



TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOO

Henri Berendsen

**HÜDRAULILISE PRESSI
PROJEKTEERIMINE
ELEKTRIKAABLI OTSADE
TÖÖTLEMISEKS**

LÕPUTÖÖ

Mehaanikateaduskond
Tehnomaterjalid ja turundus eriala

Tallinn 2012

Käesolevaga tõendan, et antud lõputöö on minu, *Henri Berendseni* poolt kirjutatud.

Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja loome- ja teadustööde seisukohad on viidatud.

Lõputöö koostamine, kaitsmine ja selles sisalduv informatsioon on *prima facie* õppeotstarbeline ja töö on kaitstud autoriõiguse seadusega, mille kohaselt on autoril töö suhtes mittevaralised õigused.

Juhul kui selle lõputöö kasutamine leiab aset muudel põhjustel kui reprodutseerimine õppe- ja teaduslikel eesmärkidel, mis ei ole ajendatud ärilistest huvidest, siis laienevad lõputöö autorile lisaks mittevaralistele õigustele ka varalised õigused.

Diplomand: H. Berendsen
(allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 7D6579

Õpperühm: TI 71/81

Lõputöö vastab ülesandele ja kehtivatele nõuetele.

Juhendajad: Rein Soots
(allkiri ja kuupäev)

Margus Kukk
(allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud “.....” 20....a

Mehaanikateaduskonna dekaan

V. Vainola
(allkiri)

SISUKORD

Sissejuhatus	5
1. Ettevõtte tutvustus.....	8
2. Hüdrauliline süsteem ja press	10
2.1. Hüdraulilised süsteemid	10
2.2. Hüdraulilised pressid	11
2.3. Pressi tüübi valik	12
3. Projekteerimine	13
3.1. Lähteülesanne	13
3.2. Pressi jõud.....	14
3.3. Töörõhu määramine.....	14
3.4. Silindri parameetrite määramine	14
3.5. Silindri ja kinnituse valimine.....	16
3.6. Pumba valik	17
3.7. Elektrimootor valik.....	17
3.8. Klappide valik.....	18
3.9. Voolikute arvutus ja valik.....	19
3.10. Töövedeliku paak.....	20
3.11. Pressi koprus	21
3.12. Pressplaat	22
3.13. Pressimise protsess, kasutamine ja ohutus	23
4. Hüdrojaama tehnoloogia	24
4.1. Mobiilne hüdrojaam	24

4.2. Padruntehnik hüdrojaamas.....	25
5. Majandusarvutused	26
5.1. Omahinna arvestuse alused	26
5.2. Omahinna arvutus.....	26
5.3. Müügihinna kujundus	29
Kokkuvõte	30
Summary	32
Viidatud allikad	34
Lisa 1. Korpuse joonis.....	35
Lisa 2. Pressi hüdro skeem.....	37
Lisa 3. Hüdrovooliku dimensioneerimise monogramm.....	39

SISSEJUHATUS

Hüdraulika on hüdromehhanika rakenduslik haru, mis käsitleb vedelike tasakaalu ja liikumise seaduspärasusi. Inimkond on hüdraulika-alaseid teadmisi omandanud ammu ajast. Eelkõige omandati neid seoses sooviga niisutada või kuivendada põllumaid. Hüdraulika distsipliin tänapäevasel kujul sai alguse pärast aurumasina leiutamist 18. sajandil, kui tekkis mõtte kanda jõude üle surve all olevat vedelikku kasutades. See idee tõi kaasa täiesti uut tüüpi hüdraulika kujunemise, mida nimetatakse tööstushüdraulikaks või teisisõnu õlihüdraulikaks. Suureks läbimurdeks oli Pascali seaduse ehk hüdrostaatika põhiseaduse avastamine, mille kohaselt kandub rõhk vedelikus edasi igas suunas üheviisiliselt. Kogu hüdromehaanikale, sealhulgas hüdraulikale kui süsteemsele teadusele, panid 18. sajandil aluse Šveitsi päritolu teadlased Daniel Bernoulli (1700–82) ja Leonhard Euler (1707–83). See kiirendas hüdraulika üldist arengut ning aitas kaasa hüdraulikaalaste teadmiste kasutamisele rakendusteaduse võtmes.

Viimasel sajandil on hüdraulika läbi teinud suure arengu, hüdraulilisi seadmeid kasutatakse väga laialt kõikvõimalikes masinates. Hüdroajam leiab kasutust nii tööstusliku pingina statsionaarsel kui liikurmasinatel. Vajadus uute lahenduste ja masinate järgi aina suureneb.

Hüdraulilise seadme projekteerimine nõuab teadmisi, ehitusvõimalusi ja ressursse. Seetõttu on Eestis loodud rida ettevõtteid, mis on spetsialiseerunud hüdrauliliste seadmete väljatöötamisele ja konstrueerimisele. Neist tuntumad on Baltflex AS, PMC Polarteknik AS, Hüdrokran OÜ ja Hydroscand Service OÜ. Kui enamus nimetatud ettevõtetest on võtnud suuna liikurmasinate hüdraulikale, siis Hydroscand Service tegeleb peamiselt statsionaarsete hüdroajamitega. Käesolev töö on teostatud koostöös Hydroscand Service'iga.

Seadmete projekteerimine on kallis, sest projekt tehakse tihti tükitööna. Sageli saab statsionaarset hüdroajamit kasutada vaid ühe, paremal juhul paari protsessi teostamiseks. Seega pole ajami kasutamine alati otstarbekas, eriti väiksema kasutussageduse korral. See loob olukorra, kus hüdraulilisi pinke saavad vastavalt oma vajadusele luua vaid suuremad ja jõukamad ettevõtted. Nende huvi on seotud asjaoluga, et paremate masinate kasutamine võimaldab paremat tootlikust,

kvaliteeti ning seeläbi on võimalik saavutada konkurentsivõime. Samas vajavad kindlate tööprotsesside tegemiseks hüdroajameid ka väiksemad ettevõtted.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on projekteerida elektrikaabli otsade valmistamiseks hüdrauliline press-seade ettevõtte Hydroscand Service OÜ tootevalikusse.

Püstitatud ülesande saavutamiseks tuleb:

- määratleda nõuded sellisele pressile,
- koostada konstruktsiooni lahendus,
- kindlaks teha vajaminevad komponendid,
- arvutada välja kulud valmistamisele.

Töö tulemusel peavad olema selged kõik pressi valmistamiseks vajaminevad komponendid. Leida võimalikult kompaktne ja odav lahendus. Lisaks selgitada välja pressi omahind, mille alusel saab kujundada esialgse müügihinna ja hinnata pakutava seadme konkurentsivõimelisust turul. Töös saadud andmeid oleks võimalik edaspidi kasutada kliendile müügipakkumist tehes, hinnakujundusel ja üldisel pressi tutvustusel potentsiaalsele ostjale.

Teema valiku ajendiks on hüdraulilise elektrikaabli otsade pressi puudumine Eesti turul. Pole teada tootjaid ka Eesti lähiregioonist. Enamus potentsiaalseid kliente kasutab teadaolevalt elektrikaabli otsade pressimiseks käsitööriistu, mis ei taga kindlat kvaliteeti. Sellest ka vajadus taolise pressi järgi. Hydroscand Service on soov sellist toodet oma klientidele pakkuda. Soovi põhjuseks on mitme kliendi poolt üles näidatud huvi. Lisaks oletatav potentsiaal taolise seadme müügil Eestis.

Potentsiaali näha väikese ja keskmise suurusega ettevõtetes, kes ei suuda projekteerida ise oma seadmeid. Kuid soovivad pakkuda kindlat ja stabiilset kvaliteeti oma toodetes, konkureerimaks suurte ettevõtetega. Hüdrauliline press tagab kaabli otsade pressimisel alati ühesuguse korrektse tulemuse ning alati õige jõu kasutamise pressimisel tagamaks otsa tooriku korrektse kinnitumise kaablile.

Viimastel aastatel on on hüdraulilise pressi projekteerimise teemat Tallinna Tehnikakõrgkooli lõputöodes käsitlenud järgmistes töodes:

- 2005. a. K. Martson. Hüdraulilise puulõhkumismasina täiustamine;
- 2006. a. M. Eru. Hüdraulilise laadimissilla konstrueerimine;
- 2007. a. V. Hollo jäätme pressi MDCE 16 projekteerimine;

- 2009. a. J. Jürimäe. Pakkepressi PP01 projekteerimine.

Käesolev töö koosneb viiest peatükist. Neist esimesed kaks on teema konteksti tutvustavad ning ülejäänud kolm käsitlevad konkreetse hüdraulilise pressi projekteerimist, ehitamist ja sellele kuluva ressursi arvutamist. Esimeses peatükis kirjeldan ettevõtet, kelle tellimusel press projekteeritakse ning teises antakse lühiülevaade hüdraulilisest pressist üldse. Projekteerimist ennast kirjeldan kolmandas peatükis, samuti on seal põhjendatud komponentide valikut. Neljas peatükk tutvustab kasutatava hüdrojaama tehnoloogiat. Viimane peatükk sisaldab majandusarvutusi, mille eesmärgiks on kindlaks teha kulutused pressi valmistamisele ja välja arvutada toote omahind.

Kindlasti vajavad väiksed ja keskmised ettevõtted ka muude tööprotsesside jaoks hüdraulika seadmeid. Käesolev töö on abiks neile, kes selliseid ajameid projekteerivad.

1. ETTEVÕTTE TUTVUSTUS

Käesolev lõputöö valmis koostöös ettevõttega Hydroscand Service OÜ.

Firma alustas tegevust 2002. aastal ja kandis tol ajal nimetust Hypne Service. Aastal 2005 liituti Hydroscand Group'iga, mis on põhjamaade suurim hüdraulikakonsern. Ettevõtte uueks nimeks sai Hydroscand Service OÜ.

Hydroscand Group sai alguse 1969. aastal Stockholmis asutatud keldripoest, mis 1970-ndatel aastatel võttis suuna voolikute ja nende tarvikute jae- ja hulgimüügile detsentraliseeritud organisatsioonina. Ettevõtte areng on olnud kiire – kümne aastaga loodi harukontorite võrgustik Rootsis ning laieneti Soome ja Norrassa. 1994. aastal sündis voolikupresside projekti edasiarendusena idee luua eraldi tütarfirma, mis tegeleks hüdrovoolikute valmistamiseks vajaliku tehnika tootmise ja müügiga.

Eestisse laienemine algas 2000. aastal. Hetkel on Hydroscand Group'il siin kolm filiaali ja seitse koostööpartnerit. 2003. aastal ehitati Tallinnasse uus kontorihoone ning keskladu, mis teenindab Baltikumi ja Venemaad.

Hetkel tegutseb Hydroscand Group veel ka Lätis, Taanis, Tšehhis, Ungaris, Rumeenias, Venemaal ja Austraalias.

Hydroscand Service OÜ eesmärgiks on pakkuda hüdraulika terviklahendusi. See tähendab, et tellida saab teenuseid toote projekteerimisest ja komponentide ning materjalise valimisest kuni süsteemi väljaehitamise ja seadistamiseni. Teostatakse töid väga erinevates suurustes. Väikestest minihüdrojaamadest suurte tootmisliinideni. Märkimisväärtteks suurprojektidest võib nimetada Heltermaa ja Kuivastu sadamate kaldarampide hüdraulilist lahendust. Eesti Energia biokütuse lao hüdro süsteemi ning Rakke lubjatehase hüdro süsteemi.

Ettevõtte tegevus on jaotatud selgelt kaheks. Statsionaarne müük ja klientide konsulteerimine toimuvad Hydroscand'i Eesti peakorteris. Teise poole moodustab mobiilne meeskond, mis tegeleb hüdro süsteemide ehitamise, seadistamise ja remondiga kliendi poolt määratud objektidel.

Lähituleviku eesmärkideks on laienemine Baltikumi turul. Laopinna ja tootevaliku suurendamine. Samuti suhete loomine erinevate hüdraulika komponentide tootjatega pakkumaks klientidele kiiret võimalust asendada oma seadmeid originaalvaruosadega.

2. HÜDRAULILINE SÜSTEEM JA PRESS

2.1. Hüdraulilised süsteemid

Hüdrauliline süsteem on mistahes masin, mis kasutab vedelike energiat. Käesolevas töös projekteeritav press on iseseisev hüdrauliline süsteem. Pressi projekteerimisel on oluline teada hüdraulilise süsteemi omadusi. Need on järgmised:

- Kerge juhtida ja kontrollida. Lihtsate ventiilide ja lülititega on võimalik hüdraulilist süsteemi käivitada, peatada, kiirendada või aeglustada.
- Mitmekordistab jõudusid. Hüdrauliline süsteem võimaldab lihtsalt ja efektiivselt kasvatada jõudu mõnest kilost sadade tonnideni.
- Pidev jõud ja pöördemoment. Ainult hüdrauliline süsteem suudab tagada muutumatu jõu või pöördemomendi olenemata muudatustest kiiruses.
- Lihtne, turvaline ja ökonoomne. Reeglina kasutavad hüdraulilised süsteemid vähem liikuvaid osi kui mehaanilised või elektrilised süsteemid. See muudab nad ehituselt lihtsamaks ja seega kergemini hooldatavaks.

Kuigi hüdraulilisel süsteemil on palju soovitavaid omadusi on olemas ka rida nõrkusi, mida on oluline teada ja silmas pidada. Need on järgmised [1: 176]:

- Hüdrauliliste õlidega töötamine võib olla küllaltki must. Täielik lekete vältimine hüdrosüsteemis on väga raske.
- Hüdrauliline torustik võib lõhkeda, mis võib põhjustada suurt kahju ja vigastusi.
- Paljudel töövedelikel on kalduvus süttida lekete korral. Eriti kuumas töökeskkonnas.

Praktiliselt kõik hüdraulilised süsteemid, vaatamata nende kasutusala, on oma olemuselt sarnased. Koosnedes kuuest põhilisest komponendist [1: 176]:

- Mahuti hoidmaks töövedelikku, tavaliselt hüdrauliline õli.
- Pump surumaks vedelikku läbi süsteemi.

- Elektrimootor või muu jõuallikas pumba ajamiseks.
- Ventiilid juhtimaks voolu suunda, vooluhulka ja rõhku.
- Tarbija muutmaks hüdraulilist energiat mehaaniliseks energiaks, et teha kasulikku tööd. Reeglina hüdrocilinder sirgjooneliseks liikumiseks või hüdro mootor pöörlevaks liikumiseks.
- Torustik töövedeliku liigutamiseks.

Nende aspektidega tuleb hüdro süsteemi projekteerimisel ja komponentide valikul kindlasti arvestada.

2.2. Hüdraulilised pressid

Pressid on masinad, mida kasutatakse surve abil esemete või materjalide töötlemiseks. Need jagunevad mehhaanilisteks ja hüdraulilisteks pressideks. Hüdrauliline press on seade, mis kasutab survejõu loomiseks hüdrocilindrit. Sisuliselt võiks pidada hüdraulilise pressi mehaaniliseks vasteks kangi. Hüdraulilise pressi eelised mehaanilise pressi ees on järgmised [2]:

- kõik täisvõimsusel,
- kaitse ülekoormuse eest,
- väiksem esialgne maksumus ja ülalpidamiskulud,
- suured võimsused madala hinnaga,
- paindlik juhtimisüsteem,
- suurem paindlikus erinevate tööde tegemisel,
- kompaktsus,
- pikem eluiga,
- lihtsam tagada kasutaja turvalisus.

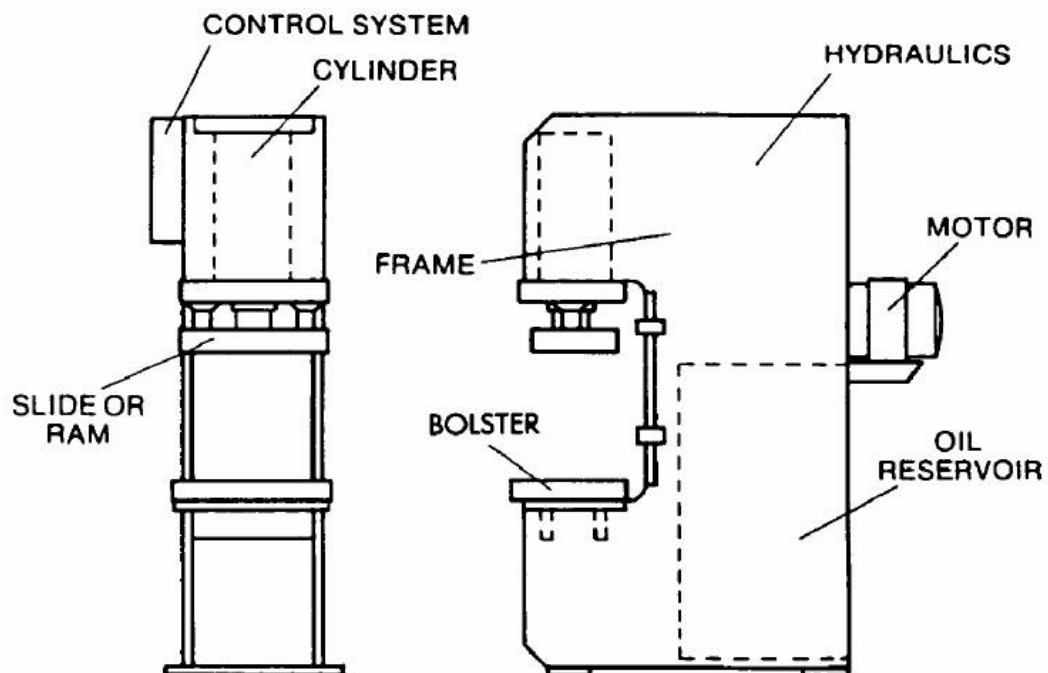
Press on üks vanimaid hüdraulilisi masinad tänapäevases mõistes. Patent hüdraulilisele pressile anti välja Inglismaal juba 1795 a. Joseph Bramahile ning see press sai tuntuks Bramahi pressina. Alates sellest on hüdraulilisi presse projekteeritud üha erinevamate tööprotsesside jaoks. Hüdrauliline press on suutnud edukalt asendada mehaanilist pressi kõigis valdkondades. Käesolevas töös projekteeritavat pressi kasutatakse elektrikaabli otsaklemmide pressimiseks.

2.3.Pressi tüübi valik

Hüdraulilise pressi konstruktsioon sõltub sellest, millist tööd sellega tehakse. Sängi suurus, käigupikkus, kiirus ja jõud ei ole ilmtingimata omavahel seotud. Põhiliselt sõltub pressi konstruktsioon vajaminevast jõust ja kasutatava stantsi suurusest [3].

Leian, et kolmest küljest avatud raamiga press (vt. joonis 1) on parim pressi tüüp kaabli klemmi pressi jaoks. Selle valiku tingib asjaolu, et kaabli pikkus võib olla väga suur. Samas peab kaabel saama pressi joosta sirgelt kuna painde all sisenedes võib see põhjustada nihkumisi pressimise ajal. Samuti annab avatud raam hea ülevaate protsessi käigust. Lisaeeliseks on kompaktsus, sest reeglina saab kogu ajami osad ära mahutada masina korpusesse. Kuna tegu on ühe enamlevinud pressi tüübiga, võimaldab see hoida hinda madala, mis on ülimalt oluline, et lõplik toode oleks konkurentsivõimeline.

Avatud raamiga presside lai levik on sundinud nende omavaheliseks eristamiseks tegema täpsemat liigitust. Käesoleva pressi puhul kasutatav raam on praktikas tuntud ka kui c-tüüpi pressiraam.



Joonis 1. Avatud raamiga press [3]

3. PROJEKTEERIMINE

3.1.Lähteülesanne

Projekteeritavat seadet hakatakse kasutama elektri kaablitele otsatoorikute pressimiseks.

Võrreldes keskmise hüdraulilise pressiga ei ole vajatav koormus suur. Põhjuseks pressitava detaili väikesed mõõtmed. Kasutustihedus sõltub vajadusest. Võib olla tihe, kuid ei ületa ühte pressitsükli minutis.

Töökeskond on enamasti siseruumides, kui peab olema võimalik ka välistingimustes. Kergesti teisaldatav ja transporditav ilma eritehnikata. Võimalusel käsitsi.

Pressi juhtimine toimub elektriliselt.

Seadmega tehakse tööd tüki haaval, seega pole käigu kiirus määrava tähendusega näitaja. Hilisemate arvutuste hõlbustamiseks määratakse kolvi väljumise suuna kiiruseks 0,05 m/s. See tagab kolvi ühtlaselt tasase liikumise ja tagab tihenduspinde pikaajalise vastupidavuse. Kuna detailide asetamine pressi toimub käsitsi on tööohutuse seisukohalt parem kasutada võimalikult aeglast liikumiskiirust.

Kulutused seadmele ei tohi olla põhjendamatult suured. Kuludest komponentidele sõltub toote lõpphind, mis peab olema küllalt madal, et tagada konkurentsivõimelisus.

Pressi ehitusel tuleks kasutada võimalikult palju Hydroscand Service koostööpartnerite ja Hydroscand Groupi tooteid. Eelistada tuleks laos hoitavaid tooteid, et võimaliku ostu korral vähendada tarneaega.

3.2.Pressi jõud

Konkreetselt pressimise jõudu ei ole antud pressil võimalik kindlalt määrata. Põhjuseks tootjate erinevused erinevate kaablite ja otsatoorikute vahel. Oma esialgse valikut tegemisel tuginetakse antud valdkonnas kogemust omavate ABB AS Keila tehase ja Akuekspert OÜ tootmis praktikale. Mis ütleb, et elektrikaabli otsade pressimisel peaks jõud jääma 2-3 tonni vahemikku. Edasistes arvutustes lähtutakse vajadusest jõu järgi 3 tonni ehk $29419,95\text{N} \approx 30\text{ kN}$.

Pressimise jõudu on võimalik läbi rõhu reguleerimise suurendada või vähendada.

3.3.Töörõhu määramine

Süsteemi töörõhu määramine on hüdrostsüsteemi dimensioneerimisel oluline probleem. Sellega on seotud ajami poolt tarbitav hüdrauliline võimsus [4: 36].

Koos silindri vajamineva koormusega määrab töörõhk süsteemi silindri mõõtmed. Suurem rõhk võimaldab kasutada väiksemate mõõtmetega silindreid, mis muudab seadme kompaktsemaks, kergemaks ja odavamaks. Samas on suurtel rõhkudel töötavad komponendid kordades kallimad. Kuna kaabli otsade press pole erinõudeid vajav seade, on mõistlik kasutada töörõhku, mis võimaldab kasutada enamlevinud komponente ja võimalikult väikest silindrit.

Erinõuete puudumisel on soovitatav teha valik hüdroajami standardsetest nimirõhkudest [4: 37]. Leian, et 160 bar on parim rõhk klemmipressile. See on ülemine piir, mis võimaldab kasutada odavama klassi Hydranit hammasrataspumpasi [5: 37-38].

3.4.Silindri parameetrite määramine

Klemmipressis tuleb kasutada kahepoolse toimega silindrit, sest ühepoolse toimega silindri kasutamine ei ole majanduslikult otstarbekas. Silindri tagastamine omal jõul ei ole võimalik ning vedruga tagastuv silinder on kordades kallim harilikust kahepoolse tööga silindrist.

Kasutatava silindri mõõdud tuleb arvutada valitud töörõhu ja vajamineva koormuse teel. Lähtudes silindri aretatava jõu valemist (1) [6: 122-123]:

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

kus F = silindri koormus, p = maksimaalne silindris kasutatav rõhk, A = kolvi pindala ja η_m = silindri mehaaniline kasutegur.

Seega silindri vajaminev kolvipindala: $A = F/p \cdot \eta_m$

$$A = 3 \cdot 10^4 / 160 \cdot 10^5 \cdot 0,95 = 0,00197 \text{ m}^2 \approx 1970 \text{ mm}^2$$

Kolvi läbimõõdu valem (2) [1: 123]:

$$D = \sqrt{4 \cdot A/\pi} \quad (2)$$

$$D = \sqrt{4 \cdot \frac{1970}{\pi}} = 50,095 \approx 50 \text{ mm}$$

Lähim standardne silindri läbimõõt on 50 mm.

Projekteeritav press ei nõua suurt käigupikkust, sest pressitav detail on oma mõõtmetelt väike. Väike käik võimaldab pressi muuta kompaktsemaks ja vähendab kulutusi. Kõige otstarbekam valida käigupikkus standardmõõtude järgi.

Käigupikkus: 100 mm

Silindri varre valikul on majanduslikult otstarbekas valida väikseima läbimõõduga standardne mõõt. Pressimine toimub vertikaalselt fikseeritud 90 nurga all, samuti on lühike pressi käik. Liikumiskiiruste suhe ei oma ajamis määravat tähtsust. Esialgne varre valik 30 mm lähtudes kataloogis pakutavast.

Kasutades Euleri valemit (3) [6: 120-121] määratakse lubatud nõtked:

$$F = \pi^2 \cdot E \cdot l / l_p^2 \cdot n \quad (3)$$

$$F = \pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^7 \cdot 0,0491 \cdot 3,0^4 / 10^2 \cdot 3 \approx 274 \text{ kN} > 30 \text{ kN}$$

Kolvivarre jäikus on tagatud.

Silindri toimimiseks vajaliku töövedeliku vooluhulga leidmine võimaldab hiljem valida täpselt sobiva pumba. Vooluhulga leidmiseks kasutatakse valemit (4) [4: 56]:

$$q_s = v_s \cdot A, \quad (4)$$

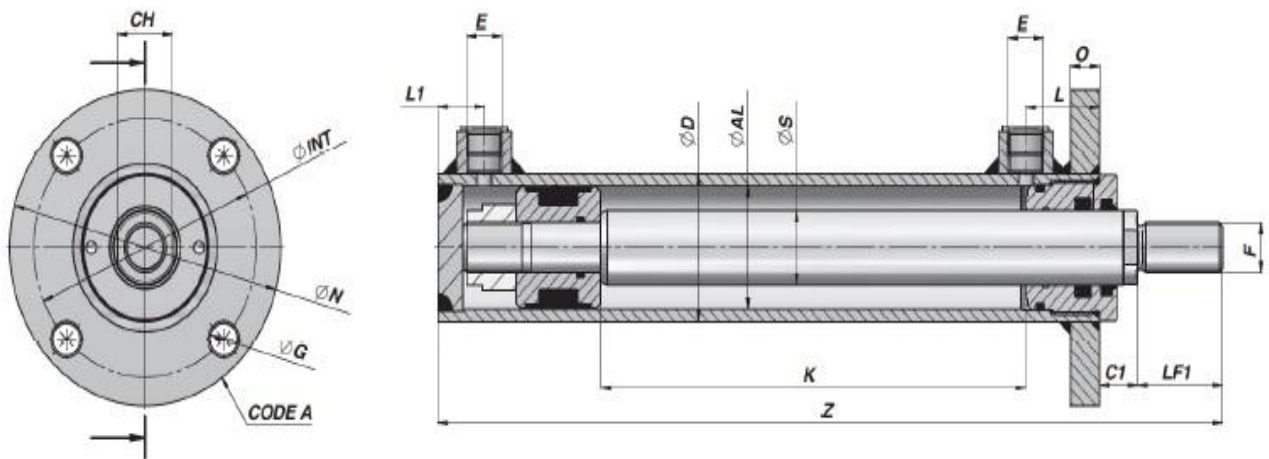
kus v_s tähistab silindri kiirust ja A kolvi pindala.

$$q_s = 0,05 \cdot \pi \cdot 0,050^2 / 4 = 0,000098125 \text{ m}^3/\text{s} = 5,89 \text{ dm}^3/\text{min}$$

3.5.Silindri ja kinnituse valimine

Pressi silinder tuleb kinnitada jäigalt korpuse külge. Silindri otsa kinnitub keermega ülemine pressplaat. Pressides vertikaalselt on mõistlik kasutada jäika kinnitust silindri esikaane äärikul. See võimaldab korpuse hoida kompaktsema ning säästab materjali.

Hydroscand Service tarnija Contarini Leopold S.r.l pakub oma tootevalikus standardse esiflantsi kinnitusega valmissilindrit HMF (vt joonist 2) [7: 11]. Flantsi kasutamine võimaldab vajadusel silindrit ajami küljest lahti võtta, mis omakorda võimaldab paremat hooldust ning remonti.



Joonis 2. Hüdrosilinder HMF [6: 11]

Silindri valik tootja kataloogist [7: 11]: HMF2300100

Joonisel 2 toodud silindri mõõdud:

$\varnothing D = 60 \text{ mm}$

$\varnothing AL = 50 \text{ mm}$

$\varnothing S = 30 \text{ mm}$

Silindri käik $K = 100 \text{ mm}$

$Z = 270 \text{ mm}$

$F = M20 \times 1,5$

$E = 3/8''$

$L = 35 \text{ mm}$

$L1 = 25 \text{ mm}$

$LF1 = 40 \text{ mm}$

$CH = 26 \text{ mm}$

$C1 = 18 \text{ mm}$

$O = 14 \text{ mm}$

$\varnothing N = 128 \text{ mm}$

$\varnothing \text{ INT} = 105 \text{ mm}$

$\varnothing \text{ G} = 13 \text{ mm}$

3.6. Pumba valik

Hüdrosilindrit toitva pumba valikul lähtutakse:

- silindri töö rõhust: $p_m = 160 \text{ bar}$
- silindrile vajalikust töövedeliku hulgast: $q_s = 5,89 \text{ l/min}$

Neid suuruseid kasutades leitakse soovitud ajami hüdrauliline võimsus, valem (5) [4: 55]:

$$P_s = p_s \cdot q_s \quad (5)$$

$$P_s = 160 \cdot 10^5 \cdot 5,89 / (6 \cdot 10^4) = 1570 \text{ W} = 1,57 \text{ kW}$$

Pumba pöördetootlikuse arvutamine aitab leida sobiva kubatuuriga pumba. Pumba ajamina kasutatakse vahelduvvoolu mootorit, mille pöörete arv $n_{em} = 1500 \text{ p/min}$. Pumba mahuliseks kasuteguriks võetakse $\eta_{pV} = 0,95$. Vajalik pöördetootlikus leitakse valemi (6) [4: 55] abil.

$$q_{Vhp} = q_s / (n_{em} \cdot \eta_{pV}) \quad (6)$$

$$q_{Vhp} = 1000 \cdot 5,89 / (1500 \cdot 0,95) = 4,13 \text{ cm}^3/\text{p}$$

Tarnija Hydronit kataloogist valitakse hammasrataspump [5: 38]: E60604008

Tootlikus: $4,2 \text{ cm}^3/\text{p}$

Maksimaalne rõhk: 180 bar. Hetkeliselt 230bar

3.7. Elektrimootor valik

Elektrimootor ajab ringi pumba ja paneb seega tööle hüdroüsteemi. Projekteeritav press töötab 230V vahelduvvooluga. See on suurim kriteerium mootori valimisel. Lisaks on oluline võimsus, mida on vaja pumba käivitamiseks.

Pumba käivitamiseks vajamineva võimsuse leiame valemiga (7) [4: 55]:

$$P_{m2} = P_s / \eta_m \quad (7)$$

$$P_{m2} = 1,57 / 0,95 = 1,65 \text{ kW}$$

Lähimad standardsuurusega vahelduvvoolu elektrimootorid on 1,5kW ja 2,2kW. Standardivälised elektrimootorid on väga kallid, mis tähendab, et ideaalse võimsusega mootori kasutamine pole majanduslikult mõeldav. Seadme töökindluse ja pikaajalisuse huvides valitakse suurema võimsusega mootor, 2,2kW.

Mootori valik kataloogist [5: 66]: E220-AC-343-S3

Mootori raami standard suurus: 90

Mootori võimsus 2,2 kW

3.8.Klappide valik

Klappide valikul lähtutakse eelkõige läbivast töövedeliku vooluhulgast $q_s = 5,89 \text{ l/min}$

Toetudes juhtklappide vooluhulgale (tabel 1) valitakse klappide nominaalsuuruseks NS 6, mis on mõeldud kasutamiseks vooluhulkadel $q = 0 \dots 30 \text{ l/min}$

Tabel 1

Enim kasutatavate klapisuuruste vooluhulgad [4: 42]

Klapi nominaalsuurus	Nominaalne vooluhulk, l/min	Maksimaalne vooluhulk, l/min
NS 6	0-30	60
NS 10	20-60	100
NS 16	50-200	400
NS 22	150-400	600

Kaitseklapp ehk rõhupiiraja kaitseb süsteemi liigse rõhu eest.

Valik tarnija Hydronit kataloogist [5: 20]: VMDC35-B1

Suurim lubatud vooluhulk: 35 l/min

Töö vahemik: 35 – 280 bar

Lukuklapp ehk tagasivoolu klapp takistab võimaliku tagasivoolu pumba suunal.

Valik tarnija Hydronit kataloogist [5: 26]: VUC20

Maksimaalne vooluhulk: 25 l/min

Avanemis rõhk: 1 bar

Jagaja pressi silindri juhtimiseks kasutatakse elektrilise juhtimisega 4/3 tüüpi jaoturit. See tähistab nelja väljundava voolu jaoks ning kolme võimaliku asendit nende juhtimiseks. Eelnevale valikule tuginedes on klapi nominaalsuuruseks NS 6. Klapi juhtimiseks on võimalik kasutada 12V, 24V ja 230V voolu, sõltuvalt mähise valikust

Valik tarnija Hydronit kataloogist [5: 32]: MSV4V-C2-00-230AC

Maksimaalne vooluhulk: 12 l/min

Maksimaalne rõhk: 210 bar

Solenoid mähis: 230 V

Valitud klapi variant hoiab neutraalasendis pumba ja tangi omavahel ühendatuna, jättes silindri liikumatult seisma (vt joonis 3). Pumba ja tangi ühendamise tühikäigul vähendab koormust pumbale ja mootorile, see pikendab nende eluiga oluliselt.



Joonis 3. Klapi MSV4V juhtimisskeem [5: 32]

3.9. Voolikute arvutus ja valik

Hüdraulilise vedeliku edasikandmiseks hüdrostsüsteemis kasutatakse kas torusid või voolikuid. Enamasti on võimalik kasutada mõlemat varianti. Valiku tegemist nende vahel mõjutavad paljud tegurid.

Arvan, et käesolevas hüdrostsüsteemis on otstarbekam kasutada voolikuid. Esiteks on vooliku vahetamine süsteemis odav ja ei nõua erialaseid teadmisi. Teiseks valmistavad voolikuid paljud firmad, ka sellised, mis asuvad suurematest keskustest eemal. Ning vähetähtis pole asjaolu, et torud

võivad olla painetega, mis nõuab nende kvaliteetseks valmistamiseks pinki ja oskustega töötajat. See omakorda muudab toru vahetamise kallimaks ja aeganõudvamaks.

Algseks torustiku vooluhulgaks valitakse $3 \text{ m/s} = 1800 \text{ dm/min}$

Vajaliku vooliku läbimõõdu saame valemi (8) [4: 56] abil:

$$q = v \cdot A = v \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} \quad (8)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,89}{1800 \cdot \pi}} = 0,06 \text{ dm} = 6 \text{ mm}$$

Voolikud valitakse Hydrosand AS tootevalikust. Veendumaks eelneva arvutuse sobivuses ja sobiva tootevaliku tegemiseks kasutatakse monogrammi Hydrosandi tootekataloogist [8: 362]. Monogramm on töö lisas 3.

Sobiv vooliku mõõt 1/4"

Vooliku valik Hydrosand toodete hulgast [8: 10]: Kappaflex 2K CO

Tootenumber: 1105-10-04

Maksimaalne rõhk voolikus: 450 bar

Sisemine diameeter 6,5 mm, välimine 13,4

3.10. Töövedeliku paak

Paagi mahutavus peab soovituslikult olema 2...3 korda kasutatava pumba tootlikusest [4: 56]. Paagi suurus peab arvestama võimalike leketega. Suurem paak võimaldab pikemaid hooldusintervalle, mille jooksul tuleks õlitaset kontrollida ja vajadusel lisada. Suurema paagi teiseks eeliseks on ka töövedeliku parem jahtumine. Samas on suurem paak kallim, võtab rohkem ruumi ning koos temas oleva õliga muudab seadme palju raskemaks.

Silindri töövedeliku hulgaks on: $q_s = 5,89 \text{ l/min}$, seega soovitatav paagi mahutavus Q peaks olema $Q = 2 \cdot 5,89 \dots 3 \cdot 5,89 \approx 12 \text{ l} \dots 18 \text{ l}$

Reaalsuses kasutatakse mobiilse hüdraulika puhul kordades väiksemaid paake. Käesolevat pressi ei kasutata mingi tööstusliini osana vaid iseseisva masinana. Samuti ei ole ettenäha vajadust pidevalt

pikaks tööks. Seega leian, et väiksema paagi eelised kaaluvad üle suurema paagi omad. Reaalseks kasutatavaks paagiks jääb kaheksa liitrine paak, mis on veidi üle pooleteise korra töövedeliku vooluhulga minutis.

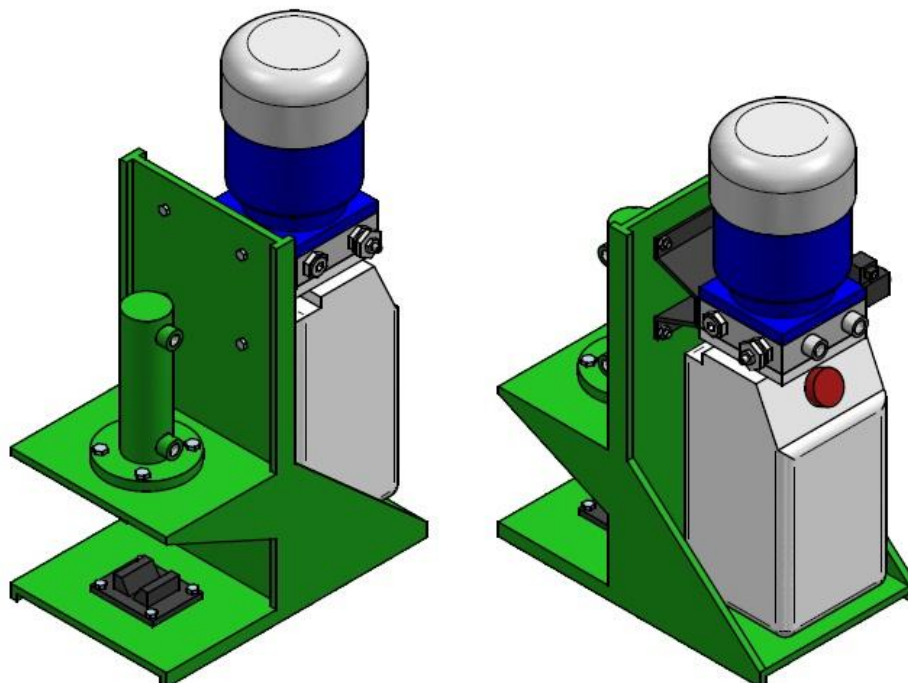
Valikus eelistatakse plastikpaaki. Põhjusteks kergus ja võimalus näha pidevalt töövedeliku taset, kasutamata mõõteklaasi.

Paagi valik tarnija Hydronit kataloogist [5: 77]: H60303033

Paagi tegelik mahutavus horisontaalselt: 8,29 l

3.11. Pressi koprus

Korpus liidab hüdrojaama ja hüdrosilindri tervikuks, liidetuna moodustavad need kompaktsed pressi. Pressi korpuse ehituse määrab suurel määral pressi tüübi valik. Pressi tüüp valitud eelnevas peatükis. Sellest lähtudes projekteeritud korpus (vt joonis 4). Korpuse joonis töö lisas 1. Hüdrojaam, pressi silinder ning pressplaat kinnitatakse korpuse külge poltidega. Seega puudub vajadus avasid keermetada, mis omakorda säästab pressi valmistamisel aega. Korpuse konstruktsioonist sõltub pressi teisaldatavus. Kuna press peab olema kasutatav ka välitingimustes tuleb seda korpuse valikul arvestada.



Joonis 4. Pressi konseptsioon

Ainus sobilik materjal korpuse valmistamiseks on teras. See tagab korpuse piisava tugevuse ja hoiab kulud madalal. Konstruktsioonis ei ole ette näha olulisi keerulisi lahendusi. See võimaldab kasutada valmis pooltooteid. Valmis profiili kasutamine säästab aega valmistamisel ja vähendab kulusi.

Korpuse valmistamisel lõigatakse vastavad konstruktsiooniprofiilid mõõtu ja ühendatakse omavahel keevitusega. Avad komponentide kinnitamiseks valmistatakse puurpingis. Korpus värvitakse kasutades aerosool pulbervärvi.

Korpuse valmistamiseks on parim valik kasutada allhanget. Allhanke eelistamise põhjuseks on Hydroscand Service vähene kogemus metallitööde teostamisel. Metallitööde teostamisel Hydroscand Servicel välja kujunenud pikaajaline koostöö Desintegraator Tootmise OÜ-ga, kellel on antud alal suured kogemused. Kogemused ja kaasaegsed tööriistad võimaldavad korpuse valmistada kiirelt ja kvaliteetselt.

Korpuse hange hõlmab endas kogu vajaminevat materjali, millele lisandub töötunni hind. Korpuse joonise põhjal on Desintegraator Tootmise OÜ teinud omapoolse pakkumise.

- Pakkumine korpuse valmistamiseks: 380 €
- Tarneaeg: 1 päev tellimuse esitamisest.

Veendumaks tehtud pakkumise pädevuses küsiti konkureerivat pakkumist firmalt Daetwyler Trading OÜ.

- Korpuse valmistamine: 400€. Lisaks miinimumkogus 10 ühikut.
- Tarneaeg: maksimaalselt 3 päeva tellimuse esitamisest.

Desintegraator Tootmise OÜ pakkumine on parim ning sobivamate tingimustega.

3.12. Pressplaat

Elektrikaabli pressimisel kasutatakse mitmeid erinevaid profiile. See on tingitud erinevatest otsaklemmi toorikutest. Aga vähemal määral ka kaabli suurusest.

Sellest tuleneb vajadus vahetatavate pressplaatide järgi. Plaatide vahetamise võimalus laseb pressida erinevate suurustega kaableid ilma pressi käigupikkust või silindri asendit muutmata. See annab pressile kui tootele suurema kliendipõhja kasutusvaldkonna.

Pressplaat koosneb kahest poolest. Alumine poolt kinnitatakse poltidega korpuse külge. Ülemine pool kinnitatakse keermega silindri kohale ja paikneb otse alumise poole kohal. Silindri käigu lõpus on mõlemad pooled kokkusurutud ja nende vahelises avas paikneb kaabel, teda ümbritseb klemmi toorik. Kaabli klemmi tooriku kinnitamine pressplaati vabastab töötaja vajadusest toorikut pressimise ajal paigal hoida. See on oluline tööohutuse seisukohalt.

Hydroscand Servicel taoliste pressplaatide valmistamise võimekus puudub. Samuti ei müüda sellist toodet valmistootena. Seetõttu on ainus võimalik variant valmistada plaadid allhanke tööna, koostöös sobiva partneriga. Pressplaadid lisanduvad pressi hinnale, kuna pole võimalik pakkuda kindlat hinda. Põhjuseks asjaolu, et erinevate plaatide hinnad võivad suuresti erineda.

3.13. Pressimise protsess, kasutamine ja ohutus

Pressimise protsessi tulemusena peab otsaklemmi toorik olema tihedalt ümber elektrikaabli surutud. Protsessile eelnevalt tuleb elektrikaabli ots puhastada isolatsioonist. Sellele asetatakse otsa klemmi toorik. Seejärel asetatakse toorikuga ots pressi plaadile. Press rakendatakse tööle. Töö teostaja suunab silindri liikuma alla. Silinder surub oma jõuga plaadis oleva klemmi tooriku ümber kaabli kinni. Küllaldase tugevuse saavutamisel liigutab töötaja silindri üles. Lisaks visuaalsele vaatlusele võib küllaldase tugevuse saavutamise hindamiseks kasutada ka manomeetrit, mis paigaldatakse survepoolsesse liini. Pressimisel rõhk manomeetris suureneb, kui saavutatakse 160 bar rõhk on teada, et toorikule on mõjunud soovitud jõud.

Pressi juhtimine toimub elektriliselt. Pressi kasutab korraga üks inimene. Pressi tööpõhimõte on lihtne, kasutajale ei ole vaja eraldi põhjalikku koolitust. Hydroscand Service tutvustab ostjale pressi ja demonstreerib töötamist. Vajadusel viiakse läbi koolitus ostja ettevõttes.

Parema tööohutuse tagab ka kahepoolse tööga silindri kasutamine pressis, sest nii on tööprotsess täpselt juhitud. Neutraalasendis on silinder liikumatu. Silindri liigutamiseks on vaja juhtida vool kas juhtklapi ühte või teise solenoidmähisesse. Seega peab juhtpuldil vajutama nuppu, mis silindrit soovitas suunas liigutab. Võimalus on juhtpuldil kasutada käed kinni süsteemi, mille puhul on vajalik kahe käega puldist kinni hoidmine või kahe erineva nupu korraga vajutamine. Sellekohane vajadus jääb kliendi otsustada. Hädaolukorras, nagu voolu kadumine, on puhtklapil rõhuvabastus nupp, mis koheselt vabastab silindri rõhu alt. Lisaks suurendab ohutust võimalus toorik kinnitada pressplaadi külge. Press on projekteeritud küllalt aeglase liikumiskiirusega, mis annab aega kasutajale reageerida võimalikule probleemile aegsasti.

4. HÜDROJAAMA TEHNOLOOGIA

4.1. Mobiilne hüdrojaam

Mobiilset hüdraulikat kasutatakse enamasti liikurmasinate juures. Olulist osa hüdroajami mobiilsuses omab hüdrojaama suurus. Just kompaktset lahendust vajavate lahenduste jaoks peab välja töötama minihüdrojaama kontseptsiooni (vt joonis 5). Sellega mõeldakse lahendust, mis on välja kujunenud erinevate hüdraulika komponentide tootjate poolt läbi aastate. Kõik hüdrojaama komponendid on liidetud tervikus kasutades universaalset vaheplaati, mille külge kinnitatakse kõik vajalikud komponendid: mootor, pump, paak, ventiilid ja klapid. Tõsine areng selles osas on toimunud viimase kümnendi käigus. Kindel piir minihüdrojaama kasutamisel puudub, kuid jaama enda väiksus tingib, et ka tema poolt toidetav süsteem ei saa suur olla. Soovituslik on kasutada seda ühe suurema või äärmisel juhul 2...3 väiksema silindri liigutamiseks. Hüdromootori käitamiseks kasutatakse minihüdrojaama harvem. Paljud tootjad soovivad seda vältida, tuues põhjuseks mootorite suurema võimsuse vajaduse ning vajaduse pikemalt töös olla.



Joonis 5. Minihüdrojaam [9]

4.2. Padruntehnika hüdrojaamas

Minihüdrojaama muudab kompaktseks keskplaadi kasutamine. See ühendab omavahel pumba, elektrimootori ja paagi. Samal ajal on keskplaat ka siduriks pumba ja mootori vahel ning korpuseks, kuhu kinnituvad ventiilid ja klapid. Nii ventiilid kui klapid kinnituvad keskplaati padrunitena. See võimaldab vältida voolikute või torude kasutamist, mis omakorda vähendab lekete võimalust. Samuti väheneb sellega ajami hind.

Padruntehnika eelised ja puudused klassikalise hüdroajami ees on välja toodud tabelis 2.

Tabel 2

Padruntehnika kasutamise eelised ja puudused [4: 16]

Padruntehnika eelised	Padruntehnika puudused
Kompaktne konstruktsioon	Viga süsteemis võib olla raskemini tuvastatav
Suurem paindlikkus	Väike töövedeliku tagasivool
Hooldaja sõbralikkus	Väikesed rõhulöögid
Väikesed gabariidid ja mass	
Väiksem müratase	

Oma eeliste poolest on padruntehnika kasutamine antud hüdroajami projekteerimisel sobiv valik. Vooluhulk on küllaltki väike. Soovitav on kompaktsus ning võimalus masinat hooldada ilma selleks suuri kogemusi omamata.

5. MAJANDUSARVUTUSED

5.1.Omahinna arvestuse alused

Toote omahind on kõikide toote valmistamiseks tehtud kulutuste summa. Omahinna õigeks leidmiseks tuleb liita kõik tehtud kulutused Hydroscand Service OÜs

Pressi omahinnas sisalduvad:

- Kulutused ostutoodetele. Pressi valmistamiseks vajalike komponentide maksumuste summa.
- Kulutused allhangetele. Pressi valmistamiseks tehtavate allhanketööde maksumuste summa.
- Kulutused abimaterjalidele. Pressi valmistamiseks kasutatavate toodete maksumuste summa.
- Kulutused tööjõule. Tööjõukulud pressi valmistamiseks koos sotsiaalmaksu ja töötuskindlustusega.
- Muud kaudsed kulutused. Kaudsete kulude alla arvestatakse kõik ettenägematud kulutused seadme valmistamiseks. Võimalikud kulumaterjalid, muud ettenägematud kulutused.

Sooritatud arvutused iseloomustavad vaid konkreetset ajahetke. Kuna ostutoodete hinnad muutuvad ning allhanke hind on antud vaid konkreetse hanke jaoks, on soovituslik omahinna kalkulatsioonid enne müügipakkumise tegemist üle vaadata. Samas ei ole koostöös pikaajaliste partneritega ette näha suuri muudatusi, mis avaldaks märkimisväärset mõju omahinnale.

5.2.Omahinna arvutus

Suurem osa pressist valmistatakse ostutoodete baasil. Vajalikud tooted on määratletud eelnevas peatükis. Seatud eesmärk kasutada võimalikult palju Hydroscand Gruppi ja koostööpartnerite tooteid kajastuvad ostutoodete valikus. Kasutatud ostutooted on välja toodud tabelis 3.

Tabel 3

Ostutoodete kogused ja hinnad

Toote nimetus	Toote kood	Kogus, tk	Ühiku hind, €
Hüdrosilinder HMF	HMF2300100	1	130,00.-
Pump 4,2 cm ³ /p	E60604008	1	39,50.-
Elektrimootor 2,2 kW	E220AC343S3	1	285,00.-
Plastikmahuti 8 l	H60303033	1	11,40.-
Juhtimisventiil NS 6	MSV4VC200230AC	1	45,80.-
Kaitseklapp NS 6	VMDC35B1	1	8,20.-
Lukuklapp NS 6	VUC20	1	3,20.-
Solenoid mähis 230V	M14040005	2	10,50.-
Voolikukomplekt 1/4"	1105-10-04	2	5,20.-
Ühendusplaat UA	E60104020	1	64,00.-
Manomeeter 250 bar	8360-00-25	1	16,30.-
		Kokku:	616,10.-

Allhankena ostetakse pressi korpus. Allhange hõlmab endas kogu kulutust korpuse valmistamisele: materjal, transport, valmistamine ja viimistlemine. Allhanke hinna arvestamisel toote omahinda võetakse aluseks parima pakkumise summa.

Desintegraator Tootmise OÜ pakkumine: 380,00 €

Teades seda saame arvutada kogu ostutoodetele kuluva summa:

$$619,10 + 380,00 = 999,10. - €$$

Abimaterjalide all mõistetakse kõiki tooteid, mida kasutatakse komponentide kinnitamiseks või omavahel muul viisil ühendamiseks. Antud toote puhul on abimaterjalide osakaal väike, kuna suur enamus pressis kasutatavaid komponente ostetakse pooltoodetena. Seetõttu arvestatakse, baasettevõtte eelnevate kogemuste põhjal, et abimaterjalide hinna suurusjärg on maksimaalselt 10% sisseostetud toodete summast.

Abimaterjalide omahind:

$$999,10 - (999,10 \cdot 0,90) = 99,91. - \text{€}$$

Tööjõu kulude arvestamisel on lähtutud Hydroscand Eesti keskmisest tunnipalgast ~5 €/h. Pressi monteerimisel on arvestatud vajadusest ühe töötaja järgi.

Arvestuslikud ajakulud valmistamisprotsessis:

- Minihüdrojaama koostamine ja testimine: 3 h
- Voolikukomplektide valmistamine: 0,5 h
- Pressi montaaž, kontroll ja testimine: 3 h

Tööjõukulu valmistamisel:

$$5 \cdot (3 + 0,5 + 3) = 32,50. - \text{€}$$

Lisanduvad sotsiaalmaks 33% ja töötuskindlustus 1,4%:

$$(32,50 \cdot 0,33) + (32,50 \cdot 0,014) + 32,50 = 43,68. - \text{€}$$

Kaudseteks kuludeks loetakse suurusjärgus 2,5% toote omahinnast. Selle arvestamisel on lähtutud baasettevõtte varasemastest kogemustest.

$$1141,88 \cdot 0,025 = 28,55. - \text{€}$$

Kokku on Hydroscand Service OÜ kulutused pressi valmistamiseks (vt tabel 4) on 1551,24 €.

Tabel 4

Täisomahinna koondtabel

Kulu liigi nimetus	Kulu summa, €
Kulutused ostutoodetele	999,10.-
Kulutused allhangetele	380,00.-
Kulutused abimaterjalidele	99,91.-
Kulutused tööjõule	43,68.-
Kaudsed kulused	28,55.-
Täielik omahind	1551,24.-

5.3. Müügihinna kujundus

Müügihinna kujundamisel tuleb lähtuda turu olukorrast. Konkurentsist taolise pressi pakkumisel. Alternatiivsete toodete hinnast. Eesti turul taoline press puudub, alternatiividena kasutatakse käsitööriistu, mille hinnaskaala ei ole võrreldav hüdrauliliste seadmetega. Seega turu seisust parima müügihinna kujundamisel lähtuda ei ole võimalik. Esialgse müügihinna määramisel lähtutakse eelnevatest kogemustest.

Kasumi määraks võetakse 30%. Seega müügihind:

$$1551,24 \cdot 1,3 = 2016,61 \approx 2016,60 \text{ €}$$

KOKKUVÕTE

Hydroscand Service OÜ kuulub põhjamaade suurimasse hüdraulikakonserni Hydroscand Grupp. Ettevõtte eesmärgiks on pakkuda hüdraulika terviklahendusi, mis hõlmavad teenuseid toote projekteerimisest ja komponentide ning materjalise valimisest kuni süsteemi väljaehitamise ja seadistamiseni.

Ettevõtte tegevuse käigus on selgunud, et Eesti turul ja lähiregioonis pole hüdraulilise elektrikaabli otsade presside tootjat, enamus potentsiaalseid kliente kasutab elektrikaabli otsade pressimiseks käsitööriistu, mis ei taga kindlat kvaliteeti. Ajendatuna klientide huvist soovis Hydroscand Service OÜ projekteerida elektrikaabli otsade pressi peamiselt oma tootevalikut kasutades.

Hüdraulilise pressi eelistamiseks sellise tööoperatsiooni tegemisel on palju plusse. Eelkõige võib nimetada töökindlust, töötulemuse kvaliteeti, täpsust ning ohutust. Eesmärgiks oli leida võimalikult kompaktne ja odav lahendus. Seepärast valiti kolmest küljest avatud raamiga pressi tüüp. Antud tüüpi pressi eelistamise põhjuseks oli hea juurdepääs pressimispindadele. Samuti hind ja mobiilsus. Lähtudes sellest projekteeriti korpus ühendamaks komponendid ühtseks terviklikuks presspingiks. Hüdro süsteemi toitmiseks valiti minihüdrojaam. Minihüdrojaama kasutamine oli õigustatud, kuna see ei tõstnud hinda, samas suurendas kompaktsust märgatavalt. Lisaks võimaldas kasutada kergesti hooldatavat padruntehnikat. Kuna süsteemiks oli vaid üks tarbija ning vajatav võimsus oli küllaltki väike on minihüdrojaama kasutamine antud hüdro süsteemis parim lahendus.

Süsteemi dimensioneerimise käigus arvutati vajaminevate komponentide suurused. Arvutused põhinesid pressi vajalikust jõust kolm tonni ning valitud süsteemi töö rõhust 160 bar. Antud suurused määrati arvestades maksimaalseid vajatavaid suurusid, seega võib reaalne süsteemi töö rõhk olla madala. Sobiva tootja kataloogist valiti parim toode võimaldamaks täpset toote omahinna arvutust.

Materjalide ja komponentide valimisel eelistati Hydroscand Gruppi tootevalikut. Lisaks kasutati pikaajaliste koostööpartnerite tooteid. See tagas parima hinna turul. Minihüdrojaama detailid valiti Hydronit s.r.l toodetest. Hüdro silinder valiti Contarini Leopold s.r.l toodekataloogist. Pressi korpuse

valmistab Desintegraator Tootmise OÜ. Võimalusel eelistati enamlevinud toodet, mida võimalik laos hoida.

Pressi omahind alusel saab kujundada esialgse müügihinna ja hinnata pakutava seadme konkorentsivõimelisust turul. Omahinna leidmisel liideti tehtud kulutused. Kuna taoline seade hetkel Eesti turul puudub on raske müügihinna sobivust hinnata. Leitud hinnad annavad ülevaate ettevõttele vajaminevate kulutuste suurusjärgust ning võimaluse teha potentsiaalsele kliendile pädev müügipakkumine.

Projekteeritud press on valmistamiskõlbulik. Määratletud on nõuded taolisele pressile. Leitud vajaminevad komponendid. Konstrueeritud korpus komponentide kompaktseks ühendamiseks. Ning teostatud majandusarvutused pressi hinna leidmiseks. Seega võib lugeda töö eesmärgid täidetuks.

SUMMARY

Title of this thesis is Design of the Hydraulic Press for Processing Cable Ends.

This theses is written in co-operation with company Hydrosand Service Ltd. It belongs to the Scandinavian corporation Hydrosand Grupp. The company provides complete hydraulic solutions that includes services for the product design and component selection, to set up and construction of the hydraulic systems.

Objectives of this thesis is to design a new type of press product for Hydrosand Service's product line. A hydraulic press for processing of cable ends. Reason for this is need for such kind of product from Hydrosand Service's clients. Another reason is that there is no such a product available in Estonian market. Company thinks that there is a potential for such product in our market.

To achieve this it is needed to define the requirements for such a press, identify the components needed, create the design solution, and calculate the construction costs. Price of this press should be reasonably low, because this press has to be competitive. Also the design should be compact, because this press must be easily movable without heavy machinery.

As a first step the press frame type has to be chosen. The best type for this kind of press is c-type open frame press. This allows easy access to pressing area which is vital, because cables can be very long and already connected at the other end. Also it is the most widely used and cheapest type of hydraulic press. Based on this knowledge the basic frame body was designed.

Hydraulic system was dimensioned with the need for pressing power of three tons and working pressure of 160 bar. Based on this, rest of the components parameters were calculated. Products were chosen from Hydrosand Grupp's product line and from their long time partners products. Reason for this is to get components at the best price possible. Press frame body was outsourced from Hydrosand Service's partner to guarantee best quality and delivery time.

One of the main problems of hydraulic machinery's mobility is the size of the hydraulic power pack, which provides hydraulic power for the system. To solve this problem mini power pack

concept was chosen. It is a product which takes advantage of cartridge valve technology. Universal central manifold merges all pieces of hydraulic power pack into a whole. There is no need to connect different components with tubing. Current press is ideal for the use of such mini power pack. Because it has only one actuator and does not require a lot of force.

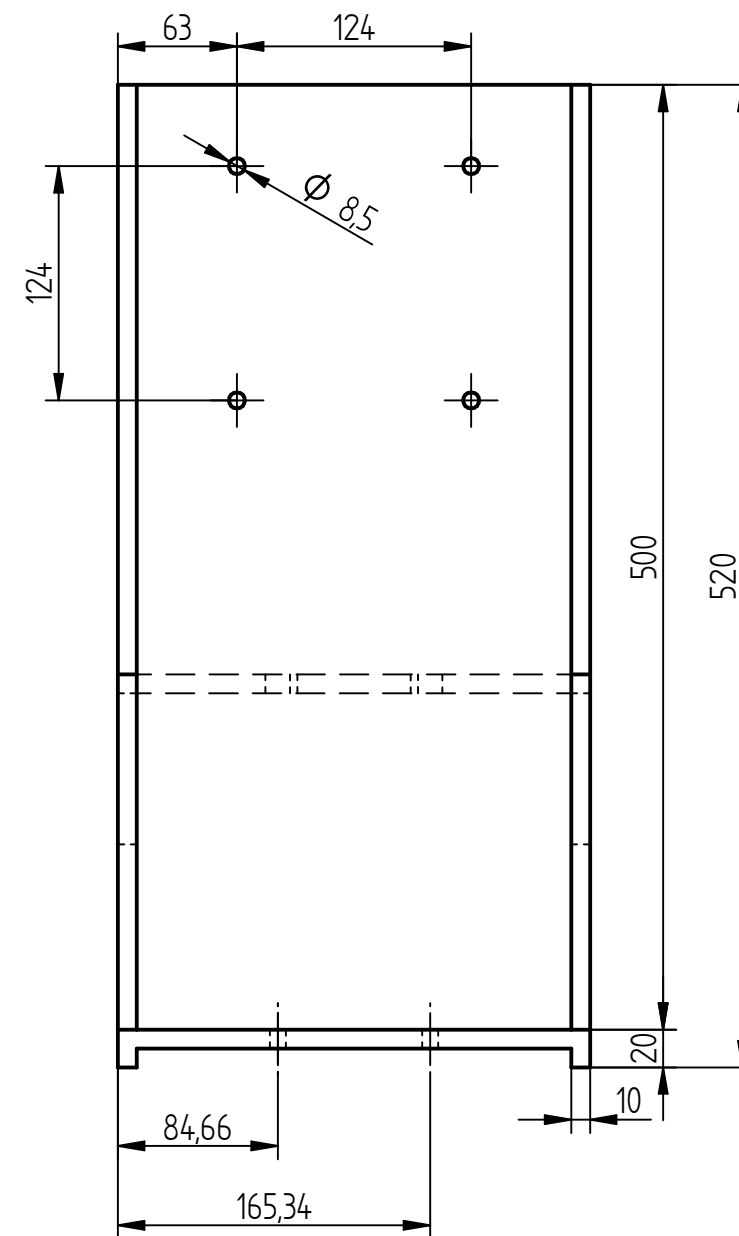
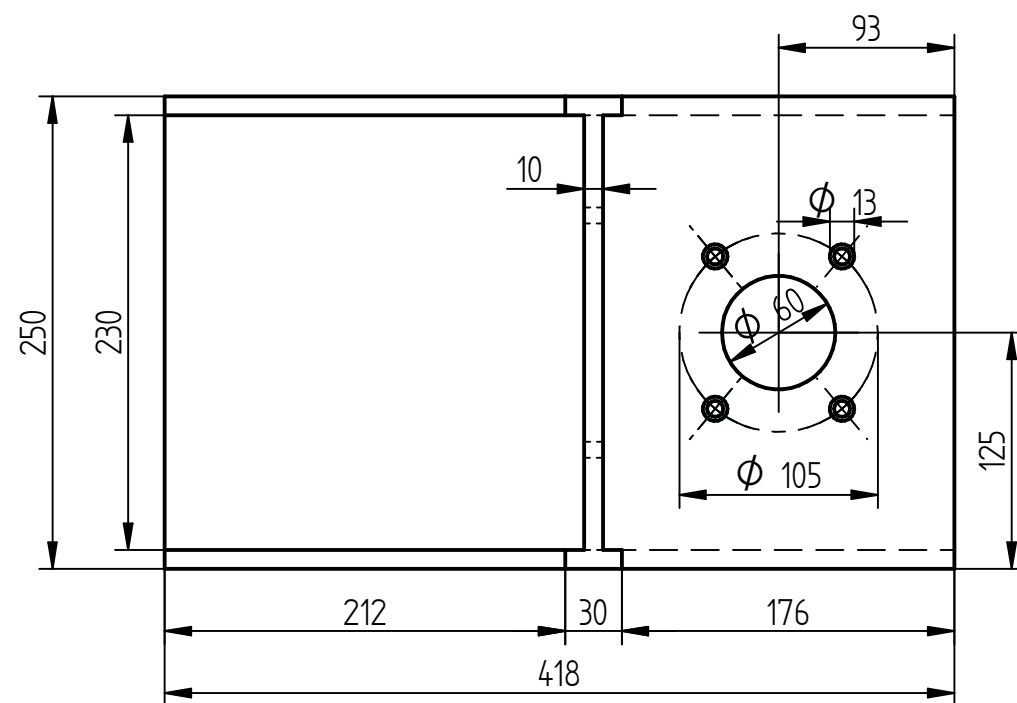
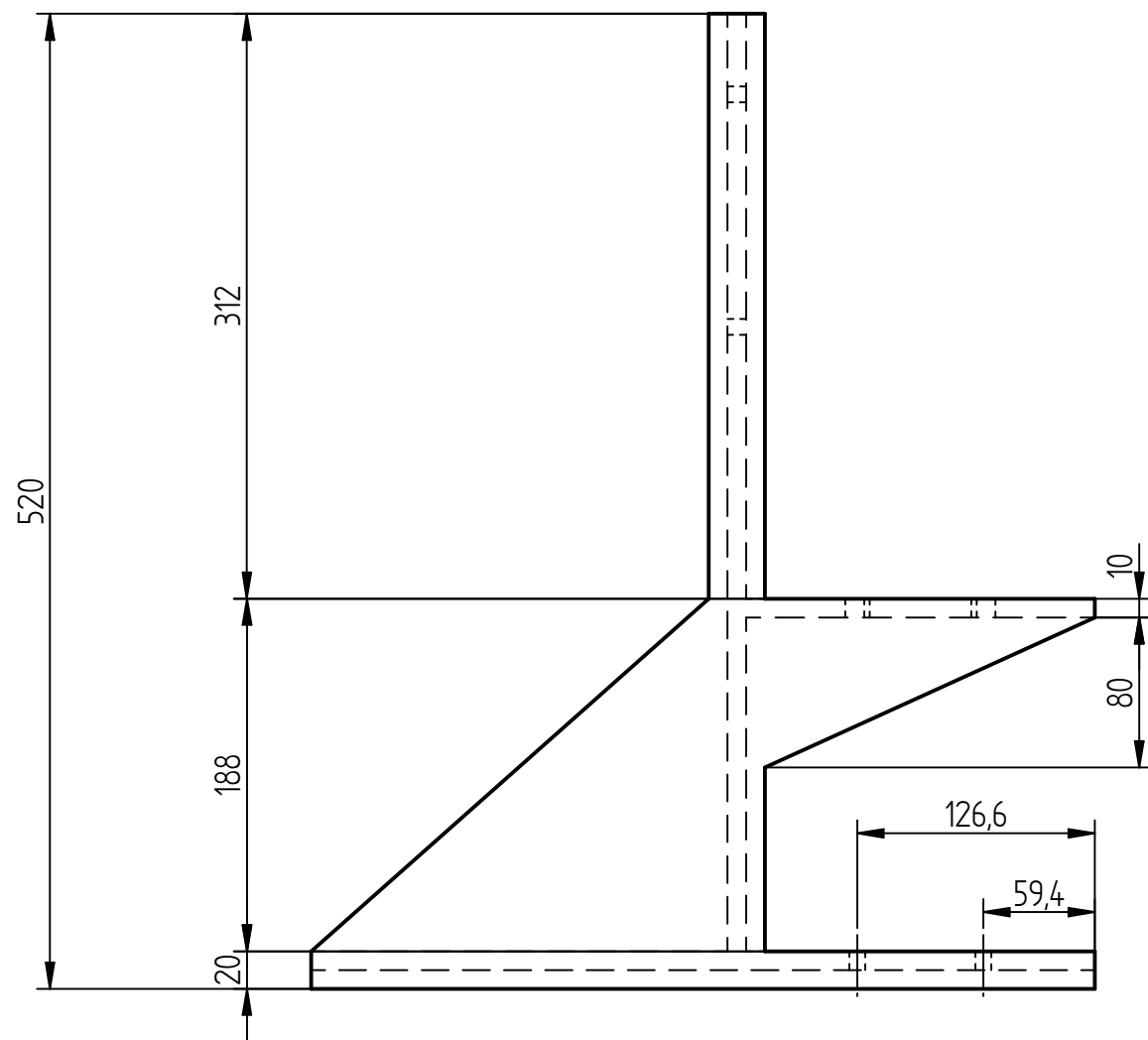
Construction costs for this press were found by the sum of components used, costs on material used, costs on outsourcing, costs on labor and indirect costs. With this net cost of the press was found 1551,24 €. Also recommended sale price 2016,60 € was calculated.

In conclusion all the set objectives were answered. Requirements for such press were found. Components for making such press were identified. Design solution for the press was created. Costs for construction was calculated.

VIIDATUD ALLIKAD

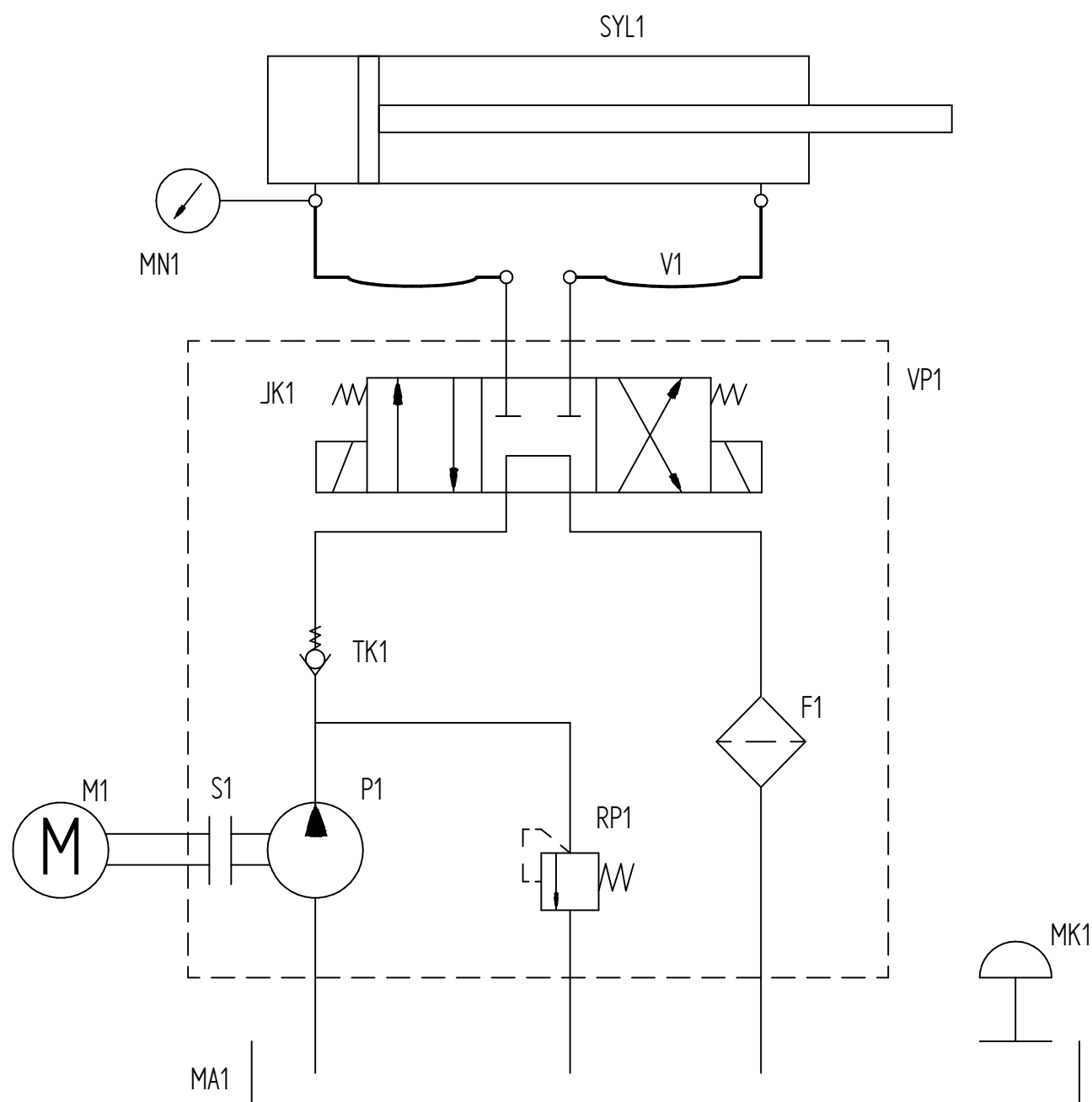
1. Doddamnavar, R. Barnard, A. (2005). Practical Hydraulic Systems: Operation and Troubleshooting for Engineers and Technicians. Oxford: Elsevier, 240 lk.
2. Advantages of Hydraulic Presses. [WWW] <http://www.greenerd.com/hydraulic-press-productivity-guide/advantages.aspx> (24.04.2012)
3. Hydraulic presses. [WWW] <http://www.smithassoc.com/copyrighted-white-papers/papers/C07.pdf> (25.04.2012)
4. Soots, R. (2005). Hüdraulika ja hüdroseadmed. II osa. Tln: Tallinna Tehnikakõrgkool, 56 lk.
5. Hydronit S.r.l. Power Pack Compact series tootekataloog. (2010). 80 lk.
6. Soots, R. (2009). Hüdraulika ja hüdroseadmed. Täiendatud kordustrukk. Tln: Tallinna Tehnikakõrgkool, 150 lk.
7. Contarini Leopoldo S.r.l., tootekataloog A, Cylinders and components. (2011). 98 lk.
8. Hydroscand AS tootekataloog. (2009). 382 lk.
9. Hydraulic power packs [WWW] http://www.tradeboss.com/default.cgi/action/viewproducts/productid/101824/productname/Hydraulic_power_pack/ (14.05.2012)

Lisa 1. Korpuse joonis.



	Materjal:	Märkimata piirhälbed: ISO 2768-m	Mass:	Mööd: 1:4
Teostas:	H. Berendsen	Nimetus: Elektrikaabli otsade pressi korpus	Faili nimetus: EOP01-10.00.00. dft	
Kontrollis:	R. Soots			
Kinnitas:				
TTK TI		Leht: 1	Tähis: EOP01-10.00.00	

Lisa 2. Pressi hüdrooskeem



Tähis	Nimetus	Selgitus	Kogus
VP1	Universaalne vaheplaat UA		1
SYL1	Hüdrosilinder HMF	50/30/100	1
M1	Elektrimootor E220-AC-343-S3	2,2kW, 230V, 1500p/min	1
P1	Hammasrataspump K-type	4,2 l/p, 180 bar	1
JK1	Juhtimisklapp MSV4V	210 bar, 12 l/min, 230V	1
RP1	Rõhupiiraja VMDC	35-280 bar	1
TK1	Lukuklapp VUC	25 l/min	1
MN1	Manomeeter	1/4", 0-250 bar	1
F1	Sisseehitatud filtrielement		1
S1	Sisseehitatud sidur		1
MA1	Õlimahuti	8 L	1
MK1	Hingav mahutikork	3/8"	1
V1	Hüdrovoolik 1105-10-04	1/4", 450bar	2

	Materjal:	Märkimata piirhälbed:	Mass:	Mööd:
Teostas:	H. Berendsen	Nimetus:	Faili nimetus: HS01-10.00.00.d ft	
Kontrollis:	R. Soots	Elektrikaabli otsade pressi hüdro skeem		
Kinnitas:				
TTK TI		Leht: 1	Tähis: HS01-10.00.00	

Lisa 3. Hüdrovooliku dimensioneerimise monogramm

