



TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL

MEHHATROONIKAINSTITUUT

Mehhanosüsteemide komponentide õppetool

MHE40LT

Nikita Katušin

SURVEVALUMASIN

BSc lõputöö

Autor taotleb
tehnikateaduste bakalaureuse
akadeemilist kraadi

Tallinn
2016

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..... juhendamisel

“.....”201...a.

Töö autor

..... allkiri

Töö vastab bakalaureusetööle esitatavatele nõuetele.

“.....”201...a.

Juhendaja

..... allkiri

Lubatud kaitsmisele.

..... õppekava kaitsmiskomisjoni esimees

“.....”201... a.

..... allkiri

TTÜ mehhatroonikainstituut
Mehhanosüsteemide komponentide õppetool
BAKALAUREUSETÖÖ ÜLESANNE

2016. aasta kevadsemester

Üliõpilane: Nikita Katušin, 134811MAHB

Õppekava: MAHB13

Juhendaja: dotsent Igor Penkov

Konsultandid:

LÕPUTÖÖ TEEMA (eesti ja inglise keeles):

Survevalumasin

Injection molding machine

Lõputöös lahendatavad ülesanded ja nende täitmise ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Täitmise tähtaeg
1	Üldise materjali kogunemine. Ülesande püstitus.	22.02.2016
2.	Tööprotsessi kirjeldus	10.03.2016
3.	Detaili joonestamine	17.03.2016
4.	Vajaliku surve määramine	15.04.2016
7.	Juhtimisprogrammide koostamine	31.04.2016
8.	Lõputöö vormistamine	16.05.2016

Lahendatavad inseneritehnilised ja majanduslikud probleemid:

Pressvormi surve määramine, detaili joonestamine ja juhtimissüsteemi koostamine.

Täiendavad märkused ja nõuded:

Töö keel: Eesti keel

Kaitsmistaotlus esitada dekanaati hiljemalt 16.05.2016 **Lõputöö esitamise tähtaeg**
20.05.2016

Üliõpilane Nikita Katušin /allkiri/ kuupäev

Kontakttelefon 53337158 E-mail: nikita.katusin@gmail.com

Juhendaja Igor Penkov /allkiri/ kuupäev

Konfidentsiaalsusnõuded ja muud ettevõttepoolsed tingimused formuleeritakse pöördel

Sisukord	
EESSÕNA	4
SISSEJUHATUS	5
1. SURVEVALUPROTSESS	6
1.1 Survevalumasina peamised osad.....	6
1.2 Survevalumasina tööpõhimõte	7
1.3 Kinnisruumis süsteem.....	9
2. DETAILI LÄHTEANDMED	10
2.1 Detaili analüüs.....	10
2.2 Materjali valimine	12
2.3 Valumasina andmed.....	12
3. VORMI KONSTRUEERIMINE	13
3.1 Kinnisruumisjõu leidmine.....	13
3.2 Pesade paigutus	14
3.3 Kaane hoidjad.....	15
4. KÜTTEELEMENTIDE PROGRAMMEERIMINE.	16
4.1 Kütteelementide analüüs.....	16
4.2 Unitronics M90/M91.....	18
4.3 Makett	23
4.4 Kasutusjuhend.....	24
4.5 Programmi tööpõhimõte	25
OHUTUSJUHEND	27
KOKKUVÕTE	28
SUMMARY	29
VIIDATUD ALLIKAD	30
LISAD	31

EESSÕNA

Käesoleva töö sisuks on uurida survevalumasina koostist, plastmassi survevaluvormi projekteerimist, konstrueerida plastmassi survevaluvormitelefoni kate tootmiseks, juhtimise programmi koostamine ja programmeerimine kasutades programmeeritavaid kontrollereid.

Ettevalmistustööde käigus külastasin ettevõtteid Sumar OÜ ja Sektoplast OÜ. Need kaks ettevõtet tegelevad vormi projekteerimisega. Sektoplast OÜ tegeleb ka plastmassi ümbertöötlemisega. Sumar OÜ asub Tallinnas ja Sektoplast OÜ asub Kohtla-Järve lähedal. Ettevõtete direktorid andisid mulle konsultatsioone, kus ma küsisin plastmassi tootmise kohta.

Töös käsitletakse survevaluvormi konstrueerimis etappe ja vajalikke arvutusi, programmikoodi ja selle tööpõhimõtet. Töö sisaldab sissejuhatust, survevalu protsessi tutvustust, konstruktiivset osa, juhtimise osa, kokkuvõtet, majanduslikku osa, lisasid ja jooniseid.

SISSEJUHATUS

Plastmassi tootmine on maailmas üks levinuim tööstusharu. Paljud tooted meie kaasaegses elus on valmistatud plastikust. Detaili tööstusprotsessi valimine sõltub füüsilistest iseloomustustest, töötingimustest, materjalidest jne. Kõige levinuim ja produktiivseim tööstusprotsess on survevalu. See meetod annab võimaluse valmistata igasuguseid tooteid ja detaile. Survevalu abil on võimalik valada nii lihtsaid kui ka keerulisi detaile.

Esimene survevalumasin patenteeriti aastal 1872 John W. Hyatt'i poolt. Plastmassi tööstus arenes jõudsalt 1950-datel aastatel, pärast teist maailmasõda. Survevalumasinad võivad toota masstooteid ja see on väga suur eelis. Üldiselt on survevalu protsess samasugune protsess, mis leiutati rohkem kui 65 aastat tagasi. James Hendry ehitas esimese tigu-valumasina ja see oli revolutsioon plastmassi tööstuses, sest tigu abil on võimalik täpsemalt kontrollida valamise kiirust ja sellega ka toote kvaliteeti [2].

Muidugi on plastmassi survevalu tööstus aastatega jõudsalt arenenud ja automatiseerunud. Tänapäeval kasutatakse survevalu mitmete tööstusharude jaoks nagu ehitus, kodumasinad, meditsiin, autotööstus, mänguasjad, pakendid ja kosmonautika.

1. SURVEVALUPROTSESS

Survevalu on survetöötluseliik, mille puhul sulaaaine juhatakse surve all valuvormi. Survevalumeetodil valatakse laialdaselt tsingi, magneesiumi, alumiiniumi ja vasealusel saadud sulameid ja plastmassi [1].

1.1 Survevalumasina peamised osad

Peamised elemendid survevalumasinas:

1. Vorm ja kinnisruumi süsteem.
2. Injektsiooni sõlm
3. Hüdroajam
4. Väljatõuke süsteem
5. Juhtimissüsteem
6. Kaitsemehhanism

1. **Vorm** moodustab detaili. Koosneb kahest elemendist, millest igaüks on jäigalt kinnitatud. Üks osa fikseeritud plaadil, teine - liikuval.

2. **Injektsiooni sõlm**. See element täidab survevalu: liigutades polümeeri, kütet, temperatuuri hooldust ning tagades ühtlase sulami, samuti injektsiooni plastik toorainena valuvormi.

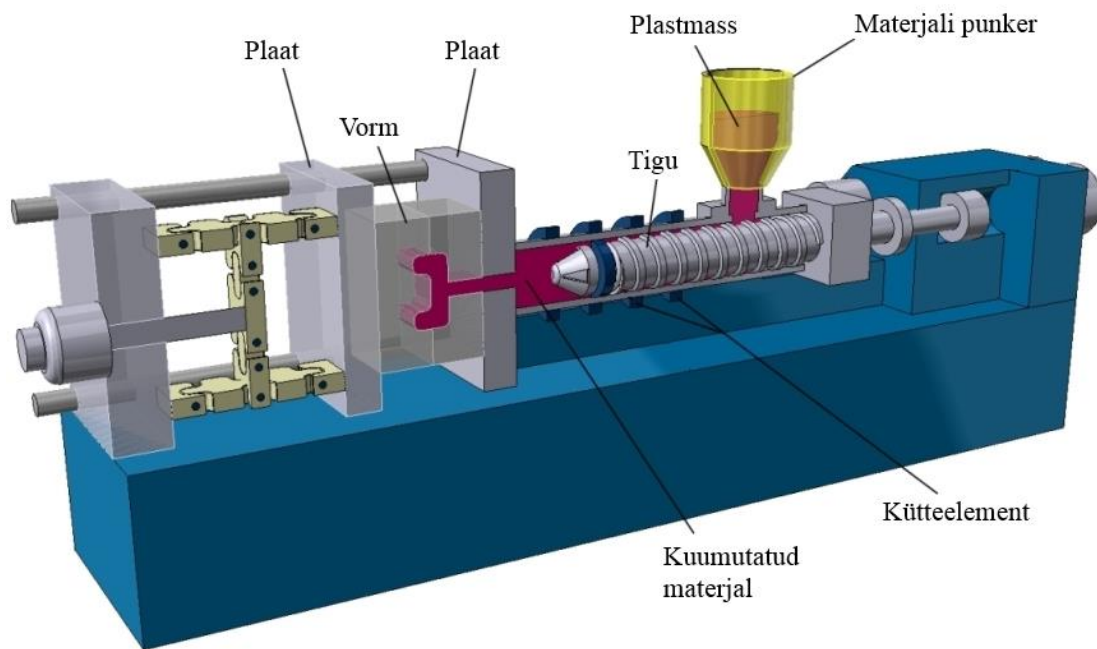
3. **Hüdroajam** vastutab positsioneerimise täpsuse ja kiiruse kontrolli ning rõhu reguleerimise eest.

4. **Väljatõukamise** süsteem kujutab endast hüdroajamit koos kärnidega.

5. **Juhtimissüsteem** teostab kontrollimist ja jälgimist kogu seade eest.

6. **Kaitsemehhanisme** kaitsevad survevalu võõrkehade ruumi düüsi ees, kontrollivad õli taset paagis ja erinevate seadmete usaldusväärtust.

Peamised osad ja vormi asetus on näidatud seel 1 [3].

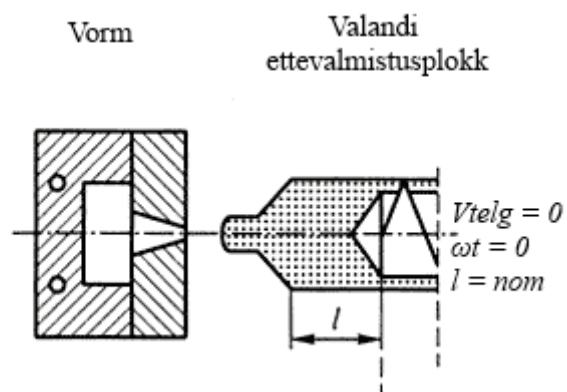


Sele 1. Survevalumasina peamised osad [3].

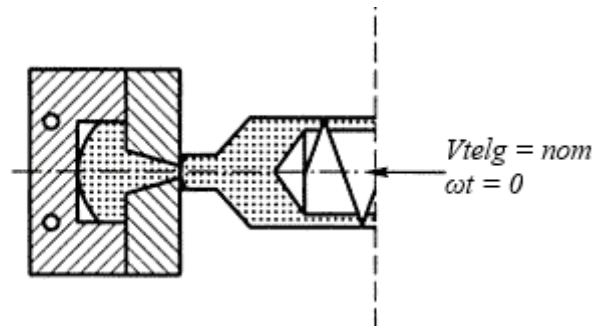
1.2 Survevalumasina tööpõhimõte

Survevalutsükkel koosneb viiest peamisest osast [2]:

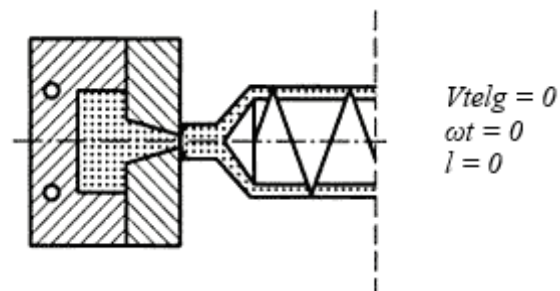
1. Materjali doseerimine ja silindri täitmine.



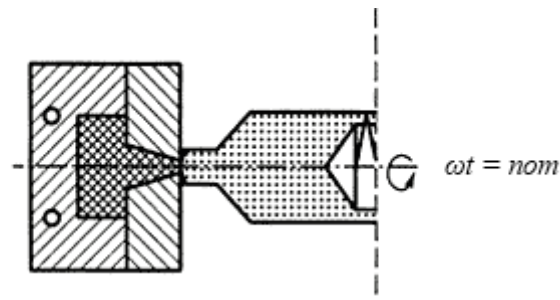
2. Materjali plastifikatsioon



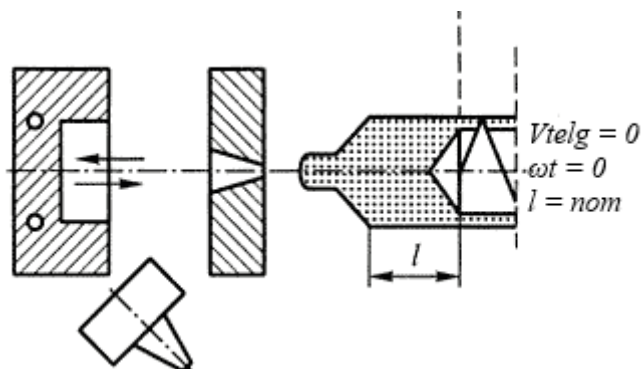
3. Vormi täitmine



4. Detaili jahutamine



5. Vormi avanemine ja detaili väljatõukamine

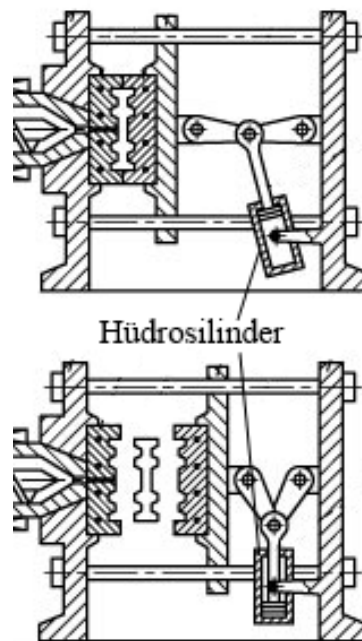


Peamiselt kirjeldavad survevalu tööpõhimõtet järgmised tsüklid. Sulamaterjal on valmistatud ja koguneb silindrisse, et valada kinnisesse vormi (positsioon 1). Mõõda silindrit on paigaldatud 3-5 kütteelementi, mille peamine ülesanne on kuumutada

plastmassi. Kütteelementide temperatuurid muutuvad vahemikus 10-20 °C. Viimane temperatuur peab olema suurem või võrdne plastmassi plastifikatsiooni temperatuuriga, mis sõltub materjalist (100...270°C). Pärast tigutsilindrit, kus asub kuumutatud materjal, läheb kinni. Plastmass aksiaalliikumise ja kiirusega *Vtelg* liigub vormi (positsioon 2). Tulemusena lõpetab tigutsilinder oma liikumise positsioonis 3. Edasi jahtub sulamaterjal vormis (positsioon 4). Vorm avaneb oma lahtuspinnalt ja detail tõugatakse vormist välja (positsioon 5), tsükkel kordub. On vaja ka arvesse võtta, et mõnel seadel kasutatakse ka vormi kuumutamist ja jahutamist.

1.3 Kinnisruumis süsteem

Kinnisruumis süsteem töötab hüdroajamite abil. Hüdrosilindri maksimaalne jõud peab olema võrdne sõlmimis jõuga ja on suurem kui pöörleva teoga tekitatud rõhk. Seda on vaja arvesse võtta, et sulaplast ei saaks tungida vormipoolte vahele.



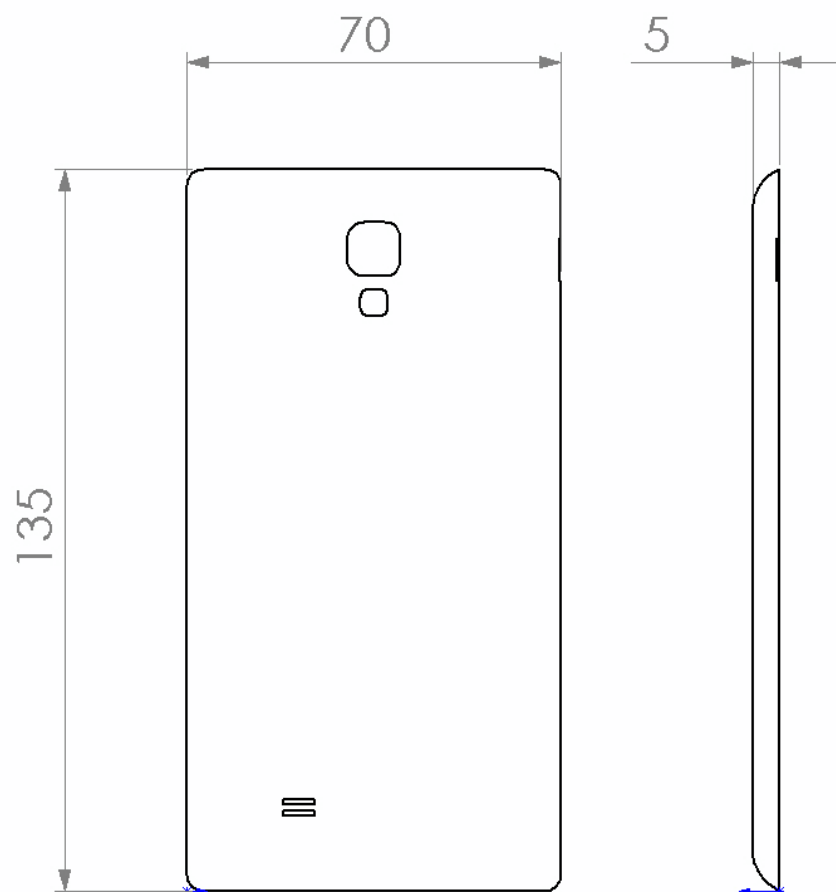
Sele 4. Kinnisruumis süsteem.

2. DETAILI LÄHTEANDMED

Vormi konstrueerimiseks on vaja koguda lähteandmeid. Vajalikud lähteandmed on: detaili joonis ja mudel, detaili materjal, pesade arv, kasutatav press. Esiteks on vaja detaili analüüsida, et luua vormi konstruktsioon. Analüüsi koosseisu kuuluvad detaili kaal ja pindala, valatava plasti kogus, valatava plasti kiirus. Tuleb analüüsida pressi tehnilisi andmeid.

2.1 Detaili analüüs

Valatavaks detailiks on telefoni kate. Telefoni kate on seinapaksusega 1 mm ja massiga 10,04 g.



Sele 5. Valatava detaili üldjoonis.



Sele 6. Valatava detaili 3D vaade.



Sele 7. Tagakülg.

2.2 Materjali valimine

Telefoni kate omab eriomadusi ja arvestab eritöötingimusi. Ta peab olema meeldiv puutele, ei või põhjustada nahaärritust, vee- ja kuumuskindel, keskkonnasõbralik, mürgitusvastane ja hästi välja nägema. Kõige rohkem sobib selleks materjal ABS (Acrylonitrile butadiene styrene), mida kasutatakse tihti kodumasinate ja mänguasjade tootmiseks. Seoses sellega on detaili materjal ABS.

Tootmisvõimsus moodustas ABS maailmaturul 2006. aastal 8 miljonit tonni, kusjuures selle perioodi lõpus oli tarbimine tasemel 72% võimalikust väljundist. Keskmine aastane kasvutempo maailmaturul ABS poolt 2010. aastal oli hinnanguliselt 5,5% (Trading Association «PlasticsEurope»). Tervikuna oli aastateks 1998-2005 maailma tarbimine ABS plastikust kasvanud 48%.

Katte töökeskkond on patarei juures, kus kogu aeg genereeritakse soojust ja ABS termilised omadused on selleks väga sobilikud. Tema kasutustemperatuur võib olla vahemikus 75-80°C ja hetkeline kuni 100°C.

Tabel 1. ABS olulisemad andmed [4].

	Tihedus. g/cm ³	Sulamaterjali temperatuur. °C	Temperatuur väljatõukamisel. °C	Kahanemine. %
ABS	1,02-1,08	210-260	~100	0,4-0,7

Mehhaanilised, elektrilised ja termilised omadused on toodud lisas 1.

2.3 Valumasina andmed

Kasutatav valumasin on ДЕ3330.Ф1. Valumasina juhend on antud ettevõtte Sektoplast poolt. Ettevõtte direktor andis mulle konsultatsiooni, kus ma küsisin plastmassi tootmise kohta ja ta andis valumasina juhendi. Valumasina näitajad on toodud lisas 2.

3. VORMI KONSTRUEERIMINE

Kui detaili andmed on analüüsitud, saab alustada vormi konstrueerimisega. Edasiselt on kirjeldatud põhilise konstrueerimise sammud.

3.1 Kinnisruumisjõu leidmine

Vormi konstrueerimise ajal on vaja kontrollida maksimaalset tekitatavat jõudu. Seda on vaja kontrollida, et materjal ei suruks läbi vormi poolte vahele. Survevalu protsessis tekib suur surumisjõud (10...100 MPa). Minimaalse kinnisruumisjõu leidmiseks leitakse detaili projektsiooni pindala ja rõhk, mis mõjutab vormi poolte üksteisest lahti surumist.

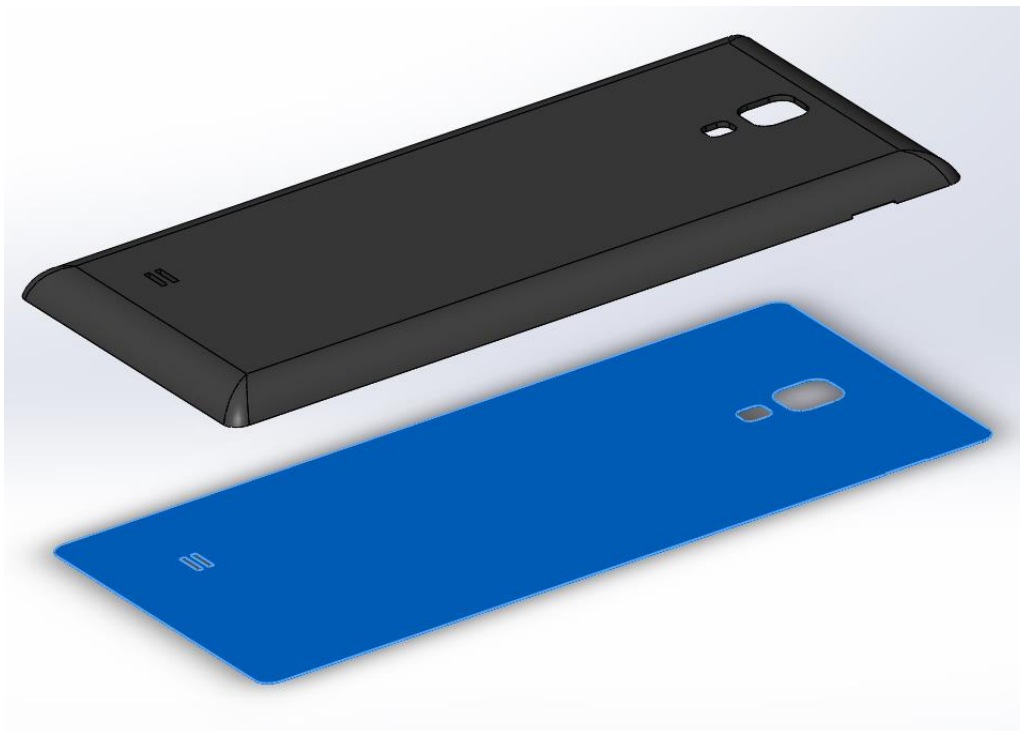
Vormi jõu leidmiseks kasutatakse järgmist valemit:

$$F = p \cdot A \quad (1)$$

kus, F - pinnale mõjuv jõud, N;

p - pinnale mõjuv rõhk, MPa;

A - rõhuga koormatud pinna pindala, mm².



Sele 8. Detaili projektsiooni pindala.

Vormile mõjuv jõud leitakse järgmiselt:

$$F = p \cdot A \cdot n \quad (2)$$

kus, F – pinnale mõjuv jõud, N;

p – valandi rõhk, 22 MPa;

A – detailide projektsioonide pindala, 11363mm²;

n – pesade arv.

$$F = 22 \cdot 11363 \cdot 2 = 499,9 \text{ kN} \sim 500 \text{ kN}$$

Pressi kinnisruumisjõud peab olema suurem vormis mõjuvast jõust. Kontrollimiseks leitakse pressi andmete tabelist suurim kinnisruumisjõud:

$$F < F_{\text{KSJ}} \quad (3)$$

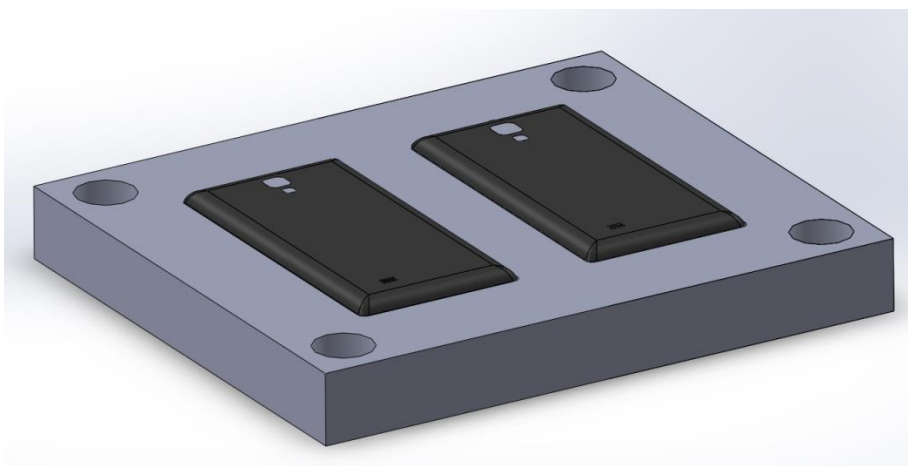
Kus F_{KSJ} – on pressi kinnisruumisjõud.

$$500 \text{ kN} < 1150 \text{ kN}$$

See tähendab, et pressil on olemas piisav jõuvaru vormi kooshoidmiseks.

3.2 Pesade paigutus

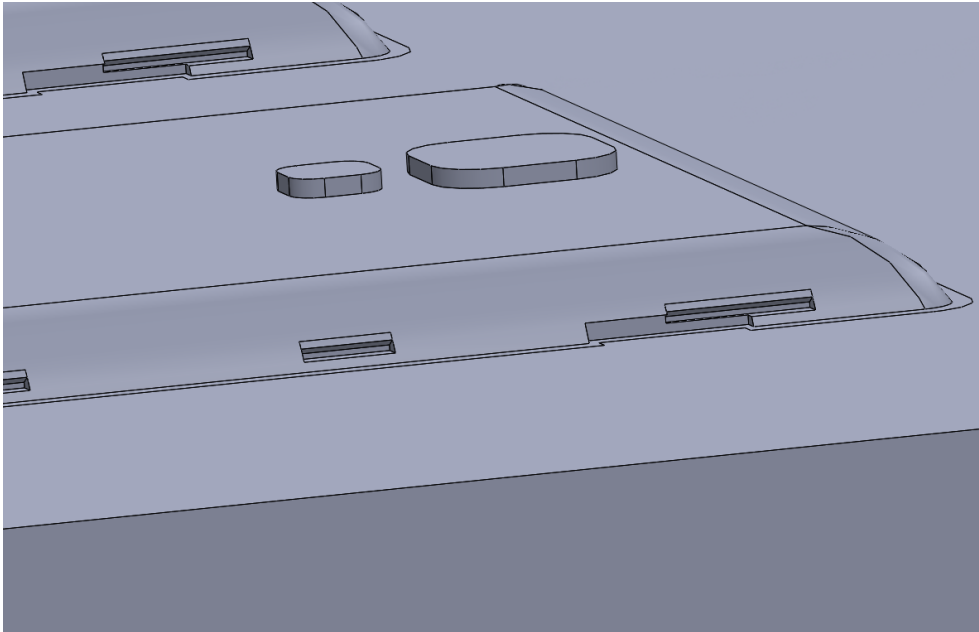
Pesade arv on 2. See on tingitud valumasina andmetest. Seepärast võib maksimaalne vormi suurus olla 250 mm (lisa 2). Detaili vaheline kaugus on 80 mm. Need kaugused on valitud ligikaudselt, et mahuksid ära jahutuskanalid, tõukurid ja pesade kinnituspoldid.



Sele 9. Detaili asetus

3.3 Kaane hoidjad

Telefoni kate on suhteliselt lihtne detail, aga siin on oma spetsiifika. Telefoni kate kinnitatakse hoidikute abil mööda siseperimeetrit ja projekteerimise jooksul on vaja seda arvestada. See mängib rolli kui tõugatakse detaili välja. Detaili väljatõukamine vormist peab toimuma nagu reaalses telefonis. Kõigepealt lahutatakse see osa kus on pügal.



Sele 10. Pügali asetus vormis

Kuna detail on tehtud plastmassist ta suudab deformeeruda, kaane hoidjad ei saa murduda.

4. KÜTTELEMENTIDE PROGRAMMEERIMINE.

Käesolevas töös proovisin koostada programmikoodi mikrokontrolleritel Unitronics M90/M91, kus tein kütteelementide juhtimise simulatsiooni. Et täpsemalt arusaada kuidas programm tegutseb käsitlen alljärgnevalt kütteelementide analüüsi ning kirjeldan oma programmi ja mikrokontrollerite tööpõhimõtet.

4.1 Kütteelementide analüüs.

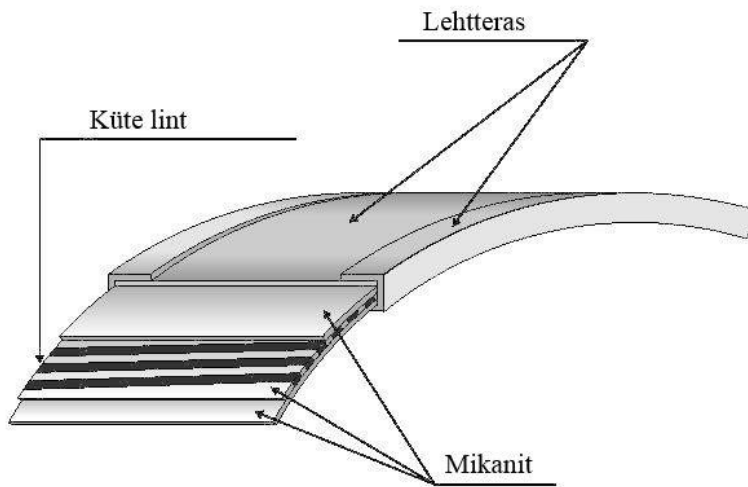
Nagu on eeltoodud, survealumasinas on olemas kütteelemendid. Materjali kuumutamine mängib olulist rolli piisava plastifitseeruva materjali. Nõudlik temperatuur sõltub materjali omadustest, kuid see protsess peab toimuma kogu varda osas. Survealumasinas kasutatakse selleks ringkütteelemente.



Sele 11. Kütteelemendid

Ringkütteelementi kasutatakse silindriliste tehnoloogiliste seadmete ja kodumasinate detailide kuumutamiseks, näiteks survealumasinad, ekstruderid, taara ja pakendite tootmise seaded, vormid survevalu tööstuses, rakised, foonid torujuhtmed.

Tööpõhimõte on selline, et soojust kantakse üle kütteelemendist detailile kokkupuutel. Küttekeha on tehtud traadist või kõrge rekestiivsest sulamist. Isolatsioonimaterjal on mikanit või keraamika.



Sele 12. Põhielemendid

Metall kaeluse kuumutusseade kujutab endast rekestiivset linti laiusega 3-4 mm, mis on keritud mikanite kihile. Ja kõik see on paigutatud roostevabast terasest korpusesse.

Et suunata suurem osa energiast tööpindalale, selleks katke kütteseade tagakülje siseosa soojusisolatsiooni materjaliga. Samuti varustatakse need kütteelemendid termopaaridega nagu andur.

Temperatuuri valimine survevaluseadel peab arvestama järgmisele valemile:

$$t_1 < t_2 < t_3 \quad (4)$$

kus $t_{1,2,3}$ – temperatuur kütteelementidel.

Tabel 2. Kütteelementide karakteristikud [6].

Min. siseläbimõõt, mm	25
Maks. välisläbimõõt, mm	380
Min. laius, mm	20
Maks. laius, mm	300
Paksus, mm	3-4
Maks. võimsus, W/cm ²	4
Pinge	12, 24, 48, 110, 220, 400
Kütteelementide töötemperatuur, °C	350

4.2 Unitronics M90/M91

M90 / M91 on innovatiivne mikro-PLC (Programmable Logic Controller) sisseehitatud juhtpaneeliga. Juhtpaneelil on LCD ekraan, mis suudab kuvada kahte tekstirida 16 märgiga (üks rida mudelites M90) ja omab klaviatuuri. M90 / M91 seeria pakub parda väljundi erinevaid konfiguratsioone, sealhulgas otsesed mõõtmised sisendtemperatuure ja kaali. Konfiguratsiooni saab laiendada, sisendite ja väljundite lisamoodulite kõrvalt. M90 / M91 on ideaalne lahendus juhtimiseks väikeste ja keskmiste suurusega äppile nagu veepuhastuses, automaatjuhtimises ja mujal tehnoloogilistes protsessides. [7]



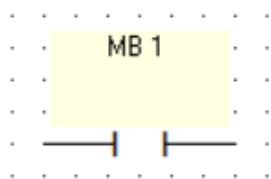
Sele 13. Programmeeritav kontrolleri M90

Kontrollerites on võimalus programmerida kuni 80 erinevat displeini, igäüks koosneb kahest (M91) või ühest (M90) tekstireast 16 märgiga. Displei omab kuvari taustvalgustust, mis on koguaeg sisse lülitatud. Igale displeile on võimalik kuvada 4 muutlikku. Kontroller toetab 7 erinevat muutlikku, aga projektides on võimalus kasutada 50 muutlikku. Mõned muutlikud võivad omada oma andmebaasi kuni 2kB. Iga kontroller omab mälu kuni 2048 sõna. Kontrolleril on olemas 15 membraaniga kaitstud klahvi, kus klahv "I" kasutatakse, selleks et pääseda informatsioonil ekraanile. Selles kontrolleris on võimalus laiendada sisendi/väljundi pordi arvu, maksimaalselt 65 pordini. Kontrolleri sisselülitamise jooksul toimub riistvara konfiguratsiooni kontroll. Pärast programmi üleslaadimist toimub kontrolleri isesev restart.

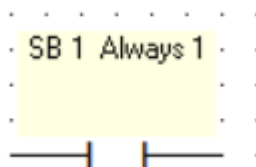
Kontrolleris kasutatakse flash-mälu. See tähendab, et protsessor saadab uue programmi flash-mälusse. Selleks, et käesolev programm töötaks üheaegselt üleslaadimisega kontrollerisse, protsessor saadab programmi flash-mälust RAM-mälusse senikaua, kuni üleslaadimis operatsioon ei lõpe. Pärast tagastab ta programmi flash-mälusse ja käesolev programm jätkab töötamist. Flash-mälu kasutamine garanteerib kaitset kasutajale, et programm ei sõltu toitmise.

Mälumassiiv formireeritakse 4 elemendist. Nende seas on:

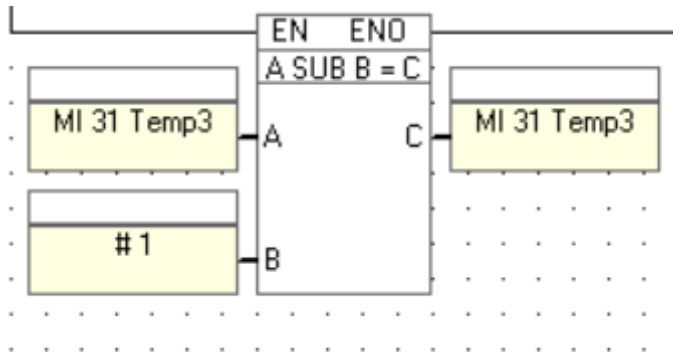
- MB - mälu biti organisatsiooniga, kus on võimalikkud loogilised elemendid väärtusega 1 või 0.



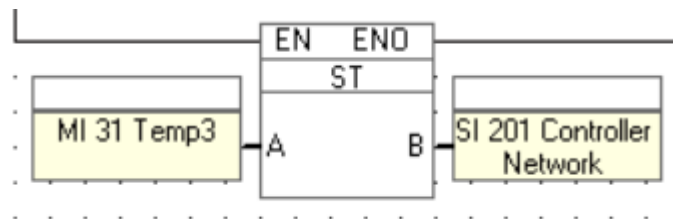
- SB - biti organisatsiooniga mälu, mis kontrollib süsteemi.



- MI - täisarvuline mälu - kontrolleri registrid, mis võivad olla mistahese väärtusega, täisarvu piirides.

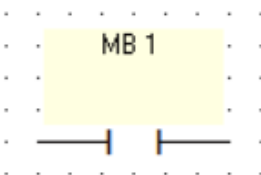


- SI - registrid, mis kontrollivad süsteemi.

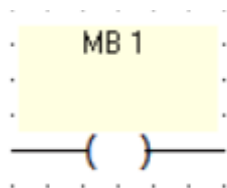


Lisa elemendid:

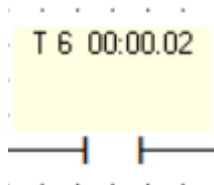
- Sisendid



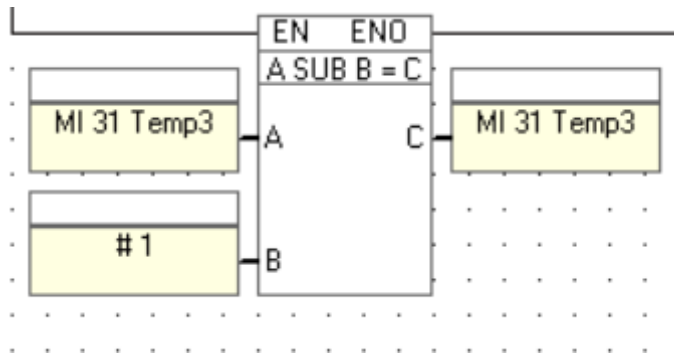
- Väljundid



- Taimerid



- Konstandid(#)



Struktuur:

- Maksimaalne MB arv - 256.
- Maksimaalne MI arv - 256
- Maksimaalne taimerite arv - 64
- SB või SI funktsioon sõltub kommentaaridest. Selle tõttu kasutades neid on vaja jälgida kommentaare.

Näiteks:

Op	Addr	In Use	Power Up	Value	Symbol
SI	0	<input type="checkbox"/>			Scan Time (mSec)
SI	1	<input type="checkbox"/>			10mS Counter
SI	2	<input checked="" type="checkbox"/>			Current HMI Display
SI	3	<input type="checkbox"/>			Last HMI Display
SI	4	<input type="checkbox"/>			Divide Remainder
SI	5	<input type="checkbox"/>			Output(s) short circuit BitMap

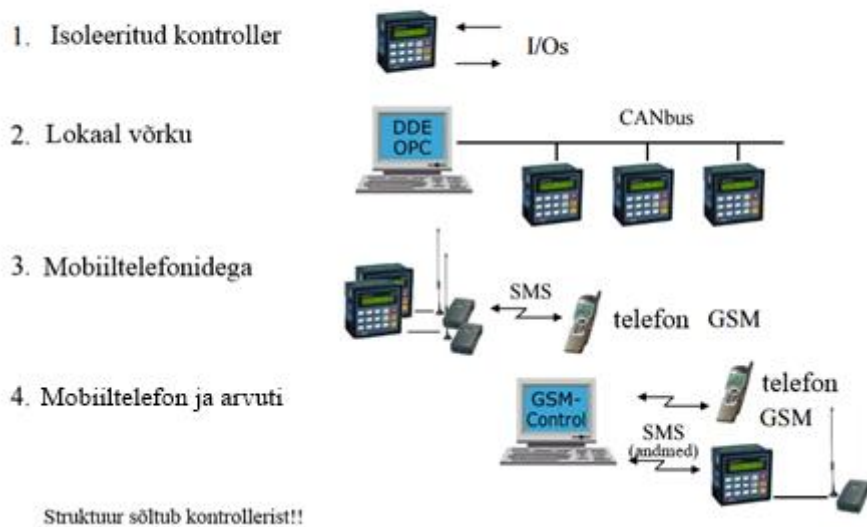
Oluline osa igas programmeerimis keeles on funktsiooniplokid. Funktsiooniplokid soodustavad efektiivsemalt täiendada erioperatsioone, aitavad programmeerimise jooksul vähendada aega ja mahtu. Nende seas: AND, OR, NOT, summaatorid jne.

4.3 Side

M90 võib töötada erinevate süsteemidega. Nende seas:

- Isoleeritud töötamine - kontrollid töötavad ainult programmiga, mis on temas laaditud.
- Lokaal võrku ning CANbus - selles süsteemis kontrollid suhtlevad ja tegutsevad omavahel.
- GSM modem - võib saata ja vastuvõtta sms-sõnumite käske.
- GSM kontroll - telefoni ja arvuti koostöö.

Töötab erineva süsteemidega:



Sele 14. Side

4.3 Makett

Kontroller Unitronics M90/M91 displei ja klaviatuuriga, GSM-modem ja CANbus

Sisendid:

- Binaar

0 roheline nupp

1 punane nupp

2 põrutusandur / lüliti

3 - 5 IR andurid / lülitid

- Analoog

0 temperatuuriandur

Väljundid:

- Binaar

0 roheline tuli

0 - 5 valgusdiodid

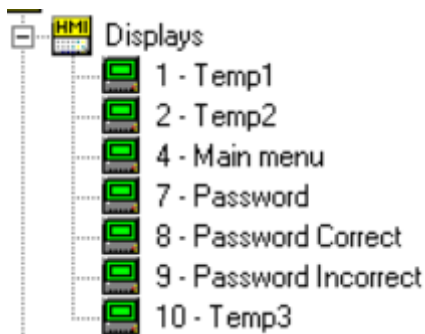


Sele 15. Kasutatud makett

4.4 Kasutusjuhend

M91 programmeerimine toimus arvuti abil, kasutades tarkvara Ladder U90.

Kasutatud displeid (rohkem lisas 3):



Sele 16. Displeid kontrollril 1



Sele 17. Displeid kontrollril 2

Meil on kahest kontrollrist koosnev automaatikasüsteem, mis imiteerib temperatuuri sisestamist.

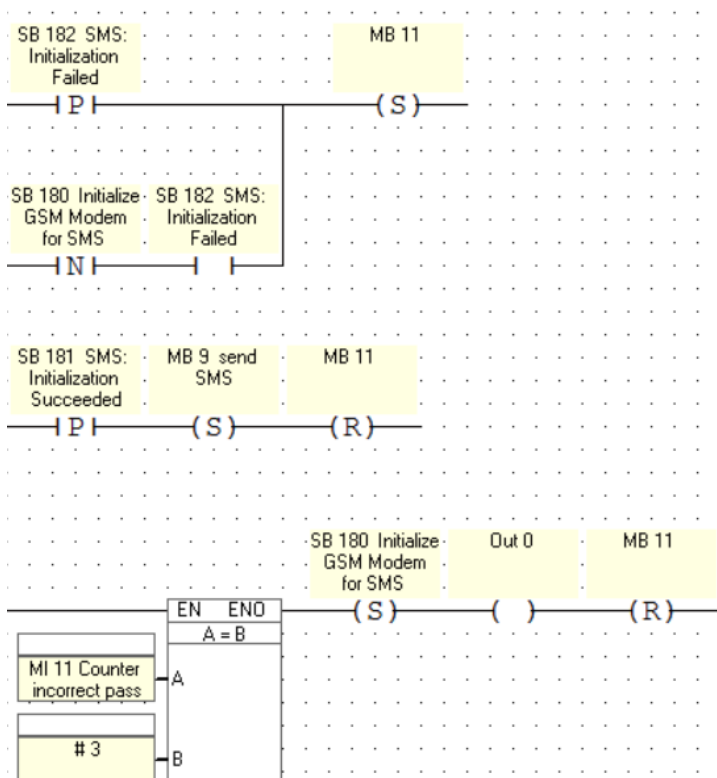
1. kontrolleri 1 on täitmise keskus, kust saab kontrollida temperatuuri 3 ringkütteelementidel, töötab poolautomaatrežiimis. Kütteelement valitakse teisel kontrollril. Iga elemendi temperatuuri võib muuta vahemikus 23 kuni 350. Automaatrežiimis sisestatakse arv ja see suureneb või väheneb vajaliku tasemini.
2. kontrolleri 1 annab võimaluse saata infot ja vastu võtta käsked sms-sõnumite abil. Kui sisestatakse parooli 3 korda valesti, siis saadakse sms-sõnumi selle kohta.
3. Kui saadakse sms-sõnumi tekstiga "Ok" ja saadakse samasugune tekst, siis kontrollitakse, kas süsteem töötab.
4. kontrolleri 2 imiteerib juhivat objekti, mille suhtlemine toimub läbi CANbusi. Siin valitakse töörežiim, vaid juhtimine toimub esimesel kontrollril.

5. kontrolleri 2 on ka turvasüsteemikeskus, kust saab objekti panna valvesse ja valvest maha võtta.

4.5 Programmi tööpõhimõte

Kontroller 1 on automaatikasüsteemi keskus, kust saab kontrollida temperatuuri. Pärast kontrolleri sisse lülitamist on vaja valida kütteelement tesel kontrolleriil. Automaatrežiimis sisestatakse temperatuur klaviatuuriga ja pärast vajutatakse ENTER. Automaatrežiimis temperatuur kasvab ja kahaneb. Temperatuurivahemik on 23-350 kraadi.

Kontroller 1 annab võimaluse saata infot ja vastu võtta käsk sms-sõnumite abil. Kui sisestatakse 3 korda vale parooli, siis lülitatakse sisse sms-modem(SB 180).



Sele 18. SMS-modem ja eeltingimus

Kasutaja saab saata sms-käsu, mille abil kontrollitakse, kas töötab sms-modem või mitte. Ta peab saatma „ok“. Kasutaja number on +37253337158. Kontrolleri number on 53845037 (sõltub SIM-kaardist).

Side kontrollerite vahel toimub läbi CANbusi. ID number esimesele kontrollerile on 2, teisele on 1. CANbus on vajalik turvasüsteemi kasutamiseks. Kui kasutaja ei sisesta parooli, siis ei saa temperatuuri muuta ja režiimi valida.

Kontrolleril 2 on olemas 3 režiimi: esimene, teine ja kolmas kütteelement. Et valida elementi, vajutatakse vastavat nuppu, kas "1""2" või "3". Ekraani muutumine toimub sünkroonselt mõlemal kontrolleril vastavalt režiimile. Kuid sisestamine toimub ainult esimese kontrolleri abil. Et pöörduda tagasi, vajutatakse nuppu "0".

Kontroller 2 on ka turvasüsteemikeskus, kust saab objekti panna valvesse ja valvest maha võtta. Valvesse pannakse kõik 2 kontrollerit nupu "0" abil, kui asetseme ekraanil režiimi valimisega. Pärast sisetame parooli. Parool on "569". Kui parool on vale, siis ekraanile kirjutatakse „Incorrect password“. Kui parool on õige, siis ekraanile kirjutatakse „Correct password“ ja pärast 2 sekundit töötab ekraan režiimi valimisega. Kasutades rohelist nuppu (IO) laaditakse süsteemi ümber (reset).

OHUTUSJUHEND

Kasutades plastikut survevalutööstuses on vaja täita ohutusjuhendit, sest plastikud võivad väljutada erinevaid toksilisi aineid jne.

Reaalne oht, mis võib ABS-plastik inimestele põhjustada, võib tekkida mitmel juhul [9]:

1. Materjali kuumutamine tootmise käigus (survevalu, ekstrusioon), võib tekkida akrülonitrili mürgiseid aure. Sell juhul on vaja, et tööruumides oleks suletud boksid võimsa ekstraktidega ja oleks tööstusprotsessi distantsjuhtimine. Seega ebasoovitav kasutada ABS 3D printimises.
2. Pole soovituslik kasutada toiduainetööstuses, seega ei saa kuumutada ja süüa plastmassi osakesi, sest kuumutamise ajal tekib akrülonitril. Mõjutavad koos alkoholiga (tekitab stürooli).
3. Kasutamine biomaterjalidega (meditsiinis) on lubatud.

Nagu teised plastmassid ABS on vaja ümber töödelda. Toode peab sisaldama niisugust märki:



Sele 19. Ümbertöötlemise märk

KOKKUVÕTE

Käesolevas töös arutatakse üksiku survevalumasina elemente, et demonstreerida tudengi omandatud oskusi ja teadmisi. Nimelt vormi konstrueerimine ja kütteelementide programmeerimine. Selle töö käigus rakendasin oma teadmisi hüdraulika, mehaanika, joonestamise ja programmeerimise oskust jne. Töö sisaldab nõudlikke joonestusi ja arvutusi, mida on vaja kasutada vormi projekteerimise ajal. Materjali ja düüsi valimine on läbi lastud, sest neid ja teisi konkretsed andmeid pole võimalik avaldada, kuid vormikonstrueerimine baseerub töökogemusel. See tähendab, et mõned andmed on võimalik saada ainult koostöös ettevõttega.

Teine lõputöö osa sisaldab programmi kirjeldust ja võib öelda, et see töötab täiesti korrektselt. Programmi abil on võimalik temperatuuri muuta kolmel kütteelemendil. See sisaldab valvesüsteemi ja võib isegi saata sms-sõnumit. Programm omab võimalust, et kasutada seda reaalses survevalumasinas.

Detailne masinate uuring lasti mõista projekteerimise keerukust isegi üksikuid elemente. Lõputöö andis võimaluse rakendada omandatud teadmisi nii selle töö käigus kui ka ülikoolis omandatud. Selles töös on võimalus, pikemalt arendada seda ka magistritöös.

SUMMARY

In this work separate parts of injection moulding machine are examined in order to show the student's acquired knowledge and skills. Specifically, engineering of a mould tool and programming of heater bands. While doing this work, the student used his knowledge in hydraulics, mechanics, ability to do technical drawings and programming, etc. The work contains the necessary technical drawings and calculations which are to be used during engineering of a mould tool. Such topics as choosing material, selection of nozzles and some others were omitted due to absence of information on the given topic in public access. Such kind of information is possible to get only at an enterprise because a lot of things are based on work experience.

The second part of the work contains the description of the program which works correctly and matches the problem setting. With the help of the program it is possible to change the temperature on three heater bands. There is a security system and a possibility to send text messages. The program can be used in an actual machine.

The detailed examination of separate parts of injection moulding machine gave an opportunity to realize difficulties while engineering even separate parts of the machine. The diploma work gave the student an opportunity to use the knowledge acquired while performing this work as well as while studying at university. This work can be continued and developed in Master work.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Wikipedia, <https://et.wikipedia.org/wiki/Survevalu> (25.04.2016).
- [2] ЛИТЬЁ-ПЛАСТМАСС.РФ/istoriya-i-tehnologiya-litya-plastmass (25.04.2016).
- [3] Rutland Plastics, http://www.rutlandplastics.co.uk/advice/moulding_machine.html (25.04.2016).
- [4] Katalog, <http://www.polymerbranch.com/catalogp/view/8.html&viewinfo=2> (06.05.2016).
- [5] Test Standard Labs, http://teststandard.com/data_sheets/ABS_Data_sheet.pdf (07.05.2016).
- [6]] Electronagrev, http://electro-nagrev.ru/promyshlennye_nagrevateli/homutovye-nagrevateli/metallicheskie-khomutovye-nagrevateli/#prettyPhoto (09.05.2016).
- [7] Unitronics, <http://www.unitronics.com/plc-hmi/micro-oplc/m90-m91-> (09.05.2016).
- [8] Klinkmann,
http://media.klinkmann.ru/catalogue/ru/Unitronics/Unitronics_Manuals_M90_Training_ru_0111.pdf (09.05.2016).
- [9] Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Acrylonitrile_butadiene_styrene (10.05.2016).

LISAD

Lisa 1. ABS andmed [5].

ABS Material Data Sheet

Physical Properties	Metric
Density	1.04 g/cc
Melt Flow	18 - 23 g/10 min
Mechanical Properties	
Hardness, Rockwell R	103 - 112
Tensile Strength, Yield	42.5 - 44.8 MPa
Elongation at Break	23 - 25 %
Flexural Modulus	2.25 - 2.28 GPa
Flexural Yield Strength	60.6 - 73.1 MPa
Izod Impact, Notched	2.46 - 2.94 J/cm
Electrical Properties	
Arc Resistance	120 sec
Comparative Tracking Index	600 V
Hot Wire Ignition, HWI	15 sec
High Amp Arc Ignition, HAI	120 arcs
High Voltage Arc-Tracking Rate, HVTR	25 mm/min
Thermal Properties	
Maximum Service Temperature, Air	88 - 89 °C
Deflection Temperature at 1.8 MPa (264 psi)	88 - 89 °C
Vicat Softening Point	100 °C
Flammability, UL94	HB

Lisa 2(1). Valumasina andmed

2. Основные технические данные и характеристика литьевой машины

2.1. Основные параметры и размеры машины ГОСТ 17251-71 и техническим условиям ТУ2
ДЕЗ330Ф1 соответствуют ГОСТ 10767-71, 041-243-86.

2.2. Техническая характеристика машины.

Таблица 2.1

Наименование параметров	Данные		
	ДЕЗ330Ф1		
1	2		
Механизм запирания			
1. Наибольшее усилие запирания ин-та, КН(тс), не менее	1150(115)		
Номинальное усилие запирания ин-та, КН(тс), не менее	1000(100)		
2. Ход подвижной плиты при наибольшей высоте инструмента, мм, не менее	320		
3. Высота устанавливаемого инструмента, мм			
— наибольшая,	320		
— наименьшая,	160		
4. Расстояние между колоннами в свету, мм			
— горизонтальное	400 ± 0,5		
— вертикальное	320 ± 0,5		
5. Наименьшее время запирания и раскрытия инструмента, с, не более	1,7		
6. Наибольшее расстояние между подвижной и неподвижной плитами, мм	640		
7. Минимальное усилие выталкивателя, КН(тс)	21(2,1)		
8. Наибольший ход механического выталкивателя, мм	105		
9. Количество «сухих» циклов в час, не менее	2160		
10. Наибольшая площадь отливки, см ²	250*		
Механизм пластикации			
11. Наибольший объем впрыска за цикл, см ³ не менее для исполнений I, II*1, III*1	178; 145; 220		
12. Наибольшее давление литья, МПа, не менее для исполнений I, II*1, III*1	140 200 100		
13. Наибольшая объемная скорость впрыска см ³ /с, не менее для исполнений I, II*1, III*1	105(150)* ² 85 135		
14. Номинальный диаметр пластицирующего червяка, мм I, II*1, III*1.	40; 36*; 45*;		
15. Частота вращения пластицирующего червяка (регулируемая бесступенчато), об/мин.	40...400		
16. Наибольший крутящий момент, КН. м (кгс. м), не менее	0,38(38)		
17. Наибольший ход пластицирующего червяка, мм	160		
18. Наибольшая пластикационная способность по полистиролу, кг/час не менее, I, II*1, III*1.	72; 57; 77;		
19. Наибольшее давление подпора при сливе из цилиндра впрыска МПа, не более	1,6		
20. Наибольшая температура пластикации °С	до 350		
21. Наибольший диаметр пресс-формы, мм	250		
22. Габариты машины, мм			
— длина	4050 ± 40		
— ширина	1100 ± 10		
— высота	1940 ± 2		
23. Масса машины, кг.	3300 ± 55		

* Определено исходя из величины среднего давления литья в пресс-форме ~ 400 кгс/см². (давление литья в пресс-форме для различных изделий разное, т. е. зависит от конфигурации изделия, толщины его стенок и т. п.)

*1 Указанные параметры достигаются при установке на машины цилиндров пластикации поставляемых по спецзаказу за отдельную плату.

*2 Данный параметр достигается при установке на машину аккумулятора, поставляемого по спецзаказу за отдельную плату.

Lisa 2 (2). Valumasina andmed

2.3. Характеристика электрооборудования

Таблица 2.2

Наименование параметров	Данные
	ДЕ3330.Ф1
1	2
1. Род тока питающей сети	переменный
2. Частота тока, Гц	трехфазный
3. Напряжение, В	50 ± 2 %
4. Род тока электропривода машины	380 ± 10 %
5. Напряжение силовой сети машины, В	переменный
6. Напряжение цепей управления, В	трехфазный
7. Напряжение цепей местного освещения, В	~ 380 ± 10 %
8. Режим работы электросхемы	~ 24 ± 10—20 %
	~ 24 ± 15 %
9. Количество электродвигателей на машине	Наладка, ручная работа, полуавтоматический, полуавтоматический для изделий с арматурой, автоматический
10. Электродвигатель	1
— тип	1
— мощность, квт	4А160S4У3
11. Количество зон обогрева	15
12. Мощность обогрева, квт, не менее	3 и сопло
	5,4

2.4. Техническая характеристика гидрооборудования и системы охлаждения

Таблица 2.3

1	2
1. Гидромотор:	
— тип	МРФ 250/25М1-01
— номинальное давление, МПа (кгс/см ²)	25 (250)
— номинальная частота вращения, об/мин	480
— номинальный крутящий момент, КН.м (кгс. м)	0.94(94)
2. Насосы:	
— тип	18БГ12-23М
— производительность, л/мин	19,4/33
— давление, МПа (кгс см ²)	12,5(125)
— давление настройки, МПа (кгс/см ²)	105,(105)
— количество	1
— тип	35БГ12-23М лев.
— производительность, л/мин	33/33
— давление, МПа (кгс см ²)	12,5(125)
— давление настройки, МПа (кгс см ²)	10,5(105)
— количество	1
3. Марка масла	ИГП-18 ИГП-30 ИГП 38 ТУ 38101413-78 ВНИИНП-403 ГОСТ 16728-78
4. Расход воды на охлаждение инструмента и горловины бункера, м ³ /час	до 0,7*
5. Расход воды на охлаждение гидроагрегата, м ³ /час	до 0,85*
6. Рабочее давление охлаждающей воды, МПа (кгс/см ²)	0,25*...0,5* (2,5...5)
7. Температура охлаждающей воды, К(°С), не более	293*(20)*
*обеспечивается потребителем	

2.5 Посадочные и присоединительные размеры инструмента соответствуют ГОСТ 17251-71.

(смотри рис. 2.1) для

Lisa 3 (1). Displeid teisel kontrolleriil

DISPLAY 1: First heating spiral

1 Heating spiral

###

Variables:

<input type="checkbox"/>	1 - 5Sisestamine	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Jumps

Jump Conditions:	To Display:
<input type="checkbox"/> SB 53: Enter Key is pressed	5: Entry1
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

DISPLAY 2: Second heating spiral

2 Heating spiral

###

Variables:

<input type="checkbox"/>	10 - Sisestamine2	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Jumps

Jump Conditions:	To Display:
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> SB 53: Enter Key is pressed	7: Entry2
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

Lisa 3 (2). Displeid teisel kontrolleriil

DISPLAY 4: Third heating spiral

Variables:

<input type="checkbox"/>	11 - Sisestamine3	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Jumps:

Jump Conditions:	To Display:
<input type="checkbox"/> SB 53: Enter Key is pressed	8: Entry3
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

DISPLAY 5: Entry1

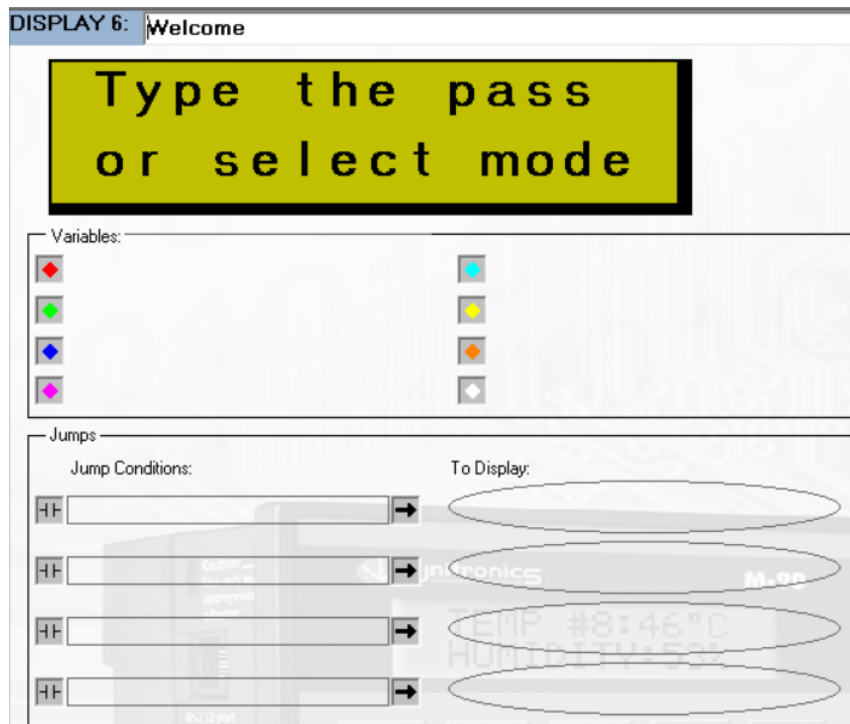
Variables:

<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Jumps:

Jump Conditions:	To Display:
<input type="checkbox"/> SB 53: Enter Key is pressed	6: Welcome
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

Lisa 3 (3). Displeid teisel kontrolleriil



Lisa 4 (1). Displeid esimesel kontrolleriil

DISPLAY 7: Password

Variables:

7 - Code

Jumps

Jump Conditions: To Display:

DISPLAY 8: Password Correct

Variables:

Jumps

Jump Conditions: To Display:

Lisa 4 (2). Displeid esimesel kontrolleriil

DISPLAY 9: Password Incorrect

Variables:

- Red diamond
- Green diamond
- Blue diamond
- Purple diamond
- Cyan diamond
- Yellow diamond
- Orange diamond
- White diamond

Jumps:

Jump Conditions	To Display
HF [] →	[]
HF [] →	[]
HF [] →	[]
HF [] →	[]

DISPLAY 4: Main menu

Variables:

- 4 - Temp
- 11 - Temp2
- 13 - Temp3
- Cyan diamond
- Yellow diamond
- Orange diamond
- White diamond

Jumps:

Jump Conditions	To Display
HF SB 41: Key #1 is pressed →	1: Temp1
HF SB 42: Key #2 is pressed →	2: Temp2
HF SB 43: Key #3 is pressed →	10: Temp3
HF SB 40: Key #0 is pressed →	7: Password

Lisa 4 (3). Displeid esimesel kontrolleriil

DISPLAY 1: Temp1

Temp 23 - 350: ###

Variables:

- 4 - Temp

Jumps:

Jump Conditions:	To Display:
SB 52: Right Arrow Key is pressed	10: Temp3
SB 51: Left Arrow Key is pressed	2: Temp2
SB 40: Key #0 is pressed	4: Main menu