



TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOO

Marko Mets

PUURIMISSEADME PROJEKTEERIMINE

LÕPUTÖÖ

Mehaanikateaduskond
Masinaehituse eriala

Tallinn 2013

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. Smidt Metall OÜ, Hammarprodukter AB ja Hammarprodukter OÜ tegevuse üldisloomustus	6
1.1. Smidt Metall OÜ	6
1.2. Hammarprodukter AB ja Hammarprodukter OÜ	8
2. Puurimisseade	10
2.1. Kasutusel olev tehnoloogia.....	10
2.2. Puurimisseadme kirjeldus ja materjali valik.....	11
2.3. Tehniline osa.....	15
2.4. Arvutused.....	20
2.5. Puurimisseadme reguleerimisvõimalused	26
2.6. Majanduslik osa	30
2.7. Töötervishoid ja –ohutus	34
Kokkuvõte	37
Summary	39
Viidatud allikad	41
Lisad	42
Lisa 1 Materjalide hulk.....	42
Lisa 2 Puurimisseade koostejoonis.....	46
Lisa 3 Töölaua raam koostejoonis	47

Lisa 4 Töölaua pind koostejoonis.....	48
Lisa 5 Konveier koostejoonis	49
Lisa 6 Laastukast ja tugiraamistik koostejoonis	50
Lisa 7 Press koostejoonis.....	51
Lisa 8 Liigend press koostejoonis	52
Lisa 9 Puurimisüksus 1 koostejoonis.....	53
Lisa 10 Puurimisüksus 2 koostejoonis.....	54
Lisa 11 Puurimisüksus 3 koostejoonis.....	55
Lisa 12 Laastukasti tugiraamistik koostejoonis.....	56
Lisa 13 Laastukast koostejoonis.....	57
Lisa 14 Konveieri raam koostejoonis	58
Lisa 15 Konveieri rullik koostejoonis	59
Lisa 16 Töölaua jalg koostejoonis.....	60
Lisa 17 Tähistuspost 1 koostejoonis.....	61
Lisa 18 Tähistuspost 1 joonis	62
Lisa 19 Tähistuspost 2 joonis	63
Lisa 20 Tähistuspost 3 joonis	64
Lisa 21 Tähistusposti maaaluse klambri joonis.....	65
Lisa 22 Tähistusposti neet joonis.....	66

SISSEJUHATUS

Masina- ja metallitööstus on Eestis tähtis tööstusharu. Masinatööstus on Eesti üks juhtivaid töötleva tööstuse harusid, mis annab ligikaudu kolmandiku riigi kaupade ekspordikäibest ning kus on hõivatud 7,4% riigi töötajaskonnast. Metallitöötlemise tehnoloogial põhinevate tootmisvahendite ning töötajate kutsealaliste ostuste sarnasuse tõttu käsitletakse masina- ja metallitööstuse valdkonda kui ühtset masinatööstust [3: 17].

Sektoris on majanduskriis nüüdseks möödas ja kätte on jõudnud taastumisperiood. See on sundinud ettevõtjaid mõtlema rohkem uute turgude leidmisele, pöörama tähelepanu aktiivsele müügile, laiendama oma tegevust, osutama tähelepanu tootearendusele ja ettevõtetevahelisele koostööle. Praegu on turul need masina- ja metallitööstuse ettevõtted, kellel on piisav finantsvõimekus, kindlad tarnekanalid ja kes tegelevad tootearendusega. Tulevikku vaadates rõhutakse üha enam ettevõtete ühistegevusele, sest partnerlus tagab tõhusama turunduse. Üksi ei suudeta tegeleda tootearendusega. Ühiselt saavadki väikesed ettevõtted oskusliku turundusega end kliendile nähtavaks teha [3: 18].

Masina- ja metallitööstuse ettevõtted on paiknemise järgi väga kontsentreeritud. Ülekaalult kõige rohkem ettevõtteid asub Harjumaal, ülejäänud ettevõtted on paigutatud maakondadesse- neist Saaremaale 10, kes tegelevad nii masina- ja metallitoodete kui ka muude transpordivahendite tootmisega. Seda ilmestab teiste metallitööstusettevõtete kõrvale väikelaevaehituse regionaalse kompetentsikeskuse rajamine Saaremaale [3: 19].

Teiste väikeettevõtete kõrval Saaremaal on edasiarenev eraettevõtte Smidt Metall OÜ. Samuti on mitmed välisfirmad rajanud oma tütarettevõtteid Saaremaale. Nagu seda on teinud Rootsi firma Hammarprodukter AB, kes rajas Saaremaale tütarfirma Hammarprodukter OÜ.

Kuna väikeettevõtted moodustavad Eesti masinatööstuses valdava enamuse, on oluline roll ka väikeettevõtete tegevusel Saaremaal, andes oma panuse Eesti masina- ja metallitööstuse arengusse. Väikeettevõtted Smidt Metall OÜ ja Hammerprodukter OÜ on aastaid teinud ettevõtetevahelist koostööd, mis on aidanud ka majanduslanguse perioodil ettevõtetel püsima jääda.

Lõputöö teemaks on puurimisseadme projekteerimine. Lõputöö eesmärgiks on projekteerida elektri maakaabli ja elektrikilpide tähistuspostidele avade puurimiseks puurimisseade, mis võimaldaks teostada tööoperatsioone ühel seadmel, hoides kokku ajalisi ressursse.

Lõputöös püstitatakse hüpotees, et puurimisseade on avade puurimiseks tööoperatsioonidega ühel seadmel. Puurimisseadme vajalikkust tingib teema aktuaalsus, sest elektri maakaabli ja elektrikilpide tähistuspostid on tänapäeva ühiskonnas vajalikud. Samuti on laienenud turg Eestisse ja ka välismaale.

Lõputöö on üles ehitatud peatükkidena ja alapeatükkidena. Esimeses peatükis tutvustatakse ettevõtete Smidt Metall OÜ ja Rootsi ettevõtte Hammarprodukter AB Saaremaal asuva tütarettevõtte Hammarprodukter OÜ tegevust, tegevusvaldkondi, arengusuundi, koostööpartnereid. Antakse ülevaade tootmistegevusest, teenustest, tellimustöödest, tööde teostamisest, toodangust, selle ekspordist ja ettevõtte uuendustest.

Teises peatükis antakse ülevaade puurimisseadme kasutuselolevast tehnoloogiast, toote kirjeldusest, materjali valikust, tehnilisest osast, arvutustest, puurimisseadme reguleerimise võimalusest, töötervishoiust ja -ohutusest. Avaldatakse elektri- ja pneumoskeem. Majanduslikus osas arvutatakse toote omahind ja tasuvuse aeg. Lisas avaldatakse tabelid materjalide hulga arvutamise kohta ja graafilised joonised.

Lõputööle on lisatud sissejuhatus, kokkuvõte, resüme, viidatud allikad. Lõputöösse kaasatakse ettevõtted Smidt Metall OÜ ja Hammarprodukter OÜ, sest lõputöö saab võimalikuks ettevõtte pakkumisest teha lõputöö projekteerides ettevõttele Hammarprodukter OÜ puurimisseade avade puurimiseks.

1. SMIDT METALL OÜ, HAMMARPRODUKTER AB JA HAMMARPRODUKTER OÜ TEGEVUSE ÜLDISELOOMUSTUS

Antud peatükis tutvustatakse ettevõtete Smidt Metall OÜ ja Rootsis ning Eestis asuva ettevõtte Hammarprodukter AB ja Hammarprodukter OÜ tegevust, tegevusvaldkondi, arengusuundi, koostööpartnereid. Antakse ülevaade ettevõtte tootmistegevusest, teenustest, tellimustöödest, tööde teostamisest, toodangust, tootearendusest, toodangu ekspordist ja ettevõtte uuendustest.

1.1. Smidt Metall OÜ

Smidt Metall OÜ on Saaremaal Kaarma vallas Eiklas asuv Eesti erakapitalil põhinev ettevõtte, mis asutati 2003 aastal. Ettevõtte tegevusvaldkondadeks on metalli- ja metalltoodete tootmine: külmlõiketöötlemise allhange, keevitustööd, stantsimine, treimine, CNC treimine, CNC freesimine, lihvimine.

Teenused: treimine- CNC treimine, D 160, L 700, manuaalpinkidel treimine, D 550, L 1700 (olenevalt täpsusest ja töö iseloomust on võimalik pikkusega minna suuremaks); freesimine- CNC freesimine, manuaalne freesimine, freesimine vertikaal- ja horisontaalpinkidel; tasapinnaline lihvimine, giljotiin (lehellõikus); painutuspress (2500x100)tonni lehe painutamine; saagimine- ekstsentriskpress 6T, hõõveldamine [10].

Töid teostatakse tellija poolt esitatud jooniste, näidiste või seletuste alusel. Arvestatakse objekti eripära ja tellija soovidega. Kui tellijal on probleeme detaili valmistamisega või tehnilise lahenduse leidmisega, aidatakse kliente meeeldi, keerulisemate lahenduste puhul kasutatakse ka konstruktorite ja programme abi. Klientideks on nii ettevõtted kui eraisikud.

Toodanguks on peamiselt tellimustööd Saaremaa väikelaevaehitusettevõtetele, millega tagatakse kindel turg ja kliendid pikemaks perspektiiviks. Teine osa tellimustöödest läheb masinaehitajatele, Eesti masinatööstusele, elektroonikatööstusele; rakised ja mitmesugused detailid. Kliente on ka teistest sektoritest nagu ehitus-, põllumajandus- ja energeetikasektor. Ettevõttel omatoodang puudub. Toodangut läheb ka ekspordiks: Rootsi, Soome, Läti. Soome on toodetud suruõhu tööriistade kinnitusrakiseid, Läti spindli tõmbetorusid, Rootsi lumesahkade detaile, pukse jne. Välisurg moodustab 1-2 % kogukäivest. Ekspordi arengut takistavate probleemidena tuuakse välja otsekontaktide puudumist, kitsast kontaktivõrgustikku välismaal, messidel osalemiseks vajaminevad suuri kulutusi ja leitakse, et kohalikku tellimustööd on piisavalt palju, et tellijate soovid saaksid täidetud (ettevõtte tegevjuht).

Koostöö klientidega on tihe, paljuski toodetakse kindlat toodet kindlale kliendile ja tullakse vastu klientide soovile ning vajadustele. Lõpptoote valmimisel on koostöö kahepoolne, kus antakse vajalikud soovitusel ja lahendused, arutatakse materjalidega seotud kitsaskohti [10].

Ettevõtte on saanud riigipoolset toetust kolmel korral: EAS stardiabi 2003 aastal, PRIA Leader meede CNC treikeskuse ostuks 2010 aastal ja PRIA MAK meede 3.1- vana hoone renoveerimiseks 2011 aastal (ettevõtte tegevjuht).

Uuenduste ja täiustuste tegemisel asetatakse põhirõhk tootmisega otseselt seotud tegevustele. Tootmisprotsessi uuendustest tuuakse esile uute tehnoloogiliste lahenduste kasutuselevõttu tootmises: manuaalpinkide asemele CNC töökeskuste ostmine, tootmispiinda laiendamine vana hoone renoveerimise näol ning koostöö edasiarendamine teiste ettevõtetega. Prioriteediks on uuenduslikkus, paindlikkus, kliendispetsiifiline tootmine, tellimuse täitmise kiirus, kiire reageerimine nõudlusele ja lihtsus.

Ettevõttes lähtutakse tootmise planeerimisel ja juhtimisel iseenda poolt välja arendatud tootmise juhtimise süsteemist. Ettevõttes jälgitakse tootlikkust, masinapargi koormust, praagi protsenti. Ettevõtte asukoht maapiirkonnas võimaldab pakkuda tööd sealsele tööjõule (ettevõtte tegevjuht).

Smidt Metalli OÜ koostööpartneriteks on Enerpoint Saare, Baltic Workboats AS, Saaremaa Liha- ja Piimatööstuse AS, Alunaut OÜ, Stora Enso Mets, DV- Tools, Naglis Err, Farmitek OÜ, Valjala Söödatehas AS, Trelleborg M.C. Estonia OÜ, Saare Frydendahl OÜ, Hammarprodukter OÜ [10].

1.2. Hammarprodukter AB ja Hammarprodukter OÜ

Hammarprodukter on Rootsi- Eesti ühissettevõte, kus emaettevõtte Hammarprodukter AB asub Rootsis ja tütarettevõtte Hammarprodukter OÜ asub Eestis. Välisosaluse osatähtsus on oluliselt suurenenud ning välisosalusega ettevõtetel on Eesti majanduses märkimisväärne roll [3: 68].

Hammarprodukter AB on Rootsi firma, mis toodab metallist silte elektrikilpidele ja elektripostidele. Toodet võib jagada kahte klassi: isekoostatavad sildid (tekstid ja numbrid) tähekõrgusega 10-160mm ning tehases valmistehtud hoiatussildid [14].

Rootsi üks suurimaid märgitootjaid Hammarprodukter AB on välja arendanud nn *Sign key* materjali, milles selgitatakse, mis märke kasutada ning kuidas neid täita kooskõlas Rootsi ja EÜ normide ja seadustega [6].

Kuna ettevõtte turg asub üle maailma väga erinevates riikides, siis tuleb vastavalt sellele kohandada tooteid sihtkoha riigi nõuetest lähtudes. Valdkonna spetsiifika toob kaasa ka töökorralduslikud erisused. Olenevalt klientide soovidest on sageli hulgitootmise kõrval vajalik teha ka partiitootmist, kus toodetakse eritellimuse alusel väiksemas koguses. Eestis on elektrivõrkude ohutusmärgistuse standardid kinnitatud majandus- ja kommunikatsiooniministri poolt. Kuna suur osa toodetest on kasutusel välistingimustes, siis on äärmiselt oluline materjalide ilmastikukindlus (nt. pinge-, temperatuuride, -niiskuse, -soolsuse, -jne. taluvus) ja toodete kõrge kvaliteet. Hammarprodukter AB-s tegeletakse eraldi oma toodete pideva testimisega. Ettevõttes on kasutusel Rahvusvahelise Standardiorganisatsiooni (ISO) sertifikaadid [4: 35].

Pika arendustöö ja katsetuste käigus leitakse materjalid, mis on sobilikud Põhjamaade keerulistes tingimustes. Välistingimustes kasutatavad tooted on valmistatud alumiiniumist, kaetud mitme kihi laki ja värviga, mis tagavad toodete pika eluea. Kogemused näitavad, et sildid kestavad kuni 20 aastat. Eestis on kasutatud Hammerprodukteri silte 1997.aastast. Tänapäevaks on ettevõtte spetsialiseerunud elektriohutusemärgistuse tootmisele [14].

2004.aastal otsustati laiendada oma tegevust ja luua tütarettevõtte Eestisse. Määravaks said turu laienemine Eestisse, odava tööjõu võimalused, odavamad tootmishooned, madalamad tootmiskulud ja

asukoht klientide läheduses. Hammarprodukter OÜ asub Saaremaal Kuressaares. Alustas tegevust 2006.aastal.

Hammarprodukter OÜ on tootmisettevõtte, mis teostab allhanketöid. Riigipoolset toetust ei oma. Ettevõtte toodangu sortimenti kuulub 22 erinevat toodet. Põhitoodang on elektrihoitumärgistused, linnupeletajad, helikopterite ja väikelennukite elektriliinide markeeringud, mitmesugused klambrid kõrgepingeliinidele, millele kinnitatakse vastavalt vajadusele silt või hoiatusmärgis jt. Hammarprodukter OÜ müük ja turundus käib läbi Hammarprodukter AB. Kohaliku turu nõudlusest tingituna hakati tootma plastikust tähistusposte: „Probleem tekkis alumiiniumist tähistuspostide kasutusega Eestis, sest energiaettevõtted kartsid tootevargust. Koostöös Eesti Energia Standardosakonnaga tehud otsuse põhjal hakatakse tootma plastikust tähistusposte. Eesti Energia aktsepteeris tooteid ja nõudlus on olemas- märgistada teeäärseid kilpe ja uusi kaablitrasse“ (tütarettevõtte juht).

Hammarprodukter AB müüb oma toodangut üle maailma. 2012.a. seisuga ettevõtte toodete sortimendis üle 300 toote. Suur partner läbi aegade on Ameerika, kuhu läheb kogu ettevõtte toodangust 60-70% (tütarettevõtte juht).

Hammarprodukter OÜ tulevikuplaanideks on siseneda Eesti turule ning laiendada müüki ka teistesse maadesse: sealhugast Läti, Leetu. Toodangu kasutamisevõimalusi nähakse tuletõrje hüdrantide ning gaasitrasside märgistamisel. Samuti koostöö jätkamist teiste masina- ja metallitööstusettevõtetega Saaremaal ja üle Eesti. Hetkel stantsitakse, pressitakse avasid alumiiniumpostidele, plastikpostidele, mis on mõeldud elektri maakaabli ja elektrikilpide tähistuspostidena paigaldamiseks kasutusel oleva tehnoloogia järgi. Ettevõtte toodangust umbes 80% läheb elektri- ja liinivõrkude ning 20% raudteevõrkude märgistamiseks (tütarettevõtte juht).

Ettevõtte Hammarprodukter OÜ majanduslikul tegevusel on viimastel aastatel läinud suhteliselt hästi. Hammarprodukter OÜ käive aastatel 2010- 2011 oli 121017 ja 183 981 eurot [4: 36].

Koostööd tehakse mitmete ettevõtetega Saaremaal kui üle Eesti. Koostööpartnerid on OÜ Smidt Metall, Radius Machining Tallinnas, Enko AS, Plastik, Ati Profiil, Kõmsi Metall AS jt. Oluliseks peetakse olla emaettevõttele heaks partneriks.

2. PUURIMISSEADE

Antud peatükis antakse ülevaade puurimisseadme kasutuselolevast tehnoloogiast, detailidest, toote kirjeldusest, materjali valikust, selle eelistustest, tehnilisest osast, majanduslikust osast ning töötervishoiust ja –ohutusest.

Puurimisseade projekteeritakse tellimustööna ettevõttele vajadusega koondada kõik tööoperatsioonid avade puurimiseks tähistuspostidele ühele seadmele.

2.1. Kasutusel olev tehnoloogia

Rootsi tütarettevõttes Hammarprodukter OÜ toodetakse alumiinumist maakaabli ja elektrikilpide tähistusposte hetkel kasutusel oleva tehnoloogiaga. Ettevõttesse tellitakse sisse värvitud alumiinumlattid läbimõõduga 50x25 mm, mis kohapeal lõigatakse saega nõutavateks pikkusteks, vastavalt siis kas 1,7 m või 1,2 m lattideks. Seejärel toimub ankravade töötlemine läbi alumiinumlatti, kus kasutatakse stantsimise meetodit eksentrikpressi abil. Stantsitakse avad läbimõõduga 9mm. Iga ava stantsitakse ükshaaval, mistõttu on ankravade augustamine alumiinumlatti aeganõudev protsess (vt joonis 1). Järgneb ankrute paigaldamine tähistusposti külge, kus pistetakse läbi alumiinumneet (vt joonis 2), seejärel eksentrikpressiga pressitakse kokku alumiinumneet (vt joonis 3).

Puudused: 1) iga tööoperatsioon erinevatel pinkidel

2) aeganõudev protsess

3) palju käsitsi tööd

4) ei võimalda hulgitootmist

Ettevõtte vajaduse uue puurimisseadme järele tingib turu laienemine Eestisse, Lätti ja Leetu. Toodete tellimused on suurenenud, mistõttu on vajalik, et iga tööoperatsioon toimuks ühel tööpingil, hoiaks kokku ajalisi ressursse: ei oleks nii aeganõudev kui seda on kasutusel olev tehnoloogia.



Joonis 1. Avade stantsimine



Joonis 2. Ankrute paigaldamine



Joonis 3. Pressimine

2.2. Puurimisseadme kirjeldus ja materjali valik

Puurimisseade projekteeritakse plastikust tähistuspostide augustamiseks ja ankrudevade neetide pressimiseks. Puurimisseadme projekteerimisel arvestatakse võimalusega puurida erineva läbimõõduga ja asukohaga avasid erinevatele tähistuspostidele. Tähistuspostid on kolme erineva pikkusega.

Tähistuspost 1 – Tähistusposti pikkus on 1700 mm ja puuritakse läbi posti horisontaalselt ava läbimõõduga 9 mm, mis asub posti alumisest servast 250 mm kaugusel. Sellele tähistusposti ülemisele osale kinnitatakse kleebis (vt lisa 18).

Tähistuspost 2 – Tähistusposti pikkus on 1200 mm ja puuritakse läbi posti kolm ava, neist kaks ava, millest üks ava asetseb posti ülemisest servast 30 mm kaugusel ja teine ava asetseb esimesest avast 155 mm kaugusel, puuritakse vertikaalselt läbimõõduga 3,2 mm ja üks horisontaalne ava läbimõõduga 9 mm, mis asetseb posti alumisest servast 250 mm kaugusel. Sellele tähistusposti ülemisele osale needitakse silt (vt joonis 4 ja lisa 19).



Joonis 4. Tähistusposti silt

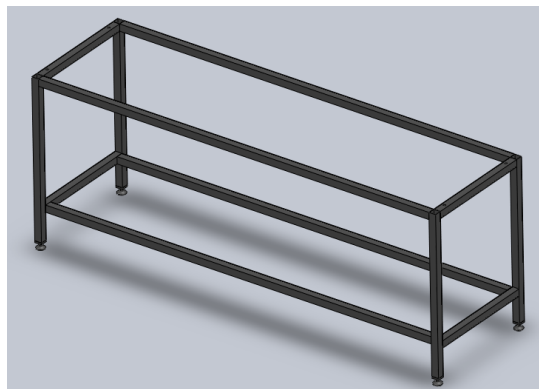
Tähistuspost 3 – Tähistusposti pikkus on 1200 mm ja puuritakse läbi posti vertikaalselt kaks ava läbimõõduga 9 mm, millest üks ava asetseb posti alumisest servast 20 mm kaugusel ja teine ava asetseb esimesest avast 500 mm kaugusel. Tähistuspost kinnitatakse elektrikilpidele ja ülemisele osale kinnitatakse kleebis (vt lisa 20).

Puurimisseade projekteeritakse eesmärgiga lihtsustada ja koondada olemasolevaid tööoperatsioone erinevatelt tööpinkidelt ühele seadmele, mis võimaldaks vähendada käsitsi töö mahtu erinevatel pinkidel ja hoida kokku ajalisi ressursse, võimaldades ettevõttel teostada hulgitootmist arvestades turu vajadusi Eestis ja välismaal.

Töölaua raam

Puurimisseadme töölaua raam ehitatakse vastavalt seadme eripärale, arvestades seda, et töötajal oleks võimalik saavutada sobiv ja mugav tööasend puurimisseadmega töötamisel. Tööpind peab olema

küllaldaselt suur, et võimaldada mugavalt ja ohutult vajalike seadmete paigutamist töölauale. Töölaua raami mõõtmed on 700x2400x900 mm. Tugikonstruktsiooni kuuluvad detailid on omavahel kokku keevitatud (vt joonis 5).

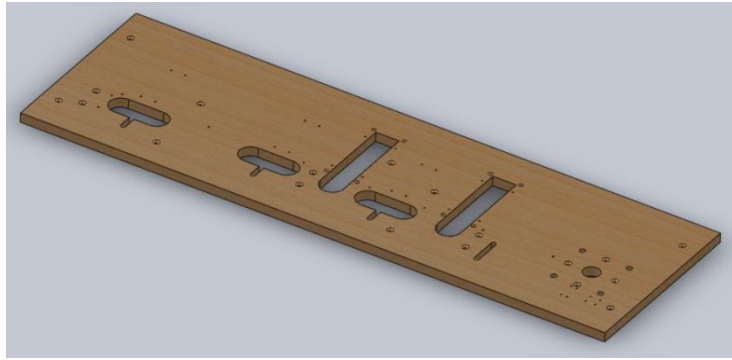


Joonis 5. Töölaua raam

Töölaud

Töölaua raami külge kinnitatakse poldliite abil töölaud, mille mõõtmed on 800x2500x40 mm, millesse on eelnevalt puuritud ja freesitud CNC freespingis avad ja sooned. Töölauda töödeldakse viis ava, milledest tähistuspostide puurimise käigus tekkiv laast kukub läbi avade konveierlindile. Töölaua materjaliks valitakse 40mm paksune lamineeritud kasevineer F/F. Materjali valikul sai määravaks hind, kergus ja piisavalt hea kandevõime, kuna töölaual tehtavad tööoperatsioonid on mõeldud vaid kergetele detailidele (plastikust tähistuspostidele), mis ei avaldata töölauale suurt survet.

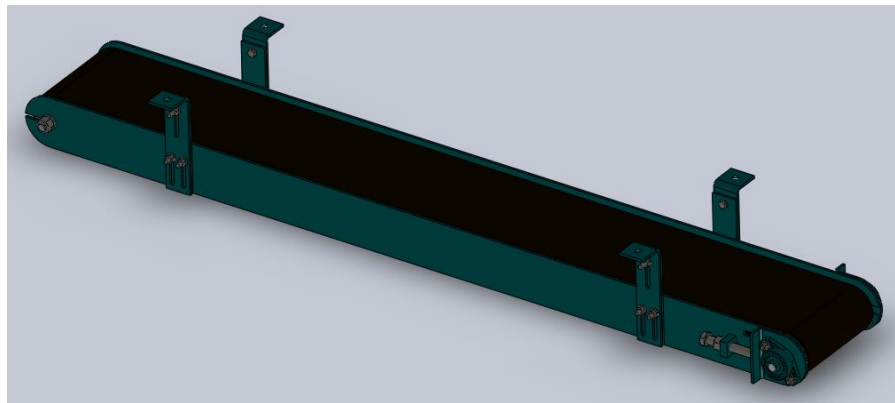
Töölaua peale kinnitatakse neli piirajat, kolm pneumosilindrit vertikaalsete puuride juhtimiseks, pressi süsteem ja laastutõke. Töölaua alla kinnitatakse kaks pneumosilindrit horisontaalsete puuride juhtimiseks, konveier, raamistik laastukasti hoidmiseks ja kinnitussüsteem tähistuspostide kinnitamiseks (vt joonis 6).



Joonis 6. Töölaud

Konveier

Konveier kinnitatakse töölauda alla kronsteinide abil. Kronsteinid on reguleeritavad, et laua ja konveieri vahelist kaugust oleks võimalik reguleerida. Konveier on 1660 mm pikk, 300 mm lai ja 100 mm kõrge. Konveier töötab drummelmootori abil, mis veab edasi linti, millele puurimise käigus langenud laastud jõuavad laastukasti. Konveieril on ka lindi pingutamise võimalus, mis tagab lindi parema pealpüsimise (vt joonis 7).



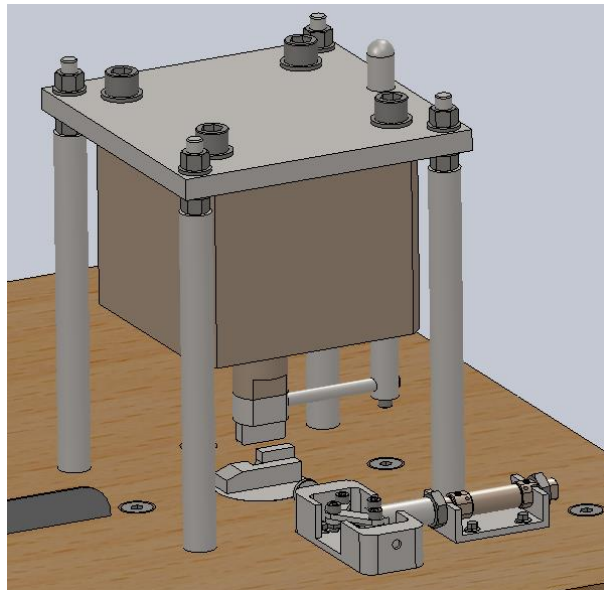
Joonis 7. Konveier

Press ja liigend

Pressi ülessandeks seadme juures on pressida laiaks alumiinumpulk, et ankruklambrid ja tähistuspost oleks omavahel seotud. Pressimisel arvestatakse, et pressitav detail oleks võimalikult ankruklambrite vastus, et hiljem klambrid lihtsalt laiali ei kukuks. Selleks on lisatud pressi kõrvale liigend, mis väikse

pneumosilindri rakendumisel jäigastub. Sellega tagatakse, et pressitav detail oleks korrapäraselt ankruklambrite vastus.

Press koosneb neljast reguleeritavast vardast, pneumosilindrist, juhikust, pressi tallast, ülemisest ja alumisest tugiplaadist. Alumine tugiplaat on kinnitatud poltidega töölaua külge. Alumise tugiplaadi ja ülemise tugiplaadi vahel käivad reguleeritavad vardad, mis on läbi töölaua ja abiks silindri käigu reguleerimisel. Alumise tugiplaadi külge on omakorda lisatud pressi talla tugipind, mille vahele asetatakse alumiinumpulk, mida hakatakse pressima (vt joonis 8).



Joonis 8. Press ja liigend

2.3. Tehniline osa

Puurimisseadmel tehtavate tööoperatsioonide juhtimiseks kasutatakse pneumosüsteemi. Seadmel tehtavaid tööoperatsioone on kaks: puurimine ja pressimine. Erinevate tööoperatsioonide käivitamiseks kasutatakse operaatori tööohutust arvestades kahekäe lülitussüsteemi, mis tagab liikuvate osade suhtes ohutuse. Kuna puurimisseadmel puuritavaid detaile on kolm, siis juhtimise ümberlülitamiseks kasutatakse pneumaatilisi kraane, mis avatakse ja suletakse vastavate operatsioonide jaoks. Puurimisoperatsiooni käivitamisel esmalt kinnitatakse tähistuspost projekteeritud kinnitiussüsteemi ja pneumosüsteemi abil, mida juhitakse SMC CP96SDB32-50 pneumosilindri abil (arvutused vt lk 22), (vt joonis 9) [11: 194].



Joonis 9. Pneumosilinder tähistusposti kinnitamiseks

Puurimislauale on lisatud kolmele erinevale tähistuspostide avade puurimiseks viis CXSWM25-75 pneumosilindrit (vt joonis 10). Puurimisseadmel olevatest pneumosilindritest kolm on vertikaalse ehk z-teljelise liikumisega ja kaks horisontaalse ehk y-teljelise liikumisega. Pneumosilindrite abil toimub puuride ettenihkeline liikumine detaili sisse ja välja. Pneumosilindreid juhtiakse vastavate kraanide avamisega ja sulgemisega. Puuride ettenihke kiirust saab reguleerida pneumosüsteemi lisatud drosselite abil [11: 260].



Joonis 10. Pneumosilinder trellide liigutamiseks

Puurimisseadmele on projekteeritud aja kokkuhoiuks tähistusposti ankrute neetamise süsteem, mida samuti juhitakse pneumosüsteemi abil. Pressimisoperatsiooni käivitamiseks kasutatakse kahekäesüsteemi, mis tagab puurimisseadme taga töötava operaatori ohutuse. Pressimiseks kasutatakse SMC CQ2B160-50DC pneumosilindrit (vt joonis 11, joonis 16) [11: 213].



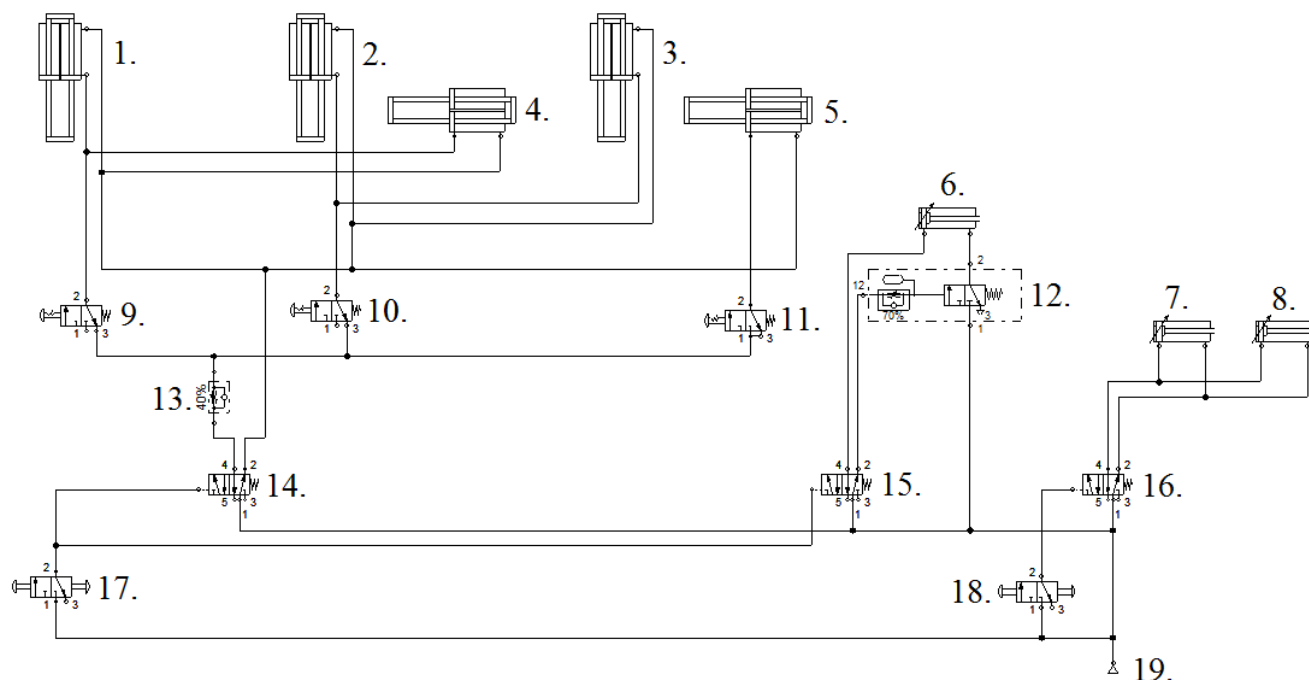
Joonis 11. Pneumosilinder neetide pressimiseks

Pressitava needi fikseerimiseks on projekteeritud seadmele liigendpress PS.1.06.00.00, mis tagab, et pressitav neet oleks pressimise ajal õiges asukohas. Liigendpressi tööd juhitakse SMC CD85N16-10-B pneumosilindri abil (vt joonis 12, joonis 8) [11: 187].



Joonis 12. Pneumosilinder needi vastuhoidmiseks

Avaldatakse pneumoskeem puuride, detaili kinnitussüsteemi, liigendpressi ja pressi juhtimiseks.



Joonis 13. Pneumoskeem: 1-3 – vertikaalsed pneumosilindrid; 4-5 – horisontaalsed pneumosilindrid;
 6 – pneumosilinder detaili kinnitamiseks; 7 – liigendpress; 8 – press;
 9-11 – kraanid juhtimissüsteemi reguleerimiseks; 12 – taimer; 13 – drossel;
 14-16 – 5/2 jaotur; 17-18 – kahekäe lülitussüsteem; 19 – toide, kompressor.

Erinevate tähistuspostide avade puurimiseks lülitatakse kinni pneumosüsteemis alati kaks lüliti, mis sulgevad pneumosüsteemis ahelad, vältimaks teiste avade puurimisoperatsioonide käivitumist. Üks ahel peab olema alati avatud.

Tähistuspost 1 avade puurimiseks lülitatakse kinni lülitid 9 ja 10, et sulgeda pneumosüsteemis ahelad, vältimaks tähistuspostide 2 ja 3 puurimisoperatsiooni käivitamist. Lüliti 11 on avatud (vt joonis 13).

Tähistuspost 2 avade puurimiseks lülitatakse kinni lülitid 10 ja 11, et sulgeda pneumosüsteemis ahelad, vältimaks tähistuspostide 1 ja 3 puurimisoperatsiooni käivitamist. Lüliti 9 on avatud (vt joonis 13).

Tähistuspost 3 avade puurimiseks lülitatakse kinni lülitid 9 ja 11, et sulgeda pneumosüsteemis ahelad, vältimaks tähistuspostide 1 ja 2 puurimisoperatsiooni käivitamist. Lüliti 10 on avatud (vt joonis 13).

Avade puurimiseks kasutatakse Makita 6271DWPE akutrelli mootoreid, millede juhtimiseks on puurimisseadele lisatud alalisvoolu toiteplokk. Akutrelli mootorid töötavad alalisvoolu toimel, seega kasutatakse AC/DC konverterit, mille tulemusena vahelduvvoolust muudetakse alalisvool, kuna akutrellide akud töötavad alalisvoolu tööpõhimõttel (vt joonis 14) [5].



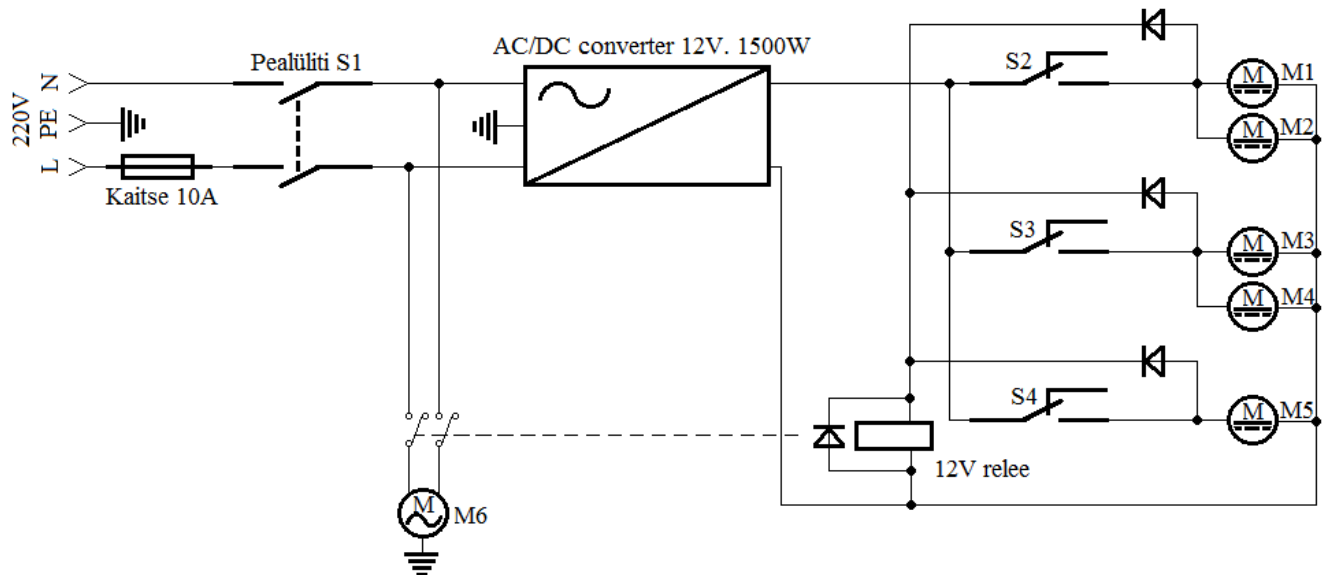
Joonis 14. Alalisvoolu toiteplokk

Akutrelli mootorite käivitamiseks kasutatakse kolme Pizzato FR507 (C11 FR1 – 39651) lüliti (vt joonis 15), mis pneumosilindrite käivitamise järel sulgeb lüliti abil elektrilise ahela ja puurid hakkavad tööle. Puurid lõpetavad töötamise juhul kui pneumosilindrid on jõudnud algasendisse. Lülitite jaoks on välja projekteeritud lüliti nupu pind, mis pinnaga puutel sulgeb ahela ja pinnaga lahus avab ahela. Nupu pind on reguleeritav [8].



Joonis 15. Pizzato lüliti

Avaldatakse konveieri ja akutrelli mootorite juhtimisskeem (vt joonis 16).



Joonis 16. Elektriskeem: $S1$ – pealüliti; $S2$ - $S4$ – pizzato lülitid mootorite käivitamiseks; $M1$ - $M6$ – akutrelli mootorid; $M6$ – konveieri mootor

2.4. Arvutused

Vajaliku pneumosilindri valik ja arvutused

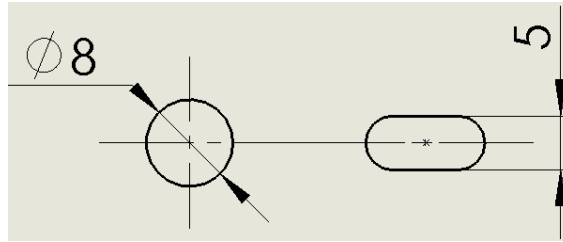
Needi pressimiseks vajamineva pneumosilindri pressijõu arvutamiseks viiakse läbi katse, kus leitakse needi pressimiseks vajalik pressijõud.

Katsetus viiakse läbi käsipressil, mille maksimaalne pressijõud on 12 tonni. Selle tulemusena leitakse vajalik pressijõud (vt joonis 18).

Pressitav detail: Alumiiniumneet

Materjal: Alumiinium, sulam 3003

Alumiiniumneedi algläbimõõt on $D_1 = 8$ mm ja alumiiniumneedi vajalik pressitava osa kõrgus $H = 5$ mm (vt joonis 17).



Joonis 17. Alumiiniumneedi alg-ja lõppläbimõõt



Joonis 18. Alumiiniumneedi pressimine

Katse eksitus meetodi põhjal tehakse järeldus, et alumiiniumneedi vajamineva lõppkõrguse pressimiseks vajaminev jõud on 12750N

Pressimiseks vajamineva pneumosilindri valik ja maksimaalse pressijõu arvutamine:

Pneumosilinder - SMC CQ2B160-50DC [11: 213].

Maksimaalne rõhk: $p = 1\text{Mpa} = 1 \cdot 10^6\text{Pa}$

Kolvi läbimõõt: $d = 160\text{mm}$

Arvutatakse kolvi pindala:

$$S = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 80^2 = 20096\text{mm}^2 \Rightarrow 20096 \cdot 10^{-6}\text{m}^2, \quad (1)$$

kus S – kolvi pindala m^2 ;

r – kolvi raadius mm .

Arvutatakse maksimaalse pneumosilindri survejõud:

$$p = \frac{F_1}{S} \Rightarrow F = p \cdot S = 0,8 \cdot 10^6 \cdot 20096 \cdot 10^{-6} = 16077N, \quad (2)$$

kus F_1 – maksimaalne pneumosilindri survejõud N;

p – maksimaalne rõhk Pa;

S – kolvi pindala m^2 .

Järeldus: Vajaminev pressimise jõud $\leq$ pressi jõust

$12750N \leq 16077N$, seega needi pressimiseks valitud press sobib.

Detaili kinnitamiseks vajaliku jõu arvutamine

Tähistusposti kinnitamiseks vastu puurimislaua piirajaid kasutatakse projekteeritud kinnitussüsteemi, mis pneumosilindri SMC CP96SDB32-50 käivitamisel liigutab nelja kinnitusklambrit (PS.1.02.008, PS.1.02.008), mis suruvad tähistusposti vastu piirajat.

Pneumosilinder - SMC CP96SDB32-50 [11: 194]

Maksimaalne rõhk: $p = 1\text{Mpa} = 1 \cdot 10^6\text{Pa}$

Kolvi läbimõõt: $d = 32\text{mm}$

Arvutatakse kolvi pindala:

$$S = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 16^2 = 803,84\text{mm}^2 \Rightarrow 803,84 \cdot 10^{-6}\text{m}^2, \quad (3)$$

kus S – kolvi pindala m^2 ;

r – kolvi raadius mm.

Arvutatakse rõhu valemist pneumosilindri maksimaalse survejõu:

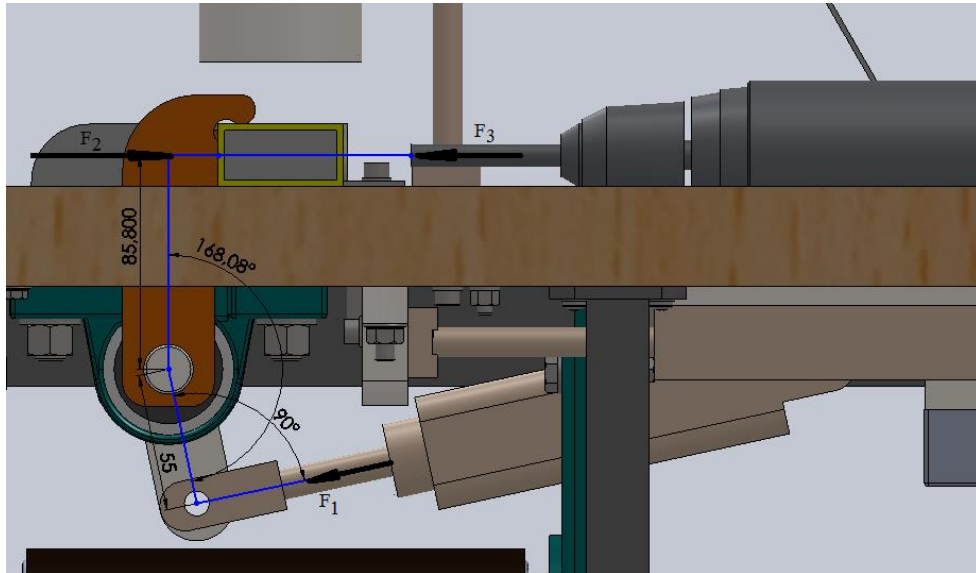
$$p = \frac{F_1}{S} \Rightarrow F = p \cdot S = 0,8 \cdot 10^6 \cdot 803,84 \cdot 10^{-6} = 643,072N \approx 640N, \quad (4)$$

kus F_1 – pneumosilindri poolt tekitatud jõud N;

p – maksimaalne rõhk Pa;

S – kolvi pindala m^2 .

Arvutatakse pneumosilindri poolt saavutatav jõud F_2 tähistuspostile (vt joonis 19).



Joonis 19. Tähistusposti kinnitamisel tekkivad jõud

Jõumomendi arvutamiseks kasutan nurgaga kangi reeglit [7: 37].

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2} \cdot \eta_{laager} = \frac{640 \cdot 55}{85,8} \cdot 0,98 = 402N \approx 400N, \quad (5)$$

kus F_1 – pneumosilindri poolt tekitatud jõud N;

F_2 – pneumosilindri poolt saavutatud jõud N;

l_1 – vahekaugus keskpunkti ja pneumosilindri vahel mm;

l_2 – vahekaugus keskpunkti ja klambri vahel mm;

η_{laager} – laagrite kasutegur $\eta = 0,98$.

Seega pneumosilindri poolt tekitatud 640N jõud saadi jõumomendi abil 400N.

Leian kinnitussüsteemi kasuteguri [7: 40].

$$\eta = \frac{F_2}{F_1} = \frac{400}{640} = 0,625, \quad (6)$$

kus η – kinnitussüsteemi kasutegur;

F_1 – pneumosilindri poolt tekitatud jõud N;

F_2 – pneumosilindri poolt saavutatud jõud N.

Arvutatakse puurimisel tekkiv löikejõud F_3 [1].

Puuritavaks materjaliks on HDPE ehk polüetüleen, mis on lineaarne polümeer. Madalatel temperatuuridel hea löögisiskus, suurepärase keemiline vastupanu ja on tundlik UV- kiirgusele. Materjali erilöikejõud: 22...38 N/mm² [9: 21].

Tähistuspostide puurimiseks kasutatakse Ø9 HSS-CO puuri [106: 259]. Soetatud akutrelli maksimaalne pöörete arv $n=1400$ p/min [2]. Laboratoorsed katsed näitasid, et valitud akutrelli parim ettenihe tähistusposti puurimiseks $f = 1,6$ mm/p, seega arvutatakse

$$F_3 = \frac{k' \cdot k_c \cdot f \cdot d}{2} = \frac{0,5 \cdot 30 \cdot 1,6 \cdot 9}{2} = 108 \text{ N}, \quad (7)$$

kus F_3 - avade puurimisel tekkiv löikejõud N;

k' - tööriista tipu koefitsient $k=0,5$ [114];

k_c – materjali löikejõud, (polüetüleen 22...38 valin 30N/mm²) N/mm²;

f - ettenihe pöördele, $f= 1,8$ mm/p;

d – tööriista läbimõõt mm.

Järeldus: pneumosilindri poolt saavutatud jõud $\geq$ avade puurimisel tekkivast löikejõust. $400\text{N} \geq 108\text{N}$, seega tähistusposti puurimiseks projekteeritud kinnitussüsteem tagab tähistusposti liikumatuse detaili piiraja suhtes.

Puurimisoperatsiooni kestvuse arvutamine

$$V_f = f \cdot n = 1,6 \cdot 1400 = 2240 \frac{\text{mm}}{\text{min}}, \quad (8)$$

kus V_f – puurimise ettenihe mm/min;

f - ettenihe pöördele, $f= 1,6$ mm/p;

n – akutrelli pöörete arv p/min [2].

Kuna valitud pneumosilindri käigu pikkus on 75 mm, siis kogu pneumosilindri käigu pikkus on $l_{op} = 2 \cdot 75 = 150$ mm, seega arvutatakse puurimisoperatsiooni kestvus t , sek.

$$t = \frac{l_{op} \cdot 60}{V_f} = \frac{150 \cdot 60}{2240} = 4 \text{ sek}, \quad (9)$$

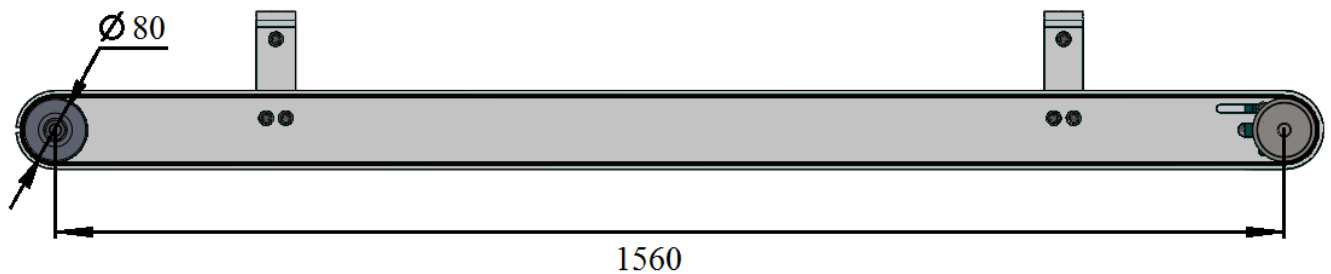
kus t – puurimisoperatsiooni kestvus sek;

l_{op} – pneumosilindri kogu käigupikkus mm;

V_f – puurimise ettenihe mm/min.

Konveierlindi liikumisteedkonna arvutamine puurimisoperatsiooni vältel

Konveieril kasutatava lindi pikkuse arvutamine (vt joonis 20).



Joonis 20. Konveieri mõõtmed

$$L_1 = 2 \cdot \pi \cdot r + 2 \cdot l = 2 \cdot \pi \cdot 40 + 2 \cdot 1560 = 3371 \text{ mm} = 3,37 \text{ m}, \quad (10)$$

kus L_1 – lindi pikkus m;

r – rulli raadius, $\frac{d}{2} = \frac{80}{2} = 40 \text{ mm}$;

l – konveieri pikkus mm.

Soovitakse, et konveieri lint teeb ühe täispöörde minuti aja jooksul, seega lindi liikumise joonkiirus on 3,37 m/min, seega arvutatakse konveierlindi liikumisteedkonna pikkus puurimisoperatsiooni vältel.

$$L_2 = \frac{L_1 \cdot t}{60} = \frac{3,37 \cdot 4}{60} = 0,225 \text{ m}, \quad (11)$$

kus L_2 – lindi liikumisteedekonna pikkus puurimisoperatsiooni vältel m;

L_1 – lindi kogupikkus m;

t – puurimisoperatsiooni aeg (4 sek), s (vt lk 25).

Seega 4 sekundit kestva puurimisoperatsiooni vältel liigub konveierlint edasi 0,225m.

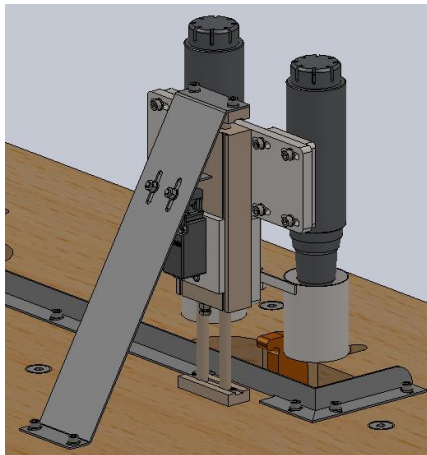
2.5. Puurimisseadme reguleerimisvõimalused

Vertikaalsete puuride x-teljeline reguleerimine

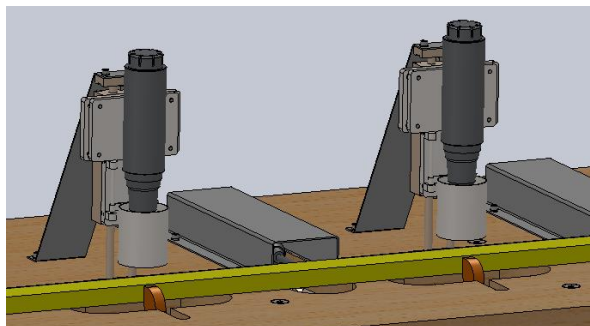
Tähistuspostide pealmiste avade (9 ja 3,2 mm) x-teljeline reguleerimine on võimalik puuri tugiplaatide abil (PS.1.07.00.10; PS.1.08.00.10), millede reguleerimisvõimalus on ± 10 mm ja piiraja 4 abil (PS.1.02.00.05), mille reguleerimisvõimalus on ± 5 mm.

Puurimisüksus 1: minimaalne võimalik puuride (3,2 mm) x teljeline vahekaugus 135 mm ja maksimaalne võimalik vahekaugus 175 mm (vt joonis 21).

Puurimisüksus 2: minimaalne võimalik puuride (9 mm) x teljeline vahekaugus 480 mm ja maksimaalne võimalik vahekaugus 520 mm (vt joonis 22).



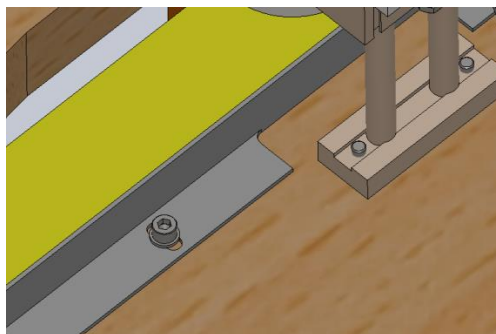
Joonis 21. Puurimisüksus 1 x-teljeline reguleerimine



Joonis 22. Puurimisüksus 2 x-teljeline reguleerimine

Detaili piiraja y-teljeline reguleerimine

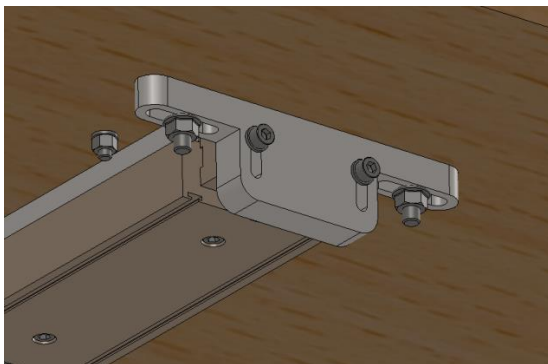
Tähistuspostide pealmiste avade (9 ja 3,2 mm) y-teljeline reguleerimine on võimalik piiraja 3 (PS.1.02.00.04), piiraja 2 (PS.1.02.00.03) ja piiraja 1 (PS.1.02.00.02) abil, millede reguleerimisvõimalus on ± 5 mm (joonis 23).



Joonis 23. Detaili piiraja y-teljeline reguleerimine

Horisontaalsete puuride x-teljeline ja z-teljeline reguleerimine

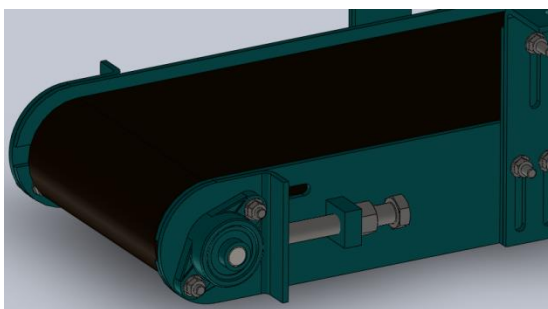
Tähistuspostide külgmise ava (9 mm) x-teljeline reguleerimine on võimalik horisontaalse pneumosilindri toe (PS.1.09.00.01) abil, mille x-teljeline reguleerimisvõimalus on ± 15 mm ja z-teljeline reguleerimisvõimalus on ± 10 mm (joonis 24).



Joonis 24. Horisontaalsete puuride x- ja z- teljeline reguleerimine

Konveierlindi reguleerimine

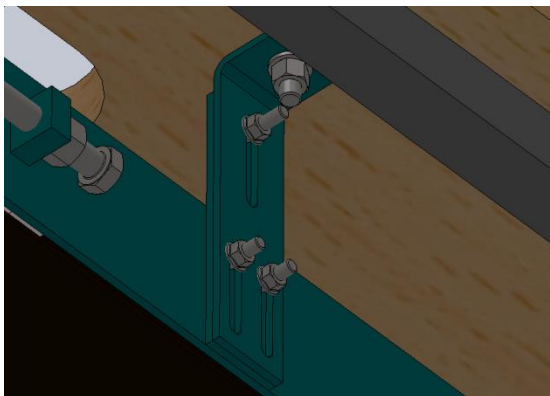
Konveierlindi pingutamiseks on projekteeritud konveieri x-teljeline reguleerimisvõimalus, mis on võimalik rulliku kinnitusdetail 1 (PS.1.03.01.03) ja rulliku kinnitusdetail 2 (PS.1.03.01.04) abil ja mille x-teljeline reguleerimisvõimalus on ± 30 mm (joonis 25).



Joonis 25. Konveierlindi reguleerimine

Konveieri ja laua vahekauguse reguleerimine

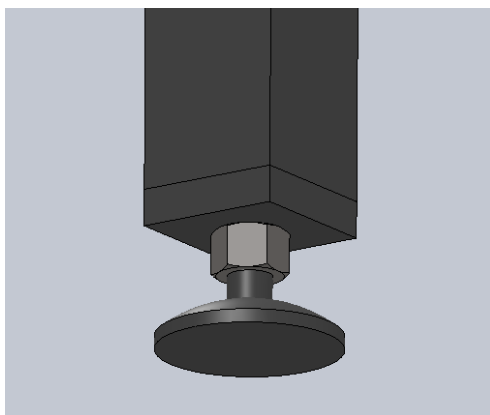
Konveieri z-teljeline reguleerimine on võimalik laua vahelise kinnituse (PS1.03.01.06) ja laua vahelise regulatsiooni (PS1.03.01.07) abil ja mille z-teljeline reguleerimisvõimalus on ± 25 mm (joonis 26).



Joonis 26. Konveieri ja laua vahekauguse reguleerimine

Puurimisseadme jalgade reguleerimine

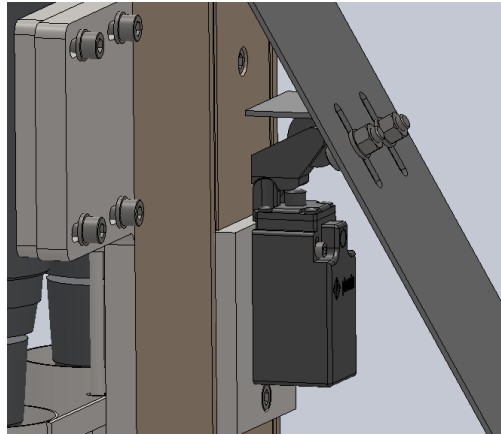
Ebatasaste pindade jaoks projekteeritakse puurimisseadmele z-teljeline jalgade reguleerimine, mis on võimalik reguleeritava talla (PS1.01.01.03) abil ja mille z-teljeline reguleerimisvõimalus on ± 10 mm (joonis 27).



Joonis 27. Puurimisseadme jalgade reguleerimine

Trellide käivitamise reguleerimine

Trellide käivitamiseks ja seiskamiseks kasutatakse pizzato lüliteid, mis puutel lüliti pinnaga seiskab trellid ja lahus käivitab trellid. Trellide käivitamisega on võimalik reguleerida lüliti pindade (PS1.09.00.03) ja (PS1.07.00.07) abil, millede reguleerimisvõimalus on ± 15 mm (vt joonis 28).



Joonis 28. Trellide käivitamise reguleerimine

Puuride ettenihke kiiruse reguleerimine

Puuride ettenihke kiiruse reguleerimine on võimalik pneumoskeemi lisatud drosseli abil, kus vajadusel on võimalik puuride ettenihkekiirust reguleerida, mistõttu ava täpsus ja kvaliteet suurenevad.

2.6. Majanduslik osa

Antud peatükis arvutatakse puurimisseadme ja tähistuspostide omahind, realiseerimishind, määratakse kindlaks vajalikud kulud, koostatakse tabelid ja tehakse arvutused. Arvutatakse tähistuspostide realiseerimishind aastaprogrammile ja ühele tootele. Leitakse tasuvusaeg.

Projekteeritakse ja valmistatakse puurimisseadme prototüüp. Kasutuselolev tehnoloogia koondatakse ühele seadmele, hoides kokku aega ja vähendades käsitsitöö mahtu. Tööoperatsioonid ühel seadmel: erinevate mõõtmetega avade puurimine ja ankrute neetimine.

Toote omahind kujuneb tavaliselt: materjali hind ja tootmise hind. Toote omahinna arvutus koosneb kahest osast: materjali kulu ja tootmise hind. Materjali kulu arvutatakse vastavalt kulunormist detailile (vt lisa 1). Toote materjali kulu vormistatakse tabeli kujul (vt tabel 1-2).

Tabel 1 Puurimisseadme materjalide hind €/m²

Nr.	Nimetus	1m ² hind, €/m ²	Vajaminev kogus, m ²	Vajamineva materjali hind, €
1.	Lehtmaterjal, S=5, S235JR	22,8	0,44164 ≈ 0,5	11,4
2.	Lehtmaterjal, S=2, S235JR	9,63	0,602198 ≈ 0,7	6,8
3.	Plaat, S=40, Kasevineer F/F	64	2 ≈	128
4.	Teraslatt, S=30, S355J2+N	142,8	0,0123 ≈ 0,02	2,9
5.	Teraslatt, S=20, S355J2+N	95,2	0,347168 ≈ 0,4	38
	Nimetus	1m hind, €/m	Vajaminev kogus, m	
6.	Ümarteras, D=70, S355	32,99	0,358 ≈ 0,5	16,5
7.	Ümarteras, D=35, S355	7,44	1,846 ≈ 2	15
8.	Ümarteras, D=20, S235	2,06	2,161 ≈ 2,5	5
9.	Ümarteras, D=10, S235	2	0,608 ≈ 1	2
10.	Nelikanttoru, S=2, 40x40, S235JR	1,9	15.36 ≈ 15,5	30
11.	Nelikanttoru, S=2, 25x25, S235	0,94	3,16 ≈ 3,5	3,3
12.	Nurkraud, S=2, 25x25, S235	1,05	2,475 ≈ 2,5	2,7
13.	Ümartoru D=88,9, S=5, S235JRH	9	0,2 ≈ 0,3	2,7
14.	Ümartoru D=70, S=4, S335J2H	8.5	0,32 ≈ 0,4	3,4
Vajamineva materjali hind kokku				267,7

Tabel 2 Komplekteeritavate toodete hind €

Nr.	Nimetus	Tähis	Hulk, tk	Ühiku hind €/tk	Hind kokku, €
1.	SMC pneumosilinder kinnitamiseks	CP96SDB32-50	1	61,9	61,9
2.	SMC pneumosilinder puurimiseks	CXSWM25-75	5	174,1	870,5
3.	SMC pneumosilinder pressimiseks	CQ2B160-50DC	1	244,6	244,6
4.	SMC pneumosilinder vastuhoidmiseks	CD85N1610-B	1	21	21

5.	Alalisvoolu toiteplokk	RSP-1500-12	1	454	454
6.	Pizzato lülitid trellide käivitamiseks	FR507	3	20	60
7.	Puur 1 – d = 9 mm	HSS-CO	4	10	40
8.	Puur 2 – d = 3.2 mm	HSS-CO	2	3	6
9.	Trellid	6271DWPE	6	95	570
10.	Laagripukk	UCP206	3	10	30
11.	Iseseaduv laager korpuses	FL205	2	7	14
12.	Konveieri mootor	80i	1	408	408
13.	Konveieri lint 200x3200	ENA-4EE	1	246	246
14.	Jaoturid 5/2	7010011100	3	44	132
Kokku			34		3158

Töötlemise hinna arvutamise lihtsustamiseks on igale operatsioonile välja arvatud tunnihind (eur/tund), mis sisaldab masina või seadme amortisatsiooni, energiakulu, tootmisväliseid kulusi, kulusi seadme korrashoiule, kulusid jooksvale remondile ja operaatori töötasu koos maksudega.

Tabel 3 Puurimisseadme tootmise hind €

Nr.	Tegevus	Hind, €/h	Kestvus, h	Maksumus, €
1.	Projekteerimine	25	80	2000
2.	Saagimine	25	3	75
3.	Gaasilõikus	26	5	130
4.	Treimine	30	25	750
5.	Freesimine	30	70	2100
6.	Puurimine/keermestamine	25	1,2	30
7.	Painutamine	28	1,6	44,8
8.	Keevitmine	26	15	390
9.	Koostamine	25	10	250
10.	Kvaliteedi kontroll	25	0,5	12,5
Tootmise hind kokku				5782,3

Puurimisseadme prototüübi omahind = kulud materjalile + kulud ostutoodetele + kulud tootmisele

Puurimisseadme prototüübi omahind = 267,7 + 3185 + 5782,3 = 9208 eur

$$\text{Realiseerimishind} = \frac{\text{omahind} \cdot \text{ettevõtte kasum (20\%)}}{100\%} + \text{omahind} \quad (12)$$

$$\text{Realiseerimishind} = \frac{9208 \cdot 20}{100\%} + 9208 = 11064 \text{ eur}$$

Tellija ettevõtte ostab puurimisseadme ja alustatakse uue seadme poolt võimaldava tehnoloogiaga maksumuse tagasiteenimist. Arvutatakse postide valmistamise maksumus, materjalid, valmistamise kulud, toote omahind, kasum. Realiseerimishind ühele tootele ja aasta programmile. Arvutused vormistatakse tabelite kujul (vt tabel 4-6).

Tabel 4 Materjalide hind ühele postile €

Nr.	Nimetus	Hulk, tk	Ühiku hind, €/tk	Hind kokku, €
1.	Polüetüleen nelikanttoru 25x50x2,5	1	2,5	2,5
2.	Tähistusposti ankrud	2	0,5	1,0
3.	Alumiiniumneet	1	0,5	0,5
4.	Kleeps	1	0,5	0,5
5.	Kork	1	0,5	0,5
Kokku				5

Tabel 5 Tootmise hind ühele postile €

Nr.	Tegevus	Hind, €/min	Kestvus, min	Maksumus, €
1.	Puurimine	0,075	0,065	0,04875
2.	Neetimine	0,075	0,055	0,004125
3.	Montaaž	0,075	2,28	0,171
Kokku			2,4	0,18

Tabel 6 Realiseerimishind ühele tootele ja aastaprogrammile €

Nr.	Kulu	1-le tootele, €	Aastaprogrammile, €
1.	Materjal	5	50000
2.	Tootmine	0,18	1800
3.	Toote omahind	5,18	51800
4.	Kasum 10%	0,518	5180
5.	Realiseerimishind	5,7	57000

$$\text{Tasuvusaeg} = \frac{\text{Prototüübi maksumus}}{\text{Kasum aastas}} = \frac{11064}{5180} = 2,1 \text{ aastat.} \quad (13)$$

Majanduslikus osas on arvutatud prototüübi maksumus ja tasuvusaeg, millise aja jooksul ja millise aastaprogrammi puhul prototüüp puurimiseadmele tehtud kulud tagasi teenitakse.

2.7. Töötervishoid ja –ohutus

Alapeatükis antakse ülevaade töötervishoiu- ja ohutuse nõuetest, mida arvestatakse puurimislaua projekteerimisel ja puurimislauaga töötamisel. Puurimisseade on töövahend, millele esitatakse vastavad nõuded. Puurimisseadme projekteerimisel arvestatakse töötervishoiu ja –ohutusnõuetega, sest riigi ja ühiskonna huvi on säästa võimalikult töötajate tervist ja töövõimet [13: 14]. Seega töötervishoiu ja tööohutuse seadus paneb kohustuse tagada töötervishoiu ja tööohutuse nõuete täitmise igas tööga seotud olukorras [13: 10]. Ohu all mõeldakse mis tahes asjaolu, mis võib põhjustada kahju, näiteks kemikaalid, elekter, masinad ja seadmed, avatud sahtel, töökorraldusega seotud aspektid jne [13: 11]. Füüsilised ohutegurid on masinate ja seadmete liikuvad või teravad osad, valgustuse puudused, kukkumis- ja elektrilöögioht ning muud samalaadsed tegurid [13: §6 p 3].

Töövahend peab olema piisava tugevusega ettenähtud otstarbel kasutamiseks. Töövahendi iseeneslik käivitumine, seiskumine või töörežiimi muutumine peab olema välistatud. See saab toimuda ainult selleks ettenähtud juhtimisseadise tahtliku mõjutamisega [13: §3 p 4].

Töövahendi juhtimissüsteem peab olema ohutu. Juhtimissüsteemi rike või kahjustamine ei tohi tekitada ohuolukorda. Töövahendi liikuva osaga ohtliku kokkupuute vältimiseks tuleb paigaldada kaitsepiire või –seadis, mis takistab juurdepääsu ohualale. Kaitsepiire või –seadis peab olema sellise tugevusega, et see koormuse toimet ei purune ega deformeeru ja ei tohi põhjustada lisaohu [13: §4 p 1].

Töötamiskoht peab olema projekteeritud ja kujundatud ergonoomiliselt. Töötajal peab olema võimalik saavutada sobiv ja mugav tööasend. Töölaud või –pind peab olema küllaldaselt suur, et võimaldada seadmete sobivat paigutamist [13: 90].

Töötervishoiu ja –ohutusnõuded töövahendiga töötajale

Töökoht ja töövahendid peavad olema tehniliselt heas seisukorras ja korrapäraselt hooldatud. Ohtude vältimiseks ettenähtud kaitsevahendid ja ohutusseadised peavad olema korrapäraselt hooldatud ja kontrollitud. Kõik leitud puudused, mis võivad mõjutada töötajate ohutust ja tervist, tuleb kõrvaldada võimalikult kiiresti [13: §5 p 1].

Seadmestikud, mehhanismid ja töövahendid, kaasa arvatud käsitööriistad ja elektri- või muu energia jõul töötavad töövahendid, peavad olema hoitud heas töökorras [13: §33]. Töövahendit võib kasutada ainult selle töö tegemiseks ja nendes tingimustes, milleks see on ette nähtud. Töövahendi ettenähtust erinevates tingimustes kasutamisel peab tööandja rakendama täiendavaid ohutusabinõusid [13: §7 p 1].

Töövahendi konstruktsiooni või kasutusviisi muutmine on keelatud, kui see halvendab töövahendi ohutust, võrreldes valmistaja poolt ettenähtuga. Töötaja on kohustatud teatama tööandjale igast töövahendi rikkest ja puudusest, mis ilmneb selle kasutamisel [13: §1 p 5].

Kasutajale tuleb tagada ohutu juurdepääs ja viibimine kõikidel töövahendi kasutamisega seotud aladel, mis on vajalikud tootmiseks, seadistamiseks ja hooldustöödeks [13: §7 p 3].

Töövaheaegadel, kui töövahend või selle ohtlikud osad on seisatud, tuleb selle energiavarustus üldjuhul välja lülitada [13: §7].

Töölaud kujundatakse ergonoomiliselt. Arvestatakse, et töötajal oleks võimalik saavutada sobiv ja mugav tööasend. Töölaua või-pinna suurus ja avarus on taotluslik, et võimaldada seadmete sobivat paigutamist ja nendega töötamist. Puurimislaud toetub tugevale tugiraamistikule, mis tagab ohutu

töötamise puurimisseadme taga. Töövahendi iseeneslik käivitumine ja seiskumine on välistatud. Kahekäe lülitussüsteem tagab ohutuse, et töölaua taga töötav inimene ei asetaks näppe puuride, detaili kinnitussüsteemi, needipressi ja liikuvate osade vahele. Lisaks igale puurile on lisatud kaitsekaan, mis samuti ei lase töötajal käsi vigastada puuride vastus.

KOKKUVÕTE

Masina- ja metallitööstus on Eestis tähtis tööstusharu, kus on hõivatud 7,4% riigi töötajaskonnast. Sektorisse on kätte jõudnud taastumisperiood majanduslangusest, mis sunnib ettevõtjaid rohkem mõtlema uute turgude leidmisele, pöörama tähelepanu aktiivsele müügile, laiendama oma tegevust pöörates tähelepanu tootearendusele ja ettevõtetevahelisele koostööle.

Väikeettevõtetel on selles sektoris oluline roll, kuna nad moodustavad valdava enamuse. Saime teada, et Saaremaale on neist ettevõtetest koondunud 10, kes tegelevad nii masina- ja metalltoodete, kui ka muude transpordivahendite tootmisega. Üks tuntumaid on Smidt Metall OÜ. Samuti on mitmed välisfirmad oma tütarettevõtteid rajanud Saaremaale. nagu Rootsi firma Hammarprodukter AB, kes rajas Saaremaale tütarfirma Hammarprodukter OÜ.

Väikeettevõtted Smidt Metall OÜ ja Hammarprodukter OÜ on teinud aastaid ettevõtetevahelist koostööd. Tellimustöödena on Smidt Metall OÜ poolt valminud mitmed detailid ja seadmed erinevatele ettevõtetele Saaremaal, üle Eesti ja välismaalegi.

Lõputöö eesmärgiks oli projekteerida elektri maakaabli ja elektrikilpide tähistuspostidele avade puurimiseks puurimisese, mis võimaldaks teostada tööoperatsioonid ühel seadmel, hoida kokku aega ja vähendada käsitsi töö mahtu. Seoses turu laienemisega Eestisse ja välismaale, on tellimused suurenenud ja mitmeid erinevaid tööpinke kasutades ning käsitsi tööd rakendades oleks avade puurimine aeganõudev ja ei rahuldaks klientide vajadusi. Lõputöös püstitatud hüpotees leidis kinnitust. Puurimisese on avade puurimiseks tööoperatsioonidega ühel seadmel. Toote vajalikkust tingis teema aktuaalsus, sest tähistuspostid on tänapäeva ühiskonnas vajalikud.

Lõputöö oli üles ehitatud peatükkidena ja alapeatükkidena. Esimeses peatükis tutvustati ettevõtete Smidt Metall OÜ ning Hammarprodukter OÜ tegevust, tegevusvaldkondi, arengusuundi,

koostööpartnereid, koostööd. Anti ülevaade ettevõtte tootmistegevusest, teenustest, tellimustöödest, tööde teostamisest, toodangust, toodangu ekspordist ja ettevõtte uuendustest.

Teises peatükis anti ülevaade puurimisseadme kasutuselolevast tehnoloogiast, detailidest, toote kirjeldusest, materjali valikust. Majanduslikus osas on arvutatud prototüübi maksumus ja tasuvusaeg, mille jooksul ja millise aastaprogrammi puhul prototüüp puurimisseadele tehtud kulud tagasi teenitakse. Järeldati, et projekt on jätkusuutlik ja majanduslikult põhjendatud. Lisas avaldati graafilised joonised.

SUMMARY

Machine and metal industry in Estonia is important industrial activity, there are employed 7,4% country's total workforce. Into this sector are arriving again hopeful signs renewal of economy from depression that forces employers think more to finding new markets, turn intention to results in sale, expand economical activity turning intention to the development of products and cooperation between firms. Looking into future emphasises more and more joint activity of different company's.

Together the small enterprises can make themselves be more visible for the customers. Small firms have in this sector essential role as they forming majority of all enterprises. To Saaremaa are concentrated 10 of these firms who are active in machine and metal production. One of them better renomade is Smidt Metall OÜ. Also are several foreign firms set up their subsidiaries on Saaremaa, as Swedish firm Hammarprodukter AB, who created filiale Hammarprodukter OÜ. The small firms Smidt Metall OÜ and Hammarprodukter OÜ have worked together the years. As order- works: there are produced several details and devices to different enterprises in Saaremaa, over Estonia and even abroad. The boring device for drilling holes to electric underground cable and electric shields stake intervals made as an ordering work. The purpose of the conclusion was: to project the boring device for drilling holes to electric underground cable and electric shields stake intervals, that possibly allowing accomplish all operations of work on one- single device, would save resources, time, because it is massproduction and market demand is big.

The orders are big and using several different work- benchis and manual- work applying should drilling the holes timetaking and should not satisfying customers needs. In conclusion work raised hypothesis that the boring device could allow drilling holes with workoperations on one- single device found confirmation. The product necessity was determined by theme actuality on two reasons: because electric underground cable and electric shields stake intervals are in today's society needed and also

expanded market demand in Estonia and foreign countries.

The conclusion work consists from chapters- in which first present firms Smidt Metall OÜ and HammarprodukterAB (in Sweden) and her subsidiary Hammarprodukter OÜ (in Estonia), fields of activity, developments, partners, cooperation.

Also present review of history of companies: from activity of production, services, ordered works, production, exports of production and innovations of companies. Also handle necessity of electric underground cable and electric shields stake intervals in nowadays, bringing these objects into visibility and grant safety of cables and shields.

In second chapter give review from technology of the boring device in use, description of product, choice of material technical part, calculations, options to regulate the boring device, economical part and healthcare and safety of work. In the economical part have been calculated the cost of prototype and the time of profitability- in which time and about what month,- year- perspective the prototype earns back expenses done to the boring device. In third chapter handles graphic part of the boring device, drawings, schemes.

The summary concluded that new device is profitable within 2/1 years, everything depends from productiveness. They found that project is sustainable development. In a future have plans expand the production and find markets to abroad. By conclusion we can say that the device is economically viable wellfounded and justified.

VIIDATUD ALLIKAD

- 1.Aluminium Matter. [WWW] <http://aluminium.matter.org.uk/content/html/eng/default.asp?catid=129&pageid=2144416341> (10.03.2013)
- 2.Boxes. [WWW] <http://www.boxes.ee/index.php?id=10653> (12.03.2013)
- 3.Eesti masinatööstuse hetkeseis ja arengusuunad. (2011). Varblane,U. Tartu Ülikooli kirjastus, 307 lk.
- 4.Eestvedamise ja organisatsioonikultuuri kujundamine ettevõttes Hammarprodukter. (2012). Sarapuu, R. Tartu Ülikooli majandusteaduskonna õppetool. Tartu. [Magistritöö].
- 5.Elfa distrelec. [WWW] https://www.elfa.se/elfa3~EU_EN/elfa/init.do?shop=ELFA_EU-EN&item=69-059-67 (26.04.2013)
- 6.Hammarprodukter markeering. [WWW] http://www.vallin.ee/UserFiles/Hammarprodukter_Markeering_.pdf (10.02.2013)
- 7.Mehaanikainseneri käsiraamat. (2012). Kulu,P. Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 492 lk.
- 8.Pizzato. [WWW] <http://www.pizzato.com/PizzatoWeb/Products/Detail.aspx?Id=FR507> (23.03.2013)
- 9.Polümeermaterjalid ja polümeerkomposiitmaterjalid valmistustehnoloogia ja omadused. [WWW] <https://www.google.ee/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CD8Q> (04.03.2013)
- 10.Smidt Metall. [WWW] <http://www.smidt.ee/?page=index> (10.02.2013)
- 11.SMS Pneumatics kataloog. SMC Product Overview 5.0, 428 lk.
- 12.Stock kataloog (2009). [WWW] http://www.stock.de/english/HSS2012_E.pdf (26.04.2013)
- 13.Töötervishoid ja –ohutus. (2008). Eesti majanduse teataja. OÜ Teataja kirjastus, 288 lk.
- 14.Vallin Baltic välismarkeering. [WWW] <http://www.vallin.ee/est/tooted/estgroup/installatsioon/markeering/valismarkeering> (01.02.2013)

LISAD

Lisa 1 Materjalide hulk

Tabel 7 Materjalide hulga arvutamine

Nr.	Nimetus	Tähis	Mõõtmed mm	Hulk tk	Pindala m ²
1.	Lehtmaterjal, S=5, S235JR				
1.1	Konveieri kül	PS.1.03.01.01	1600x100	2	0,32
1.2	Konveieri ja laua vaheline kinnitus	PS.1.03.01.06	240x50	4	0,048
1.3	Konveieri ja laua vaheline regulatsioon	PS.1.03.01.07	180x504	4	0,036
1.4	Rulliku kinnitusdetail 1	PS.1.03.01.03	130x100	1	0,013
1.5	Rulliku kinnitusdetail 2	PS.1.03.01.04	130x100	1	0,013
1.6	Jala tald	PS.1.04.01.04	55x55	4	0,0121
1.7	Liigend - lühike	PS.1.06.00.02	41x12	2	0.000984
1.8	Liigend - pikk	PS.1.06.00.03	45x12	2	0.001984
Kokku				20	0,44164
2.	Lehtmaterjal, S=2, S235JR				
2.1	Käepide	PS.1.04.02.03	115x20	2	0,0046
2.2	Laastukasti lühem kül	PS.1.04.02.02	235x231	2	0,10857
2.3	Laastukasti põhi ja pikem kül	PS.1.04.02.01	290x231	3	0,20097
2.4	Horisontaalse drelli kaitse	PS.1.02.00.06	340x265	2	0,1802
2.5	Lüliti pind alumine	PS.1.09.00.03	58x56	1	0,003248
2.6	Lüliti pind ülemine	PS.1.07.00.07	60x50	2	0,006

		PS.1.08.00.07			
2.7	Vertikaalse pneumosilindri tugi	PS.1.07.00.01 PS.1.08.00.01	410x78	3	0,09594
2.8	Drelli kaitse hoidja 1	PS.1.07.00.08	175x10	1	0,00127
2.9	Drelli kaitse hoidja 2	PS.1.08.00.08	70x10	2	0,0014
Kokku				15	0,602198
3.	Plaat, S=40, Kasevineer F/F				
3.1	Töölaud	PS.1.02.00.01	2500x800	1	2
Kokku				1	2
4.	Teraslatt, S=30, S355J2+N				
4.1	Korpus	PS.1.06.00.01	120x50	1	0,006
4.2	Silindri pesa	PS.1.02.00.11	75x50	1	0,00375
4.3	Liigend	PS.1.02.00.10	85x30	1	0,00255
Kokku				3	0,0123
5.	Teraslatt, S=20, S355J2+N				
5.1	Külje mutter reguleerimiseks	PS.1.03.01.05	30x30	2	0,0018
5.2	Muljuja 1	PS.1.02.00.08	125x53	2	0,01325
5.3	Muljuja 2	PS.1.02.00.09	114x37	2	0,008436
5.4	Horisontaalse pneumosilindri tugi	PS.1.09.00.01	180x48	4	0,01728
5.5	Pizzato lüliti pind - alumine	PS.1.09.00.02	70x60	1	0,0042
5.6	Pizzato lüliti pind - ülemine	PS.1.07.00.02 PS.1.08.00.02	77x70	2	0,01078
5.7	Trelli tugiplaat 1.1	PS.1.07.00.09	240x187	1	0,04488
5.8	Trelli tugiplaat 1.2	PS.1.07.00.10	90x70	2	0,0126
5.9	Trelli tugiplaat 2.1	PS.1.08.00.09	187x150	2	0,0561
5.10	Trelli tugiplaat 2.2	PS.1.08.00.10	135x90	2	0,0243
5.11	Trelli tugiplaat 3.1	PS.1.09.00.04	187x71	2	0,026554
5.12	Trelli tugiplaat 3.2	PS.1.09.00.05	94x71	2	0,013348
5.13	Pressi alumine kinnitusplaat	PS.1.05.00.02	230x230	1	0,0529

5.14	Pressi ülemine kinnitusplaat	PS.1.05.00.01	230x230	1	0.0529
5.15	Töölaua jala tald	PS.1.01.01.02	40x40	4	0.0064
5.16	Juhiku kinnitus	PS.1.07.00.04 PS.1.08.00.04	12x10	12	0,00144
Kokku				28	0,347168

Nr.	Nimetus	Tähis	Pikkus mm	Hulk tk	Pikkus m
6.	Ümarteras, D=70, S355				
6.1	Flants	PS.1.03.02.03	5	2	0,010
6.2	Pressi tald 1	PS.1.05.00.04	63	1	0,063
6.3	Pressi tald 2	PS.1.05.00.05	37	1	0,037
6.4	Reguleeritav tald	PS.1.01.01.03	62	4	0,248
Kokku				8	0,358
7.	Ümarteras, D=35, S355				
7.1	Rulliku võll	PS.1.03.02.02	306	1	0,306
7.2	Pressi kinnitusplaatide vars	PS.1.05.00.03	385	4	1,54
Kokku				5	1,846
8.	Ümarteras, D=20, S235				
8.1	Pressplaat	PS.1.06.00.04	19	1	0,019
8.2	Silindri ots	PS.1.06.00.05	50	1	0,05
8.3	Tõukur 1	PS.1.06.00.06	55	1	0,055
8.4	Tõukur 2	PS.1.06.00.07	37	1	0,037
8.5	Vars	PS.1.02.00.07	1730	1	1,73
8.6	Juhik vertikaalne	PS.1.05.00.07	270	1	0,27
Kokku				6	2,161
9.	Ümarteras, D=10, S235				
9.1	Juhik horisontaalne	PS.1.05.00.06	98	1	0,098
9.2	Vertikaalse trelli kaitse juhiku vars	PS.1.07.00.05	75	6	0,450

		PS.1.08.00.05			
9.3	Juhik	PS.1.07.00.03 PS.1.08.00.03	10	6	0,060
Kokku				13	0,608
10.	Nelikanttoru, S=2, 40x40, S235JR				
10.1	Lühike horisontaalne kinnitusavadega	PS.1.01.00.01	620	2	1,24
10.2	Lühike horisontaalne	PS.1.01.00.02	620	2	1,24
10.3	Pikk horisontaalne	PS.1.01.00.03	2320	4	9,28
10.4	Töölaua jalg	PS.1.01.01.01	900	4	3,6
Kokku				12	15.36
11.	Nelikanttoru, S=2, 25x25, S235				
11.1	Tugevndus	PS.1.03.01.02	220	3	0,66
11.2	Tugi	PS.1.04.01.02	250	2	0,5
11.3	Tugiraamistiku jalg	PS.1.04.01.01	500	4	2
Kokku				9	3,16
12.	Nurkraud, S=2, 25x25, S235				
12.1	Nurk	PS.1.04.01.03	300	2	0,6
12.2	Piiraja 1	PS.1.02.00.02	400	1	0,4
12.3	Piiraja 2	PS.1.02.00.03	400	1	0,4
12.4	Piiraja 3	PS.1.02.00.04	925	1	0,925
12.5	Piiraja 4	PS.1.02.00.05	150	1	0,15
Kokku				5	2,475
13.	Ümartoru D=88,9, S=5, S235JRH				
13.1	Rull	PS.1.03.02.01	200	1	0,2
Kokku				1	0,2
14.	Ümaroru D=70, S=4, S235J2H				
14.1	Vertikaalse trelli kaitse	PS.1.07.00.06 PS.1.08.00.06	80	4	0,32
Kokku				4	0,32

Lisa 2 Puurimisseade koostejoonis

Lisa 3 Töölaua raam koostejoonis

Lisa 4 Töölaua pind koostejoonis

Lisa 5 Konveier koostejoonis

Lisa 6 Laastukast ja tugiraamistik koostejoonis

Lisa 7 Press koostejoonis

Lisa 8 Liigend press koostejoonis

Lisa 9 Puurimisüksus 1 koostejoonis

Lisa 10 Puurimisüksus 2 koostejoonis

Lisa 11 Puurimisüksus 3 koostejoonis

Lisa 12 Laastukasti tugiraamistik koostejoonis

Lisa 13 Laastukast kootejoonis

Lisa 14 Konveieri raam koostejoonis

Lisa 15 Konveieri rullik koostejoonis

Lisa 16 Töölaua jalg koostejoonis

Lisa 17 Tähistuspost 1 koostejoonis

Lisa 18 Tähistuspost 1 joonis

Lisa 19 Tähistuspost 2 joonis

Lisa 20 Tähistuspost 3 joonis

Lisa 21 Tähistusposti maaaluse klambri joonis

Lisa 22 Tähistusposti neet joonis