



Pavel Kurtšikov

KLEMMI PRESSIJA ARENDUSPROJEKT

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut
Elektritehnika eriala

Tallinn 2023

Autori deklaratsioon ja lihtlitsents

Mina/meie, Pavel Kurtšikov, tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teoste on viidatud õiguspäraselt.

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

Juhendaja (nimi, allkiri)

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Pavel Kurtšikov

sünnikuupäev: 01.06.2000

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

KLEMMI PRESSIJA – ARENDUSPROJEKT

1. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
2. 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, allkirjastatud digitaalselt.

SISUKORD

SISUKORD	3
SISSEJUHATUS.....	5
1. PÕHI SISU	6
1.1. Masina tööpõhimõtte	6
1.2. Töötingimused	8
1.3. Milles oli probleem vanas pressis?	8
1.3.1. Kõigi komponente väljavahetamise vajadus?	10
1.3.2. Vajadus projekteerida uus elektrikilp?	10
1.3.3. Vajadus asendada vana kontrolleri uue vastu?	10
1.3.4. Miks mitte kogu pressi välja vahetada?	11
2. RENOVEERIMISPLAAN	12
2.1. Pressi elektriskeemi projekteerimine	12
2.1.1. Elektrikilbi sisemiste komponentide ühendamise.....	13
2.1.2. Tekinud probleemid pressi elektrilise osa testimisel.....	17
2.1.3. Pressi pneumaatiline ühendus	18
2.1.4. Probleemid pärast pressi õhuliini ühendamist.....	18
2.2. Elektriosa varuosade tabeli koostamine	19
2.3. Komponentide analüüs ja võrdlus	22
2.3.1. Pneumo.....	22
2.3.2. Viru Elektrikaubandus.....	27
2.4. Programmi koostamine uuele controllerile	29
2.4.1. Programmi välimus	30
2.4.2. Programmi täiustamine ja vigade kõrvaldamine	33
3. ÜLDISED TEGEVUSED ETTEVÕTTES	34
3.1. Põhitegevused	34
3.1.1. Elektripaigaldustööd.....	34

3.1.2. Elektriseadmete hooldus	35
3.1.3. Tehniline kontroll	35
3.1.4. Elektripaigaldisprojektide ekspertiis	37
3.2. Struktuur ja juhtimine	38
3.2.1. Töö organiseerimine.....	38
3.2.2. Töökaitsealaste küsimuste lahendamine	39
3.2.3. Erialase väljaõppe korraldamine	40
3.2.4. Kvaliteedi küsimuste lahendamine.....	41
Kokkuvõte	42
SUMMARY	43
<i>KLEM PRESS - DEVELOPMENT PROJECT</i>	43
LISAD	45

SISSEJUHATUS

Antud lõputöö keskendub õhuliinide hargnevate juhtmete klemmide (Lisa 1) valmistamise pressi analüüsile. Eriti keskendutakse klemmidele, mis võimaldavad alumiiniumjuhtmetelt elektrivoolu üle kanda vaskjuhtmetele. Töö eesmärk on selgitada pressi tööpõhimõtet, valmistoote omadusi ja renoveerimise protsessi kõiki etappe, eriti nendes süsteemides, kus veel kasutatakse alumiiniumjuhtmeid.

Artikkel sisaldab põhjalikku ülevaadet pressi olemusest, sealhulgas selle tööpõhimõtetest ja valmistoodete väljanägemisest. Lisaks keskendutakse renoveerimise eesmärgile, protsessi kõigile etappidele ja kokkuvõtetele, nagu ajakohastatud tootmistsüklid ja uued funktsioonid, mis pressi renoveerimise käigus omandati.

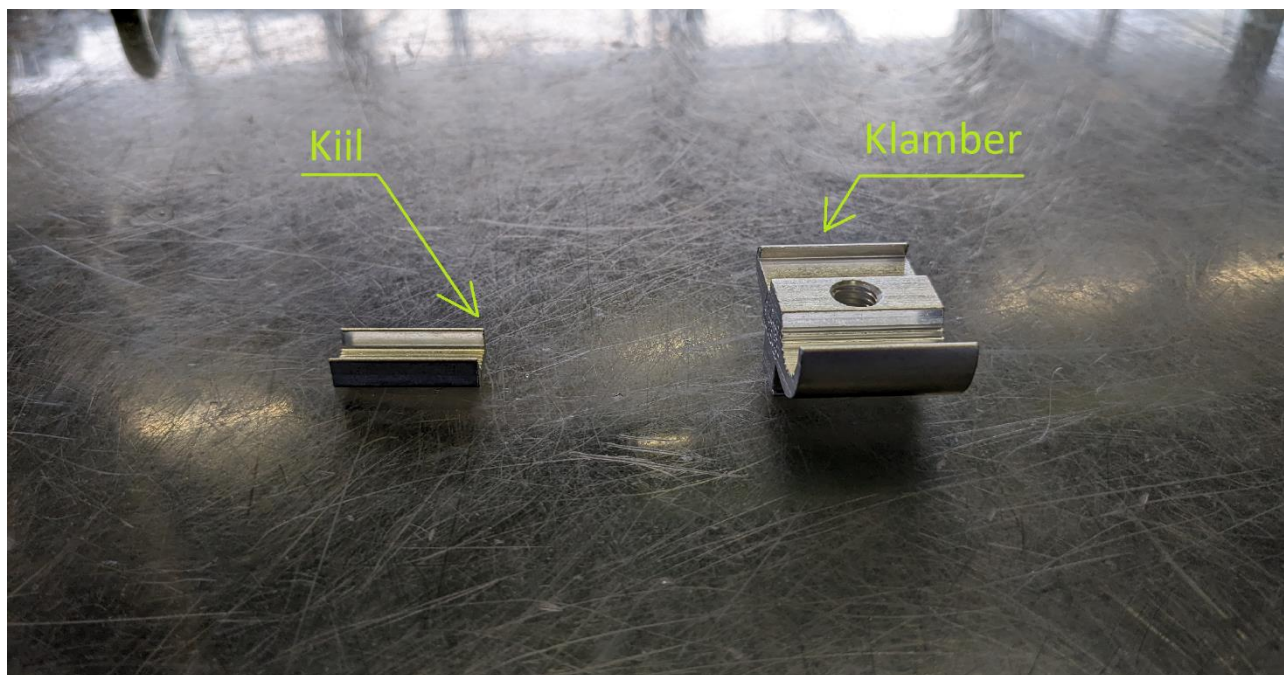


Lisa 1. Valmistoode – hargnemisklemm (enne markeerimist ja markeeritud)

1. PÕHI SISU

1.1. Masina tööpõhimõtte

Masina põhitöö seisneb kahe komponendi - klambri ja kiila (Lisa 2) - toimetamises põhitööpiirkonda (Lisa 4), kus juba asub kokkupandud klamber ning selle peale asetatakse kiil pressimiseks.



Lisa 2. Kiilu ja klambri väljanägemus

Eialgu on masinal kaks vibrosööturid (edasi nim. “konteinerid”) (Lisa 3), kus sees on spiraali kujul joodetud siinid, mille abil kiilud ja klambrid liiguvad ülesse pressi juurde.



Lisa 3. Kiilu ja klambri vibrosööturid

Mõlemad konteinerid on varustatud vibraatoritega, mida saab reguleerida vajalikule sagedusele, et liigutada koostisosad kokku joodetud rööpade läbi. Pärast seda, kui vibratsiooni mõju all olevad komponendid saavutavad maksimaalse kõrguse konteineris, liiguvad need edasi järgmise sirge rööpa kaudu, mis viib need masina tööalasse.

Niipea kui komponendid jõuavad rööpa lõpp-punkti, annavad fotoandurid signaali kontrollile. Kontroll aktiveerib silindrid, mis liigutavad komponente kindlas järjekorras. Selle tulemusena

nihutavad silindrid töötsükli lõpus kõigepealt klambri pressi alla ja seejärel kiilu nii, et see läheb klambri soone sisse. Pärast seda liigutavad kõik silindrid oma algasendisse ja põhipress surub valmis konstruktsiooni kokku, muutes selle hargnemisklemmiks.

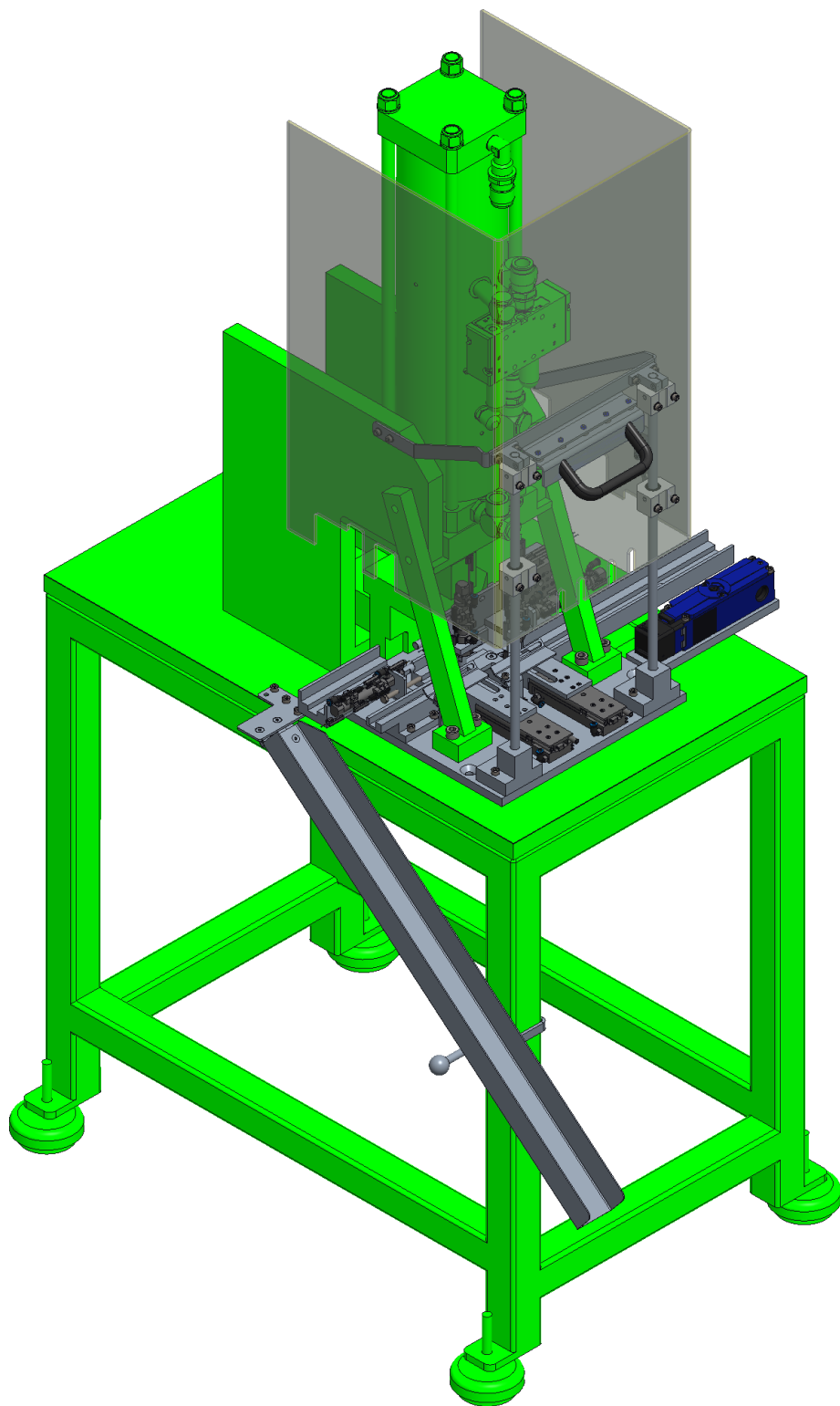
Tsükli korraldatakse uuesti, kuid uued komponendid lükkavad valmistoote tööalast välja valmistoote konteinerisse.

1.2. Töötingimused

Masina renoveerimise projekti alustati 01.02.2023 ja selle lõpptähtaeg oli 28.03.2023. Projekti käigus tuli masin ümber ehitada, et tagada optimaalsed töötingimused.

1.3. Milles oli probleem vanas pressis?

Vana pressi suurim probleem seisnes selles, et pikaajalise kasutamise tagajärjel olid masina olulised osad, nagu silindrid, andurid, elektrilised komponendid ja juhtpaneel, kulumise tõttu väga halvas seisukorras. Probleemi lahendamiseks ei piisanud ainult nende osade asendamisest, vaid oli vaja uuendada kogu tööpiirkonda, sealhulgas masina põhipressi all olevat klambri ja kiilu kokkupaneku ala (Lisa 4).



Lisa 4. Pressi tööpiirkond

1.3.1. Kõigi komponente väljavahetamise vajadus?

Vana pressi probleem seisnes selles, et pika tööperioodi tõttu olid masina osad nagu silindrid, andurid, elektrilised komponendid ja juhtpaneel väga kulunud. Sellises seisus ei olnud vaja detaile välja vahetada, vaid tuli uuendada täielikult kogu masinat, täpsemalt selle tööpiirkonda (vt Lisa 4). Kõikide komponentide väljavahetamine oli vajalik, sest ainult vanade või tugevalt kulunud komponentide väljavahetamine lahendaks probleemi ajutiselt. Lisaks sooviti masina operaatorite tööd lihtsustada, eemaldades harva kasutatavaid funktsioone ja kombineerides neid programmis.

Oluline on mainida, et enamik elektrikilbi komponente katki läksid aeg-ajalt ja nende parandamine võttis mehaanikutelt palju aega.

1.3.2. Vajadus projekteerida uus elektrikilp?

Sellel masinal puudusid joonised või eskiisid, mistõttu oli vajalik uue elektrikilbi projekteerimine nullist. Uue disaini loomine oli vajalik nii masina mehaanilise osa kui ka elektrilise osa täieliku renoveerimise tõttu.

1.3.3. Vajadus asendada vana kontrolleri uue vastu?

Masina töö juhtimiseks kasutatud kontrolleri kompleksne koostis ning suur hulk erinevaid komponente ja indikaatoreid muutis selle uuendamise ja hooldamise väga keeruliseks. Seetõttu oli vajalik kontrolleri välja vahetada uue vastu, mis võimaldaks hõlpsalt teha vajalikke muudatusi ning uurida tulevasi elektrikilbi probleeme.

Kontrolleri trükkplaadi vahetamine uue kontrolleri vastu võimaldaks ka kõik programmi probleemid lahendada kohapeal, ilma et oleks vaja masina pinget välja lülitada ja peaaegu lahti võtta. Kuna uus kontrolleri võimaldab vajalikke muudatusi hõlpsamalt teha, saab masina tööd täpsemalt juhtida ning probleeme kiiremini lahendada. Seega oli vana kontrolleri asendamine uue vastu hädavajalik, et masina töö efektiivsust suurendada.

1.3.4. Miks mitte kogu pressi välja vahetada?

Pressi väljavahetamine oleks olnud kulukas ja ajamahukas protsess, kuna hindamisel selgus, et masina ülejäänud metalloosa, sealhulgas peasilinder, oli piisavalt kulumiskindel ja suutis pikema aja jooksul edasi töötada. Pealegi asus masina liikuvaim osa põhiplatvormil, mis täitis stabiilsuse funktsiooni ja hoidis kõik liikuvad osad, sealhulgas elektrikilp-korpus, operaatoritele masina kallal töötamiseks mugavas asendis. Seega oli selle osa kulumine minimaalne võrreldes teiste masina osadega.

Lisaks oli väljavahetamise kulud terviku ja uue pressi hindade võrdlemisel liiga kõrged. Seetõttu otsustati keskenduda elektrikilbi ja kontrolleri uuendamisele, mis aitaks lahendada masina probleeme ja suurendada selle töö efektiivsust.

2. RENOVEERIMISPLAAN

2.1. Pressi elektriskeemi projekteerimine

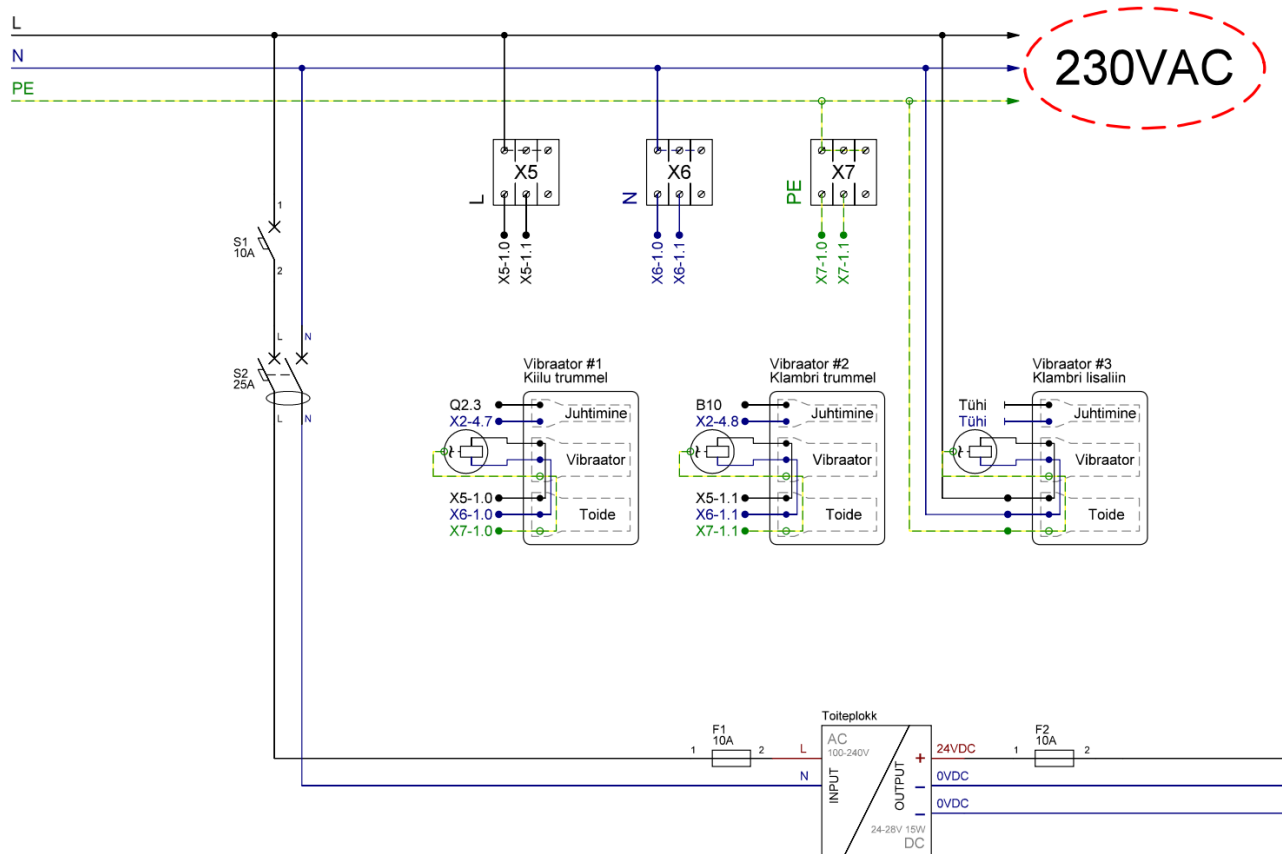
Pressi elektriskeemi projekteerimine oli oluline osa pressi renoveerimisplaanist. Selle käigus koostati ühendusskeem elektrikilbi ja selle sisemiste komponentide jaoks, samuti vibraatoritega konteinerite jaoks, millest masina tööalale (Lisa 4) toimetati vajalikud komponendid klemmide pressimiseks.

Uue elektriskeemi projekteerimine võimaldas täielikku kontrolli kõigi masina funktsioonide üle ja hõlbustas tulevikus vajalike muudatuste tegemist. Lisaks tagas see masina ohutu ja tõhusa töö, kuna elektrisüsteem oli täielikult renoveeritud ja vastas kõigile nõutavatele standarditele.

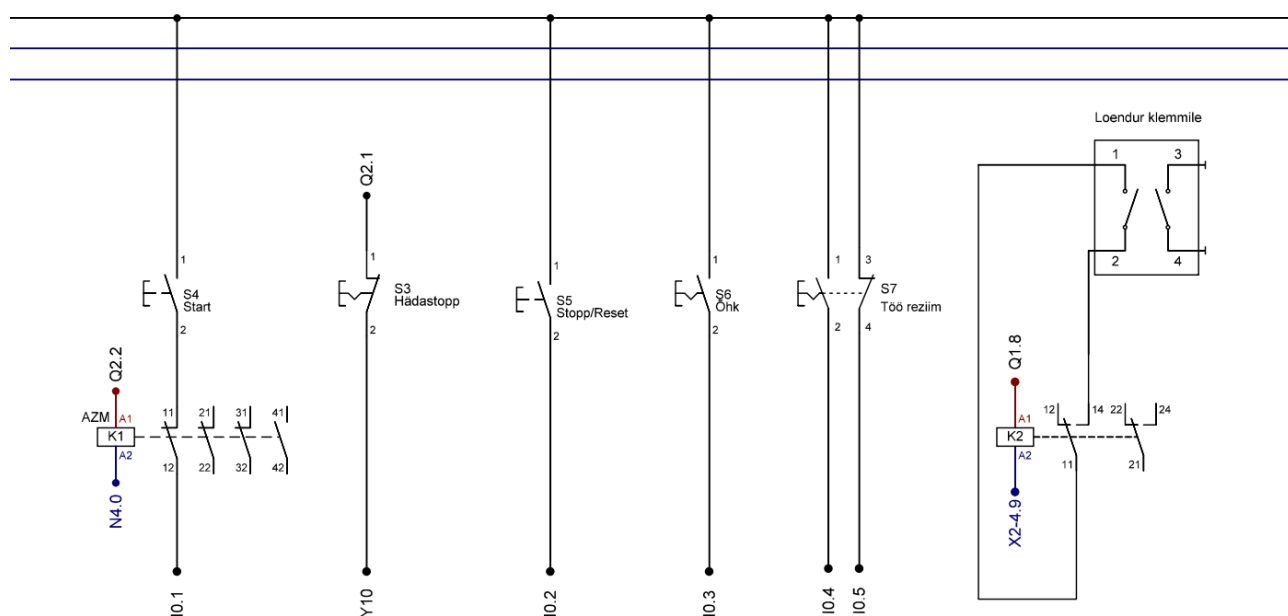
2.1.1. Elektrikilbi sisemiste komponentide ühendamine

Sisemiste komponentide ühendamisel oli oluline arvestada nende funktsiooni ja omadustega. Järgnevalt on toodud mõned olulisemad ühendused elektrikilbis:

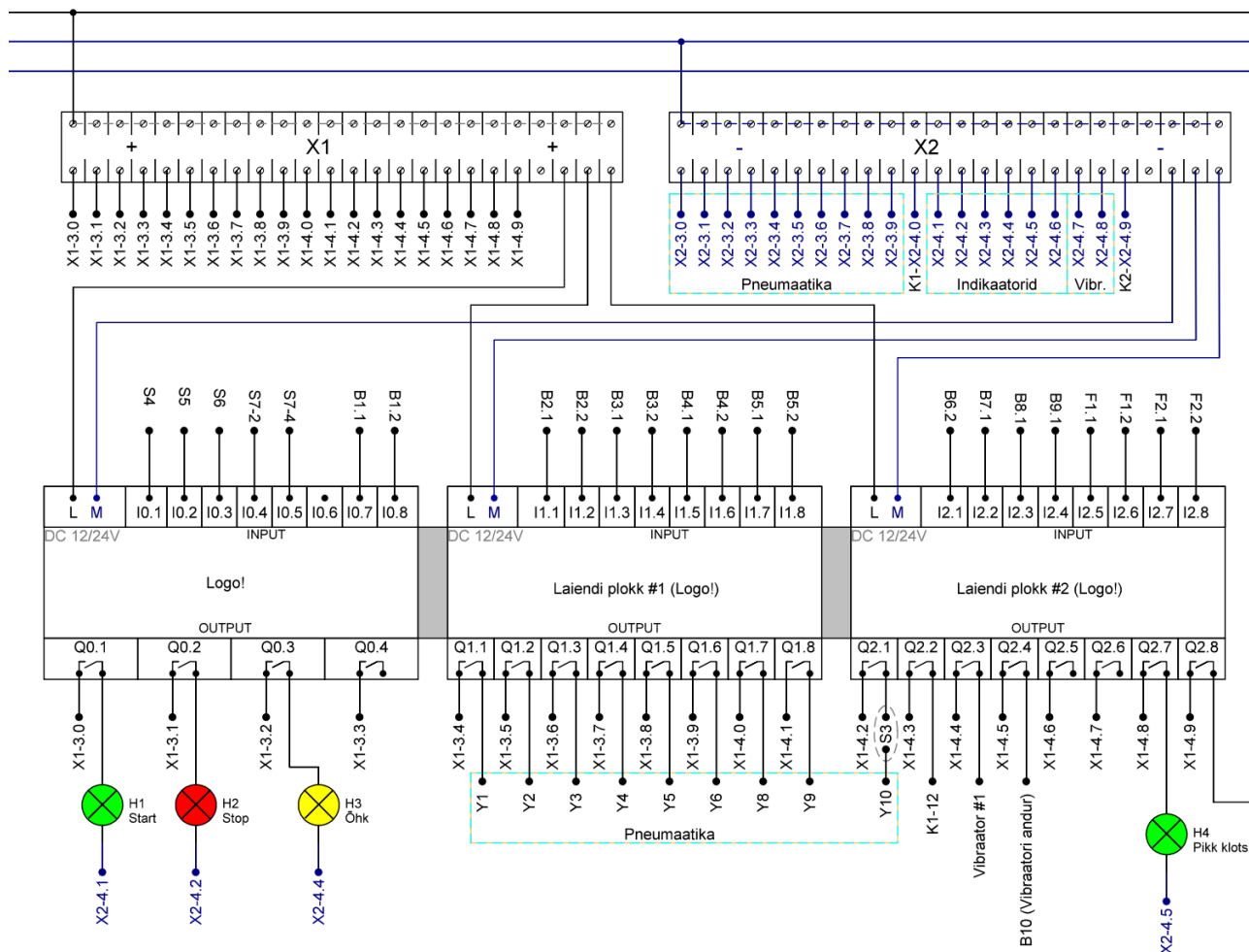
- Konteinervibraatorid töötavad vahelduvvooluga (AC) (Lisa 5) ning seetõttu on nende ühendamine 230VAC pistikupesadega lihtsam kui kõigi elektrikilbis töötavate komponentide ühendamine, mis vajasisid muundurit 24VDC saamiseks. 230VAC pistikupesad olid juba olemas masinas ning neid kasutati lihtsa ja mugava lahendusena vibraatorite toiteks.
- Elektrikilbi komponentide toiteks on vajalik 24V alalispinget. Seetõttu paigaldati elektrikilpi toiteplokk ehk trafosüsteem, mis muundab 230V vahelduvpinge 24V alalispingeks (Lisa 5).
- Peale toiteploki paigaldamist ja pinge muundamist 24V alalisvooluks oli vaja tagada ka masina juhtpaneeli vooluvarustus (Lisa 6).
- Klemmliistud on üks levinumaid viise, kuidas jaotada elektrit ühest allikast mitmele seadmele või komponendile. Nendel liistudel on tavaliselt üks sisend- ja mitu väljundklemmi, mis on omavahel ühendatud. Klemmliistud võimaldavad ka lihtsalt lisada või eemaldada seadmeid, ilma et peaksite uuesti juhtmeid ümber ühendama. Faasi- ja nulljuhtmete kasutamine võib sõltuda spetsiifilisest rakendusest, kuid üldiselt kasutatakse faasijuhtmeid seadmete toitmiseks ja nulljuhtmeid tagastusena (Lisa 7 ja Lisa 8).
- Kontrolleri ja laiendusmoodulite toide, sh väljunditele, tuli ühendada pärast klemmliistude paigaldamist. Kontrolleri väljundid töötasid relee põhimõttel, seega oli vaja tagada piisav toide nende väljalülitamiseks ja sisselülitamiseks (Lisa 7).
- Kontrolleri väljundid ühendati masina juhtpaneeliga (Lisa 6 ja Lisa 7), et juhtida erinevaid seadmeid nagu indikaatorid (Lisa 7), silindrid ja pneumaatilised klapi induktiivandurid (Lisa 9).
- Lisaks toidetakse ka andureid (Lisa 8), mis reageerivad masina tööle ja annavad tagasisidet kontrollerile, et see saaks tööd edasi juhtida. Lisaks sellele, klemmliistud ja muud elektrikomponendid ühendati kontrolleri ja toiteploki vahel, et tagada kõikide seadmete korrektne ja stabiilne toide.



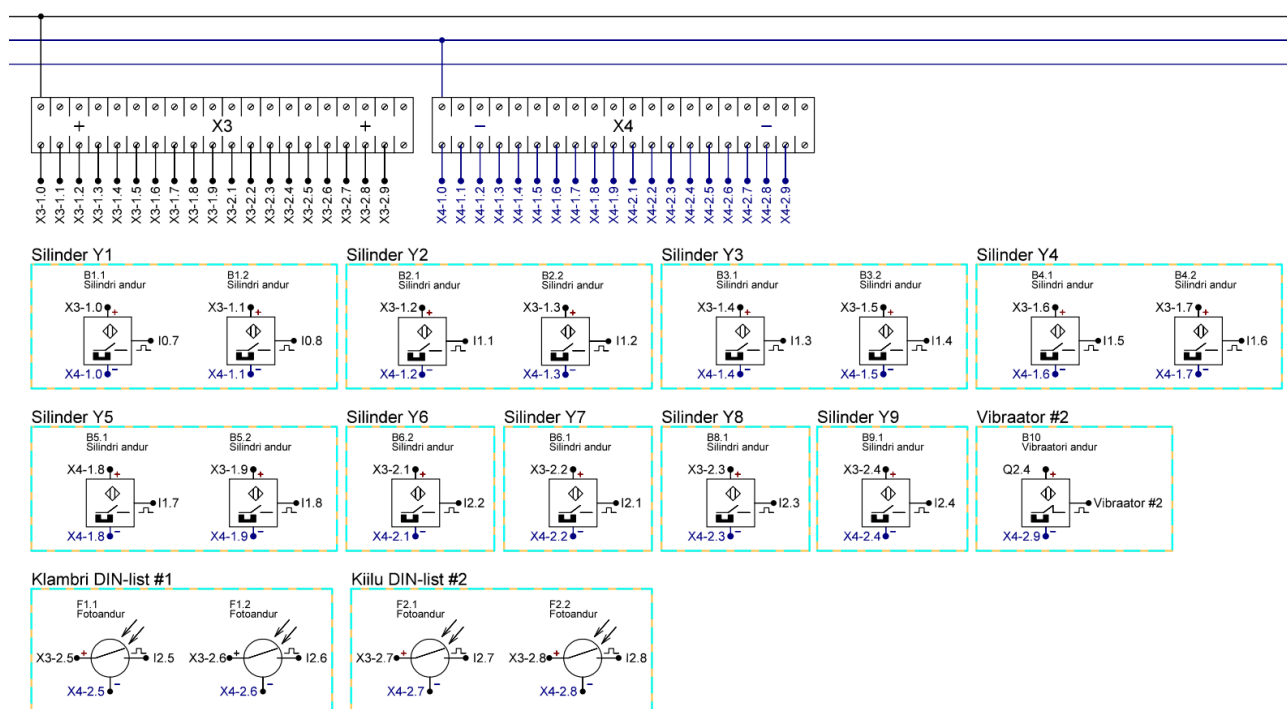
Lisa 5. El. skeem (toide)



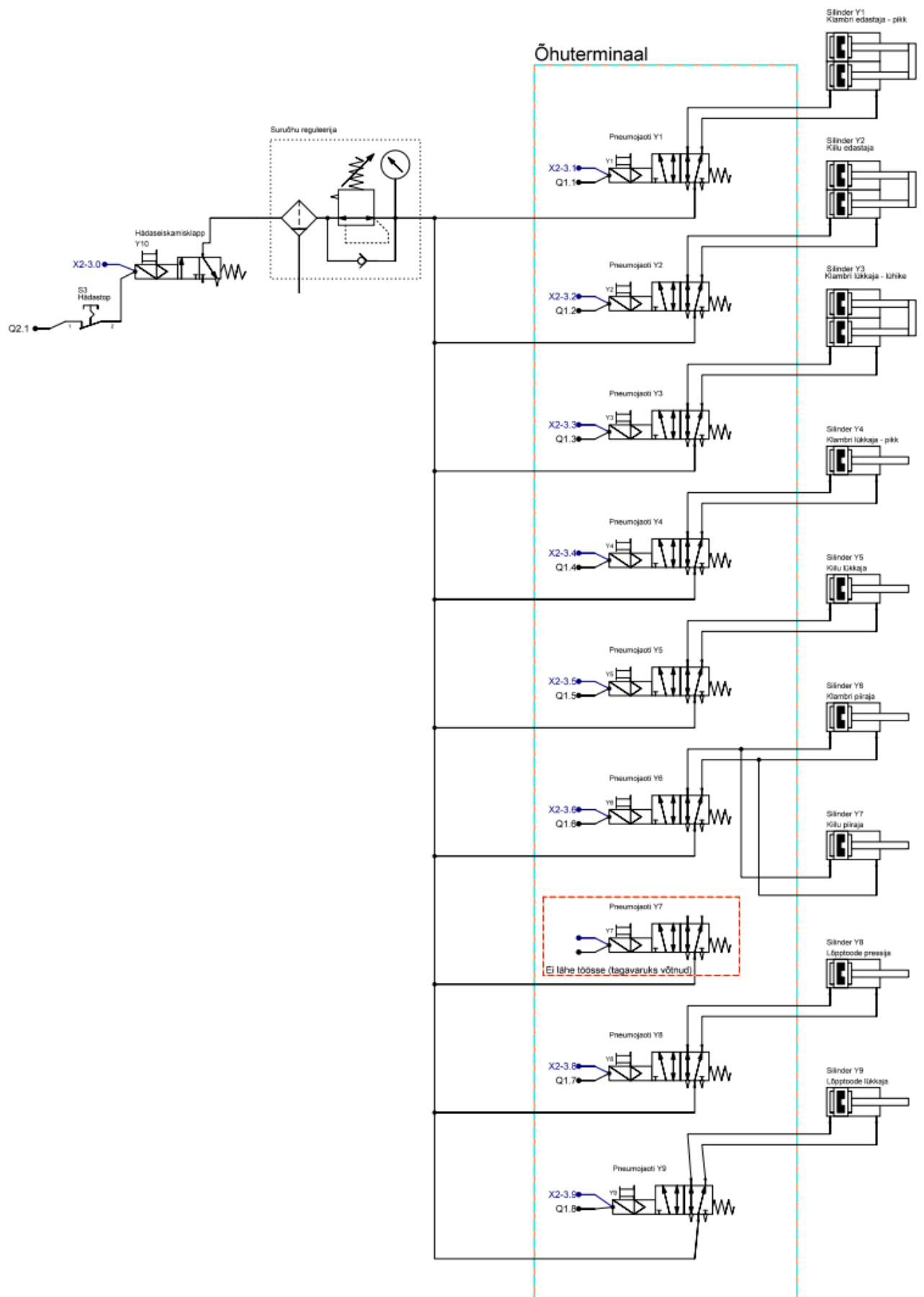
Lisa 6. Juhtpaneeli ühendusskeem



Lisa 7. Kontrolleri ja laiendusplakkide ühendusskeem



Lisa 8. Andurite ühendusskeem



Lisa 9. Pneumoskeem

2.1.2. Tekinud probleemid pressi elektrilise osa testimisel

Esimese proovikatse käigus ilmnis mitmeid probleeme silindrite induktiivanduritega, eriti põhipressi induktiivne andur ei andnud signaali kohe, kui press oli algses asendis. Hiljem selgus, et see andur oli tegelikult töökorras, kuid anduri pooljuhtahel oli erinev teistest anduritest. Nimelt oli andur NPN tüüpi (negatiivne-positiivne-negatiivne), mitte PNP (positiivne-negatiivne-positiivne) nagu teistel anduritel. Pärast mitmeid katseid asendati NPN tüüpi andur PNP tüüpi anduriga ning seejärel hakkas kontrollerr sellest signaali vastu võtma ja programm jätkas oma tööd.

Pärast seda, kui NPN pooljuhtandur asendati sobiva PNP pooljuhtanduriga, hakkas kontrollerr saama signaale sellest andurist ja programm jätkas tööd nagu vana.

Teine probleem seisnes masina käivitamise nupuga, mis oli ühendatud rele kaudu ja aktiveerus kaitsekatte sulgemisel turvalisuse tagamiseks. Kuid nupp ei saatnud kontrollerrile signaale, kui kate avati või suleti. Peale põhjalikku uurimist selgus, et rele kontaktidega ühendatud juhe oli ühendatud NC (tavaliselt suletud) kontaktiga, mitte NO (tavaliselt avatud), mistõttu kontrollerr ei saanud nupult signaali. Pärast kontaktide ümberühendamist hakkas kontrollerr saama stabiilset signaali ning programm jätkas oma tööd.

Pärast kontaktide ümberühendamist sai kontrollerr nupult stabiilse signaali ning programm jätkas tööd.

2.1.3. Pressi pneumaatiline ühendus

Pressi pneumaatilise ühenduse jaoks kasutatakse bistabiilseid silindreid, mis võimaldavad juhtida silindrite algasendit ja lõppasendit õhuga. See annab programmeerijale rohkem kontrollivõimalusi silindrite asendi üle ning vähendab õhukulu voolikutes, sest ei ole vaja säilitada pidevat rõhku.

Bistabiilsete silindrite kasutamisel ei kulu tööjõud kiiresti ja nende asendamine on võrreldes monostabiilsete silindritega odavam. See muudab pressi töö ökonoomsemaks ja tõhusamaks.

Põhiõhuvarustus on ühendatud avariirõhuventiiliga ja seejärel rõhuregulaatoriga, et tagada survetase masinas. Kui tekib vajadus, saab avariirõhuventiili abil surve kiiresti välja lülitada, et kaitsta operaatoreid ja tagada nende ohutus. See on eriti oluline juhtudel, kui masina tööd on vaja seiskada ja hädaolukorra lahendamiseks on vaja kiiresti reageerida. Rõhuregulaator tagab, et õhurõhk masinas on pidevalt stabiilne ja vajadusel saab selle reguleerida vastavalt töövajadustele. Kokkuvõtlikult, selline süsteem tagab nii tootlikkuse kui ka operaatorite ohutuse.

Pärast peamise õhukanali ühendamist masinaga, ühendati rõhuregulaatorist õhuvoolikud pneumaatiliste klappidega, mida tuntakse ka kui „pneumojaod“. Need klapid võimaldavad silindrite liikumist juhtida. Pneumojaotid töötavad monostabiilsuse põhimõttega, mis lihtsustab nende ühendamist õhuliinidega ja programmeerimist masina kontrolleri jaoks.

Monostabiilsed pneumojaod võimaldavad silindrite asukohta hõlpsasti programmeerida ja kontrollida, samuti vähendavad nad õhukulu, kuna nad ei vaja rõhu säilitamist voolikutes. See muudab masina töö tõhusamaks ja ökonoomsemaks. Kokkuvõttes, pneumojaotid on oluline osa masina pneumaatilisest süsteemist, sest need võimaldavad sujuvat ja täpset liikumist ning hõlbustavad kontrolleri programmeerimist.

2.1.4. Probleemid pärast pressi õhuliini ühendamist

Esimese pressimise katse käigus avastati, et põhipress langes rohkem alla kui vaja ja õhuvoolikutes ei olnud piisavalt survet, et pressi algasendisse tõsta. Hiljem selgus, et probleem seisnes konstruktsioonis, mis ei pakkunud vastupanujõudu pressi langetamisele. See tähendas, et press langes oma kaalu tõttu alla soovitud taseme.

Probleemi lahendamiseks muudeti põhipressi o-rõngast ja laagrist, et piirata selle liikumist ja takistada selle langemist alla lubatud taseme. Pärast neid muudatusi suutis press liikuda vaid teatud

kaugusele ja seejärel peatus, takistades selle langemist. Need muudatused aitasid tagada pressi ohutuse ja tõhususe ning võimaldasid sellel täita oma funktsiooni toodete valmistamisel.

2.2. Elektriosa varuosade tabeli koostamine

Pressi renoveerimise käigus oli vajalik asendada mitmeid elektroonilisi komponente ja seadmeid. Selleks koostati tabel (Lisa 10), kuhu kanti kõik vajalikud osad ja seadmed koos nende koodide ja kogustega.

Tabeli koostamine oli vajalik selleks, et tagada piisavalt varuosi ja seadmeid, et hoida press töökorras ning tagada selle pikaajaline toimimine.

Lisa 10. Pressi renoveerimise varuosade table

Tabel sisaldab üksikasjalikku nimekirja kõigist elektroonilistest varuosadest, mis olid vajalikud pressi renoveerimiseks. Tabelis on iga varuosa nimetus, kood ja kogus, mis oli vajalik nende asendamiseks.

Nimetus	Kataloogi kood	Põhjus
Kahepoolne silinder	DSNU-S-12-50-P-A-MQ	Võrreldes vanemate silindritega olid need uued silindrid töökindlamad, kuna neil oli täiustatud disain ja paremad materjalid, mis tagasid pikema tööea ja vähendasid võimalikke rikkeid. Lisaks olid uued silindrid kergemad, mis lihtsustas nende paigaldamist ja ühendamist masinaga ning vähendas koormust masina üldstruktuurile.
Mini slide	DGST-10-20-*	Selle silindri kitsa fookusega kasutusala tähendab, et see on spetsiaalselt loodud täitma konkreetset ülesannet, näiteks masina konkreetsetes osas liikuvate komponentide liigutamist. Selle tulemusena võib see silinder olla efektiivsem ja täpsem kui üldotstarbelised silindrid, mida kasutatakse laialdasemalt.
On/Off valve	MS4-EE-1/4-10V24	See avariiklapp valiti meie jaoks sobivaks peamiselt kahe põhjuse tõttu - kiirus ja suhteline odavus.
Suruõhu reguleerija	MS4-LFR-1/4-D6-CRM-AS	Mõistlik otsus, kuna madalrõhuga pneumaatilistes süsteemides on regulaatoritel tavaliselt lihtsam ülesanne ja vähem võimalusi, et tekib survetalitlusprobleeme. Samuti võib odavam regulaator täita nõutavaid funktsioone, kui süsteemi surve pole liiga kõrge.

Pneumojaotid	VUVG-B14-M52-MZT-F-1P3	Valitud pneumojaotid pakuvad hea töökindluse, kulumiskindluse ja vastupidavuse kõrgele tööõhule ning samas on mõistliku hinnaga. See tagab tavaliselt pneumaatilise süsteemi pikaajalise ja usaldusväärse toimimise.
Induktiiv andur	SME-8M-DS-24V-K-2,5-OE	Oli oluline, et valitud andurid oleksid ühilduvad kasutatavate silindritega ning neid oleks lihtne kasutada ja paigaldada. See tagab tõhusa töö ning hõlbustab süsteemi hooldamist ja remonti vajadusel.
Fotoanduri võimendid (PNP)	E3X-HD8	Need fotoandurid on eriti kasulikud tänu nende võimele õppida töö käigus ning täpselt tuvastada ja häälestada komponentide asukohad. See omadus tagab nende töökindluse ja tõhususe ning annab eelise võrreldes teiste sarnaste seadmetega. Lisaks on nende hind võrreldes teiste sarnaste anduritega mõistlik.
Klemmliistud	PT2.5BU	Tänu ettevõtte laiale kogemusele erinevate seadmete elektripaigaldamisel on nende klemmliistud lihtsalt paigaldatavad ja ühenduste eemaldamine on samuti lihtne. Lisaks on nende klemmliistude kvaliteet ja töökindlus turul teiste toodete ees ületamatu.
Kontroller "Logo!"	6ED1052-1MD08-0BA1	Seda tüüpi kontrollerid valiti tänu nende kõrgele pädevusele ja kompetentsile nendega töötamisel. Nende lihtne kasutus ja võimalus kiiresti vahetada Logo võimaldavad kiiret ja mugavat masina programmeerimist. Lisaks on nende töökindlus ja kvaliteet võrreldes turul saadaolevate kontrolleritega silmapaistev.
Laiendusplokk "Logo!"	6ED1055-1NB10-0BA2	Nende moodulite puhul oli oluline nende maksimaalne väljundite ja sisendite arv, mis vastas meie vajadustele masina renoveerimisel.
Toideplokk	1606-XLP15E	See trafo valiti, kuna see vastab kõigile 230VAC-st 24VDC-le pingemuundamiseks vajalikele nõuetele ning on samuti eristunud teistest trafodest oma hinna ja töökindluse poolest.

Lamp	Lambipesa+LED LPX, 12- 30VAC/DC, Lovato	Selle tüüpi LED-lampe valiti ettevõtte suure kogemuse ja ekspertiisi tõttu nende kasutamisel, kuna need on lihtsad, töökindlad ja madala hinnaga võrreldes teiste sarnaste toodetega turul.
Nupp	LPCBL6644	Seda tüüpi nupp valiti, arvestades ettevõtte varasemat kogemust selle seadmega ning juba olemasolevat pädevust selle kasutamisel.
Nupp- selektorlüliti	Selektorlüliti LPC, 1-0-2 MUST, IP66, ilma adapterita, Lovato	Seda tüüpi nupp valiti, arvestades ettevõtte varasemat kogemust selle seadmega ning juba olemasolevat pädevust selle kasutamisel.

2.3. Komponentide analüüs ja võrdlus

2.3.1. Pneumo

Kuna Festo turul on väga suur valik silindreid, oleme otsustanud kasutada kompaktseid silindreid, mille tööshoidmiseks on minimaalsed nõuded (vt Joonis 1).

Kuigi uute silindrite hind võib olla kõrgem kui vanemate silindrite hind, tuleks neid siiski pidada üsna odavaks võimaluseks, sest suurem töökindlus ja pikem eluiga tähendavad vähem rikkeid ja vähem sagedast asendamist. Kõik see kokku võib säästa masina omanikule oluliselt raha.

- Kiire ja lihtne paigaldus;
- Kerge kaal;
- Varre kogupikkus - 50mm (piisava pikkusega ja pikemat versiooni pole vaja);
- Hind - ca 27€ (samas ülejäänud olid kuni 35-50€).



Joonis 1. Kahepoolne silinder

Mini-slide silindrid olid vajalikud, kuna neil on palju võimalusi pindadele kinnitamiseks, mis võimaldab meil neid kasutada mitmesugustes rakendustes (vt Joonis 2). Lisaks pakuvad need silindrid suurepärase tõukejõudu teatud objektidele, mis on meie jaoks olulised.

Mini-slide silindrite kasutamine võib ka kiirendada ja hõlbustada komponentide liikumist tööpiirkonnas, mis omakorda võimaldab masinal toota rohkem tooteid lühema aja jooksul. Näiteks kui mini-slide silinder aitab komponente kiiremini ja täpsemalt paigutada, võib tootmisliin töötada tõhusamalt, suurendades seeläbi tootlikkust.

- Võimas kahekolbiline ajam;
- Kõige kompaktsem variant kõigist turul olevatest;
- Täpne juhtiva kuullaagriga tagasijooksuga;
- Universaalsed paigaldusvalikud;
- Hind - umbes 325 eurot (võrreldes teise võimalusega, mis maksis kuni 400 eurot ja millel polnud täiendavaid funktsioone vaja).



Joonis 2. Mini slide

Hädaseiskamisklapp (On/Off valve) - valitud mudel erineb veidi teistest analoogidest, kuid me keskendusime selle klapi usaldusväärsusele ja kaitsele õhu erakorraliseks väljapääsuks masina rikke korral (Joonis 3).

Esiteks vastab see hädaolukorra klapi reageerimiskiirus meie vajadustele. Ohuolukorra tekkimisel on oluline, et õhuvooliku surve kiiresti väheneb ja masin lülitub välja, et kaitsta töötajaid ja masinat ennast. See hädaolukorra klapp suudab kiiresti reageerida ja tagada, et surve väheneb piisavalt kiiresti, et vältida võimalikke õnnetusi.

Teiseks on see hädaolukorra klapp suhteliselt taskukohane võrreldes teiste võimalustega. Kuigi me ei soovi kvaliteeti ohverdada, on eelarve piiratud ja me peame leidma optimaalse hinna ja kvaliteedi suhte. See hädaolukorra klapp on taskukohane ja vastab samal ajal meie ohutusnõuetele.

Kokkuvõttes sobib see hädaolukorra klapp meie vajadustega, pakkudes kiirust ja taskukohast hinda ilma kvaliteeti ohverdamata.

- Elektriline surveventiil õhurõhu tõstmiseks ja vabastamiseks pneumaatilistes seadmetes;
- Võimalus paigaldada summuti või õhu äravoolutoru;
- Pinge 24V alalisvool;
- Manomeetri ja rõhuanduriga;
- Elektromagnetilise mähisega;
- Hind - 85 € (teised variandid maksid 90-100 €).



Joonis 3. On/Off valve

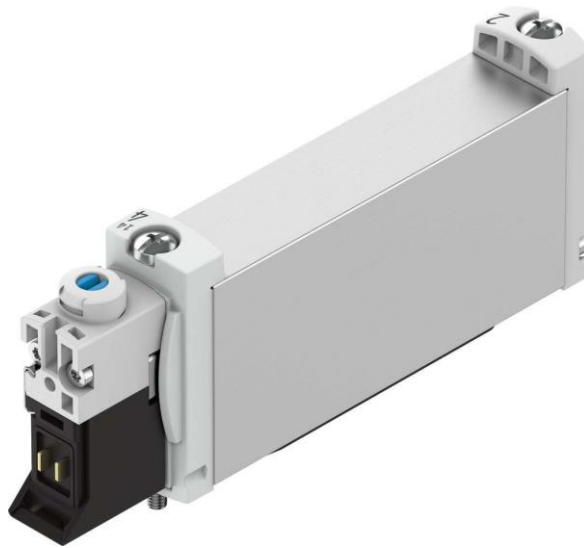
Surve regulaator - valitud variant sisaldas kõiki vajalikke funktsioone, mis on vajalikud pneumaatilise süsteemi nõuetekohaseks tööks: surve kontroll, filtri juhtimine ja pehme käivituse ventiilid koos turvafunktsiooniga, surve- ja vooluhulga andurid, õhukuivatid, veepuhastid, andurid, määrdained ja jagurid (Joonis 4).



Joonis 4. Suruõhu reguleerija

Õhujagajad – antud klappide valik tehti võimaluse tõttu neid ühendada juhtimisseadmega ja juhtida nende liikumist, samuti nende lihtsuse ja suhtelise odavuse võrreldes teiste konkurentidega (Joonis 5).

- Kompaktne konstruktsioon;
- Kõrge õhuvoolu kiirus;
- Võimalus elektrooniliseks juhtimiseks;
- Hind – 50 € (ülejäänud valikud olid kas kallimad või sisaldasid mitmeid meile mittevajalikke funktsioone).



Joonis 5. Elektriline pneumojaoti (mono-stabiilne)

2.3.2. Viru Elektribandus

Kiirühendusklenn – need klemmid valiti nende lihtsa paigalduse ja juhtmete lihtsa ühendamise ning lahtiühendamise ning usaldusväärsuse tõttu töö ajal.

- Lihtne paigaldus (nii ise klemmide kui ka juhtmete jaoks);
- Usaldusväärsus ja kvaliteet.



Joonis 6. Kiirühendusklenn „Phoenix“

Kontroller "Logo" ja laiendusmoodulid – see kontroller ja laiendusmoodulid valiti, kuna Ensto Ensek AS on nendega töötamisel väga kompetentne. Lisaks on sellel kontrolleril ja moodulitel lihtne asendada kahjustunud osi ning uuesti programmeerida, kuna ei ole vaja programmeerimises midagi muuta.

- Lihtne paigaldada ja asendada;
- Kõrge Ensto Ensek AS kompetents kontrolleriga töötamisel;
- Usaldusväärne töö.



Joonis 7. Kontroller ja laiendusmoodul „LOGO8“

Avarii peatamisnupp – see hädaolukorra peatamisnupp valiti, kuna Ensto Ensek AS-l on suur pädevus töötada nii selle kui ka teiste Lovato nuppudega.

- Lihtne paigaldus;
- Usaldusväärsus;
- Suur varasem kogemus selle firma tööga.



Joonis 8. Surunupp-seen illum. Lovato

2.4. Programmi koostamine uuele kontrolleri

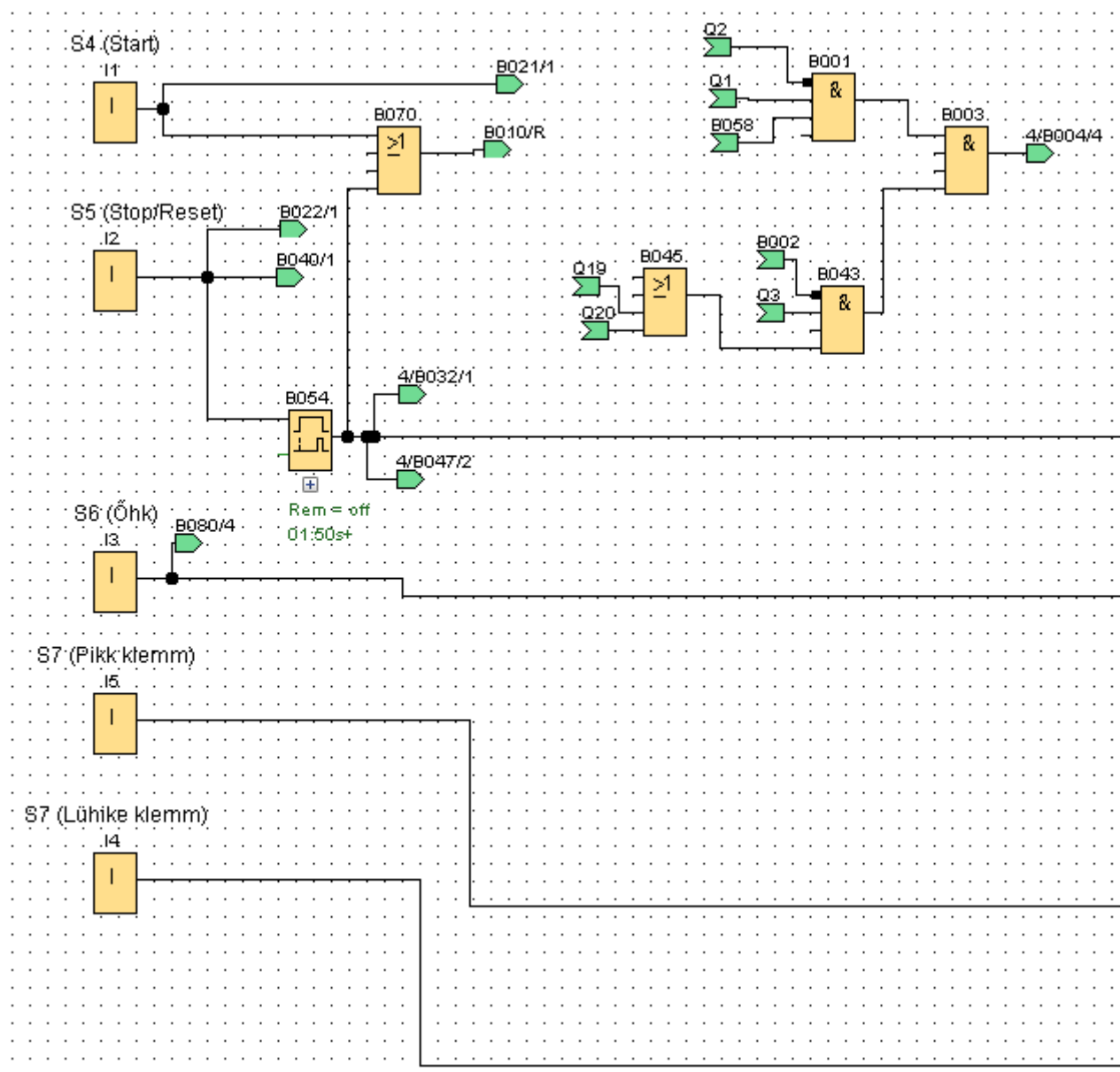
Algselt valiti Logo kontrolleri ja selle võimaluste laiendamiseks kasutati laiendusmooduleid. Programm kirjutati FBD platvormis, mis võimaldab programmeerida loogikaelementide plokkide kujul. FBD platvorm valiti oma lihtsuse ja võime tõttu luua selgelt struktureeritud programme.

LogoSofti tarkvara kaasamine võimaldab reaalajas jälgida, millises olekus programm töötamise ajal on, ning samuti võimaldab tarkvara programme simuleerida enne nende reaalset rakendamist.

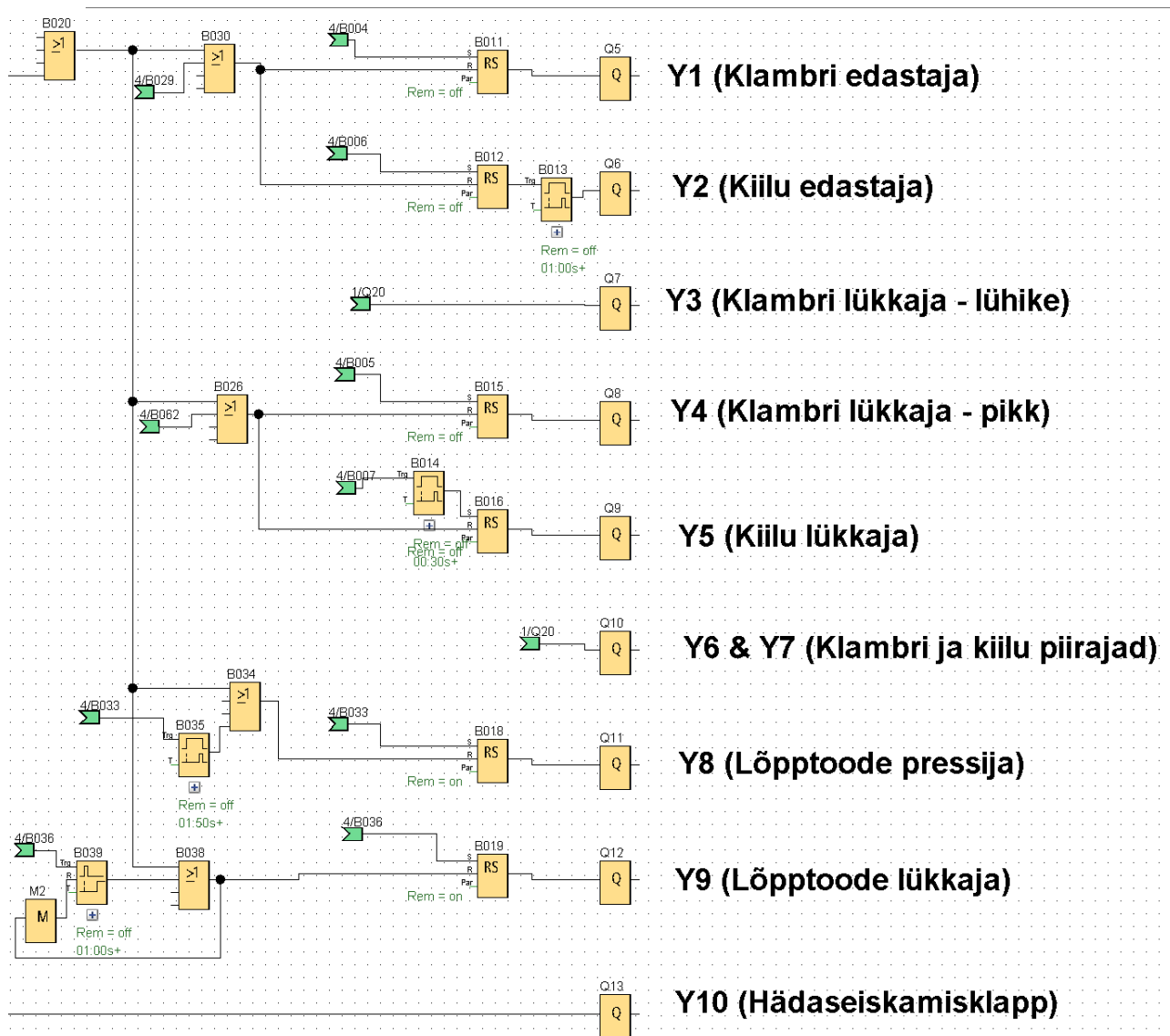
Lisaks on LogoSofti tarkvara kasutamine väga lihtne ning võimaldab vältida ootamatute rikete ja tõrgete tekkimist. Kui siiski peaks esinema vajadus vahetada vana kontrolleri uue vastu, saab selle sama firma uue kontrolleri hõlpsasti paigaldada ja programmi kiiresti üle kanda ilma sisuliselt midagi muutmata.

2.4.1. Programmi välimus

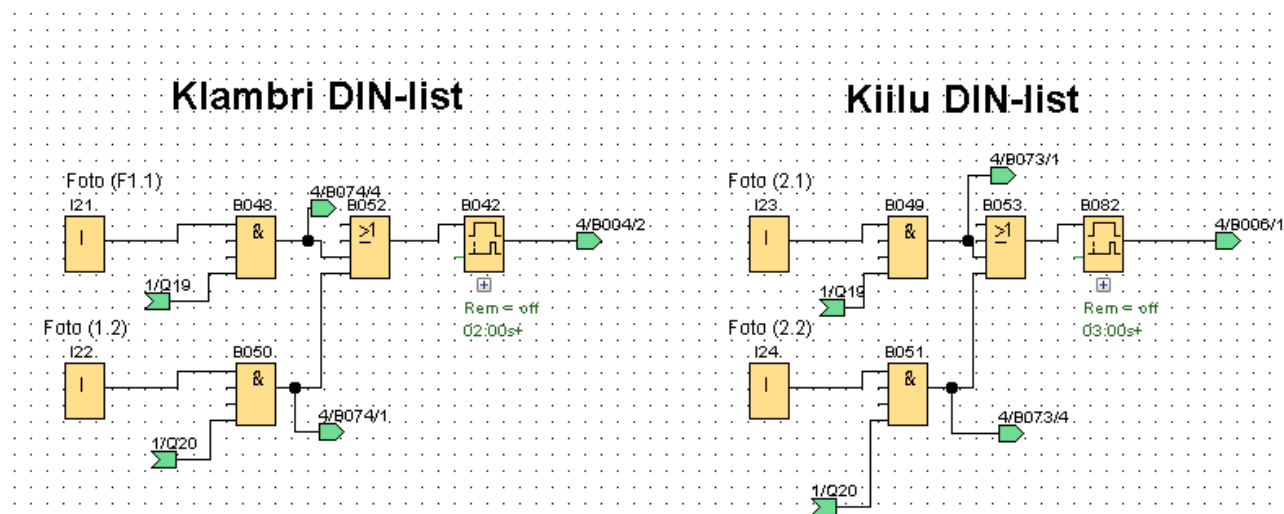
Siin on näha programmi peamised osad, mis vastutavad programmi käivitamise, järjestuse, signaalide edastamise väljunditele ja ka selle toimimise eest hädaolukorras juhtpaneeli kaudu.



Lisa 11. Programmi sisendid

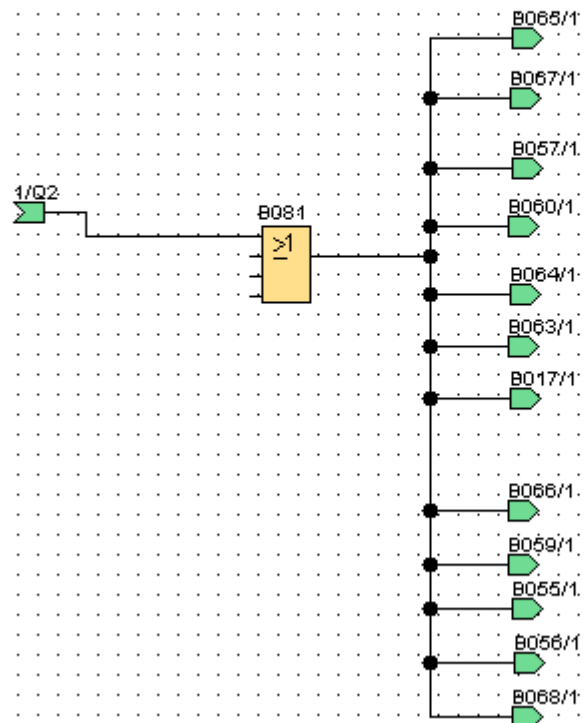


Lisa 12. Programmi väljundid



Lisa 13. Komponentide asukohta määratlus

Kõigi silindride andurite pidurdamine



Lisa 14. Silindrite stopp-süsteem

3. ÜLDISED TEGEVUSED ETTEVÕTTES

3.1. Põhitegevused

Töötaja peamised tööülesanded Ensto Ensekis töötavale töötajainsenerile on järgmised:

- Skeemide joonistamine elektrikilpidele, mida ettevõttes ei ole või mida on vaja tulevaste projektide jaoks.
- Elektriliste, hüdrauliliste ja pneumaatiliste osade tellimine, sealhulgas tööriistade, riiete ja muude osade tellimine, mida teatud osakonnad vajavad.
- Töökohtade kvaliteedi tõstmine, sh töökohtade kontrollimine ja suhtlemine selles töötavate operaatoritega, et parandada tingimusi ja lahendada töö käigus tekkinud probleeme.
- Vajadusel elektrikilpide läbivaatamine ja parandamine tootmises. Sellise tegevusega võib alustada alles pärast loa saamist ning vastava kvalifikatsiooniga töötaja või juhi järelevalve all.

Töötajal oli ka ülesandeks kontrollierite programmeerimine ettevõttes, nende analüüs rikke korral ning hilisem remont. Lisaks tuli tal koostada kõigi vajalike varuosade nimekiri projektide jaoks, mis olid seotud tootmises olevate tööseadmete/masinate arendamise ja täiustamisega.

3.1.1. Elektripaigaldustööd

Elektripaigaldustööde käigus tuleb kontrollida, kas seadmed, mille paigaldustööd tuleb läbi viia, on töökorras. Enne paigaldamist ja tööde alustamist tuleb seade lahti ühendada ning seejärel teostada objekti tarastamine, et tagada ohutus nii töötajatele kui ka teistele. Järgnevalt tuleb vastavalt skeemile, mis on antud objekti juhendis või paigalduslisa kujul, teostada elektriseadmete paigaldus või vahetus. Paigaldustööde lõppedes tuleb teostada katsetööd, et veenduda seadme töökorras töötamises vastavalt eesmärgile. Kui objekt ei tööta käivitamisel korrektselt, siis tuleb see pingest välja lülitada ja teostada analüüs, et leida ja kõrvaldada süsteemis viga. Kui eesmärk on saavutatud, tuleb objekt üle kontrollida vigade või rikete suhtes ja seejärel eemaldada kaitse ning jätkata tööd seadmega.

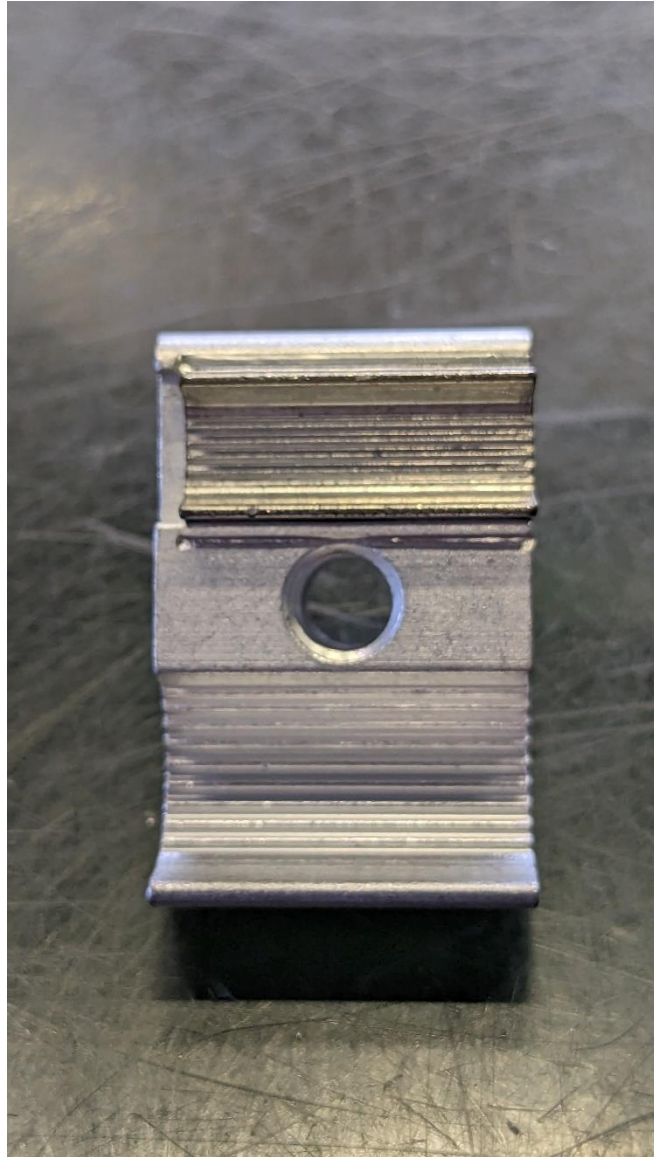
3.1.2. Elektriseadmete hooldus

Elektriseadmete hooldus on oluline osa meie tootmistegevusest, kuna see tagab seadmete pikaajalise tööväime ja vähendab võimalikke tööseisakuid. Hooldustööde käigus kontrollitakse regulaarselt seadmete toimimist ja tehakse vajalikke parandusi ning vahetatakse välja kulunud või katkised osad. Hooldustööde ajakava ja ulatuse määravad erinevad tegurid, nagu näiteks seadmete vanus, tootismaht, keskkonnatingimused ja eelnev hooldusajalugu. Hooldustööde ajakava koostamisel võetakse arvesse ka seadmete kasutusintensiivsust ning töötingimusi, et hooldustööd ei segaks tootmisprotsessi. Hooldustööde hulka kuuluvad näiteks seadmete puhastamine, määrimine, reguleerimine ja vajadusel osade vahetamine. Lisaks tehakse regulaarseid kontrollimisi seadmete töökindluse tagamiseks ning rikete ennetamiseks. Vajadusel tehakse ka remonditöid, mis võivad hõlmata seadmete lahtivõtmist ja uute osade paigaldamist. Hooldustööde käigus järgitakse alati turvameetmeid, et tagada töötajate ohutus.

3.1.3. Tehniline kontroll

Tehniline kontroll viiakse läbi vastavalt juhistele, mis määravad selgelt, millised märgid peavad olema tootel korrektselt esindatud ning millised märgid viitavad võimalikele defektidele või kahjustustele tootel.

Näiteks töötades hargnemisklemmidega tootmismasinas, oli testimise käigus selge, millised tooted vastasid lõpptootega nõuetele ning millised olid defektiga (Lisa 16. Kiilu vale asukoht klambri). Pärast testimist kontrolliti kõiki klemme ning pärast komponentide kinnitamist kontrolliti nende vastupidavust kulumisele. Mõnikord esines olukordi, kus pärast töötsükli lõppu oli üks või teine klemm ideaalselt kinnitatud, kuid juhtmete kinnitamiseks kasutatav niit oli kahjustunud, mis tähendas toote defekti. Selle probleemi põhjuseks oli liiga suur surve põhipressil. Õnneks sai probleemi lahendada lihtsalt seadistatava rõhuregulaatori abil, mis võimaldas optimeerida masina jaoks sobiva surve seadistust.



Lisa 16. Kiilu vale asukoht klambril

3.1.4. Elektripaigaldisprojektide ekspertiis

Kui masin rikke või tõrkega kokku puutub, siis analüüsib üks meie inseneridest olukorda ja koos mehaanikaosakonnaga püüab probleemi lahendada. Tavaliselt on probleemiks vana riistvara või vigane andur, mida tuleb analoogse osaga asendada.

Kui olukord on keerulisem, siis analüüsime masina üldist seisukorda, nagu näiteks millal rike esile tuli, mida masin sel ajal tegi, kes vastutas tehases toodete tootmise eest ja muud asjakohased üksikasjad. Samuti võtame probleemiga ühendust masina tarnijaga ja uurime sügavalt probleemi.

Iga probleemi lahendamine võib võtta erineva aja, kuid igal juhul isoleerime masina ja muudame selle pingeabaks, et selgitada välja rikke põhjus ja järgnevad testid konkreetse vea kontrollimiseks. Enne pressi käivitamist testis seda kaks nädalat üks operaatoritest ning selle aja jooksul avastati masinas mitmeid väiksemaid vigu ja probleeme. Üks neist oli silindrite ja nende andurite asukoha reguleerimise vajadus. Mõnikord oli probleemiks komponentide kinnikiilumine tööpiirkonnas, sel juhul reguleeriti balloonidesse antavat rõhku.

Hetkel töötab ajakirjandus ning töös pole olnud katkestusi. Probleeme pole olnud programmi, elektrikomponentide ega survega pressi pneumaatilise osaga.

3.2. Struktuur ja juhtimine

3.2.1. Töö organiseerimine

Ensto Ensek kasutab oma juhtimissüsteemis kahte peamist lähenemisviisi: täiustamine ja standardiseerimine. Täiustamine on pidev protsess, mis hõlmab kõigi protsesside, meetodite ja tööriistade analüüsi ja parandamist. Selle eesmärk on saavutada pidev parandamine ja parem efektiivsus. Standardiseerimine on pidev protsess, mis hõlmab kõigi protsesside, meetodite ja tööriistade standardimist. Selle eesmärk on tagada, et kõik töötajad teevad sama tööd samamoodi, tagades seeläbi kvaliteedi ja efektiivsuse. Ettevõtte juhtkond toetab kaasaegseid ideid ja meetodeid, et saavutada veelgi paremaid tulemusi. Lisaks korraldab ettevõtte regulaarselt koolitusi, et tagada töötajate pidev täiustamine ja areng. Ettevõtte juhtimissüsteem on hästi struktureeritud ja toimib tõhusalt, tagades kõrge kvaliteedi ja efektiivsuse.

Näiteks selge märgistus aitab kaasa ka efektiivsele töökorraldusele ja võib aidata vältida vigu ja õnnetusi, mis võivad tekkida seetõttu, et töötaja ei tunne tööpinnal asuvate seadmete funktsioone ja juhtimisviise. Lisaks on selge märgistus kasulik ka uute töötajate koolitamisel ning võib aidata vähendada ajakulu, mida kulub tööpinnal olevate seadmete õppimiseks.

Peale pressi renoveerimise lõpetamist märgistati kõik tööpinnad, sh juhtpaneel, ning selgelt märgistati nende funktsioonid (Lisa 17).



Lisa 17. Juhtpaneeli markeerimine

3.2.2. Töökaitsealaste küsimuste lahendamine

Tööohutusega seotud küsimustega tegelevad kaks osakonda - arendusinseneride osakond ja kvaliteedikontrolli osakond. Kui ilmneb uus töökoht või rike, mis võib ohustada töötajate tervist ja turvalisust, uurime koos teiste osakondadega võimalusi töökoha parandamiseks ja turvalisemaks muutmiseks.

Lihtsate juhtumite ja väikeste objektide puhul tuleme kohale ja arutame, kuidas saaksime neid parandada või kindlustada. Vajadusel palume ka teistel operaatoritel antud kohta koos meiega üle vaadata ning öelda, kas ja kuidas see võib tavapärast tööd segada. Seejärel koostame projekti, mille raames tellime kõik vajalikud varuosad, nagu uued märgistuslindid, kaitseseinad ja muud piiravad asjad, mis aitavad kaitsta töötajaid õnnetuste eest.

Kui tegemist on suuremate objektide ja probleemidega, korraldame koosolekuid, kus kogu meeskond koos teiste osakondadega arutab selle töökoha erinevaid aspekte. Koostame nimekirja kõigist vajalikest detailidest ja ülesannetest, mis on vajalikud selleks, et põhiülesanne saaks täidetud ning objekt oleks piisavalt kaitstud ja varustatud.

Töö käigus ilmnes pressi töös viga seoses komponentide mõõtmetega. Probleemi põhjustas vahelduva kiiluklambrile surumisega takerdumine, kuna komponentide mõõtmed ja tolerantsid ei lubanud piisavat vaba tühimikku. See probleem põhjustas teatud toodete puhul komponentide kinnikiilumist, mis omakorda viis defektsete toodete valmimiseni.

3.2.3. Erialase väljaõppe korraldamine

Erialast väljaõpet viivad läbi kvalifitseeritud inimesed, kes valmistavad ette koolitusruumi ja töötajate kaitsevahendid ning teavitavad inimesi koolituse kuupäevast ja kohast enne koolituse algust.

Näiteks paar päeva tagasi toimusid meil tuleohutuskursused, kus meie väike seltskond ettevõtte töötajaid õppis, millistel juhtudel tulekahjusignalisatsioon töötab, kuhu evakueeruda ning harjutas pulberkustuti kasutamist.

See oli huvitav ja informatiivne ning mis kõige tähtsam - turvaline, sest vastavalt spetsialistide nõudmistele panime selga tulekustutusriided, kui koolitusel peaks tekkima probleem.

Antud arendusprojekti raames korraldas Ensto Ensek AS koolituse, millele järgnes eksam Kiwa Inspectas. Selle tulemusena said osalejad tunnistuse, mis kinnitas nende võimekust paigaldada madalpinge elektriseadmeid (vt Lisa 18).



ELEKTRIOHUTEADLIKKUSE KONTROLLI PROTOKOLL

Elektriohuteadlikkuse (EOT) kontrolli protokoll nr 163-23-009

24.03.2023

Kontrolli koht: Inspecta Estonia OÜ, Telliskivi 59, Tallinn

Õigustatud kontrollija (isiku sertifitseerija): Inspecta Estonia OÜ, Teaduspargi 8, Tallinn

Jrk nr	Isiku ees- ja perekonnanimi	Isiku ametinimetus	Tööandja juriidiline nimi, allüksus	Elektriohuteadlikkust kontrollitud näidatud tööandja juures nimetatud ametis töötamiseks:	Teadmiste hinne (5-palli-süsteemis)	Allkiri
1	Pavel Kurtšikov	elektrija arendaja OÜ	Ensto Ensek AS	Võib töötada madalpinge elektripaigaldistes	hea	

Kontrollija: Raivo Roasto



vorm nr EPI005 09.17

Lisa 18. Kiwa Inspecta tunnistus

3.2.4. Kvaliteedi küsimuste lahendamine

Kvaliteedi küsimuste lahendamine on väga oluline osa tootmisprotsessist, sest see aitab tagada, et kõik tooted vastavad ettenähtud standarditele ja nõuetele. Piltide kasutamine kvaliteetse toote eristamiseks defektsest on väga hea praktiline lähenemine, sest see aitab töötajatel visuaalselt aru saada, millised on vastuvõetavad piirid ja millised defektid on aktsepteeritavad ning millised mitte.

Uute defektide ilmnemisel on oluline läbi viia põhjalik uurimine, et teada saada, kuidas need tekkisid ja kuidas neid tulevikus vältida. Oluline on ka hinnata defekti potentsiaalset mõju klientidele ja seda, kas see võib kahjustada ettevõtte mainet või põhjustada tõsiseid probleeme kasutajatele.

Kogu meeskonna kaasamine defektide lahendamisse on samuti oluline, sest see aitab kõigil mõista probleemi olemust ja panna kokku lahendusi. Töötajate koolitamine ja juhendamine defektide ennetamiseks aitab vältida probleemide teket tulevikus. Samuti on oluline hoida andmeid defektide kohta ning neid analüüsida, et saada teavet tootmise kvaliteedi parandamiseks.

KOKKUVÕTE

Kokkuvõtvalt võib öelda, et antud projekti käigus õpiti kombineerima teoreetilisi teadmisi ja praktilisi oskusi, mida omandati Tallinna Tehnika Kõrgkoolis, ning rakendama neid lahenduste leidmiseks reaalsetes töötingimustes.

Töö tulemusena sai press uuendatud ja turvalisemaks ning kõik vajalikud eesmärgid ja ettevaatusabinõud said täidetud. Projekti käigus oli oluline roll kvaliteedikontrollil ning vajalike protsesside korrigeerimisel, et tagada toodangu kõrge kvaliteet.

Kokkuvõttes võib öelda, et projekt oli edukas ning andis väärtusliku kogemuse ettevõtte töötajatele.

SUMMARY

KLEM PRESS - DEVELOPMENT PROJECT

This thesis covers the work of a trainee on a press for making klemms (Lisa 1) for branching wires on overhead lines.

In particular, terminals that allow you to transfer electric current from aluminum wires to copper, especially for those systems where aluminum electrical wires are still used.

This work will tell you the very essence of this machine (how it should do its job and what the finished product looks like), as well as the purpose of the renovation, its process in all steps and summing up the results (how much better the press began to work, as well as what additional functions it acquired after renovation).

In conclusion, this practice and the final work can be said that many of the skills acquired at Tallinn University Applied Science were used in this project and new feedback experience was gained.

At the moment, the press is working in good condition. In addition to the main tasks, the press now has the function of a relay with protective glass, as well as the ability to suspend work and resume it without returning all cylinders to their original position.

All the necessary goals were met, as was safety during work at this enterprise.

The problem in the old press was that due to the long period of operation, the parts (cylinders, sensors, electrical components and control panel) of the machine were greatly worn out and in this state it was not necessary to replace the parts, but to fully update the entire machine - more precisely, its working area.

It was necessary to design a new drawing for the electrical shield, since this drawing or sketch did not have this press. Accordingly, it was necessary to re-design the new electrical shield.

In addition, a new electric shield project would be needed due to the complete renovation of both the mechanical part of the machine and the electrical part.

Replacement of all parts was necessary, since replacing only old or severely worn components would solve the problem only temporarily.

It is also worth noting that most of the components in the electrical shield failed from time to time and it took a lot of time for mechanics to repair them.

The old machine used a controller composed on one large electrical board with many components and indicators to control the operation of this machine.

This meant that it would be almost impossible to change something in the machine, and studying future problems related to the electric board would take even more problems than reprogramming the program inside the controller.

LISAD

- Lisa 1. Valmistood – hargnemisklemm (enne markeerimist ja markeeritud)
- Lisa 2. Kiilu ja klambri väljanägemus
- Lisa 3. Kiilu ja klambri vibrosööturid
- Lisa 4. Pressi tööpiirkond
- Lisa 5. El. skeem (toide)
- Lisa 6. Juhtpaneeli ühendusskeem
- Lisa 7. Kontrolleri ja laiendusplakkide ühendusskeem
- Lisa 8. Andurite ühendusskeem
- Lisa 9. Pneumoskeem
- Lisa 10. Pressi renoveerimise varuosade table
- Lisa 11. Programmi sisendid
- Lisa 12. Programmi väljundid
- Lisa 13. Komponentide asukohta määratlus
- Lisa 14. Silindrite stopp-süsteem
- Lisa 15. Programmi põhiosa
- Lisa 16. Kiilu vale asukoht klambril
- Lisa 17. Juhtpaneeli markeerimine
- Lisa 18. Kiwa Inspecta tunnistus

- Joonis 1. Kahepoolne silinder
- Joonis 2. Mini slide
- Joonis 3. On/Off valve
- Joonis 4. Suruõhu reguleerija
- Joonis 5. Elektriline pneumojaoti (mono-stabiilne)
- Joonis 6. Kiirühendusklemm „Phoenix“
- Joonis 7. Controller ja laiendusmoodul „LOGO8“
- Joonis 8. Surunupp-seen illum. Lovato