

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
Elektrotehnika instituut

ATR70LT

Meelis Kose

**PLASTI EKSTRUUDRI AUTOMAATIKA  
MODERNISEERIMINE**

Magistritöö

Instituudi direktor ..... prof. Tõnu Lehtla

Juhendaja ..... dots. Elmo Pettai

Lõpetaja ..... Meelis Kose

Tallinn 2016

## **AUTORIDEKLARATSIOON**

Kinnitan, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus. Kõik selle koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Varem ei ole selle alusel kutse- ega teaduskraadi ega inseneridiplomit taotletud. Töö on koostatud litsentseeritud tarkvara abil.

Tallinn, ..... 2016. a.

..... Meelis Kose

ATR70LT

## **Plasti ekstruudri automaatika moderniseerimine**

**Meelis Kose**, üliõpilaskood 144381AAAM, mai 2016. – 74 lk.

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Energeetikateaduskond

Elektrotehnika instituut, Robotitehnika õppetool

Töö juhendaja: dotsent Elmo Pettai

**Võtmesõnad:** ekstruuder, automaatika, projekteerimine , programmeerimine, PLC, operaatorpaneel

### **Referaat:**

Lõputöö on 74 lehel, sisaldab 9 tabelit, 27 illustratsiooni ja 17 joonist.

Käesoleva lõputöö eesmärk on kaablitööstuses kasutatava plasti ekstruudri automaatika moderniseerimine, milleks projekteeritakse, valmistatakse ja integreeritakse tootmisliini juhtimissüsteemiga uus automaatikakilp. Töö aluseks olev automaatikaprojekt on läbi viidud jõukaablite tootmisega tegelevas ettevõttes AS Draka Keila Cables.

Kümneks peatükiks jagatud lõputöö seletuskiri käsitleb kaablisoonte isoleerimise tehnoloogiat ning selle arengusuundi, tutvustab ekstruudri SKET 63 ehitust ja omadusi ning uurib selle moderniseerimise võimalusi. Ühtlasi antakse ülevaade DC ja AC ajamite omadustest ning koostatakse tasuvusarvutus ekstruudri DC ajami AC ajami vastu vahetamise kohta.

Lõputöö raames valitakse vastavalt lähteandmeteile kilbi komponendid, koostatakse uue automaatikakilbi elektriskeem ning kilbikomponentide paigutusjoonis, milliste alusel saab kilbi valmistaja teostada kilbi montaaži.

Töö viimastes osades vaadeldakse ekstruudri juhtimise üldiseid põhimõtteid ja juhtimissüsteemi ülesehitust ning kirjeldatakse isoleerimisliini peakontrolleri programmi ja operaatorpaneeli tarkvarasse tehtavaid täiendusi.

ATR70LT

**Plastic extruder automation modernization**

**Meelis Kose**, student code 144381AAAM, May 2016. – 74 pages.

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Power Engineering

Department of Electrical Engineering, Chair of Robotics

Supervisor: Associate Professor Elmo Pettai

**Key words:** extruder, automation, design, programming PLC, operator panel

**Abstract:**

The graduation thesis has 74 pages, 9 tables, 27 illustrations and 17 drawings.

The objective of this graduation thesis lies in the modernization of the automation of the plastic extruder used in cable industry, for which a new automation switchboard has been designed, assembled and integrated into the production line control system. The automation design serving as the basis of the paper has been implemented in AS Draka Keila Cables company specializing in power cable production.

The explanatory note to the graduation paper divided into ten chapters describes the cable cord isolation technique and its development trends, gives an overview of the structure and characteristics of the SKET 63 extruder and explores options for its modernization while reviewing the peculiarities of DC and AC drives and giving a calculation of the profitability of exchanging the DC drive used in the extruder for the AC drive.

Within the scope of the research for the graduation paper, switchboard components were selected in accordance with source data, and the electrical diagram of the new automation switchboard and the component installation drawing were prepared. The switchboard was assembled on the basis of the above documentation.

The last three chapters of the paper review the general principles of extruder control and the structure of the control system while describing the additions to the PLC programme and the operator panel for the purpose of integrating the automation switchboard, manufactured within the scope of the research, into the isolation line.

ATR70LT

**Модернизация автоматки экструдера для пластмассы**

**Меэлис Козе**, студенческий код 144381AAAM, май 2016 – 74 стр.

ТАЛЛИННСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет энергетики

Институт электротехники, кафедра робототехники

Руководитель работы: доцент Элмо Петтай

**Ключевые слова:** экструдер, автоматика, проектирование, программирование, ПЛК, операторская панель

**Аннотация:**

Дипломная работа на 74 страницах, содержит 9 таблиц, 27 иллюстраций и 17 чертежей.

Целью настоящей работы является модернизация автоматки экструдера для пластмассы, используемого в кабельной промышленности, для чего был спроектирован, собран и интегрирован в систему управления производственной линией новый щит автоматки. Проект автоматки, лежащий в основе работы, реализован на предприятии AS Draka Keila Cables, специализирующемся на производстве силовых кабелей.

Пояснительная записка к дипломной работе, разбитой на десять глав, рассматривает технологию изоляции кабельных жил и тенденции ее развития, описывает строение экструдера SKET 63 и его характеристики, а также исследует возможности его модернизации. В то же время приводятся характеристики приводов постоянного и переменного тока и расчет окупаемости замены привода постоянного тока в экструдере на привод переменного тока.

В рамках работы были выбраны компоненты щита в соответствии с исходными данными, разработана электрическая схема нового щита автоматки и выполнен чертеж установки компонентов щита. На основании вышеуказанной документации был осуществлен монтаж щита.

В последних трех главах работы рассматриваются основные принципы управления экструдером и строение системы управления. Также описываются изменения, внесенные в программу ПЛК и операторскую панель для интеграции выполненного в рамках дипломной работы щита автоматки в изоляционную линию

# SISUKORD

MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE .....	8
1. EESSÕNA .....	9
2. SISSEJUHATUS .....	10
3. KAABLISOONTE ISOLEERIMISE TEHNOLOOGIA .....	13
3.1. Isoleerimise tehnoloogiline protsess .....	13
3.2. Ekstruudrid .....	15
3.2.1. Ekstruudrite tüübid .....	15
3.2.2. Ekstruudrite tunnussuurused .....	15
3.2.3. Kaablitööstuses kasutatavad ekstruudrid .....	16
3.3. Ekstruudri ehitus .....	17
3.4. Kaablitööstuses kasutatava ekstruudri tööprotsessi kirjeldus .....	18
4. KAABLISOONTE ISOLEERIMISTEHNOLOOGIA ARENGUSUUNAD .....	21
4.1. Mittelineaarsete mudelite kasutamine ekstruudri töö optimeerimiseks .....	21
4.2. Mitmekihiline isoleerimine .....	25
4.3. Kiire värvivahetus .....	26
4.4. Isolatsiooni paksuse mõõtmine .....	28
4.5. Isolatsiooni paksuse mõõtetulemuste statistiline analüüs .....	32
5. EKSTRUUDER SKET 63 JA SELLE MODERNISEERIMISE LÄHTEÜLESSANDE KOOSTAMINE .....	36
5.1. Ekstruuder SKET 63 .....	36
5.2. Ekstruudri SKET 63 moderniseerimise võimalused .....	39
5.3. DC ja AC ajamite võrdlus .....	41
5.4. DC ajami AC ajami vastu vahetamise tasuvusanalüüs .....	44
5.5. Põhinõuded ekstruudri SKET 63 moderniseerimiseks .....	47
6. UUS AUTOMAATIKAKILP .....	48
6.1. Lähteandmed .....	48
6.2. Komponentide valik .....	49
6.3. Kilbi joonised .....	50
6.4. Kilbi montaaž .....	51
7. EKSTRUUDRI JUHTIMINE .....	52
7.1. Ekstruudri juhtimise üldised põhimõtted .....	52

7.2. Ekstruudri juhtimissüsteemi ülesehitus.....	53
7.3. Juhtimise algoritmid.....	54
8. PLC PROGRAMM .....	58
8.1. Programmeerimise tarkvara .....	58
8.2. Isoleerimisliini peakontroller ja ProfiBus võrk.....	58
8.3. Uute alamseadmete lisamine.....	60
8.4. Sümbolite tabel.....	61
8.5. Andme- ja funktsiooniplokid .....	62
9. KASUTAJALIIDES .....	64
9.1. Liini juhtpult.....	64
9.2. Operaatorpaneel .....	64
9.3. Ekstruudri töö visualiseerimine.....	66
10. KOKKUVÕTE.....	69
KASUTATUD KIRJANDUS .....	72
Lisa 1. Liini L06 keskmine töötundide arv aastas .....	76
Lisa 2. DC ajami AC ajami vastu vahetamise tasuvusarvutus .....	77
Lisa 3. Automaatikaprojekti joonised .....	79
Lisa 4. Sümbolite tabel .....	100
Lisa 5. Andmeplokid .....	116
Lisa 6. Funktsiooniplokid .....	120
Lisa 7. Operaatorpaneel .....	156

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
Elektrotehnika instituut

KOOSKÕLASTATUD

Prof. T. Lehtla.....

.....

## MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE

Meelis Kose, üliõpilaskood 144381AAAM

Magistritöö teema: Plasti ekstruudri automaatika moderniseerimine

Ülesanne: Moderniseerida Draka Keila Cables-i kaablisoonte isoleerimisliini L06 plasti ekstruudri SKET 63 elektrisüsteem.

Lähteandmed:

1. Kaablite tootmistehnika alane kirjandus
2. Olemasolevad elektrijoonised
3. Ekstruudri elektriseadmete sildiandmed
4. Kontrolleri ja operaatorpaneeli programmid
5. Tehase seadmete asendiplaan
6. Liini operaatorite soovid

Lahendamisele kuuluvate probleemide loetelu:

Moderniseerida Draka Keila Cables'i isoleerimisliini L06 plasti ekstruudri SKET 63 elektri-automatika süsteem, milleks:

1. kaablisoonte isoleerimistehnoloogia arengusuundade ülevaate koostamine ja tehniliste põhinõuete sõnastamine isoleerimisliini L06 ekstruudri SKET 63 moderniseerimiseks,
2. uurida ekstruudri DC ajami AC ajami vastu vahetamise tasuvust,
3. valida sobivad komponendid ja projekteerida uus automatikakilp,
4. näidata ära ekstruudri juhtimise põhimõtted,
5. täiendada liini peakontrolleri programmi uue automatikakilbi juhtimiseks vajalike funktsioonidega,
6. luua liini juhtpuldi operaatorpaneeli uus lehekülg ekstruudri töö visualiseerimiseks.

Magistritöö esitada eesti keeles kahes eksemplaris koos eesti- ja kahe võõrkeelse referaadiga hiljemalt .....

Juhendaja:

Ülesande vastu võtnud:

Dotsent E. Pettai .....

Üliõpilane M. Kose .....



## 1. EESSÕNA

Käesolevas lõputöö aruandes käsitletud automaatikaprojekt on läbi viidud jõukaablite tootmisega tegelevas ettevõttes AS Draka Keila Cables, kus töö autor on juba enam kui kümme aastat töötanud. Selle töö valmimisele aitasid kaasa ettevõtte tehnikajuht Jaak Enno ja teised tehnikaosakonna töötajad.

## 2. SISSEJUHATUS

Lõputöö teema valik tuleneb otseselt autori tökohaks oleva jõukaablite tootmisega tegeleva ettevõtte AS Draka Keila Cables-i vajadustest. Mistahes kaasaegne tootmine eeldab konkurentsipüsivuseks suuremal või vähemal määral tööoperatsioonide automatiseerimist ning paljudel juhtudel (kaasaarvatud kaablitootmine) ei ole ilma selleta üldse võimalik. Seetõttu on kõik tootmisliinide automatiseerimisega seonduv temaatika kaasajal äärmiselt aktuaalne.

Kaabli tootmise ajalugu ulatub Keilas eelmise sajandi kuuekümnendatesse aastatesse, kui tolleagues ehitusettevõttes Harju KEK käivitati oma tarbeks kaabli tootmise tsehh. Sellest ajast kuni tänapäevani on Harju KEK-ile kuuluvas Keila tööstuspargis paiknevas kaablitehases toimunud pidev areng ning Harju KEK-i väikesest allüksusest on saanud maailma ühte juhtivasse kaablitootmiskontserni Prysmian Group-i kuuluv, kaasaegseid seadmeid ja tehnoloogiaid kasutav ettevõtte AS Draka Keila Cables. Firma arengu käigus on lisandunud hulgaliselt nii tootmispinda kui ka tootmisliine ja -seadmeid, mis on võimaldanud mitmekordistada nii tootenomenklatuuri kui ka turuosa.

Draka Keila Cables-i seadmepargis on kõrvuti uute ning kaasaegsete seadmetega kasutusel ka vanu, mida on aegade jooksul töökindluse ja tootlikkuse tõstmiseks moderniseeritud ning ümberehitatud. Samas kasutatakse ettevõttes ka selliseid seadmeid, mida ei ole veel jõutud kaasajastada ja mille töökindlus, seda eriti elektrisüsteemi osas, ei vasta tänapäeva nõuetele. Sage li on majanduslikult põhjendatuks osutunud vanemate seadmete tööea pikendamiseks ja töökindluse tõstmiseks moderniseerida kõige kiiremini vananev elektri-automaatika osa. Eeltoodud põhjused olid ajendiks käesoleva magistritöö aluseks oleva automaatikaprojekti läbiviimiseks.

Antud lõputöö eesmärgiks on moderniseerida Draka Keila Cables -i kaablitootmises kasutatava plasti ekstruudri SKET 63 vananenud ja ebatöökindel elektri-automaatika osa. Selleks tuleb projekteerida, valmistada ja käiku võtta uus automaatikakilp, mis oleks töökindel, vajaks vähe hooldust ning võimaldaks juhtida ja jälgida ekstruudri tööd vastavalt tänapäevastele tootmiseseadmetele esitatavatele nõuetele. Püstitatud ülesande lahendamiseks seati järgmised alameesmärgid:

- Anda ülevaade kaablisoonte isoleerimise tehnoloogiast ja selle arengusuundadest.
- Koostada ekstruudri moderniseerimise lähteülesanne.

- Projekteerida vastavalt eelnevalt koostatud lähteülesandele uus automaatikakilp.
- Anda ülevaade ekstruudri juhtimise põhimõtetest ja koostada selle juhtimist kirjeldavad algoritmid.
- Täiendada isoleerimisliini peakontrolleri programmi uue automaatikakilbi juhtimiseks vajalike funktsioonidega.
- Luua operaatorpaneeli tarkvarasse ekstruudri SKET 63 juhtimiseks uued leheküljed.

Magistritöös seatud eesmärkide saavutamise eeldab nii teadmisi kaablisoonte isoleerimisprotsessi üldise olemuse ja uute suundumuste alal kui ka ekstruudrite ehituse, tööprotsessi ning juhtimise iseärasustega kursis olemist. Nimetatud teemasid käsitletakse käesoleva töö peatükides 3 ja 4.

Uue automaatikalahenduse loomisele eelneb ekstruudri moderniseerimise lähteülesande koostamine, mille raames uuritakse ekstruudri moderniseerimise võimalusi, võrreldakse AC ja DC ajamite omadusi ja sobivust ekstruudri käitamiseks ning koostatakse tasuvusarvutus DC ajamilt AC ajamile ülemineku kohta. Lähtuvalt eeltoodust sõnastatakse põhinõuded ekstruudri SKET 63 moderniseerimiseks. Vastav temaatika leiab käsitlemist käesoleva töö viiendas peatükis.

Töö kuues peatükk kirjeldab uue automaatikakilbi valmimiseks vajalikke etappe alates kilbiga ühendatavate elektriseadmete andmete kogumisest ja kilbikomponentide valikust kuni kilbi elektriskeemide koostamise ning kilbi montaažini. Töö käigus valmiv joonistepakett tuuakse ära käesoleva töö lisas nr 3.

Ekstruudri juhtimise ja tootmisliini integreerimisega seotud temaatika on koondatud peatükidesse 7–9, kus käsitletakse nii ekstruudri juhtimise üldisi põhimõtteid, juhtimissüsteemi ülesehitust ja juhtimisalgoritme kui ka tootmisliini juhtiva kontrolleri programmi täiendamist ekstruudri juhtimiseks vajalike funktsioonidega ning ekstruudri töö visualiseerimist tootmisliini juhtpuldil paiknevas operaatorpaneelis. Uue automaatikakilbi tootmisliiniga integreerimiseks vajalikud kontrolleri programmi täiendused ja ekstruudri töö visualiseerimiseks operaatorpaneeli lisatud leheküljed tuuakse ära käesoleva töö lisades 4–7.

Antud automaatikaprojekti läbiviimisel on kasutatud erinevaid tarkvarasid vastavalt konkreetse ülesande lahendamise vajadusele. Kilbi jooniste, paigutuskeemide ning kaablite ühendusjooniste tegemisel on kasutatud firma AutoDesck tarkvara „AutoCad 2013 Lite“. PLC programmi kirjutamiseks, testimiseks ja alamseadmete integreerimiseks liini juhtsüsteemi on kasutatud firma Siemes tarkvarapaketti STEP 7 Professional V5.5. Ekstruudri juhtimise visualiseerimiseks on leidnud kasutust Siemensi operaatorpaneelide programmeerimiseks mõeldud tarkvara WinCC Flexible Advanced 2008. Alalisvoolu muunduri häälestamiseks kasutati ABB tarkvara „Drive Window Light“. Temperatuurikontrolleri parameetrite seadistamiseks ja PID regulaatorite automaathäälestuseks on kasutatud firma West Solutions tarkvara „Blue Control“.

### 3. KAABLISOONTE ISOLEERIMISE TEHNOLOOGIA

#### 3.1. Isoleerimise tehnoloogiline protsess

Isoleerimiseks nimetatakse juhtivmaterjalist (alumiinium või vask) kaablisoone katmist spetsiaalse isolatsioonikihiga, mis moodustab kaablisoone elektrilise isolatsiooni. Olenevalt kaabli tüübist, võib isolatsioon olla kummist või plastist. Kaablisoonte isoleerimine toimub isoleerimisliinil, mis koosneb erinevatest seadmetest. Tüüpilise isoleerimisliini koosseisu kuuluvad seadmed on ära näidatud tabelis 3.1. [1]

Tabel 3.1. Isoleerimisliini koosseisu kuuluvad seadmed

Seade / komponent	Otstarve
äraandja	liini varustamine isoleeritava kaablisoonega
1. lintvedaja	soone edasitõmbamine etteantud liinikiirusega
kolu ja graanuli laadur	ekstruudri varustamine plasti graanulitega
ekstruuder	graanulite sulatamine ja sulamassi edasisuunamine ekstruudri peasse
ekstruudri pea	muudab massi suunda 90° ja surub selle kaablisoone ümber
jahutusrenn	isoleeritud soone jahutamine
spark tester	isolatsiooni terviklikkuse kontroll kõrgepingega
paksusmõõtja	isolatsiooni paksuse mõõtmine
2. lintvedaja	isoleeritud soone edasitõmbamine etteantud liinikiirusega
vastuvõtja	isoleeritud soone kokkukerimine vastuvõtutrumlile

Isoleeritav kaablisoone keritakse äraandjas paiknevalt trumlilt lintvedajate abil läbi ekstruudri pea ja jahutusrenni vastuvõtjas paiknevale trumlile. Samaaegselt kaablisoone liikumisega surub isoleerimisliini ekstruuder sobiva temperatuurini kuumutatud sulaplasti massi ekstruudri peasse, kus see suundub läbi ringkanalite pead läbiva kaablisoone ümber. [1] Isolatsioon võib olla mitmekihiline, misstõttu võib isoleerimisliinidel olla kasutusel samaaegselt mitu ekstruudrit.

Isolatsiooni tooraineks kasutatakse granuleeritud plasti, mis toimetatakse isoleerimisliini juurde kas 1 m<sup>3</sup> mahuga kottides (BigBag) või transporditakse ladustamise punkritest (silodest) liini juurde vaakum-torutranspordi abil. Enamike kaablisoonte isolatsioon koosneb mitmest komponendist, mis peavad olema omavahel segatud kindlas vahekorras. Lisanditeks võivad olla nii plasti tahkumist mõjutavad katalüsaatorid kui ka kaablisoonele soovitud värvi andmiseks kasutatavad värvained. Lisakomponente manustatakse dosaatorite abil, mis võivad olla kas volümeetrilised või gravimeetrilised.

Volümeetriline dosaator on oma olemuselt väike tigupress, mis surub lisandi ekstruudri sisendtorusse põhimaterjali hulka. Dosaatori teo pöörlemissagedus (ja seetõttu ka selle tootlikkus) sõltub ekstruudri teo pöörlemissagedusest ja etteantud doseerimisprotsendist.

Gravimeetrilises dosaatoris segatakse komponendid omavahel kaalu järgi vastavalt etteantud retseptile. Kõik komponendid doseeritakse kaalumisanumasse, mille abil jälgitakse ning vajadusel korrigeeritakse doseerimist. Selline meetod võimaldab komponente doseerida 0,1 % täpsusega. [2] Joonisel 3.1 on ära toodud gravimeetrilise dosaatori välisvaade.



Joonis 3.1. Gravimeetriline dosaator MAQUIRE WSB 260

Valmis segu liigub edasi ekstruudrisse, kus see sulab silindrit ümbritsevate küttekehade poolt tekitatud ja teo pöörlemisest tingitud hõõrdumise tõttu tekkinud soojuse mõjul poolvedelaks massiks, mis surutakse teo abil edasi ekstruudri peasse ja seejärel seda läbiva kaabli soone ümber.

Plast on ekstruudri peast väljudes 150 – 200 °C temperatuuri juures ja seetõttu tuleb isoleeritud kaabli soont enne trumlile kerimist jahutada. Selleks läbib isoleeritud soon mitmekümne meetri pikkuse veega täidetud jahutusrenni, kus toimub jahtumine. Jahutusrenni järel paiknevad harilikult suruõhu-kuivati, pikkusmõõtja, isolatsiooni paksuse mõõtja ja kõrgepingetester. Viimase abil kontrollitakse isolatsiooni terviklikkust ja aukude puudumist [3]. Mõõteseadmete järel paikneb lintvedaja, mis veab kaabli soont edasi ning mille läbimise järel kaabli soon keritakse vastuvõtjas asuvale trumlile. Vastuvõtjaid on harilikult kaks, mis võimaldab vähendada trumli vahetusest tulenevat liini seisaku aega.

## 3.2. Ekstruudrid

### 3.2.1. Ekstruudrite tüübid

Ekstruudrid leiavad rakendust erinevates tööstusharudes nagu näiteks metallitööstuses, plasti- tööstuses ja isegi toiduainetetööstuses. Olenevalt tööstusharust ning protsessi iseloomust on kasutusel palju erinevaid ekstruudrite tüüpe. Siinkohal vaadeldakse ainult plastide käitlemi- seks kasutatavaid ekstruudreid.

Ekstruudreid saab liigitada:

- a) Protsessi pidevuse järgi:
  - pidevatoimelised (profiilide, torude, voolikute, kaablite jne. tootmiseks),
  - tsüklilised (plastide survevalu).
- b) Tigude arvu järgi:
  - ühe teoga (ingl.k.: *single screw* ),
  - mitme teoga (ingl.k.: *twin screw, quad screw*).
- c) Silindri asendi järgi:
  - horisontaalse asetusega,
  - vertikaalse asetusega,
  - muu asetusega.

### 3.2.2. Ekstruudrite tunnussuurused

Ekstruudreid iseloomustatakse erinevate näitajate abil. Tähtsaimad neist on:

- teo läbimõõt (mm),
- teo pikkus (antuna läbimõõtude arvu kaudu),
- teo nimipöörlemissagedus (pööret minutis),
- nimitootlikkus (kg/h, kindla materjali korral),
- silindri küttesoonide arv,
- ajami elektriline võimsus (kW),
- küttesüsteemi elektriline võimsus (kW),
- ajami tüüp (DC või AC).

Olulisemad näitajad tuuakse sageli välja ekstruudri nimetuses. Näiteks firma Maillefer poolt valmisatud ekstruudri NMC 120-24D nimetuses tähistab arv 120 teo läbimõõtu millimeetrites ja 24D näitab teo pikkust ( $24 \cdot 120 = 2880$  mm).

### 3.2.3. Kaablitööstuses kasutatavad ekstruudrid

Kaablitööstuses kasutatakse pidevatoimelisi ühe teoga ekstruudreid, mille teo pikkuse ja läbimõõdu suhe on 20:1 kuni 30:1 [1]. Suhteliselt suur teo pikkuse ja läbimõõdu suhe tagab ekstruudri suure tootlikkuse, kuna plasti ekstruudris viibimise aeg on optimaalne. Lühema ekstruudri korral tuleks plasti sulamise tagamiseks vähendada teo pöörlemissagedust (mis aga vähendaks ekstruudri tootlikust) või tõsta silindri temperatuuri (see aga tekitaks plasti kõrbe-  
mise ohtu) [1]. Tüüpiliste kaablitööstuses kasutatavate ekstruudrite tootlikkused on ära toodud tabelis 3.2 [4].

Tabel 3.2. Tüüpiliste kaablitööstuse ekstruudrite tootlikkused

Teo läbimõõt, mm	Tootlikkus, kg/h	Mootori võimsus, kW
30	15	3,7 – 7,5
50	45	11,1 – 18,6
65	75	26,1 – 37,3

Enamus kasutatavatest ekstruudritest on horisontaalse asetusega. Vertikaalseid või horisontaaltasapinna suhtes 90° -st väiksema nurga alla asetatud ekstruudreid kasutatakse ruumi kokkuhoiu eesmärgil mitme ekstruudriga samaaegselt ühte ekstruudri pead plastiga varustamise korral (*co-extrusion*). Sellise konfiguratsiooniga isoleerimisliin on näidatud joonisel 3.2.



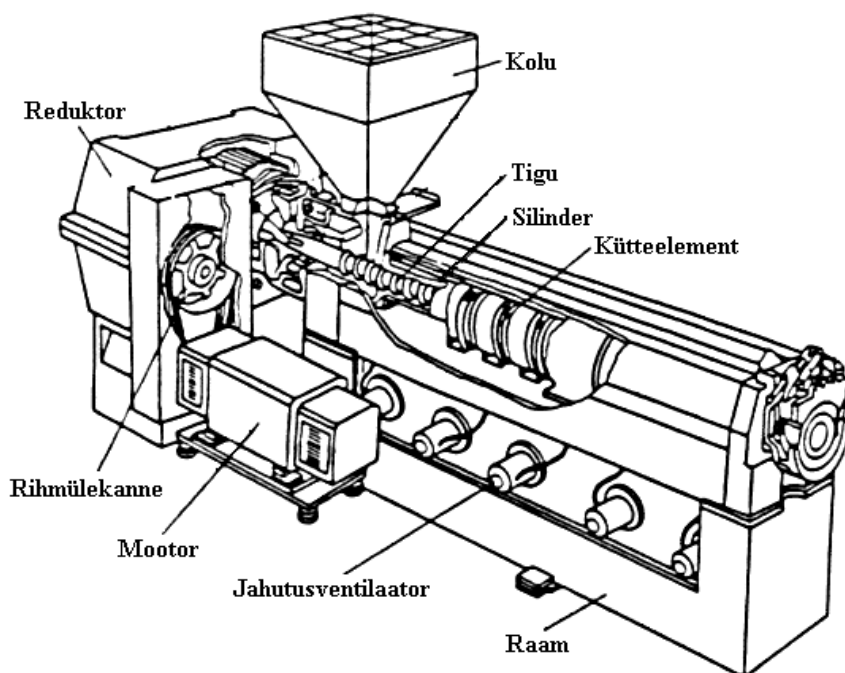
Joonis 3.2. Kolme ekstruudriga isoleerimisliin [5]

Kolme ekstruudriga isoleerimisliin võimaldab kaablisooni katta samaaegselt kahekihilise ja kahevärvilise isolatsiooniga.



### 3.3. Ekstruudri ehitus

Ekstruuder koosneb konstruktsiooniterasest valmistatud alusraamist, millele kinnituvad malmkorpusega reduktor ja peamootor, ühest otsast reduktori külge kinnituvast ja teisest otsast raamile toetuvast silindrist ning selles pöörlevast teost. Silindri reduktoripoolse otsa külge kinnitub kolu, mille kaudu pääsevad plasti graanulid silindrisse. Ümber silindri paiknevad, olenevalt ekstruudri suurusest, kolme kuni kuude sektsiooni (tsooni) jaotatud ribilised kütteelemendid. Iga küttesooni kohta paikneb silindri all üks jahutusventilaator. Kogu silindri koostu ümbritseb terasplekist kaitsekate. Raami külge kinnitub ka klemmikarp, mille vahendusel on ekstruudri elektrisüsteem ühendatud juhtkilbiga. Ekstruudri ajamis on olnud varasemalt kasutusel eranditult võõrergutusega alalisvoolumootorid, mis on tänapäeval valdavalt asendunud kolmefaasiliste asünkroonmootoritega. Tüüpilise kaablitööstuses kasutatava ekstruudri põhimõtteline ehitus on ära toodud joonisel 3.3.

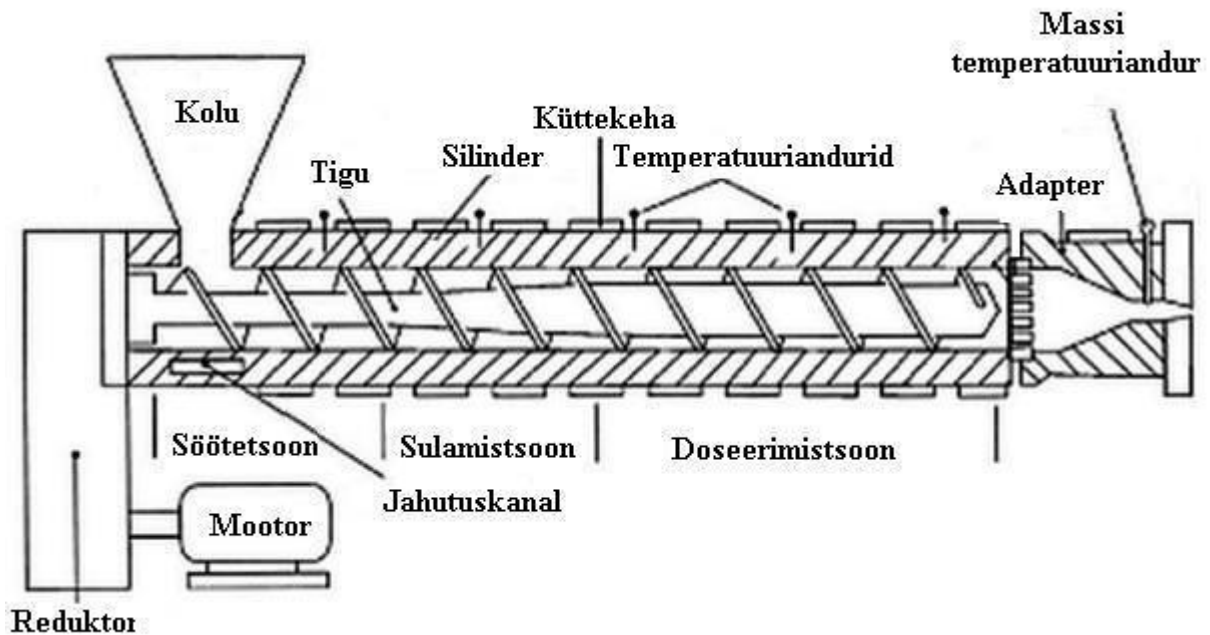


Joonis 3.3. Ekstruudri ehitus [6]

Reduktoripoolses otsas ümbritseb silindrit vesijahutussärk, mis takistab soojuse levimist silindrilt reduktorile. Sõltuvalt tehnoloogiliste protsesside iseärasustest võib mõningatel juhtudel osutada vajalikuks ka teo jahutamine. Sellisel juhul on teo sees reduktoripoolses otsas vastav õõnsus, millest juhitakse spetsiaalse adapteri abil jahutusvett läbi.

### 3.4. Kaablitööstuses kasutatava ekstruudri tööprotsessi kirjeldus

Ekstruudri ülesanne on sulatada plasti graanulid ühtlaseks massiks ja transportida plasti mass rõhu all edasi ekstruudri peasse [7]. Kogu protsess toimub silindris asetseva teo uures. Tüüpilise plastitööstuses kasutatava ekstruudri läbilõige on esitatud joonisel 3.4.



Joonis 3.4. Ekstruudri läbilõige [8]

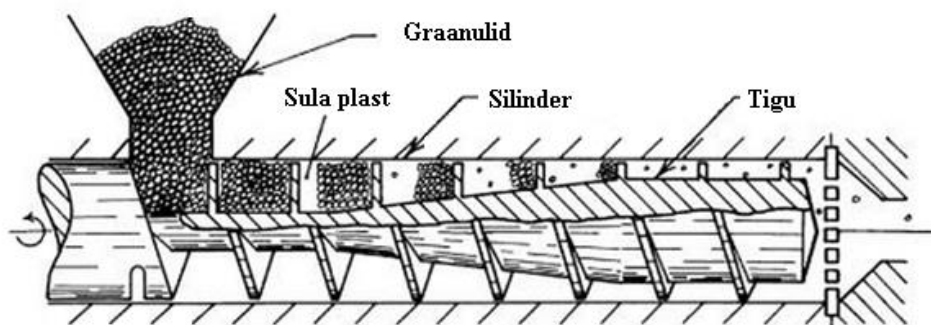
Kolus asuvad graanulid liiguvad silindri alguses oleva söötetoru kaudu silindris asetseva teo uuresse. Silindrit kuumutatakse järk-järgult selle ümber asuvate küttekehade abil. Teo pöörlemine surub graanuleid edasi ekstruudri väljundi suunas mistõttu need edasiliikudes ja järk-järgult kuumenedes peagi sulavad ning moodustavad poolvedela plastse massi. [8]

Ekstruudri teo profiil on pikisuunas muutuv - eristatakse kolme tsooni, mille geometria on üksteisest erinev ja mis täidavad erinevaid ülesandeid. Teo alguses (söötetoru poolse otsas) asuvas **söötetsoonis** on uurete sügavus suurim ja see osa teost töötab sisuliselt tigukonveierina, transportides plasti graanuleid edasi järgmisse tsooni. Samaaegselt edasiliikumisega puutuvad graanulid kokku kuuma silindri pinnaga, soojenevad ja tihenevad tahkeks massiks.

**Sulamistsoonis** teo uurete sügavus järjest väheneb ning selles tsoonis toimub graanulite plastifitseerumine (sulamine). Kokkusurutud graanulite hõõrdumisel vastu silindri seina tekkiv soojus ja küttekehade abil silindri seintele juhitud lisasoojus sulatab järk-järgult

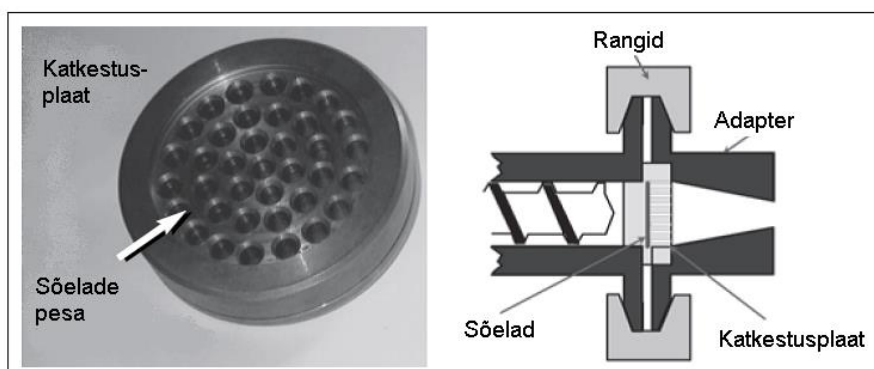
granuleeritud plasti sulaks massiks. [8] Kogu sulamiseks vajalikust soojusest 80 – 90% saadakse plasti hõõrdumisest tekkivast soojusest ning ainult 10 – 20% küttekehade poolt antavast soojusest.[9] Sulamistsooni lõpuks on kogu plast sulas olekus.

**Doseerimistsoonis** on teo uurete sügavus vähim ja ei muutu pikisuunas. Siin toimub sula plasti massi segunemine ning transportimine edasi ekstruudri väljundi suunas. Kuna teo uurete ruumala on selles tsoonis konstantne, siis toimib see osa volümeetrilise pumbana, mille tootlikkuse määrab ära teo pöörlemissagedus ning uurete ristlõike pindala. [8] Graanulite sulamise protsess teo erinevates tsoonides on ära näidatud skemaatiliselt joonisel 3.5.



Joonis 3.5. Graanulite sulamine ekstruudris [8]

Silindri külge kinnitub rangide abil adapter, mis on ühendavaks lüliks ekstruudri ja ekstruudri pea vahel. Silindri ja adapteri koost on ära toodud joonisel 3.6.

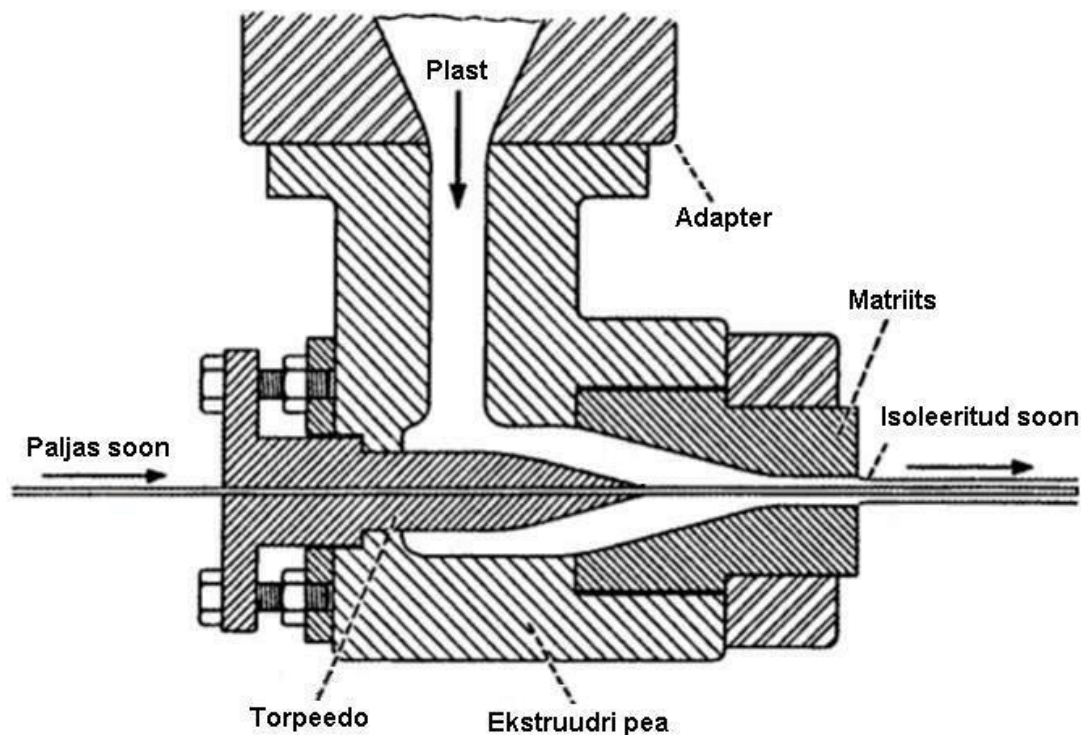


Joonis 3.6. Silindri ja adapteri koost [9]

Silindri ja adapteri vahel asetseb katkestusplaat, mis kujutab endast terasest valmistatud aukudega ketast. Katkestusplaadi ülesanne on muuta teo pöörlemisest tingitud plasti massi

spiraalne liikumine ühtlaseks sirgjooneliseks voolamiseks. Lisaks on see silindri ja adapteri vaheliseks tihendiks. Katkestusplaadi siseküljel asetsevad terasvõrgust sõelad, mis toimivad filtrina, sõeludes plasti massist välja võõrkehade. Lisaks tagavad sõelad graanulite sulamisprotsessi toimimiseks vajaliku plasti massi rõhu tõusu silindris. [9]

Peale sõelte ja katkestusplaadi läbimist suunatakse sula plast ekstruudri peasse, mis on ekstruudriga ühendatud adapteri vahendusel. Seal jaguneb plasti mass ümber pead läbiva kaablisoone perimeetri ning surutakse tihedalt selle vastu. Ekstruudri pea läbilõige on esitatud joonisel 3.7.



Joonis 3.7. Ekstruudri pea läbilõige [10]

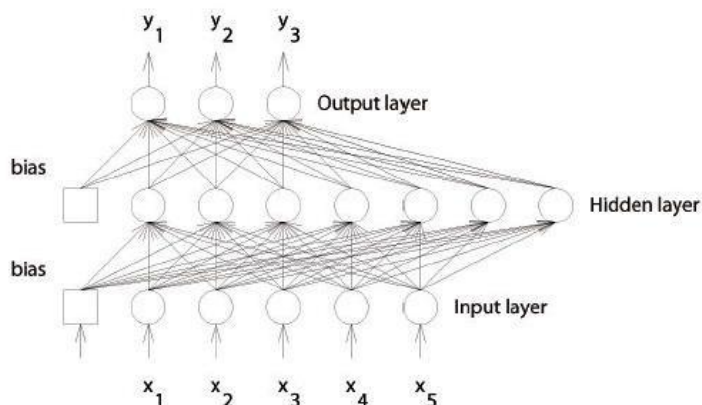
Plasti parema nakkumise tagamiseks, niiskuse eemaldamiseks ja isolatsiooni kahanemise vältimiseks kuumutatakse kaablisoone enne ekstruudri peasse sisenemist gaasipõleti või induktioonkuumuti abil temperatuurini 80 – 120 °C. [10] Kaablisoone ümber moodustuva isolatsioonikihi paksus sõltub soone liikumise kiirusest ja ekstruudri teo pöörlemissagedusest. Kaablisoone kiirus on piiratud ekstruudri maksimaalse tootlikkusega ning võib ulatuda <0,5 mm diameetriga soonte puhul kuni 1500 meetrini minutis. [11]

## 4. KAABLISOONTE ISOLEERIMISTEHNOLLOOGIA ARENGUSUUNAD

### 4.1. Mittelineaarsete mudelite kasutamine ekstruudri töö optimeerimiseks

Ekstruudri küttetsoonide temperatuurid (temperatuuri profiil) mõjutavad erinevaid ekstruudri parameetreid nagu ekstruudri tootlikkus, tootlikkuse lineaarsus, plasti massi temperatuur, väljundrõhk ja mootori koormus. Lisaks sõltuvad temperatuuride seadistusest ka kaetava kaablisoone isolatsiooni omadused ning kvaliteet. Seosed erinevate küttetsoonide temperatuuride ja ekstruudri parameetrite vahel pole täiesti lineaarsed, mistõttu klassikaliste lineaarsete mudelite kasutamine temperatuuride määramiseks ei taga soovitud tulemust. [12]

Üks juhtivaid ekstruudri valmistajaid, Maillefer Extrusion Oy, on koostöös firmadega Nonlinear Solutions Oy ja Nexans AS välja töötanud mitmekihilisel otsesuunatud tehisnärvivõrgul baseeruva mudeli ekstruudri parameetrite modelleerimiseks. Otsesuunatud tehisnärvivõrgud omavad niinimetatud universaalset lähendamisvõimet, mis muudab need eriti sobilikeks enamike protsessijuhtimises eettulevate funktsioonide lähendamist nõudvate ülesannete lahendamiseks. Sellise mudeli loomiseks ei pea teadma protsessi ebalineaarsuse tüüpi ja määra. [12] Tüüpilise otsesuunatud tehisnärvivõrgu ülesehitus on toodud joonisel 4.1.



Joonis 4.1. Tüüpiline otsesuunatud tehisnärvivõrk [12]

Sarnaselt bioloogiliste närvivõrkudega, koosnevad tehisnärvivõrgud neuronitest, mis paiknevad kihiti. Sagedamini kasutatakse mitmekihilist närvivõrgu struktuuri, kus sisend- ja väljundkihtide vahel paikneb üks või mitu peidetud neuronite kihti. Otsesuunatud närvivõrgus on iga neuroni väljund ühendatud kõikide järgmise kihi neuronitega ja puudub tagasiside.

Iga neuroni väljund on antud harilikult valemiga [12]:

$$Z_i = \sigma \left( \sum_{j=0}^N w_{ij} x_j \right), \quad (4.1)$$

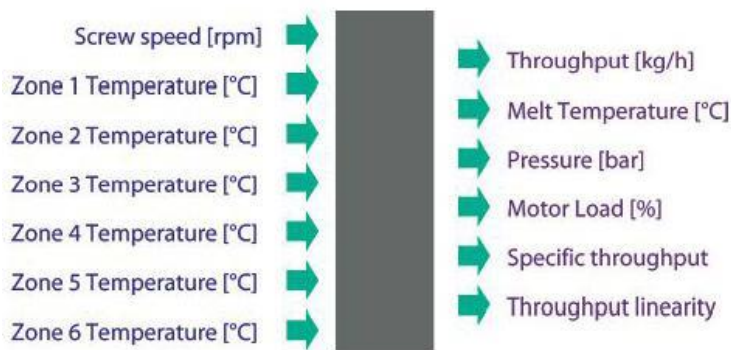
Kus  $\sigma$  - aktiveerimisfunktsioon  
 $x_j$  - neuroni sisend  
 $w_{ij}$ , - neuronite vahelise ühenduse kaal

Aktiveerimisfunktsiooniks on harilikult logistiline sigmoid, mis on antud valemiga [12]:

$$\sigma(a) = \frac{1}{1+e^{-a}} \quad (4.2)$$

Selliselt organiseeritud algebraliste võrrandide kogum seob sisendite väärtused väljundite väärtustega ning võimaldab iga sisendmuutujate komplekti puhul ennustada väljundite väärtusi vastavalt antud kaalude väärtustele. Mudeli häälestamiseks (õpetamiseks) tuleb kaaludele leida sellised väärtused, mille puhul on ennustusviga väiksem. [12]

Firma Maillefer OY poolt koostöös teiste osalistega loodud ekstruudri temperatuuriprofiili optimeerimise mudeli struktuur on ära toodud joonisel 4.2.

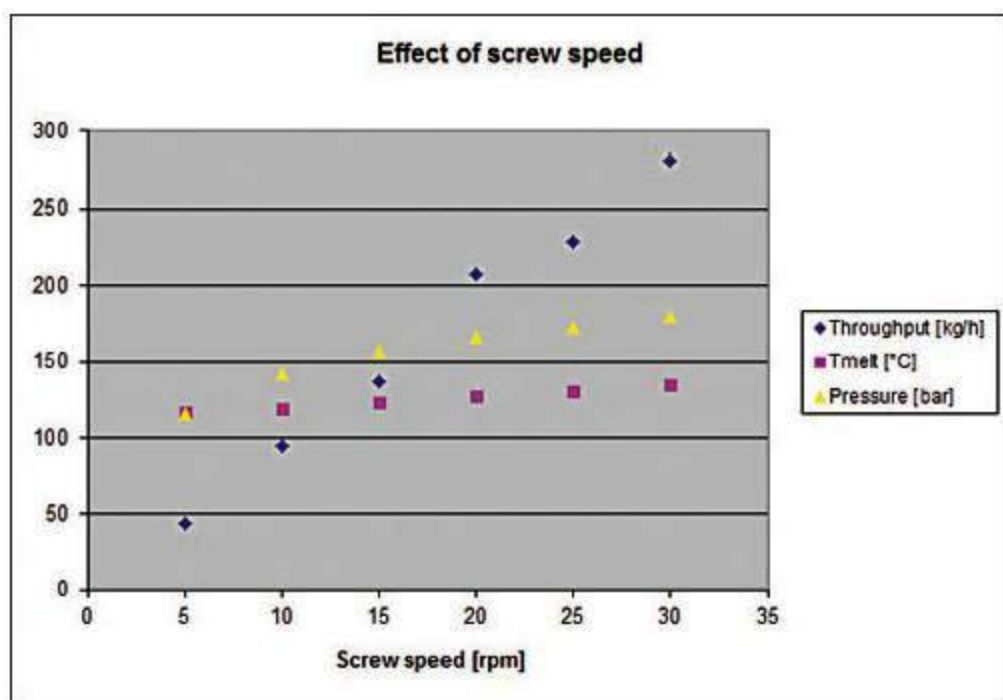


Joonis 4.2. Ekstruudri temperatuuriprofiili optimeerimise mudeli struktuur [12]

Mudeli sisenditeks on ekstruudri teo pöörlemissagedus ja kõikide kütetsoonide temperatuuride seadepunktid. Mudel väljastab vastavalt etteantud sisendite väärtustele järgmised suurused: ekstruudri tootlikkus (kg/h), plasti massi temperatuur (C°), plasti rõhk (bar), ekstruudri mootori koormus (%), tootlikkus teo ühe pöörde kohta ja tootlikkuse lineaarsus.

Mudeli väljatöötajad viisid algandmete kogumiseks läbi kokku 26 testi erinevate temperatuuriprofiilide ja teo kiiruste korral. Iga testi puhul lasti ekstruudrist välja kindla ajavahemiku jooksul plasti massi, mis tootlikkuse määramiseks kaaluti. Samaaegselt registreeriti ka plasti rõhk ja temperatuur ekstruudri väljundis. Saadud andmed olid ühtlase kvaliteediga ning võimaldasid märgata vähest ebalinearsust ekstruudri tootlikkuses.[12]

Eelpool kirjeldatud testidega konstantsete silindri temperatuuride korral leitud ekstruudri teo pöörlemiskiiruse, tootlikkuse, plasti massi temperatuuri ja rõhu vahelised seosed on ära toodud joonisel 4.3



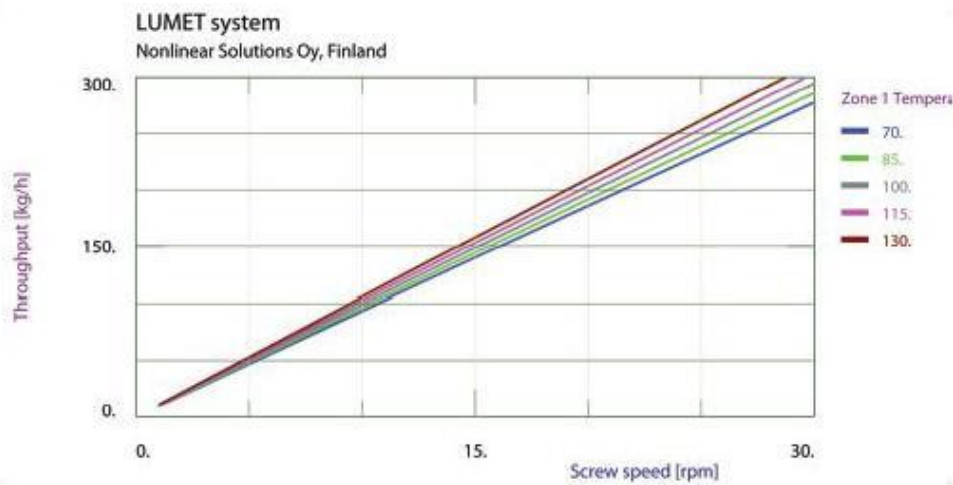
Joonis 4.3. Ekstruudri parameetrite sõltuvus teo pöörlemiskiirusest [12]

Eksperimentaalselt kogutud andmeid kasutati ekstruudri nelja parameetri (ekstruudri tootlikkus, plasti temperatuur, plasti rõhk ja mootori koormus) modelleerimiseks LUMET tarkvarapaketi abi. Nonlinear Solutions OY poolt loodud tarkvarapakett LUMET on mõeldud mittelineaarsete mudelite kasutamise hõlbustamiseks.

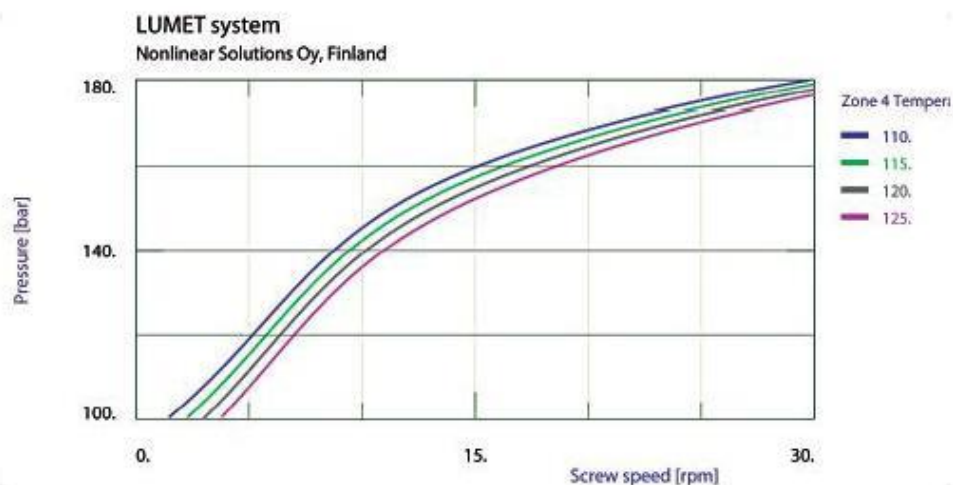
Alljärgnevalt on ära toodud mõned modelleerimise tulemusel saadud seosed ekstruudri küttesoonide temperatuuride ja ekstruudri väljundparameetrite vahel. Joonisel 4.4 on kujutatud esimese küttesooni temperatuuri mõju ekstruudri tootlikkusele erinevate teo



pöörlemisageduste juures. Joonis 4.5 kujutab neljanda küttesooni temperatuuri mõju plasti massi rõhule ekstruudri teo erinevate pöörlemisageduste juures [12].



Joonis 4.4. Ekstruudri parameetrite sõltuvus teo pöörlemisagedusest [12]



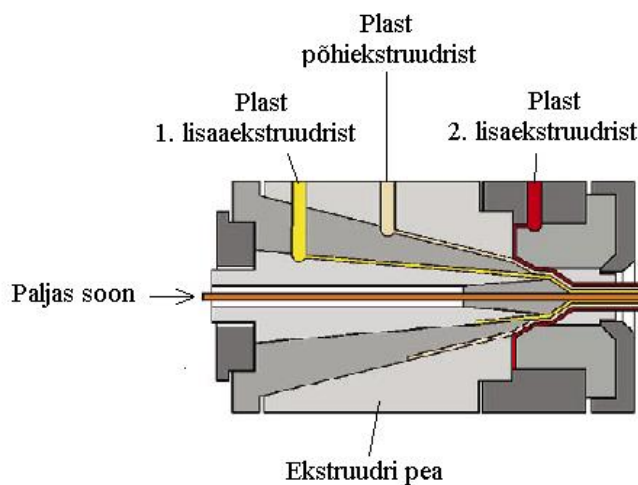
Joonis 4.5. Ekstruudri parameetrite sõltuvus teo pöörlemisagedusest [12]

Mittelineaarne modelleerimine on tõhus meetod parameetrite peenhäälestuseks erinevate protsesside, kaasaarvatud ekstrusiooni korral. Kaablisoonte isoleerimisel kasutatava ekstruudri temperatuuriprofiili peenhäälestus võimaldab saavutada maksimaalset tootlikkust, hoides samaaegselt plasti massi lubatud temperatuurivahemikus. Mittelineaarne modelleerimine võimaldab leida ekstruudri temperatuuridele optimaalsed väärtused kasutades selleks vähest hulka algandmeid. [12]



## 4.2. Mitmekihiline isoleerimine

Kaabli soonte isoleerimisel on tänapäeval laialt levinud mitmekihilise isoleerimise tehnoloogia, kus kaabli soone pinnale kantav plastisolatsioon koosneb rohkem kui ühest kihist. Selleks kasutatakse mitmest, harilikult kahest kuni kolmest, samaaegselt töötavast ekstruudrist koosnevat (ekstruudrite) gruppi, kus kõik ekstruudid on ühendatud sama ekstruudri pea külge. Erinevatest ekstruudritest tulevad plasti massid suunatakse peas asuvate massijagajate abil erinevatesse kihtidesse ja juhitakse ekstruudri pead läbiva kaabli soone ümber.[13] Joonisel 4.6 on toodud mitmekihiliseks isoleerimiseks kasutatava ekstruudri pea skemaatiline joonis.



Joonis 4.6. Mitmekihiliseks isoleerimiseks kasutatava ekstruudri pea skemaatiline joonis [14]

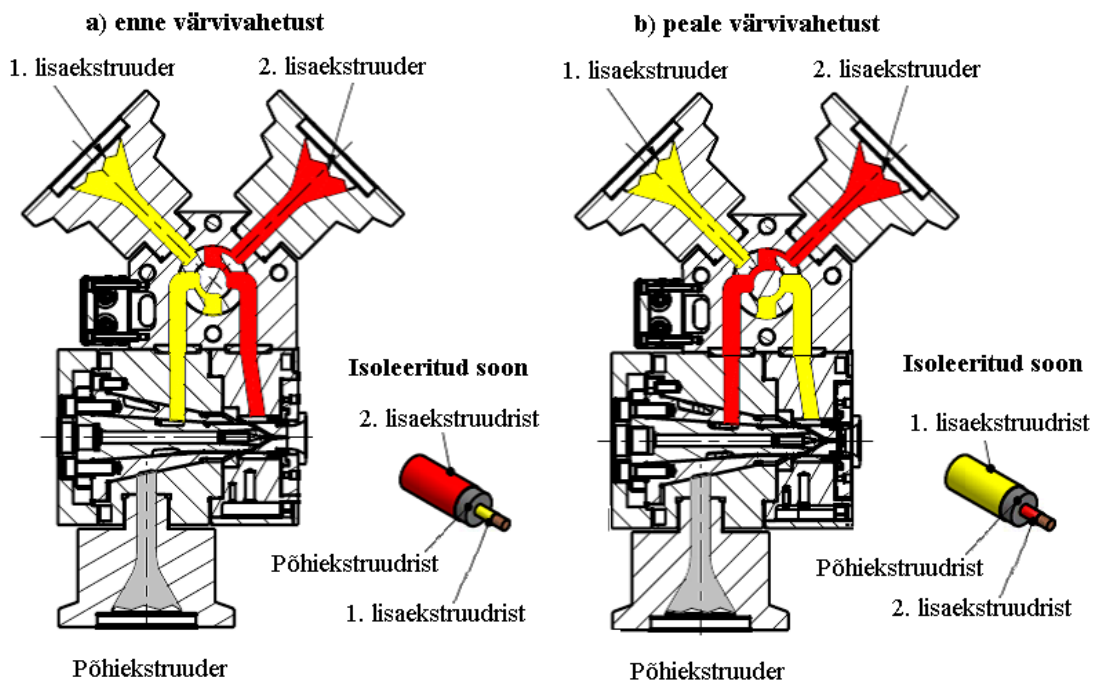
Mitmekihilise isoleerimise tehnoloogia kaheks kõige olulisemaks eeliseks on, et see võimaldab vähendada kaabli omahinda ja tõsta isoleeritud kaabli soone läbilöögikindlust.

**Kaabli omahinna** vähendamiseks lisatakse kaabli soonele soovitud värvuse saamiseks värvainet ainult isolatsiooni välimisele õhukesele kihile. Selliselt kulub suhteliselt kõrge maksuga värvainet oluliselt vähem võrreldes kogu isolatsiooni värvimisega.

**Kaabli soone läbilöögikindlust** suurendab isolatsiooni valmistamine mitme võrdse paksusega kihist, kuna läbilööke põhjustavad juhuslikud võõrkehaded (näiteks ebasoovitavad lisandid toormaterjalis, kõrbenud plastitükid jms.) saavad sellisel juhul paikneda ainult ühe kihi paksusest. Kuna plasti kihid tulevad eri ekstruudritest, siis on kahe võõrkeha sattumine kohakuti äärmiselt ebatõenäoline ja seeläbi on kaabli isolatsiooni läbivate läbilöögiaktide defektide tekke oht minimaalne.

### 4.3. Kiire värvivahetus

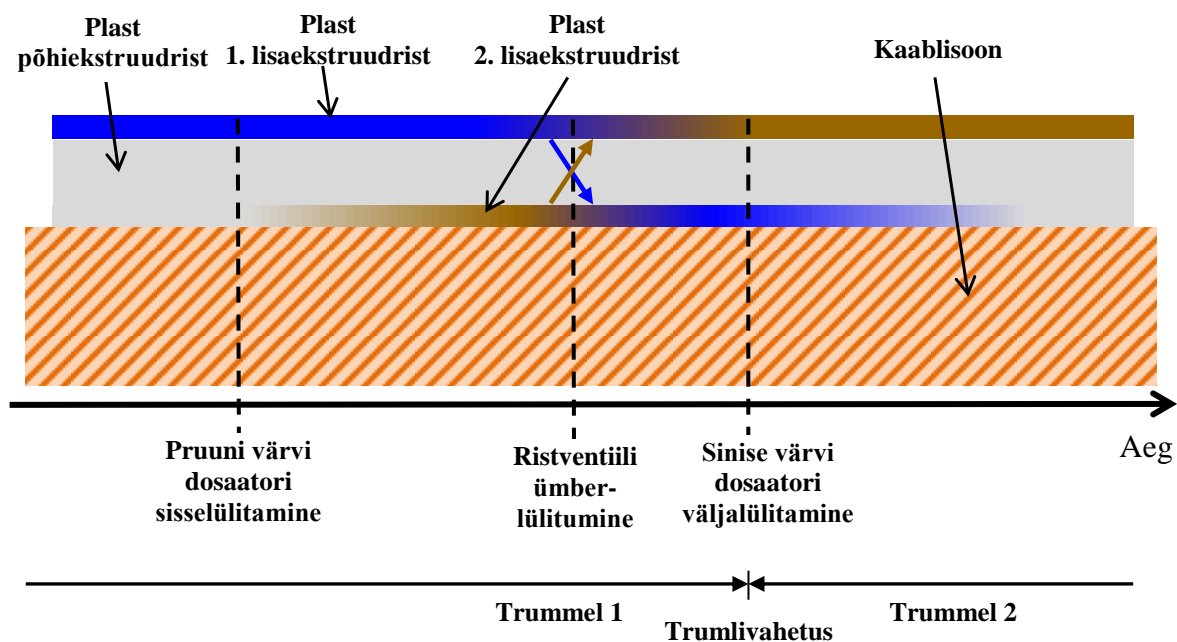
Kaabliisoonete eristamiseks valmistatakse need erinevat värvi, kusjuures isolatsioonide värvused on määratud vastavale kaablile kehtiva standardiga. Harilikult on soonte isoleerimisel värvivahetuseks (ühelt värvilt teisele üleminekuks) vaja esmalt seisata liin, peale seda lülitada ümber värvidosaator ning lasta välja plasti massi seni kuni ekstruudri peast väljub uut värvi plasti mass ja seejärel taaskäivitada liin. Selleks, et minna üle ühelt värvilt teisele isoleerimisliini peatamata, on katkematu tööprotsessiga isoleerimisliinide jaoks väljatöötatud kiire värvivahetuse tehnoloogia. Selleks kasutatakse mitmekihilist isoleerimist võimaldavat ekstruudri pead (vt. joonis 4.6), kuhu tuleb plasti mass kolmest ekstruudrist: põhiekstruudrist ja kahest lisaekstruudrist. Lisaekstruudritest tulevad plasti massid suunatakse üks põhiekstruudrist tulevva põhikihi alla vastu kaabliisoonet ja teine põhikihi peale välimiseks ehk pinnakihi. Värvainet lisatakse ainult pinnakihti suunduva plasti massile. Põhikihi ekstruuder on kolmest kõige suurema tootlikkusega ja see ühendub adapteri abil vahetult ekstruudri peaga. Väikesemad võrdse tootlikkusega lisaekstruudrid ühenduvad ekstruudri peaga hüdrauliliselt juhitava ristventiili vahendusel, mis võimaldab valida millise ekstruudri plast läheb põhikihi alla ja millise oma peale. Plasti masside teekonnad ekstruudri peas on skemaatiliselt näidatud joonisel 4.7.



Joonis 4.7. Plasti masside teekonnad ekstruudri peas enne ja peale värvivahetust [15]

Hüdraulilise ristventiili ümberlülitamist juhib isoleerimisliini juhtautomaatika vastavalt eel-seadistatud valikutele, mis määravad ära värvivahetuse hetke.

Soone isoleerimisel, kui ei ole käimas värvivahetuse tsükli, on alumine- ja põhikiht ilma värvita ning ainult pindmise kihi plasti massile doseeritakse soovitud värvi saamiseks sobivat värvainet. Värvivahetuse alustamisel lülitub sisse põhikihi all asuvat kihti toitva lisaekstruudri värvidosaatore, milles on järgmisena kaablisoon isolatsioonile soovitud värvi. Värvidosaatore sisselülitumine peab toimuma piisavalt vara, et põhikihi alla suunduv plasti mass jõuaks korralikult värvuda. Värvivahetuse hetke kätte jõudmisel muudetakse hüdraulika abil ristventiili asendit nii, et seni pealmist kihti toitnud lisaekstruudri plasti mass suunatakse põhikihi alla ja vastavalt algselt alumist kihti varustanud lisaekstruudri uut värvi plasti mass põhikihi peale. Peale ristventiili asendi muutmist lülitub nüüd alumist kihti eelnevat värvi plasti massiga toitva lisaekstruudri värvidosaatore välja ja alumine kiht muutub taas värvituks. Joonisel 4.8 on näidatud skemaatiliselt eri värvi plasti kihtide paiknemine isolatsioonis üleminekul siniselt värvilt pruunile värvile.



Joonis 4.8. Plasti kihtide paiknemine isolatsioonis enne ja peale värvivahetust

Kiire värvivahetuse tehnoloogiat kasutavad isoleerimisliinid on enamasti varustatud kahe trumliga topeltvastuvõtjatega, mis võimaldavad liini töökiirust vähendamata ühe trumli täitumisel suunata vastuvõetav kaablisoon automaatselt teisele trumlile. Värvivahetuse protsess ajastatakse selliselt, et uuele värvile suundudes vahetatakse vastuvõtjas ka vastuvõttev trummel ning uut värvi kaablisoon keritakse juba järgmisele trumlile. (vt. joonist 4.8)

#### 4.4. Isolatsiooni paksuse mõõtmine

Kaabli omahinnast moodustab üle 80%-i selle valmistamiseks kasutatud toormaterjalide maksumus. Seetõttu on konkurentsivõimelise hinnaga kaabli valmistamiseks väga oluline jälgida igas tootmisetapis tooraine kulusid. Kaablisoone isolatsiooni paksuse jälgimine reaajas isoleerimisprotsessi kestel võimaldab vältida liigset plasti kulu. Teisalt on kaablisoone isolatsioonile kehtestatud vastava standardiga minimaalne paksus. Eelnevalt tulenevalt on vajalik töö käigus isolatsiooni paksust pidevalt mõõta, et see jääks soovitud vahemikku ja võimalikult lähedale lubatud minimaalsele paksusele.

Isolatsiooni paksuse mõõtmiseks on välja töötatud erinevaid meetodikaid. Mõõtmise toimimise seisukohalt jagunevad mõõtesüsteemid:

- tootmisprotsessi kestel reaajas töötavateks (ON-line mõõtmine),
- valmis toote mõõtmisel põhinevateks (OFF-line mõõtmine).

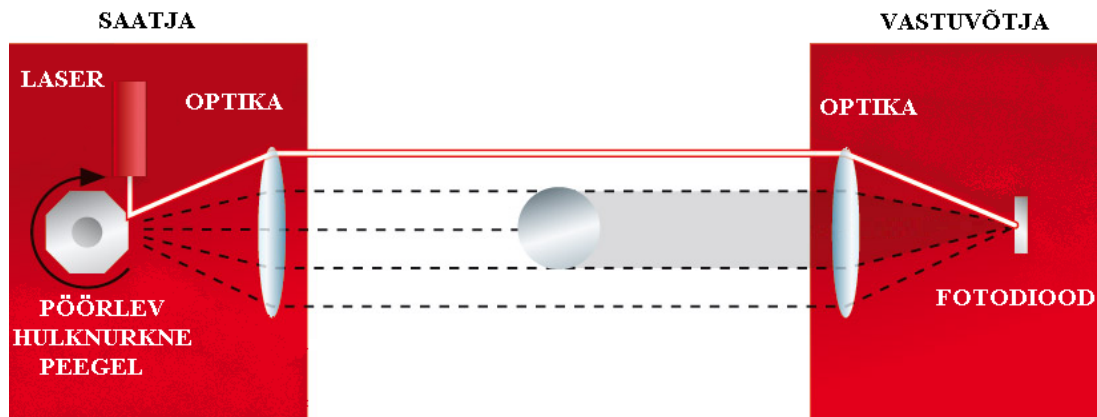
Reaalajas mõõtmiseks on loodud ultrahelil, laserskaneerimisel ja röntgenkiirtega läbivalgustamisel põhinevaid mõõteseadmeid. **Ultrahelil** baseeruvad seadmed leiavad peamiselt kasutust kaabli väliskatte paksuse mõõtmisel ja seetõttu neid antud töös ei käsitleta. **Laserskaneerimisel** põhinevad mõõteseadmed on oma olemuselt ühe-, kahe- või enamateljelijised diameetrimõõtjad, mis võimaldavad kontaktivabalt reaajas jälgida seda läbiva objekti läbimõõtu täpsusega  $\pm 0,5 - 2,0 \mu\text{m}$  sõltuvalt konkreetse seadme mõõtepiirkonnast [16]. Firma BETA LaserMike poolt toodetava mõõteseadme AccuScan 5000 välisvaade on toodud joonisel 4.9.



Joonis 4.9. Kahateljeline laserskanner-diameetrimõõtja AccuScan 5000

Laserskaneerimise meetodil töötava ON-line diameetrimõõtja saatja poolel on madalavõimsuseline laser, mille kiir jaotatakse pöörleva peegli ja optika abil paralleelseteks kiirteks. Saadud laserkiirte vihk läbib mõõteala ja koondatakse optika abil vastuvõtja poolel asuvale fotodiodile.

Laserkiire liikumine mõõteala ühest äärmisest positsioonist teise äärmisse positsiooni toimub kindla ajavahemiku vältel. Kui mõõtealas asub objekt, siis vastuvõtja varjatakse teatavaks ajaks laserkiirte eest. See aeg on proportsionaalne objekti läbimõõduga ning selle alusel arvutatakse mõõteseade mõõtealas oleva objekti paksuse (diameetri). [18] Laserskanner-tüüpi diameetrimõõtja tööpõhimõtet selgitab joonis 4.10.



Joonis 4.10. Laserskanner-tüüpi diameetrimõõtja tööpõhimõte [17]

Üheteljeline mõõteseade suudab tuvastada ainult objekti läbimõõtu, ovaalsuse kindlaksteigmiseks on vaja vähemalt kahte omavahel risti asetsevat mõõtetelge. Kaasaegsed kaablitööstuses kasutatavad mõõteseadmed on enamasti kahe- kuni kolmeteljelised.

Isolatsiooni paksuse mõõtmiseks kasutatakse isoleerimisliinidel kahte mõõteseadet, esimene neist mõõdab ekstrudri isoleerimata kaablisoone diameetrit ning teine isoleeritud soone diameetrit jahutusrennist väljumisel. Mõõdetud diameetrite alusel arvutatakse mõõtesüsteemi juhtplokki kaablisoone isolatsiooni paksuse. Seda liiki mõõtesüsteemi suurimaks puuduseks on asjaolu, et kuna isolatsiooni paksus leitakse diameetrite vahe aritmeetilise keskmisena, siis on mõõtetulemus õige ainult juhul, kui isolatsioon paikneb kaablisoone ümber sümmeetriliselt. Juhul kui ekstrudri pea pole korrektselt tsentreeritud, jääb isolatsioon ühest küljest paksem ja vastasküljest õhem ning tegelik minimaalne isolatsiooni paksus on väiksem kui mõõtesüsteemi poolt näidatav väärtus.

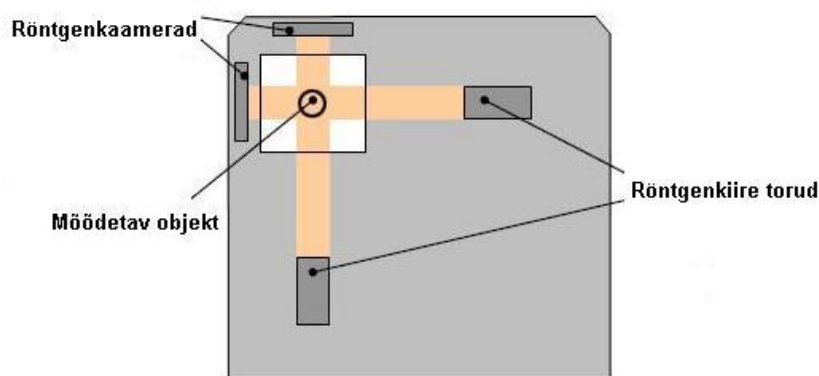
**Röntgenkiirtega** läbivalgustamisel põhinev paksuse mõõtja paigaldatakse vastavalt vajadusele isoleerimisliini algusesse, keskele või lõppu. Röntgen-paksusmõõtja suudab tuvastada reaajas seda läbiva isoleeritud kaablisoone välisdiameetri, kuni kolme eri isolatsioonikihi paksuse, kaablisoone diameetri ja isolatsiooni tsentreerituse kaablisoone suhtes [18].

Firma Sikora AG poolt toodetava kaablitööstuses kasutamiseks mõeldud röntgen-paksusmõõtja X-RAY 2000 välisvaade on toodud joonisel 4.11.



Joonis 4.11. Röntgen-paksusmõõtja X-RAY 2000 välisvaade [18]

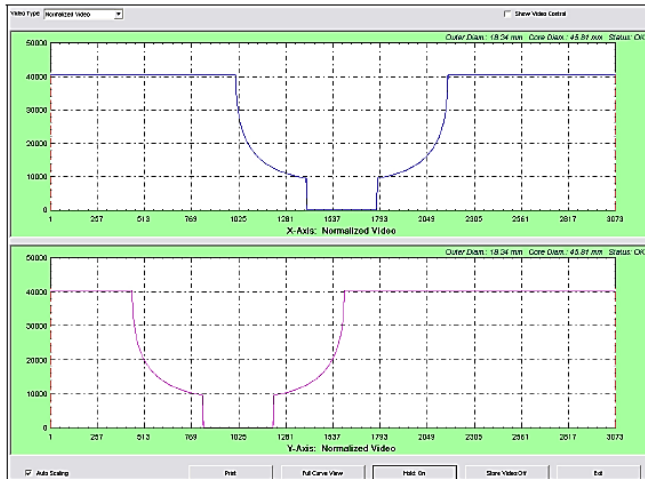
Röntgen-paksusmõõtjas tuvastatakse kõik mõõdetavad suurused kontaktivabalt. Selleks valgustatakse mõõdetavat objekti röntgenkiirtega ja salvestatakse mõõteobjekti taga asuvate digitaalsete röntgenkaamerate abil saadav kujutis. Selliselt saadud videosignaali töödeldakse reaajas seadmesse integreeritud signaaliprotsessori poolt ning edastatakse mõõtesüsteemi juhtseadmesse edasiseks töötlemiseks. [18] Röntgen-paksusmõõtja töö põhimõtet selgitab joonis 4.12.



Joonis 4.12. Röntgen-paksusmõõtja X-RAY 2000 töö põhimõte [18]

Seadmes asuvad kaks omavahel risti paiknevat röntgenkiirte toru, millede tekitatud kiired läbivad mõõteala, kohtuvad torude telgede ristumiskohas mõõdetava objektiga ja jõuavad vastasküljel asetsevate röntgenkaamerateni.

Röntgenkaamerate poolt registreeritud signaali tugevus sõltub kiirte tee jääva materjali või-  
 mest röntgenkiiri läbi lasta, mis on omakorda seotud aine tihedusega. Mida tihedam aine seda  
 rohkem see kiirgust tõkestab. Seetõttu on võimalik röntgenkaamera videosignaali alusel  
 arvutada välja erinevate tihedustega materjalide kihtide paksused (vt. Joonis 4.13). Joonisel  
 4.13 on näidatud mõtteseadme X-RAY 2000 poolt registreeritud X ja Y telje videosignaalid.



Joonis 4.13. Röntgen-paksusmõõtja X-RAY 2000 poolt registreeritud videosignaalid [18]

Röntgen-paksusmõõtja X-RAY 2000 mõttesüsteemi juhtseade ECOCONTROL 2000 kuvab  
 ekraanil videosignaali alusel arvatud kaabliisone mõõtmeid ning võrdleb neid etteantud  
 väärtustega. Joonisel 4.14 on näidatud mõttesüsteemi juhtseadme ECOCONTROL 2000 ek-  
 raanipilt.



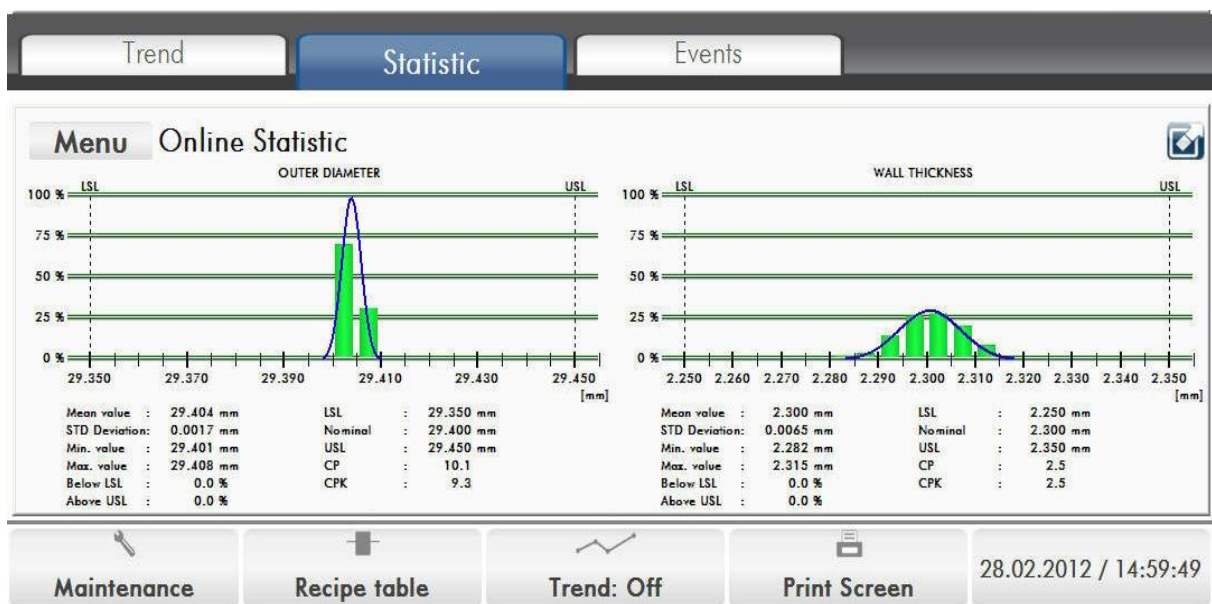
Joonis 4.14. mõttesüsteemi juhtseadme ECOCONTROL 2000 ekraanipilt [19]

Röntgen-paksusmõõtja on ehitatud selliselt, et töötamise ajal röntgenkiirgus seadmest välja ei  
 pääse ning kiirgustase seadme lähedal ei ületa loodusliku fooni.



## 4.5. Isolatsiooni paksuse mõõtetulemuste statistiline analüüs

Kaasaegsed kaablitööstuses kasutatavad mikroprotsessoritel põhinevad digitaalsed isolatsiooni paksuse mõõteseadmed teostavad mõõtmisi perioodiliselt (diskreetselt). Võendite<sup>1</sup> võtmise sagedus on alates paarikümnest korrast sekundis röntgenpaksusmõõtjate puhul kuni paarituhande korrani sekundis laserskanneritel. Võendid salvestatakse seadme mällu ja nende alusel kuvatav näit on teatud kogumi üksikute mõõtetulemuste keskmine. Lisaks keskmise isolatsiooni paksuse kuvamisele on täiuslikumatesse mõõtesüsteemidesse sisseehitatud ka statistiline protsessiohje funktsioon SPC (ingl. k. *SPC- statistical process control*), mis võimaldab salvestatud võendite statistilise analüüsi alusel teha järeldusi isolatsiooni paksuse vastavusele etteantud nõuetele ning korrigeerida ekstruudri pöörlemissagedust selliselt, et isolatsioonipaksus hoitakse automaatselt etteantud väärtusel. Joonisel 4.15 on näidatud fragment mõõtesüsteemi juhtseadme ECOCONTROL 6000 ekraanilt, kus on kujutatud statistilise analüüsi tulemused.



Joonis 4.15. Mõõtesüsteemi juhtseadme ECOCONTROL 6000 ekraanipildi fragment [20]

Seadmesse on talletatud tooteretseptid, mis sisaldavad andmeid iga konkreetse toote isolatsiooni paksuse nimiväärtuse ning ülemise ja alumise piirväärtuste kohta. Mõõtesüsteemi juhtplokk leiab kõikide mõõtetulemuste keskmise, miinimumi, maksimumi, standardhälbe ning jaotusfunktsiooni ja kuvab need suurused seadme ekraanil.

<sup>1</sup> Võend (ingl. k. – *sample*) – kindlal hetkel mõõdetud pideva signaali hetkväärtus.  
<https://et.wiktionary.org/wiki/sample>



Mõõtetulemuste statistiliseks analüüsiks jagatakse võendid võrdsetesse gruppidesse. Gruppi kuuluvate võendite arv määratakse mõõtesüsteemi seadistuses ja see sõltub sellest, kui pikka de lõikude kaupa soovitakse kaabliisooni isolatsioonipaksust statistiliselt analüüsida. Iga grupi kohta arvutatakse aritmeetiline keskmine ja standardhälve, mille alusel saab leida isoleerimisprotsessi iseloomustavad suurused  $Cp$  (protsessi suutlikkus) ja  $CpK$  (protsessi suutvusindeks). Ühte gruppi kuuluvate võendite aritmeetiline keskmine  $\bar{x}$  avaldub valemist:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.3)$$

kus  $n$  - võendite arv  
 $x_i$  -  $i$ -nda võendi väärtus

Leitud aritmeetilise keskmise alusel arvutatakse gruppi kuuluvate võendite standardhälve. Standardhälve  $\sigma$  avaldub valemist:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4.4)$$

kus  $n$  - võendite arv  
 $x_i$  -  $i$ -nda võendi väärtus  
 $\bar{x}$  - grupi kõikide võendite aritmeetiline keskmine

Leitud standardhälbe alusel arvutatakse isoleerimisprotsessi iseloomustavad suurused. Protsessi suutlikkus  $Cp$  avaldub valemist:

$$Cp = \frac{x_{max} - x_{min}}{6\sigma} \quad (4.5)$$

kus  $x_{min}$  - minimaalne lubatud isolatsiooni paksus  
 $x_{max}$  - maksimaalne lubatud isolatsiooni paksus  
 $\sigma$  - standardhälve

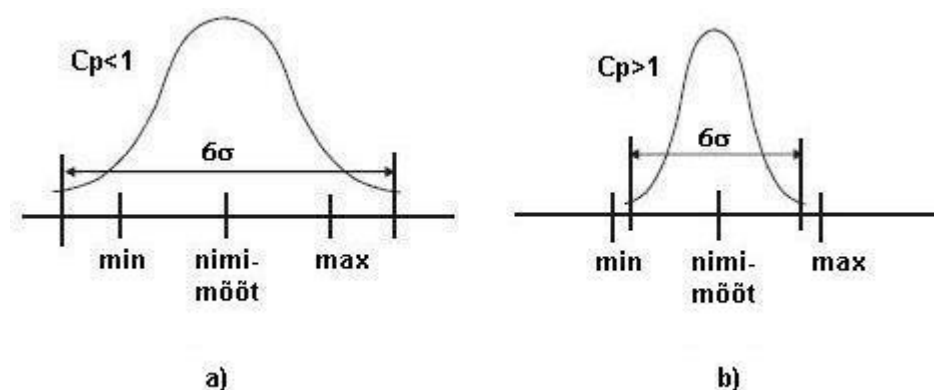
Järgmisena leitakse protsessi suutvusindeks  $CpK$ , mis avaldub valemist:

$$CpK = \text{Min} \left[ \frac{x_{max} - \bar{x}}{3\sigma} \text{ või } \frac{\bar{x} - x_{min}}{3\sigma} \right] \quad (4.6)$$

- kus  $x_{min}$  - minimaalne lubatud isolatsiooni paksus  
 $x_{max}$  - maksimaalne lubatud isolatsiooni paksus  
 $\bar{x}$  - alamgrupi kõikide võendite aritmeetiline keskmine  
 $\sigma$  - standardhälve

Protsessi suutlikkuse ja suutvusindeksi näitajate arvulised väärtused annavad isoleerimisliini operaatorile olulist informatsiooni isoleerimisprotsessi toimimise kohta [21].

**Protsessi suutlikkuse** -  $Cp$  numbriline väärtus näitab, kas isoleerimisliin on suuteline isoleerima kaablisoont selliselt, et iga üksiku koha isolatsiooni paksus jääks alati etteantud piiridesse. Kui  $Cp$  väärtus on väiksem ühest, siis ei ole isoleerimisliin võimeline tootma isoleeritud kaablisoont ilma, et mõne koha isolatsiooni paksus ei satuks väljaspoole etteantud piirmõõtmeid. [21] Eeltoodut illustreerib joonis 4.16, mis näitab võendite võimalikku jaotumist isolatsiooni paksuse etteantud väärtuste suhtes olenevalt  $Cp$  väärtusest.

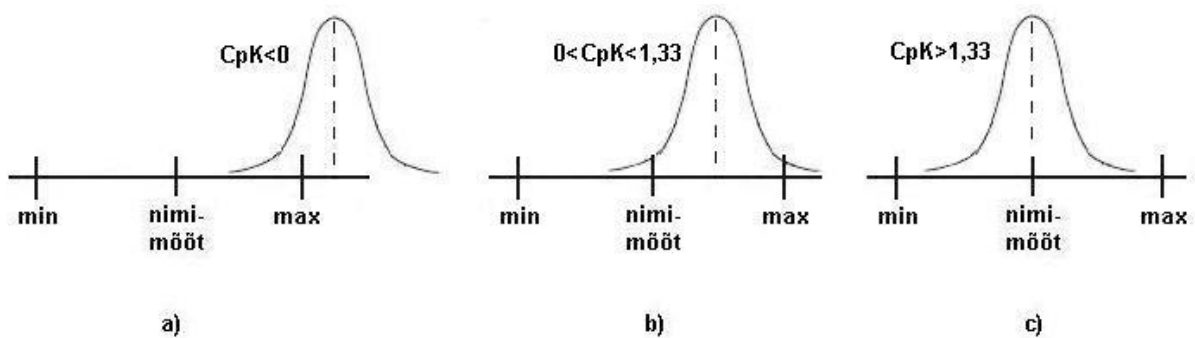


Joonis 4.16. Isolatsiooni paksuse võendite jaotumine olenevalt  $Cp$  väärtusest [21]

Graafik a) kujutab olukorda, kus  $Cp$  väärtus on väiksem ühest ja osad mõõdetud isolatsiooni paksuse väärtused satuvad väljaspoole etteantud piirmõõtmeid. Graafikul b) näidatud juhul on  $Cp$  väärtus suurem ühest ja kõik üksikud mõõdetud punktid jäävad piirmõõtmete vahele. Praktikas on soovitatav, et protsessi suutlikkuse väärtus oleks suurem kui 1,33. [21]

Protsessi suutlikkust mõjutab isoleerimisliini tehniline võimekus katta kaabliisoot ühtlase paksusega isolatsioonikihiga. Võimalikult ühtlase isolatsiooni paksuse saavutamiseks peavad olema kaabliisoot liikumiskiiruse ja ekstruudri(te) tootlikkuse variatsioonid minimaalsed.

Kui protsessi suutlikkuse näitaja  $Cp$  iseloomustab seda, kas kõik isolatsiooni paksuse üksikud mõõdetud punktid saavad teoreetiliselt jääda etteantud piiridesse, siis **protsessi suutvusindeks**  $CpK$  näitab, kas kõik mõõdetud punktid jäävad ka tegelikult etteantud minimaalse ja maksimaalse piirväärtuse vahele. [21] Joonisel 4.17 on ära toodud kolm võimalikku varianti võendite jaotumisest olenevalt protsessi suutvusindeksi  $CpK$  väärtusest.



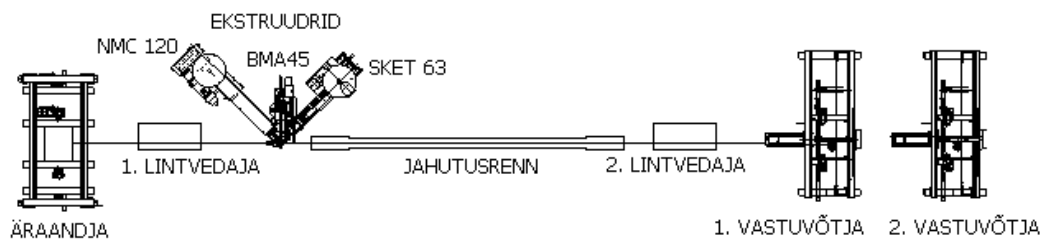
Joonis 4.17. Isolatsiooni paksuse võendite jaotumine olenevalt  $CpK$  väärtusest [21]

Graafikul a) näidatud juhul on  $CpK$  väärtus väiksem nullist ja enamik võendeid asub väljaspool etteantud piire. Graafikul b) näidatud juhul, kui  $CpK$  väärtus asub 0 ja 1,33 vahel, jääb keskmine isolatsioonipaksus küll minimaalse ja maksimaalse lubatud piirmõõtme vahele, kuid osa võendeid satub väljapoole etteantud piire. Graafik c) kujutab olukorda, kui  $CpK$  on suurem kui 1,33 ja kõik võendid jäävad etteantud piiridesse. [21].

## 5. EKSTRUUDER SKET 63 JA SELLE MODERNISEERIMISE LÄHTEÜLESSANDE KOOSTAMINE

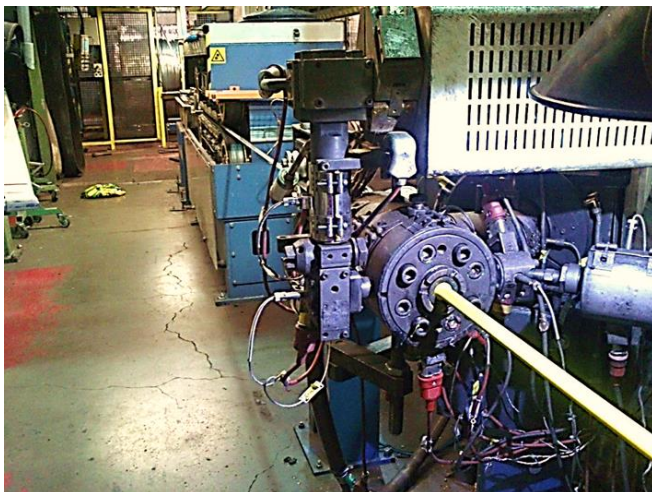
### 5.1. Ekstruuder SKET 63

Ekstruuder SKET 63 kuulub Draka Keila Cables'i isoleerimisliini L06 ekstruudrigruppi. Isoleerimisliini L06 kasutatakse kaablisoonete katmiseks mitmekihilise isolatsiooniga. Ekstruuder SKET 63 varustab põhiekstruudri NMC120-24D pead värvilise plasti massiga, mis kantuna õhukese kihina põhiisolatsiooni peale, annab kaablisoonetele soovitud värvuse. Kahevärvilise (kolla-rohelise) isolatsiooni saamiseks töötab lisaks eelnevatele ka kolmas ekstruuder BMA 45. Ekstruudrite paiknemine isoleerimisliinis L06 on äranäidatud joonisel 5.1.



Joonis 5.1. Ekstruudrite paiknemine isoleerimisliinis L06

Isoleerimisliini L06 ekstruudri pea vaade on ära toodud joonisel 5.2.



Joonis 5.2. Kaablisoonete isoleerimisliini L06

Ekstruuder SKET 63 on valmistatud 1986 aastal Saksa Demokraatlikus Vabariigis. Selle tähtsamad tehnilised andmed on ära toodud tabelis 5.1.

Tabel 5.1. Ekstruudri SKET 63 tähtsamad tehnilised andmed

teo diameeter	63 mm
teo aktiivosa pikkus	25 x d (=1575 mm)
teo maksimaalne pöörlemissagedus	155 p/min
maksimaalne tootlikkus (materjal polüetüleen le4423)	109,5 kg/h
silindri küttesoonide arv	4
silindri küttesoonide koguvõimsus	7,2 kW
peamootori tüüp	võõrergutusega DC mootor
peamootori võimsus	56 kW

Ekstruudri teo pöörlemapanemiseks kasutatakse võõrergutusega alalisvoolumootorit (peamootorit). Mootori sildiandmed on ära toodud tabelis 5.2.

Tabel 5.2. Peamootori sildiandmed

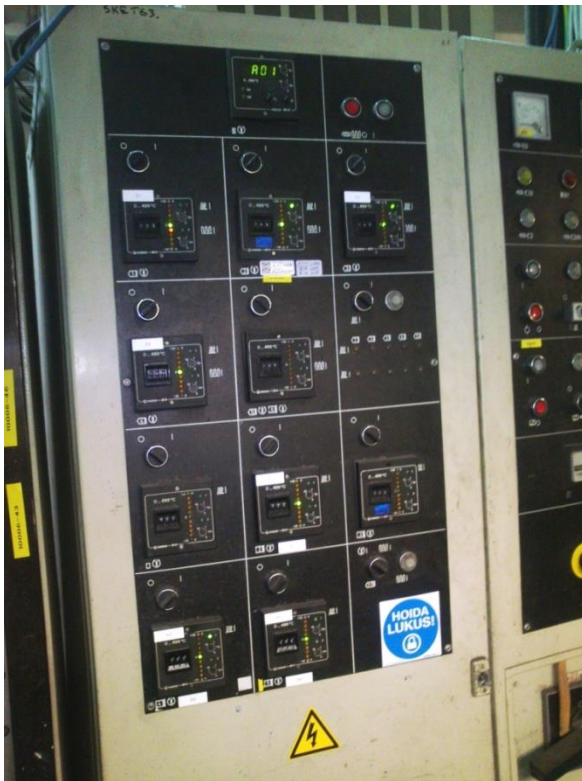
nimivõimsus $P$	56 kW
nimipöörlemissagedus $n$	1870 p/min
ankru nimipinge $U_a$	440 V
ankru nimivool $I_a$	140 A
ergutusmähise nimipinge $U_f$	330 V
ergutusmähise nimivool $I_f$	4,3 A
kaal	215 kg
isolatsiooniklass	F

Peamootori jahutamiseks kasutatakse mootori sund-läbipuhumist tsentrifugaal-venilaatori abil, mida käitatakse kolmefaasilise asünkroonmootori abil. Peamootori pöörlemiskiiruse tagasisideks on ankru võlliga ühendatud tahhogeneeraator, mis tekitab pöörlemiskiiruse 1 p/min kohta 0,06 voldise pinge.

Ekstruudri SKET 63 küttesüsteemi moodustavad ümber silindri paigutatud kümme 720 W võimsusega küttekeha, mis on jagatud nelja sektsiooni (tsooni), millel igaühel on oma jahutusventilaator ja Pt100 tüüpi temperatuuriandur. Esimeses tsoonis on neli küttekeha ja ülejäänud kolmes tsoonis igaühes kaks küttekeha. Küttesoonide koguvõimsus on 7,2 kilovatti. Lisaks neljale silindri küttesoonile on kasutusel ka kolm küttesooni ekstruudri ja pea vahelise ühenduse detailide – rangide, kaela ja adapteri kuumutamiseks.

Ka nendel kolmel küttesoonil on igaühel oma Pt100 tüüpi temperatuuriandur. Igat küttesooni juhib PID temperatuurikontroller, millega on ühendatud vastava tsooni temperatuuriandur ning mille väljundid juhivad läbi kontaktorite küttekehade ning jahutusventilaatori toiteahelaid.

Ekstruudri juhtimine toimub seadme tootja poolt valmistatud juhtkilbi vahendusel. Kilbi esipaneeli vaade on toodud joonisel 5.3.



Joonis 5.3. Ekstruudri SKET 63 juhtkilbi esipaneel

Kilbis paiknevad jõu- ja juhtahelad ekstruudri kütte ning ajami juhtimiseks. Küttesoone juhitakse kilbi esipaneelile kinnitatud analoog PID regulaatorite abil. Igal tsoonil on oma regulaator, mille temperatuuri seadepunkti saab muuta regulaatori esipaneelil paiknevate pöördrataste abil. Peamootori pöörlemissageduse referents tuleb isoleerimisliini juhtkilbis asuvast liini juhtkontrollerist 0-10 voldise analoogsignaalina. Kilbi joonised ei ole täies mahus säilinud ja olemasolev dokumentatsioon ei kajasta korrektselt kogu kilpi, mis raskendab oluliselt ekstruudri elektrisüsteemi rikete põhjuste väljaselgitamist ja kõrvaldamist.

## 5.2. Ekstruudri SKET 63 moderniseerimise võimalused

Ekstruudri SKET 63 peamisteks puudusteks on ebamugav küttesüsteemi juhtimine, elektrisüsteemi vähene töökindlus ja teo pöörlemissageduse hälbed. Temperatuuride seadepunktide muutmine juhtkilbi esipaneelil asetsevate temperatuurikontrolleri pöördratastest ei ole kuigi mugav ning puudub võimalus seada kõiki küttesoone korraga alandatud temperatuurile. Alandatud temperatuuri režiimi korral hoitakse kõikide küttesoonide temperatuure 90° C juures. See on vajalik tootmises esinevate lühiajaliste seisakute korral, kui ekstruuder ei tööta ning töötemperatuuril võiks plast silindris kõrbema minna. Joonisel 5.4 on näidatud küttesoonide juhtimiseks kasutava temperatuurikontrolleri vaade.



Joonis 5.4. Temperatuurikontrolleri välisvaade

Ekstruudri senises eksploatatsioonis ettetulnud tõrked on valdavalt seotud olnud juhtkilbiga. Küttesoonide küttekehasid ja jahutusventilaatoreid juhitakse PID funktsiooniga temperatuurikontrollerite väljunditesse ühendatud kontaktorite abil. Temperatuuri hoidmiseks tehtavate lülituste hulk on suhteliselt suur ja seetõttu on küllaltki sageli esinenud kontaktorite rikkeid (kontaktide kinnijäämine, kontaktide sädelemisest tingitud erosioon jne.), mille tagajärjel on tulnud kontaktor välja vahetada. Ka temperatuurikontrollerid ise on vajanud mõningatel juhtudel remonti.

Lisaks eelnevale on aeg-ajalt esinenud häireid ka ekstruudri peamootori analoog-alalisvoolumuunduri töös, mis on avaldunud teo pöörlemissageduse ebahütluses ja mootori ebaharilikkus vibratsioonis. Nende olukordade tõenäoliseks põhjuseks on muunduri elektroonikakomponentide vananemisest tingitud parameetrite kõrvalekalded. Samuti on mootori tagasisidestamiseks kasutatav tahhogeneeraator kulunud ja vajaks väljavahetamist.

Eeltoodut arvestades oleks vajalik ekstruudri töökindluse tõstmiseks loobuda küttekehade ja jahutusventilaatorite lülitamiseks kasutatavatest kontaktoritest ning asendada need kaasaegsete kontaktivabade pooljuhtreleedega, milliste tööiga on valmistaja andmeil suurem kui 2 miljonit töötundi. [22] Vananenud ja vähese töökindlusega analoog-temperatuurikontrollerid on soovitatav asendada kaasaegsete digitaalsete PID parameetrite automaathäälestust võimaldavate temperatuurikontrolleritega.

Üheks võimaluseks on, sarnaselt algse süsteemiga, kasutada iga küttesooni juhtimiseks oma temperatuurikontrollerit. Sellise lahenduse puuduseks on asjaolu, et puudub küttesoonide distantsjuhtimise võimalus. Temperatuuride etteandeväärtusi ei ole võimalik muuta tsentraalselt liini juhtpuldist ega saada tagasisidet küttesoonide rikete kohta.

Nende puuduste vältimiseks on küttesoonide juhtimiseks soovitatav kasutusele võtta spetsiaalne küttekontroller, mis suudab juhtida üheaegselt kõikide küttesoonide tööd ja võimaldab üle ProfiBus-i siini kahepoolset andmevahetust isoleerimisliini peakontrolleriga. Selline lahendus võimaldab saada tagasisidet küttesüsteemi rikestest, hõlpsalt visualiseerida küttesoonide olekud liini juhtpuldil ja samast ka muuta temperatuuride seadepunkte.

Ekstruudri tigu käitava alalisvoolumootori seisukord on rahuldav, kuid tõrgeteta töö tagamiseks on soovitatav lasta seda hooldada spetsialiseeritud remonditöökojas. Lisaks on vajalik vahendada mootori vana kulunud tahhogeneeraator uuega, et kindlustada ajami täpne töö. Vananenud ja ebatöökindel analoogjuhtimisega alalisvoolumuundur tuleks asendada kaasaegse digitaalse juhtimisega ning üle ProfiBus-i siini kontrollitava alalisvoolumuunduriga. Selline lahendus võimaldaks juhtida ekstruudrit suure täpsusega ja saada tagasisidet ajami tööparameetrite ning olekute kohta. Alternatiivina võib kaaluda olemasolevast alalisvoolumootorist loobumist ja üleminekut asünkroonmootorist ning sagedusmuundurist koosnevale vahelduvvoolu ajamile.

Eelpool väljapakutud moderniseerimisettepanekute realiseerimine eeldab uue automaatikakilbi projekteerimist, valmistamist ja käikuvõtmist.



### 5.3. DC ja AC ajamite võrdlus<sup>1</sup>

Ekstruuder töömasinana esitab ajamile kindlad nõuded. Ekstruudri pöörlemissagedust peab saama sujuvalt muuta nullist kuni nimipööreteni ja ajami juhtimistäpsus peab olema seejuures suhteliselt suur. Ekstruudri käitamiseks vajalik pöördemoment on praktiliselt konstantne kogu pöörlemissageduse diapsoonis, kusjuures käivitusmoment võib olla kuni 200% suurem tööolukorras vajatavast. [23] Nendele nõuetele vastavad väga hästi alalisvoolumootorist ja türistormuundurist koosnevad DC ajamid, mis on pikka aega olnud ainukesed sobivad lahendused plasti ekstruudrite ajamiseks. Seoses sagedusmuundurite arenguga on viimasel ajal osutunud võimalikuks võtta ekstruudrite ajamina kasutusele ka asünkroonmootorist ja sagedusmuundurist koosnevad AC ajamid. Kaasaegne, momendi vahetu juhtimisega sagedusmuunduriga AC ajam on omadustelt võrdväärne DC ajamiga ning suudab seda edukalt asendada.

Alalisvoolumootorite ehitus on võrreldes asünkroonmootoritega oluliselt keerukam kuna püsiva pöördemomendi tekitamiseks vajalik voolu ümberlülitamine ankrumähiste vahel toimub kommutaatori ja harjade abil. Lisaks on alalisvoolumootori ankur märksa keerulisema ehitusega ning kallim kui asünkroonmootori rootor. Alalisvoolumootori ankrumähiseid läbiva voolu toimel tekkinud soojuse ärajuhtimiseks tuleb seda tüüpi mootorit jahutada läbi mootori kere puhutava jahutusõhu abil, mis enamasti vajab mootori sisemise mustumise vältimiseks filtreerimist. Asünkroonmootori mähised paiknevad mootori staatori uures ja tekkiva soojuse eemaldamiseks piisab mootori ribilise kere väljastpoolt ülepuhumisest.

Nendest ehituslikest iseärasustest tingituna on AC ja DC mootorite hooldusvajadus ja -kulud erinevad. Alalisvoolumootor vajab sagedast harjade kontrollimist ja asendamist ning jahutusõhu filtri vahetamist. Samas asünkroonmootor on praktiliselt hooldusvaba, vajades vaid aegajalt kere välispinna puhastamist sinna kogunenud tolmust ja mustusest ning määritavaate laagrite puhul teatud töötundide järel määrde lisamist.

Võrreldes asünkroonmootoritega, on alalisvoolumootorite töökindlus väiksem ja neil esineb sagedamini rikkeid, mis tingivad mootori mähiste väljavahetamise. Ankrumähiste ja kommutaatori remont on suhteliselt keerukas ning kallis ja suuremate mootorite puhul mõnikord ka majanduslikult ebaotstarbekas.

---

<sup>1</sup> DC (inglise.k. – *direct current*) – alalisvool, AC (inglise.k. – *alternating current*) – vahelduvvool

Pöörlemissageduse juhtimiseks ekstruudrile sobiva täpsusega vajab DC mootoriga ajam ankrupöörlemissageduse tagasisidet. Seetõttu varustatakse mootor tahhogeneraatoriga, mis tagab mootori pöörlemissageduse juhtimistäpsuse kuni 0,1% mootori nimipöörlemissagedusest, mis on ekstruudrite puhul piisav. Samas momendi vahetu juhtimisega AC ajami juhtimistäpsus on ka ilma tagasisideta 0,1 – 0,3% mootori nimipöörlemissagedusest. Maksimaalse pöörde-momendi saavutamiseks alates nullkiirusest tuleb ekstruudrite AC ajamites kasutatavad asünkroonmootorid varustada pulss-enkoodritega. Selliselt saavutatakse pöörlemissageduse juhtimise täpsus ca 0,01% mootori nimipöörlemissagedusest. [24]

Tüüpilise kolmefaasilisest vahelduvvooluvõrgust toidetava DC muunduri jõuahela moodustab tüüritav kolmefaasiline B6C tüüpi sildalaldi, mille väljundisse ühendatud alalisvoolumootori pöörlemissagedust juhitakse alaldi türistoride tüürnurga muutmise teel. Türistoride tüürnurk mõjutab muunduri võimsustegurit  $\cos\varphi$ , mille ligikaudne väärtus on võimalik leida järgneva valemi abil [25]:

$$\cos\varphi \approx U_a/1,35 \times U_v \quad (5.1)$$

kus  $U_a$  – mootori ankrupinge  
 $U_v$  – toitevõrgu liinipinge

Valemist (5.1) ilmneb, et kuna alalisvoolumootori pöörlemissagedus on proportsionaalne ankrupingega, siis sõltub DC ajami võimsustegur  $\cos\varphi$  mootori pöörlemissagedusest jäädes 0 ja 0,9 vahele. Seetõttu tarbib DC ajam toitevõrgust reaktiivenergiat seda rohkem, mida madalam on mootori pöörlemissagedus ja mida suurem on mootori koormus. DC muundurite jõuahelad võimaldavad ajami generaatoritalituses tekkinud energiat hõlpsasti võrku tagastada, vajamata selleks keerulisi ja kalleid lisalülitisi. [26]

AC ajamis kasutatavate alalisvoolu vahelüliliga sagedusmuundurite jõuahela sisendis on harilikult kolmefaasiline sildalaldi B6U, mille võimsustegur  $\cos\varphi$  on pidevalt 0,95 [27]. Seetõttu on selliste AC ajamite reaktiivenergia tarve väike ning ei sõltu mootori pöörlemissagedusest. Samas ei võimalda mittekontrollitav sildalaldi ajami generaatoritalitusel tekkinud energiat võrku tagastada ning see muudetakse pidurdustakisti vahendusel soojuseks. Võimaldamaks AC muunduril energiat võrku tagastada, tuleb muunduri sisendis kasutada juhitavat sildalaldit

koos täiendavate juhtahelatega, mis aga suurendavad nii muunduri mõõtmeid, massi kui ka maksumust. Sellest tulenevalt kasutatakse selliseid muundureid harilikult vaid spetsiaalsetes elektriagamites [28].

Kokkuvõtvalt on DC ja AC ajamite olulisemad erinevused esitatud tabelis 5.3.

Tabel 5.3. DC ja AC ajamite olulisemad erinevused

<b>Ajam</b> <b>Omadus</b>	<b>DC ajam</b>	<b>AC ajam</b> <b>(momendi vahetu juhtimisega)</b>
mootori ehitus	keerukas	lihtne
mootori jahutus	sisemine sõltumatu lä- bipuhe	välimine sõltumatu ülepuhe
mootori hooldusvajadus	suur	väike
mootori remont	kulukas ja keeruline	lihtne ning suhteliselt odav
tagasiside	täpseks tööks vajab tagasisidet	ei vaja
muunduri võimsustegur $\cos \varphi$	varieerub 0 – 0,9	pidevalt 0,95
energia tagastamine võrku rekuperatiivtalituse korral	lihtne	kallis ja keeruline

Eeltoodut arvestades on lihtne mõista, miks AC ajamid on järjest rohkem välja tõrjumas pikka aega kasutusel olnud alalisvooluajameid. Tänapäeval valmistatakse ekstruudrid üldreeglina AC ajamitega, samas võib tootja kliendi erisoovil ekstruudri komplekteerida ka DC ajamiga.

## 5.4. DC ajami AC ajami vastu vahetamise tasuvusanalüüs

Käesoleva automaatikaprojekti raames uuriti ekstruudri DC ajami AC ajami vastu vahetamise võimalust. Selleks leiti DC ajami moderniseerimise asemel AC ajamile üleminekuks tehtava investeeringu tasuvusaeg. Tasuvusarvutus on koostatud nüüdis-puhasväärtuse meetodil lähtudes järgnevatest andmetest:

- ajamikomponentide (AC mootor, AC ja DC muundurid) soetusmaksumused,
- alalisvoolumootori hoolduskulud kohapeal ja ettevõttest väljaspool asuvas spetsialiseeritud remonditöökojas,
- mõlema ajamitüübi kasutegurid,
- ekstruudri poolt aastas tarbitav elektrienergia kogus,
- elektrienergia hind.

Automaatikaprojekti läbiviimisel kaaluti ekstruudri ajami uuendamiseks järgmisi variante:

- a) jääda DC ajami juurde ja kasutada olemasolevat alalisvoolumootorit,
- b) minna üle AC ajamile.

**Variandi a)** puhul oleks tulnud vana amortiseerunud DC muunduri asemele soetada uus kaasaegne DC muundur koos liinireaktoriga ja isoleerimisliini peakontrolleriga kahepoolset suhtlemist võimaldava ProfiBus adapteriga. Lisaks oleks olnud vaja teostada olemasolevale alalisvoolumootorile täishooldus vastavat teenust pakkuvast remonditöökojas.

**Variandi b)** korral, üleminekul AC ajamile, oleks tulnud soetada ekstruudrile uus asünkroonmootor ja selle juhtimiseks sagedusmuundur koos ProfiBus adapteriga. Mootori valikuks oleks olnud võimalik lähtuda olemasoleva alalisvoolumootori sildiandmetest.

Tasuvusarvutus koostati variandi b) ehk AC ajamile ülemineku kohta, kusjuures variandi a) maksumus arvati AC ajami soetamiseks investeeritavast summast maha, kuna ajami uuendamine oli juba eelnevalt otsustatud ja variandi b) puhul langeksid DC ajami moderniseerimise kulud ära (neid käsitleti AC ajami kasutuselevõttust saadava tuluna). Mõlema variandi puhul vajalike komponentide tüübid ja maksumused on ära toodud käesoleva töö lisa 2.

AC ajamile üleminekust saadava tuluna käsitleti ka alalisvoolumootori hoolduskulusid, mis peale uuele ajamitüübile üleminekut ära langevad. Hoolduskulud jagunevad kaheks: rutiinseteks perioodilisteks hooldusteks ja täishooldusteks. Rutiinsed hooldused toimuvad hooldusgraafiku alusel ning hõlmavad mootori harjade ja komutaatori seisukorra hindamist ning vajadusel harjade vahetust ja komutaatori korrastamist. Lisaks kontrollitakse rutiinse hoolduse käigus ka mootori tahhogeneeraatori seisukorda ning vahetatakse mootori jahutusventilaatori õhufilter. Täishoolduse korral monteeritakse alalisvoolumootor ekstruudrilt maha ja saadetakse mootorite hooldusele spetsialiseerunud remonditöökotta, kus vahetatakse mootori laagrid ja harjad, treitakse ja/või lihvitakse üle ankru kommutaator, lakitakse ankru- ja ergutusmähised ning tasakaalustatakse ankur dünaamiliselt. Täishooldust teostatakse alalisvoolumootoritele regulaarsusega üks kord kolme aasta jooksul. Eri liiki hoolduste arvestuslikud maksumused on ära toodud käesoleva töö lisa 2.

Muunduri ja mootori summaarne kasutegur on AC ajamil ca 3% kõrgem kui DC ajamil [29], mistõttu saadakse AC ajamile üleminekul kasu ka elektrienergia tarbimise vähenemisest. Vastavalt Draka Keila Cables-is kasutusel oleva tootmisefektiivsuse jälgimise tarkvara RTPI andmetele töötas isoleerimisliin L06 viimase kolme aasta jooksul keskmiselt 3131 töötundi aastas (vaata lisa nr 1). Katseliselt on kindlaks tehtud, et liini töötades on ekstruudri SKET 63 olemasoleva alalisvoolumootori poolt võrgust tarbitav keskmine aktiivvõimsus ca 25 kW. Nendest andmetest lähtuvalt prognoositi tasuvusanalüüsi tegemisel aastas kokkuhoitavaks elektrienergia koguseks orienteeruvalt:

$$25kW * 3131h * 3\% = 2348 kWh \quad (5.2)$$

Draka Keila Cables ostab elektrienergiat võrguettevõtjalt hulgihinnaga keskmiselt 0,1 eurot kilovatt-tunni eest (see hind sisaldab ka võrgutasusid). Lähtudes eelnevalt leitud võimalikust kokkuhoitavast energiakogusest (valem 5.2) ja elektrienergia hinnast, prognoositi aastaseks kokkuhoitavaks rahasummaks:

$$2348 kWh * 0,1€/kWh = 234,8 € \quad (5.4)$$

Lisaks aktiivenergiale tarbib DC ajam ka reaktiivenergiat, kuid kuna lokaalsesse 10/0,6kV alajaama, millisest isoleerimisliini L06 toidetakse, on paigaldatud reaktiivenergia

kompensaatorid, siis võrguettevõtjalt reaktiivenergiat ei osteta. Seetõttu tasuvusarvutuses DC ajami poolt tarbitavat reaktiivenergia kogust ei arvestatud.

Eeltoodud andmete alusel koostati käesoleva töö raames tasuvusarvutus, kus leiti DC ajami moderniseerimise asemel AC ajamile üleminekuks tehtava investeeringu diskonteeritud tasuvusaeg. Projekti pikkuseks on arvestatud kümme aastat, mis on lühem kui AC ajami tegelik eeldatav kasulik eluiga (15- 20 aastat), kuid annab piisava ülevaate AC ajamile ülemineku tasuvuse kohta.

Investeeringuprojekti hindamiseks nüüdis-puhasväärtus meetodi puhul leitakse projekti eluea jooksul tekkivate rahavoogude nüüdispuhasväärtuste summa. Kui summa on suurem nullist, siis tasub investeering ennast projekti vältel ära. Tasuvusaeg saabub siis, kui saadava tulu summaarne nüüdispuhasväärtus ületab tehtud investeeringu suuruse. Kindlal aastal tekkiva rahavoo nüüdispuhasväärtuse leidmiseks korrutatakse vastav rahavoog diskonteerimisteguriga, mis avaldub valemiga [30]:

$$PV_n = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (5.5)$$

kus  $n$  – rahavoo tekkimise aasta

$i$  – diskontomäär

Valemis (5.5) kasutatav diskontomäär on ettevõtte omanike poolt kehtestatud tulunorm ehk määr protsentides, mis iseloomustab seda, kui suurt tulu soovitakse ettevõttesse paigutatud kapitalilt teenida [29].

Käesoleva töö raames koostatud DC ajami moderniseerimise asemel AC ajamile üleminekuks tehtava investeeringu tasuvusanalüüsist (vt. lisa nr 2) tulenes, et tasuvusajaks kujuneks 2,9 aastat ja kogu projekti kümneaastase eluea kestel teenitava tulu nüüdispuhasväärtus võrduks 4555 euroga.

Vastavalt ettevõttes kehtestatud reeglitele, peab investeeringuprojektide tasuvusaeg olema maksimaalselt kuni 2 aastat. Sellest tulenevalt otsustati ekstruudri automaatika moderniseerimisel jääda olemasoleva DC ajami juurde.

## 5.5. Põhinõuded ekstruudri SKET 63 moderniseerimiseks

Alljärgnevalt on aratoodud käeoleva töö raames sõnastatud põhinõuded ekstruudri SKET 63 automaatika moderniseerimiseks.

### **Ekstruudri SKET 63 moderniseerimise põhinõuded**

Ekstruudri SKET 63 moderniseerimiseks tuleb projekteerida, valmistada ja käiku võtta uus automaatikakilp, mis oleks töökindel, vajaks vähe hooldust ning võimaldaks juhtida ja jälgida ekstruudri tööd vastavalt tänapäevastele tootmisseadmetele esitatavatele nõuetele.

Uus ekstruudri juhtimise automaatikalahendus peab võimaldama juhtida ekstruudri teo pöörlemissagedust nii liinikiirusega sünkroonselt kui ka sellest sõltumatult kogu ekstruudrile lubatud pöörete vahemikus (0 – 155 pööret minutis). Kogu ekstruudri juhtimine peab toimuma isoleerimisliini juhtpuldil ja juhtpuldil asuva operaatorpaneeli abil peab saama:

- jälgida küttesoonide temperatuuride olekuväärtusi,
- muuta temperatuuride etteandeväärtusi,
- jälgida küttesoonide temperatuuride graafikuid,
- kuvada plasti massi temperatuuri,
- aktiveerida ekstruudri küttesoonide temperatuurialandus- ja eelkütterežiime,
- jälgida ekstruudri mootori tegelikku voolu ja koormusprotsenti,
- kuvada ja logida operaatorpaneelis kõik ekstruudri küttesüsteemi, ajami ning kilbiga seotud häireid.

Uue automaatikakilbi sidumine isoleerimisliiniga tuleb teostada ProfiBus tööväljasiini abil, mis lihtsustab ekstruudri töö juhtimiseks ja jälgimiseks vajalike andmete vahetamist isoleerimisliini peakontrolleriga.

Tootmisliini teenindava personali ohutuse tagamiseks peab moderniseeritud ekstruuder olema isoleerimisliini hädastopi süsteemiga seotud selliselt, et hädastopi ahela rakendumise korral seiskuks koheselt ka ekstruudri peamootor ning selle taaskäivitamine oleks võimalik alles peale hädastopi süsteemi lähtestamist.

## 6. UUS AUTOMAATIKAKILP

### 6.1. Lähteandmed

Kilbi projekteerimiseks vajalikud olulisemad lähteandmed võib jagada kahte ossa. Esimese osa moodustavad andmed keskkonnatingimuste kohta, kus projekteeritav automaatikakilp tööle hakkab ja mis on aluseks kilbi kesta valikul. Samuti sõltuvad keskkonnatingimustest kilbi kütte- või jahutustarvidus. Käesoleva töö raames projekteeritud automaatikakilp on mõeldud töötama suhteliselt tolmustes kuivades köetud siseruumides temperatuurivahemikus +5° kuni +35° C. Ümbritsevas keskkonnas leiduva tolmu (kaasaarvatud alumiiniumitolm) pääsu tõkestamiseks kilbi sisemusse peab kilbi kesta kaitseaste olema vähemalt IP54. Kilbis paiknevate erinevate elektriseadmete (DC muundur, pooljuhtreleed jne.) poolt eraldatav soojus tuleb kilbist välja juhtida uste külge kinnitatud ventilaatorite abil, mis peavad olema varustatud vahetatavate filtritega vältimaks tolmu sattumist kilbi sisemusse.

Teise osa projekteerimiseks vajalikest lähteandmetest moodustavad kilbiga ühendatavate elektriseadmete parameetrid, mis on aluseks juhtimis- ja lülitusaparatuuri valikul. Käesoleva töö raames projekteeritud kilbiga ühendatud elektrimootorite andmed on koondatud tabelisse 6.1.

Tabel 6.1. Ekstruudri SKET 63 elektrimootorite andmed

<b>Peamootor DC</b>	
nimivõimsus	56 kW
ankru nimipinge	440 V
ankru nimivool	140 A
ergutuse nimipinge	330 V
ergutuse nimivool	4,3 A
<b>Peamootori ventilaator</b>	
nimivõimsus	0,6 kW
nimipinge	3 x 380 V
nimivool	1,8 A
<b>Küttetsoonide jahutusventilaatorid (4 tk.)</b>	
nimivõimsus	0,18 kW
nimipinge	3 x 380 V
nimivool	0,6 A

Lisaks eelpool toodud ekstruudri elektrimootoritele on vaja ette näha kaitse- ja lülitusaparatuur ka kilbi jahutusventilaatorite jaoks.



Lisaks mootoritele ühenduvad projekteeritud kilbiga ka erinevad kütteelemendid silindri ning pea ja ekstruudri vaheliste ühendusdetailide (rangid, adapter) kuumutamiseks. Küttekehade elektrilised parameetrid on ära toodud tabelis 6.2.

Tabel 6.2. Küttekehade andmed

<b>Silindri küttesoonid (4 tk.)</b>	
nimipinge	400 V
võimsus (kokku)	7,2 kW
<b>Rangid</b>	
nimipinge	230 V
võimsus	1,5 kW
<b>Kael</b>	
nimipinge	230 V
võimsus	1,65 kW
<b>Adapter</b>	
nimipinge	230 V
võimsus	0,5 kW

Tabelites 6.1 ja 6.2 äratoodud seadmete nimiandmed määravad ära kaitse- ja lülitusaparatuuri ning kilbisisesese juhtmestiku ristlõigete valiku.

## 6.2. Komponentide valik

Uue automaatikakilbi tähtsaimad komponendid on ekstruudri peamootori juhtimiseks vajalik DC muundur ja kütte juhtimise kontrolleri. Olulisimateks kriteeriumiteks DC muunduri valikul oli käesoleva töö raames töökindlus, hind, varuosade ja tehnilise toe saadavus ning kasutajasõbralikkus. Eelnimetatud tingimustele vastasid hästi firma ABB poolt toodetavad DCS400 seeria DC muundurid, milliseid on AS Draka Keila Cables-is kasutusel ka paljudel teistel tootmisseadmetel. Kuna ekstruudril puudub vajadus pöörlemisruuna muutmiseks, siis oli ajamis võimalik kasutada 2-kvadrantilist muundurit, mille maksumus on 4-kvadrantilise muunduri omast mõnevõrra madalam. Võttes aluseks tabelis 6.1 äratoodud ekstruudri peamootori sildiandmeid, valiti muunduriks DCS401.0180 nimivooluga 180 amprit [31]. Lisaks vajati muunduri juhtimiseks spetsiaalset eraldiseisvat kommunikatsioonimoodulit NPBA-12, mis toimib võrgulüüsina muunduri ja ProfiBus-i võrgu vahel, ning võimaldab kahepoolset andmevahetust isoleerimisliini peakontrolleri ning muunduri vahel.

Ekstruudri küttesüsteemi juhtimiseks valiti firma West Control Solutions poolt toodetud küttekontroller KS800, millised on leidnud kasutust ka mitmes teistes AS Draka Keila Cables-is kasutusel oleva ekstruudri juhtimissüsteemis.

KS800 on spetsiaalselt mitmetsooniliste küttesüsteemide juhtimiseks mõeldud kontroller ja see sisaldab kaheksat PID regulaatorit, mida on võimalik seadistada töötama nii kahe- kui ka kolmepunkti režiimis. PID parameetrite häälestamise hõlbustamiseks omab kontroller sisseehitatud automaathäälestuse funktsiooni. Seadme kõikide küttesoonide korrasolekut ja tööd monitooritakse ning kõrvalekallete esinemisel genereeritakse vastav veateade. Küttekontroller KS800 omab integreeritud ProfiBus-i liidest, mille abil toimub kogu juhtimine ja andmevahetus süsteemi kontrolliva programmeeritava kontrolleriga. [32]

Lihtsamate komponentide nagu kaitselülitid, mootorikaitselülitid, kontaktorid jne. puhul toodi kilbikomponentide spetsifikatsioonis ära vaid seadmete nimiaandmed. Valik, millise konkreetse firma toodangut kasutada, jäeti kilbi valmistaja teha.

### **6.3. Kilbi joonised**

Automaatikaprojekti jooniste tegemiseks kasutati töö autori poolt joonestusprogrammi AutoCad 2013 LT. Jooniste komplekt koosneb järgmistest osadest:

- kilbi elektriskeem,
- kilbikomponentide paigutusjoonis,
- kilbikomponentide spetsifikatsioon,
- kilbi ja ekstruudri vaheliste kaablite ühendusskeem,
- ekstruudri komponentide paiknemisskeem,
- liini paiknemisskeem koos kilpide asukohtadega.

Nimetatud joonised on ära toodud käeoleva töö lisas nr 3. Jooniste komplektid trükiti välja kahes eksemplaris, millest üks läks ettevõtte elektrik personali käsutusse ja teine paigutati dokumendiarhiivi.

## 6.4. Kilbi montaaž

Automaatikilbi koostamise aluseks olid kilbi elektriskeem, paigutuskeem ja komponentide spetsifikatsioon. Kilbi korpuseks kasutati 1200x2100x600 mm mõõtmetega firma Rital standardset metallkilpi. Väiksemate seadmete jaoks paigaldati terasplekist montaaž-plaadile DIN-liistud, suuremad ja raskemad seadmed kinnitati montaaž-plaadile vahetult. Kõik komponendid markeeriti vastavalt elektriskeemile. Juhtmestik paigaldati kaablikanalistesse. Kilpi sisenevate kaablite jaoks paigaldati DIN-liistule riviklemmid ja kilbi põhja kummist läbiviigud. Koostatud kilbi sisevaade on ära toodud joonisel 6.1.



Joonis 6.1. Koostatud kilbi sisevaade

Toitekaabli faasisooned ühendati vahetult pealüliti sisendklemmidega ning kaitse- ja neutraaljuht vastavalt PE ja N latile. Pealüliti, kontaktori ja drosseli pingevalused osad kaeti läbipaistvast klaasplastist otsepuutekaitsmega. Kilbi uste alumisse äärde paigaldati kaks filtritega varustatud ventilaatorit ja ülemisse ossa kaks väljalaskefiltrit, mis tagavad elektriseadmetelt eralduva soojuse kilbist välja juhtimise.

Kogu kilbi montaaž ja kaabeldus teostati töö autori poolt koostatud jooniste alusel AS Draka Keila Cables-i elektrik personali poolt.

## 7. EKSTRUUDRI JUHTIMINE

### 7.1. Ekstruudri juhtimise üldised põhimõtted

Ekstruudri töötamiseks ettenähtud režiimil on vaja:

- a) hoida silindrit soovitud temperatuuril ja
- b) juhtida teo pöörlemissagedust.

Antud töö raames loodud ekstruudri SKET 63 juhtimise automaatikalahenduses kirjutatakse küttesoonide temperatuuride seadepunktid tootmisliini peakontrolleri Siemens S7-400 poolt üle ProfiBus-i võrgu ekstruudri kilbis asuvasse küttekontrollerisse KS 800, mis tegeleb vahetult küttesoonide temperatuuride mõõtmisega ja kütteelementide ning jahutusventilaatorite sisse-välja lülitamisega. Soovitud küttesoonide temperatuurid saab sisestada liini juhtpuldil asuva operaatorpaneeli Siemens MP377 vahendusel. Lisaks on sealt võimalik ka kütet sisse ja välja lülitada.

Teo pöörlemissageduse juhtimiseks kasutatakse kahte erinevat tööviisi: a) liinikiirusest sõltumatut ja b) sünkroonset režiimi.

Liinikiirusest sõltumatu režiimi korral töötab ekstruuder eraldiseisva seadmena ja teo pöörlemissageduse määrab ära ainult liini juhtpuldil oleva potentsiomeetri asend. Sellist tööviisi kasutatakse ekstruudri tühjendamiseks plastist ja materjali vahetuse korral silindri täitmiseks uue materjaliga.

Sünkroonse režiimi korral moodustub pöörlemissageduse etteandesignaali vastavalt valemile:

$$n_{ref} = V_l * R_e \quad (7.1)$$

kus  $n_{ref}$  – ekstruudri pöörlemissageduse etteandesignaali väärtus (p/min),

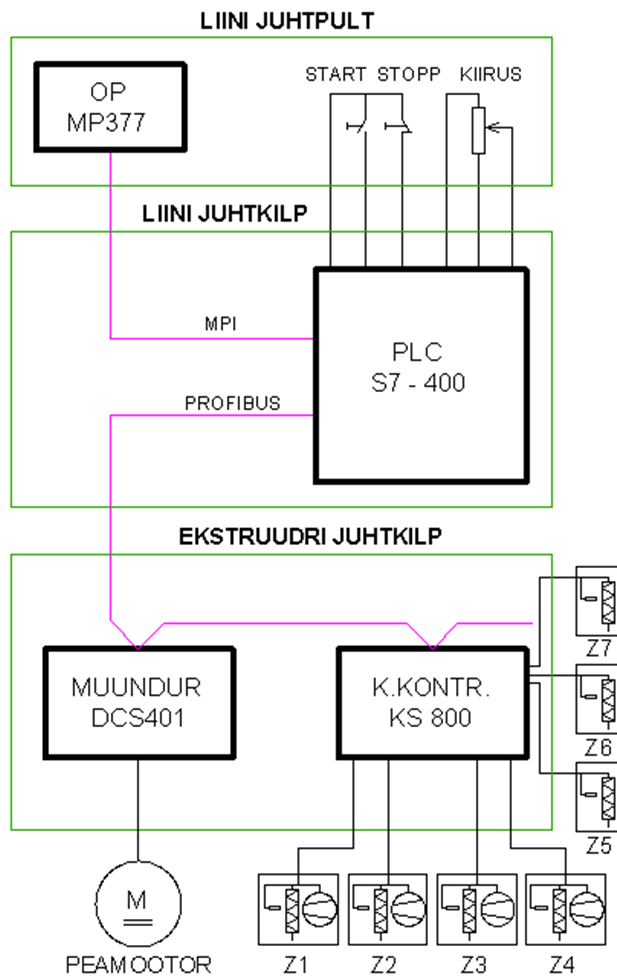
$V_l$  – liinikiirus (0 – 400 m/min)

$R_e$  – potentsiomeetri asendi väärtus (0 – 4)

Selline lahendus võimaldab iga liinikiiruse juures valida ekstruudrile potentsiomeetri abil sobiva töökiiruse, kusjuures liinikiiruse muutmisel muutub võrdeliselt ka ekstruudri pöörlemissagedus ja plastikihi paksus kaabliisooni ümber jääb seeläbi samaks. Maksimaalne pöörlemissageduse etteandesignaali väärtus on piiratud teo suurima lubatava pöörlemissagedusega 155 p/min.

## 7.2. Ekstruudri juhtimissüsteemi ülesehitus

Ekstruudrit juhitakse liini juhtpuldi abil. Selleks on juhtpuldil nupud „START“ ja „STOPP“ ning ekstruudri kiiruse seadmiseks potentsiomeeter. Nupud ja potentsiomeeter on ühendatud liini juhtkilbis asetseva peakontrolleri Siemens S7-400 digitaal- ja analoogsisenditega. Juhtimissüsteemi skemaatiline ülesehitus on ära toodud joonisel 7.1.



Joonis 7.1. Ekstruudri SKET 63 juhtimissüsteemi skeem

Kõik ekstruudri juhtimiseks vajalikud arvutused ja loogikatehted teostatakse liini peakontrolleris Siemens S7-400. Juhtimiskäsklused edastatakse ProfiBus-i tööväljasiini vahendusel ekstruudri kilbis asuvasse DC muundurisse ja temperatuurikontrollerisse, kus toimub vahetult kiiruse ning temperatuuri juhtimine. Üle ProfiBus-i siini loetakse DC muundurist ja temperatuurikontrollerist liini peakontrollerisse kõik olekusuurused (kiirus, vool, temperatuurid) ja staatused (töö, häire, rike), mida kasutatakse järelvalveks ja protsessi visualiseerimiseks.

### 7.3. Juhtimise algoritmid

Keerukamate juhtimisülesannete lahendamiseks on sageli otstarbekas koostada esmalt kontrolleri programmi tööd kirjeldavad algoritmid, mis annavad hea ülevaate programmi toimimisest ja mille järgi on hiljem lihtne programmi koodi kirjutada. Algoritmide koostamisel kasutatakse erinevaid visuaalseid kindla tähendusega märke (kujundeid). Järgnevalt on ära toodud käesolevas töös kasutatavate märkide tähendused.



**Ovaal** – algoritmi algus või lõpp



**Romb** – valik mingi kriteeriumi alusel, võetak vastu otsus kas jah või ei



**Ristkülik** – tegevus, mingi tegevuse teostamine

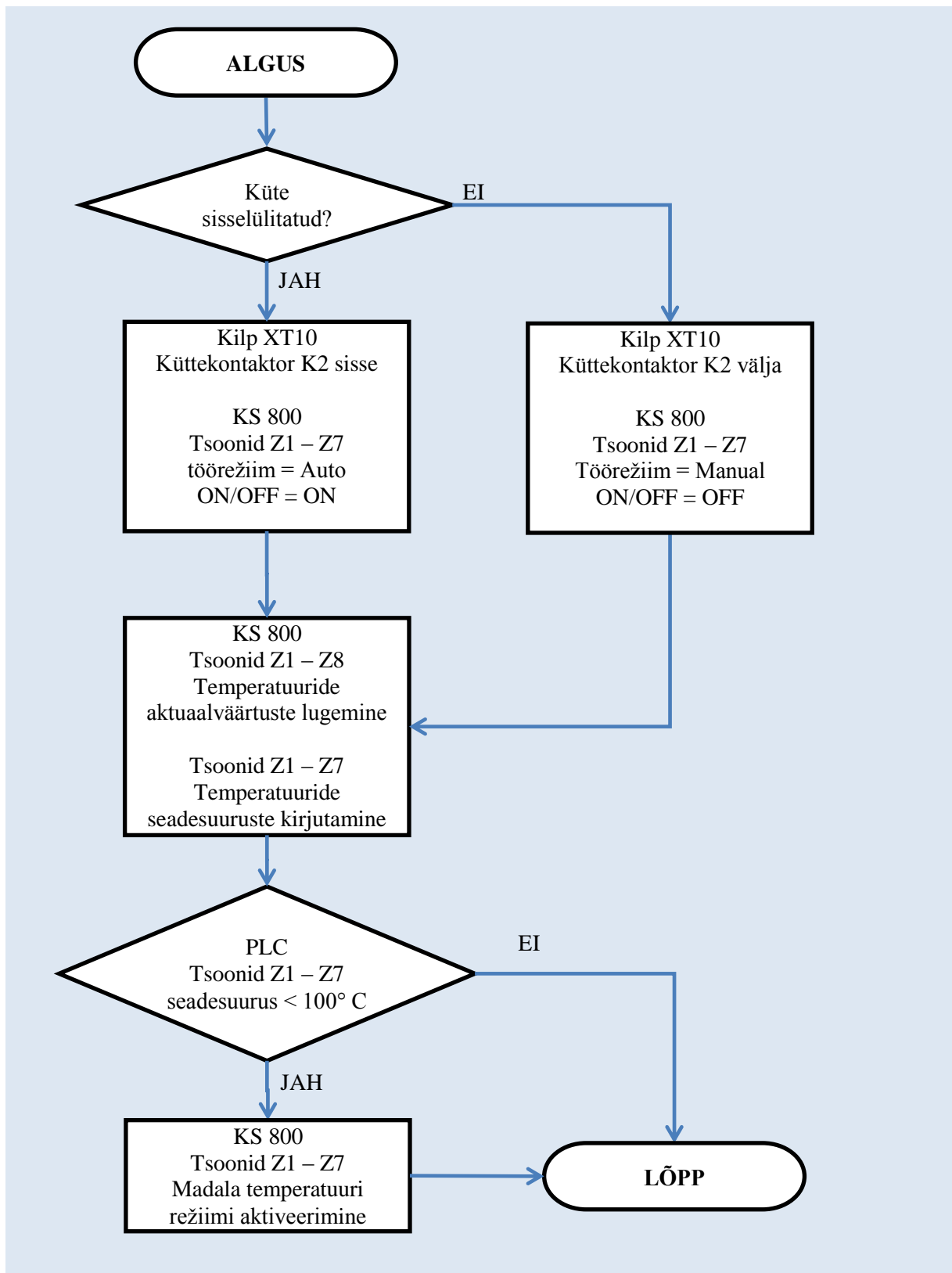
Ekstruudri tööks on vaja:

- a) juhtida kütet,
- b) sisse/välja lülitada DC muundurit,
- c) juhtida teo pöörlemisagedust.

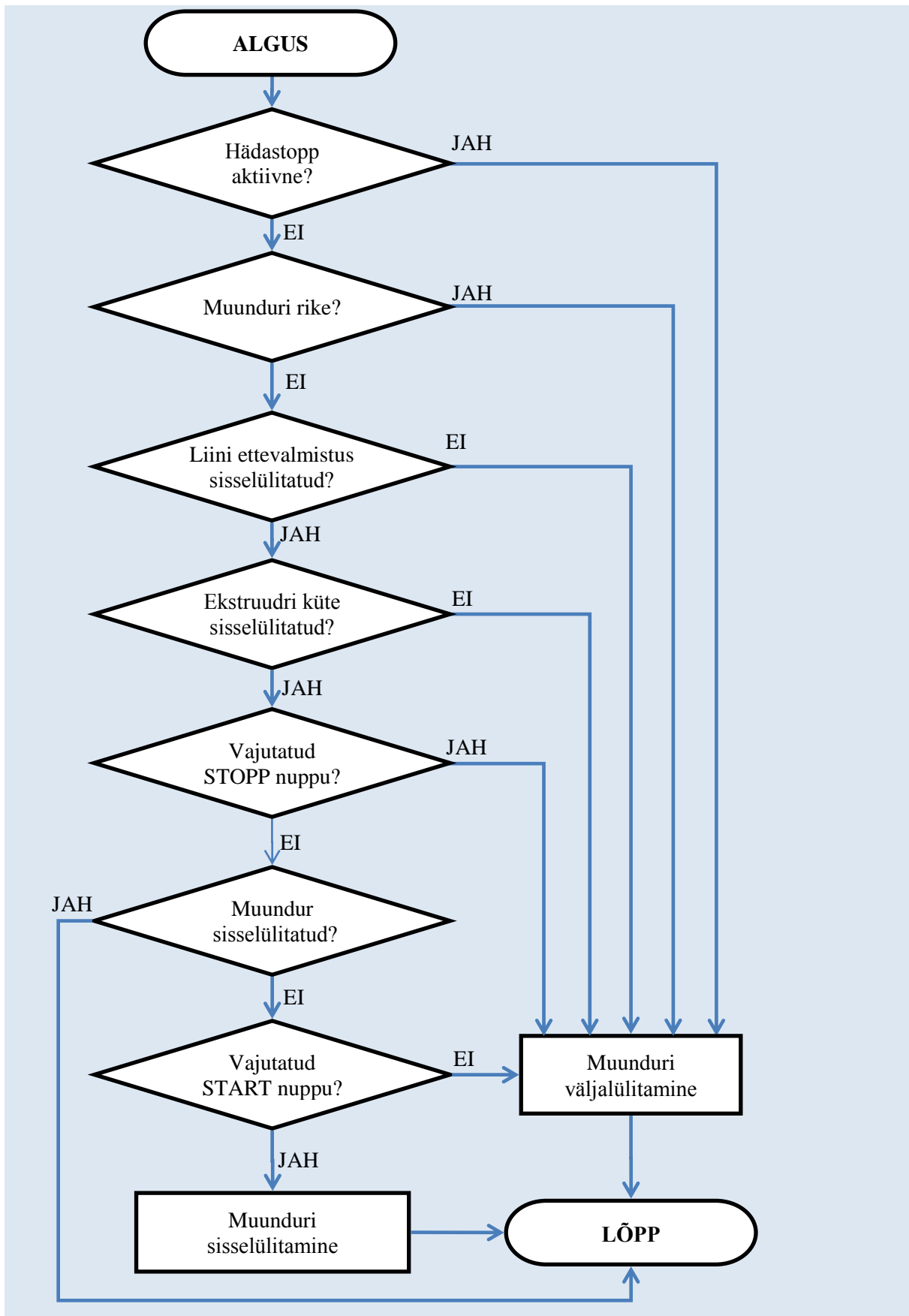
Nende protsesside kohta koostati kolm juhtimissüsteemi toimimist kirjeldavat algoritmi, mis on esitatud joonistel 7.2, 7.3 ja 7.4.

Algoritmides kasutatavate mõistete selgitused:

- Kilp XT10 Küttekontaktori K2 – Ekstruudri juhtkilbis asuv kontaktori kütteahelate pingestamiseks, mida juhitakse küttekontrolleri KS800 digitaalväljundi abil.
- KS800 tsoonid Z1 – Z7 töörežiim – automaatse režiimi korral on vastava tsooni PID kontrolleri sisselülitatud ja juhtsignaal moodustatakse temperatuuri seadesuuruse ning mõõdetud temperatuuri vahel. Manuaalse režiimi korral seadesuurust ja mõõdetud temperatuure ei arvestata ning juhtsignaal on kas null või võrdub viimase väärtusega (kasutatakse temperatuurianduri rikke korral).
- KS800 tsoonid Z1 – Z7 ON/OFF – kontrolleri vastava tsooni PID kontrolli ning väljundid kütte ja jahutuse juhtimiseks on vastavalt kas sisse- või väljalülitatud.
- KS800 tsoonid Z1 – Z7 madala temperatuuri režiim – kontrolleri vastava tsooni temperatuuri juhtimiseks ei kasutata mitte seadesuurust, vaid kontrolleri eelseadistatud püsisuurst [32].
- Liini ettevalmistus sisselülitatud – liini juhtpuldil on vastava nupu abil sisselülitatud kõik liini tööks vajalikud abiseadmed ja -süsteemid.

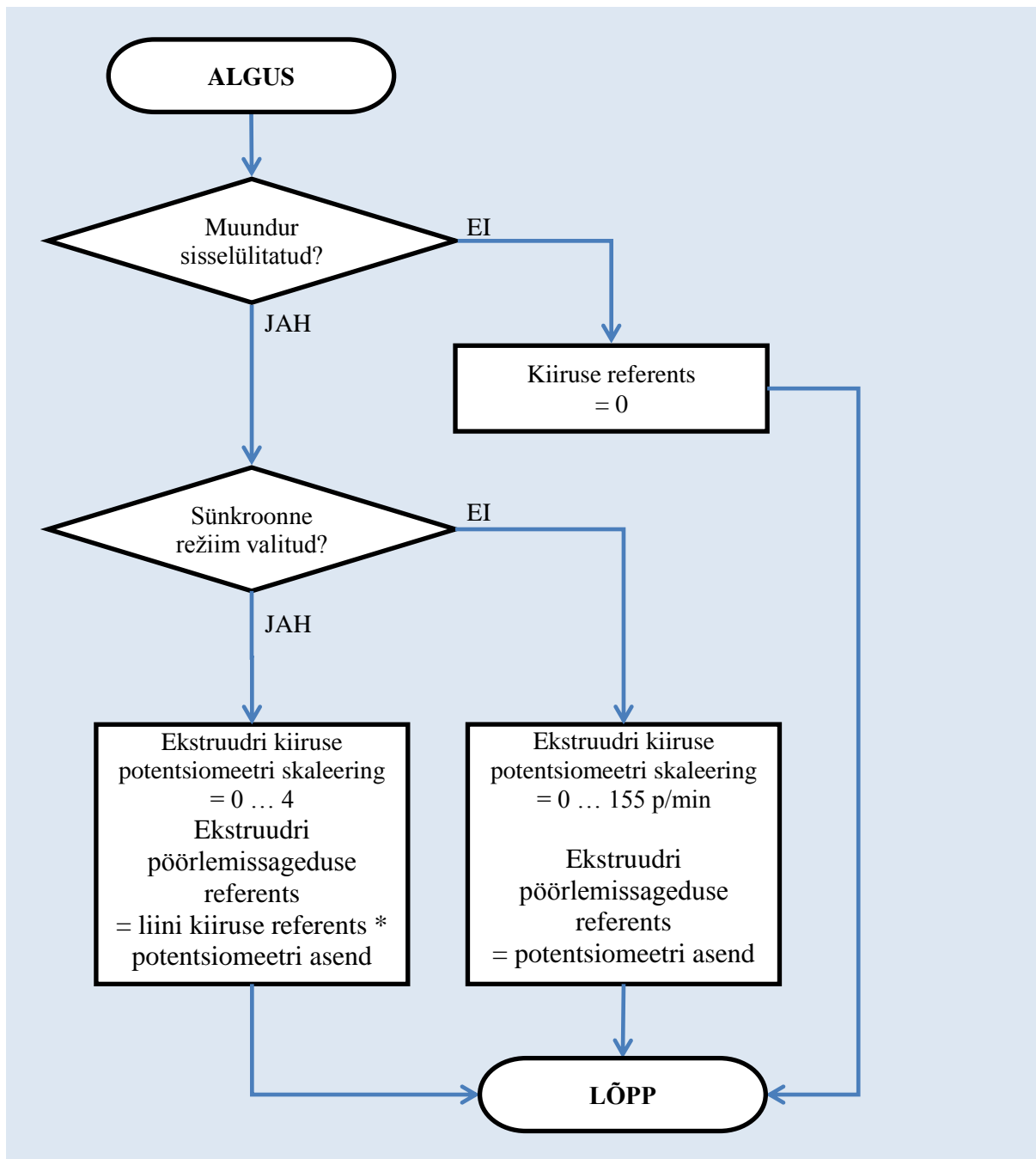


Joonis 7.2. Ekstruudri kütte juhtimise algoritm



Joonis 7.3. Ekstruudri DC muunduri sisselülitamise algoritm





Joonis 7.4. Ekstrudri teo pöörlemissageduse juhtimise algoritm

Ekstrudri kiiruse potentsiomeetri 0 – 10 voldise analoog-signaali skaleerimine PLC programmis toimub erinevalt olenevalt sellest, kas kasutusel on liinikiirusest sõltumatu või sünkroonne töörežiim. Liinikiirusest sõltumatu režiimi korral skaleeritakse potentsiomeetri 0 – 10 voldine signaal reaalarvuks 0 – 155, mis vastab ekstrudri teo tegelikule pöörlemiskiirusele 0 – 155 pöret minutis. Sünkroonse režiimi korral vastab signaali 0 – 10 voldisele väärtusele reaalarv 0 – 4.

## 8. PLC PROGRAMM

### 8.1. Programmeerimise tarkvara

Siemens S7-300/400 tüüpi kontrollrite programmeerimiseks on võimalik kasutada kahte erinevat programmeerimiskeskonda. Lisaks varasemalt tuntud STEP 7-le on lisandunud võimalus kasutada programmi loomiseks Siemensi uue põlvkonna tarkvara TIA Portal, mis seob üheks tervikuks nii riistvara seadistamise, programmi loomise kui ka visualiseerimise. Selles tarkvarapaketi on ühendatud lisaks PLC ja operaatorpaneelide programmeerimisele ka sagedusmuundurite automaatikaprojekti integreerimine ning seadistamine. Käesoleva automaatikaprojekti PLC programmi kirjutamiseks on kasutatud tarkvarapaketti STEP 7 Professional V5.5 + SP3, mille koosseisu kuulub hulk erineva otstarbega alamtarkvarasid erinevate ülesannete täitmiseks. Projekti haldamine toimub SIMATIC Manager-i keskkonnas, kust on võimalik käivitada erinevaid PLC programmi loomiseks vajalikke alamtarkvarasid.

### 8.2. Isoleerimisliini peakontroller ja ProfiBus võrk

Isoleerimisliini L06 juhib Siemens S7-400 tüüpi kontroller, mis on modulaarse ehitusega – spetsiaalsele siinile kinnituvad moodulitena toiteplokk, protsessor ja sisend-väljundmoodulid. PLC sisend- ja väljundmoodulite andmed on ära toodud tabelis 8.1.

Tabel 8.1. PLC moodulite andmed

Nimetus	Tüüp	kogus	IO arv kokku
digitaalsisendmoodul	DI32xDC 24V	3	96
digitaalväljundmoodul	DO32xDC 24V	2	64
analoogsisendmoodul	AI8x13Bit	1	8
analoogväljundmoodul	AO8x13Bit	1	8
loendur	FM 450-2	1	2
siinilaiendusmoodul	IM-460-1	1	
siinilaiendusmoodul	IM-461-1	1	

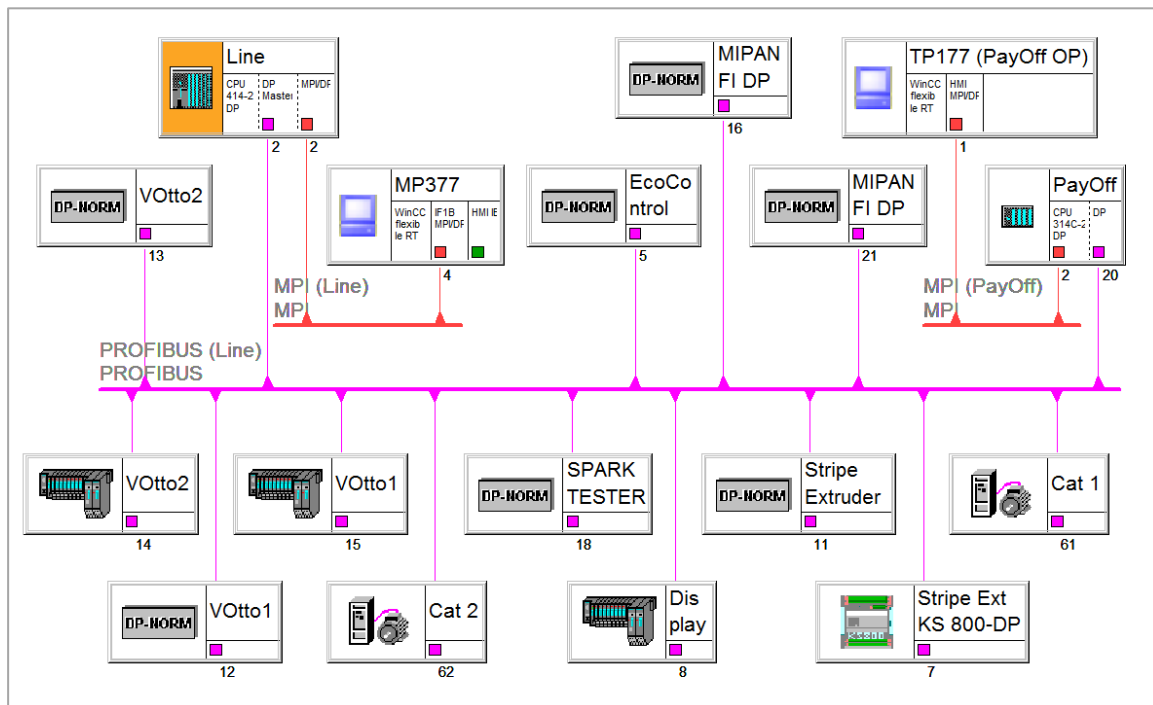
Isoleerimisliini L06 kontrolleri CPU 414-2-DP sisend-väljundmoodulid paiknevad kahel siinil, mis on omavahel ühendatud siinilaiendusmoodulitega. Antud kontroller omab ühte MPI/ProfiBus ja ühte ProfiBus kommunikatsiooniliidest. MPI siini kasutatakse operaatorpaneeliga suhtlemiseks ja ProfiBus-i siini abil vahetatakse andmeid 14 alamseadmega, mis paiknevad kogu liini ulatuses.

Alamseadmete hulgas on nii sagedusmuundureid, alalisvoolumuundureid, temperatuurikontrollereid kui ka muid seadmeid. Alamseadmete andmed on ära toodud tabelis 8.2.

Tabel 8.2. Alamseadmete andmed

Nimetus	Tüüp	Aadress	Selgitus
äraandja	CPU 314-2 DP	20	äraandja PLC
I lintvedaja	MasterDrive	61	sagedusmuundur
III ekstruuder KS	KS 800 DP	7	temperatuurikontroller
III ekstruuder	DCS400	11	DC muundur
digitaalne näidik	MIPAN FI DP	21	liini juhtpuld
digitaalne näidik	MIPAN FI DP	16	liini juhtpuld
hajutatud IO moodul	ET 200 S	8	suur pikkusnäidik
Ecocontrol	SETUP-05	5	röntgen-paksusmõõtja
spark tester	AST L-19RI/DP	18	isolatsiooni kontrollimise seade
I lintvedaja	MasterDrive	62	sagedusmuundur
I vastuvõtja	ACS600	12	sagedusmuundur
I vastuvõtja IO moodul	ET 200 S	15	juhtsignaalid
II vastuvõtja	ACS600	13	sagedusmuundur
II vastuvõtja IO moodul	ET 200 S	14	juhtsignaalid

Kogu isoleerimisliini L06 ProfiBus võrgu skeem on esitatud joonisel 8.1.

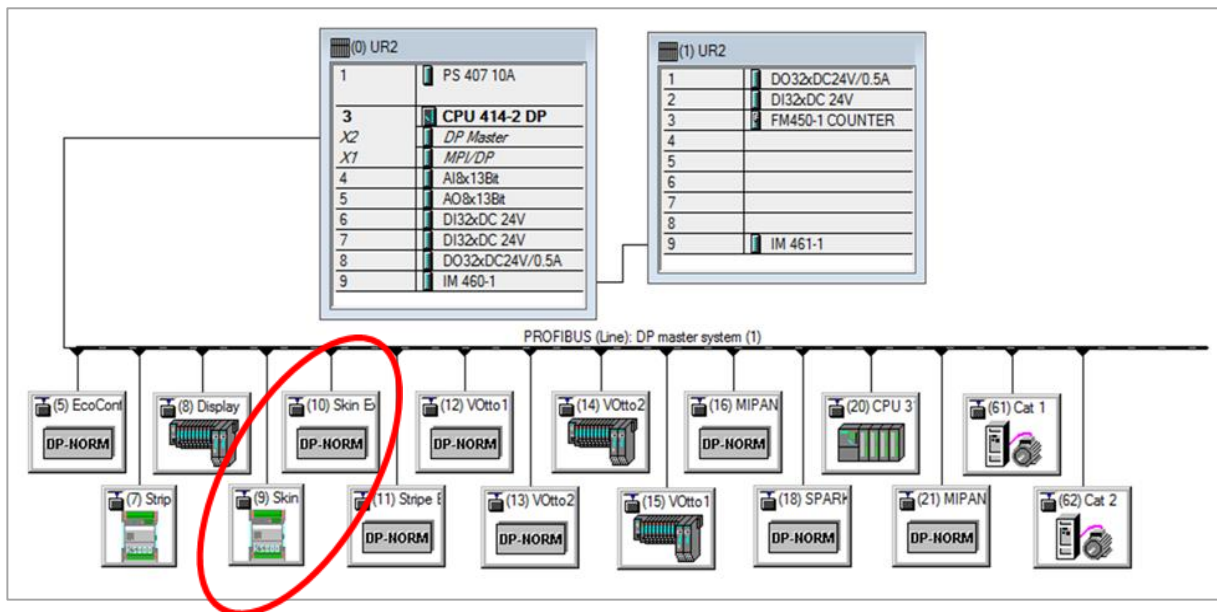


Joonis 8.1. Peakontroller ja alamseadmed Profibus-i võrgus

Lisaks alamseadmetele on süsteemis ka kaks operaatorpaneeli: liini juhtpuld asub MP377 ja äraandja juhtpuld asub TP177. Mõlemad paneelid kasutavad suhtlemiseks MPI siini.

### 8.3. Uute alamseadmete lisamine

Ekstruudri SKET 63 juhtimiseks loodud uue automaatikakilbi integreerimiseks liini peakontrolleriga liideti alamtarkvara „Hardware Configuration“ aknas olemasolevasse riistvara konfiguratsiooni uued alamseadmed. Selleks lisati riistvara kataloogist vajalikud moodulid ProfiBus-i siinile. Alalisvoolumuunduri DCS401 jaoks kasutati moodulit ABB Drives NPBA-12 ja küttekontrolleri KS800 jaoks moodulit KS 800-DP. Uute alamseadmete jaoks lisatud moodulid on näidatud joonisel 8.2.



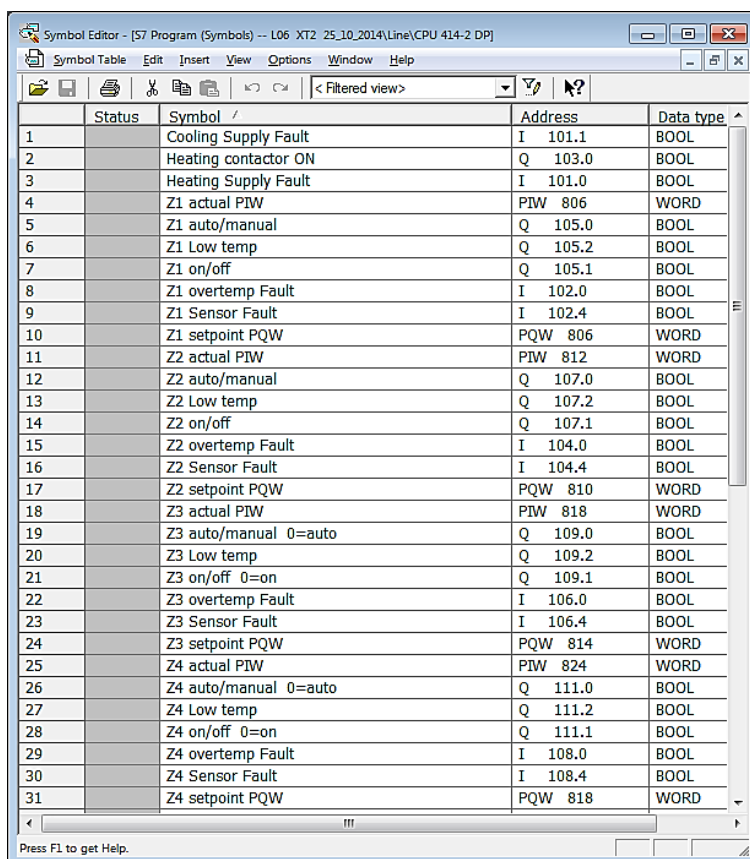
Joonis 8.2. Isoleerimisliini L06 PLC riistvara konfiguratsiooni lisatud uued alamseadmed

Moodulite lisamisel omistatakse programmi poolt neile automaatselt võrguaadressid ja riistvara-aadressid, mida on vajadusel võimalik ise muuta [33]. Lisaks aadressidele saab paljudel moodulitel muuta ka muid parameetreid, mille kohta leiab informatsiooni seadmete manuaalidest. Küttekontrollerile omistati aadress 9 ja alalisvoolumuundurile aadress 10 (vt. joonis 8.4). Peale alamseadmete lisamist ja kõikide vajalike parameetrite seadistamist konfiguratsioon salvestati ja laeti kontrollerisse.

## 8.4. Sümbolite tabel

Programmeerimiskeskonnas „Simatic Manager“ asub S7 programmi kataloogis sümbolite tabel, kus defineeritakse programmis kasutatud aadressidele sümbolid. See hõlbustab hilisemat programmeerimist, sest programmis saab näha aadresse sümbolite kujul [34]. Absoluut-aadresside asemel sümbolite kasutamine muudab programmi jälgimise lihtsamaks ja kergemini arusaadavamaks. Sümbolkujul saab esitada nii sisendeid/väljundeid, muutujaid kui ka funktsioonide, funktsiooniplokkide ja andmeplokkide tähiseid.

Isoleerimisliini L06 kontrolleri programmi olemasolevasse sümbolite tabelisse lisati uute moodulitega seotud sisendite-väljundite aadressid ja neile vastavad sümbolid. Joonisel 8.5 on esitatud fragment sümbolitabelist, kus on näha temperatuurikontrolleri juhtimiseks vajalikud sisendid-väljundid kuni neljanda küttetsoonini.



Status	Symbol	Address	Data type
1	Cooling Supply Fault	I 101.1	BOOL
2	Heating contactor ON	Q 103.0	BOOL
3	Heating Supply Fault	I 101.0	BOOL
4	Z1 actual PIW	PIW 806	WORD
5	Z1 auto/manual	Q 105.0	BOOL
6	Z1 Low temp	Q 105.2	BOOL
7	Z1 on/off	Q 105.1	BOOL
8	Z1 overtemp Fault	I 102.0	BOOL
9	Z1 Sensor Fault	I 102.4	BOOL
10	Z1 setpoint PQW	PQW 806	WORD
11	Z2 actual PIW	PIW 812	WORD
12	Z2 auto/manual	Q 107.0	BOOL
13	Z2 Low temp	Q 107.2	BOOL
14	Z2 on/off	Q 107.1	BOOL
15	Z2 overtemp Fault	I 104.0	BOOL
16	Z2 Sensor Fault	I 104.4	BOOL
17	Z2 setpoint PQW	PQW 810	WORD
18	Z3 actual PIW	PIW 818	WORD
19	Z3 auto/manual 0=auto	Q 109.0	BOOL
20	Z3 Low temp	Q 109.2	BOOL
21	Z3 on/off 0=on	Q 109.1	BOOL
22	Z3 overtemp Fault	I 106.0	BOOL
23	Z3 Sensor Fault	I 106.4	BOOL
24	Z3 setpoint PQW	PQW 814	WORD
25	Z4 actual PIW	PIW 824	WORD
26	Z4 auto/manual 0=auto	Q 111.0	BOOL
27	Z4 Low temp	Q 111.2	BOOL
28	Z4 on/off 0=on	Q 111.1	BOOL
29	Z4 overtemp Fault	I 108.0	BOOL
30	Z4 Sensor Fault	I 108.4	BOOL
31	Z4 setpoint PQW	PQW 818	WORD

Joonis 8.5. Fragment liini L06 kontrolleri sümbolite tabelist

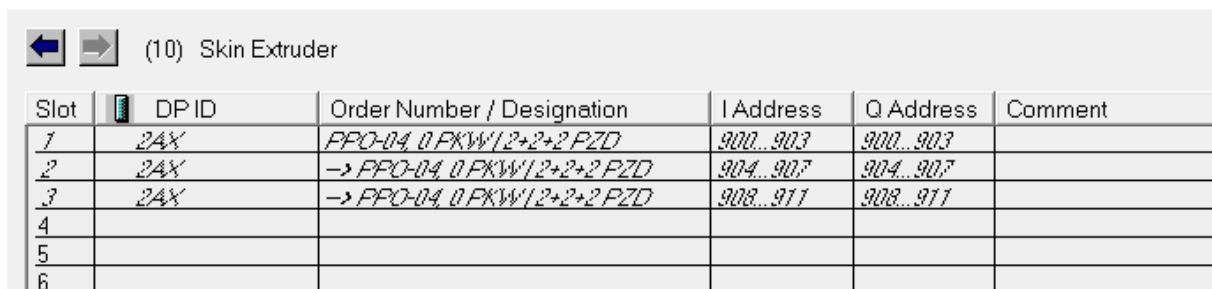
Kokku lisandus sümbolitabelisse 68 uut sümbolit. Liini L06 kontrolleri sümbolite tabel on tervikuna ära toodud käesoleva töö lisa 4.

## 8.5. Andme- ja funktsiooniplokid

Peale sümbolite tabeli täitmist saab asuda programmi kirjutamise juurde. Käesoleva projekti raames on PLC programmi loomiseks kasutatud ka kontrolleris eelnevalt olemas olnud funktsiooni- ja andmeplokke, mida on vastavalt vajadusele muudetud.

Esmalt loodi isoleerimisliini L06 PLC programmi täiendamiseks vajalikud andmeplokid, milliseid oli kaks – DB102 ja DB179. Esimene neist, DB102, on mõeldud ekstruudri juhtimisega seotud üldisemat laadi andmete hoidmiseks. Nende hulka kuuluvad näiteks teo etteantud ja tegelik pöörlemissagedus, mootori tegelik vool, etteantud ja aktuaalne liinikiirus, ekstruudri kiiruse potentsiometri asendi väärtus, ekstruudri staatus jne. Lisaks salvestatakse sellesse plokki ka ekstruudri küttesoonide aktuaal- ja etteandesuuruste väärtused.

Andmeplokis DB179 hoitakse vajalike muutujaid alalisvoolumuunduriga DCS401 andmete vahetamiseks. Sellese plokki sisestati alalisvoolumuunduri DCS401-ga suhtlemiseks vajalikud sisend-väljundsõnade aadressid, mis on määratud vastavale alamseadmele „Hardware Configuration“ aknas. Alalisvoolumuunduri DCS401 sisend- väljundsõnade aadressid on näidatud joonisel 8.6.



(10) Skin Extruder

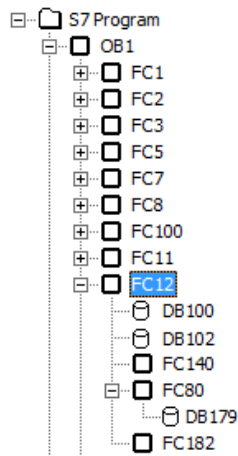
Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	24X	FFO-04, 0 PKW/2+2+2 PZD	900...903	900...903	
2	24X	-> FFO-04, 0 PKW/2+2+2 PZD	904...907	904...907	
3	24X	-> FFO-04, 0 PKW/2+2+2 PZD	908...911	908...911	
4					
5					
6					

Joonis 8.6. Muunduri DCS401 sisend- väljundsõnade aadressid

Lisaks eelnevale kirjutati sellese andmeplokki ka teo pöörlemissageduse referentsi ja aktuaalse pöörlemissageduse maksimaalne väärtus (155 p/min) ning peamootori nimivool (140A).

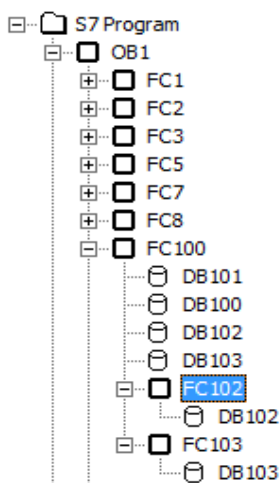
Ekstruudri peamootori juhtimiseks vajalik programmi osa kirjutati funktsiooni FC12, mida kutsutakse välja tsüklilise täitmisega organisatsiooniplokist OB1. Funktsioonist FC12 pöörduetakse omakorda funktsioonide FC140, FC80 ja FC 182 poole. Sealjuures FC140 on mõeldud analoogsisendi lugemiseks ja väärtuse skaleerimiseks, FC80 vahendusel toimub PLC ja

muunduri vaheline andmevahetus ning funktsiooni FC182 kasutatakse muunduri voolu etteantud piiride jälgimiseks. Joonisel 8.7 on ära toodud funktsiooni FC12 asukoht PLC programmi hierarhias ja seosed teiste plokkidega.



Joonis 8.7. PLC programmi struktuur ja funktsiooniplokk FC12

Ekstruudri SKET 63 küttekontrolleri KS800 juhtimiseks loodi käesoleva töö raames funktsioon FC102, mida kutsutakse välja kõikide ekstruudrite kütete juhtimisega tegelevast funktsioonist FC100. Eelnimetatud plokkide paiknemine PLC programmi hierarhias on ära toodud joonisel 8.8.



Joonis 8.8. PLC programmi struktuur ja funktsiooniplokk FC102

Andmeplokid DB102 ja DB179 ning funktsioonid FC12, FC140, FC80, FC182 ja FC102 on täielikult ära toodud käesoleva töö lisades 5 ja 6.

## 9. KASUTAJALIIDES

### 9.1. Liini juhtpult

Isoleerimisliini L06 juhtpuldi abil toimub liini seadistamine ja juhtimine. Puldil paikneb mitmeid erinevaid lüliteid ja surunuppe liini seadmete ja funktsioonide sisse- ning väljalülitamiseks, analoog- ja digitaalpotsiomeetrid liini kiiruse ja ekstruudrite kiiruste seadistamiseks, erinevaid näidikuid ja 12" ekraaniga operaatorpaneel MP377. Joonisel 9.1 on kujutatud isoleerimisliini liini L06 juhtpuldi välisvaade.



Joonis 9.1. Isoleerimisliini L06 juhtpult

Juhtpult on kinnitatud seina külge konsoolselt, mis võimaldab seda vajaduse korral liigutada sobivasse asendisse.

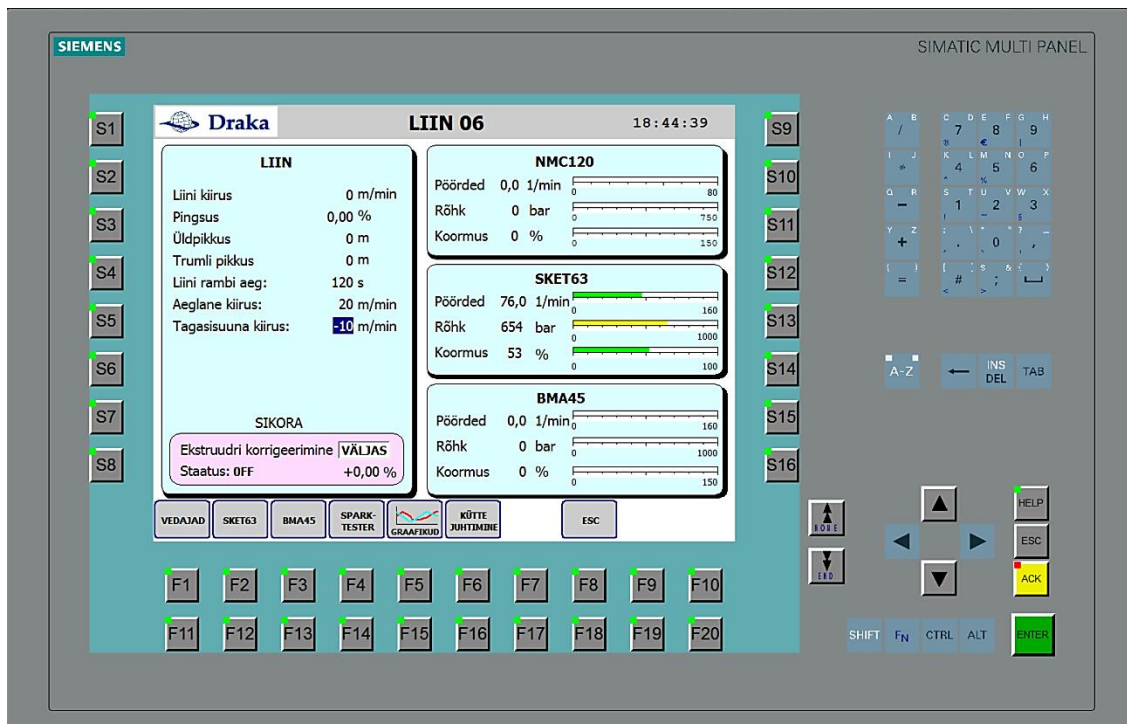
### 9.2. Operaatorpaneel

Liini juhtpuldil asuva operaatorpaneeli vahendusel on võimalik saada informatsiooni liini toimimise kohta ja muuta parameetreid ning valida liini töörežiime. Selleks on paneelis mitmeid erinevaid lehti, mis annavad teavet liini kohta üldisemalt või käsitlevad mingit konkreetset seadet. Kokku on operaatorpaneelis 21 lehte. Paneel omab sisseehitatud alarmide ning sündmuste käsitlemise süsteemi. Kõik PLC poolt registreeritud liini häired salvestatakse



alarmide puhvrise ja kuvatakse nende tekkimise hetkel operaatorpaneeli ekraanil. Operaatorpaneel võimaldab eraldi akendes näidata saabunud häireid, aktiivseid häireid, alarmide ajalugu ja süsteemiteateid. Kõik sündmused kuvatakse koos kuupäeva ja kellaajaga.

Operaatorpaneeli pealehel on ära toodud liini tegelik kiirus, vedajate vaheline pingsus, kaabli-soone üldpikkus, trumli pikkus, kiirendus-aeglustusrambi pikkus ning edasi- ja tagasisuuna aeglane kiirus. Lisaks on ära toodud ka kõigi kolme ekstruudri kohta teo tegelik pöörlemissagedus, plasti rõhk silindris ja peamootori koormusprotsent. Sellel lehel on võimalik muuta kiirendus- aeglustusrambi pikkust ja edasi- tagasi suuna aeglast kiirust. Liini pealehe vaade on ära toodud joonisel 9.2.

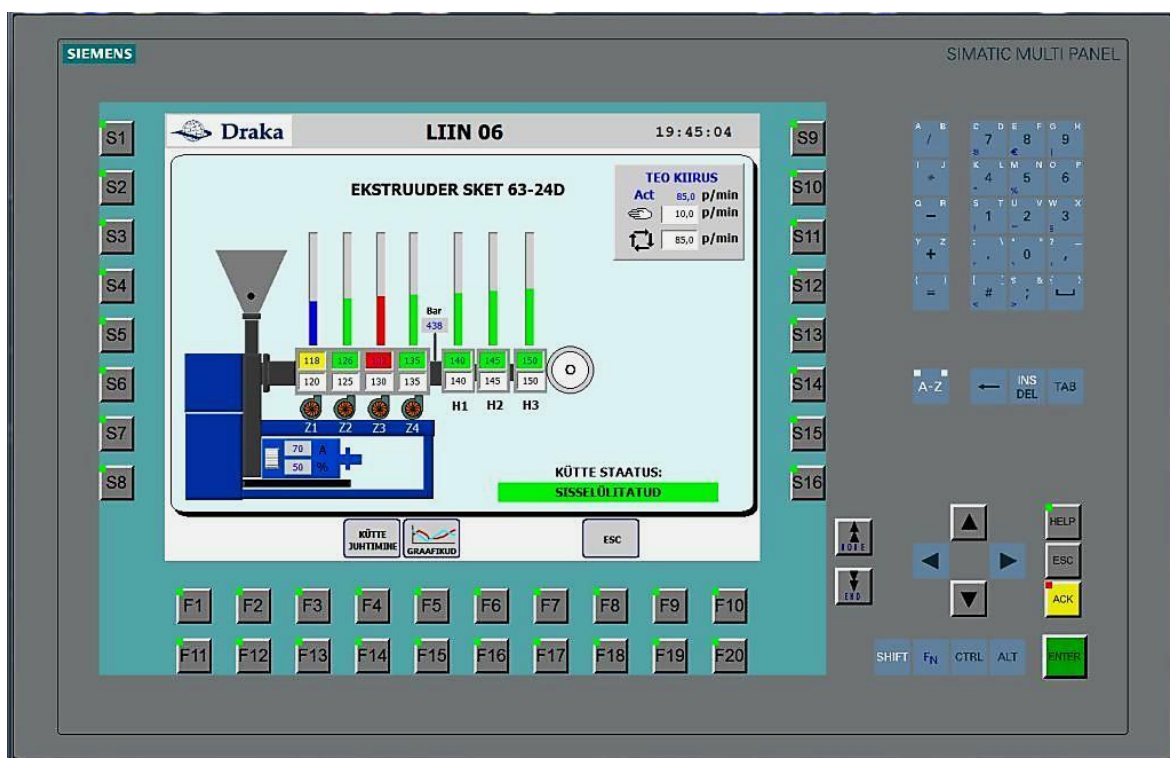


Joonis 9.2. Operaatorpaneeli pealeht

Muudetavate väärtuste sisestamine toimub ekraanist paremal paiknevate numbriklahvide abil, väärtuse kinnitamiseks kasutatakse „Enter“ klahvi. Erinevate sisestusväljade vahel liikumiseks tuleb kasutada nooleklahve. Pealehelt on võimalik funktsiooniklahvide abil edasi liikuda teistele lehtedele. Seoses käesoleva töö alameesmärgiga visualiseerida ekstruudri SKET63 tööd, on edaspidi keskendatud ainult ekstruudri SKET 63 juhtimiseks loodud uuele lehele ning teistele selle ekstruudriga seotud lehtedele. Kõikide lehtede vaated on ära toodud lisa 7.

### 9.3. Ekstruudri töö visualiseerimine

Ekstruudri töö visualiseerimise eesmärk on anda kergesti haaratav ülevaade seadme tööst ning võimaldada muuta etteandesuursusi. Käesoleva automaatikaprojekti raames loodud leht ekstruudri SKET63 juhtimiseks võimaldab muuta kõikide küttesoonide temperatuuride etteandesuursusi ning kuvada numbriliselt ja visuaalselt värviliste tulpadena küttesoonide tegelikke temperatuure. Roheline värv tähendab, et etteantud ja tegeliku temperatuuri vahe pole suurem kui  $\pm 2^\circ \text{C}$ . Sinine ja punane värv tähistavad etteantud temperatuurist vastavalt rohkem kui  $2^\circ \text{C}$  madalamat või kõrgemat tegelikku temperatuuri. Valgetesse ruutudes saab numbriklahvide abil sisestada vastava küttesooni soovitud temperatuuri. Ekstruudri SKET 63 leht on näidatud joonisel 9.3.



Joonis 9.3. Ekstruudri SKET 63 leht

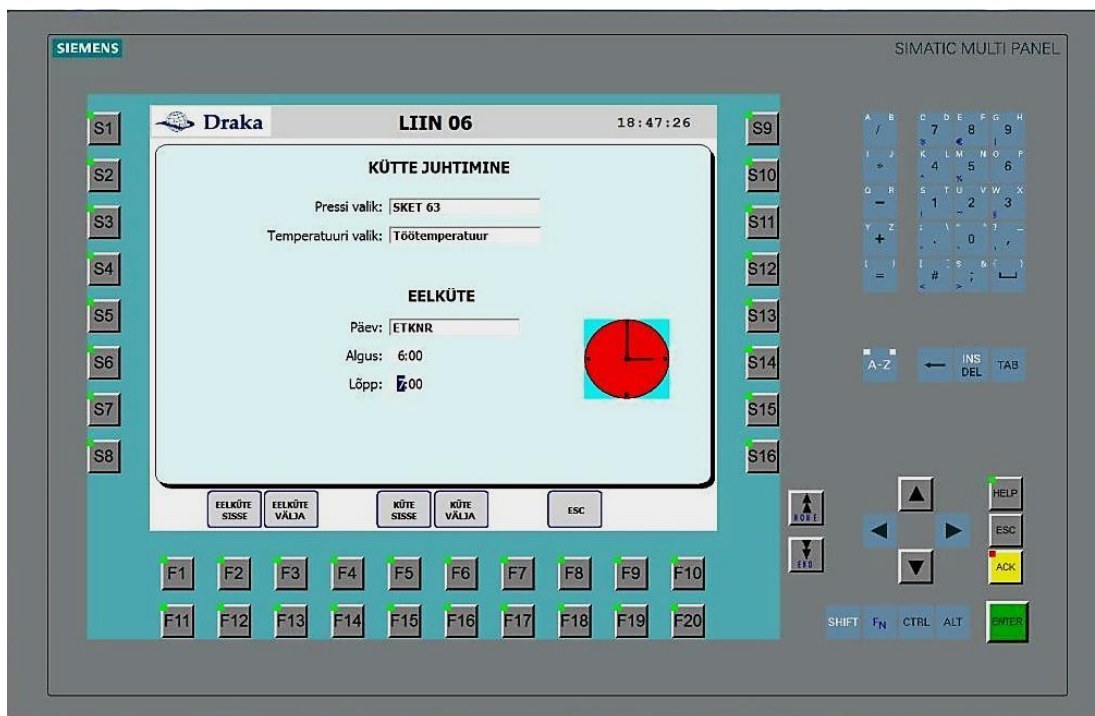
Lisaks temperatuuridele kuvatakse lehel ekstruudri tööst parema ülevaate saamiseks ka peamootori tegelik vool ja koormusprotsent ning muunduri häire korral mootori kujutise ümber punast värvi riskülik ning kiri „RIKE“. Numbriliselt on ära toodud teo tegelik kiirus ja etteandesuursused sünkroonse ning käsijuhtimise korral.

Tekstiga värvilisel taustal näidatakse ära ekstruudri küttesüsteemi olek. Erinevaid staatusi on kokku kuus:

- „Väljalülitatud“ – hallil taustal
- „Sisselülitatud“ – rohelisel taustal
- „Eelkütte ootel“ – rohelisel taustal
- „Eelküte peal“ – rohelisel taustal
- „Madal temperatuur“ – rohelisel taustal
- „Rike“ – punasel taustal

Ekstruudri SKET 63 lehelt saab funktsiooniklahvide abi edasi liikuda kütte juhtimise lehele ja temperatuuride graafikute lehele.

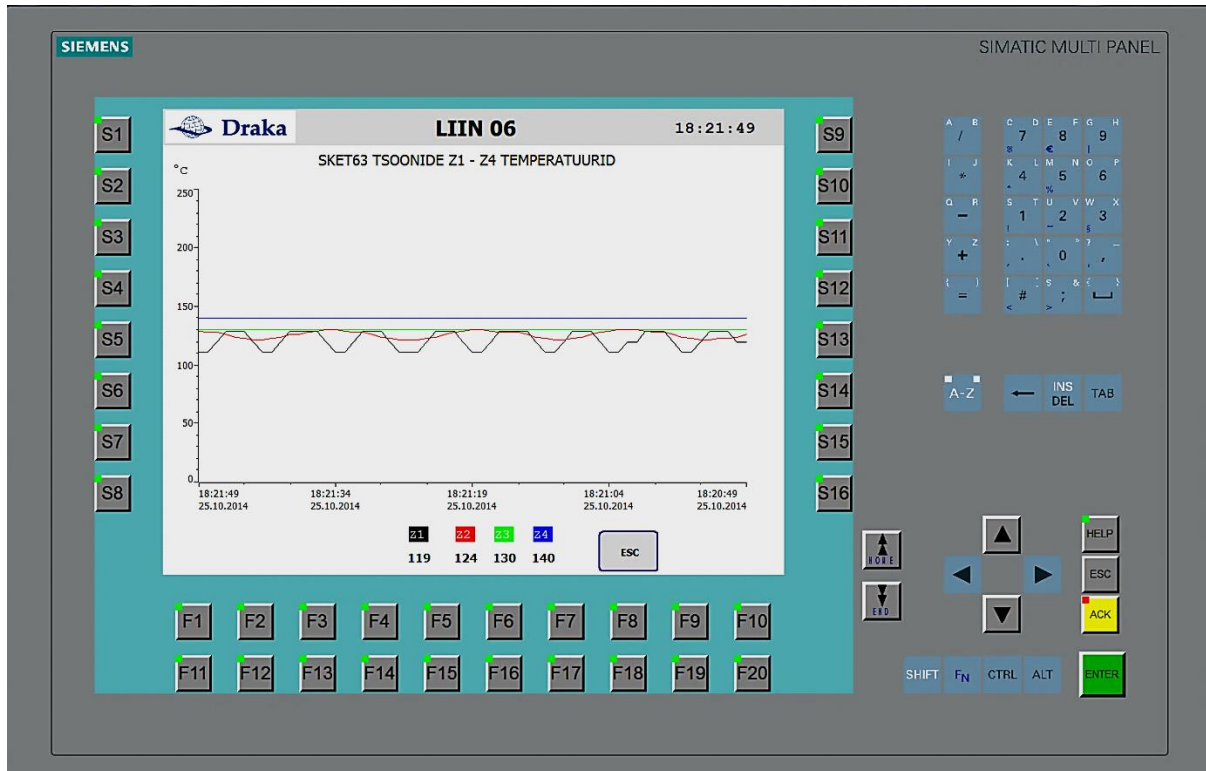
Kütte juhtimise lehel on võimalik valida milliste ekstruudrite kütet soovitakse sisse lülitada ning kas kütmisel kasutatakse madala- või töötemperatuuri režiimi. Lisaks eelnevale saab sellelt lehelt seadistada ja aktiveerida eelkütterežiimi, mis võimaldab ekstruudri(te) kütte automaatselt soovitud nädalapäeval ja kellaajal sisse lülitada. Kütte juhtimise lehe vaade on toodud joonisel 9.4.



Joonis 9.4. Kütte juhtimise leht

Eelkütterežiimi kasutamine võimaldab tootmisliini operaatoritel vahetuse alguses kohe tööga alustada kuna puudub vajadus oodata ekstruudrite soojenemist.

Ekstruudri SKET 63 lehelt saab funktsiooniklahvi F5 abil liikuda graafikute valiku lehele, kus on võimalik liikuda edasi vaatama ekstruudrite temperatuuride graafikuid. Joonisel 9.5 on ära toodud käesoleva töö raames loodud ekstruudri SKET 63 silindri küttesoonide Z1 – Z4 temperatuuride graafik.



Joonis 9.5. Ekstruudri tsoonide Z1 – Z4 temperatuuride graafik

Graafikult näeb silindri küttesoonide tegelikke temperatuure viimase tunni jooksul. See annab hea ülevaate ekstruudri küttesoonide temperatuuride kõikumistest ja võimaldab seeläbi hinnata temperatuurikontrolleri PID regulaatorite häälestuse kvaliteeti ning PID parameetrite muutmise vajadust. Kuna ekstruudri tootlikkus sõltub lisaks teo pöörlemissagedusele mõningal määral ka plasti massi temperatuurist, siis on ühtlase paksusega isolatsioonikihi saamiseks küttesoonide temperatuuride stabiilsus väga oluline.

## 10. KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö aluseks on automaatikaprojekt, mis viidi läbi jõukaablite tootmisega tegelevas ettevõttes AS Draka Keila Cables. Projekt käsitles nimetatud ettevõttes kasutusel oleva plasti ekstruudri automaatika moderniseerimist.

AS Draka Keila Cables paikneb Harju KEK-ile kuuluval Keila tööstuspargi territooriumil. Ettevõtte ajalugu ulatub tagasi eelmise sajandi kuuekümnendatesse aastatesse kui Harju KEK käivitas enda tarbeks kaablite tootmise tsehi. Alates sellest ajast kuni tänaseni on tehas teinud läbi suure arengu: lisandunud on hulgaliselt tootmispinda, tootmisliine ja -seadmeid, mis on võimaldanud mitmekordistada nii tootenomenklatuuri kui ka turuosa. Nüüdseks on ettevõtte saanud Baltikumi suurim omalaadne kaablitehas, mis kuulub ühte maailma juhtivasse kaablitootmise kontserni Prysmian Group ning ekspordib oma toodangut nii Baltikumi kui ka Skandinaaviasse.

Ettevõtted, kes tegutsevad rahvusvahelisel turul, peavad konkurentsipüsimeks tootma paindlikult ja efektiivselt. Need nõuded esitavad suuri väljakutseid tootmiseseadmetele. Seetõttu pöörab AS Draka Keila Cables suurt tähelepanu oma seadmepargi tehnilisele võimekusele. Kõrvuti kaasaegsete, tehnika viimasele sõnale vastavate, seadmetega on ettevõttes kasutusel ka vanemaid seadmeid, mida on aegade jooksul töökindluse ja tootlikkuse tõstmiseks moderniseeritud ning ümberehitatud. Samas kasutatakse ettevõttes ka selliseid masinaid, mida pole veel jõutud kaasajastada ning mille elektri-automatika osa töökindlus ei vasta tänapäevastele nõudmistele. Sageli on majanduslikult otstarbekas uue seadme soetamise asemel moderniseerida olemasolevat ja tõsta selle juhtimise ning töökindluse näitajad võrreldavaks uue analoogsega.

Lõputöö peaesmärgiks oli moderniseerida jõukaablite tootmisega tegeleva ettevõtte AS Draka Keila Cables-i kaablisoonte isoleerimisliini L06 ekstruudri SKET 63 vananenud ja ebatöökindel elektri-automatika osa. Seatud eesmärgi saavutamiseks tuli täita järgnevad alam-eesmärgid:

- Anda ülevaade kaablisoonte isoleerimise tehnoloogiast ja selle arengusuundadest.
- Koostada ekstruudri moderniseerimise lähteülesanne.
- Projekteerida vastavalt eelnevalt koostatud lähteülesandele uus automaatikakilp.

- Anda ülevaade ekstruudri juhtimise põhimõtetest ja koostada selle juhtimist kirjeldavad algoritmid.
- Täiendada isoleerimisliini peakontrolleri programmi uue automaatikakilbi juhtimiseks vajalike funktsioonidega.
- Luua operaatorpaneeli ekstruudri SKET 63 juhtimiseks uued leheküljed.

Magistritöö alguses anti ülevaade kaablisoonte isoleerimise tehnoloogiast ja selleks kasutatavatest seadmetest. Kooskõlas lõputöö teemaga võeti lähema vaatluse alla plasti ekstruudid. Käsitlemist leidsid nii ekstruudrite tüübid ja tunnussuurused kui ka nende ehitus. Põhjalikult tutvustati tüüpilise, kaablitööstuses kasutatava, ühe teoga ekstruudri tööprotsessi alates toormaterjali sisenemisest silindrisse ja sulamisprotsessi toimumisest teo uures kuni sula plasti massi siirdumiseni läbi ekstruudri pea ümber kaablisoone.

Kaablisoonte isoleerimise tehnoloogia arengusuundi käsitlevas peatükis tutvustati tänapäevases kaablitootmises kasutatavaid erinevaid tarkvaralisi lahendusi, tehnoloogiaid ja meetodikke, muuhulgas ekstruudri temperatuuride optimeerimise mudelit, kiiret värvivahetamise tehnoloogiat ja isolatsiooni paksuse mõõtmiseks kasutatavaid seadmeid ning meetodikke. Ekstruudri temperatuuride optimeerimise mudel, mis baseerub otsesuunatud tehiskäivõrgul, võimaldab saavutada ekstruudri maksimaalse tootlikkuse, hoides samal ajal plasti temperatuurid lubatud vahemikus. Kiire värvivahetamise tehnoloogia, mis on kasutatav kiiretel, peenikeste kaablisoonte isoleerimiseks ettenähtud isoleerimisliinidel, muudab võimalikuks vahetada kaablisoone värvi tööprotsessi katkestamata ja seda väga väikese aja- ning materjalikaoga. Kaablisoonte isoleerimise tehnoloogia arengusuundi käsitleva peatüki viimases osas anti ülevaade isolatsiooni paksuse mõõtmisest isoleerimisprotsessi toimumise ajal, selleks kasutatavatest mõõteseadmetest ja saadud mõõtetulemuste statistilisest töötlemisest. Kõik antud magistritöö osas tutvustatud lahendused on suunatud isoleerimisprotsessi efektiivsuse tõstmiseks ja isolatsioonimaterjali kokkuhoiuks ehk lõppkokkuvõttes toote omahinna vähendamiseks.

Järgnevalt koostati lähteülesanne ning sõnastati põhinõuded plasti ekstruudri SKET 63 automaatika moderniseerimiseks. Selleks kirjeldati seadme valmistaja poolt toodetud automaatikakilbi omadusi ja puudusi ning pakuti välja erinevaid võimalusi ekstruudri automaatika kaasajastamiseks. Samas analüüsiti ka ekstruudri olemasoleva DC ajami lihtsama ja töökindlama AC ajami vastu vahetamise võimalust. Selleks võrreldi DC ja AC ajamite omadusi ning

koostati AC ajamile üleminekuks tehtava investeeringu tasuvusanalüüs. Analüüsi tulemustest ilmnas, et AC ajamile üleminekuks tehtava investeeringu tasuvusaeg ületaks ettevõttes kehtivate reeglitega nõutavat aega. Eelnevalt tulenevalt otsustati mitte minna üle AC ajamile ja selle asemel moderniseerida olemasolev DC ajam. Käesoleva töö raames koostatud tasuvusanalüüsi lisaväärtuseks on selle rakendatavus teiste sarnaste projektide tasuvuse hindamisel.

Magistritöö peaesmärgi saavutamiseks projekteeriti vastavalt eelnevalt koostatud lähteülesandele kaablisoonte isoleerimisliini L06 ekstruudrile SKET 63 uus automaatikakilp, mis kasutab tänapäevaseid lahendusi, vajab vähe hooldust ja vastab kaasaegsete seadmete töökindluse nõuetele. Kasutades tarkvara AutoCad 2013 LT joonestati kilbi elektriskeem, kilbikomponentide paigutusjoonis, kaablite ühendusskeem ja ekstruudri komponentide ning isoleerimisliini paiknemisskeemid. Kilbi koostamiseks vajalikud tähtsamad komponendid valiti lähtudes ekstruudri elektriseadmete nimiandmetest, arvestades sealjuures ettevõtte seniseid kogemusi erinevate tootjate poolt pakutavate lahendustega. Kilp koostati töö autori poolt loodud elektriskeemi, kilbikomponentide paigutusjoonise ja spetsifikatsiooni alusel ettevõtte elektrikersonali poolt.

Valminud automaatikakilbi integreerimine isoleerimisliini L06 juhtimissüsteemi nõudis muudatuste tegemist nii liini peakontrolleri programmis kui ka juhtpuldil paiknevas operaatorpaneelis. Nende ülesannete täitmiseks käsitleti esmalt ekstruudri juhtimise üldisi põhimõtteid ja juhtimissüsteemi ülesehitust ning koostati ekstruudri juhtimist kirjeldavad algoritmid. Seejärel viidi liini peakontrolleri raudavara konfiguratsiooni sisse vajalikud muudatused uues automaatikakilbis paiknevate seadmete juhtimiseks. Vastavalt eelnevalt koostatud ekstruudri juhtimise algoritmidele loodi ning lisati kontrolleri programmi vajalikud funktsiooni- ja andmeplokid. Operaatorpaneeli tarkvarasse koostati uued leheküljed, mis visualiseerivad ja võimaldavad hõlpsasti juhtida ekstruudri tööd.

Käesoleva magistritöö alguses püstitatud eesmärk, moderniseerida ekstruudri SKET 63 elektri-automatika osa, on täidetud. Lõputöö raames projekteeritud automaatikakilp ehitati valmis, integreeriti isoleerimisliiniga ja töötab probleemideta. Moderniseerimisprojekti läbiviimine andis töö autorile kogemusi tööstusautomatika erinevatest valdkondadest, alustades elektrikilpide projekteerimisest ja loogikakontrollerite programmeerimisest kuni automaatikaprojektide läbiviimise üldise korraldamiseni. Omandatud oskused ja kogemused võimaldavad lahendada sarnaseid automatiseerimisülesandeid mistahes tööstusharudes.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Drobny, J.G. Handbook of Thermoplastic Elastomers. Second Edition. – Oxford: Elsevier Inc, 2014. – 441 lk.
2. Weigh scale blender with "FOUR" component software. – Aston: Maquire Products Inc. 2014. – 127 lk.
3. Kose, M. Kaablitootmise probleemid ja uued suundumused AS Draka Keila Cables näitel. Referaat õppeaines AME0050 Elektrotehnika Erikursus. – Tallinn: TTÜ Elektriajamite ja jõuelektroonika instituut, 2013. – 17 lk.
4. Ebnesajjad, S. Fluoroplastics, Volume 2: Melt Processible Fluoroplastics: The Definitive User's Guide and Databook. – Norwich (NY): William Andrew Publishing, 2002 – 687 lk.
5. Shanghai Nanyang Electrical Equipment Co., Ltd. kodulehekülg [http://en.shanghai-nanyang.com/te\\_product\\_e/2008-04-09/38.shtml](http://en.shanghai-nanyang.com/te_product_e/2008-04-09/38.shtml). Vaadatud 29.05.2016. a.
6. Hardie Polymers Ltd kodulehekülg [http://www.hardie-polymers.co.uk/pages/hardie\\_library\\_4\\_2.php](http://www.hardie-polymers.co.uk/pages/hardie_library_4_2.php). Vaadatud 29.05.2016. a.
7. Kumar, A.; Gupta, K.R. Fundamentals Of Polymer Engineering. Second Edition Revised and Expanded. – New York: Marcel Dekker, Inc, 2003. – 712 lk.
8. Kutz, M. (editor) Applied Plastics Engineering Handbook: Processing and Materials. – Norwich (NY): William Andrew Publishing, 2011. – 547 lk.
9. Giles, H. F.; Wagner, J. R.; Mount, E. M. Extrusion The Definitive Processing Guide and Handbook. – Norwich (NY): William Andrew Publishing, 2005. – 542 lk.
10. Harper, C. A. (editor in chief). Modern Plastics Handbook. – New York: McGraw-Hill, 1999. – 1233 lk.
11. Stevens, M.J.; Covas, J.A. Extruder Principles and Operation. Second Edition. – London: Springer Science & Business Media, 1995. – 494 lk.
12. Bulsari, A.; Lahti, M.; Ausen, S. Nonlinear Models Help Tune Temperature Profile in Extruder Barrels // Wire & Cable Technology International. Juuli/August (2014), lk. 106...109.
13. Rosato, D. V.; Rosato, M. G. Consise Encyclopedia of Plastics. – New York: Springer Science & Business Media, 2000. – 716 lk.
14. Unitek Maschinenbau- und Handelsges.m.b.H. kodulehekülg [http://www.unitek.at/690\\_EN.587A9A22312a79295241820c184d15b851e531](http://www.unitek.at/690_EN.587A9A22312a79295241820c184d15b851e531). Vaadatud 29.05.2016. a.

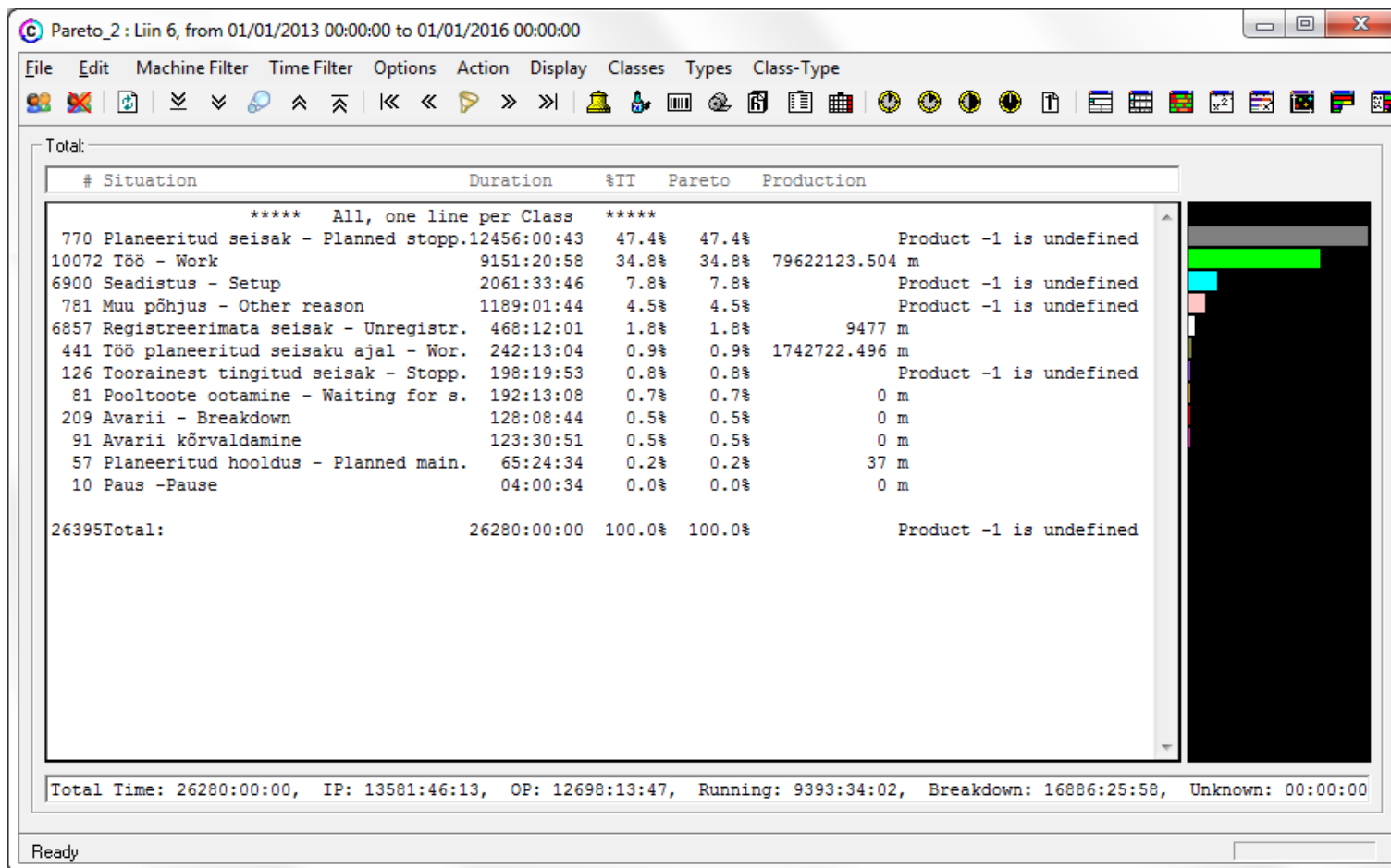


15. Eurotek S.R.L. kodulehekül [http://www.eurotek-italy.it/pdf/MODULO%20INVERSIONE%20FLUSSI/MIF-10\\_ENG.pdf](http://www.eurotek-italy.it/pdf/MODULO%20INVERSIONE%20FLUSSI/MIF-10_ENG.pdf). Vaadatud 29.05.2016. a.
16. Beta LaserMike. AccuScan 4012/5012/5025/5040/5080 Instruction Handbook. Installation, setup and technical reference. – 2013. – 185 lk.
17. LAP GmbH Laser Applikationen kodulehekül <https://www.lap-laser.com/metals-industries/your-task/measurement/diameter-ovality>. Vaadatud 29.05.2016.a.
18. Sikora AG. User Manual X-RAY 2000. – 2009. – 74 lk.
19. Sikora AG. User Manual Ecocontrol 2000. – 2009. – 74 lk.
20. Sikora AG. X-RAY 6000 / 6000 PRO. – 2009. – 6 lk.
21. Beta LaserMike. DataPro 3100-20/-21/-22 Instruction Handbook. Insatalation, setup, technical reference. – 2103. – 116 lk.
22. Crydom Inc. kodulehekül <http://www.crydom.com/en/tech/faqs.shtml>. Vaadatud 29.05.2016. a.
23. ABB Oy. Application Guide No.1. Guide to extruders in AC drives. – 2004. – 24 lk.
24. ABB Industrial Systems Inc. Technical guide No. 100. High Performance Drives – speed and torque regulation. – 1996. – 28 lk.
25. Siemens AG. Simoreg DC Master. Tips on Configuration, Hardware, Software, and Closed-Loop Control. – 2000. – 20 lk.
26. Lehtla, T. Jõuelektronika ja Elektriamid. – Tallinn: TTÜ elektriamite ja jõuelektronika instituut, 2003. – 103 lk.
27. Joller, J. Jõuelektronika. – Tallinn: TTÜ elektriamite ja jõuelektronika instituut, 1996. – 216 lk.
28. Vodovozov, V.; Vinnikov, D.; Jansikene, R. Elektriamite elektroonsed süsteemid. – Tallinn: TTÜ elektriamite ja jõuelektronika instituut, 2008. – 240 lk.
29. Siemens Industry Inc. White paper - Optimizing drive systems for energy savings. – 2012. – 12 lk.
30. Whittsen, J.L.; Bentley, L.D.; Barlow, V.M. System analysis & design methods. Second edition. – Burr Ridge: Richard D. Irwin, Inc., 1989. – 797 lk.
31. ABB Automation Products GmbH. DCS Thyristor power converter for DC drive systems 20 to 1000 A 9 to 522 kW. Manual DCS 400. – Germany, 2003 – 202 lk.
32. PMA Prozeß- und Maschinen-Automation GmbH. Multi-Temperature-Controller KS800. Functional description. – 84 lk.

33. Berger, H. Automating with STEP 7 in STL and SCL. – Germany: Publicis MCD Corporate Publishing, 2001. – 442 lk.
34. Rosin, A. Programmeeritavad kontrollid Simatic S7. – Tallinn: TTÜ Elektri- ja jõe- ja elektroonika instituut, 2000. – 120 lk.

**LISAD**

Liini L06 staatused perioodil 01.01.2013 – 01.01.2016 tootmisliinide efektiivsuse jälgimise tarkvara RTPI andmetel.



Liini L06 keskmine töötundide arv aastas on  $(9151+242)/3=3131$

## Tasuvusarvutus

**Firma:** AS Draka Keila Cables  
Paldiski mnt. 31  
76606 Keila  
Eesti Vabariik

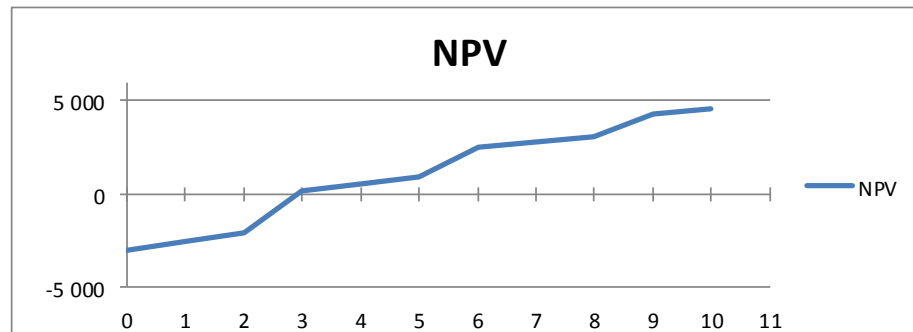
**Investeeringu objekt:** Isoleerimisliin L06  
plasti ekstruudri SKET 63  
olemasoleva DC ajami moderniseerimise asemel AC ajami kasutuselevõtmine

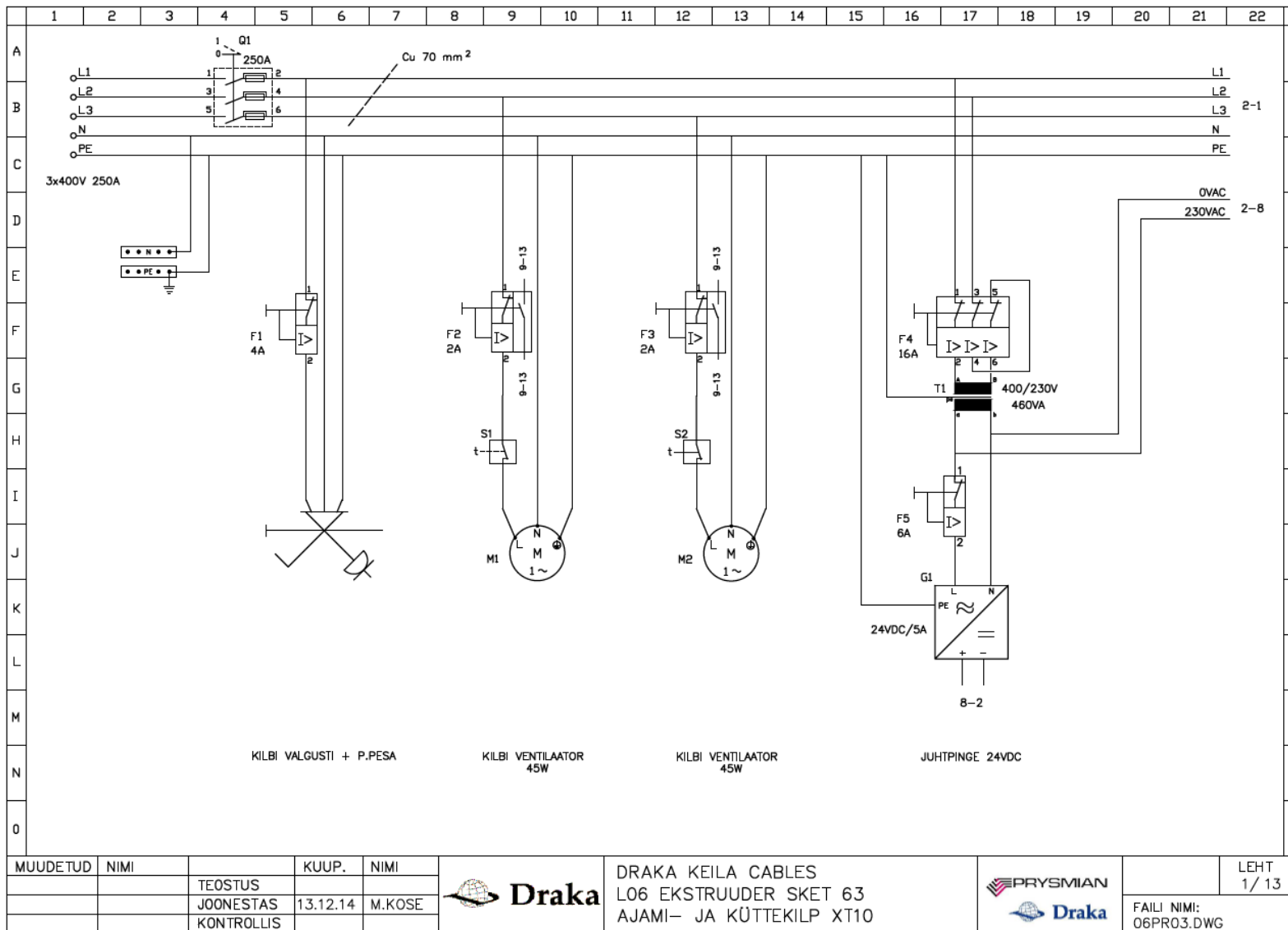
<b>Lähteandmed:</b>	<b>AC ajami soetusmaksumus</b>	<b>7345</b>
	asünkroonmootor M3EB 160E 4 3GEB162752-HAD	4188
	Pn - 57 kW n - 2015 p/min Tn - 270Nm	
	sagedusmuundur koos ProfiBus liidesega	3157
	ACS880-01-145A-3+K454+L502	
	<b>DC ajami moderniseerimise maksumus</b>	<b>1985</b>
	DC muundur DCS550-S01-0180-05	1548
	drossel ND07	264
	ProfiBus adapter RPBA-01	173
	<b>Alalisvoolumootori hoolduskulud kohapeal (aastas)</b>	<b>342</b>
	tööjõukulud	127
	kulumaterjalid	215
	<b>Alalisvoolumootori täishoolduse maksumus (1 x kolme aasta jooksul)</b>	<b>2325</b>
	tööjõukulud tehases (mootori demontaaž/montaaž)	100
	transport	75
	hooldus spetsialiseeritud remonditöökojas	2150
	<b>Säästetava elektrienergia maksumus aastas (EUR)</b>	<b>235</b>
	AC ajami kasutegur	0,90
	DC ajami kasutegur	0,87
	Aastane elektrienergia kogus (kWh)	78275
	Elektrienergia hind (€/kWh)	0,1

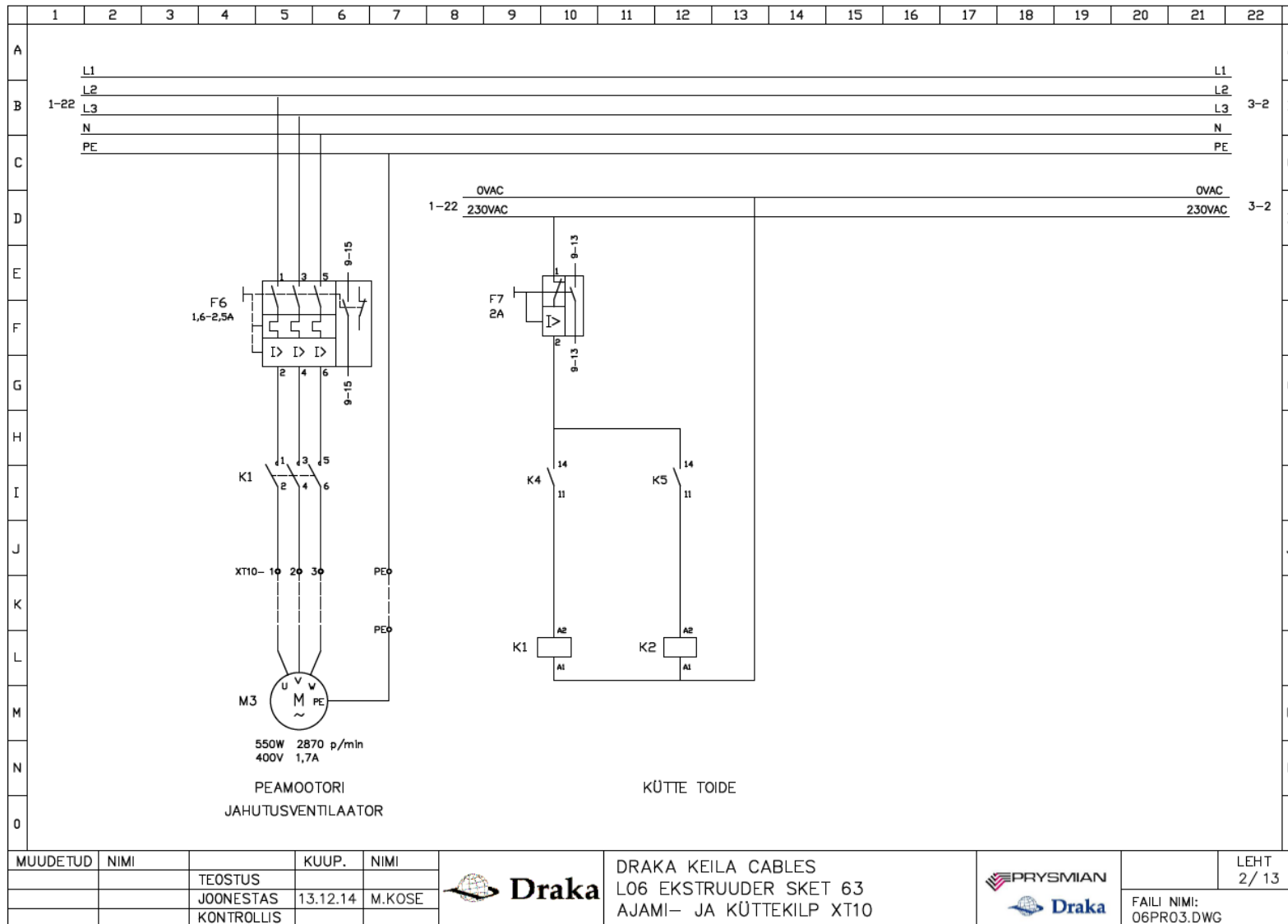
## Tasuvusarvutus

Diskontomäär 10 % aastas

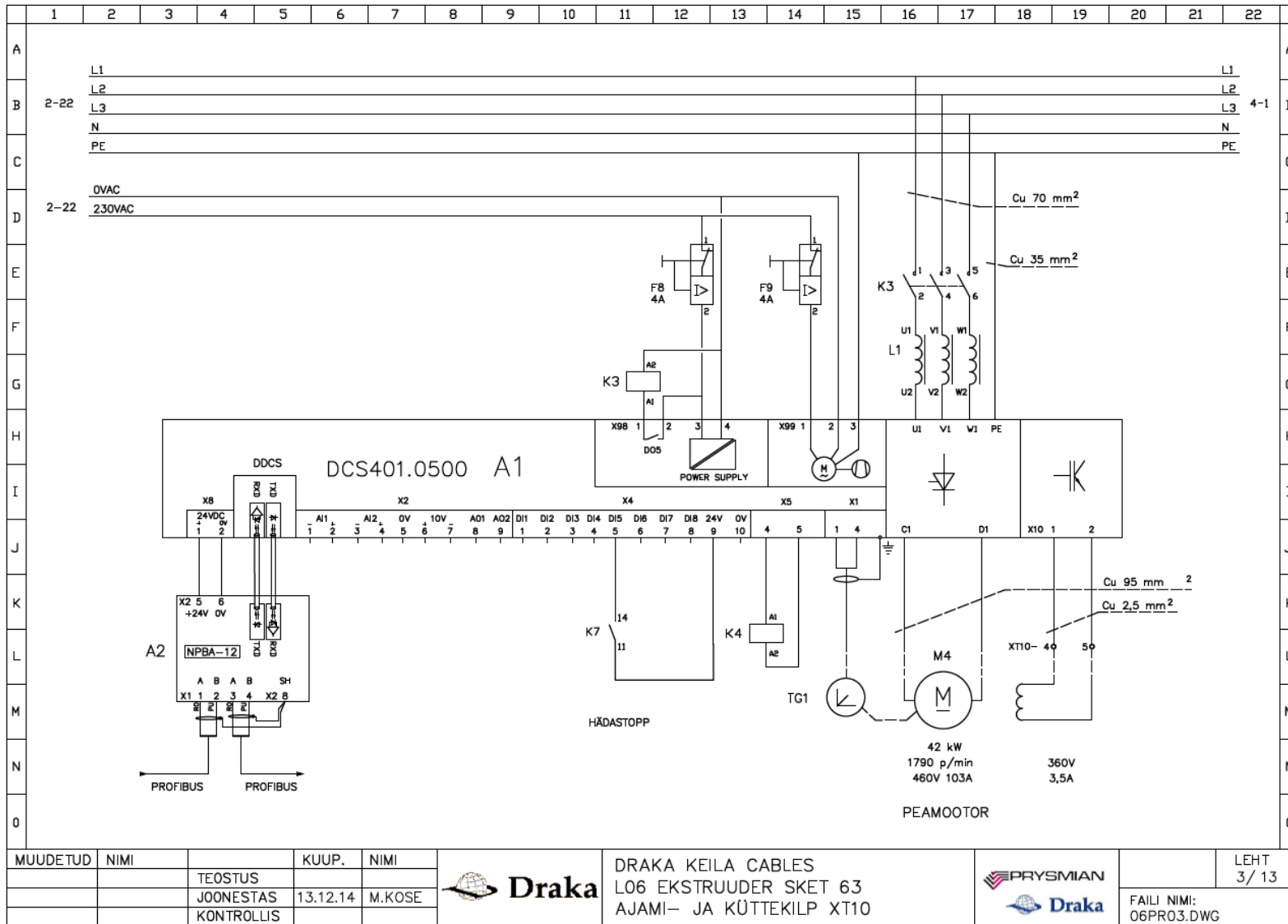
	Rahavoog (EUR)	aastad											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>1</b>	<b>Investeering</b>	<b>-7345</b>											
1.1	AC ajami soetusmaksumus	-7345											
<b>2</b>	<b>Tulu investeeringust</b>	<b>4310</b>	<b>577</b>	<b>577</b>	<b>2902</b>	<b>577</b>	<b>577</b>	<b>2902</b>	<b>577</b>	<b>577</b>	<b>2902</b>	<b>577</b>	
2.1	DC ajami moderniseerimise maksumus	1985											
2.2	Alalisvoolu mootori hoolduskulud kohapeal		342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	
2.3	Alalisvoolumootori täishoolduse maksumus	2325			2325			2325			2325		
2.4	Säästeteva elektrienergia maksumus		235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	
<b>3</b>	<b>Summaarne rahavoog</b>	<b>-3035</b>	<b>577</b>	<b>577</b>	<b>2902</b>	<b>577</b>	<b>577</b>	<b>2902</b>	<b>577</b>	<b>577</b>	<b>2902</b>	<b>577</b>	
<b>4</b>	<b>Diskonteerimistegur</b>	<b>1</b>	<b>0,909</b>	<b>0,826</b>	<b>0,751</b>	<b>0,683</b>	<b>0,621</b>	<b>0,564</b>	<b>0,513</b>	<b>0,467</b>	<b>0,424</b>	<b>0,386</b>	
<b>5</b>	<b>Diskonteeritud rahavoog</b>	<b>-3035</b>	<b>524</b>	<b>477</b>	<b>2180</b>	<b>394</b>	<b>358</b>	<b>1638</b>	<b>296</b>	<b>269</b>	<b>1231</b>	<b>222</b>	
<b>6</b>	<b>Kumulatiivne rahavoog</b>	<b>-3035</b>	<b>-2511</b>	<b>-2034</b>	<b>146</b>	<b>540</b>	<b>898</b>	<b>2536</b>	<b>2832</b>	<b>3102</b>	<b>4332</b>	<b>4555</b>	
<b>Tasuvusaeg = 2,93 aastat</b>		<b>NPV = 4555</b>											

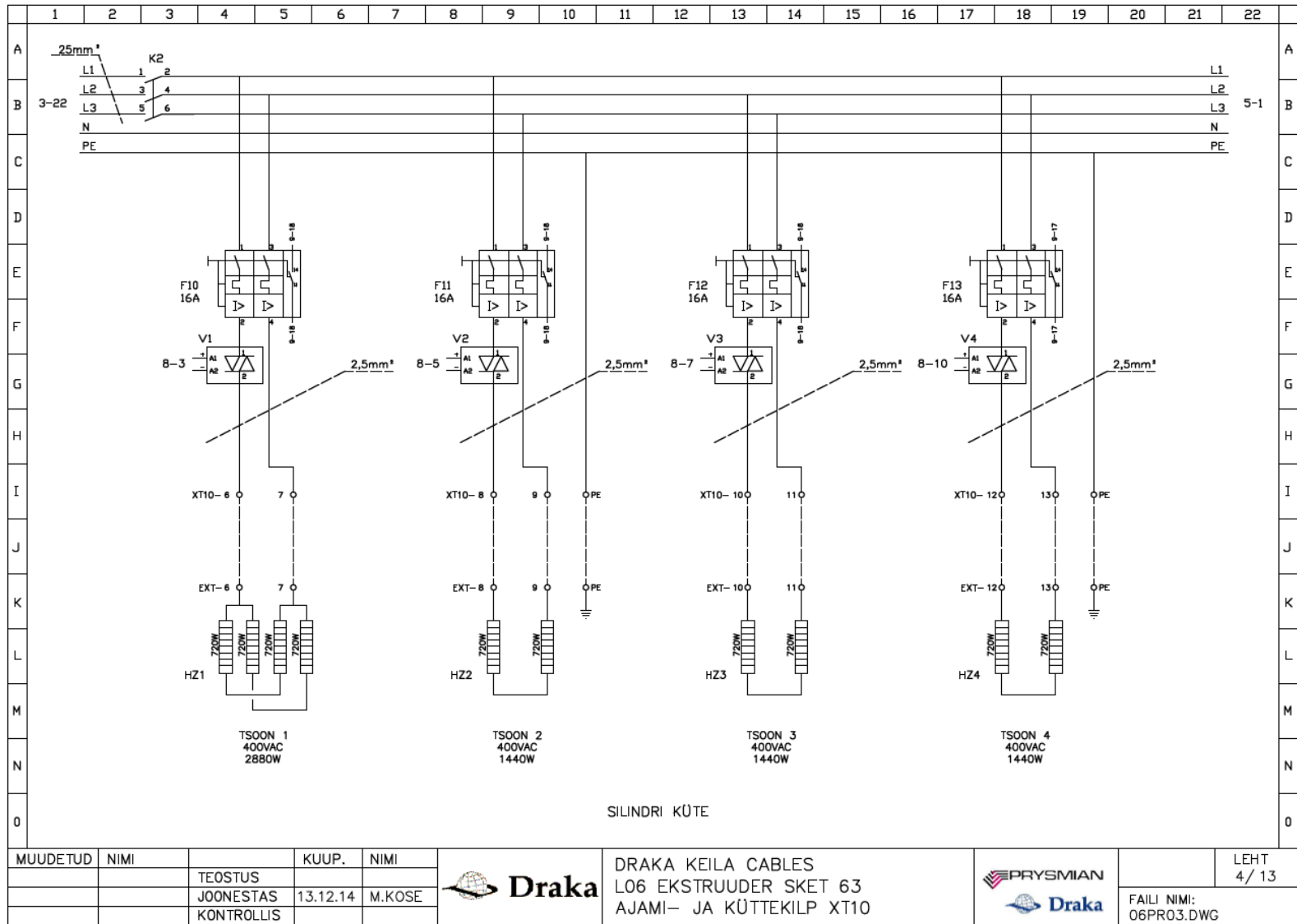


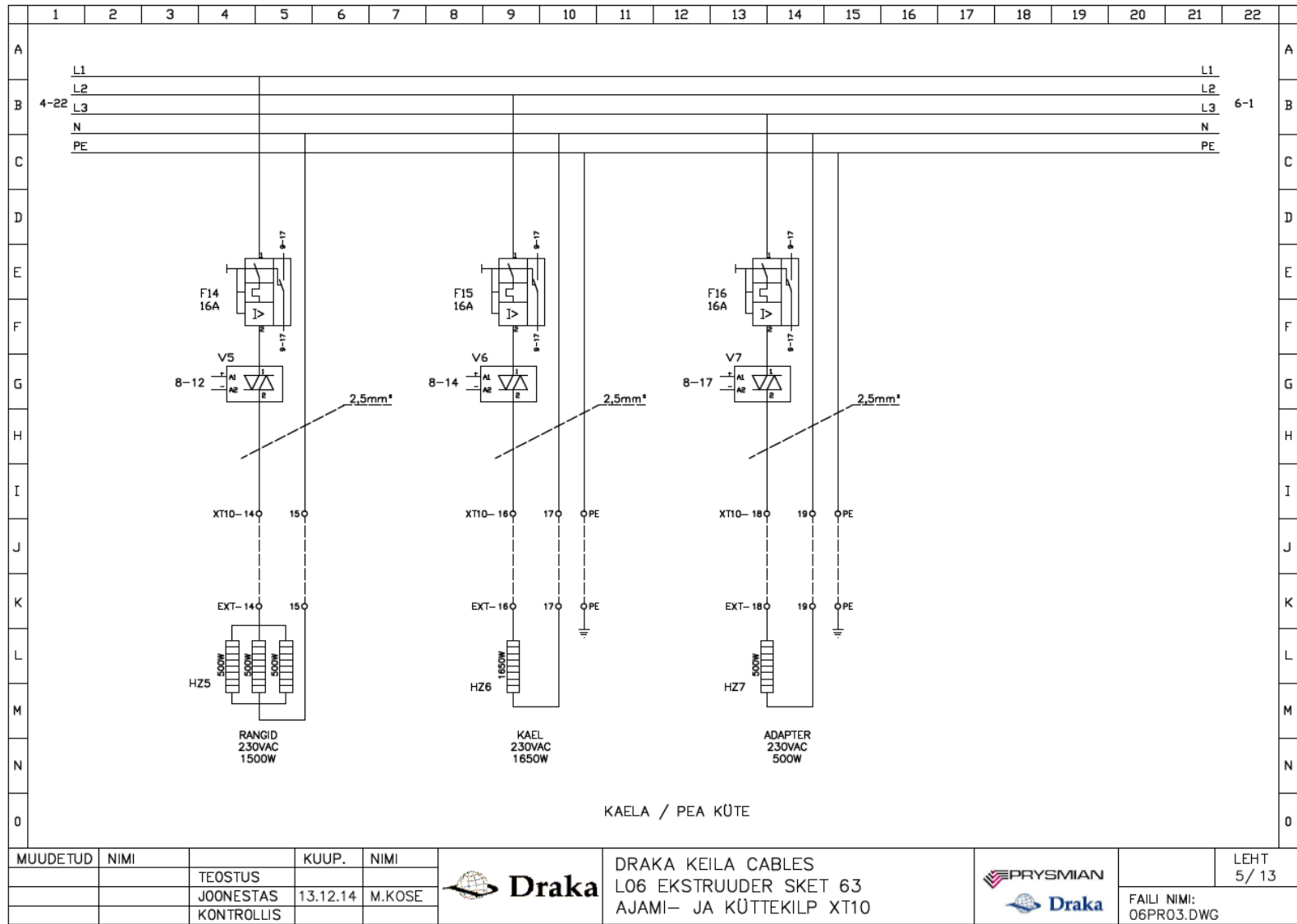


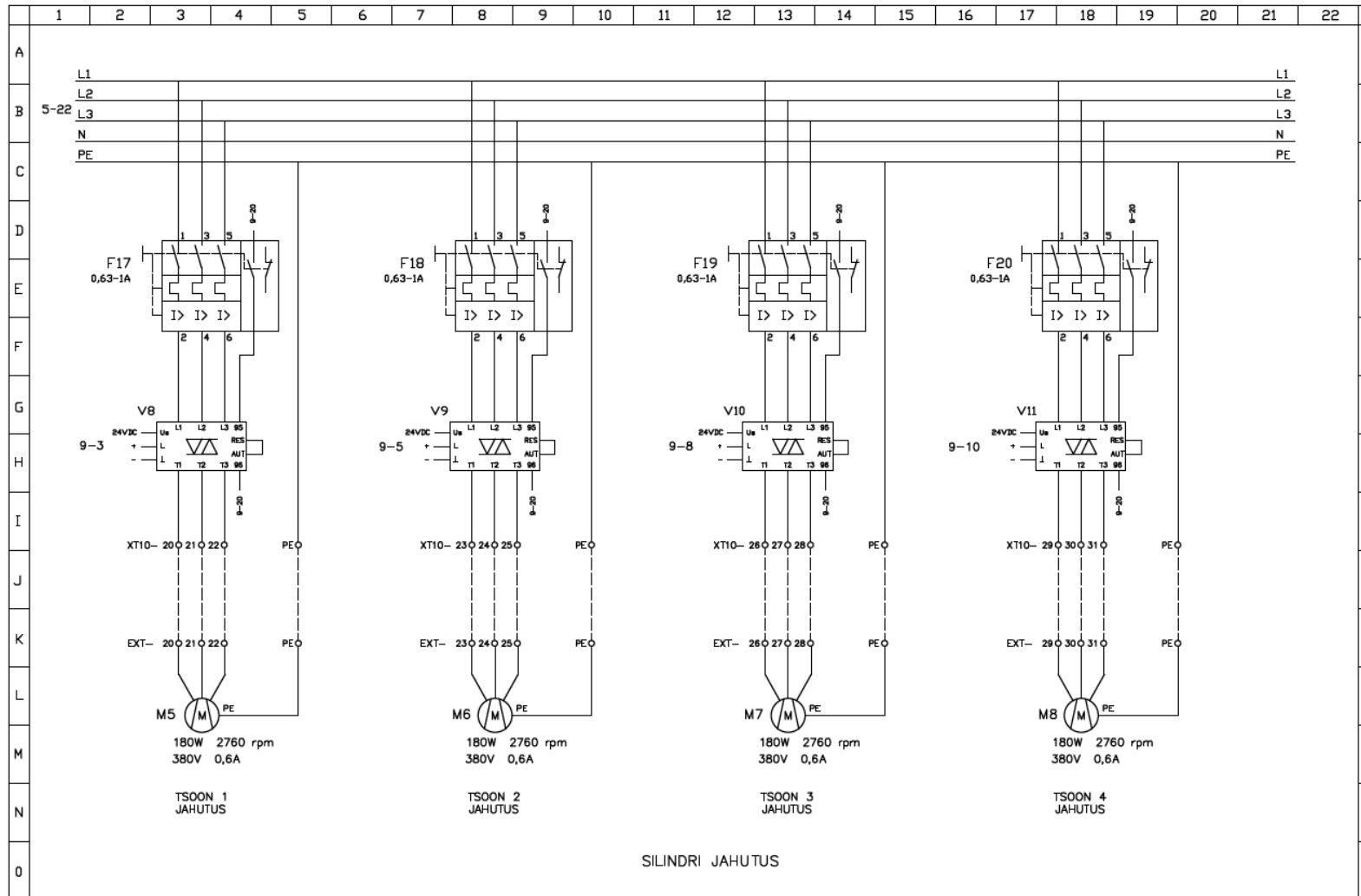









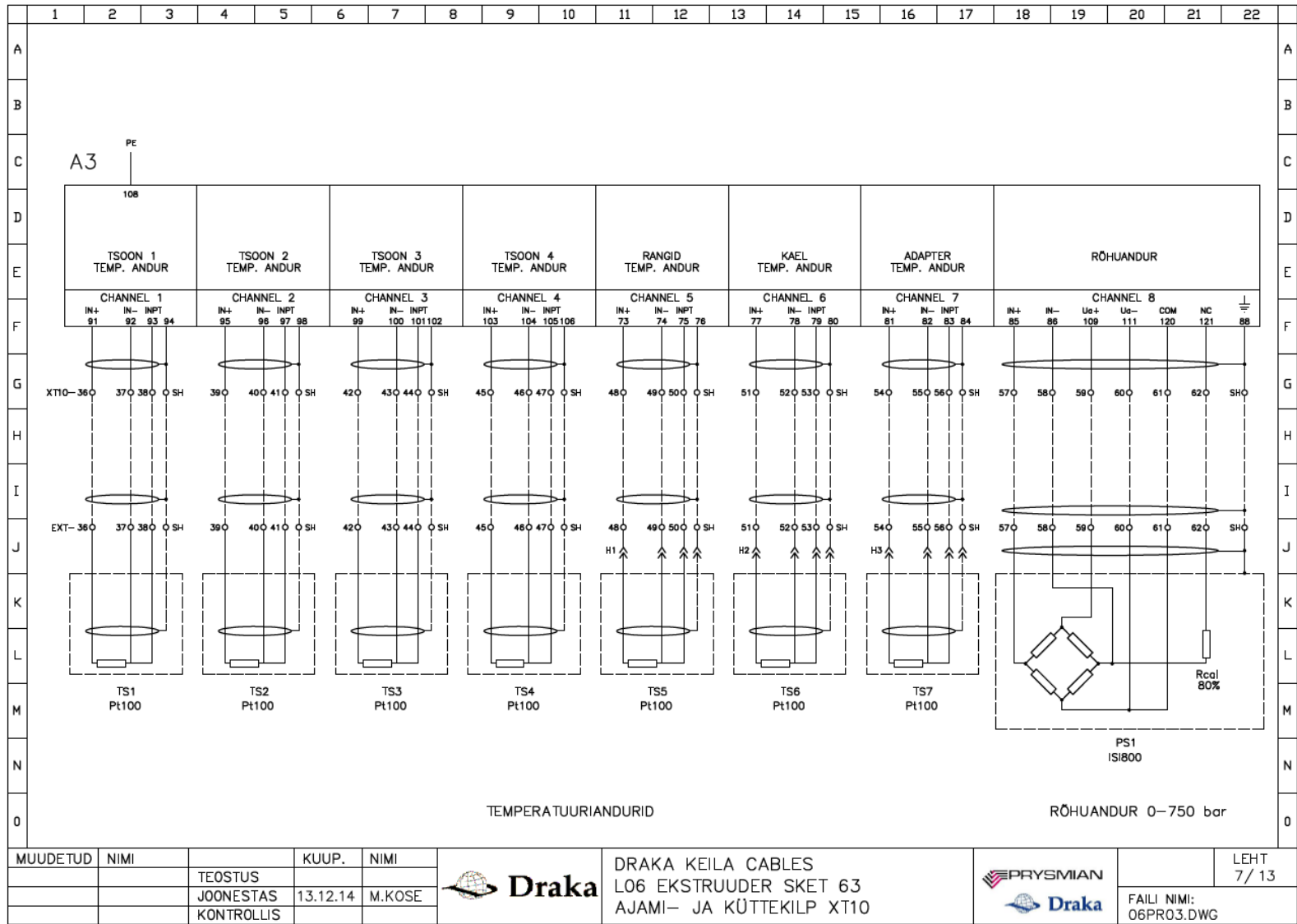


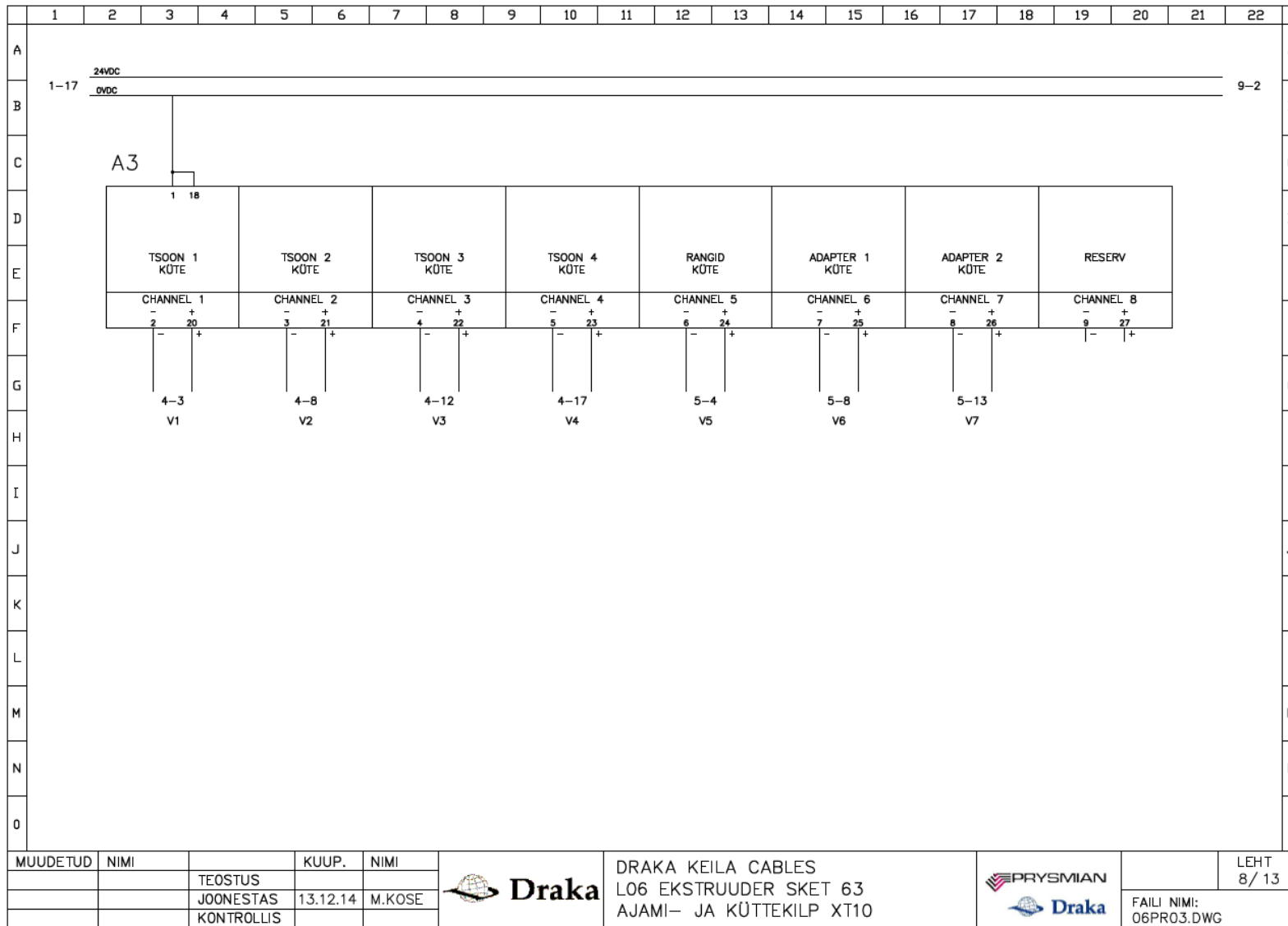


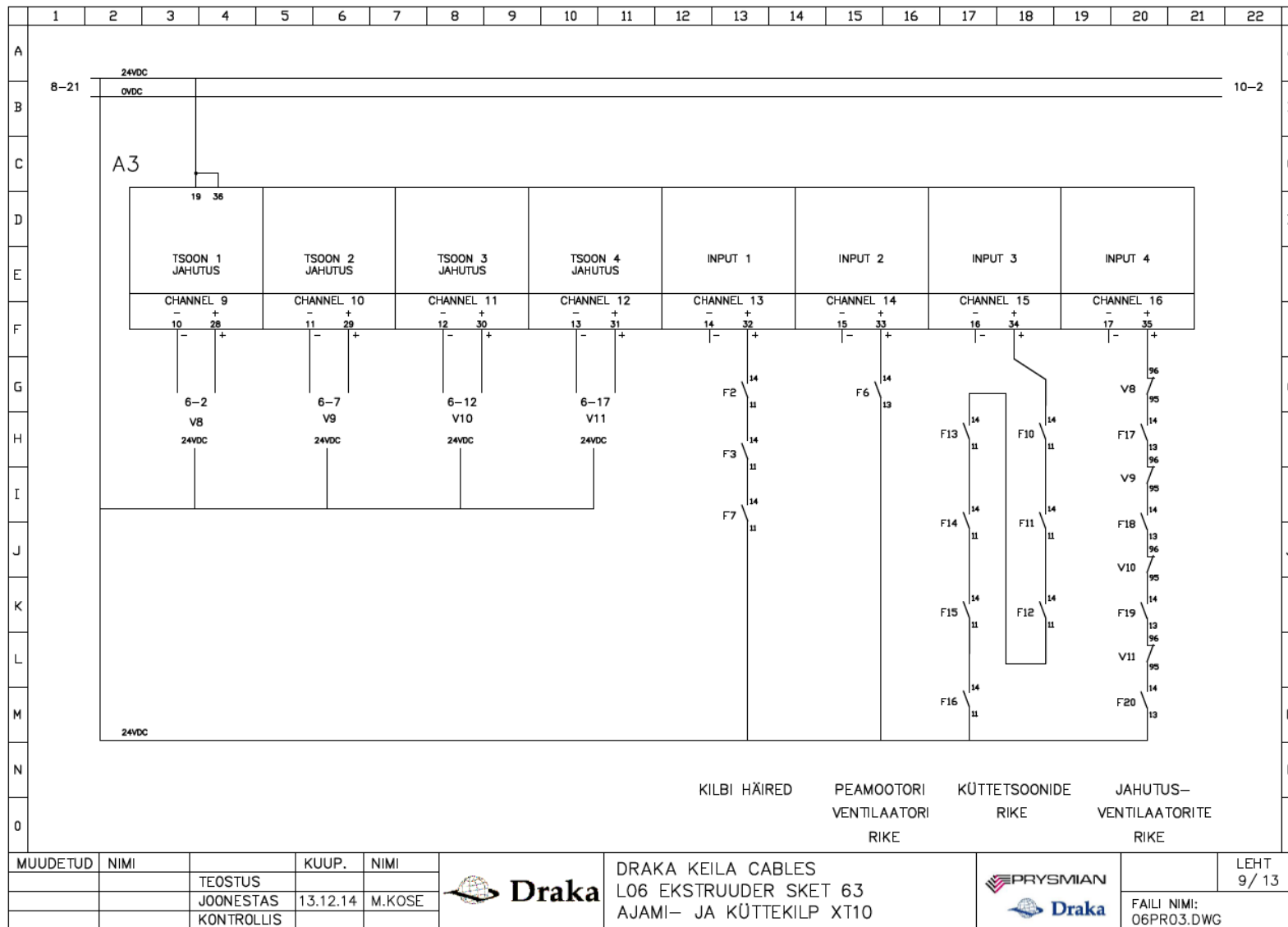


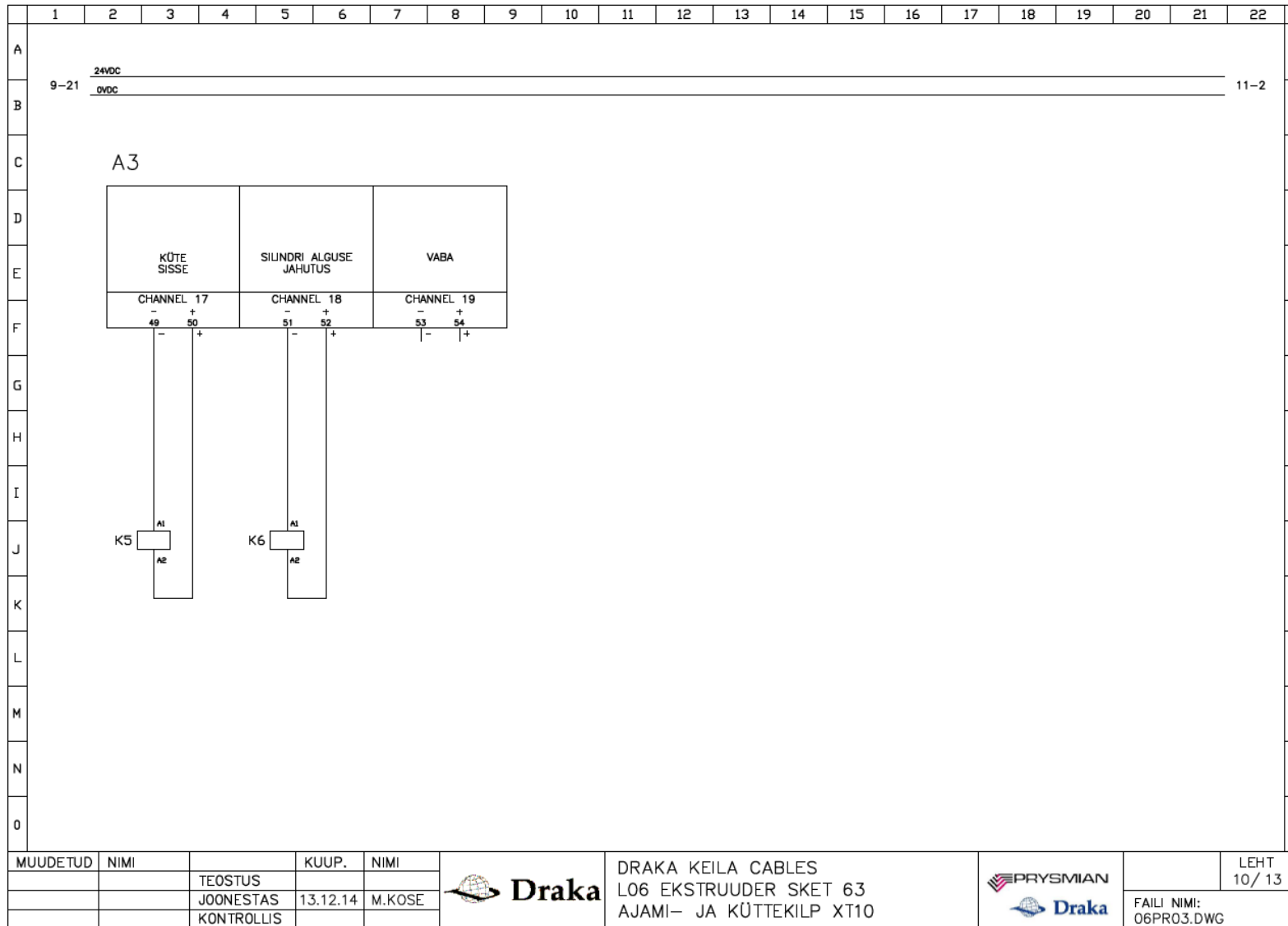
SILINDRI JAHUTUS

MUDETUD	NIMI	TEOSTUS	KUUP.	NIMI	 <b>Draka</b> DRAKA KEILA CABLES L06 EKSTRUUDER SKET 63 AJAMI- JA KÜTTEKILP XT10	 <b>PRYSMIAN</b>  <b>Draka</b>	LEHT
		JONESTAS	13.12.14	M.KOSE			6/ 13
		KONTROLLIS					FAILI NIMI: O6PRO3.DWG

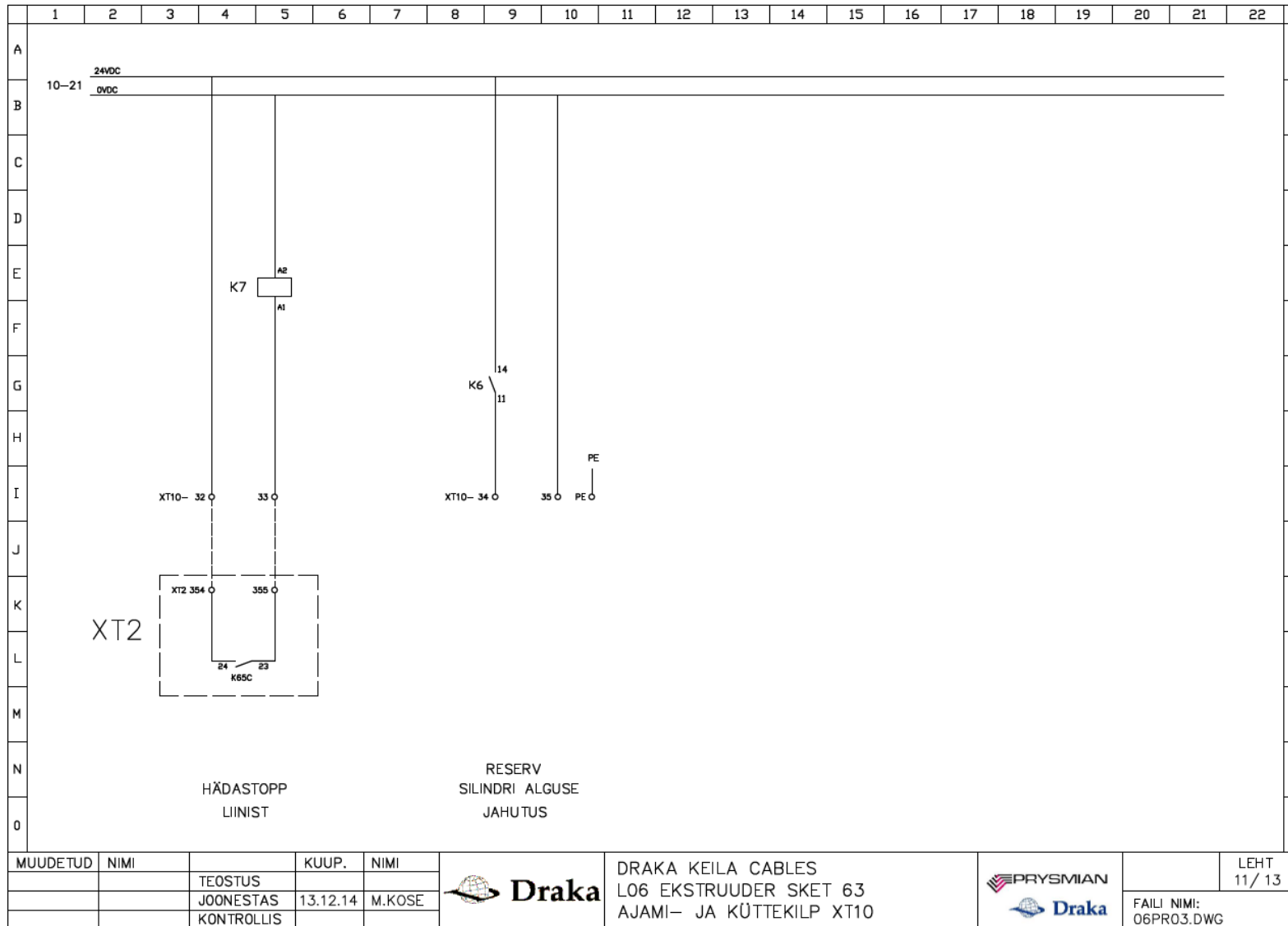


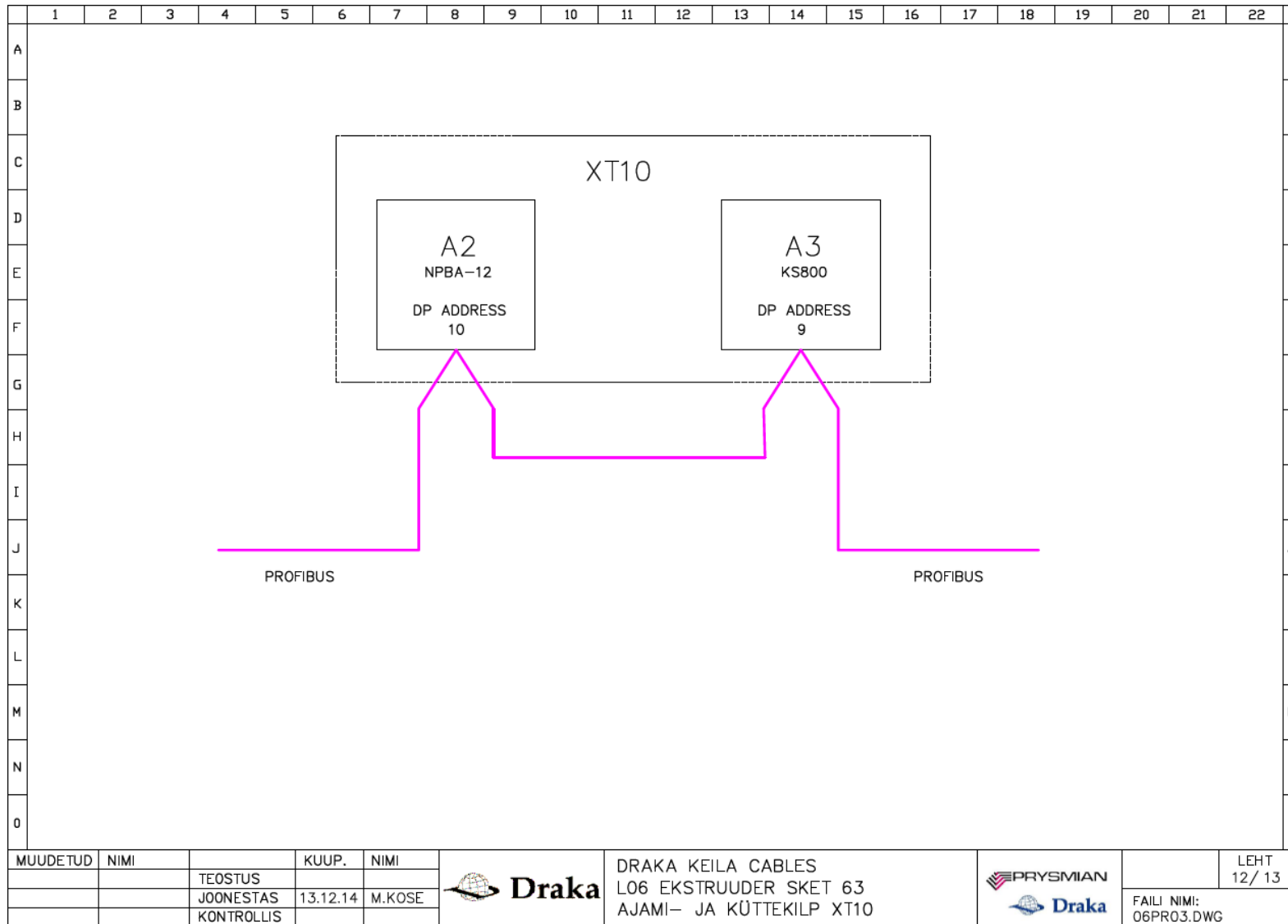







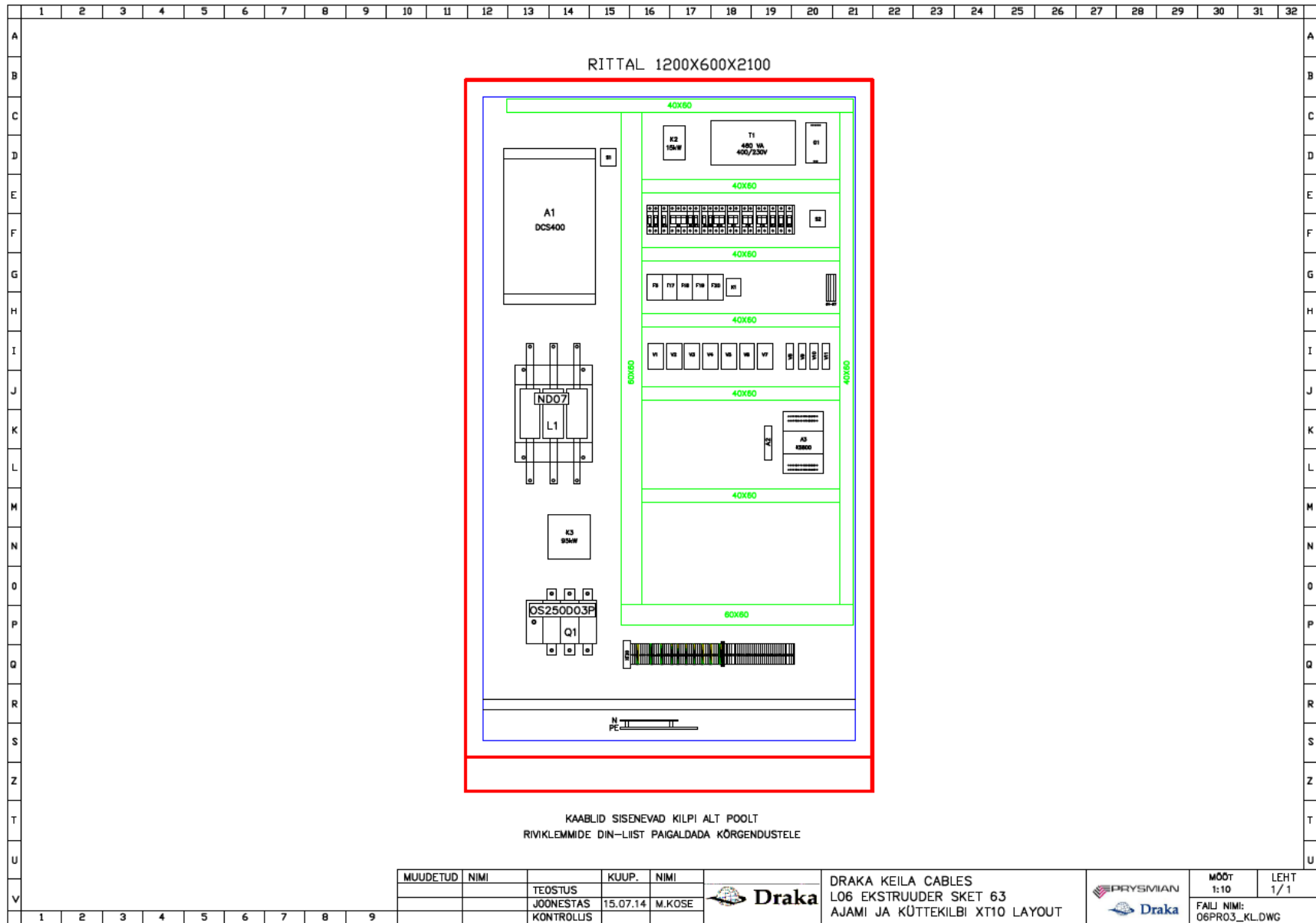






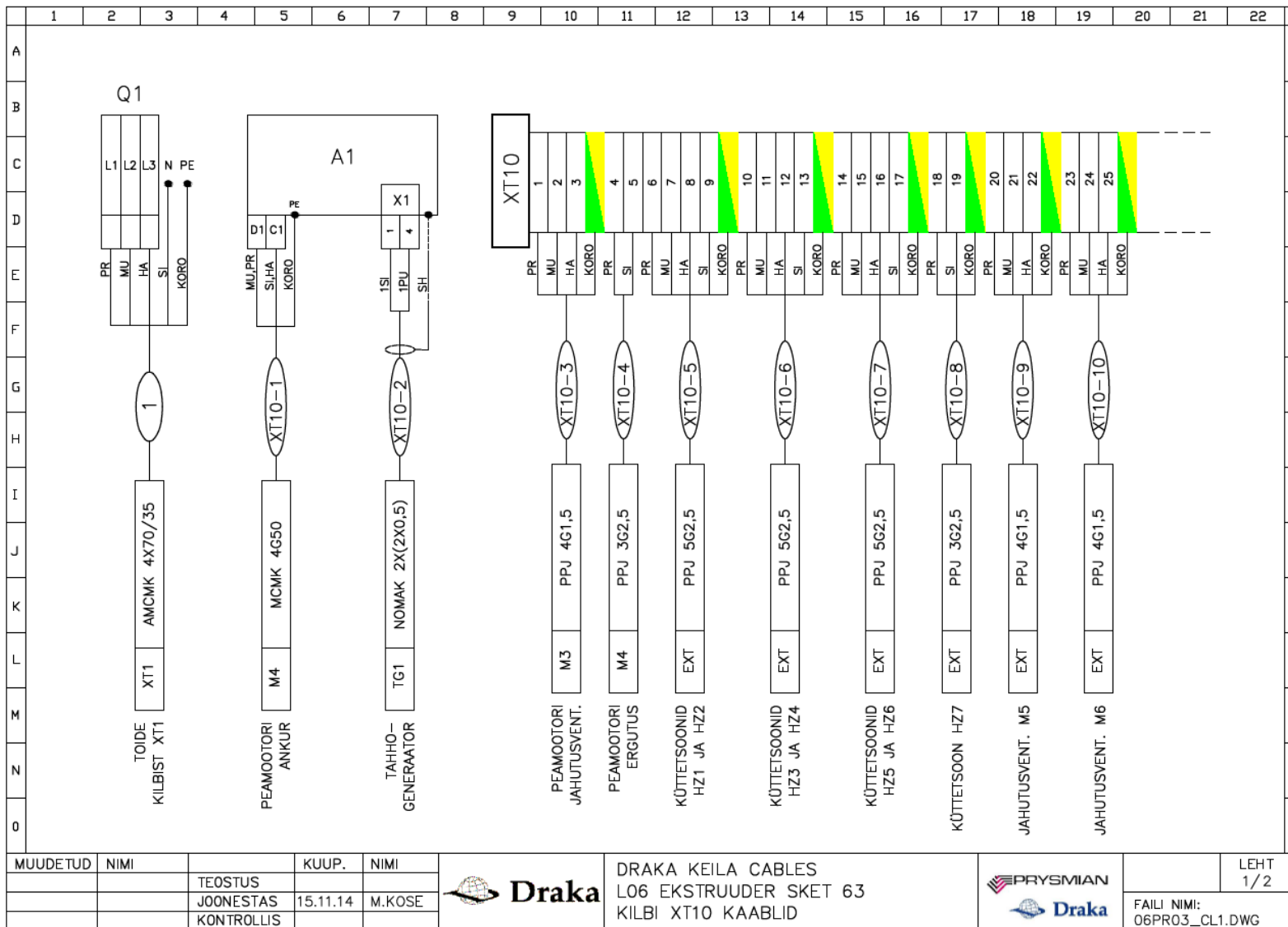


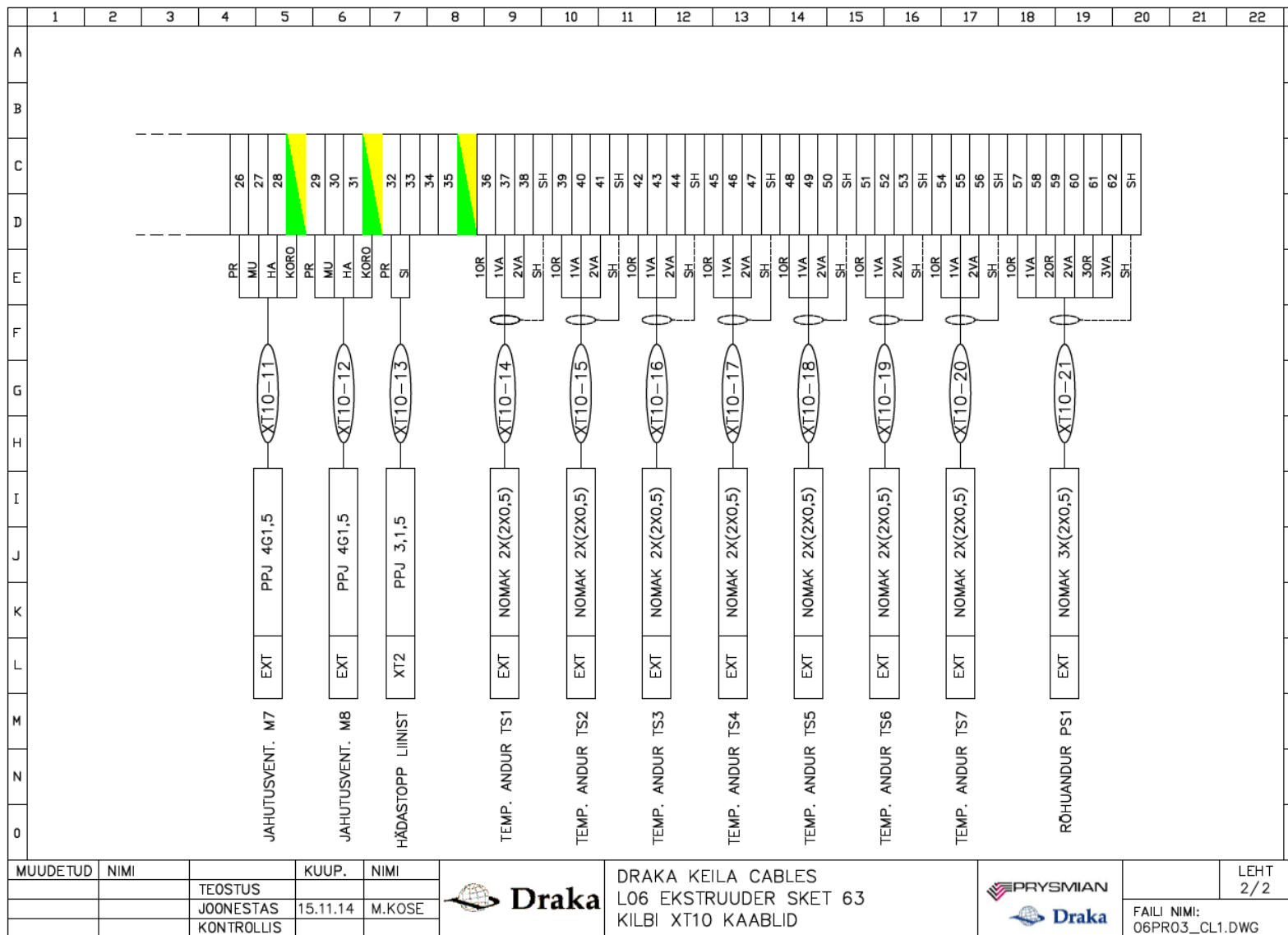


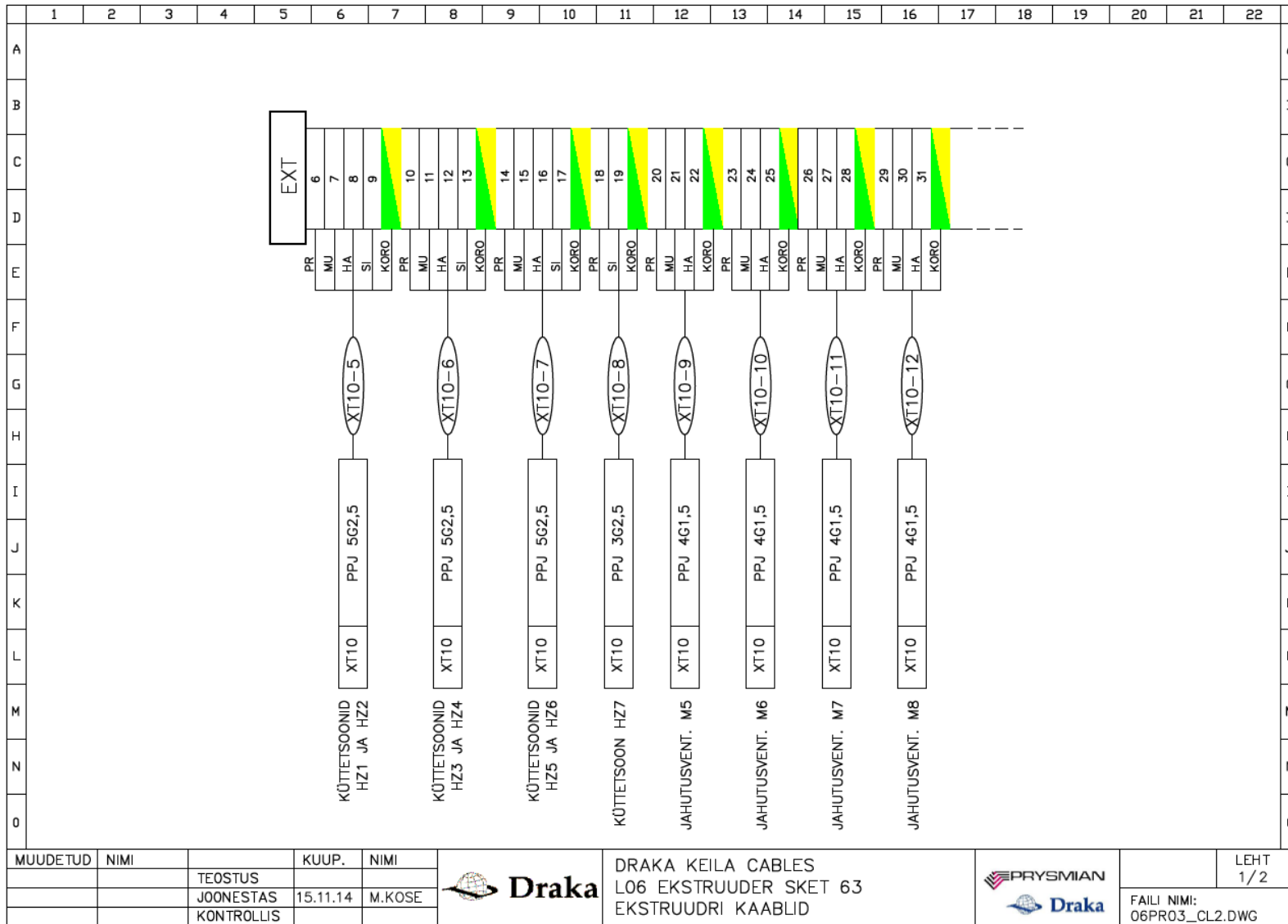
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
A	RESERV																					A	
B																						B	
C																						C	
D																						D	
E																						E	
F																						F	
G																						G	
H																						H	
I																						I	
J																						J	
K																						K	
L																						L	
M																						M	
N																						N	
O	O																						
MUDETUD	NIMI	TEOSTUS	KUUP.	NIMI		DRAKA KEILA CABLES L06 EKSTRUUDER SKET 63 AJAMI- JA KÜTTEKILP XT10	 	LEHT															
		JÕONESTAS	13.12.14	M.KOSE				13/ 13															
		KONTROLLIS						FAILI NIMI: 06PRO3.DWG															



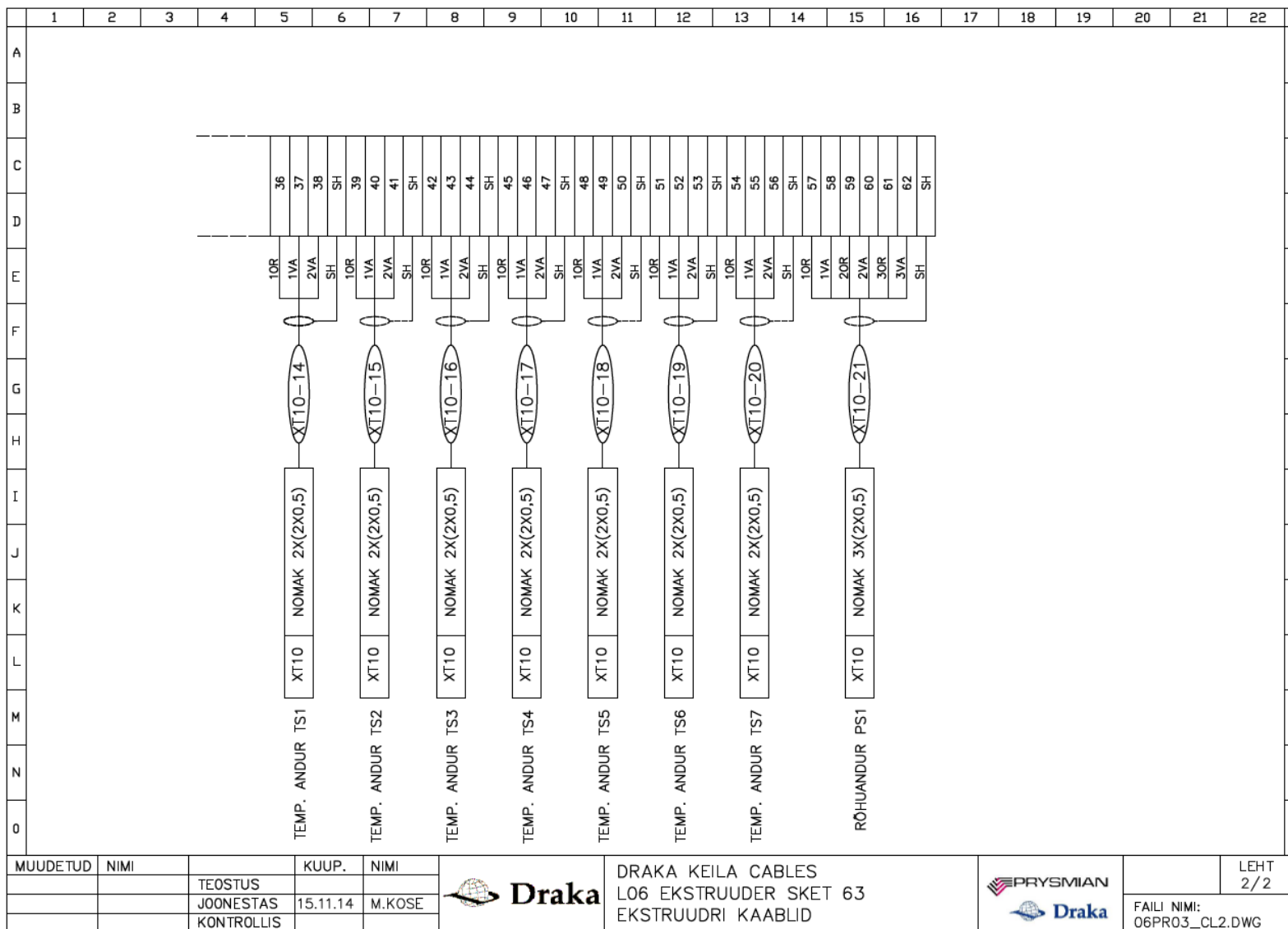
TÄHIS	KOGUS	NIMETUS	TÜÜP	TOOTJA	MÄRKUSED												
Q1	1	Pealüliti / kaitsmed 250A															
F1, F8-F9	3	Kaitseautomaat 1F C4A															
F2-F3, F7	3	Kaitseautomaat 1F C2A + abikontakt															
F4	1	Kaitseautomaat 3F C16A															
F5	1	Kaitseautomaat 1F C6A															
F6	1	Mootorikaitselüliti 1,6-2,5A+ abikont.															
F10 - F13	4	Kaitseautomaat 2F C16A + abikontakt															
F14 - F16	3	Kaitseautomaat 1F C16A + abikontakt															
F17 - F20	4	Mootorikaitselüliti 0,63-0,1A+ abikont.															
M1, M2	2	Kilbi ventilaator 230 VAC 45W	PF 43.000	Pfannenber													
S1, S2	2	Termostaat															
T1	1	Trafo 400/230 VAC, 460VA															
G1	1	Toiteplokk 24V DC 5A	DR-120-24	Mean Well													
A1	1	DC muundur	DCS401.0500	ABB													
A2	1	Profibus adapter	NPBA-12	ABB													
A3	1	Temperatuurikontroller	KS 800	PMA													
K1	1	käiviti 4kW/AC3															
K2	1	käiviti 15kW/AC3															
K3	1	käiviti 95kW/AC3															
K4-K7	4	IO rele	38.51.7.024.0050	Finder													
V1 - V7	7	Kontaktivaba rele 45A 480V	CMRD4845	Crydom													
V8 - V11	4	Sujuvkäiviti	ELR H5-I-SC-24DC/500AC-2	Phoenix Contact													
L1	1	Drossel	ND07	ABB													
		DIN liist															
		DIN liistu kõrgendused	1201086 BG/S	Phoenix Contact													
		Riviklemmid															
		<table border="1"> <tr> <td>Koopäev</td> <td>Nimi</td> </tr> <tr> <td>15.07.2014</td> <td>MK</td> </tr> <tr> <td>Koostas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versioon</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kinnitas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muudetud</td> <td></td> </tr> </table>	Koopäev	Nimi	15.07.2014	MK	Koostas		Versioon		Kinnitas		Muudetud		 <b>Draka</b> KEILA CABLES	DKC L06 Ekstruuder SKET 63 Kilp: XT10	Faili nimi 06PR03.DWG Leht 1/1
Koopäev	Nimi																
15.07.2014	MK																
Koostas																	
Versioon																	
Kinnitas																	
Muudetud																	



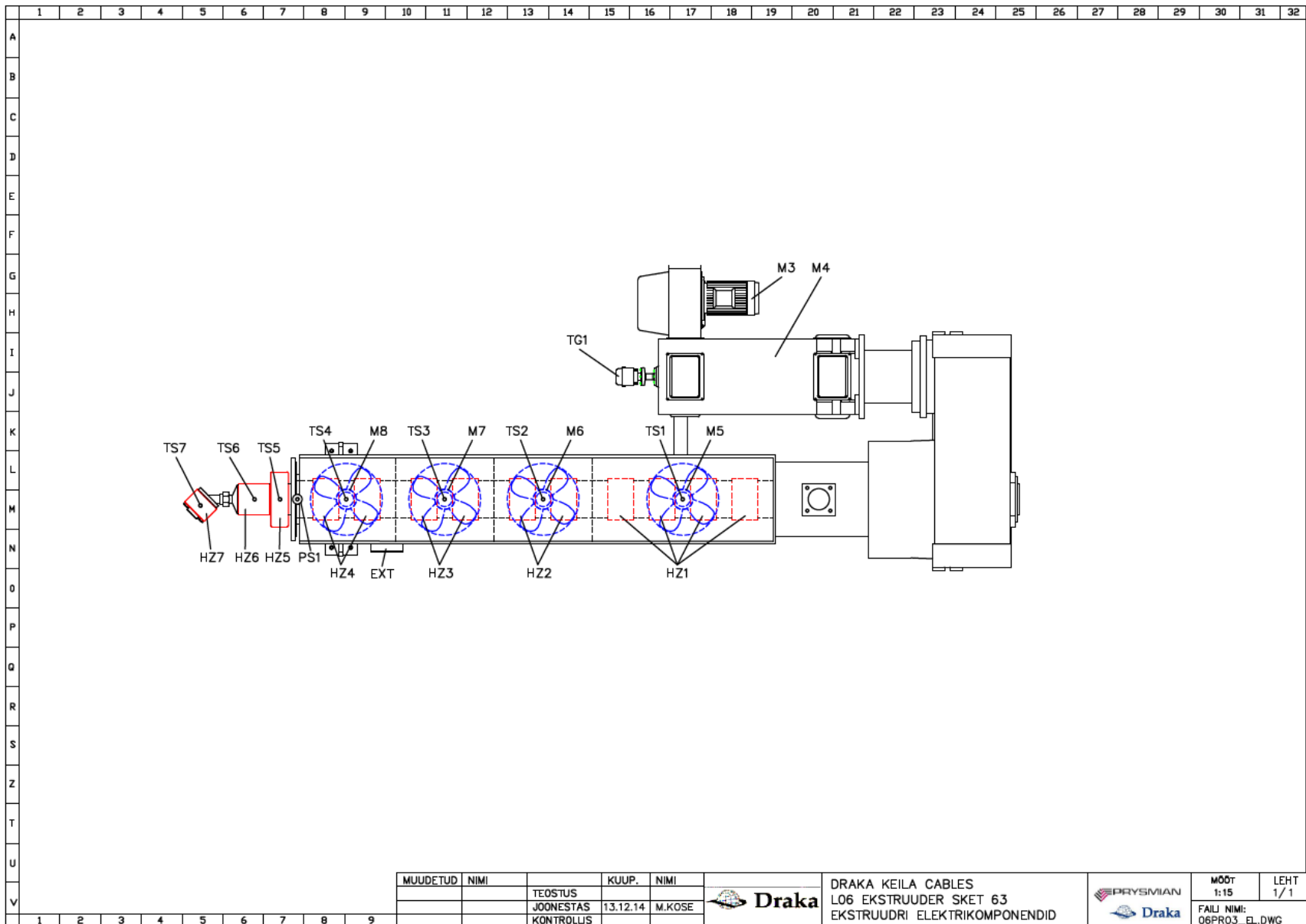








MUUDETUD	NIMI	TEOSTUS	KUUP.	NIMI		<b>DRAKA KEILA CABLES</b> L06 EKSTRUUDER SKET 63 EKSTRUUDRI KAABLID	 		LEHT 2/2
		JÕONESTAS	15.11.14	M.KOSE				FAILI NIMI: 06PR03_CL2.DWG	
		KONTROLLIS							



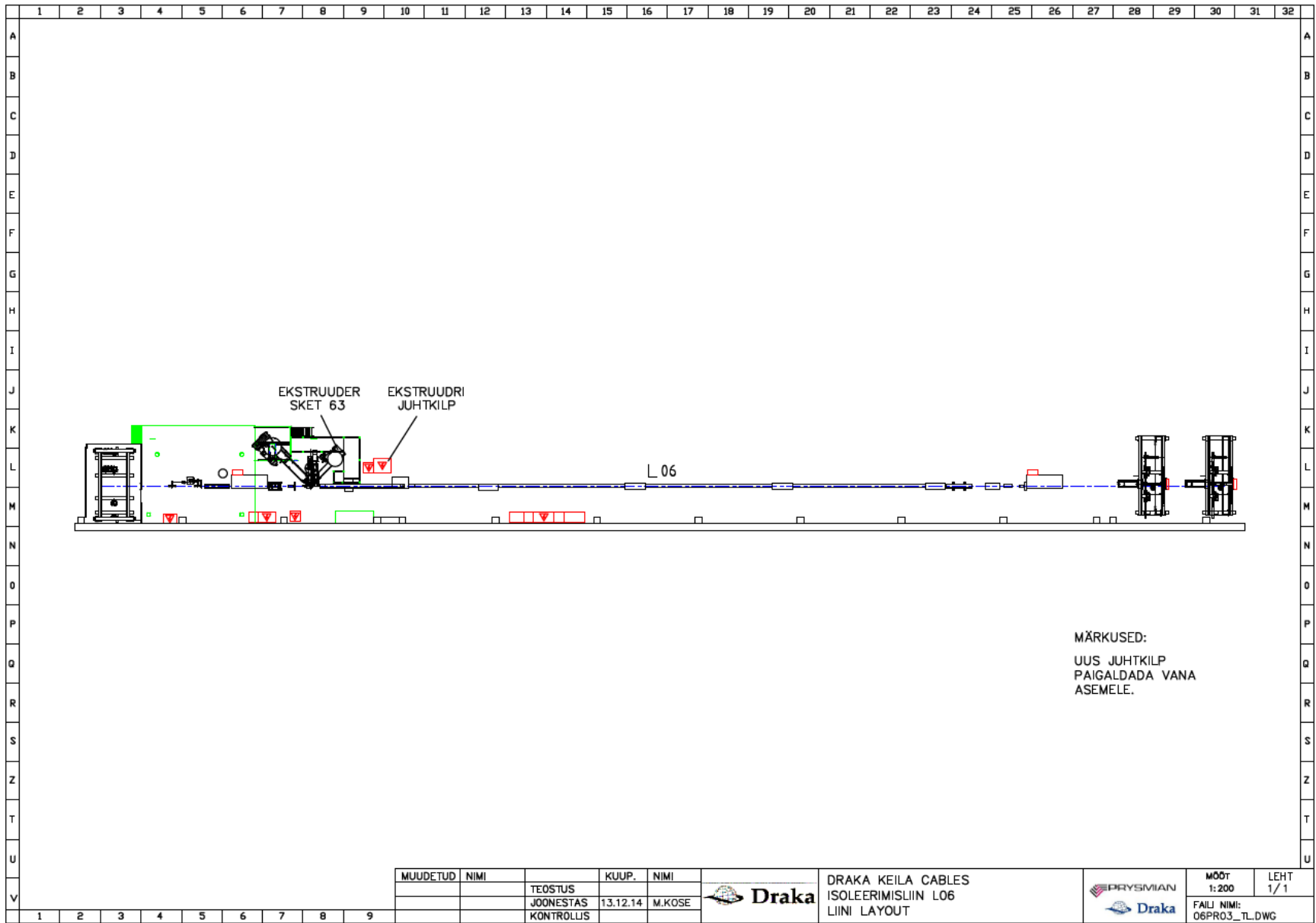
MUUDETUD	NIMI	TEOSTUS	KUUP.	NIMI
		JÕONESTAS	13.12.14	M.KOSE
		KONTROLLIS		



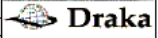
DRAKA KEILA CABLES  
 L06 EKSTRUUDER SKET 63  
 EKSTRUUDRI ELEKTRIKOMPONENDID



MÕõt	LEHT
1:15	1/1
FAILI NIMI: 06PRO3_EL.DWG	



MUDETUD	NIMI	TEOSTUS	KUUP.	NIMI
		JÕONESTAS	13.12.14	M.KOSE
		KONTROLLUS		



DRAKA KEILA CABLES  
ISOLEERIMISLIIN L06  
LIINI LAYOUT



MÕÖT 1:200  
LEHT 1/1  
FAILI NIMI: 06PRO3\_TL.DWG

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols**Sümbolite tabel.**

Uued sümbolid on märgistatud kollase värviga.

**Lisa 4****Properties of symbol table**

Name: Symbols  
 Author:  
 Comment:  
 Created on: 08/27/2014 08:52:21 AM  
 Last modified on: 12/02/2014 04:05:17 PM  
 Last filter criterion: All Symbols  
 Number of symbols: 713/713  
 Last Sorting: Address Ascending

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	OP_Clock_Blink	C 10	COUNTER	
	DB_BCA_12	DB 4	FB 4	
	Digi_pot parametrit	DB 5	DB 5	
	ExtrSpeedCorDB	DB 10	FB 10	
	Digi_pot_laskuri_ylös	DB 11	UDT 1	
	Digi_pot_laskuri_alas	DB 12	UDT 1	
	NMC120_DB	DB 13	DB 13	NMC120_DB
	Laskuri_DB	DB 16	DB 16	
	KelloOhjDB	DB 20	DB 20	
	SEND_IDB_SI_0	DB 21	FB 3	IDB for Standard FB Send Data
	halytykset	DB 30	DB 30	
	SEND_WORK_DB_SI_0	DB 40	DB 40	Send Data Work DB
	SEND_SRC_DB_SI_0	DB 42	DB 42	Send Data Source DB
	ZUMBACH_PRODUCT_DB	DB 50	DB 50	Product DB for Zumbach devices
	SPARK_CONF_DB	DB 52	DB 52	Spark Tester Configuration DB
	SPARKS_DB	DB 53	DB 53	Spark Tester sparks DB
	DB/OP Paneli	DB 54	DB 54	
	Led_assign	DB 56	DB 56	
	Data_Mail_Box	DB 60	DB 60	
	Keyb_assignment	DB 65	DB 65	
	Led_assignment	DB 66	DB 66	
	commInterfaceDB	DB 92	DB 92	Comm: Interface DB (integr. DB - 342-5)
	globalParamDB	DB 99	DB 99	
	Linja_DB	DB 100	DB 100	
	Puristin_1_DB	DB 101	DB 101	
	<b>Skin Ext DB</b>	<b>DB 102</b>	<b>DB 102</b>	
	Stripe Ext DB	DB 103	DB 103	
	Aukipuolaajan parametrit	DB 172	DB 172	
	VO_1_DB	DB 175	DB 175	
	VO_2_DB	DB 176	DB 176	
	<b>Ext2 drive DB</b>	<b>DB 179</b>	<b>DB 179</b>	
	Ext3 drive DB	DB 180	DB 180	
	mipanFI_Send_box	DB 190	DB 190	
	ZUMBACH_PROD_LIST	DB 255	DB 255	
	ProductReceiptDB	DB 260	DB 260	
	S_SEND_SI	FB 3	FB 3	Standard FB Send Data
	FB_BCA_12	FB 4	FB 4	

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	ExtruderSpeedCorrection	FB 10	FB 10	
	CNT_CTRL	FC 0	FC 0	Control counter module FM 350-1/450-1
	Linja	FC 1	FC 1	Linjan valmistelu, käynnistys ja hidasnopeus
	Apulaitteet	FC 2	FC 2	
	Vetolaitteet	FC 3	FC 3	
	Analogiat	FC 5	FC 5	
	Aukipuolaajan ajo	FC 7	FC 7	
	VOtopuolaajat	FC 8	FC 8	
	Pur_1_ohjaus	FC 11	FC 11	Pääpuristimen ohjaus
	<b>Extruder 2 control</b>	<b>FC 12</b>	<b>FC 12</b>	
	Pur_3_ohjaus	FC 14	FC 14	
	Kello-ohjaus	FC 20	FC 20	
	SEND_SI_0	FC 21	FC 21	Send Data
	Send data convert	FC 23	FC 23	Double Integer to String
	Häiriöt	FC 30	FC 30	
	Häiriöiden vaikutus	FC 32	FC 32	
	Kuittaukset	FC 33	FC 33	
	Etsi vika	FC 34	FC 34	
	SPARK_FC	FC 51	FC 51	Spark Tester FC
	ACS600 control	FC 70	FC 70	
	Aukirullaimen ohjain	FC 71	FC 71	
	DCS400 control	FC 80	FC 80	
	Kt_laskurit	FC 87	FC 87	
	Pituuslaskurit	FC 88	FC 88	
	VL_kireys	FC 89	FC 89	
	Bit Shift Register	FC 90	FC 90	Bit shift register
	DATE and TOD to DT	FC 91	FC 91	Date and TOD to DT
	GE_DT	FC 92	FC 92	Greater or Equal DT
	Extruders Heatin Control	FC 100	FC 100	
	<b>Sket Extr KS800</b>	<b>FC 102</b>	<b>FC 102</b>	
	Stripe Extr KS800	FC 103	FC 103	
	Scale values	FC 107	FC 107	
	ohjeen_valinta_rampille	FC 112	FC 112	
	Read analog inputs S7	FC 140	FC 140	
	Analogia_Kirj_S7	FC 141	FC 141	
	Esivalinta	FC 180	FC 180	
	Purist_ohje_valinta	FC 181	FC 181	
	Limits supervision	FC 182	FC 182	
	Download_OK	FC 184	FC 184	
	Digi_potikat	FC 192	FC 192	
	Digi_pot paivitys	FC 193	FC 193	
	Usea_poti	FC 194	FC 194	
	Real_MiganFI_Muunnos	FC 195	FC 195	
	Kiikku	FC 201	FC 201	
	Granulate loader	FC 250	FC 250	
	Display	FC 251	FC 251	
	RTPI	FC 260	FC 260	

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	E0.0	I 0.0	BOOL	Emergency stop
	XT1_yl_häir	I 0.1	BOOL	XT1 kaapin yleishäiriö
	XT1_MK_F21	I 0.2	BOOL	
	XT1_TP_F22	I 0.3	BOOL	
	XT1_VP_F23	I 0.4	BOOL	
	XT3_yleishäiriö	I 0.5	BOOL	Mittalaitekaappi
	Läpilyönti	I 0.6	BOOL	
	Videojet häl	I 0.7	BOOL	
	XT2_OviPuhallin	I 1.0	BOOL	
	I1.1	I 1.1	BOOL	Laskuri 1:n pulssi 5/metri
	E1.2	I 1.2	BOOL	1 pulssi / metri
	XT4_MP125 HÄIRIÖ	I 1.3	BOOL	
	XT4_F8	I 1.4	BOOL	
	XT4_PUR_YLIP	I 1.5	BOOL	
	I1.6	I 1.6	BOOL	Vara
	XT4, VARALLA	I 1.7	BOOL	
	XT6_F2F4F5	I 2.0	BOOL	
	XT6_F7	I 2.1	BOOL	
	XT6_F6	I 2.2	BOOL	
	Conveyor_OutletFlap	I 2.3	BOOL	
	VARA2	I 2.4	BOOL	
	VARA3	I 2.5	BOOL	
	VARA4	I 2.6	BOOL	
	XT6_Drive_Alarm	I 2.7	BOOL	
	E3.0	I 3.0	BOOL	VL1 ryömintä taakse
	I3.1	I 3.1	BOOL	Pressi NMC120 Plasticolori nivoo andur
	I3.2	I 3.2	BOOL	Väriannostelija 2 häiriö
	E3.3	I 3.3	BOOL	Vetolaite 1 hihnat on kiinni
	E3.4	I 3.4	BOOL	Pressi Sket63 Plasticolor Nivoo Alarm
	E3.5	I 3.5	BOOL	Pressi BMA45 Plasticolori nivoo andur
	I 3.6	I 3.6	BOOL	Pressi BMA45 Pöhimassi nivoo andur
	I3.7	I 3.7	BOOL	MP120 Fatal error
	Sikora DO1	I 4.0	BOOL	Sikora general alarm
	Sikora DO2	I 4.1	BOOL	Wall thicknes out of tolerance
	Maillefer_Alarms	I 4.2	BOOL	
	I5.1	I 5.1	BOOL	BYPASS-venttiili auki tai kiinni??
	I5.2	I 5.2	BOOL	BMA45 Plasticolor massa-anturi
	E5.3	I 5.3	BOOL	VL2 hihnat on kiinni
	E5.4	I 5.4	BOOL	Valmistelu päälle PN
	E5.5	I 5.5	BOOL	Hidasajo - nappi
	E5.6	I 5.6	BOOL	Linja käyntiin-nappi
	E5.7	I 5.7	BOOL	Linja seis - nappi
	E6.0	I 6.0	BOOL	Pur1 käyntiin-painike
	E6.1	I 6.1	BOOL	Pur1 seis-painike
	E6.2	I 6.2	BOOL	Skin ext START button
	E6.3	I 6.3	BOOL	Skin ext STOP button
	E6.4	I 6.4	BOOL	Kuittausnappi

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	E6.5	I 6.5	BOOL	VL1 tippi eteen nuppi
	E6.6	I 6.6	BOOL	VL1 tippi taakse nuppi
	I6.7	I 6.7	BOOL	Stripe ext käyntiin-painike
	I7.0	I 7.0	BOOL	Stripe ext stop buton
	E7.1	I 7.1	BOOL	Linja tippi eteen
	E7.2	I 7.2	BOOL	Linja tippi taakse
	E7.3	I 7.3	BOOL	VL2 tippi eteen nupista
	I7.4	I 7.4	BOOL	VL2 tippi taakse nupista
	E7.5	I 7.5	BOOL	XT2.1 S17 VARA
	E7.6	I 7.6	BOOL	Extruders separate(0) / Syncro(1) modeswitch
	E7.7	I 7.7	BOOL	Vo-puolaajan 1 käynnistyspainike
	E8.0	I 8.0	BOOL	Vasen pinoli, PN vasen lasku
	E8.1	I 8.1	BOOL	Vasen pinoli, PN vasen nosto
	E8.2	I 8.2	BOOL	Vasen pinoli, PN molemmat lasku
	E8.3	I 8.3	BOOL	Vasen pinoli, PN molemmat nosto
	E9.0	I 9.0	BOOL	XT9: Vara
	E9.1	I 9.1	BOOL	XT9: Vara
	E9.2	I 9.2	BOOL	XT9: Vara
	E9.3	I 9.3	BOOL	XT9: Vara
	E10.0	I 10.0	BOOL	Oikea pinoli, PN oikea lasku
	E10.1	I 10.1	BOOL	Oikea pinoli, PN oikea nosto
	E10.2	I 10.2	BOOL	Oikea pinoli, PN oikea siirto <<<
	E10.3	I 10.3	BOOL	Oikea pinoli, PN oikea siirto >>>
	E11.0	I 11.0	BOOL	Ryömintä eteen
	E11.1	I 11.1	BOOL	Ryömintä taakse
	E11.2	I 11.2	BOOL	Puolaaja päälle
	E11.3	I 11.3	BOOL	Puolaaja seis vasemmasta pinolista
	E12.0	I 12.0	BOOL	Vasen pinoli, yläraja
	E12.1	I 12.1	BOOL	Vasen pinoli, alaraja
	E12.2	I 12.2	BOOL	Vasen pinoli, vasen raja
	E12.3	I 12.3	BOOL	Vasen pinoli, oikea raja
	E13.0	I 13.0	BOOL	Oikea pinoli, yläraja
	E13.1	I 13.1	BOOL	Oikea pinoli, alaraja
	E13.2	I 13.2	BOOL	Oikea pinoli, vasen raja
	E13.3	I 13.3	BOOL	Oikea pinoli, oikea raja
	VO_F2F5A4	I 14.0	BOOL	
	VO_F6F7F8F9	I 14.1	BOOL	
	E14.2	I 14.2	BOOL	Puolaaja seis oikeasta pinolista
	PUOL1_HÄIRIÖ	I 16.2	BOOL	
	PUOL2_HÄIRIÖ	I 16.3	BOOL	
	SKIN1_HÄIRIÖ	I 17.1	BOOL	
	E19.0	I 19.0	BOOL	Pur.3. lämmityksen suojat
	E19.1	I 19.1	BOOL	Pur.3. jäähdytyspuhaltimien suojat
	E20.0	I 20.0	BOOL	Yliämpö pur.3. vyöhykkeessä Z1
	E20.4	I 20.4	BOOL	Anturikatkos pur.3. vyöhykkeessä Z1
	I21.6	I 21.6	BOOL	Puristin3_V1_lämmitys päällä
	I21.7	I 21.7	BOOL	Puristin3_V1_jäähdytys päällä

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	E22.0	I 22.0	BOOL	Ylilämpö pur.3. vyöhykkeessä Z2
	E22.4	I 22.4	BOOL	Anturikatkos pur.3. vyöhykkeessä Z2
	I23.6	I 23.6	BOOL	Puristin3_V2_lämmitys päällä
	I23.7	I 23.7	BOOL	Puristin3_V2_jäähdytys päällä
	E24.0	I 24.0	BOOL	Ylilämpö pur.3. vyöhykkeessä Z3
	E24.4	I 24.4	BOOL	Anturikatkos pur.3. vyöhykkeessä Z3
	I25.6	I 25.6	BOOL	Puristin3_V3_lämmitys päällä
	I25.7	I 25.7	BOOL	Puristin3_V3_jäähdytys päällä
	E26.0	I 26.0	BOOL	Ylilämpö pur.3. vyöhykkeessä Z4
	E26.4	I 26.4	BOOL	Anturikatkos pur.3. vyöhykkeessä Z4
	I27.6	I 27.6	BOOL	Puristin3_V4_lämmitys päällä
	I27.7	I 27.7	BOOL	Puristin3_V4_jäähdytys päällä
	E28.0	I 28.0	BOOL	Ylilämpö pur.3. vyöhykkeessä Z5
	E28.4	I 28.4	BOOL	Anturikatkos pur.3. vyöhykkeessä Z5
	I29.6	I 29.6	BOOL	Puristin3_V5_lämmitys päällä
	I29.7	I 29.7	BOOL	Puristin3_V5_jäähdytys päällä
	E30.0	I 30.0	BOOL	Ylilämpö pur.3. vyöhykkeessä Z6
	E30.4	I 30.4	BOOL	Anturikatkos pur.3. vyöhykkeessä Z6
	I31.6	I 31.6	BOOL	Puristin3_V6_lämmitys päällä
	E32.0	I 32.0	BOOL	Ylilämpö pur.3. vyöhykkeessä Z7
	E32.4	I 32.4	BOOL	Anturikatkos pur.3. vyöhykkeessä Z7
	I33.6	I 33.6	BOOL	Puristin3_V7_lämmitys päällä
	I34.0	I 34.0	BOOL	Ylilämpö pur.3. vyöhykkeessä Z8
	I34.4	I 34.4	BOOL	Anturikatkos pur.3. vyöhykkeessä Z8
	I35.6	I 35.6	BOOL	Puristin3_V8_lämmitys päällä
	E36.0	I 36.0	BOOL	AP vaihde 1
	E36.1	I 36.1	BOOL	AP vaihde 2
	E36.2	I 36.2	BOOL	AP vaihde 3
	E36.3	I 36.3	BOOL	AP vaihde 4
	E37.0	I 37.0	BOOL	AP vaihde 5
	E38.0	I 38.0	BOOL	Vasen pinoli, PN vasen siirto <<<
	E38.1	I 38.1	BOOL	Vasen pinoli, PN vasen siirto >>>
	E38.2	I 38.2	BOOL	Vasen pinoli, PN siirto erilleen
	E38.3	I 38.3	BOOL	Vasen pinoli, PN siirto yhteen
	E40.0	I 40.0	BOOL	Vo-puolaajan 1 pysäytyspainike
	E40.1	I 40.1	BOOL	Vo-puolaajan 2 käynnistyspainike
	E40.2	I 40.2	BOOL	Vo-puolaajan 2 pysäytyspainike
	E40.3	I 40.3	BOOL	Pituusmittarin nollauspainike
	E40.4	I 40.4	BOOL	Erä-/kokonaispituusmitan valinta
	E40.5	I 40.5	BOOL	Linjanopeuspotikkaa käännetään tieto
	E40.6	I 40.6	BOOL	MP125 potikkaa käännetään tieto
	I40.7	I 40.7	BOOL	NMC120 EXTRUDER WARNING FAULT
	I41.0	I 41.0	BOOL	NMC120 EXTRUDER MINOR FAULT
	I41.1	I 41.1	BOOL	NMC120 EXTRUDER MAJOR FAULT
	I 41.2	I 41.2	BOOL	
	inDigPotCcw	I 41.3	BOOL	
	inDigPotCw	I 41.4	BOOL	



Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	Ettev_2vedaja_juures	I 41.5	BOOL	
	Töö_Nupp_2vedaja_juures	I 41.7	BOOL	
	Andur_Sket63_sisendtorus	I 42.1	BOOL	
	NMC120_väike_imur_alarm	I 42.2	BOOL	
	XT10 General Fault	I 101.0	BOOL	
	Sket CoolingFanFault	I 101.1	BOOL	
	Heating Supply Fault	I 101.2	BOOL	.
	Cooling Supply Fault	I 101.3	BOOL	.
	Z1 overtemp Fault	I 102.0	BOOL	.
	Z1 Sensor Fault	I 102.4	BOOL	.
	Z2 overtemp Fault	I 104.0	BOOL	.
	Z2 Sensor Fault	I 104.4	BOOL	.
	Z3 overtemp Fault	I 106.0	BOOL	.
	Z3 Sensor Fault	I 106.4	BOOL	.
	Z4 overtemp Fault	I 108.0	BOOL	.
	Z4 Sensor Fault	I 108.4	BOOL	.
	Z5 overtemp Fault	I 110.0	BOOL	.
	Z5 Sensor Fault	I 110.4	BOOL	.
	Z6 overtemp Fault	I 112.0	BOOL	.
	Z6 Sensor Fault	I 112.4	BOOL	.
	Z7 overtemp Fault	I 114.0	BOOL	.
	Z7 Sensor Fault	I 114.4	BOOL	.
	False	M 0.0	BOOL	"Aina nolla"-merkkeri
	true	M 0.1	BOOL	Aina yksi-merkkeri
	M3.0	M 3.0	BOOL	Apumerkkeri
	M3.1	M 3.1	BOOL	Apumerkkeri
	M3.2	M 3.2	BOOL	Ajastettu lämmitys loppuu
	M5.0	M 5.0	BOOL	VL1 ryömintä eteen
	M5.1	M 5.1	BOOL	VL1 ryömintä taakse
	M5.2	M 5.2	BOOL	VL2 ryömintä eteen
	M5.3	M 5.3	BOOL	VL2 ryömintä taakse
	M5.4	M 5.4	BOOL	VL1 käytön rele 1
	M5.5	M 5.5	BOOL	VL1 käytön rele 2
	M5.6	M 5.6	BOOL	VL1 moottorin puhallin
	M5.7	M 5.7	BOOL	VL1 käyttö käynnissä
	M6.0	M 6.0	BOOL	Häiriö VL1 käytössä
	M6.1	M 6.1	BOOL	Häiriö VL1 NPBA<-->Käyttö liikenteessä
	M6.2	M 6.2	BOOL	VL1 käytön tulo DI1 (ryömintä eteen)
	M6.3	M 6.3	BOOL	VL1 käytön tulo DI-2
	M6.4	M 6.4	BOOL	VL1 käytön tulo DI-3
	M6.5	M 6.5	BOOL	VL1 käytön tulo DI-4
	M6.6	M 6.6	BOOL	VL1 käytön tulo DI-5
	M6.7	M 6.7	BOOL	VL1 käytön tulo DI-6
	M7.0	M 7.0	BOOL	VL2 käytön Rele 1
	M7.1	M 7.1	BOOL	VL2 moottorin puhallin
	M7.2	M 7.2	BOOL	VL2 käytön Rele 3
	M7.3	M 7.3	BOOL	VL 2 käyttö käynnissä

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	M7.4	M 7.4	BOOL	Häiriö VL2 käytössä
	M7.5	M 7.5	BOOL	Häiriö NPBA<-->Käyttö liikenteessä
	M7.6	M 7.6	BOOL	VL2 käytön DI-1 (ryömintä)
	M7.7	M 7.7	BOOL	VL2 käytön DI-2
	M8.0	M 8.0	BOOL	VL2 käytön DI-3
	M8.1	M 8.1	BOOL	VL2 käytön DI-4
	M8.2	M 8.2	BOOL	VL2 käytön DI-5
	M8.3	M 8.3	BOOL	VL2 käytön DI-6
	M10.0	M 10.0	BOOL	Hätäpysäytys (1=OK 0=pysäytys)
	M10.1	M 10.1	BOOL	Valmistelunappia painettu
	M10.3	M 10.3	BOOL	Valmistelu päälle pulssi
	M10.4	M 10.4	BOOL	Valmistelu päälle ("Heti")
	M11.0	M 11.0	BOOL	Valmistelu pois häiriöstä
	M11.1	M 11.1	BOOL	Valmistelu päälle/pois pulssit
	M11.2	M 11.2	BOOL	Valmistelu valittu
	M11.3	M 11.3	BOOL	Preparation ON
	M11.4	M 11.4	BOOL	Linjan nopeus (rampin lähtö) > rajanopeus
	M11.6	M 11.6	BOOL	Linja käy ja vetolaitt. nopeus > rajanopeus
	M12.0	M 12.0	BOOL	"Linja käy ja nopeus > rajanopeus" - pulssi
	M12.1	M 12.1	BOOL	Lupa pysäyttää rampilla
	M12.2	M 12.2	BOOL	Linjan käynnistys
	M12.3	M 12.3	BOOL	Linja käy
	M12.4	M 12.4	BOOL	"Linja pysähtynyt" - pulssi
	M12.6	M 12.6	BOOL	Hidasnopeusnappia painettu
	M12.7	M 12.7	BOOL	Hidasnopeus päällä
	M13.0	M 13.0	BOOL	"Linja käynnistynyt" - pulssi
	M13.1	M 13.1	BOOL	Apumerkkeri hidasnop.pulssi
	M14.0	M 14.0	BOOL	BMA45 vyo. 7 ja 8 yli lämpörajan.
	M14.1	M 14.1	BOOL	BYPASS-venttiilin asennon osoitus ajon aikana
	M15.0	M 15.0	BOOL	Linjanopeudeksi valittu 0-40m/min
	M15.1	M 15.1	BOOL	Linjanopeudeksi valittu 0-80m/min
	M15.2	M 15.2	BOOL	Linjanopeudeksi valittu 0-165m/min
	M15.3	M 15.3	BOOL	Linjanopeudeksi valittu 0-270m/min
	M17.0	M 17.0	BOOL	Paravirhe
	M20.3	M 20.3	BOOL	Aukipuolaaja käy
	M20.4	M 20.4	BOOL	Vika aukipuolaan käytössä
	M20.5	M 20.5	BOOL	Vikaa aukipuolaajan käyttö<-->NBPAliikenteessä
	M21.4	M 21.4	BOOL	Aukipuolaajan päällä
	M22.4	M 22.4	BOOL	CPU käynnistynyt häiriökuittauksille
	M23.0	M 23.0	BOOL	AP tippi eteen
	M23.1	M 23.1	BOOL	AP tippi taakse
	M24.0	M 24.0	BOOL	Puristimen esilämmitys
	M24.1	M 24.1	BOOL	Pur.3. lämmitys päälle käsky
	M24.2	M 24.2	BOOL	Lämmityksen ohjaus
	M24.5	M 24.5	BOOL	Vikaa puristin 3 lämmityksessä
	M25.0	M 25.0	BOOL	Kaikkien lämpöjen odotuslämmöt valittu
	M29.0	M 29.0	BOOL	Majakka päällä

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	M29.1	M 29.1	BOOL	Apumerkkeri (kuitti pulssi)
	M29.2	M 29.2	BOOL	Kuittausnapin pulssi
	M29.3	M 29.3	BOOL	Hälytysmajakka (tarvittaessa)
	M29.4	M 29.4	BOOL	VL1 hihnat auki/kiinni 1=kiinni
	M29.5	M 29.5	BOOL	VL1 hihnat apumerkkeri
	M29.6	M 29.6	BOOL	VL2 hihnat auki / kiinni
	M29.7	M 29.7	BOOL	VL2 hihnat apumerkkeri
	M30.0	M 30.0	BOOL	Uusi vika löytyi
	M30.1	M 30.1	BOOL	Häiriötä on
	M32.0	M 32.0	BOOL	Hätäpysäyttävät häiriöyhteensä
	M32.1	M 32.1	BOOL	Valmistelun estävät häiriöyhteensä
	M32.2	M 32.2	BOOL	Käynnin estävät häiriöt yhteensä
	M32.4	M 32.4	BOOL	Pur1 seis häiriöstä yhteisajolla
	M33.0	M 33.0	BOOL	VO1 rele1
	M33.1	M 33.1	BOOL	VO1 rele2
	M33.2	M 33.2	BOOL	VO1 rele2
	M33.3	M 33.3	BOOL	VO1 käy
	M33.4	M 33.4	BOOL	VO1 vika
	M33.5	M 33.5	BOOL	VO1 DDCS
	M33.6	M 33.6	BOOL	VO1 DI1
	M33.7	M 33.7	BOOL	VO1 DI2
	M34.0	M 34.0	BOOL	VO1 DI3
	M34.1	M 34.1	BOOL	VO1 DI4
	M34.2	M 34.2	BOOL	VO1 DI5
	M34.3	M 34.3	BOOL	VO1 DI6
	M34.4	M 34.4	BOOL	VO2 rele1
	M34.5	M 34.5	BOOL	VO2 rele2
	M34.6	M 34.6	BOOL	VO2 rele3
	M34.7	M 34.7	BOOL	VO2 käy
	M35.0	M 35.0	BOOL	VO2 vika
	M35.1	M 35.1	BOOL	VO2 DDCS
	M35.2	M 35.2	BOOL	VO2 DI1
	M35.3	M 35.3	BOOL	VO2 DI2
	M35.4	M 35.4	BOOL	VO2 DI3
	M35.5	M 35.5	BOOL	VO2 DI4
	M35.6	M 35.6	BOOL	VO2 DI5
	M35.7	M 35.7	BOOL	VO2 DI6
	M36.0	M 36.0	BOOL	BYPASS-vettilin kiinni/auki
	M36.1	M 36.1	BOOL	Tyhjiöpumppu päällä
	M36.2	M 36.2	BOOL	Conveior ON/OFF
	M36.3	M 36.3	BOOL	Puristimien esilämmitys päälle
	M40.0	M 40.0	BOOL	Aukipuolaaja vaihdebitti 1
	M40.1	M 40.1	BOOL	Aukipuolaaja vaihdebitti 2
	M40.2	M 40.2	BOOL	Aukipuolaaja vaihdebitti 3
	M41.0	M 41.0	BOOL	V2
	M41.1	M 41.1	BOOL	V3
	M41.2	M 41.2	BOOL	V4

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	M41.3	M 41.3	BOOL	V5
	M41.4	M 41.4	BOOL	V6
	M42.0	M 42.0	BOOL	Laskurin pulssi-merkki
	M42.1	M 42.1	BOOL	Laskurin pulssi
	M42.2	M 42.2	BOOL	Pulssi suurnäytölle (1/m)
	M42.3	M 42.3	BOOL	Laskurin reset-merkki
	M42.4	M 42.4	BOOL	Suurnäytön nollauspulssi
	M45.0	M 45.0	BOOL	Apumerkki
	M45.1	M 45.1	BOOL	Digi_pot laskenta käy
	M45.2	M 45.2	BOOL	
	M45.3	M 45.3	BOOL	
	M46.0	M 46.0	BOOL	Digi_pot "ylös" SW-gate
	M48.0	M 48.0	BOOL	Digi_pot "alas" SW-gate
	M50.0	M 50.0	BOOL	VL1 kt_lask apumerkki
	M50.1	M 50.1	BOOL	VL2 kt_lask apumerkki
	M50.2	M 50.2	BOOL	Aukipuolaaja kt laskuri
	M50.3	M 50.3	BOOL	MP125 käyttötunnit
	M50.4	M 50.4	BOOL	Skin 1 käyttötunnit
	M50.5	M 50.5	BOOL	VO puolaaja 1 käyttötunnit
	M50.6	M 50.6	BOOL	VO 2 käyttötunnit
	M50.7	M 50.7	BOOL	PMA45 käyttötunnit, apumerkki
	M55.5	M 55.5	BOOL	Lämmitys päällekello-ohjauksesta
	M60.0	M 60.0	BOOL	Vetolaitteiden vaihteet sallivat linjan käynnistyksen
	M60.1	M 60.1	BOOL	Aukipuolaajassa oikeavaihte
	M70.0	M 70.0	BOOL	Ajonopeuden asetuksen näyttö
	M70.1	M 70.1	BOOL	Hidas-ajonopeuden asetuksen näyttö
	M70.2	M 70.2	BOOL	Linjanopeuden olon näyttö
	EnableExtruderCorrection	M 72.0	BOOL	From OP
	SikoraCom	M 72.2	BOOL	1=OK
	M83.0	M 83.0	BOOL	Puristimen virtaraja 1
	M83.1	M 83.1	BOOL	Puristimen virtaraja 2
	M86.0	M 86.0	BOOL	Puristin 1 yhteisajolla
	M86.2	M 86.2	BOOL	Pur1 seis yhteisajolla
	M86.3	M 86.3	BOOL	Pur1 käyntiin käsky
	M86.4	M 86.4	BOOL	Puristin 1 käy yli max.kierrosten
	M86.5	M 86.5	BOOL	Vikaa puristin 1 käytössä
	M86.6	M 86.6	BOOL	
	M87.0	M 87.0	BOOL	Skin ext ON bit
	M87.1	M 87.1	BOOL	Skin lämmitys päälle merkki
	M87.4	M 87.4	BOOL	Linjan nopeus yli vetolaitteen max nopeuden
	M88.0	M 88.0	BOOL	Stripe extruder syncro ON
	M88.1	M 88.1	BOOL	Puristin yhteisajolla
	M88.2	M 88.2	BOOL	Stripe ext käyntiin merkki
	M88.5	M 88.5	BOOL	Pur1 käytön DO-2
	M88.6	M 88.6	BOOL	Pur1 käytön DO-3
	M88.7	M 88.7	BOOL	Pur1 käytön DO-4
	M89.0	M 89.0	BOOL	Pur1 käy

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	M89.1	M 89.1	BOOL	Pur1 vika
	M89.2	M 89.2	BOOL	Pur1 vikaa NBPA<-->Käyttö
	M89.4	M 89.4	BOOL	Pur1 käytön puhalt suoja
	M89.5	M 89.5	BOOL	Pur1 käytön moot puhalt suoja
	M89.6	M 89.6	BOOL	Pur1 käytön DI-3
	M89.7	M 89.7	BOOL	Pur1 käytön DI-4
	M90.0	M 90.0	BOOL	Pur3 käytön DO-2
	M90.1	M 90.1	BOOL	Pur3 käytön DO-3
	M90.2	M 90.2	BOOL	Pur4 käytön DO-4
	M90.3	M 90.3	BOOL	Pur3 käytön puhalt suoja
	M90.4	M 90.4	BOOL	Pur3 käytön moot puhalt suoja
	M90.5	M 90.5	BOOL	Pur3 käytön DI-3
	M90.6	M 90.6	BOOL	Pur3 käytön DI-4
	M91.0	M 91.0	BOOL	Pu3 käy
	M91.1	M 91.1	BOOL	Pur3 vika
	M91.2	M 91.2	BOOL	Pur3 vikaa NBPA<-->Käyttö
	M91.3	M 91.3	BOOL	Puristimen virtaraja 1
	M91.4	M 91.4	BOOL	Puristimen virtaraja 2
	M91.5	M 91.5	BOOL	Vikaa puristimessa 3
	2. kuittauspulssi	M 99.0	BOOL	Häiriökiikun kuittaus
	M99.1	M 99.1	BOOL	1. Kuittauspulssi (majakka seis)
	M99.5	M 99.5	BOOL	ABB drive reset bit
	M99.7	M 99.7	BOOL	Paravirhe
	M100.0	M 100.0	BOOL	OP37 button "Läbilöökide nullimine"
	Spark eraldi/Koosliiniga	M 110.0	BOOL	0=koos 1=eraldi
	Spark ON OP-st	M 110.1	BOOL	
	Spark OFF OP-st	M 110.2	BOOL	
	Zumbach/Clinton	M 110.4	BOOL	
	Spark ON/OFF	M 110.5	BOOL	
	M180.0	M 180.0	BOOL	Apumerkkeri
	M180.1	M 180.1	BOOL	Apumerkkeri
	M180.2	M 180.2	BOOL	Apumerkkeri
	M180.3	M 180.3	BOOL	Apumerkkeri
	M180.4	M 180.4	BOOL	Apumerkkeri
	M180.5	M 180.5	BOOL	Apumerkkeri
	M180.6	M 180.6	BOOL	Apumerkkeri
	M180.7	M 180.7	BOOL	Apumerkkeri
	M181.0	M 181.0	BOOL	Apumerkkeri
	M181.1	M 181.1	BOOL	Apumerkkeri
	M181.2	M 181.2	BOOL	Apumerkkeri
	M181.3	M 181.3	BOOL	Apumerkkeri
	M181.4	M 181.4	BOOL	Apumerkkeri
	M181.5	M 181.5	BOOL	Apumerkkeri
	M181.6	M 181.6	BOOL	Apumerkkeri
	M181.7	M 181.7	BOOL	Apumerkkeri
	M183.0	M 183.0	BOOL	Apumerkkeri
	M183.1	M 183.1	BOOL	Apumerkkeri

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	M183.2	M 183.2	BOOL	Apumerkkeri
	M184.0	M 184.0	BOOL	Apumerkkeri
	m184.1	M 184.1	BOOL	
	m184.2	M 184.2	BOOL	
	mWrongGearSel	M 184.3	BOOL	
	mExternPayOffSelected	M 184.4	BOOL	
	M188.0	M 188.0	BOOL	Skin extruder syncro ON
	M250.6	M 250.6	BOOL	Vilkku ( CPU:n kellotavu)
	SkinExtHeatON	M 300.0	BOOL	
	StripExtHeatON	M 300.1	BOOL	
	M302.0	M 302.0	BOOL	Ext 2 Running
	M302.1	M 302.1	BOOL	Ext 2 Fault
	m302.2	M 302.2	BOOL	Ext 2 NBPA <--> Drive fault
	M303.0	M 303.0	BOOL	Ext 2 Overcurrent warning
	M303.1	M 303.1	BOOL	Ext 2 Overcurrent Fault
	Correction Percent	MD 74	REAL	%
	mPrevSetpoint	MD 202	REAL	
	mTorqSet	MD 206	REAL	
	mZeroWord	MD 210	DINT	
	Corrected Pur1 Ohje	MD 212	REAL	
	mDummyInt	MW 200	INT	
	SikoraControlerStatus	MW 216	INT	0=man 1=auto 2=hold 3=error
	MW230	MW 230	WORD	DB0...DB1
	10ms aikakesk: rampit	OB 35	OB 35	
	videojet pulssi	OB 36	OB 36	
	Time error	OB 80	OB 80	
	OB82	OB 82	OB 82	
	OBNL_FLT	OB 85	OB 85	
	RACK_FLT	OB 86	OB 86	
	Warm_restart	OB 100	OB 100	
	Hot_restart	OB 101	OB 101	
	Cold_restart	OB 102	OB 102	
	PROG_ERR	OB 121	OB 121	Programming Error
	I/O acces error	OB 122	OB 122	
	PIB44	PIB 44	BYTE	DB0
	PIB45	PIB 45	BYTE	DB1
	PIB46	PIB 46	BYTE	DB2
	PIB47	PIB 47	BYTE	DB3
	PIB48	PIB 48	BYTE	DB4
	PIB49	PIB 49	BYTE	DB5
	PIB50	PIB 50	BYTE	DB6
	PIB51	PIB 51	BYTE	DB7
	PIB52	PIB 52	BYTE	DB8
	PIB53	PIB 53	BYTE	DB9
	PIB54	PIB 54	BYTE	DB10
	PIB55	PIB 55	BYTE	DB11
	PIW512	PIW 512	WORD	Skin1 nopeuden ohjearvo

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	PIW514	PIW 514	WORD	Skin2 nopeuden ohjearvo
	PIW516	PIW 516	WORD	Nopeusero ohjearvo
	PIW518	PIW 518	WORD	Momenttirajan ohjearvo
	PIW544	PIW 544	WORD	Stripe Ext (Pur3) oloarvon luku vyöhyke 1
	PIW550	PIW 550	WORD	Stripe Ext (Pur3) oloarvon luku vyöhyke 2
	PIW556	PIW 556	WORD	Stripe Ext (Pur3) oloarvon luku vyöhyke 3
	PIW562	PIW 562	WORD	Stripe Ext (Pur3) oloarvon luku vyöhyke 4
	PIW568	PIW 568	WORD	Stripe Ext (Pur3) oloarvon luku vyöhyke 5
	PIW574	PIW 574	WORD	Stripe Ext (Pur3) oloarvon luku vyöhyke 6
	PIW580	PIW 580	WORD	Stripe Ext (Pur3) oloarvon luku vyöhyke 7
	PIW586	PIW 586	WORD	Stripe Ext (Pur3) oloarvon luku vyöhyke 8
	Z1 actual PIW	PIW 806	WORD	
	Z2 actual PIW	PIW 812	WORD	
	Z3 actual PIW	PIW 818	WORD	
	Z4 actual PIW	PIW 824	WORD	
	Z5 actual PIW	PIW 830	WORD	
	Z6 actual PIW	PIW 836	WORD	
	Z7 actual PIW	PIW 842	WORD	
	Z8 actual PIW	PIW 848	WORD	
	PQW516	PQW 516	WORD	Kireys näytölle
	PQW518	PQW 518	WORD	Linjanopeusnäyttö
	PQW520	PQW 520	WORD	Pääpuristin nopeusnäyttö
	PQW544	PQW 544	WORD	Skinpuristin (Pur3) ohjeen kirjoitus vyöhyke 1
	PQW548	PQW 548	WORD	Skinpuristin (Pur3) ohjeen kirjoitus vyöhyke 2
	PQW552	PQW 552	WORD	Skinpuristin (Pur3) ohjeen kirjoitus vyöhyke 3
	PQW556	PQW 556	WORD	Skinpuristin (Pur3) ohjeen kirjoitus vyöhyke 4
	PQW560	PQW 560	WORD	Skinpuristin (Pur3) ohjeen kirjoitus vyöhyke 5
	PQW564	PQW 564	WORD	Skinpuristin (Pur3) ohjeen kirjoitus vyöhyke 6
	PQW568	PQW 568	WORD	Skinpuristin (Pur3) ohjeen kirjoitus vyöhyke 7
	PQW572	PQW 572	WORD	Skinpuristin (Pur3) ohjeen kirjoitus vyöhyke 8
	Z1 setpoint PQW	PQW 806	WORD	
	Z2 setpoint PQW	PQW 810	WORD	
	Z3 setpoint PQW	PQW 814	WORD	
	Z4 setpoint PQW	PQW 818	WORD	
	Z5 setpoint PQW	PQW 822	WORD	
	Z6 setpoint PQW	PQW 826	WORD	
	Z7 setpoint PQW	PQW 830	WORD	
	Q0.0	Q 0.0	BOOL	Rännin veden venttiili
	Q0.1	Q 0.1	BOOL	Rännin veden venttiili
	Q0.2	Q 0.2	BOOL	Ilmakuivain
	Q0.3	Q 0.3	BOOL	BYPASS-venttiili
	Q0.4	Q 0.4	BOOL	BMA45 vaihteiston jäähdytysventtiili
	Q0.7	Q 0.7	BOOL	Pääpuristin hätä-seis releen kuittaus
	Q1.1	Q 1.1	BOOL	Tyhjiöpumppu
	Q1.2	Q 1.2	BOOL	Rännin vesipumppu
	Q1.3	Q 1.3	BOOL	Pur1 öljypumppu
	Q2.1	Q 2.1	BOOL	Plasticolor päälle

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	Q2.2	Q 2.2	BOOL	Plasticolor 2 päälle
	Q3.0	Q 3.0	BOOL	VL1 hihnat auki
	Q3.1	Q 3.1	BOOL	Tolmuimeja
	Q3.4	Q 3.4	BOOL	RTPI Lenght pulses
	Q3.5	Q 3.5	BOOL	VL2 hihnat kiinni
	A4.0	Q 4.0	BOOL	Valmistelu päällä-merkkivalo
	A4.1	Q 4.1	BOOL	"Hidasnopeus päällä" - valo
	A4.2	Q 4.2	BOOL	"Linja käynnissä"-merkkivalo
	Q4.3	Q 4.3	BOOL	Pur1 käynnissä merkkivalo
	Q4.4	Q 4.4	BOOL	Skin extr ON signal lamp
	Q4.5	Q 4.5	BOOL	Hätäseis päällä-ML
	Q4.6	Q 4.6	BOOL	Häiriö ML
	Q4.7	Q 4.7	BOOL	Puristin 3 päällä merkkilamppu
	Q5.0	Q 5.0	BOOL	
	Q5.1	Q 5.1	BOOL	Hälytysmajakka
	Q5.2	Q 5.2	BOOL	VO-puolaaja 1 käynnissä ML
	Q5.3	Q 5.3	BOOL	VO-puolaaja 2 käynnissä ML
	Q5.4	Q 5.4	BOOL	metripulssit suurnäytölle
	Q5.5	Q 5.5	BOOL	Suurnäytön nollaus
	AeglaneK_SigLamp	Q 5.6	BOOL	
	Liin Töötav sigLamp	Q 5.7	BOOL	
	Ettev_Sig_Lamp_VV2	Q 6.0	BOOL	
	Q6.2	Q 6.2	BOOL	Cooling Water Pump Control
	Clinton HV enable	Q 6.3	BOOL	
	Q7.0	Q 7.0	BOOL	Plasticolor päälle
	Q7.1	Q 7.1	BOOL	Plasticolor 2 päälle
	Zumbach_Lenght_Reset	Q 7.6	BOOL	
	Q7.7	Q 7.7	BOOL	Videojetille "kirjoita" -pulssi
	Q8.0	Q 8.0	BOOL	Vaihdetieto käytölle
	Q8.1	Q 8.1	BOOL	Vaihdetieto käytölle
	Q8.2	Q 8.2	BOOL	Vaihdetieto käytölle
	Q8.3	Q 8.3	BOOL	Puolaaja päällä ML
	Q9.0	Q 9.0	BOOL	Vasen pinoli nosto
	Q9.1	Q 9.1	BOOL	Vasen pinoli lasku
	Q9.2	Q 9.2	BOOL	Oikea pinoli nosto
	Q9.3	Q 9.3	BOOL	Oikea pinoli lasku
	Q10.0	Q 10.0	BOOL	Vasen pinoli siirto <<<
	Q10.1	Q 10.1	BOOL	Vasen pinoli siirto >>>
	Q10.2	Q 10.2	BOOL	Oikea pinoli siirto <<<
	Q10.3	Q 10.3	BOOL	Oikea pinoli siirto >>>
	Q12.0	Q 12.0	BOOL	VO-puolaaja 1 käyntiin
	Q12.1	Q 12.1	BOOL	VO_puolaaja 1 seis
	Q13.0	Q 13.0	BOOL	Skin1 käynnistys
	Q13.1	Q 13.1	BOOL	Skin1 seis
	Q13.2	Q 13.2	BOOL	Skin1 lämmitys päälle
	Q13.3	Q 13.3	BOOL	Skin1 lämmitys pois
	Q17.0	Q 17.0	BOOL	Lämmityskontaktori päälle



Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	Q19.0	Q 19.0	BOOL	Pur.3. vyöhyke 1 auto/manual 0=auto
	Q19.1	Q 19.1	BOOL	Pur.3. vyöhyke 1 on/off
	Q19.2	Q 19.2	BOOL	Pur.3. Z1 odotuslämmöt päälle
	Q21.0	Q 21.0	BOOL	Pur.3. vyöhyke 2 auto/manual 0=auto
	Q21.1	Q 21.1	BOOL	Pur.3. vyöhyke 2 on/off
	Q21.2	Q 21.2	BOOL	Pur.3. Z2 odotuslämmöt päälle
	Q23.0	Q 23.0	BOOL	Pur.3. vyöhyke 3 auto/manual 0=auto
	Q23.1	Q 23.1	BOOL	Pur.3. vyöhyke 3 on/off
	Q23.2	Q 23.2	BOOL	Pur.3. Z3 odotuslämmöt 0=on
	Q25.0	Q 25.0	BOOL	Pur.3. vyöhyke 4 auto/manual 0=auto
	Q25.1	Q 25.1	BOOL	Pur.3. vyöhyke 4 on/off
	Q25.2	Q 25.2	BOOL	Pur.3. Z4 odotuslämmöt 0=on
	Q27.0	Q 27.0	BOOL	Pur.3. vyöhyke 5 auto/manual 0=auto
	Q27.1	Q 27.1	BOOL	Pur.3. vyöhyke 5 on/off
	Q27.2	Q 27.2	BOOL	Pur.3. Z5 odotuslämmöt 0=on
	Q29.0	Q 29.0	BOOL	Pur.3. vyöhyke 6 auto/manual 0=auto
	Q29.1	Q 29.1	BOOL	Pur.3. vyöhyke 6 on/off
	Q29.2	Q 29.2	BOOL	Pur.3. Z6 odotuslämmöt 0=on
	Q31.0	Q 31.0	BOOL	Pur.3. vyöhyke 7 auto/manual 0=auto
	Q31.1	Q 31.1	BOOL	Pur.3. vyöhyke 7 on/off
	Q31.2	Q 31.2	BOOL	Pur.3. Z7 odotuslämmöt 0=on
	Q33.0	Q 33.0	BOOL	Pur.3. vyöhyke 8 auto/manual 0=auto
	Q33.1	Q 33.1	BOOL	Pur.3. vyöhyke 8 on/off
	Q33.2	Q 33.2	BOOL	Pur.3. Z8 odotuslämmöt 0=on
	Q34.0	Q 34.0	BOOL	VO-puolaaja 2 käynnistys
	Q34.1	Q 34.1	BOOL	VO-puolaaja 2 pysäytys
	Heating contactor ON	Q 103.0	BOOL	
	Z1 auto/manual	Q 105.0	BOOL	
	Z1 on/off	Q 105.1	BOOL	
	Z1 Low temp	Q 105.2	BOOL	
	Z2 auto/manual	Q 107.0	BOOL	
	Z2 on/off	Q 107.1	BOOL	
	Z2 Low temp	Q 107.2	BOOL	
	Z3 auto/manual 0=auto	Q 109.0	BOOL	
	Z3 on/off 0=on	Q 109.1	BOOL	
	Z3 Low temp	Q 109.2	BOOL	
	Z4 auto/manual 0=auto	Q 111.0	BOOL	
	Z4 on/off 0=on	Q 111.1	BOOL	
	Z4 Low temp	Q 111.2	BOOL	
	Z5 auto/manual 0=auto	Q 113.0	BOOL	
	Z5 on/off 0=on	Q 113.1	BOOL	
	Z5 Low temp	Q 113.2	BOOL	
	Z6 auto/manual 0=auto	Q 115.0	BOOL	
	Z6 on/off 0=on	Q 115.1	BOOL	
	Z6 Low temp	Q 115.2	BOOL	
	Z7 auto/manual 0=auto	Q 117.0	BOOL	
	Z7 on/off 0=on	Q 117.1	BOOL	

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	Z7 Low temp	Q 117.2	BOOL	
	Z8 auto/manual 0=auto	Q 119.0	BOOL	
	Z8 on/off 0=on	Q 119.1	BOOL	
	Z8 Low temp	Q 119.2	BOOL	
	SET_CLK	SFC 0	SFC 0	Set System Clock
	READ_CLK	SFC 1	SFC 1	Read System Clock
	DPRD_DAT	SFC 14	SFC 14	Read Consistent Data of a Standard DP Slave
	DPWR_DAT	SFC 15	SFC 15	Write Consistent Data to a Standard DP Slave
	BLKMOV	SFC 20	SFC 20	Copy Variables
	FILL	SFC 21	SFC 21	Initialize a Memory Area
	RD_LGADR	SFC 50	SFC 50	Read All Logical Addresses of a Module
	RDSYSST	SFC 51	SFC 51	Read a System Status List or Partial List
	T 10	T 10	TIMER	Puristinnopeusnäyttöjen off-delay
	T11	T 11	TIMER	Metripulssi suurnäytölle
	T 12	T 12	TIMER	Eräpituuden resetointi
	T 13	T 13	TIMER	Ajastettu lämmitys loppuu-pulssi
	T14	T 14	TIMER	Pääpuristin seis-pulssi
	T 20	T 20	TIMER	Esilämmitysajastin
	T24	T 24	TIMER	Valmistelu päälle viive
	T25	T 25	TIMER	Valmistelun viive "hätäseis" jälkeen (inuja varten)
	T26	T 26	TIMER	Varsinaisen valmistelunviive
	T30	T 30	TIMER	VL1_käyttötunnit
	T 31	T 31	TIMER	VL2_käyttötunnit
	T32	T 32	TIMER	Aukipuolaaja käyttötunnit
	T33	T 33	TIMER	MP125 käyttötunnit
	T34	T 34	TIMER	Skin 1 käyttötunnit
	T 35	T 35	TIMER	VO puolaaja 1 käyttötunnit
	T 36	T 36	TIMER	VO 2 käyttötunnit
	T37	T 37	TIMER	Aika ennen hälytystä (tässä ehkä virhekytkentä?)
	T39	T 39	TIMER	Linjanopeus-potikkaa käännetään viive
	T40	T 40	TIMER	Puristin 3 käyttötunnit
	T41	T 41	TIMER	Jäähdytysveden viive
	T42	T 42	TIMER	BMA-puristimen massanhälyn viive
	T43	T 43	TIMER	BMA45 Plasticolor hälytyksen viive
	T45	T 45	TIMER	Sket63 palsticolor hälytyksen viive
	T46	T 46	TIMER	BYPASS-venttiilin hälyn viive
	T47	T 47	TIMER	Lämmitys päälle viive
	T49	T 49	TIMER	Puristin 3 lämmitys päälle viive
	T51	T 51	TIMER	NMC120 Plasticolor 1 hälyn viive
	T52	T 52	TIMER	NMC120 Plasticolor 2 hälyn viive
	T53	T 53	TIMER	NMC120 Plasticolor 3 hälytyksen viive
	T55	T 55	TIMER	Videojet pulssi
	T60	T 60	TIMER	Puristin 1 pääkont päästöviive
	T61	T 61	TIMER	Puristin 1 käynnistyksen vetoviive
	T62	T 62	TIMER	Puristin 1 puhaltimien jälkikäynti
	T63	T 63	TIMER	"Linja pysähtynyt"-pulssi pidennettynä
	T64	T 64	TIMER	Puristin 3 pääkont päästöviive

Line\CPU 414-2 DP\S7 Program\Symbols

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	T65	T 65	TIMER	Puristin 3 käynnistyksen vetoviive
	T66	T 66	TIMER	Puristin 3 puhaltimien jälkikäynti
	T70	T 70	TIMER	Heating alarms help timer
	T80	T 80	TIMER	
	T81	T 81	TIMER	
	T82	T 82	TIMER	
	CNT_CHANType	UDT 1	UDT 1	Data type for counter channel
	ZUMBACH_UDT	UDT 50	UDT 50	UDT for cable typ data
	toTuPoUDT	UDT 94	UDT 94	
	fromTuPoUDT	UDT 95	UDT 95	
	dateUDT	UDT 116	UDT 116	
	VAT_1	VAT 1		
	ODAC_TEST	VAT 2		
	ZUMBACH_TEST	VAT 3		
	SPARK_TEST	VAT 4		
	VAT_TEST	VAT 5		
	Granulate level sensors	VAT 6		
	Sikora Com	VAT 7		
	ET200S_SI_0	VAT 8		

**DB102 - <offline> - Declaration view**

"Skin Ext DB"  
 Global data block DB 102  
**Name:** M.Kose  
**Author:** M.Kose  
**Family:** Ext  
**Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 10/29/2014 11:45:26 PM  
**Interface:** 10/29/2014 11:44:01 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00378 00146 00000

**Block: DB102**

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	SpeedRefToDrive	REAL	0.000000e+000	Speed reference for DC drive [RPM]
+4.0	ActualSpeed	REAL	0.000000e+000	Extruder actual speed [RPM]
+8.0	ActualCurrent	REAL	0.000000e+000	Extruder main motor current [A]
+12.0	Linespeed	REAL	0.000000e+000	Linespeed reference from rampFC [m/min]
+16.0	SyncSpeedCoef	REAL	0.000000e+000	Extruder syncro speed coefficient
+20.0	SeparateReference	REAL	0.000000e+000	Extruder separate speed rreference [RPM]
+24.0	SyncSpeedPresetValue	REAL	0.000000e+000	Syncro speed preset value
+28.0	Max Speed	REAL	6.000000e+001	Extruder max speed [RPM]
+32.0	OvercurrentAlarm	REAL	0.000000e+000	Main motor overcurrent warning threshold [A]
+36.0	OvercurrentFault	REAL	0.000000e+000	Main motor overcurrent fault threshold [A]
+40.0	Pressure	REAL	0.000000e+000	Melt pressure [bar]
+44.0	OverpressureWarning	REAL	0.000000e+000	Overpressure warning threshold [bar]
+48.0	OverpressureFault	REAL	0.000000e+000	Overpressure fault threshold [bar]
+52.0	SpeedRefToPlasticolor	REAL	0.000000e+000	Speed reference for Plasticolor dosing system
+56.0	ExtruderStatus	STRUCT		
+0.0	Stopped	BOOL	FALSE	Extruder stopped
+0.1	Running	BOOL	FALSE	Extruder running
+0.2	DCdriveFAULT	BOOL	FALSE	DC converter fault
+0.3	GranulateConvOFF	BOOL	FALSE	Granulate conveyor OFF
+0.4	GranulateConvON	BOOL	FALSE	Granulate conveyor ON
+0.5	GranulateConvFault	BOOL	FALSE	Granulate conveyor fault
+0.6	HeatingOFF	BOOL	FALSE	Heating Off
+0.7	LowTempHeatingON	BOOL	FALSE	Low temperature heating ON

Address	Name	Type	Initial value	Comment
+1.0	HeatingON	BOOL	FALSE	Heating ON
+1.1	HeatingFault	BOOL	FALSE	Heating Fault
+1.2	TimedHeatingON	BOOL	FALSE	Timed heating ON
+1.3	TimedHeatingWaiting	BOOL	FALSE	Timed heating waiting
=2.0		END_STRUCT		
+58.0	Z1_Set	INT	0	Zone 1 temperature setpoint [C]
+60.0	Z1_Act	INT	0	Zone 1 actual temperature [C]
+62.0	Z1_Max	INT	0	Zone 1 max temperature [C] (red column)
+64.0	Z1_Min	INT	0	Zone 1 min temperature [C] (blue column)
+66.0	Z2_Set	INT	0	Zone 2 temperature setpoint [C]
+68.0	Z2_Act	INT	0	Zone 2 actual temperature [C]
+70.0	Z2_Max	INT	0	Zone 2 max temperature [C] (red column)
+72.0	Z2_Min	INT	0	Zone 2 min temperature [C] (blue column)
+74.0	Z3_Set	INT	0	Zone 3 temperature setpoint [C]
+76.0	Z3_Act	INT	0	Zone 3 actual temperature [C]
+78.0	Z3_Max	INT	0	Zone 3 max temperature [C] (red column)
+80.0	Z3_Min	INT	0	Zone 3 min temperature [C] (blue column)
+82.0	Z4_Set	INT	0	Zone 4 temperature setpoint [C]
+84.0	Z4_Act	INT	0	Zone 4 actual temperature [C]
+86.0	Z4_Max	INT	0	Zone 4 max temperature [C] (red column)
+88.0	Z4_Min	INT	0	Zone 4 min temperature [C] (blue column)
+90.0	Z5_Set	INT	0	Zone 5 temperature setpoint [C]
+92.0	Z5_Act	INT	0	Zone 5 actual temperature [C]
+94.0	Z5_Max	INT	0	Zone 5 max temperature [C] (red column)
+96.0	Z5_Min	INT	0	Zone 5 min temperature [C] (blue column)
+98.0	Z6_Set	INT	0	Zone 6 temperature setpoint [C]
+100.0	Z6_Act	INT	0	Zone 6 actual temperature [C]
+102.0	Z6_Max	INT	0	Zone 6 max temperature [C] (red column)
+104.0	Z6_Min	INT	0	Zone 6 min temperature [C] (blue column)
+106.0	Z7_Set	INT	0	Zone 7 temperature setpoint [C]
+108.0	Z7_Act	INT	0	Zone 7 actual temperature [C]
+110.0	Z7_Max	INT	0	Zone 7 max temperature [C] (red column)
+112.0	Z7_Min	INT	0	Zone 7 min temperature [C] (blue column)
+114.0	Z8_Set	INT	0	Zone 8 temperature setpoint [C]
+116.0	Z8_Act	INT	0	Zone 8 actual temperature [C]
+118.0	Z8_Max	INT	0	Zone 8 max temperature [C] (red column)
+120.0	Z8_Min	INT	0	Zone 8 min temperature [C] (blue column)
+122.0	LowTempON	INT	0	
+124.0	Resint1	INT	0	
+126.0	Resint2	INT	0	
+128.0	Resint3	INT	0	
+130.0	Resint4	INT	0	
+132.0	Extruder Enabled	BOOL	FALSE	Extruder operation enabled
+132.1	Preheating_selected	BOOL	FALSE	Extruder selected for timed heating

Address	Name	Type	Initial value	Comment
+134.0	ActTorq	REAL	0.000000e+000	Main motor actual torque [%]
+138.0	MeltTemperature	REAL	0.000000e+000	
+142.0	Skin_Speed_pot	REAL	0.000000e+000	PIW512
=146.0		END_STRUCT		

# DB179 - <offline> - Declaration view

"Ext2 drive DB"

Global data block DB 179

**Name:** Family: ExtDB  
**Author:** M.Kose Version: 0.1  
 Block version: 2  
**Time stamp Code:** 10/26/2014 06:13:57 PM  
 Interface: 10/25/2014 01:29:07 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00238 00060 00000

**Block: DB179**

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	Control word	WORD	W#16#0	Drive control word DW1.1
+2.0	SpeedReference	INT	0	Speed reference to drive DW1.2
+4.0	Res 1	WORD	W#16#0	DW1.3
+6.0	Relay Outputs	INT	0	Relay outputs, bits 13, 14 and 15 DW3.1
+8.0	Res 2	WORD	W#16#0	DW3.2
+10.0	Res 3	WORD	W#16#0	DW3.3
+12.0	Status word	WORD	W#16#0	Drive status word DW2.1
+14.0	Speed Actual	INT	0	Drive actual speed DW2.2
+16.0	Current Actual	INT	0	Drive actual current DW2.3
+18.0	Drive Inputs	WORD	W#16#0	Digital inputs DW4.1
+20.0	Res 4	WORD	W#16#0	DW4.2
+22.0	Res 5	WORD	W#16#0	DW4.3
+24.0	Speed Ref Max	REAL	1.550000e+002	Scaled Reference max speed (rpm)
+28.0	Speed Act Max	REAL	1.550000e+002	Scaled actual max speed (rpm)
+32.0	Current max	REAL	1.400000e+002	Motor max Current(A)
+36.0	DW1 1	INT	900	Drive dataword DW1.1 adres
+38.0	DW1 2	INT	902	Drive dataword DW1.2 adres
+40.0	DW1 3	INT	904	Drive dataword DW1.3 adres
+42.0	DW3 1	INT	906	Drive dataword DW3.1 adres
+44.0	DW3 2	INT	908	Drive dataword DW3.2 adres
+46.0	DW3 3	INT	910	Drive dataword DW3.3 adres
+48.0	DW2 1	INT	900	Drive dataword DW2.1 adres
+50.0	DW2 2	INT	902	Drive dataword DW2.2 adres
+52.0	DW2 3	INT	904	Drive dataword DW2.3 adres
+54.0	DW4 1	INT	906	Drive dataword DW4.1 adres
+56.0	DW4 2	INT	908	Drive dataword DW4.2 adres
+58.0	DW4 3	INT	910	Drive dataword DW4.3 adres
=60.0		END STRUCT		

SIMATIC

L06 XT2

12/01/2014 07:35:56 PM

25\_10\_2014\Line\CPU 414-2 DP\...\FC12 - <offline>

**FC12 - <offline>**

"Extruder 2 control"

**Name:** Family: Ext  
**Author:** M.Kose Version: 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 11/30/2014 07:14:35 PM  
**Interface:** 10/25/2014 02:46:32 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00814 00660 00018

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

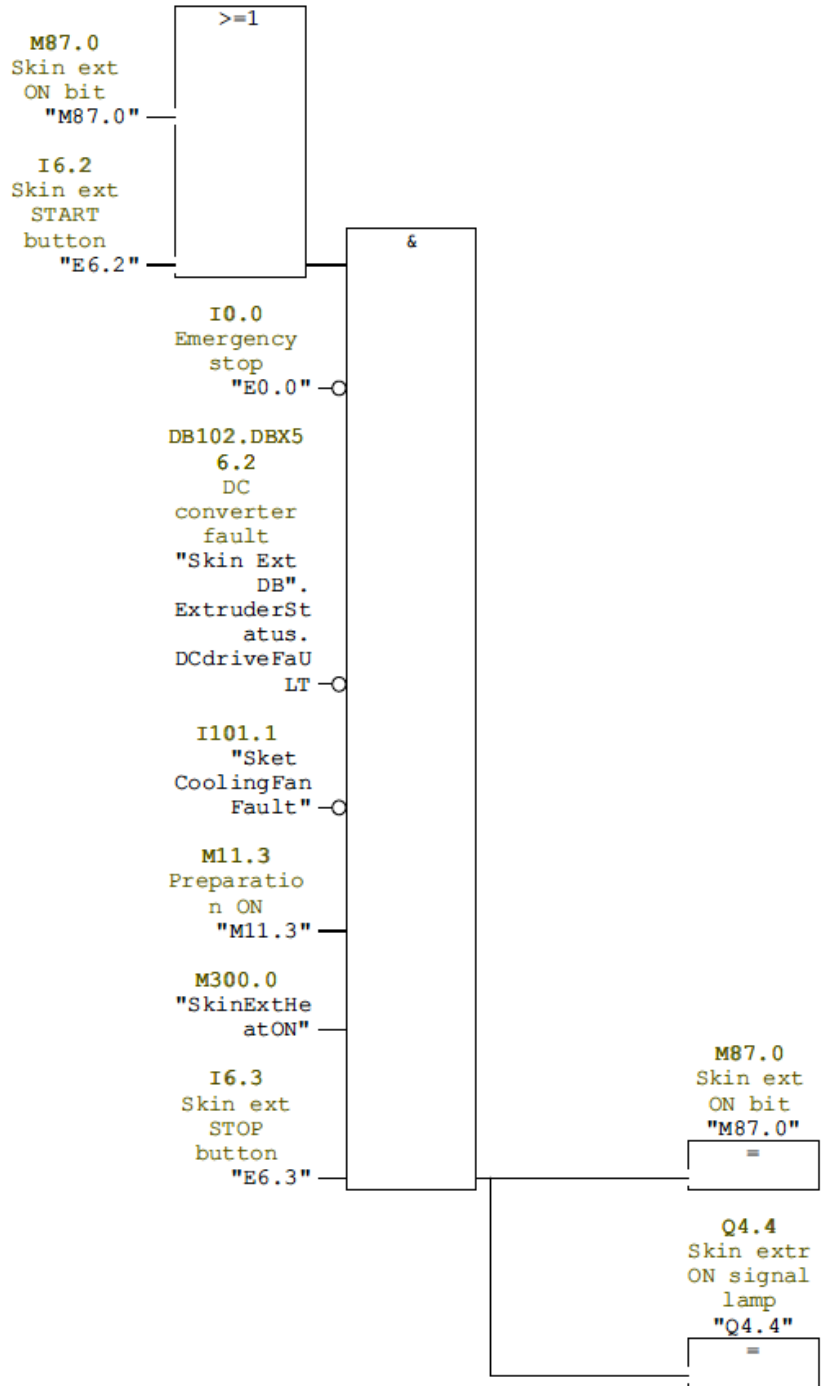
**Block: FC12 Extruder 2 Control**

Purpose of this block:

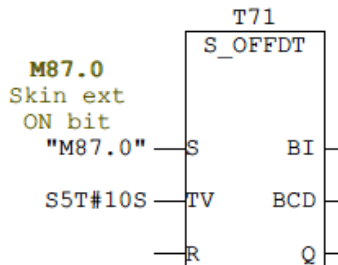
- DC drive Start /Stop logic
- Speed reference calculation
- Drive control function
- Overcurrent detection
- Torque calculation
- Drive statuses



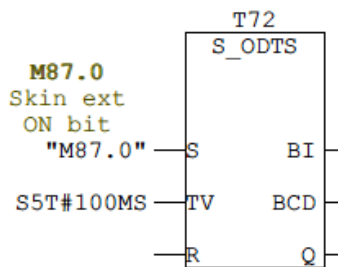
Network: 1 Drive Start/Stop logic



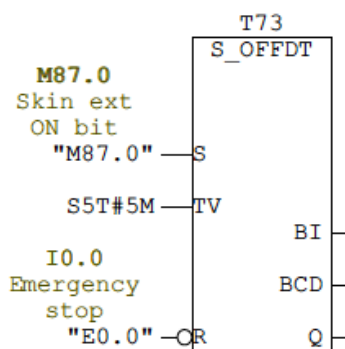
Network: 2	Enable drive
DC drive main contactor OFF delay	



Network: 3	Drive run
Drive Run ON delay	



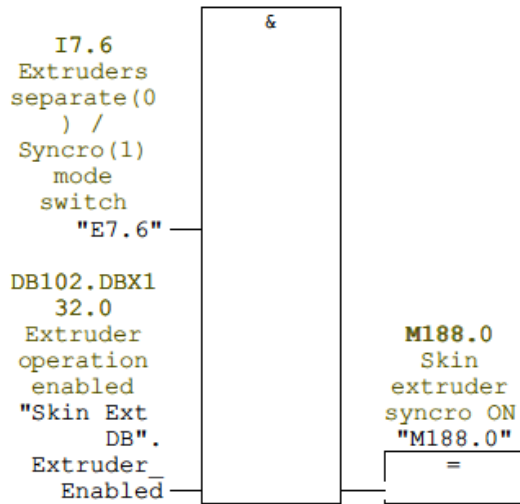
Network: 4	Cooling fan control
DC motor cooling fan OFF delay	



Network: 5      Syncro mode

---

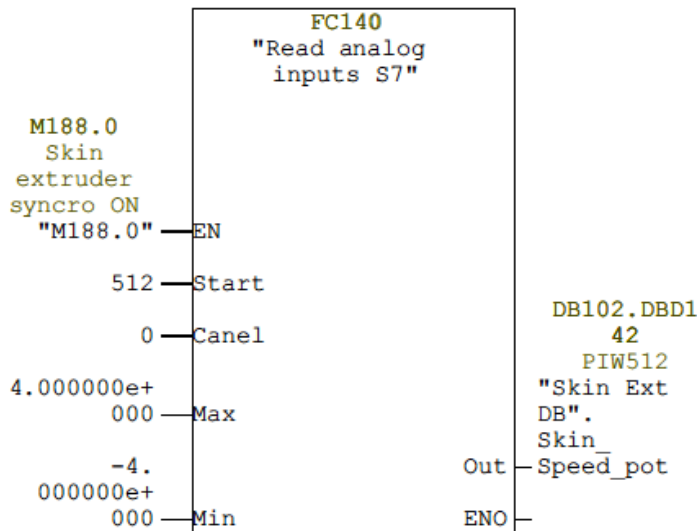
Is syncro mode switched on ?



Network: 6      Skin extuder speed coefitsent in syncro mode

---

Skin extruder syncro speed coefficient from potentiometer.  
 Potentiometer value scaling: -4 ... 4

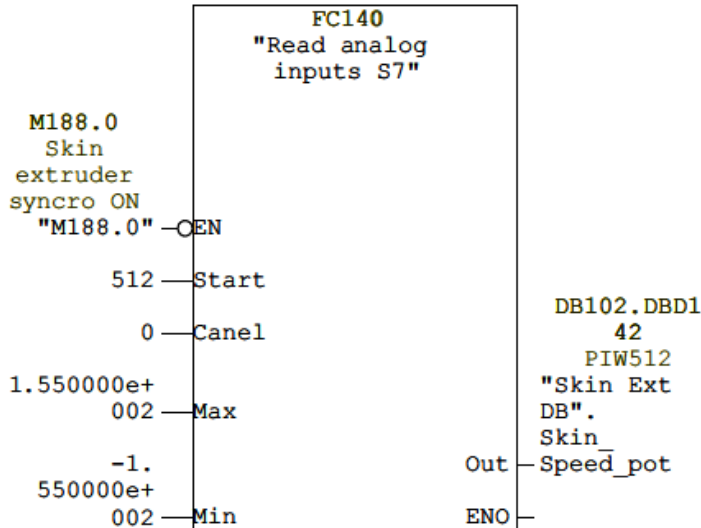


```

Network: 7      Skin extruder speed coefitsent in non syncro mode

Skin extruder speed setpoint from potentiometer in separate mode.
Potentiometer value scaling: -155 ... 155
Speed = 0 ... 155 rpm

```



```

Network: 8      Speed reference value for drive

Speed Referense to drive:

(Drive stopped) = 0
(syncro mode) = linespeed from ramp * setpoint(0-4) from potensiometer
(separate mode) = setpoint(0-155) from potensiometer

```

```

//***** Drive not running *****

A      "M87.0"                M87.0          -- Skin ext ON bi
                               t
JC     Sync
L      0
T      "Skin Ext DB".SpeedRrefToDrive DB102.DBD0      -- Speed referenc
                               e for DC drive [RPM]
JC     End

//***** Drive run in syncro mode *****

Sync: AN  "M88.0"                M88.0          -- Stripe extrude
                               r syncro ON
JC     Sep
L      "Linja_DB".Ramppi_ulos    DB100.DBD44     -- Rampilta lähte
                               vä ohje [m/min]
L      "Skin Ext DB".Skin_Speed_pot DB102.DBD142    -- PIW512

```

```

*R
T   "Skin Ext DB".SpeedRrefToDrive DB102.DBD0    -- Speed referenc
                                         e for DC drive [RPM]

JC   End

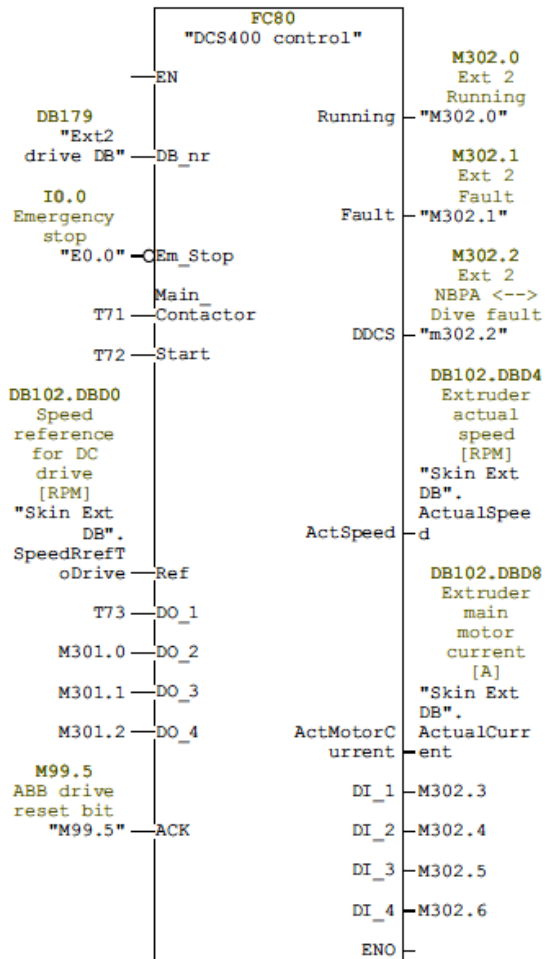
//***** Drive run in separate mode *****

Sep: L   "Skin Ext DB".Skin_Speed_pot   DB102.DBD142    -- PIW512
      T   "Skin Ext DB".SpeedRrefToDrive DB102.DBD0    -- Speed referenc
                                         e for DC drive [RPM]

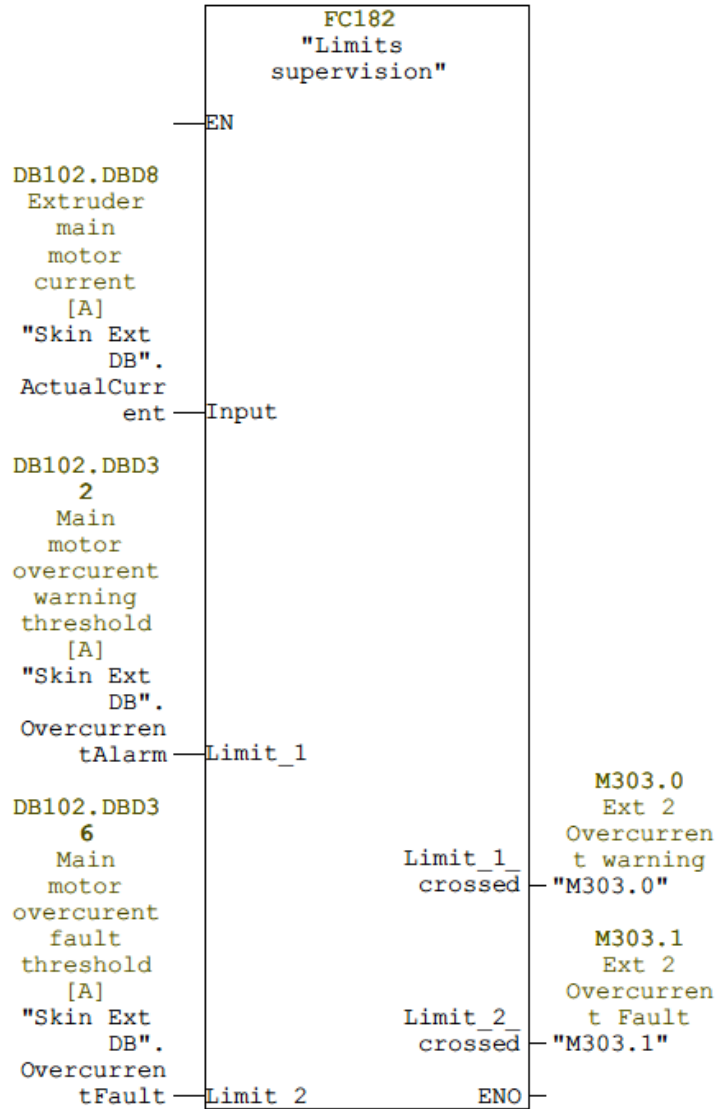
//***** Network end *****
End: NOP 0
    
```

Network: 9      Drive control function

FC80 is made for controlling ABB's DCS-400 drive via ProfiBus with message format PPO4 (0 PKW + 6 PZD words). Periferian adrees should be entered to appropriate datablock



Network: 10 DC motor overcurrent alarm and fault

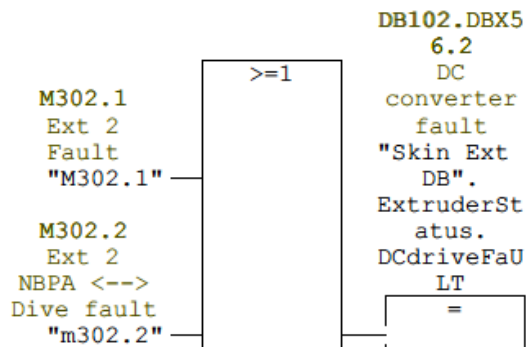


Network: 11		Torque % calculation	
Actual current			
Actual torque (%)	=-----	* 100	
	Nominal curent		

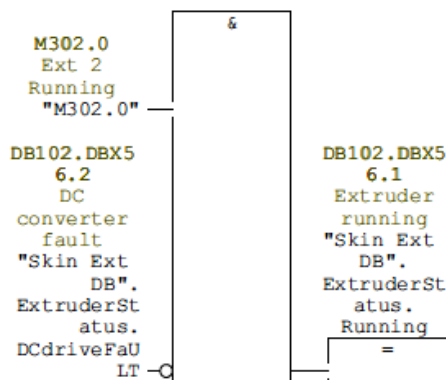
```

L   "Skin Ext DB".ActualCurrent  DB102.DBD8      -- Extruder main mot
                                     or current [A]
L   1.400000e+002
/R
L   1.000000e+002
*R
T   "Skin Ext DB".ActTorq        DB102.DBD134    -- Main motor actual
                                     torque [%]
    
```

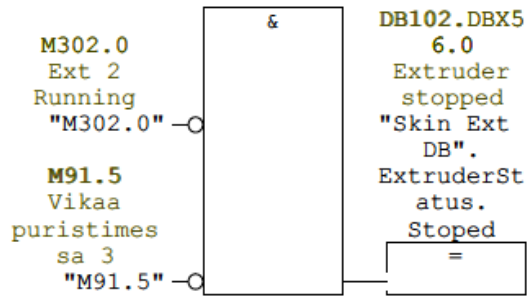
Network: 12		Drive status	
Fault in drive			



Network: 13		Drive status	
Drive run			



Network: 14	Drive status
Drive stoped	





## FC140 - <offline>

"Read analog inputs S7"

Name: ANA\_LUKU

Family:

Author:

Version: 0.1

Block version: 2

Time stamp Code: 10/25/2014 02:11:27 PM

Interface: 10/25/2014 02:10:53 PM

Lengths (block/logic/data): 00222 00110 00020

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
Start	Int	0.0	First PIW address word
Canel	Int	2.0	Number of chanel
Max	Real	4.0	Scaled number max value
Min	Real	8.0	Scaled number min value
OUT		0.0	
Out	Real	12.0	Output as real number
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
osoite	DInt	0.0	luettava osoite
arvo_r	Real	4.0	raaka-arvo real lukuna
k	Real	8.0	suoran kulmakerroin
a	Real	12.0	suoran y-akselin leikkauspiste
TEMP9	Real	16.0	ei käytössä
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC140

Network: 1

```

L      #Canel          //luettava osoite=          #Canel          -- Nu
                                     mber of chanel
L      2               //kanava*(2+alkuosoite)
*I
L      #Start         #Start          -- Fi
                                     rst PIW address word
+I
ITD
SLD    3               //32 bittiseksi
T      #osoite        //bittiosoite nollaksi
                                     #osoite          -- lu
                                     ettava osoite
L      PIW [#osoite] //kortin raaka-arvon luku #osoite          -- lu
                                     ettava osoite
ITD
DTR    //muunnos real-luvuksi

```

```

T   #arvo_r      //väliaikainen talletus      #arvo_r      -- ra
                                     aka-arvo real lukuna
L   #Max         //kulmakertoimen k laskent   #Max         -- Sc
                                     a                 aled number max value
L   #Min         //pystysiiros a                 #Min         -- Sc
                                     a                 aled number min value
-R
L   5.529600e+004
/R
T   #k          //pystysiiros a                 #k          -- su
                                     oran kulmakerroin
L   #Max         //pystysiiros a                 #Max         -- Sc
                                     a                 aled number max value
L   #Min         //pystysiiros a                 #Min         -- Sc
                                     a                 aled number min value
-R
L   2.000000e+000
/R
L   #Min         //pystysiiros a                 #Min         -- Sc
                                     a                 aled number min value
+R
T   #a          //pystysiiros a                 #a          -- su
                                     oran y-akselin leikkausp
                                     iste
L   #arvo_r      //skaalattuarvo=      #arvo_r      -- ra
                                     aka-arvo real lukuna
L   #k          //k*raaka-arvo+a      #k          -- su
                                     oran kulmakerroin
+R
L   #a          //pystysiiros a                 #a          -- su
                                     oran y-akselin leikkausp
                                     iste
+R
T   #Out        //siirto talletuspaikkaan      #Out        -- Ou
                                     tput as real number
BE

```

**FC80 - <offline>**

"DCS400 control"

**Name:** Family: Pur  
**Author:** Version: 0.1  
 Block version: 2  
**Time stamp Code:** 09/08/2014 12:03:24 PM  
**Interface:** 09/08/2014 10:59:16 AM  
**Lengths (block/logic/data):** 00580 00410 00048

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
DB_nr	Block_DB	0.0	DataBlok number
Em_Stop	Bool	2.0	EM stop from line 1-OK
Main_Contactor	Bool	2.1	Main contactor ON
Start	Bool	2.2	Start drive
Ref	Real	4.0	Speed reference to drive [1/min]
DO_1	Bool	8.0	Drive digital output 1.
DO_2	Bool	8.1	Drive digital output 2.
DO_3	Bool	8.2	Drive digital output 3.
DO_4	Bool	8.3	Drive digital output 4.
ACK	Bool	8.4	Adcnnowledge_pulse
OUT		0.0	
Running	Bool	10.0	Drive running
Fault	Bool	10.1	Drive Fault
DDCS	Bool	10.2	Fault NPBA<-->Drive communication
ActSpeed	Real	12.0	Actual speed of drive [1/min]
ActMotorCurrent	Real	16.0	Actual current of drive [A]
DI_1	Bool	20.0	Digital input 1.
DI_2	Bool	20.1	Digital input 2.
DI_3	Bool	20.2	Digital input 3.
DI_4	Bool	20.3	Digital input 4.
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
DW1_1_addres	DInt	0.0	
DW1_2_addres	DInt	4.0	
DW1_3_addres	DInt	8.0	
DW3_1_addres	DInt	12.0	
DW3_2_addres	DInt	16.0	
DW3_3_addres	DInt	20.0	
DW2_1_addres	DInt	24.0	
DW2_2_addres	DInt	28.0	
DW2_3_addres	DInt	32.0	
DW4_1_addres	DInt	36.0	
DW4_2_addres	DInt	40.0	
DW4_3_addres	DInt	44.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

**Block: FC80**

DCS 400 drive control over ProfiBus.

This FC is made for Parameter/Protoses Data Object PPO4, six word process data input and six output side. The use of the digital inputs can be the logic of the process image and outputs can be controlled from the program. This requires the use of an appropriate parameterization in drive side.

FC based on:

Jukka Hartikainen 2000  
Pirelli Cables and Systems Oy

**Network: 1      Addresses in Pointer format**

OPN	#DB_nr	#DB_nr	-- Datablok number
L	DBW 36		
SLD	3		
T	#DW1_1_addres	#DW1_1_addres	
L	DBW 38		
SLD	3		
T	#DW1_2_addres	#DW1_2_addres	
L	DBW 40		
SLD	3		
T	#DW1_3_addres	#DW1_3_addres	
L	DBW 42		
SLD	3		
T	#DW3_1_addres	#DW3_1_addres	
L	DBW 44		
SLD	3		
T	#DW3_2_addres	#DW3_2_addres	
L	DBW 46		
SLD	3		
T	#DW3_3_addres	#DW3_3_addres	
L	DBW 48		
SLD	3		
T	#DW2_1_addres	#DW2_1_addres	
L	DBW 50		
SLD	3		
T	#DW2_2_addres	#DW2_2_addres	
L	DBW 52		
SLD	3		
T	#DW2_3_addres	#DW2_3_addres	
L	DBW 54		
SLD	3		
T	#DW4_1_addres	#DW4_1_addres	
L	DBW 56		
SLD	3		
T	#DW4_2_addres	#DW4_2_addres	
L	DBW 58		
SLD	3		
T	#DW4_3_addres	#DW4_3_addres	

## Network: 2 Read actual values

```

L   PIW [#DW2_1_addres] //Status Word           #DW2_1_addres
T   DBW 12

L   PIW [#DW2_2_addres] //Actual Speed          #DW2_2_addres
T   DBW 14

L   PIW [#DW2_3_addres] //Actual current        #DW2_3_addres
T   DBW 16

L   PIW [#DW4_1_addres]
T   DBW 18

```

## Network: 3 Start drive logic

```

A   #Em_Stop           //Emergency Stop 1-OK      #Em_Stop           -- EM stop f
-   DBX 1.1            // - COAST                rom line 1-OK
-   DBX 1.2            // - EME_STOP

A   #Main_Contactor   //Main contactor ON      #Main_Contactor   -- Main cont
-   DBX 13.4           //- COAST_ACT
-   DBX 13.5           //- EME_STOP_ACT
-   DBX 13.0           //- RDY_ON
-   DBX 1.0            //- ON (Switch ON)

A   #Start             //Start drive            #Start             -- Start dri
-   DBX 13.1           //- RDY_RUNNING          ve
-   DBX 1.3            //- RUN (Run comand)

A   DBX 13.2           //Drive running feedback #Running           -- Drive run
-   #Running

```

## Network: 4 References and actual signals

```
//***** Speed reference scaling *****
```

```

L   #Ref               //Scaled speed reference (rpm) #Ref               -- Speed ref
OPN #DB_nr            //Datablock number           #DB_nr            -- DataBlok
L   DBD 24            //Max Scaled Speed reference (rpm)
/R
L   2.000000e+004     //Drive speed reference maximum
*R
RND
T   DBW 2             //Speed reference value for drive

```

```
//***** Actual speed scaling *****
```

```

L   DBW 14            //Actual speed from drive (0...20000)
ITD

```

```

DTR          //Double integer -> Real
L 2.000000e+004 //Actual speed max value from drive
/R
L DBD 28 //Actual speed maximum scaled value (rpm)
*R
T #ActSpeed //Actual scaled speed saving #ActSpeed -- Actual speed of drive [1/min]

```

```
//***** Actual current scaling *****
```

```

OPN #DB_nr #DB_nr -- DataBlok
L DBW 16 //Actual motor current (0...4096)
ITD
DTR
L 4.096000e+003 //Max current (4096)
/R
L DBD 32 //Motor max scaled current (A)
*R
T #ActMotorCurrent //save motor actual current (A) #ActMotorCurrent -- Actual current of drive [A]

```

Network: 5	Drive digital Outputs
------------	-----------------------

```

OPN #DB_nr #DB_nr -- DataBlok number
A #DO_1 #DO_1 -- Drive digital output 1.
- DBX 7.0
A #DO_2 #DO_2 -- Drive digital output 2.
- DBX 7.1
A #DO_3 #DO_3 -- Drive digital output 3.
- DBX 7.2
A #DO_4 #DO_4 -- Drive digital output 4.
- DBX 7.3

```

Network: 6	Drive fault reset
------------	-------------------

```

A #ACK #ACK -- Adcknowledge_pulse
- DBX 1.7

```

Network: 7	Drive fault
------------	-------------

```

A DBX 13.3 //Drive fault #Fault -- Drive Fault
- #Fault
A DBX 12.7 //NPBA<-->Drive communication fault #DDCS -- Fault NPBA<-->Drive communication
- #DDCS

```

Network: 8	Drive digital inputs
------------	----------------------

A	DBX	12.3			
-	#DI_1		#DI_1	--	Digital input 1.
A	DBX	12.4			
-	#DI_2		#DI_2	--	Digital input 2.
A	DBX	12.5			
-	#DI_3		#DI_3	--	Digital input 3.
A	DBX	12.6			
-	#DI_4		#DI_4	--	Digital input 4.

Network: 9	Writing data to drive
------------	-----------------------

L	DBW	0	//Control Word	
T	PQW	[#DW1_1_address]		#DW1_1_address
L	DBW	2	//Speed reference	
T	PQW	[#DW1_2_address]		#DW1_2_address
L	DBW	6	//Relay Outputs	
T	PQW	[#DW3_1_address]		#DW3_1_address

**FC182 - <offline>**

"Limits supervision"

**Name:**  
**Author:** LKa  
**Family:**  
**Version:** 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 10/25/2014 02:17:44 PM  
**Interface:** 10/25/2014 02:16:40 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00130 00028 00000

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
Input	Real	0.0	
Limit_1	Real	4.0	
Limit_2	Real	8.0	
OUT		0.0	
Limit_1_crossed	Bool	12.0	
Limit_2_crossed	Bool	12.1	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

<b>Block: FC182</b>
---------------------

Network: 1
------------

```

L    #Input          #Input
L    #Limit_1        #Limit_1
>R
=    #Limit_1_crossed #Limit_1_crossed

TAK
L    #Limit_2        #Limit_2
>R
=    #Limit_2_crossed #Limit_2_crossed

```



**FC100 - <offline>**

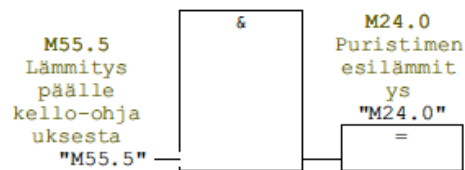
"Extruders Heatin Control"

**Name:** Family:  
**Author:** Version: 0.1  
 Block version: 2  
**Time stamp Code:** 10/25/2014 04:46:40 PM  
**Interface:** 11/16/2000 11:11:46 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00446 00302 00002

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

<b>Block: FC100 Extruders Heating Control</b>
---

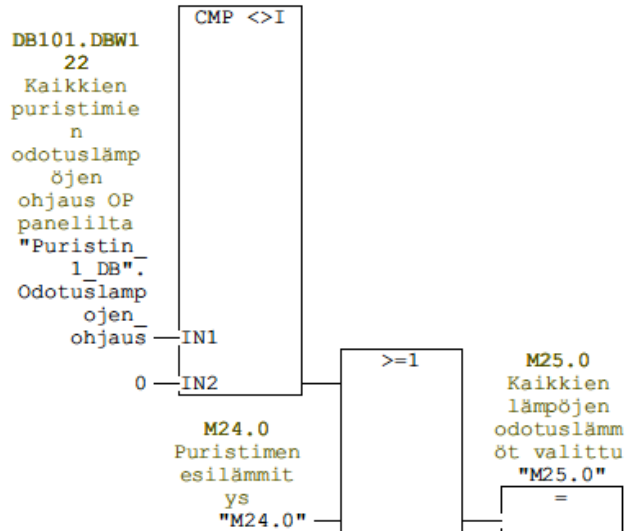
Network: 1 Extruders preheating (kello-ohjaus)
--



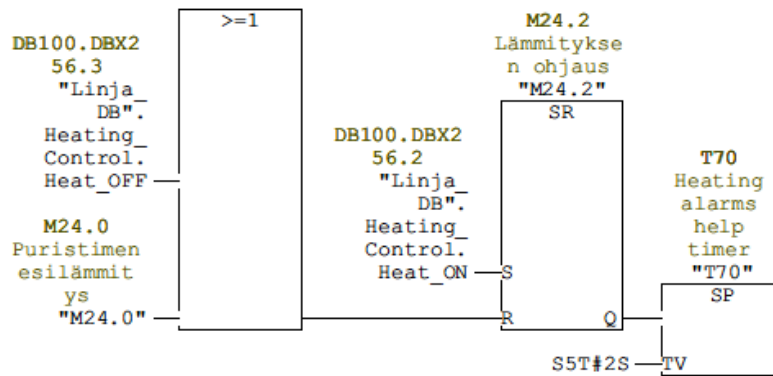
Network: 2 Odotuslämmöt ohjaus

Jos OP panelilta on odotuslämpöjen ohjaussanaan kirjoitettu jotain muuta, kuin nolla, menenee odotuslämmöt bitti päälle.

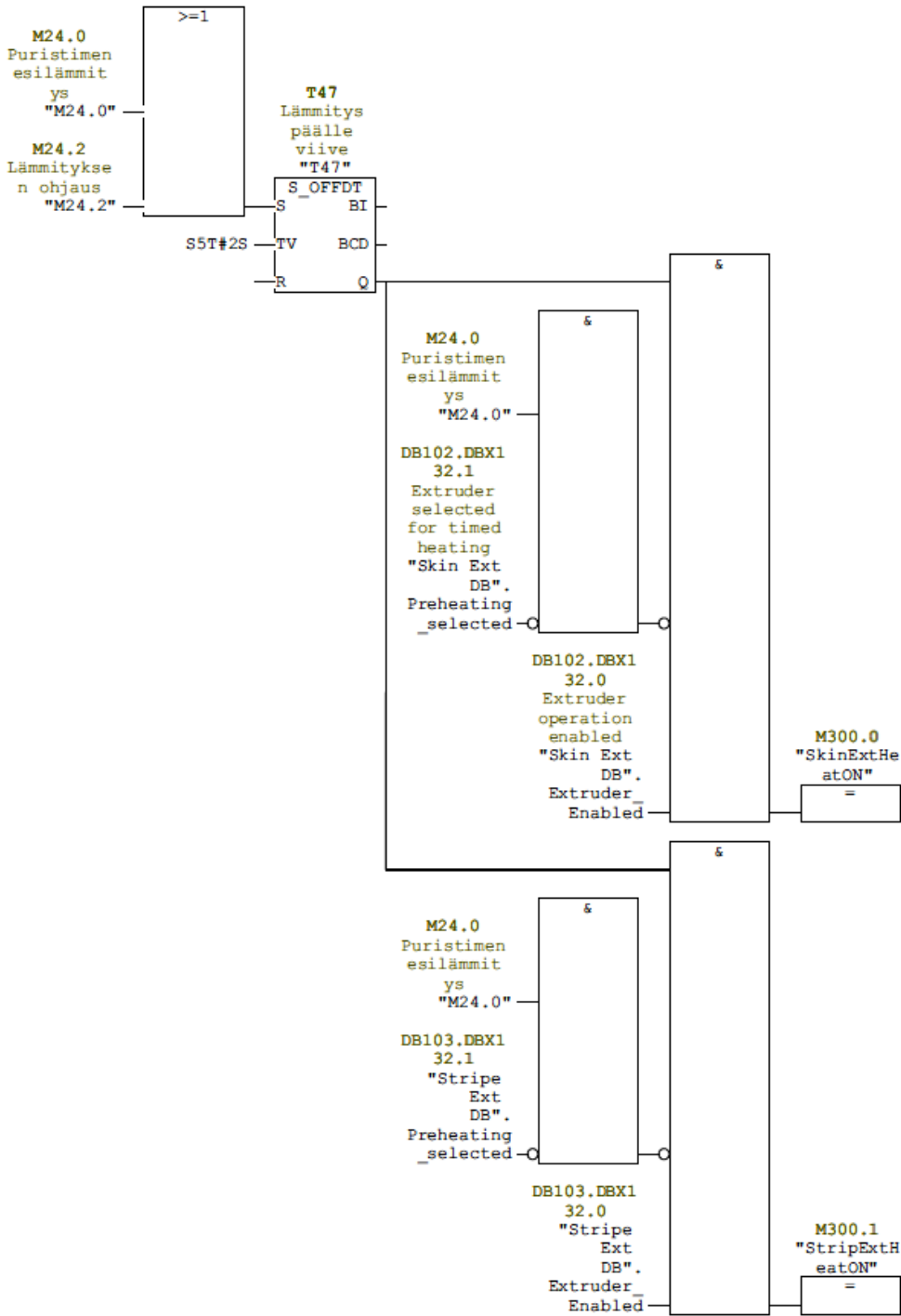
Odotuslämmöt menevät päälle myös aina, kun puristin on kello-ohjauksella.



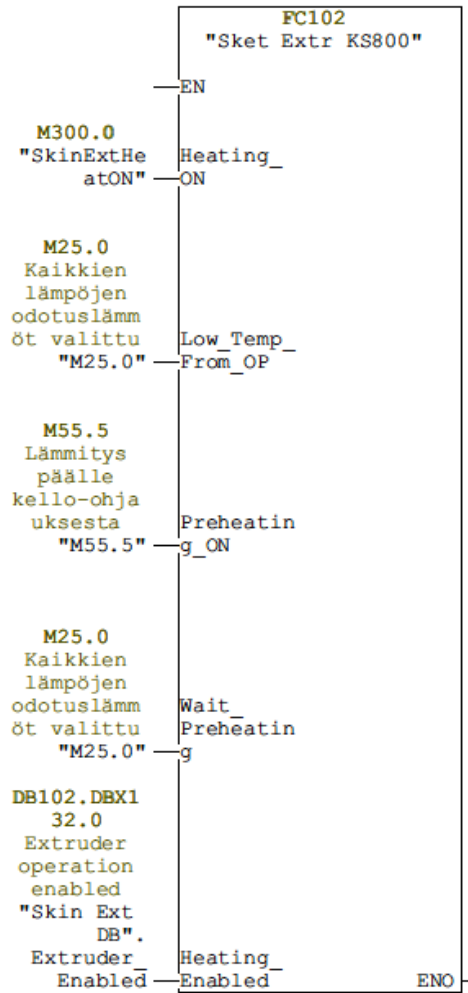
Network: 3 Heating ON / OFF control from OP



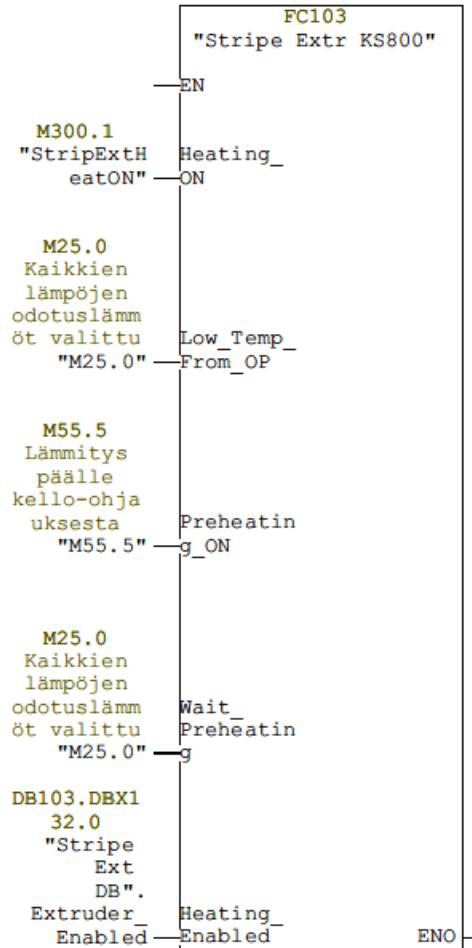
Network: 4 Extruders heating ON



Network: 5 Skin Extruder heating controller



Network: 6	Stripe Extruder heating controller
------------	------------------------------------



**FC102 - <offline>**

"Sket Extr KS800"

**Name:** Family: KS800  
**Author:** M.Kose Version: 0.1  
**Block version:** 2  
**Time stamp Code:** 12/01/2014 08:34:16 PM  
**Interface:** 10/25/2014 04:35:07 PM  
**Lengths (block/logic/data):** 00998 00844 00002

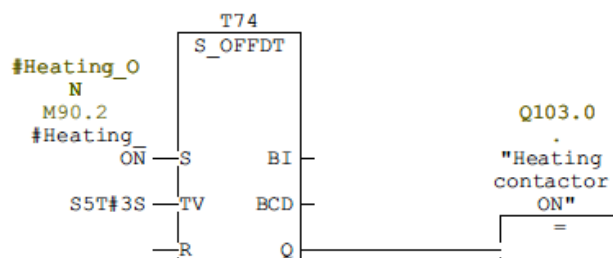
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
Heating_ON	Bool	0.0	M90.2
Low_Temp_From_OP	Bool	0.1	M90.3
Preheating_ON	Bool	0.2	M90.0
Wait_Preheating	Bool	0.3	M60.0
Heating_Enabled	Bool	0.4	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
Heating_Fault	Bool	0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

**Block: FC102 SKET63 extruder KS800**

Purpose of this block:

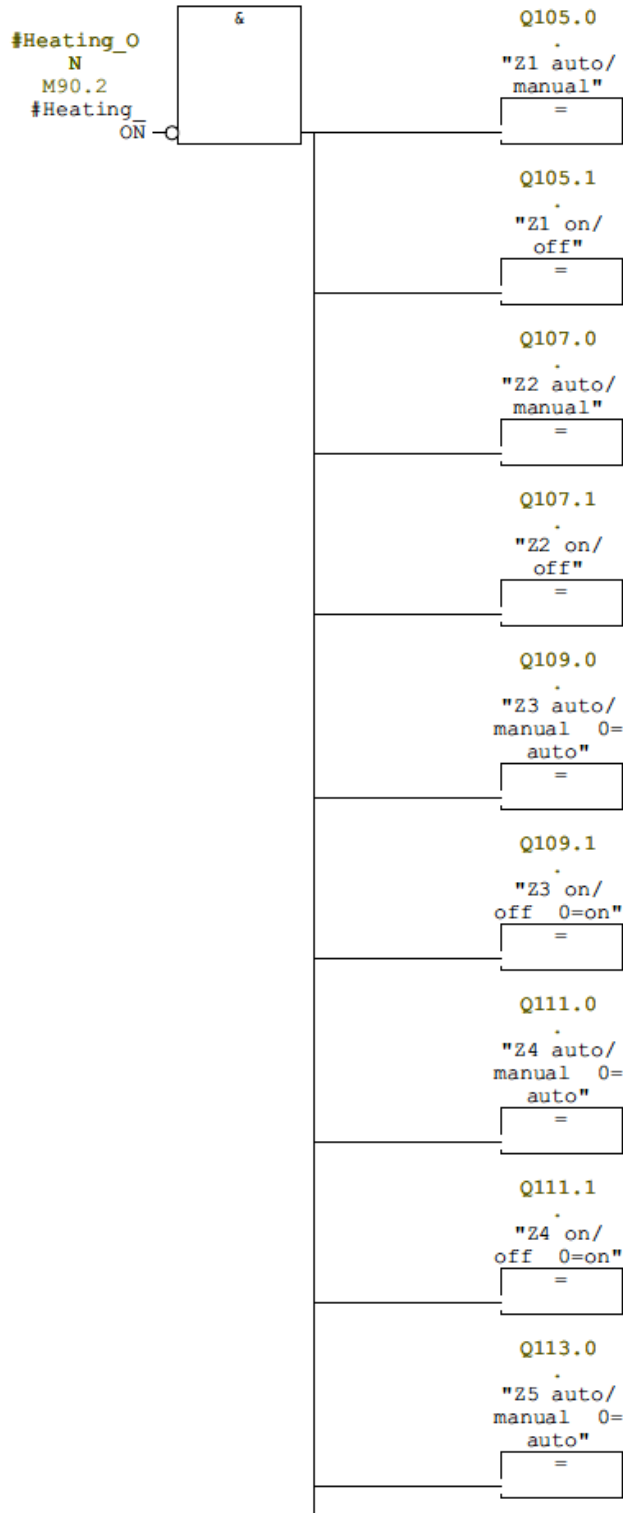
Heatig contactor ON/OFF  
 Controler Zones 1-7 ON/OFF  
 Read actual temperatures  
 Write temperature setpoints  
 Low temperature  
 Heating fault  
 Heating status

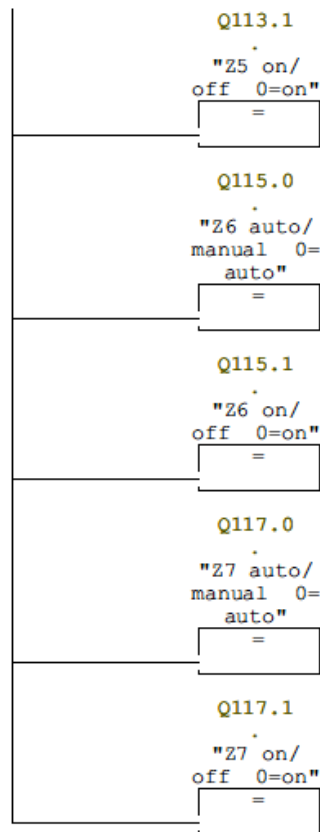
Network: 1 Heating contactor ON Output



Network: 2 Zones Z1...Z7 ON/OFF

Auto/man ----> 1= manual 0= auto  
 ON/OFF ----> 1= OFF 0= ON





Network: 3	Read actual temperatures
------------	--------------------------

Read actual temperature values from KS800
---

```

//*****  Z1  *****
L   "Z1 actual PIW"      PIW806      -- .
L   10
/I
T   "Skin Ext DB".Z1_Act DB102.DBW60 -- Zone 1 actual temperature [C]

//*****  Z2  *****
L   "Z2 actual PIW"      PIW812      -- .
L   10
/I
T   "Skin Ext DB".Z2_Act DB102.DBW68 -- Zone 2 actual temperature [C]

//*****  Z3  *****
L   "Z3 actual PIW"      PIW818      -- .
L   10
/I
T   "Skin Ext DB".Z3_Act DB102.DBW76 -- Zone 3 actual temperature [C]

//*****  Z4  *****
L   "Z4 actual PIW"      PIW824      -- .

```



```

L      10
/I
T      "Skin Ext DB".Z4_Act DB102.DBW84      -- Zone 4 actual temperature [C]
//***** 25 *****
L      "Z5 actual PIW"      PIW830      -- .
L      10
/I
T      "Skin Ext DB".Z5_Act DB102.DBW92      -- Zone 5 actual temperature [C]
//***** 26 *****
L      "Z6 actual PIW"      PIW836      -- .
L      10
/I
T      "Skin Ext DB".Z6_Act DB102.DBW100     -- Zone 6 actual temperature [C]
//***** 27 *****
L      "Z7 actual PIW"      PIW842      -- .
L      10
/I
T      "Skin Ext DB".Z7_Act DB102.DBW108     -- Zone 7 actual temperature [C]
//***** 28 *****
L      "Z8 actual PIW"      PIW848      -- .
L      10
/I
T      "Skin Ext DB".Z8_Act DB102.DBW116     -- Zone 8 actual temperature [C]

```

Network: 4	Write temperature setpoints
Write setpoints to KS 800 and min and max values for OP377	

```

//***** Z1 *****
L      "Skin Ext DB".Z1_Set DB102.DBW58      -- Zone 1 temperature setpoint [C]
L      1
+I
T      "Skin Ext DB".Z1_Max DB102.DBW62      -- Zone 1 max temperature [C] (red co
      lumn)
L      2
-I
T      "Skin Ext DB".Z1_Min DB102.DBW64      -- Zone 1 min temperature [C] (blue c
      olumn)

L      "Skin Ext DB".Z1_Set DB102.DBW58      -- Zone 1 temperature setpoint [C]
L      10
*I
T      "Z1 setpoint PQW"      PQW806      -- .

//***** Z2 *****
L      "Skin Ext DB".Z2_Set DB102.DBW66      -- Zone 2 temperature setpoint [C]
L      1
+I
T      "Skin Ext DB".Z2_Max DB102.DBW70      -- Zone 2 max temperature [C] (red co
      lumn)
L      2
-I
T      "Skin Ext DB".Z2_Min DB102.DBW72      -- Zone 2 min temperature [C] (blue c
      olumn)

L      "Skin Ext DB".Z2_Set DB102.DBW66      -- Zone 2 temperature setpoint [C]

```

```
L      10
*I
T      "Z2 setpoint PQW"      PQW810      -- .

//*****      Z3      *****

L      "Skin Ext DB".Z3_Set  DB102.DBW74      -- Zone 3 temperature setpoint [C]
L      1
+I
T      "Skin Ext DB".Z3_Max  DB102.DBW78      -- Zone 3 max temperature [C] (red co
                                lumn)
L      2
-I
T      "Skin Ext DB".Z3_Min  DB102.DBW80      -- Zone 3 min temperature [C] (blue c
                                olumn)

L      "Skin Ext DB".Z3_Set  DB102.DBW74      -- Zone 3 temperature setpoint [C]
L      10
*I
T      "Z3 setpoint PQW"      PQW814      -- .

//*****      Z4      *****

L      "Skin Ext DB".Z4_Set  DB102.DBW82      -- Zone 4 temperature setpoint [C]
L      1
+I
T      "Skin Ext DB".Z4_Max  DB102.DBW86      -- Zone 4 max temperature [C] (red co
                                lumn)
L      2
-I
T      "Skin Ext DB".Z4_Min  DB102.DBW88      -- Zone 4 min temperature [C] (blue c
                                olumn)

L      "Skin Ext DB".Z4_Set  DB102.DBW82      -- Zone 4 temperature setpoint [C]
L      10
*I
T      "Z4 setpoint PQW"      PQW818      -- .

//*****      Z5      *****

L      "Skin Ext DB".Z5_Set  DB102.DBW90      -- Zone 5 temperature setpoint [C]
L      1
+I
T      "Skin Ext DB".Z5_Max  DB102.DBW94      -- Zone 5 max temperature [C] (red co
                                lumn)
L      2
-I
T      "Skin Ext DB".Z5_Min  DB102.DBW96      -- Zone 5 min temperature [C] (blue c
                                olumn)

L      "Skin Ext DB".Z5_Set  DB102.DBW90      -- Zone 5 temperature setpoint [C]
L      10
*I
T      "Z5 setpoint PQW"      PQW822      -- .

//*****      Z6      *****

L      "Skin Ext DB".Z6_Set  DB102.DBW98      -- Zone 6 temperature setpoint [C]
L      1
+I
T      "Skin Ext DB".Z6_Max  DB102.DBW102     -- Zone 6 max temperature [C] (red co
                                lumn)
L      2
-I
T      "Skin Ext DB".Z6_Min  DB102.DBW104     -- Zone 6 min temperature [C] (blue c
                                olumn)

L      "Skin Ext DB".Z6_Set  DB102.DBW98      -- Zone 6 temperature setpoint [C]
```

```

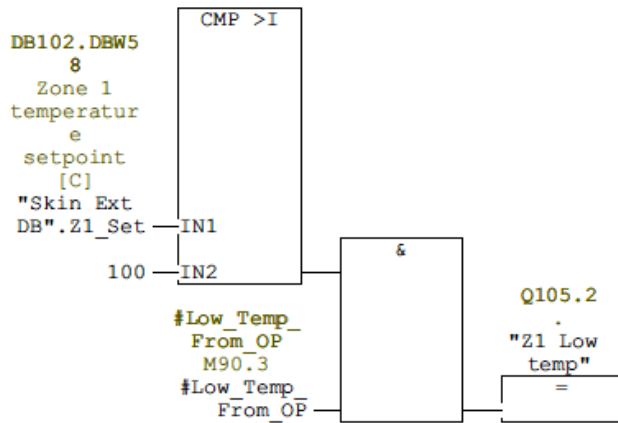
L 10
*I
T "Z6 setpoint PQW" PQW826 -- .

//***** 27 *****

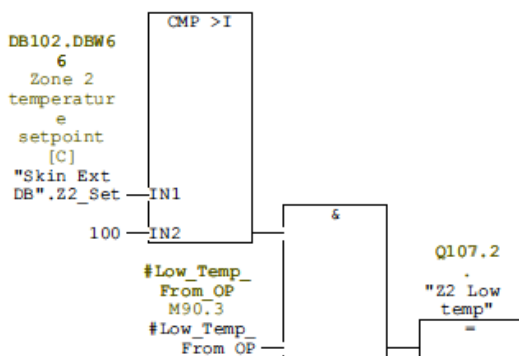
L "Skin Ext DB".Z7_Set DB102.DBW106 -- Zone 7 temperature setpoint [C]
L 1
+I
T "Skin Ext DB".Z7_Max DB102.DBW110 -- Zone 7 max temperature [C] (red co
lumn)
L 2
-I
T "Skin Ext DB".Z7_Min DB102.DBW112 -- Zone 7 min temperature [C] (blue c
olumn)

L "Skin Ext DB".Z7_Set DB102.DBW106 -- Zone 7 temperature setpoint [C]
L 10
*I
T "Z7 setpoint PQW" PQW830 -- .
    
```

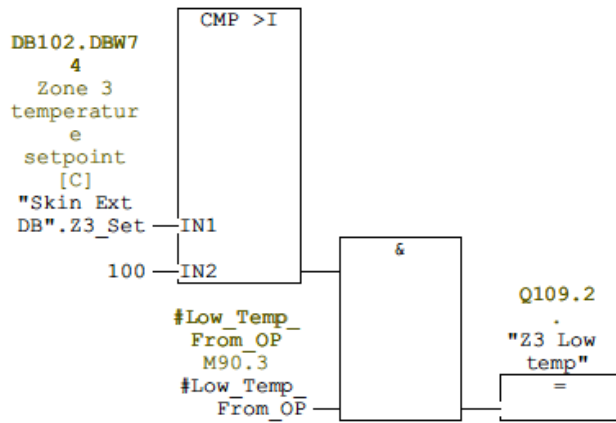
Network: 5 Low temp Z1  
Turn ON low temperature if setpoint is above 100 C



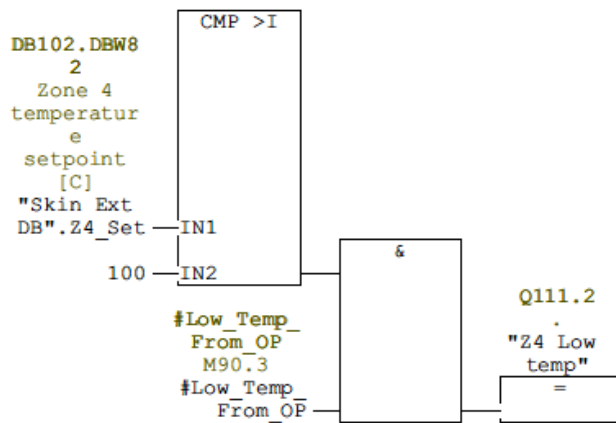
Network: 6 Low temp Z2



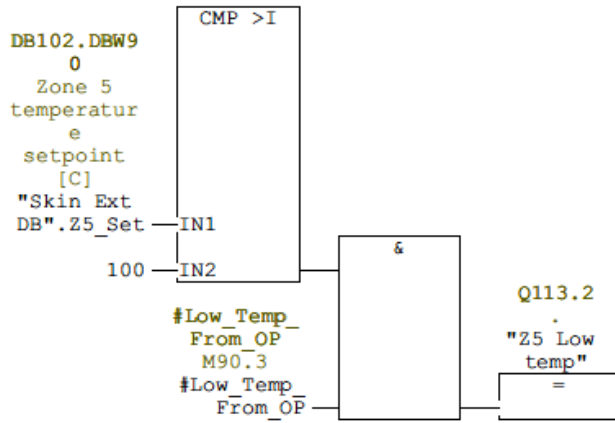
Network: 7 Low temp Z3



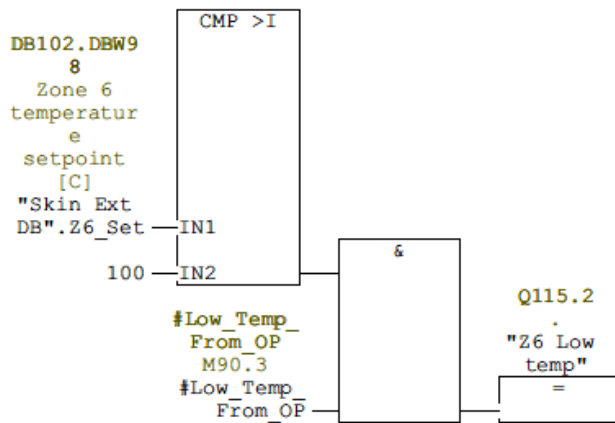
Network: 8 Low temp Z4



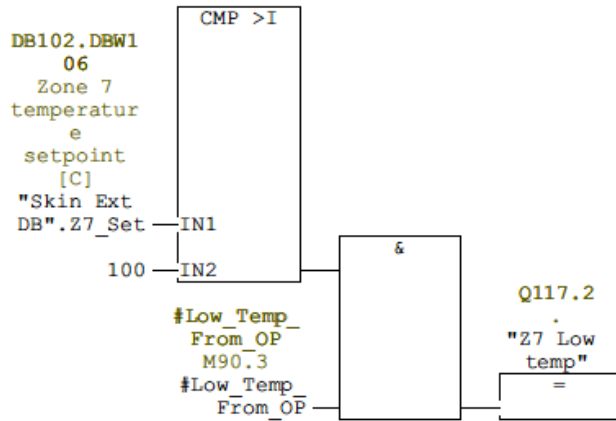
Network: 9 Low temp Z5



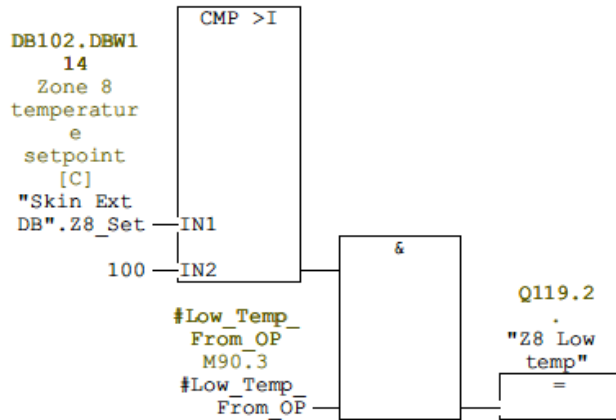
Network: 10 Low temp Z6



Network: 11 Low temp Z7

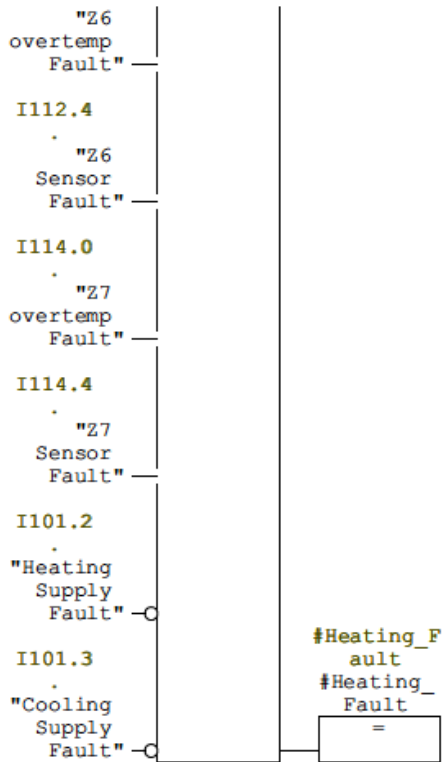


Network: 12 Low temp Z8

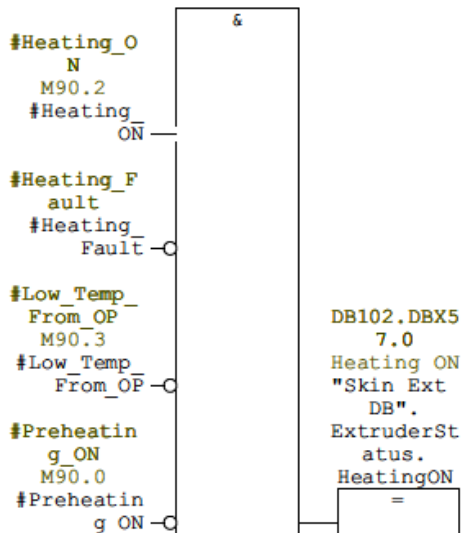


Network: 13 Heating fault

	>=1
I102.0	
· "Z1	
overtemp	
Fault"	
I102.4	
· "Z1	
Sensor	
Fault"	
I104.0	
· "Z2	
overtemp	
Fault"	
I104.4	
· "Z2	
Sensor	
Fault"	
I106.0	
· "Z3	
overtemp	
Fault"	
I106.4	
· "Z3	
Sensor	
Fault"	
I108.0	
· "Z4	
overtemp	
Fault"	
I108.4	
· "Z4	
Sensor	
Fault"	
I110.0	
· "Z5	
overtemp	
Fault"	
I110.4	
· "Z5	
Sensor	
Fault"	
I112.0	
·	

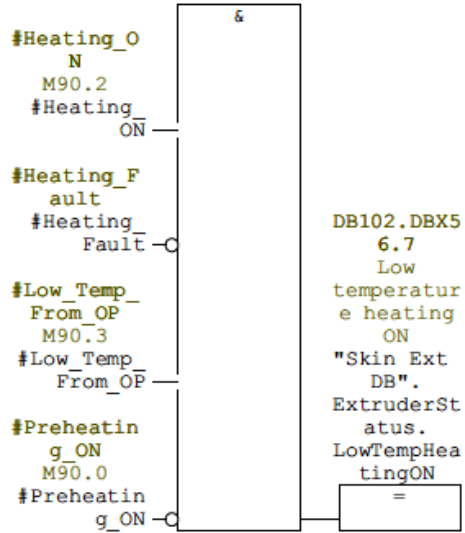


Network: 14	Heating status for OP
Heating ON	

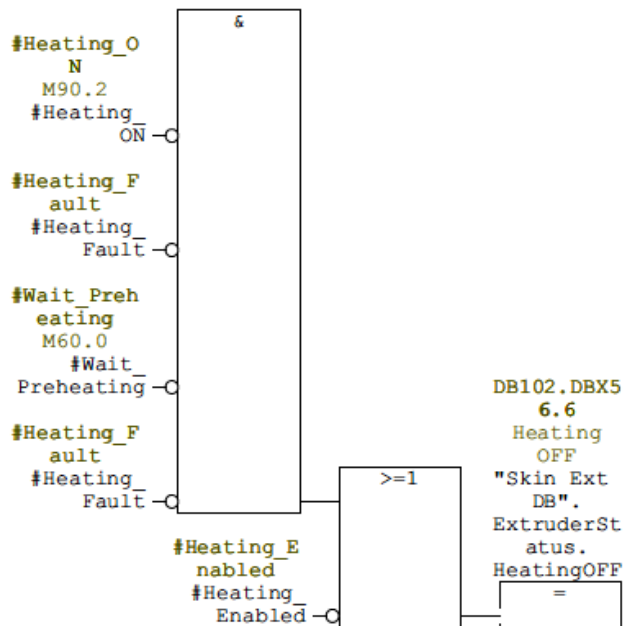




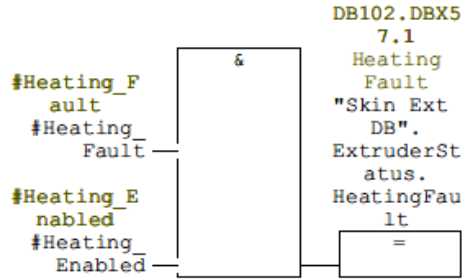
Network: 15 Heating status for OP  
 Low temp heating ON



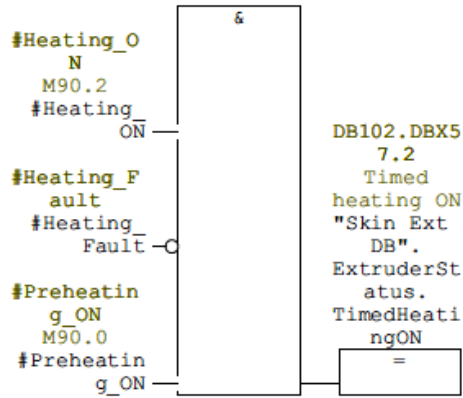
Network: 16 Heating status for OP  
 Heating OFF



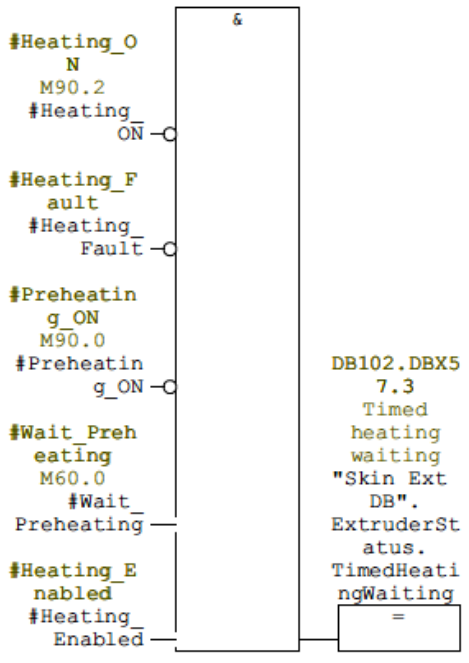
Network: 17 Heating status for OP  
Heating fault



Network: 18 Heating status for OP  
Preheating going ON



Network: 19 Heating status for OP  
 Waiting for Preheating (Timer running)



## **L06 Operateurpaneel MP377**

Prysmian Group

*Draka Keila Cables*

## Screens

### |MP377|Screens

#### Start page

Using template True

Number 26

Visible layer 0

Infotext.

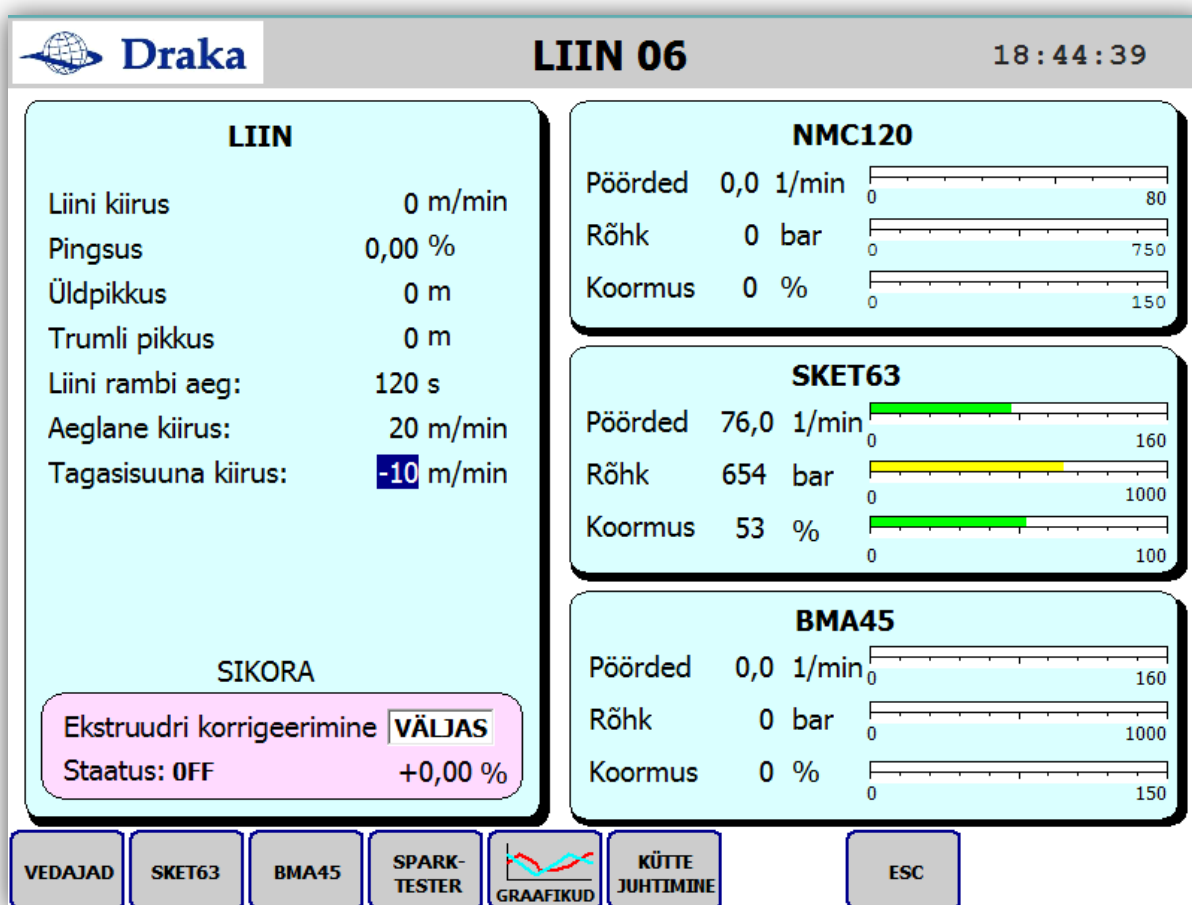


# Screens

## |MP377|Screens

### Line

**Using template** True  
**Number** 17  
**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31  
**Infotext.**



# Screens

## |MP377|Screens

### Beltdrives

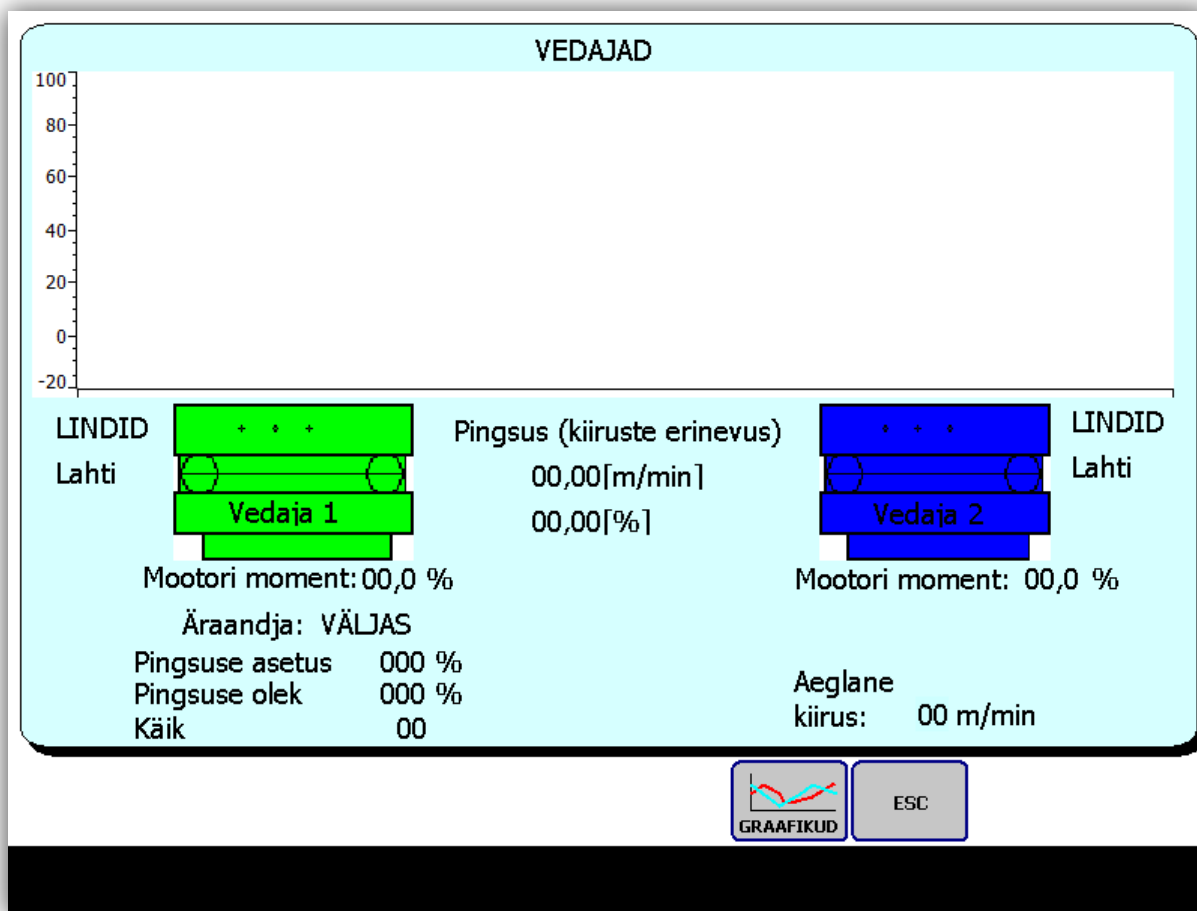
Using True

template

Number 22

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.



# Screens

## |MP377|Screens Extruder BMA 45

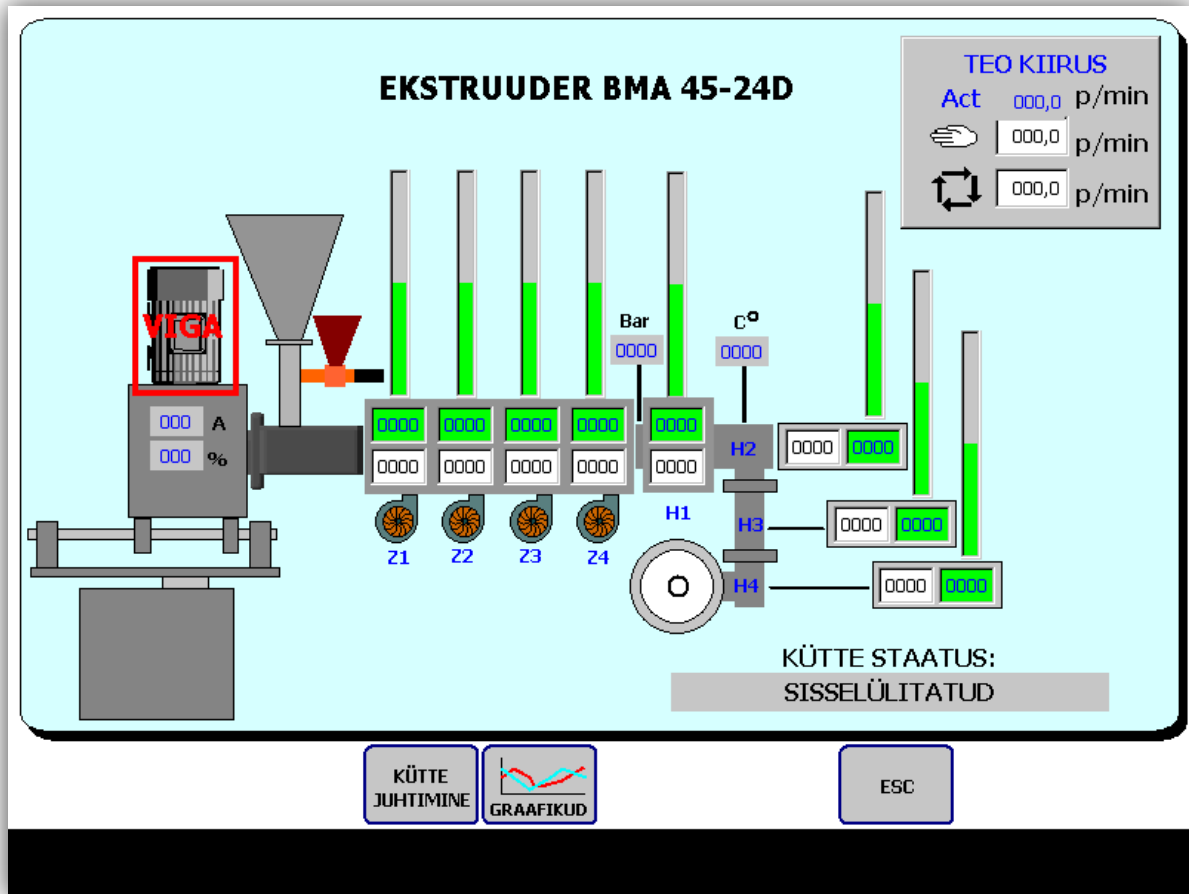
Using True

template

Number 13

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.





# Screens

## |MP377|Screens Extruder SKET63

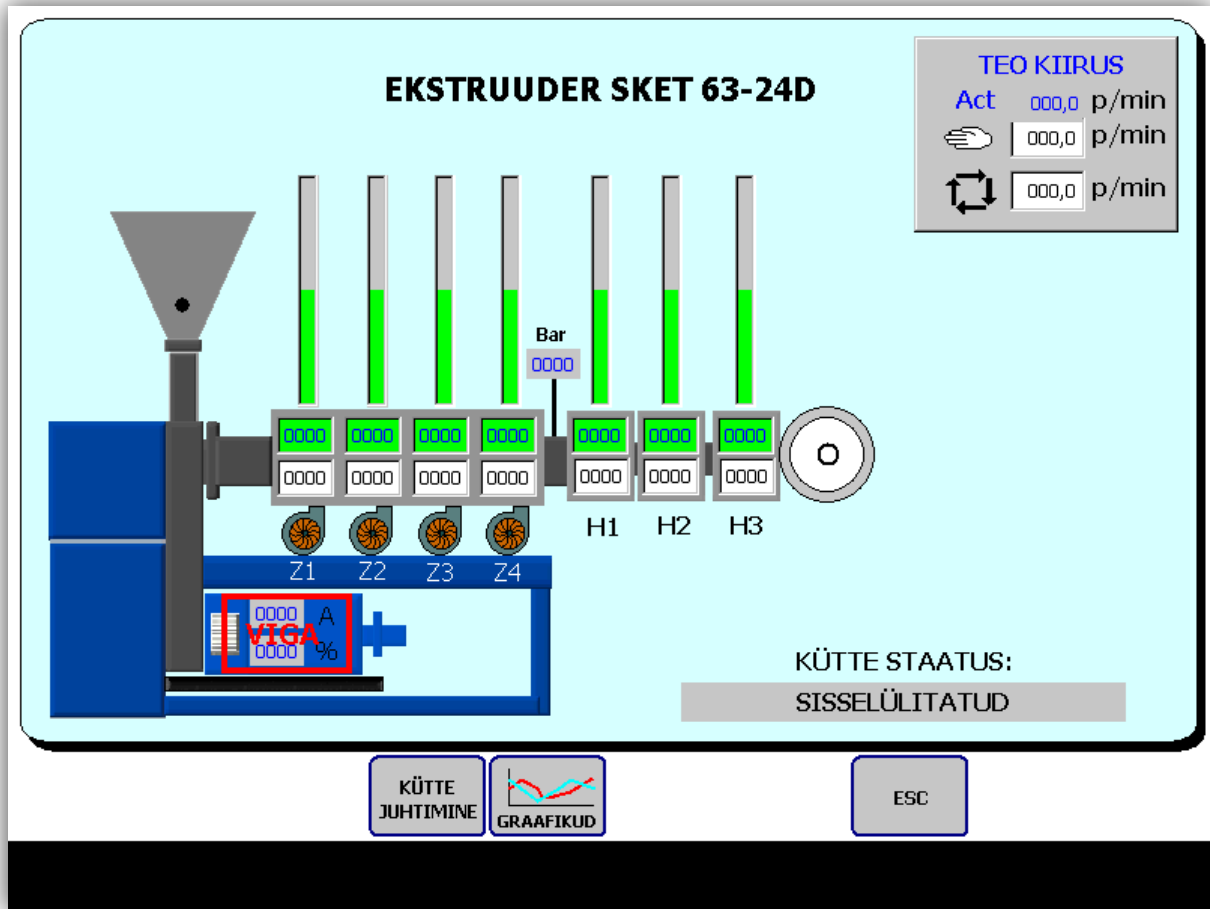
Using True

template

Number 12

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.



# Screens

## |MP377|Screens

### Spark

Using True

template


Number 32

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.

TOODE: 00

Testimispinge (etteantud)	000,00 kV	<input type="button" value="SPARK SISSE"/>
Testimispinge (möödetud)	000,00 kV	
Tolerants	0,00 kV	
Läbilöökide arv	000	<input type="button" value="SPARK VÄLJA"/>
Kaabli jooksev pikkus	00000 m	
Sparktester töötab:	<input type="text" value="liiniga koos"/>	
Valitud sparktester:	<input type="text" value="Clinton"/>	



# Screens

## |MP377|Screens

### Spark product selection

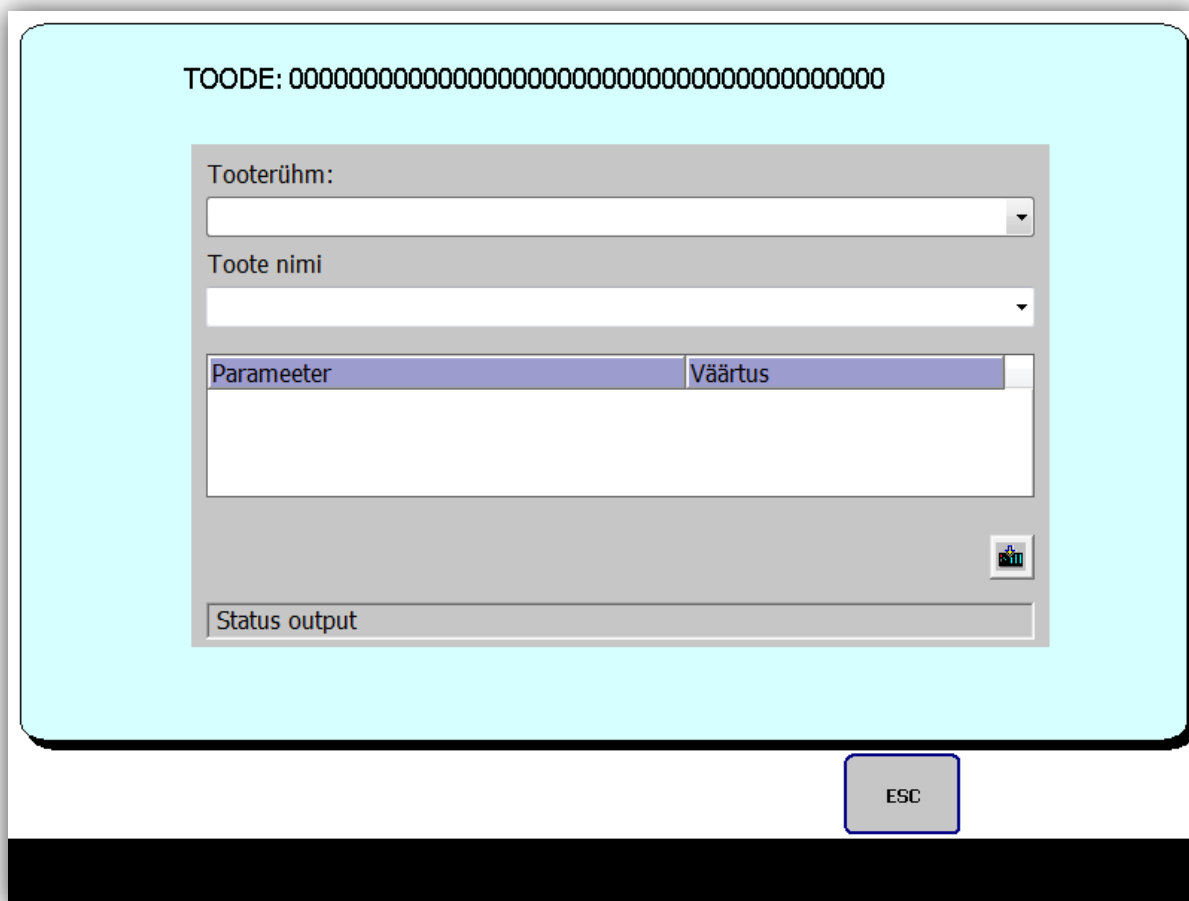
Using True

template

Number 38

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.



# Screens

## |MP377|Screens

### Spark count

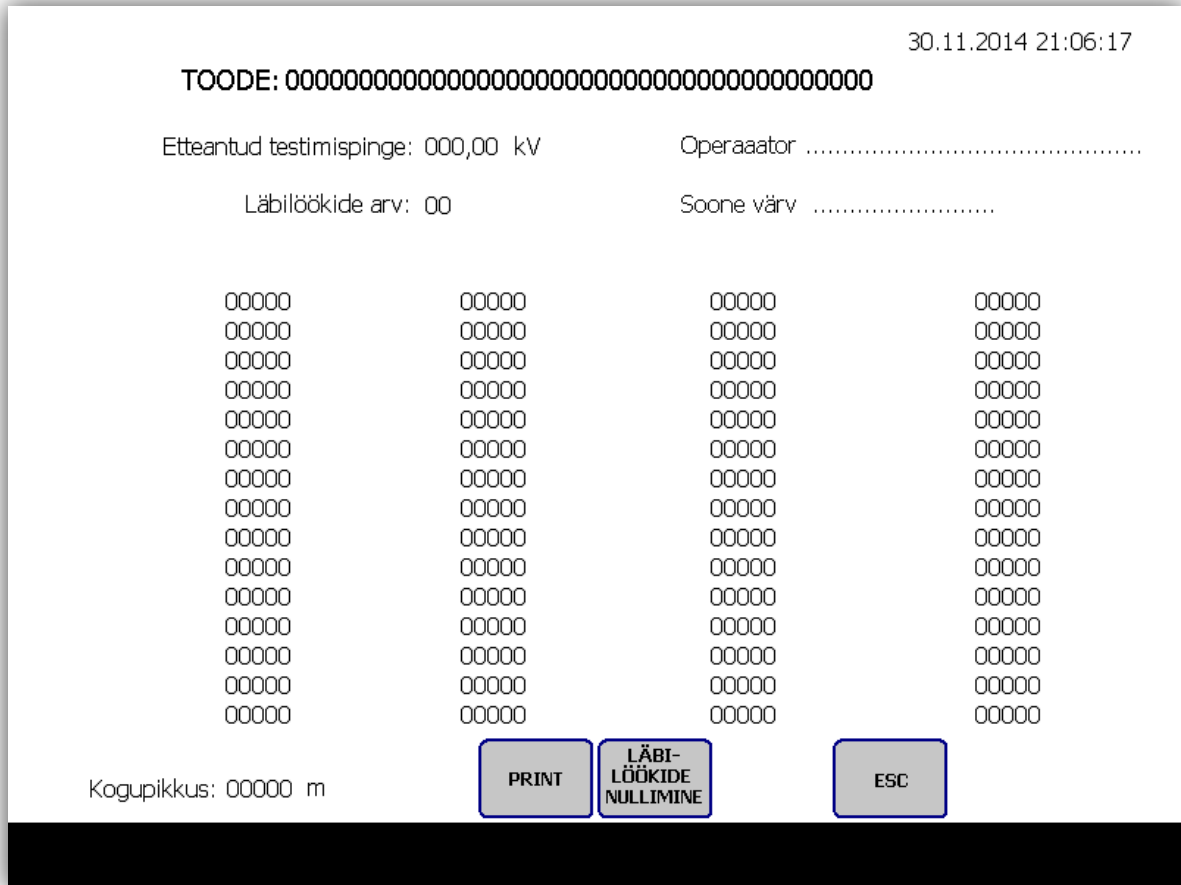
**Using** True

**template**

**Number** 33

**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

**Infotext.**



# Screens

## |MP377|Screens|Trends

### Trends|Trends select

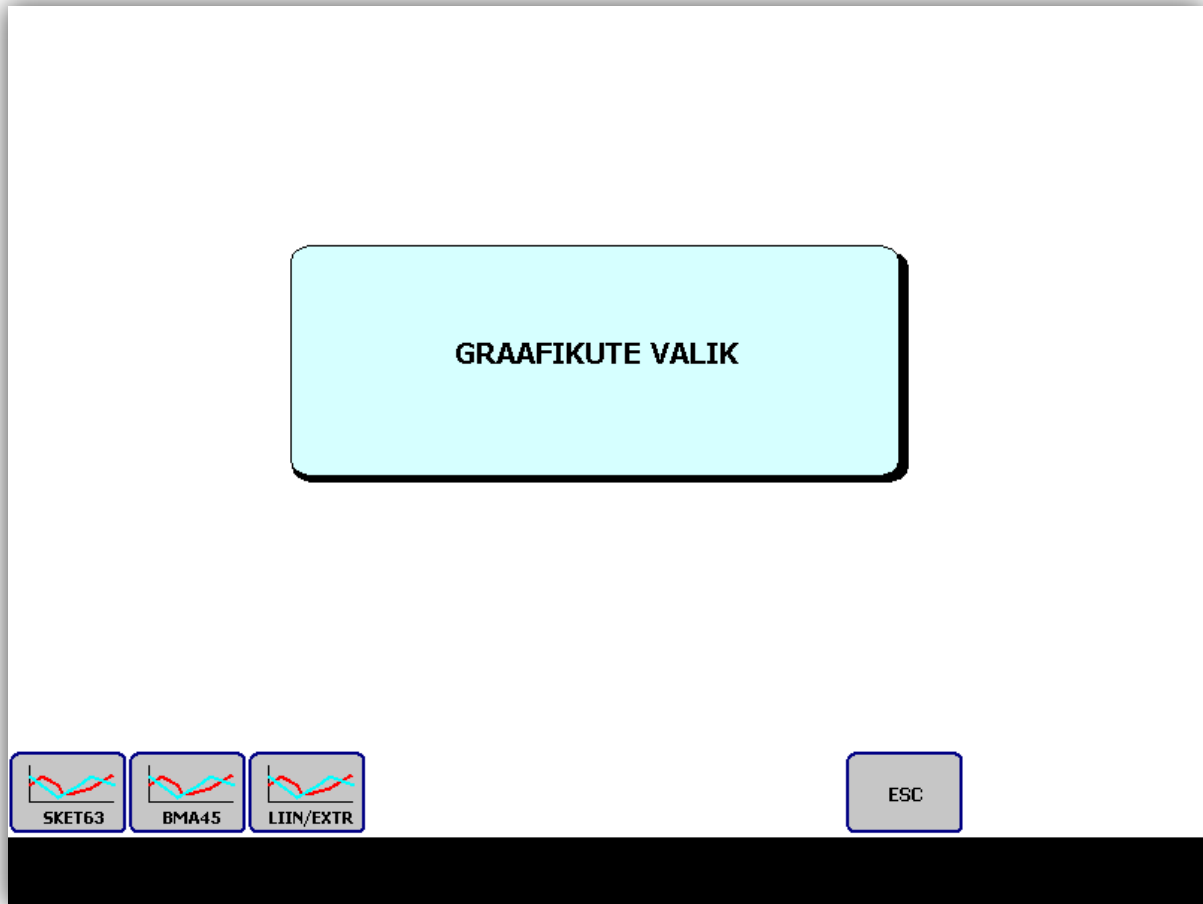
**Using** True

**template**

**Number** 14

**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

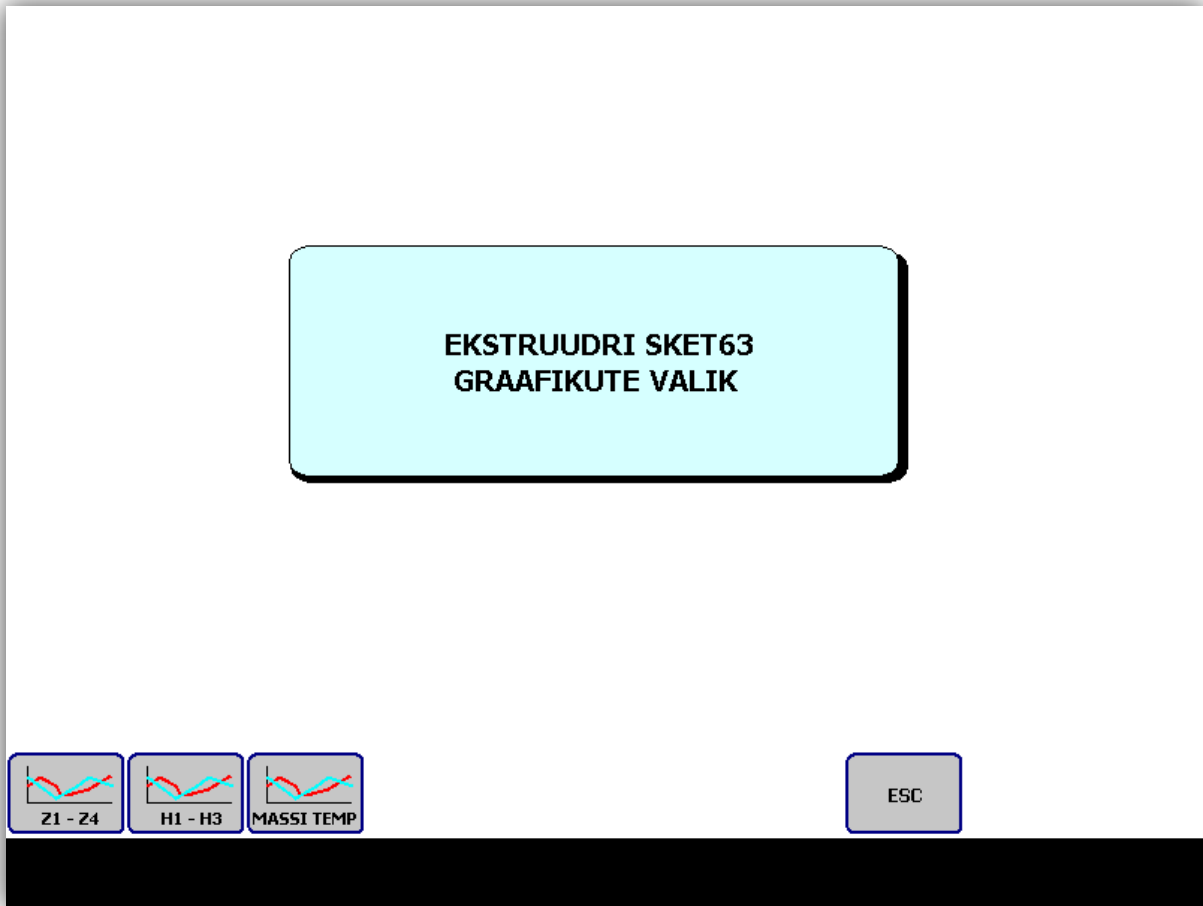
**Infotext.**



# Screens

## |MP377|Screens|Trends Trends|Trends select SKET63

**Using template** True  
**Number** 24  
**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31  
**Infotext.**



# Screens

## |MP377|Screens|Trends

### Trends|Trend Ext2 Syl

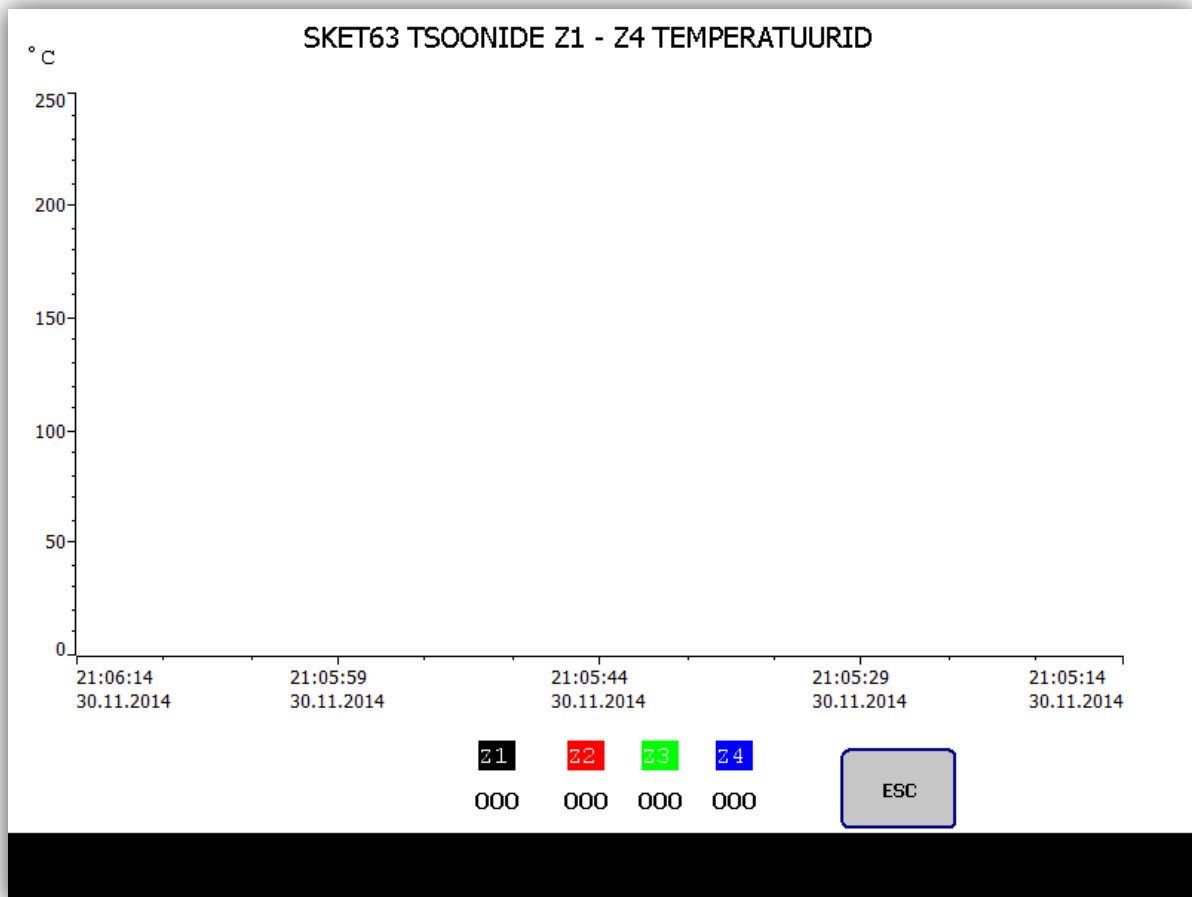
Using True

template

Number 21

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.



# Screens

## |MP377|Screens|Trends Trends|Trend Ext2 Head

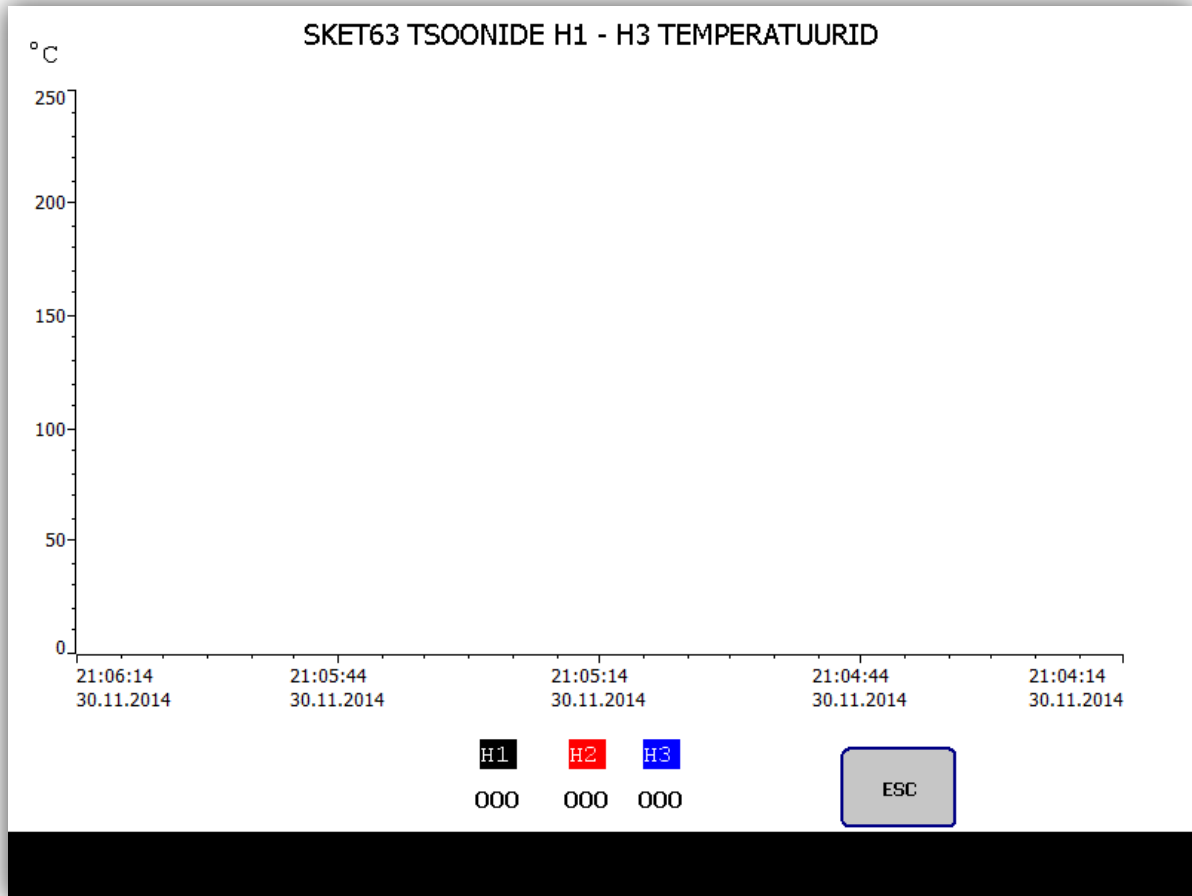
Using True

template

Number 20

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.

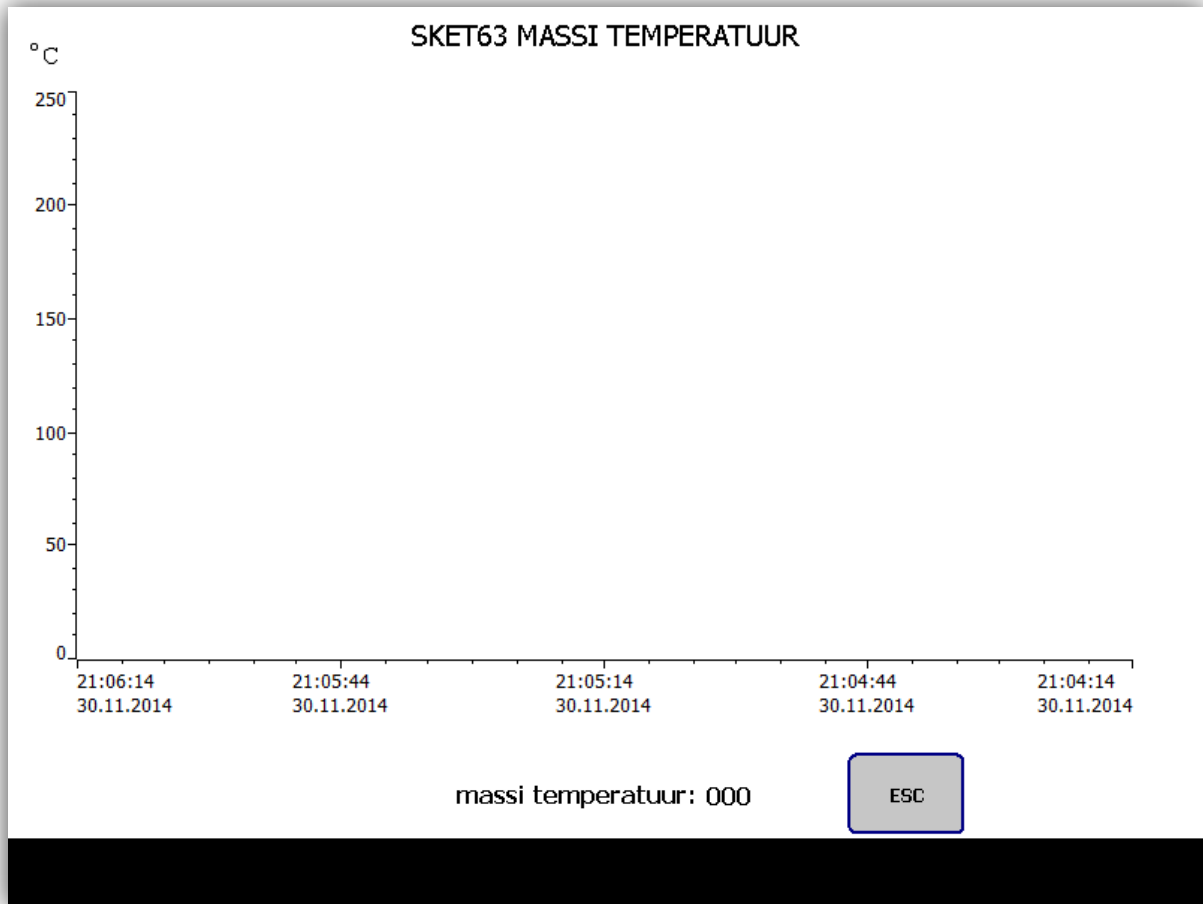




# Screens

## |MP377|Screens|Trends Trends|Trend Ext2 melt

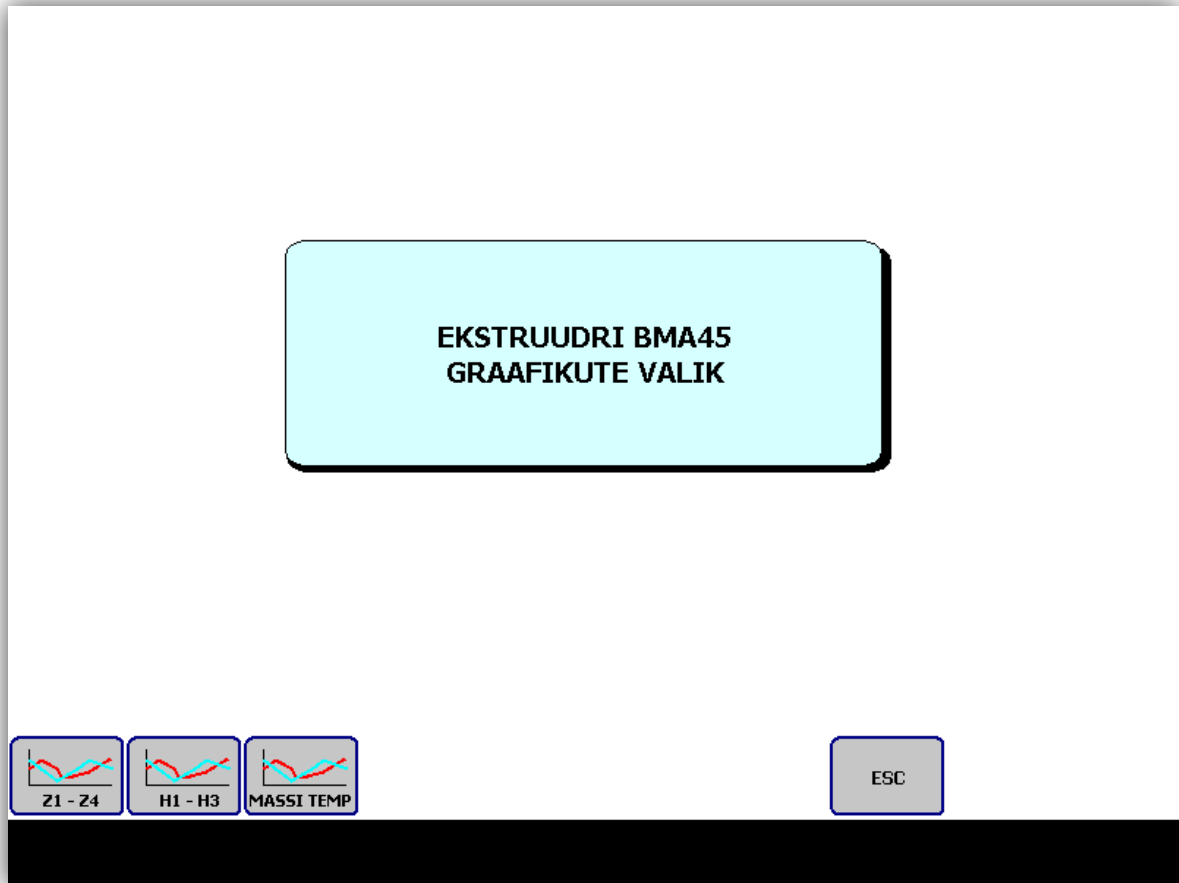
**Using** True  
**template**  
**Number** 23  
**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31  
**Infotext.**



## Screens

### |MP377|Screens|Trends Trends|Trends select BMA45

**Using** True  
**template**  
**Number** 25  
**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31  
**Infotext.**



# Screens

## |MP377|Screens|Trends

### Trends|Trend Ext3 Syl

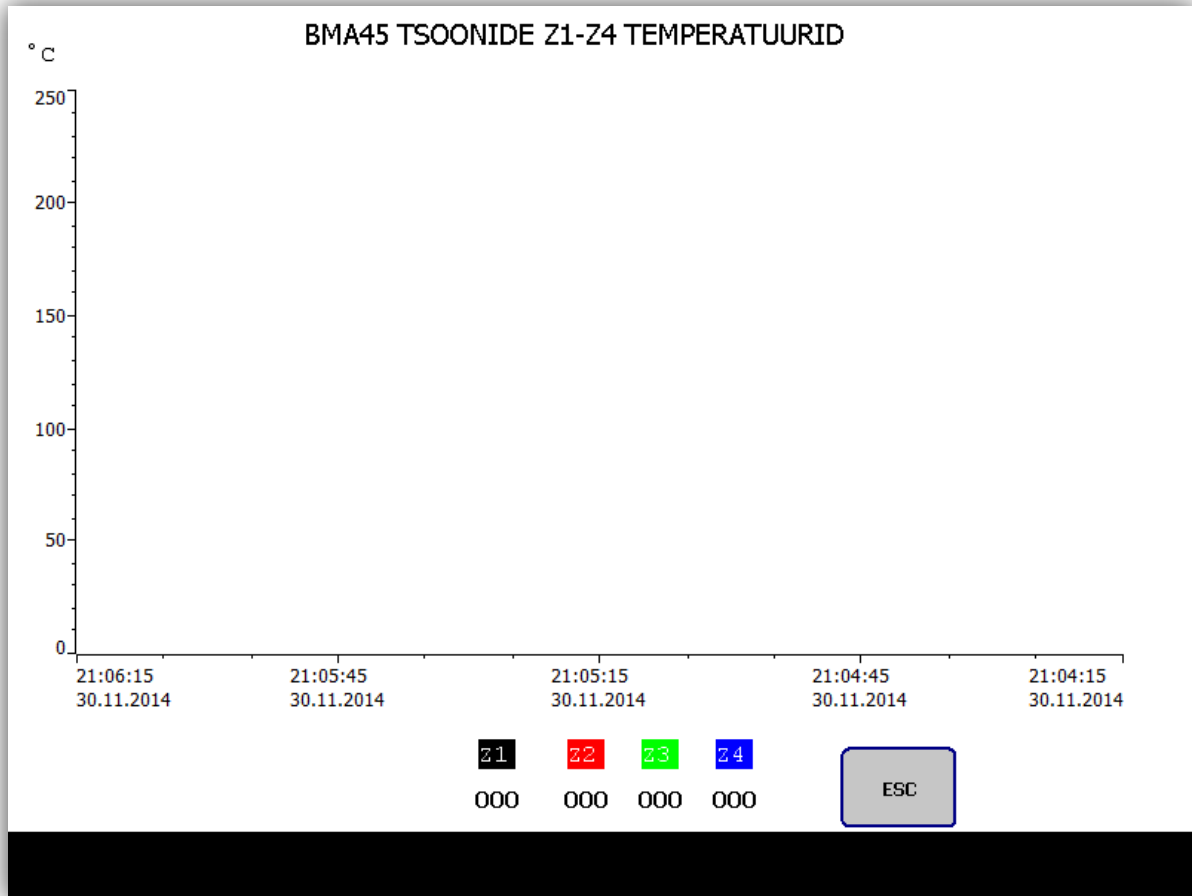
Using True

template

Number 15

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.



# Screens

## |MP377|Screens|Trends

### Trends|Trend Ext3 Head

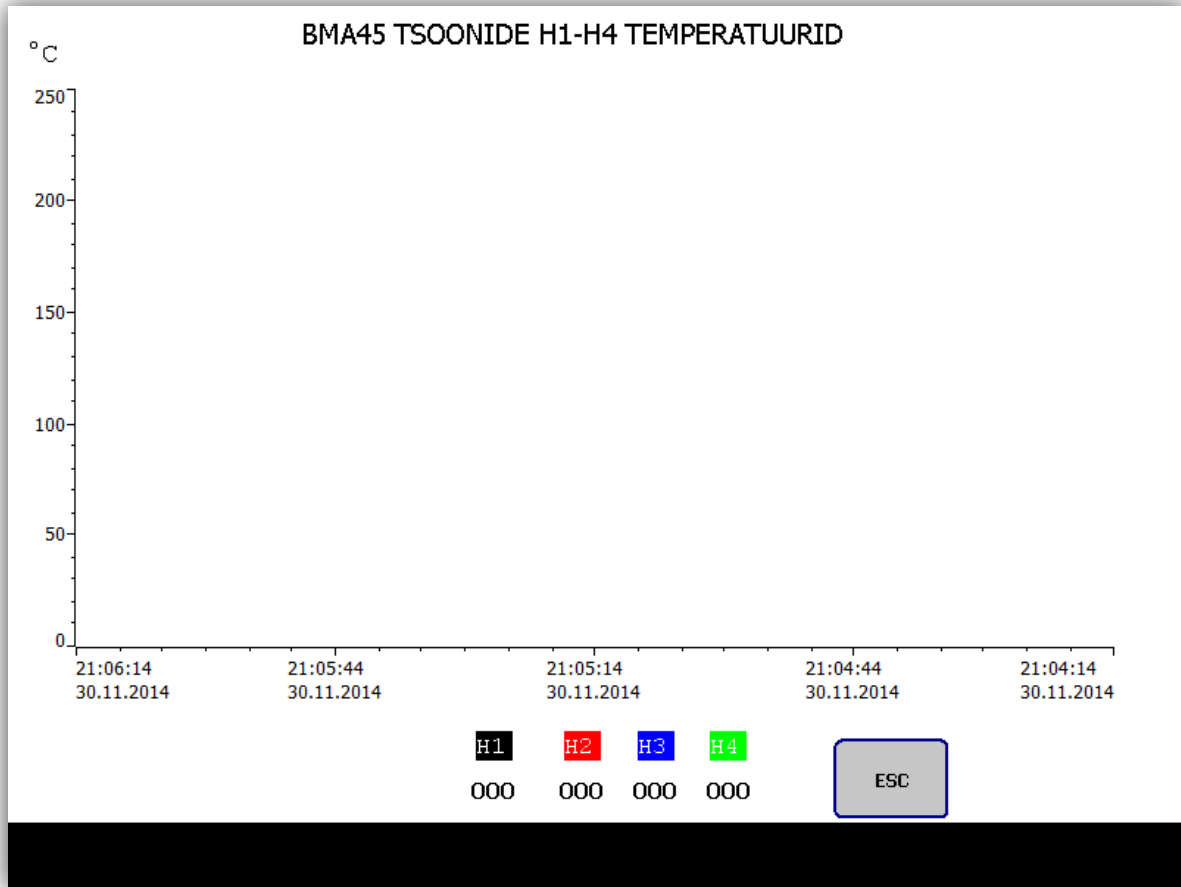
Using True

template

Number 16

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

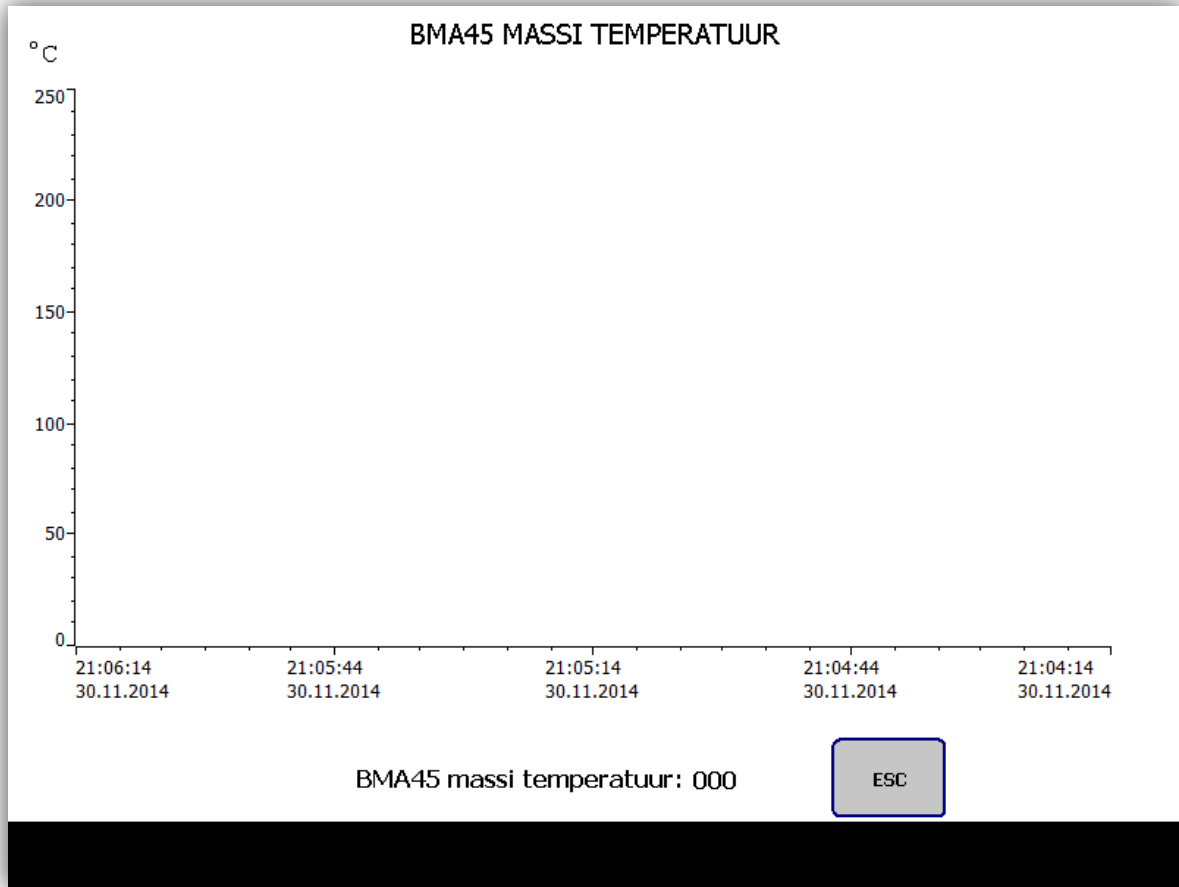
Infotext.



# Screens

## |MP377|Screens|Trends Trends|Trend Ext3 melt

**Using** True  
**template**  
**Number** 18  
**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31  
**Infotext.**



# Screens

## |MP377|Screens|Trends

### Trends|Trend Line\_ver\_Extra

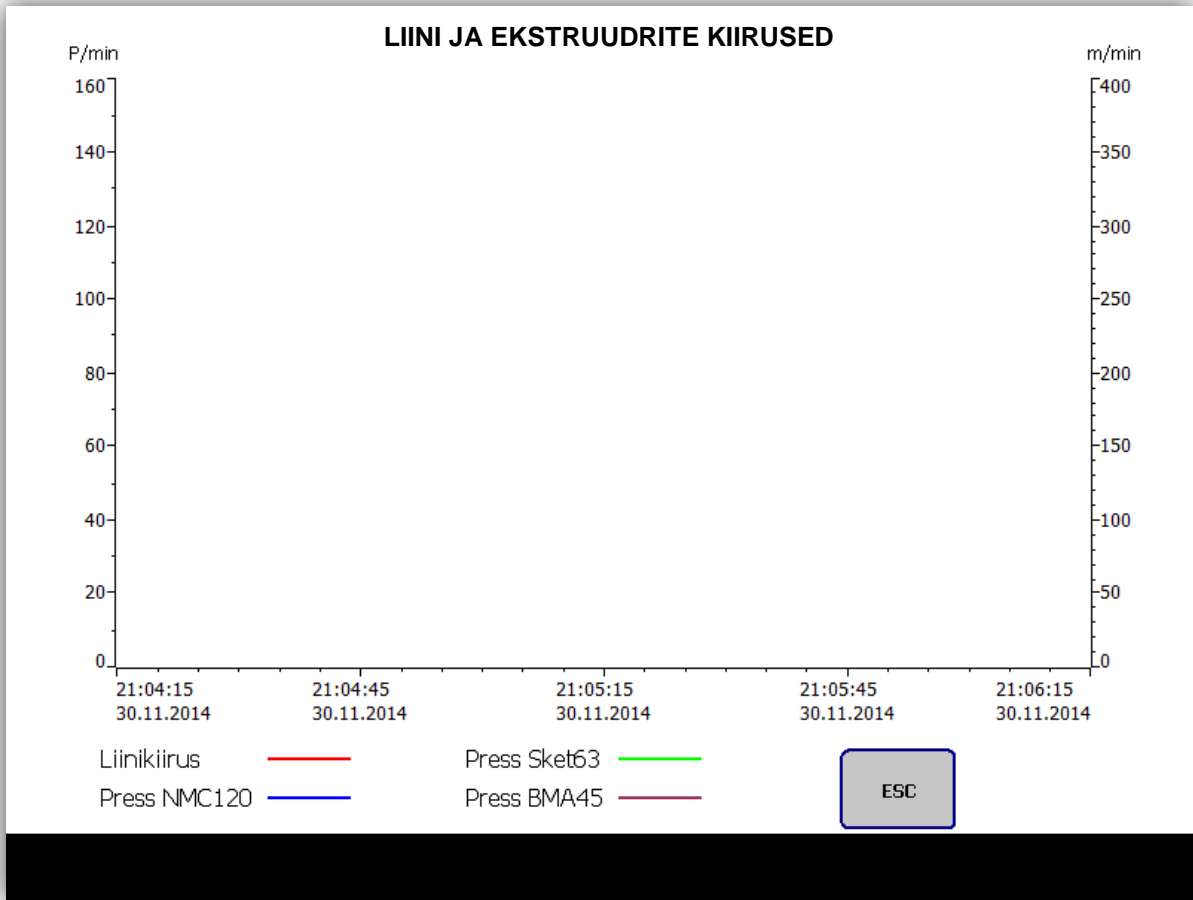
Using True

template

Number 19

Visible layer 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

Infotext.



# Screens

## |MP377|Screens

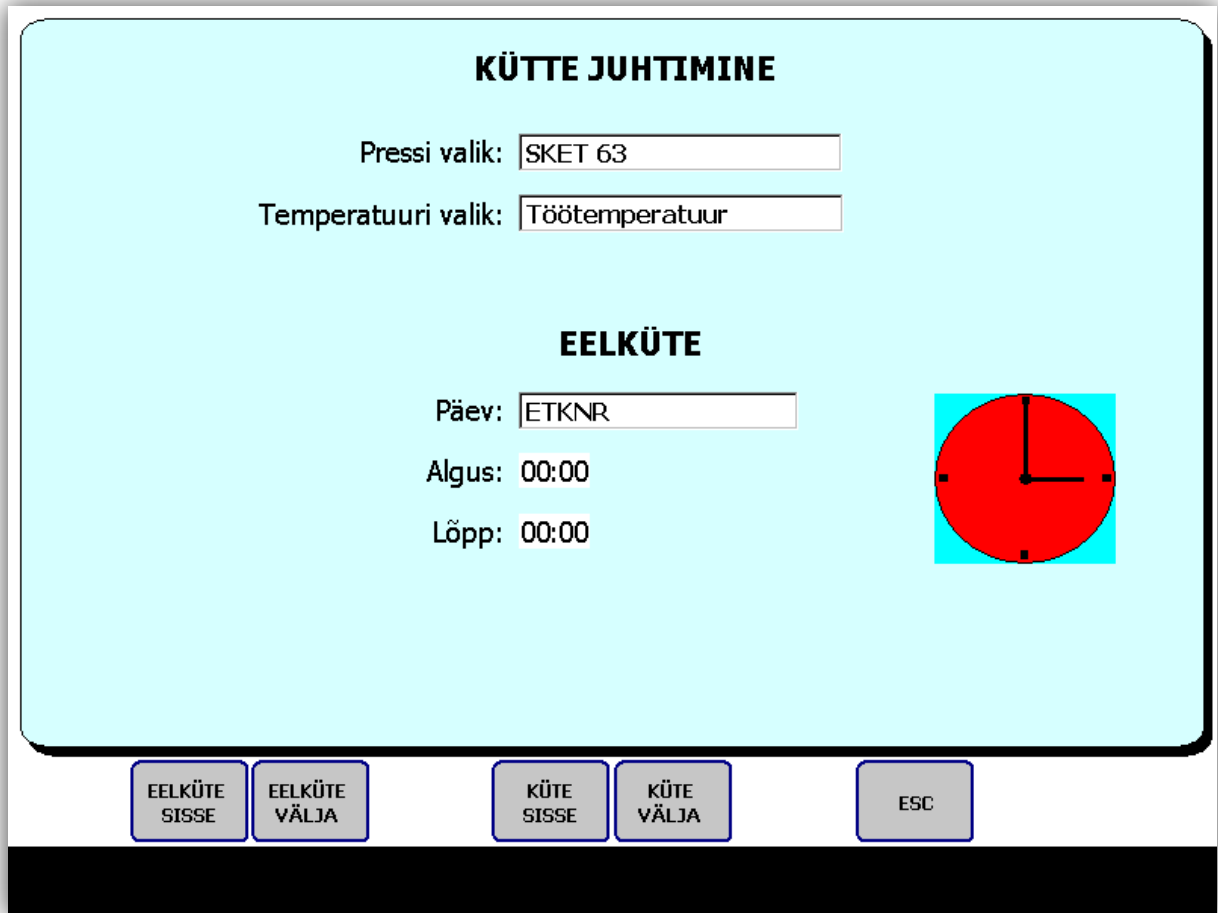
### Heating

Using **template** True

**Number** 28

**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

**Infotext.**



## Screens

### |MP377|Screens

#### Hour counter

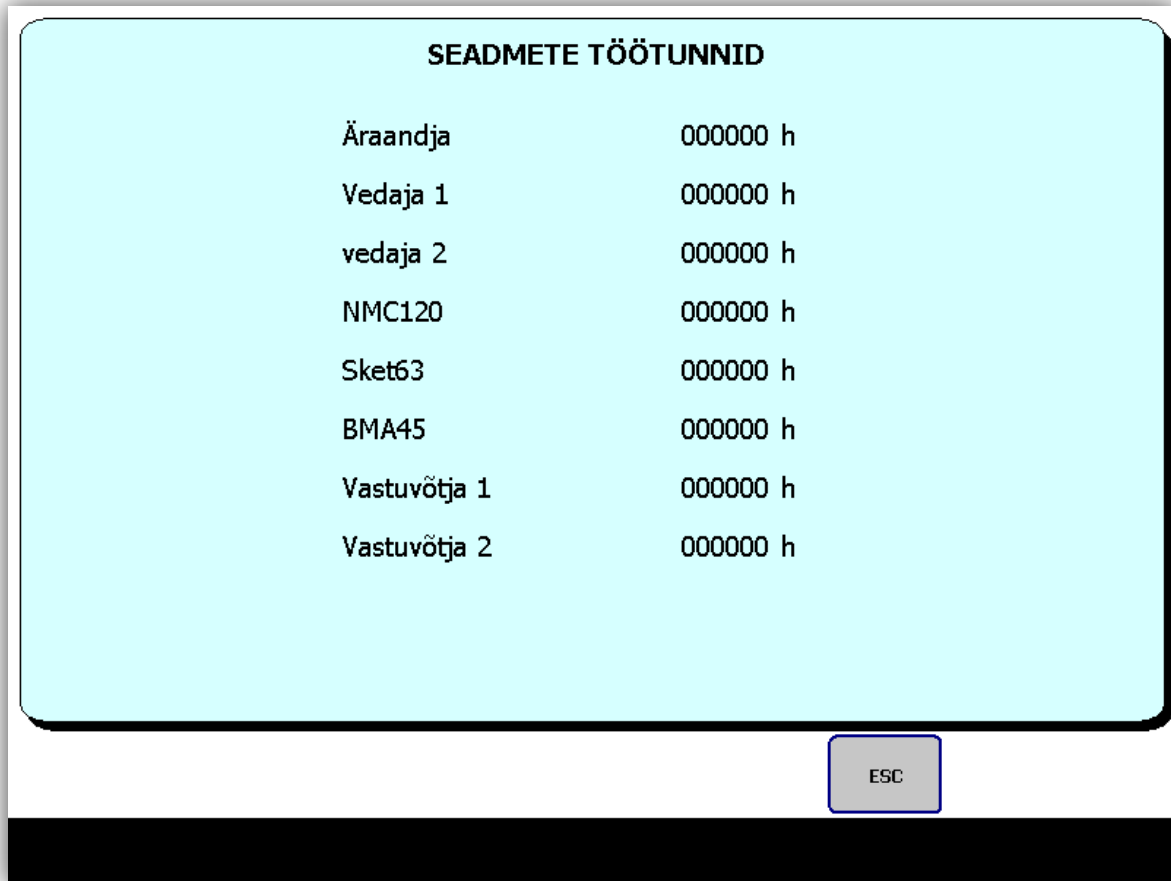
**Using** True

**template**

**Number** 29

**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

**Infotext.**





## Screens

### |MP377|Screens

#### OP settings

**Using** True

**template**

**Number** 3

**Visible layer** 0;1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31

**Infotext.** F13: Password processing F14: Printer settings F15: Status variable F16: General parameters  
F17: Message processing

