



MEHHATROONIKAINSTITUUT

Mehhanosüsteemide komponentide õppetool

MHE40LT

Sergei Oksanen

Trükkplaadilt tumbleri eemaldamise seade

Bakalaureusetöö

Autor taotleb tehnikateaduse bakalaureuse akadeemilist kraadi

Tallinn 2014

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus.

Esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotletud.

Töös kasutatud kõik teiste autorite materjalid on varustatud vastavate viidetega.

Töö valmis Alina Sivitski juhendamisel

“07” jaanuar 2014 a.

Töö autor

..... allkiri

Töö vastab bakalaureuse tööle esitatavatele nõuetele.

“.....”.....2014 a.

Juhendaja

..... allkiri

Lubatud kaitsmisele.

..... õppekava kaitsmiskomisjoni esimees

“.....”.....2014 a.

..... allkiri

TTÜ mehhatroonikainstituut
Mehhanosüsteemide komponentide õppetool

Bakalaureusetöö ülesanne

2013/2014. õppeaasta sügissemester

Üliõpilane: Sergei Oksanen
Õppekava: MAHB 02/09-Mehhatroonika
Spetsialiseerumine: Mehhatroonika
Juhendaja: Assistent PhD Alina Sivitski
Konsultandid: -

BAKALAUREUSETÖÖ TEEMA:

(eesti keeles) **Trükkplaadilt tumblersi eemaldamise seade**

(inglise keeles) **Printed circuit board toggle switch removal device**

Lõputöös lahendatavad ülesanded ja nende täitmise ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Täitmise tähtaeg
1.	Ülesande püstitus. Ülevaade ja turu analüüs - olemasolevate trükkplaadi komponentide eemaldamisseadmete lahenduste analüüs. Trükkplaadilt tumblersi eemaldamise seadme tehniliste parameetrite defineerimine.	01.10.2013
2.	Trükkplaadilt tumblersi eemaldamise seadme komponentide valik ja projektarvutused (koos erinevate alternatiivlahenduste analüüsiga): korpuse ja liikuvate osade projekteerimine. Pneumaatika arvutused. Seadme ohutuslaste nõuete kirjeldamine.	15.10.2013
3.	Tehniliste kooste- ja detaili jooniste koostamine.	01.11.2013
4.	Trükkplaadilt tumblersi eemaldamise seadme andurite valik, elektri/elektoonika- ning loogikaskeemi koostamine. Pneumosilindrite juhtimisprogrammi koostamine. Seadme maksumus ja majanduslik analüüs.	15.11.2013
5.	Töö lõppvormistus, trükkimine ja köitmine.	07.01.2014

Lahendatavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid: Töö eesmärgiks on luua trükkplaadilt valesti monteeritud tumblersi eemaldamise seade. Selles töös teostatakse olemasolevate trükkplaadilt komponentide eemaldamise seadmete lahenduste analüüs ja pakutakse välja majanduslikult otstarbekas ja töökindel seadme variant. Töö mehaanikaosa sisaldab korpuse, liikuvate komponentide ja pneumaatika komponentide valikut ning arvutusi. Elektroonika- ja juhtimise osas pakutakse vajalikke andurite variante ning koostatakse loogika- ja elektriskeem ning seadme juhtimisprogramm. Lisatakse konstruktsiooni detaili- ja koostejoonised. Töös kasitletakse ka ohutuse aspekte ja esiatatakse majanduslik analüüs.

Töö keel: eesti

Kaitsmistootlus esitada dekanaati hiljemalt 07.01.2014 **Töö esitamise tähtaeg** 07.01.2014

Üliõpilane /allkiri/ kuupäev.....

Juhendaja Alina Sivitski /allkiri/ kuupäev.....

Konfidentsiaalsusnõuded ja muud ettevõttepoolsed tingimused formuleeritakse pöördel.

SISUKORD

BAKALAUREUSETÖÖ ÜLESANNE	3
EESSÕNA	5
SISSEJUHATUS	6
1. TEHNILISED NÕUDED JA LÄHTEANDMED.....	7
1.1. Tehniliste lahenduste probleemid	7
1.2. Liikuvate elementide alternatiivlahendused ja valik	7
1.3. TRÜKKPLAATIDE JA TUMBLERI MÕÕTMED.....	8
1.4. Alumiiniumprofiilide toorikud	9
1.5. Süsteemi koormuse vähendamine	10
2. KARKASS	11
2.1. Tugevusarvutused [3].....	11
2.2 Lühema profiili läbipainde arvutus [2]	14
2.3 Poltide lubatavad koormused [4]	15
2.4 Konstruktsiooni elemendid.....	16
3 PNEUMAATIKA	19
3.2 Vooluhulga arvutused	20
4 ELEKTRIJUHTIMINE	22
4.1 Tööprintsip	22
4.2 Elektriskeem ja komponendid	23
5 OHUTUS	24
6 MAJANDUSLIK ANALÜÜS	26
KOKKUVÕTE.....	27
SUMMARY	28
KASUTATUD KIRJANDUS	29
LISAD 30	
Lisa 1. Compact cylinder ADNP-20-60-A-P-A	30
Lisa 2. Parallel gripper DHPS-10-A-NO	31
Lisa 3. Adapter kit	32
Lisa 4. Proximity Sensor SMT-8M-A	33
GRAAFILINE OSA.....	34

Eessõna

Käesoleva bakalaureuse töö teema arenes välja minu eelmise töökoha „Stoneridge electronics“ vajadusest lahendada üks tootmise protsessi probleem. Probleem seisneb selles, et tootmise protsessi käigus esineb olukordi, millal liini töötajad asetavad tumblereid trükkplaadile valesse asendisse. Käsitsi on väga raske neid tumlereid trükkplaadilt eemaldada. Minu ülesandeks oli projekteerida seade tumblerite emaldamiseks trükkplaadilt.

Sissejuhatus

Minu lõputöö teemaks on „Trükkplaadilt tumbleri eemaldamise seade“ – see on automaatne, pneumaatiline tööstusseade, mis eemaldab trükkplaadilt valesti asetatud tumblereid. Selles lõputöös teostatakse konstruktsiooni tugevusarvutused ning koostatakse pneumo- ja elektriskeemid. Projekteerimise käigus valitakse õiged karkassi profiilid, pneumaatilised elemendid ja andurid, mis tagavad seadme töökindluse ja ohutuse. Selle bakalaureusetöö eesmärgiks on projekteerida lihtsalt kasutatav ja efektiivne seade.



Sele 0.1.1. Trükkplaadilt tumbleri eemaldamise seadme mudel.

1. TEHNILISED NÕUDED JA LÄHTEANDMED

Iga seadet projekteeritakse lähtudes konkreetsetest tehnilistest nõuetest ja mida universaalsem on seade, seda keerulisem ja huvitavam on projekteerimisprotsess. Lõputöös projekteeritava seadme tööfunktsioonid on suhteliselt lihtsad. Seadme komponentidena kasutatakse ainult kaks suunaventüüli, kaks pneumosilindrit ja kolm herkooni andurit. Seade peab töötama ühisest pneumosüsteemist, mille surve on kuus baari. Karkassi projekteerimiseks kasutatakse Bosh alumiiniumist profiile (20x20) mm. Sellised profiilid on kerged ja peaksid olema piisavalt tugevad seadmes mõjuvate koormuste korral.

Seade peab olema ergonoomiline, sest see on igapäevasel kasutamisel. See tähendab, et see ei pea võtma palju ruumi laua peal, peab olema kompaktne ja peab suhteliselt vaikselt töötama.

1.1. Tehniliste lahenduste probleemid

Kõige olulisem probleem on see, et tumbler pole sirge. See on küllalt keerulise kujuga ja selletõttu võib tekkida raskusi selle haaramisel haaratsi poolt. Teine probleem seisneb selles, et tumblerit ja trükkplaadi korpust on võimalik kergesti kriimustada. Ja viimane probleem seisneb selles, et tumblerid pole konkreetse nurga all trükkplaadile asetatud. Kõik need nimetatud tehniliste lahenduste probleemid tuleb arvesse võtta seadme projekteerimisel.

1.2. Liikuvate elementide alternatiivlahendused ja valik

Selle seadme projekteerimiseks kasutatakse pneumaatika elemente, sest tootmises on juba kasutusel ühisne pneumosüsteem ning pneumaatika komponendid on kompaktsed ning lihtsad kasutuses (vt. Tabel 1.1). Alternatiivlahenduseks on võimalik kasutada servomootoreid, ja ainult elektroonika komponente. Viimane lahendus oleks kallim ja servomootoreid oleks raskem paigaldada. Tuleks veel mainida ka hüdraulilise süsteemi kasutamise võimaluse,

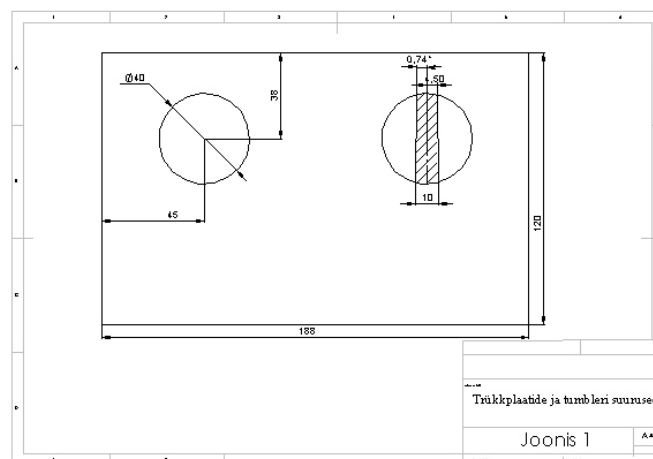
kuid hüdraulika kasutatakse juhul kui tegemist on suurte koormustega. Katselisel teel oli aga tõestatud, et tumbleri eemaldamiseks piisavaks jõuks on (100 – 140) N.

Tabel 1.1. Erilahenduste võrdlustabel

Lahendus/ Omadused	Hind	Kasutus- ja hoolduslihtsus	Kompaktsus	Paigaldusmugavus
Pneumosilindrid	+	+	+	+
Servomootorid	-	+	-	-
Hüdrocilindrid	-	-	-	-

1.3. Trükkplaatide ja tumbleri mõõtmed

Trükkplaadilt tumbleri eemaldamise seadme projekteerimiseks tuleb arvesse võtta trükkplaadi mõõtmed (188x120) mm ja tumleri enda mõõtmed (vt. Joonis 1.1 ja 1.2). Trükkplaat kinnitatakse seadme alusplaadil ja selle peaks olema võimalik nihutada alusplaadil.



Sele 1.1. Trükkplaadi ja tumbleri mõõtmed ning tumbleri asukoht trükkplaadil.

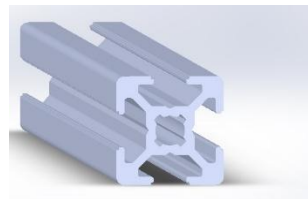
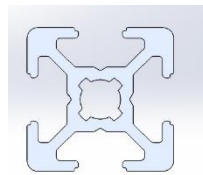
Sele 1.2. Koostatud tumbleriga seade.



Sele 1.3. Koostatud seade.

1.4. Alumiiniumprofiilide toorikud

Projekteerimise esimese etapina tuleb valida profiilid, millisest koosneb seadme karkass. Kõige sobivamaks profiiliks massi ja tugevuse poolest osutusid Bosh alumiinium profiilid, mis sobivad hästi igasuguste karkassi koostamiseks. Selle seadme jaoks valitakse Bosh profiil (20x20) mm.



			A (cm ²)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	W _x (cm ³)	W _y (cm ³)	m (kg/m)
20x20		6	1,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,4
20x20 1N		6	1,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5
20x20 2N		6	1,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,5
20x20 2NVS		6	1,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5
20x20 3N		6	1,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,5
20x20 R		6	1,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4

Sele 1.4. Seadme karkassi profiilid [2].

Selle alumiiniumprofiili tugevuspiir on $R_m = 245 \text{ N/mm}^2$

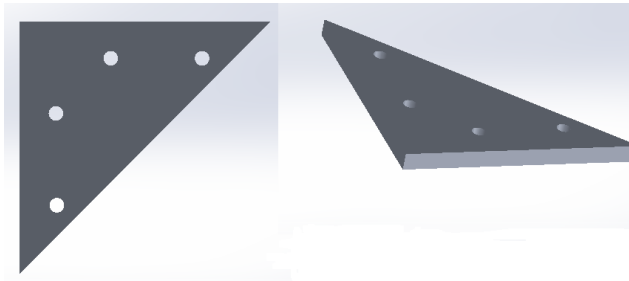
Voolepiir on $R_{p0,2} = 195 \text{ N/mm}^2$.

Elastsusmoodul on $E = 70000 \text{ N/mm}^2$

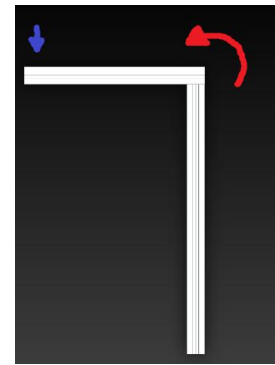
kõvadus 75 HB

1.5. Süsteemi koormuse vähendamine

Kuna minu seadme karkass koosneb kahest peenikesest profiilisest, liitekohas tekib päris suur paindemoment. Tuleb lisada kaks kolmnurga kujulist plaati, mis vähendavad koormust ja aitavad karkassi koostamisel.



Sele 1.5. Kolmnurgakujulised plaadid.



Sele 1.6. Paindemoment.

Koostamise jaoks kasutatakse T-kujulised muttreid, ja polte M6. Kõik elemendid on standardsed ja katalogitest valitavad, sest see odavam ja tulevikus on võimalik need vahetada uue standardse detaili vastu.

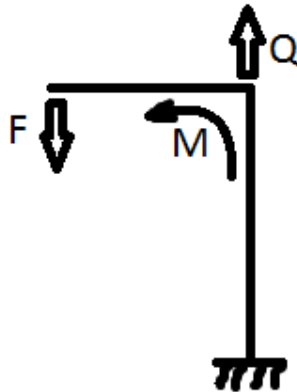


Sele 1.7. Seadme karkassi mudel.

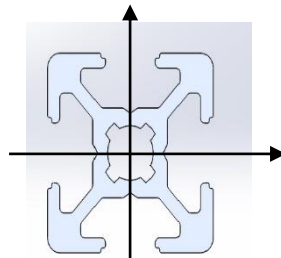
2. KARKASS

2.1. Tugevusarvutused [3]

Teoreetiline koormus kuue baariga tagasikäigul silindril ADNP on 141 N, see tähendab, et maksimaalne koormus karkassile $F=141$ N. Vastavalt karkassi konstruksioonile ja koormuse F rakendusasukohale tuleb teostada tugevusarvutused paindele. Tugevusarvutustest kasutatakse lubatava tõmpepinge väärtust $[\sigma]=\sigma_y/[S]$, kus σ_y on alumiiniumprofiili materjali voolepiir, mida võetakse Bosh alumiiniumprofiilide katalogist. Valitud alumiiniumprofiili voolepiir on 195 MPa ($\sigma_y = 195$ MPa). Selleks, et tagada konstruksiooni töökindluse ja ohutuse võetakse nõutva varuteguri väärtuseks $[S] = 3$, siis reaalses elus tekkiv paindepinge alumiiniumprofiili kõige ohtlikumas ristlõikes σ ei tohi ületada $[\sigma]=\sigma_y/[S]=195/3 = 65$ MPa.



Sele 2.1. Seadme karkassi üldvaade koos koormuste ja sisejõududega.



Sele 2.2. Seadme karkassi lühema profiili ristlõige.

Esiteks arvutatakse lühema profiil, mille pikkus on 200 mm. Selle profiili kõige ohtlikumas ristlõikes tekkivad kaks sisejõu faktorit: põikjõud Q_y ja paindemoment M_z .

Lühema profiili arvutamisel ei võeta arvesse tugevduskolmnurkplaatide mõju.

Tugevusarvutuste läbiviimisel kontrollitakse profiili ristlõige paindele. Põikjõu $Q_y = F = 141 \text{ N}$ mõju jäetakse välja. Bosh alumiinium profiilide kataloogidest on teada, et (20x20)mm profiili lubatavaks põikkooormuseks (profiili soone lubatav koormus) on 1700N (t-kujuliste poltide korral).

Koostatakse tugevustingimus paindele:

$$\sigma_M = \frac{M_z}{W_z} \leq [\sigma]$$

Paindemoment profiili kõige ohtlikumas ristlõikes (vt. Joonis 2.2):

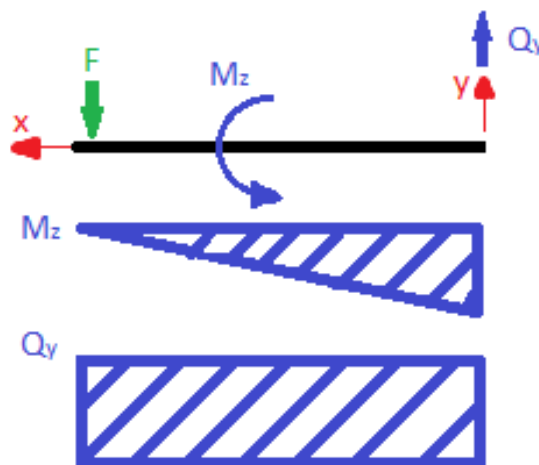
$$M_z = F \cdot l = 141 \cdot 0,2 = 28,2 \text{ (Nm)}$$

Reaalses elus tekiv paindepinge profiili kõige ohtlikuma ristlõike kõige ohtlikumas punktis:

$$\sigma_M = \frac{M_z}{W_z} = \frac{28,2}{0,7 \cdot 10^{-6}} = 40,3 \text{ (MPa)}$$

Seega antud lühema profiili korral tugevustingimus paindele on täidetud.

$$40,3 \text{ MPa} < 65 \text{ MPa}$$



Sele 2.3. Seadme karkassi lühema profiili sisejõudude epüürid.

Teiseks etapiks on pikema profiili tugevusarvutus ja arvutus nõtkele.

Pikema profiili ristlõikele mõjuv paindemoment on:

$$M_z = 28,2 \text{ (Nm)}.$$

Pikijõud on $F = N = 141 \text{ (N)}$.

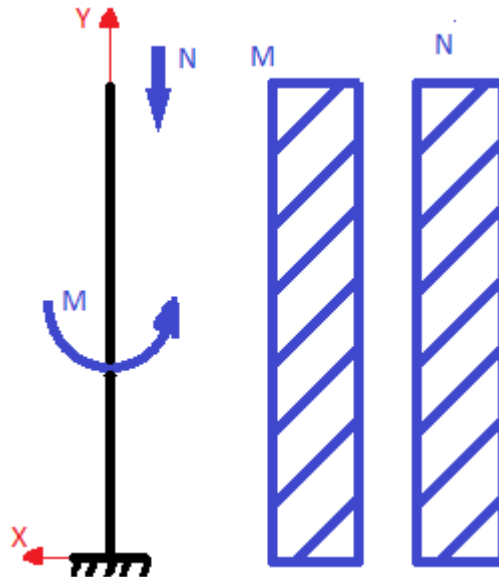
Pikkepinge arvutatakse valemist:

$$\sigma_N = \frac{N}{A} = \frac{141}{1,6 \cdot 10^{-4}} = 0,9 \text{ (MPa)}$$

Ekvivalentpinge profiili ristlõikes avaldub kujul (kusjuures paindepinge väärtus on sama, mis lühema profiili korral) ja see ei tohi ületada lubatava pinge väärtust:

$$\sigma_{ekv} = \sigma_N + \sigma_M \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{ekv} = 0,9 + 40,3 = 41,2 \leq [\sigma] = 65 \text{ (MPa)}$$

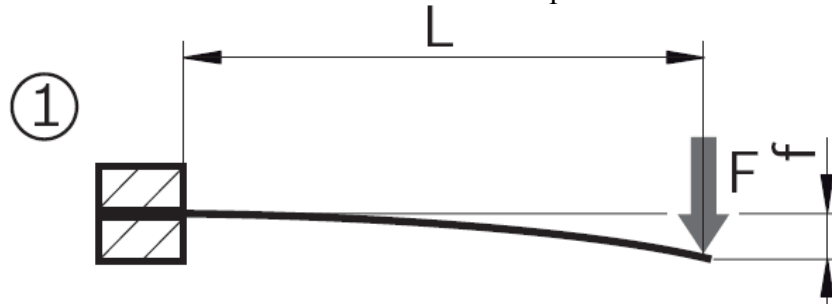


Sele 2.4. Seadme karkassi pikema profiili sisejõudude epüürid.

Arvutused näitasid, et valitud Bosh (20x20) mm alumiiniumprofiil sobib antud koormuse ja karkassi mõõtmete korral.

2.2 Lühema profiili läbipainde arvutus [2]

Vastavalt Bosh kataloogi soovitudele, tuleks kontrollida, et alumiiniumprofiili läbipaine, ei ületaks lubatavat suurust. Antud rakenduse korral läbipaine ei tohi ületada umbes 2 mm.



Sele 2.5. Lühema profiili läbipainde arvutuskeem.

Läbipaine f arvutamisel soovitatakse konsoolse tala korral kasutada järgmist valemit (mm):

$$f_{\textcircled{1}} = \frac{F \times L^3}{3 E \times I \times 10^4}$$

Kus F on põikoormus (N), L on lühema profiili pikkus (mm), E on alumiiniumprofiili elastsusmoodul (N/mm^2), I on profiili ristlõike inertsimoment (cm^4).

Kui läbipaine on $f=2\text{mm}$, $L=200\text{mm}$, $E=70000 \text{ N}/\text{mm}^2$ ja $I=0.7 \text{ cm}^4$, siis läbipainutav jõud

$$F = \frac{f \times 3E \times I \times 10^4}{L^3} = 367,5 \text{ N}$$

$367,5 \text{ N} \gg 141 \text{ N}$, see tähendab, et profiili läbipaine on alla 2mm antud koormuse 114 N korral.

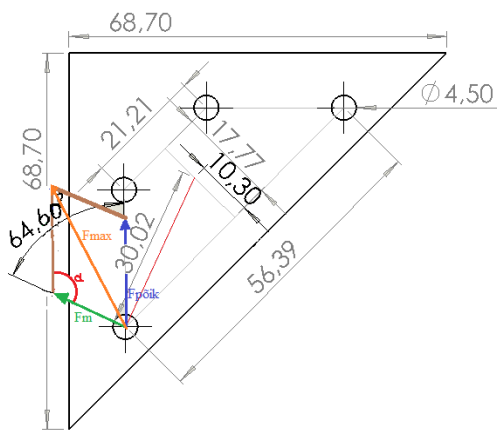
2.3 Poltide lubatavad koormused [4]

Väliskoormus – põikjõud F tasakaalustatakse reaktsioonjõududega $F_{p\delta ik}$. Antud sümmeetriliselt paigutatud poltide korral jaotub koormus F ühtlaselt poltide vahel. Igale poldile mõjub põikjõud $F_{p\delta ik}$

$$F_{p\delta ik} = \frac{F}{i} = \frac{141}{8} = 17,63 \text{ N}$$

$r = 30 \text{ mm}$ joonisest

$$F_m = \frac{M}{ir} = \frac{28,2}{8 \cdot 0,030} \approx 113,7 \text{ N}$$



Sele 2.6. Poltliite arvutuskeem.

Arvutused teeme poltide tugevusklassiga 8.8 jaoks.

Rööpküliku trigonomeetrilise seose korral:

$$F_{\max} = \sqrt{F_{p\delta ik}^2 + F_m^2 - 2F_{p\delta ik}F_m \cos \alpha} = \sqrt{17,63^2 + 113,71^2 - 2 \cdot 17,63 \cdot 113,71 \cdot \cos 115,4^\circ} \approx 122,3 \text{ N}$$

Kus $\alpha = 115,4^\circ$ (vt. koormusskeem).

Lõtkuga poltliite korral:

Poldi pingutusjõud F_{polt} :

$$F_{polt} = \frac{K \cdot F_{\max}}{f} \quad F_{polt} = \frac{K \cdot F_{\max}}{f} = \frac{1,5 \cdot 122,3}{0,15} = 1223 \text{ N}$$

kus K on varutegur ja $f = 0,15 \dots 0,2$ (teras) on hõõrdejõud kahe detaili kontaktpinnal.

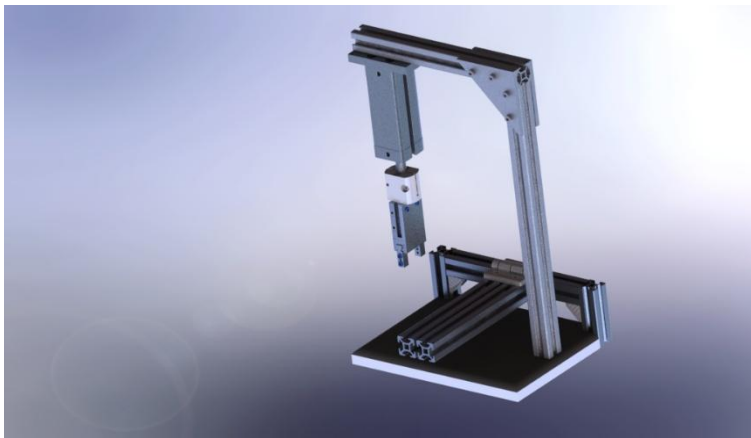
Tugevustingimusest tõmbele poldi korral leitakse poldi keerme vähim läbimõõt:

$$\sigma = \frac{F_{arv}}{A_{polt}} = \frac{4F_{arv}}{\pi d_3^2} \leq [\sigma] = \frac{R_{eH}}{[S]} = \frac{600}{1,5} \approx 400 \text{ MPa, kus } F_{arv} = 1,3F_p$$

$$d_3 \geq \sqrt{\frac{4F_{arv}}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 1223}{3,14 \cdot 400}} \approx 5,1 \text{ mm}$$

See tähendab, et poldid M6 sobivad kolmnurkplaatide ja profiilide ühendamiseks.

2.4 Konstruksiooni elemendid

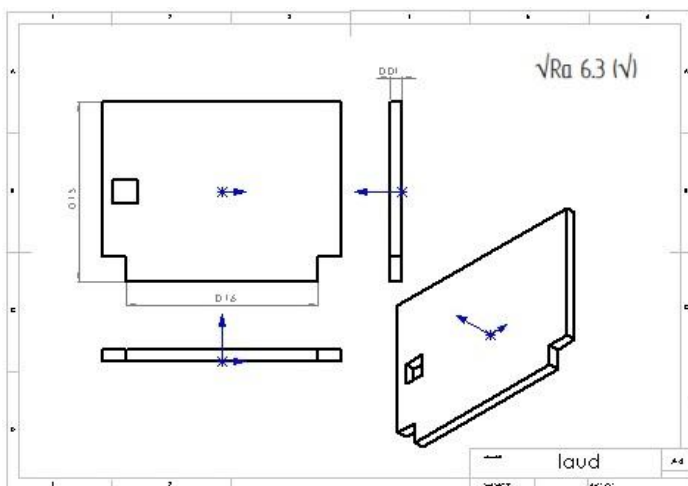


Sele 2.7. Seadme mudel.

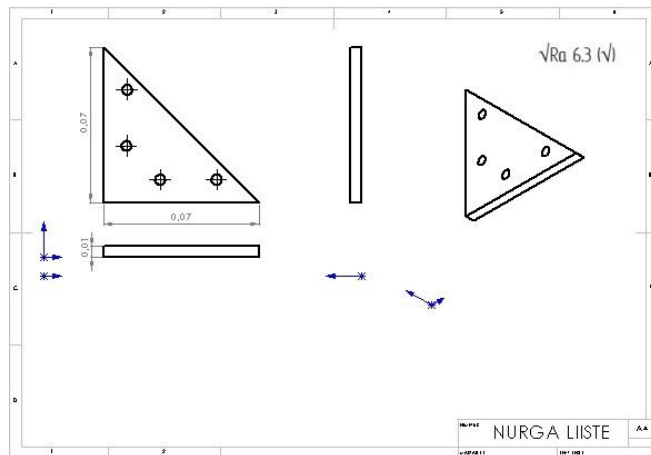
Põhiosa konstruktsionist moodustab alumiiniumi laud, mille peale kinnitatakse terve seadme.

Laua mõõtmed on (150x200) mm

Paksus on 10 mm ja laud tehtud tavalisest alumiiniumlehest. Kuna kasutusel on paks alumiiniumi leht, on mõistlikum lõigata seda laserlõikusega, selle meetodi plussideks on täpsus, kiirus ja madal hind.

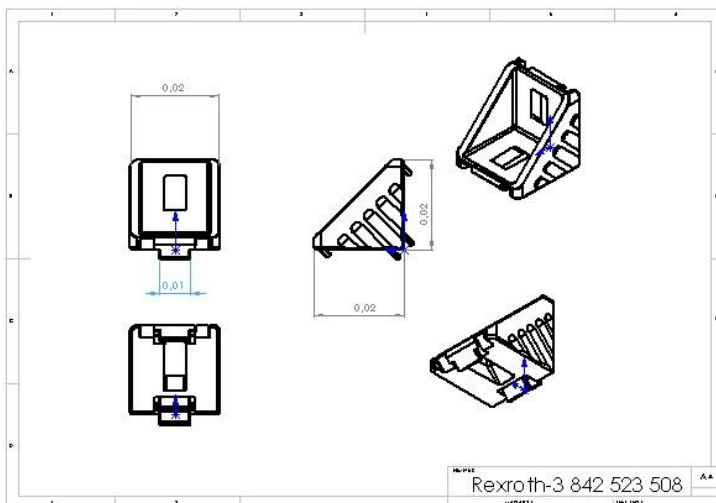


Sele 2.8. Laua joonis.



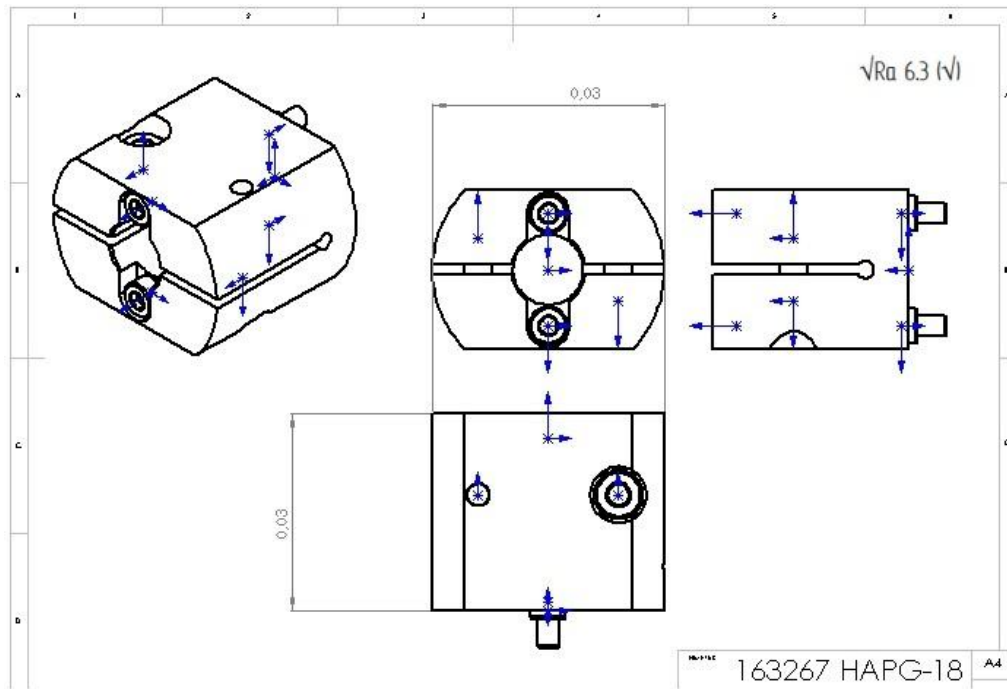
Sele 2.8. Tugevduskolmnurkpaatide joonis

Selle seadme põhiosa koosneb kahest profiilist, mille peale mõjub paindemoment. Kolmnurgakujulised tugevdusplaadid aitavad paindemomendi vähendada ja profiilid kokku panna. See element valmistatakse tavaalumiiniumi lehest paksusega 10 mm. Võtakse laua paksusega leht, sest nagu nii, on vaja osta leht sellise paksusega, et laud välja lõigata, ja pole mõtet tellida teist tüüpi lehed. Kolmnurga väljalõikamine on mõistlikum teha laserlõikamisega.



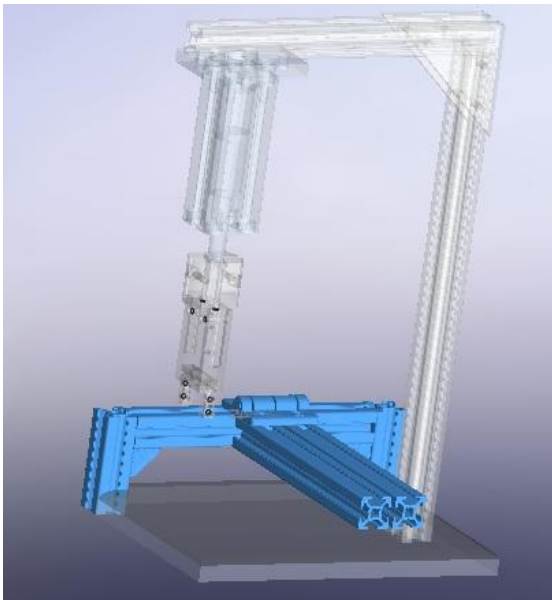
Selliseid nurkliitit võetakse Bosh kataloogitest ja seda kasutatakse turvaraami kokku panemiseks. See detail on tehtud alumiiniumist ja on mõeldud just (20x20) mm Bosh profiilide jaoks. Selle detaili valmistamiseks Bosh kasutab valandit.

Sele 2.9. Profili tugevduskolmnurgad [2].



Sele 2.10. Silindrite liide [1]

See on standartne liide Festo kataloogist, loodud just selles seadmes kasutatava haaratsi silindrite jaoks. Seda on võimalik kasutada lükkamissilindri korral.

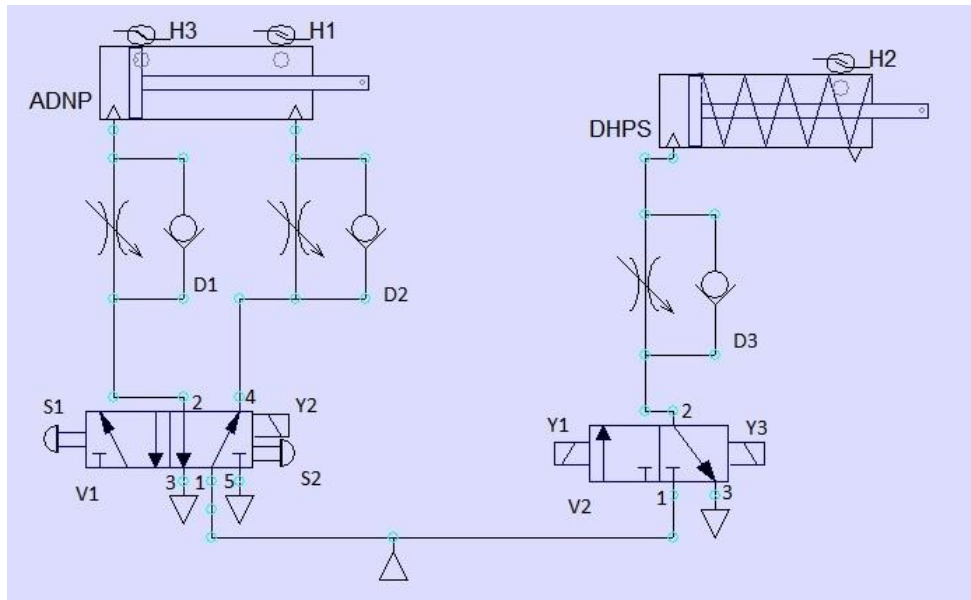


Turvaraam on loodud selleks, et kaitsta trükkplaadi korpuse ja tumbleri purunemise eest ajal, kui lükkamissilinder liigub ülesse.

Sele 2.11. Turvaraam.

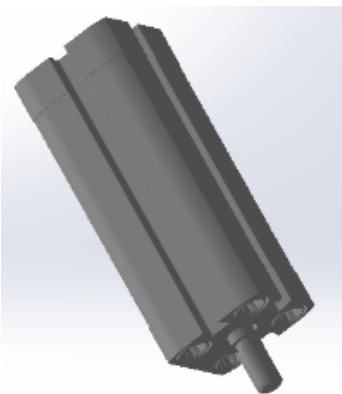
3 PNEUMAATIKA

Pneumoskeemi koostamiseks rakendatakse „AUTOSIM200_v2“ tarkvara. Selle tarkvara abil on võimalik kontrollida pneumoskeemi koostamise õigsust ning kontrollida ventiilide läbilaskevõimet.

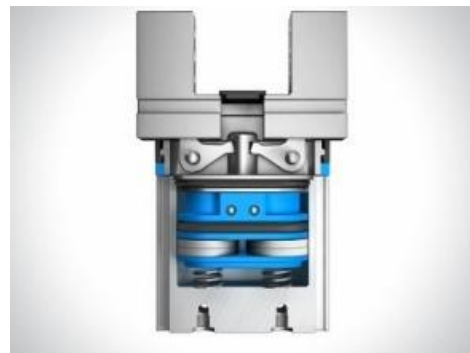


Sele 3.1. Pneumoskeem koostatud „AUTOSIM200_v2“ tarkvara abil.

Katsetetulemusena selgus, et antud seamde korral sobivad lükkamissilinder ADNP-20-60-A-P-A ja haarats DHPS-10-A-NO FESTO katalogisest. Haaratsi peale on vaja panna kummist tihendid, sest on oluline, et tumblerid poleks kriimustatud. Arvutusest võib kummitihendid välja jätta, sest jõuarvutuses need ei mängi suurt rolli.

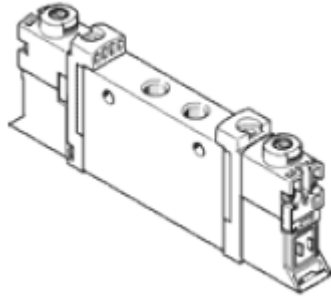


Sele 3.2. ADNP silinder



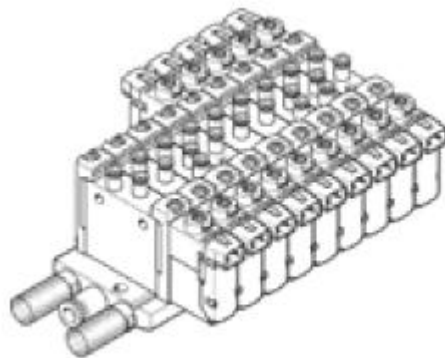
Sele 3.3. DHPS haarats [4].

Pneumosüsteemide koostamiseks on vaja kaks suunaventiili 5/2 ja 3/2. Mõlemad peavad olema bistabiilsed. Selleks et tagada bistabiilsuse valitakse suunaventiilid VUVG elektrijuhtimisega, kus töö rõhk on (0,9 – 10) bar.



Sele 3.4 VUVG suunaventiil [5]

Suunventiile paigaldamiseks on vaja kasutada jaotusjaama. Selleks võetakse VTUG-S, kus töö rõhk on (1,5 – 8) bar.



Sele 3.5 VTUG –S [6]

3.2 Vooluhulga arvutused

Vooluhulga arvutamisel tuleb arvesse võtta silindrite konstruktsiooni ja elementide läbilaskevõimaldused.

Tuleb arvutada vajaliku vooluhulka, kui silindrite jõudmine lõppasendisse toimub 100 ms jooksul (standardne silindrite kiirus). Suunaventiile läbilaskevõime on 90 l/min. Voolikul,

mille välisläbimõõt on 3 mm ja siseläbimõõt on 2,1 mm on läbilaskevõime on 76 l/min. Silindrite kolvi läbimõõt on 20 mm ja käik on 60 mm. Seega ruumala, mis tuleb täita õhuga.

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \times l$$

Kus d on kolvi läbimõõt, ja l on käigupikkus.

$$V = \frac{\pi \times 0.2^2}{4} \times 0.6 = 18.8 \times 10^{-3} \quad m^3$$

Vajalik vooluhulk et täita 100 ms jooksul on

$$Q = \frac{V}{t}$$

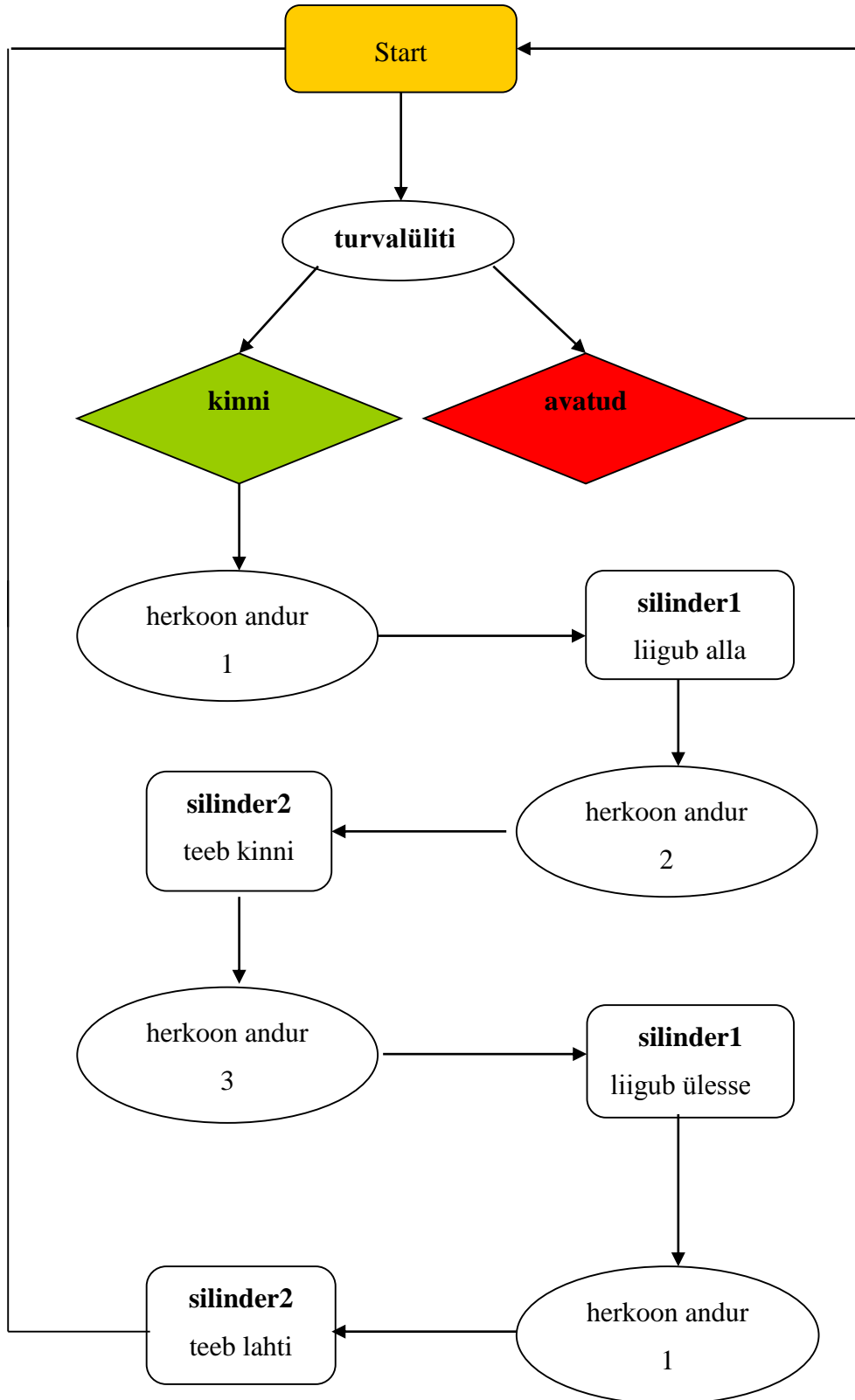
Kus V on ruumala liitrites ja t on aeg minutites

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{18.8 \times 10^{-3} \times 60}{0.1} = 11.28 \quad l/min$$

Niisugust läbilaskevõimet saavad valitudvoolikud ja suunaventiilid hõlpsasti tagada.

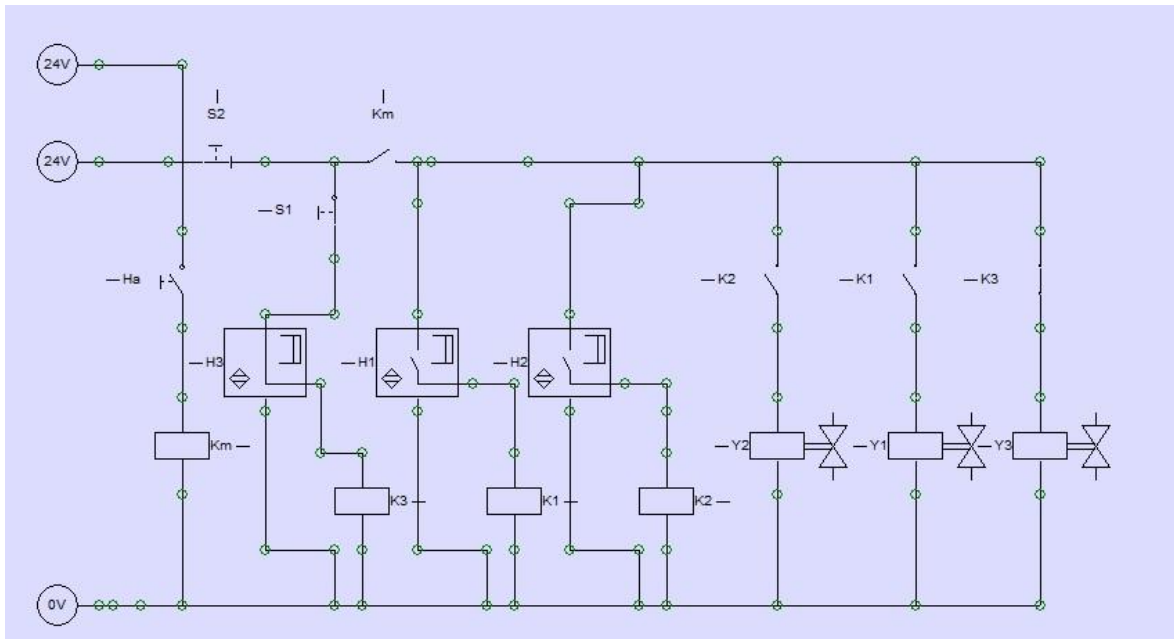
4 ELEKTRIJUHTIMINE

4.1 Tööprintsiiip



4.2 Elektriskeem ja komponendid

Elektriskeemi koostamiseks kasutatakse AUTOSIM200_v2^{cc} tarkvara. Teostatakse elektrijuhtimise skeemi simuleerimist, et kontrollida skeemi funktsionaalsust.



Sele 4.1. Seadme elektriskeem.

Silindrite juhtimiseks valitakse kolm herkoonandurit samuti FESTO katalogisest SMT-8M-A.

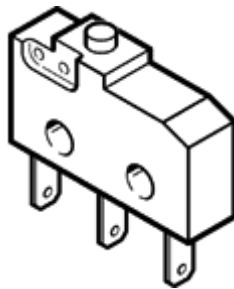
Need andurid sobivad hästi silindrite juhtimiseks ja neid on lihtne paigaldada. Tööpinge on 24V.



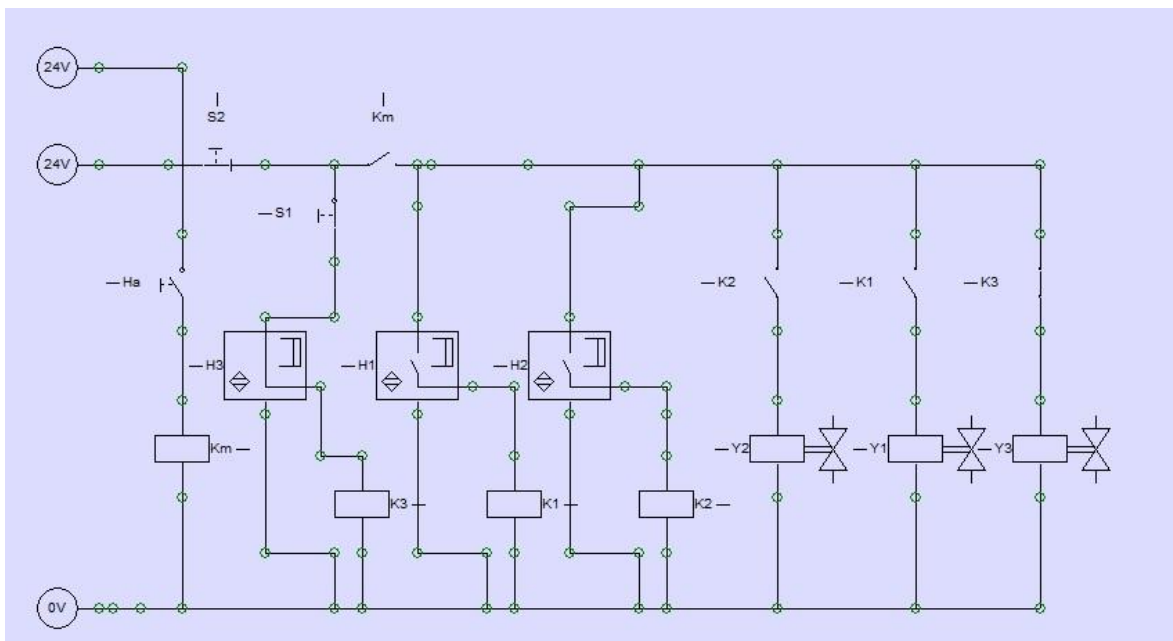
Sele 4.2. Herkoonandur [7].

5 OHUTUS

Kuna konstruktsioonile avaldatav koormus pole väga suur, siis inimeste vigastamise oht on minimaalne. Põhiülesandeks on tagada, et seade oleks kvaliteetne ja töökindel ning et tumblerid ega trükkplaadi korpused kriimustada ei saaks. Selle tagamiseks kasutatakse rohkesti silikooni tihendeid, ja tehakse puutekontakt (puuteandur S-3-BE) mis jälgib, et turvaraam oleks kinni. Elektroskeemil see kontakt märgistatud S2.



Sele 5.1. Puuteandur S-3-BE



Sele 5.2. Seadme elektriskeem

Detailite kaitsmiseks kasutatakse silikoontihendid haaratsitel, turvaraami peal ja laual.

Kuna seadmes on ikkagi liikuvad osad, need on ohutuse mõttes kõige ohtlikumad osad. Liikuvate osade liikumist ei tohi takistada. Keelatud on näpistada seadme liikuvaid osi. Enne seadme hoodustööde läbiviimist tuleb veenduda, et seade on välja lülitatud.

Kui tekib ohtlik situatsioon, siis tuleb kohe vajutada hädaseisunuppu. See annab võimaluse silindrile vabalt liikuda ülesse ja alla. Pneumoskeemil see nupp märgisatud S2 (vt. Joonis 3.1) elektriskeemil Ha(normal close), mis ühendatud pea releega Km.



Sele 5.3. Hädaseisunupp [8]

6 MAJANDUSLIK ANALÜÜS

SMT-8M-A	45 € tk	3 tk	135 €
ADNP silinder	35,73 € tk.	1 tk	35,73 €
DHPS silinder	294,63 € tk.	1 tk	294,63 €
HAPG 18 silindrite liite	60 € tk.	1 tk	60 €
Alumiiniumi leht	106,80 € m ²	0,36 m ²	106,80 €
Bosch profiil	8,90 € 5 m	0.74 m	8,90 €
Nurgliited	2 € tk.	6 tk	12 €
			654 €

Hinnakalkulatsiooni tulemusena selgus, et seadme hinnaks kujuneb 654 EUR. Sellise hinna juures projekteeritud ja kasutusele võetud seade tasub ennast ära küllalt lühikese aja jooksul. Tuleb aga märkida, et projekteerimiskulud polnud arvesse võetud hinnakalkulatsiooni koostamisel.

Valmishitatud tumbleri eemaldamise seade oma küllalt madala hinna juures vastab kõikidele esitatud tehnilistele nõuetele nagu töökindel,efektiivne ja ohtutu tumblerite eemaldamine trükkplaadilt.

KOKKUVÕTE

Minu lõputöö teema on „Trükkplaadilt tumbleri eemaldamise seade“ – koostatud seade täiesti vastab püstitatud nõuetele. Projekteeritud seade on funktsionaalne, töökindel ja lihtne kasutuses. Tugevusarvutused näitasid, et pakutud konstruktsioon on piisava tugevusvaruga. Pneumosüsteemi koostamine on simuleeritud „AUTOSIM200_v2“-s. Simuleerimise tulemusena selgus, et süsteem töötab ja valitud elemendid sobivad hästi ühispneumosüsteemi korral. Elektrijuhtimine samuti simuleeritud selles samas tarkvaras, mis näitas, et skeem on koostatud õigesti. Seadme mudel on proekteeritud kasutades „Solidworks“ tarkvara. Seadmel on ergonoomiline disain, mille väljatöötamisel on arvesse võetud kasutusmugavus

Selle koostatud projekti põhjal saab kokku panna trükkplaadilt tumbleri eemaldamise seadme, mis võimaldab ettevõttel soetada endale sobivate tehniliste parameetritega kõrgeltnõutud seade ning tulevikus lihtsustada tumblerite eemaldamist, tõsta liinitöötajate töö kvaliteeti ning tõsta antud seadme tootlikkuse.

Selle projekti tulemusena omandasin palju uusi teadmisi, omandasin uue pneumo- ja elektriskeemide simuleerimise tarkvara ning sain rakendada oma olemasolevad teadmised praktikas.

SUMMARY

The name of my thesis is "Printed circuit board toggle switch removal device". The assembled device completely meets the formulated requirements. The designed appliance is functional, reliable and easy to use. Its strength calculations have shown that the given construction has an appropriate margin of lasting quality. The assembling of the pneumatic system was simulated in the program "AUTOSIM200_v2". Simulation results show that the system works properly and the selected items are suitable for general pneumatic system. The electrical circuit was also simulated in the same program, and the simulation has shown that the circuit has been assembled correctly. The program called "Solidworks" was used to design the instrument. The device has an ergonomic design. Operational comfort was taken into account while drafting. This project helps assemble a device for removing t toggles, which allows the company to acquire an improved apparatus, equip it with suitable properties and increase the quality of work on the production lines. When working on this project, I have gained a lot of new knowledge, I have also mastered new software for the simulation of pneumatic and electrical systems as well as have been able to apply the knowledge I gained at university in practice.

KASUTATUD KIRJANDUS

- 1.FESTO kataloog. http://www.festo.com/cms/ru_ru/index.htm (05.01.2014).
2. http://www13.boschrexroth-us.com/catalogs/mge70/MGE_7-0_Catalog-2011_10.pdf (06.01.2014).
- 3.Põdra, P. (2004). Tugevusanalüüsi alused.
http://www.mh.ttu.ee/priitp/Tugevusopetus/Tugevusanaluusi_alused/6_Detailide_tugevus_paindel.pdf (06.01.2014).
- 4.http://www.mh.ttu.ee/alina/Masinaelemendid/Masinaelemendid%20I/Harjutustund%20nr%206/ME%20harjutustund%206_10.10.12_.pdf (06.12.2013).
- 5.SMC Pneumatics (Ireland) Limited. (06.12.2013).
6. <http://www.lasermet.ru/lazernaya-rezka-metalla.html> (05.01.2014).
- 7.http://pneumoprivod.ru/pbl_param.htm (06.01.2014). (Pneumaatika alused)
- 8.<http://www.smc-pneumatics.ie/pages/cad/downloadable-software-tools.php> tarkvara, kasutusjuhendeid.

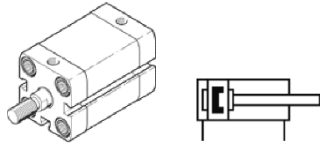
LISAD

Lisa 1. Compact cylinder ADNP-20-60-A-P-A

Part number: 571934

FESTO

To ISO 21287, for position sensing, with male thread on the piston rod.

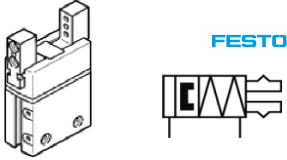


Data sheet

Feature	values
Stroke	60 mm
Piston diameter	20 mm
Piston rod thread	M8
Based on the standard	ISO 21287
Cushioning	P: Flexible cushioning rings/plates at both ends
Assembly position	Any
Piston-rod end	Male thread
Design structure	Piston Piston rod Cylinder barrel
Position detection	For proximity sensor
Variants	Single-ended piston rod
Operating pressure	0.6 ... 10 bar
Mode of operation	double-acting
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Corrosion resistance classification CRC	2
Ambient temperature	-10 ... 60 °C
Impact energy in end positions	0.16 J
Theoretical force at 6 bar, return stroke	141 N
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	188 N
Moving mass with 0 mm stroke	20 g
Additional weight per 10 mm stroke	17 g
Basic weight for 0 mm stroke	115 g
Additional mass factor per 10 mm of stroke	2 g
Mounting type	Optional with through hole with internal (female) thread with accessories
Pneumatic connection	M5
Materials information for cover	PA-reinforced
Materials information for seals	TPE-U(PU)
Materials information for piston rod	Wrought Aluminium alloy Anodised
Materials information for cylinder barrel	Wrought Aluminium alloy Smooth anodised

Lisa 2. Parallel gripper DHPS-10-A-NO

Part number: 1254041



Data sheet

Featur	values
Siz	10
Stroke per gripper jaw	3
Max. replacement	< 0.2
Max. angular gripper jaw backlash	< 0.5 deg
Max. gripper jaw backlash	< 0.02
Rotationally	< 0.2
Repetition accuracy,	< 0.02
Number of gripper	2
Assembly	An
Mode of operation	double-
Gripper	Paralle
Gripper force back-	On
Design structure	Leve guided motion sequence
Guid	Plain-bearing
Position detection	For proximity
Operating pressure	4 ... 8 bar
Max. operating frequency of	4
Min. opening time at 6 bar	19
Min. closing time at 6	30
Operating	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Corrosion resistance classification	1
Ambient temperature	5 ... 60
Mass moment of inertia	0.082 2
Max. force on gripper jaw Fz	60
Max. torque at gripper Mx	3
Max. torque at gripper My	3
Max. torque at gripper Mz	3
Lubrication interval for guide	10Mio
Max. ground per external gripper	60
Product	68
Mounting	Optiona Internal thread and centring sleeve With through-hole and centring sleeve
Pneumatic	M
Materials note	Conforms to
Materials information for cover	P
Materials information,	Wrought Aluminium Hard anodised
Materials information for gripper	High alloy steel, non-

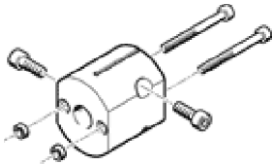
Lisa 3. Adapter kit

HAPG-18

FESTO

Part number: 163267 for

the combination of
grippers with drives.



Data sheet

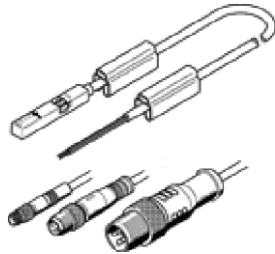
Feature	Values
Assembly position	Any
Corrosion resistance classification CRC	2
Materials note	Free of copper and PTFE
Materials information for plate	Wrought Aluminium alloy

Lisa 4. Proximity Sensor SMT-8M-A

Part number: 574333



Minimum order 10 units



Data Sheet

Feature	Value
Design	for T-slot
Based on the standard	EN 60947-5-2
Authorisation	UL - Listed (OI) RCM Mark
CE mark (see declaration of conformity)	to EU directive for EMC
ATEX category Gas	II 3G
Explosion ignition protection type Gas	Ex nA IIC T4 X Gc
ATEX category Dust	II 3D
Explosion ignition protection type Dust	Ex tc IIIc T120°C X Dc IP65
Explosion-proof ambient temperature	-40°C ≤ Ta ≤ +70°C
Materials note	Cable halogen-free Cable oil-resistant Free of copper and PTFE Conforms to RoHS
Measured variable	Position
Measuring principle	Magnetostrictive
Ambient temperature	-40...85°C
Switch output	NPN PNP Non-contacting 2-wire PNP/NPN switchable
Switching element function	Normally closed contact Normally open contact N/C or N/O contact switchable
Switching output repetition accuracy in ± mm	0.1
Switch-on time	< 1 ms
Switch-off time	< 1 ms
Max. switching frequency	180 Hz
Max. output current	100
Max. output current in mounting kits	100
Short circuit strength	Pulsing
Overload withstand capability	Available
Nominal operating voltage DC	24
Operating voltage range DC	5...30 V
Polarity protected	for all electrical connections
Electrical connection	2-pin 3-pin Cable Cable with plug

GRAAFILINE OSA

- [1] http://prime-technic.by/upload/MGE_13.0_RUS_low.pdf
- [2] http://www13.boschrexroth-us.com/Framing_Shop/Dims/20x20_gusset_dims.gif
- [3] https://www.festo.com/cat/ru_ru/data/SI1/5A8E2D5AF997482EB0F083B5D6FD1F2A.png
- [4] http://www.festo.com/net/ru_ru/SupportPortal/default.aspx?q=DHPS-10-A-NO
- [5] http://www.festo.com/net/ru_ru/SupportPortal/default.aspx?q=VUVG&tab=2
- [6] http://www.festo.com/net/ru_ru/SupportPortal/default.aspx?tab=2&q=573406
- [7] http://www.festo.com/net/ru_ru/SupportPortal/default.aspx?q=SMT-8M-A&tab=2
- [8] <http://www.hawco.co.uk/UserFiles/Products/463-635.jpg>

