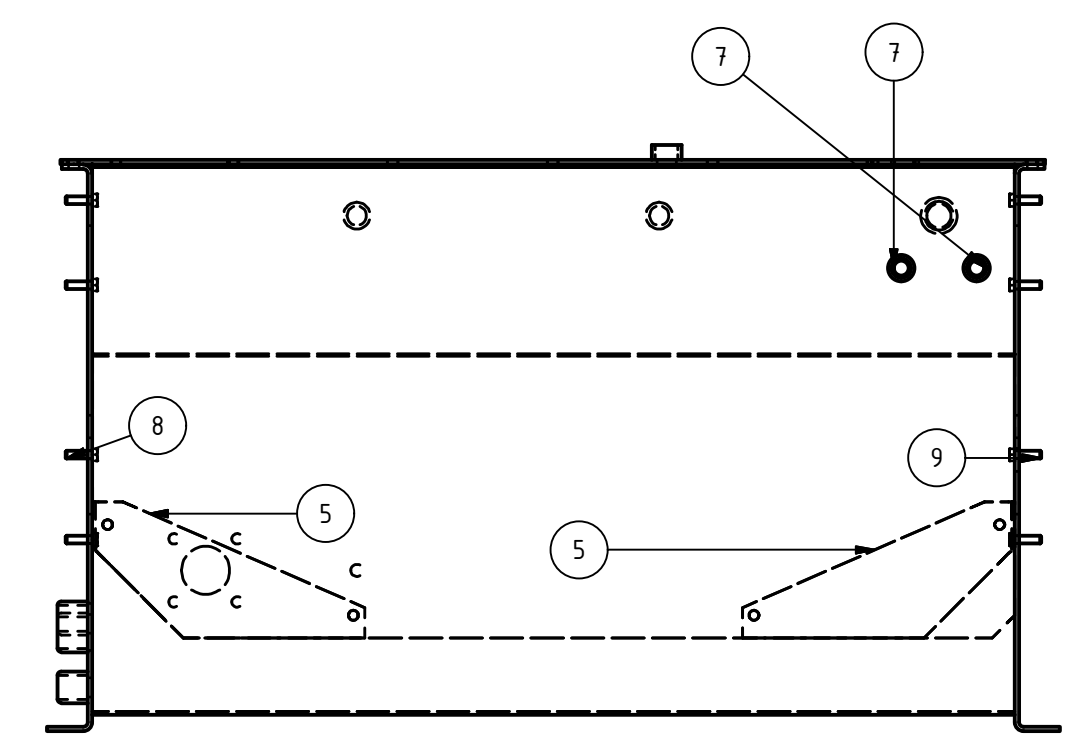
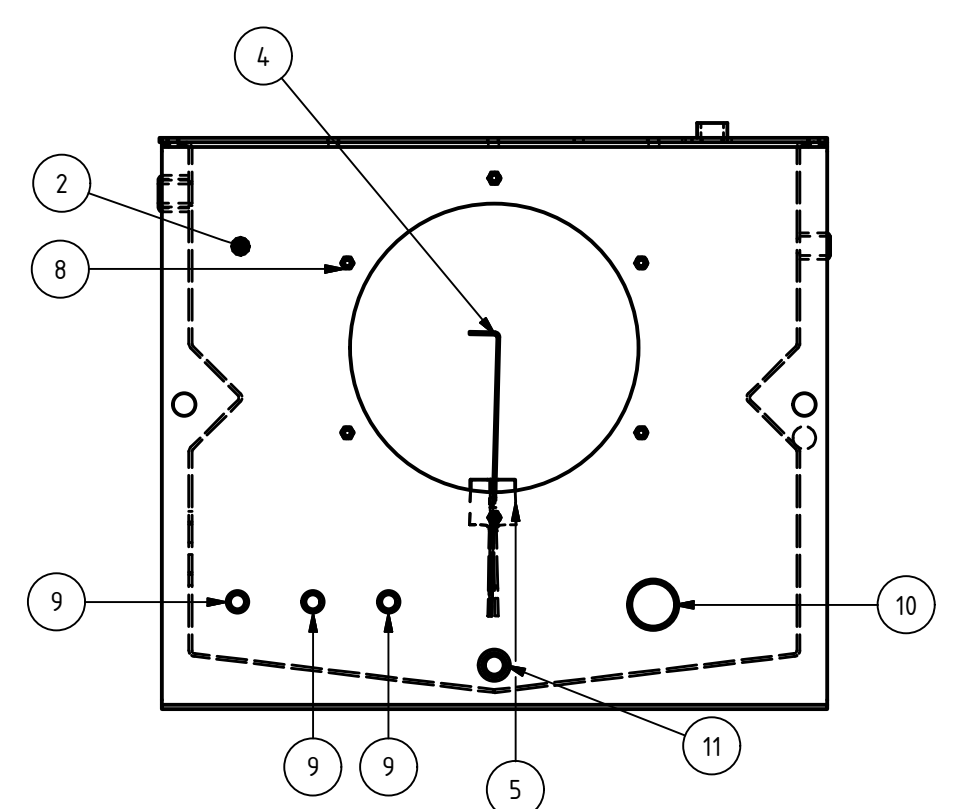
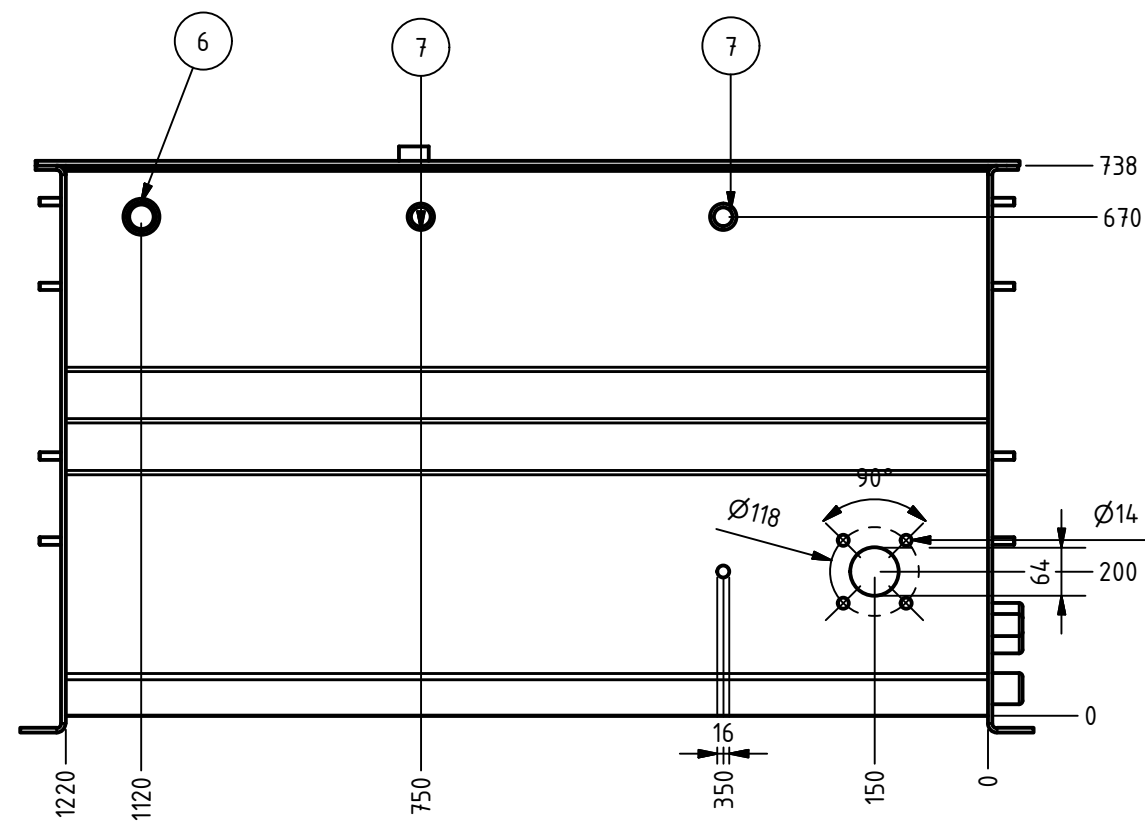
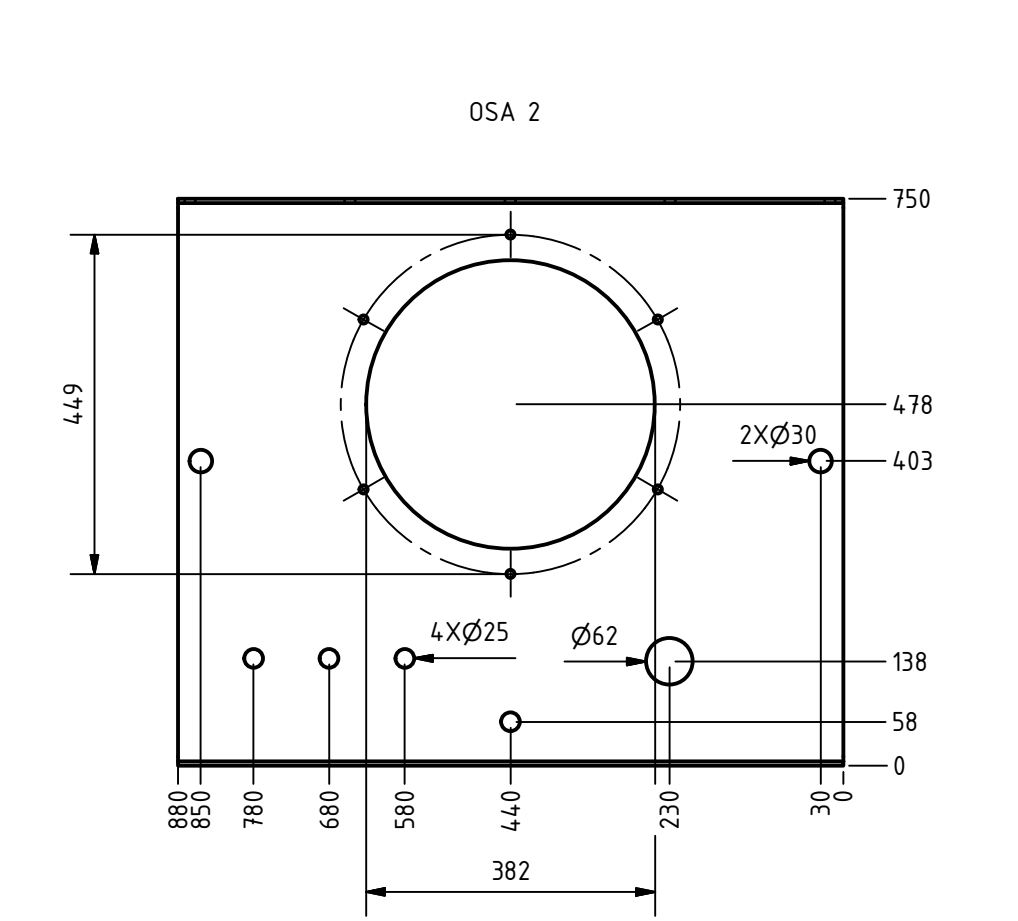
  

SIJAINTI11	LAITE1	LIITIN	XBD (VIK 25)	LIITINE	LAITE2	SIJAINTI2
KK001	K00	14	1 000			
KK001	K00	14	1 000	13	K99	KK001
KK001	X3	3	000			
KK001	K01	14	3 000			
KK001	K01	14	3 000	AI	IK1	VJ1 KEYNALESTIN
KK001	K02	14	000			
KK001	K02	14	000	X4	K99	KK001
KK001	K03	14	000			
KK001	K04	14	000	1	GSV-2	KENTTR
KK001	K04	14	000	2	GSV-3	KENTTR
KK001	K05	14	000	1	GSV-3	KENTTR
KK001	K05	14	000	2	GSV-1	KENTTR
KK001	K06	14	000	AI	K06.1	KK001
KK001	K07	14	000	A2	K06.1	KK001
KK001	K31	14	000	2	GSV-4	KENTTR
KK001	K31	14	000	18	X80	KK001
KK001	K31	14	000	18	X80	KK001
KK001	K11	14	000	17	X80	KK001
KK001	K11	13	000	17	X80	KK001
KK001	K31	24	000	11	K20	KK001
KK001	K31	24	000	20	X80	KK001
KK001	K11	24	000	20	X80	KK001
KK001	K11	24	000	19	X80	KK001
KK001	K12	14	000	19	X80	KK001
KK001	K12	14	000	34	X80	KK001
KK001	K13	14	000	1	GSV-20	KENTTR
KK001	K13	14	000	2	GSV-20	KENTTR
KK001	K14	14	000	1	GSV-21	KENTTR
KK001	K14	14	000	2	GSV-21	KENTTR
KK001	K15	14	000	1	GSV-22	KENTTR
KK001	K15	14	000	2	GSV-22	KENTTR
KK001	K16	14	000			
KK001	K17	14	000			
KK001	K20	14	000			
KK001	X80	20	000	20L	DV1	DV1
KK001	K21	14	000	20M	DV1	DV1
KK001	K21	14	000	21L	DV1	DV1
KK001	K22	14	000	21M	DV1	DV1
KK001	K23	14	000	22L	DV1	DV1
KK001	K23	14	000	22M	DV1	DV1
KK001	K24	14	000	23L	DV1	DV1
KK001	K24	14	000	23M	DV1	DV1
KK001	K25	14	000	24L	DV1	DV1
KK001	K25	14	000	24M	DV1	DV1
KK001	K26	14	000	25L	DV1	DV1
KK001	K26	14	000	25M	DV1	DV1
KK001	K27	14	000	26L	DV1	DV1
KK001	K30	13	000	26M	DV1	DV1
KK001	K31	13	000	27L	DV1	DV1
KK001	K31	13	000	27M	DV1	DV1
KK001	K32	13	000	1	GSV-30	KENTTR
KK001	K32	13	000	2	GSV-30	KENTTR
KK001	K33	13	000	1	GSV-31	KENTTR
KK001	K33	13	000	2	GSV-31	KENTTR
KK001	K34	13	000	1	GSV-32	KENTTR
KK001	K34	13	000	2	GSV-32	KENTTR
KK001	K35	13	000	1	GSV-33	KENTTR
KK001	K35	13	000	2	GSV-33	KENTTR
KK001	K36	13	000	1	GSV-34	KENTTR
KK001	K36	13	000	2	GSV-34	KENTTR
KK001	K37	13	000	1	GSV-35	KENTTR
KK001	K37	13	000	2	GSV-35	KENTTR
KK001	K37	13	000	1	GSV-36	KENTTR
KK001	K37	13	000	2	GSV-36	KENTTR
KK001	K37	13	000	1	GSV-37	KENTTR
KK001	K37	13	000	2	GSV-37	KENTTR

SIJAINTI11	LAITE1	LIITIN	XAD (VIK 40)	LIITINE	LAITE2	SIJAINTI2
KK001	PLC_A1	M0	1 000			
KK001	PLC_A1	V0	2 000			
KK001	PLC_A1	I0	3 000			
KK001	PE	I2	4 000			
KK001	PLC_A2	M0	5 000			
KK001	PLC_A2	V0	6 000			
KK001	PLC_A2	I0	7 000			
KK001	PLC_A2	M0	8 000			
KK001	PLC_A2	V0	9 000	E	GSV-40	DV1
KK001	PLC_A2	I0	10 000	D	GSV-40	DV1
KK001	PLC_A2	I0	11 000			
KK001	PLC_A2	M1	12 000	SL	GSV-40	DV1
KK001	PLC_A2	V1	13 000	E	GSV-42	DV1
KK001	PLC_A2	V1	14 000	D	GSV-42	DV1
KK001			15 000			
KK001			16 000			
KK001			17 000			
KK001			18 000			
KK001			19 000			
KK001			20 000			
KK001			21 000			
KK001			22 000			
KK001			23 000			
KK001			24 000			
KK001			25 000			
KK001			26 000			
KK001			27 000			
KK001			28 000			
KK001			29 000			
KK001			30 000			
KK001			31 000			
KK001			32 000			
KK001			33 000			
KK001			34 000			
KK001			35 000			
KK001			36 000			
KK001			37 000			
KK001			38 000			
KK001			39 000			
KK001			40 000			
KK001			41 000			
KK001			42 000			
KK001			43 000			
KK001			44 000			
KK001			45 000			
KK001			46 000			
KK001			47 000			
KK001			48 000			
KK001			49 000			
KK001			50 000			
KK001			51 000			
KK001			52 000			
KK001			53 000			
KK001			54 000			
KK001			55 000			
KK001			56 000			
KK001			57 000			
KK001			58 000			
KK001			59 000			
KK001			60 000			
KK001			61 000			
KK001			62 000			
KK001			63 000			
KK001			64 000			

1		2		3		4		5		6		7		8	
N (N-KISKID)															
SIJAINTI1	LAITE1	LIITIN1	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2								
KK001	32A_PIN	N	1	● ○ ○											
			2	● ○ ○	A2	IK1	Y/D KRYNNISTIN								
			3	● ○ ○	N	H1	KK001								
			4	● ○ ○	N	PLC	I/D								
			5	● ○ ○	N	T1	KK001								
			6	● ○ ○											
			7	● ○ ○	N	T2.1	KK001								
			8	● ○ ○	3	CVT1	KK001								
			9	● ○ ○	N	T3	KK001								
			10	● ○ ○											
			11	● ○ ○											
			12	● ○ ○											
PE (PE-KISKID)															
SIJAINTI1	LAITE1	LIITIN1	NUMERO	Jumper	LIITIN2	LAITE2	SIJAINTI2								
KK001	32A_PIN	PE	1	● ○ ○											
			2	● ○ ○	GND	GND	KK001								
			3	● ○ ○	PE	X1	KK001								
			4	● ○ ○	PE	X1	KK001								
			5	● ○ ○	PE	H1	KK001								
			6	● ○ ○	CDM	PLC_A1	KK001								
			7	● ○ ○	PE	T1	KK001								
			8	● ○ ○											
			9	● ○ ○		20PE	DV1								
			9	● ○ ○											
			10	● ○ ○	PE	T3	KK001								
			11	● ○ ○	4	XAI	KK001								
			12	● ○ ○	4	XAD	KK001								
			13	● ○ ○											
			14	● ○ ○											
			15	● ○ ○											
			16	● ○ ○											
			17	● ○ ○											
			18	● ○ ○											
			19	● ○ ○											
			20	● ○ ○											
			21	● ○ ○											
			22	● ○ ○											
			23	● ○ ○											
			24	● ○ ○											
E															
												SUUNNITTELIJA VANTANEN		PIIRTÄJÄ VANTANEN	
												TARKASTAJA		HYVÄKSYJÄ	
REV	MUUTOS				TEKIJÄ	PVM	CAD ELETRICAL	OTSIKKO KONEIKKO KOEAJOON				OMISTAJA			
							KOKO A4	REVISIO							
							STANDARDI IEC	PROJEKTI BA 21063							
							LEHTI 21 23	PIIRI E04-3		SIJAINTI KK001		PIIRUSTUSNUMERO 1000000070503			
F															

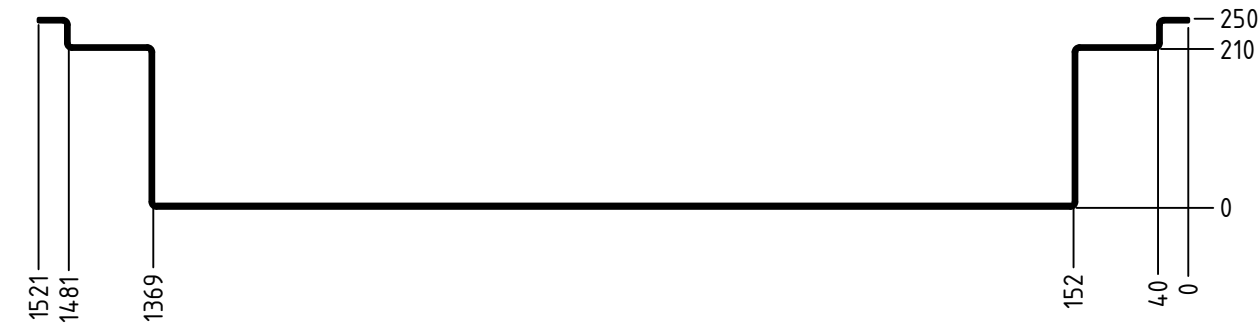


OSALUETTELO					
POS	KPL	NIMIKE	KOKO	KOODI	MATERIAALI
1	1	LEVY	4*1220*2332	1111	AIISI 316
2	1	LEVY	6X880X829	12121	AIISI 316
3	1	LEVY	6X880X829	12121	AIISI 316
4	1	LEVY	3x410X1205	1111	AIISI 316
5	2	LEVY	4X360X180	12121	AIISI 316
6	1	HITSATTAVA MUHVI	G 1 1/4" PITKÄ	12121	AIISI 316
7	4	HITSATTAVA MUHVI	G 3/4" PITKÄ	11111	AIISI 316
8	12	PULTTI	M10X35	12121	AIISI 316
9	3	HITSATTAVA MUHVI	G 1/2" LYHYT	11111	AIISI 316
10	1	HITSATTAVA MUHVI	G 2" LYHYT	12121	AIISI 316
11	2	HITSATTAVA MUHVI	G 1" LYHYT	12121	AIISI 316

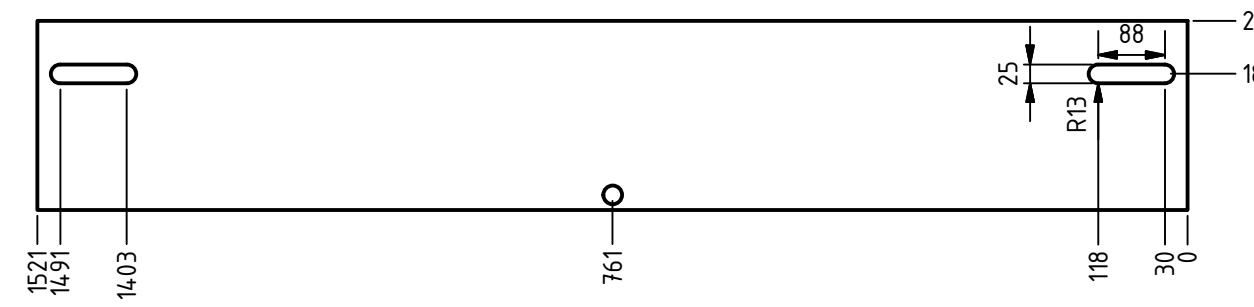
YRISÄÄNTÄKÄSITÄ TOLERANSSIT		HITSATTAVAT RAKENNETT SFS-EN ISO 1500-B	
LÄHTÖMÄÄRÄ SFS-EN 22166-1-11		HITSATTAVAT RAKENNETT SFS-EN ISO 1500-B	
PITÄ TOLERANSSIT SFS-EN ISO 2011-A		HITSATTAVAT RAKENNETT SFS-EN ISO 1500-B	
PROJEKTI	TEKIJÄ	PROJEKTI	TEKIJÄ
PIIRUSTUS	TEKIJÄ	PIIRUSTUS	TEKIJÄ
YHTEYSTIETO	TEKIJÄ	YHTEYSTIETO	TEKIJÄ
betamet Automation		betamet Automation	
SÄILÖ RA KONEKRO		SÄILÖ RA KONEKRO	
1000000080002		1000000080002	



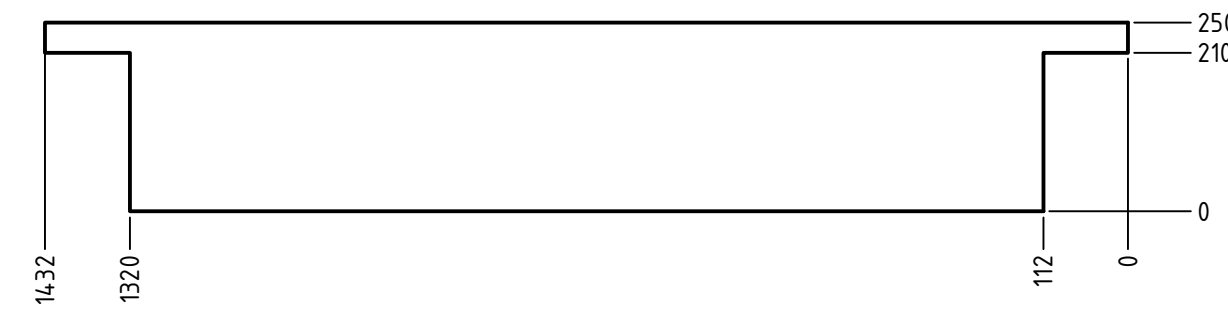
osa 1 ( 1 : 10 )



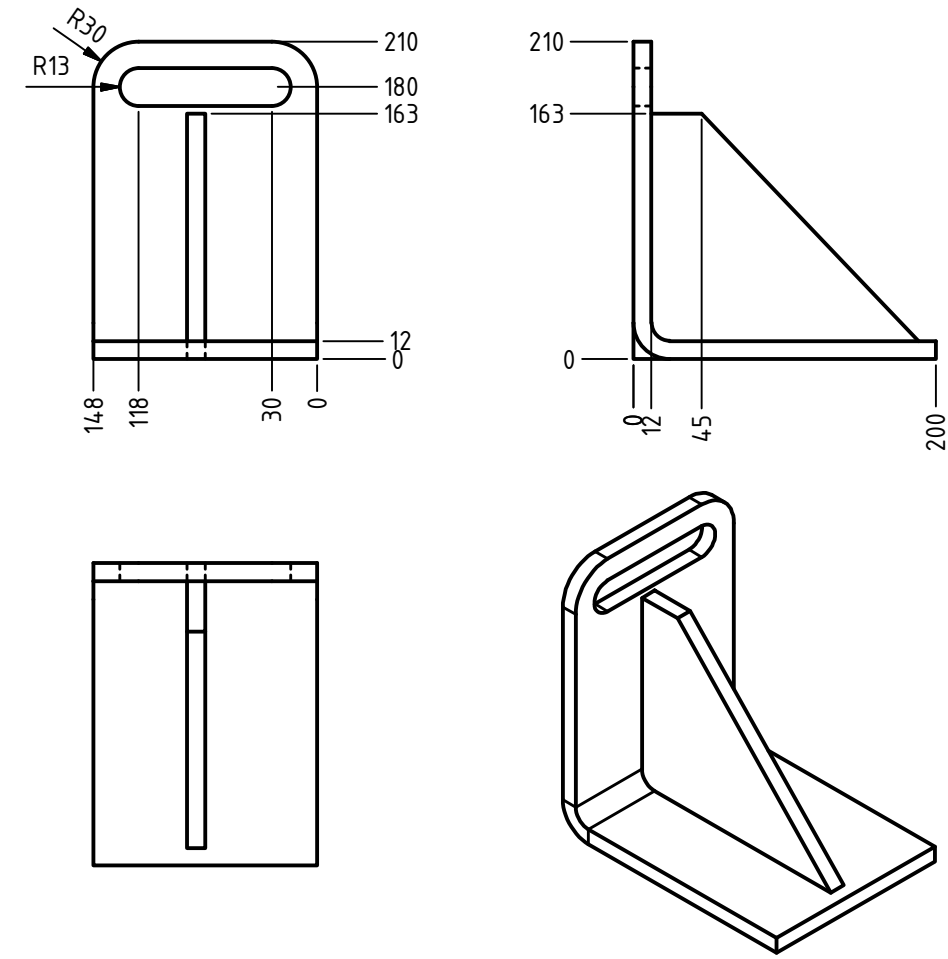
osa 2 ( 1 : 10 )



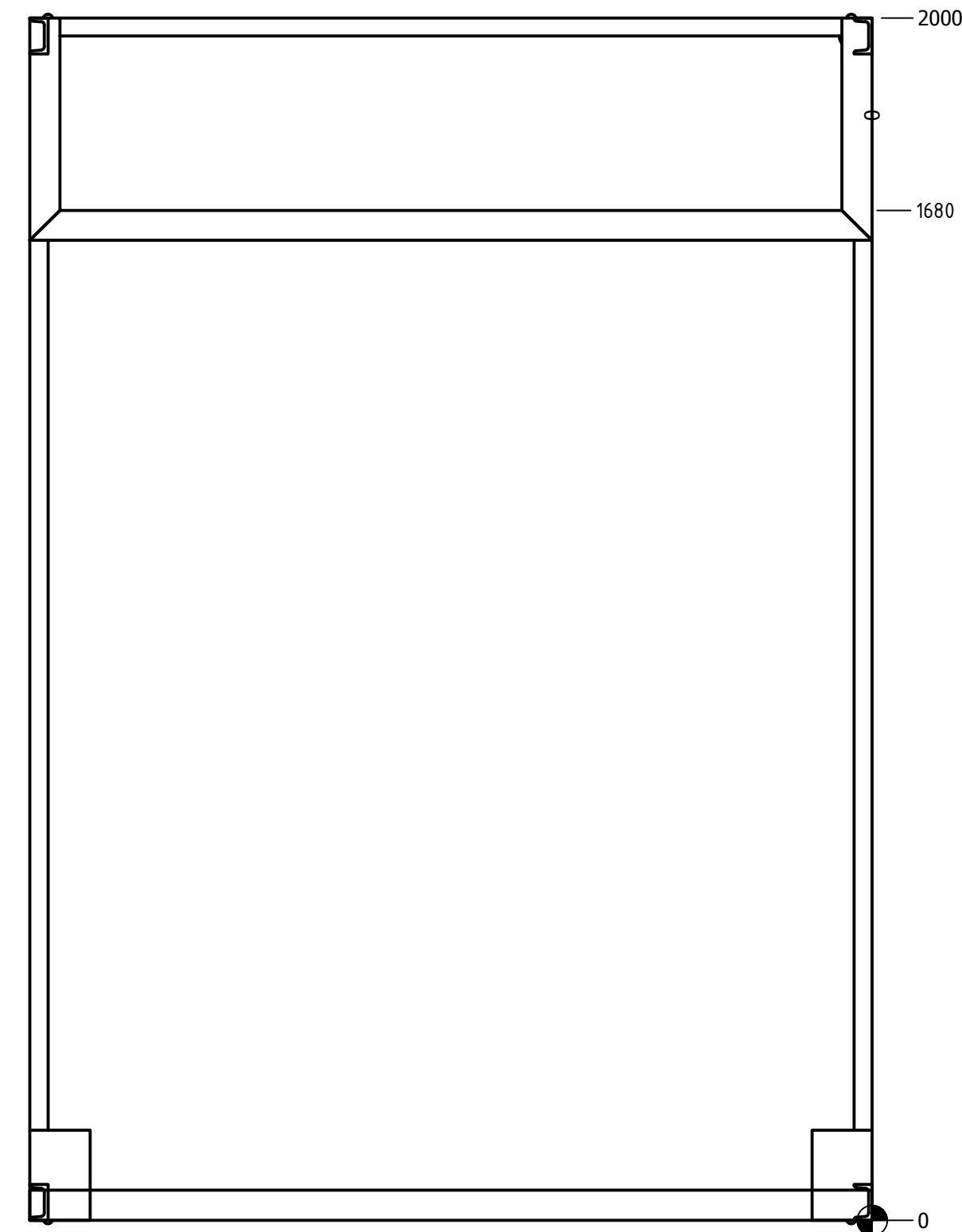
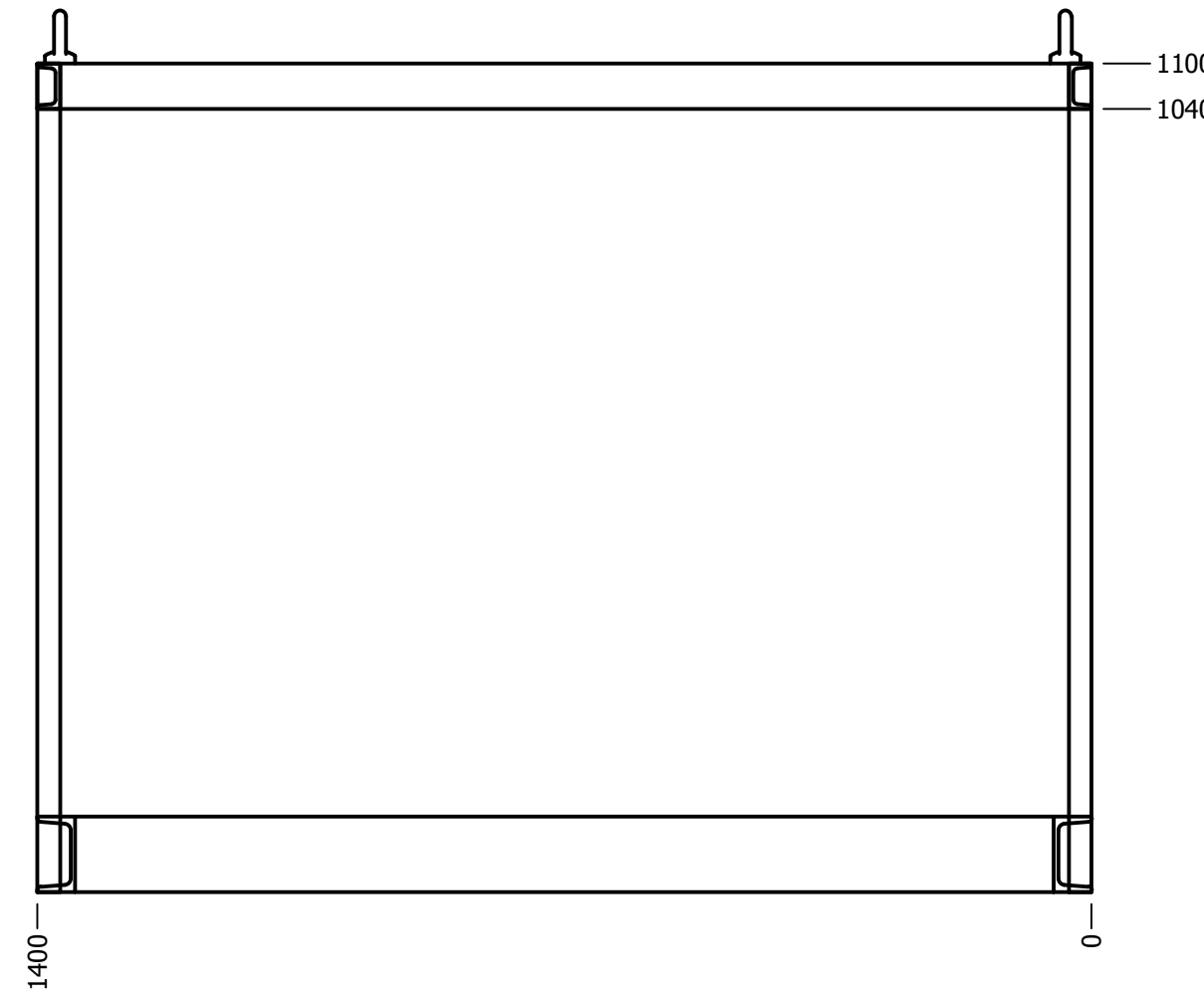
osa 3 ( 1 : 10 )



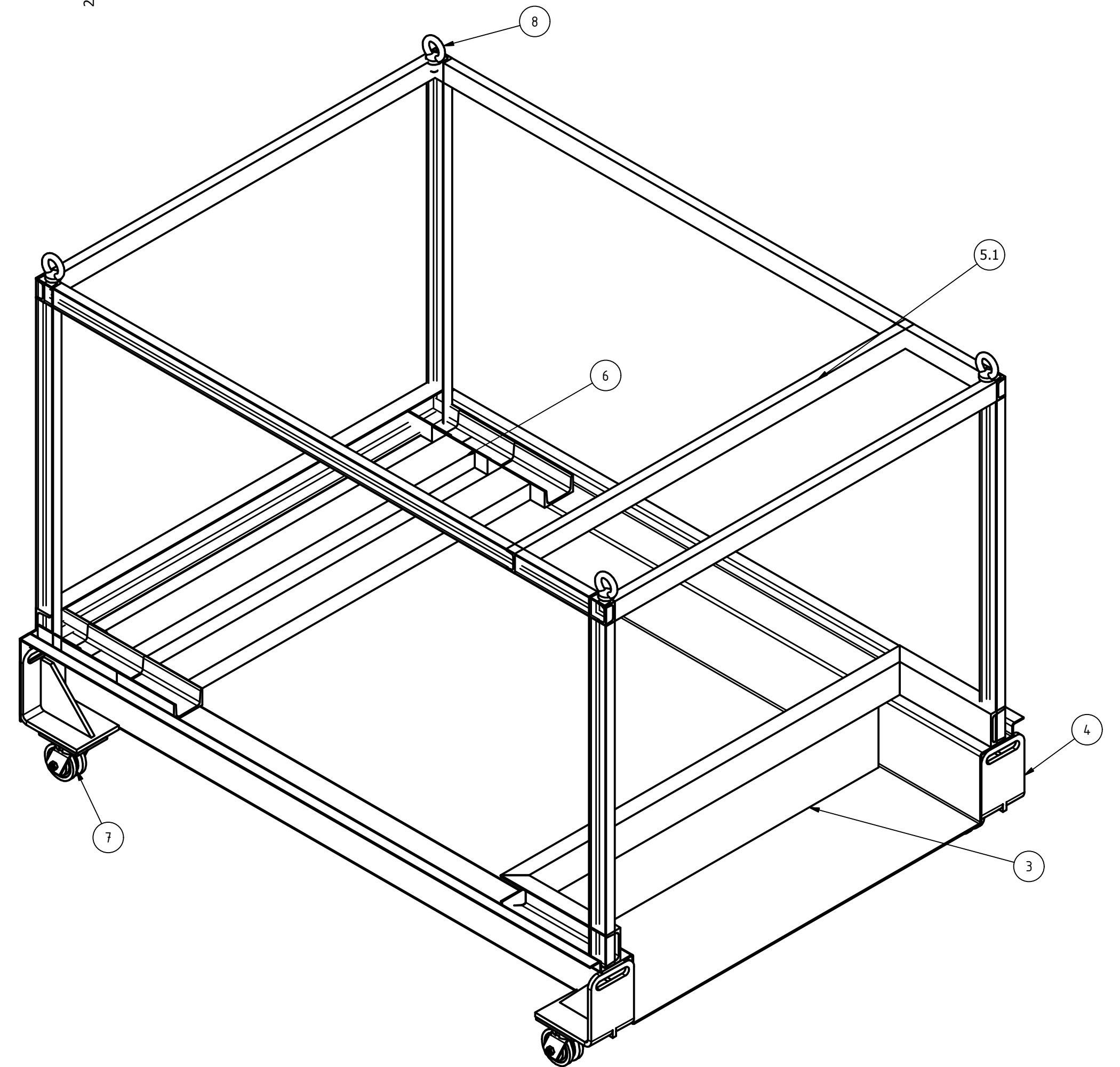
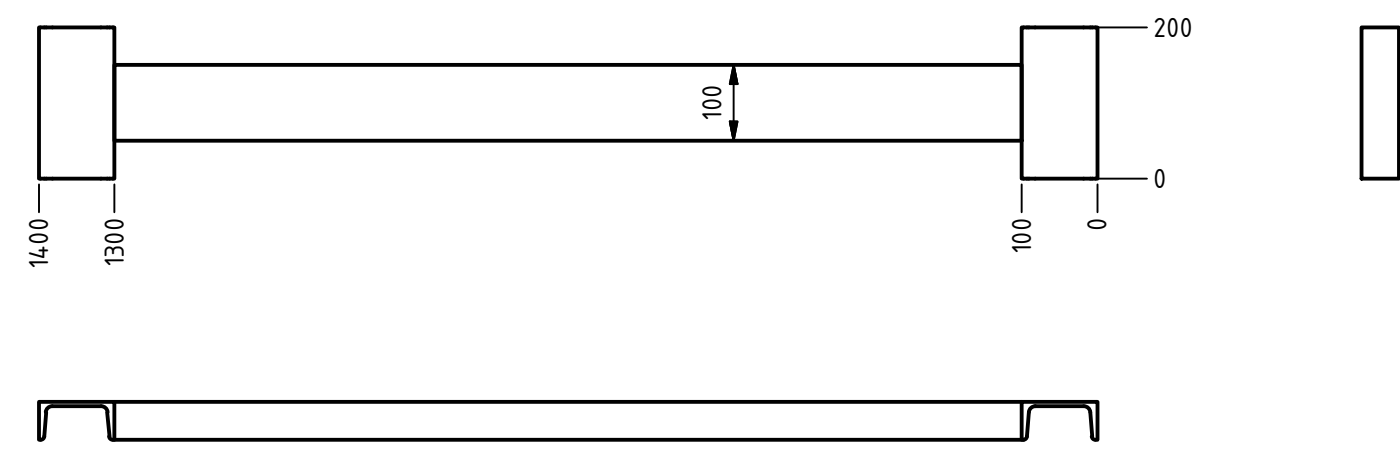
osa 4 ( 1 : 5 )



OSA 5 ( 1 : 10 )



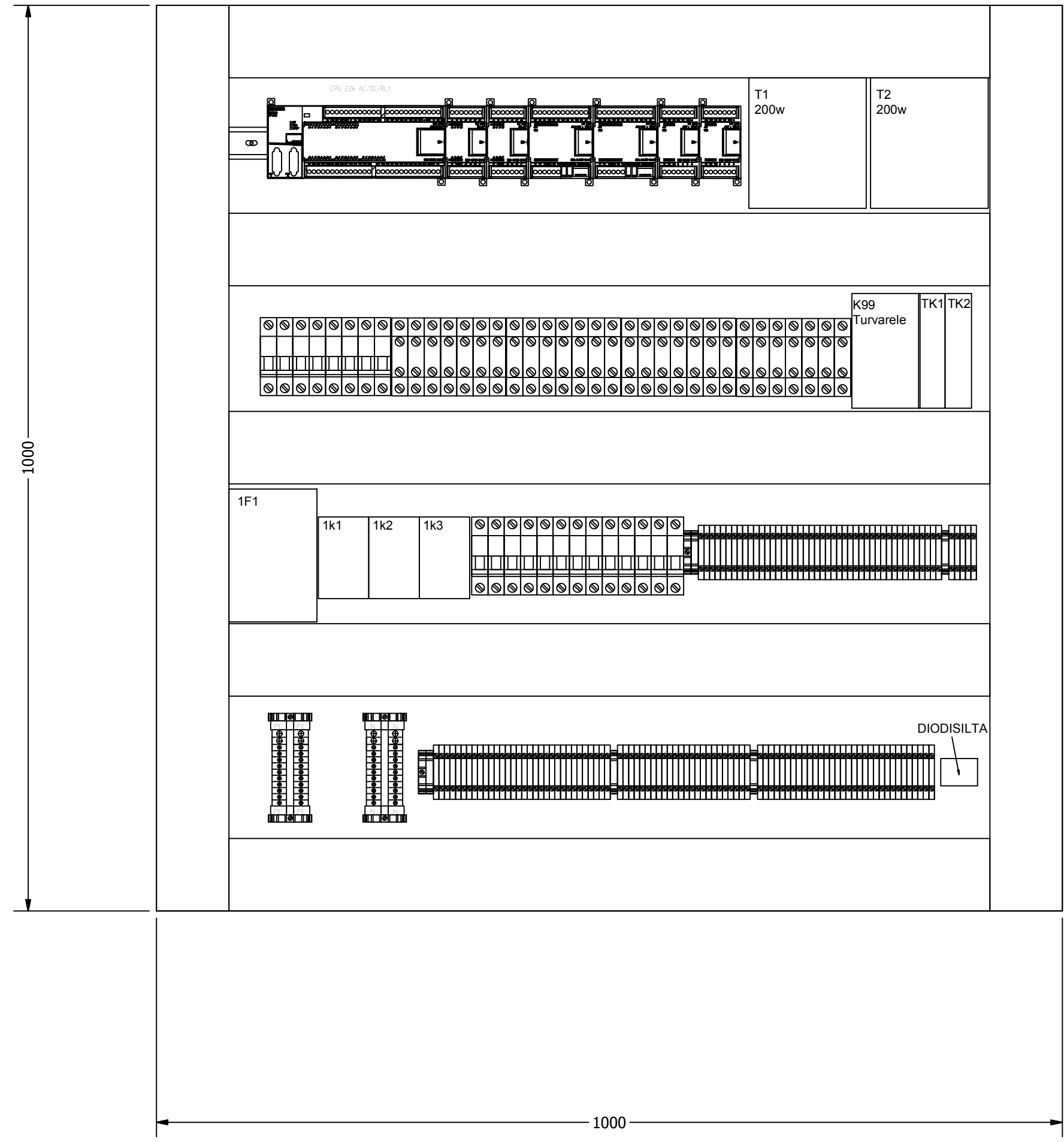
OSA 6 ( 1 : 10 )



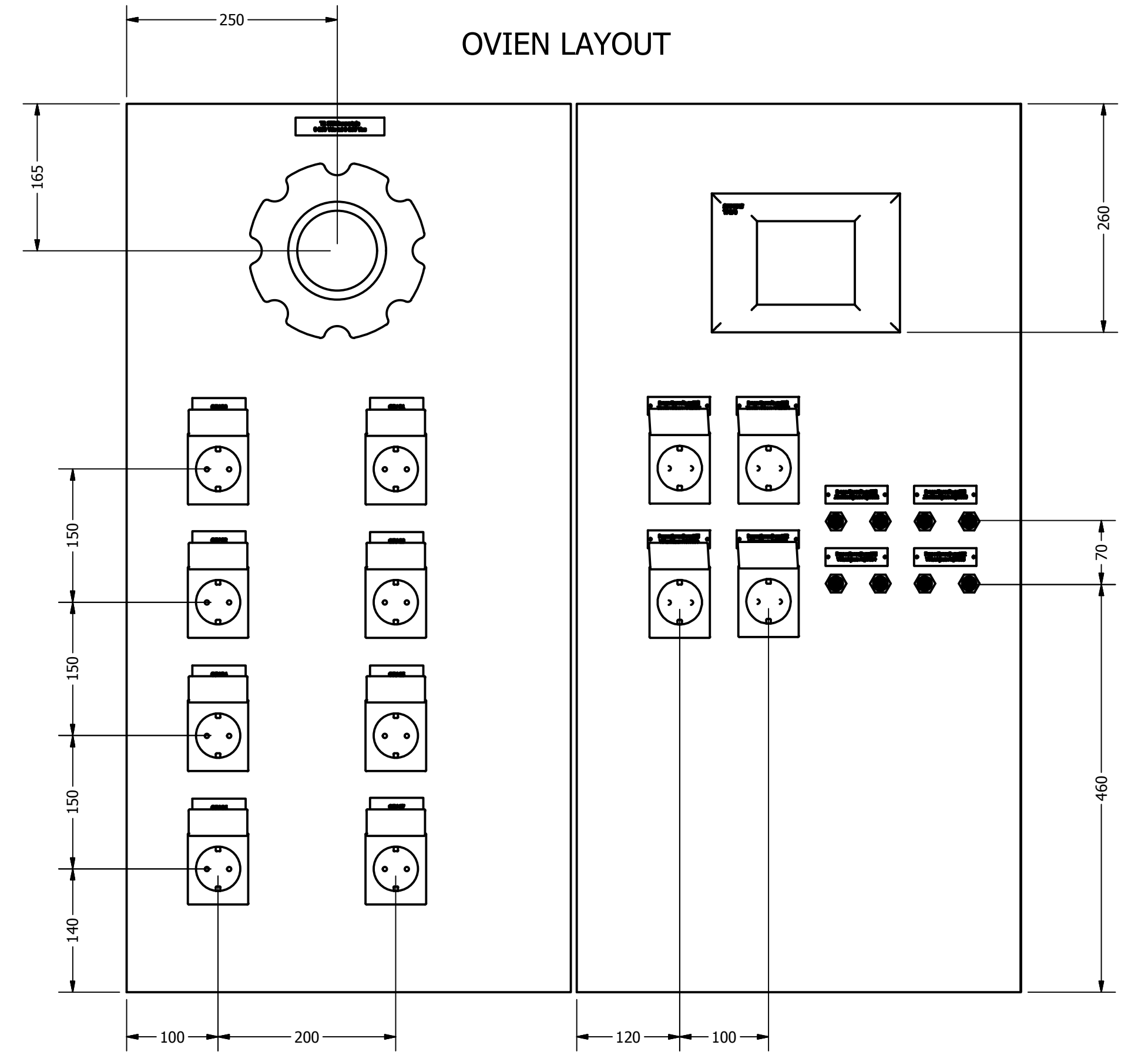
POS	KPI	NIMIKE	KOKO	KOODI	MATERIAALI
1	1	LEVY	4*1989X2000	XXXXXX	AISI 316
2	1	LEVY	4X250X1521	XXXXXX	AISI 316
3	1	LEVY	4X250X1432	XXXXXX	AISI 316
4.1	1	LEVY	12x148x389	XXXXXX	AISI 316
4.2	1	LEVY	12x151x188	XXXXXX	AISI 316
5.1	1	UPE 60	12600	XXXXXX	AISI 316
5.2	1	UPE 100	3740	XXXXXX	AISI 316
6	2	UPE 100	1600	XXXXXX	AISI 316
7	4	PYÖRÄ		XXXXXX	AISI 316
8	4	NOSTOSILMUKKA	M20	XXXXXX	AISI 316

PROJEKTI: KEHKKO HYDRAULLIKKAKONEIKKO KOEAJON  
 TUOTE: 100000008003  
 PÄIVÄKYS: 2024.07.01  
 SUUNNITTELI: [ ]  
 TARKASTI: [ ]  
 SUUNNITTELI: [ ]  
 TARKASTI: [ ]

POHJALEVYN LAYOUT



OVIIEN LAYOUT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

TYÖTAPAKOHTEISET TOLERANSSIT LASTUAMINEN POLTTOLEIKKAUS		HITSATUT RAKENTEET HITSAUSLUOKKA	
ORNSTAJA	PROJEKTI	TEKIJÄ	PVH
		VANTANEN	25.9.2011
		TARKASTAJA	PVH
SUURE	HYVÄKSYJÄ		PVH
DOKUMENTTI TYYPPI Layout			
PAINO N/A		OTSIKKO	
PROJEKTI Hydraulikkoneikko		Keskukseen kokoonpano Hydraulikkoneikko koeajoon	
CAO		PÄIVITYS NÄPÄRÖ	
KOKO A2		REVISIO	STANDARDI
		1	
		3 (3/1)	

NRO	PIIUTOS	PVH	TEKIJÄ	PAINO	OTSIKKO
				N/A	Keskukseen kokoonpano
					Hydraulikkoneikko koeajoon



