



Mairo TREVE

PÖÖRMETE SULATUSKÜTTE AUTOMATISEERIMINE

LÕPUTÖÖ

**LOGISTKAINSTITUUT
ERIALA: RAUDTEETEHNIKA**

Tallinn 2021

Mina,

Mairo TREVE

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Rita OJALA

Lõputöö on kaitsmisele lubatud logistikainstituudi direktorkori korraldusega nr 1-14/57 kuupäev 05.05.2021

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Mairo Treve

sünnikuupäev: 28.11.1981

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Pöörmete sulatuskütte automatiseerimine

Pöörmete sulatuskütte automatiseerimine

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas 05.05.2021 Mairo Treve /allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD

SISUKORD	3
LÜHENDID	6
1. SISSEJUHATUS.....	8
2. RAUDTEEJAAMA TÜRI TEHNILINE ISELOOMUSTUS.....	10
2.1 Jaama lühiiseloostus.....	10
2.2 Teedeareng	10
2.4 Jaama tööd.....	10
2.5 Signaalid.....	11
2.6 Pöörmed	11
2.7 Rööbasahelad	11
2.8 Jaamaga liituvad jaamavahed.....	12
2.9 Side.....	12
2.10 Elektrivarustus.....	12
3. TÜRI JAAMA SULATUSKÜTTE OLEMASOLEVAST OLUKORRAST	13
3.1 Sissejuhatus	13
3.2 Sulatuskütte lühitutvustus	13
3.3 Töökirjeldus	13
3.4 Üldiseloostus	13
3.5 Jaama hoone tehnilised näitajad	15
3.6 Energia tarbimine	16
4. LAHENDUSVARJANTIDE VÕRDLUS.....	19
4.1 SAN Elektro Heat Blue Point lahendus	19
4.2 Komponendid ja põhimõtted.....	19
4.3 Energia säästmine.....	19
4.4 Kasutamise põhimõtte	20
4.5 Kontrolli põhimõtted	21
4.6 SCADA infosüsteem	22
4.7 Maksumus	22
4.8 Go Track OÜ lahendus.....	22
4.9 Komponendid ja põhimõtted.....	23
4.10 Energiasäästmine.....	23
4.11 Kasutamise põhimõtted	23

4.12 Kontrolli põhimõtted	24
4.13 Pöörme sulatuskütte kesk süsteem	24
4.14 Maksumus	26
5. LÄHTEÜLESANNE PÖÖRMETE SULATUSKÜTTE PROJEKTEERIMISEKS	27
5.1 Eesmärk	27
5.2 Tööpõhimõte	27
5.3 Pöörmete sulatuskütte töötingimused.....	28
5.4 SCADA infosüsteem	28
5.5 Logid	29
5.6 Kütteelemendid	29
5.7 Elektrilised parameetrid	29
5.8 Rikked	29
5.9 Alarmeerimine.....	30
5.10 Hooldustingimused.....	30
5.11 Dokumentatsioon	31
6. TÜRİ JAAMA PÖÖRMETE SULATUSKÜTTE LAHENDUS JA MAKSUMUSE ARVUTUS	32
6.1 Elektrivarustus.....	32
6.2 Rajatavad kaabelliinid	32
6.3 Kaabelliini ehitus.....	33
6.4 Lõikumised kommunikatsioonidega	33
6.5 Lõikumised raudteega	33
6.6 Fiiberoptika ehitus.....	34
6.7 Sulatuskütte kilbid.....	34
6.8 Maandussüsteemid	35
6.9 Pöörangute sulatusküte.....	35
6.10 Sulatuskütte juhtimine.....	35
6.11 Kaitseviisid.....	36
6.12 Sulatuskütte ümber ehitamine	36
6.13 Side.....	36
6.14 Paigaldise loovutusprotseduurid	36
6.15 Jaama sulatuskütte maksumus.....	37
7. UUE SULATUSKÜTTE SÜSTEEMI KATSETAMINE JA TESTIMINE	38
7.1 Paigaldamine	38

7.2 Katsetamine ja testimine	38
7.3 Sulatuskütte töötamine	41
7.4 uuring olemasoleva sulatuskütte tööst.....	42
KOKKUVÕTE.....	46
SUMMARY	48
LISAD	52
Lisa 1. Raudteejaama TÜRi skemaatiline asendiplaan.....	53
Lisa 2. Raudteejaama TÜRi elektripaigaldiste jaotusskeem.....	54
Lisa 3. Komponendid	55
Lisa 4. Süsteemi kirjeldus	60
Lisa 5. Raudteejaama TÜRi ilmaennustuse loogikaskeem	64
Lisa 6. Eelarve.....	65
Lisa 7. Ühe pöörmegruppi spetsifikatsioon.....	66
Lisa 8. Kahe pöörmegruppi spetsifikatsioon.....	68
Lisa 9. Kolme pöörmegruppi spetsifikatsioon	71
Lisa 10. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC skeem	74
Lisa 11. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC skeem	75
Lisa 12. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-2 P skeem.....	76
Lisa 13. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem.....	77
Lisa 14. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem.....	78
Lisa 15. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem.....	79
Lisa 16. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem.....	80
Lisa 17. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem	81
Lisa 18. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem	82
Lisa 19. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem	83
Lisa 20. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem	84
Lisa 21. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem	85

LÜHENDID

AK	Arvesti kilp
API	Rakendustarkvara liides
AUTO	Automaatne režiim
DOCKER	Programm, mis teostab operatsioonisüsteemi tasemel virtualiseerimist
EMHI	Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut
ERROR	Veakood
ETS	Elektritsentralisatsioon
FOK	Fiiberoptika
JK	Jaotuskilp
JTR	Jaama transiitkilp
Kastepunkt C	Sademetepunkt
L1	Esimene faas
L2	Teine faas
L3	Kolmas faas
LDAP	Lihtsustatud kataloogisirvimise protokoll
LK	Liitumiskilp
Lülitusi: UDInt; //	Relee lülituste arv
MQTT	Telemeetria transport
N	Neutraal
OFF	Väljas
OJK	Olemas olev jaotuskilp
ON	Sees
On Time: UDInt; //	Relee sees oleku aeg kokku
OPC – UA	Tööstusautomaatika masinast-masinasse suhtlemise protokoll
PE	Maandus
PKK	Pöörmeküttepõlv
PLC	Programmeeritav loogiline kontrolleri
PSK	Pöörmete sulatusküttepõlv
RAL	Käivitab generaatori ja lülitab toite ümber automaatselt
RB	Rail Baltic
S1	Lüliti/valgustus
S2	Lüliti/küttepõlv

SIS	SCADA infosüsteem
STRING	Installatsiooni nimi
SYSLOG	Standartne sõnum (tarkvara, mis genereerib sõnumeid süsteemi)
TR	Transiitkilp
UPS	Puhvertoiteallikas
WEB	Võrk (kirjaoskusega programmeerimis süsteem)
VJK	Valgustuse jaotuskilp
Välis_temp C	Väline temperatuur

1. SISSEJUHATUS

Raudteeliikluse osatähtsus Eesti vabariigis on tänapäeval suur ja tänu Euroopa Liidus üha kasvavale loodust säästvale arengule, alternatiivse transpordiliigina autotranspordile, pidevas kasvutrendis. Viimasel kümnendil on Eestis moderniseeritud kogu reisijateveo veerem. Suurel määral on investeeritud kaubaveo veeremisse ja raudteetaristusse, nii teede võrgu kui ka liiklusjuhtimisse osas. Ootuspäraselt annab see võimaluse lahendada tänapäeval aina kasvavat nõudlust transpordile, mis tagaks kiirema ja loodust säästvama reisijate- ja kaubaveo.

Raudtee transpordi arengu vajadusele on oluliselt viidatud üleriigilises planeeringus „Eesti 2030+“ [1]. Väga suurt potentsiaali raudtee transpordis nähakse ka Euroopa Liidus (edaspidi EL). EL toel peaks valmima aastaks 2026 Rail Baltic (edaspidi RB) [2], mis tagab raudtee ühenduse Poolast Balti riikidega, 1435 mm rööpmelaiusega, modernse elektrifitseeritud raudteega. Trass tagab reisijatele liikumise kiirusel kuni 240 km/h ning loob täiesti uue võimaluse mugavalt ja kiiresti reisida Läti ja Leetu ning sealt edasi Kesk-Euroopasse.

Kaubarongide kiiruseks on arvestatud kuni 120 km/h ning kaupade liikumine maanteelt raudteele aitab kaasa Eesti keskkonna eesmärkidele. RB on kolme Balti riigi ühendav rahvusvaheline projekt, kuhu on lisaks kaasatud ka Soome ja Poola. Tulevased Muugal asuvad ümberlaadimisterminalid võimaldavad ka Loode-Venemaa suunalt saabuvaid kaupu RB kaudu Euroopasse suunata. RB on investeering rohelise transporti, aga ka uudne mõtlemine ja energiasäästlik viis reisimiseks ning kaupade liikumiseks Euroopasse. Ülalmainitust tulenevalt on ka Eestil vajadus siseriikliku raudtee kaasajastamiseks, kuna kasvav rongide liikumiskiirus seab kõrgemad nõuded ohutusele raudteetaristul.

Kvaliteetse ja vajaduspõhise siseriikliku reisijate veo tagamiseks raudteel, doteerib riik veofirmat, AS Eesti Liinirongid (edaspidi ELRON), mis ei ela ära paraku ainult piletitulust. Lisaks reisivereemile ja veokorraldusele vajab raudtee investeeringuid ka taristusse, selle rekonstrueerimise, hoolduse ja ohutuse tagamise. Rongide kiiruste tõstmisest tulenev liiklusgraafikute tihenemine eeldab meldepunktides kaasaegsemaid rongiliikluse turvangu- ja juhtimissüsteeme, lisaks kaasaegsele jaamateede võrgustikule.

Alanud on EL eelarveperiood 2021-2027, mil Eestil on võimalik saada ühtekuuluvus-poliitika toetusi 3,37 miljardit eurot. Toetuse kasutamise suuremad eesmärgid on nutikam, rohelisem ja ühendatum Eesti [3]. Et tagada siseriikliku raudteetranspordi areng Eestis, tuleb jätkata taristu kaasajastamist.

Varasematel aastatel on EL toetust saanud ka Edelaraudtee AS, mille abil on renoveeritud Tallinn-Viljandi raudteeliinil lõigud, Türi-Viljandi, Tallinn-Rapla ja Lelle-Türi (koos Türi jaamaga). Sammuti on kaasajastatud rongiliikluse juhtimis süsteemi ja ülesõitude automaatikat Türi, Kiisa, Tallinn-Väike on releepõhistest saanud PLC jaamadeks. Aastatel 2019-2023 arendatakse välja dispetšer-tsentralisatsioon Türi-Viljandi lõigul. Sellest tulenevalt kaasajastatakse ka pöörmete sulatuskütet, mis on kohati olematu ja ajale jalgu jäänud.

Käesolev lõputöö käsitleb Edelaraudtee AS-i pöörmete sulatuskütte automatiseerimist Türi jaamas. Tegevus tagab talvisel ajal pöörangute tõrgeteta töö. Kuna tegemist on dispetšertsentralisatsiooni arendustööga, siis esimeses etapis ehitatakse välja Võhma, Viljandi PLC jaamad ja samaaegselt töötatakse väljapöörmete sulatuskütte lahendus. 2021 aastal arendatakse välja pöörmete sulatus-kütte prototüüp, mis paigutatakse testimis perioodiks Türi jaama. Aastatel 2022-2023 vahetatakse välja senine pöörmete küttesüsteem Türi, Võhma ja Viljandi jaamas ning minnakse üle uuele süsteemile. Sama lahendust hakatakse kasutama ka Edelaraudtee AS ülejäänud jaamades.

2. RAUDTEEJAAMA TÜRI TEHNILINE ISELOOMUSTUS

2.1 Jaama lühiiseloomustus

Türi raudteejaam on raudteetaristu ettevõtjale Edelaraudtee AS kuuluv PLC jaam, mis on projekteeritud üherajalisele poolautomaatblokeeringuga liinile Tallinn-Lelle-Viljandi [4].

Jaama teedareng on kajastatud Lisa1 joonisel Skemaatiline asendiplaan [5] .

2.2 Teedareng

Türi jaamas on 4 teed, millel on järgmine otstarve (joonis Skemaatiline asendiplaan Lisa 1):

1. tee – vastuvõttu-ärasaatetee reisi- ja kaubarongide vastuvõtmiseks ja ärasaatmiseks, pikkus – 837m.
- II tee – peatee reisi ja kaubarongide vastuvõtmiseks ja ärasaatmiseks, peatuseta läbilaskmiseks, pikkus – 769m
3. tee – vastuvõttu- ärasaatetee reisi – ja kaubarongide vastuvõtmiseks ja ärasaatmiseks, pikkus – 659m.
4. tee – vastuvõttu-ärasaatetee kaubarongide vastuvõtmiseks ja ärasaatmiseks, pikkus – 614m.

2.4 Jaama tööd

Türi jaam on ettenähtud reisi- ja kaubarongide saatmiseks ja vastuvõtmiseks, kaubarongide koostamiseks, lahutamiseks ning vagunite laadimiseks ja tühjendamiseks.

Jaamaga liituvad jaamavahed on:

- paaris suunas Lelle –Türi üherajaline moderniseeritud poolautomaatblokeering;
- paaris suunas Türi – Võhma üherajaline moderniseeritud poolautomaatblokeering.

Jaamas asub ka ülesõidukoht millele on paigaldatud automaatne foorisiganalisatsioon ja tõkepuu. Ülesõidukoha signalisatsiooni seadmed on varustatud seire ja juhtimisseadmetega jaama juhtimispuldil. Ülesõidu seadmete tööd jälgib Türi jaama jaamakorraldaja, vajadusel on tal võimalus abinuppu kasutades sekkuda ülesõidu töösse.

2.5 Signaalid

Raudteefoorid on uued LED põhised moodulid (moodul E5401) jaama ülesõidukohta piiravaks tõkkefooriks on sissesõidu ja väljasõidu signaalid. Signaalid jagunevad:

- hoiatusfoorid (HA; HB)
- sissesõidufoorid (A; B)
- väljasõidufoorid (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4)
- manöövrifoorid (M1, M2, M3, M4, M5, M7)

2.6 Pöörmed

Tsentralisatsiooni lülitatud pöörmed on järgmised: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 2, 4, 6, 8, 10. Paaritus kõrikus peatee, kaitseks veeremi juhusliku väljasõidu eest haruteelt on paigaldatud tsentraliseeritud väljaviskepöörang VVP. Pöörmete juhtimine toimub jaamakorraldaja puldist. Pöörmete juhtimine toimub elektriajamite ЦП-6М, mootor – МСН-160VDC, 0,25 kW abil. Tsentraliseeritud pöörmete lumest puhastamine toimub pöörmete sulatuskütte seadmete abil.

2.7 Rööbasahelad

Vastuvõttu-ärasaateteedele on projekteeritud järgmised rööbasahelad:

- 1.- tee, isoleerpiirkonna pikkus – 837 m;
- II- tee, isoleerpiirkonna pikkus – 769m;
- 3.- tee, isoleerpiirkonna pikkus – 659 m;
- 4.-tee, isoleerpiirkonna pikkus – 614 m.

Paaritus kõrikus on projekteeritud järgmised pöörmepiirkonnad:

- 1PP, (skeemis: 1CII), isoleerpiirkonna pikkus – 175 m;
- 3-5PP, (skeemis: 3-5CII), isoleerpiirkonna pikkus – 282 m;
- 7PP, (skeemis: 7CII), isoleerpiirkonna pikkus – 114 m;
- 9PP, (skeemis: 9CII), isoleerpiirkonna pikkus – 118 m;
- 11PP, (skeemis: 11CII), isoleerpiirkonna pikkus – 125 m.

Foorieelsed isoleerpiirkonnad:

- M1T (skeemis M1II), isoleerpiirkonna pikkus – 25 m;
- M5T (skeemis M5II), isoleerpiirkonna pikkus – 50 m;

- M7T (skeemis M7Π), isoleerpiirkonna pikkus – 50 m.

Paaris-kõrikus on projekteeritud järgmised pöörmepiirkonnad:

- 2PP, (skeemis: 2CΠ), isoleerpiirkonna pikkus – 100 m;
- 4PP, (skeemis: 4CΠ), isoleerpiirkonna pikkus – 217 m;
- 6-8PP (skeemis 6-8CΠ), isoleerpiirkonna pikkus – 222 m;
- 10PP (skeemis 10CΠ), isoleerpiirkonna pikkus – 131 m.

Foorieelsed isoleerpiirkonnad:

- M2T (skeemis M2Π), isoleerpiirkonna pikkus – 50 m.

Lähenemispiirkonnad:

- paaritu suuna lähenemispiirkond ALP (skeemis: HΓΠ), isoleerpiirkonna pikkus, – 1100 m;
- paaris suuna lähenemispiirkond BLP (skeemis: ЧΓΠ), isoleerpiirkonna pikkus, – 1360 m;

Pöörme-eelsed piirkonnad:

- paaritu pöörmeelne piirkond APEP (skeemis: HΑΠ), isoleerpiirkonna pikkus, –150 m;
- paaris- pöörmeelne piirkond BPEP (skeemis: ЧΑΠ), isoleerpiirkonna pikkus, –308 m;

Rööbasahelad on projekteeritud vahelduvvoolu toitega (Нормаль РЦ50-17А)

2.8 Jaamaga liituvad jaamavahed

Türi jaam piirneb paaritust suunast Lelle – Türi ja paaris suunast Türi – Võhma jaamavahega, mis on üherajalised ja varustatud moderniseeritud poolautomaatblokeeringuga.

2.9 Side

Vastavalt raudtee tehnokasutuseeskirja (edaspidi TKE) nõuetele (§97) on olemas Türi jaamas rongiliikluse dispetšerside, meeldeside ja raadioside. Lisaks on olemas üldkasutatava võrgu lauatelefon ning mobiiltelefon.

2.10 Elektrivarustus

Jaama elektritoiteks kasutatakse olemasolevat liitumist elektrivõrguga Katkematu toite allikas on online UPS ~3*400VAC 10 kW kombineeritud diisलगeneraatoriga ~3*400VAC 22 kW.

jaamahoone kõrval. Diisलगeneraatori kütusepaagi mahust piisab reservtoite tagamiseks kütust lisamata vähemalt 12-ks tunniks. UPS kindlustab pideva stabiilse elektritoite nii reservtoitele üleminekul kui ka muude lülituste/võrguvoolu kõikumise korral.

Jaama paaritus kõrikus, jaotusskeemil tähistatud kilp TR1, võetakse põhitoide, mis viiakse kilpidesse JK7 ja JK6, millega toidetakse pööranguid 1, 3, 5, 7, 9, 11 (vt joonis Lisa 2).

Hoone, alajaama, kilpide ja pöörmete vahelised kaablid:

- jaama alajaam – TR1, kaabel AXPk 4G240;
- JK5–JK6, kaabel AXPk 4G120;
- JK5–JK7, kaabel AXPk 4G25;
- JK6-pöörang 7, kaabel AGPK 4G16;
- JK6-pöörang 9, kaabel AGPK 4G16;
- JK6-pöörang 11, kaabel AGPK 4G16;
- JK7-pöörang 1, kaabel AGPK 4G16;
- JK7-pöörang 3, kaabel AGPK 4G16;
- JK7-pöörang 5, kaabel AGPK 4G16;
- juhtimine ja signalisatsiooni kaabel MCMO 12*1,5;

Jaama paaritus kõrikus jaotusskeemil tähistatud kilp TR2 võetakse põhitoide mis viiakse kilpidesse JK2 ja JK4 millega toidetakse pööranguid 2, 4, 6 (vt joonis Lisa2).

Hoone, alajaama ja kilpide vahelised kaablid:

- Elektrilevi OÜ-Edelaraudtee AS alajaam, kaabel AXPk 4G50;
- TR1–TR2, kaabel AXPk 4G240;
- TR2-TR3, kaabel AXPk 4G120;
- TR2-JK3, kaabel AXPk 4G185;
- TR2-jaamahoone, kaabel AXPk 4G120;
- jaamahoone – JTR, kaabel MCMK 3*70/35;
- JTR-JK2, kaabel AXPk 4G70;
- TR3-Generaator, kaabel AXPk 4G25;
- JK3-JK3.1, kaabel AXPk 4G70;
- TR2-OJK, kaabel AXPk 4G70;
- TR2-JK2, kaabel AXPk 4G70;

- Jaama hoone kõrval abihoones asuv generaator lülitab toite ümber automaatselt seda juhib kilbis paiknev tarkvara (edaspidi RAL), mis lülitab põhitoite varutoitele. Sammuti paikneb hoones diisलगeneraator võimsusega ~3*400VAC 22 kW mis käivitub juhul kui kummaski võrgu liitumispunkti kaob ära toide. Katkematuks toiteks on jaama hoones online UPS ~3*400VAC 10 kW. elektri paigaldise jaotusskeem (Lisa 2). Kaablid paiknevad jama kaablikanaliseatsioonis alumises kihis.

- PE OPTO klass A 100x4,8 hooneväline kaablikaitsetoru;
- PE OPTO klass B 100x4,8 hooneväline kaablikaitsetoru;
- PE OPTO 100x2,0hooneväline kaablikaitsetoru;
- PE OPTO 75x2,0hooneväline kaablikaitsetoru;
- PE OPTO 50x2,0hooneväline kaablikaitsetoru;
- PE OPTO 32x2,0hooneväline kaablikaitsetoru;
- fiiberoptilinetoru 4*14/10;
- KKS-2 sidekaev (plastik tootja Vesimentor OÜ);
- KKS-3 sidekaev (Beton);
- optikasidekaev (STRONG);
- hoiatuslint (Ettevaatust sidekaabel);
- liiv.

- installeeritud võimsus 176 kW;
- elektriküte 40 kW;
- valgustus 11 kW;
- ventilatsioon 29 kW;

- soojaveeboilerid 14 kW;
- tootlustehnoloogia 38 kW;
- raudtee eriseadmed 10 kW;
- bürotehnoloogia 34 kW.

Jaama hoone arvutuslik võimsus 121 kW, arvutuslik vool 183 A ja pingesüsteem on 3*380/220 V; 50 Hz. Hoonel on olemas kaks elektrivarustuse kaablit T1,T2 ja olemasolev reservtoite kaabel T3. Hoone põhitoiteks T1 kaabliga AXMK 4G120S. Toide T2 jaama sisene toitekaabel on APVB 3*35+1*25. Reservtoide T3 AMKA 3*35+1*50 linna alajaamast hoonesse, hoone sisene AXMK 4G50 peakilpi.

3.6 Energia tarbimine

Jaama liitumis punkt, Jaama 10a Türi peakaitse suurus on 200 A. Toitepunkt varustab jaama hoonet, kohvikut, pöörmekütet pöörmetel 2, 4, 6 ja generaatori toidet. Liitumispunkt Jaama 16 Türi, peakaitse suurus 250 A. Toitepunkt varustab Elroni rongide kütet võimsusega 3*63 A, pöörmekütteid pöörmetel nr. 1, 3, 5, 7, 9, 11 ja välisvalgustust [9].

Jaama liitumispunkti peakaitse 200 A kohal oli 2020 aasta päevane tarbimine 101436 kWh, öine 95694 kWh ja kogu tarbimine on 197130 kWh. Liitumispunkt peakaitse 250 A kohal päevane tarbimine 54348 kWh, öine 85413 kWh ja kogu tarbimine 139762 kWh. Liitumispunktide peakitsmete 200 A ja 250 A tarbimine kokku 336892 kWh / 336,89 MWh.

Suurtarbija Edelaraudtee AS kaupleb väga suurte elektrikogustega seega arveldatakse sealsed hinnad megavatt – tundides (1 MWh=1000 kWh). Kui elektri energia hulgihind on 43 eurot MWh kohta, siis kilovattidesse arvestatuna on see 4,3 eurosentit kWh kohta. Siinkohal tuleb arvestada, et elektri hulgihind ei sisalda käibemaksu. [6] Kuigi töö autoril puudub informatsioon, millised on ostu-müügi tingimused Edelaraudtee AS-i ja elektrienergia müüja vahel, saab siiski sellise arvutuskäiguga aimu, kui suured on Türi jaama kulutused elektrienergiale aastas, $336,89 \times 43 = 14486,36$ €, millele lisandub käibemaks. Sellest järeldub, et pöörmete sulatusütte automatiseerimise tulemusena saab kokku hoida märkimisväärse summa. Täpsemat tulusust saab hinnata alles 2022 aasta kevadel selguvate tegelikult kasutatud elektrienergia hulga alusel tehtud tasuvusarvestuste põhjal.

Tabel 1. Jaama liitumispunkti Jaama 10a. 2020 aastane tarbimine kuude kaupa, MWh [11].

Kuu	Päev	Öö	Kokku	Ühik	Kokku	Ühik
Jaanuar	10758	10025	20783	kWh	20,783	MWh
Veebruar	10622	11062	21684	kWh	21,684	MWh
Märts	9417	9978	19395	kWh	19,395	MWh
Aprill	7689	7365	15054	kWh	15,054	MWh
Mai	6108	6369	12477	kWh	12,477	MWh
Juuni	4955	3821	8776	kWh	8,776	MWh
Juuli	5460	3663	9123	kWh	9,123	MWh
August	4554	3904	8458	kWh	8,458	MWh
September	5176	4287	9463	kWh	9,463	MWh
Oktoober	7349	6502	13851	kWh	13,851	MWh
November	9823	10564	20387	kWh	20,387	MWh
Detsember	19525	18154	37679	kWh	37,679	MWh
Aastas kokku	101436	95694	197130	kWh	197,13	MWh

Tabel 2. Liitumispunkt Jaama 16, 2020 aastane tarbimine, MWh [12]

2020 a.	54349	85413	139762	kWh	139,762	MWh
----------------	-------	-------	---------------	------------	----------------	------------

Tabel 3. Kahe Liitumispunkti 2020 aasta tarbimine kokku, MWh.

Liitumis punktid peakitsmega 200 ja 250A aasta tarbimine kokku						
					3336,89	MWh

Liitumispunkti Jaama 10a. 2020 aasta elektritarbimisest on näha, kuidas tarbimine kasvab oktoobrist kuni maini. Suurem tarbimine on novembrist aprillini, kokku 134982 kWh. Talve kuude kulub energiat rohkem. Suurema elektrienergia tarbimise põhjusteks on pöörmeküte, valgustus aga ka jaama hoone kütmine ja ETS töötamine. seadmete tööks. Suvekuudel kuulub energiat jaamahoone, ETS seadmete töös hoidmiseks ja jahutamiseks vähem. 2019 aastal liitumispunktides peakaitsmega 200A ja 250A oli aastane tarbimine kokku 397417 kWh, seda on 60525 kWh rohkem, kui aastal 2020. Selle põhjustas jaamahoones asuv kohvik, mille elektri energia tarbimine oli ca 60525 kWh. 2020 aasta märtsist on COVID 19 pandeemia tõttu jaama kohvik suletud, mistõttu ka energia tarbimine on väiksem.

Tabel 4. Kahe liitumispunkti 2019 aasta tarbimine kokku, kWh [13].

2019 a.	<i>Liitumis punktid peakitsmega 200A. aasta tarbimine kokku</i>	220176	kWh
	<i>Liitumis punktid peakitsmega 250A aasta tarbimine kokku</i>	177241	kWh
	Liitumis punktid peakitsmega 200A ja 250A aasta tarbimine kokku	397417	kWh

4. LAHENDUSVARJANTIDE VÕRDLUS

Järgnevalt võrreldakse kahte sarnast pöörmekütte lahendust, üks on SAN Elektro Heat A/S poolt pakutav lahendus [7] ja teine, Go Track OÜ poolt projekteeritud ja ehitatud lahendus vastavalt tellija soovidele. Edelaraudtee AS kasutab uutes PLC jaamades Siemens AG poolt toodetud komponente, sellest tulenevalt on elektroonika materjalide valikul arvestatud tellija soovidega. Täna kasutab Edelaraudtee AS, SAN Elektro Heat A/S poolt toodetavaid kütteelemente ja kinnitus klambreid.

4.1 SAN Elektro Heat Blue Point lahendus

Hinna arvestus põhineb tehnilisele teabele, mida Edelaraudtee AS väljastas Kiisa jaama kohta, sellest on tuletatud ühe pöörme kütteseadmete maksumus, arvestuses võib olla väikseid kõrvalekaldeid mis tuleneb jaama eripärast, aga sellegipoolest on kahte kütte lahendust omavahel võrrelda saamaks hinnangut pöörangu põhiselt.

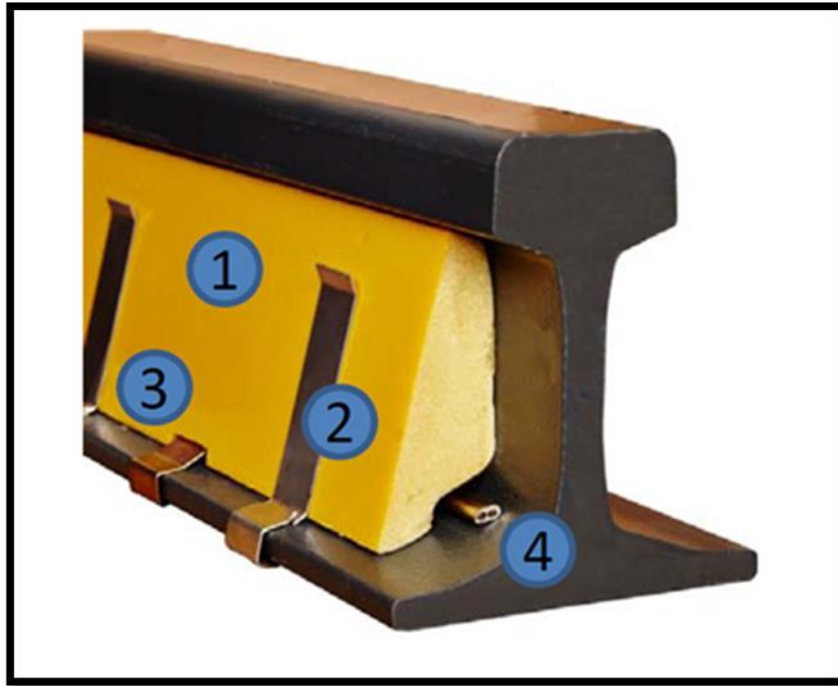
4.2 Komponendid ja põhimõtted

Sulatuskütte kasutatavad seadmed ja töö põhimõtted:

- paigaldatakse eelnevalt koostatud juhtimiskilp;
- süsteemil on olemas ilmaprognoosi võimalus;
- täielik juurdepääs läbi kontrolleri;
- mitmed ilmastikutingimuste režiimid;
- suhtlusvõimalus, saab integreerida olemasolevasse jaama võrku läbi WIFI, kaabel RS 485, kaabel Ethernet ja GSM.

4.3 Energia säästmine

Süsteem on projekteeritud ja ehitatud soojustõhusaks, et vähendada kütmist kui ilm ei nõua täielikku kütmist. Süsteemis on mitme ilma juhtimisrežiimi lahendus mis säästab energiat suurel määral. Tavaliselt töötab süsteem kuni 5000 tundi, üks talvine hooaeg on 5-6 kuud ja täisvõimsusel kütmist kasutatakse ca 3600 tundi. Täiendavat energia säästu saab saavutada SAN isolatsiooniribade abil nagu allolevalt pildilt näha. Selliselt tagab süsteem lisaks 25% soojusenergiat metalli jahtumise arvelt ja säästab 20% energiat.



Joonis 1. SUN Heat A/S isolatsiooni riba paigaldus: 1 – isolatsioon, 2 – isolatsiooni kinnitusklamber, 3 – kütteelemendi kinnitusklamber, 4 – kütteelement

4.4 Kasutamise põhimõtte

Kõiki rööpa elemente soojendatakse elektriliselt. Ühes komplektis on 2 U-kujulist kütteelementi pikkusega 4700 mm, paigaldatakse need raamrööpa sisemisele küljele. Lisavarustusena on võimalik kasutada pöörme liigutamise mehhanismi kütteleplate. Kütteelemendid on SSV tüüpi 330 W, raamrööpa jaoks välja töötatud. Kahekordne isolatsioonikiht ja mitmekordne kütetraat muudavad elemendi väga vastupidavaks vibratsioonile ja eeldatav eluiga ületab neil 15-20 aastat.

Toitepinge on 230 V elementide toide käib läbi raudtee äärde paigaldatud trafo. Trafol on kaks sekundaarmähis, üks mähis toidab elementi ja teine mähis toob jõu lülitamisel. Igal trafol on 400 V sisend, 2 x 230V ja väljund 7 kW trafo paigaldatakse koos jaotuskilbiga raudteeäärsesse pinnasesse.

Juhtimissüsteem jälgib kütteelementide lülitusi olgu siis pöörmel üks või mitu kütteelementi. Kui ilmneb rike, annab süsteem sellest märku läbi SCADA süsteemi kus, on lihtne tuvastada, millisel pöörmel esineb rike. Seda häireteadet saab ka saata e-kirjana automaatikule kes süsteemi haldab.

Temperatuuri tagasisidet mõõdetakse kolme temperatuurianduriga. Üks külma rõöpa andur, kütteta rõöbaste mõõtmiseks, kaks köetavate rõöbaste andurit, mõõdavad köetavat rõöbast vasakult ja paremalt küljelt. Kontroller kasutab madalama mõõtmistulemusega anduri näitu.

4.5 Kontrolli põhimõtted

Kütmine sõltub ilmast ja kontroller saab sisendi ilmatest:

- õhutemperatuur;
- kuumarõöpa temperatuur (parem, vasak);
- külmarõöpa temperatuur;
- lumetuvastus;
- tuulekiirus;
- ilmasteade (valikuline).

Seade töötab erinevate kütterežiimidega:

- kütmine puudub õhutemperatuur on liiga kõrge 5°C;
- ükski kütte süsteem ei ole suvereežiimis (ooterežiim);
- üksik kütte;
- SCADA kaugjuhtimist ei sunnita;
- ilma kütteta (ilmaprognoos lund ei ole);
- madal kütte (eelsoojendus);
- madal kütte (hoiab rõöpa minimaalsel temperatuuril);
- madal kütte (võldib sademeid läbi ilmasteade);
- kütmine (lumi, jäide);
- kõrgkütmine ON (manuaalne);
- kõrgkütmine (SCADA nõuab täieliku kütmist);
- kõrgkütmine tõrgete režiim (kui puudub tagasiside signaal puudub).

Ühe peakilbiga saab ühendada kuni kaheksa mõõtepunkti mille vahel on juhtkilp mis järgivad peakilpi. Kogu suhtlus käib läbi SCADA süsteemi. Peakilp kogub kokku kõigilt juhtimiskilpidelt andmed, oleku ja vigade kohta. Juhtkilp jälgib peakilbi tellimusi, juhtkilp töötleb ainult väga piiratud juht funktsioone. Juhtimiskilpi on võimalik lisada täiendavaid rõöpaandureid ja lumeandureid. Seda kasutatakse ilmaolude erinevuse korral kuna jaama eri otstes võivad temperatuurid erineda.

4.6 SCADA infosüsteem

SCADA pakett sisaldab täieliku järelevalve ja juhtimissüsteemi. Tarkvara töötab serveris ja rakendust saavad käivitada vaid töötajad, kellel on lubatud juurdepääs võrgule. Süsteemil on mitmetasandiline juurdepääsu võimalus, server peab rakenduse käitlemiseks olema ette valmistatud kaugtöölauaga, Windows'is või mõnes muus juhtimissüsteemis.

Peamised funktsioonid:

- jälgida temperatuure, režiime;
- kütteleemendi rikkeid (sisse, välja olekut);
- kauglüliti ON/OFF valitud küttepunktide jaoks;
- teatada rikestest kohe ekraanil ja e-kirja teel;
- jälgida energiatarbimist;
- logide kataloogimine hilisemate analüüside jaoks.

4.7 Maksumus

Sulatuskütt lahenduse maksumus kahe pöörangu kohta:

- küttesüsteem kogus 1 komp. 2470,00 €
- pea juhtimiskilp kogus 1 komp. 12500,00 €
- BLUE PUOINT SCADA 1 komp. 13850,00 €
- SCADA pilvelahendus (üks aasta tasuta) 1 komp. 5400,00 €
- ilmaprognoos kogus 1 komp. 1200,00 €
- ilmaprognoos ühe aasta lõikes kogus 1 komp. 1100,00 €.

Maksumus kokku 36520,00 €. Maksumus ühe pöörangu kohta 18260,00 €.

4.8 Go Track OÜ lahendus

Hinna arvutus põhineb tehnilisele teabele, mille väljastas Edelaraudtee AS. Kuna Edelaraudtee AS soovib kasutada samatüübilisi komponente, milliseid on kasutatud PLC jaamades, on kilpide koostamisel arvestatud Siemens AG poolt toodetud komponentidega (Lisa 3).

4.9 Komponentid ja põhimõtted

Sulatuskütte kasutatavad seadmed ja töö põhimõtted:

- paigaldatakse eelnevalt koostatud juhtimiskilp;
- süsteemil on olemas ilmaprognoosi võimalus;
- täielik juurdepääs läbi kontrolleri.;
- ilmastikutingimuste režiimid;
- suhtlusvõimalus, saab integreerida olemasolevasse jaama võrku läbi kaabli FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA, WIFI, GSM.

4.10 Energiasäästmine

Süsteem on projekteeritud ja ehitatud soojustõhusaks, et vähendada küttekulusid kui puudub vajadus täielikuks kütmiseks. Süsteemis on mitme ilma juhtimisrežiimi lahendus, mis säästab palju energiat. Sammuti saab kasutada ka eelpool nimetatud lahendust, kasutades isolatsiooni ribasid rööbaste jahtumise kaitseks, mis tagab süsteemile lisaks 25% soojusenergiat ja säästab 20% energiat. [5]

4.11 Kasutamise põhimõtted

Kõiki rööpaelemente soojendatakse elektriliselt. Kütteelemendid paigaldatakse raamrööbaste, sulgrööbaste ja pöörmeajami liigutamise mehhanismi külge. Tervet pöörangut soojendatakse ühtlaselt kuuest kohast, nagu joonisel näidatud.



Joonis 2. Kütteelementide paigutus pööranul [10].

Kütteelemendid, SUN Elektro Heat AS [5] poolt toodetud ja tarnitud läbi Pistrik OÜ. Raamrööpa kütteelement, SSV tüüpi 4700 mm, sulgrööpa kütteelement SSV pikkustega 3,2 - 3,7 m, pöörmeajami

liigutamise mehhanismi kütteplaat, kinnitusklambrid rõöpale R50 [5]. Kütteelemente soojendatakse läbi olemasoleva trafo tüüp ST4k8pT-3T-0Z, 2x4800 kW 400V/230V [4]. Kuna tellija nõue on, pöörme soojendamine 6 punktist, siis tuleb paigaldada üks lisa trafo võimsusega 2*4,8 kW.

4.12 Kontrolli põhimõtted

Juhtimissüsteem koosneb kahest alamsüsteemist autonoomsest ja SCADA infosüsteemist. Kaks süsteemi on omavahel seotud üle andmesidevõrgu ja kontrolleri saab sisendi:

- õhutemperatuuri andur;
- sooja rõöpa temperatuuri andur;
- külma rõöpa temperatuuri andur;
- hämaraandur jaama valgustuseks;
- sisend süsteemist saadakse infot lume ja tulevase ilma kohta.

Süsteemi on võimalik alati kohapeal viia käsijuhtimisele sellisel juhul antakse SIS süsteemi info.

Sisendist tulenevalt töötab seade erinevate kütterežiimidega:

- rõöpa minimaalse temperatuuri hoidmine;
- muudel juhtudel väljalülitatud härmatist ja lumesadu ei ole;
- SIS kaudu võimalik kütet sisse välja lülitada juhul kui on automaatses režiimis;
- SIS poolt antav käsk ON kütte sisselülitamiseks, OFF välja, AUTO töötab sisemise loogika järgi mis on kontrollerrisse programmeeritud;
- sulatusküte ja SIS süsteemide vahelisel side kadumisel töötab kütte autonoomselt;
- sulatusküte saab infot sündmuste ja alarmide kohta SIS süsteemist;
- jaama valgustuse lülitab sisse sulatusküte hämaraandur laekuva info kohaselt.

Pöörmekütte juhtimine on lahendatud nii, et ühest peakilbist on võimalik kontrollida kolme pöörangut. Kogu suhtlus käib läbi SCADA süsteemi, mis paikneb serveris, jaamast kogutakse kokku kõik andmed, süsteemi olekud ja veateated.

4.13 Pöörme sulatusküte kesk süsteem

Pöörmesulatusküte kesk süsteemi abil juhitakse raudteel olevate pöörangute küttefunktsiooni. Antud süsteemi liidetakse pöörmesulatusküte väliseadmekapid, mille külge on omakorda ühendatud

pöörmesulatuskütte elemendid, mis on pöörangu küljes ehk süsteemi täituriid. Ühe peakilbi külge on võimalik ühendada 1 – 3 köetavat pöörangut.

Iga pöörmekütte väliseadmekapp on varustatud:

- välitemperatuuri anduriga;
- niiskuse anduriga;
- külmarööpa anduriga;
- soojarööpa anduriga;
- valgusanduriga;
- andmeside võrguühendusega.

Pöörmesulatuskütte kesknesüsteemi omab asukohapõhiseid kogumeid (näiteks raudteejaama põhine kogum, mille liikmeteks on pöörmesulatuskütte kapid antud raudteejaamas). Igale kogumile saab määrata nime, asukoha ja liikmed (pöörmesulatuskütte väliseadmete kapid). Asukohta saab määrata mitmel erineval moel:

- aadress (Jaama 8, Türi);
- Türi raudteejaam;
- asukoha koordinaatidena;
- kraadid, minutid ja sekundid (DMS): 41°24'12.2"N 2°10'26.5"E;
- kraadid ja minutid kümnendmurruna (DMM): 41 24.2028, 2 10.4418;
- kümnendkraadid (DD): 41.40338, 2.17403.;
- pluss kood koordinaadina.

Kogumile liikme lisamisel saab lisada järgmisi andmeid ja funktsioone:

- 1 – 2 pilti;
- manusega 1 – 2 pdf faili;
- pöörmed mida antud kapp teenindab (igale väljundile saab anda eraldi pöörme nr.);
- pöörme asukoht (sama formaat mis kogumil);
- saab moodustada alamgruppe mille liikmeks saavad olla üksikud pöörangud kapist;
- sisse ja välja lülitamine API funktsiooniga kogumi, alamgrupp või pöörang põhiselt (võimalus integreerida liiklusgraafikuga).

Pöörmete juhtimine ilmaennustuse alusel kogub pöörmesulatuskütte kesk süsteem andmeid vähemalt neljast erinevast ilmaennustus portaalist API liidese kaudu asukoha põhiselt. Hiljem on võimalik lisada ja kustutada ilmaennustus teenuse pakkujaid. Pöörmesulatuskütte anduritelt ja ilmaennustusest

saadav info tuleks arhiveerida ja võrrelda ning määrata täpsus. Ilmaennustuse andmed mida töödeldakse kasutatakse ennetavaks lumesaju tuvastamiseks ja /või pöörme külmumise vältimiseks ning vastavate kriteeriumite täitumisel pöörmesulatuskütte käivitamiseks antakse käsk üle telemeetria sidekanali pöörangule.

Pöörmesulatuskütte sisselülitamisel ilmaennustuse alusel on erinevad režiimid:

- agressiivne – juhul, kui tuvastatakse väiksempi tõenäosus külmumiseks või lumesajuks lähimas tulevikus antakse korraldus kütteks lühema etteteatamise ajaga;
- normaalne – lähtutakse sajutõenäosusest ja hakatakse kütma aegsasti;
- eelküte – köetakse pööranguid impulssidega.

Impulse on võimalik luua viite erinevat tüüpi. Igal tüübil on võimalik luua töös olemise aeg minutites ja tööst väljas olemise aeg minutites.

- ei tööta – süsteem ei küta antud osa;
- grupp – köetakse grupile määratud režiimi alusel;
- kogum – köetakse kogumile määratud režiimi alusel.

Suhtlusprotokoll pöörmesulatuskütte kapiga on MQTT. Liidestamiseks SCADA süsteemiga kasutatakse protokollit OPC-UA, mille kaudu on võimalik muuta süsteemis olevate muutujate väärtusi. Kasutaja ja hoolduspersonaliliides luuakse WEB põhine, millel on kasutajate tuvastamiseks võimalik kasutada lokaalkasutajaid ja LDAP kasutajaid. Kõik sündmused salvestatakse ja on võimalik saata logivälisele syslog serverile. Rakendus peab olema loodud dockeri konteinerina ja ei tohi olla kättesaadav kolmandatele osapooltele.

4.14 Maksumus

Sulatuskütte maksumus kahe pöörme kohta:

- küttesüsteem kogus 1 komp. 3751,68 €
- pea juhtimiskilp kogus 1 komp. 9166 €
- SCADA 1 komp. (ühekordne kulu) 15000,00 €.

Maksumus kokku 27917,68 €. Maksumus ühe pöörangu kohta 13958,84 €.

5. LÄHTEÜLESANNE PÖÖRMETE SULATUSKÜTTE PROJEKTEERIMISEKS

5.1 Eesmärk

Luu süsteem, milles algoritm juhib pöörmete sulatuskütet, jaama kõrikute valgustust ja jaama ETS. Antud rakendust luues on lähtutud EVS 50159 standardi esimese kategooria nõuetest [8]. Esimesse kategooriasse kuuluvad projekteerija kontrolli all olevad süsteemid, mis oma eluajal ei muutu. Süsteemil on olemas integratsioon ilmaennustusega, mille abil saavutatakse kulude kokkuhoid ja parandatakse käideldavust pöörmeta ümberviimisel talvises ilmastikutingimustes.

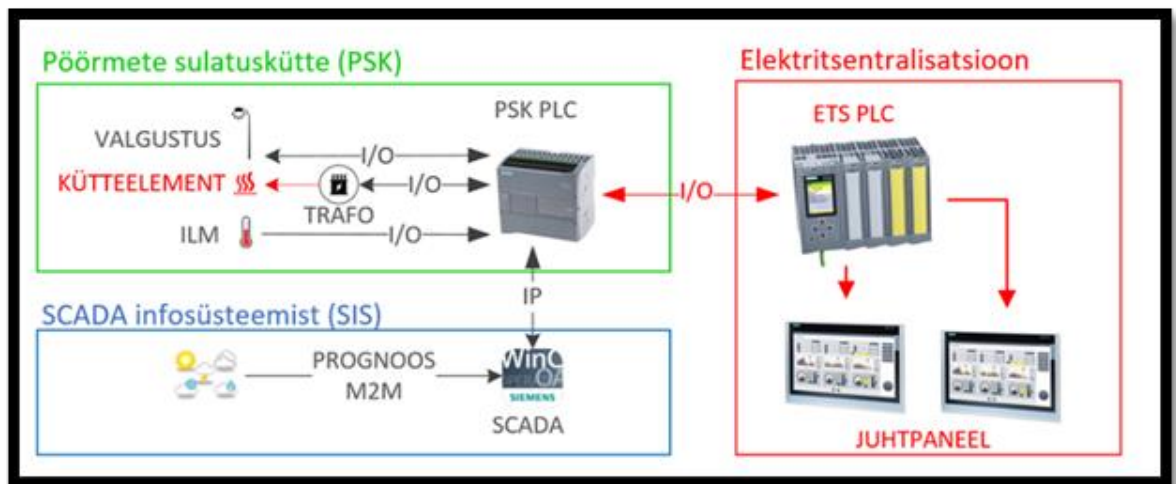
5.2 Tööpõhimõte

Süsteem koosneb kahest alamsüsteemist:

- autonoomsest automatiseeritud pöörmete sulatuskütte süsteemist (PSK);
- SCADA infosüsteemist (SIS).

Kaks süsteemi on omavahel seotud üle andmesidevõrgu. Pöörmete sulatuskütte tööperioodiks on 1. november kuni 1. mai. Sellel perioodil töötab süsteem automaatrežiimil. Süsteem saab töötamiseks vajaliku siseinfo pöörmete anduritelt, mis mõõdavad:

- välisõhutemperatuuri;
- sooja rööpa temperatuuri mis mõõdetakse köetava pöörme köetavast kohast.
- külma rööpa temperatuuri mis mõõdetakse pöörmost eemal, mitteköetavast kohast.
- SIS süsteemist saadakse infot lume ja tulevase ilma kohta. Süsteemi on kohapeal alati võimalik viia käsijuhtimisele. Sellisel juhul antakse selle kohta info SIS süsteemi. SIS süsteemi tööpõhimõte on näidatud (joonisel 3).



Joonis 3. Tööpõhimõte PSK – SIS – ETS.

5.3 Pöörmete sulatusküte töötingimused

Härmatise tõrje, ilmainformatsioonist saadavate andmete alusel arvutatakse kastepunkti temperatuur rööpa temperatuuri mõõdetakse.

Rööpa minimaalse temperatuuri hoidmine:

- väljalülitatud lumehoiatust ei ole, lumesadu ei ole, härmatist ei ole;
- SIS kaudu võimalik kütet sisse ja välja lülitada juhul kui PSK on automaatses režiimis;
- SIS poolt antav käsk ON PSK sisselülitamiseks. OFF- välja. AUTO-PSK töötab sisemise loogika järgi;
- pöörme sulatusküte ja SIS süsteemide vahelt side kadumisel töötab PSK autonoomselt. PSK saab info sündmuste ja alarmide kohta SIS süsteemist;
- kõrikute valgustus lülitub sisse PSK hämaraandurilt laekuva info alusel ja kui SIS süsteemist on antud selleks luba.

5.4 SCADA infosüsteem

SIS ülesandeks on:

- visualiseerida PSK tööd;
- visualiseerida PSK alarmid ja määrata rikete kategooriad sekkumisvajaduse järgi;
- olla HMI liideseks;
- logida sündmused;
- analüüsida ilmaennustust ja selle alusel teha otsus PSK sisselülitamiseks – ON;
- analüüsida härmatise tekke võimalust ja teha otsus PSK sisselülitamiseks – ON;

- lülitada PSK süsteemi välja ja sisse.

Juhul kui süsteemis SIS poolt väljalülitatud OFF (MANUAL) režiimile ja ilmastikuolude tõttu peaks PSK töötama, siis hoiatatakse jaama liikluskorraldajat. Kui määratud aja jooksul režiimi SIS kaudu välja ei lülitata rakendatakse sulatusküte automaatselt.

5.5 Logid

SCADA infosüsteem arhiveerib sündmuste logisse. Logi saadetakse kesksesse logiserverisse SYSLOG formaadis.

- aktiivne töörežiim;
- küttelementide energiatarve;
- temperatuurid;
- ilmamõõtmised;
- SYSLOG.

5.6 Kütteelemendid

Pöörmete kütteks kasutatakse selleks ettenähtud kütteelemente. Ühel pöörmel kasutatakse kuute kütteelementi. Neli kütteelementi on kinnitatud raamrööbastele, kaks sulgrööbastele ja ajami töö mehhanismi kasti. Kütteelemendid saavad toite isoleertrafodest.

5.7 Elektrilised parameetrid

Süsteemi toiteks kasutatakse 3-faasilist toidet 230/400V, 50Hz. Juhistiku süsteem: L1; L2; L3; PE. Sulatusküte elektriskeemid (Lisa 17, Lisa 18, Lisa 19, Lisa 20, Lisa 21).

5.8 Rikked

PSK jälgib oma seisukorda pidevalt. Rikke info saadab edasi SIS süsteemi. SIS kategoriseerib tõrked vastavalt tabelile. Rikkeid käsitletakse vastavalt EVS-EN 50126-1:2017 tõrkekategoriale [9].

Tabel 5. Tõrkekategooriad.

Tõrke kategooria	Määratlus
Raske (immobiliseeriv tõrge)	Tõrge, mis: takistab rongi liikumist või põhjustab teenuse hilinemis rohkem kui kindlaksmääratud ajavahemiku võrra ja/või põhjustab kulusid, mis ületavad kindlaksmääratud taseme
Suur (hooldustõrge)	Tõrge, mis: tuleb kõrvaldada selleks, et süsteem saavutaks oma kindlaksmääratud toimivuse ning ei põhjusta hilinemist või kulusid, mis ületaksid raske tõrke puhul kindlaksmääratud alumise läve
Väike	Tõrge, mis: ei takista süsteemil saavutada kindlaksmääratud toimivust ja ei vasta raske või suure tõrke kriteeriumile

5.9 Alarimeerimine

PSK süsteem alarimeerib SIS süsteemi ja SYSLOG süsteemi järgmiste tõrgete puhul:

- kütteelementide rikked;
- ebapiisav kütmine;
- SYSLOG;
- releede vead ja vale asendid;
- lülitite vead;
- voolutrafode vead;
- andurite vead.

5.10 Hooldustingimused

Süsteemile koostatakse hooldusjuhend, milles arvestatakse järgmisi nõudeid:

- tootjatehase poolsed nõuded;
- ettevõtte poolsed nõuded;
- plaanilised hooldusmenetlused;
- plaanivälised hooldusmenetlused.

5.11 Dokumentatsioon

Sulatuskütte süsteemile koostatakse dokumentatsioon, mis antakse üle tellijale kahes eksemplaris paberkujul ja digitaalselt juhul, kui ei lepita kokku teisiti.

Dokumentide komplekti kuuluvad:

- kasutusjuhend;
- hooldusjuhend;
- paigaldusjuhend;
- teostusdokumentatsioon.

Sulatuskütte süsteemi kirjeldus on leitav (Lisa 4).

6. TÜRİ JAAMA PÖÖRMETE SULATUSKÜTTE LAHENDUS JA MAKSUMUSE ARVUTUS

Käesoleva teema juures selgitatakse välja kui palju maksab uus pöörmete sulatuskütte süsteem Türi jaamas. Süsteem peab vastama kehtivale standardile, eeskirjadele ning tellija soovidele, töö aluseks on võetud Edelaraudtee AS elektripaigaldise joonised, asendiplaan koos välisvõrkude ja seadmetega.

6.1 Elektrivarustus

Türi jaama varustatakse elektrienergiaga kahe liitumispunkti kaudu. Liitumispunktid on Elektrilevi OÜ poolt paigaldatud kinnistu piirile. Elektrilevi OÜ poolt paigaldatud peakitsmete suurusteks on 200 A ja 250 A. Liitumispunkti peakaitsme arvutus ja suurendamine ei kuulu käesoleva projekti mahtudesse, mis lahendatakse eraldiseisva projektiga.

Tehnilised põhi andmed:

- pingesüsteem: 3*230/400 VAC, 50 Hz;
- maandamisviis: TN-S (liitumisliinid TN-C);
- juhistiküsteem: L1, L2, L3, N, PE;
- paigalduse liik: II;
- peakaitse olemasolevas liitumiskilbis: 3*200 A ja 3*250 A.

6.2 Rajatavad kaabelliinid

Kõikidesse kilpidesse sisenevad ja väljuvad kablid tähistatakse nende alguses ja lõpus ajas püsiva sildiga millel on tähistatud:

- kaabli mark ja ristlõige;
- kaablialgus- ja lõpp-punkt;
- kaabli identifitseerimiskood (ID);
- kaabli pikkus,
- kaablipaigaldus aeg (kuu/aasta).

6.3 Kaabelliini ehitus

Kaablite paigaldamisel tuleb lähtuda järgnevatest nõuetest:

- üldjuhul paigaldatakse kogu jaama kaablisüsteem ühes kaevikus (kaablikanaliseatsioon) samasse kaevikusse paigaldatakse mikrotoru 4*14/10;
- tugevoolu kaablisüsteem peab asetsema kaablikanali kõige alumises kihis;
- enne kaevetööde alustamist tuleb kõikide olemasolevate maa-aluste kommunikatsioonide asukohad täpsustada ja kooskõlastada rajatise valdajaga;
- ristuvate kommunikatsioonide läheduses tuleb kaevetöid teostada käsitsi;
- kaablite minimaalne paigaldus sügavus on üldjuhul 0,7 m teede alt läbiminekul 1 m;
- kõik kaablid tuleb paigaldada kaitsetorudesse või kaitsekõrdesse;
- Raudtee alt läbiminekul tuleb kaablid paigaldada kaitsetorusse mille rõngasjäikus on 16 kN/m². Läbiviigud teostada kinnisel meetodil;
- kaabli trassidesse, 0,3 m kaablitoru ülemisest pinnast tuleb paigaldada hoiatuslint;
- kõik välistesse kilpidesse sisenevad kaablid peavad olema otsastatud termokahaneva kaablimuhviga;
- kaablite pikendamiste/jätkamiste kohta tuleb vormistada teostusjoonised;
- kaabeltrassid tuleb sulgeda tagasitäitega, kasutades esimeses kihis liiva või sõmerat kivideta pinnast.
- pinnakatted taastatakse algsel kujul.

6.4 Lõikumised kommunikatsioonidega

Lõikumisel muude kommunikatsioonidega tuleb tagada kommunikatsioonide vahelised vähimad kujud vastavalt Eesti Vabariigi standardile EVS 843:2016 [10]. Lõikumiskohas kaitsta olemasolevad kaablid lõhestatud kaitsetoruga OPTO-A 100x4,8. Lõikumised olemasolevate signaalkaablitega on käesolevas projektis kaablitrassides paiknevate kaablitega. Ehitustööd kaitsevööndis ette nähtud käsitööna, täita tuleb trassi valdaja nõudeid.

6.5 Lõikumised raudteega

Lõikumised raudteega annab taristu valdaja, tavapärased nõuded on. Töid teostada kinnisel meetodil suundpuurimise teel või lahtiselt kaevamisena. Lõikumiskohtades on ette nähtud A- klassi või PE toru D=100 mm paigaldamine 1 m sügavusele ballasti alumisest kihist.

6.6 Fiiberoptika ehitus

Käesoleva projektiga lahendatakse ära SIS sidelahendus. Mikrotorustiku pikendamine Edelaraudtee AS-le kuuluva sidekanalisatsiooni lõigus. Olemasolevat fiiberoptilisest sidetrassi pikendatakse PKK juhtimiskilbini. Mikrotorustik ühendatakse vastavalt Edelaraudtee AS tehnilistele tingimustele.

Töötav fiiberoptika trass 2 m ulatuses käsitsi lahti kaevata. Mikrotoru 4*14/10 puhastada, eemaldada pealne kaitsekiht 40 cm ulatuses. Lahti lõigata oranž toru ja ühendada liitmikuga QC14/10DB teise otsa paigaldada otsakork QE14 DB End stop ja paigaldada mikrotoru 1*14/10 PKK kilpi. Pikendatud mikrotoru kaitsta painduva kaablikaitse kõrga survetugevusega 450 N. Paigaldamise juures rakendada kõiki abinõusid, et ei vigastaks olemasolevaid kommunikatsioone. Mikrotorult eemaldatud kaitsekiht sulgeda kasutades veekindlat isoleerpaela või termokahanevaid materjale. Paigaldada markerpall 1401-XR ORANZ, SIDE ja katta liivaga 30 cm maapinnast allapoole märkelint, pealmises kihis võib kasutada kohalikku pinnast. Lahti kaevata optikakaevud, eemaldada otsakorgid ja paigaldada fiiberoptiline sidekaabel FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA. Lahti ühendada muhv STC-HTM_LT4-96 ja uuesti koostada vastavalt trassi valdaja ettekirjutustele, pärast otsastamist viia läbi kaabli sumbuva mõõtmine. Paigaldatud mikrotorustikule ja kaablile tähised mida väljastab trassi valdaja. Mikrotorustik ja kaabel tähistatakse sidekaevust väljudes ja PKK kilpi sisenedes veekindla tähisega ning kinnitatakse nailonsidemega. PKK kilpidesse paigaldada universaal paneelid TT24 (24 kiudu) materjalide ja tööde loend eelarves välja toodud.

6.7 Sulatuskütte kilbid

Kilbid peavad vastama järgnevatele tingimustele:

- kilbid paigaldada sokliraamiga pinnasesse (HEKE-ER 101865, EXC0027);
- kaitsetase IP34D;
- kilp peab olema tähistatud nimetusega;
- nime sildil peab olema: tootja nimi ja kaubamärk, tüüp, identifitseerimis number või muud tähised, mille järgi võib tootjalt saada kogu vajaliku informatsiooni, voolu liik, nimivoolutugevus, kaitseaste, juhistikusüsteem (maandusviis);
- igas kilbis peab paiknema dokumenditasku milles on kilbi skeemid ja jaama jaotusahelate skeem;
- kaablite ja juhtmete PEN/PE, N ja L juhid peavad olema tähistatud liinide numbritega. PE/PEN- ja N juhi jaoks peab olema latil eraldi ühendusklemm;
- kilbi aparaatuur peab olema tähistatud;

- juhtahelad peavad olema ühendatud riivklemmide kaudu;
- kilpidesse peab jääma piisavalt ruumi perspektiivsete automaatjuhtimissüsteemide paigaldamiseks.

Kilbi valmistaja annab koos jaotuskeskusega üle andma tehnilise dokumentatsiooni koos sertifikaatidega.

6.8 Maandussüsteemid

Sulatuskütte kilpide juurde ehitada maandurid vasetatud vertikaalsetest teraselektrootidest. Iga maandur kolm elektroodi, $l = 2,4$ m mis ühendada 25 mm² paljasvaskjuhi abil. Elektroodide vaheline kaugus 5m. Kõikide kilpide ümber ehitada suletud kontuuriga potentsiaaliühendusekontuur ~1m kaugusele ümber kilbi ja 0,5 m sügavusele. juhul kui kilbi paigaldus punktis on olemas olemasolev kilp mis hiljem demonteeritakse võib kasutada olemas olevat maandureid.

6.9 Pöörangute sulatusküte

Käesoleva projekti mahus rajatakse 9-le pöörangule sulatusküttesüsteemid. Kilbid koostatakse vastavalt tööprojektile. Iga pöörangu sulatuskütte võimsuseks on arvestatud 15 kW. Pöörangu sulatuskütte küttekehad ühendatakse toitevõrku läbi eraldustrafo ST4k8pT-3T-0Z [4] trafod on II. kaitseklassi seadmed. PKK kilpide PE/PEN latiga ei tohi trafosid toitvate kaablite kaitsejuhte ühendada. Need juhid tuleb kilbist eemaldada. Sammuti ei tohi ühendada nende trafode korpuste külge kaitsejuhte. Trafodega ühendatakse rööbaste külge kinnitatavad kütteelemendid komplektis olevate kaablite abil.

6.10 Sulatuskütte juhtimine

Sulatuskütte juhtimine toimub automaatika abil läbi PKK kilpide. Liitumisvõimsused on piiratud ja nende suurendamine ei pruugi olla majanduslikult otstarbekas. Seda otsustab tellija. Juhul kui peakaitset ei suurendata siis tuleb juhtautomaatika abil tagada, et korraga võrku ühendatud võimsust ei ületaks järgnevaid suuruseid:

- Paaris kõrikus võib olla korraga sisse lülitatud maksimaalselt 3 pöörangut sulatusküttevõimsus kokku 45 kW.

- Paaritus kõrikus võib olla korraga sisse lülitatud 6 pöörangu sulatuskütte võimsus-kokku 90 kW. Juhul kui peakaitse ei võimalda kõigi 6 pöörme üheaegset kasutamist siis tuleb neid lülitada vahelduvalt 3+3.

6.11 Kaitseviisid

Elektri ohutus on seotud kahe riskiga elektrilöögid ja tulekahjud. Selletõttu on välja töötatud ettevaatusabinõud, mis on suunatud elu ja tervise säilitamiseks:

- Kaitse otsepuute eest on tagatud elektriseadmete kasutamisega, mille katete ja kestade kaitseaste on min. IP2X.
- Kaitse kaugpuute eest on lahendatud toite automaatse väljalülitamise, II kaitseklassi elektritarvitite kasutamise ja potentsiaali ühtlustuse abil.
- Toite automaatne väljalülitamine on projekteeritud liinikaitselülitid 30mA nimikaitse vooluga rikkevoolu kaitselülitid ja sulavkaitsmed, kõik kasutatavad sulavkaitsmed on gG tüüpi.

6.12 Sulatuskütte ümber ehitamine

Türi jaamas on olemasolev pöörmekütte lahendus pöörmetel nr. 1, 3, 5, 7, 9, 2, 4, 6, 11. Sellest tulenevalt saab ära kasutada olemasolevaid kütteelemente ja trafosid. PSK juhtimiskilbid tuleb ühendada jaama SIS süsteemi selleks tuleb kilpidesse viia fiiberoptiline kaabel FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA ja paigaldada vajalikud seadmed. Välisvalgustus saab toite kilbist PKK ja lülitatakse töösse automaatselt.

6.13 Side

Vastavalt raudtee tehnokasutuseeskirja nõuetele (§97) on Türi jaamas olemas rongiliikluse dispetšerside, meldeside ja raadioside. Lisaks on olemas üldkasutatava võrgu lauatelefon ning mobiiltelefon. Käesoleva projekti käigus sideliigid ega asukoht ei muutu.

6.14 Paigaldise loovutusprotseduurid

Töövõtja peab läbi viima kõik kontrollitoimingud vastavalt standardile EVS HD 60364 6:2016/A17 „Madalpingelised elektripaigaldised. [11] Kontrollitoimingud ning organiseerima kasutuselevõtule eelneva auditi.

Sulatusküttekilp kuulub II liiki. Töövõtja poolt paberkoopiatena üleantavad dokumendid tuleb paigutada koos sisukorra ja vahelehtedega mappidesse. Üleandmisdokumendid tuleb koostada

eestikeeles ja anda tellijale üle paberkandjal vähemalt kahes eksemplaris ja digitaalselt kui ei ole kokku lepitud teisiti. Tööteostaja koostab teostusjoonised (sh. geodeedi poolt koostatud kaablite ja kilpide asendiplaanid) ja kinnitama need tööde juhi allkirjaga. Töövõtja peab koostama kaetud tööde aktid ja esitama need tellijale ajal või kujul, mil on võimalik visuaalselt veenduda tehtud tööde nõuetele vastavuses.

Töövõtja peab loovutama järgmised mõõtmis- ja kontrollimistööde protokollid:

- visuaalkontrolli kohta;
- kaitse- ja potentsiaaliühtlustusjuhtide katkematus kontrolli kohta;
- isolatsioonitakistuse kontrolli kohta;
- kaitseseadmete automaatväljalülituse kontrolli kohta;
- rikkevoolukaitsmete kontrolli kohta;
- talitluskontrolli kohta.

Töövõtja peab tellijale üle andma kogu vajaliku teostus dokumentatsiooni:

- kasutusjuhend;
- hooldusjuhend;
- paigaldusjuhend;
- teostusdokumentatsiooni.

6.15 Jaama sulatuskütte maksumus

Pöörme sulatuskütte eelarveline maksumus:

- Eelarveline maksumus: 107891,01 €
- Rahaline kogumaht väljamüügi hind: 132705,94 €

Pöörmete sulatuskütte arendus projekti hinda on võimalik tuua madalamaks kui kasutada odavamaid komponente mis samuti vastavad EVS 50159 [8] ja EVS-EN 50110-1 [12] standardi kategooria nõuetele. Eelduslikult on võimalik kulusid kokku hoida kuni 20%.

Jaama ümberehitamise eelarve (Lisa 6).

7. UUE SULATUSKÜTTE SÜSTEEMI KATSETAMINE JA TESTIMINE

Töö planeerimine algas sellega, et selgitati välja uue süsteemi nõuded ja millised on vana süsteemi komponendid mida saab uue süsteemi ehitusel ära kasutada. Eesmärgiks oli võimalikult hästi ja ressursi säästlikult koostada uus süsteem väheste muudatustega, et ära kasutada olemasolevaid kaableid ja komponente. Selgus, et kui pöörangut kütta kuuest punktist, on vaja lisada olemasolevale süsteemile üks trafo ST4k8pT0Z, 2x4800 kW, pöörme liigutamismehhanismi ja kahe sulgrööpa kütteelementide tarbeks.

Projekteerimine ja koostamine viidi läbi koos tellija poolsete inseneridega ja selle tulemusena loodi uus pöörmete sulatuskütte süsteem. Koostematerjalid on toodud (Lisa 7, Lisa 8, Lisa 9).

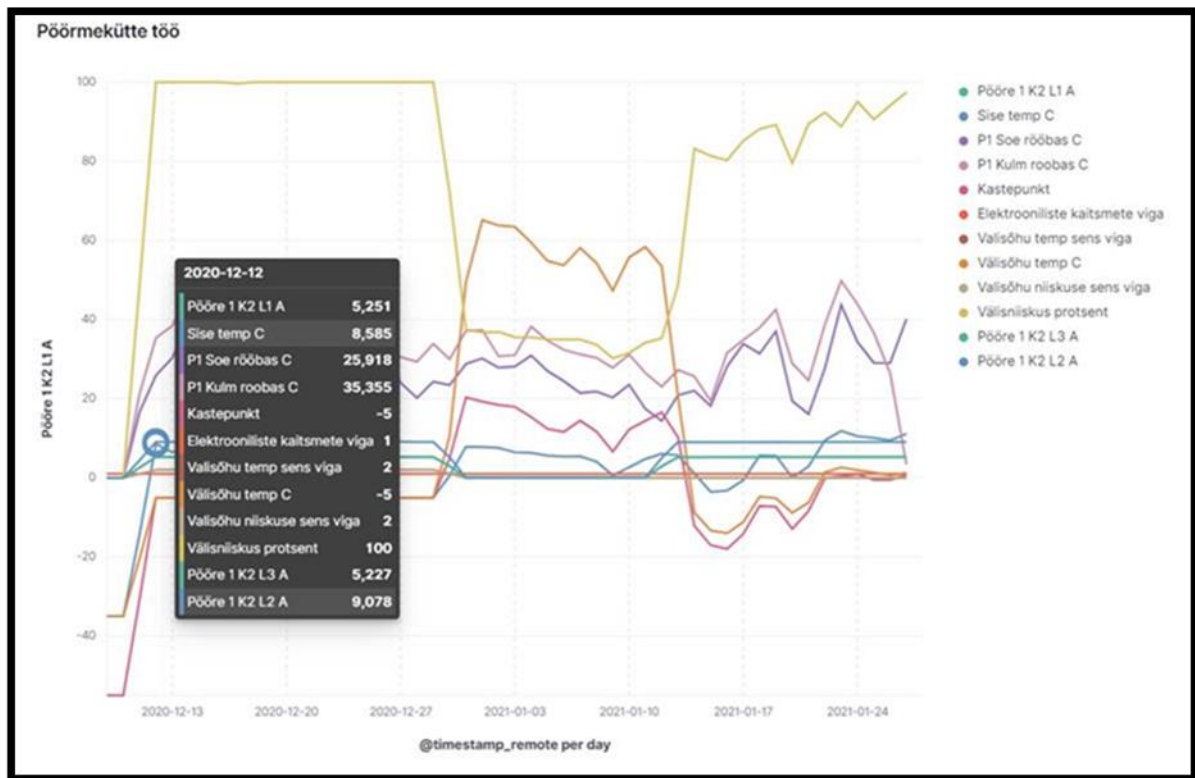
7.1 Paigaldamine

Uus sulatuskütte süsteem paigaldati Türi raudteejaama pöörmele nr. 4 Paigaldus tööd teostas Go Track OÜ ning käivitamine toimus koostöös Edelaraudtee AS side-ja energeetikateenistusega. Paigaldus tööd möödusid ilma probleemideta, aga süsteemi käivitamine venis kuni kolm nädalat. Probleemiks oli materjali tarne ja programmeerimisest ning koostamisest tulenevad vead.

Andmete edastamisega ei esinenud probleeme kuna süsteem ühendati Edelaraudtee AS sidesüsteemi ja andmeid edastatakse läbi fiiberoptilise sidekaabli FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA. Olemasoleval pöörmeküttel ei ole vaja andmesidet sellest tulenevalt Go Track OÜ rajas väljavõtte olemasolevast fiiberoptilisest sidetrassist. Kaevati laht jaama läbiv FOK sidetrass, avati mikrotoru 4x14/10, sealt võeti kasutusele üks vaba toru 14/10 ja pikendati uude juhtkilpi. Türi jaama ülesõidu optika kaevust paigaldati puhumise teel 200 m optikakaablit FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA. Koostööpartner IPTRON.NET OÜ koostas jätkumuhvi STC-HTM ja juhtkilpi paigaldati SC - paneeli.

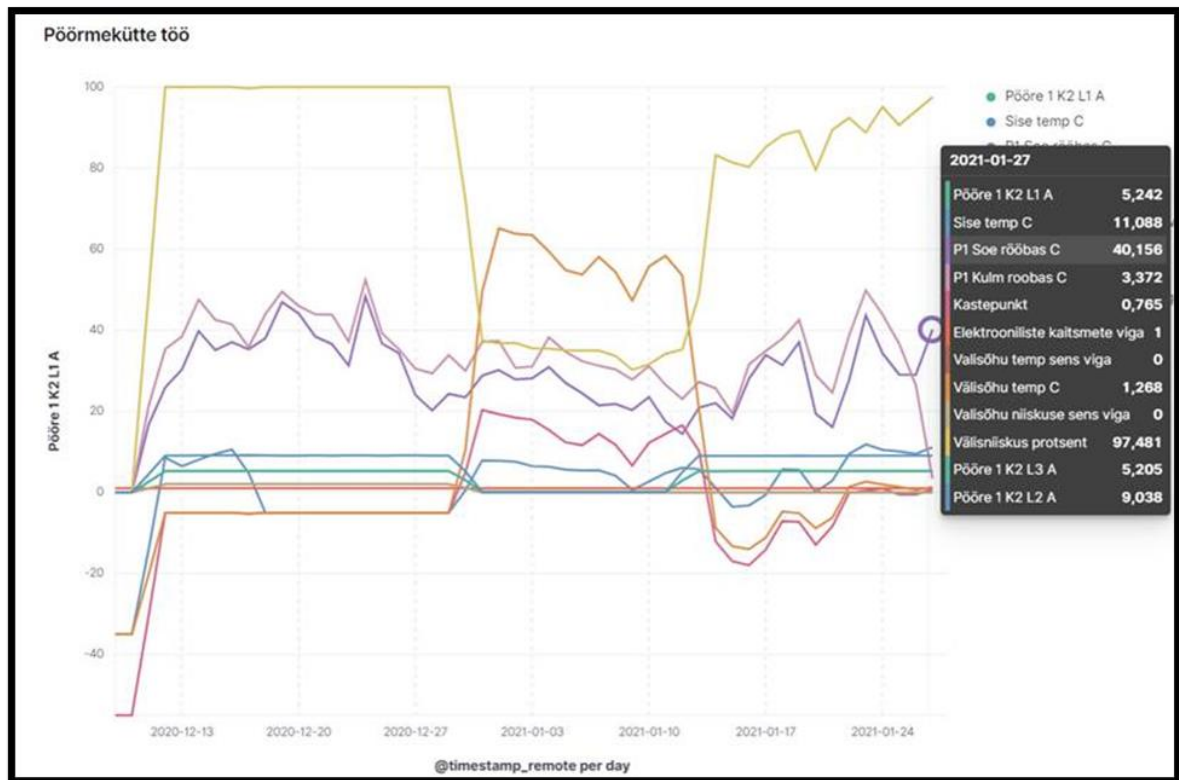
7.2 Katsetamine ja testimine

Uus süsteem võeti kasutusele 2020 a hilissügisel, seetõttu on seda olnud võimalik testida 2021 aasta talvel. Suuremaid häireid ei esinenud, algstaadiumis olid kõik parameetrid paigast ära, nagu süsteemi tarkvaraprotokollist näha on (joonis 4), sooja ja külma rööpa parameetrid on paigast ära, veateade elektroonilise kaitsme, välisõhu temperatuuri ja niiskusanduri kohta.



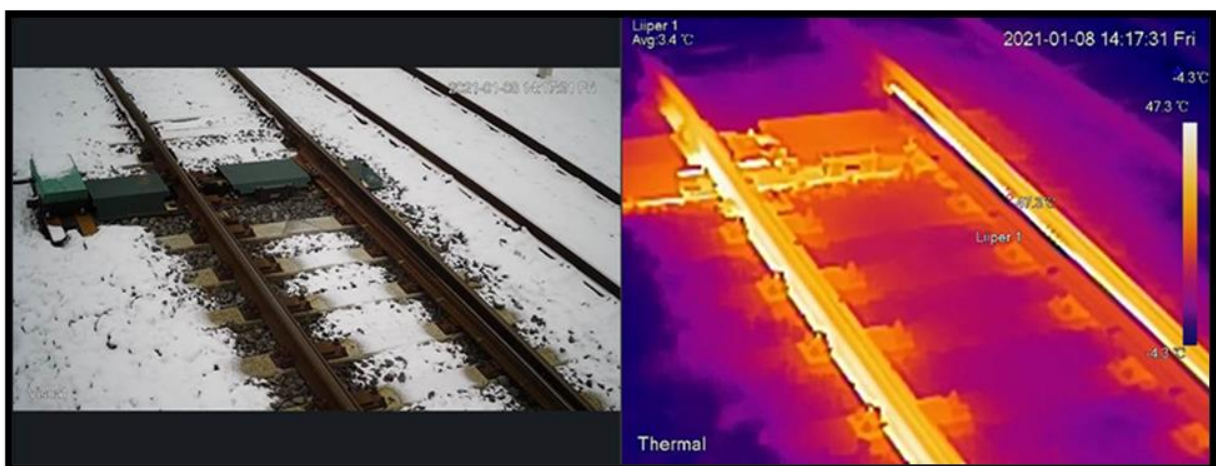
Joonis 4. Väljavõte pöörmekütte tarkvaraprotokollist.

Alustati vigade eemaldamisega, saamaks küttesüsteem korrektselt tööle. Parameetrid muudeti sobivaks, muret tekitas elektroonilise kaitseme vea teade ja endiselt nähtub graafikust seadme mitte sihipärasest toimetamisest. Pärast mitme päevalist testiperioodi ja mõõtmis tulemuste analüüsi tuvastati vead. Sooja ja külma rõõpa temperatuuri andurid tõsteti ümber ja muudeti andurite töö parameetreid. Elektroonilise kaitseme viga oli tingitud vana süsteemi raamrõõpa trafo automaat kaitsemest, kuna uus süsteem paigaldati nii, et jaama pöörmed ei jääks ilma küttest juhul kui uus süsteem ei hakka tööle. Probleemid kõrvaldati, viidi programmi sisse mõningased muudatused, juhtimiskilbis muudeti koostet ja vahetati välja vigane kaitse. Sulatuskütte PLC skeemid (Lisa 10, Lisa 11, Lisa 12, Lisa 13, Lisa 14, Lisa 15, Lisa 16).



Joonis 5. Väljavõte pöörmekütte tarkvaraprotokollist.

Lisaks paigaldati pöörme nr. 4 valgustuse posti külge termokaamera, et vaadelda kuidas küttelehendus toimib. Kaamera pildil on näha kuupäev 08.01.21, kellaaeg 14:17, õhutemperatuur -3,4°C, rõõpatemperatuur 67,3°C ja keskmine küttematerjalide temperatuur 34°C (joonis 6). Sulatuskütte süsteem ja termokaamera pildilt saadud info põhjal viidi sisse muudatused. Muudeti kütte parameetreid, et ei toimuks mõttetut rõõpa üle kuumutamist ja energia raiskamist.



Joonis 6. Vaade pöörmele nr 4 vasakul ja paremal läbi termokaamera.

7.3 Sulatuskütte töötamine

Pöörmete sulatuskütte töötamise parameetrid (vt tabel 6) PLC kontrolleri kood:

- sulatuskütte süsteem on sisse lülitatud kui väli temperatuur on $\leq 4^{\circ}\text{C}$;
- sulatuskütte süsteem on välja lülitatud kui väli temperatuur $> 4^{\circ}\text{C}$;
- kui on lumehoiatus, siis hoitakse rööpa temperatuuri $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$;
- kui ei ole lumehoiatust, siis hoitakse rööpa temperatuuri $6\text{--}15^{\circ}\text{C}$.

Tabel 6. Kood PLC kontrolleriis.

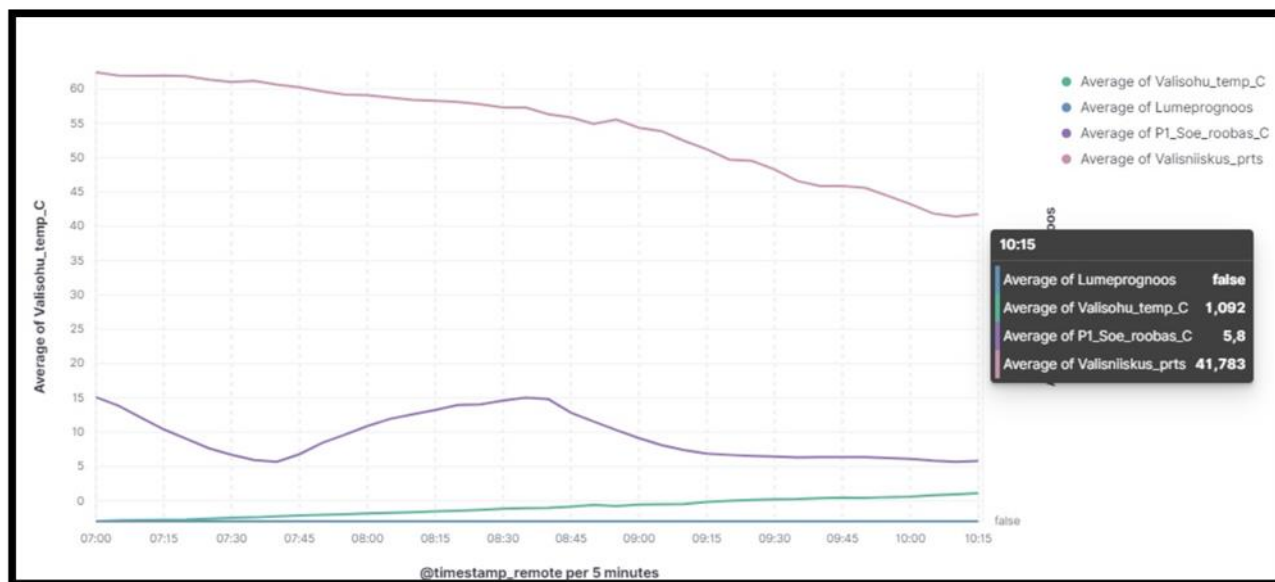
```
// Kütte lülituste loogika
IF #Kütte_auto THAN

IF ("Globaalsed_muutujad".Väli_temp_C <= "Globaalsed_muutujad".KütteReageerimiseTemp
AND "Globaalsed_muutujad".lume_hoiatus) OR
"Globaalsed_muutujad".Küte_1_Error_rööpa_temp_sens_veakood <> 0
OR "MQTT".status.error <> 0
THEN
// Lülitab sisse lumega
"Globaalsed_muutujad".KütteSeisund := 10.0;
"Globaalsed_muutujad".Rööpa_temp_alumine_piir :=
"Globaalsed_muutujad".Taser1_temp_alumine_piir;
"Globaalsed_muutujad".Rööpa_ülemine_piir :=
"Globaalsed_muutujad".Tase1_temp_ülemine_piir;
ELSIF "Globaalsed_muutujad".Väli_temp_C <= 0 THAN
// Kui temperatuur on alla 0 C
"Globaalsed_muutujad".Rööpa_temp_alumine_piir := 6;
"Globaalsed_muutujad".Rööpa_ülemine_piir := 15;
"Globaalsed_muutujad".KütteSeisund := 5.0;
ELSIF "Globaalsed_muutujad".Väli_temp_C <=
"Globaalsed_muutujad".KütteReageerimiseTemp AND "Globaalsed_muutujad".Väli_temp_C > 0
THEN
// Lülitab sisse külma, kui temperatuur on 0 ja 4 C vahel
"Globaalsed_muutujad".KütteSeisund := 4.0;
//vanad väärtused "Globaalsed_muutujad".Rööpa_temp_alumine_piir := 6;
//vanad väärtused "Globaalsed_muutujad".Rööpa_temp_alumine_piir := 15;
"Globaalsed_muutujad".Rööpa_temp_alumine_piir :=
"Globaalsed_muutujad".Väli_temp_C + "globaalsed_muutujad".Tase2_temp_erinevus_alumine;
"Globaalsed_muutujad".Rööpa_temp_alumine_piir :=
"Globaalsed_muutujad".Väli_temp_C + "globaalsed_muutujad".Tase2_temp_erinevus_ülemine;
ELSIF "Globaalsed_muutujad".Väli_temp_C > "Globaalsed_muutujad".KütteReageerimiseTemp
THAN
// Ei tohi lülitada sisse
"Globaalsed_muutujad".Kütteseisund := 3.0;
"Globaalsed_muutujad".Rööpa_temp_alumine_piir := "Globaalsed_muutujad".Tase3_temp_alu
mine_piir; "Globaalsed_muutujad".Rööpa_temp_alumine_piir :=
"Globaalsed_muutujad".Tase3_temp_ülemine_piir;
```

Ilmaennustus programm töötab, kasutatakse Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia instituudi ilmaprognoose (EMHI) [13] ja API-st Norra Meteoroloogia Instituudi ja NRK andmeid <https://www.yr.no> [17]

Automaatne režiim kontrollib tööd iga 15 minuti tagant. Kontrollrežiim toimub järgmiselt, süsteem saab infot EMHI süsteemist, sademete kohta järgneva 1-4 tunni jooksul. Kontrollrežiim suhtleb ilmaennustus programmiga ja kontrollib ennustuse vastavust. Juhul kui info ei vasta ennustusele saab määrata vaikimisi väärtuse, sajab lund, seade kontrollib saadud infot ja lülitab kütte sisse. Ilmaennustuse loogika on toodud (Lisa 5).

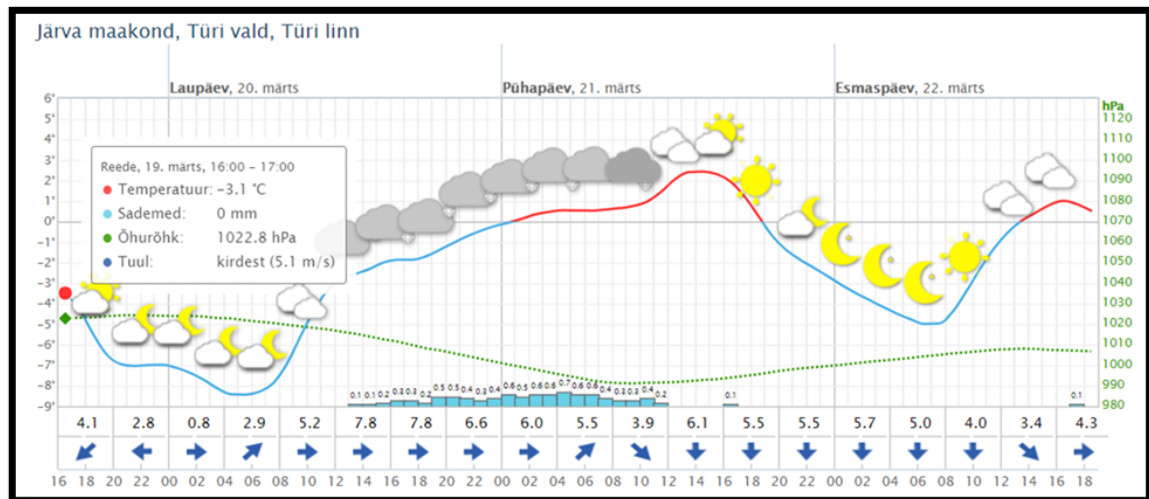
Sulatuskütte süsteemis on kõik vead parandatud, parameetrid on paigas ja kütte süsteem töötab nii nagu projekteeriti. Kütte süsteemi väljavõttest (joonis7) on näha lumeprognosis töötab sademeid ei esine. Välisõhu temperatuur töötab temperatuur 1°C, rööpa soendamine toimub ja soe rööbas 5,8°C ja välisniiskus 41,7 g/m³.



Joonis 7. Väljavõtte pöormekütte tarkvaraprotokollist

7.4 uuring olemasoleva sulatuskütte tööst

Türi jaamas viidi läbi uuring kuidas ja mis parameetritel töötab olemasolev sulatuskütte. Uuring viidi läbi 19.03.2021, võrreldi koetavate pöormete temperatuure ja ühte pöorangut millel puudub kütte süsteem. Mõõdeti raamrööbast ja sulgrööbast kokku neljast punktist mõõteriistaks kasutati FLUKE 62 mini IR THERMOMEETER klass II mõõtekaugus 600 mm. Mõõtmisel oli õhu temperatuur 3,1 °C, sademed 0 mm, õhurõhk 1022,8 hPa, tuul kirdest 5,1 m/s nagu joonisel 8 näha on.



Joonis 8. Piirkondlik väljavõte Riigi Ilmateenistusest [13]

Paaris kõrikus pöörmete nr. 2, 4, 6 mõõtmistulemused olid järgmised:

- Pöörang nr. 2

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 17°C;
- vasak raamrööbas 25°C.

Mõõtepunkt: Rööpast, pöörmeajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 28°C;
- vasak rööbas 36°C, sulg vastu rööbast.

- Pöörang nr. 4 millel paigaldatud uus kütte lahendus.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 28°C;
- vasak raamrööbas 22°C.

Mõõtepunkt: Rööpast, pöörmeajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 40°C, sulg vastu rööbast;
- vasak rööbas 36°C.

- Pöörang nr. 6.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 10°C;
- vasak raamrööbas 14°C.

Mõõtepunkt: Rööpast, pöörmeajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 26°C;
- vasak rööbas 35°C, sulg vastu rööbast.

Paaritus kõrikus pöörmete 1, 3, 5, 7, 9, 11, 101 mõõtmistulemused olid järgmised.

- Pöörang nr. 1.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 21°C;
- vasak raamrööbas 9°C.

Mõõtepunkt: rööpast, pöörmeajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 29°C, sulg vastu rööbast;
- vasak rööbas 21°C.

- Pöörang nr. 3.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 22°C;
- vasak raamrööbas 9°C.

Mõõtepunkt: rööpast, pöörmeajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 30°C, sulg vastu rööbast;
- vasak rööbas 20°C.

- Pöörang nr. 5.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 18°C;
- vasak raamrööbas 16°C.

Mõõtepunkt rööpast pöörmeajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 32°C;
- vasak rööbas 26°C, sulg vastu rööbast.

- Pöörang nr. 7.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 26°C;
- vasak raamrööbas 23°C.

Mõõtepunkt rööpast pöörmeajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 33°C
- vasak rööbas 33°C, sulg vastu rööbast.

- Pöörang nr. 9.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 21°C;
- vasak raamrööbas 27°C.

Mõõtepunkt rööpast pöörameajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 35°C;
 - vasak rööbas 32°C, sulg vastu rööbast.
- Pöörang nr. 11.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest paralleelselt trafoga.

- parem raamrööbas 28°C;
- vasak raamrööbas 19°C.

Mõõtepunkt rööpast, pöörameajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 38°C, sulg vastu rööbast;
 - vasak rööbas 28°C.
- Pöörang nr. 101 puudub pöörame sulatus kütte.

Mõõtepunkt: Raamrööpatalla välimisest küljest.

- parem raamrööbas 3°C, päikse poolne;
- vasak raamrööbas -3°C.

Mõõtepunkt rööbas pöörameajami mehhanismi tsentrist.

- parem rööbas 3°C, sulg vastu rööbast;
- vasak rööbas -3°C.

Uuringu tulemused näitasid, et kõikidel pöörmel on kütte parameetrid paigast ära ja rööbaste kütmine on ebaühtlane. Kõige efektiivsemalt töötab olemasolev küttesüsteem pöörmel nr. 7, millel on töö parameetrid ühtlased ja uus küttelehendus (prototüüp) pöörmel nr 4. Olemasoleva PSK töötamise parameetreid ei saa eraldi seadistada. Sellest tulenevalt võib järeldada, et töötemperatuurid on sõltuvuses liitumiskilbi asukohast ja kaablite pingelangust tulenevast pinge muutusest.

Miks pöörang nr. 7 kütte parameetrid on ühtlased selgitab asjaolu, et pöörang asub köetavate pöörmete grupi keskel, siis sellest tulenevalt on küttevõimsus ühtlane. Kindlat mõju avaldab ka päike nendele rööbastele, mis on otseselt päikse mõjusfääris. Uuringus mõõdeti ka ilma kütteta pöörangut nr. 101, mille tulemustest saabki järeldada, et päiksel on suur mõju 6°C. Juba see uuring näitab, et olemasolev pöörmete sulatuskütte lahendus ei ole efektiivne, ning vajab hädasti moderniseerimist.

KOKKUVÕTE

Lõputöö on koostatud vastavalt ülesandele, üherajalises piirkonnas asuva Türi raudteejaama pöörangute sulatuskütte arenduse projektina, koos jaama tehnilise iseloomustuse kirjeldusega.

Üldise raudteearengu taustal Baltikumis, ei saa tähelepanuta jätta ka arenguid kohalikel töötavatel raudteetaristutel tagamaks seeläbi energiasäästlikuma ja ökoloogiliselt puhtama reisi- ja kaubaveo riigis. Selles plaanis on Türi jaamas juba 2016 aastal kasutusel võetud uus elektritsentralisatsiooni süsteem, mis töötab PLC tehnoloogial. Pöörmete sulatuskütte süsteem on jäänud aga kaasajastamata, mistõttu vajab see lähitulevikus uuendamist, energiatõhusama ja säästlikuma lahenduse vastu. Vaja on olemasolev pöörmete sulatuskütte süsteem välja vahetada, mis võimaldab pöörmete soojendamist vastavalt vajadusele, tagades nii energiasäästu eesmärgid.

Türi jaama sulatuskütte arenduse projekt on kulukas, aga siiski mõistlik ja vajalik, energia tarbimist vähendava meetmena. Üleminek autonoomse ja SCADA süsteemis töötavale pöörme sulatuskütte süsteemile loob võimaluse eesmärgi saavutamiseks.

Türi jaama sulatuskütte arendus 2020-2021 projekti seletuskirjas on koostatud:

- jaama paiknemine ning tehniline iseloomustus;
- jaama sulatus kütte olemas olevast olukorrast;
- majandusliku tulu hindamine;
- lahenduste võrdlus ja maksumus;
- projekteerimis nõuded;
- jaama sulatuskütte maksumus;
- sulatuskütte katsetamine ja testimine.

Majanduslike arvestuse osas on välja arvatatud Türi jaama pöörmete sulatuskütte maksumus.

Graafilises osas on koostatud:

- jaama skemaatiline asendiplaan;
- isolatsiooni paiknemine rööpal;
- kütteelementide asetus pöörangul;
- tööpõhimõtte SPK-SCADA-ETS/PLC;
- ilma ennustus EMHI;
- süsteemiprotokoll SIS;
- TIA portal;

- PLC skeemid;
- elektriskeemid.

Juhtimise süsteem, mis on spetsiaalselt välja arendatud pöörmoteeride sulatuskütte juhtimise jaoks nii avalike kui ka tööstuslike raudteede tarvis. Käesolevas töös käsitletud sulatuskütte lahendus on tänapäevane, energiat säästev, mugav ja ohutu süsteem ja sobib kasutamiseks Türi raudteejaamas.

Majanduslikus mõttes on antud süsteem väga ökonoomne, kuid raudteel omab suurt tähtsust ka töökindlus ja ohutus. Töökindluse tagab seadme monitooring igal ajahetkel, saamaks informatsiooni seadme töö kohta.

SUMMARY

The topic of this diploma thesis is the automation of defrosting systems for switches in Edelaraudtee AS railway stations 2021–2023. The final paper is written according to an individual task to design a new defrosting system for switches, including a technical description and cost-effectiveness ratio calculation.

Due to the environmental sustainability of rail transport, it is seen as having great potential in Europe and elsewhere in the world. Therefore, investments in railway infrastructure are becoming more frequent. With the support of the European Union, the Baltic States will also receive a new railway connection by 2026, Rail Baltic, which will connect the Baltic capitals with Western Europe via Poland.

Hence, the railway within Estonia also needs to be modernised, as the increasingly busy traffic schedule and faster trains set higher requirements for safety on the railway infrastructure. In order to ensure the development of national rail transport, the construction and modernisation of the existing railway infrastructure must be continued.

The stations of Edelaraudtee AS – Tallinn-Väike, Kiisa, and Türi – have been modernised using PLC technology. In 2021, a prototype of a defrosting system for switches will be developed and installed at the Türi station for testing. In 2022–2023, the existing old defrosting system for switches at the Türi, Võhma, and Viljandi stations will be replaced and upgraded to the new system.

Defrosting the switches is expensive but crucial to ensure the smooth operation of the switches in difficult weather conditions during the winter. In order to achieve the effect of saving electricity, the plan is to switch to autonomous and SCADA-utilising defrosting system for switches, partially abandoning the currently operating, but manually controlled, system. Transformers and heating elements from the existing defrosting system for switches will be used. The thesis also compares the designed defrosting system with the solution provided by SAN Elektro Heat A/S.

The switch is heated by six heating elements, which ensures the necessary defrosting effect even in difficult weather conditions during winter. The defrosting system for switches monitors the temperature of the rail, receiving preliminary information for the selection of the defrosting mode from the weather service. The upgrade will save up to 20% of the electricity used to defrost the switches.

The reasons for the Türi station defrosting system project are:

- location and technical description of the Türi station;
- description of the current situation of the defrosting system for switches at the Türi station;
- assessment of the economic benefits;
- comparison and cost of the solutions;
- design requirements;
- the cost of defrosting at the Türi station;
- testing the defrosting system;

The financial planning chapter consists of the calculation of the price of the equipment and components of the Türi station's defrosting system for switches and the total renovation cost. The calculations have been made with Microsoft Excel.

The graphical part contains:

- schematic layout plan of Türi station;
- location of insulation on the rail;
- location of defrosting system on the switch;
- operating system SPK-SCADA-ETS/PLC;
- weather forecast EMHI;
- system protocol SIS;
- TIA portal;
- PLC diagrams;
- electrical circuit diagrams;

A control system specially designed to control the defrosting system for switches on both public and industrial railways. The defrosting solution is suitable for use in Türi and other railway stations; the system is modern, energy sustaining, convenient, and safe. Reliability is ensured by monitoring the device at all times to obtain information about the operation of the device.

VIIDATUD ALLIKAD

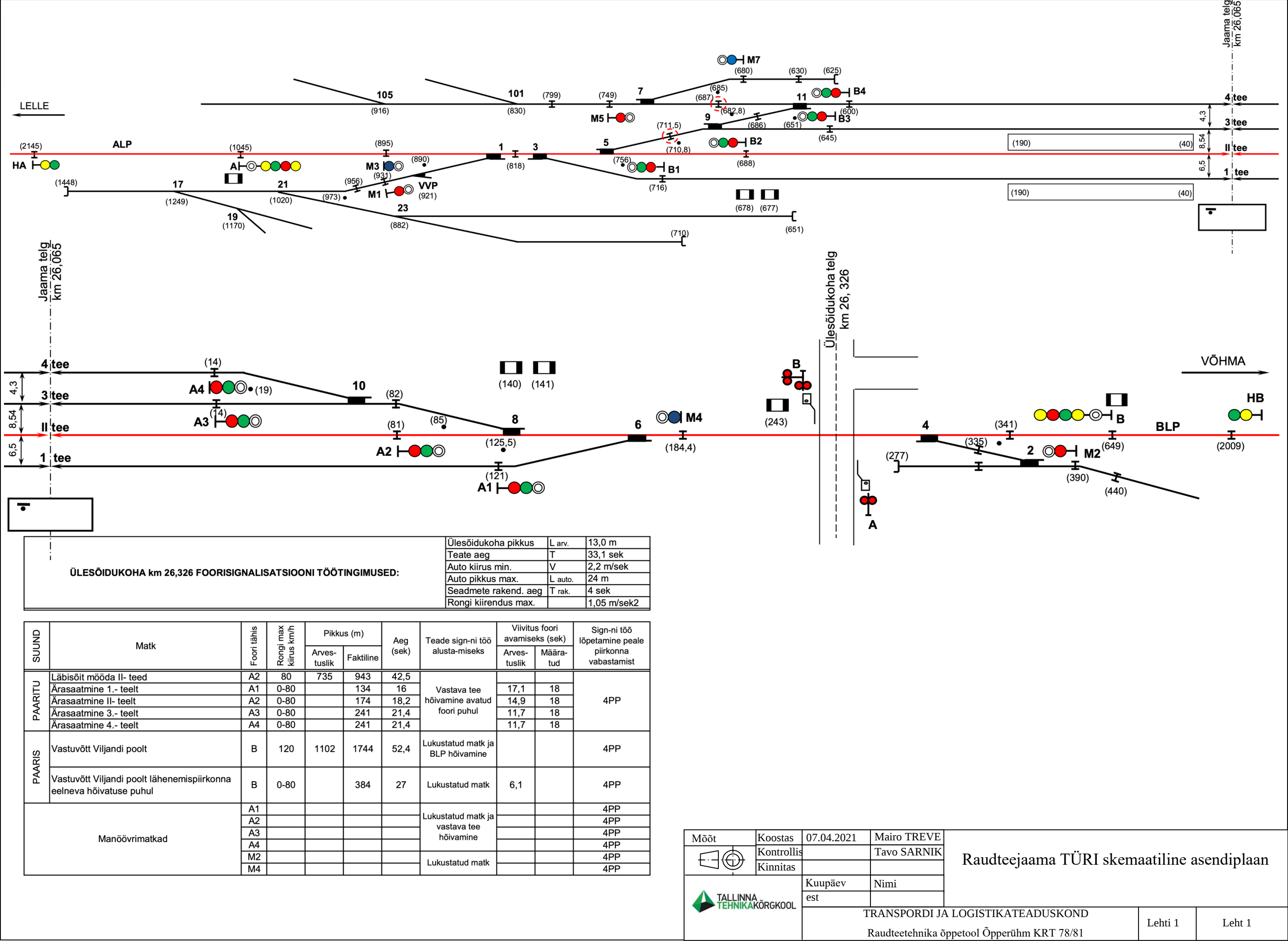
- [1] „Eesti 2030+“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://eesti2030.wordpress.com>. [Kasutatud Esmaspäev Märts 2021].
- [2] Siia kirjuta konkreetse artikli pealkiri, millele viitad, „rbestonia.ee“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.rbestonia.ee>. [Kasutatud Esmaspäev Märts 2021].
- [3] „Struktuurifondid.ee“, Riigi Tugiteenuste keskus, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.struktuurifondid.ee/et/struktuuritoetustest/perioodi-2021-2027-planeerimine>. [Kasutatud Esmaspäev Märts 2021].
- [4] V. Teska, „Türi Jaama Elektritsentralisatsiooni projekt“, Edela Raudtee Infrastruktuuri AS, Türi, 2015.
- [5] V. Teska, „Skemaatiline asenndiplaan“, Edelaraudtee Infrastruktuuri AS, Türi, 2015.
- [6] „arex.pl“, AREX WB GROUP, [Võrgumaterjal]. Available: <https://arex.pl>. [Kasutatud Teisipäev Märts 2012].
- [7] „san-as.com“, SAN Electro Heat, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.san-as.com/business-areas/railway-systems.html>. [Kasutatud Teisipäev Märts 2012].
- [8] W. A/S, „WL 0698.273.E.SK“, Lembit Kivi, Tallinn, 2002.
- [9] Edelaraudtee AS, Türi jaama liitumispunkid ja tarbimine, Türi: Andres Kuusik, 2020.
- [10] „energia.ee“, EestiEnergia, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.energia.ee/era/elekter/elektriturg>. [Kasutatud Teisipäev Märts 2021].
- [11] Edelaraudtee AS, Liitumispunkti Jaama 10a. 2020 aasta tarbimine, Türi: Andres Kuusik, 2020.
- [12] Edelaraudtee AS, Liitumispunkti Jaama 16, 2020 aasta tarbimine, Türi: Andres Kuusik, 2020.

- [13] Edelaraudtee AS, Kahe liitumispunkti 2019 aasta tarbimine, Türi: Andres Kuusik, 2019.
- [14] S. E. H. A/S, „Q117480-1 Kiisa jaam Point heating.Edelaraudtee.pdf,“ 2018.
- [15] S. E. H. A/S, „PS-SBP-CONTROL-RALWAY,“ SAN Electro Heat A/S, 2014.
- [16] „Eesti Standardimis- ja akredeerimiskeskus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-en-50159-2010-a1-2020>. [Kasutatud Neljapäev Aprill 2021].
- [17] „Eesti Standardimis- ja Akredeerimiskeskus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-en-50126-1-2017>. [Kasutatud Neljapäev Aprill 2021].
- [18] „Eesti standardimis- ja Akredeerimiskeskus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-843-2016>. [Kasutatud Neljapäev Aprill 2021].
- [19] „Eesti Standardimis- ja Akredeerimiskeskus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-hd-60364-6-2016-a12-2017>. [Kasutatud Neljapäev Aprill 2021].
- [20] „Eesti Standardimis- ja Akredeerimiskeskus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-en-50110-1-2013>. [Kasutatud Neljapäev Aprill 2012].
- [21] „Riigi Ilmateenistus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ilmateenistus.ee/>. [Kasutatud Reede Aprill 2021].
- [22] „En tjeneste fra Meteorologisk institutt og NRK,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.yr.no/nb>. [Kasutatud Pühapäev Aprill 2021].

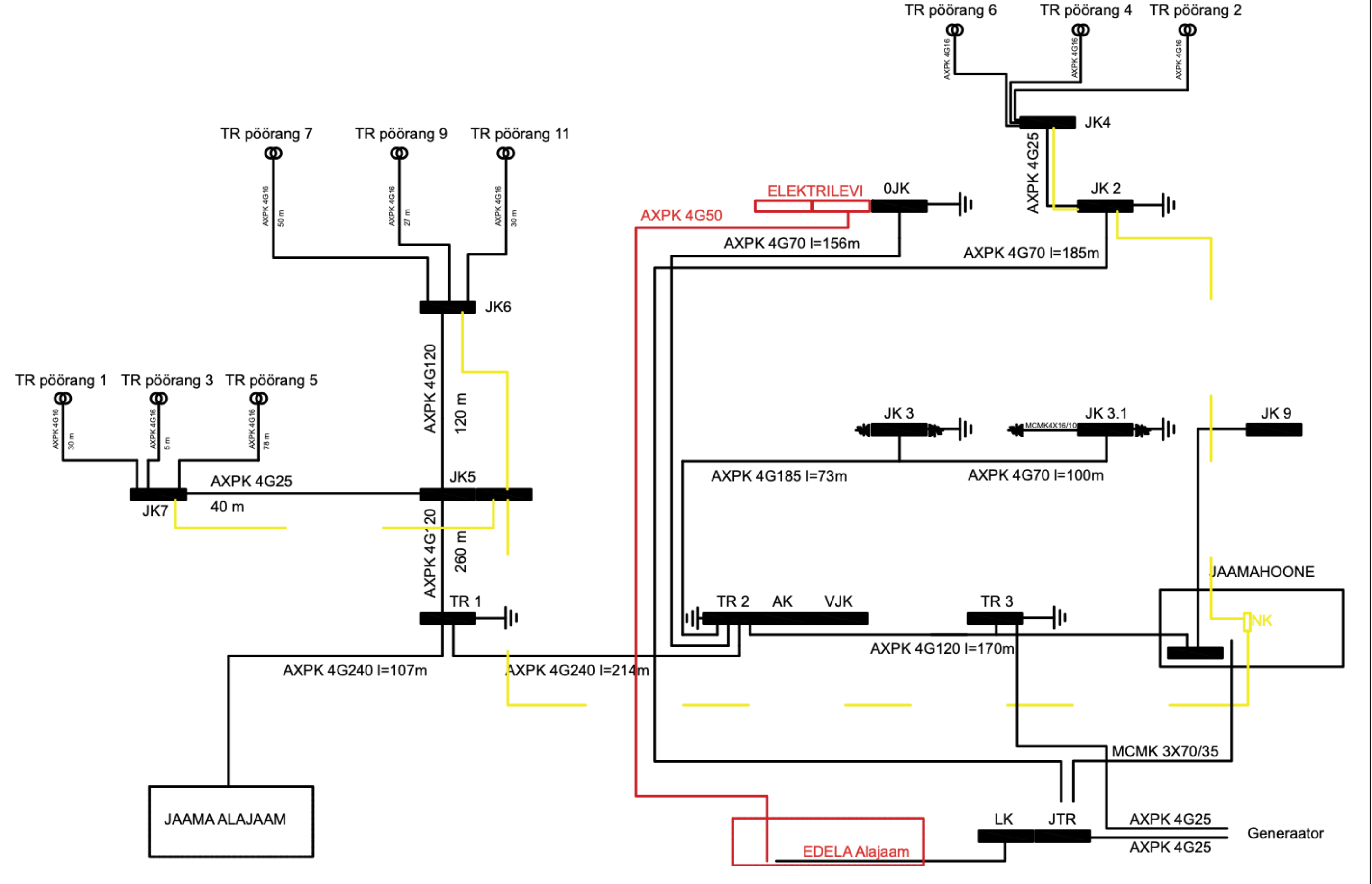
LISAD

- Lisa 1. Raudteejaama TÜRi skemaatiline asendiplaan
- Lisa 2. Raudteejaama TÜRi elektripaigaldiste jaotusskeem
- Lisa 3. Komponendid
- Lisa 4. Süsteemi kirjeldus
- Lisa 5. Raudteejaama TÜRi ilmaennustuse loogikaskeem
- Lisa 6. Eelarve
- Lisa 7. Ühe pöörmegruppi spetsifikatsioon
- Lisa 8. Kahe pöörmegruppi spetsifikatsioon
- Lisa 9. Kolme pöörmegruppi spetsifikatsioon
- Lisa 10. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC skeem
- Lisa 11. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC skeem
- Lisa 12. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-2 P skeem
- Lisa 13. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem
- Lisa 14. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem
- Lisa 15. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem
- Lisa 16. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem
- Lisa 17. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem
- Lisa 18. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem
- Lisa 19. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem
- Lisa 20. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem
- Lisa 21. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem

Lisa 1. Raudteejaama TÜRI skemaatiline asendiplaan



Lisa 2. Raudteejaama TÜRi elektripaigaldiste jaotusskeem



Mõõt	Koostas	07.04.2021	Mairo TREVE	Raudteejaama TÜRi elektripaigaldiste jaotusskeem		
	Kontrollis		Tavo SARNIK			
	Kinnitas					
	Kuupäev	Nimi				
	est					
	TRANSPORDI JA LOGISTIKATEADUSKOND			Lehti 1	Lehti 1	
Raudteetehnika õppetool Õpperühm KRT 71/81						

Lisa 3. Komponendid

Jnr.	Kood	Kirjeldus
1	6AG1223-1PL32-2XB0	SIPLUS S7-1200 SM 1223 16 DI/16 DQ RLY -25...+70°C with conformal coating based on 6ES7223-1PL32-0XB0 . Digital input/output 16 DI/16 DQ, 16 DI 24 V DC, Sink/Source, 16 DQ, relay 2 A
2	6AG2231-5PD32-1XB0	SIPLUS S7-1200 SM 1231 RTD T1 RAIL -25 ... +55°C T1 with 70°C for 10 min with conformal coating based on 6ES7231-5PD32-0XB0 . SIMATIC S7-1200, Analog input, SM 1231 RTD, 4xAI RTD module
3	6AG1231-4HF32-4XB0	SIPLUS S7-1200 SM 1231 8AI with conformal coating based on 6ES7231-4HF32-0XB0 . Analog input SM 1231, 8 AI, +/-10 V, +/-5 V, +/-2.5 V, or 0-20 mA/4-20 mA, 12 bit+sign or (13 bit ADC)
4	6ES7822-0AA05-0YA5	SIMATIC STEP 7 Basic V15; floating license; Engineering Software in TIA Portal; SW and documentation on DVD; license key on USB flash drive; Class A; 6 languages: de,en,fr,es,it,zh; executable in Windows 7 (64 bit), Windows 10 (64 bit), Windows Server 201
5	BPZ_QFA3171	QFA3171 - Room sensor for humidity (4...20 mA) and temperature (4...20 mA) for demanding requirements
6	BPZ_AQF3100	AQF3100 - Radiation shield for exterior wall mounting
7	BPZ_QAC3171	QAC3171 - Outside/ room temperature sensor HQ 4..20mA
8	WM1510320000	Current-measuring transducer ACT20P-CMT-30-AO-RC-P
9	WM2080500000	Electronic overload relay AMG ELM-6F
10	3RT2028-1BB40	Power contactor, AC-3 38 A, 18.5 kW / 400 V 1 NO + 1 NC, 24 V DC 3-pole, size S0 screw terminals
11	5SL4325-7	Miniature circuit breaker 400 V 10kA, 3-pole, C, 25A
12	5ST3010	auxiliary current switch, 1 NO+1 NC for miniature circuit breaker 5SL, 5SY, 5SP Incorporated switch 5TL1, RCBO 5SU1, FI 5SV (for 5SU1 handle coupler 5ST3805-1 is required)
13	3RT2028-1BB40	Power contactor, AC-3 38 A, 18.5 kW / 400 V 1 NO + 1 NC, 24 V DC 3-pole, size S0 screw terminals
14	5SL4325-7	Miniature circuit breaker 400 V 10kA, 3-pole, C, 25A
15	5ST3010	auxiliary current switch, 1 NO+1 NC for miniature circuit breaker 5SL, 5SY, 5SP Incorporated switch 5TL1, RCBO

Jnr.	Kood	Kirjeldus
		5SU1, FI 5SV (for 5SU1 handle coupler 5ST3805-1 is required)
16	WM1510320000	Current-measuring transducer ACT20P-CMT-30-AO-RC-P
17	5TT5000-0	INSTA contactor with 2 NO contacts Contact for 230 V AC, 400V 20A Control 230 V AC 220 V DC
18	5SY4106-6	Miniature circuit breaker 230/400 V 10kA, 1-pole, B, 6 A, D=70 mm
19	5ST3010	auxiliary current switch, 1 NO+1 NC for miniature circuit breaker 5SL, 5SY, 5SP Incorporated switch 5TL1, RCBO 5SU1, FI 5SV (for 5SU1 handle coupler 5ST3805-1 is required)
20	5SY4102-7	Miniature circuit breaker 230/400 V 10kA, 1-pole, C, 2A, D=70 mm
21	WM1469490000	PRO ECO 240W 24V 10A
22	5SU1356-7KK06	RCBO, 6 kA, 1P+N, type A, 30
23	5SU1356-7KK16	RCBO, 6 kA, 1P+N, type A, 30
24	WM2080500000	Electronic overload relay AMG ELM-6F
25	WM2591090000	VPU AC II 3+1 R 300/50
26	WM1064540000	Surge protection device VSSC6 MOV 24VAC/DC
27	WM2081880000	Electronic overload relay AMG FIM-C
28	WM1528130000	Cross-connector ZQV 4N/50
29	WM2591170000	VPU AC II 3 R 300/50
30	6AG1221-1BH32-2XB0	SIPLUS S7-1200 SM 1221 16DI -25...+70°C with conformal coating based on 6ES7221-1BH32-0XB0 . Digital input 16 DI, 24 V DC, Sink/Source
31		
32	5SG7133	MINIZED, Switch disconnecter with Fuse, D02, 3-pole, In: 63 A, Un AC: 400 V
33	5SE2332	NEOZED fuse link 400 V gL/gG, Size D02, 32 A, Folding box with tin-coated contact caps
34	WM2080920000	Electronic overload relay AMG ELM-Q6666
35	5SY4325-8	Miniature circuit breaker 400 V 10kA, 3-pole, D, 25A, D=70 mm
36	WM2080500000	Electronic overload relay AMG ELM-6F
37	5TT5001-2	INSTA contactor with 1 NO contact and 1 NC contact Contact for 230 V AC, 400V 20A Control AC/24 V DC

Jnr.	Kood	Kirjeldus
38	5TT5000-8	INSTA contactor 0/1-automatic with 2 NO contacts Contact for 230 V AC, 400V 20A Control AC/24 V DC
39	6ES7822-0AE00-0YY0	SIMATIC STEP 7 Basic SUS Download TIA Portal within the framework of this contract, you will receive for one year all up-to-date software versions. the contract is extended automatically by 1 year if it is not canceled 3 months prior to expiration. Period
40	3RT2028-1BB40	Power contactor, AC-3 38 A, 18.5 kW / 400 V 1 NO + 1 NC, 24 V DC 3-pole, size S0 screw terminals
41	5SY4325-8	Miniature circuit breaker 400 V 10kA, 3-pole, D, 25A, D=70 mm
42	5ST3010	auxiliary current switch, 1 NO+1 NC for miniature circuit breaker 5SL, 5SY, 5SP Incorporated switch 5TL1, RCBO 5SU1, FI 5SV (for 5SU1 handle coupler 5ST3805-1 is required)
43	WM1510320000	Current-measuring transducer ACT20P-CMT-30-AO-RC-P
44	5TT5000-2	INSTA contactor with 2 NO contacts Contact for 230 V AC, 400V 20A Control AC/24 V DC
45	5SY4106-6	Miniature circuit breaker 230/400 V 10kA, 1-pole, B, 6 A, D=70 mm
46	5ST3010	auxiliary current switch, 1 NO+1 NC for miniature circuit breaker 5SL, 5SY, 5SP Incorporated switch 5TL1, RCBO 5SU1, FI 5SV (for 5SU1 handle coupler 5ST3805-1 is required)
47	WM1510320000	Current-measuring transducer ACT20P-CMT-30-AO-RC-P
48	5SY4102-7	Miniature circuit breaker 230/400 V 10kA, 1-pole, C, 2A, D=70 mm
49	5SU1356-7KK06	RCBO, 6 kA, 1P+N, type A, 30
50	WM2080500000	Electronic overload relay AMG ELM-6F
51	WM2081880000	Electronic overload relay AMG FIM-C
52	WM2591090000	VPU AC II 3+1 R 300/50
53	5SG7133	MINIZED, Switch disconnecter with Fuse, D02, 3-pole, In: 63 A, Un AC: 400 V
54	5SE2363	NEOZED fuse link 400 V gL/gG, Size D02, 63 A, Folding box
55	WM1064540000	Surge protection device VSSC6 MOV 24VAC/DC

Jnr.	Kood	Kirjeldus
56	6AG1223-1PL32-2XB0	SIPLUS S7-1200 SM 1223 16 DI/16 DQ RLY -25...+70°C with conformal coating based on 6ES7223-1PL32-0XB0 . Digital input/output 16 DI/16 DQ, 16 DI 24 V DC, Sink/Source, 16 DQ, relay 2 A
57	6AG2231-5PD32-1XB0	SIPLUS S7-1200 SM 1231 RTD T1 RAIL -25 ... +55°C T1 with 70°C for 10 min with conformal coating based on 6ES7231-5PD32-0XB0 . SIMATIC S7-1200, Analog input, SM 1231 RTD, 4xAI RTD module
58	6AG1231-4HF32-4XB0	SIPLUS S7-1200 SM 1231 8AI with conformal coating based on 6ES7231-4HF32-0XB0 . Analog input SM 1231, 8 AI, +/-10 V, +/-5 V, +/-2.5 V, or 0-20 mA/4-20 mA, 12 bit+sign or (13 bit ADC)
59	6AG1221-1BH32-2XB0	SIPLUS S7-1200 SM 1221 16DI -25...+70°C with conformal coating based on 6ES7221-1BH32-0XB0 . Digital input 16 DI, 24 V DC, Sink/Source
60	BPZ_QAC3171	QAC3171 - Outside/ room temperature sensor HQ 4..20mA
61	BPZ_QFA3171	QFA3171 - Room sensor for humidity (4...20 mA) and temperature (4...20 mA) for demanding requirements
62	BPZ_AQF3100	AQF3100 - Radiation shield for exterior wall mounting
63	WM1521690000	Feed-through terminal block A4C 2.5
64	WM1521700000	A4C 2.5 BL
65	WM1989800000	Disconnect terminal block ADT 2.5 2C
66	WM1991790000	A2C 6 BL
67	WM1991810000	A2C 6 PE
68	WM1985780000	ZQV 6N/4
69	6AG1214-1AG40-5XB0	SIPLUS S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC -40...+60 °C with conformal coating based on 6ES7214-1AG40-0XB0 signal board usable. . compact CPU, DC/DC/DC, onboard I/O: "14 DI 24 V DC; 10 DO 24 V DC;" 2 AI 0-10 V DC, Power supply: DC 20.4-28.8V DC, Program/data memor
70	WM1469490000	PRO ECO 240W 24V 10A
71	WM2551510000	A2C 35 Feed-through terminal, PUSH IN, 35 mm², 1000 V, 125 A
72	WM1775480000	ZDU 1.5 Feed-through terminal
73	WM1776030000	ZAP/TW ZDU1.5/2AN Z-series, End plate, Separation plate

Jnr.	Kood	Kirjeldus
74	WM7920900000	ZTR 2.5/4AN Test-disconnect terminal
75	WM1608800000	ZAP/TW 3 Z-series, Accessories, End plate, Separation plate
76	WM1016400000	WPE 2.5/1.5/ZR PE terminal, Screw connection
77	5TE4808	button, 1 NO/1 NC 20 A 1 key blue without latching function
78	5ST3010	auxiliary current switch, 1 NO+1 NC for miniature circuit breaker 5SL, 5SY, 5SP Incorporated switch 5TL1, RCBO 5SU1, FI 5SV (for 5SU1 handle coupler 5ST3805-1 is required)
79	WM1064610000	Surge protection device VSSC6 MOV 120VAC/DC

Lisa 4. Süsteemi kirjeldus

Süsteemi kirjeldus:

Valgustus.

Valgustuse režiimi on võimalik valida lülitiga S1. Esimese pöörme valgustuse relee tähis K7.

Režiimid. ON, AUTO, OFF.

ON: Relee K7 saab toite otse läbi lüliti S1.

OFF: S1 Katkestab toite releele K7.

AUTO: Relee K7 Saab toite läbi lüliti S1 kontrollierist.

Automaatne režiim:

Valgustus lülitub sisse kui valgustase on väiksem kui 200 lux-i.

Valgustus lülitub välja kui valgustase on suurem kui 200 lux-i vähemalt 5s.

Valgustuse ahelas on mitmeid veatuvastusmehhanisme:

Lüliti S1 puhul tuvastatakse lüliti kontaktide katkestust ja mitme kontakti samaaegset ühendust.

Tuvastatakse kaitsme F7 asendid. (sees / väljas).

Relee K7 puhul tuvastaks kas relee vastab kontrolleri või lüliti poolt etteantud asendile.

Ahelas on samuti voolutrafo mis mõõdab valgustuse voolutarvet. Ning kontrollier tuvastab ka voolutrafo veaseisundit.

Tuvastatakse ka valgusanduri veaseisundit, mille puhul lülitatakse valgustus sisse.

Pöörmekütte trafo ahelad:

Ühe pöörme kütmiseks kasutatakse 2-te trafot.

Kütte lüliti S2 ja ahel toimib sarnaselt Valguse ahelale omades samasuguseid veatuvastusmeetodeid.

Rööpa temperatuuri mõõdetakse 2 anduriga. „Sooja rööpa andur“ ja „Külma rööpa andur“

Temperatuuri andurite kaablite katkestust tuvastab kontrollier.

Kontrollier arvutab kastepunkti välisniiskuse ja temperatuuri andurite abil.

Kütte lülitus:

Kui välisõhu temperatuur on väiksem kui 4 kraadi lülitatakse kütte sisse kui rööpa temperatuur langeb 5 kraadini (või kastepunktini), ja välja kui temperatuur on tõusnud 20C.

Kui välisõhu temperatuur on suurem kui 4 kraadi lülitatakse kütte sisse kui rööpa temperatuur langeb 3 kraadini (või kastepunktini), ja välja kui temperatuur on tõusnud 10C.

Rööpa temperatuuri andurite vea puhul juhitakse kütmist välistemperatuuri anduri abil.

Suhtlusprotokollid:

Valgustuse vigade näide (Edastatakse SYSLOG):

Valgus_1_Error_lüliti_veakood : Int;

0 = Lüliti korras.

1 = Lüliti asendi viga. Asendit pole valitud.

2= Lüliti asendi viga. Mitmes asendis korraga.

Valgus_1_Error_kaitsme_veakood : Int;

0 = Kaitse sees / Korras.

1 = Kaitse väljas / Viga.

Valgus_1_Error_relee_veakood : Int;

0 = Relee korras.

1 = Relee avatud. Peaks olema sees.

2 = Relee suletud. Peaks olema avatud.

Valgus_1_Error_voolutrafo_veakood : Int;

0 = Voolutrafo korras.

1 = Voolutrafo viga.

Valgus_1_Error_voolu_veakood : Int;

0 = Korras

1 = Voolutarve liiga kõrge.

2 = Voolutarve liiga madal.

Edastatavad andmed. SYSLOGI kaudu:

Installatsiooni_nimi : String;

Pööre_1_Lüliti_asend : Int;

Valgus_1_Lüliti_asend : Int;

Pööre_1_K1_L1_A : Real; // Pöörme 1 - 1. relee (1. trafo)(reele tähis K1) - L1 vool.

Pööre_1_K1_L2_A : Real;

Pööre_1_K1_L3_A : Real;

Pööre_1_K2_L1_A : Real; // Pöörme 1 - 2. relee (2.trafo)(reele tähis K2) - L1 vool.

Pööre_1_K2_L2_A : Real;

Pööre_1_K2_L3_A : Real;

Pööre_2_K3_L1_A : Real;

Pööre_2_K3_L2_A : Real;

Pööre_2_K3_L3_A : Real;

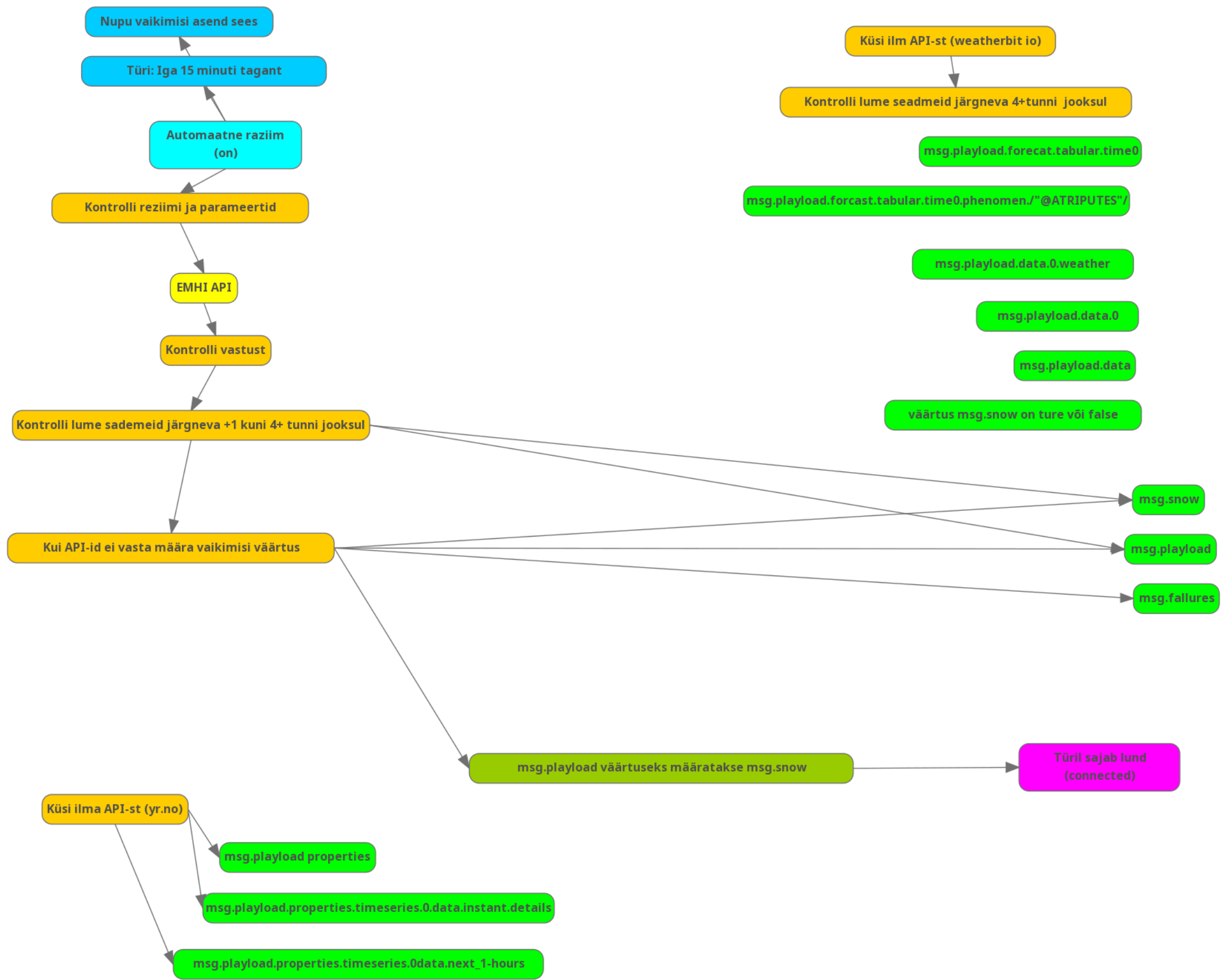
Pööre_2_K4_L1_A : Real;
Pööre_2_K4_L2_A : Real; // Pöörme 2 - 2. relee (2.trafo)(reele tähis K4) - L2 vool.
Pööre_2_K4_L3_A : Real;
Pööre_3_K5_L1_A : Real;
Pööre_3_K5_L2_A : Real;
Pööre_3_K5_L3_A : Real;
Pööre_3_K6_L1_A : Real;
Pööre_3_K6_L2_A : Real; // Pöörme 3 - 2. relee (2.trafo)(reele tähis K6) - L2 vool.
Pööre_3_K6_L3_A : Real;
Valgus_1_K7_L1_A : Real; // Pöörme 1 valgus vool.
Valgus_2_K8_L1_A : Real;
Valgus_3_K9_L1_A : Real; // Pöörme 3 valgus vool.

Kastepunkt_C : Real;
K1_lülitusi : UDInt; // Relee lülituste arv.
K1_OnTime : UDInt; // Relee sees oleku aeg kokku.
K2_lülitusi : UDInt;
K2_OnTime : UDInt;
K3_lülitusi : UDInt;
K3_OnTime : UDInt;
K4_lülitusi : UDInt;
K4_OnTime : UDInt;
K5_lülitusi : UDInt;
K5_OnTime : UDInt;
K6_lülitusi : UDInt;
K6_OnTime : UDInt;
K7_lülitusi : UDInt;
K7_OnTime : UDInt;
K8_lülitusi : UDInt;
K8_OnTime : UDInt;
K9_lülitusi : UDInt;
K9_OnTime : UDInt;
Valgus_1_Error_lüliti_veakood : Int;
Valgus_1_Error_kaitsme_veakood : Int;
Valgus_1_Error_relee_veakood : Int;

Valgus_1_Error_voolutrafo_veakood : Int;
Valgus_1_Error_voolu_veakood : Int;
Valgus_3_Error_lüliti_veakood : Int;
Valgus_3_Error_kaitsme_veakood : Int;
Valgus_3_Error_relee_veakood : Int;
Valgus_3_Error_voolutrafo_veakood : Int;
Valgus_3_Error_voolu_veakood : Int;
Küte_1_Error_lüliti_veakood : Int;
Küte_1_Error_relee_veakood : Int;
Küte_1_Error_kaitsme_veakood : Int;
Küte_1_Error_voolutrafo_veakood : Int;
Küte_1_Error_rööpa_temp_sens_veakood : Int;
Küte_3_Error_lüliti_veakood : Int;
Küte_3_Error_relee_veakood : Int;
Küte_3_Error_kaitsme_veakood : Int;
Küte_3_Error_voolutrafo_veakood : Int;
Küte_3_Error_rööpa_temp_sens_veakood : Int;

Välis_temp_C : Real;
Pööre_1_Soe_rööbas_C : Real;
Pööre_1_Külm_rööbas_C" : Real;
Pööre_3_Soe_rööbas_C : Real;
Pööre_3_Külm_rööbas_C" : Real;
Välis_temp_error : Int;
Välis_niisk_prots : Real;
Välis_niisk_error : Int;
Valgus_lux : Real;
Valgus_error : Int;
Sise_temp_C : Real;
Sise_temp_sens_error : Int;

Lisa 5. Raudteejaama TÜRi ilmaennustuse loogikaskeem



Lisa 6. Eelarve

 EELARVE						
Järk	Nimetus	Kood	Kogus	Ühik	Ü/hind	Kokku
	Projektijuht: Mairo Treve					
	Projekti nimetus:					
	Türijaama sulatusküte					
	Rahaline kogumaht, väljamüügi hind		1	kpl	132 705,94 €	132 705,94 €
	Kestvus, kalendripäevades:		21	päeva	6 319,33 €	132 705,94 €
	Materjalid					
1	Kontaktor	3RT2028-1BB40	18	tk	72,64 €	1 307,52 €
2	Kaitselüliti	5SY4325-8	18	tk	30,00 €	540,00 €
3	Abivoolüliti	5ST3010	18	tk	6,45 €	116,10 €
4	Voolumõõte muundur	1510320000	54	tk	146,00 €	7 884,00 €
5	Kontaktorüliti	5TT50002	9	tk	30,00 €	270,00 €
6	Kaitselüliti	5SY4106-6	9	tk	7,12 €	64,08 €
7	Abivoolüliti	5ST3010	9	tk	6,45 €	58,05 €
8	Voolumõõte muundur	1510320000	9	tk	130,00 €	1 170,00 €
9	Külmavalvur		3	tk	50,00 €	150,00 €
10	SPU	5SY4102-7	3	tk	9,55 €	28,65 €
11	SPU	PRO ECO 240W 24V 10A	3	tk	55,00 €	165,00 €
12	Pistikud	5SU1356-7KK06	6	tk	44,00 €	264,00 €
13	Pistikud	20119-357	6	tk	17,85 €	107,10 €
14	Kaitsmed	AMG ELM-6F	87	tk	23,2	2 018,40 €
15	Kaitsmed	AMG FIM-C/2081880000	3	tk	34	102,00 €
16	Ülepinge kaitse	VPU AC II 3+1 R 300/50	3	tk	127,93 €	383,79 €
17	QF	5SG7 133 63A	3	tk	65,00 €	195,00 €
18	Pöördlülitid		18	tk	40,00 €	720,00 €
19	Ülepinge kaitse	VSSC6 MOV 24VDC	18	tk	22,09 €	397,62 €
20	Trafo	ABT7PDU025G	3	tk	164,00 €	492,00 €
21	CPU	6AG1223-1PL32-2XB0	6	tk	462,00 €	2 772,00 €
22	SM1231 RTD	6AG2231-5PD32-1XB0	18	tk	630,00 €	11 340,00 €
23	SM1231 AI	6AG1231-4HF32-4XB0	3	tk	466,00 €	1 398,00 €
24	Sisitemperatuuri andur	BPZ:QAC3171	3	tk	63,00 €	189,00 €
25	Välisemperatuuri andur	BPZ:QFA3171	3	tk	276,00 €	828,00 €
26	Valgusandur	AHKF-I	3	tk	76,90 €	230,70 €
27	Rööpaandur		18	tk	300,00 €	5 400,00 €
28	Kütteelementide trafod		18	tk	1 185,00 €	21 330,00 €
29	Kütteleendid		72	tk	150,00 €	10 800,00 €
30	Optikakaabel	FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA	800	m	1,40 €	1 120,00 €
31	Kilp		3	tk	1 900,00 €	5 700,00 €
32	Abivahendid ja tarvikud		1	kmp	500,00 €	500,00 €
2	Tööd					
2.1	SCADA, SIS süsteemide arendus		1	kmp	10 000,00 €	10 000,00 €
2.2	Kaabeltrasside ehitus		1	kmp	5 000,00 €	5 000,00 €
2.3	Fok tööd koos materjalidega		1	kmp	2 100,00 €	2 100,00 €
2.4	Kilpide koostamine		3	kmp	2 000,00 €	6 000,00 €
2.5	Kilpide paigaldus		3	kmp	250,00 €	750,00 €
2.6	Ühendamine ja testimine		3	kmp	1 500,00 €	4 500,00 €
2.7	Elektripaigaldise audit		3	kmp	500,00 €	1 500,00 €
					Eelarve kokku	107 891,01 €

Lisa 7. Ühe pöörmegruppi spetsifikatsioon

Grupp	Tähis skeemil	Mudel	Tootja	Ühik	Kogus
Küte	K1	3RT2028-1BB40	Siemens	tk	2
	F1	5SY4325-8	Siemens	tk	2
	F1.1	5ST301.AS	Siemens	tk	2
	CT1-6	1510320000	Weidmüller	tk	6
Valgus	K7	5TT50002	Siemens	tk	1
	F7	5SY4106-6	Siemens	tk	1
	F7.1	5ST3010	Siemens	tk	1
	CT7	1510320000	Weidmüller	tk	1
Kilbi Soojendus	Külmavalvur			tk	1
PSU	F8	5SY4102-7	Siemens	tk	1
	PSU	PRO ECO 240W 24V 10A	Weidmüller	tk	1
Pistikud	CB1	5SU1356-7KK06	Siemens	tk	2
	Pistikupeasa	20119-357	nVent Schroff	tk	2
Kaitsmed	QF	AMG ELM-6F	weidmüller	tk	13
	QF Plaat	AMG FIM-C/2081880000	weidmüller		1
Ülepinge kaitse	VPU	VPU AC II 3+1 R 300/50	weidmüller	tk	1
QF		5SG7 133 63A	Siemens	tk	1
Pöördlüüti			ABB	tk	2
Ülepinge kaitsmed		VSSC6 MOV 24VDC	Weidmüller	tk	2
Trafo		ABT7PDU025G	Schneider Electric	tk	1
PLC	CPU	6AG1223-1PL32-2XB0	Siemens	tk	1
	SM1231 RTD	6AG2231-5PD32-1XB0	Siemens	tk	1
	SM1231 AI	6AG1231-4HF32-4XB0	Siemens	tk	2
Abimaterjalid	Klemmid		Weimüller/Siemen s	kmp	1
Sisetemperatuur		BPZ:QAC3171	Siemens	tk	1

Grupp	Tähis skeemil	Mudel	Tootja	Ühik	Kogus
Välis temp. ja niisk andurid		BPZ:QFA3171	Siemens	tk	1
Valgusandur		AHKF-I	S+S Regeltechnik	tk	1
Rööpa andurid	Raamrööpa külge		GoTrack	tk	2
Küttelementide trafod		ST4k8pT-3T-0Z	Poola	tk	1
Kütteelemendid		SUN Elektro Heat	Pistrik OÜ	kmp	8
Kilp				kmp	1
Kooste materjalid				tk	58
Muud metallitööd				kmp	1
FOK tööd	IE-1000-4P2S-LM			tk	1
	TT 8 (TT-8 SC-D)			tk	1
	SFP bidi umbes			tk	2
	SC -LC 1,5 M duplex patch			tk	1
Jaamamaterjalid	TT 24			tk	1
	IE-1000-4P2S-LM			tk	1
	TT 8 (TT-8 SC-D)			tk	1
	SFP bidi umbes			tk	2
	Jaama tööd			kmp	1
	FOK tööd			tk	1
	Abimaterjalid			tk	1
	Optika kaabel	FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA		m	800

Lisa 8. Kahe pöörmegruppi spetsifikatsioon

Grupp	Tähis skeemil	Mudel	Tootja	Ühik	Kogus
Küte	K1	3RT2028-1BB40	Siemens	tk	4
	F1	5SY4325-8	Siemens	tk	4
	F1.1	5ST301.AS	Siemens	tk	4
	CT1-6	1510320000	Weidmüller	tk	12
Valgus	K7	5TT50002	Siemens	tk	2
	F7	5SY4106-6	Siemens	tk	2
	F7.1	5ST3010	Siemens	tk	2
	CT7	1510320000	Weidmüller	tk	2
Kilbi Soendus	Külmavalvur			tk	1
PSU	F8	5SY4102-7	Siemens	tk	1
	PSU	PRO ECO 240W 24V 10A	Weidmüller	tk	1
Pistikud	CB1	5SU1356-7KK06	Siemens	tk	2
	Pistikupeasa	20119-357	nVent Schroff	tk	2
Kaitsmed	QF	AMG ELM-6F	weidmüller	tk	21
	QF Plaat	AMG FIM-C/2081880000	weidmüller		1
Ülepinke kaitse	VPU	VPU AC II 3+1 R 300/50	weidmüller	tk	1
QF		5SG7 133 63A	Siemens	tk	1

Grupp	Tähis skeemil	Mudel	Tootja	Ühik	Kogus
Pöördlüliti			ABB	tk	4
Ülepinge kaitsmed		VSSC6 MOV 24VDC	Weidmüller	tk	4
Trafo		ABT7PDU025G	Schneider Electric	tk	1
PLC	CPU	6AG1223-1PL32-2XB0	Siemens	tk	1
	SM1231 RTD	6AG2231-5PD32-1XB0	Siemens	tk	1
	SM1231 AI	6AG1231-4HF32-4XB0	Siemens	tk	4
	SM1221 16DI	6AG1221-1BH32-2XB0	Siemens	tk	1
Abimaterjalid	Klemmid		Weimüller/Siemens	kmp	1
Sisetemperatuur		BPZ:QAC3171	Siemens	tk	1
Välistemp ja niisk andurid		BPZ:QFA3171	Siemens	tk	1
Valgusandur		AHKF-I	S+S Regeltechnik	tk	4
Rööpa andurid	Raamrööpa külge		GoTrack	tk	4
Küttelelementide trafod		ST4k8pT-3T-0Z	Poola	tk	16
Kütteelemendid		SUN Elektro Heat	Pistrik OÜ	kmp	1
Kilp				kmp	1
Kooste materjlid				tk	68
Muud metallitööd				kmp	1
FOK tööd	IE-1000-4P2S-LM			tk	1
	TT 8 (TT-8 SC-D)			tk	1

Grupp	Tähis skeemil	Mudel	Tootja	Ühik	Kogus
	SFP bidi umbes			tk	2
	SC -LC 1,5 M duplex patch			tk	1
Jaamamaterjalid	TT 24			tk	1
	IE-1000-4P2S-LM			tk	1
	TT 8 (TT-8 SC-D)			tk	1
	SFP bidi umbes			tk	2
	Jaama tööd			kmp	1
	FOK tööd			tk	1
	Abimaterjalid			tk	1
	Optika kaabel	FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA		m	800

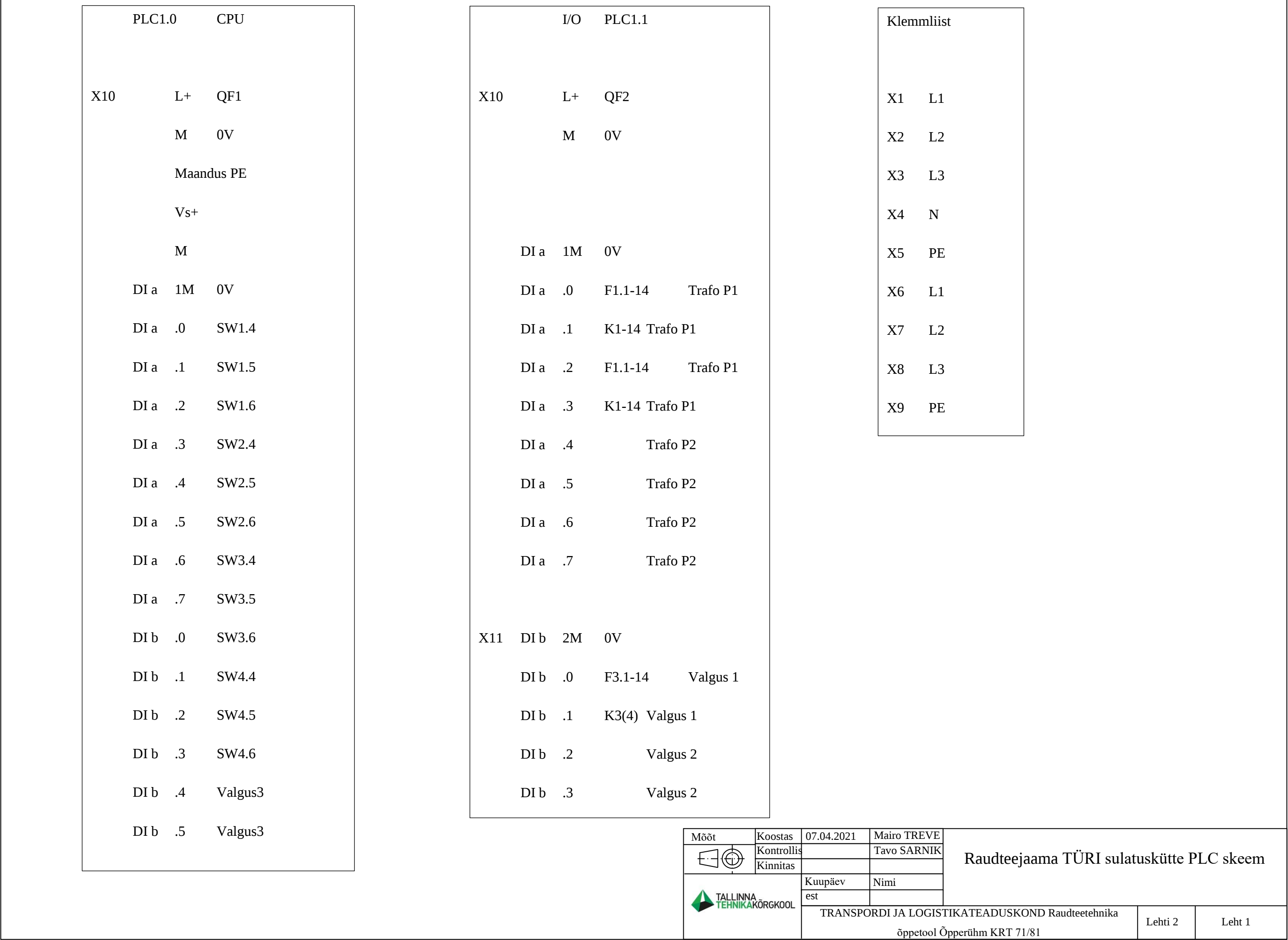
Lisa 9. Kolme pöörmegruppi spetsifikatsioon

Grupp	Tähis skeemil	Mudel	Tootja	Ühik	Kogus
Küte	K1	3RT2028-1BB40	Siemens	tk	6
	F1	5SY4325-8	Siemens	tk	6
	F1.1	5ST301.AS	Siemens	tk	6
	CT1-6	1510320000	Weidmüller	tk	18
Valgus	K7	5TT50002	Siemens	tk	3
	F7	5SY4106-6	Siemens	tk	3
	F7.1	5ST3010	Siemens	tk	3
	CT7	1510320000	Weidmüller	tk	3
Kilbi Soendus	Külmavalvur			tk	1
PSU	F8	5SY4102-7	Siemens	tk	1
	PSU	PRO ECO 240W 24V 10A	Weidmüller	tk	1
Pistikud	CB1	5SU1356-7KK06	Siemens	tk	2
	Pistikupeasa	20119-357	nVent Schroff	tk	2
Kaitsmed	QF	AMG ELM-6F	weidmüller	tk	29
	QF Plaat	AMG FIM-C/2081880000	weidmüller		1
Ülepinke kaitse	VPU	VPU AC II 3+1 R 300/50	weidmüller	tk	1
QF		5SG7 133 63A	Siemens	tk	1
Pöördlüüti			ABB	tk	6

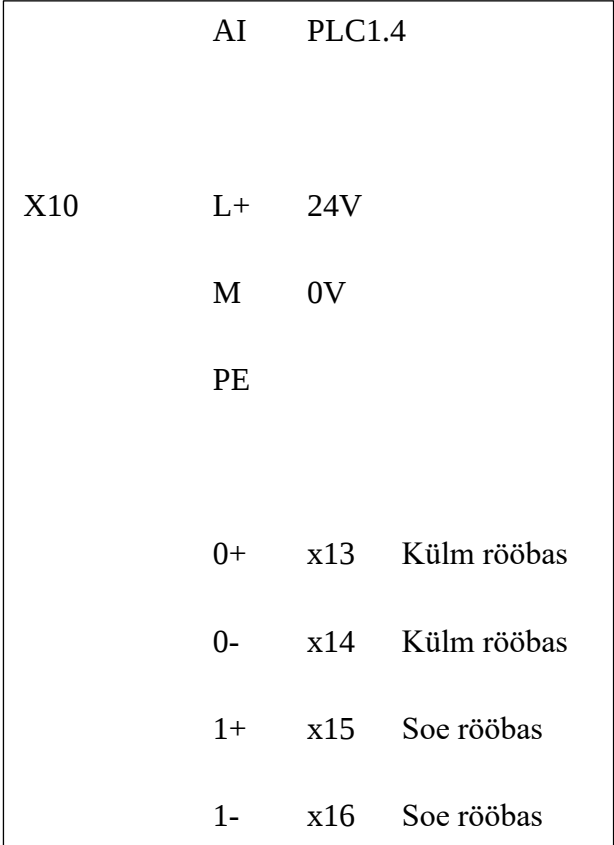
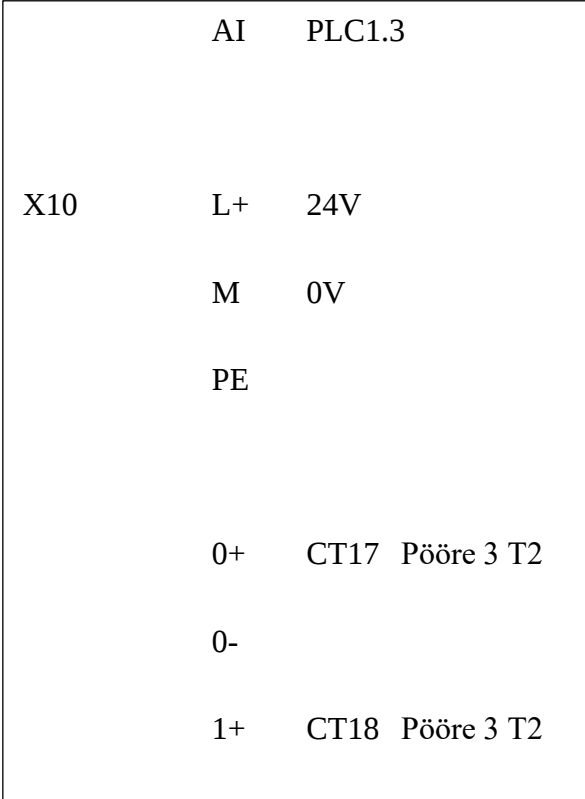
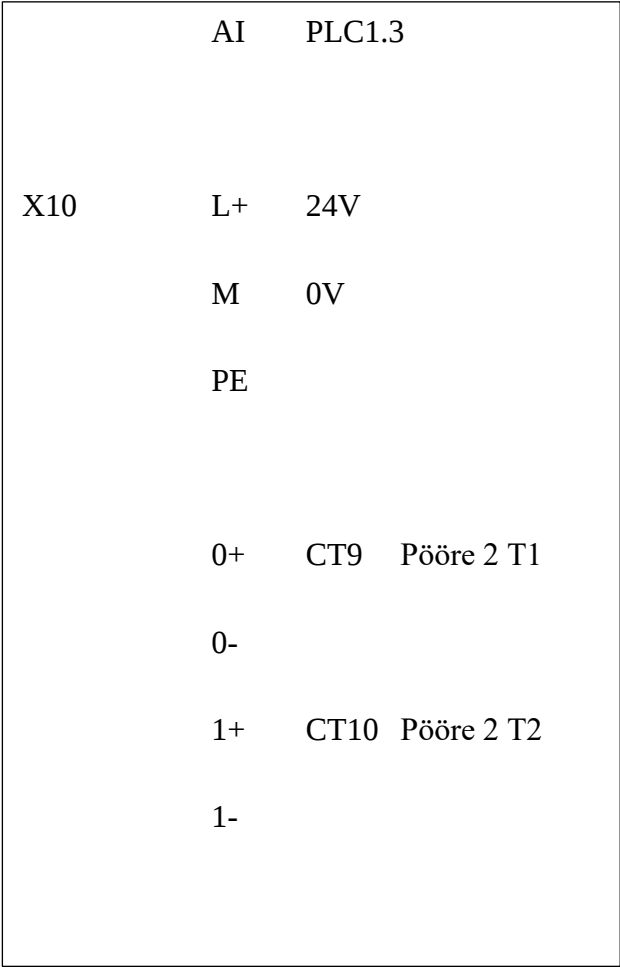
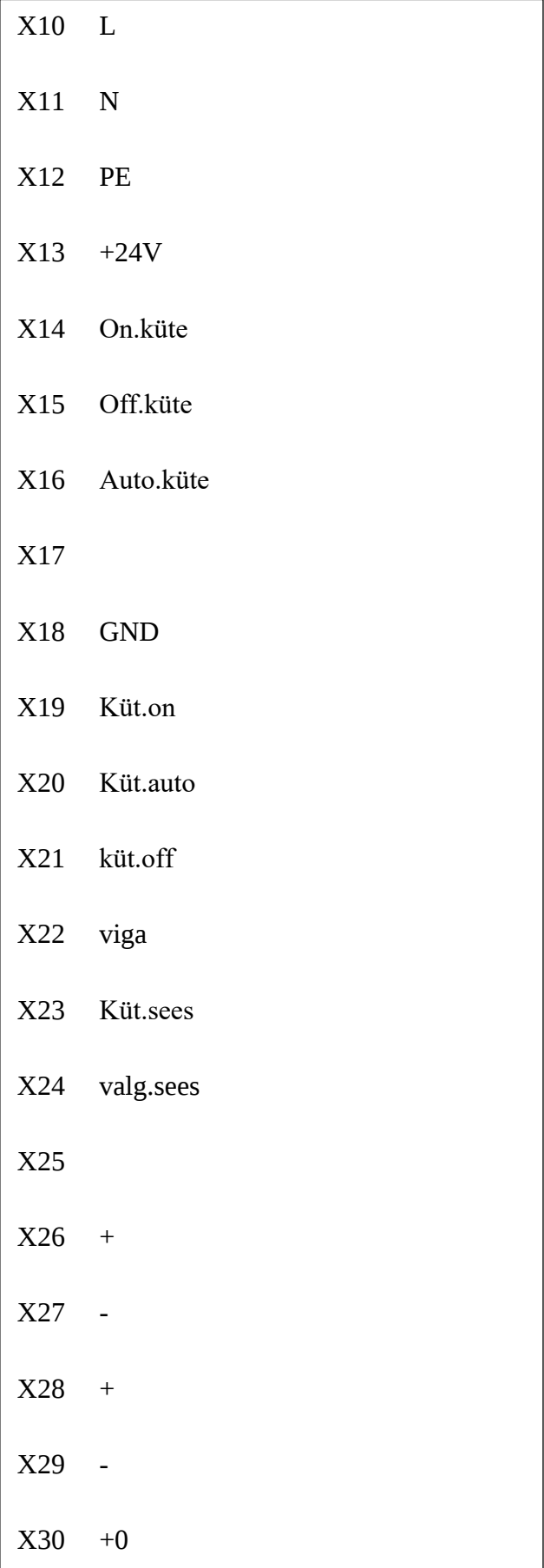
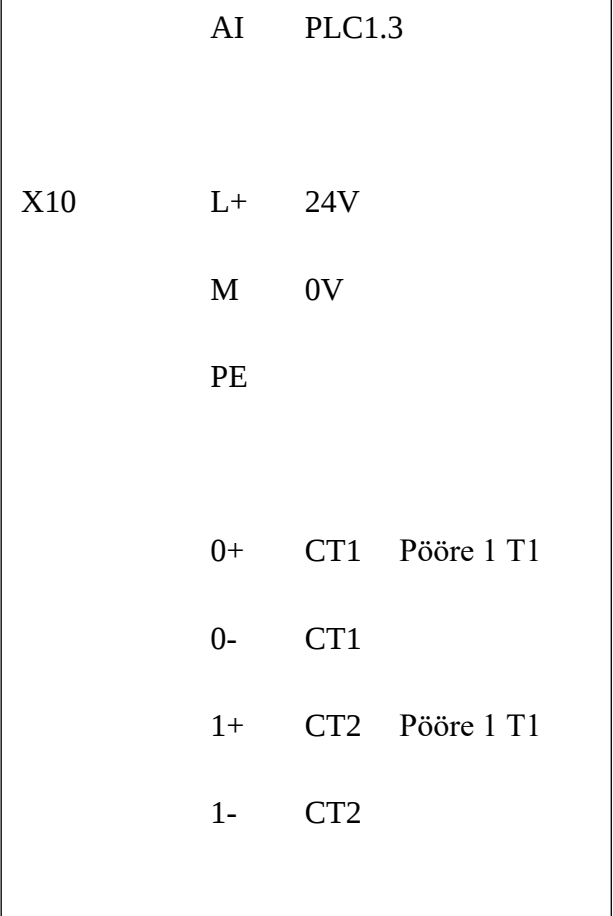
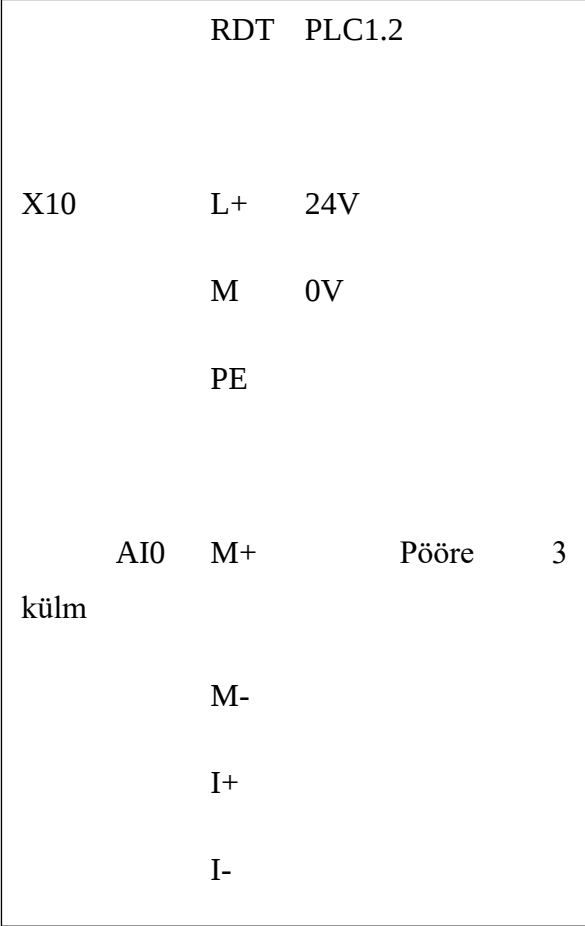
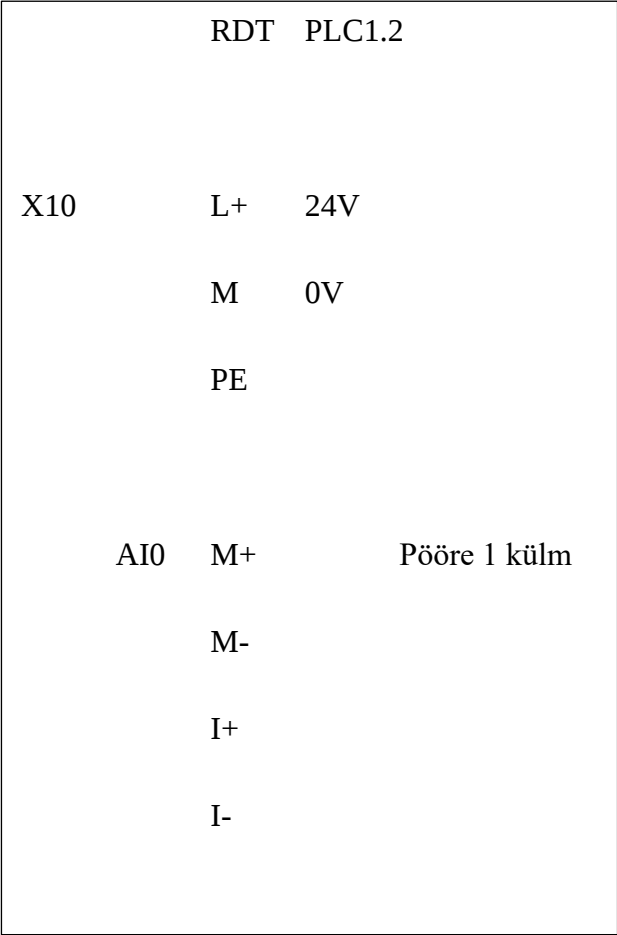
Grupp	Tähis skeemil	Mudel	Tootja	Ühik	Kogus
Ülepinge kaitsmed		VSSC6 MOV 24VDC	Weidmüller	tk	6
Trafo		ABT7PDU025G	Schneider Electric	tk	1
PLC	CPU	6AG1223-1PL32-2XB0	Siemens	tk	1
	SM1231 RTD	6AG2231-5PD32-1XB0	Siemens	tk	2
	SM1231 AI	6AG1231-4HF32-4XB0	Siemens	tk	6
	SM1221 16DI	6AG1221-1BH32-2XB0	Siemens	tk	1
Abimaterjalid	Klemmid		Weimüller/Siemens	kmp	1
Sisetemperatuur		BPZ:QAC3171	Siemens	tk	1
Välis-temp ja niisk andurid		BPZ:QFA3171	Siemens	tk	1
Valgusandur		AHKF-I	S+S Regeltechnik	tk	6
Rööpa andurid	Raamrööpa külge		GoTrack	tk	6
Küttelementide trafod		ST4k8pT-3T-0Z	Poola	tk	6
Kütteelemendid		SUN Elektro Heat	Pistrik OÜ	kmp	24
Kilp				kmp	1
Kooste materjlid				tk	77
Muud metallitööd				kmp	1
FOK tööd	IE-1000-4P2S-LM			tk	1
	TT 8 (TT-8 SC-D)			tk	1
	SFP bidi umbes			tk	2

Grupp	Tähis skeemil	Mudel	Tootja	Ühik	Kogus
	SC -LC 1,5 M duplex patch			tk	1
Jaamamaterjalid	TT 24			tk	1
	IE-1000-4P2S-LM			tk	1
	TT 8 (TT-8 SC-D)			tk	1
	SFP bidi umbes			tk	2
	Jaama tööd			kmp	1
	FOK tööd			tk	1
	Abimaterjalid			tk	1
	Optika kaabel	FZOMU-SD micro 8x6 (48) G.657.A1 TIA		m	800

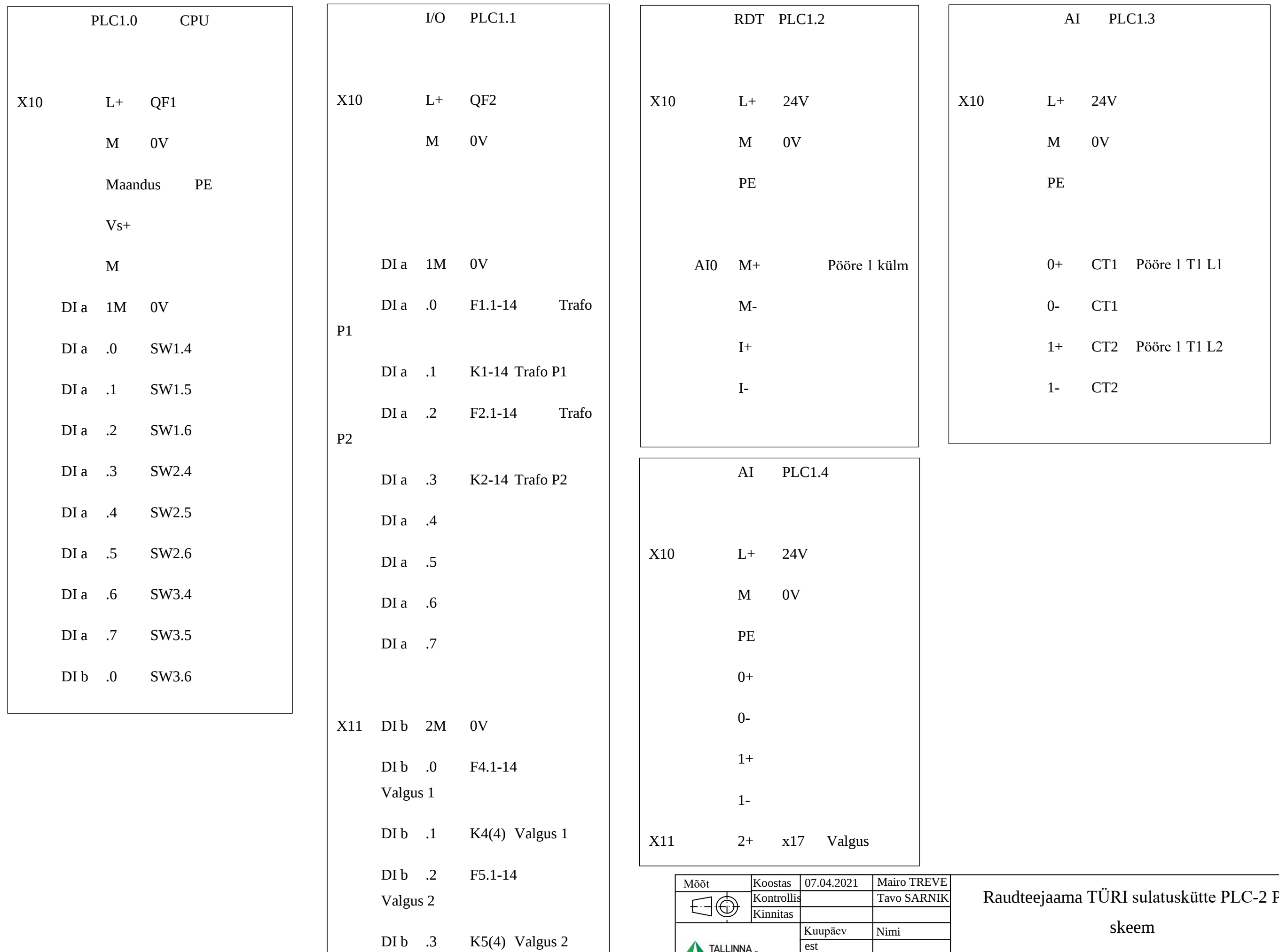
Lisa 10. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC skeem



Lisa 11. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC skeem



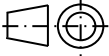
Lisa 12. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-2 P skeem



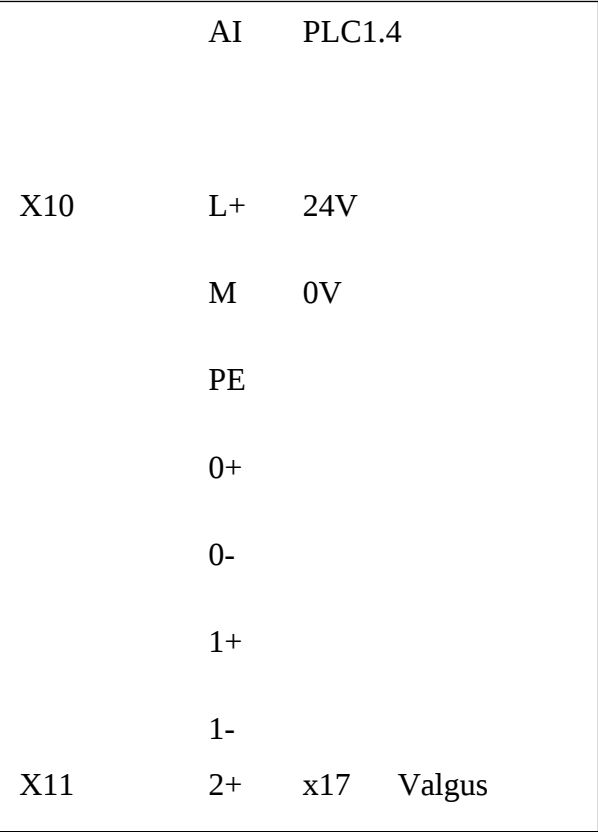
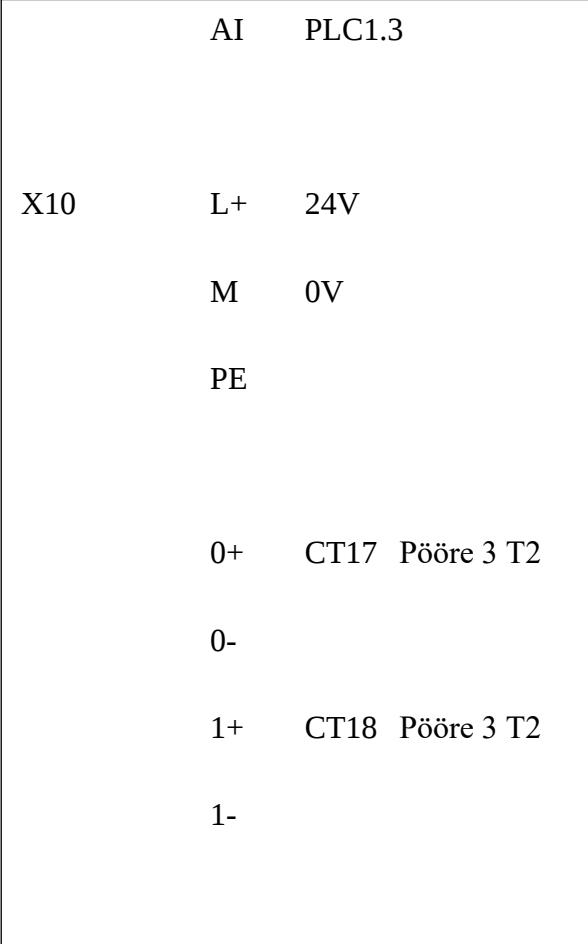
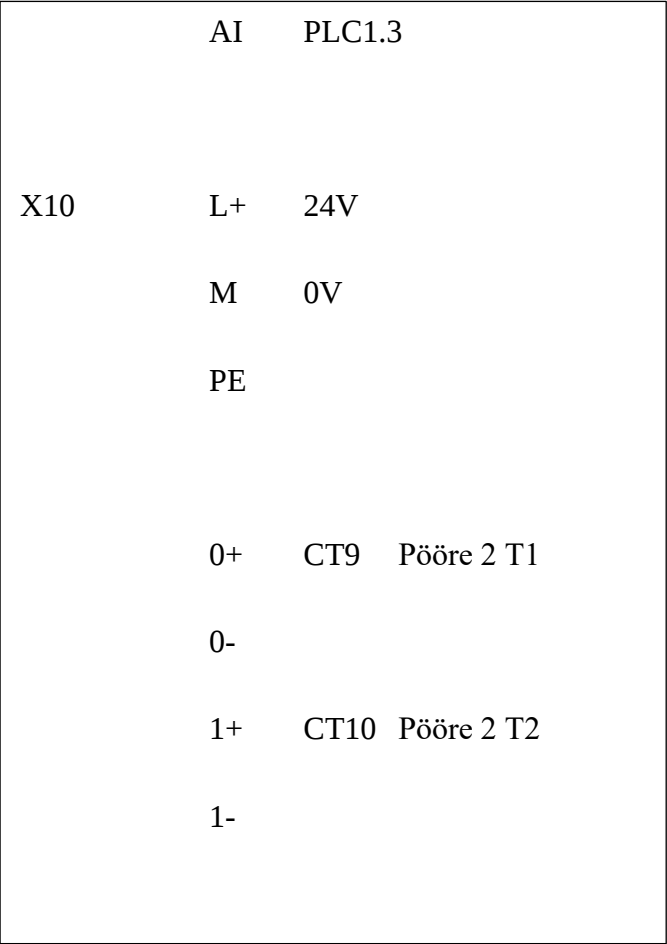
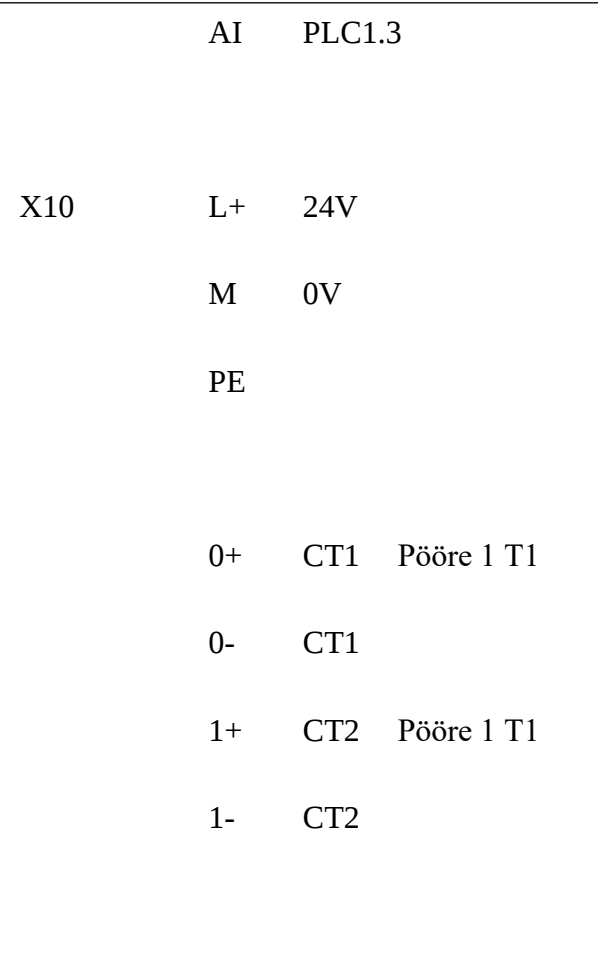
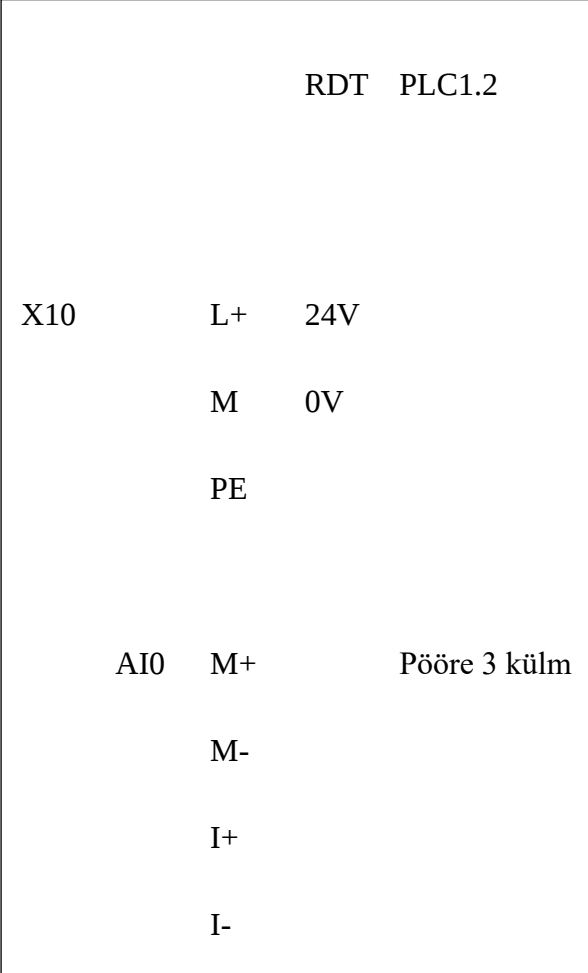
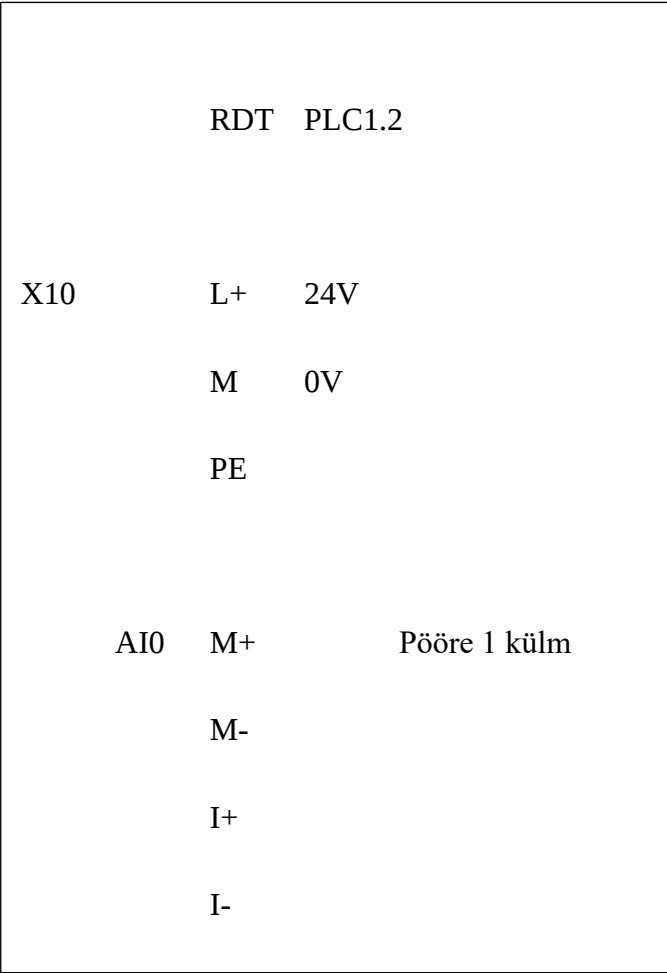
Lisa 13. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem

	PLC1.0	CPU
X10	L+	QF1
	M	0V
	Maandus	PE
	Vs+	
	M	
	DI a	1M 0V
	DI a	.0 SW1.4
	DI a	.1 SW1.5
	DI a	.2 SW1.6
	DI a	.3 SW2.4
	DI a	.4 SW2.5
	DI a	.5 SW2.6
	DI a	.6 SW3.4
	DI a	.7 SW3.5
	DI b	.0 SW3.6
	DI b	.1 SW4.4
	DI b	.2 SW4.5
	DI b	.3 SW4.6
	DI b	.4 Valgus3
	DI b	.5 Valgus3

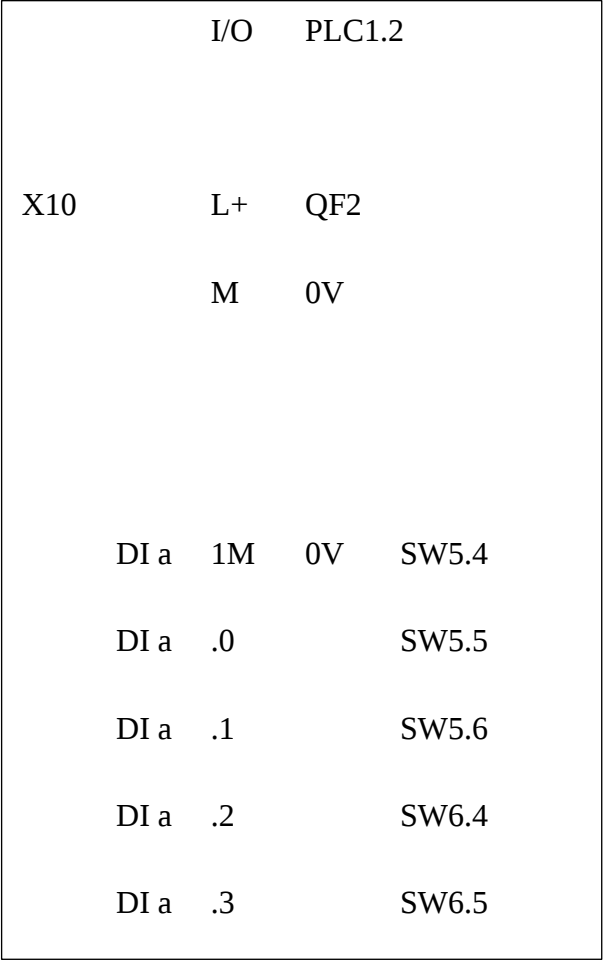
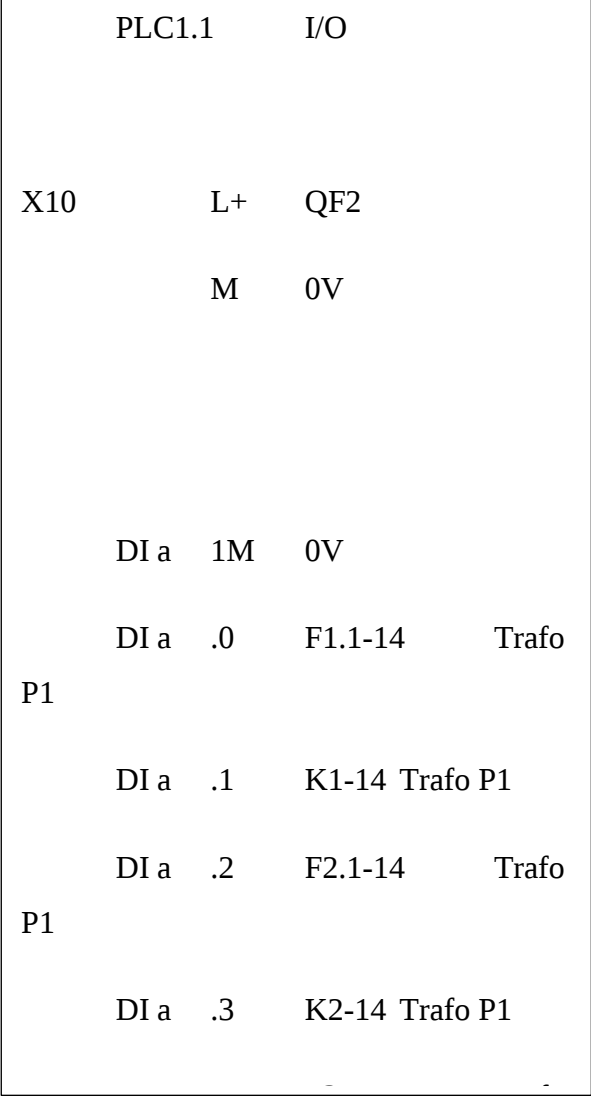
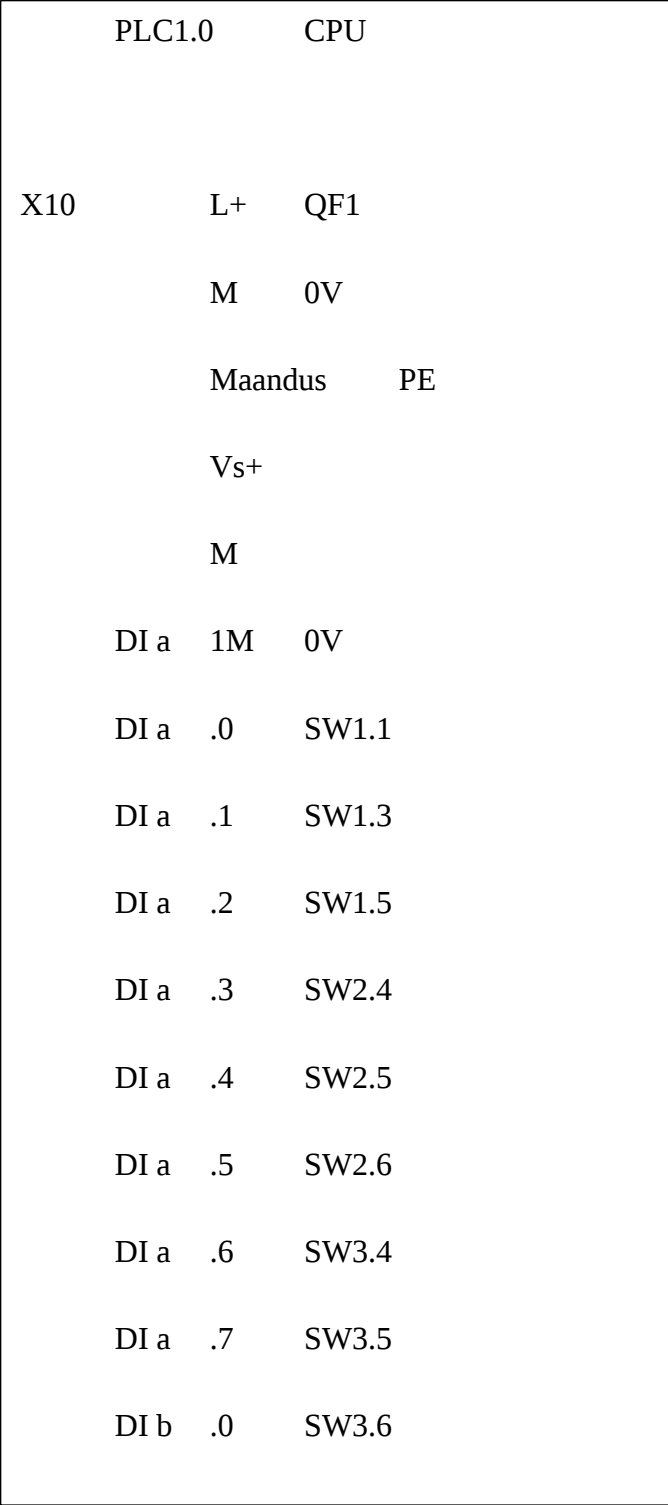
	I/O	PLC1.1
X10	L+	QF2
	M	0V
	DI a	1M 0V
	DI a	.0 F1.1-14
	Trafo P1	
	DI a	.1 K1-14 Trafo P1
	DI a	.2 F1.1-14
	Trafo P1	
	DI a	.3 K1-14 Trafo P1
	DI a	.4 Trafo P2
	DI a	.5 Trafo P2
	DI a	.6 Trafo P2
	DI a	.7 Trafo P2
X11	DI b	2M 0V
	DI b	.0 F3.1-14
	Valgus 1	
	DI b	.1 K3(4) Valgus 1
	DI b	.2 Valgus 2
	DI b	.3 Valgus 2
	DI b	.4 Trafo P3
	DI b	.5 Trafo P3
	DI b	.6 Trafo P3

Mõõt	Koostas	07.04.2021	Mairo TREVE	Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P		
	Kontrollis		Tavo SARNIK			
	Kinnitas					
		Kuupäev	Nimi			
		est		TRANSPORDI JA LOGISTIKATEADUSKOND Raudteetehnika õppetool Õpperühm KRT 71/81		
				Lehti 2	Leht 1	

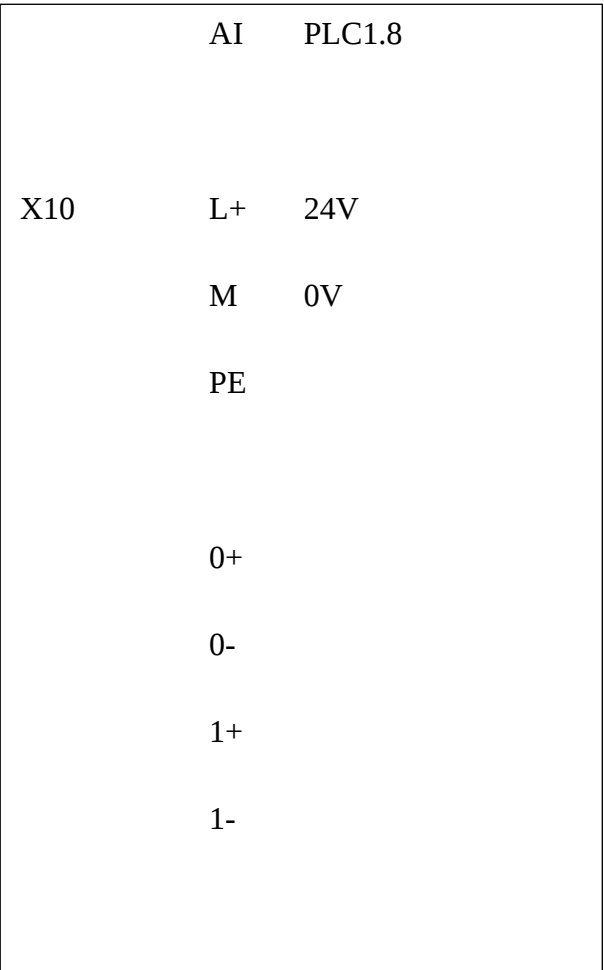
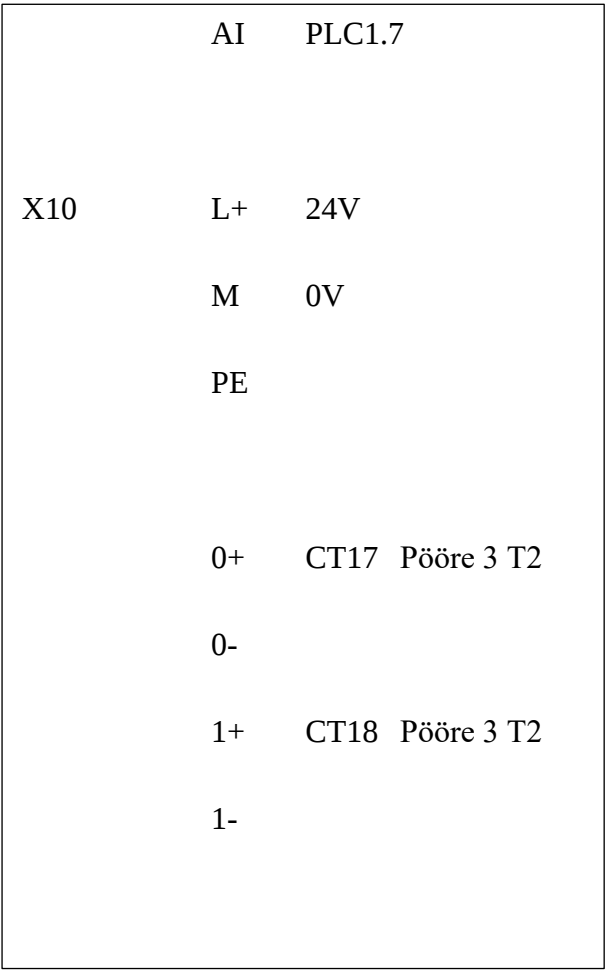
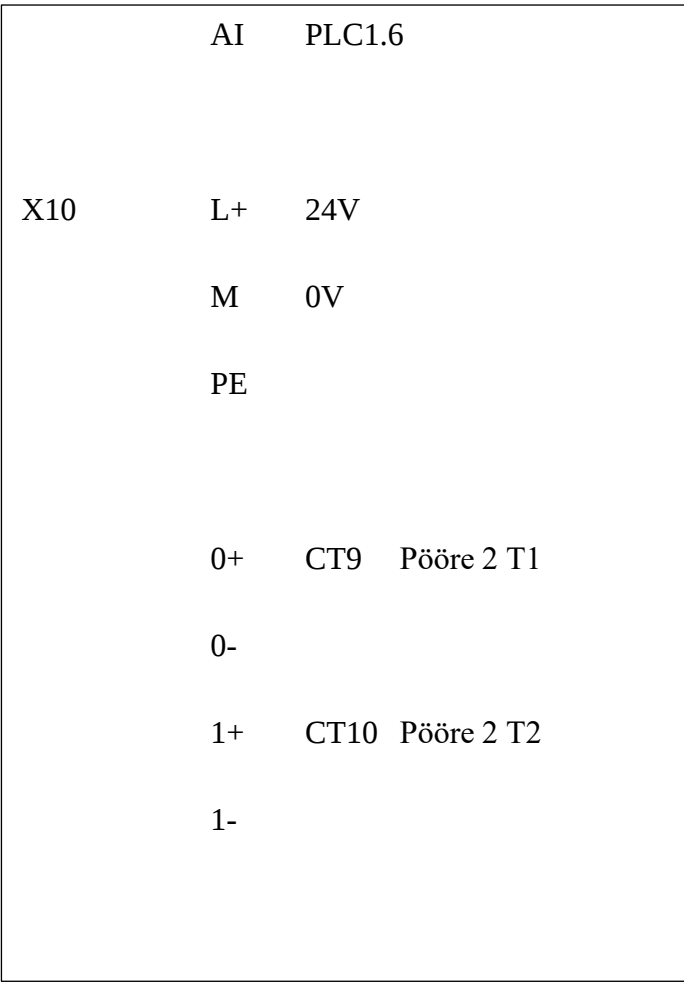
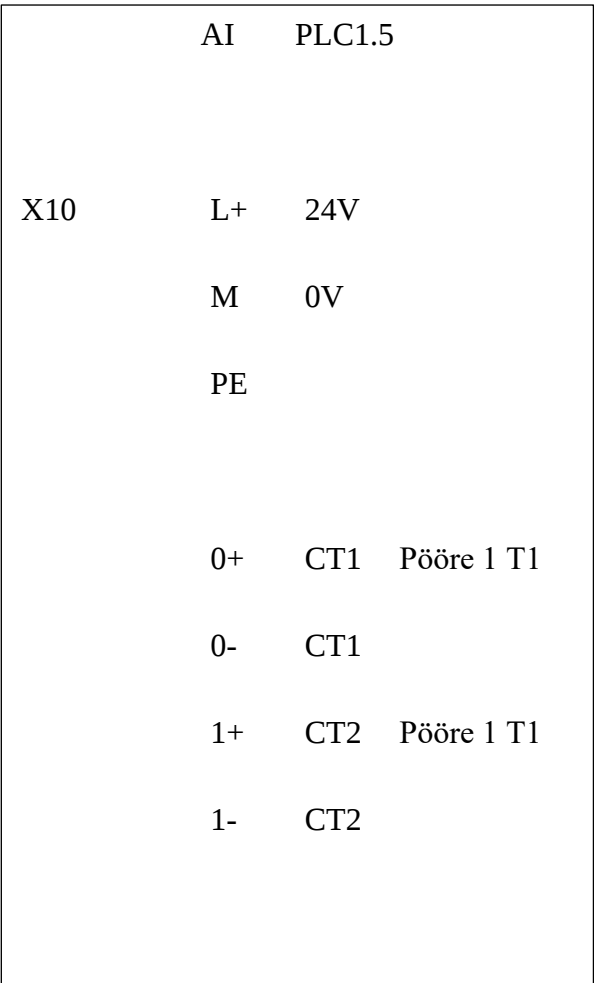
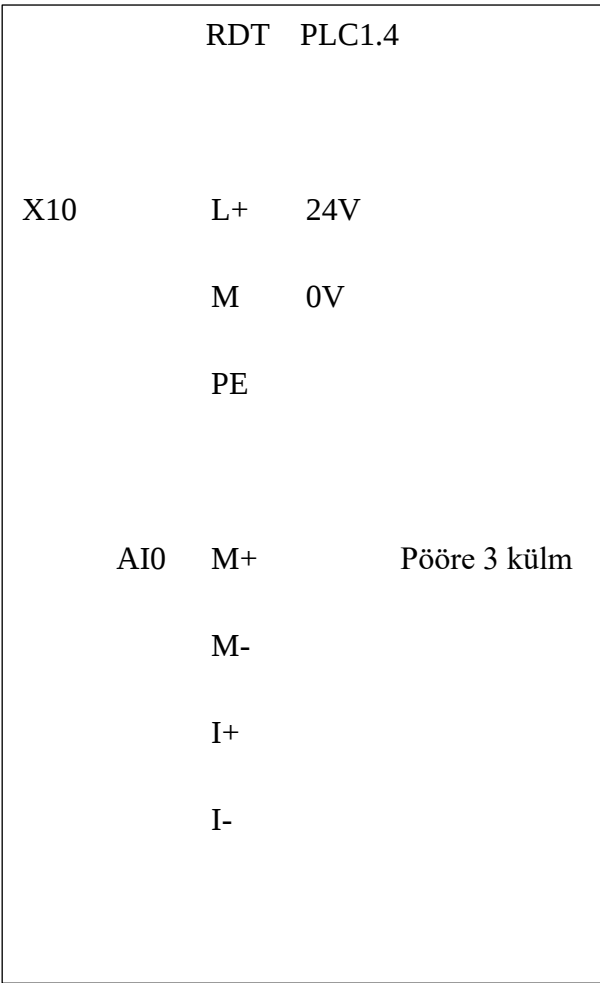
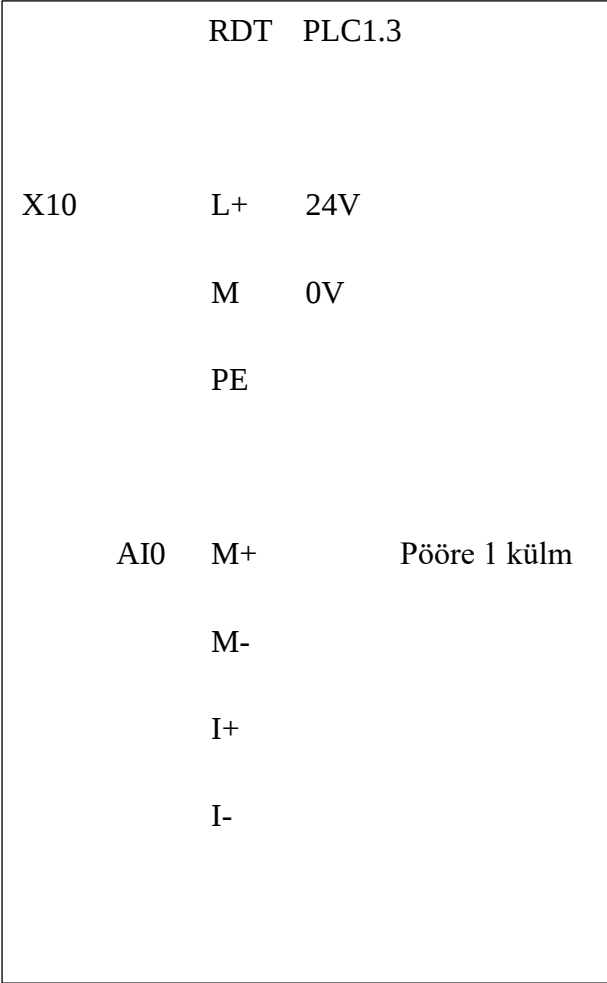
Lisa 14. Raudteejaama TÜRI sulatuskütte PLC-3 P skeem



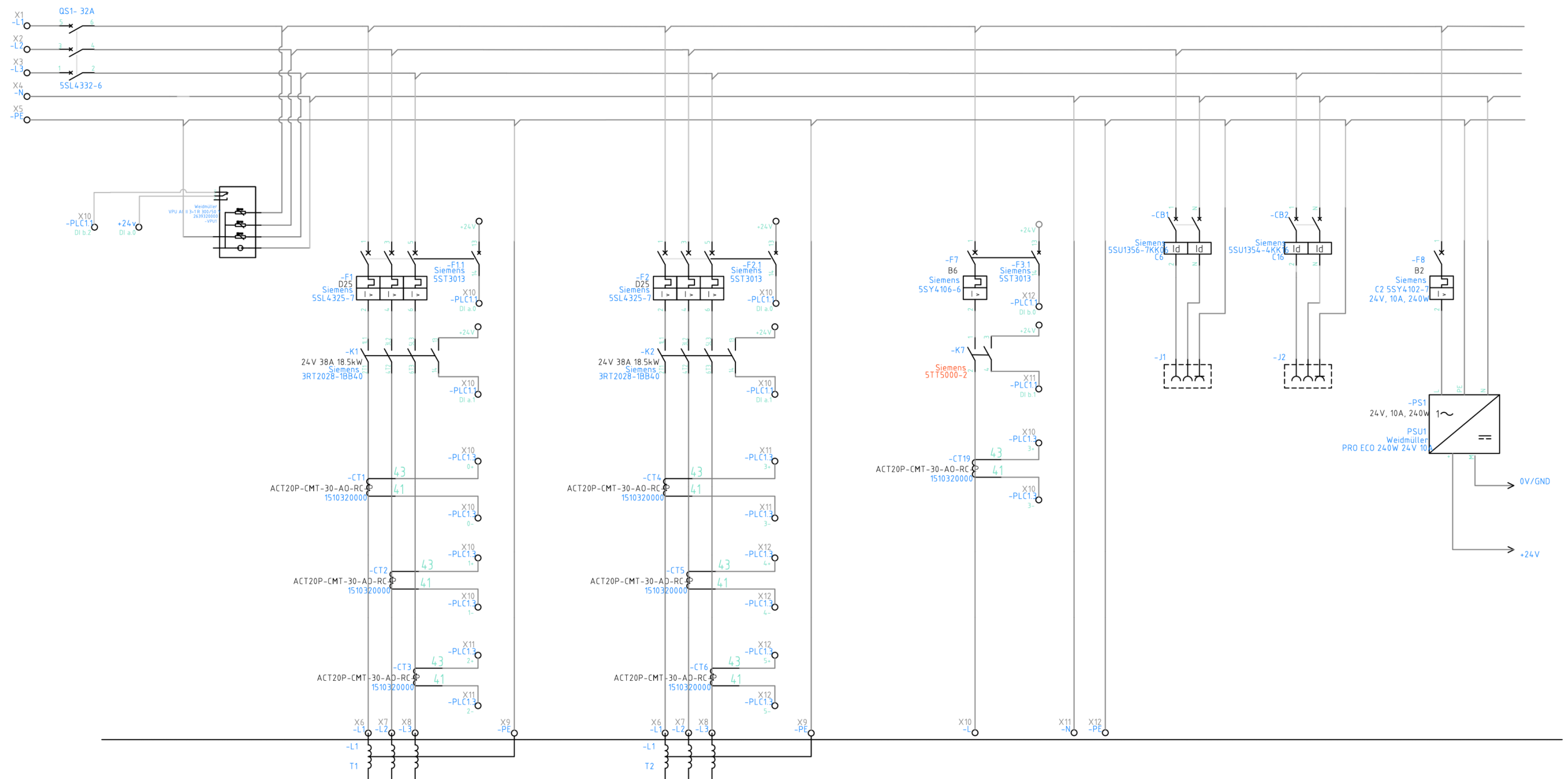
Lisa 15. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem

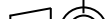


Lisa 16. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte PLC-3 P skeem

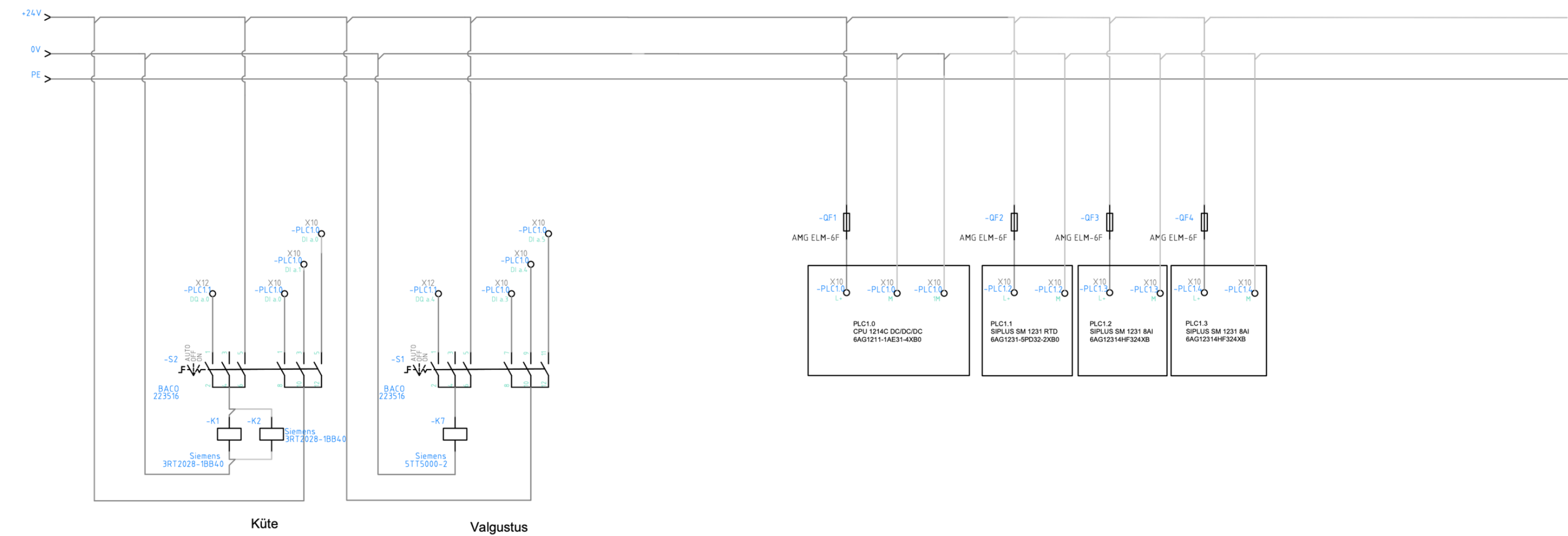


Lisa 17. Raudteejaama TÜRİ sulatuskütte elektriskeem



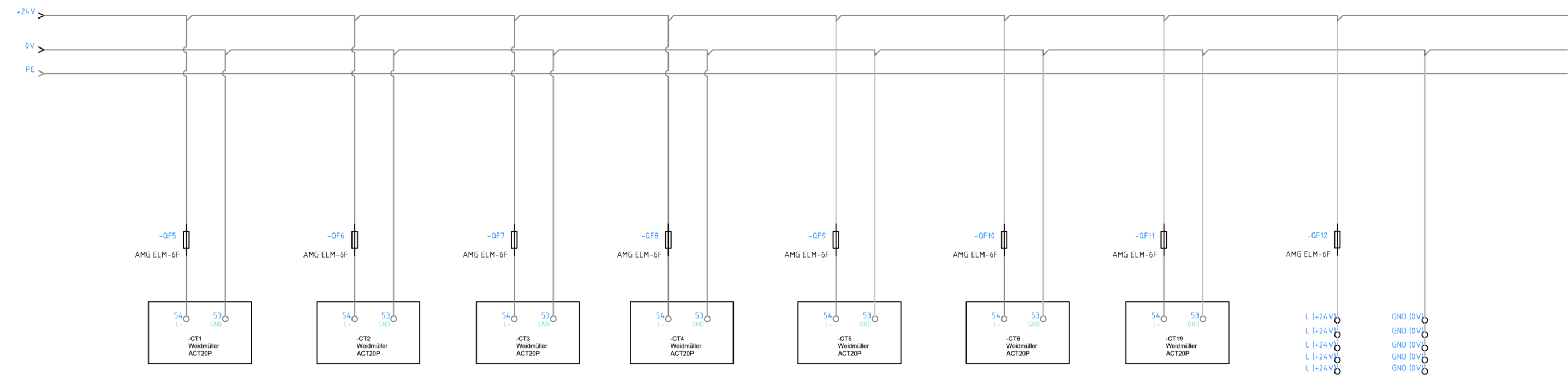
Mõõt	Koostas	07.04.2021	Mairo TREVE	Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem		
	Kontrollis		Tavo SARNIK			
	Kinnitas					
	Kuupäev		Nimi			
	est					
TRANSPORDI JA LOGISTIKATEADUSKOND				Lehti 5	Lehti 1	
Raudteetehnika õppetool Õpperühm KRT 71/81						

Lisa 18. Raudteejaama TÜRI sulatuskütte elektriskeem



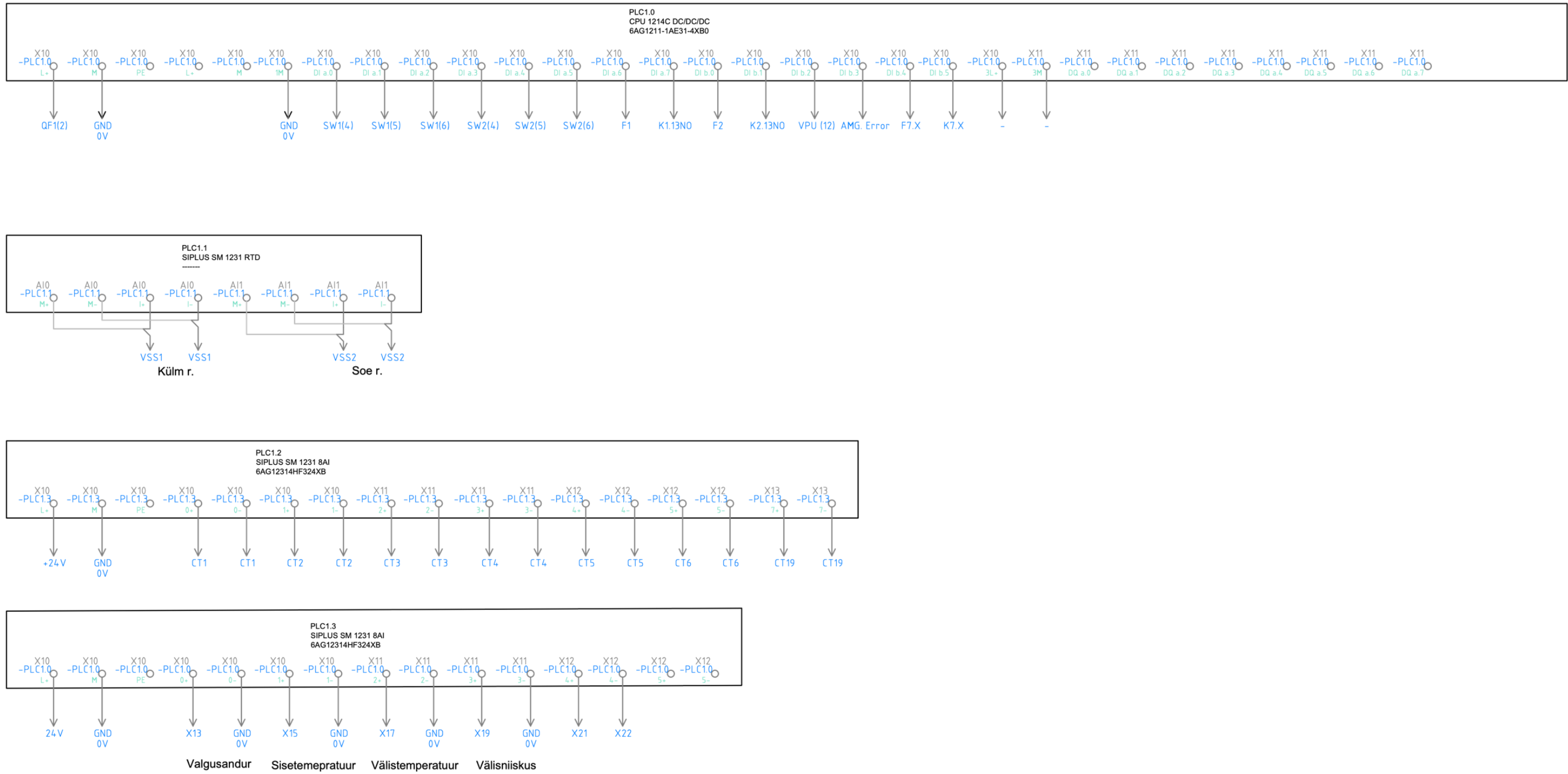
Mõõt	Koostas	07.04.2021	Mairo TREVE	Raudteejaama TÜRI sulatuskütte elektriskeem		
	Kontrollis		Tavo SARNIK			
	Kinnitas					
	Kuupäev		Nimi	TRANSPORDI JA LOGISTIKATEADUSKOND		
	est					
				Raudteetehnika õppetool Õpperühm KRT 71/81		
				Lehti 5	Leht 2	

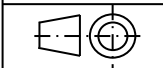
Lisa 19. Raudteejaama TÜRİ sulatuskütte elektriskeem



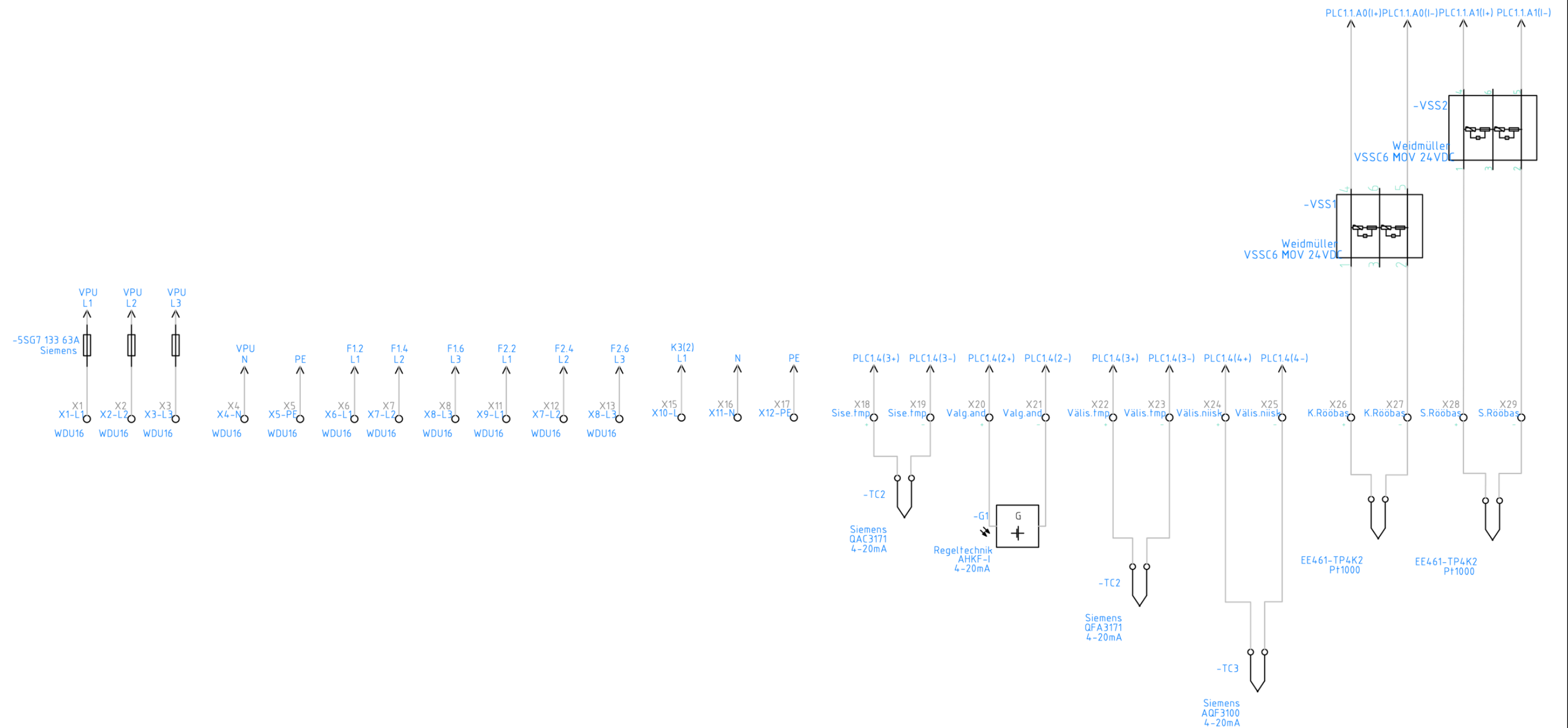
Mõõt	Koostas	07.04.2021	Mairo TREVE	Raudteejaama TÜRİ sulatuskütte elektriskeem		
	Kontrollis		Tavo SARNIK			
	Kinnitas					
		Kuupäev	Nimi	TRANSPORDI JA LOGISTIKATEADUSKOND		
		est				
Raudteetehnika õppetool Õppetühm KRT 71/81				Lehti 5	Leht 3	

Lisa 20. Raudteejaama TÜRİ sulatuskütte elektriskeem



Mõõt	Koostas	07.04.2021	Mairo TREVE	Raudteejaama TÜRİ sulatuskütte elektriskeem		
	Kontrollis		Tavo SARNIK			
	Kinnitas					
	Kuupäev		Nimi			
		est		TRANSPORDI JA LOGISTIKATEADUSKOND		Lehti 5
				Raudteetehnika õppetool Õpperühm KRT 71/81		Lehti 4

Lisa 21. Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem



Mõõt	Koostas	07.04.2021	Mairo TREVE	Raudteejaama TÜRi sulatuskütte elektriskeem		
	Kontrollis		Tavo SARNIK			
	Kinnitas					
		Kuupäev	Nimi			
		est				
TRANSPORDI JA LOGISTIKATEADUSKOND				Lehti 5	Leht 5	
Raudteetehnika õppetool Õpperühm KRT 71/81						