



Átöppunarvél fyrir GeoSilica

Flöskufyllirinn

Davíð Ásgeirsson

Lokaverkefni til B.Sc. gráðu
Tæknifræðideild Keilis
Háskóli Íslands
Verkfræði- og náttúruvísindasvið



Keilir
Tæknifræði



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Átöppunarvél fyrir GeoSilica

Davíð Ásgeirsson

24 eininga ritgerð sem er hluti af
Baccalaureus Scientiarum gráðu í Mekatronics hátæknifræði

Leiðbeinandi/endingur
Burkni Pálsson
Andri Þorláksson

Tæknifræðideild Keilis
Háskóli Íslands
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Reykjanesbær, 15. september 2014

Átöppunarmál fyrir GeoSilica
Flöskufyllirinn
24 eininga ritgerð sem er hluti af *Baccalaureus Scientiarum* gráðu í Mekatronics
Hátæknifræði

Höfundarréttur © 2014 Davíð Ásgeirsson
Öll réttindi áskilin

Tæknifræðideild Keilis
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Grænásbraut 910
235 Reykjanesbær

Sími: 578 4000

Skráningarupplýsingar:
Davíð Ásgeirsson, 2014, Átöppunarmál fyrir GeoSilica, BS ritgerð, tæknifræðideild
Keilis, Háskóli Íslands, 104 bls.

Prentun: 1
Reykjanesbær, 15. september 2014

Útdráttur

Verkefni þetta snýr að hönnun og smíði átöppunarvélar fyrir GeoSilica sem er sprotafyrirtæki í framleiðslu kísils sem fæðubótarefni á formi sviflausnar. Átöppunarvélin þarf að geta ráðið við mjög kísilríkan vökva og að geta fyllt á um 300 flöskur á klukkustund, staðist hreinlætiskröfur sem þarf fyrir matvælaíðnað og verið örugg í notkun.

Abstract

The goal of this project is about the design and making of a bottling machine for GeoSilica that is a start-up company making silica for food supplement in the form of colloidal silica. The bottling machine has to be able to fill about 300 bottles an hour, qualify for food industry standards and be safe in use.

Formáli

Þetta verkefni er skrifað sem lokaverkefni til BSc gráðu. Í heimsókn til GeoSilica í desember var höfundur boðinn að vinna þetta verkefni, þar sem skortur er á átöppunarvélum á viðráðanlegu verði fyrir sprotafyrirtæki og heimilisiðnað. Gerð var tillaga að lokaverkefni í desember þar sem farið var yfir flesta hluti verkefnisins. Fyrirtækið GeoSilica er að vinna að afar spennandi nýjungum við framleiðslu á sinni vöru.

Efnisyfirlit

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Myndir | 10 |
| Töflur | 11 |
| Skammstafanir | 12 |
| Þakkir | 13 |
| 1 Inngangur | 15 |
| 2 Þarfagreining | 17 |
| 2.1 Afmörkun | 18 |
| 2.2 Skammtari | 18 |
| 2.3 Stjórnbúnaður | 21 |
| 2.4 Tappaásetjari | 21 |
| 2.5 Flöskustýring | 22 |
| 2.6 Skynjarar og eftirlitskerfi | 26 |
| 2.7 Útlit | 27 |
| 3 Hönnun | 29 |
| 3.1 Skammtarinn | 29 |
| 3.2 Stjórnbúnaður | 31 |
| 3.3 Flöskustýring | 31 |
| 3.4 Skynjarar og eftirlitskerfi | 32 |
| 3.5 Útlit | 32 |
| 4 Verkáætlun | 35 |
| 5 Kostnaðaráætlun | 37 |
| 5.1 Skammtarinn | 37 |
| 5.2 Stjórnbúnaður | 39 |
| 5.3 Flöskustýring | 40 |
| 5.4 Skynjarar og eftirlitskerfi | 41 |
| 5.5 Útlit | 41 |
| 5.6 Samantekinn kostnaður | 42 |
| 6 Smíði | 45 |
| 6.1 Skammtarinn | 45 |
| 6.1.1 Slöngudælan | 45 |
| 6.1.2 Stúturinn | 45 |
| 6.1.3 Færsla Stúts | 45 |
| 6.2 Stjórnbúnaður | 45 |
| 6.3 Flöskustýring | 45 |
| 6.3.1 Færsluskífur | 46 |
| 6.3.2 Leguhús | 46 |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| 6.3.3 Skífuholdur | 47 |
| 6.4 Skynjarar og eftirlitskerfi | 47 |
| 6.5 Útlit..... | 48 |
| 7 Forritun..... | 51 |
| 8 Prófun | 53 |
| 9 Niðurstöður..... | 55 |
| 9.1 Framtíðaráform..... | 55 |
| 10 Lokaorð..... | 57 |
| Heimildir | 59 |
| Viðauki A..... | 61 |
| Viðauki B..... | 63 |
| Viðauki C..... | 85 |
| Viðauki D..... | 89 |
| Viðauki E..... | 103 |

Myndir

| | |
|---|----|
| Mynd 1 Flöskurnar | 15 |
| Mynd 2 Kraftamynd af öxli..... | 24 |
| Mynd 3 Vægiskraftur [4]..... | 25 |
| Mynd 4 Skrefmótora stýrirás [6]..... | 26 |
| Mynd 5 Slöngudæluhaus | 29 |
| Mynd 6 Sprautustúturinn með snúningslokanum..... | 30 |
| Mynd 7 Teikning úr Inventor sem sýnir færsluhjólin og færsluleið flaskna..... | 32 |
| Mynd 8 Grind átöppunarvélarinnar | 33 |
| Mynd 9 Færsluskífa..... | 33 |
| Mynd 10 Útlit átöppunarvélarinnar | 34 |
| Mynd 11 Ganttrit fyrir verkáætlun sem gerð var í Microsoft Project. | 35 |
| Mynd 12 Slöngudæluhaus | 37 |
| Mynd 13 Slöngudælumótor..... | 38 |
| Mynd 14 Uppröðun tannhjóla og keðja..... | 46 |
| Mynd 15 Færsluskífur í rennibekk | 46 |
| Mynd 16 Leguhús í rennibekk | 47 |
| Mynd 17 Skífuhalda | 47 |
| Mynd 18 Grind Átöppunarvélar | 48 |
| Mynd 19 Átöppunarvél með stálhlífum | 49 |
| Mynd 20 ZelioSoft | 51 |
| Mynd 21 Flæðirit fyrir stýriforrit. | 52 |

Töflur

| | |
|---|----|
| Tafla 1 Slöngudætur. Samanburður á kostnaði og afköstum á keyptum dælum og smíðaðri. | 20 |
| Tafla 2 Samanburður á tölum | 21 |
| Tafla 3 Samanburður mótorá..... | 25 |
| Tafla 4 Leið 1 keypt slöngudæla (Öll verð í krónum)..... | 38 |
| Tafla 5 Leið 2 smíðuð slöngudæla (Öll verð í krónum)..... | 38 |
| Tafla 6 Stjórnbúnaður forritunarkapall og tengivírar | 40 |
| Tafla 7 Íhlutaverð í flöskufærslu (Öll verð í krónum)..... | 40 |
| Tafla 8 Efni í útlit (Öll verð í krónum)..... | 41 |
| Tafla 9 Heildarkostnaður allra íhluta..... | 42 |
| Tafla 10 Heildar vinnutímafjöldi og launakostnaður | 43 |

Skammstafanir

| | |
|---------|---|
| Arduino | Einbrettistölvu (e. single-board microcontroller,) |
| g | Þyngdarhröðun jarðar, $9,82 \text{ m/s}^2$ |
| Gecko | Geckodrive nafn á fyrirtæki http://www.geckodrive.com |
| mm | Millimetrar |
| N | Kraftur í Newton |
| PIC | Smástýrirás (e. Peripheral Interface Controller) |
| PLC | Iðntölva (e. Programmable Logic Controler) |
| SMS | Textaskilaboð (e. Short Message Service) |

Þakkir

Ég vil fyrst þakka GeoSilica fyrir tækifærið að vinna lokaverkefni fyrir þau. Aðstöðuna og aðbúnað sem hefur komið sér afar vel við vinnu lokaverkefnisins. Svo vil ég þakka Þorgeiri Þorbjarnarsyni fyrir aðstoð og leiðsögn við smíði flestra hluta átöppunarvélarinnar. Einnig vil ég þakka Plexígler fyrir það plexígler sem ég fékk gefins. Þá vil ég þakka strákunum í Artic Sea Salt fyrir aðstoð og lán á búnaði. Því næst vil ég þakka eiginkonu minni fyrir ómældan stuðning og tíma frá heimilisskyldum. Að lokum vil ég sérstaklega þakka leiðbeinandanum Burkna Pálssyni og aðstoðar leiðbeinandanum Andra Þorlákssyni.

1 Inngangur

Verkefni þetta snýr að hönnun og smíði átöppunarvélar. Átöppunarvélin mun verða notuð til að fylla á flöskur á fyrstu stigum framleiðslu á kísilfæðubótarefni hjá GeoSilica. Til þess að vélin uppfylli þær kröfur sem gerðar eru þarf hún að geta fyllt á u.þ.b. 300 flöskur á klukkutíma. Fyrstu vikuna þarf vélin að vera í gangi sirka 5 tíma svo aukast jafnt og þétt eftir eftirspurn. Eftir því sem átöppunarvélin verður meira sjálfvirk verður hægt að hafa hana meira í gangi. Getur átöppunarvélin þá afkastað í lengri tíma án eftirlits eða á meðan nóg er af efni sem hún er að vinna með, þ.e. flöskur, tappar, sóttthreinsivökvi og kísilvökvi. Hægt þarf að vera að útvíkka verkefnið og bæta við það búnaði eftir því sem framleiðsla og eftirspurn eykst.

Átöppun hefur fylgt mannkyninu frá öröfi alda fyrstu heimildir sennilega um 16 öld en iðnaðarátöpun fór ekki að þróast fyrr en seint á 17. öld. Átöppun eins og við þekkjum í dag er orðin ansi fjölbreytt og þegar rætt er um átöppun þá fær fólk mismunandi myndir í hausinn allt frá gaurnum sem er að handfylla á hverja flösku fyrir sig með rennsli frá hæðarmun og allt upp í 1000 flöskur á mínútu með kröftugum dælum og fullkomni sjálfstýringu þar sem hvert sekúndubrot er nýtt í mikilvæg atriði til að ná hámarks hraða.

Það sem GeoSilica er að sækjast eftir er átöppunarvél á viðráðanlegu verði sem er eins sjálfvirk og hægt er en á móti er krafa um afkastagetu ekki eins áriðandi. GeoSilica er með tvær stærðir af flöskum eins og sést á Mynd 1, eina sem söluvöru og aðra fyrir sýnishorn. Í stað þess að hafa tvær vélar fyrir sitthvora flöskugerðina er stefnt að því að nota sömu vél fyrir báðar gerðir.



Mynd 1 Flöskurnar

Þetta verkefni er spennandi og mikil áskorun í að finna lausnir á öllum þeim fjölmörgu atriðum sem koma upp við hönnun og smíði átöppunarvélar. Reynir þetta verkefni á flest alla þá hluta námsins sem kenndir eru í Mekatrík Hátæknifræði.

Markhópur átöppunarvéla af þessari stærð og gerð, verði farið í framleiðslu á fleiri vélum, væri lítil fyrirtæki og heimilisiðnaður.

Kostnaður við gerð vélarinnar fer mikið efir efnisvali og búnaði. Valdar eru ódýrari leiðir við efnisval til að halda kostnaði í lágmarki svo lengi sem það kemur ekki niður á gæðum vélarinnar.

Til að koma kísilfæðubótarefninu úr tanki í flöskurnar verður að varast staði sem ekki er hægt að þrifa og standast verður staðla og reglugerðir um vélar fyrir matvælaframleiðslu. Magn vökva í flöskunum verður að vera jafnt. Krafa GeoSilica er að átöppunarvélin geti fyllt á tvær stærðir af flöskum og geti greint á milli hvor flaskan það er sem verið er að fylla á hverju sinni. Þar sem töluverður stærðamunur er á flöskunum, þarf átöppunarvélin að geta fært flöskurnar á milli hluta átöppunarvélarinnar án þess að stilla þurfi vélinar fyrir þá flösku sem á að fylla.

Gerð er þarfagreining, vélin hönnuð, kostnaður metinn, vélin smíðuð, forrituð og prófuð. Í flestum meginhlutum ritgerðarinnar er köflunum skipt í skammtara, stjórnbúnað, flöskustýringu, skynjara og eftirlitskerfi og að lokum útlit. Í þarfagreiningunni er farið yfir hver þörf ofantalinna verkþátta er, hvað dugar og hvað væri betra. Í hönnuninni er lýsing á lausnum allra verkhluta. Fimmti kafli tekur saman kostnaðaráætlun á efni sem þarf til að smíða vélinar, einnig var tekinn saman vinnutími við hvern verkþátt. Smíðin er í sjötta kafla og fjallar um þær aðferðir sem notaðar voru við smíði allra hluta sem þurfti að smíða í vélinar. Í sjöunda kaflanum er farið yfir forritun og rafmagnstengingar við iðntölvuna. Áttundi kaflinn sýnir hvað var prófað og hvernig. Niðurstöður eru teknar saman í níunda kafla.

2 Þarfagreining

Marga íhluti þarf í átöppunarvél og þarf því að huga að mörgu. Hversu mikið magn af vökva á að dæla á hverja flösku, hversu hratt það þarf að flæða á flöskunar upp á afkastagetu og úr hvaða efni búnaðurinn þarf að vera. Einnig þarf að huga að því hversu stór vélin má vera, hversu mikil læti mega koma frá vélinni þar sem hún verður notuð og hversu mikla orku hún má draga. Síðast en ekki síst skiptir eðli vökvans sem átappa á mjög miklu máli. Átöppunarvélin þarf að geta uppfyllt kröfur fyrir CE merkingu [1] og staðist hreinlætiskröfur fyrir matvælaíðnað [2] og uppfyllt þann íslenska staðal sem gildir um hreinlætiskröfur við hönnun véla það er ISO 14159:2998 [3].

Grunnur átöppunarvélar er skammtari sem sér um dælingu á réttu magni af vökva í flöskur. Næsta viðbót við grunninn er sjálvirk færsla undir stútinn sem sér þá um að lágmarka þann tíma sem fer til spillis á milli flaskna. Frekari viðbætur eru svo sótthreinsibúnaður, tappaásetjari og að lokum færsla að og frá átöppunarvélinni.

Kísilvökvinn er eins og nafnið gefur til kynna mjög kísilríkur og á kísill það til að safnast upp og stífla leiðslur eða dælur þar sem hann getur bundist saman og myndað kísilkekki. Því er afar brýnt að hanna leiðina frá tanki að flösku þannig að auðvelt geti verið að þrifa leiðina eða skipta henni alveg út stíflist hún. Kísillinn getur verið eins og sandur í dælingunni og þannig stýtt verulega líftíman á leiðslum og dælum. Einnig geta myndast kísilútfellingar á yfirborð ef vökvi er lengi í snertingu við þau. Þessar útfellingar getur verið erfitt að þrifa.

Til þess að stýra sjálfvirkninni þarf alltaf að vera stýribúnaður tengdur við mótora og skynjara. Stýribúnaður samanstendur af iðntölvu sem tímasetur hreyfingar og les stöður á skynjurum ásamt stýringum fyrir mótora svo sem skrefmótara.

Hanna þarf hvernig töppum verður komið fyrir á flöskunum eftir áfyllingu. Gott væri að vera með tappaásetjari sem væri þá alltaf tilbúinn með tappa til að skrúfa á flösku, þegar hún kæmi á réttan stað. Tappaásetningarbúnað væri hægt að koma fyrir inni í vélinni.

Flöskustýring er braut sem færir flöskur inn í kerfið og því næst á milli staða og skilar henni út aftur. Flöskustýring gæti verið byggð á færibandí eða braut sem grípur flöskurnar og færir þær í gegnum kerfið. Iðntölva stýrir hraða mótors og stoppum þar sem við á í kerfinu.

Skynjarar og eftirlitskerfi verður að vera tengt við búnaðinn ef skilja á vélinna eftir án mannlegs eftirlits.

Til að halda utan um alla hluta vélarinnar þarf að festa þá saman og loka fyrir hugsanlegar hættur sem gætu stafað af henni.

2.1 Afmörkun

Gerð verður átöppunarvél sem getur fært flöskur í gegnum sig og skammtari sem dælir vökvanum í flöskur þar til að skynjari gefur merki til iðntölvu sem lætur mótur stoppa flæðið. Iðntölvun verður forrituð til að stýra flöskunum í gegnum sig og til að stýra dælingu í flöskunum á réttum tímapunkti.

Ekki verður farið í að gera tappaásetningarbúnað eða tappaflokkara í þessu verkefni, þó svo að ekki sé útilokað að því verði bætt við síðar. Aðeins er minnst á tappaásetningarbúnað í þarfagreiningu fyrir hugsanlegar viðbætur síðar.

Forritun verður ekki fullkláruð með hraða í huga og ekki hönnuð til að geta tengt eftirlitsbúnað beint í forritið. Ekki er gert ráð fyrir því að allir skynjara verði tengdir í þessu verkefni, aðeins þeir allra helstu. Þegar skynjarar verða tengdir við vélinu þarf að breyta forritinu í samræmi við viðbætur til að fá virknina í þeim. Þetta verkefni inniheldur ekki sendingar á stöðu vélarinnar gegnum internet eða annan búnað.

Þessi ritgerð inniheldur ekki búnað sem hægt er að bæta við átöppunarvélinu til að ná meiri sjálfvirkni, eins og færðbönd og frá vél, inþökkunarvél til að koma flöskum í kassa, límmitavél og sótthreinsibúnað fyrir flöskurnar.

2.2 Skammtari

Skammtarinn er hjarta átöppunarvélarinnar. Skammtarinn inniheldur dælu og mótur sem saman koma hreyfingu á vökvan og stýringu sem skammtar réttu magni í hverja flösku. Einnig væri hægt að nota skammtarann einan og sér til að fylla á flöskur. Helstu hlutar skammtara eru eftirfarandi.

1. Dæla sem getur skammtað vökvanum.
2. Mótur til að knýja dæluna sem getur stoppað snögglega þegar réttu magni er náð.
3. Stýring til að stýra mótornum.
4. Loki til að opna og loka fyrir flæði.
5. Sprautustútur sem gengur ofan í flöskunum og upp aftur.

Til eru margar gerðir af dælum en til að standast örugglega staðla um hreinlæti í matvælaíðnaði þarf dælu sem er auðveld í þrifum, endingargóð og hefur ekki staði þar sem óhreinindi geta safnast fyrir eða kísillinn skapað vandamál. Einnig þarf að varast hvaða hlutir komast í snertingu við matvæli og því skiptir efnisval miklu máli. Kísill er afar vandmeðfarinn og er hann líklegur til að setjast innan á lagnir og gæti þá stíflað venjulegar dælur og jafnvel leiðslur þar sem kísillinn getur safnast upp. Í slöngudælu kemst enginn hluti dæluinnar í beina snertingu við framleiðsluna, heldur er vökvinn allan tímann inn í slöngunni, sem gerir slöngudælu ákjósanlegustu leiðina við val á dælu. Slangan mun þá liggja alla leið frá tanki að átöppunarstút. Skoðaðar voru slöngudælur og slöngur frá

Masterflex¹. Í slöngudælur eru notaðar sílikonslöngur sem eru mjög sveigjanlegar og sterkar.

Innanmál flöskustútanna er 14,5 mm á grennri flöskunni og 21,5 mm á sverari flöskunni. Stúturinn þarf að ganga 22 mm niður í minni flöskuna og 39 mm niður í stærri flöskuna til að rétt magn af vökva skammtist í flöskurnar. Ekki gengur að ytramál slöngunnar sé jafnbreytt og stúturinn þar sem skynjarar á stút þurfa að nema flöskugerðina til þess að dæling geti hafist. Sverleiki slöngunar ræður miklu í sambandi við afköst slöngudællunar. Best er að hafa slönguna sem sverasta fyrir sem mest flæði.

Að gefnum fyrrgreindum forsendum var valin matvælavottuð sílikonslanga sem er 6 mm að innanmáli og 10 mm að ytramáli, þar sem það er passleg stærð í sprautustútin en nær jafnframt að hámarka dæligetu í flöskurnar miðað við grennri flöskuna. Þar sem slangan er úr sílikoni með tveggja millimetra veggþykkt er hún hún afar sveigjanleg og síliconið þolir mikinn núning. Auðvelt verður að losa slönguna frá búnaði og úr sprautustút fyrir hreinsun, eins til að skipta henni alveg út.

Skoðaðir voru nokkrir möguleikar við val á slöngudælum. Einnig voru metnir kostir og gallar við hönnun og smíði á slöngudælu í stað þess að kaupa tilbúna dælu. Ákveðið var því að teikna upp slöngudælu í hönnunarforritni Inventor. Reiknað er með 42 tímum við smíði slöngudællunar á 6200 kr. á tíman í verktakavinnu.

Slangan sem er 6mm að innanmáli er þá með þverskurðarflatarmál eins og Jafna 1 sýnir. Þannig fæst að rúmmillimetrar í einum metra af slöngunni er flatarmálið margfaldað með 1000 mm sem gefur 28274 mm³/m og til að breyta yfir í millilítra á hvern metra slöngunnar þá er aftur deilt með 1000 og þá fæst 28,3 ml / m.

Jafna 1

$$F = \pi * (3 \text{ mm})^2 = 28,3 \text{ mm}^2$$

Hönnuð slöngudæla þarf að geta dælt 300 ml á 8 sekúndum, Jafna 2 reiknar út hversu marga metra af slöngu þarf til að rúma 300 ml. Það þarf 10,6 metra langa slöngu til þess. Þannig sést að slöngudælan þarf að snúast 10,6 metra á 8 sekúndum til að standast kröfur um áfyllingarjölda.

Jafna 2

$$V = \frac{300 \text{ ml}}{28,3 \left(\frac{\text{ml}}{\text{m}}\right)} = 10,6 \text{ m}$$

Sé dælan með 150 mm þvermál er þá notuð Jafna 3 til að finna ummál dællunar sem er þá 471,2 mm eða 0,4712 m.

Jafna 3

$$U = 150,0 \text{ mm} * \pi = 471,2 \text{ mm}$$

¹ www.masterflex.com

Jafna 4 sýnir að fjöldi snúninga sem dælan þarf að fara er fjöldi metra deilt með metrum í hverjum hring.

Jafna 4

$$\text{snúningar} = \frac{10,6 \text{ m}}{0,471 \text{ m}} = 22,5$$

Snúningar fyrir hverja flösku og tími til að dæla á hverja flösku er í mesta lagi 8 sekúndur. Til þess að fá snúninga á mínútu er deilt með lengdinni sem má vera og margföldum svo með 60 þannig fæst að hraðinn á mótornum þarf að vera minnst 169 snúningar á mínútu eins og Jafna 5 sýnir.

Jafna 5

$$\text{Hraði} = \frac{22,5 \text{ snúningar}}{8 \text{ s}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ mín}} = 169 \frac{\text{Snúningar}}{\text{mínútu}}$$

Tafla 1 tekur saman tíma og efniskostnað á smíðaðri dælu samanborið við kostnað á þeim slöngudælum sem til greina kemur að kaupa. Einnig eru borin saman afköst miðað við að útreikningar á undan gangi upp og valdi því ekki að slanga falli saman sökum undirþrýstings. Útreikningarnir miða við 100% nýtingu þ.e. að ekkert vatn sleppi framhjá hjólunum og að hjólin taki ekkert pláss frá vökvanum á þessum 10,6 metrum, því er hægt að reikna með að snúningshraði mótors þurfi að vera töluvert hraðari en 169 snúninga á mínútu til að standast kröfurnar. Til að fá dælugetu á mínútu er notuð Jafna 6 sem reiknar fyrst millilítra á sekúndu og færir svo yfir í mínútur og þá fæst 2250 ml/mín.

Jafna 6

$$\text{Afköst} = \frac{300 \text{ ml}}{8 \text{ s}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ mín}} = 2250 \frac{\text{ml}}{\text{mín}}$$

Tafla 1 Slöngudælur. Samanburður á kostnaði og afköstum á keyptum dælum og smíðaðri.

| Dælu | Afköst | Dæluhaus (kr.) | Mótor (kr.) | Vinna (kr.) | Verð (kr.) |
|-------------------|-------------|----------------|-------------|-------------|------------|
| Smíðuð slöngudæla | 2250 ml/mín | 37200 | 8200 | 260400 | 297400 |
| Slöngudæla | 300 ml/mín | Lánuð | Lánaður | 0 | 230400 |
| Slöngudæla | 3400 ml/mín | 65320 | 206080 | 0 | 271400 |

Samkvæmt þessu borgar það sig ekki að smíða dælu nema vinna við smíði hennar sé óbörguð.

Opna og loka þarf fyrir flæði sem næst stút til að koma í veg fyrir leka úr stútnum og að óhreinindi komist ekki inn í kerfið. Skoðaðir voru segullokak sem geta klemmt slönguna í stútnum til að óhreinindi geti ekki safnast fyrir inni í búnaði eða í hvössum brúnum. Einnig voru skoðaðir segullokak í Fálkanum sem vel gætu komið til greina. En til að halda kostnaði niðri og til að koma lokanum sem allra næst stút var ákveðið að byggja snúningsloka inn í stútninn sem klemmir þá slönguna við færslu stútsins upp og niður.

Slangan verður þá lögð alla leið í gegnum stútinn til að auðvelda þrif og útskiptingu á allri leiðinni.

Æskilegt er að koma þrýstirofa fyrir á slöngu, á milli dælu og stútloka, til að gefa til kynna hvort að dæla og loki séu ekki að vinna saman á eðlilegan hátt eða til að grípa inn í þenjst slanga óeðlilega mikið út og slökkvi þá á dælunni.

2.3 Stjórnbúnaður

Hægt er að stýra vélbúnaði með flest öllum tölvum en PLC iðntölvur eru hannaðar sérstaklega með iðnaðarnotkun í huga, þær eru stöðugri en smátölvur og hafa oftast mun lengri endingu. Til að útfæra sjálfvirkni þarf alltaf að vera einhverskonar stýribúnaður tengdur við búnaðinn. Stýribúnaður samanstendur af iðntölvu sem tímasetur hreyfingar og les frá skynjurum.

Grunnstöður vélarinnar eru snúningur færsluskífa, stöðvun undir stút og dæling. Grunnskynjun vélarinnar þarf því aðeins að vera einn rofi inn til að stöðva snúning og svo annar rofi inn í til að stöðva dælingu. Eftir að dælingu er lokið byrja færsluskífur að snúast aftur og flaskan fer út úr vélinni.

Skóðaðar voru nokkrar gerðir af tölvum, Tafla 2 sýnir samanburð. Tölvan sem á að nota þarf að geta stýrt slöngudælu, stútloka, snúningsskífum og upp -og niðurfærslu stúts ásamt því að geta lesið upplýsingar af skynjurum hvort flaska sé undir stút, hvor stærðin af flösku þar er og hvort flaskan sé orðin full. Tafla 2 sýnir fjölda innganga og útganga, A táknar hliðrænn (e. Analog), D táknar stafrænn (e. Digital) og IO táknar inn og út valkvæmt.

Tafla 2 Samanburður á tölvum

| Stýritölvur | Týpuheiti | Inngangar | útgangar | Áræðanleiki | Tengimöguleikar |
|-------------------|---------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| Arduino | UNO SMD R2 | 6A/14AD IO | 14D IO | Lítill | 7 |
| Phenix | ILC131 ETH/XC | 8 D | 4 Max 0,5A | Mikill | 10 |
| Raspberry Pi | B | 17 DIO AI | 17 DIO AI | Lítill | 10 |
| Schnider electric | SR3-B101BD | 4 A 2 D | 4 Relay 8A | Mikill | 10 |

Valinn var Schnider electric iðntölvun þar sem hún er áræðanleg með mikla tengimöguleika, hægt að bæta við viðbótareiningu og getur hleypt í gegnum sig allt að 8 Ampera straum. Einnig er hægt að fá sms símatengimöguleika (SMS Module).

En fyrir frekari útvíkkun á verkefninu er hægt að bæta við öðrum rofa til að stoppa á fleiri stöðum eins og við sóttreinsistút, tappaásetjara og tappaherslu. En þeir hlutir eru ekki beint hluti af þessu verkefni.

2.4 Tappaásetjari

Tappaásetjara þarf að koma fyrir í vélinni sem væri þá alltaf tilbúinn með tappa til að skrúfa á flösku þegar hún kemur á réttan stað. Tappaásetjari samanstæði af

tappaskammtara sem skammtar einum tappa af rétttri stærð á hverja flösku, gripkló sem gengur niður og grípur utan um tappan og að lokum mótur sem snýr gripklónni til að skrúfa tappann fastann. Til að geta stjórnað herslu væri t.d. hægt að mæla straum til DC mótors með iðntölvu þar sem straumurinn fylgir álagi og stöðva mótur við vissa straumtöku.

Gott væri til að mynda að hafa tapparadara sem stillir töppunum upp á réttan hátt fyrir notkun. Önnur leið væri að hafa tappamagasín sem töppunum væri komið fyrir í sem skammtaði svo töppunum ofan á flöskurnar.

Ekki verður farið í frekari útfærslu eða hönnun á tappaásetjara í þessari ritgerð.

2.5 Flöskustýring

Flöskustýring heldur utan um að allar flöskurnar sem koma inn í átöppunarkerfið haldi röð sem ruglast ekki á meðan flöskunar færast á milli staða og að lokum skilar þeim út aftur, jafnvel yfir í umbúðapökkunarvél. Við hönnun alsjálvirkar átöppunarvélar þarf að notast við einhvers konar færiband sem færir flöskurnar að átöppunarvélinni og frá henni. En þar sem verkefnið miðast við átöppunarvélina er ekki gert ráð fyrir færiböndum eða umbúðapökkun í þessu verkefni. Aðeins er hugað að því hvernig flöskunar færast á milli staða í átöppunarvélinni sjálfri í þessu verkefni.

Flöskustýring átöppunarvélarinnar væri þá byggð á færibandi eða braut sem grípur flöskurnar og færir þær í gegnum kerfið. Æskilegt væri að hafa sama stút á flöskunum fyrir gripfærslu en þar sem flöskunar hafa verið valdar með sitthvora stút stærðina þá miðast hönnun tækisins við að geta tekið við tveimur stútstærðum.

Flöskubrautin mun notast við kraga á stútum til að ná haldi á flöskunum. Þegar flaskan sest í sæti á færsluskífum skorðar kraginn á stútum þær betur af þannig að spennuskífurnar sem koma hinumeginn við flöskustútana eru rétt til að halda við stútinn svo flöskunar detti ekki úr sætunum. Rákir verða á spennuskífum sem kraginn rennur inn í og gefur jafnt grip.

Ef nota á færiband þarf að sjá til þess að flöskunar séu rétt staðsettar á því þar sem minnsta skekkja getur valdið því að stúturinn hittir ekki ofan í flöskunar. Flöskunar geta færst til stoppi færibaldið of snögglega eða sökum hristings. Notkun færibands kallar á mun fleiri skynjara og mótor til að stilla flöskur af fyrir dælingu. Notast þyrfti við snertilausa skynjun sem er að mörgu leyti betra en mun dýrari aðferð en notkun á einum rofa til að skynja hvort flaskan sé á staðnum. Séu notaðir armar sem grípa utan um stút flöskunnar er auðveldara að stýra nákvæmari stöðvun og hristingur hefur minni áhrif á stöðu flaskna undir stút.

Til þess að halda niðri kostnaði og flækjustigi við gerð vélarinnar var ákveðið að færa flöskurnar innan átöppunarvélarinnar án færibands og nota heldur færsluhjól, með sæti fyrir flöskunar, sem kragi flasknanna smellur inn í og spennuskífur halda svo flöskunum skorðuðum í sínu sæti á færsluhjólunum.

Iðntölvan stýrir hraða mótorsins og stoppar þegar nemi skynjar að flaska er undir dælustút. Einnig stýrir iðntölvan því að færslu hjól fari ekki að stað fyrr en eftir að rétt magn er komið í flöskuna.

Til að halda færsluskífumum rétt samstilltum þarf að tengja þau saman. Skoðaðar voru tvær lausnir. Annars vegar V-reim með reimskífum og hins vegar tannhjól með keðju. Reimin er mun líklegri til að snuða og missa þá samstillingu á milli skífa. Þar sem ein færsluskífan snýst í andstæða átt við hinar þá passar bakhluti V-reimarinnar ekki á reimskífunar. Möguleiki hefði verið á leita að munstruðum reimum á báða kanta og hjólum fyrir það en ekki gafst tími til að nálgast þannig búnað fyrir prófanir. Þess vegna var ákveðið að nota keðjuna og tannhjólin sem komu mikið betur út en V-reimin. Mótor þarf svo að tengjast við keðjuna til að drífa færsluhjólin áfram.

Snertimótstaða flasknanna er aðeins við lítinn hluta af færsluskífumum og spenniskífum, eða u.þ.b. 1 cm^2 , og viðnámsstöðull plast í plast er mjög lágt, því er gengið út frá því að $\mu \approx 0,5$. Þar sem miðað er við að $\mu \approx 0,5$ þá er viðnámið í brautinni u.þ.b. $0,6 \text{ N}$ á hverja skífu sem gerir $1,8 \text{ N}$, það námundað upp á við 2 N sem er notað við útreikningana. Til þess að finna kraft mótorsins á öxulinn var notuð Jafna 7.

Jafna 7

$$F_A = \frac{\text{Torque mótors}}{\text{radíus}} = \frac{1,2 \text{ Nm}}{0,0372 \text{ m}} = 32,3 \text{ N}$$

Til þess að meta lágmarksþykkt öxla var Jafna 8 notuð sem gefur mestu sveigjuspennu (e. bending stress) þegar $c = d/2$, þar sem d er þvermál öxuls og M er mesta kraftvægi á öxulinn.

Jafna 8

$$S = \sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{Z} = \frac{M}{0,1 * d^3}$$

Mesta sveigjuspennan er svo sett jöfn $S = 70 \text{ MPa}$ sem er mesta leyfilega sveigjuspenna og ákvarðast S af efni öxuls. Nú er hægt að leysa jöfnuna fyrir þvermálið eins og Jafna 9 sýnir.

Jafna 9

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 * M}{S}}$$

Til að finna mesta vægi M þarf að gera kraftagreiningu á öxlinum og teikna upp graf af kraftvægi sem fall af vegalengd út eftir öxlinum. Líkanið af öxlinum er að hann sé einsleitur, allstaðar jafn sver og massalaus, og hann sé með undirstöður við hvora legu. Á hann verka fjórir kraftar, F_A verkar á tannhjól, F_B og F_C verka í undirstöðum og F_D er krafturinn sem verkar á færsluskífu.

Til þess að finna kraftana F_B og F_C var notuð **Error! Reference source not found.** og Jafna 11 og þær leystar saman. Jafna 10 segir að summa lóðréttra krafta er núll (hlutur er í

jafnvægi) og Jafna 11 reiknar kraftvægið í staðsetningu krafts F_C (punktur C á Mynd 2) og það verður að vera jafnt og núll (hlutur er í jafnvægi).

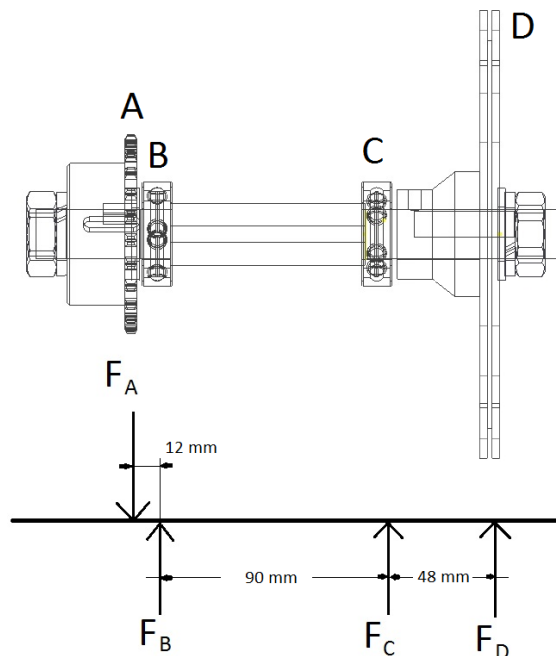
Jafna 10

$$\sum F_y = F_A * a + F_B * b + F_D * d = 0$$

Jafna 11

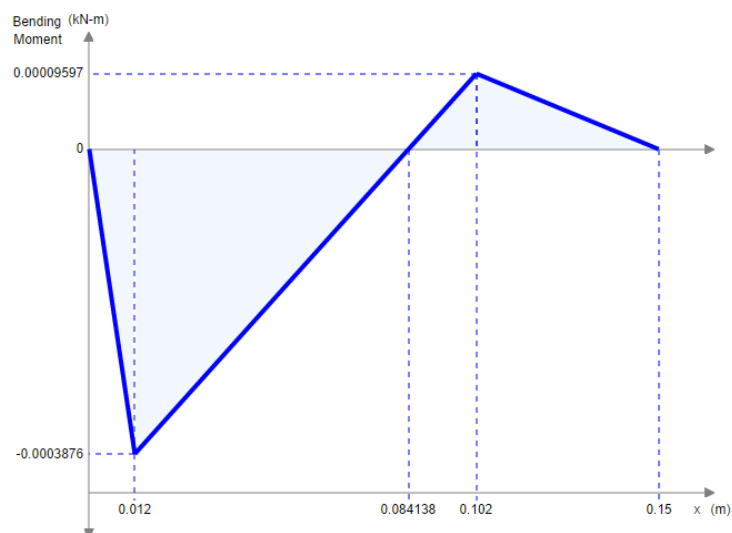
$$\sum_{M_C} = F_A + F_B + F_C + F_D = 0$$

Mynd 2 sýnir kraftamyndina af öxlinum sem notuð var til að reikna kraftana og mesta kraftvægið. Til að framkvæma þessa reikninga var notuð reiknivél á netinu sem reiknar undirstöðukrafta og vægi –og skerkræftsgröf fyrir einfalda bita [4].



Mynd 2 Kraftamynd af öxli

Mynd 3 sýnir vægisgrafið fyrir öxulinn og sést að mesta vægi verður í fyrri undirstöðu (efri lega) og er vægið $M = 0.3876$ Nm. Nú getur Jafna 9 gefið okkur þvermálið



Mynd 3 Vægiskraftur [4]

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 * M}{S}} = \sqrt[3]{\frac{10 * 0.3876 \text{ Nm}}{70 \cdot 10^6 \text{ Pa}}} = 0.003811 \text{ m} = 3.8 \text{ mm}$$

Samkvæmt þessum reikningum er lágmarks þvermál öxuls 3,8 mm en raunverulegir öxlar eru minnst 19,5 mm í þvermál sem er miklu meira en nóg.

Við val á mótorum voru skoðaðar þrjár gerðir til að knýja færsluskífurnar: DC, servo og skrefmótorar. Tafla 3 sýnir samanburð á mismunandi mótorum til að auðvelda val á réttum mótor.

Einnig var metið hversu vel gengur að koma fyrir kóðara gerist þess þörf.

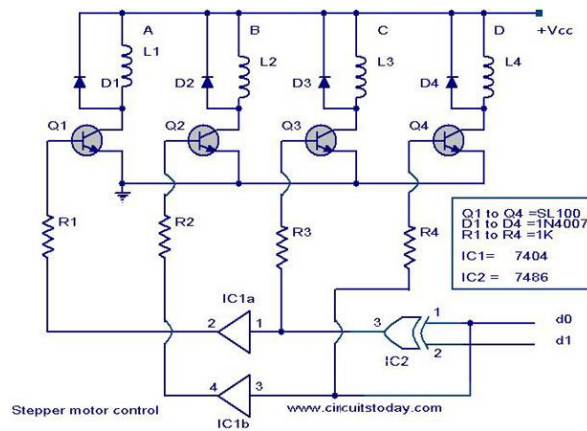
DC mótorinn er mjög kröftugur og snýst mjög hratt og ekki gott að stýra snúningshraða nema þá með spennustýringu, mótorinn þyrfti að vera gíraður eigi hann að vera notaður. Servómótorinn er mjög dýr og þarf sér stýringu fyrir hann en kemur mjög vel út að öðru leyti. Skrefmótorinn þarf líka stýringu og er að koma vel út að mörgu leyti nema hvað hraða varðar en sé hraðinn of mikill er erfitt að stoppa á réttum stað. Þar sem skrefmótorinn er fyrirferðaminni, léttari, álíka kröftugur og nægilega nákvæmur verður hann notaður í þetta verkefni. Nánari útlistun á skrefmótornum er í viðauka C.

Tafla 3 Samanburður mótora

| Mótorar | Wött | Tog | Tegund | Þyngd | Sn/mín | Verð |
|------------|------|---------|--------|----------|--------|--------|
| MY68 [5] | 120 | 0,35 Nm | DC | 1 Kg | 2500 | 6.320 |
| SMHA60 | 440 | 1,4Nm | Servó | 1,5 Kg | 1000 | 24.305 |
| MST001A-S8 | 60 | 1,2 Nm | Skref | 0,738 Kg | 50 | 5.750 |

Til þess að stýra skrefmótorum þarf að notast við skrefmótorastýringu. Skrefmótorar eru venjulega uppbyggðir þannig að í þá liggja fjórir vírar sem tengjast inn á fjórar spólur inni í skrefmótornum.

Í stað þess að smíða stýringuna á Mynd 4 var ákveðið að nota skrefmótarastýringu frá Keili að gerðinni GekoDrive² G203V til að sannreyna verkefnið, höfundur hefur góða reynslu af þeirri stýringu. Nánari upplýsingar um skrefmótarastýringuna sem notuð er finnst í viðauka D.



Mynd 4 Skrefmótora stýrirás [6]

Sérstaka mótorstýringu þarf til að stýra skrefmótornum sem tekur þá við boðum frá iðntölvunni. Þegar iðntölvann virkjar skammtarann þarf hann að færa dælustút ofan í flöskuna, opna fyrir stútloka og hefja dælingu.

2.6 Skynjarar og eftirlitskerfi

Grunnstaða fyrir fyrstu prófanir eru að stútur stoppi undir dælustút fyrir fyllingu flaskna og að dæling stoppi þegar rétt magn af vökva er komið í þær. Til þess að stöðva færsluhjól á réttum stað verður rofa komið fyrir neðan við dælustút til að stöðva færsluhjól á réttum stað. Til að stöðva dælingu verður notaður leiðniskynjari á enda dælu stúts. Leiðniskynjarinn samanstendur af vírum á enda dælustútsins þar sem annar vírinn sendir merki á 1 kHz sem hinn nær ekki að lesa fyrir en vökvi leiðir merkið á milli þeirra. Rofum, skynjurum og eftirlitskerfi verður bætt við síðar og er ekki hluti af þessu verkefni. Fleiri skynjurum og rofum verður þá að koma fyrir ef skilja á vélina eftir án manlegs eftirlits. Þá þarf einnig að bæta við skynjurum fyrir hinar ýmsu stöður í átöppunarvélinni, sem eru:

1. Tekið við flösku inn í vél
2. Sóttþreinsun
3. Áfylling
4. Tappaásetning
5. Tappahersla
6. Flaska út úr vél

Í þessari ritgerð er komið fyrir grunnskynjurunum sem þarf til að skynja hvort að flaska sé undir stútum, hvor stærðin það er og hvenær stöðva þarf dælingu.

² Geckodrive er fyrirtæki sem framleiðir skrefmótarastýringar [8]

2.7 Útlit

Átöppunarvél þarf að vera gerð þannig að ekki stafi hættu af henni. Einnig þarf hún að vera þægileg í vinnslu og bjóða upp á gott aðgengi þeirra sem vinna með hana og möguleika á að gera hana enn sjálfvirkari. Átöppunarvélin þarf að vera úr viðurkenndu efni fyrir matvælaframleiðslu og auðveld í þrifum. Flestar vélar í matvælaframleiðslu eru úr ryðfríu stáli og þá helst 316 stáli sem þolir seltu vel. En þar sem 316 stál er tvöfalt dýrara og enginn vökvi á að liggja utan á vélinni var því ákveðið að nota 304 stál. Auðvelt er að þurka af vélinni sullist eitthvað á hana.

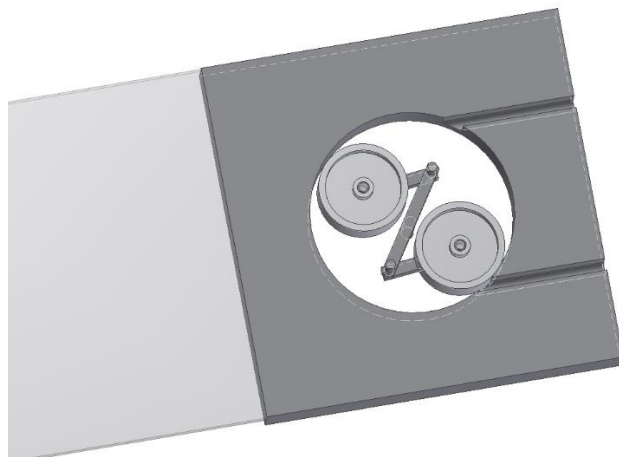
3 Hönnun

Við hönnunina var notuð rissbók, iPad og Inventor³ til að teikna upp alla þá hluti sem þarf í átöppunarvélina. Mesta hugmyndavinnan fór fram í rissbókinni og útskýringar fyrir leiðbeinendum á iPad ásamt hugmyndavinnu en endanlegar teikningar voru kláraðar í Inventor á þeim hlutum sem smíðaðir verða.

3.1 Skammtarinn

Notuð verður slöngudæla í skammtarann þar sem slöngudælur eru ekki í beinni snertingu við vökvann og lítil hættu á að viðkvæmir hlutar dælunar blotni, nema þá að gat komi á slöngu. Kostir þess að nota slöngudælu í þetta verkefni eru fleiri eins og auðvelt er að skipta slöngunni út skemmist hún sökum núnings eða kísils.

Slöngudæla var hönnuð og möguleg afkastageta reiknuð út. Mynd 5 sýnir þann slöngudæluhaus sem var teiknaður. Slangan er lögð ofan í aðra raufina á húsinu og yfir hjólin svo út aftur. Þegar kveikt er á dælunni snýr mótórin arminum sem spennir hjólarmana út í dæluhúsið með fjöður og renna þá rúlluhjólin eftir slöngunni þegar mótórin snýst. Yfir slönguhousnum er 8 mm plexíglérplata á lóm með smellu á þeirri hlið þar sem slöngurnar eru. Til að skipta um slöngu í slöngudælunni þarf að taka bakhlið vélarinnar af og losa smelluna sem heldur plexíglérplötunni.



Mynd 5 Slöngudæluhaus

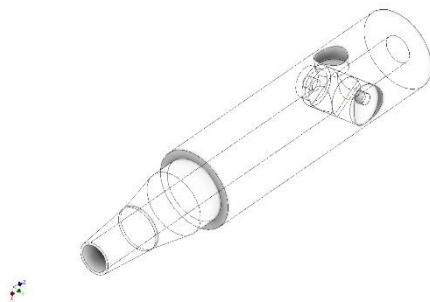
Slöngudæla að gerðinni Master Flex fékkst lánuð og verður hún notuð til að sannreyna verkefnið. Við verðútreikninga og frekari vinnslu er miðað við að smíðuð verði slöngudæla að loknu þessu verkefni.

³ Autodesk® Inventor® Professional 2014

Slöngudælunni verður komið fyrir ofan á átöppunarvélinni til að prófa virknina. Þegar smíði slöngudællunnar líkur verður lánsdælunni skipt út fyrir hana. Þá verður slöngudælunni komið fyrir undir færsluhjólplötu í bakhlið átöppunarvélarinnar.

Slangan gengur í gegnum stútinn eins og sést á Mynd 6. Rofi skynjar hvort flaska sé undir stútnum. Fleiri skynjurum verður bætt við síðar eins og rofa til að skynja hvor stærðin af flöskunni er undir stútnum og hvort stúturinn sé kominn ofan í flöskuna. Þeir rofar verða staðsettir þannig að flöskurnar nái aðeins að þrýsta á þá í ákveðnum stöðum á leið sinni í gegnum átöppunarvélina og svo undir spennuarmi. Þannig að minni flaskan þrýstir aðeins á rofan sem er nær en stærri flaskan á fjarlægari rofan.

Stúturinn verður með innbyggða rofa í stútendanum sem skynja hversu langt stúturinn gengur ofan í flöskuna, þannig er hægt að þekkja mismunandi gerðir flaskna og bera saman skynjun á stút og skynjun á spennuörmum sem halda flöskunum upp að snúningsskífum. Séu báðir skynjarar ekki sammála verður ekki dælt í flöskuna. Í stútnum verður einnig leiðniskynjari sem er búinn til úr 316 ryðfríu stáli, leiðniskynjarinn samanstendur af tveimur pinnum sem verða staðsettir á sprautuenda stútsins sitthvoru megin við slönguna sem gengur í gegnum stútinn.



Mynd 6 Sprautustúturinn með snúningsloknum

Allur sprautustúturinn er færður upp og niður með servomótor sem snýr stálhólk sem stúturinn er innan í. Þar sem tekið er úr fyrir stútnum svo að hann snúist ekki með hólknum gengur stúturinn upp og niður með pinnum sem liggja inn í 45° rákir á hólknum. Servomótorinn er gefin upp fyrir að hafa snúingsvægi 35 N * 10 mm og þar sem hólkurinn er með 35 mm þvermál og armurinn er 25 mm langur sem snýr hólknum sem hreyfir stútinn upp og niður má heildarþyngd stútsins vera 350 Nmm / 25 mm sem gefur okkur 14 N kraft til að hreyfa stútinn. Til að reikna út hversu mikilli þyngd 14 N geta lyft er deilt með þyngdarhröðun jarðar eins og Jafna 12 sýnir.

Jafna 12

$$\frac{14\text{N}}{g} = \frac{14\text{N}}{9,82 \text{ m/s}^2} = 1,426 \text{ Kg}$$

Til að stoppa flæði út úr stútnum er notaður innbyggður loki sem stýrt er af litlum servomótor sem fellur inn í stútinn. Lokað er fyrir flæði með því að snúa lokanum um 45°. Þegar lokanum er snúið opnast leið í gegnum öxulinn sem gengur inn í stútinn en sé honum snúið til baka lokar hann smá saman fyrir flæðið út um enda sprautustútsins. Þetta má sjá nánar á teikningu í viðauka B.

Á enda stútsins er leiðniskynjari sem skynjar hvort að vökvinn sé kominn upp í rétta hæð og stöðvar þá dæluna. Leiðniskynjarinn er gerður úr 316 ryðfríu stáli og er hann tengdur inn á einn hliðrænan inngang stjórntölvunnar sem les merki frá 0 - 10 volt. Með iðntölvunni er hægt að greina hvort um skvettu sé að ræða eða stöðuga leiðni, sem þýðir þá að flaskan sé orðin full.

3.2 Stjórnbúnaður

Stjórnbúnaðurinn sjálfur sem samanstendur af iðntölvu, spennubreyti og rafmagnstengingum er komið fyrir með þægilegu aðgengi í topploki. Þar fyrir aftan verður hlíf úr plexíglari til að koma í veg fyrir að sullast geti á iðntölvuna við þrif á vélinni. Hraðtengi verður í skynjara og mótoru og verður reynt að hafa þá eins rakapétta og möguleiki er á til að koma í veg fyrir rakaskemmdir við þrif. Iðntölvun er af gerðinni Schneider SR3 B101BD og fæst hún í Fálkanum. Iðntölvun er með sex innganga og þar af 4 hliðræna. Þessi tölva var valin þar sem hún hefur nægan fjölda af inngöngnum og er auk þess mikið notuð í Tæknifræðinámi Keilis og hefur reynst þar vel. Á iðntölvunni eru svo 4 rafliðaútgangar sem geta hver um sig gefið 8 A straum. Eigi iðntölvun að stýra öllu ferlinu þarf að kaupa dýrari og fullkomnari útgáfu af iðntölvum. En fyrir þetta ferli (skömmtun) er þessi iðntölva nægilega stór til að byrja með en hægt er að kaupa viðbótar einingar við tölvuna eftir því sem fleiru þarf að stýra eða skipta henni út fyrir öflugri iðntölvu vaxi verkefnið upp fyrir getu tölvunnar.

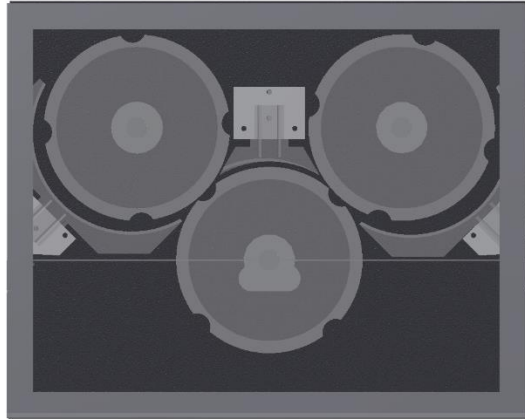
Til þess að stýra skrefmótornum er notuð skrefmótarastýring frá GekoDrive⁴ þar til önnur rás verður smíðuð samkvæmt teikningu á Mynd 4.

3.3 Flöskustýring

Við færsluna eru notaðar spennuhöldur og spennuarmar sem sagaðir eru út úr 8 mm þykku plexíglari, ganga til eftir því hvor stærðin af flöskum er í notkun. Á milli spennuhaldanna og spennuarmanna eru gormar sem gefa nægilegan slaka til þess að stærri gerðin af flöskum getur sloppið í gegn um flöskubrautina.

Færsluskífurnar eru festar á 25 mm öxul sem gengur í gegnum leguhúsið sem er fest á 3 mm þykku járnplötunni í miðju tækinu og á hinum enda öxulsins eru keðjutannhjól fyrir hreyfingu færsluskífanna. Sjá uppsetningu í viðauka B. Legurnar sem eru báðum megin í leguhúsinu eru af gerðinni FAG 6004-C-2HRSC3. Tannhjólin þrjú sem snúa færsluskífunum tengjast í tannhjól á skrefmótor sem hreyfir færsluskífurnar og þ.a.l. flöskurnar í gegnum kerfið. Mynd 7 sýnir færsluskífurnar og færslubraut flaskna. Fyrir ofan plötuna sem skífurnar eru undir, er drifkerfið sem snýr skífunum.

⁴ Geckodrive er fyrirtæki sem framleiðir skrefmótarastýringar [8]



Mynd 7 Teikning úr Inventor sem sýnir færsluhjólin og færsluleið flaskna

3.4 Skynjarar og eftirlitskerfi

Skynjarar geta verið sex talsins (takmarkast af iðntölvu), en ef einhverjir skynjarar eiga að bregðast við með sama hætti er hægt að raðtengja eða hliðtengja þá eftir því hvort á við. Þá geta til dæmis allir skynjarar sem eiga að stöðva framleiðslu verið tengdir inn á sama inngang. Hægt er að nota einn inngang til að skynja hversu langt áfyllingarstútur gengur ofan í flöskurnar með því að nota spennudeilingu yfir viðnám, og eru takmörk fyrir upplausn af hálfu tölvunnar 256 gildi sem ætti að vera nægilegt til að þekkja í sundur tvær stærðir af flöskustútum, jafnvel fleiri.

Stöðuskyngjara þarf til að tilgreina hvort að flaska er komin undir stúta og hvor stærðin af flösku er þar. Einnig þarf stöðuskyngjara undir tappaskammtara til að réttur tappi fara á rétta stærð af flösku.

Leiðniskynjari er notaður til að segja til um hvort að flaskan sé orðin full og annar til að stöðva framleiðslu komi upp einhver villa í vélinni sem veldur því að vatn leki á botnplötu. Komi upp leki í kerfinu eða þá að færsluhjól eru að draga of mikinn straum er hægt að láta iðntölvuna nema það og slökkva á kerfinu.

Aftan á vélinni verður aðalrofi sem rýfur allan straum af vélinni. Einnig verður gangsetningarrofi framan á vélinni á þægilegum stað sem kveikir og slekkur á snúning færsluhjóla og virkjar stúta og tappaásetjara. Framan á vélinni verða líka ljós sem segja til hvort tappar hafi klárast úr skammtara

3.5 Útlit

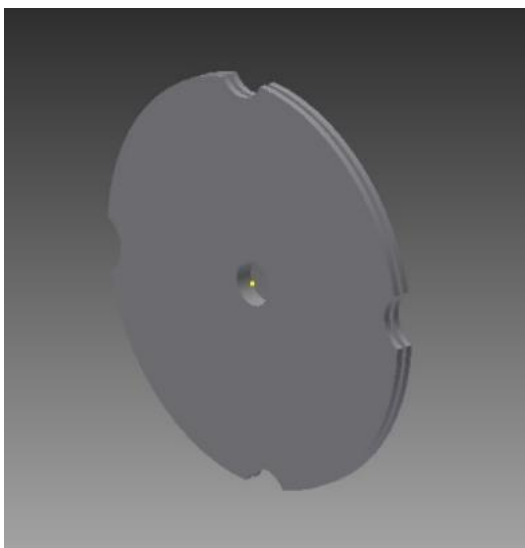
Við hönnun á útliti vélarinnar var tekið mið af því hvernig þægilegast er að vinna við átöppunarvélinu. Einnig hvernig hægt er að koma henni fyrir á milli færibanda sem staðsetja hana inn í alsjálfvirkt ferli. Þá getur vélin bæði passað inn í alsjálfvirkt ferli eða verið handmötud.

Grindin er gerð úr 25 mm x 25 mm vinkiljárnnum sem eru soðin saman eins og Mynd 8 sýnir. Á botni grindarinnar var komið fyrir 40 mm snúningshjólum til að auðvelda meðfæranleika átöppunarvélarinnar.



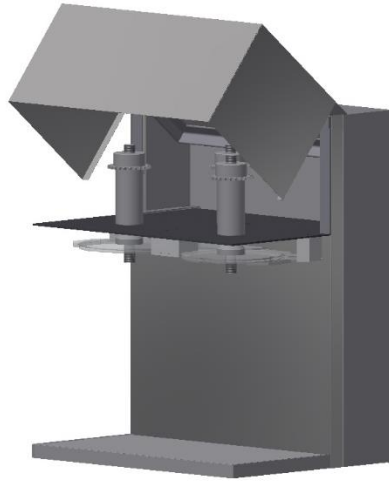
Mynd 8 Grind átöppunarvélarinnar

Til að færa flöskunar í gegnum átöppunarvélinu voru hannaðar færsluskífur með fjórum flöskusætum eins og sést á Mynd 9, þar sem kragi flasknanna og hluti af stútnum passar beint í sætið. Spennuarmar koma á móti færsluskífunum til að halda flöskunum stöðugum í sínu sæti. Færsluskífurnar eru festar á öxla sem ganga í leguhús sem eru skrúfaðar á járnplötu sem er í miðju tækinu, sést betur í viðauka B. Spennuarmarnir eru festir á spennuhöldur sem armarnir geta þá gengið mis langt inn í eftir stærð flasknanna. Reynt verður að hylja færsluskífurnar og armana að mestu leyti til að koma í veg fyrir mögulega slyshættu af tækinu.



Mynd 9 Færsluskífa

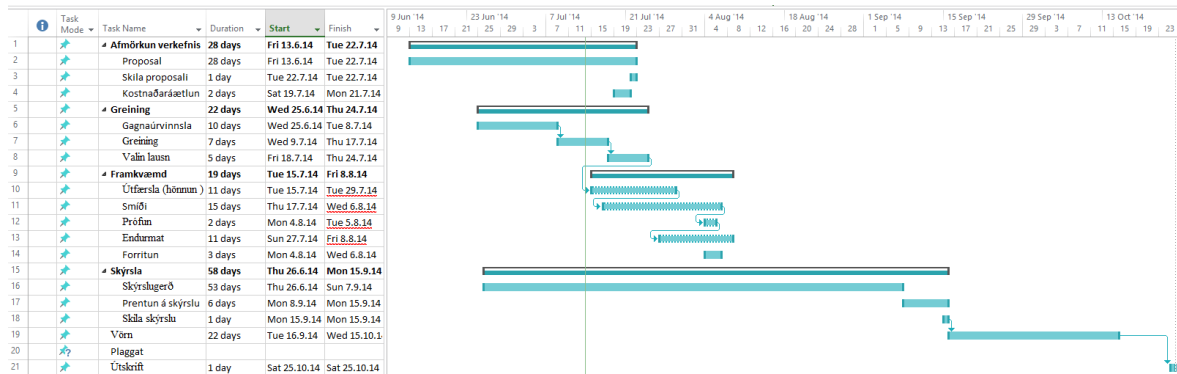
Ysta lag vélarinnar er úr 304 stáli. Ytri hlíf átöppunarvélarinnar er hönnuð með það til hliðsjónar að auðvelt sé að taka hlífarnar af vélinni. Mynd 10 Sýnir hvernig endanlegt útlit vélarinnar er. Mjög auðvelt á að vera að opna vélinu fyrir viðhald og hreinsun.



Mynd 10 Útlit átöppunarvélarinnar

4 Verkáætlun

Verkáætlun var gerð í Microsoft Project við upphaf verkefnis. Reynt var að fylgja verkáætlun eftir bestu getur. Mynd 11 sýnir skjáskot af verkáætlun í Microsoft Project.



Mynd 11 Ganttrit fyrir verkáætlun sem gerð var í Microsoft Project.

Ýtarlegri útgáfu má finna í viðauka E.

5 Kostnaðaráætlun

Við hönnun átöppunarvélarinnar var reynt að lágmarka kostnað eins og hægt var. Efni sem fékkst í skólanum eins og vínkiljárnin í grind átöppunarvélarinnar og öxulefni í öxla sem tengjast í færsluhjólin var notað. Verð á þessum hlutum var fundið og sett inn í kostnaðaráætlun.

Vökvastýring samanstendur af slöngudælunni og loka í stút. Saman stýra dælan og lokinn rennslinu í flöskurnar. Rofar og skynjarar sem eru notaðir fengust á ebay og eru notaðir til að segja til um ákveðnar stöður flasknanna og kostuðu litla upphæð. Marga aðra hluti þarf í átöppunarvélinni eins og stjórn tölvu, mótora, stál prófíla, plast, legur, tannhjól, loka, slöngur fyrir vökvann sem fyllt er á með, rafmagnsleiðslur og dælur.

Leysifjarlægðarskynjara eða úthljóðsfjarlægðarskynjara gæti verið bætt við síðar, þá stýringu sem þegar er til staðar til þess að hafa tvöfalda skynjun. Þá getur iðntölvann brugðist við sé samanburður ekki réttur og þannig staðfest ákveðna vökvahæð í flöskum, verði það gert mun sá kostnaður bætast við áætlað verð vélarinnar.

Launakostnaður var tekinn saman og settur inn í kostnaðaráætlun. Öll laun reiknast út miðað við 6200 kr. á tíman í vertakavinnu.

5.1 Skammtarinn

Tvær leiðir eru mögulegar við val á slöngudælu en þar sem lánsdæla fékkst til að sannreyna verkefnið var hún notuð en í kostnaðaráætluninni er gert ráð fyrir kostnaði við smíðaða slöngudælu eins og hún er útlustuð í leið 2.

1. Kaupa tilbúna slöngudælu hjá Kemía Sf. Þar kostar slönguhous 65320 kr, sjá Mynd 12 og stillanlegur slöngumótor 206080 kr, sjá Mynd 13 og að lokum siliconslanga 23040 kr. Öll verð miðast við að gengi dollara sé 1 USD=115 ISK. Tafla 4 tekur saman verð við leið 1.



Mynd 12 Slöngudæluhaus

Tafla 4 Leið 1 keypt slöngudæla (Öll verð í krónum)

| | |
|-----------------------|----------------|
| Slönguhaus | 65.320 |
| Slöngumótor | 206.080 |
| Síliconslanga 6mm 8 m | 23.040 |
| Samtals | 294.440 |



Mynd 13 Slöngudælumótor

http://partners.coleparmer.com/catalog/large_image.asp?sku=0752810&img=07528_10_left.jpg

- Smíða slöngudælu. Þá samanstendur efniskostnaðurinn af 24 V DC mótör sem fæst á 8.200 kr, legum upp á 7.000 kr. og hjólum og stáli upp á 16.000 kr. Í skammtarann þarf líka 6 mm síliconslöngu. Þrír metrar duga og kosta þeir 3.138 kr hjá Vökvatengi. Tafla 5 tekur saman verð við efniskaup og vinnu sem þarf fyrir smíði á slöngudælu. Í þessum lið er gert ráð fyrir vinnu upp á tíma sem kosta þá 260.400 kr, vinna við fyrstu smíði getur verið töluvert meiri.

Tafla 5 Leið 2 smíðuð slöngudæla (Öll verð í krónum)

| | |
|------------------------|----------------|
| Legur | 7.000 |
| Mótor DC 24 Volt | 8.200 |
| Síliconslanga 6 mm 3 m | 3.138 |
| Stál og hjól | 16.000 |
| Vinna 42 tímar á | 260.400 |
| Samtals | 294.738 |

Til að geta tekið tvær stærðir af flöskum þarf þrjá spennuarma úr 8 mm plexigleri og kostar efnið í þá 1.400 kr. Plast í þrjár spennuhöldur, stút og stútlöka fæst hjá málmtekní. Í þetta þarf eina plötu sem er 300 mm x 400 mm x 40 mm en þeir selja hins vegar aðeins beinan skurð af plötunni svo kaupa þyrfti 1000 mm x 300 mm sem kostar þá 13.800 kr. og einhverja þóknun fyrir sögun en þar sem stærð og lögun er ekki aðalatriðið er möguleiki á

að mæta í Málmtækni og finna búta og borga þá eftir hlutfalli af 40 mm x 1000 mm x 3000 mm plötu á 138.000 kr. Þannig að 10% af plötunni eru yfirdrifið nóg sem gera þá 13.800 kr.

Servómotor til þess að færa skammtarastút upp og niður og annan eins til að snúa stútloka, eru þeir af gerðinni MC-4519 og kostar 3.214 kr. og fæst í Íhlutum [7].

Stálhólkur utan um stút fékst hjá Guðmundi Arasyni og kostaði 1.310 kr. Annað járn, byggingarefni til að festa dælu á sinn stað og stoðarmar fengust í Keili eru alls 0,5 m og kosta 1.200 kr.

Í stúttinn er komið fyrir efni úr riðfríu stáli fyrir leiðniskynjun á enda stútsins sem gengur ofan í flöskustúttinn og nemur leiðnina í kísillausninni þegar vökvahæðin er komin upp að stúttum. Notaður er 316 ryðfrír logsuðuvír, til að standast hreinlætiskröfur, sem kostar 2.130 kr.

Til að stýra servómóturum er hægt að notast við raflíða í iðntölvunni eða nota Arduino til bráðabyrða þar sem raflíðaútgangar á iðntölvunni eru ekki nægilega hraðir og eru með óþarfa læti vegna smella í raflíðum. Arduinostýring kostar 4.000 kr. í Sellyý vefverslun á www.slatur.is [8].

| | |
|------------------------------------|---------------|
| MST001A-S8 2 stk | 18.600 |
| 316 ryðfrítt stál í rofa í stút | 2.130 |
| Arduino | 4.000 |
| Járn byggingarefni fyrir festingar | 1.200 |
| Servo mótur MC-4519 2 stk | 6.428 |
| Spennuarmar úr 8 mm plexíglari | 1.400 |
| Spennuhöldur stútur og stútlöki | 13.800 |
| Stálhólkur | 1.310 |
| Samtals | 48.868 |

Samantekið verð fyrir íhluti í skammtarann samkvæmt leið tvö kostar því 63.269 kr.

5.2 Stjórnbúnaður

Stjórnbúnaðurinn sem notaður er saman stendur af iðntölvu, arduino, rofum og leiðslum.

Iðntölvun og aðrir fylgihlutir við hana fengust í Fálkanum. Iðntölvun er af gerðinni Schneider SR3 B101BD og kostar 28.937 kr. Til þess að forrita iðntölvuna þarf kapal frá Schneider sem kostar tæpar 12.900 kr. Kapallinn er til í skólanum og fékkst hann að láni þaðan. Aðrir víra sem notaðir eru í tengingar kosta u.þ.b. 3.000 kr. Rofar voru keyptir á Ebay fyrir 530 kr. hingað komnir.

Tafla 6 Stjórnbúnaður forritunarkapall og tengivírar

| | |
|----------------------|---------------|
| Forritunarkapall | 12.900 |
| Rofar | 500 |
| Schneider SR3-B101BD | 28.937 |
| Vírar | 3.000 |
| Samtals | 45.337 |

Mestur tími af þessum verkþætti eða 96 klukkustundir fóru í forritun á iðntölvunni og tengingar við arduinoinn til að fá rétt samskipti þar á milli. Einnig fóru 38 klukkustundir í teingingar og festingar.

Beinn kostnaður við stjórnbúnað er því 45.337 kr. og alls fóru 134 tímar í þennan verkþátt sem gerir þá 830.800 kr.

5.3 Flöskustýring

Plexíglar í plexíglerskífur fyrir færsluhjól fengust gefins hjá Plexíglar ehf en myndi hafa kostað um 2.000 kr. Öxlulefni í öxlana sem tengjast í færsluskífurnar fengust í smiðju Keilis og líka járnafgangar sem hefðu kostað um 1.500 kr. Öxulefni í leguhúsin þrjú sem öxlunum verður komið fyrir í voru gerð úr sívaling sem var 51 mm að þvermáli og rúmir 400 mm að lengd og kostaði efnið í leguhúsin 2.000 kr hjá Vélsmiðju Ása og Óla. Efnið var sagað niður í 105 mm lengdir og þær svo renndar niður í 100 mm lengd, holaðar að innan og tekið út úr þeim fyrir legum.

Sex legur voru keyptar í leguhúsin og eru af gerðinni FAG 6004-C-2HRSC3 og kostuðu þær 7.781 kr. Legurnar voru keyptar í Fálkanum sem er umboðsaðili fyrir FAG legur. Þá var öxlunum komið fyrir í leguhúsum og legunum komið fyrir á báða enda utan um öxl og inni í leguhúsi. Tannhjólunum var komið fyrir á öllum öxlunum og á færslumótör. Kostuðu tannhjólin 5.710 kr, keðjan sjálf kostaði 9.036 kr. og keðjulásinn 569 kr, allt keypt í Fálkanum. Tafla 7 tekur öll verð saman. Keðjan fer utan um mótortannhjólíð og fremri tvö tannhjólin en miðtannhjólíð er fyrir utan keðjuhringinn til að fara í rétta snúningsátt. Gormar sem eru notaðir til að halda réttri herslu á keðjuunum fundust í smiðju.

Tafla 7 Íhlutaverð í flöskufærslu (Öll verð í krónum)

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Plexíglar 8 mm 0,5 m ² | 2.000 |
| Öxlar Ø25 mm x 750 mm | 1.500 |
| Leguhús Ø 51 mm x 300 mm | 2.000 |
| Legur FAG 6004.2RSR.C3 | 7.781 |
| Tannhjól 3/8' 25T 79,7 | 5.710 |
| Keðja 3/8' No 26 Renold | 9.036 |
| Keðjulás 3/8' Renold | 569 |
| Samtals | 28.596 |

Heildarverð íhluta í flöskustýringuna er því 28.596 kr, fyrir utan mikla vinnu í rennibekk og góða aðstöðu í smiðju skólans.

5.4 Skynjarar og eftirlitskerfi

Verð leiðniskynjara liggur í vírum sem komið er fyrir á botnplötu þannig að ekki leiði saman við plötuna nema að raki komi á milli víra og botnplötu, sem er um 500 kr.

Ekki er gert ráð fyrir leysiskynjara eða úthljóðsskynjara í kostnaðaráætlun þar sem þessir skynjarar eru bæði dýrir og eru ekki hluti af þessu verkefni.

Stöðuskynjarar samanstanda af þrýstirofum og gormum sem plexigler er byggt utan um. Kostnaður við rofa og gorma er u.þ.b. 500 kr. keyptir frá Ebay. Aðalrofa (10 A) má fá á 808 kr. í Íhlutum.

Samanlagður kostnaður við eftirlitskerfið er því 1.808 kr. Alls fóru 26 tímar í vinnu við að koma skynjurum fyrir og tengingar sem gera 161.200 kr.

5.5 Útlit

Uppistaða átöppunarvélarinnar er búin til úr grind sem er soðin saman úr 6 metrum af vínkiljárnum sem fást hjá Guðmundi Ara í Hafnafirði og kosta 8.300 kr. Síðan er vélin klædd með ryðfríu stáli sem gerir mikið fyrir útlitið og gerir hana auðveldaða í þrifum. Í vélina var notað 1 mm þykkt 304 ryðfrítt stál og fór í hana 2,5 fm plata ca. 16 kg og kostaði 22.400 kr. hjá Blikksmiðju Ágústara Guðjónssonar ehf. Klippi- og beygingavinna kostaði 13.600 kr. hjá sömu blikksmiðju. Tafla 8 sýnir samantekinn kostnað við útlit vélarinnar.

Tafla 8 Efnis í útlit (Öll verð í krónum)

| | |
|--------------------------------|----------------|
| Vínkiljárn 25mm x 25 mm x 6 m | 8.300 |
| Ryðfrí stálplata 2,5 fm | 22.400 |
| Vinna í blikksmiðju | 13.600 |
| Vinna við grind o.fl. 32 tímar | 198.400 |
| Samtals | 242.700 |

Heildarverð efnis í ytrabirgði, grind og laun er því 242.700 kr. Þar af eru 212.000 kr. launakostnaður.

5.6 Samantekinn kostnaður

Tafla 9 sýnir alla íhluti og verð þeirra ásamt heildarkostnaði þeirra.

Tafla 9 Heildarkostnaður allra íhluta.

| Hlutur | Verð (kr.) |
|---------------------------------|----------------|
| 316 ryðfrítt stál í rofa í stút | 2.130 |
| Aðalrofi | 500 |
| Arduino | 4.000 |
| Forritunarkapall | 12.900 |
| Keðja | 9.036 |
| Keðjulás | 569 |
| Leguhús | 2.000 |
| Legur | 7.000 |
| Legur | 7.781 |
| Mótor | 8.200 |
| MST001A-S8 2 stk | 18.600 |
| Plexíglar | 2.000 |
| Schneider SR3-B101BD | 28.937 |
| Servo mótor MC-4519 2 stk | 6.428 |
| Síliconslanga | 3.138 |
| Síliconslanga 8 m | 23.040 |
| Slönguhús | 65.320 |
| Slöngumótor | 206.080 |
| Spennuarmar úr 8 mm plexíglari | 1.400 |
| Spennuhöldur stútur og stútlöki | 13.800 |
| Stál byggingarefni | 1.200 |
| Stál og hjól | 16.000 |
| Tannhjól | 5.710 |
| Vírar | 3.000 |
| Þrýstirofar | 500 |
| Öxlar | 1.500 |
| Samtals | 450.769 |

Tafla 10 sýnir alla tíma sem fóru í smíði átöppunarvélarinnar og launakostnað. Laun eru reiknuð miðað við 6.200 kr. verktakagreiðslur fyrir hvern unninn tíma.

Tafla 10 Heildar vinnutímafjöldi og launakostnaður

| Hlutur | Tímar | Verð (kr.) |
|-----------------------------|--------------|-------------------|
| Flöskustýring | 97 | 601.400 |
| Skynjarar og eftirlitskerfi | 26 | 161.200 |
| Smíði á stút og festingum | 24 | 148.800 |
| Stjórnbúnaður | 134 | 830.800 |
| Útlit | 34 | 212.000 |
| Vinna við slöngudælu | 42 | 260.400 |
| Samtals | 357 | 2.214.600 |

Ekki er tekinn saman tími við hönnun, ritgerðasmíð né þann tíma sem fór í að nálgast efni og hluti í átöppunarvélina.

6 Smíði

Flest öll smíði fór fram í smiðjunni í enda A álmu Keilis. Fínstilling og prófanir fóru fram í húsnæði GeoSilica að Grænásbraut 506. Í smiðju Keilis eru öll þau tæki sem þurfti við smíðina og gekk hún vel. Klipping og beyging á hlífum fór fram hjá Blikksmiðju Ágústar Guðjónssonar ehf.

6.1 Skammtarinn

Mesta smíðavinna skammtarans er í stútnum og festingum fyrir hann. Einnig er vonduð og vandasöm smíði við að koma lokanum fyrir í skammtaranum sem og að koma rofum fyrir til þess að skynja mismunandi flöskustærðir.

6.1.1 Slöngudælan

Þar sem slöngudæla var fengin að láni verður ekki farið í smíði slöngudælu hér. Slöngudælan sem fengin var að láni er frá sama framleiðanda (Master Flex) og framleiðir háhraða slöngudælur sem eru að afkasta allt að 3400 ml á mínútu.

6.1.2 Stúturinn

Stúturinn var gataður eftir endilöngu með 10 mm bor til þess að koma slöngunni í gegnum hann þá var hann sagaður gróflega til. Þá var stúturinn renndur í rennibekknunum. Að því loknu var fræst 3 mm rák eftir honum endilöngum fyrir stýringu svo hann snúist ekki með snúningsrörinu. Gert var gat fyrir loka og rofa og leiðniskynjara og þeim komið fyrir.

6.1.3 Færsla Stúts

Til þess að hreyfa stútinn upp og niður er honum komið fyrir innan í stálröri sem snýst á legu. Stálrörið er með rákum á hliðunum sem pinnar á stút ganga inn í. Þegar rörinu er snúið af servo mótorinum um 180° þá gengur stúturinn niður og lokinn opnast en þegar rörinu er snúið til baka fer stúturinn upp og lokinn lokast. Stúturinn sjálfur snýst ekki þar sem teinn liggur fyrir innan stálrörið og heldur stútinum frá því að snúast. Teinninn er festur á tvo arma og sem eru tryggilega fastir.

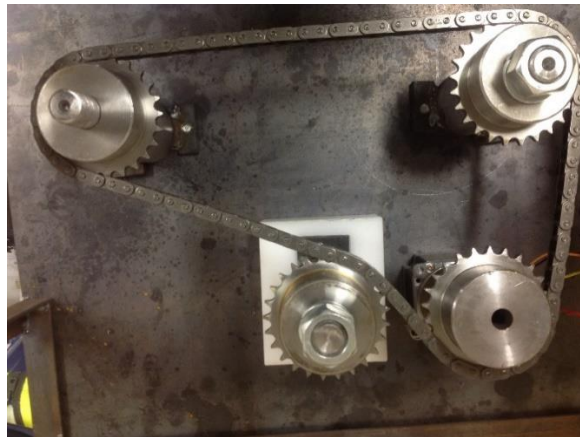
6.2 Stjórnbúnaður

Smíði stjórnbúnaðar kemur aðallega að því að útbúa festingar fyrir iðntölvuna og spennibreytinn, lagningu á rafmanstengingum og svo tengingum í iðntölvuna og yfir í rafmagnsbúnaðinn.

6.3 Flöskustýring

Flöskustýringin samanstendur af þremur færsluskífum sem eru festar hver á sinn öxulinn með skífuhöldum. Öxullinn gengur í gegnum tvær legur í leguhúsi og á hann festist svo á

tannhjól sem tengir allar þrjár skífunar saman við mótórin. Eitt færslutannhjólið er haft fyrir utan keðjuhringinn þar sem miðjuhjólið snýst í öfuga átt miðað við hin hjólin eins og Mynd 14 sýnir.



Mynd 14 Uppröðun tannhjóla og keðja

6.3.1 Færsluskífur

Færsluskífurnar voru merktar með sirkli stilltan á 180 mm þvermál og voru svo sagaðar gróflega til. Öxullinn var renndur þannig að hann gæti tekið allar þrjár skífurnar í einu eins og sést á Mynd 15 og voru svo skífurnar festar á öxulinn og komið fyrir í rennibekknunum. Skífurnar voru renndar í rétt mál á 1200 snúningum og gekk vel eftir að valinn hafði verið oddhvass spíss og lítil færsla.



Mynd 15 Færsluskífur í rennibekk

6.3.2 Leguhús

Leguhúsin voru rennd úr 51 mm járnsívaling niður í 50,36 mm. Næst voru leguhúsin gegnumboruð með 30 mm bor og að lokum var rennt út fyrir legunum eins og Mynd 16 sýnir. Rent var fyrir legum 12 mm inn í hvorn enda. Þá voru soðin eyru á leguhúsin og þurfti að renna þau upp á nýtt þar sem málmurinn verptist við suðuna.



Mynd 16 Leguhús í rennibekk

6.3.3 Skífuhöldur

Skífuhöldurnar voru renndar í rennibekknunum. Til þess að festa plexigler höldurnar á öxulinn var fræst gat í hann sem skrúfa gengur svo í gegnum skífuhölduna. Til að festa skífuna við skífuhölduna er pinni festur neðan í skífuhölduna sem gengur ofan í gat á skífunni. Mynd 17 sýnir skífuhöldu á plexiglers færsluskífu, gerðar voru þrjár skífuhöldur eins og færsluskífur.



Mynd 17 Skífuhalda

6.4 Skynjarar og eftirlitskerfi

Stærstur hluti smíðar skynjara og eftirlitsbúnaðar fór í rafmagnstengingar og lagningu þeirra. Leiðniskynjari sem er notaður á enda átöppunarstúts til að stöðva dælingu skynjar leiðni á milli lokplötu og 316 ryðfrís pinna við hinn enda stútsins. Ekkert hér krefst mikillar smíði heldur frekar vinnu við rafmagnstengingar og lagningu víra.

6.5 Útlit

Átöppunarvélinni er komið fyrir í grind sem saman stendur úr 5,9 m af vinkiljárnnum 25 mm x 25 mm, járnplötu 400 mm x 500 mm, grindin sést á Mynd 18. Vinkiljárnin voru söguð niður og soðin saman í grind í smíðju Keilis.

Notuð var ryðfrí stálplata til að hylja vélina. Stálplatan, klipping og beygjur vor gerðar hjá Blikksmiðju Ágústar Guðjónssonar ehf eftir teikningum. Samskeyti voru soðin saman í Smíðju Keilis af Þorgeiri Þorbjarnarsyni smiðjustjóra.. Mynd 18 sýnir grind átöppunarvélarinnar með milliplötunni en Mynd 19 sýnir hvernig átöppunar vélin lítur út með hlífunum utan á henni.



Mynd 18 Grind Átöppunarvélar



Mynd 19 Átöppunarvél með stálhlífum

Hlífarnar eru slípaðar á hornunum efst og verður áferðin jöfnuð út með mjúkri og fínni slípiskífu í slípirokk.

7 Forritun

Forritun fyrir Schneider electric iðntölvuuna fór fram í forriti sem heitir Zelio Soft 2 og er frítt forrit sem fæst á heimasíðu framleiðandans.

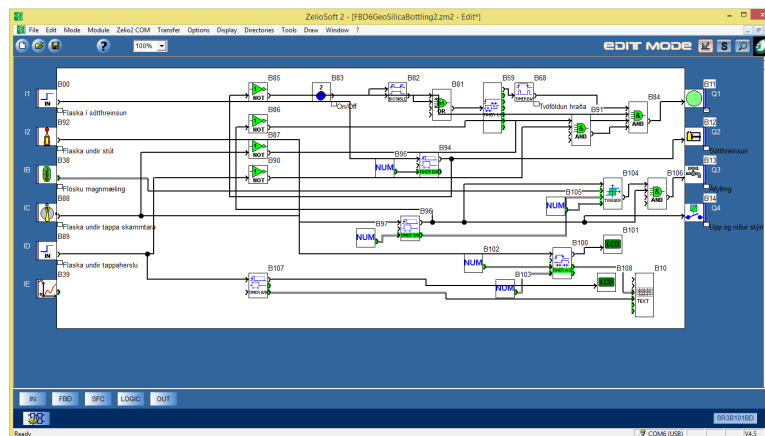
Byggist forritið upp á því að draga tengilínur frá inngöngum í stýrireiningar og draga svo tengilínu frá stýringunum yfir á útgangana þegar búið er að skilgreina þá virkni sem á að koma næst. Forritið býður upp á seinkun, rökrásahlið og fleiri stillimöguleika.

Þegar flaska kemur við rofa undir stút stoppar iðntölvun snúningsskífurnar færir stútinn niður og byrjar dælingu þegar stúturinn er klár á réttum stað fyrir dælingu.

Þegar flaskan kemur undir hreinsistút þrýstir hún á rofa sem stöðvar snúning færsluskífanna. Þá sprautar stúturinn sótthreinsivökvanum í flöskuna og kveikir svo aftur á færsluskífunum.

Stöðurofi nemur þá staði þar sem flaska er viðstödd og annar rofaskynjari nemur hvor stærðin af flösku er á staðnum. Þannig er hægt að láta slöngudæluna ganga sitthvorn hámarksfjölda snúninga eftir því hvor flaskan er á staðnum. Með því er hægt að koma í veg fyrir að mikið magn yfirflæðis komi upp bilun í leiðniskynjara sem gengur ofan í flöskuna og stoppar venjulega dælingu.

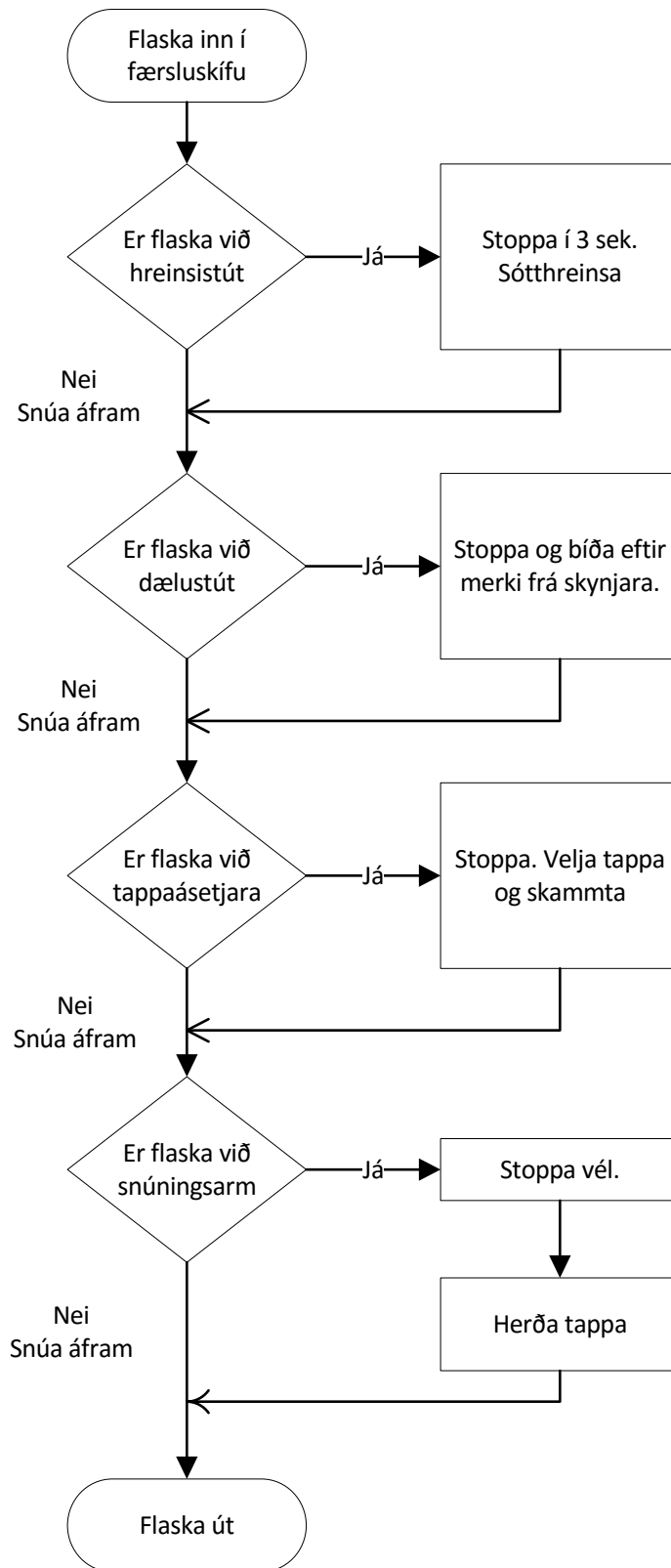
Skjaskot af forritinu sést á Mynd 20 og er stærri mynd af forritinu í viðauka A.



Mynd 20 ZelioSoft

Viðbótareining fyrir auka inn og útganga við iðntölvuna verður keypt þegar farið verður í að púsla saman sótthreinsihlutanum, tappa magasíni, tappaskammtara og tappaherlu. Skjárinn á iðntölvunni getur birt boð um fjórar aðgerðir. Einnig er hægt er að tengja snertiskjá við iðntölvuna verði síðar vilji fyrir sjónrænni stýringu á aðgerðum.

Flæðirit fyrir stýriforrit sést á Mynd 21, þar er tekið fram í hvaða röð aukastöðurnar koma inn þó svo að grunnvirknin í þessu forriti sé að stöðva við dælustútinn fylla flöskuna, skila henni út og ná í næstu. Þannig sést heildarmyndin betur.



Mynd 21 Flæðirit fyrir stýriforrit.

8 Prófun

Ekki hefur tekist að prófa átöppunarvélina í heild þar sem ekki eru allir hlutar hennar komnir á sinn stað. Drifkerfi hefur verið prófað og nær það að snúa færsluskífum í rétta átt. Spennuarmar eru ekki komnir upp á móti færsluskífum til þess að halda flöskunum á réttum stað, en þegar þeim er haldið á sýnum stað eru þær stamari en reiknað var með.

Gat á framhlíf fyrir miðskífu var teiknað allt of þröngt miðað við færsluna sem skífan á að hreyfast þegar flöskur hreyfa hana til.

Ekki er eins auðvelt að taka bak hliðina af átöppunarvélinni eins og vonast eftir.

Vélin er 37 kg og þar af leiðandi aðeins þyngri en búist var við, en mesta þyngdin er í hlífum eða 12 kg og stálramma 6 kg. Einnig er töluverð þyngd í leguhúsum, öxlum, skífuhöldum og í stálplötunni sem leguhúsir eru fest á samtals 15 kg.

Snúningur á miðfærsluskífum á það til að aflagast þegar flaska kemur á milli skífanna þar sem keðjan hreyfist ekki í takt við bilið sem myndast á milli hjólanna.

9 Niðurstöður

Smíðin á átöppunarvélinni tekur mun meiri tíma en búist var við í upphafi. Nokkra hluti vantar til að hægt sé að framkvæma prófun. Á meðan láns slöngudælan er tengd við vélina er gert ráð fyrir að hún afkasta minna heldur en var lagt upp með í byrjun. Þar sem slöngudælan sem fengin var að láni afkastar aðeins 300 ml á mínútu.

Til að bæta við smíðina síðar væri gott að bæta við útblæstri á PET plastflöskum. Það mundi spara töluvert í innkaupum á flöskunum og einnig sótthreinsa flöskunar með hita um leið og þær eru blásnar út en þannig tilbúin græja er frekar dýr viðbót.

Flösku færslan er stífari en reiknað var með þar sem raufar á skífuhöldum og skífu spennum eru í grennri kannti fyrir kraga stærri flasknanna.

Möguleiki er á að víkka aðeins raufar sem bakhliðin smellur í og jafnvel minnka aðeins hökin á bakhliðinni. Þá á bakhliðin að verða mun þægilegri í ásetningu og aftöku.

Samkvæmt útreikningum hefðu öxlar mátt vera mikið grennri og þar af leiðandi léttari, þá hefði verið hægt að komast af með minni legur. Einnig hefðu öxlar mátt vera töluvert styttri.

Hætta er á að flöskur detti niður þegar þær færast af spennuarmi yfir á næsta hjól þar sem keðjan færast ekki í takt við bil sem myndast á milli færsluhjóla. Finna þarf nýja uppsetningu tannhjóla til að minnka þá skekkju sem myndast við færslu miðfærsluskífunar.

9.1 Framtíðaráform

Farið verður í það að auka dæluhraða með því að smíða dælu sem afkastar meira.

Iðntölvun hefur aðeins segulspólu útganga sem takmarkar snúning skrefmótorsins. Til að stýra hraða mótors verður útbúin millieining á segulspóluútgang iðntölvunnar þannig að hann verður einungis opinn þegar færsluskífur eiga að snúast, og sér þá millieiningin um að búa til púlsa inn á Gecko-drifið. Millieining getur verið útbúin með 555 tímarás eða smátölvu á borð við arduino eða pic smáörgjörfa kubb.

Þegar átöppunarvélina er komin í gagnið verður framkvæmd bestun til að finna út hvernig hægt er að létta hana sem mest og ná allra mestum afköstum út úr vélinni fyrir sem minnstan pening. Takist bestun það vel að hægt verður að halda smásöluverði vélar á milli 150.000 kr. til 250.000 kr. verður gerð viðskiptaáætlun til að átta sig á líkum þess að framleiðsla á átöppunarvélinni gæti borgað sig og hún orðið söluvara sem myndi nýtast heimilisiðnaði og smáum fyrirtækjum.

10 Lokaorð

Átöppun er nauðsynlegur hluti af nútíma lífi þar sem stór hluti matvara og drykkja er tappað á flöskur, krukkur eða önnur ílát. Bíður sú reynsla sem, hönnun og smíði þessarar átöppunarvélar, hefur gefið mér upp á ótal möguleika á fjölmörgum þáttum atvinnulífsins.

Afkastageta búnaðarins er ekki ennþá eins mikil og vonast var eftir en er það aðeins verkefni sem þarf að leysa og næst stór aukning í hraða aðeins með því að skipta um dæluna. Þá er að keyra vatn í gegnum vélinu til að ná að fínstillta stopp og rétta virkni.

Hægt er að breyta útfærslu á púlsgjafa sem býður þá upp á að auka hraða skrefmótors og stýra hröðun og bremsu af meiri nákvæmni ef þörf þykir á því.

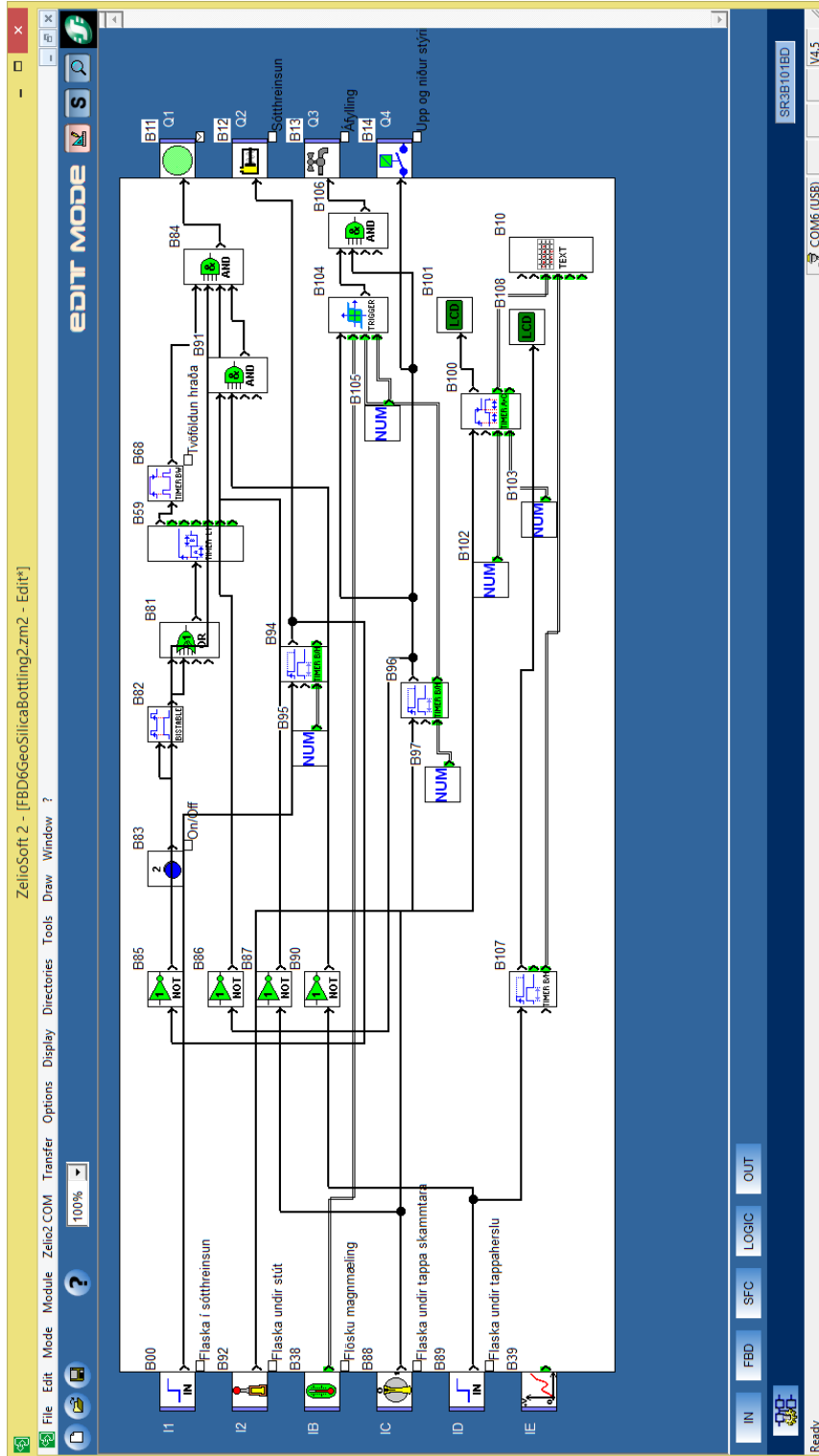
Ytrabyrðið eitt og sér á að geta beygt þannig að nægilegur styrkur sé í því til að halda öllum hlutum átöppunarvélarinnar á réttum stað. Hægt hefði verið að smíða grind utan um leguhúsin úr léttara efni og ná meiri styrk á léttari hátt.

Hefur það verið mjög lærdómsríkt að starfa með GeoSilicu við gerð átöppunarvélarinnar. GeoSilica er vaxandi fyrirtæki, þar sem margt er í gangi og mikil þekking er innan fyrirtækisins.

Heimildir

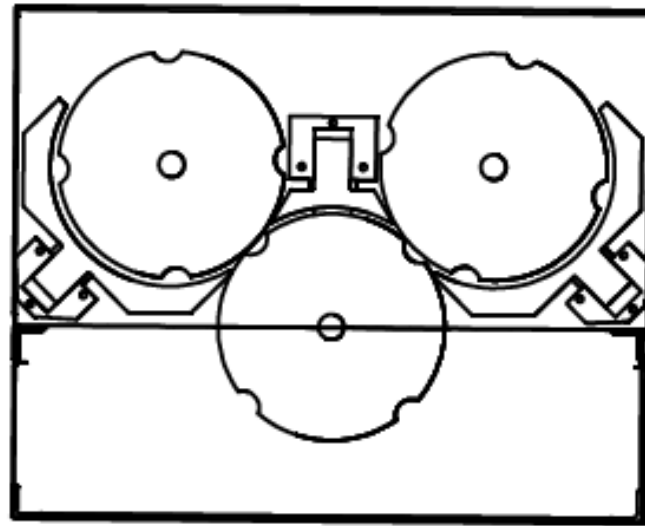
- [1] „Reglugerðasafn,“ Stjórnarráð Íslands, 9 nóvember 2006. [Á neti]. Available: [http://www.reglugerd.is/interpro/dkm/WebGuard.nsf/Attachment/B_nr_957_2006_fylgiskjal/\\$FILE/393d0465.pdf](http://www.reglugerd.is/interpro/dkm/WebGuard.nsf/Attachment/B_nr_957_2006_fylgiskjal/$FILE/393d0465.pdf). [Skoðað 23 maí 2014].
- [2] G. Þ. Á. S. o. R. H. Birna Guðbjörnsdóttir, „Mátis,“ Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, júní 2003. [Á neti]. Available: <http://www.matis.is/media/utgafa/SKYRSLA19-03.pdf>. [Skoðað 17 maí 2014].
- [3] Standardization, European Committee For Standardization, *Íslenskur staðall ÍST EN ISO 14159:2008*, Reykjavík: Staðlaráð Íslands, 2008.
- [4] Lulusoso, „Electric Scooter Brush DC,“ *Pojazdyelektryczne.Arbitr.pl*, 2011. [Á neti]. Available: <http://sell.lulusoso.com/selling-leads/1359407/electric-scooter-brush-dc-motor-24v-100w.html>. [Skoðað 29 maí 2014].
- [5] „CT Circuits Today,“ 26 apríl 2008. [Á neti]. Available: <http://www.circuitstoday.com/stepper-motor-controller>. [Skoðað 9. Sept 2014 september 2014].
- [6] Í. ehf, „Rafeindavarahlutir,“ Íhlutir ehf, [Á neti]. Available: <http://www.ihlutir.is/nidurstodur/#vorulisti>. [Skoðað 15 maí 2014].
- [7] Selleri, „Arduino LEONARDO,“ SLÁTUR, 2014. [Á neti]. Available: http://slatur.is/selleri/product_info.php?cPath=27&products_id=43&osCsid=8bf69d9bab1ad6e505209bf029e0c67a. [Skoðað 2 maí 2014].
- [8] Geckodrive Motor Controls, „Geckodrive Step motor Controls,“ Geckodrive, 1999. [Á neti]. Available: <http://www.geckodrive.com>. [Skoðað 12 maí 2014].

Viðauki A

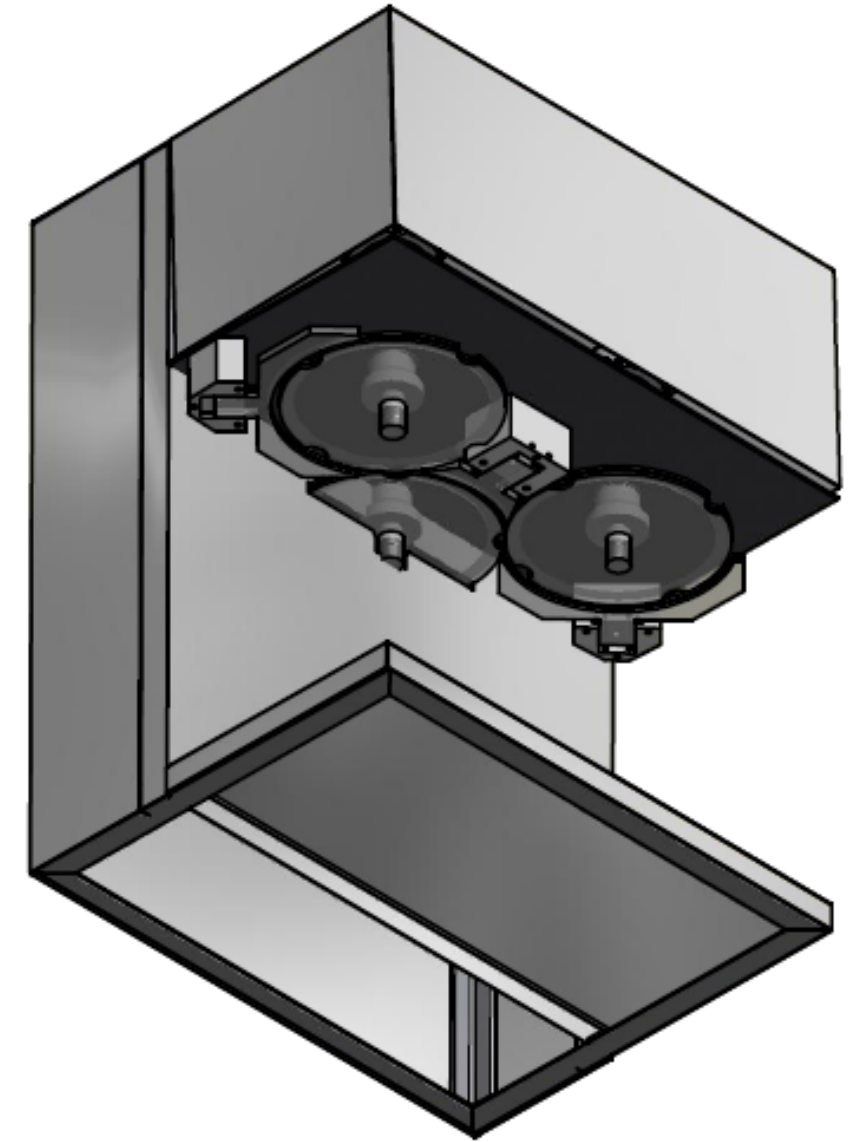
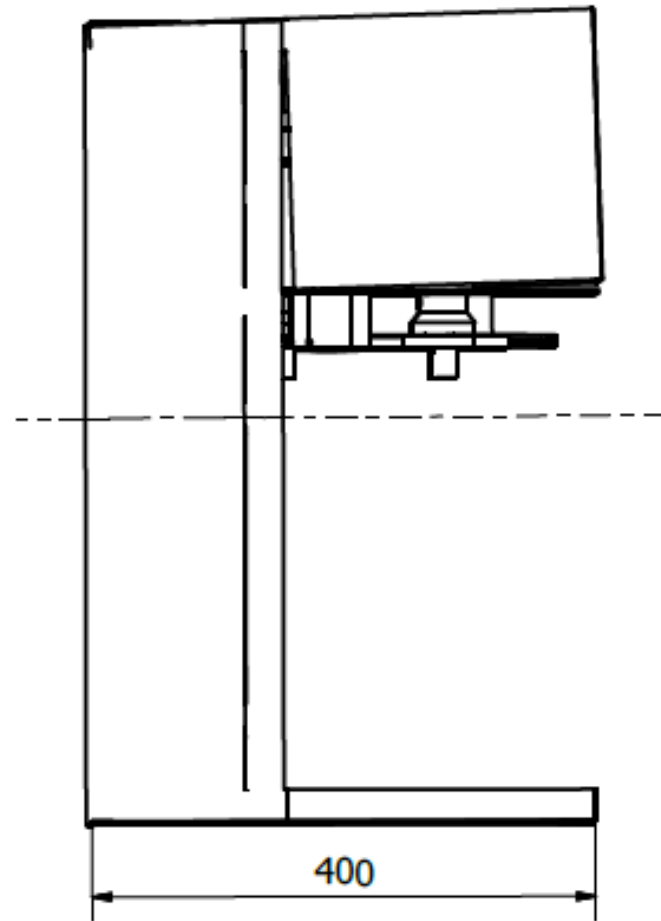
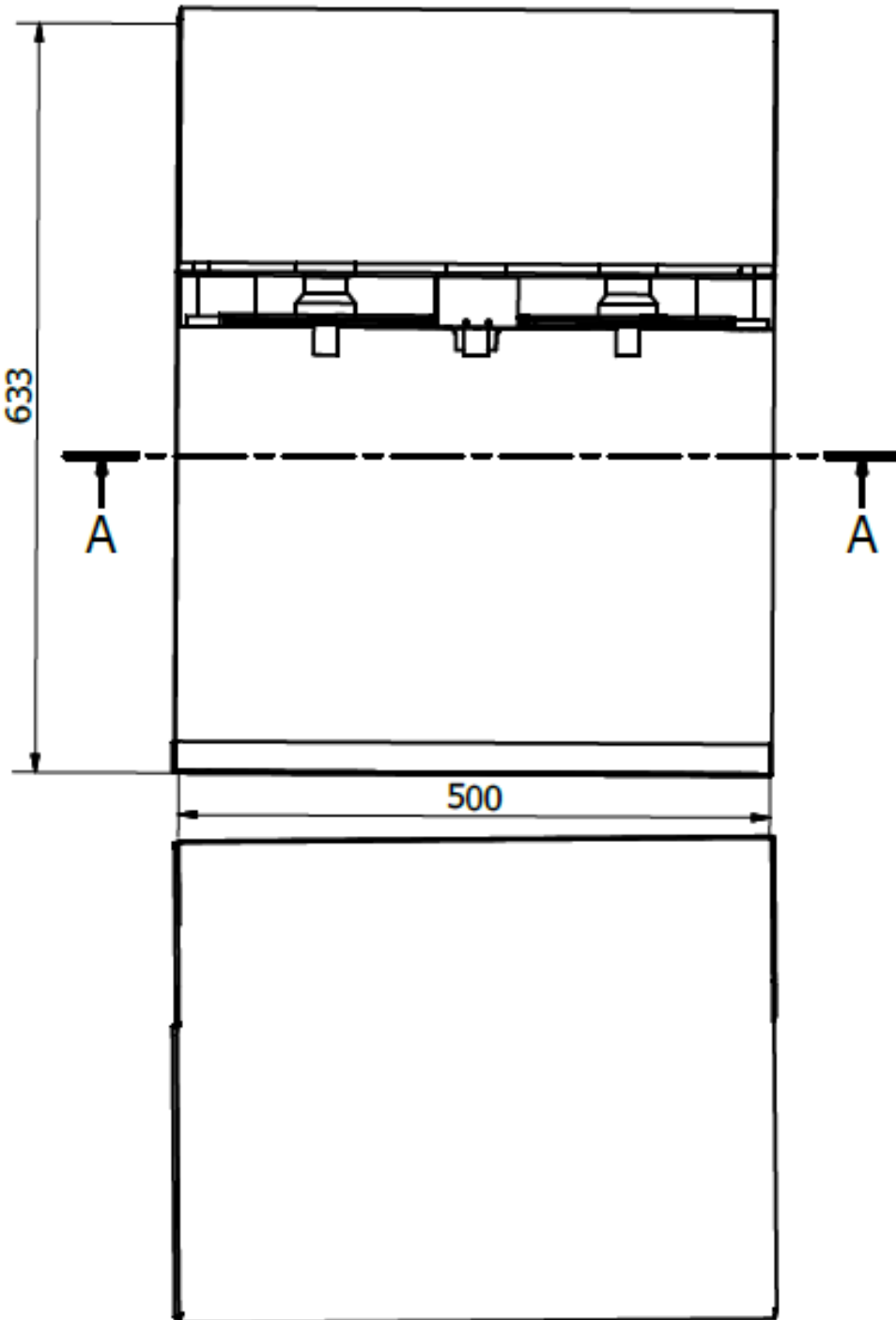


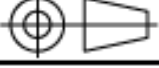
Viðauki B

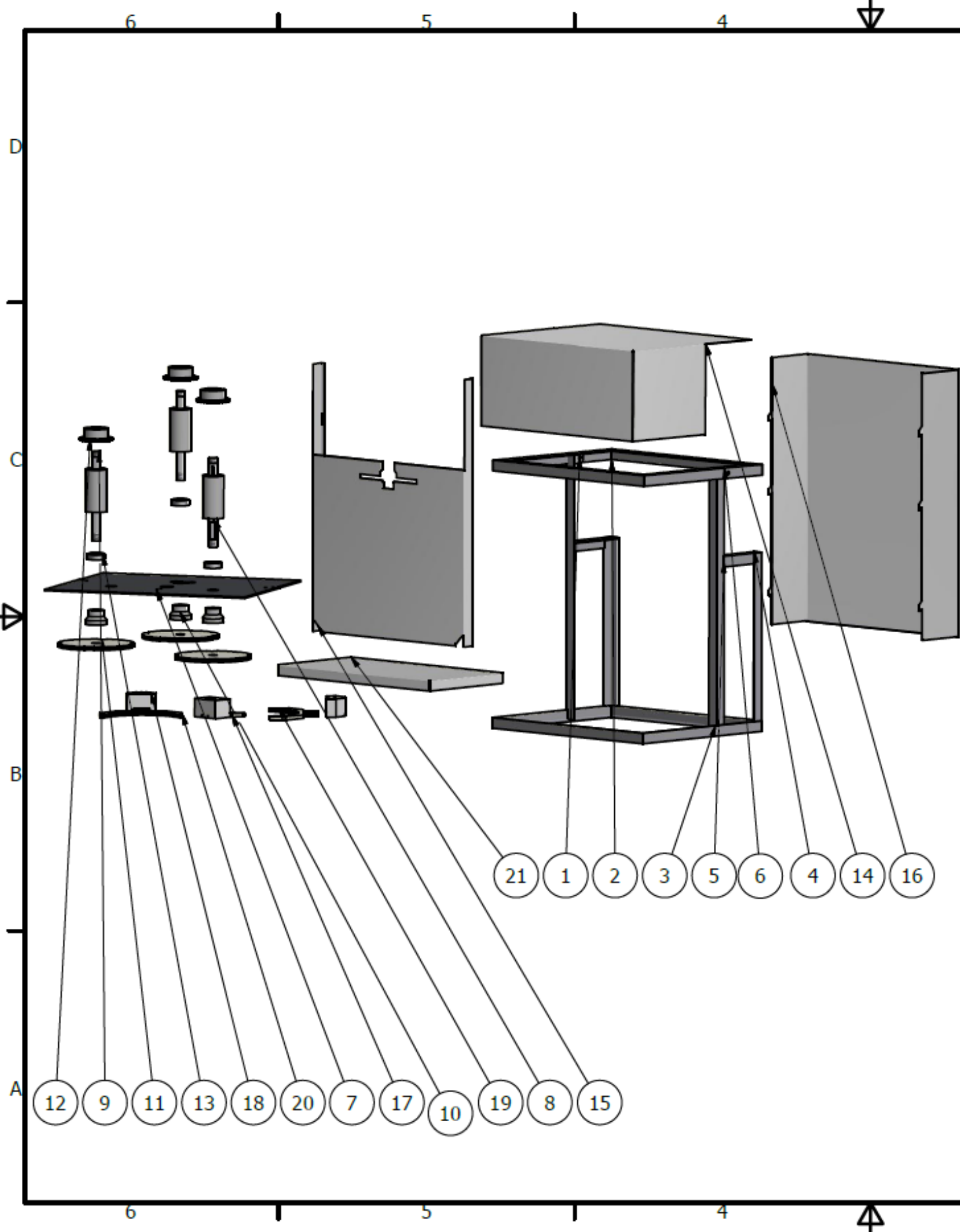
Inventor vinnuteikningar



A-A (1:6)

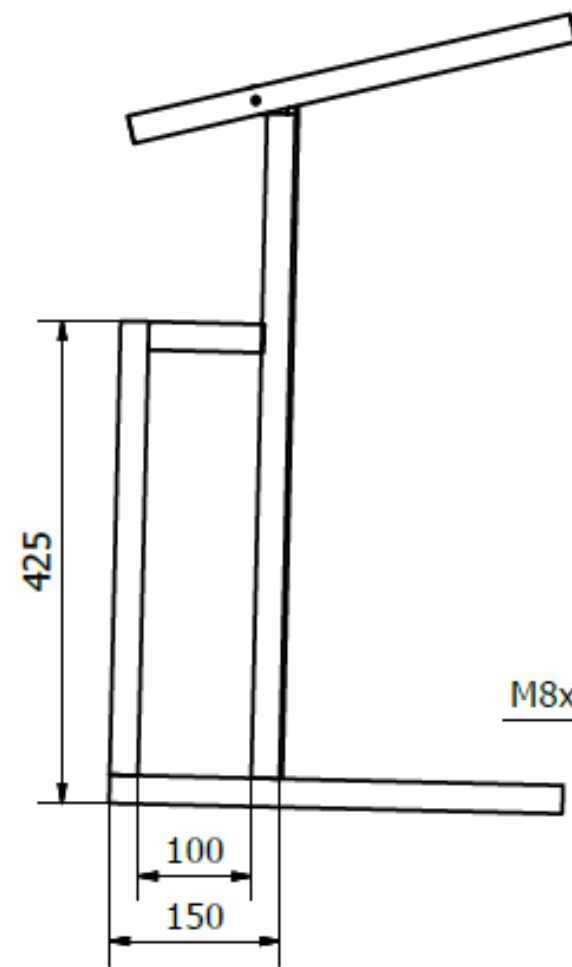
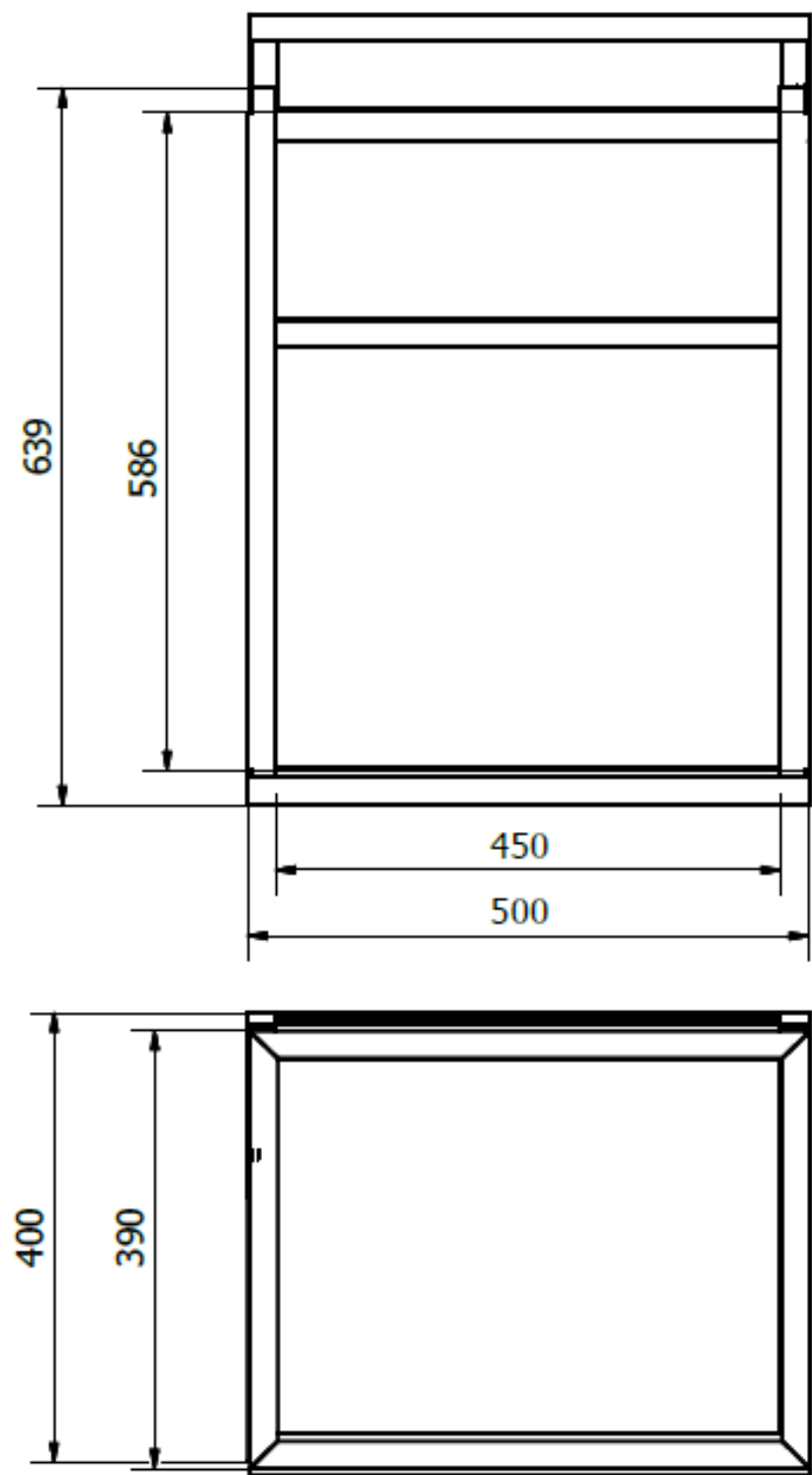


| | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------------------------------|-------------------|---|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél Samsett átöppunarvél | | | |

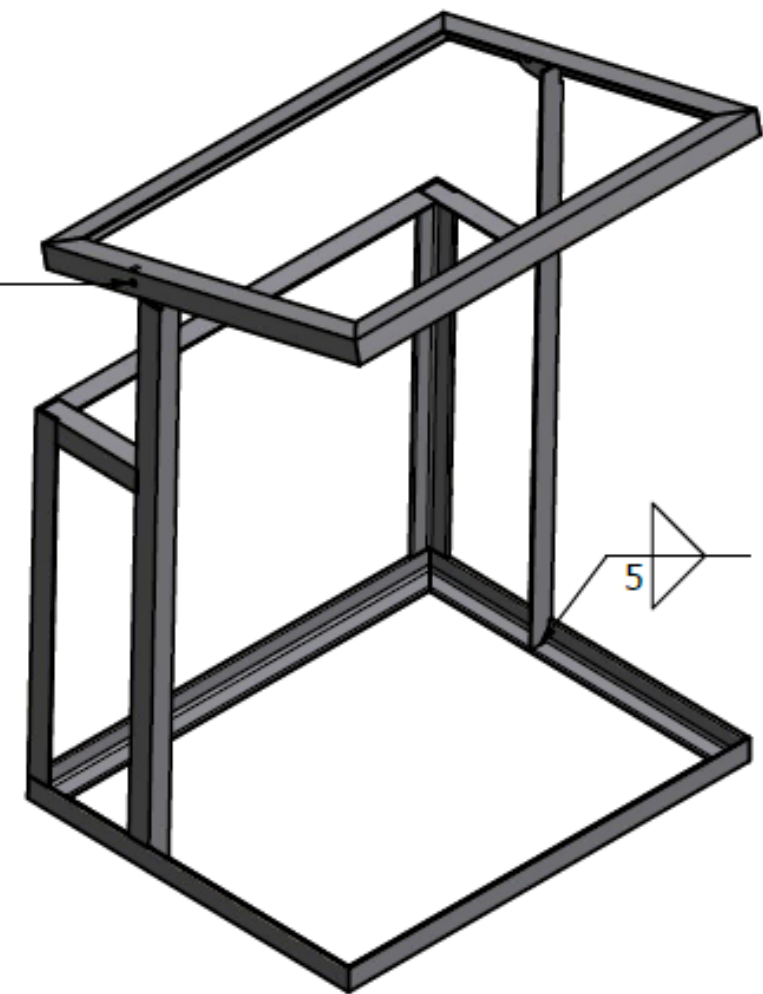



| PART LIST | | | | |
|-----------|-------------|----------------------|---|--------------------------|
| ITEM | QTY | PART NUMBER | DESCRIPTION | MATERIAL |
| 1 | 1600,000 mm | 400mmVinkiljarn | Hot-rolled steel sections - Part 1: Equal-leg angles | Steel, Mild |
| 2 | 2000,000 mm | 500mmVinkiljarn | Hot-rolled steel sections - Part 1: Equal-leg angles | Steel, Mild |
| 3 | 1260,000 mm | 630mmVinkiljarn | Hot-rolled steel sections - Part 1: Equal-leg angles | Steel, Mild |
| 4 | 800,000 mm | 400mmVinkiljarnBeint | Hot-rolled steel sections - Part 1: Equal-leg angles | Steel, Mild |
| 5 | 292,000 mm | 146mmVinkiljarn | Hot-rolled steel sections - Part 1: Equal-leg angles | Steel, Mild |
| 6 | 2 | ToppLöm | | Generic |
| 7 | 1 | Hjóla Plata | | Iron, Cast |
| 8 | 3 | Leguhús | | Generic |
| 9 | 3 | Bolti | | Generic |
| 10 | 3 | SkífuHalda | | Generic |
| 11 | 3 | FærsluHjól | | Polycarbonate, Clear |
| 12 | 3 | Tannhjól | | Generic |
| 13 | 6 | 6004-C-2HRS | Radial ball bearing | |
| 14 | 1 | HlífToppur | | Stainless Steel AISI 304 |
| 15 | 1 | HlífFraman | | Stainless Steel AISI 304 |
| 16 | 1 | HlífBakhlið | | Stainless Steel AISI 304 |
| 17 | 1 | Samsett SpennuHús | | |
| 18 | 2 | Spennuhalda2 | | Polypropylene |
| 19 | 1 | SpennuarmurH | | Polycarbonate, Clear |
| 20 | 1 | SpennuarmurV | | Polycarbonate, Clear |
| 21 | 1 | HlífBotn | | Stainless Steel AISI 304 |

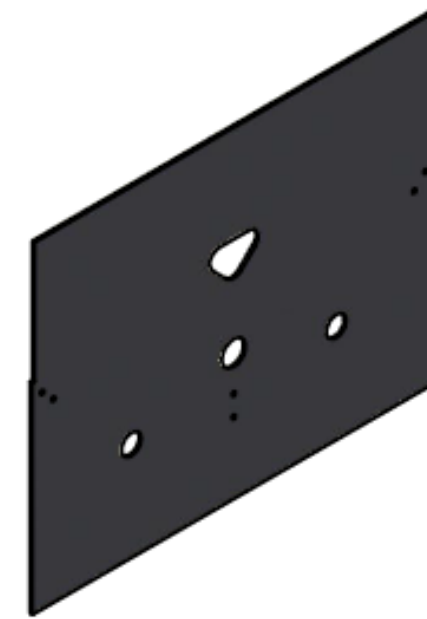
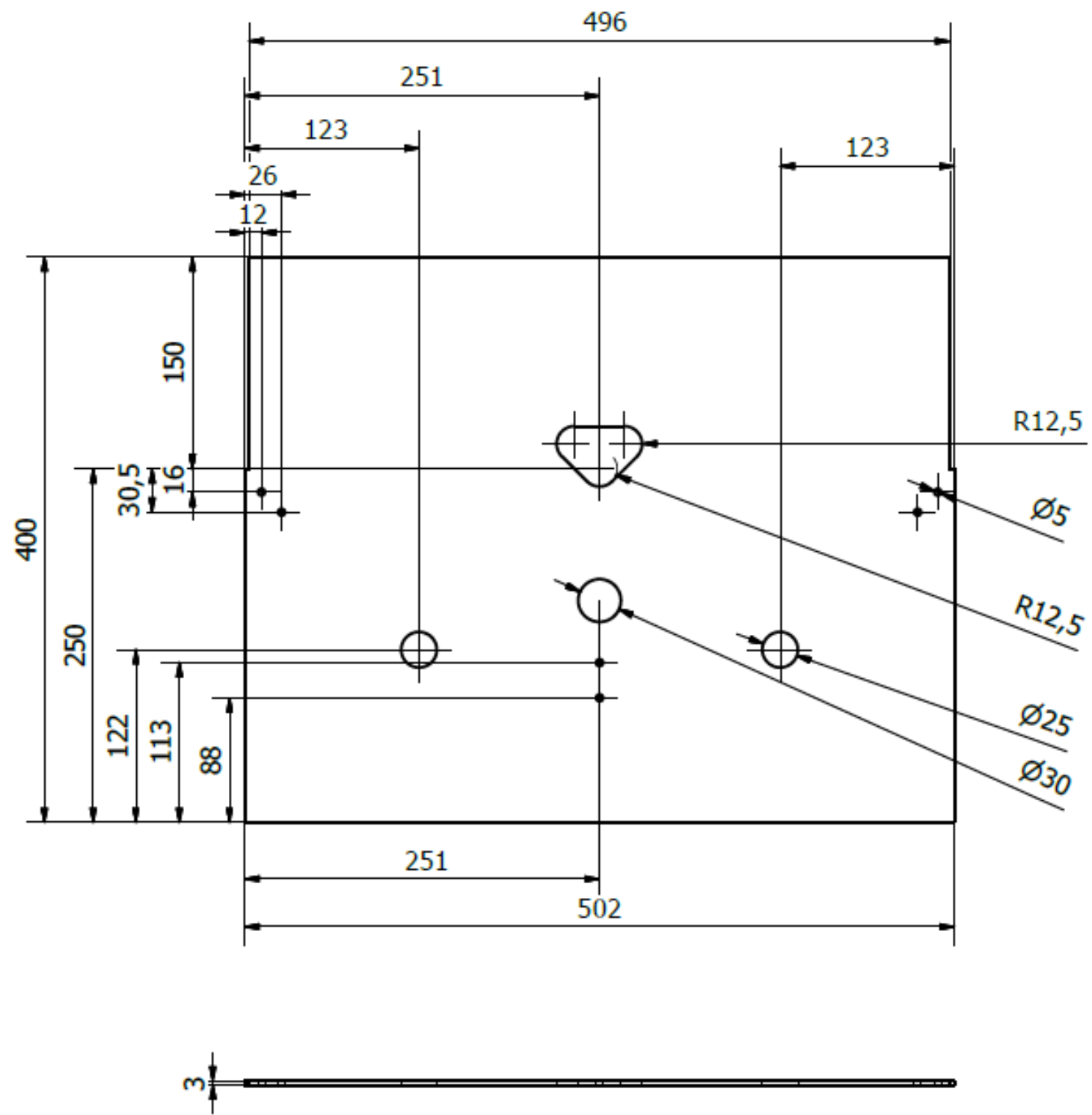
| | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél | | |
| | | | Hlutir átöppunarvélarinnar | | Edition Sheet 2 / 20 |




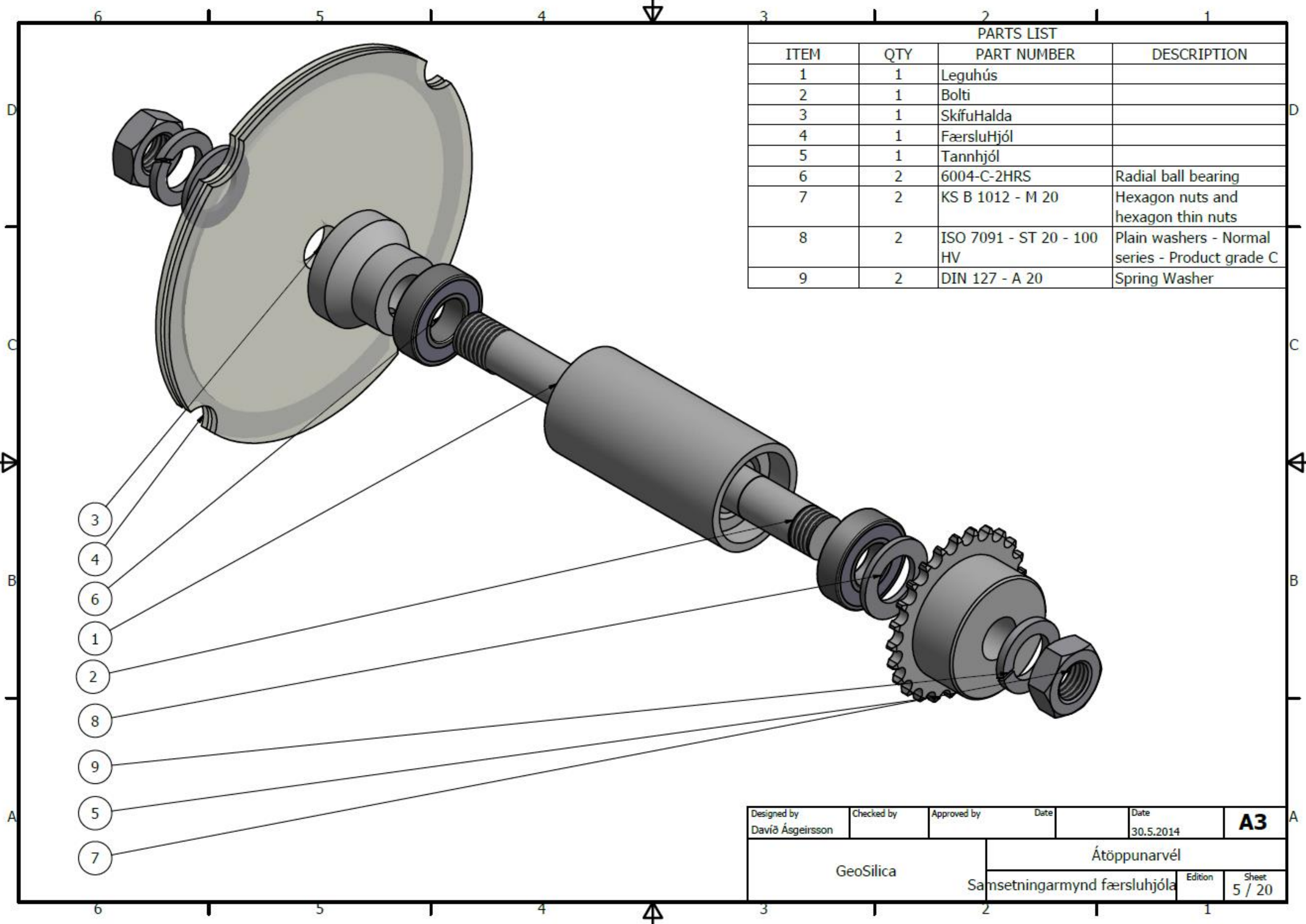
M8x1.25 - 6H



| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|-------------------|---|-------------------|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | | | |
| Samansett grind | | | Edition | Sheet 3 / 20 | | |



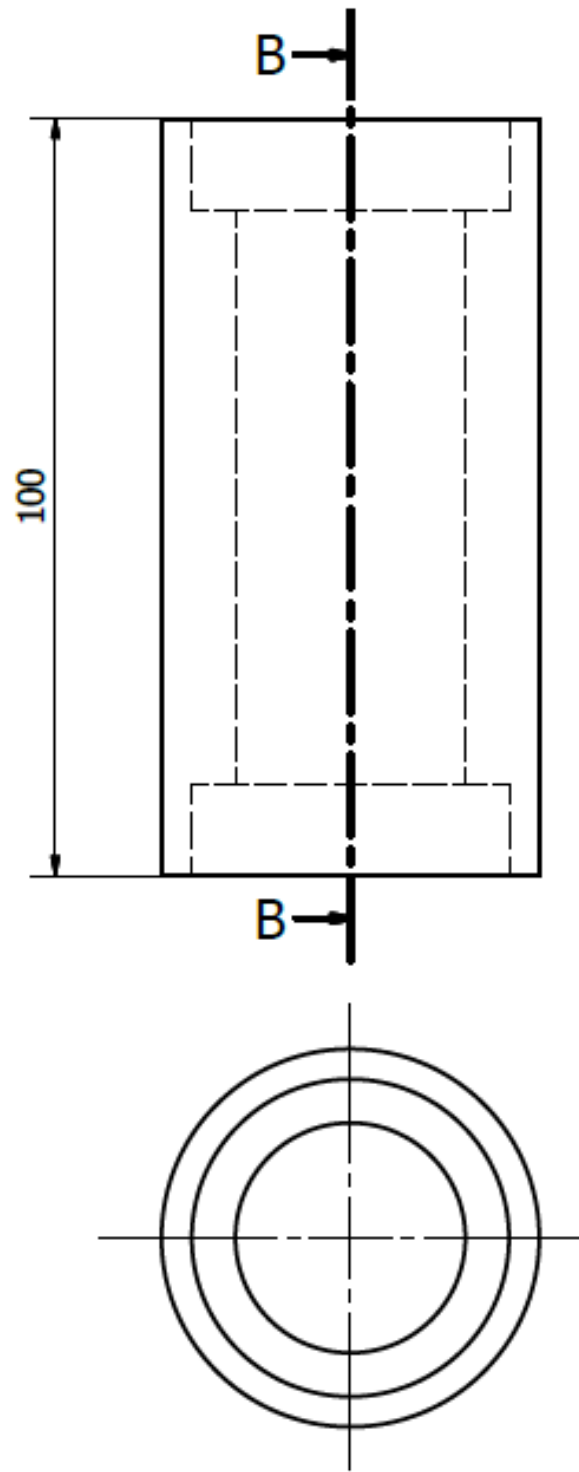
| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|---------|---|-------------------|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | | | |
| Hjólaplata | | | Edition | Sheet 4 / 20 | | |



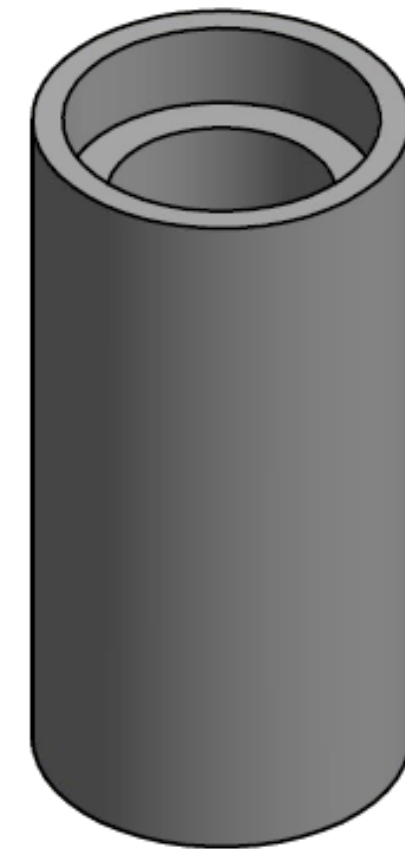
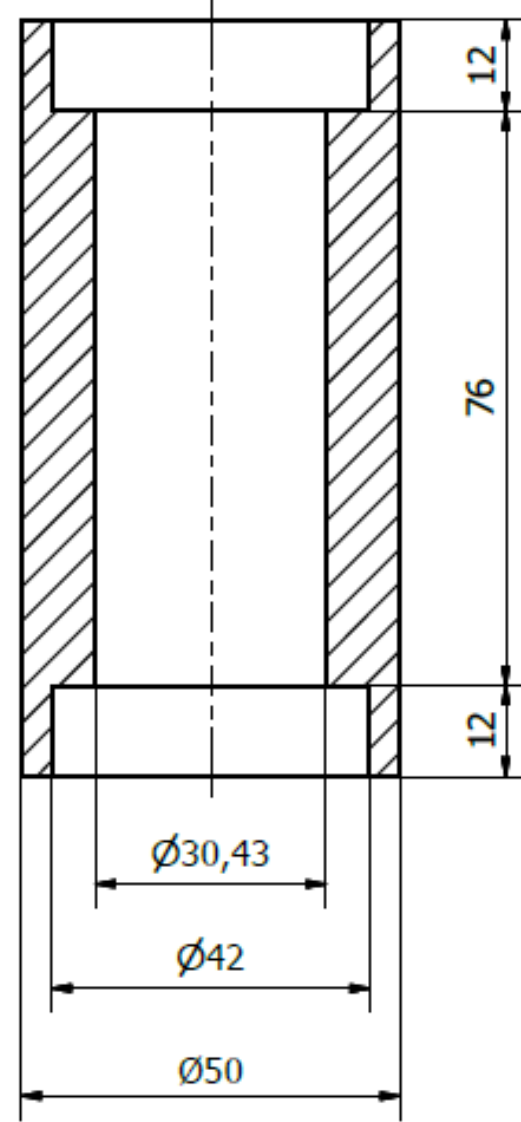
| PARTS LIST | | | |
|------------|-----|---------------------------|---|
| ITEM | QTY | PART NUMBER | DESCRIPTION |
| 1 | 1 | Leguhús | |
| 2 | 1 | Bolti | |
| 3 | 1 | SkífuHalda | |
| 4 | 1 | FærsluHjól | |
| 5 | 1 | Tannhjól | |
| 6 | 2 | 6004-C-2HRS | Radial ball bearing |
| 7 | 2 | KS B 1012 - M 20 | Hexagon nuts and hexagon thin nuts |
| 8 | 2 | ISO 7091 - ST 20 - 100 HV | Plain washers - Normal series - Product grade C |
| 9 | 2 | DIN 127 - A 20 | Spring Washer |


- 3
- 4
- 6
- 1
- 2
- 8
- 9
- 5
- 7

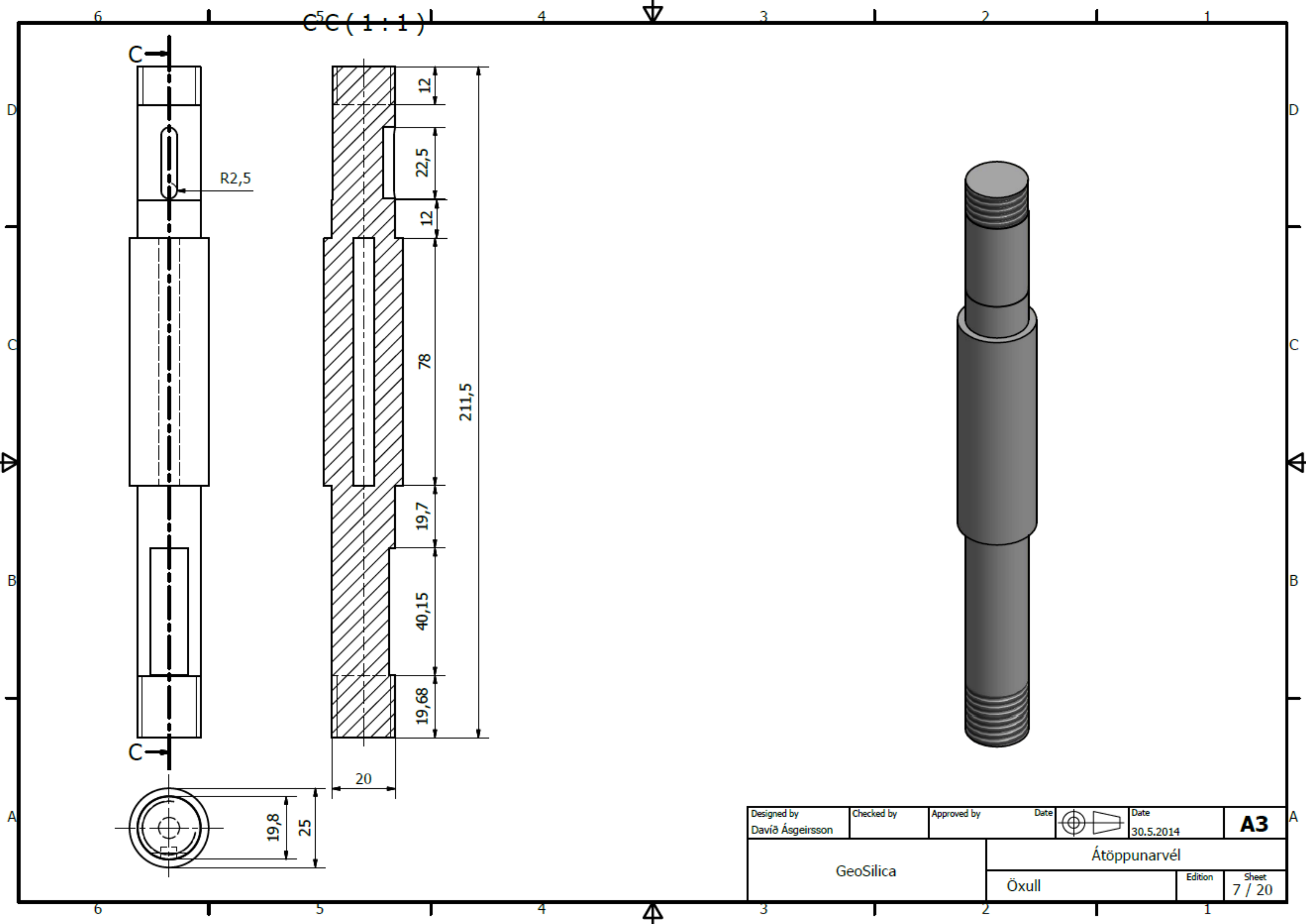
| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|------|------------------------------|---|---------|-------|--|--------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date | Date 30.5.2014 | A3 | | | | |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | Samsetningarmynd færsluhjóla | <table border="1"> <tr> <td>Edition</td> <td>Sheet</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5 / 20</td> </tr> </table> | Edition | Sheet | | 5 / 20 |
| Edition | Sheet | | | | | | | | |
| | 5 / 20 | | | | | | | | |



B-B (1 : 1)




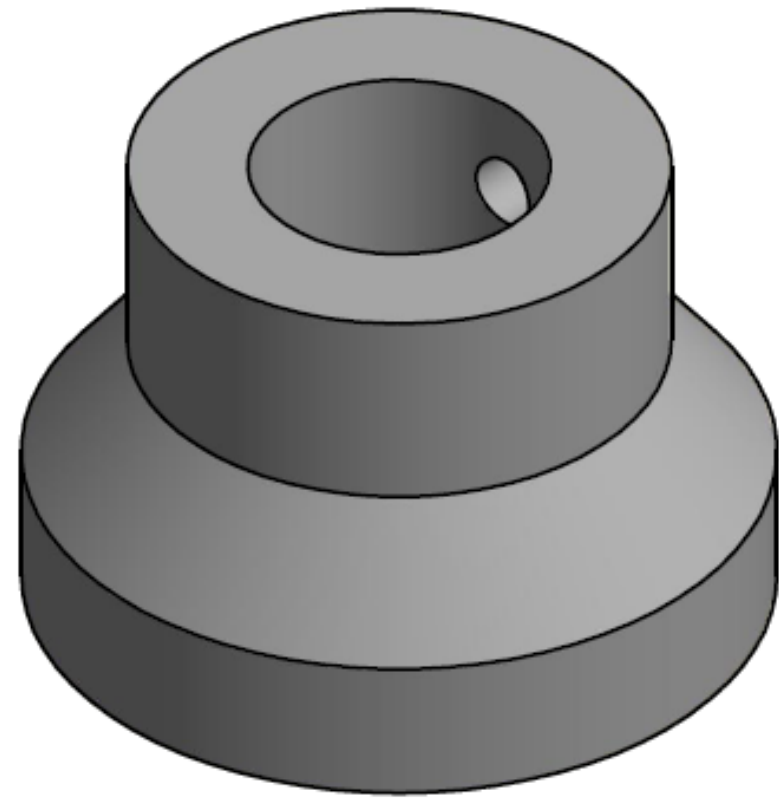
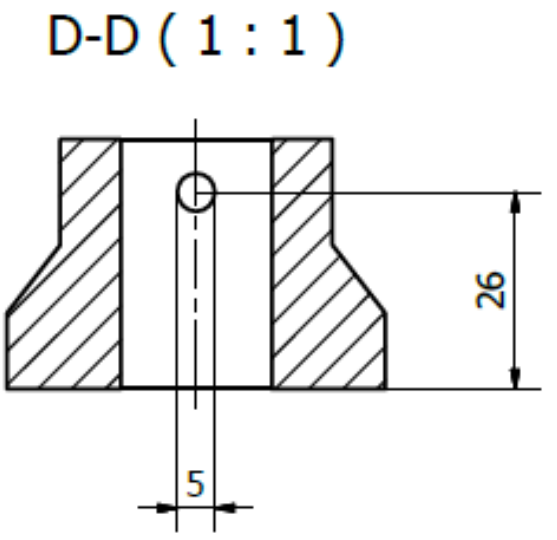
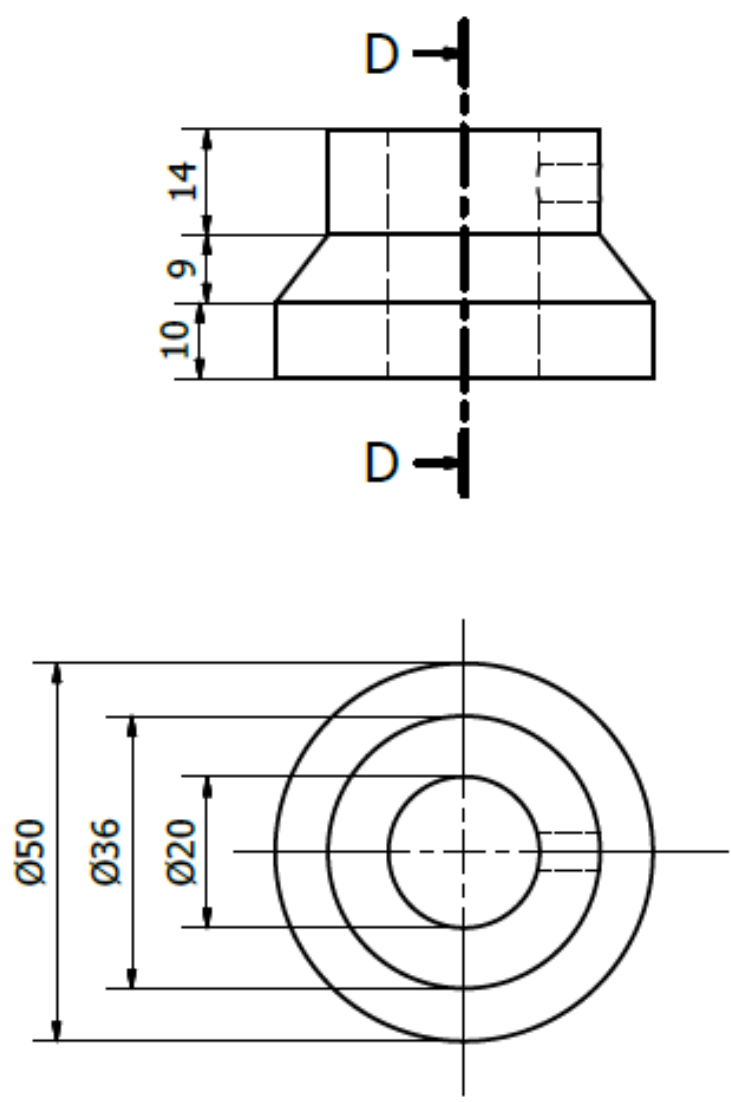
| | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------------------|-------------------|---|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél Leguhús | | | |




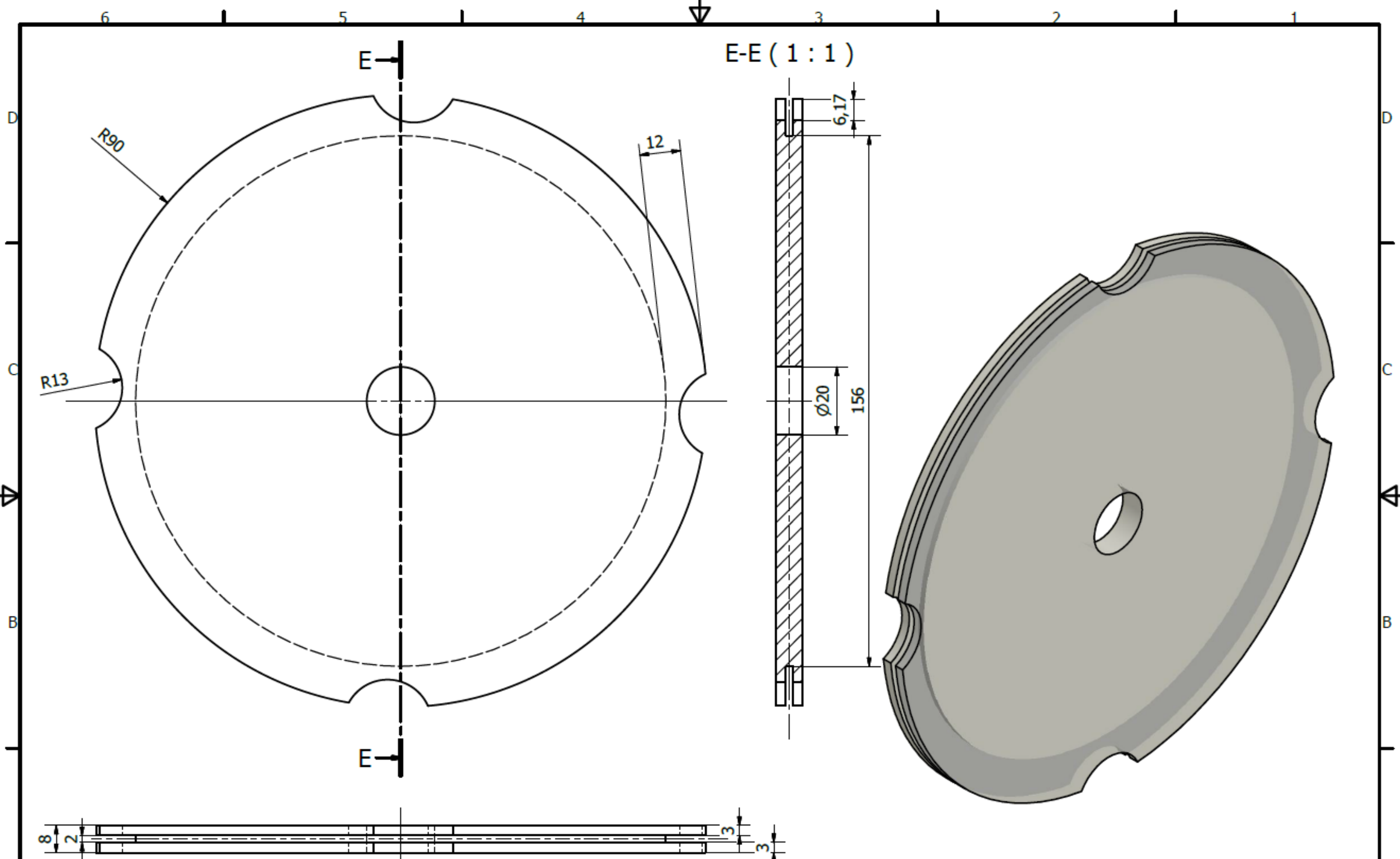
C⁵C (1:1)


R2,5

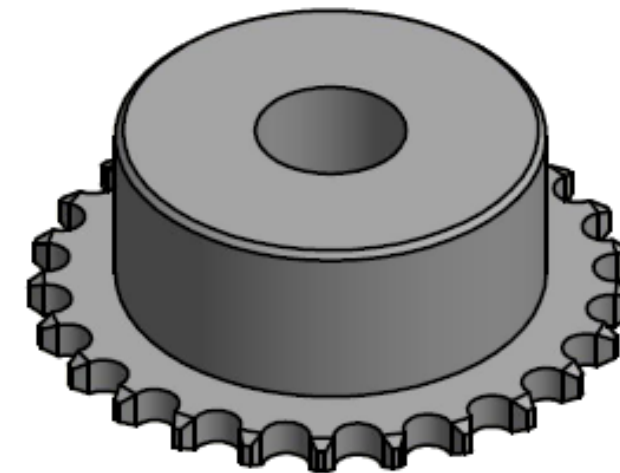
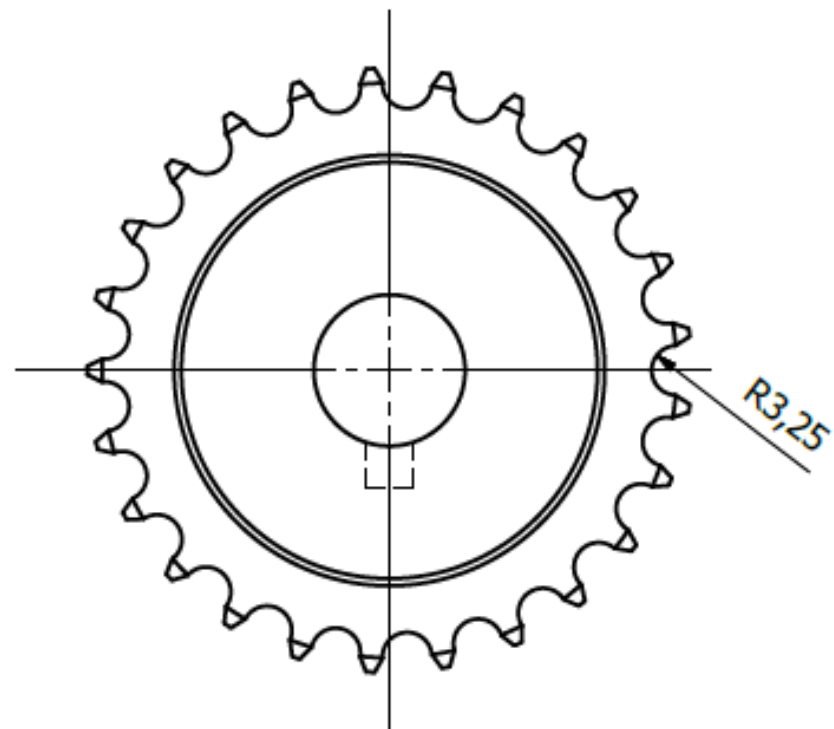
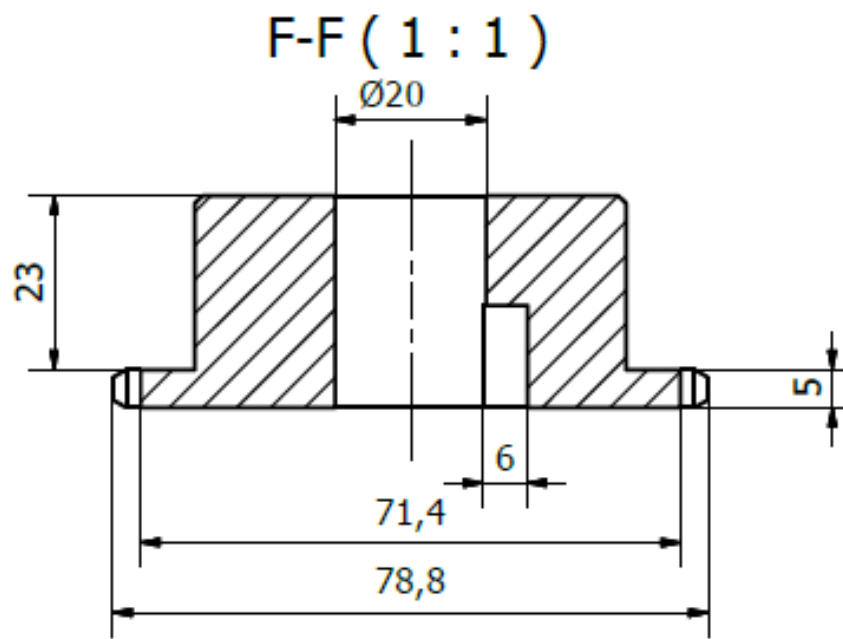
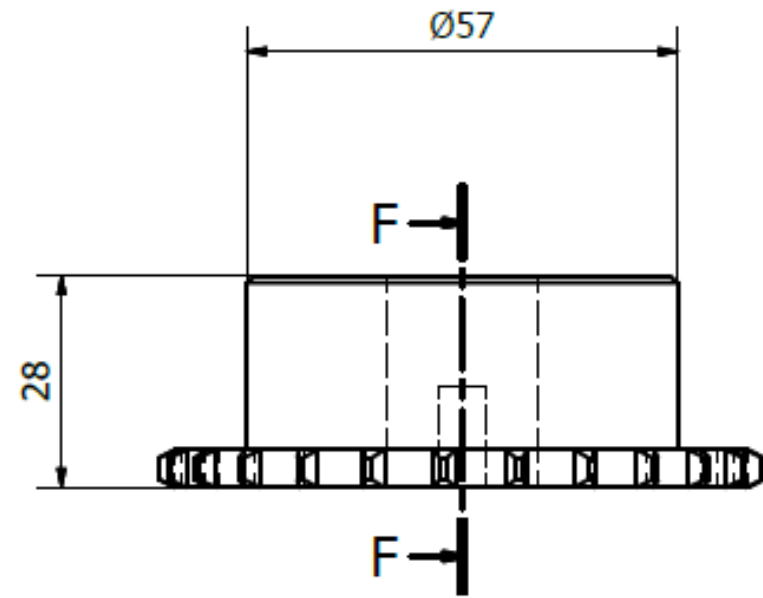
| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|--------------|---|-------------------|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél | | | |
| | | | Öxull | Edition | Sheet 7 / 20 | |



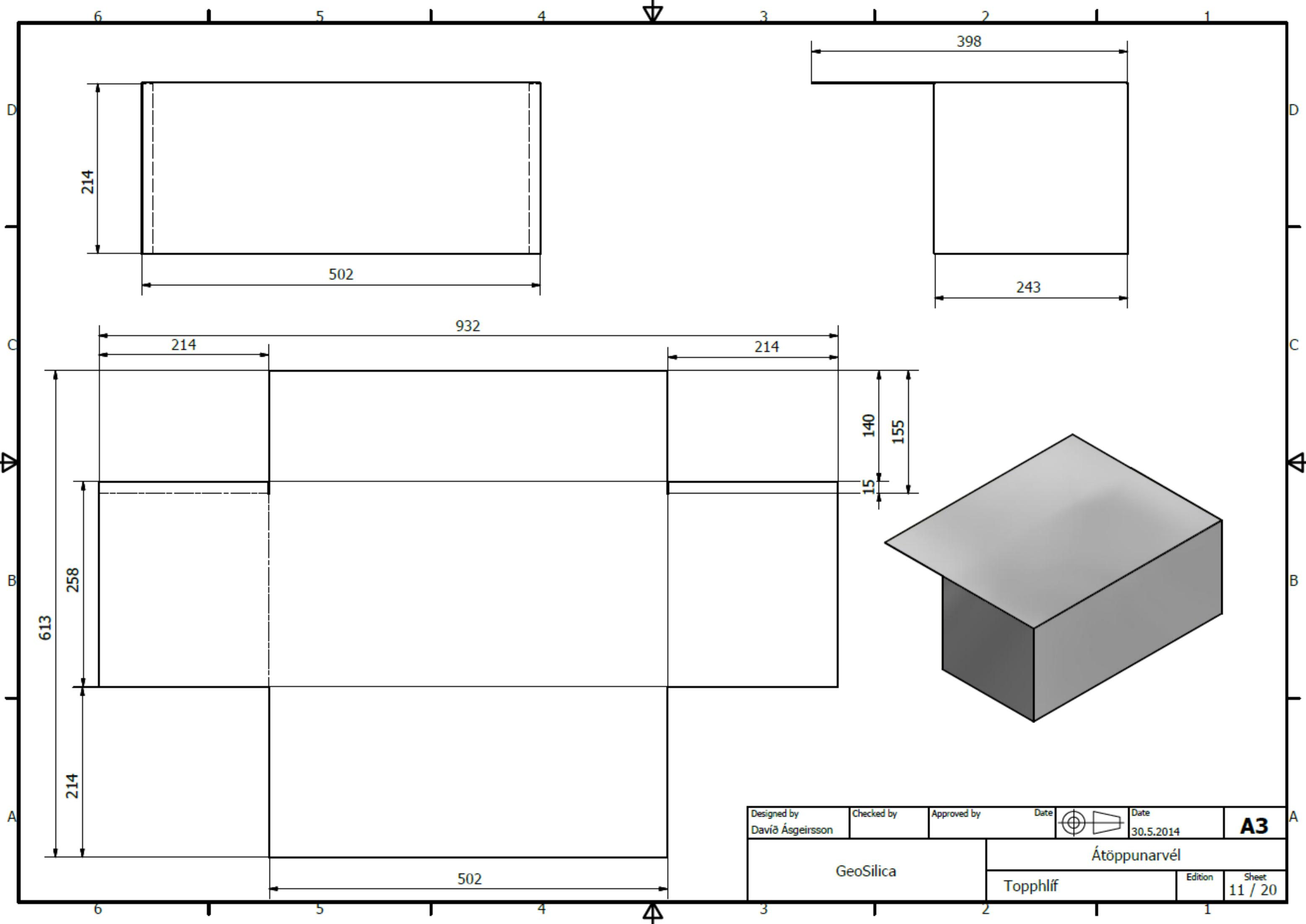
| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|---------|---|-------------------|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | | | |
| | | Skífuhalda | Edition | Sheet 8 / 20 | | |




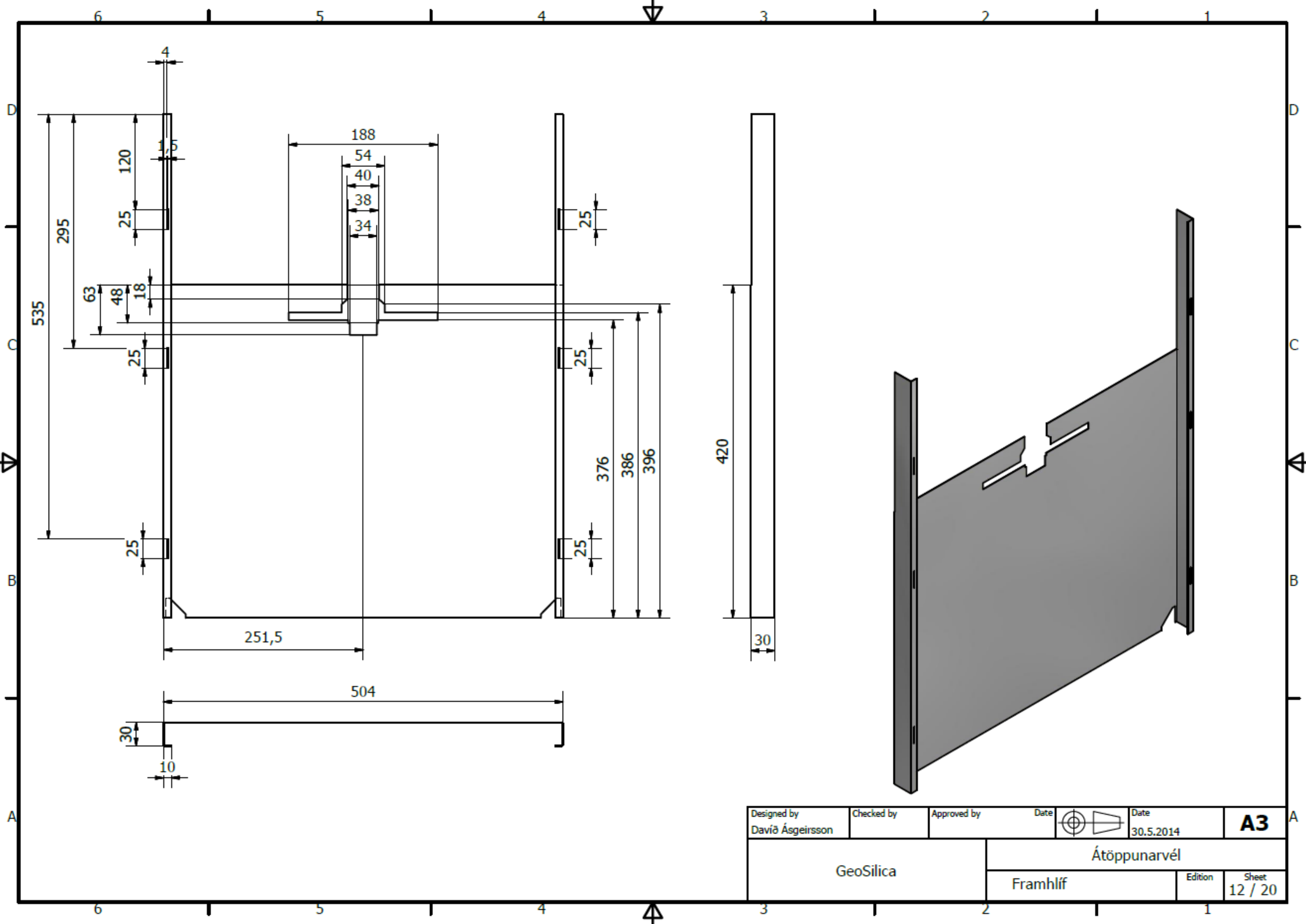
| | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|-------------------|---|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | | |
| Færsluhjól | | | Edition | Sheet 9 / 20 | |




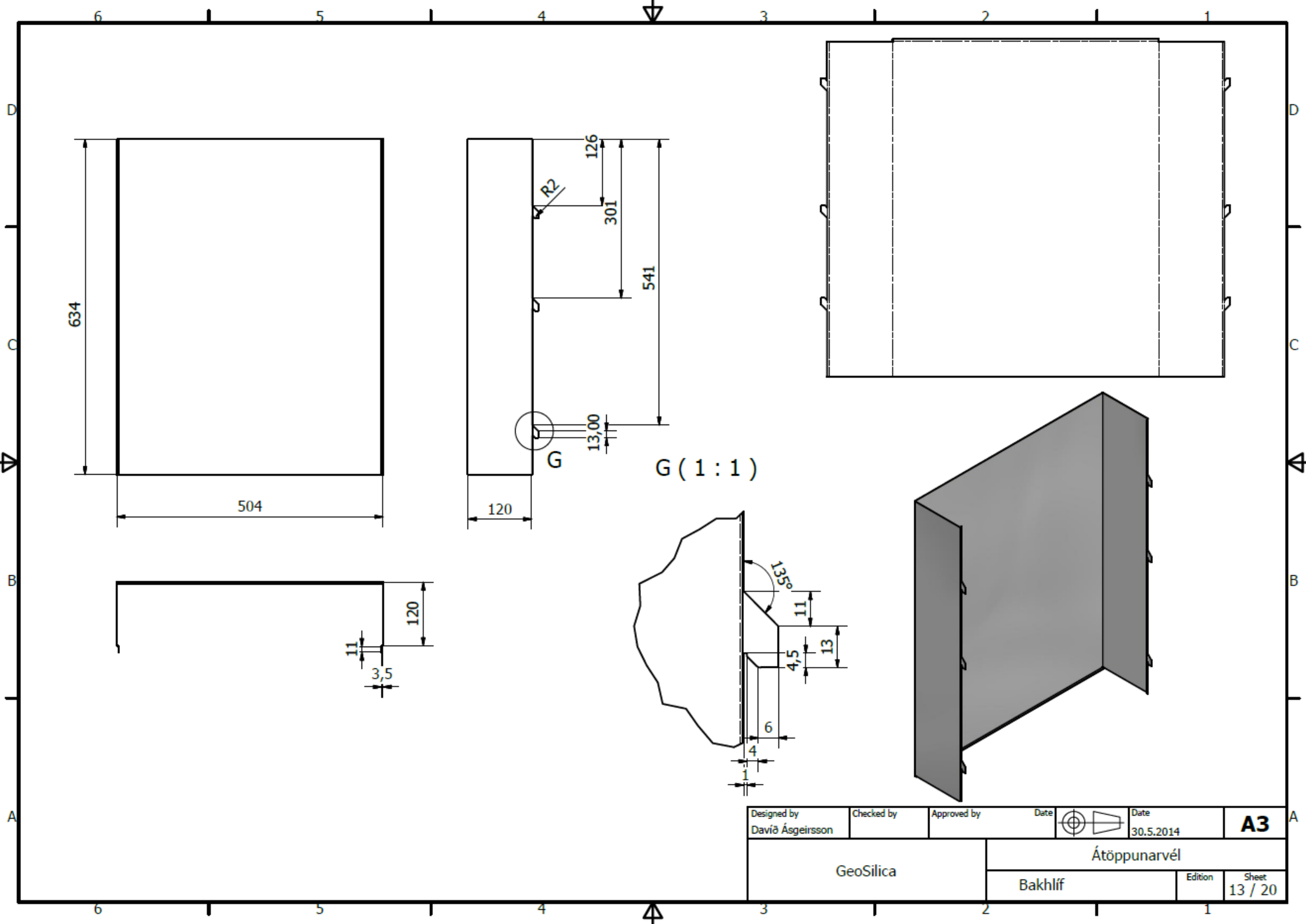
| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|-------------------|---------|-------------------|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 | | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél | | | |
| | | | Tannhjól | Edition | Sheet 10 / 20 | |




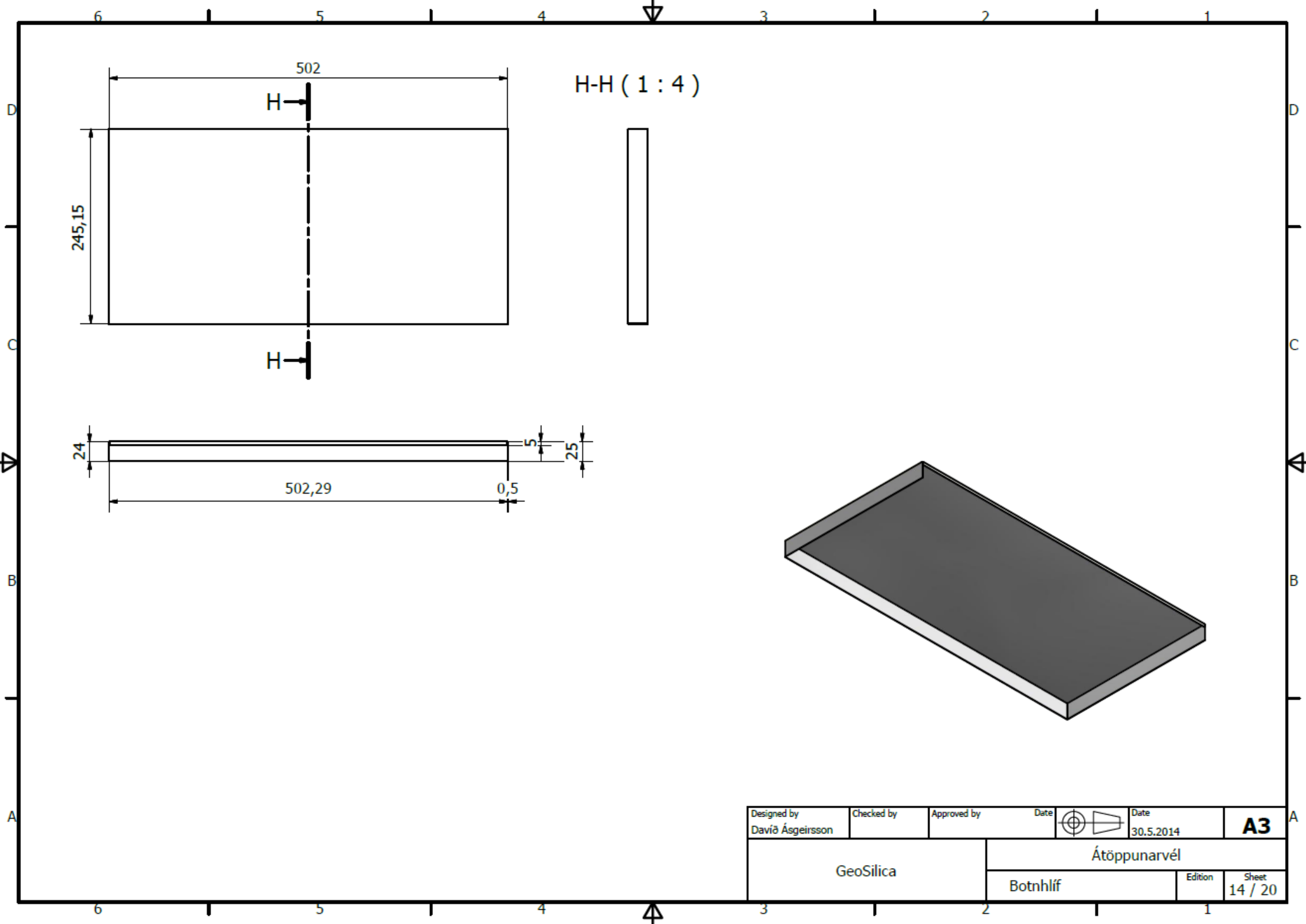
| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|---------|---|-------------------|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | | | |
| Topphlíf | | | Edition | Sheet 11 / 20 | | |




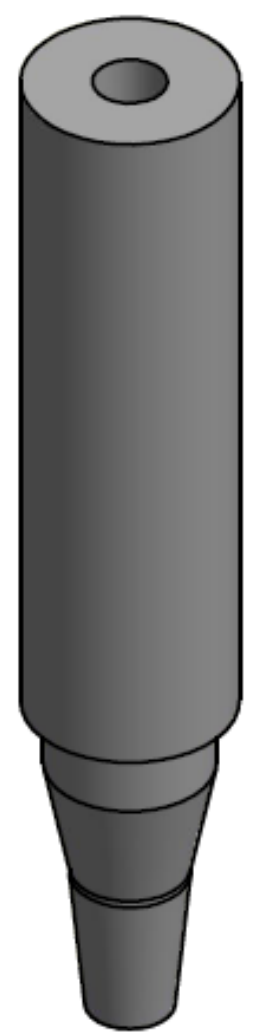
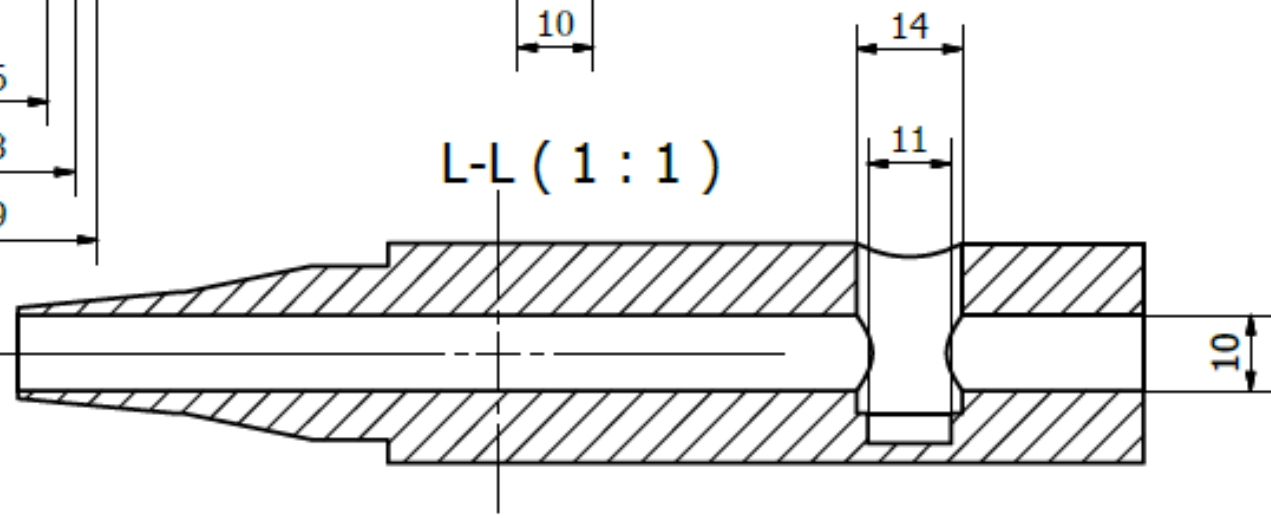
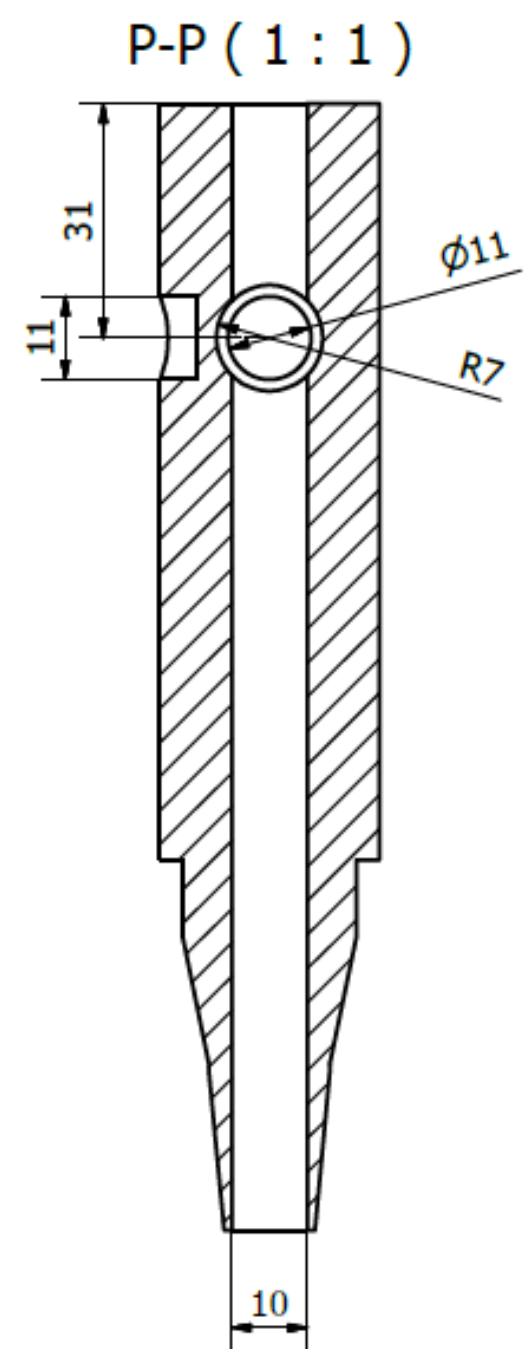
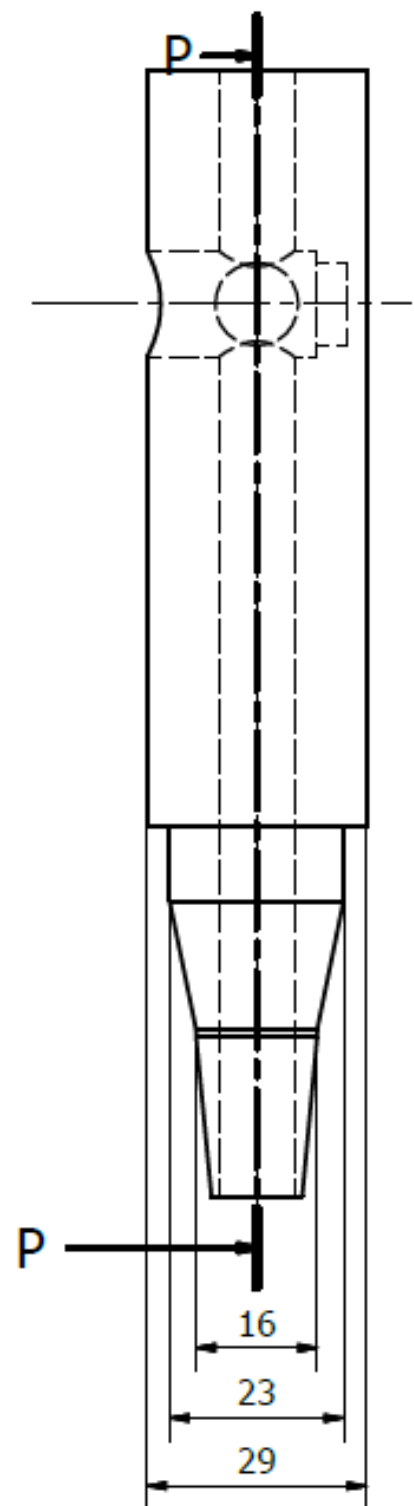
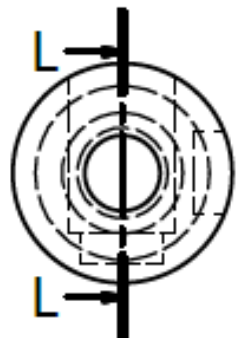
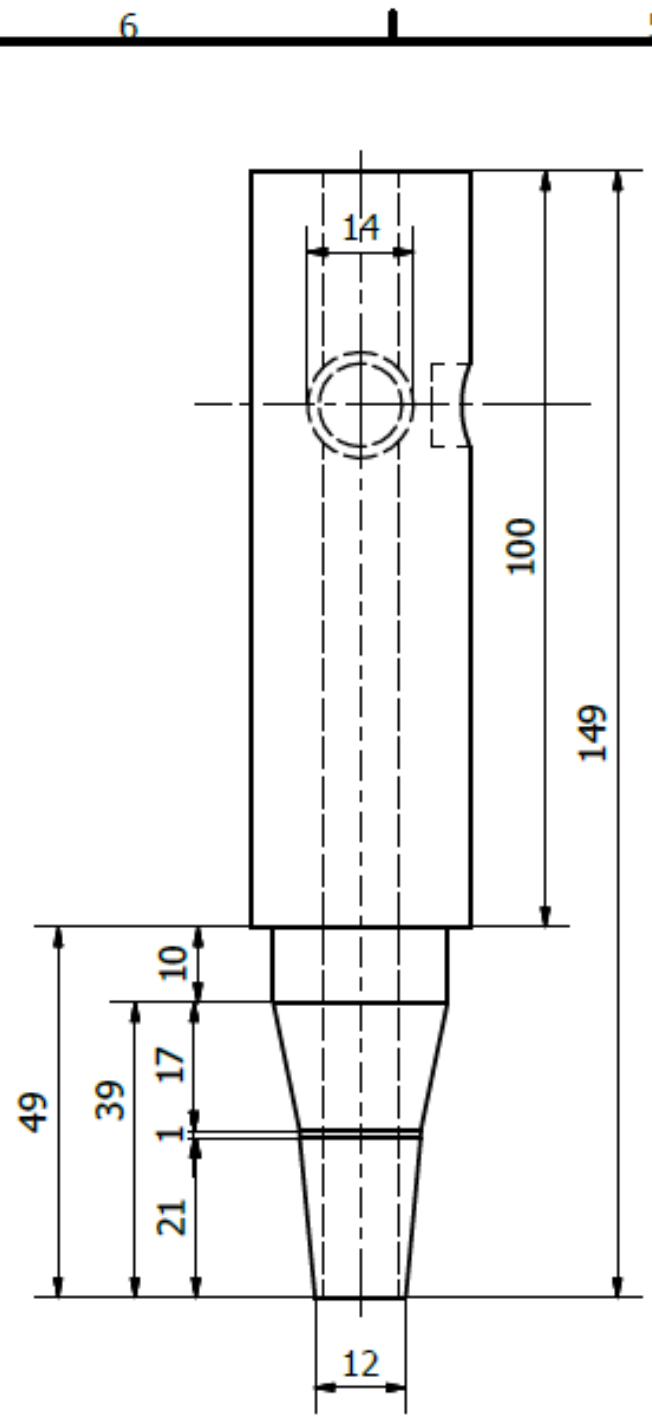
| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|-------------------|---|-------------------|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | | | |
| | | Framhlíf | | Edition | Sheet 12 / 20 | |




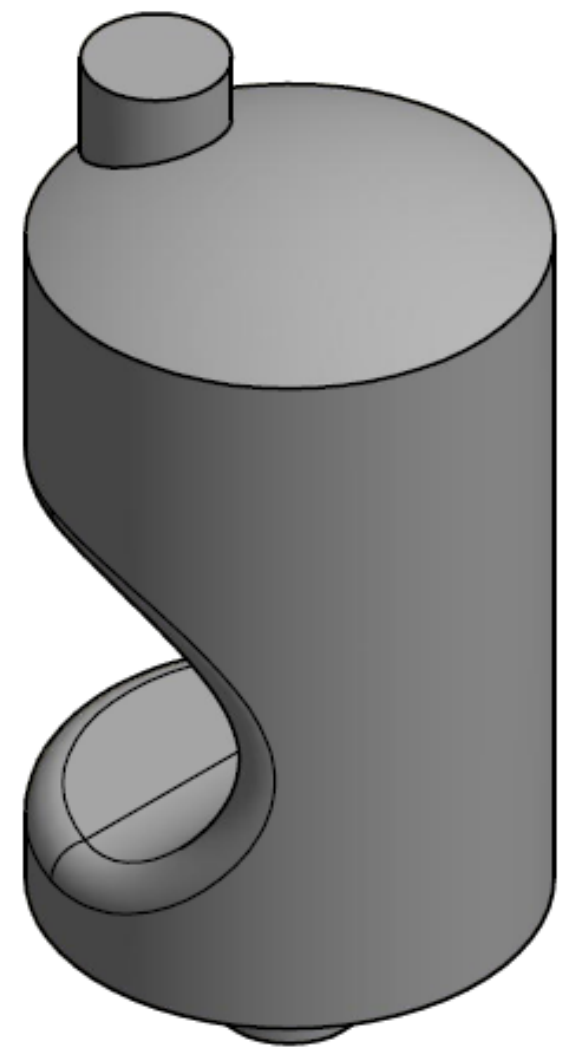
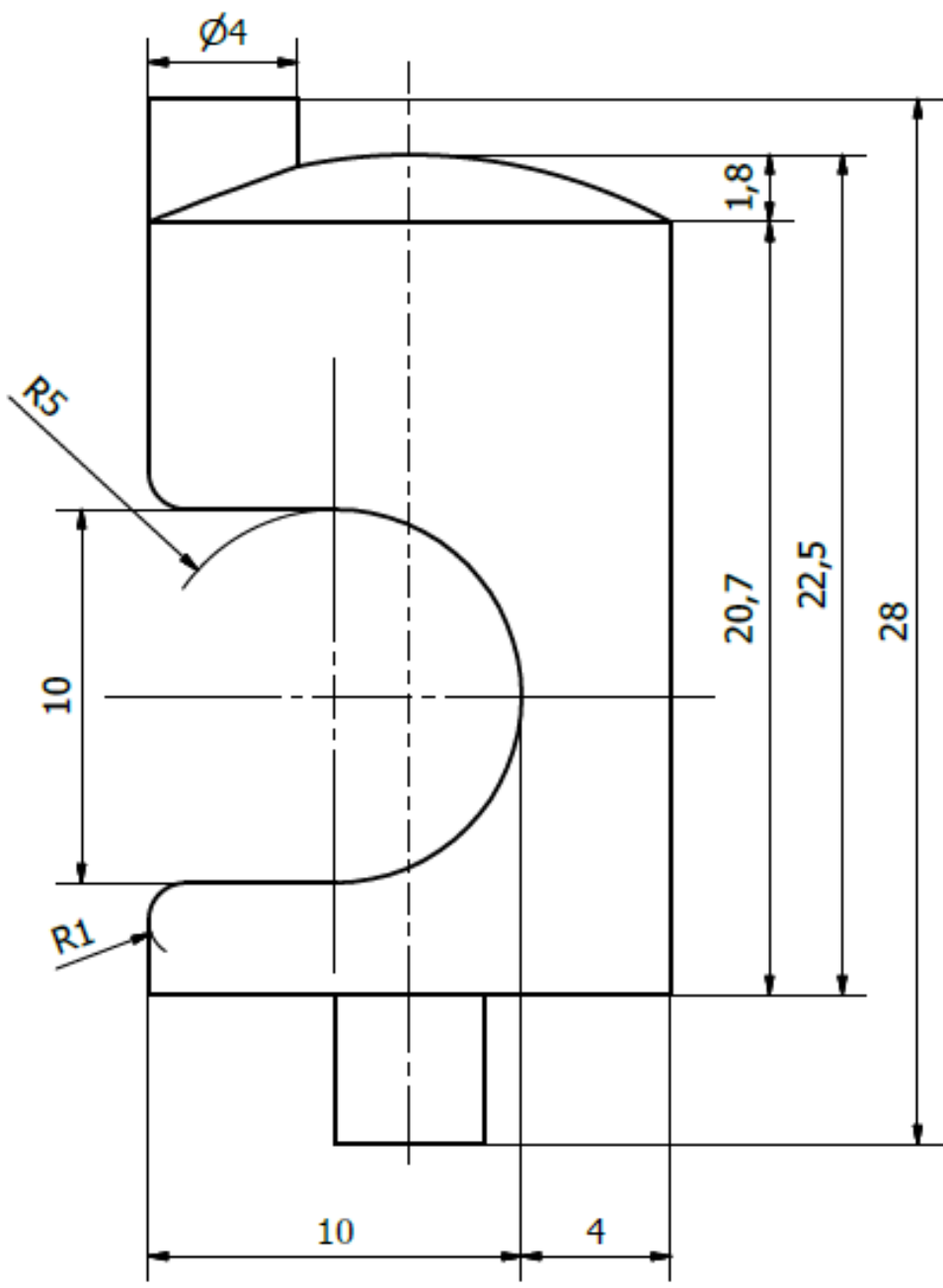
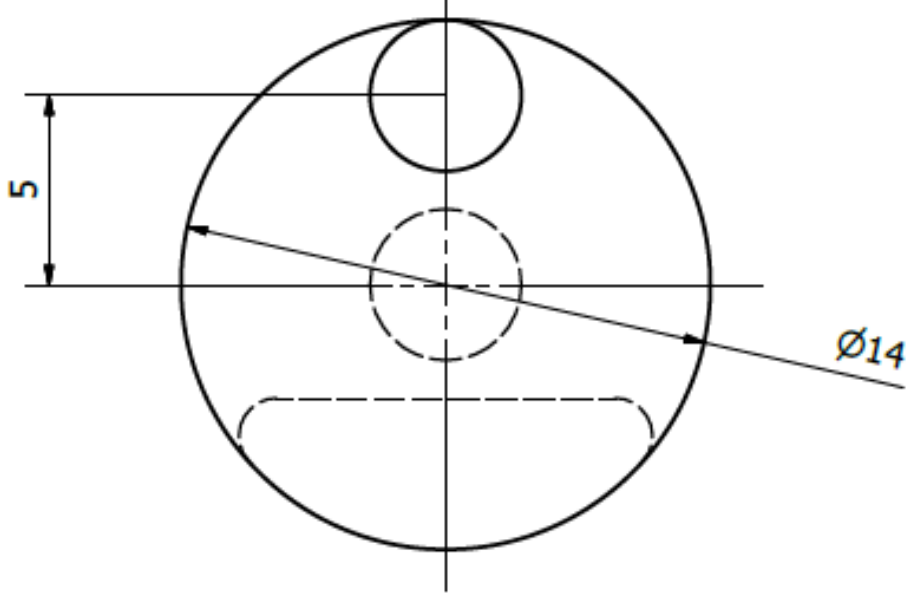
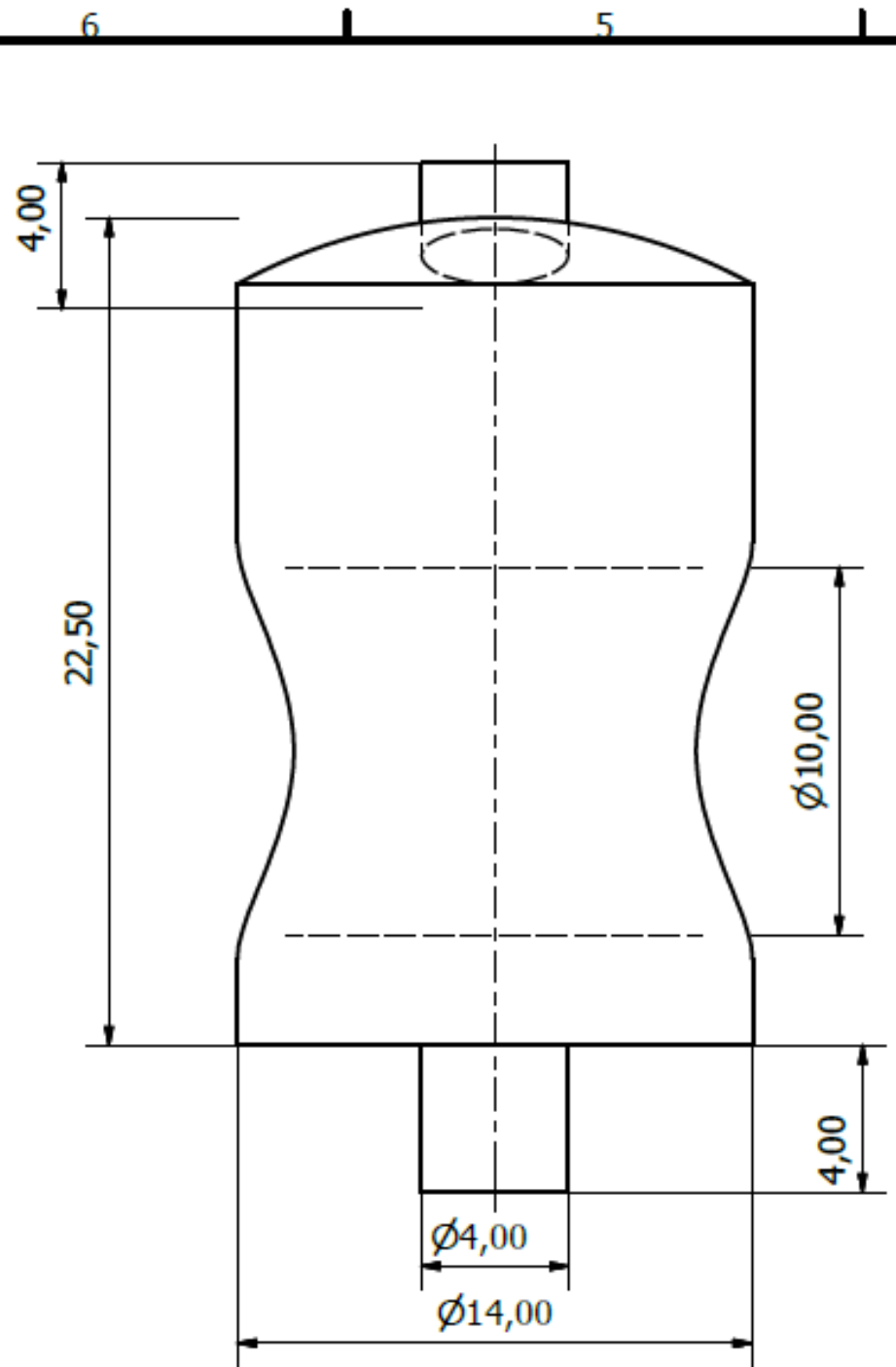
| | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|-------------------|---|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | A3 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél | | |
| | | | Bakhlíf | | |



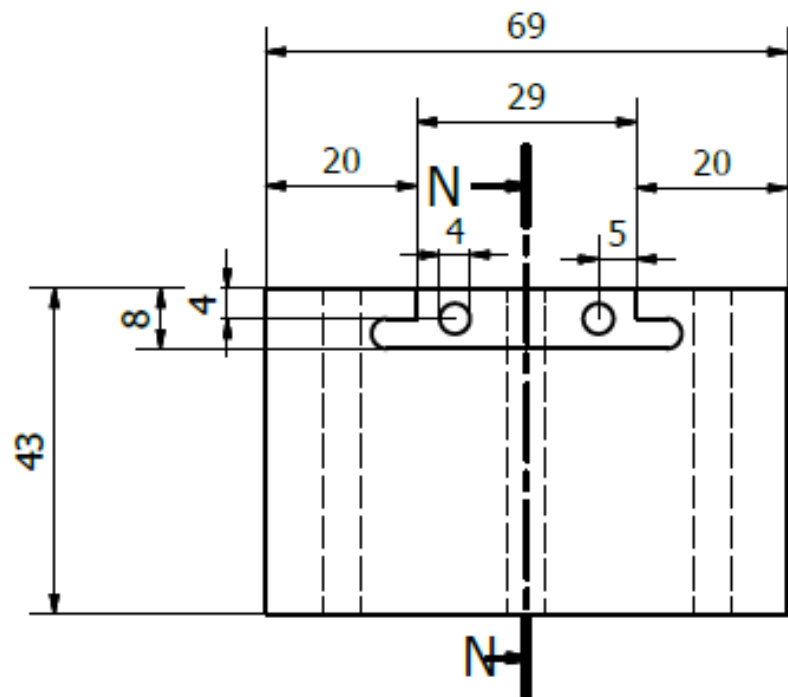
| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|-------------------|---|-------------------|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | | | |
| | | Botnhlíf | | Edition | Sheet 14 / 20 | |



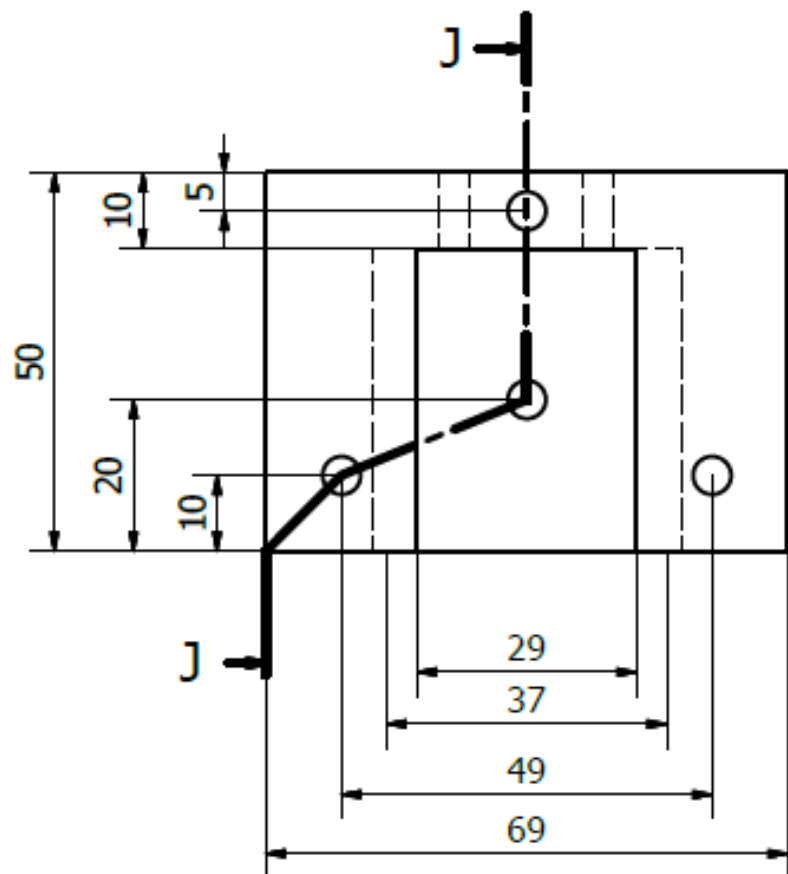
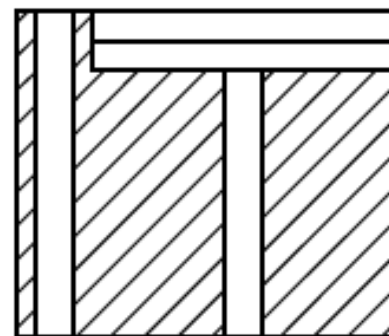
| | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|-------------------------------|---|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | A3 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél Sprautustútur | | |
| | | | Edition 15 / 20 | Sheet 15 / 20 | |



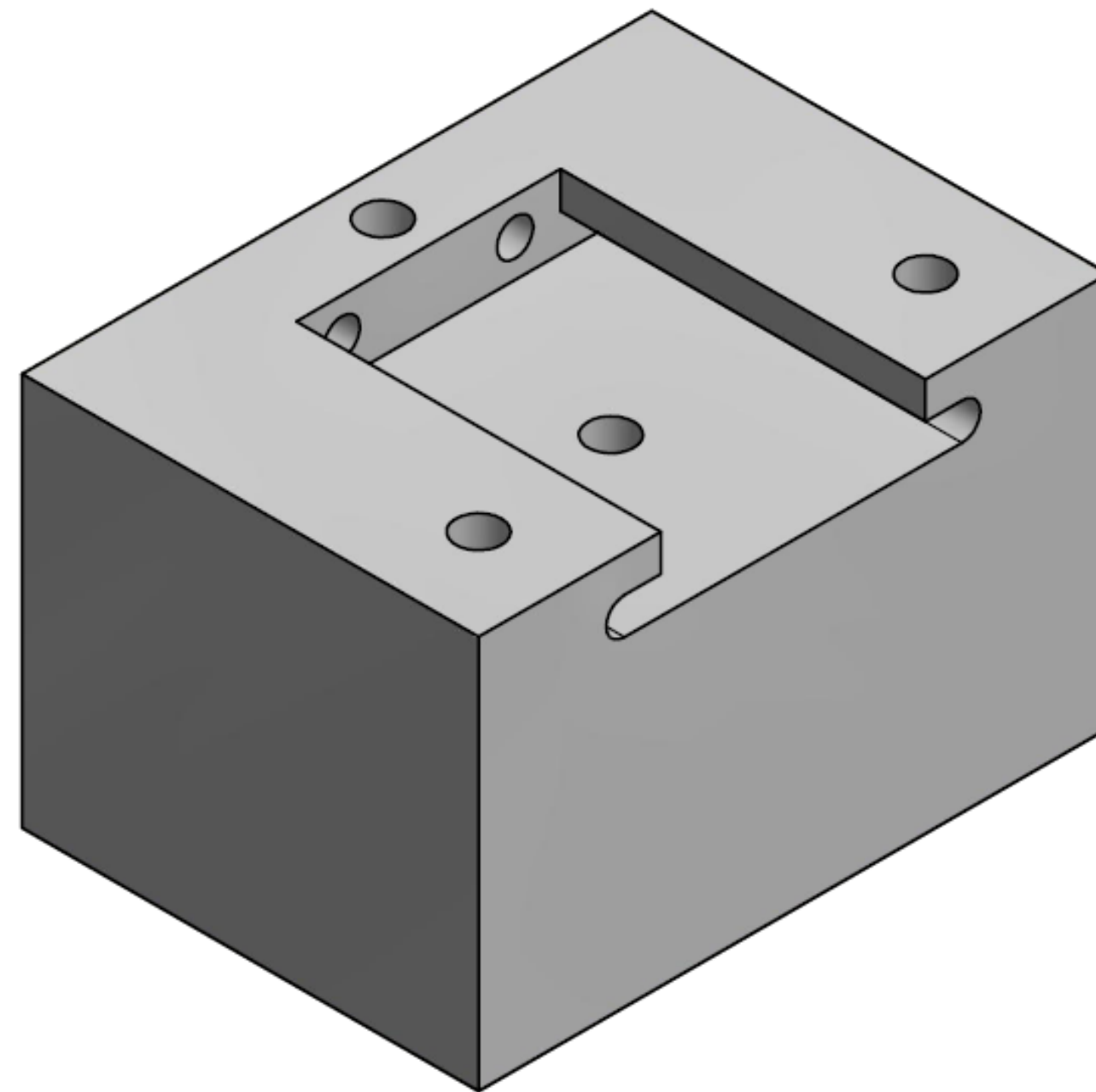
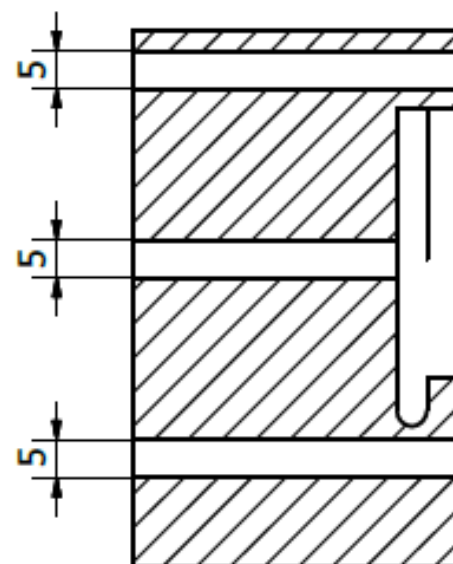
| | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date | Date 30.5.2014 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél | |
| | | | Edition | Sheet 16 / 20 |




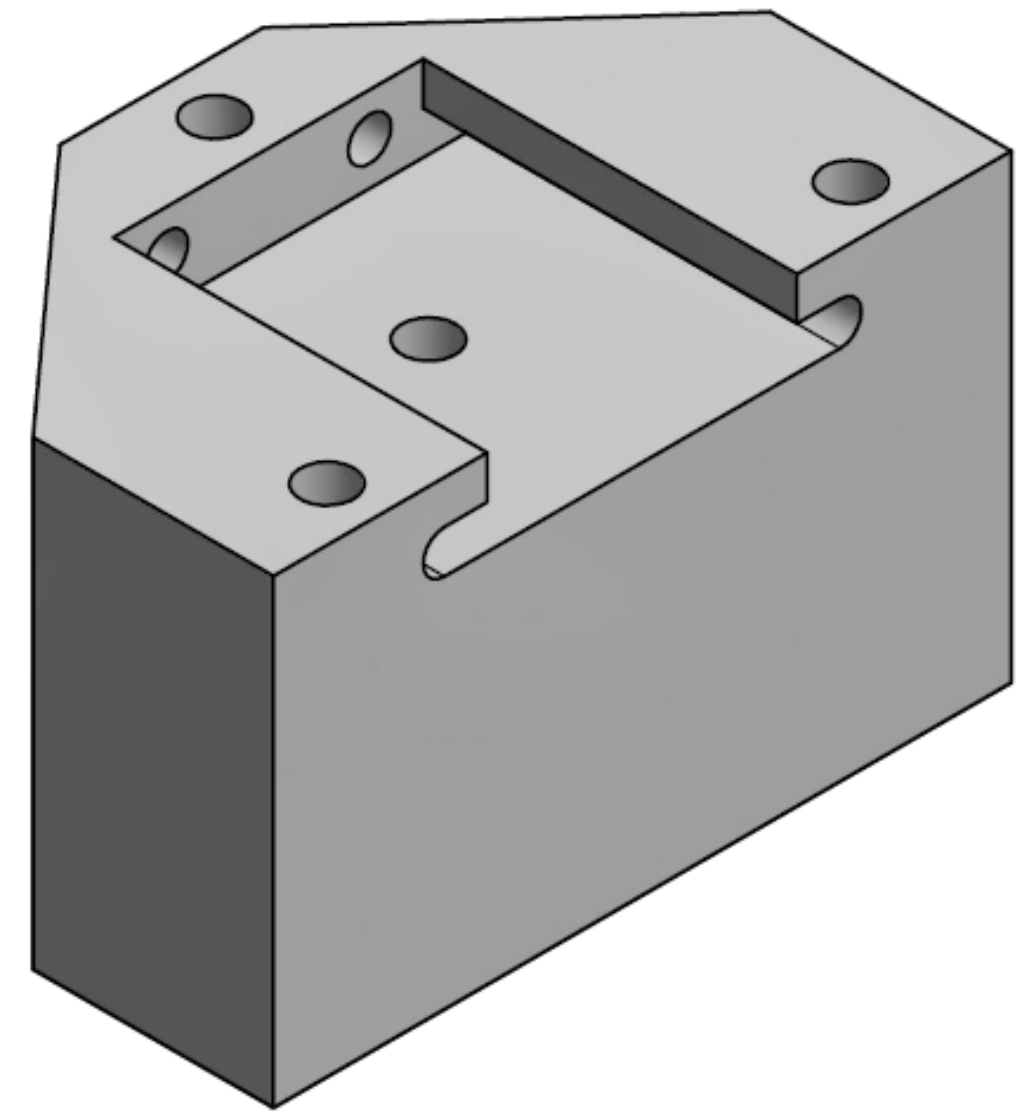
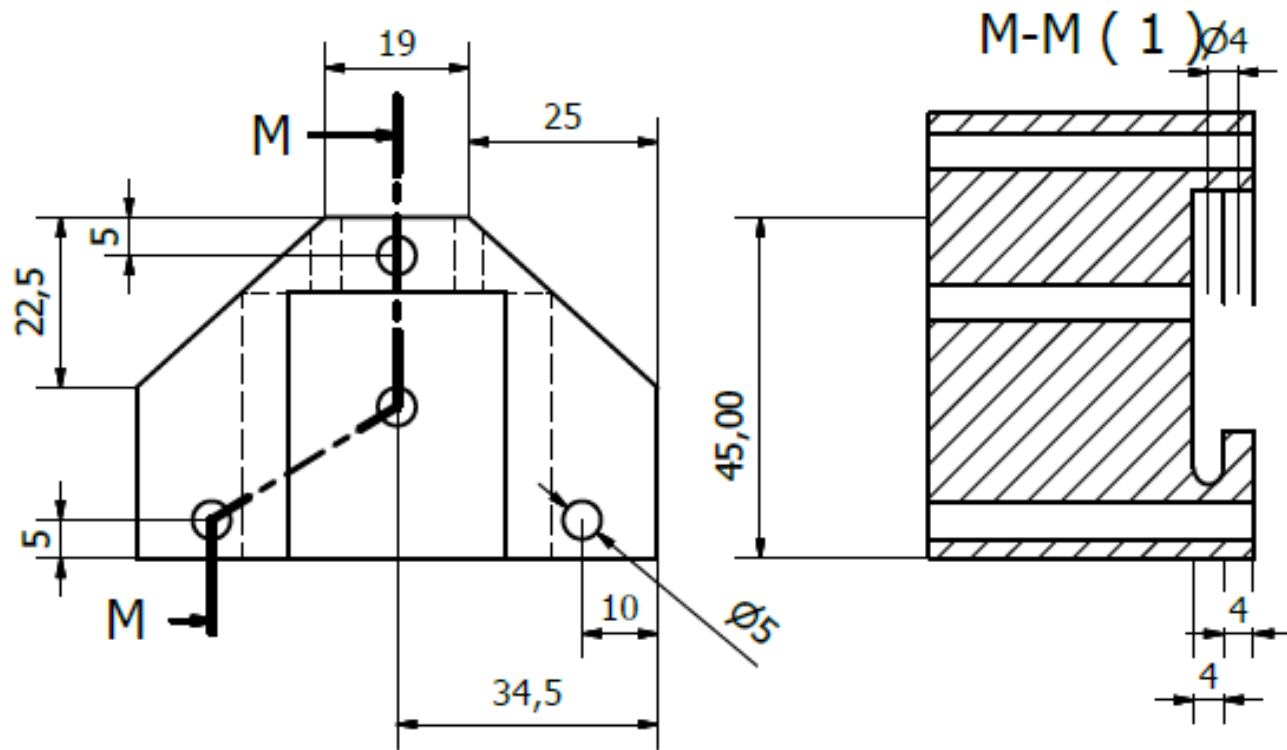
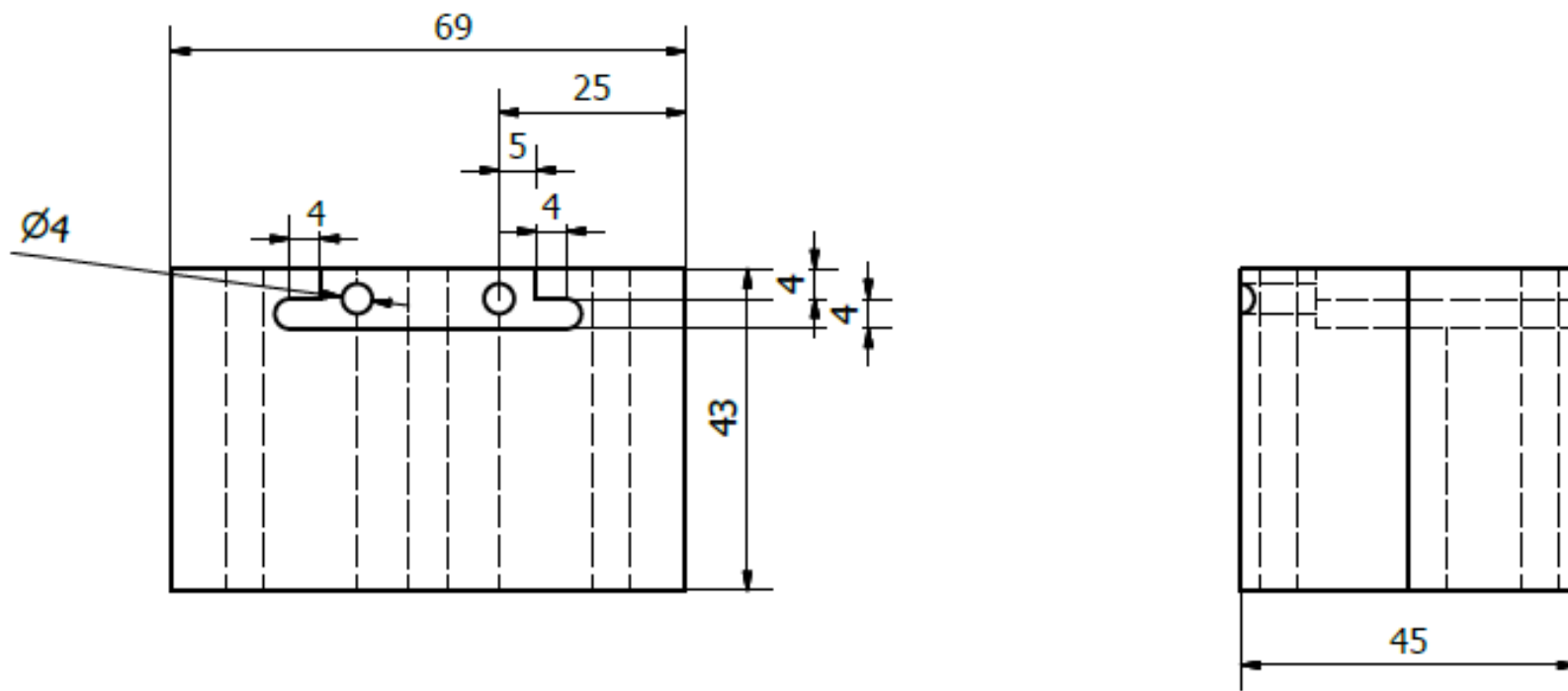
N-N (1:1)




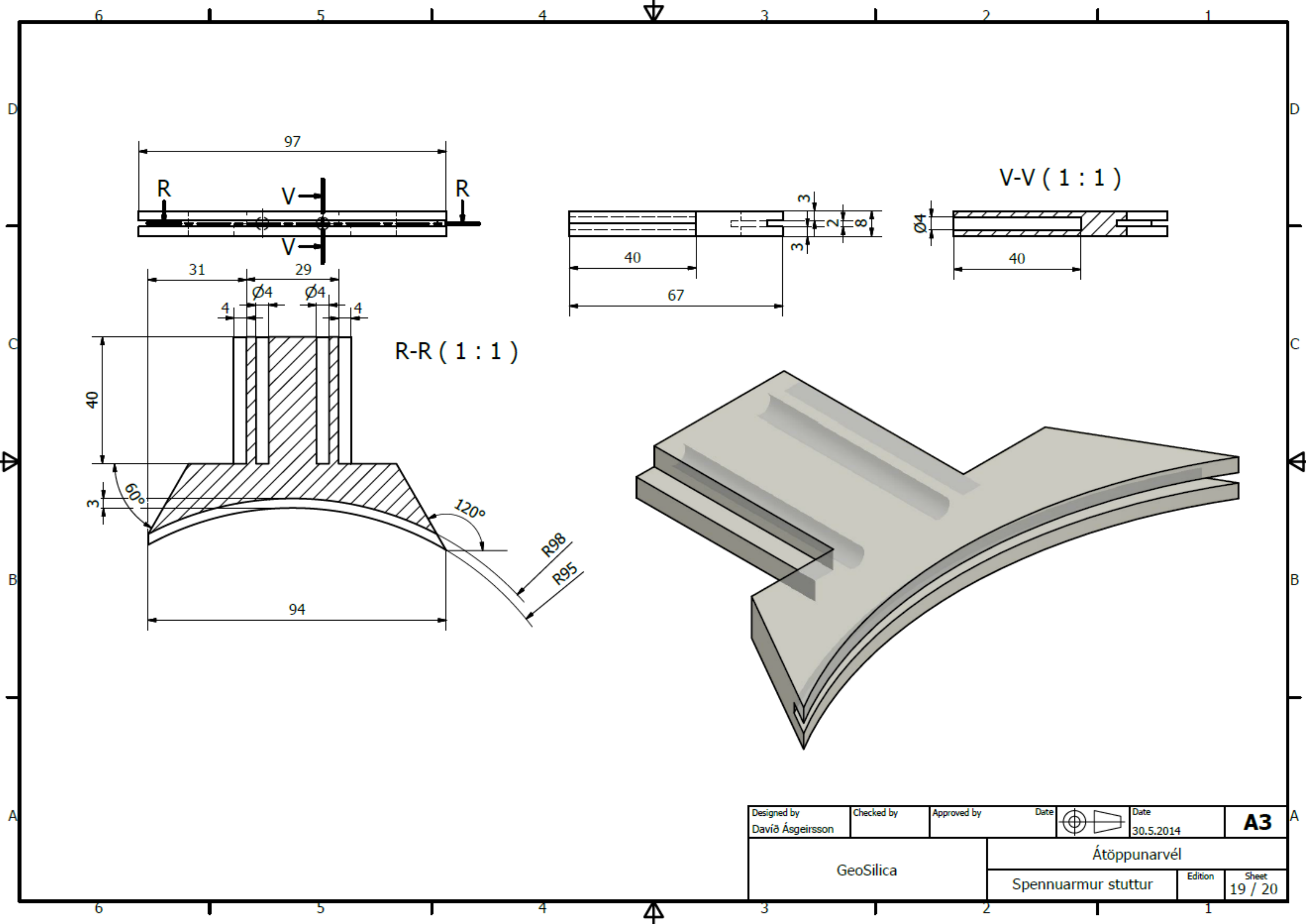
J-J (1:1)




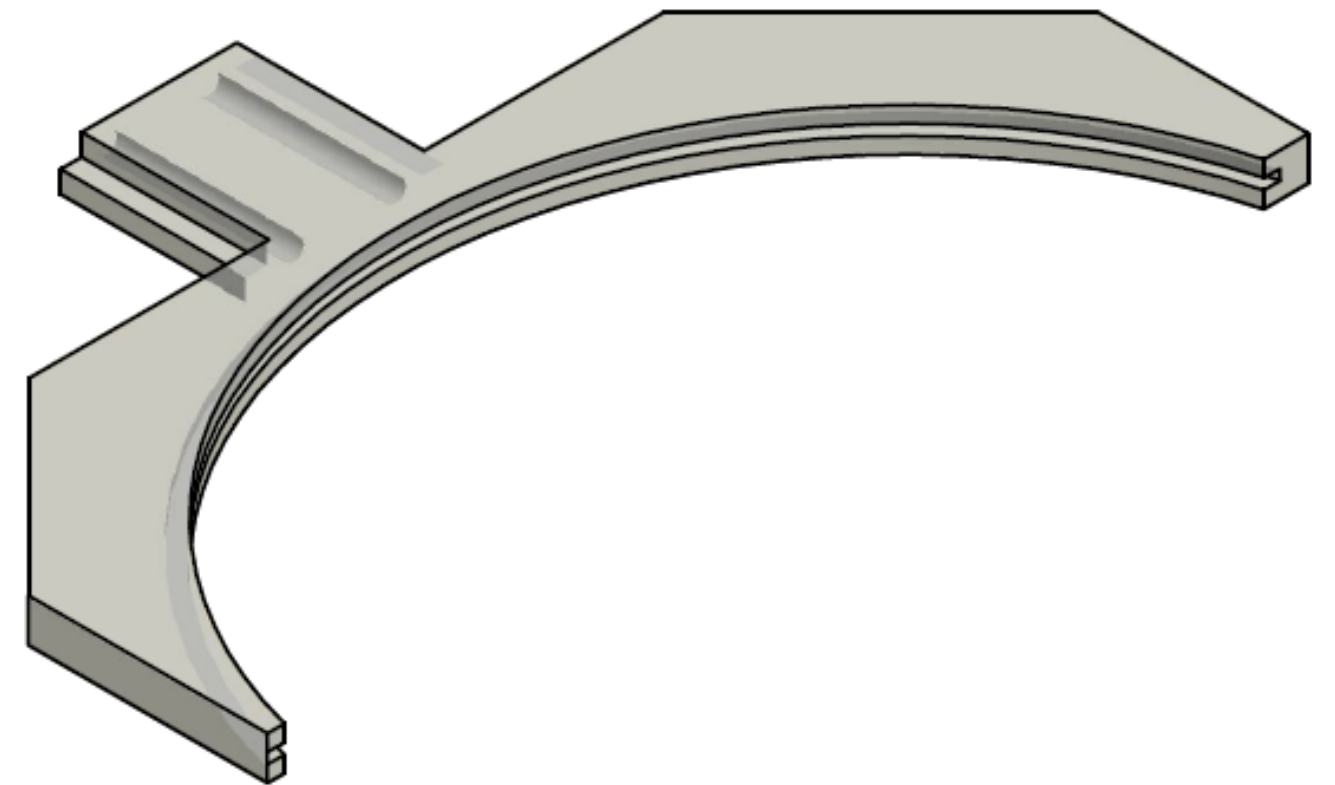
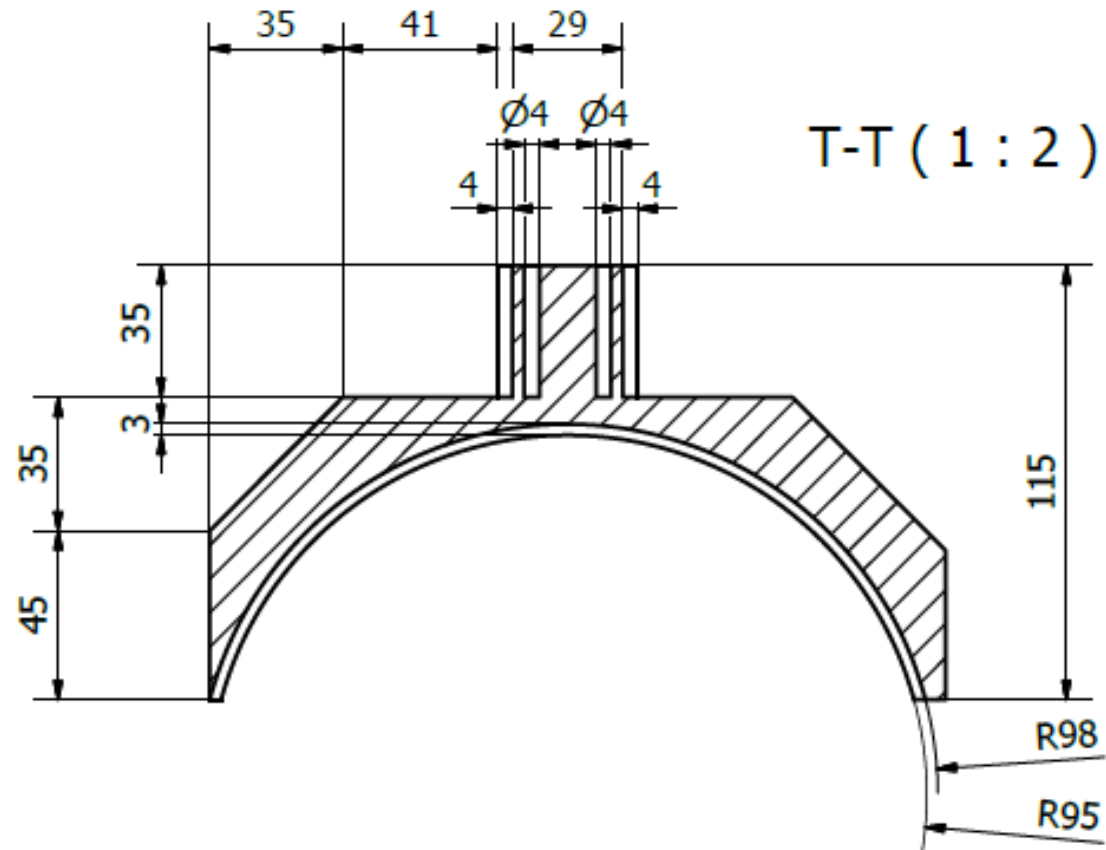
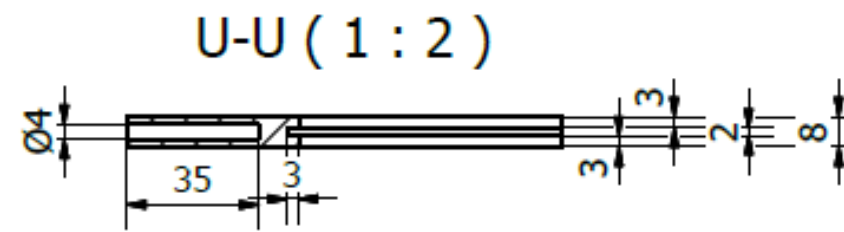
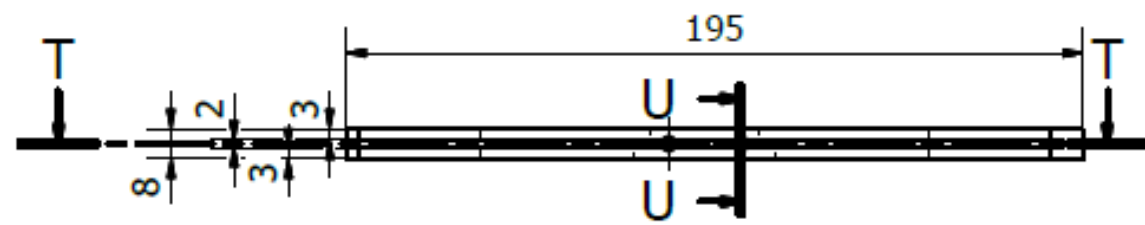
| | | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------|-------------------|---|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | A3 |
| GeoSilica | | Átöppunarvél | | | |
| Spennuhalda | | | Edition | Sheet 17 / 20 | |

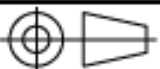


| | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|-------------------|---|-----------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date 30.5.2014 |  | A3 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél | | |
| | | | Spennuhalda 2 | Edition Sheet 18 / 20 | |



| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|---------------------|---|-------------------|------------------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél | | | |
| | | | Spennuarmur stuttur | | Edition | Sheet 19 / 20 |

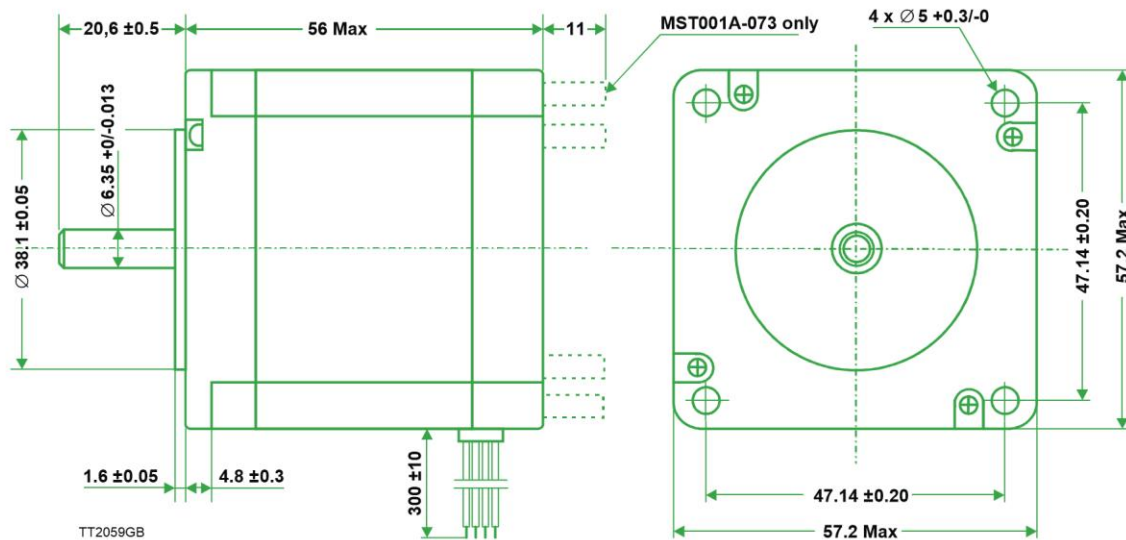


| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------|--------------------------|---|-------------------|------------------|
| Designed by Davíð Ásgeirsson | Checked by | Approved by | Date |  | Date 30.5.2014 | A3 |
| GeoSilica | | | Átöppunarvél | | | |
| | | | Spennuarmur stór vinstri | | Edition | Sheet 20 / 20 |

Viðauki C

Fylgirit með skref mótör MST001A-S8

High Torque Step Motor MST001A/MST001A-73

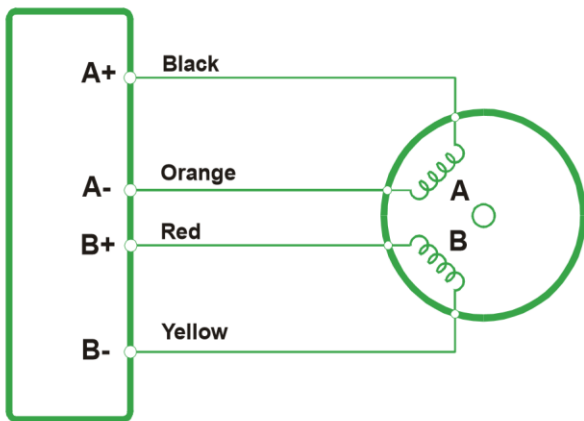


| General specifications | | Electrical specifications | |
|------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| Step angle | 1.8 deg. | Driver | Bi-polar |
| Number of phases | 2 | Rated voltage | 2.8V |
| Steps per revolution | 200 | Current | 2.5A |
| Step angle accuracy | $\pm 5\%$ | Inductance per phase | 5.6mH $\pm 20\%$ |
| Temperature rise | 80°C Max. | Resistance per phase | 1.1Ohm $\pm 20\%$ |
| Insulation resistance | 100MOhm Min. (500VDC) | Holding torque | 1.14Nm Min. (2.5A) |
| Insulation class | Class B | Detent torque | - |
| Cable length | 30cm | Rotor inertia | 0.3kgcm ² |
| Weight | 738 grams | IP | 44 |

High Torque Step Motor MST001A/MST001A-73

Connections

The step motor MST001A is designed and dimensioned by JVL for use with the entire range of JVL step motor drivers and controllers. It is a high torque stepper motor that, in spite of its length of only 56 mm, offers as much as 1.2Nm. The motor MST001A can be connected directly to the range of JVL drivers and controllers as shown below.



Driver/Controller TT2060GB

Motor

Recommended JVL Controllers and Drivers

The following JVL controllers and drivers are recommended for use with the high torque step motor type MST001A:

General applications:

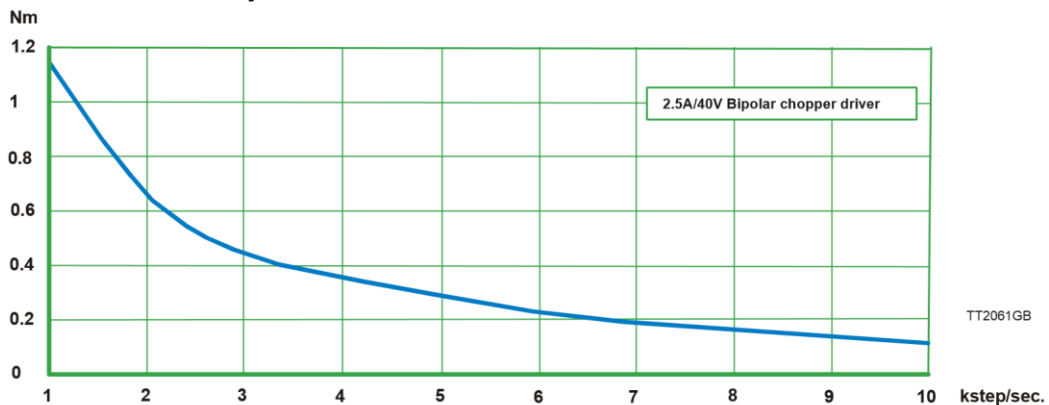
| | |
|-------------------------------|--------|
| Step motor controller SMC20, | 40V/3A |
| Step motor controller SMC23A, | 40V/3A |
| Step motor controller SMC24A, | 40V/3A |
| Step motor controller SMC25A, | 40V/3A |
| Step motor controller SMC26A, | 40V/3A |
| Step motor driver SMD10A2, | 40V/3A |
| Step motor driver SMD10A4, | 40V/3A |

Step motor driver SMD73,
(See details below)

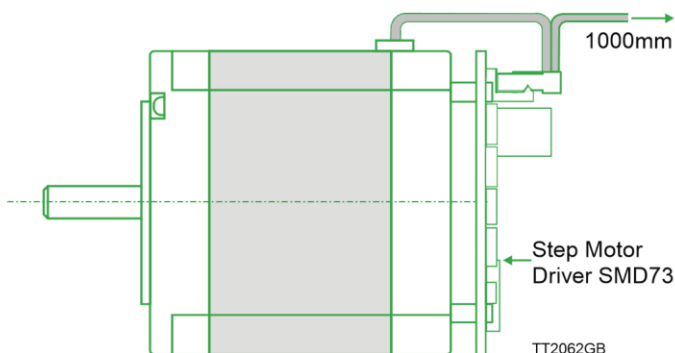
High velocity applications and applications requiring high dynamic

| | |
|----------------------------|--------|
| Step motor driver SMD41A1, | 80V/3A |
| Step motor driver SMD41A2, | 80V/3A |
| Step motor driver SMD41A3, | 80V/3A |
| and - adjusted to 2,5A: | |
| Step motor driver SMD15B1, | 80V/6A |
| Step motor driver SMD15B2, | 80V/6A |
| Step motor driver SMD15B3, | 80V/6A |
| Step motor driver SMD15B4, | 80V/6A |

Torque versus velocity



MST001A-73 prepared for back mounting of SMD73 Driver



Compact design solution for back mounted SMD73 Step Motor Driver. See SMD73 Datasheet for further details.

| | |
|-------|-----|
| Black | 0V |
| Red | 24V |
| Brown | CLK |
| Blue | DIR |



JVL Industri Elektronik A/S
 Blokken 42
 DK-3460 Birkerød, Denmark
 Tel: +45 4582 4440
 Fax: +45 4582 5550
 E-mail: jvl@jvl.dk www.jvl.dk

Viðauki D

Fylgirit með GeckoDrive G203V

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

Thank you for purchasing the G203V drive. The G203V is Geckodrive's new generation CPLD-based microstep drive. It has short-circuit protection for the motor outputs, over-voltage and under-voltage protection, over-temperature protection, reversed power supply polarity protection and will survive accidental motor disconnects while powered-up. The "V" in G203V stands for "Vampire" as it is an unkillable drive.

The G203V uses a synchronous PWM design that is absolutely silent when the motor is stopped or turning slowly. It virtually eliminates stopped-motor heating regardless of power supply voltage. The G203V is a jumper-free drive. There are no internal user settings at all so there is no need to ever remove the drive cover at all.

The STEP, DIRECTION and DISABLE inputs are opto-isolated. All three inputs work with 2.5V, 3.3V or 5V logic drive signals. The input drive current is now 2.5mA at 2.5V so almost all logic family (74LS, 74HC, etc.) can be used to drive these inputs. The COMMON return for the signals is controller ground referenced instead of +5VDC. This greatly eases the drive to controller interface.

There are no unusual STEP to DIRECTION timing restrictions. Stepping occurs on the positive edge of the STEP pulse. The DIRECTION input must be true 200nS before and after this STEP pulse edge.

The G203V microstep drive is warranted to be free of manufacturing defects for 1 year from the date of purchase. Anyone who is dissatisfied with it or is unable to make it work to their satisfaction for any reason will be cheerfully refunded the purchase price if the G203V is returned within 15 days of the purchase date in a cosmetically and electrically undamaged condition.

PLEASE READ FIRST BEFORE USING THE G203V

Before you start you must have a 2-phase hybrid PM step motor (ordinary 1.8 or 0.9 degree per step motor), a DC power supply suitable for the motor and a current set resistor. The motor's rated phase current must not be more than 7 Amps. The power supply voltage must be between 15VDC and 80VDC unregulated. The current set resistor may be a 1/4-Watt, 5% part.

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

Finally have a STEP, DIRECTION and DISABLE (if needed) source available.

G203V TERMINAL WIRING

The G203V uses a 2-piece modular main connector. The connector is split in two pieces; terminals 1 through 6 (power supply and motor leads) and terminals 7 through 12 (control interface). Each can be removed separately by pulling the connector body upwards and off of the mating header pins on the G203V. The connectors must initially be removed to mount the G203V to a heatsink or chassis.

TERMINAL 1 Power Ground

Connect the negative (black) lead of your power supply to this terminal.

TERMINAL 2 Power (+)

Connect the positive (red) lead of your power supply to this terminal. It must be between +18VDC to +80VDC.

TERMINAL 3 Motor Phase A

Connect one end of your “Phase A” motor winding here.

TERMINAL 4 Motor Phase /A

Connect the other end of your “Phase A” motor winding here.

TERMINAL 5 Motor Phase B

Connect one end of your “Phase B” motor winding here.

TERMINAL 6 Motor Phase /B

Connect the other end of your “Phase B” motor winding here.

TERMINAL 7 Disable

This terminal will force the winding currents to zero when tied to the step and direction controller +5V.

TERMINAL 8 Direction

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

Connect the DIRECTION signal to this terminal.

TERMINAL 9 Step

Connect the STEP signal to this terminal.

TERMINAL 10 Common

Connect the controller's GROUND to this terminal.

TERMINAL 11 Current Set

Connect one end of your current set resistor to this terminal.

TERMINAL 12 Current Set

Connect the other end of your current set resistor to this terminal.

POWER SUPPLY WIRING

TERMINAL 1 Power Ground

Connect the power supply ground to term.1

TERMINAL 2 Power (+)

Connect the power supply "+" to this terminal

The power supply voltage must be between 15 VDC and 80 VDC. The maximum power supply current required is equal to the motor's rated phase current. An unregulated power supply may be used so long as the voltage stays between the specified limits; keep the power supply ripple voltage to 10% or less for best results.

CAUTION! Power supply voltage in excess of 80 VDC will blow the G203V internal fuse.

CAUTION! Reversed power supply polarity will blow the G203V internal fuse.

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

CAUTION! Never put a switch on the DC side of the power supply!
This will damage, if not destroy, your drive!

The choice of power supply voltage depends on the required high-speed performance from the motor; doubling the voltage doubles the motor's high-speed power. In all cases the power supply voltage should be no less than 4 times or no more than 20 times the motor's rated voltage. The motor may not run as smoothly as possible if the power supply voltage is less than 4 times or more than 20 times the motor's rated voltage. A power supply voltage greater than 20 times the motor's rated voltage may overheat and damage the motor. Motor winding inductance should be 500uH or greater.

A more accurate calculation of power supply voltage is to find your motor's inductance, and put it into the following equation.

$$32 * (\sqrt{\text{mH inductance}}) = \text{Power Supply Voltage}$$

If your motor has 2mH of inductance, the equation would look as follows.

$$32 * (\sqrt{2}) = 45.12V$$

MOTOR CONNECTION

TERMINAL 3 Phase A

Connect one motor winding to this terminal

TERMINAL 4 Phase /A

Connect the other end of the winding to this terminal

TERMINAL 5 Phase B

Connect the other motor winding to this terminal

TERMINAL 6 Phase /B

Connect the other end of the winding to this terminal

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

One motor winding connects to terminals 3 and 4 and the other winding connects to terminals 5 and 6. Turn the power supply off when connecting or disconnecting the motor. If the motor turns in the wrong direction, reverse the motor winding connections to terminals 3 and 4.

CAUTION! Avoid shorting the motor leads to each other or to ground or the G203V will enter protective shut-down.

4-wire, 6-wire and 8-wire motor may be used. If 6-wire motors are used, they may be connected in half winding or full winding.

This is equivalent to an 8-wire motor connected in parallel or series. If a motor is connected in series or full winding, the motor's

phase current rating is half of its parallel or unipolar rating. The choice depends on the high-speed performance required; a parallel-connected motor will provide twice the power of a series-connected motor at the same power supply voltage.

DISABLE PIN

TERMINAL 7 Disable

This terminal will force the winding currents to zero when tied to the step and direction controller +5V.

The DISABLE input on the G203V is optically isolated and requires logic "1" to DISABLE and logic "0" to ENABLE the drive. Once it is disabled, the motor windings are unenergized and the motor freewheels.

STEP AND DIRECTION INPUTS

TERMINAL 8 Direction

Connect the DIRECTION line to this terminal.

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

TERMINAL 9 Step

Connect the STEP line to this terminal.

TERMINAL 10 Common

Connect this terminal to the controller GROUND

These 3 inputs are optically isolated from the rest of the drive. They will operate with 2.5V, 3.3V or 5V logic outputs with 2.5mA minimum source drive current. The STEP input's maximum rated frequency is 350kHz with a 50% duty-cycle waveform. The G203V steps the motor on the 0 to 1 logic (positive) edge of the STEP signal.

TERMINAL 11 Current Set

Connect the current set resistor to this terminal

TERMINAL 12 Current Set

Connect the other end of the current set resistor to this terminal

This input matches the G203V's current output to the motor windings. The G203V will accommodate motor winding currents from 0 to 7A. Use the following equation to calculate the value, (in kilo-Ohms) of the current set resistor:

R (in kilo-ohms) = $47 * I / (7 - I)$ Use the nearest standard value 5% tolerance, 1/4W resistor for this setting.

Here are the current set resistor values for motor current in .5A increments. Round the appropriate answer to the nearest 5% resistor value.

- a. 1A – 7.8K
 - b. 1.5A – 12.8K
 - c. 2A – 18.8K
 - d. 2.5A – 26.1K
 - e. 3A – 35.25K
 - f. 3.5A – 47K
 - g. 4A – 62.67K
 - h. 4.5A – 84.6K
-

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

- i. 5A – 115K
- j. 5.5A – 172.33K
- k. 6A – 282K
- l. 6.5A – 611K
- m. 7A – OPEN

OTHER CONSIDERATIONS:

HEATSINKING: The G203V needs heatsinking for current settings greater than 3 amps. The case temperature (measured on the bottom plate) should not exceed 70 degrees C, and for best life should be kept at 50C degrees or less. Use heatsink compound between the G203V and your heatsink.

CAUTION! Current settings above 3A without a heatsink may result in the G203V entering thermal shutdown.

AUTO CURRENT REDUCTION: The G203V reduces motor phase current to 71% of the set current value 1 second after the last step pulse is sent. The G203V also changes to a special recirculating current mode to nearly eliminate motor heating.

ADJUST: This trimpot adjusts the motor for the smoothest possible low-speed operation. Set the motor speed to about 1/2 revolution per second and then turn the trimpot until a distinct null is noted in the motor's vibration. This will result in the most even microstep placement for a given motor and power supply voltage. The default setting for this trimpot is at 1/2 -turn and the setting for your motor will be within +/- 1/4-turn of the default setting.

MAIN CONNECTOR: The G203V uses a 2-piece modular main connector. The connector is split in two pieces; terminals 1 thru 6 (power supply and motor leads) and terminals 7 thru 12 (control interface). Each can be removed separately by pulling the connector body up and away from the top surface of the G203V. Remove the connectors to access the G203V front mounting screw locations in order to mount it to a heatsink or chassis.

G203V INDICATORS:

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

POWER LED: The **GREEN** POWER indicator is lit whenever the G203V has power supply voltage applied.

FULL POWER LED: The **YELLOW** FULL POWER indicator is lit when the motor is turning fast enough to generate maximum possible mechanical power. Power is torque times RPM and power output reaches its maximum value when this indicator is lit. Use this indicator to verify your motor is optimally geared to the load.

ERROR LED: The **RED** ERROR indicator is lit when:

- 1) During power-on reset for 1 second when power is first applied to the G203V.
- 2) While the DISABLE input is active.
- 3) When there is a short-circuit on any motor output. Momentarily activate the DISABLE input to reset.
- 4) During over-temperature shutdown. The LED automatically resets when the drive temperature drops.

INTERNAL FUSE: The G203V uses a socketed, user-replaceable internally mounted fuse (Littlefuse Inc. part # 0251005.MXL). Reversing the power supply polarity or a power supply voltage over 114VDC will cause the internal fuse to blow.

CAUTION! Do not use any other type of fuse, do not bridge a blown fuse with wire and do not solder the fuse in place. Doing so will void the drive's warranty.

REMOVING AND REPLACING THE COVER:

REMOVING THE COVER:

- 1) Remove the two 2-56 phillips-head screws on the bottom of the drive. 2) Slide the cover backwards until it clears the drive.

REPLACING THE COVER:

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

- 1) Slide the cover forward over the drive while lifting the back of the cover.
- 2) Replace the screws on the bottom of the drive.

It is recommended to use small needle-nose pliers or tweezers to move the jumpers on the internal headers.

MAIN CONNECTOR: The G203V uses a 2-piece modular main connector. The connector is split in two pieces; terminals 1 thru 6 (power supply and motor leads) and terminals 7 thru 12 (control interface). Each can be removed separately by pulling the connector body upwards and off of the mating header pins on the G203V. The connectors must initially be removed to mount the G203V to a heatsink or chassis.

TROUBLESHOOTING:

EVERYTHING IS CONNECTED, NOTHING HAPPENS: Is the **GREEN** LED lit? If not, either the G203V has no power supply voltage connected or something very bad caused its internal fuse to blow. Check the power supply voltage using a multimeter set to 'DC VOLTS' on terminal screw heads 1,2 of the drive.

The internal fuse is the G203V's final line of protection. It blows only under the most extreme circumstances. Those are reversed power supply polarity; AC voltage instead of DC voltage on terminals 1 and 2 and power supply voltages in excess of 114VDC. Correct the problem and replace the fuse with the only approved type. It is the only kind that blows fast enough to protect the G203V. Anything else voids the warranty.

EVERYTHING IS CONNECTED, RED INDICATOR STAYS LIT: If the **RED** and **GREEN** indicator LEDs are lit then the motor is miswired, the motor has a wire shorted to ground, is shorted to another motor wire or the motor is bad. Secondly: Everything ran OK but the **RED** LED lit a while later. Check the drive temperature; it may have overheated because of inadequate heatsinking. Also see that the DISABLE input isn't being activated (+5VDC on DISABLE).

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

MOTOR HAS NO HOLDING TORQUE: If the **RED** LED is off and the **GREEN** LED is on, check the **CURRENT SET** resistor with a multimeter. Re-calculate the resistor value. Check to see if the motor is connected to the G203V.

MOTOR HAS HOLDING TORQUE BUT WON'T MOVE: Check your **STEP**, **DIRECTION**, **DISABLE** (if used) and **COMMON** interface. Verify **COMMON** goes to your controller **GND**.

MY MOTOR RUNS ROUGH AT LOW SPEEDS: Try adjusting the **ADJUST** trimpot setting. Verify you are using the correct **CURRENT SET** resistor. A round stepper motor will not operate as well as a square stepper motor as they were not designed for microstepping.

MY YELLOW LED NEVER LIGHTS: You are not going fast enough to get full power from your motor. If you don't need to go any faster, use a lower power supply voltage. This indicator is a good application diagnostic for motor gearing and power supply voltage choice. Using it correctly will help you to optimize your system.

DISCLAIMER

CERTAIN APPLICATIONS USING POWER PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY OR SEVERE DAMAGE TO PROPERTY. GECKODRIVE INC. PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED OR

WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF GECKODRIVE INC. PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE PURCHASER'S OWN RISK

In order to minimize risks associated with the purchaser's application, adequate design and operating safeguards must be provided by the purchaser to minimize inherent or procedural hazards. GECKODRIVE INC. assumes no liability for applications assistance or the purchaser's product design. GECKODRIVE INC. does not warrant or represent that

G203V STEPPER DRIVE

REV 7: January 7, 2010



GECKODRIVE, INC.
14662 FRANKLIN AVE
SUITE E
TUSTIN, CA 92780
(714) 832-8874

any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright or other intellectual property right of GECKODRIVE INC.

SPECIFICATIONS:

| | |
|-----------------------------|--|
| Supply Voltage: | 15 to 80 VDC |
| Phase Current: | 0 to 7 Amps |
| Auto Current Reduction: | 71% of set current, 1 second after last Step Pulse |
| Size: | 2.5"W, 2.5"D, .85"H (63.5mm, 63.5mm, 21.5mm) |
| Mounting Pattern: | 4 6-32 screws, 1.75" by 2.375" (44.5 mm, 60 mm) |
| Weight: | 3.6 oz. (100 gm) |
| Quiescent Current: | 20 Ma or less (drive disabled) |
| Short-circuit trip current: | 10A, 3uS response time |
| Step Frequency: | 0 to 333 kHz |
| Step Pulse "0" Time: | 2uS min (Step on rising edge) |
| Temp: | 0 to 70 C |
| Step Pulse "1" Time: | 1 uS min |
| Humidity: | 0 to 95 % (non-condensing) |
| Direction Setup: | 200nS before step pulse rising edge 200nS hold after step pulse rising edge |
| Power Dissipation: | 1 to 13 W (0 to 7 Amps) |

Viðauki E

Gantt kort

