



SPANHITUN

Alfreð Hafsteinsson

2015

Lokaverkefni í vélíðnfræði

Alfreð Hafsteinsson:

Kennitala: 060163-2519

Leiðbeinandi: Sveinn Hinrik Guðmundsson

Tækni- og verkfræðideild

School of Science and Engineering



Tækni- og verkfræðideild

Heiti verkefnis:

Spanhitun

Námsbraut:

Véliðnfræði

Tegund verkefnis:

Lokaverkefni í véliðnfræði

Önn:

Vorönn

Námskeið:

Ágrip:

Í stuttu máli þá snýst verkefnið um breytingu/viðbót við kerréttigarvél fyrir ker í álverum. Núverandi búnaður er stórt tæki með vökvatjökkum sem híft er ofan á kerendann og húkkast inn fyrir gaflinn. Öflugir tjakkar eru svo látnir tjakka gafl kersins til. Svo kölluð dekkplata ofan á gaflinum sem er 500 mm breið og 20mm þykk myndar mikinn styrk á móti réttingarstefnumanni. Til þess að minnka spennuna í dekkplötunni eru tvö fleygmynduð svæði á dekkplötunni hituð upp í ca 800-1000° C. Núverandi fyrirkomulag virkar þannig að eftir að réttingarvélin hefur verið hífð yfir á kerið og staðsett rétt þar, er platan hituð handvirkt með tveimur öflugum gas/súr spíssum. Til þess þarf two menn, töluverð eldhætta er og mikil hitageislun á sér stað.

Verkefnið snýst um að smíða sjálfvirkan búnað sem getur sett spanspólur niður að plötunni og hita hana með spanhitun.

Umsjónarkennari:

Jens Arnljótsson

Leiðbeinandi:

Sveinn Hinrik Guðmundsson

Fyrirtæki/stofnun:

DTE

Dagsetning:

12.05.2015

Lykilord íslensk:

Spanhitun

Lykilord ensk:

Induction heating

Dreifing:

opin

lokuð

til:



Formáli

Verkefnið er unnið sem lokaverkefni í Véliðnfræði og er um hönnun á spanhitagjöfum sem notaðir eru sem hluti búnaðar til viðhalds á álbræðslukerjum.

Við leit að verkefni komst ég í samband við Svein Hinrik Guðmundsson sem starfar hjá verkfræðistofunni DTE. Hann hafði hannað ásamt fleirum vél sem notuð er til að rétta gafla á álbræðslukerjum og kom hann með hugmyndina um þennan viðbótarbúnað.

Ég vil þakka honum fyrir leiðsögn á meðan verkefninu stóð ásamt eftirtöldum aðilum.

Jens Arnljótsson Lektor og umsjónakennari verkefnisins

Kristinn Sigurjónsson Lektor

Ásgeir Matthíasson stundakennari

Richard Már Jónsson stundakennari

Alfreð Hafsteinsson

Efnisyfirlit

1 Inngangur	4
1.1 Kerrétingarbekkur	5
1.2 Álbræðsluker.....	5
1.3 Tjakkar á réttingarbekk.....	6
1.4 Dekkplata	6
2 Hönnunarforsendur	7
3 Meginmál.....	8
4 Samanburður aðferða.....	9
4.1 Gashitun.....	9
4.2 Spanhitun.....	9
5 Hvað er spanhitun!	10
5 Aflþörf	15
7 Hönnun spanspólu	18
8 Hönnun arms og færslubúnaðar.....	19
9 Kraftar	20
10 Kraftar og spennur á arm.....	21
10.1 Kraftar á tjakkarm	21
10.2 Kraftur/ Spenna á eftir auga (tjakk) arms.	21
10.3 Kraftur/ Spenna á neðra auga/lið arms.	21
11 Kraftar á eyrum og suðum.	22
11.1 Eyrur fyrir arm.	22
11.2 Styrkur eyra við gat.....	22
11.3 Raun spenna eyru	22
11.4 Beygjuvægið.....	23
11.5 Suður á eyrum fyrir arm.....	23
11.6 Eyrur fyrir tjakk.....	24
11.7 Styrkur eyra við gat.....	24
11.8 Raun spenna eyru	24
11.9 Beygjuvægið.....	25
11.10 Suður á eyrum.....	25
12 Boltar	26
12.1 Bolti sem heldur arm.	26
12.2 Bolti sem heldur tjakk.	26
12.3 Pinni í tjakkstangarenda	26

13 Vökvakerfi.....	27
13.1 Teikning vökvakerfi	27
13.2 Afl vökvatjakks	28
13.3 Val á gorm	28
14 Iðntölvustýring	29
14.1 Virknilýsing PLC stýringar	29
14.2 Inn/Útgangsmerki	30
14.3 Útreikningur.....	30
14.4 PLC forrit	31
15 Kostnaðaráætlun	32
16 Rekstrarkostnaður	33
16.1 Gashitun.....	33
16.2 Spanhitun.....	33
17 Lokaorð	34
18 Niðurstaða	34
19 Tákn og formúlur	35
20 Heimildaskrá	36
3. Glósur úr "Practical Induction Heat Treating" eftir Richard E. Haimbaugh.....	36
4. Handbók með Kerréttigarvél PSM 3000 Útg. 50-103 1.0	36
21 Teikningar úr Inventor	36
22 Fylgiskjöl.....	36

1 Inngangur

Kerréttigarbekkurinn, mynd 1. sem spanhitabúnaðurinn á að verða hluti af er tæki til að rétta af gaflhluta á álbræðslukerjum. Gaflarnir vilja sveigjast út undan stöðugu hitaá lagi í langan tíma, mynd 2. Kerréttigarbekkurinn er útbúin með 3 öflugum tjökkum sem þrýsta á styrktarbita á utanverðum enda kersins, mynd 3. Svo kölluð dekkplata ofan á gaflinum sem er 500 mm breið og 20mm þykk myndar mikinn styrk á móti réttingarstefnunni. Til þess að minnka spennuna í dekkplötunni eru tvö fleygmynduð svæði á dekkplötunni hituð upp í ca 800-1000 °C. Þetta hefur verið gert handvirkt með öflugum gashiturum hingað til, mynd 5. Verkefnið gengur út á það að koma fyrir spanhitaspólum til að hita þessi fleygmynduðu svæði í stað þess að nota gashitara og gera ferlið alveg sjálfvirkt.

Við gerð verkefnisins var notast við eftirfarandi forrit.

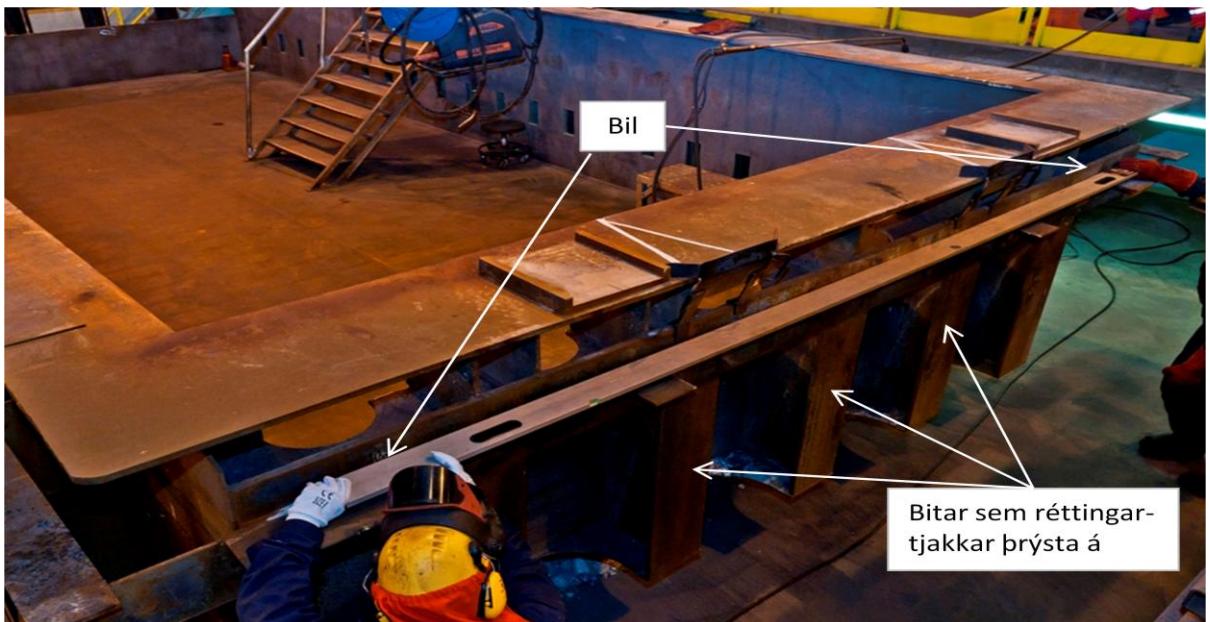
- Autodesk Inventor Professional 2016
- Microsoft Word 2007
- Microsoft Excel 2007
- Zelio Soft2

1.1 Kerréttigarbekkur



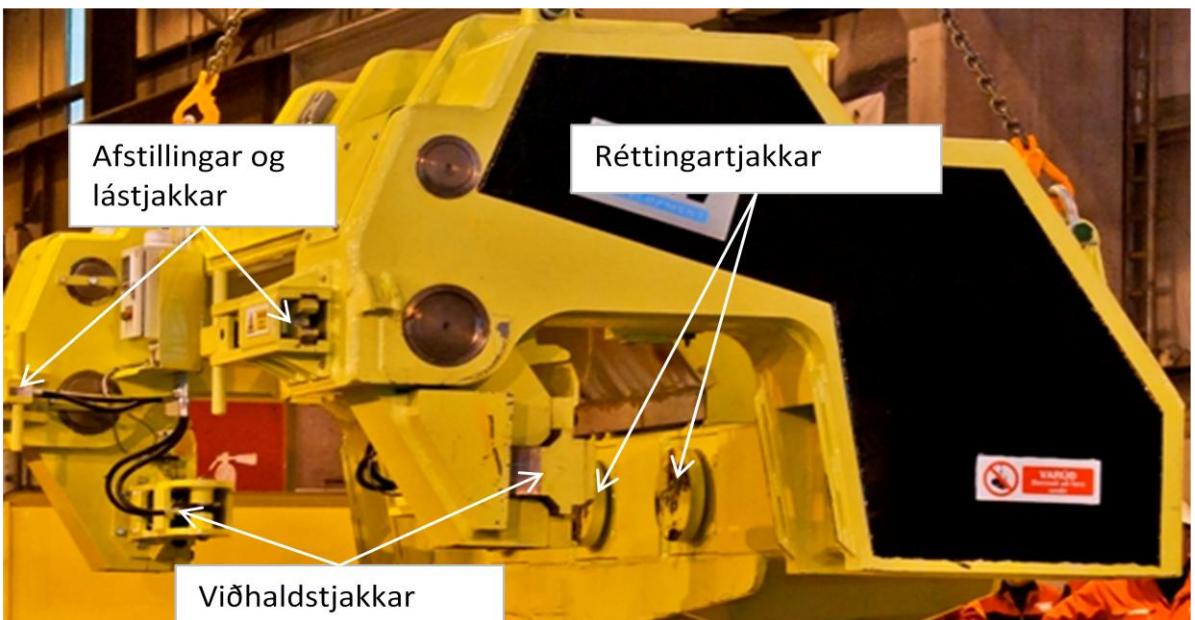
Mynd 1

1.2 Álbræðsluker



Mynd 2

1.3 Tjakkar á réttingarbekk



Mynd 3

1.4 Dekkplata



Mynd 4

2 Hönnunarforsendur

Hanna einhverskonar sjálfvirkan búnað sem gæti komið spanhitaspólum niður að ofanverðri dekkplötunni þegar réttingarbekkurinn væri kominn á sinn stað á kerendanum. Jafnframt þurftu spólurnar að færast frá þegar hitun væri ekki í gangi, fyrst og fremst til að verja þær fyrir skaða þegar verið er að hífa bekkinn til og frá kerjunum. Einnig til að koma í veg fyrir hitaskemmdir ef kæling færi af spólunum eftir að stálið væri orðið nokkur hundruð gráðu heitt.

Hugmyndin var að afgangjafinn og stjórnþúnaðurinn yrði staðsettur á réttingarbekknum sjálfum og nýtt yrði háþrýstoliúkerfi sem fyrir var.

3 Meginmál

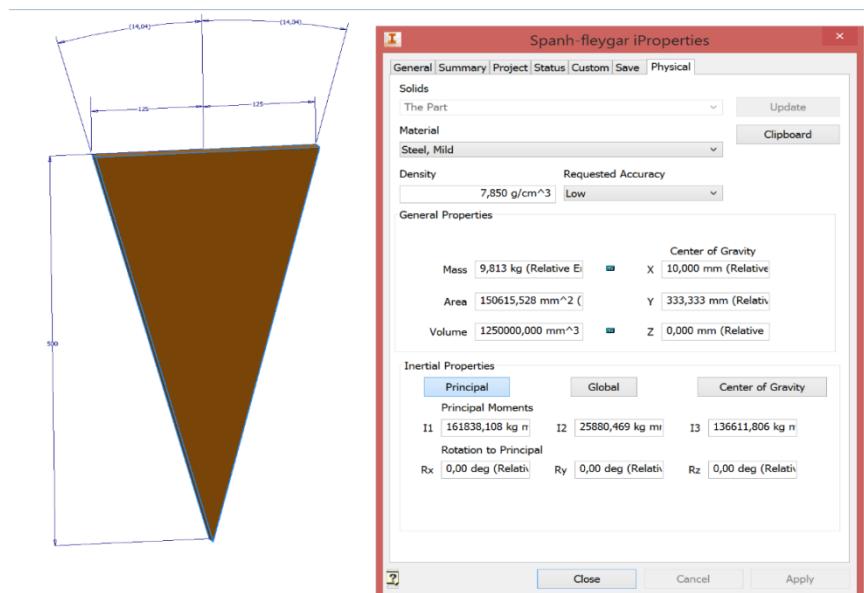
Ég renndi nokkuð blint í sjóinn þegar ég tók að mér þetta verkefni og vissi frekar lítið um spanhitun.

Til að byrja með var gerð teikning af plötunni og þeim svæðum sem á að hita og þessar upplýsingar sendi ég á nokkur fyrirtæki sem framleiða búnað til spanhitunar, mynd 5 og mynd 6.

Fljótlega var það ljóst að það var eiginlega bara um eina aðferð að ræða þar sem einungis er hægt að hita plötuna frá annarri hliðinni. Aðferðin er að nota svokallaða "Pancake" gerð af spólu til að hita plötuna en spurningin var meira um aflið sem til þyrfti. Eftir töluvert mikil póstsamskipti, útreikninga og spekulasjónir fengum við gróft tilboð í afgjafa ásamt þeim búnaði sem til þarf. Sjá eigin útreikn. bls.15 og svo tilboðsútreikn. í viðauka.



Mynd 5



Mynd 6

4 Samanburður aðferða

Samanburður á gas/súr hitun annarsvegar og svo rafmagnshitun með spanspólum hins vegar.

4.1 Gashitun

Kostir

1. Gas/Súr er öflugur hitagjafi.
2. Nokkuð einföld og fljóttleg aðferð.
3. Gas/Súr er aðgengilegt efni.

Ókostir

1. Töluverð eldhætta er alltaf fyrir hendi þegar unnið er með opinn eld.
2. Tveir menn eru bundnir við hitunina og a.m.k. í einhverri slysahættu.
3. Það er erfitt að átta sig nákvæmlega á hitastigi efnisins.
4. Það er erfitt að hafa stjórн á hituninni og hafa hana jafna.
5. Það á sér stað mikil varmageislun á meðan á hituninni stendur.

4.2 Spanhitun

Kostir

1. Mjög hættu lítil aðferð.
2. Umhverfisvæn aðferð.
3. Algjörlega sjálfvirkт ferli.
4. Hitunin er nákvæm.
5. Auðvelt að stjórna hitastigi efnisins nokkuð nákvæmlega.
6. Það á sér stað frekar lítil varmageislun.
7. Rafmagn er ódýr orkugjafi.

Ókostir

1. Stofnkostnaður frekar mikill.
2. Viðhald þegar frá líður.

5 Hvað er spanhitun!

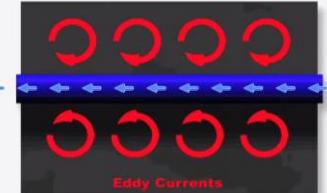
Hér á eftir er svona í grófum dráttum gerð grein fyrir hvernig spanhitun virkar.

Spanhitun er ferli þar sem rafleiðandi efni eru hituð með rafsegulsviði.

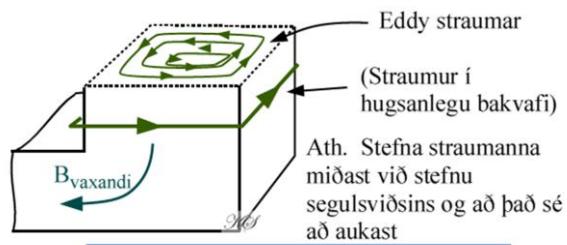
Aflgjafi framleiðir riðstraum sem leiddur er í gegnum spólu (Induction coil). Þessi spóla er svo hinn eiginlegi hitagjafi. Eins og þekkt er þá myndast rafsegulsvið í kringum leiðara sem rafstraumur flæðir eftir.

Þegar spóla sem rafstraumur flæðir eftir er svo staðsett nálægt rafleiðandi efni t.d. stáli þá myndar rafsegulsviðið í

kringum leiðarana rafstraum með gagnstæðri stefnu í viðkomandi hlut. Þessi (r) straumar eru hvirfilstraumar sem oft eru nefndir "Eddy-currents" mynd 7.



Mynd 7



Viðnám efnisins (hlutarins) gagnvart þessum rafstraum veldur aftapi sem kemur fram sem varmi.

Aftapið sem verður við viðnámið

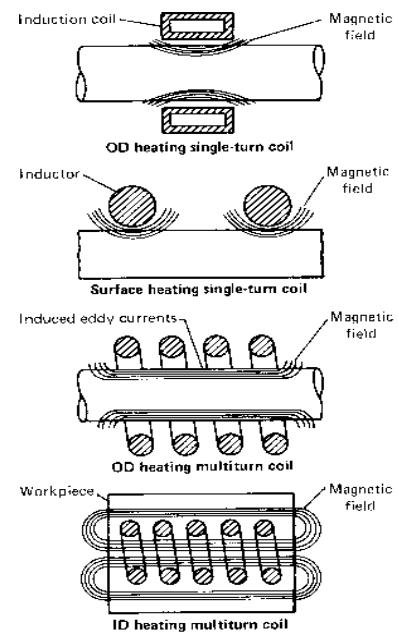
gagnvart straumnum er

$$P = I^2 \times R.$$

EKKI er þörf á neinni beinni snertingu. Spólan virkar eins og forvaf í spennibreyti og stykkið sem að hita sem eftirvaf. Mynd 8.

Mismunandi gerðir af spólum sjást svo á mynd 9.

Mynd 8

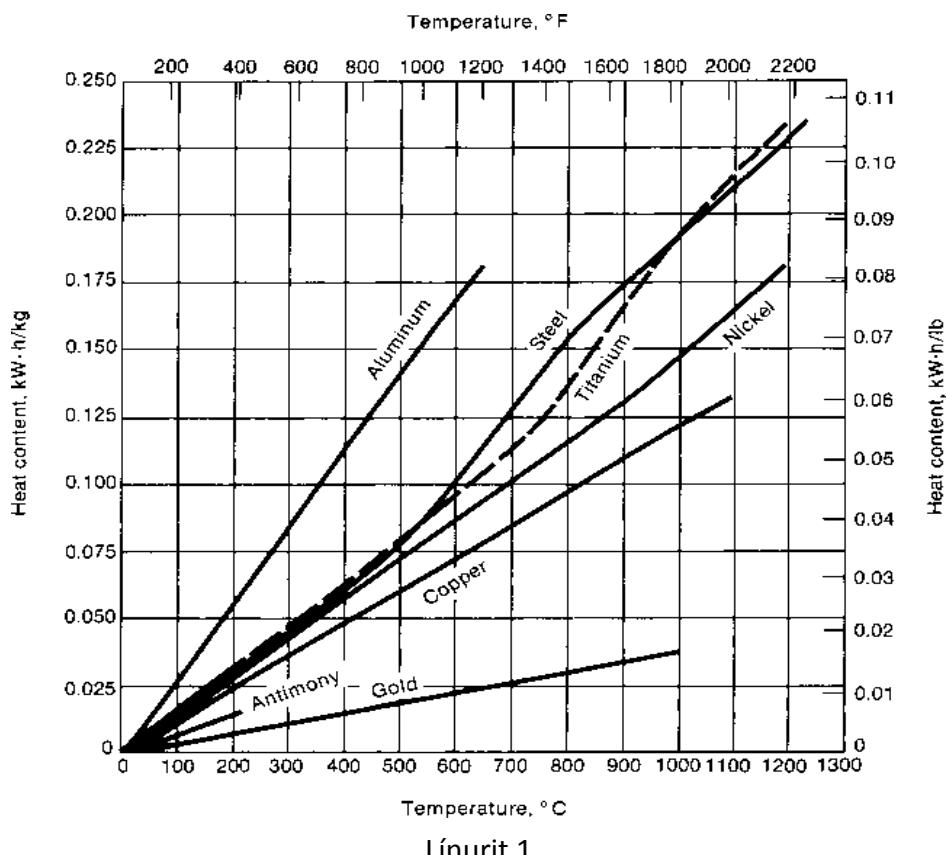


Mynd 9

Hve hratt viðkomandi stykki hitnar er háð nokkrum atriðum.

Tíðni straumsins, styrk straumsins, varmarýmd efnisins, viðnámi efnisins og segulmögnunar þéttleika efnisins "gengndræpi" "Permeability".

Hitameðhöndlun með spanhitun er eins og fyrr segir háð eðliseiginleikum efnisins sem á að hita . Varmarýmd, segulmögnunar hæfni og viðnámi. Þessir eðliseiginleikar eru hita háðir. Þ.e. breytast við hækkandi hitastig . Línurit 1 sýnir hvernig eðlisvarmi (eiginleikinn til að draga í sig varma) breytist í mismunandi efnum við breytilegt hitastig.



Stál eins og margir málmar hefur þann eiginleika að draga til síн meiri varma við hækkandi hitastig. Þ.e. það þarf meiri orku til að hita hvert kg af stáli eftir því sem hitinn hækkar og eins og sást á línuriti 1 og er sýnt í meðfylgjandi töflu 1. Þá hefur stál u.p.b. 8-10 sinnum meira viðnám við 760°C heldur en við stofuhita.

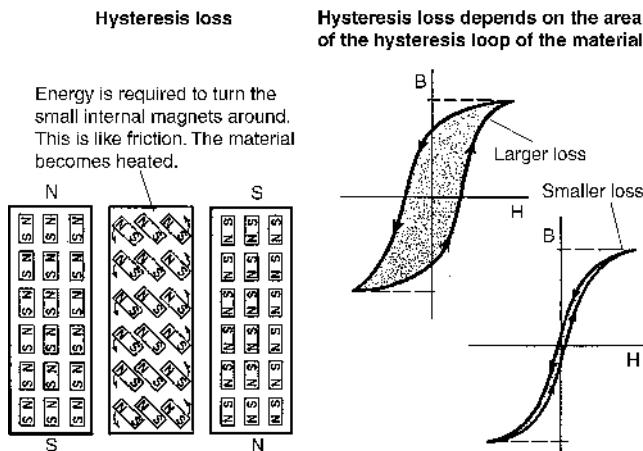
Table 1 Resistivity of different metals

Approximate electrical resistivity, $\mu\text{d1, } \bullet \text{ cm} (\mu\text{d1, } \bullet \text{ in.})$, at temperature, $^{\circ}\text{C} (^{\circ}\text{F})$, of:

Material	20	(68)	95	205	315	540	760	980	1205
Aluminum	2.8	(1.12)	...	...	6.9(2.	10.4	...	...	...
Antimony	39.	(15.5)	...	...	...	...	...	...	...
Beryllium	6.1	(2.47)	...	...	...	11.4	...	...	...
Brass(70C)	6.3	(2.4)	...	...	...	...	...	...	...
Carbon	335	(1320.	...	...	...	1828.8	...	...	...
Chromium	12.	(5.0)	...	...	...	...	...	...	...
Copper	1.7	(0.68)	...	...	3.8(1.	5.5(2.15)	...	9.4	...
Gold	2.4	(0.95)	...	...	...	...	...	12.2	...
Iron	10.	(4.0)	14.0	...	...	63.5	106.7	123.	...
Lead	20.	(8.2)	27.4	...	49.8	...	...	...	...
Magnesiu	4.5	(1.76)	...	...	...	...	...	...	...
Manganese	185	(73.0)	...	...	...	...	...	...	...
Mercury	9.7	(3.8)	...	...	...	...	...	...	...
Molybden	5.3	(2.1)	...	...	...	...	...	...	33.0
Monel	44.	(17.4)	...	...	...	...	...	...	...
Nichrome	108	(42.5)	...	...	114.	...	114.3	...	...
Nickel	6.9	(2.7)	...	...	29.2	40.4	...	54.4	...
Platinum	9.9	(3.9)	...	...	...	...	...	...	...
Silver	1.5	(0.626	...	...	...	...	6.7(2.6	...	...
Stainless	73.	(29.0)	...	...	99.1	...	...	130.	...
steel,	7				(39.			8	
Stainless	62.	(24.5)	...	...	...	101.6	...	127	...
Steel, low	12.	(5.0)	16.5	...	...	59.7	102	115.	121.
Steel, 1.0%	18.	(7.4)	22.9	...	...	69.9	108	121.	127.
Tin	11.	(4.5)	...	20.	...	...	...	...	...
Titanium	53.	(21.0)	...	...	...	...	...	...	165.
Tungsten	5.6	(2.2)	...	...	...	...	...	...	38.6
Uranium	32.	(12.6)	...	...	...	...	...	...	...
Zirconium	40.	(16.0)	...	...	...	...	...	...	...

Source:

Svokölluð "Hysteriu" töp eiga sér stað í segulmögnuðum málum vegna umpólunar í efninu. Þessi töp mynda varma í málminum eins og önnur töp. Þetta er sýnt myndrænt á mynd 10.



Mynd 10

Við svokallað "Curie" hitastig sem er rétt yfir 760°C fyrir stál þá hættir stálið að vera segulmagnað sem veldur því að segulmögnunar þéttleiki "gegndræpi" / "Permeability" þess verður sami og í lofti. Við það á sér engin umpólun stað og "Hysteresis" töp hverfa.

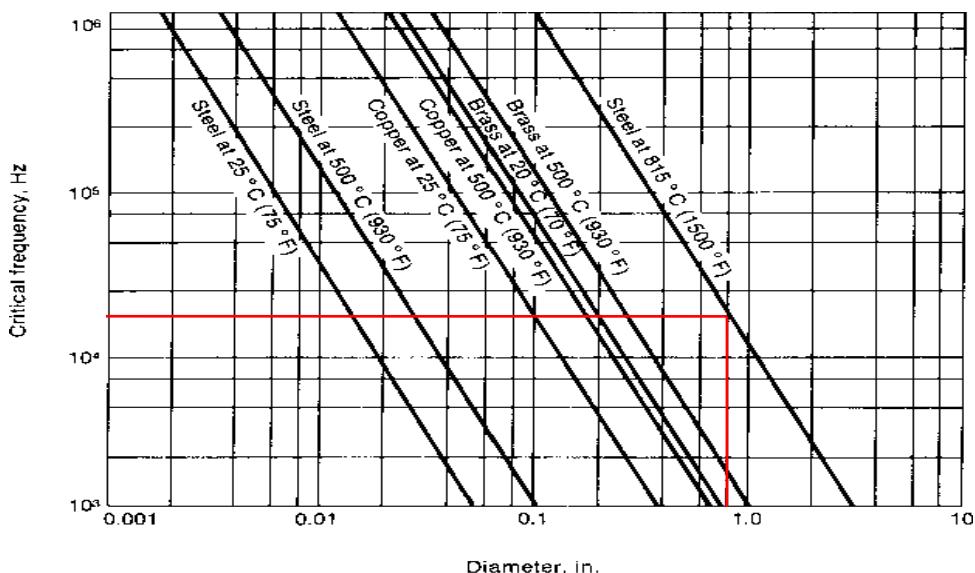
Yfirborðs áhrif og viðmiðunar dýpt "Skin effect and reference depth"

Spanhitun á sér stað eins og áður sagði þegar hvírfilstraumur "Eddy-current" spanast í efni sem er lélegur rafleiðari. Þ.e. hefur tiltölulega hátt viðnám. Til að spanhitunar ferill sé skilvirkur og hagnýtur þarf að vera ákveðið samhengi milli tíðni segulmögnunarsviðsins sem framleiðir hvírfilstraumana og efnisins í stykkini sem á að hita. Eðli spanhitunar er að hvírfilstraumarnir eru "framleiddir" utan frá stykkini sem verið er að hita og þá myndast svokölluð yfirborðs áhrif "skin effect". Þau verða til við háa spennu eða tíðni þar sem straumurinn leitar að yfirborði leiðarans. Nánast allur varminn verður þannig til við yfirborðið. Hvírfilstraumar í "cylindrical" stykki verða mestir næst yfirborðinu en nánast engir við miðju. Hve djúpt hitunin nær er háð tíðni riðstraumsins, viðnámi og segulmögnunareiginleikum efnisins sem á að hita.

Til að setja þetta í samhengi þá er talað um viðmiðunar dýpt hitunar "reference depth". Skilgreiningin á viðmiðnardýpt er að hún sé þar sem u.p.b. 86% af hitun vegna straumviðnáms á sér stað.

Viðmiðunardýptin minnkar við hærri tíðni og eykst við hærra hitastig. Þannig má segja að viðmiðunadýptin sé hin fræðilega dýpt hitunar við gefna tíðni og afl við ákveðið hitastig viðkomandi stykkis. Þversnið stykkisins (efnisins) sem á að hita þarf að vera minnst 4 sinnum viðmiðunardýptin.

Mynd 11 sýnir lágmarks "critical" tíðni til að hita stangir með mismunandi þvermál.



Mynd 11

Ef við heimfærum þetta upp á 20mm plötu eins og ætlunin er að hita þá sést að tíðnin þyrfti að vera vel yfir 10^4 Hz.

5 Aflþörf

Aflþörf spanspólanna sem nota þarf í verkefninu var fundinn á eftirfarandi hátt.

Form svæðisins sem á að hita er þríhyrningslaga með ca 28° horni.

Platan er 500 mm breið og 20 mm þykk.

Rúmmálið sem þarf að hita í gegn er því eftirfarandi.

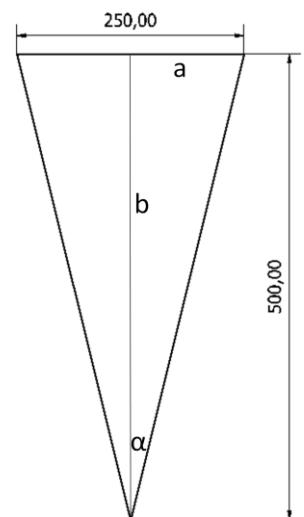
$$\tan \alpha = a / b \Rightarrow$$

$$a = \tan \alpha \cdot b = \tan 14^\circ \cdot 500 \approx 125 \text{ mm}$$

$$A = a \cdot b \Rightarrow A = 125 \cdot 500 = 62.500 \text{ mm}^2$$

$$V = A \cdot \delta \Rightarrow V = 62.500 \cdot 20 = 1,250.000 \text{ mm}^3$$

$$1,25 \text{ dm}^3$$



Ég reikna með að hita stálið yfir 900°C og ΔT því = 900°

Tíminn er gefinn 15 mín og fást þá eftirfarandi niðurstöður.

$$\varrho_{\text{stál}} = 7,85 \text{ kg/dm}^3$$

$$c_{\text{stál}} = 460 \text{ J/kg } ^\circ\text{K}$$

$$m = V \cdot \varrho \Rightarrow m = 1,25 \cdot 7,85 = 9,81 \text{ kg}$$

$$Q(P) = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow$$

$$Q = 9,81 \cdot 460 \cdot 900 = 4061340 \text{ J}$$

$$\approx 4060 \text{ KJ}$$

$$P = Q / t \Rightarrow P = 4060 / (15 \cdot 60) = 4,50 \text{ KW}$$

Cosinus \emptyset er frekar lágt við spanstraum/spennu og reikna ég því með 0,5.

$$4,5 / 0,5 = 9,0 \text{ KVA}$$

Einnig eru mikil önnur töp, leiðni, kæling, geislun o.b.h.

og er því óhætt að þrefalda aflið sem til þarf.

$$3 \cdot 9,0 = 27,0 \text{ KVA}$$

Hugmynd af "coil design" frá fyrirtækinu Ajax Tocco sem er eitt af þeim fyrirtækjum sem ég var í sambandi við og sérhæfa sig í spanhitunarbúnaði. Mynd 12.

Meðfylgjandi er svo einnig tafla 2 frá þeim sem gefur grófa mynd af væntanlegri aflþörf miðað við tilgreint rúmmál, hitastig og tíma.



Mynd 12

Time (min)	Weight of Triangles (kg)	Heat Content (kW-sec/kg)	Power Required (to heat the steel ONLY @ 100% efficiency) (kW)	Power Required (Accounting for Coil Losses) (kW)	Power Required (Accounting for All Other Losses) (kW)
1	19,695	676,44	222,0	444,1	522,5
2	19,695	676,44	111,0	222,0	261,2
3	19,695	676,44	74,0	148,0	174,2
4	19,695	676,44	55,5	111,0	130,6
5	19,695	676,44	44,4	88,8	104,5
6	19,695	676,44	37,0	74,0	87,1
7	19,695	676,44	31,7	63,4	74,6
8	19,695	676,44	27,8	55,5	65,3
9	19,695	676,44	24,7	49,3	58,1
10	19,695	676,44	22,2	44,4	52,2
11	19,695	676,44	20,2	40,4	47,5
12	19,695	676,44	18,5	37,0	43,5
13	19,695	676,44	17,1	34,2	40,2
14	19,695	676,44	15,9	31,7	37,3
15	19,695	676,44	14,8	29,6	34,8
16	19,695	676,44	13,9	27,8	32,7
17	19,695	676,44	13,1	26,1	30,7
18	19,695	676,44	12,3	24,7	29,0
19	19,695	676,44	11,7	23,4	27,5
20	19,695	676,44	11,1	22,2	26,1
21	19,695	676,44	10,6	21,1	24,9
22	19,695	676,44	10,1	20,2	23,7
23	19,695	676,44	9,7	19,3	22,7
24	19,695	676,44	9,3	18,5	21,8
25	19,695	676,44	8,9	17,8	20,9

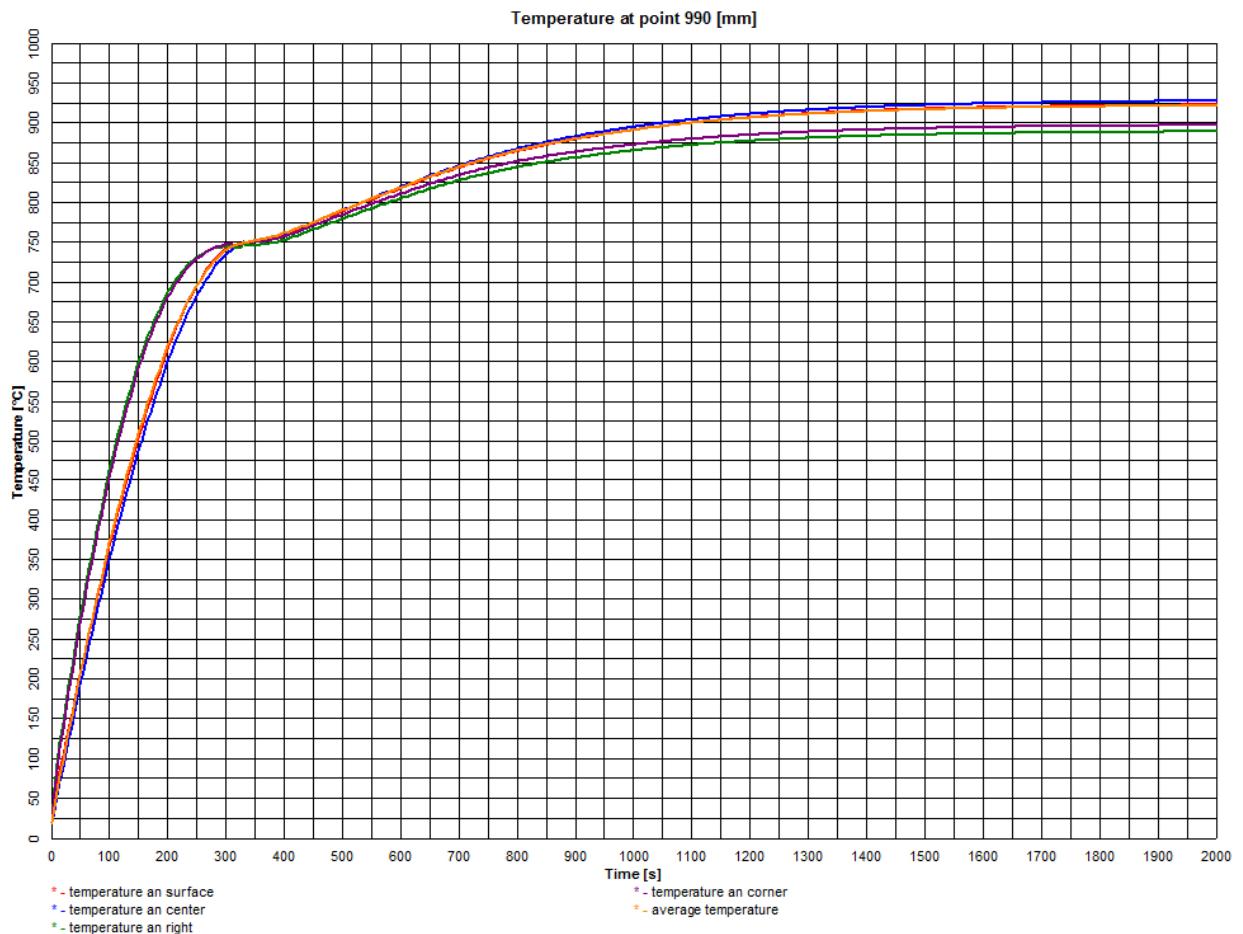
Tafla 2

Temperatures (°C)	Heat Content (kW-sec/kg)	Change in Heat Content (kW-sec/kg)
Tin	20	-0,484
Tout	1000	675,96

Area of Two Triangles (m^2)	Volume of Two Triangles (m^3)	Density of Steel (kg/m^3)
0,0625	0,0025	7878

Eftirfarandi línurit er frá fyrirtækinu Radyne sem er hluti af Inductotherm Group, sem sýnir hitaferil miðað við 60 Kw aflgjafa fyrir hitun hvors flatar (2 x 60 Kw). Línurit 2

2 x 60 kW 120TF10 - sufficient



Línurit 2

7 Hönnun spanspólu

Spólan, mynd 13 og mynd 14, er hönnuð úr 14mm ferköntuðu koparröri með Ø8mm innanmál sem er fullt af kælivatni.

Haft var til viðmiðunar hugmynd af spólupykkt frá fyrirtækinu Radyne "The Coil would easily fit into the space indicated, a pancake coil would be the depth / height of the Copper winding, let's assume for this power density 10 – 20mm."

Veggþykkt rörsins er frá 3mm.

Flatarmál efnis rörsins er því;

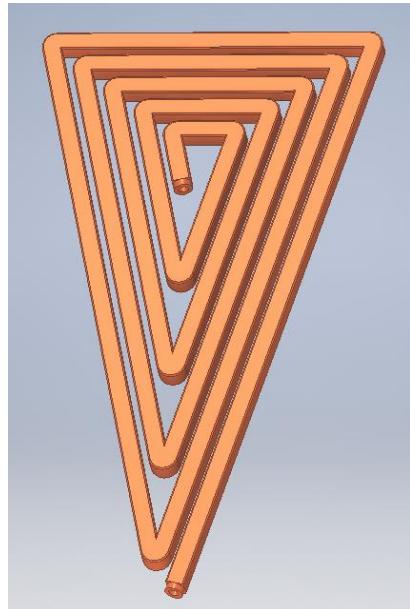
$$A = b \cdot h - d^2 \cdot \pi/4 \Rightarrow$$

$$A = 14 \cdot 14 - 8^2 \cdot \pi/4 = 145,7 \text{ mm}^2$$

Lengd rörsins í spólunni og upp arminn er u.b.b. 4m

Eðlisviðnám kopars $\rho = 0,0178 \Omega/\text{mm}^2$.

Af því gefnu að 400 V spenna verði notuð fást eftirfarandi niðurstöður fyrir afl "getu" spólunnar



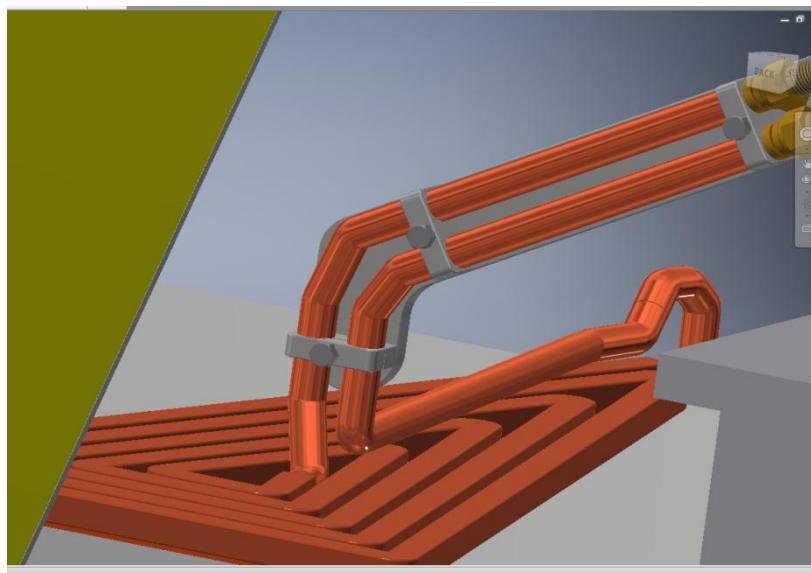
Mynd 13

$$R = \rho \cdot L/A \Rightarrow$$

$$R = 0,0178 \cdot 4 \cdot 10^3 / 145,7 = 0,49 \Omega$$

$$R = U/I \Rightarrow I = U/R \Rightarrow I = 400/0,49 = 816 \text{ A}$$

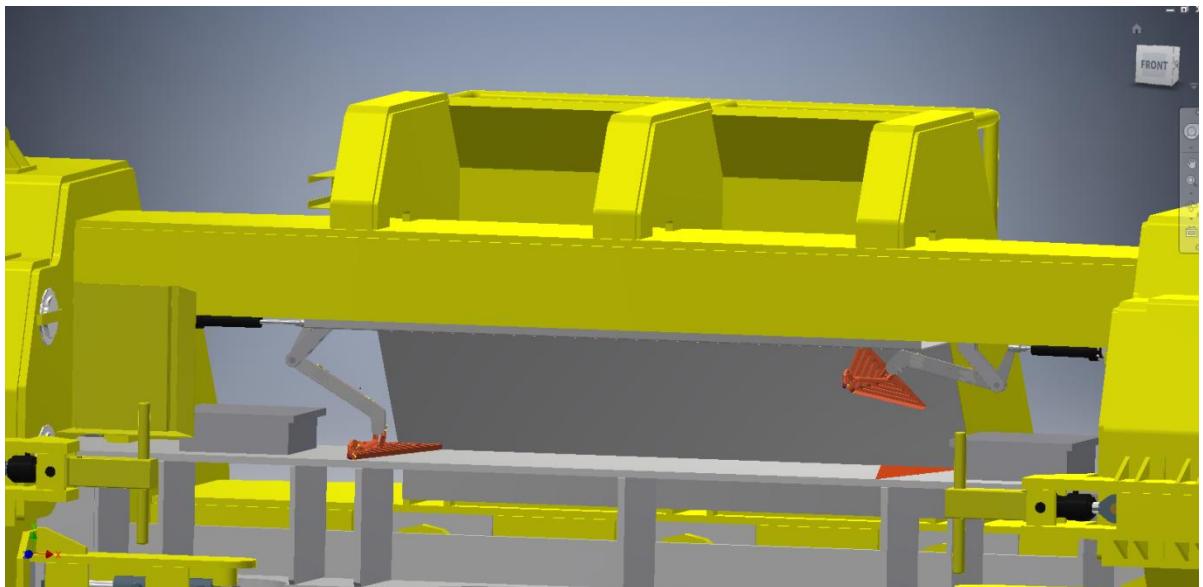
$$P = U \cdot I \Rightarrow P = 400 \cdot 816 = 326400 \text{ W} = 326 \text{ KW}$$



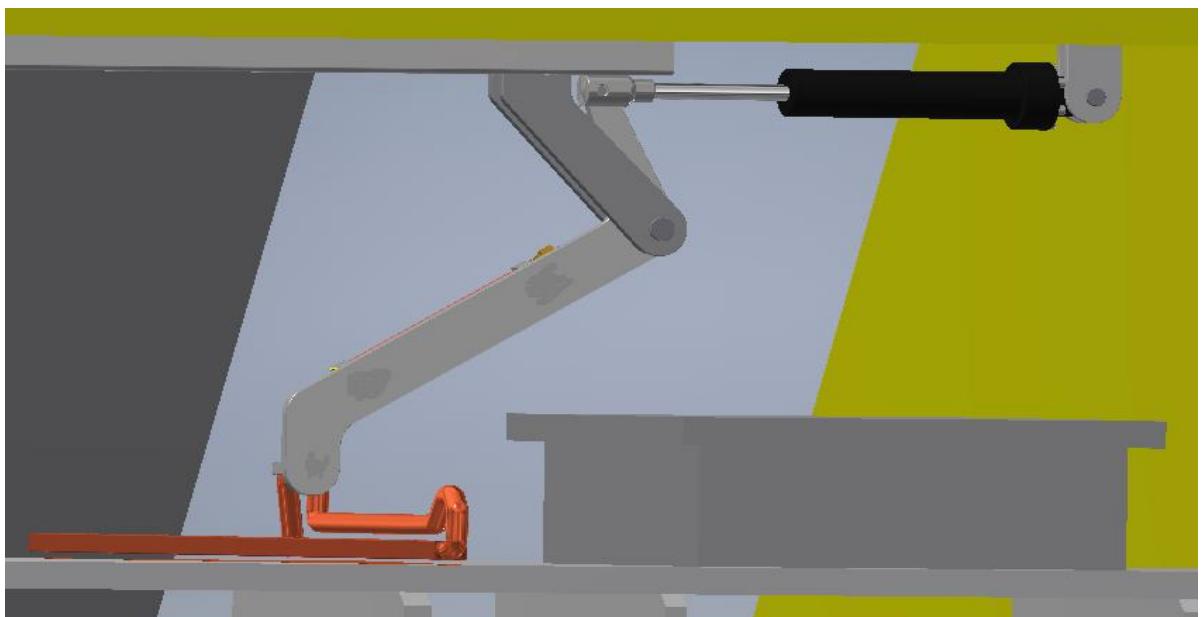
Mynd 14

8 Hönnun arms og færslubúnaðar

Á mynd 15 og mynd 16 sést hvernig færslubúnaðurinn var hannaður með hliðsjón af því að fyrir var háþrýstiolíukerfi sem tilheyrði réttingarbekknum með lausu plássi fyrir einn loka og þar af leiðandi einfaldast að notast við vökvatjakka.



Mynd 15



Mynd 16

9 Kraftar

Við krafta útreikninga er notast við töflur fyrir spennur úr Statik og Styrkelære kennslubók eftir Preben Madsen, 1.úgáfa 2010. Í töflunum er búið að gera ráð fyrir öryggisstuðlum.

Þungi spólunnar og armsins sem hún festist á er grunnurinn til að geta reiknað þá krafta og þar með styrk hinna ýmsu hluta sem koma fyrir.

Þungi spanspólunnar og armsins mynda kraftinn F1 og F2 sem reikningarnir byggjast á.

Rúmmál efnis rörsins í spólunni er ;

$$V = A \cdot L \Rightarrow V = 145,7 \cdot 4 \cdot 10^3 = 582800 \text{ mm}^3$$

Eðlismassi kopar(blöndu); $\rho = 8,92 \text{ kg/dm}^3$

Þyngd rörs;

$$m = V \cdot \rho \Rightarrow m = 582800 \cdot 10^{-6} \cdot 8,92 = 5,2 \text{ kg}$$

Þyngd kælivatns;

$$m = V \cdot \rho \Rightarrow m = A \cdot l \cdot \rho \Rightarrow$$

$$m = 8^2 \cdot \pi / 4 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 1 = 0,2 \text{ kg}$$

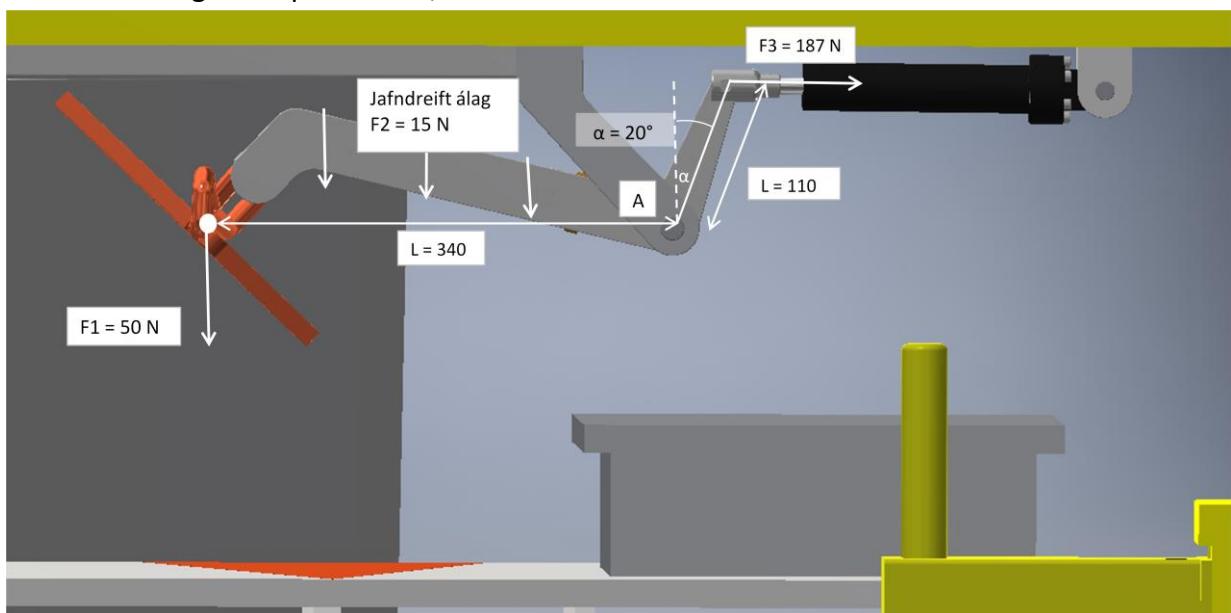
$$\text{Þyngd spólu samtals} = 5,2 + 0,2 = 5,4 \text{ kg}$$

$$\text{Þyngd arms} = V \cdot \rho \Rightarrow V = 0,13 \cdot 7,85 \approx 1,0 \text{ kg}$$

Kraftur samtals;

$$F = m \cdot g \Rightarrow F = (5,4 + 1,0) \cdot 9,81 = 63 \text{ N}$$

$$\text{Með festingum á spólurörum, samtals} \approx 65 \text{ N}$$



10 Kraftar og spennur á arm

Mynd 17 á fyrri síðu sýnir þá krafta sem verka á arminn sem spólan er fest í.

10.1 Kraftar á tjakkarm

S235 JR (St-37-2)

$$\sum M_A = F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot 0,5 \cdot L_1 - F_3 \cdot L_2 = 0 \Rightarrow$$

$$F_3 = (F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot 1/2 \cdot L_1) / L_2 \Rightarrow$$

$$F_3 = (50 \cdot 340 + 15 \cdot 0,5 \cdot 315) / (\cos 20^\circ) \cdot 110 = 187 \text{ N}$$

10.2 Kraftur/ Spenna á efra auga (tjakk) arms.

Úr töflu 7.1 fyrir togspennu

$$\delta_{leyfil.} = 125 \text{ N/mm}^2$$

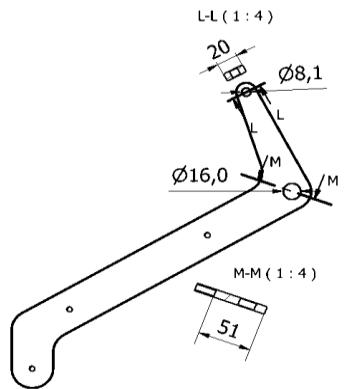
$$A = 20 \cdot 8 - 8,1 \cdot 8 = 95 \text{ mm}^2$$

$$F_{leyfil.} = \delta \cdot A \Rightarrow F = 125 \cdot 95 = 11,9 \text{ KN}$$

Raun spenna arm.

$$F = \delta \cdot A \Rightarrow \delta = F/A \Rightarrow$$

$$\delta = 187/95 = 1,97 \text{ N/mm}^2$$



10.3 Kraftur/ Spenna á neðra auga/lið arms.

Úr töflu 7.1 fyrir togspennu

$$\delta_{leyfil.} = 125 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 51 \cdot 8 - 16 \cdot 8 = 280 \text{ mm}^2$$

$$F_{leyfil.} = \delta \cdot A \Rightarrow F = 125 \cdot 280 = 35,0 \text{ KN}$$

Raun spenna arm

$$F = \delta \cdot A \Rightarrow \delta = F/A \Rightarrow \delta = 35,0/280 = 0,23 \text{ N/mm}^2$$

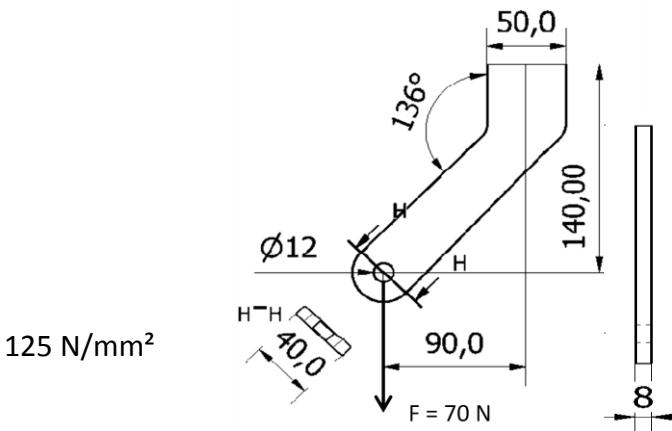
11 Kraftar á eyrum og suðum.

11.1 Eyru fyrir arm.

S235 JR (St-37-2)

Úr töflu 7.1 fyrir togspennu

δ leyfil.=



125 N/mm²

11.2 Styrkur eyra við gat

$$A = 40 \cdot 8 - 12 \cdot 8 =$$

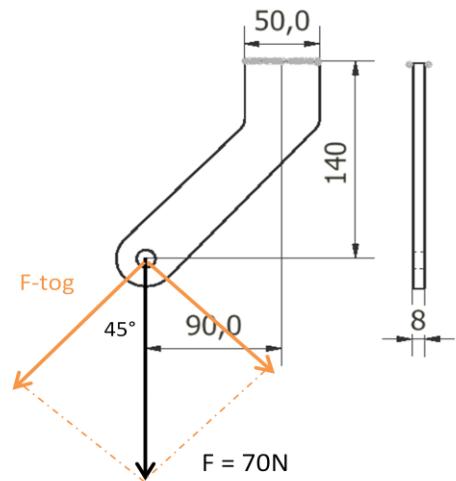
224 mm²

$$F \text{ leyfil.} = \delta \cdot A \Rightarrow F = 125 \cdot 224 =$$

28 KN

$$2 \text{ stk eyru} = 2 \cdot 28,0 =$$

56 KN



11.3 Raun spenna eyru

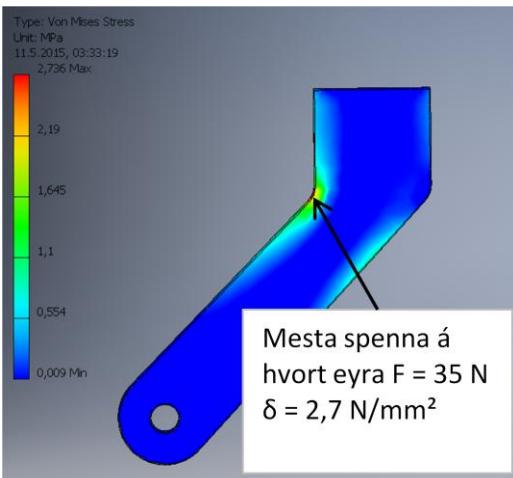
$$F = \delta \cdot A \Rightarrow \delta = F/A \Rightarrow$$

F = 70 N með þunga af hluta tjakks sem liggur á eyranu.

$$F\text{-tog} = \cos 45 \cdot F \Rightarrow F\text{-tog} = \cos 45 \cdot 70 \approx 49,5 \text{ N}$$

$$\delta = 49,5 / 224 \approx 0,22 \text{ N/mm}^2$$

$$2 \text{ stk eyru} = 0,22 / 2 = 0,11 \text{ N/mm}^2$$



Eins og sést á mynd 18. sem er fengin úr burðarþolsgreiningu gerðri í Inventor. Þá er mesta spenna í eyranu 5,7 N/mm², sem er langt fyrir innan leyfilega tog- og beygjuspennu fyrir S235 JR (St-37-2) sem er 125 N/mm² enda sýndi "safety factor" í sömu greiningu 15.

Mynd 18

11.4 Beygjuvægið

$$M = F \cdot L \Rightarrow M = 70 \cdot 90 = 6300 \text{ Nmm}$$

11.5 Suður á eyrum fyrir arm

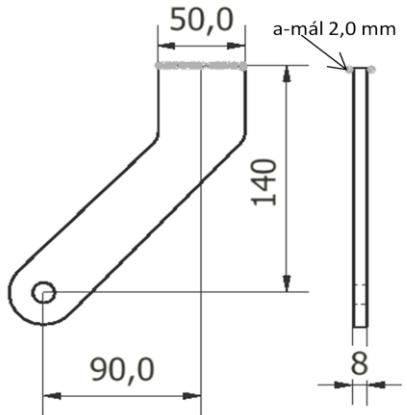
a-mál ákveðið 2,0 mm

$$\delta l \text{ suða} = \delta \cdot 0,8 \Rightarrow 125 \cdot 0,8 = 100 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta \text{raun suða} = F / a \cdot I \Rightarrow$$

$$\delta \text{raun s} = 70 / 2,0 \cdot 50 = 0,7 \text{ N/mm}^2$$

$$4 \text{ suður} = 0,7 / 4 = 0,18 \text{ N/mm}^2$$



Flatarvægið

$$I = b \cdot h^3 / 12 \Rightarrow I = 2,0 \cdot 50^3 / 12 = 20833 \text{ mm}^4$$

Mótstöðuvægið

$$W = b \cdot h^2 / 6 \Rightarrow W = 2,0 \cdot 50^2 / 6 = 833 \text{ mm}^3$$

$$M = W \cdot \delta l \text{ suða} \Rightarrow \delta l \text{ suða} = M / W \Rightarrow$$

$$\delta l \text{ suða} = 6300 / 833 = 7,6 \text{ N/mm}^2$$

$$4 \text{ suður} = 4 \cdot 7,6 = 30,4 \text{ N/mm}^2$$

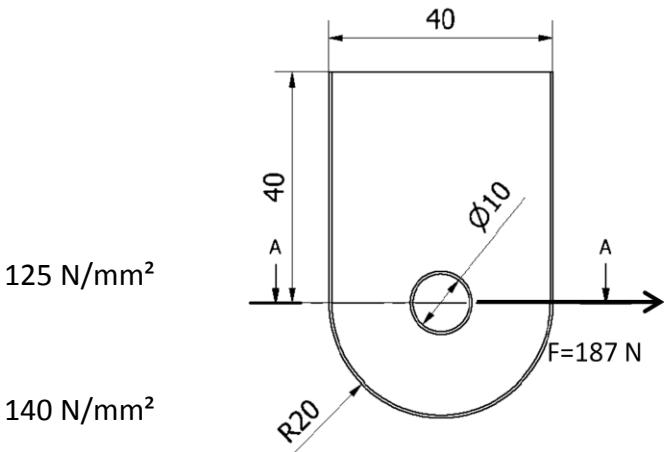
$$30,4 > 0,7$$

11.6 Eyru fyrir tjakk.

S235 JR (St-37-2)

Úr töflu 7.1 fyrir togspennu

δ leyfil.=



Úr töflu 7.4 fyrir beyguspennu

δ leyfil.=

140 N/mm²

11.7 Styrkur eyra við gat

$$A = 40 \cdot 6 - 10 \cdot 6 =$$

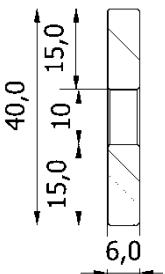
180 mm²

$$F \text{ leyfil.} = \delta \cdot A \Rightarrow F = 125 \cdot 180 =$$

22,5 KN

$$2 \text{ stk eyru} = 2 \cdot 22,5 =$$

45 KN



11.8 Raun spenna eyru

$$F = \delta \cdot A \Rightarrow \delta = F/A \Rightarrow$$

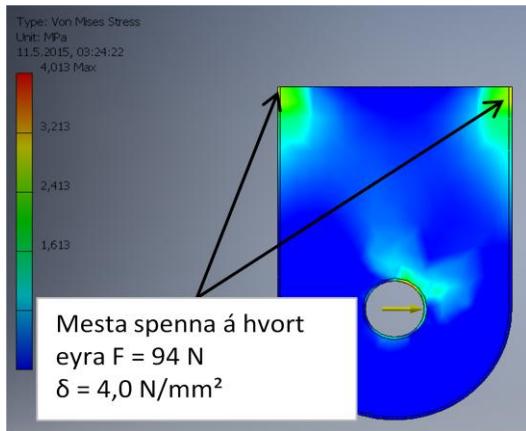
$$F = 187 \text{ N}$$

$$\delta = 187/180 = \\ \text{N/mm}^2$$

$$2 \text{ stk eyru} = 1,0 / 2 = \\ \text{N/mm}^2$$

1,0

0,5



Eins og sést á mynd 19. sem er fengin úr burðarþolsgreiningu gerðri í Inventor. Þá er mesta spenna í eyranu 6,3 N/mm², sem er langt fyrir innan leyfilega beyguspennu fyrir S235 JR (St-37-2) sem er 140 N/mm² enda sýndi "safety factor" í sömu greiningu 15.

Mynd 19

11.9 Beygjuvægið

$$M = F \cdot L \Rightarrow M = 187 \cdot 40 = 7480 \text{ Nmm}$$

11.10 Suður á eyrum

a-mál ákveðið 2,0 mm

$$\delta l \text{ suða} = \delta \cdot 0,8 \Rightarrow 140 \cdot 0,8 =$$

$$112 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta \text{raun suða} = F / a \cdot I \Rightarrow$$

$$1,87 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta \text{raun s} = 187 / 2,0 \cdot 50 =$$

$$4 \text{ suður} = 1,87 / 4 =$$

$$0,47 \text{ N/mm}^2$$

Flatarvægið

$$I = b \cdot h^3 / 12 \Rightarrow I = 2,0 \cdot 40^3 / 12 = 10667 \text{ mm}^4$$

Mótstöðuvægið

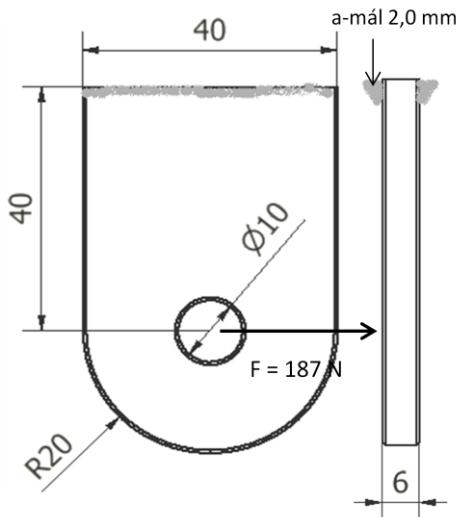
$$b \cdot h^2 / 6 \Rightarrow W = 2,0 \cdot 40^2 / 6 = 533 \text{ mm}^3$$

$$M = W \cdot \delta \text{ suða} \Rightarrow \delta \text{ suða} = M / W \Rightarrow$$

$$\delta \text{ suða} = 7480 / 533 = 14,0 \text{ N/mm}^2$$

$$4 \text{ suður} = 4 \cdot 14,0 = 56,0 \text{ N/mm}^2$$

$$56,0 > 1,87$$



12 Boltar

S235 JR (St-37-2)

Úr töflu 7.3 fyrir skerspennu

T leyfil.=

100 N/mm²

12.1 Bolti sem heldur arm.

$$A = D^2 \cdot \pi / 4 \Rightarrow A = 12^2 \cdot \pi / 4 =$$

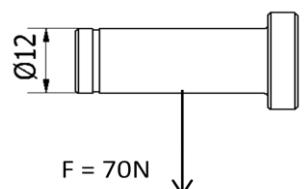
113 mm²

$$F = T \times A \Rightarrow 100 \cdot 113 =$$

11,3 KN

$$F \text{ deilist á tvo skerfleti} = 11,3 \cdot 2 =$$

22,6 KN



22,6 KN > 70 N

12.2 Bolti sem heldur tjakk.

$$A = D^2 \cdot \pi / 4 \Rightarrow A = 10^2 \cdot \pi / 4 =$$

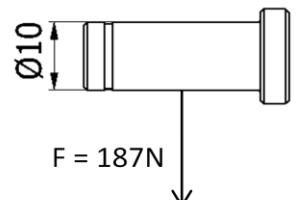
78,5 mm²

$$F = T \times A \Rightarrow 100 \cdot 78,5 =$$

7,85 KN

$$F \text{ deilist á tvo skerfleti} = 7,85 \cdot 2 =$$

15,7 KN



15,7 KN > 187 N

12.3 Pinni í tjakkstangarenda

$$A = D^2 \cdot \pi / 4 \Rightarrow A = 8^2 \cdot \pi / 4 =$$

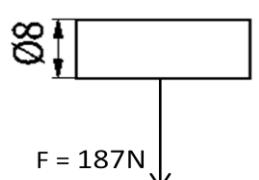
50,3 mm²

$$F = T \times A \Rightarrow 100 \cdot 50,3 =$$

5 KN

$$F \text{ deilist á tvo skerfleti} = 5 \cdot 2 =$$

10 KN



10 KN > 187 N

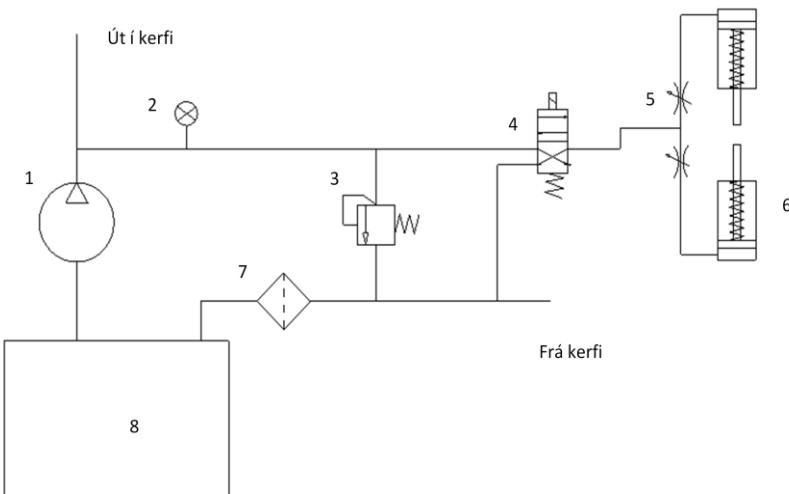
13 Vökvakerfi

Kerréttigarbekkurinn er útbúinn með sjálfstæðu vökvakerfi .

Vinnuþrýstingur vökvakerfisins er 200 bar =>

$$P = 200 \cdot 1,02 = 204 \text{ kg/cm}^2$$

13.1 Teikning vökvakerfi



Númer	Heiti
1	Dæla,
2	Þrýstimælir
3	Öryggisloki
4	Spóluloki
5	Þrengslaloki
6	Tjakkur
7	Sía
8	Forðatankur

Loka kista kerfisins er frá Bosch-Resxroth og er laust pláss þar fyrir einn loka.

Verður því notaður einn loki fyri báða tjakkana enda er það ekki svo mikilvægt að tjakkarnir fari nákvæmlega jafn hratt út.

Tegund loka er:

Rexroth NG 6J 24VDC.

Vökva tjakkur var valinn með tilliti til "standard" stærða sem notaðar eru við smíði tjakka hjá Landvélum hf.

13.2 Afl vökvatjakks

Stimpilflatarmál

$$D = 20 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$A = r^2 \cdot \pi = 10^2 \cdot \pi = 314 \text{ mm}^2 = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$F = A \cdot P = 3,14 \cdot 204 = 640,6 \text{ kg} \approx 6,4 \text{ KN}$$

Slaglengd verður 90 mm.

Tjakkurinn verður einvirkur með gorm bakafærslu. Er þetta gert til þess að verja spanspóluna ef straumur færi af tækinu og spólan mundi þar með missa kælingu. Í því tilfelli mundi tjakkurinn ganga saman og armurinn ásamt spólunni lyftast upp frá heitri dekkplötunni.

Gormur verður inn í vökvatjakknun og var hann valinn samkvæmt DIN 2098.

Með þrýstikraft sem er nálægt 2 sinnum það afl sem þarf til að lyfta arminum, 292N.

13.3 Val á gorm



COMPRESSION SPRINGS
Dimensions according to DIN 2098

D_t	D_m	L_o	n_v	L_n	s_n	F_n	c	EN 10270-1-SH Cat.no		Stainless steel EN 10270 3-1,4310 Cat.no
2	20	41	3,5	13,6	27,4	159	5,83	6120	148	5,42 6145
2	20	62*	5,5	19,2	42,8	159	3,71	6121	148	3,45 6146
2	20	94*	8,5	27,6	66,4	159	2,39	6122	148	2,22 6147
2	20	135*	12,5	38,8	96,2	159	1,63	6123	148	1,52 6148
2	20	200*	18,5	55,6	144	159	1,10	6124	148	1,02 6149
2	25	58*	3,5	15	43	127	2,98	6125	118	2,77 6150
2	25	88,5*	5,5	21,4	67,1	127	1,9	6126	118	1,77 6151
2	25	135*	8,5	31	104	127	1,23	6127	118	1,14 6598
2	25	195*	12,5	43,8	151	127	0,83	6128	118	0,77 6152
2	25	290*	18,5	63	227	127	0,57	6129	118	0,53 6153
2,5	12,5	22	3,5	14	8	468	58,3	6154	435	54,2 6179
2,5	12,5	32	5,5	19,5	12,5	468	37,2	6155	435	34,59 6180
2,5	12,5	47,5	8,5	27,8	19,7	468	24	6156	435	22,32 6181
2,5	12,5	67,5	12,5	38,7	28,8	468	16,3	6157	435	15,16 6182
2,5	12,5	98*	18,5	55,1	42,9	468	11	6158	435	10,23 6183
2,5	16	27,5	3,5	14,6	12,9	365	27,8	6159	339	25,85 6184
2,5	16	41	5,5	20,5	20,5	365	17,7	6160	339	16,46 6185
2,5	16	61	8,5	29,3	31,7	365	11,5	6161	339	10,69 6186
2,5	16	88*	12,5	41,1	46,9	365	7,78	6162	339	7,23 6187
2,5	16	130*	18,5	58,9	71,1	365	5,25	6163	339	4,88 6188
2,5	20	36	3,5	15,5	20,5	292	14,2	6164	271	13,2 6189
2,5	20	54	5,5	21,9	32,1	292	9,05	6165	271	8,41 6190
2,5	20	81,5*	8,5	31,5	50	292	5,85	6166	271	5,44 6191
2,5	20	120*	12,5	44,3	75,7	292	3,98	6167	271	3,7 6192
2,5	20	175*	18,5	63,0	111	292	2,69	6168	271	2,5 6193
2,5	25	49	3,5	16,8	32,2	233	7,29	6169	217	6,78 6194
2,5	25	74,5*	5,5	24	50,5	233	4,64	6170	217	4,31 6195
2,5	25	115*	8,5	34,8	80,2	233	3	6171	217	2,79 6196
2,5	25	165*	12,5	49,2	116	233	2,04	6172	217	1,89 6197

14 Iðntölvustýring

Til að stjórna örmunum sem færa spanspólurnar að dekkplotunni og hefja hitun var lítil iðntölvustýring útbúin. Iðntölvan sem notuð er, er af gerðinni Zelio. Typ SR3B261BD.

Hitanebnir sem voru valdir eru IR nemar af gerðinni Optris Typ 3MH2 með hitasvið 200-1500°C.

Þegar réttingarbekkurinn er kominn yfir á kerendann og búið að stilla hann af getur ferlið hafist samkvæmt meðfylgjandi virknilýsingu.

14.1 Virknilýsing PLC stýringar

Þegar réttingarbekkurinn hefur verið hífður yfir á kerendann eru tveir tjakkar sem stilla hann af til hliðanna svo hann sé rétt staðsettur sem næst miðju keri. Hliðrænn (ir) nemar sýna rétta stöðu bekksins og gera kleift að réttingartjakkarnir byrji að keyra út og pressa á kerið. Þegar merki frá þessum hliðrænu nemum er innan ákveðinna marka þá er mögulegt að keyra armana niður með spanhitaspólunum á, annaðhvort handvirk eða sjálfvirk (valrofi). Þegar digitalmerki, eitt merki fyrir hvorn arm sýnir að armarnir séu komnir niður, þá byrjar hitunin ef kerfið er í sjálfvirku en gerir annars kleift að hefja hitun handvirk ef kerfið er stillt þannig. Analog hitaskynjari nemur svo hitastig stálsins og stjórnar aflinu fyrir spóluna. Þegar ákveðnu hitastigi sem er stillanlegt er náð frá báðum spólunum kemur útgangsmerki sem leyfir fullt þrýstiálag á réttingartjakkana. Þegar réttingu er náð kemur digital merki sem slekkur á hitaspólunum og armarnir lyftast upp (gorm færsla). Ef þrýst er á stopp eða neyðarstopp einhversstaðar í ferlinu slökknar á spólunum og armarnir lyftast upp, til að verja spólurnar fyrir ofhitnun þar sem kælingin fer þá líka af þeim. Þrýsta þarf á start rofann til að fá ferlið í gang að nýju. Ef valrofa fyrir Sjálfvirk/Handvirk er snúið í miðju ferli þá fer straumur af spólunum og armarnir lyftast upp. Til að byrja ferlið að nýju er þrýst á start rofann og programmið síðan keyrt handvirk. Start og stop rofarnir eru þrýstirofar sem gefa púls, aðrir rofar hafa tvær stöður Á/Af.

14.2 Inn/Útgangsmerki

Inngangsmerki

Inngangur	Heiti	Digital/Analog	Skýring	Svið
I1	S1	Digital	Start-púls	1=kveikt
I2	S2	Digital	Stop-púls	1=stopp
I3	S3	Digital	Sjálfvirk / Handvirk	0=Sjálfv. / 1= Handv.
I4	S4	Digital	Rofi armar niður	0= Af / 1= Á
I5	S5	Digital	Merki armur eitt niðri	0=uppi / 1= Niðri
I6	S6	Digital	Kveikja á spólu 1	0= slökkt / 1= kveikt
I7	S7	Digital	Merki armur tvö niðri	0=uppi / 1= Niðri
I8	S8	Digital	Kveikja á spólu 2	0= slökkt / 1= kveikt
I9	S9	Digital	Réttindu Lokið (náð)	Hiti af / armar upp
IA	SA	Digital	Neyðarstopp	0= Á / 1= Af
IB	B1	Analog	Merki frá hliðartjökkum	0-100mm
IC	TO1	Analog (8bit)	Óskgildi hita spólu 1	0-1000°C
ID	T1	Analog (8bit)	Raungildi hita frá spólu 1	200-1500°C
IE	TO2	Analog (8bit)	Óskgildi hita spólu 2	0-1000°C
IF	T2	Analog (8bit)	Raungildi hita frá spólu 2	200-1500°C

Útgangsmerki

Útgangur	Heiti	Digital/Analog	Skýring	Svið
Q1	H1	Digital	Gaumljós kerfi í gangi	0=slökkt / 1=kveikt
Q2	C1	Digital	Spóluloki opnar(armar niður)	0= uppi / 1= niður
Q3	H2	Digital	Gaumljós spanhitun 1 Á	0=slökkt / 1=kveikt
Q4	SP-1	Digital	Spanhitun 1 Á	0=slökkt / 1=kveikt
Q5	P1	Digital	Leyfi fullan þrýst. Tjakka	0= nei / 1= já
Q6	SP-2	Digital	Spanhitun 2 Á	0=slökkt / 1=kveikt
Q7	H3	Digital	Gaumljós spanhitun 2 Á	0=slökkt / 1=kveikt

14.3 Útreikningur

Útreikningur 8 bita analog merkja

Inngangar

Merki frá hliðartjökkum

	0mm	25mm	50mm	75mm	100mm
	0	64	128	191	255

Óskgildi °C

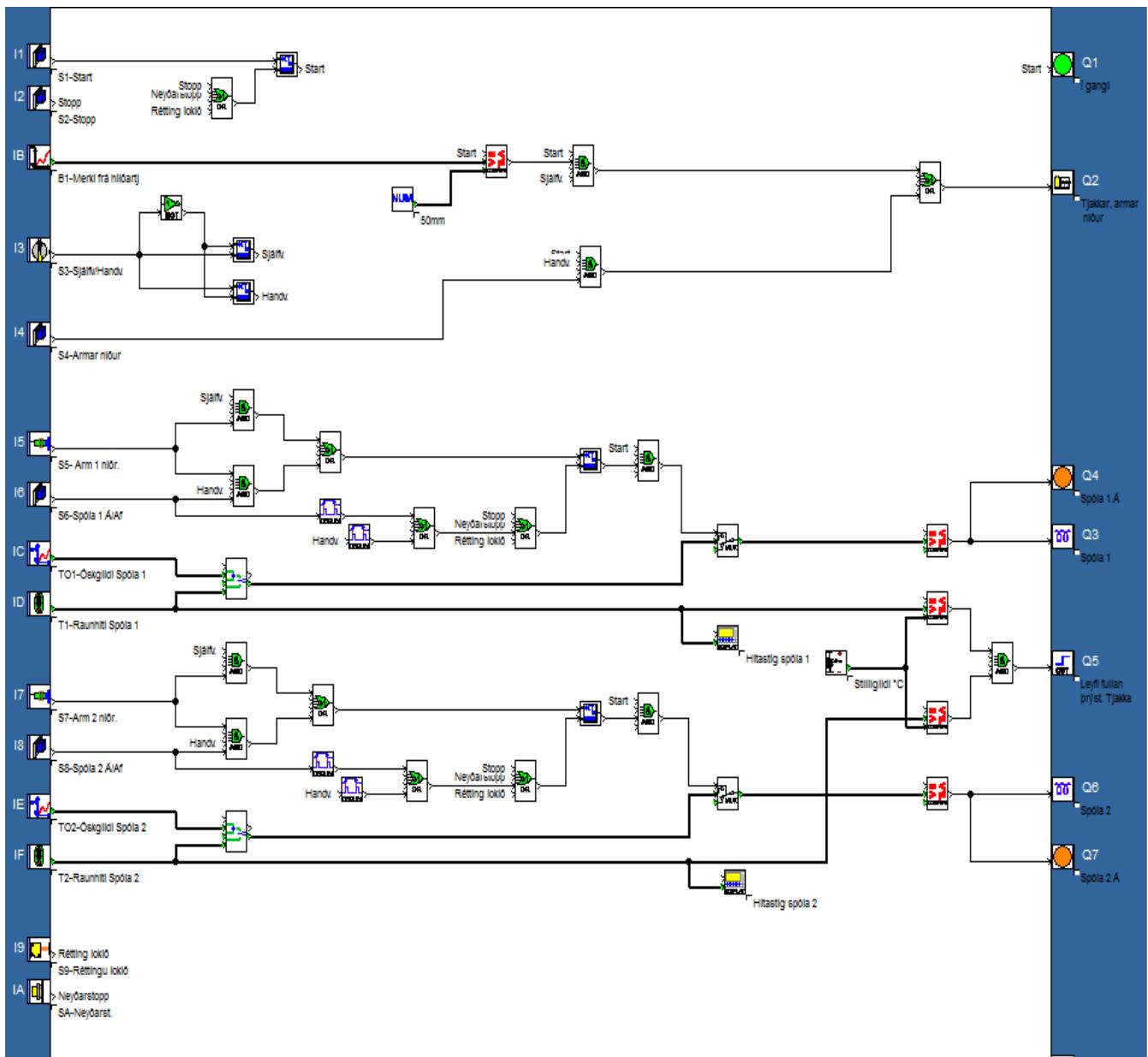
	500°C	750°C	800°C	850°C	900°C	1000°C
	128	191	204	217	230	255

Raungildi °C

200°C	500°C	700°C	800°C	900°C	1000°C	1200°C	1500°C
0	98	137	157	176	196	235	255

14.4 PLC forrit

PLC stýringin var gerð í Zelio Soft 2 forriti.



15 Kostnaðaráætlun

Hér á eftir eru verð í Aflgjafa frá þremur fyrirtækjum. Þetta er mjög gróft mat hjá þeim öllum og verður því að taka þessum tölum með miklum fyrirvara. Smíði og uppsetning búnaðarins er aftur á móti meira áþreifanleg stærð og ætti að vera nálægt því sem fram kemur.

Heiti	Tegund	Eining	Einingverð	Fjöldi	Samtals
Aflgjafi með kælibúnaði	Plus-Therm	Stk	CHF 84.000 ISK 12,000.000	1	12,000.000
Aflgjafi með kælibúnaði	Radyne (Inductotherm)	Stk	GBP 68.000 ISK 13,500.000	1	13,500.000
Aflgjafi með kælibúnaði	Ajax-Tocco	Stk	USD 140.000 ISK 18,300.000	1	18,300.000

Heiti	Tegund	Eining	Einingverð	Fjöldi	Samtals
Vökvatjakkur	Landvélar	Stk	31.625	2	63.250
Vökvaloki	Rexroth NG 6J 24VDC	Stk	33.247	1	33.247
Vökvafittings	Tregðuloki	Stk	5.769	2	11.538
Vökvafittings	Nippill GE-galv 8LR-1/8"	Stk	494	4	1.976
Vökvafittings	Hljóðdeyfir 1/8"	Stk	252	2	504
Vökvalagnir	Rör galv 8mm	m	545	5	2.725
Hitanemi	OP-OPTCTT-3MH2	Stk	76.784	2	153.568
Iðntölva	Zelio SR3B261BD	Stk	49.169	1	49.169
Raflagnir		m		4	10.000
Smíðaefni	S 235 JR (St-37)	Kg	400	3	1.200
Vinna við smíði og rörl.	Vélvirkjar	Klst	6.500	24	156.000
Vinna við rafbúnað	Rafvirkjar	Klst	6.500	24	156.000

Samtals smíði og uppsetning = 639.177 Kr.

16 Rekstrarkostnaður

16.1 Gashitun

Notaðir eru tveir Própangashitarar í einu við hitunina og er hvor um sig með spíss af tegundinni Harris-5H, sem notar u.p.b. 10.000 l/klst af gasi. Hlutafall Súrefni gas er 4/1 svo einnig er þá notað 40.000 l/klst af súrefni.

Própangas hefur eðlismassann $\rho = 1,87 \text{ kg/m}^3$; $10.000 \text{ l} = 10 \cdot 1,87 = 18,7 \text{ kg}$

Súrefni hefur eðlismassann $\rho = 1,36 \text{ kg/m}^3$; $40.000 \text{ l} = 40 \cdot 1,36 = 5,44 \text{ kg}$

Hitað er í 10-12 mínútur (1/6 klst) og er magnið þá u.p.b. $18,7 \cdot 1/6 \approx 3 \text{ kg}$ af gasi og $5,44 \cdot 1/6 \approx 0,9 \text{ kg}$ af súrefni úr hvorum spíss við hverja hitun.

Samtals eru þetta því $2 \cdot 3 = 6 \text{ kg}$ gas og $2 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ kg}$ súrefni.

Propangas (Kósangas) kostar kr. 474 kr/kg. og Súrefni kostar kr. 830 kr/kg.

Kostnaður við hverja hitun er því $6 \cdot 474 \text{ kr} + 1,8 \cdot 830 \text{ kr} = 4.338 \text{ kr.}$ án afsláttar.

Með 30% afslætti til stórnottenda = $4338 \cdot 0,7 = 3.037 \text{ kr.}$

16.2 Spanhitun

Reiknað er með að spanhitspólurnar séu á fullu afli í u.p.b. 15 mínútur. Hvor spóla er um 60 Kw og eru þetta því 120 kw í 0,25 klst sem gera $120 \cdot 0,25 = 30 \text{ Kilowattstundir}$ hver hitun.

Kw stund til stóriðju kostar 2,8 kr. og flutningskostnaður annað eins. Samtals $\approx 6 \text{ kr.}$

Kostnaður við hverja hitun er því $6 \cdot 30 = 180 \text{ kr}$ vegna spanspólanna. Við það má svo bæta rafmagnsnotkun vegna kælidælu o.fl. Samtals u.p.b. 200 kr hver hitun.

Orkukostnaður gashitunar er því u.p.b. $3037/100 = 30 \text{ sinnum meiri.}$
hverju ári má gera ráð fyrir að rétta þurfi um 100 ker sem gera 200 hitaferli.

Á

Ársgrundvelli er kostnaðurinn við gashitun því u.p.b. $200 \cdot 3037 = 607.400 \text{ kr.}$
og við spanhitun $200 \cdot 200 = 40.000 \text{ kr.}$

17 Lokaorð

Verkefnið gekk út á að athuga hvort það væri mögulegt og eftirsóknarvert að nota spanhitun í stað gashitunar eins og nú er gert til að hita dekkplötu álbræðslukerja, þegar endi kerjanna er réttur.

18 Niðurstaða

Þetta er vel framkvæmanlegt með ákveðinni gerð spanhitaspólu. Svokallaðri "pancake" spólu, sem er þá lögð nánast að dekkplötunni sem á að hita. Þetta útheimtir töluverðan búnað og orku. Líklega verður tíðnibreytirinn og stjórnþúnaðurinn að vera staðsettur utan við réttingabekkinn sökum fyrirferðar og tengjast síðan, bæði rafmagn og kælivatn með hraðkúplingum við hann þegar hann hefur verið hífður á sinn stað á enda kersins.

Erfitt reyndist að fá þau fyrirtæki sem framleiða spanhitabúnað og haft var samband við, til að gefa sundurliðað tilboð á þessu stigi. Vildu greinilega hafa vaðið fyrir neðan sig og skelltu fram grófu mati. Þetta er sannarlega mikill ókostur við mat verksins.

Það er þó ljóst að stofnkostnaður er töluvert hár en á móti kemur að ferlið hefur marga kosti umfram gashitun.

Er þar helst að nefna að engin slysahætta er til staðar, hvorki eldhætta eða slys á fólk. Aðferðin er umhverfisvæn.

Ferlið getur verið keyrt algjörlega sjálfvirkt og góð stjórnun er á hitameðferðinni. Að auki er rekstrarkostnaðurinn mikið minni.

19 Tákn og formúlur

Tákn	Þýðir	Eining
F	Kraftur	N
ρ	Tog-, þrýsti- og beygjuspenna	N/mm ² = (Mpa)
T	Klippi- og vindingsspenna	N/mm ² = (Mpa)
M	Vægi / Beygjuvægi	Nm - Nmm
W	Mótstöðuvægi	mm ³
I	Flatarvægi	mm ⁴
A	Flatarmál	m ² - mm ²
D	Þvermál	m - mm
R	Radius	m - mm
L	Lengd	M - mm
b	Breidd	m - mm
h	Hæð	m - mm
a	Hæðarmál suðu	mm
P	Afl	Watt
I	Straumur	Amper
U	Spenna	Volt
R	Viðnám	Ohm
Q	Orka	J
ρ	Eðlismassi	Kg/m ³
c	Eðlisvarmi	J/kg °K
ρ	Eðlisviðnám	Ohm/mm ²
m	Massi	kg
ΔT	Hitastigsmunur	°K
v	Öryggistuðull	Fasti 1....

$$\text{Mótstöðuvægi} = W = b \cdot h^2 / 6$$

$$\text{Flatarvægi} = I = b \cdot h^3 / 12$$

$$\text{Beygjuvægi} = M = F \cdot L$$

$$\text{Kraftur} = F = \delta \cdot A$$

$$\text{Orka} = Q(P) = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\text{Afl} = P = U \cdot I$$

$$\text{Viðnám} = R = \rho \cdot L/A$$

$$\text{Spenna} = U = I \cdot R$$

20 Heimildaskrá

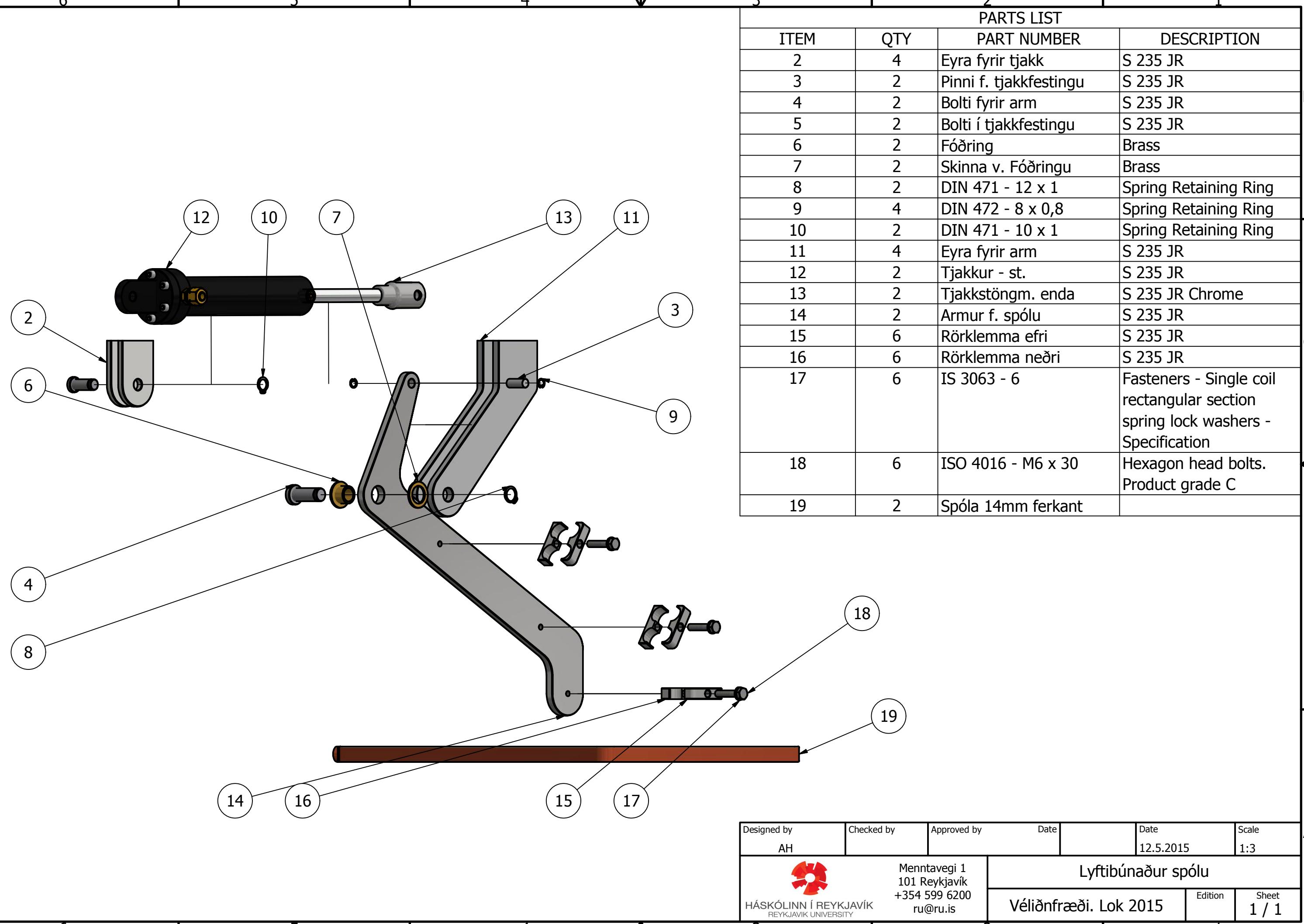
1. Töflubókin eftir Falk, Krause og Tiedt. Í íslenskri þýðingu 2. útgáfa lðnú.
2. Statik og Styrkelære kennslubók eftir Preben Madsen, 1.úgáfa 2010.
3. Glósur úr "Practical Induction Heat Treating" eftir Richard E. Haimbaugh.
4. Handbók með Kerréttigarvél PSM 3000 Útg. 50-103 1.0

21 Teikningar úr Inventor

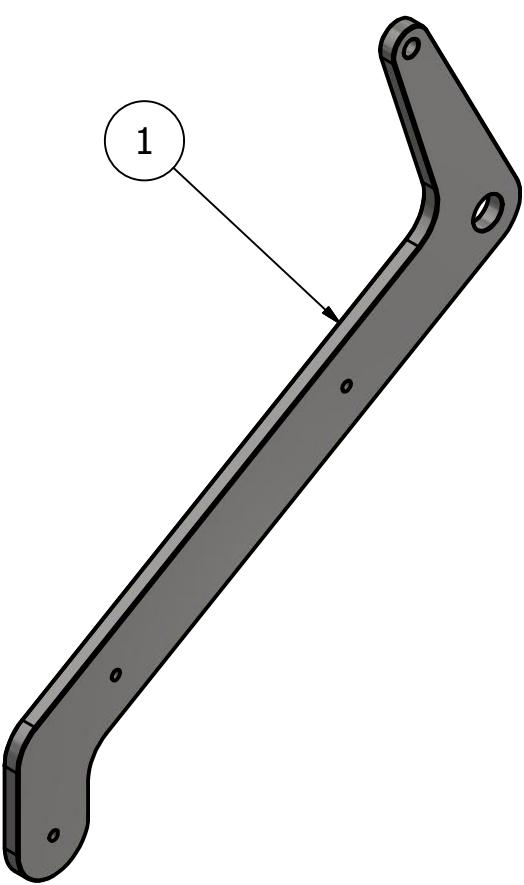
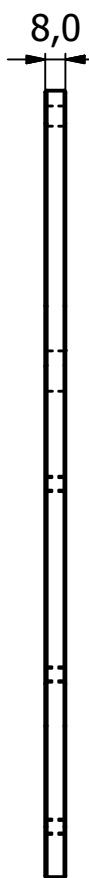
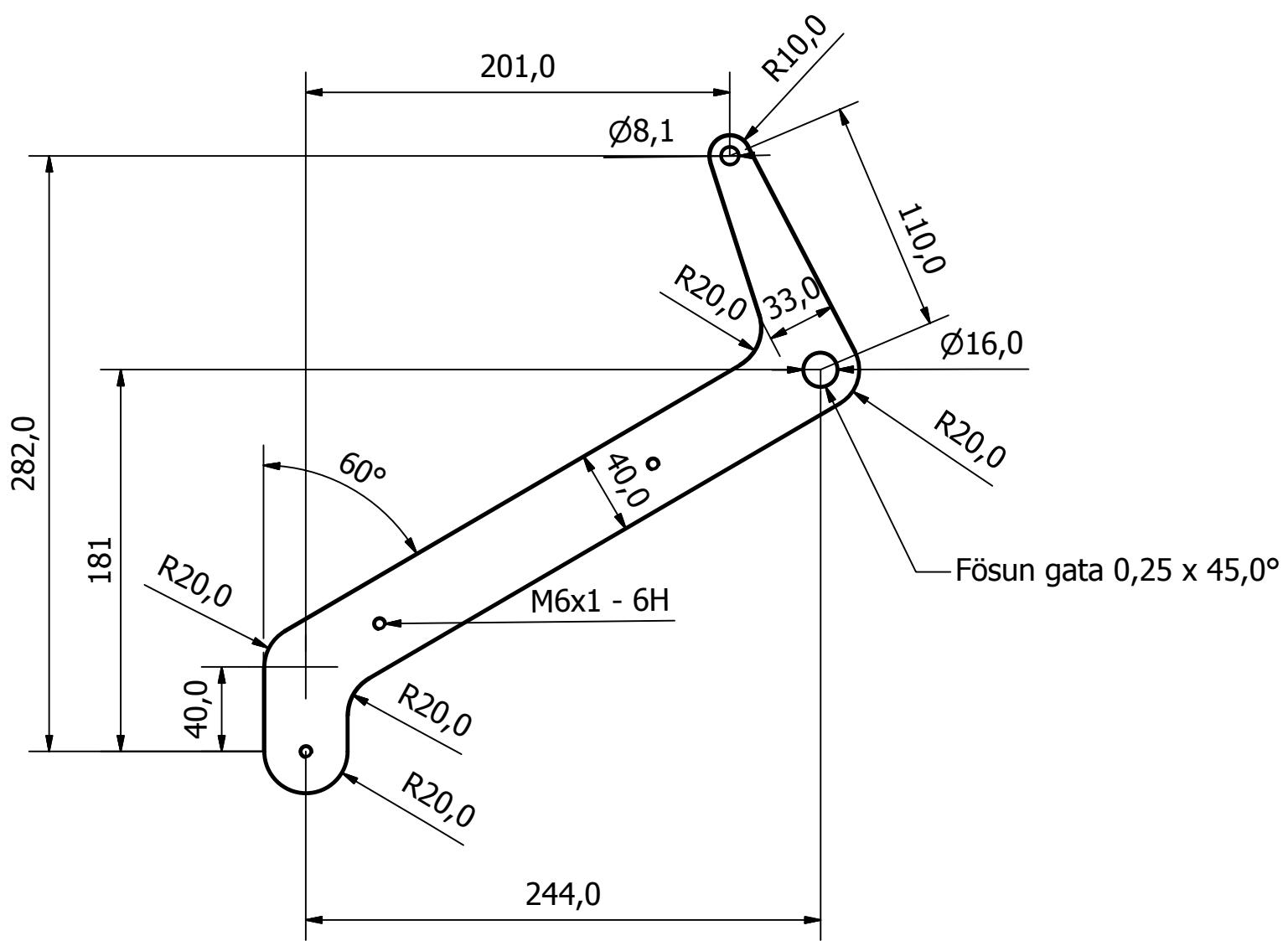
1. Samsetning
2. Armur
3. Eyra fyrir arm
4. Eyra fyrir tjakk
5. Boltar
6. Fóðring
7. Spóla
8. Rörklemmur
9. Tjakkur samsettur
10. Hólkur í tjakk

22 Fylgiskjöl

1. Afrit af töflum fyrir spennur sem notaðar voru í verkefninu.
2. Zelio PLC forrit.
3. Gormatafla 35-42_EN.
4. Tilboð Landvélar.
5. Tilboð frá Naust Marine, OPTCTT- 3MH2 hitanema.
6. Upplýsingar um hitanema " Data Sheet optris CT 3M".
7. Burðarþolsgreining úr Inventor, "Stress Analysis Report" Eyra fyrir arm.
8. Burðarþolsgreining úr Inventor, "Stress Analysis Report" Eyra fyrir tjakk.
9. Burðarþolsgreining úr Inventor, "Stress Analysis Report" Armur.
10. "Tilboð" frá Ajax Tocco.
11. "Tilboð" frá Radyne Inductotherm.
12. "Tilboð" frá Plus Therm.



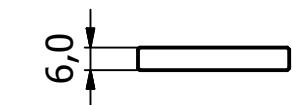
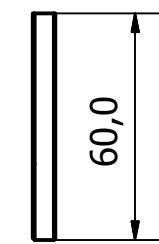
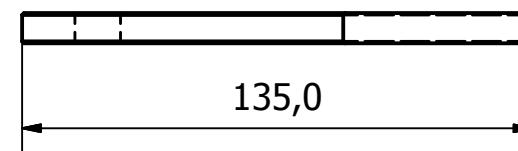
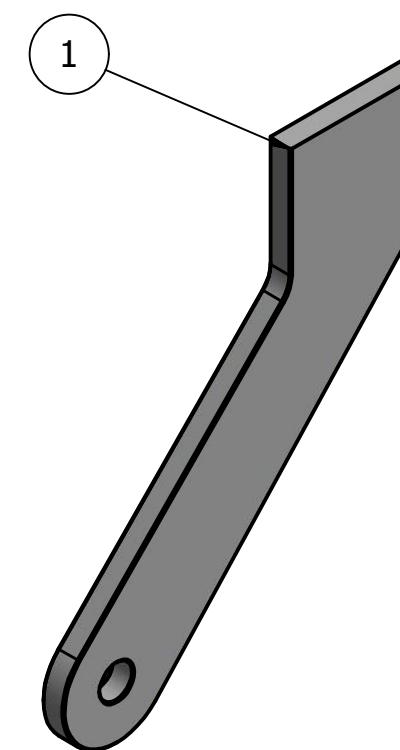
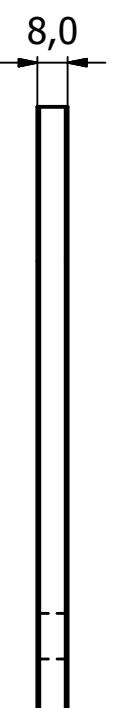
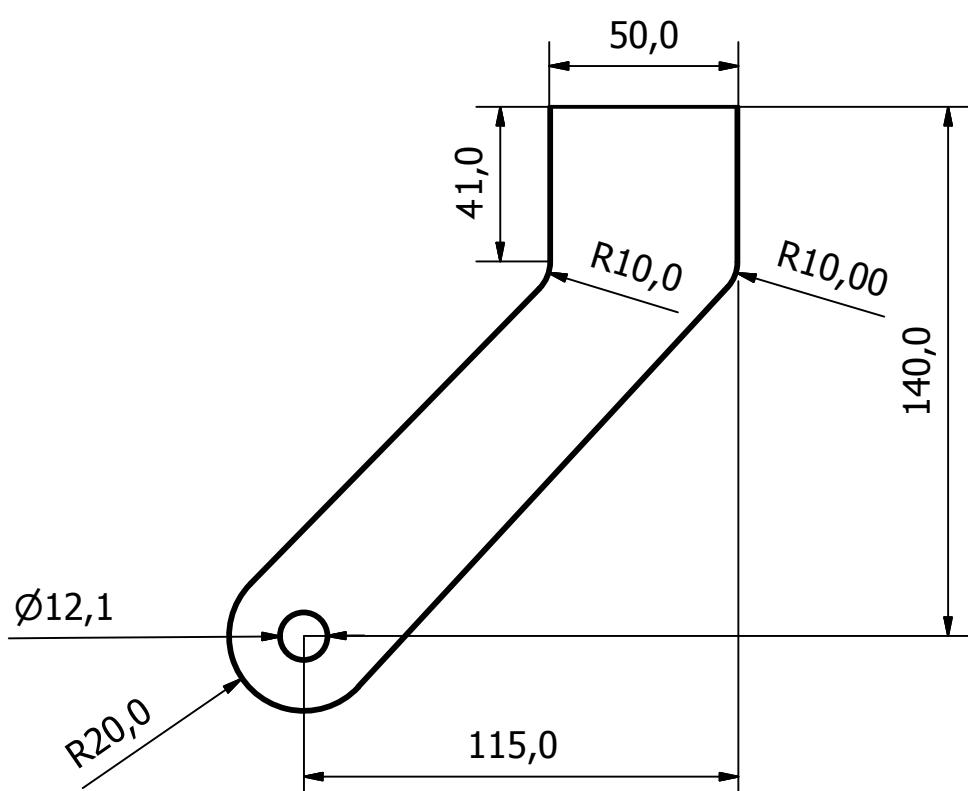
Hutalisti			
Nr.	Fjöldi	Skýring	Efni
1	2	Armur fyrir spólu	S 235 JR



Designed by AH	Checked by	Approved by	Date	Date 12.5.2015	Scale 1:3
Menntavegi 1 101 Reykjavík +354 599 6200 ru@ru.is					Armur
Véliðnfræði. Lok 2015		Edition	Sheet 1 / 1		

Hutalisti

Nr.	Fjöldi	Skýring	Efni
1	4	Eyra fyrir arm	S 235 JR
2	4	Eyra fyrir tjakk	S 235 JR

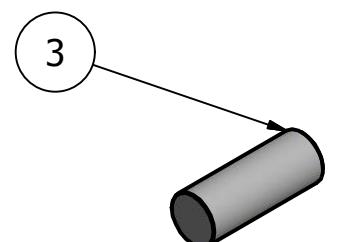
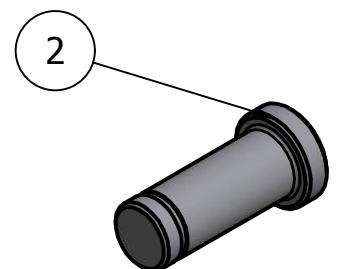
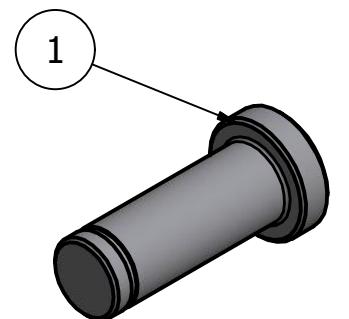
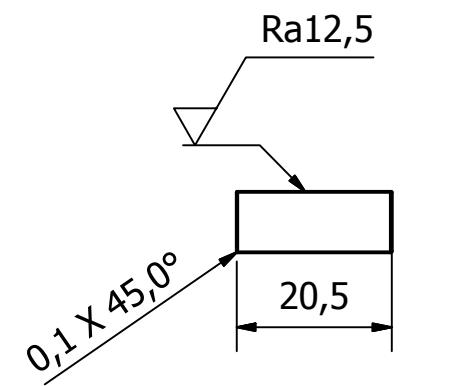
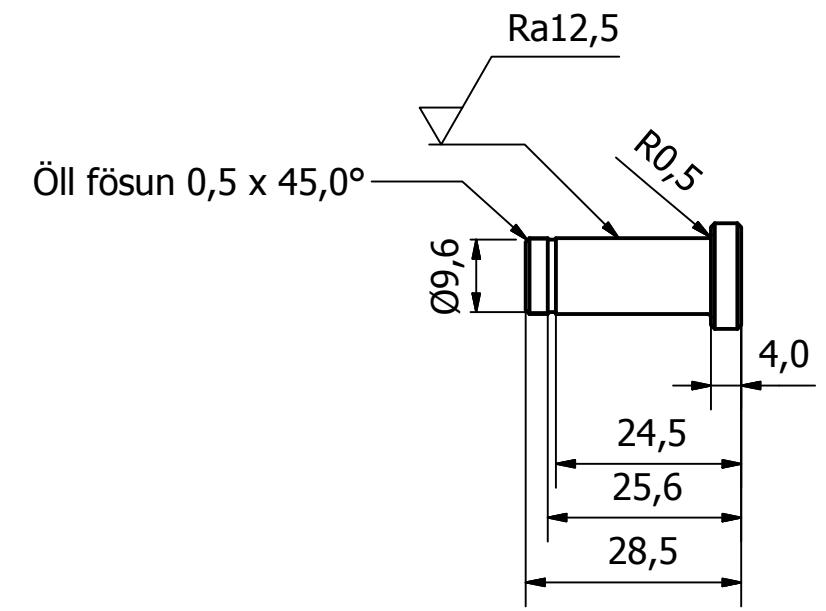
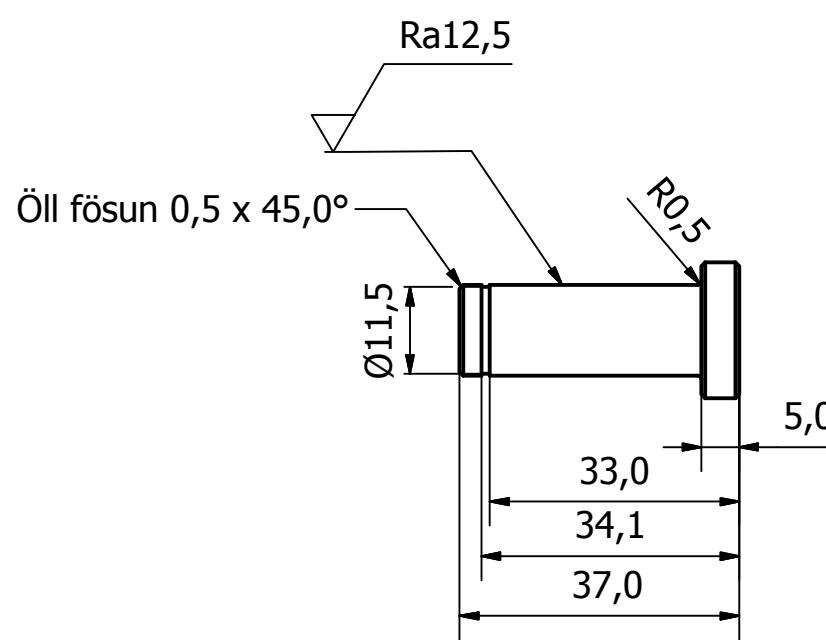


Öll fösun á báðum eyrum
0,5 x 45,0°

Designed by AH	Checked by	Approved by	Date	Date 12.5.2015	Scale 1:2
Menntavegi 1 101 Reykjavík +354 599 6200 ru@ru.is					Eyra fyrir arm og tjakk
Véliðnfræði. Lok 2015			Edition	Sheet 1 / 1	

6 5 4 3 2 1

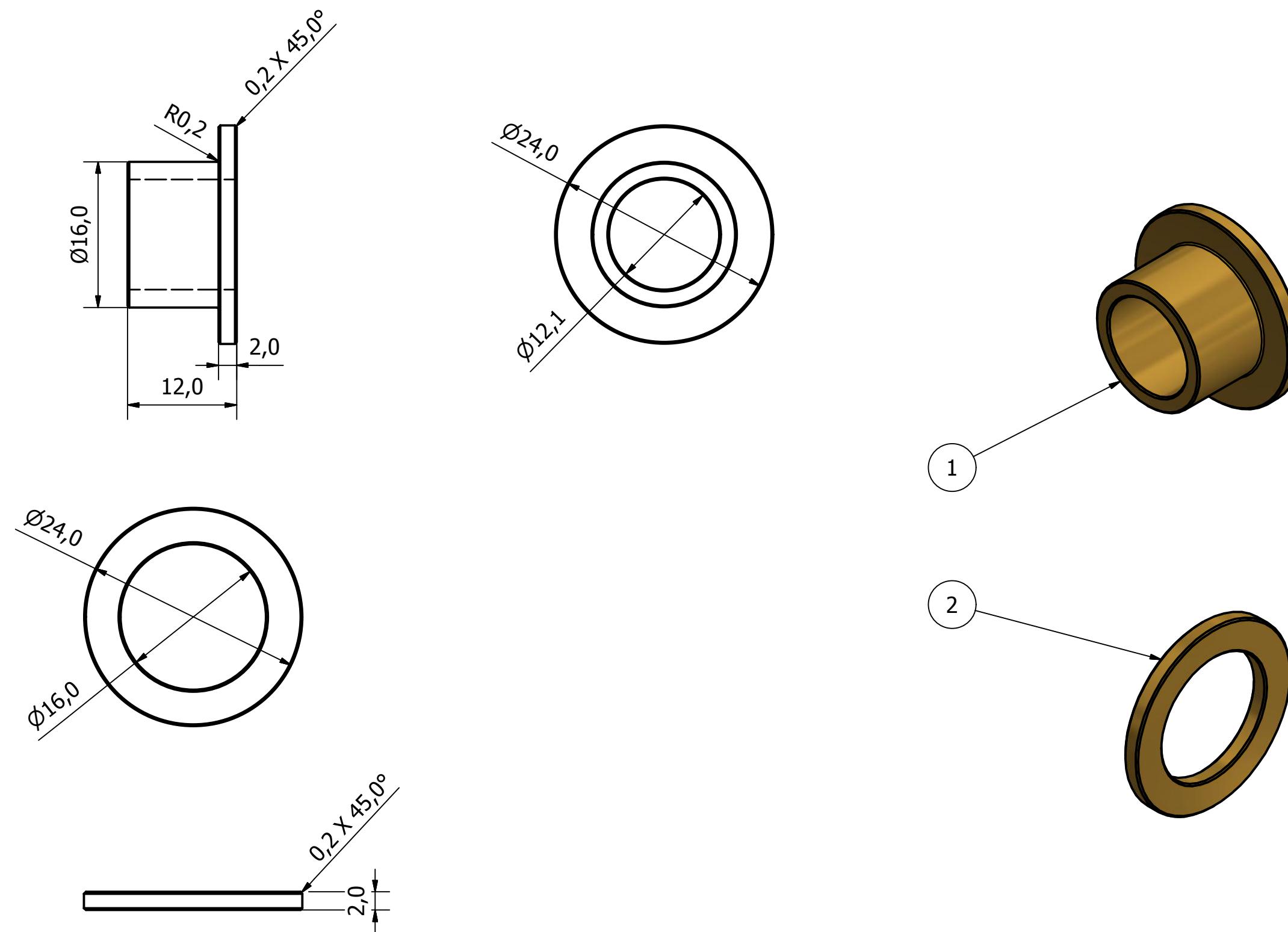
D



Hutalisti

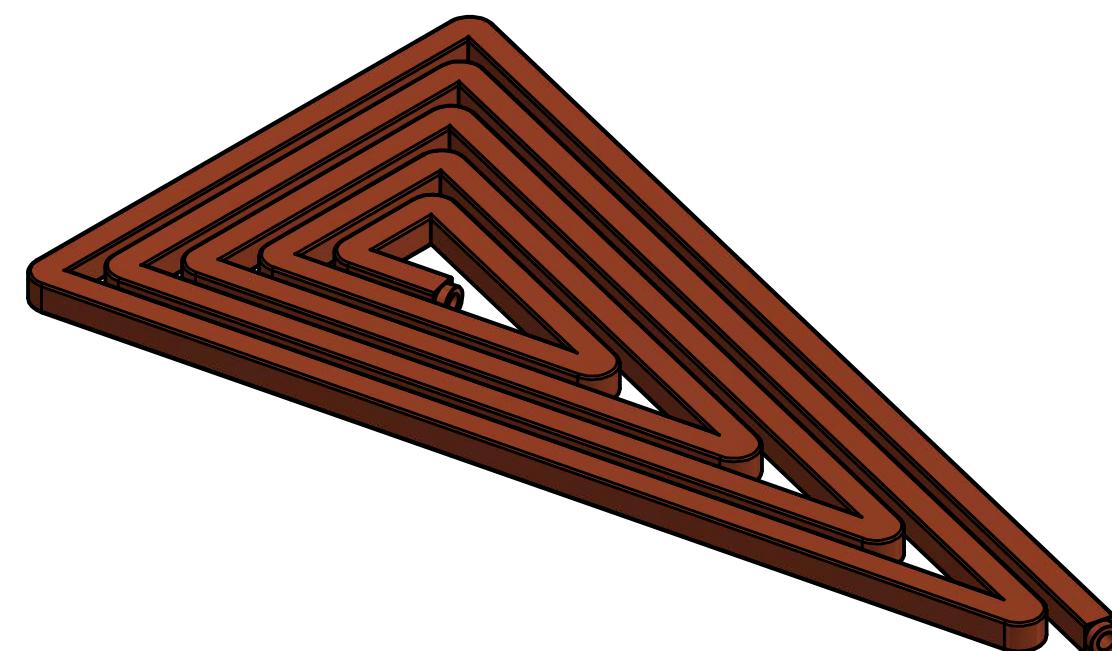
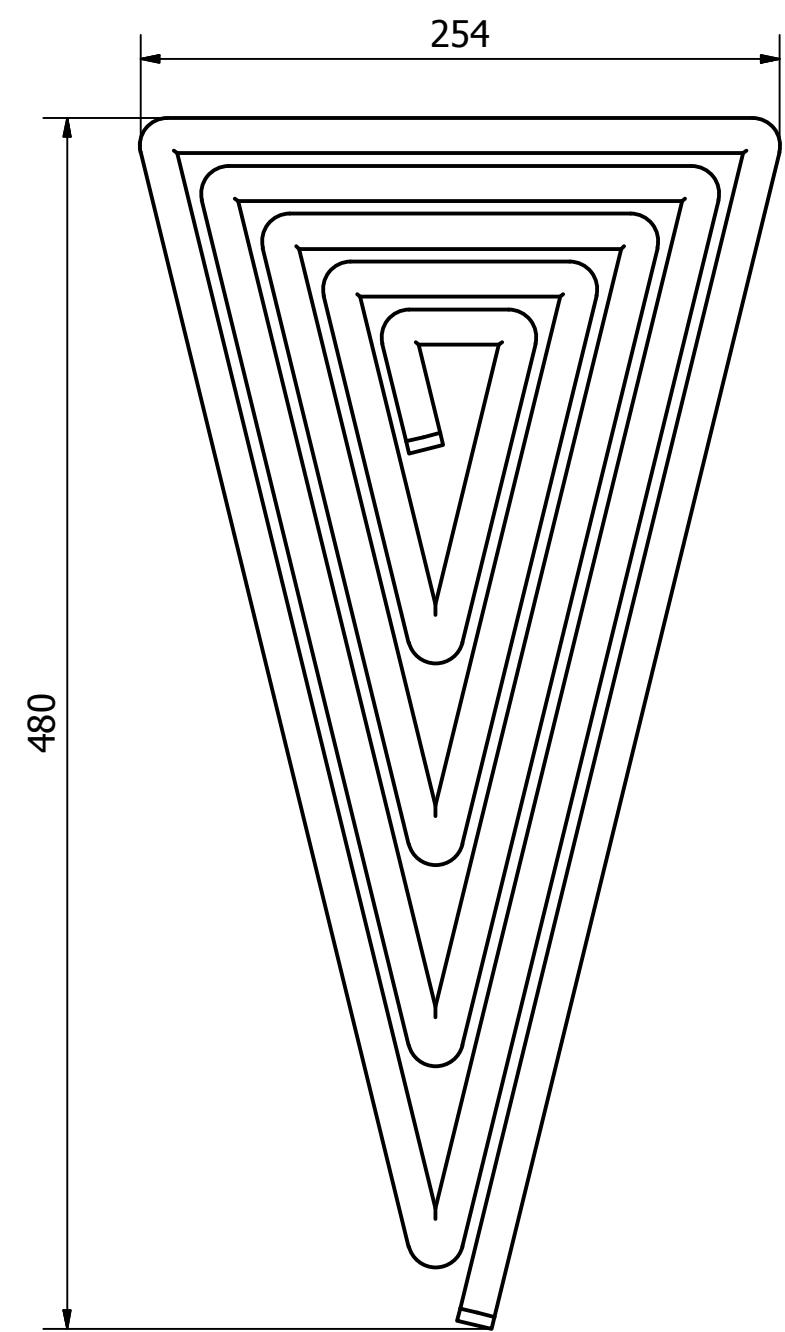
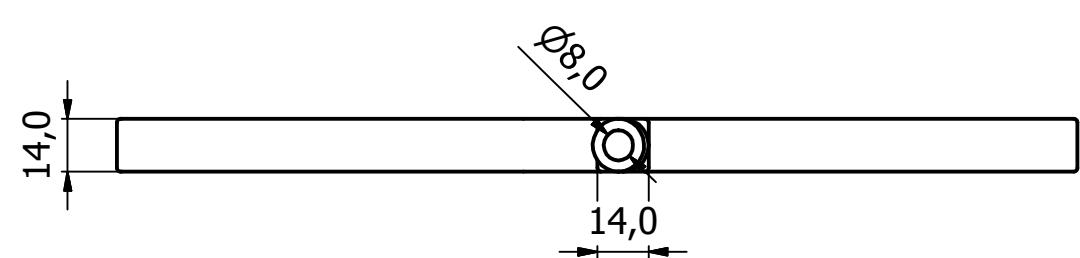
Nr.	Fjöldi	Skýring	Efni
1	2	Bolti fyrir arm	S 235 JR
2	2	Bolti fyrir tjakk	S 235 JR
3	2	Pinni í tjakk stangarenda	S 235 JR

Hutalisti			
Nr.	Fjöldi	Skýring	Efni
1	2	Fóðring í arm	Brass
2	2	Skinna á fóðringu	Brass



Designed by AH	Checked by	Approved by	Date	Date	Scale
				12.5.2015	2:1
Menntavegi 1 101 Reykjavík +354 599 6200 ru@ru.is					Fóðring í arm
Véliðnfræði. Lok 2015		Edition	Sheet	1 / 1	

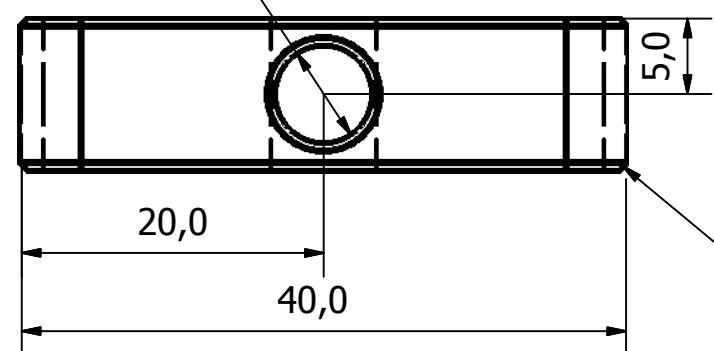
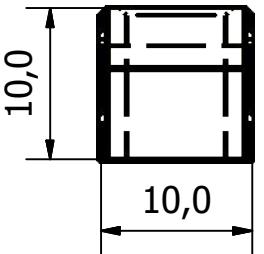
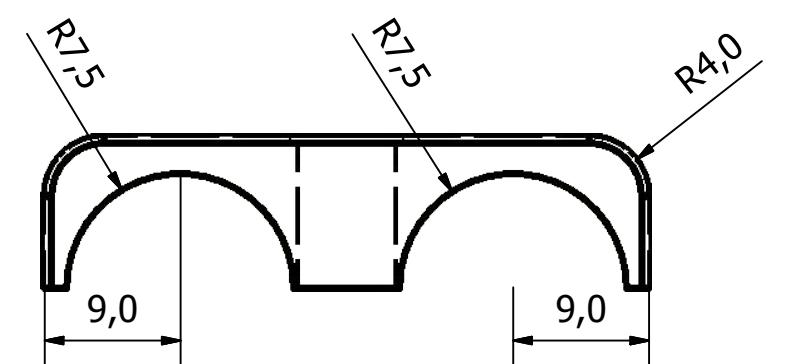
Hutalisti			
Nr.	Fjöldi	Skyring	Efni
1	2	Spanhitaspóla	Koparblanda



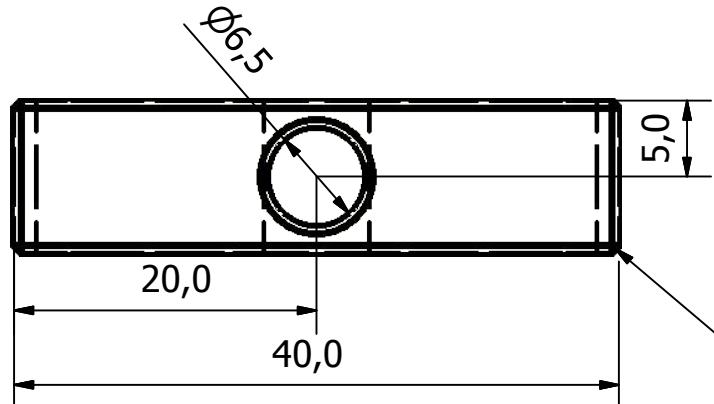
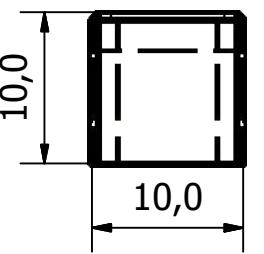
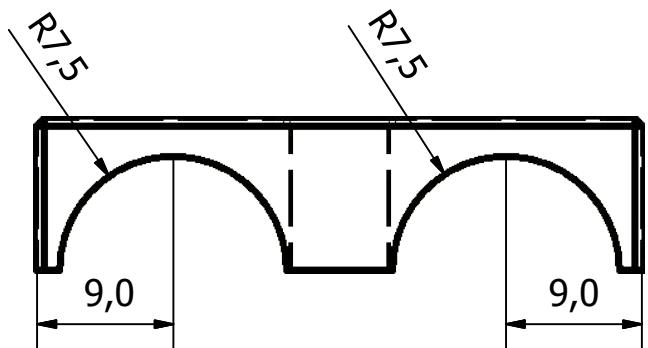
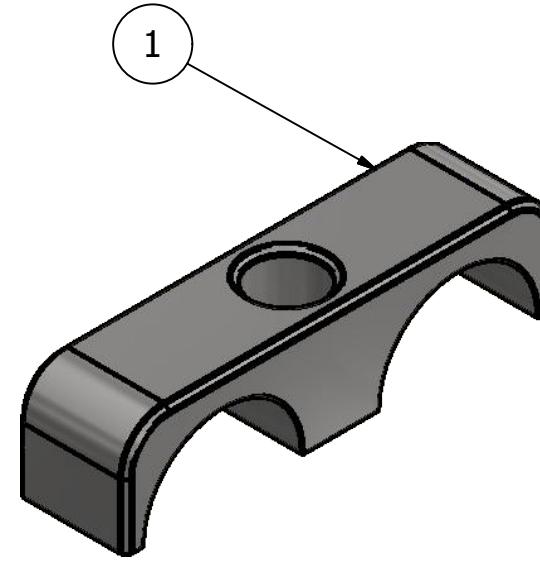
Designed by AH	Checked by	Approved by	Date	Date	Scale
				12.5.2015	1:3
		Menntavegi 1 101 Reykjavík +354 599 6200 ru@ru.is	Spanhitaspóla		
Véliðnfræði. Lok 2015		Edition	Sheet	1 / 1	

6 5 4 3 2 1

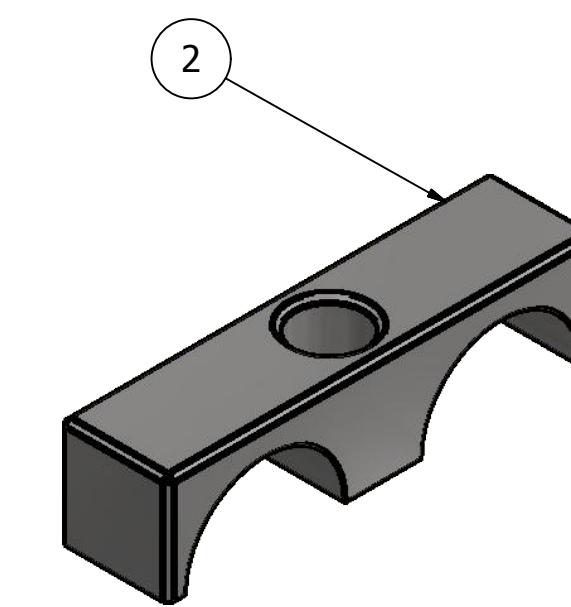
D



Öll fösun 0,5 x 45,0°



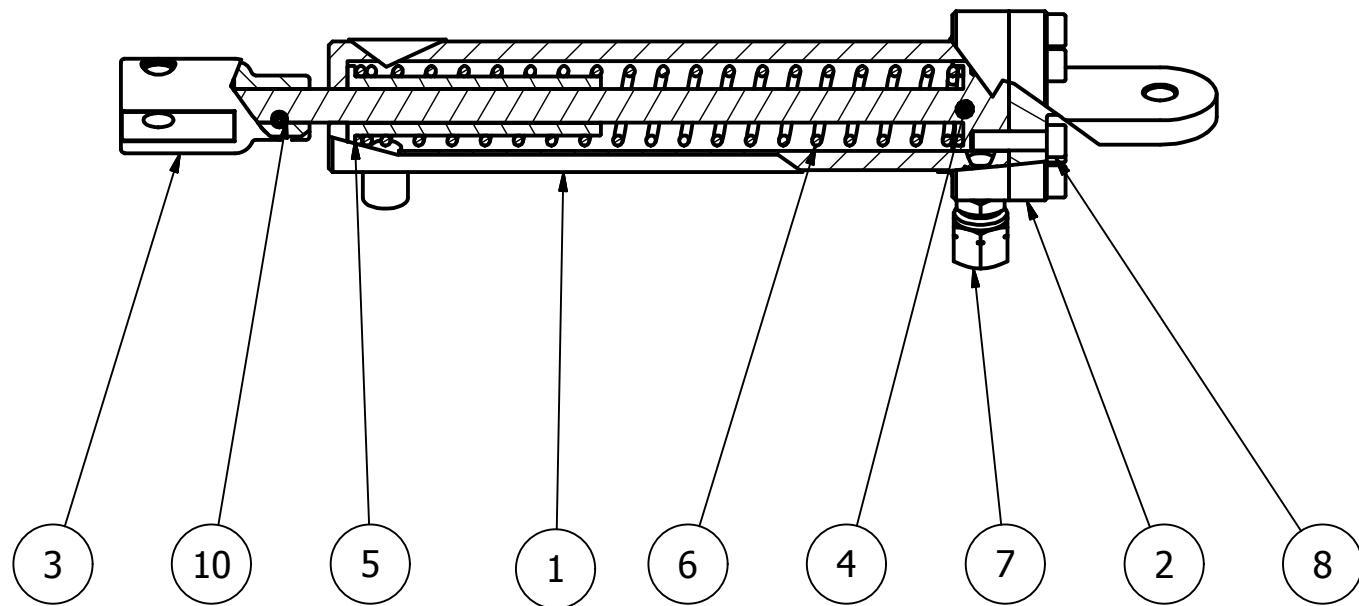
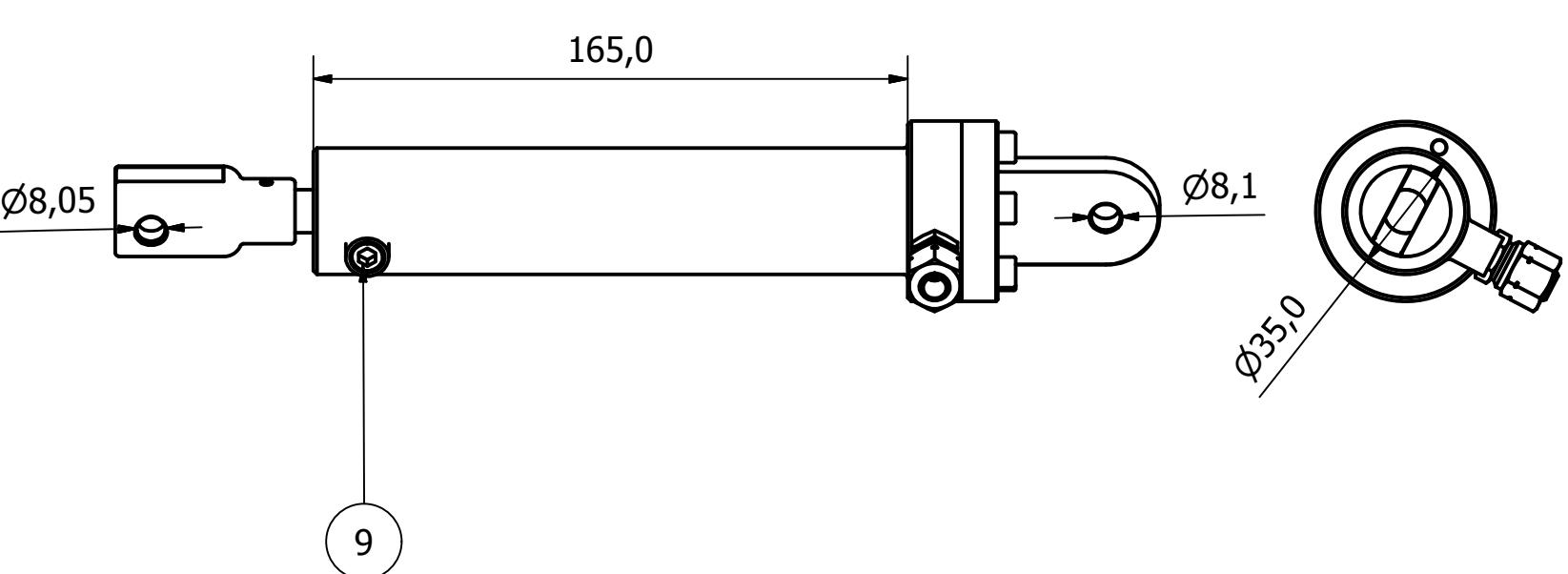
Öll fösun 0,5 x 45,0°



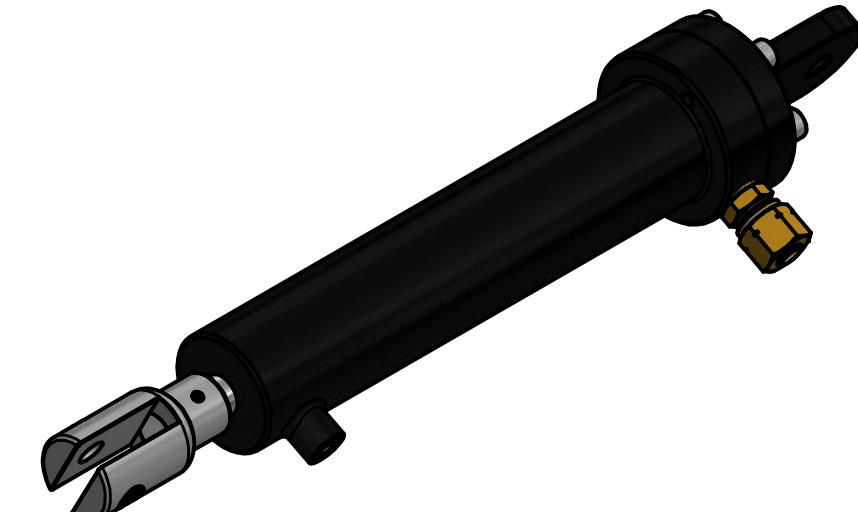
Hutalisti			
Nr.	Fjöldi	Skyring	Efni
1	7	Rörklemma efri hl.	S 235 JR
2	7	Rörklemma neðri hl.	S 235 JR

Designed by AH	Checked by	Approved by	Date	Date	Scale
				12.5.2015	2:1
		Rörklemma			
Menntavegi 1 101 Reykjavík +354 599 6200 ru@ru.is		Véliðnfræði. Lok 2015		Edition	Sheet 1 / 1

6 5 4 3 2 1



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Tjakkur	
2	1	Tjakkendi.	
3	1	Tj.stangarendi	
4	1	Tjakkstöng	
5	1	Hólkur inn í tjakk	
6	1	Compress Spring1	
7	1	Parker Male Connector 68CA 68CA-5-2	Male Connector
8	6	IS 2269 - M5 x 20	Hexagon Socket Head Cap Screws
9	1	Parker Countersunk breathing plug	Parker Countersunk breathing plug
10	1	DIN 914 - M4 x 4	Hexagon Socket Set Screw



Designed by AH	Checked by	Approved by	Date	Date 12.5.2015	Scale 1:2
Menntavegi 1 101 Reykjavík +354 599 6200 ru@ru.is		Tjakkur			
HÁSKÓLINN Í REYKJAVÍK REYKJAVÍK UNIVERSITY		Véliðnfræði. Lok 2015		Edition	Sheet 1 / 1

6 5 4 3 2 1

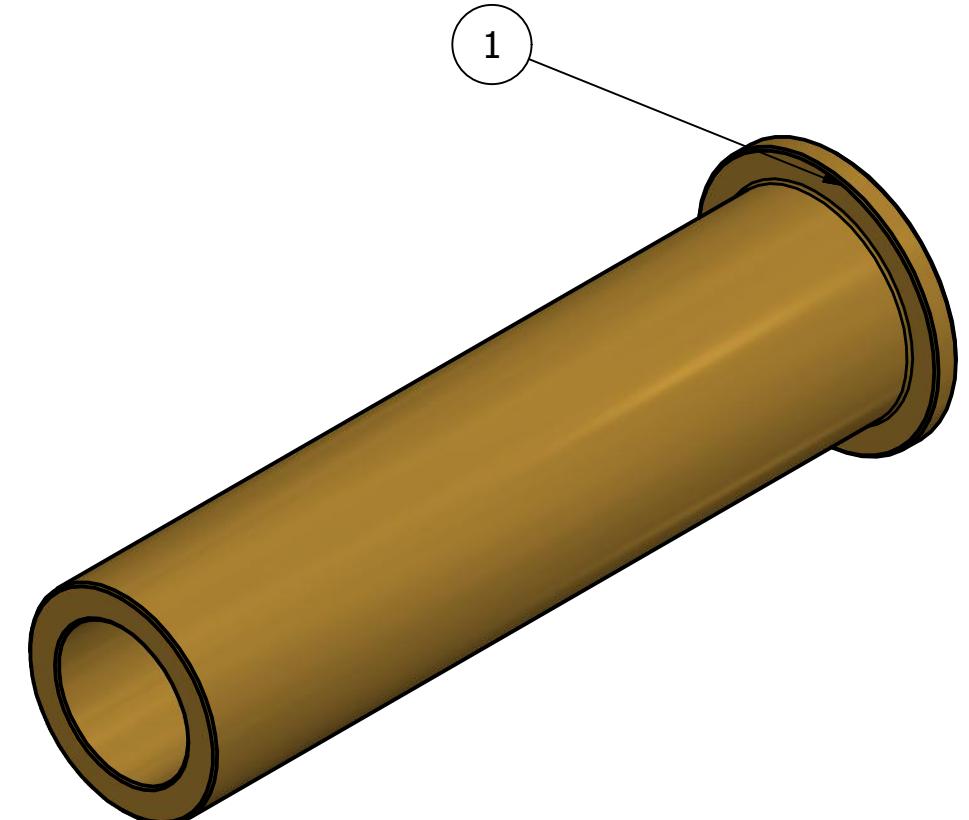
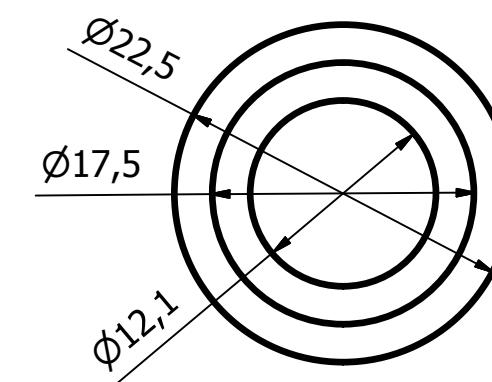
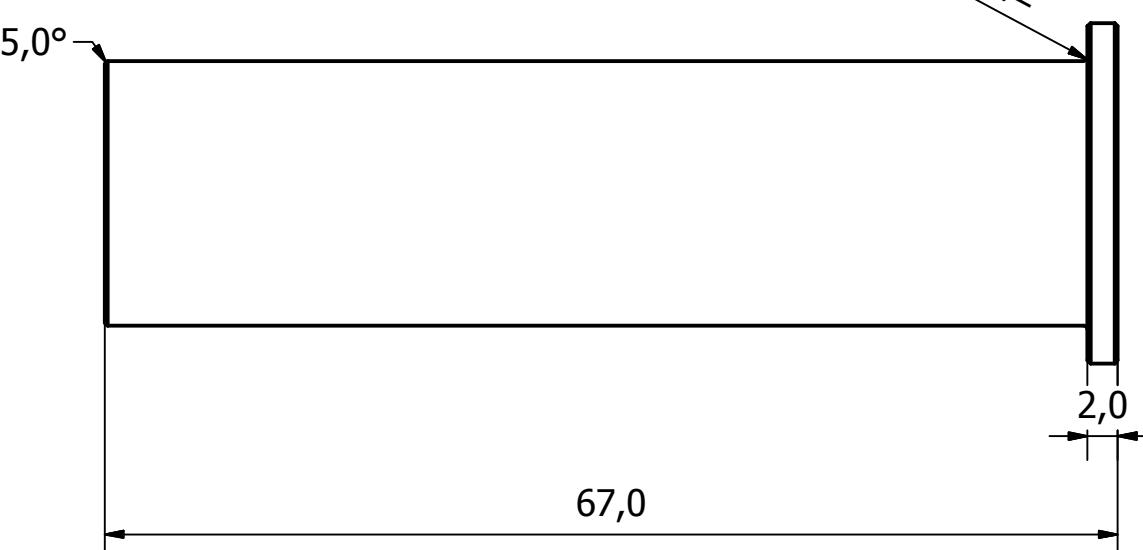
Hutalisti

Nr.	Fjöldi	Skýring	Efni
1	1	Hólkur í tjakk	Brass

D

D

Öll fösun 0,2x45,0°



1

A

A

Designed by AH	Checked by	Approved by	Date	Date 11.5.2015	Scale 2:1
	Menntavegi 1 101 Reykjavík +354 599 6200 ru@ru.is	Hólkur í tjakk			
HÁSKÓLINN Í REYKJAVÍK REYKJAVÍK UNIVERSITY		Véliðnfræði. Lok 2015			
		Edition		Sheet 1 / 1	

6

5

4

3

2

1

I tabel 7.1 har du en oversigt over tilladelige trækspændinger i MPa for forskellige materialer afhængig af belastningens karakter.

Materiale	Belastningens karakter		
	Rolig	Varierende	Vekslende
St 37-2	125	80	60
St 50-2	175	115	80
St 70-2	260	170	115
GS-45	125	80	58
GG-25	70	58	43
GAISi12	40	22	17
AlCuMg1	135	60	45
AlMg3	100	68	56

Tabel 7.1

Tilladelige trækspændinger i MPa til anvendelse ved overslagsberegninger.

I tabel 7.2 har du givet en over tilladelige trykspændinger i MPa for forskellige materialer afhængig af belastningens karakter.

Materiale	Belastningens karakter		
	Rolig	Varierende	Vekslende
St 37-2	125	80	60
St 50-2	175	115	80
St 70-2	260	170	115
GS-45	138	88	58
GG-25	190	118	43
GA1Si12	50	22	17
AlCuMg1	135	60	45
AlMg3	100	68	56

Tabel 7.2

Tilladelige trykspændinger i MPa til anvendelse ved overslagsberegninger.

I tabel 7.3 har du givet en oversigt over tilladelige forskydningsspændinger i MPa for forskellige materialer afhængig af belastningens karakter.

Materiale	Belastningens karakter		
	Rolig	Varierende	Vekslende
St 37-2	100	65	48
St 50-2	140	90	65
St 70-2	210	135	90
GS-45	100	70	45
GA1Si12	30	16	12
AlCuMg1	105	48	35
AlMg3	80	55	42

Tabel 7.3

Tilladelige forskydningsspændinger i MPa til anvendelse ved overslagsberegninger.

I tabel 7.4 har du givet en oversigt over tilladelige bøjningsspændinger i MPa for forskellige materialer afhængig af belastningens karakter.

Materiale	Belastningens karakter		
	Rolig	Varierende	Vekslende
St 37-2	140	85	65
St 50-2	185	125	85
St 70-2	285	185	115
GS-45	138	88	63
GAISi12	43	24	17
AlCuMg1	143	60	45
AlMg3	112	73	56

Tabel 7.4

Tilladelige bøjningsspændinger i MPa til anvendelse ved overslagsberegninger.

har du givet en oversigt over tilladelige torsionsspændinger i forskellige materialer afhængig af belastningens karakter.

Materiale	Belastningens karakter		
	Rolig	Varierende	Vekslende
St 37-2	80	50	37
St 50-2	105	70	50
St 70-2	160	105	75
GS-45	80	50	38
GAISi12	30	22	12
AlCuMg1	80	40	27
AlMg3	50	36	25

Tabel 7.5

Tilladelige torsionsspændinger i MPa til anvendelse ved overslagsberegninger.



Program information

Author : Author

Project name : Title

Version : 0.0

Module : SR3B261BD

Cycle time in the module : 6 x 2 ms

WATCHDOG action : Inactive

Type of Hardware Input Filtering : Slow (3ms)

 Locking of module front panel

Date format : dd/mm/yyyy

 Daylight Saving Time change activated

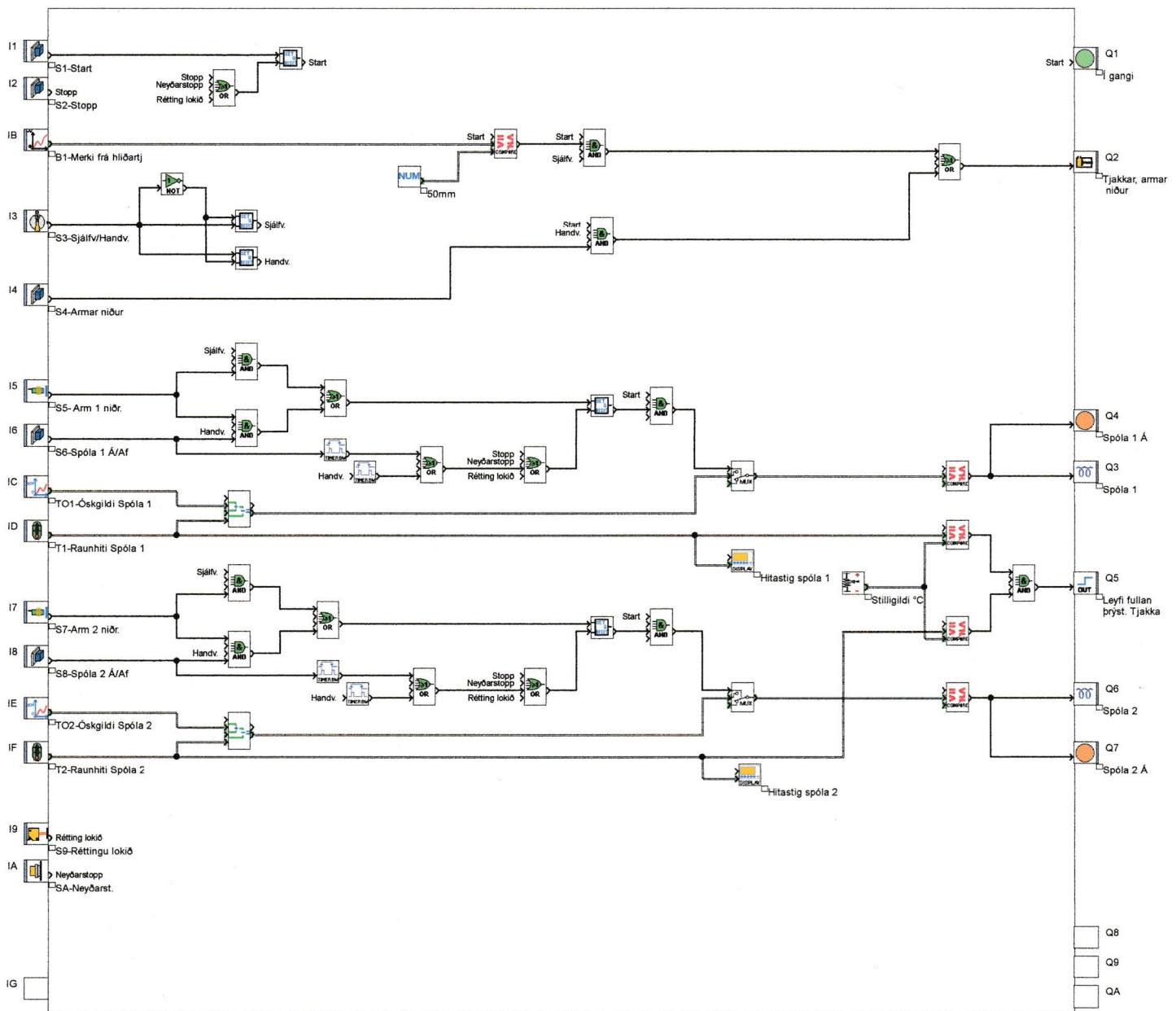
Zone : Europe

Change to Daylight Saving Time : March, Last Sunday

Return to winter time : October, Last Sunday



Program diagram





Physical inputs

Input	No	Symbol	Function	Lock	Parameters	Comment
I1	B00		Illuminated pushbutton	—	No parameters	S1-Start
I2	B88		Illuminated pushbutton	—	No parameters	S2-Stopp
I3	B03		Selector switch	—	No parameters	S3-Sjálfv/Handv.
I4	B05		Illuminated pushbutton	—	No parameters	S4-Armar niður
I5	B06		Proximity sensor	—	No parameters	S5- Arm 1 niðr.
I6	B34		Illuminated pushbutton	—	No parameters	S6-Spóla 1 Á/Af
I7	B07		Proximity sensor	—	No parameters	S7-Arm 2 niðr.
I8	B35		Illuminated pushbutton	—	No parameters	S8-Spóla 2 Á/Af
I9	B52		Presence sensor	—	No parameters	S9-Réttingu lokið
IA	B04		Pushbutton	—	No parameters	SA-Neyðarst.
IB	B12		Analog input 0..10V	—	Electrical connection at input : 0 - 10 V	B1-Merki frá hliðartj
IC	B21		Analog input 0...10V	—	Electrical connection at input : 0 - 10 V	TO1-Óskgildi Spóla 1
ID	B29		Analog input 0...10V	—	Electrical connection at input : 0 - 10 V	T1-Raunhiti Spóla 1
IE	B22		Analog input 0...10V	—	Electrical connection at input : 0 - 10 V	TO2-Óskgildi Spóla 2
IF	B31		Analog input 0...10V	—	Electrical connection at input : 0 - 10 V	T2-Raunhiti Spóla 2

Physical outputs

Output	No	Symbol	Function	Comment
Q1	B08		Green indicator light	í gangi
Q2	B09		Cylinder	Tjakkar, armar niður
Q3	B103		Resistance	Spóla 1
Q4	B111		Orange indicator light	Spóla 1 Á
Q5	B96		Discrete output	Leyfi fullan þryst. Tjakka
Q6	B105		Resistance	Spóla 2
Q7	B110		Orange indicator light	Spóla 2 Á

Configurable functions

No	Symbol	Function	Lock	Latching	Parameters	Comment
B11		Comparison of 2 values	—	—	VALEUR 1 \geq VALEUR 2	
B13		Numerical constant	No	—	Value of the constant : 128	50mm
B44		RS switching	—	—	Priority : RESET has priority	
B53		RS switching	—	—	Priority : RESET has priority	



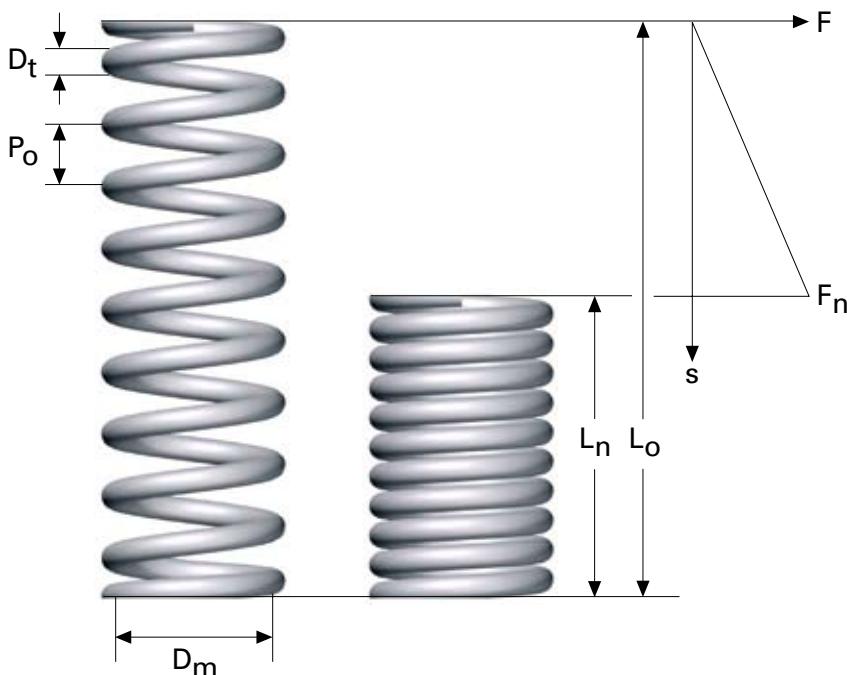
No	Symbol	Function	Lock	Latching	Parameters	Comment
B67		Pulses on edges	—	—	Pulse when the input changes : from OFF to ON and from ON to OFF	
B70		RS switching	—	—	Priority : RESET has priority	
B71		RS switching	—	—	Priority : RESET has priority	
B75		Pulses on edges	—	—	Pulse when the input changes : from OFF to ON	
B83		RS switching	—	—	Priority : RESET has priority	
B85		Pulses on edges	—	—	Pulse when the input changes : from OFF to ON and from ON to OFF	
B87		Pulses on edges	—	—	Pulse when the input changes : from OFF to ON	
B92		Comparison of 2 values	—	—	VALEUR 1 \geq VALEUR 2	
B98		Comparison of 2 values	—	—	VALEUR 1 \geq VALEUR 2	
B104		Comparison of 2 values	—	—	VALEUR 1 $>$ VALEUR 2	
B106		Comparison of 2 values	—	—	VALEUR 1 $>$ VALEUR 2	
B107		LCD display	—	—	See details below	Hitastig spóla 1
B108		LCD display	—	—	See details below	Hitastig spóla 2
B109		Analog input 0...POW SUP V	—	—	Electrical connection at input : 0 - 10 V	Stilligildi °C

DISPLAY (LCD display)

B107		LCD display	Hitastig spóla 1
*	*	*	*
<input type="checkbox"/> Modification authorized in L1C1			
B108		LCD display	Hitastig spóla 2
*	*	*	*
<input type="checkbox"/> Modification authorized in L1C1			

COMPRESSION SPRINGS

Dimensions according to DIN 2098



Compression springs for general use.

Dimensions according to DIN 2098

All dimensions are in mm

D_t = Wire diameter

D_m = Mean diameter

D_i = Inner diameter ($D_m - D_t$)

L_o = Unloaded length

n_v = No of active coils

n_t = Total number of coils ($n_v + 2$)

L_n = Loaded length (minimum working length)

F_n = Spring force in Newtons at L_n

s_n = Deflection at L_n

c = Rate

L_{st} = Solid length = $\sim D_t \times n_t$

N_c = Number of load oscillations (life)

Coiling: Right hand

Material: D_t 0.2–5.0 = EN 10270-3-1.4310

D_t 0.5–10.0 = EN 10270-1-SH

Tolerances: SS 2384, see page 220 for more information.

Max. working temperature: EN 10270-1 = 120 °C

EN 10270-3-1.4310 = 250 °C

Springs with $D_t \leq 0.4$ do not have ground end coils, others have 3/4 end coils ground.

Springs with $D_t \geq 2.0$ are shot peened.

Note that the DIN 2098 uses the mean diameter (D_m), unlike our own standard, which uses D_i .

Only if the spring is statically loaded ($N_c < 10\,000$) should the spring be compressed to L_n . If the spring is compressed further, a certain relaxation (load loss) occurs.

The springs in this range can also be used for dynamic (pulsating) load. Deflection (s_n) and force (F_n) must then be reduced.

1 kp = 9.80665 Newtons, 1 Newton = 0.10197 kp

COMPRESSION SPRINGS

Dimensions according to DIN 2098

D _t	D _m	L _o	n _v	L _n	s _n	EN 10270-1-SH			Stainless steel EN 10270-3-1.4310		
						F _n	c	Cat.no	F _n	c	Cat.no
0,8	5	8,3	3,5	5,6	2,7	26	9,53	5911	24,2	8,86	5936
0,8	5	12	5,5	7,7	4,3	26	6,07	5912	24,2	5,65	5937
0,8	5	17,5	8,5	10,9	6,6	26	3,92	5913	24,2	3,65	5938
0,8	5	24,5	12,5	15,1	9,4	26	2,67	5914	24,2	2,48	5939
0,8	5	36*	18,5	21,5	14,5	26	1,8	5915	24,2	1,67	5940
0,8	6,3	10,5	3,5	5,6	4,9	24	4,77	5916	22,3	4,44	5941
0,8	6,3	15,5	5,5	7,7	7,8	24	3,03	5917	22,3	2,82	5942
0,8	6,3	23	8,5	10,9	12,1	24	1,96	5918	22,3	1,82	5943
0,8	6,3	33*	12,5	15,1	17,9	24	1,33	5919	22,3	1,24	5945
0,8	6,3	48*	18,5	21,5	26,5	24	0,9	5920	22,3	0,84	5944
0,8	8	14,5	3,5	6,1	8,4	19,5	2,32	5921	18,1	2,16	5946
0,8	8	21,5	5,5	8,4	13,1	19,5	1,48	5922	18,1	1,38	5947
0,8	8	32*	8,5	12	20	19,5	0,96	5923	18,1	0,89	5948
0,8	8	47*	12,5	16,7	30,3	19,5	0,65	5924	18,1	0,6	5949
0,8	8	68*	18,5	23,8	44,2	19,5	0,44	5925	18,1	0,41	5950
0,8	10	20	3,5	6,9	13,1	15,4	1,2	5926	14,3	1,12	5951
0,8	10	30*	5,5	9,8	20,2	15,4	0,76	5927	14,3	0,7	5952
0,8	10	45,5*	8,5	14,3	31,2	15,4	0,49	5928	14,3	0,46	5953
0,8	10	66*	12,5	19,9	46,1	15,4	0,33	5929	14,3	0,31	5954
0,8	10	96,5*	18,5	28,5	68	15,4	0,23	5930	14,3	0,21	5955
1	5	8,5	3,5	6,6	1,9	43,7	23,20	5956	40,6	21,6	5981
1	5	12	5,5	9	3	43,7	14,80	5957	40,6	13,8	5982
1	5	17	8,5	12,6	4,4	43,7	9,57	5958	40,6	8,9	5983
1	5	24	12,5	17,4	6,6	43,7	6,51	5959	40,6	6,05	5984
1	5	34,5*	18,5	24,6	9,9	43,7	4,4	5960	40,6	4,1	5985
1	6,3	10	3,5	7,3	2,7	34,1	11,6	5961	31,7	10,79	5986
1	6,3	14,5	5,5	10,1	4,4	34,1	7,39	5962	31,7	6,87	5987
1	6,3	21,5	8,5	14,3	7,2	34,1	4,79	5963	31,7	4,45	5988
1	6,3	30,5	12,5	19,9	10,6	34,1	3,26	5964	31,7	3,03	5989
1	6,3	43,5*	18,5	28,3	15,2	34,1	2,2	5965	31,7	2,05	5990
1	8	13	3,5	7,3	5,7	33,1	5,68	5966	30,8	5,28	5991
1	8	19	5,5	10,1	8,9	33,1	3,61	5967	30,8	3,35	5992
1	8	28,5	8,5	14,3	14,2	33,1	2,33	5968	30,8	2,17	5993
1	8	40,5*	12,5	19,9	20,6	33,1	1,59	5969	30,8	1,48	5994
1	8	59*	18,5	28,3	30,7	33,1	1,08	5970	30,8	1	5995
1	10	17,5	3,5	8	9,5	27,4	2,9	5971	25,5	2,7	5996
1	10	26	5,5	11,2	14,8	27,4	1,85	5972	25,5	1,72	5997
1	10	39	8,5	16	23	27,4	1,2	5973	25,5	1,12	5998
1	10	56*	12,5	22,4	33,6	27,4	0,81	5974	25,5	0,76	5999
1	10	81,5*	18,5	32	49,5	27,4	0,55	5975	25,5	0,51	6000
1	12,5	24	3,5	9,4	14,6	22	1,49	5976	20,5	1,39	6001
1	12,5	36,5	5,5	13,4	23,1	22	0,95	5977	20,5	0,88	6002
1	12,5	55,5*	8,5	19,4	36,1	22	0,61	5978	20,5	0,57	6003
1	12,5	80,5*	12,5	27,4	53,1	22	0,41	5979	20,5	0,38	6004
1	12,5	115*	18,5	39,4	75,6	22	0,28	5980	20,5	0,26	6005
1,25	6,3	12	3,5	7,2	4,8	133	29	6006	124	27	6031
1,25	6,3	17	5,5	9,8	7,2	133	18	6007	124	16,7	6032
1,25	6,3	25	8,5	13,8	11,2	133	11,8	6008	124	11	6033
1,25	6,3	35,5	12,5	19,2	16,3	133	8,09	6009	124	7,5	6034
1,25	6,3	51,5*	18,5	27,1	24,4	133	5,39	6010	124	5	6035
1,25	8	15	3,5	7,4	7,6	105	14,3	6011	98	13,3	6036
1,25	8	22	5,5	10,5	11,5	105	8,92	6012	98	8,3	6037
1,25	8	33	8,5	14,9	18,1	105	5,83	6013	98	5,4	6038
1,25	8	47,5*	12,5	21	26,5	105	3,96	6014	98	3,7	6039
1,25	8	69*	18,5	30	39	105	2,69	6015	98	2,5	6040

* These springs can break laterally if they are not located in a bush or on a shaft.

COMPRESSION SPRINGS

Dimensions according to DIN 2098



D _t	D _m	L _o	n _y	L _n	s _n	EN 10270-1-SH			Stainless steel EN 10270-3-1.4310		
						F _n	c	Cat.no	F _n	c	Cat.no
1,25	10	20	3,5	7,7	12,3	85,4	7,09	6016	79	7,59	6041
1,25	10	29,5	5,5	10,8	18,7	85,4	4,51	6017	79	4,19	6042
1,25	10	44,5*	8,5	15,2	29,3	85,4	2,92	6018	79	2,71	6043
1,25	10	64*	12,5	21,1	42,9	85,4	1,99	6019	79	1,85	6044
1,25	10	93,5*	18,5	30	63,5	85,4	1,34	6020	79	1,25	6045
1,25	12,5	27	3,5	8,2	18,8	69	3,63	6021	64	3,38	6046
1,25	12,5	41,5	5,5	11,6	29,9	69	2,31	6022	64	2	6047
1,25	12,5	62,5*	8,5	16,5	46	69	1,49	6023	64	1,38	6048
1,25	12,5	90,5*	12,5	23,1	67,4	69	1,02	6024	64	0,95	6049
1,25	12,5	130*	18,5	32,9	97,1	69	0,69	6025	64	0,64	6050
1,25	16	40,5	3,5	9,1	31,4	54,2	1,73	6026	50	1,61	6051
1,25	16	62*	5,5	12,9	49,1	54,2	1,1	6027	50	1,02	6052
1,25	16	94*	8,5	18,5	75,5	54,2	0,72	6028	50	0,67	6053
1,25	16	140*	12,5	26	114	54,2	0,48	6029	50	0,45	6054
1,25	16	205*	18,5	37,3	168	54,2	0,32	6030	50	0,3	6055
1,6	8	14,5	3,5	9	5,5	212	37,30	6056	197	34,7	6081
1,6	8	21,5	5,5	12,6	8,9	212	23,70	6057	197	22	6082
1,6	8	31,5	8,5	17,9	13,6	212	15,40	6058	197	14,3	6083
1,6	8	45	12,5	24,8	20,2	212	10,40	6059	197	9,7	6084
1,6	8	65,5*	18,5	35,2	30,3	212	7,05	6060	197	6,56	6085
1,6	10	18,5	3,5	9,4	9,1	170	19,1	6061	158	17,76	6086
1,6	10	27	5,5	13,2	13,8	170	12,2	6062	158	11,34	6087
1,6	10	40,5	8,5	18,9	21,6	170	7,87	6063	158	7,32	6088
1,6	10	58,5*	12,5	26,5	32	170	5,33	6064	158	4,96	6089
1,6	10	85*	18,5	37,9	47,1	170	3,61	6065	158	3,36	6090
1,6	12,5	24	3,5	10	14	135	9,76	6066	125	9,07	6091
1,6	12,5	36	5,5	14,1	21,9	135	6,23	6067	125	5,79	6092
1,6	12,5	53,5*	8,5	20,1	33,4	135	4,04	6068	125	3,75	6093
1,6	12,5	78*	12,5	28	50	135	2,73	6069	125	2,54	6094
1,6	12,5	115*	18,5	39,9	75,1	135	1,84	6070	125	1,71	6095
1,6	16	34	3,5	11	23	106	4,65	6071	99	4,32	6096
1,6	16	51,5*	5,5	15,5	36	106	2,96	6072	99	2,75	6097
1,6	16	77,5*	8,5	22,2	55,3	106	1,92	6073	99	1,79	6098
1,6	16	110*	12,5	31,2	78,8	106	1,3	6074	99	1,2	6099
1,6	16	165*	18,5	44,6	120	106	0,88	6075	99	0,82	6100
1,6	20	48*	3,5	12,4	35,6	84,8	2,38	6076	79	2,21	6101
1,6	20	73,5*	5,5	17,6	55,9	84,8	1,5	6077	79	1,39	6102
1,6	20	110*	8,5	25,5	84,5	84,8	0,99	6078	79	0,92	6103
1,6	20	165*	12,5	36	129	84,8	0,67	6079	79	0,62	6104
1,6	20	240*	18,5	51,8	188	84,8	0,45	6080	79	0,42	6561
2	10	18	3,5	11,2	6,8	318	46,6	6105	295	43,3	6130
2	10	26,5	5,5	15,6	10,9	318	29,7	6106	295	27,6	6131
2	10	38,5	8,5	22	16,5	318	19,2	6107	295	17,9	6132
2	10	55	12,5	30,6	24,4	318	13	6108	295	12,2	6133
2	10	79,5*	18,5	43,4	36,1	318	8,81	6109	295	8,29	6134
2	12,5	22,5	3,5	11,7	10,8	254	23,9	6110	236	22,22	6135
2	12,5	33	5,5	16,4	16,6	254	15,2	6111	236	14,13	6136
2	12,5	49,5	8,5	23,5	26	254	9,81	6112	236	9,12	6137
2	12,5	71*	12,5	33	38	254	6,69	6113	236	6,22	6138
2	12,5	105*	18,5	47,2	57,8	254	4,52	6114	236	4,2	6139
2	16	30	3,5	12,5	17,5	198	11,4	6115	184	10,6	6140
2	16	45	5,5	17,7	27,3	198	7,24	6116	184	6,73	6141
2	16	68*	8,5	25,5	42,5	198	4,69	6117	184	4,36	6142
2	16	98*	12,5	35,9	62,1	198	3,19	6118	184	2,97	6143
2	16	145*	18,5	51,4	93,6	198	2,16	6119	184	2	6144

* These springs can break laterally if they are not located in a bush or on a shaft.



COMPRESSION SPRINGS

Dimensions according to DIN 2098

D_t	D_m	L_o	n_v	L_n	s_n	F_n	c	EN 10270-1-SH		Stainless steel EN 10270-3-1.4310		
								Cat.no	F_n	c	Cat.no	
2	20	41	3,5	13,6	27,4	159	5,83	6120	148	5,42	6145	
2	20	62*	5,5	19,2	42,8	159	3,71	6121	148	3,45	6146	
2	20	94*	8,5	27,6	66,4	159	2,39	6122	148	2,22	6147	
2	20	135*	12,5	38,8	96,2	159	1,63	6123	148	1,52	6148	
2	20	200*	18,5	55,6	144	159	1,10	6124	148	1,02	6149	
2	25	58*	3,5	15	43	127	2,98	6125	118	2,77	6150	
2	25	88,5*	5,5	21,4	67,1	127	1,9	6126	118	1,77	6151	
2	25	135*	8,5	31	104	127	1,23	6127	118	1,14	6598	
2	25	195*	12,5	43,8	151	127	0,83	6128	118	0,77	6152	
2	25	290*	18,5	63	227	127	0,57	6129	118	0,53	6153	
2,5	12,5	22	3,5	14	8	468	58,3	6154	435	54,2	6179	
2,5	12,5	32	5,5	19,5	12,5	468	37,2	6155	435	34,59	6180	
2,5	12,5	47,5	8,5	27,8	19,7	468	24	6156	435	22,32	6181	
2,5	12,5	67,5	12,5	38,7	28,8	468	16,3	6157	435	15,16	6182	
2,5	12,5	98*	18,5	55,1	42,9	468	11	6158	435	10,23	6183	
2,5	16	27,5	3,5	14,6	12,9	365	27,8	6159	339	25,85	6184	
2,5	16	41	5,5	20,5	20,5	365	17,7	6160	339	16,46	6185	
2,5	16	61	8,5	29,3	31,7	365	11,5	6161	339	10,69	6186	
2,5	16	88*	12,5	41,1	46,9	365	7,78	6162	339	7,23	6187	
2,5	16	130*	18,5	58,9	71,1	365	5,25	6163	339	4,88	6188	
2,5	20	36	3,5	15,5	20,5	292	14,2	6164	271	13,2	6189	
2,5	20	54	5,5	21,9	32,1	292	9,05	6165	271	8,41	6190	
2,5	20	81,5*	8,5	31,5	50	292	5,85	6166	271	5,44	6191	
2,5	20	120*	12,5	44,3	75,7	292	3,98	6167	271	3,7	6192	
2,5	20	175*	18,5	63,6	111	292	2,69	6168	271	2,5	6193	
2,5	25	49	3,5	16,8	32,2	233	7,29	6169	217	6,78	6194	
2,5	25	74,5*	5,5	24	50,5	233	4,64	6170	217	4,31	6195	
2,5	25	115*	8,5	34,8	80,2	233	3	6171	217	2,79	6196	
2,5	25	165*	12,5	49,2	116	233	2,04	6172	217	1,89	6197	
2,5	25	240*	18,5	70,8	169	233	1,38	6173	217	1,28	6198	
2,5	32	71,5*	3,5	19,3	52,2	182	3,48	6174	169	3,23	6199	
2,5	32	110*	5,5	27,9	82,1	182	2,22	6175	169	2,06	6200	
2,5	32	170*	8,5	40,7	129	182	1,43	6176	169	1,36	6201	
2,5	32	245*	12,5	58,1	187	182	0,97	6177	169	0,9	6202	
2,5	32	360*	18,5	83,9	276	182	0,66	6178	169	0,61	6203	
3,2	16	27,5	3,5	17,8	9,7	721	74,3	6204	670	69,1	6740	
3,2	16	40	5,5	24,9	15,1	721	47,4	6205	670	44,1	6741	
3,2	16	59	8,5	35,4	23,6	721	30,7	6206	670	28,55	6742	
3,2	16	83,5	12,5	49	34,5	721	20,8	6207	670	19,35	6743	
3,2	16	120*	18,5	69,4	50,6	721	14,1	6208	670	13,11	6744	
3,2	20	33,5	3,5	18,5	15	577	38,1	6209	537	35,43	6745	
3,2	20	49,5	5,5	25,9	23,6	577	24,2	6210	537	22,5	6746	
3,2	20	74	8,5	37,1	36,9	577	15,7	6211	537	14,6	6747	
3,2	20	105*	12,5	51,6	53,4	577	10,7	6212	537	9,95	6748	
3,2	20	155*	18,5	73,2	81,8	577	7,21	6213	537	6,7	6749	
3,2	25	42,5	3,5	19,1	23,4	461	19,4	6214	429	18,04	6750	
3,2	25	63,5	5,5	26,3	37,2	461	12,4	6215	429	11,53	6751	
3,2	25	94,5*	8,5	37,1	57,4	461	8,02	6216	429	7,45	6752	
3,2	25	135*	12,5	51,6	83,4	461	5,45	6217	429	5,06	6753	
3,2	25	200*	18,5	73,2	127	461	3,68	6218	429	3,42	6754	
3,2	32	58,6	3,5	19,8	38,7	361	9,31	6219	336	8,65	6755	
3,2	32	88,5*	5,5	27,4	61,1	361	5,92	6220	336	5,5	6756	
3,2	32	135*	8,5	38,8	96,2	361	3,82	6221	336	3,55	6757	
3,2	32	190*	12,5	54,1	136	361	2,61	6222	336	2,42	6758	
3,2	32	280*	18,5	77	203	361	1,76	6223	336	1,64	6759	

* These springs can break laterally if they are not located in a bush or on a shaft.

Smiðjuvegur 66
200 KÓPAVOGUR
Iceland

STAÐGREITT

Sími:
Fax:**Bráðabirgðatilboð**

Númer: SA-695139-1
 Dagsetning: 27.4.2015
 Síða: 1 af 1
 Söluþöntun: SA-695139
 Vegnaþ.:l.e.o.n.i.....:
 Tilv. yðar:
 Tilv. okkar: BIG
 Lokadagur tilboðs:
 Greiðsla: Staðgreitt

Vörumúmer	Vörumerki	Magn	Stykkjaverð	Afsl. prc	Ein. verð m. afsl.	Upphæð
NG6J24VDC	Rexroth NG 6J 24VDC	1,00	33.247		33.247	33.247
15002006	Rör,galv 6x1,0 mm St 37.4	1,00	496		496	496
15002008	Rör,galv 8x1,0 mm St 37.4	1,00	545		545	545
14110020	GE,galv 6-LR 1/8"	1,00	262		262	262
14110061	GE,galv 8-LR 1/8"	1,00	494		494	494
62338110	Hljóðdeyfir,kopar 1/8"	1,00	252		252	252
73001308	Tregðuloki 1/8" Fritt t.b.	1,00	5.769		5.769	5.769
70000180	TJAKKUR 30/16 X 180m/ pinnum	1,00	31.625		31.625	31.625

Öll verð eru staðgreiðsluverð í íslenskum krónum og án vsk. nema annað sé tekið fram.

Ef um sérpöntun er að ræða miðast verð við sölugengi gjaldmiðla á tilboðsdegi skv. gengisskráningu Seðlabanka Íslands og breystist í samræmi skráð gengi á viðmiðunardag. Viðmiðunardagur er sá dagur þegar kaupanda er tilkynnt um að hið selda sé tilbúið til afhendingar.

Verð einstakra vöru eða eininga eru háð því að tilboði sé tekið í heild sinni, en ekki einstaka þáttum þess.

Ofangreint tilboð gildir í 15 daga frá dagsetningu.

Verð án VSK.	Virðisaukaskat	Samtala
72.690	17.446	90.136 ISK

SÖLUTILBOÐ

Alfreð

Söлutilboð nr.

0001859

Viðskiptanúmer

1000000000

Dagsetning

30.04.2015

Söлumaður

Haraldur

Kt. 620293-2299

Vörunr.	Lýsing	Magn	Ein.verð	Afsl%	Upphæð
OP-OPTCTT-3MH2	200°C to 1500°C (3MH2)	1 stk	95.980	20,00	76.784
			Upphæð án vsk.		76.784
			Vsk. upphæð		18.428
			Samtals ISK með vsk.		95.212
Virðingarfyllst, NAUST MARINE EHF Haraldur Ingi Hilmarsson			Afsláttur		19.196
			Sundurliðun vsk. upphæðar		
			VSK 24.0%	76.784	18.428

0001859

optris® CT 3M

Precise non-contact temperature measurement of metal from 50°C to 1800°C



FEATURES

- Miniaturized Infrared Thermometer with 2.3 µm wave length range for measurements of metals, of secondary metal processing, metal oxides and ceramic materials
- Very small sensing head of 14 mm diameter and 28 mm length fits everywhere and is usable up to 85°C ambient temperature without cooling
- For measurements on metal surfaces with a very low start temperature of 50°C
- Short wave length range of 2.3 µm to reduce error of reading with measurements on materials with unknown emissivity

General Specifications

Environmental rating	IP 65 (NEMA-4)
Ambient temperature	-20°C to 85°C (sensing head) 0°C to 85 (electronics)
Storage temperature	-40 to 125°C (sensing head) -40°C to 85°C (electronics)
Relative humidity	10 - 95%, non-condensing
Vibration (sensor)	IEC 68-2-6: 3 G, 11-200 Hz, any axis
Shock (sensor)	IEC 68-2-27: 50 G, 11 ms, any axis
Weight	40 g (sensing head) 420 g (electronics)

Electrical Specifications

Outputs/analog	0/4 - 20 mA, 0-5/10 V, thermocouple J, K, alarm
Output/alarm	24 V/50 mA (open collector)
Optional	relay: 2 x 60 V DC/42 V AC _{eff} ; 0.4 A; optically isolated
Outputs/digital (optional)	USB, RS232, RS485, CAN, Profibus DP, Ethernet
Output impedances	mA max. 500 Ω (with 8-36 V DC) mV min. 100 kΩ load impedance thermocouple 20 Ω
Inputs	programmable functional inputs for external emissivity adjustment, ambient temperature compensation, trigger (reset of hold functions)
Cable length	3 m
Current draw	max. 100 mA
Power Supply	8-36 V DC

Measurement Specifications

Temperature ranges ¹⁾ (scalable via programming keys or software)	50°C to 400°C (3ML) 100°C to 600°C (3MH) 150°C to 1000°C (3MH1) ²⁾ 200°C to 1500°C (3MH2) ²⁾ 250°C to 1800°C (3MH3) ²⁾
Spectral ranges	2.3 µm
Optical resolution (90% energy)	22:1 (3ML) 33:1 (3MH) 75:1 (3MH1-H3)
System accuracy ³⁾ (at ambient temp. 23 ±5°C)	± (0.3% of reading + 2°C)
Repeatability (at ambient temp. 23 ±5°C)	± (0.1% of reading + 1°C)
Temperature resolution	0.1 K
Exposure time ⁴⁾ (90% signal)	1 ms
Emissivity/Gain (adjustable via programming keys or software)	0.100 - 1.100
Transmissivity/Gain (adjustable via programming keys or software)	0.100 - 1.100
Signal processing (parameter adjustable via programming keys or software, respectively)	peak hold, valley hold, average; extended hold function with threshold and hysteresis
Software	optris Compact Connect

¹⁾ $T_{object} > T_{sensing\ head} + 25^\circ C$

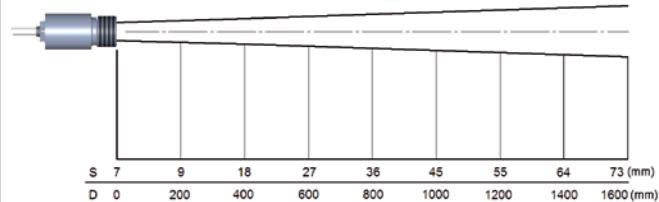
²⁾ Specification valid at $T_{Object} \geq \text{start of measurement range} + 50^\circ C$

³⁾ $\varepsilon = 1$, Response time 1 s

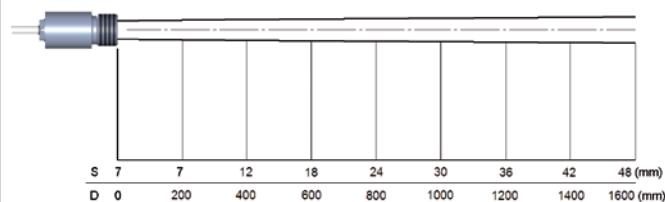
⁴⁾ with dynamic adaptation at low signal levels

Optical Specifications

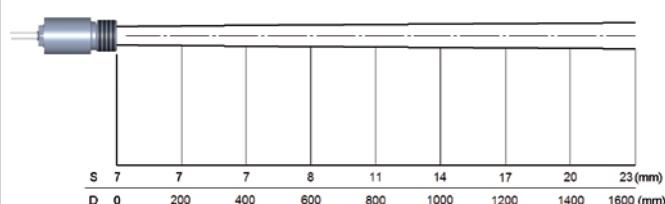
Optics CT 3ML SF, D:S = 22:1



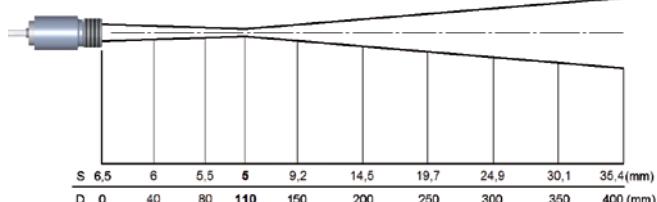
Optics CT 3MH SF, D:S = 33:1



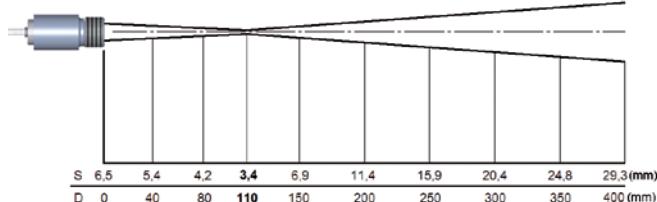
Optics CT 3MH1-H3 SF, D:S = 75:1



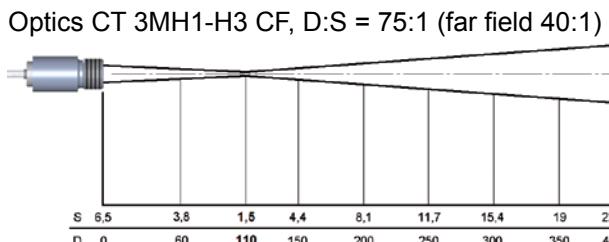
Optics CT 3ML CF, D:S = 22:1 (far field 9:1)



Optics CT 3MH CF, D:S = 33:1 (far field 11:1)

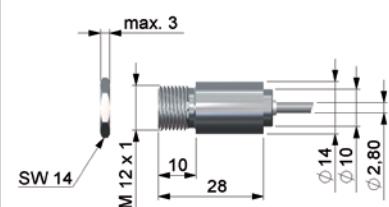


Optics CT 3MH1-H3 CF, D:S = 75:1 (far field 40:1)

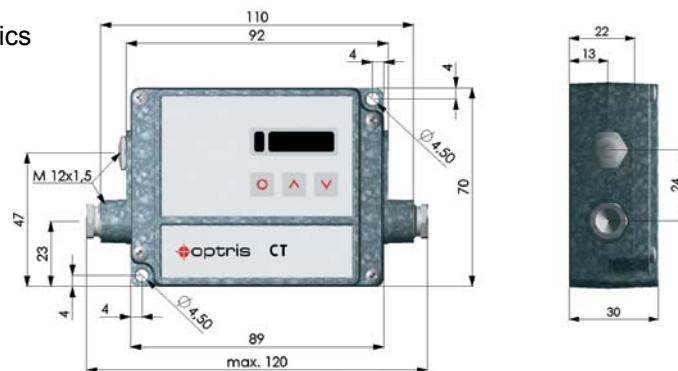


Dimensions

Sensing head

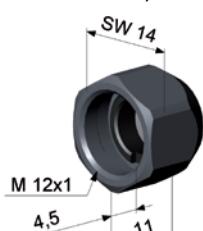


Electronics

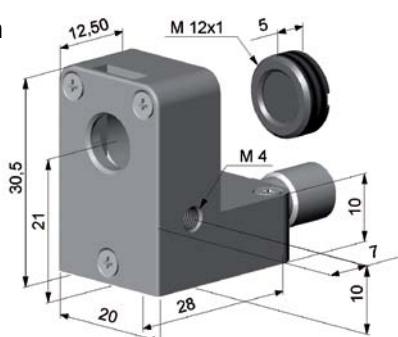


Accessories (examples)

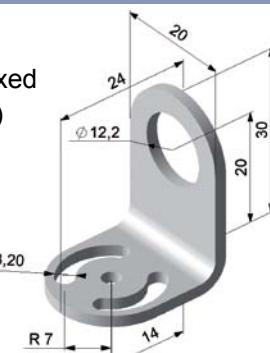
CF-lens
(ACCTCFHT)



Air purge collar with integrated CF-lens
(ACCTAPLCFHT)



Mounting
bracket, fixed
(ACCTFB)



Specifications are subject to change without notice
CT3M-DS-E2014-01-A

Stress Analysis Report Eyra fyrir arm



Analyzed File:	Eyra fyrir arm.ckpt
Autodesk Inventor Version:	2016 (Build 200138000, 138)
Creation Date:	11.5.2015, 03:37
Simulation Author:	Alfreð Hafsteinsson
Summary:	

Project Info (iProperties)

Summary

Author Alli

Project

Part Number	Eyra fyrir arm
Designer	Alli
Cost	0 kr.
Date Created	27.4.2015

Status

Design Status WorkInProgress

Physical

Material	Steel, Mild
Density	7,85 g/cm ³
Mass	0,486194 kg
Area	19261,9 mm ²
Volume	61935,5 mm ³
Center of Gravity	x=-10,2738 mm y=-31,5066 mm z=4 mm

Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below.

Simulation:1

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	11.5.2015, 03:33
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

Mesh settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg

Create Curved Mesh Elements Yes

☒ Material(s)

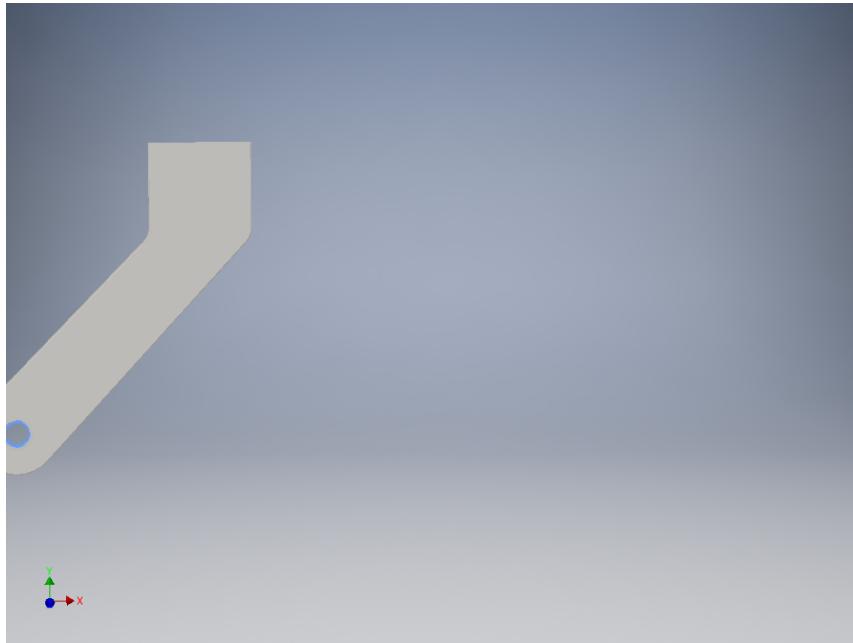
Name	Steel, Mild	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0,275 ul
	Shear Modulus	86,2745 GPa
Part Name(s)	Eyra fyrir arm	

☒ Operating conditions

☒ Bearing Load:1

Load Type	Bearing Load
Magnitude	35,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-35,000 N
Vector Z	0,000 N

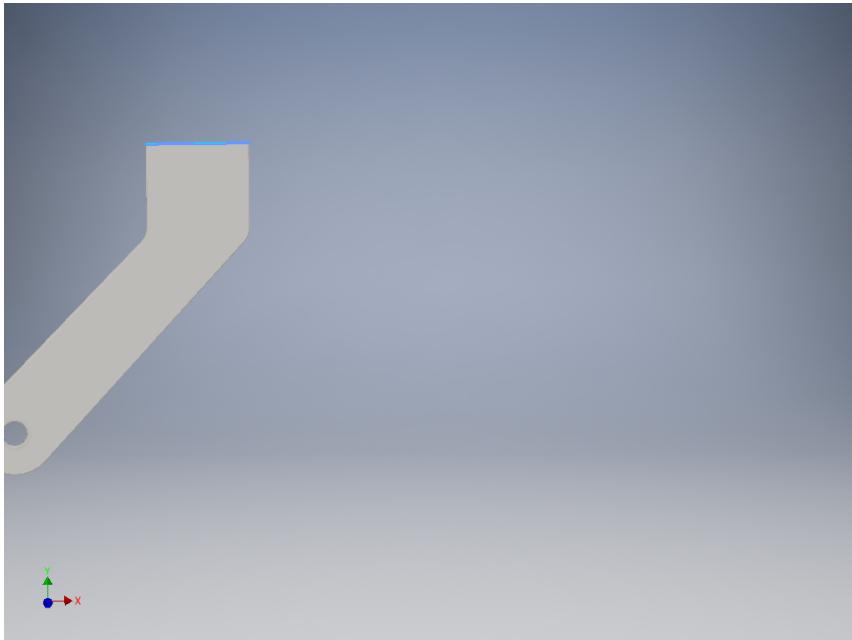
☒ Selected Face(s)



☒ Fixed Constraint:1

Constraint Type	Fixed Constraint
-----------------	------------------

☒ Selected Face(s)



□ Results

□ Reaction Force and Moment on Constraints

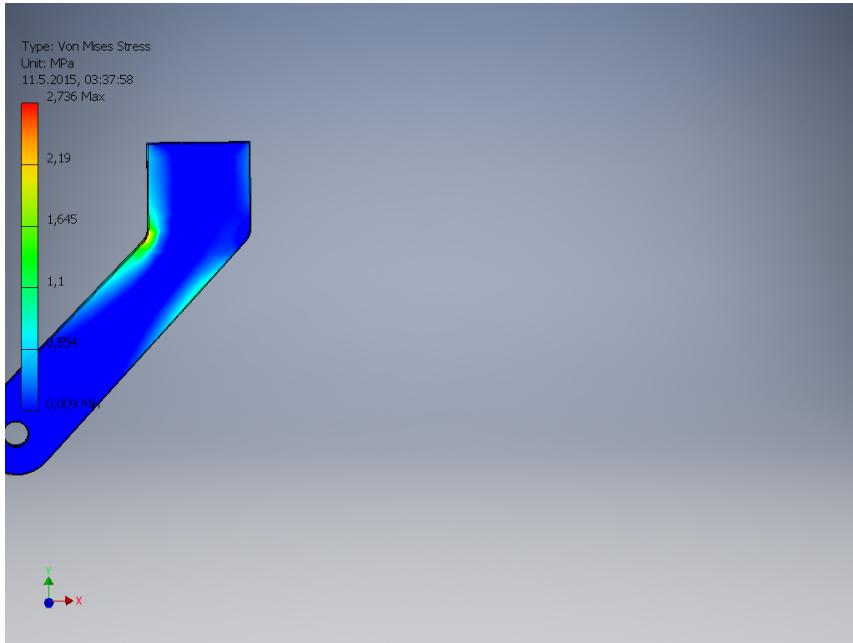
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	35 N	0 N	0 N m	
		35 N	3,15004 N m	0 N m
		0 N		-3,15004 N m

□ Result Summary

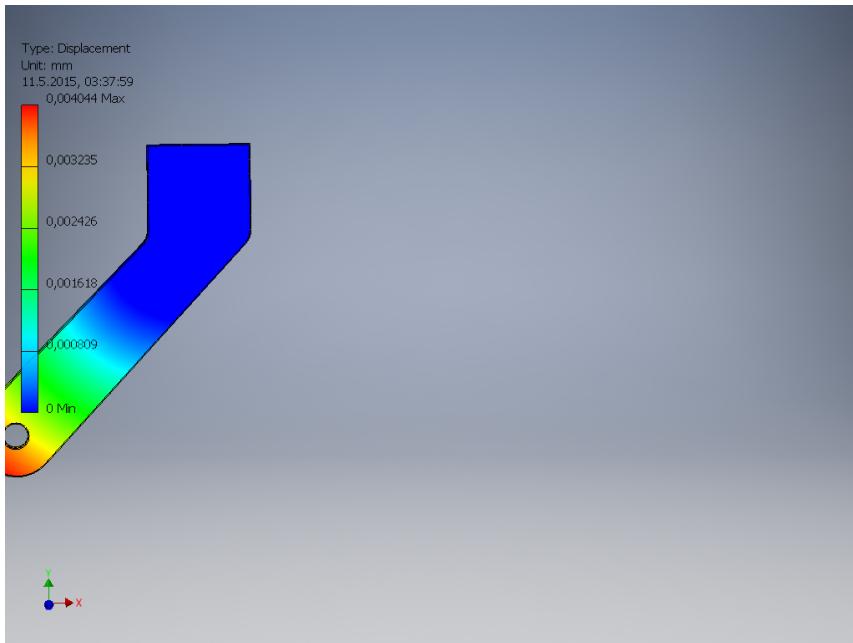
Name	Minimum	Maximum
Volume	61935,5 mm ³	
Mass	0,486194 kg	
Von Mises Stress	0,00873339 MPa	2,7357 MPa
Displacement	0 mm	0,00404387 mm
Safety Factor	15 ul	15 ul

□ Figures

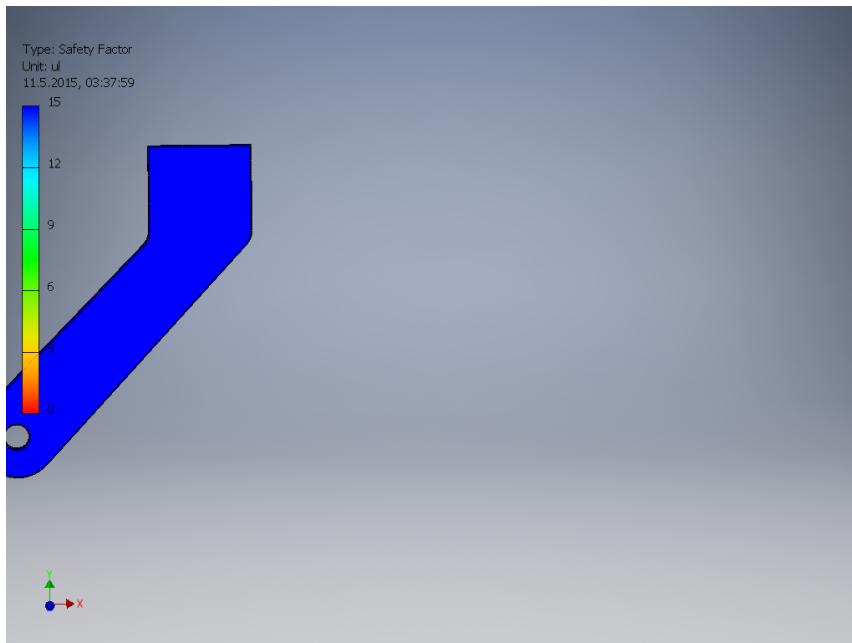
□ Von Mises Stress



☒ Displacement



☒ Safety Factor



D:\RU 2014-2015\Lokaverkefni\RU-Lokaverkefni\Eyra fyrir arm.ipt

Stress Analysis Report Eyra fyrir tjakk



Analyzed File:	Eyra fyrir tjakk.ipt
Autodesk Inventor Version:	2016 (Build 200138000, 138)
Creation Date:	11.5.2015, 03:30
Simulation Author:	Alfreð Hafsteinsson
Summary:	

Project Info (iProperties)

Summary

Author Alli

Project

Part Number	Eyra fyrir tjakk
Designer	Alli
Cost	0 kr.
Date Created	27.3.2015

Status

Design Status WorkInProgress

Physical

Material	Steel
Density	7,85 g/cm ³
Mass	0,100837 kg
Area	5481,34 mm ²
Volume	12845,4 mm ³
Center of Gravity	x=20 mm y=27,56 mm z=-3 mm

Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below.

Simulation:1

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	11.5.2015, 03:24
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

Mesh settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg

Create Curved Mesh Elements

Yes

□ Material(s)

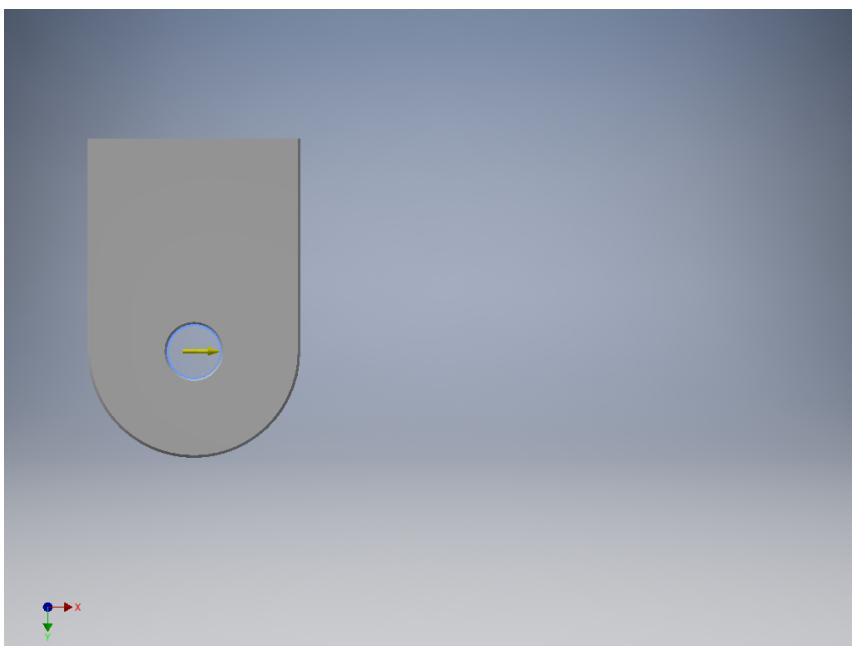
Name	Steel	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	210 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	80,7692 GPa
Part Name(s)	Eyra fyrir tjakk	

□ Operating conditions

□ Bearing Load:1

Load Type	Bearing Load
Magnitude	94,000 N
Vector X	94,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

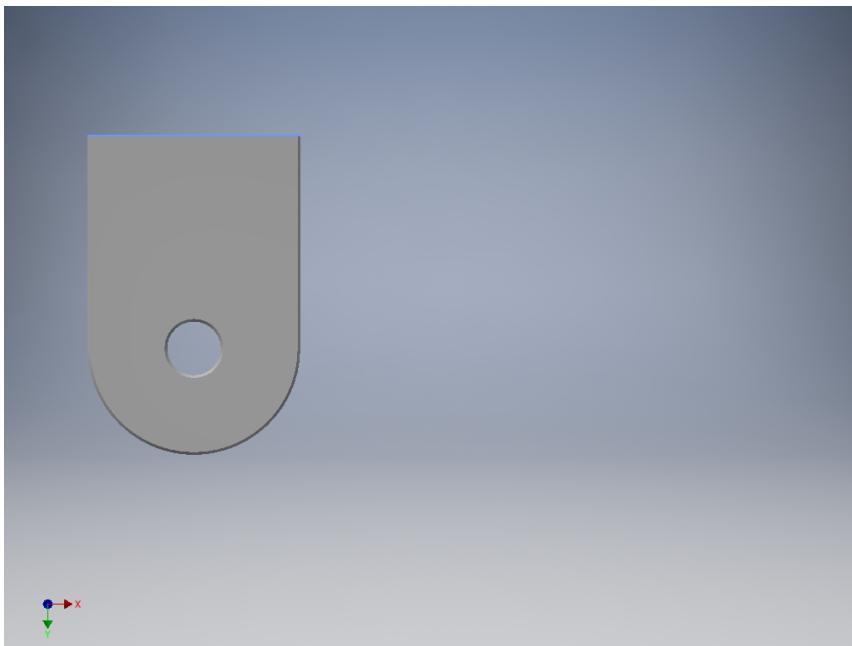
□ Selected Face(s)



□ Fixed Constraint:1

Constraint Type | Fixed Constraint

□ Selected Face(s)



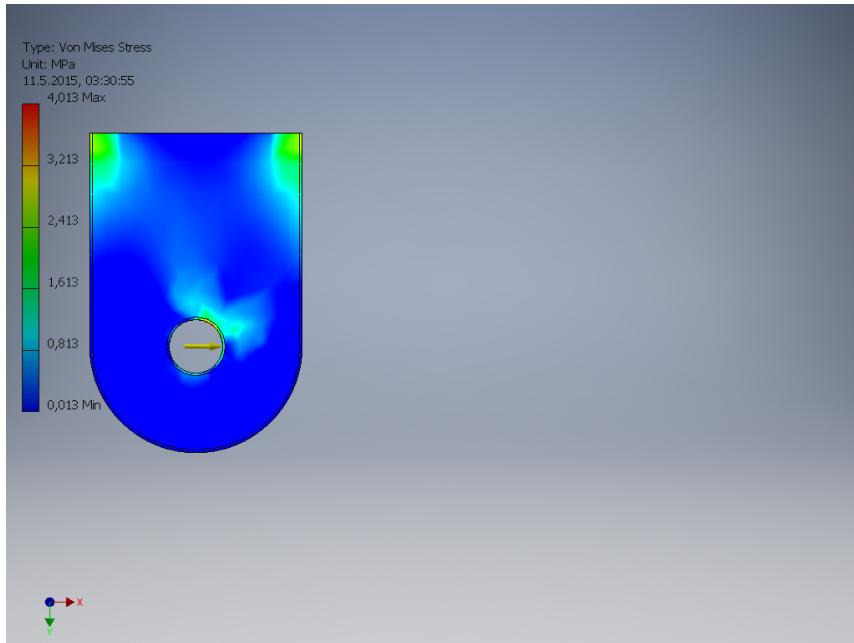
□ Results

□ Result Summary

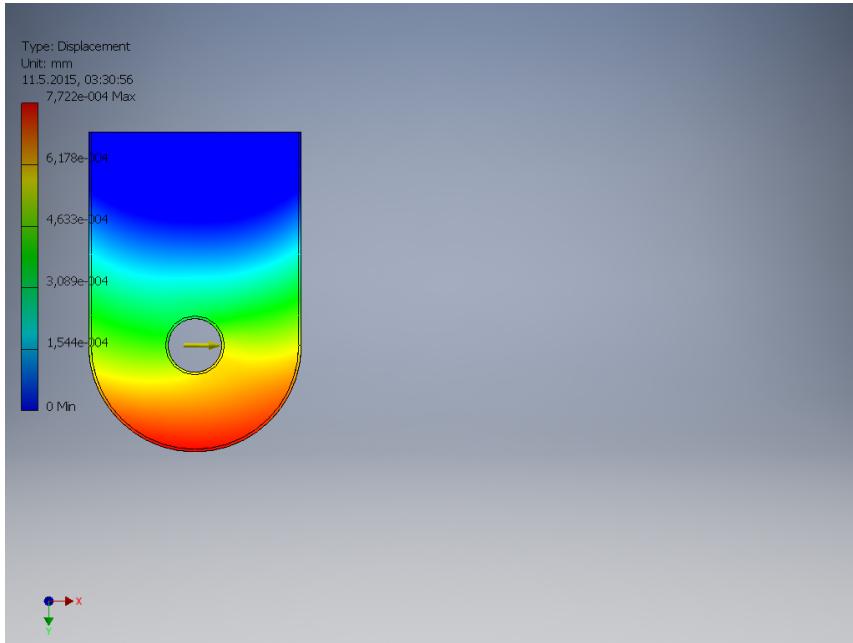
Name	Minimum	Maximum
Volume	12845,4 mm ³	
Mass	0,100837 kg	
Von Mises Stress	0,0130025 MPa	4,01276 MPa
Displacement	0 mm	0,000772196 mm
Safety Factor	15 ul	15 ul

□ Figures

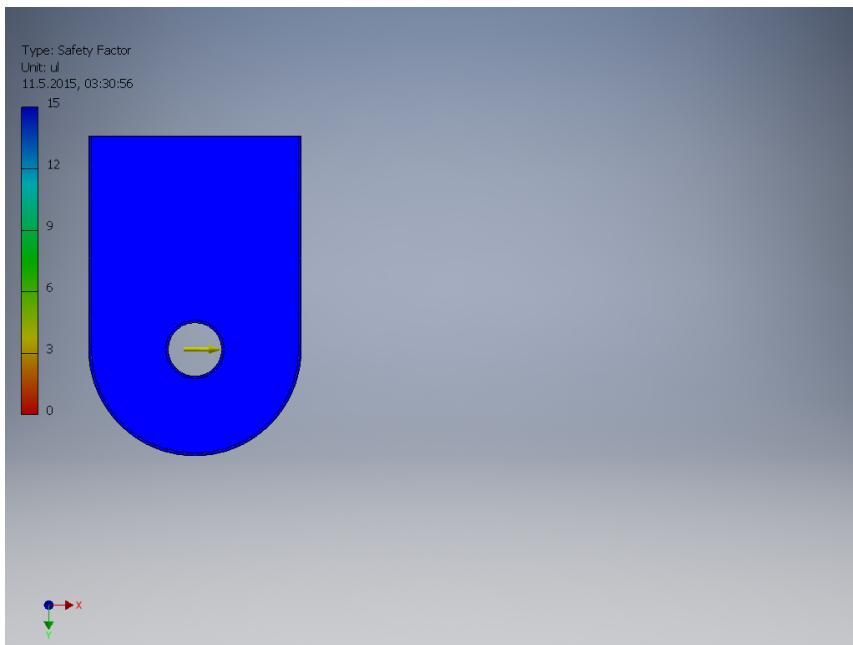
□ Von Mises Stress



□ Displacement



□ Safety Factor



D:\RU 2014-2015\Lokaverkefni\RU-Lokaverkefni\Eyra fyrir tjakk.ipp

Stress Analysis Report



Analyzed File:	Armur f. spólu. ipt
Autodesk Inventor Version:	2016 (Build 200138000, 138)
Creation Date:	11.5.2015, 03:21
Simulation Author:	Alfreð Hafsteinsson
Summary:	

Project Info (iProperties)

Summary

Author Alli

Project

Part Number	Armur f. spólu
Designer	Alli
Cost	0 kr.
Date Created	5.5.2015

Status

Design Status WorkInProgress

Physical

Material	Steel, Mild
Density	7,85 g/cm ³
Mass	1,03502 kg
Area	40950 mm ²
Volume	131850 mm ³
Center of Gravity	x=124,084 mm y=160,32 mm z=4 mm

Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below.

Simulation:1

General objective and settings:

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	11.5.2015, 03:19
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

Mesh settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg

Create Curved Mesh Elements Yes

☒ Material(s)

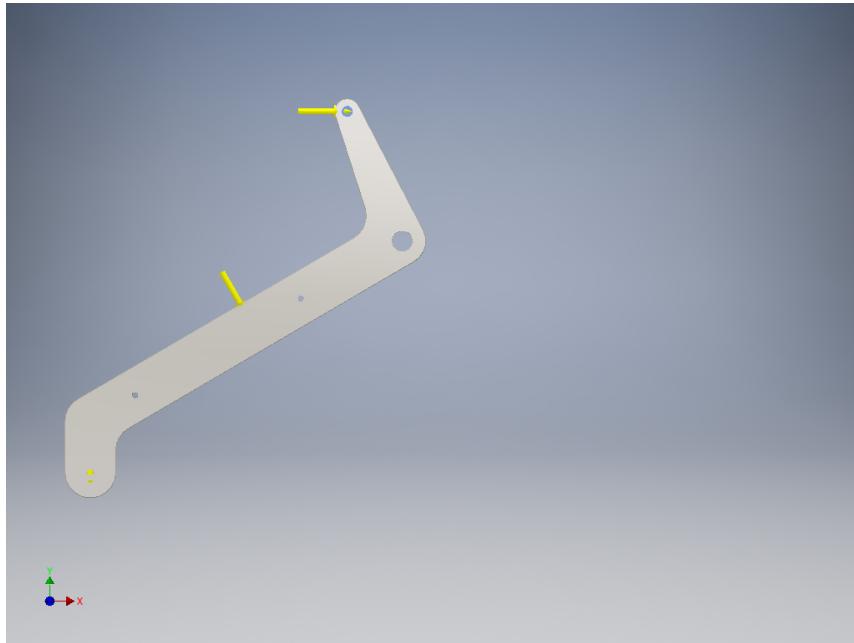
Name	Steel, Mild	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0,275 ul
	Shear Modulus	86,2745 GPa
Part Name(s)	Armur f. spólu	

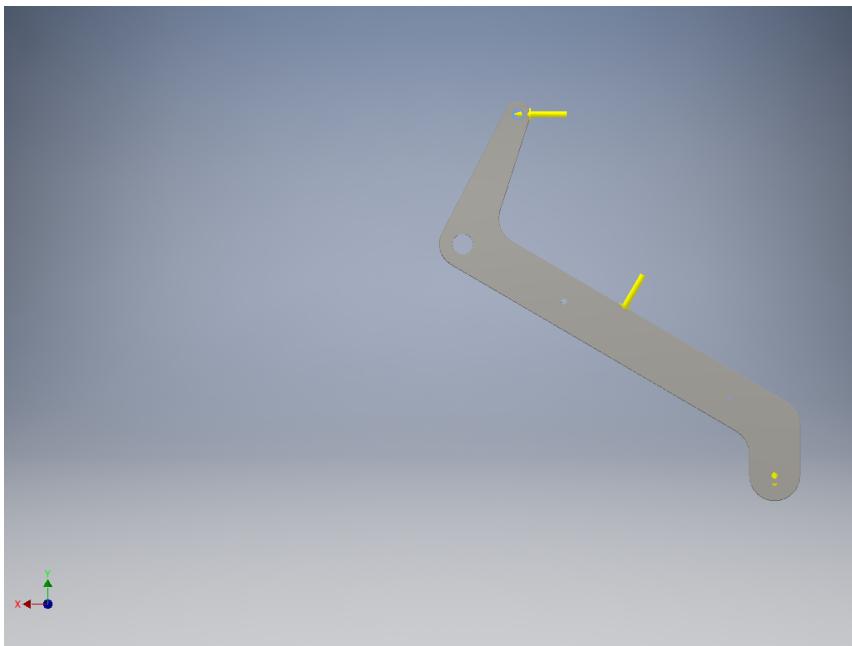
☒ Operating conditions

☒ Bearing Load:1

Load Type	Bearing Load
Magnitude	187,000 N
Vector X	187,000 N
Vector Y	0,000 N
Vector Z	0,000 N

☒ Selected Face(s)

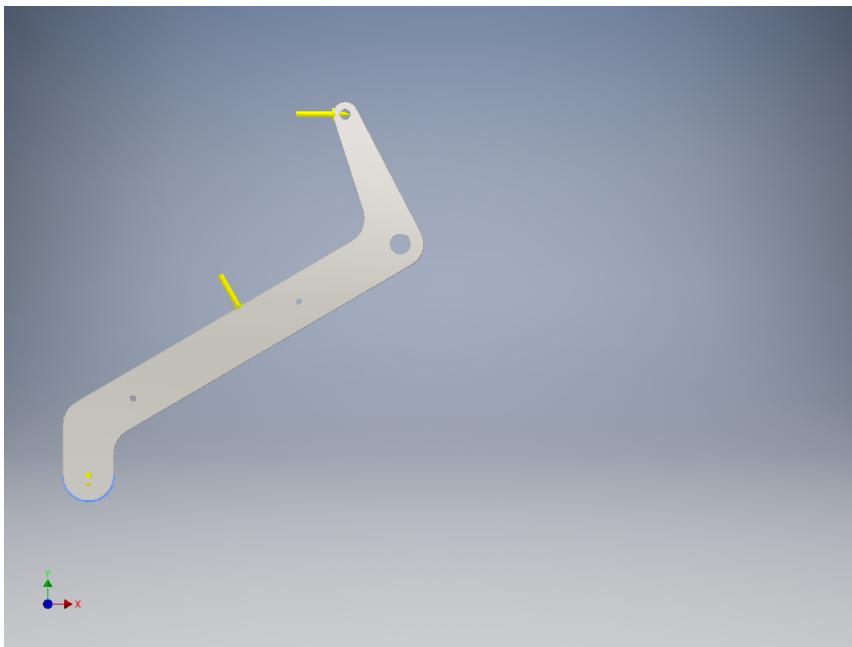


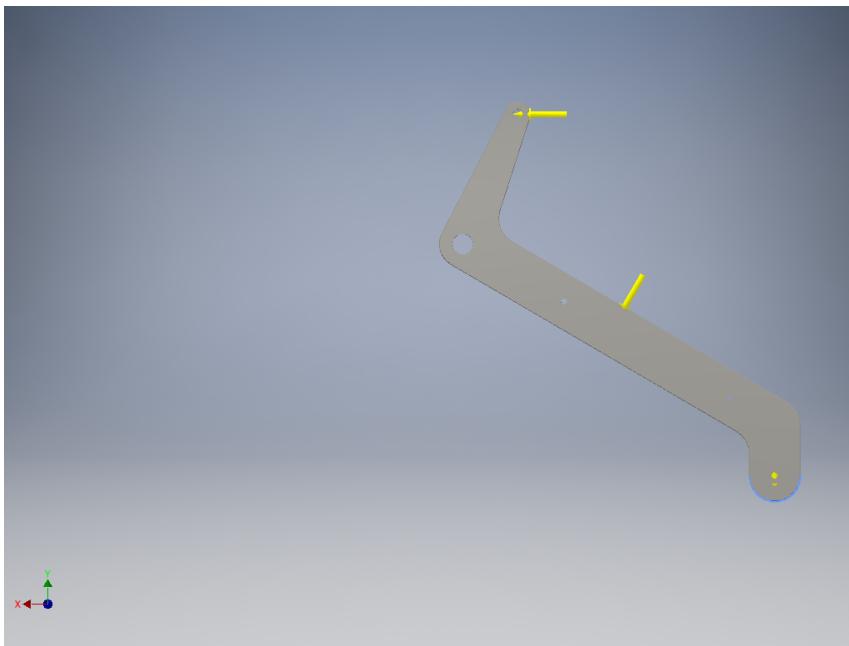


Force:1

Load Type	Force
Magnitude	70,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	-70,000 N
Vector Z	0,000 N

Selected Face(s)

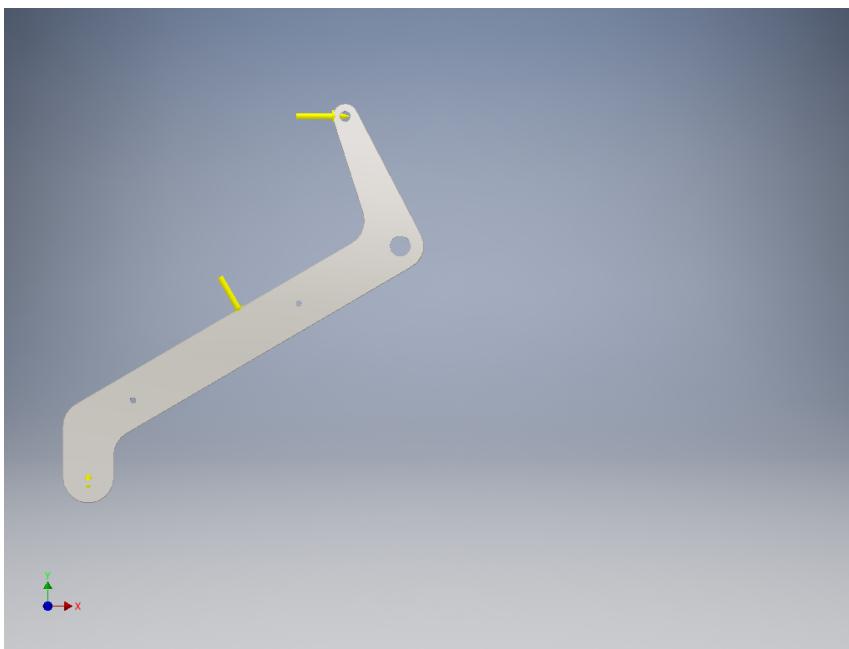


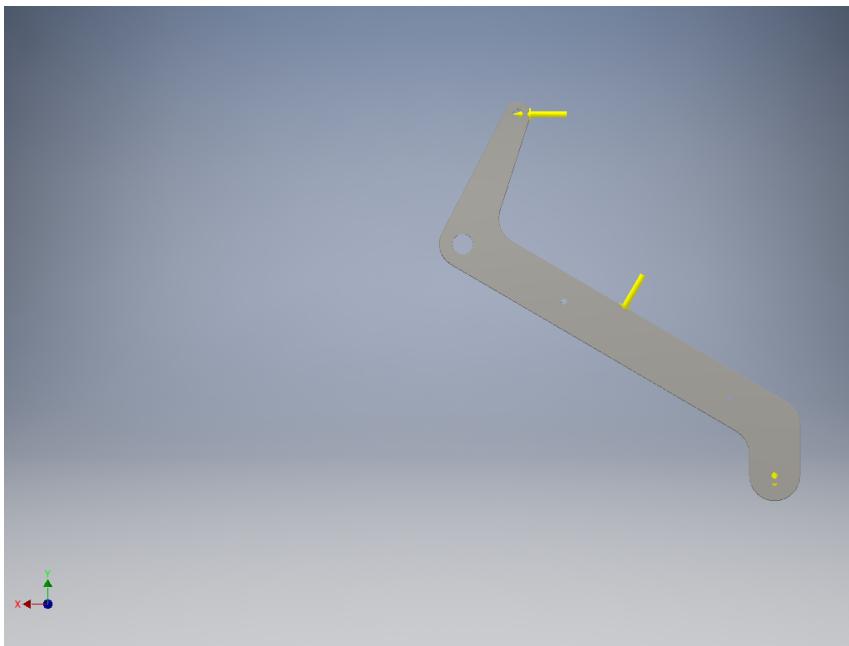


□ Gravity

Load Type	Gravity
Magnitude	9810,000 mm/s ²
Vector X	4946,415 mm/s ²
Vector Y	-8471,663 mm/s ²
Vector Z	0,000 mm/s ²

□ Selected Face(s)

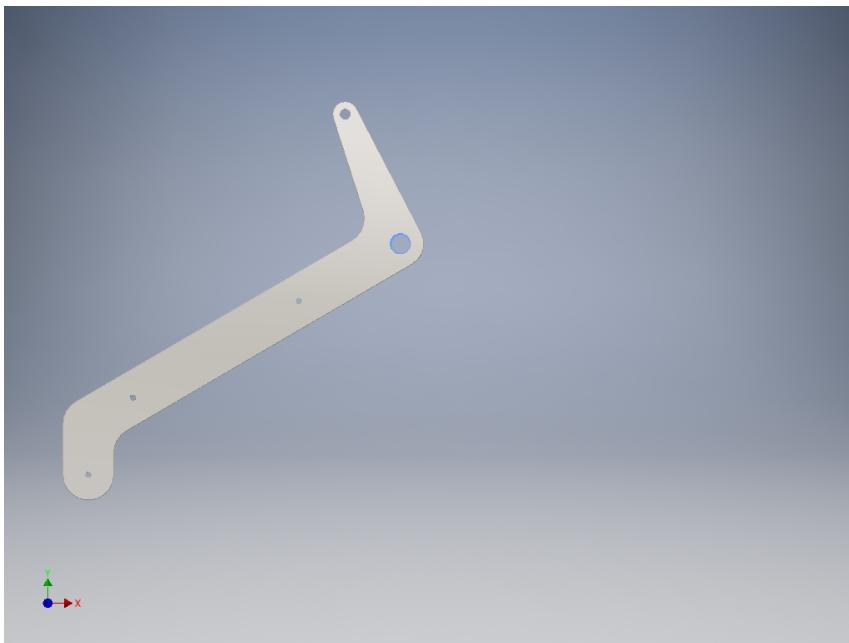


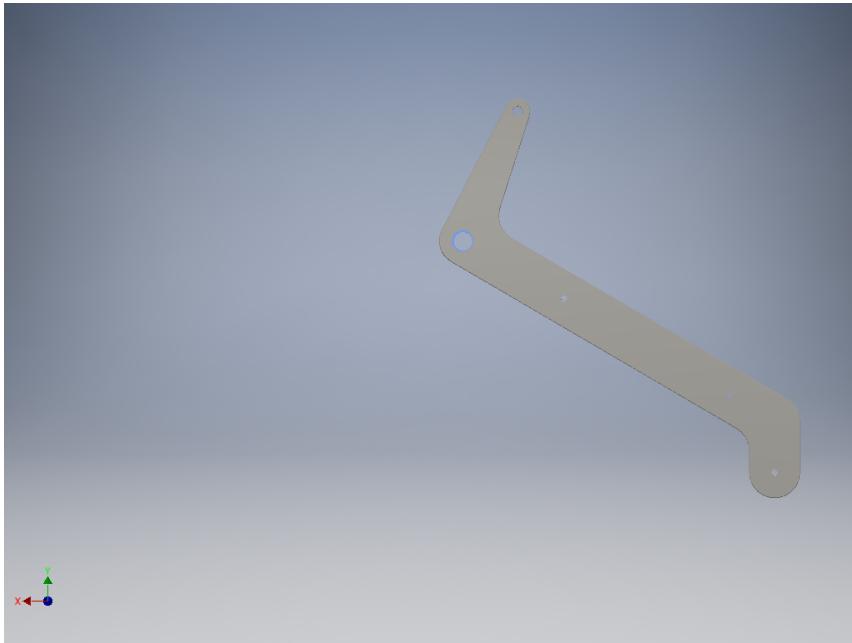


□ Pin Constraint:1

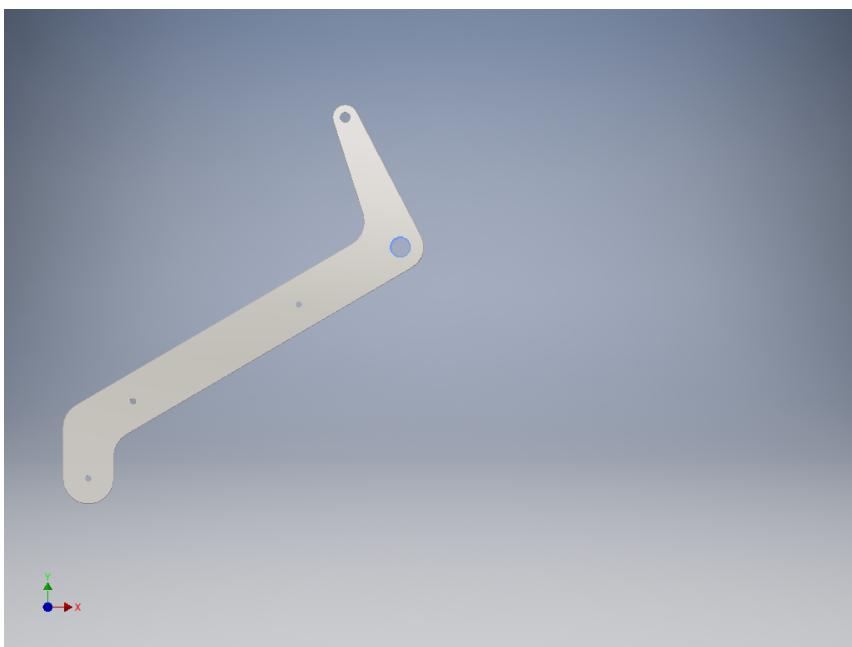
Constraint Type	Pin Constraint
Fix Radial Direction	Yes
Fix Axial Direction	Yes
Fix Tangential Direction	No

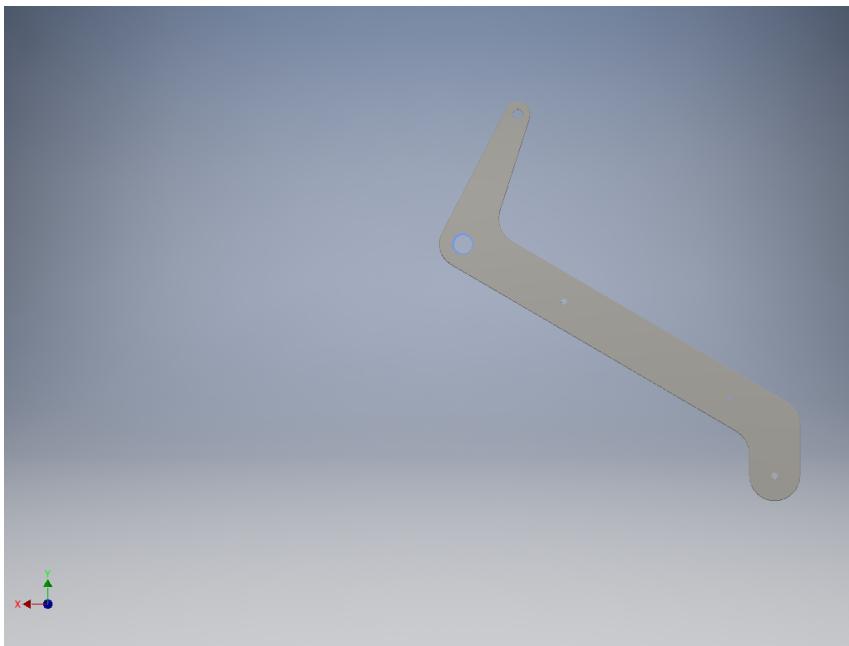
□ Selected Face(s)



**□ Fixed Constraint:1**

Constraint Type	Fixed Constraint
-----------------	------------------

□ Selected Face(s)



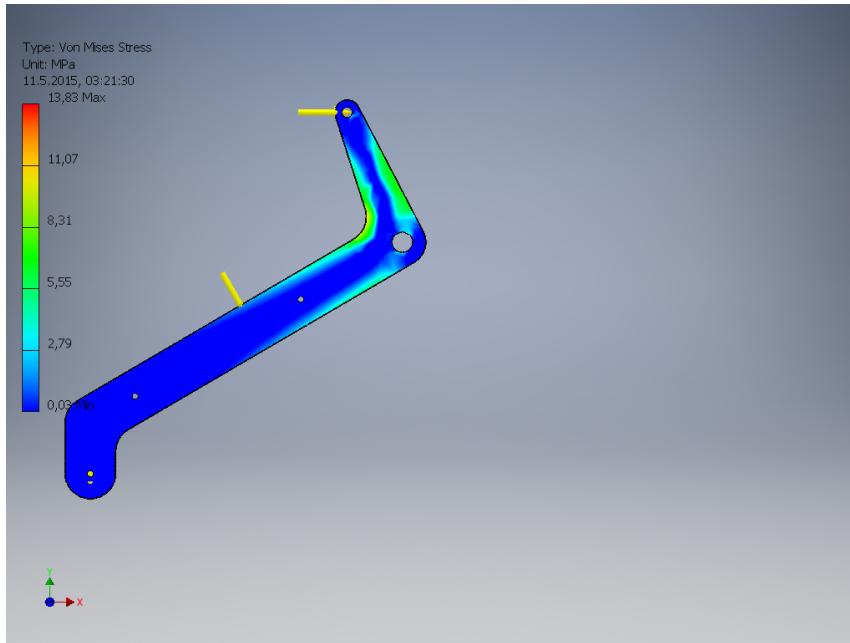
□ Results

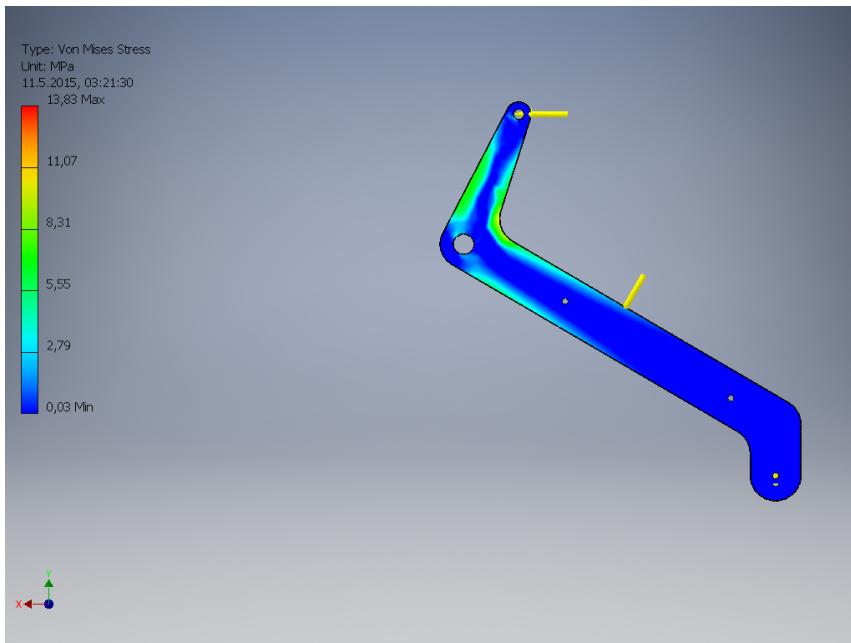
□ Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Volume	131850 mm ³	
Mass	1,03502 kg	
Von Mises Stress	0,0299745 MPa	13,8338 MPa
Displacement	0 mm	0,0565057 mm
Safety Factor	14,9634 ul	15 ul

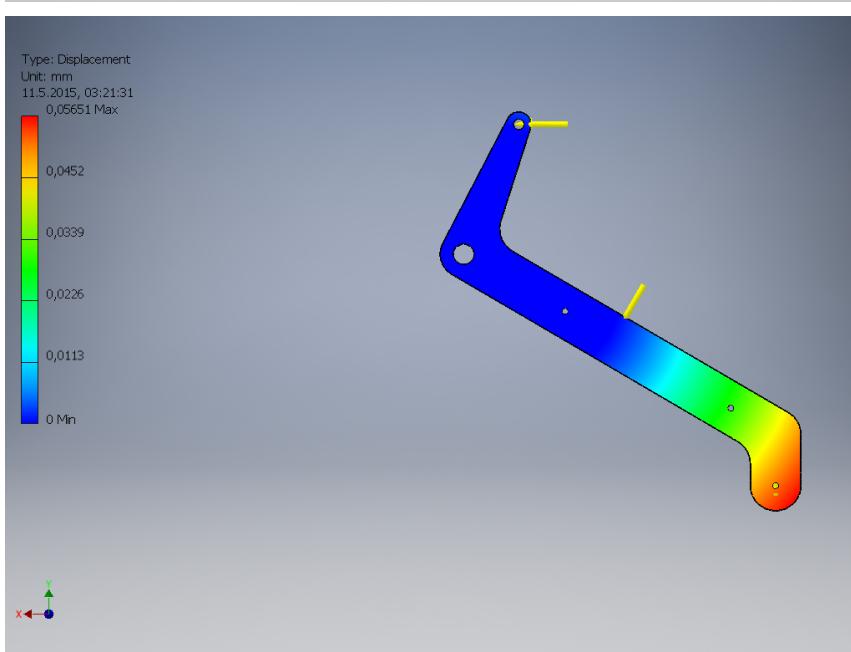
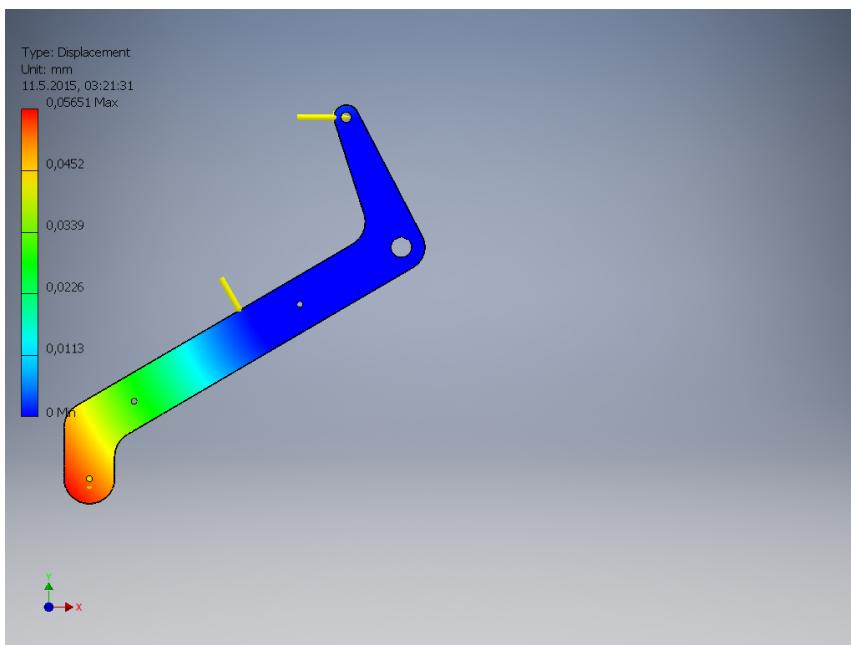
□ Figures

□ Von Mises Stress

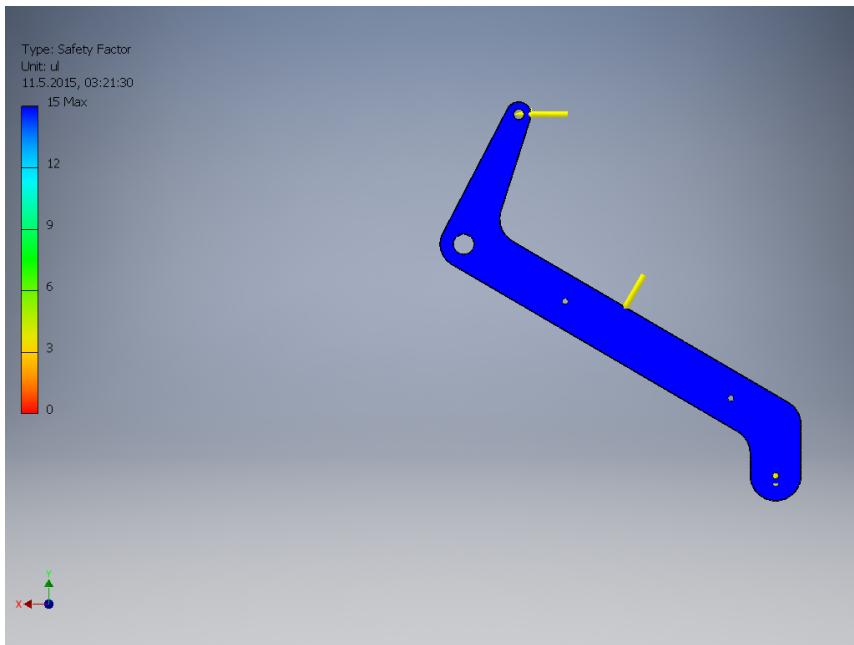
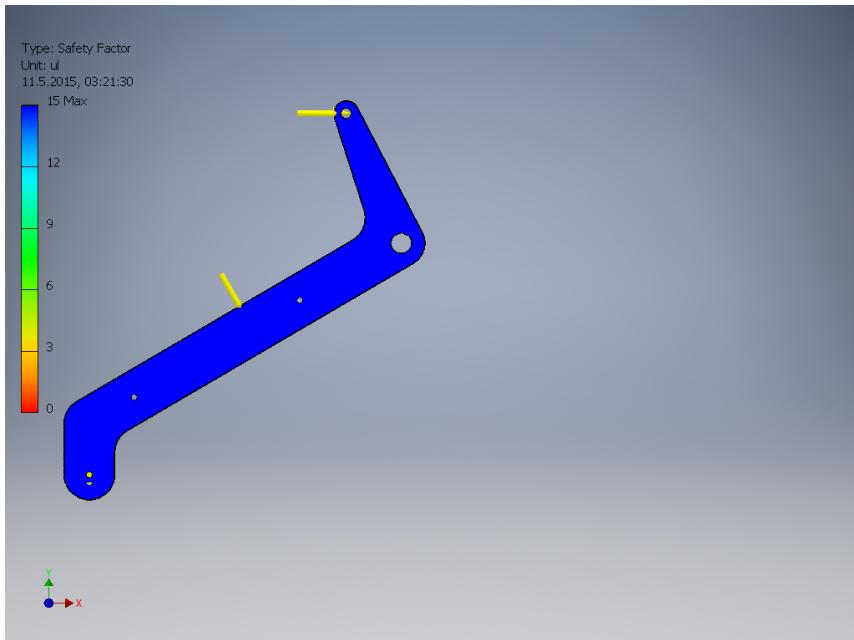




□ Displacement



Safety Factor



D:\RU 2014-2015\Lokaverkefni\RU-Lokaverkefni\Armur f. spólu.ipt

Simon,

Equipment list as follows:

- a) One (1) 100kW 3kHz Pacer-T
- b) Two (2) sets of water cooled leads
- c) Four (4) triangular coils
- d) One (1) Side mount water system
- e) Coil Development
- f) Equipment test
- g) Drawings and manual
- h) Start-Up

As a budgetary price, we're looking at approximately \$140,000.

As for the equipment dimensions, I have attached two different power supply drawings giving detailed dimensions for each design.

Please review the above with the customer. Let us know how to proceed?

Thanks and hope to hear from you soon.

Best Regards,

Michael C. Savopoulos
Applications Engineer Intern

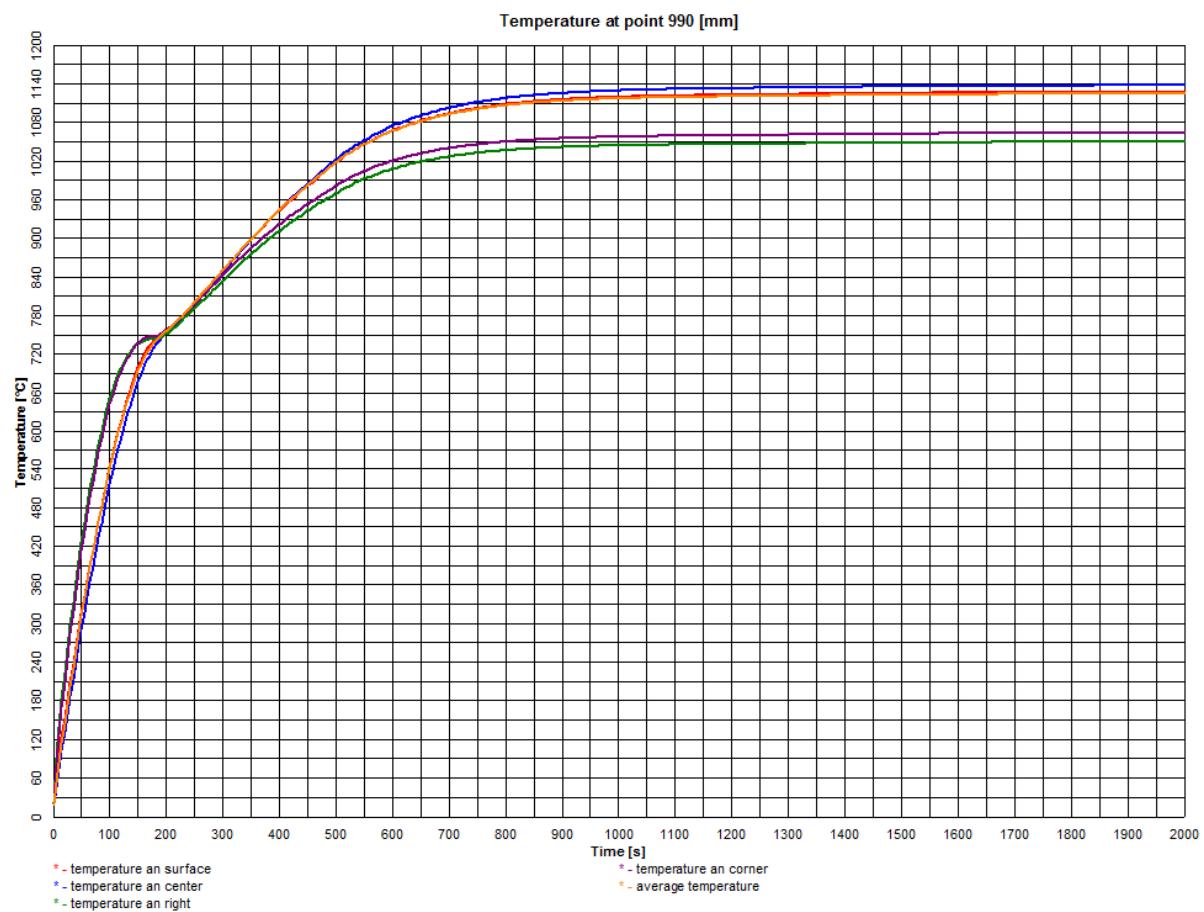
Direct Line: [\(330\) 372-8625](tel:(330)372-8625)
Main Office: [\(330\) 372-8511](tel:(330)372-8511)
Email: msavopoulos@ajaxtocco.com

Ajax Tocco Magnethermic
1745 Overland Ave
Warren, Ohio 44483
ajaxtocco.com

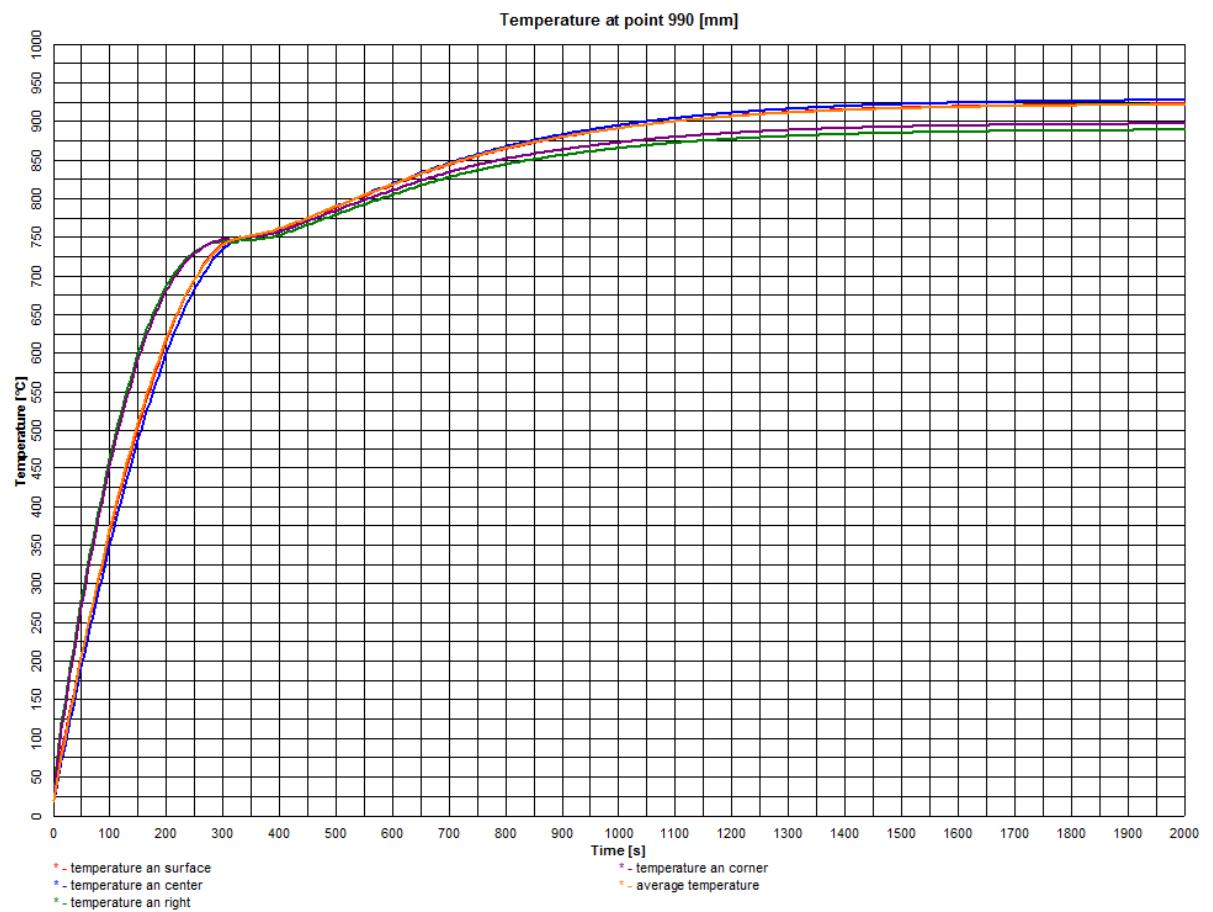
It looks like 120TF10 is enough if your temperatures are not critical - but a 200TF10 would give us some safety factor, this is desired as the simulations are approximate with the limited information. Our concept is to heat a roughly a rectangular section, using a pancake type coil to heat from above only. However the dimension of the power supply do not change whether 120 Or 200kw so I believe your footprint is too small, a 3D solid works model of the unit may help align... but regrettably I doubt it.

In addition you will require Cooling for the inverter and coil, as detailed below

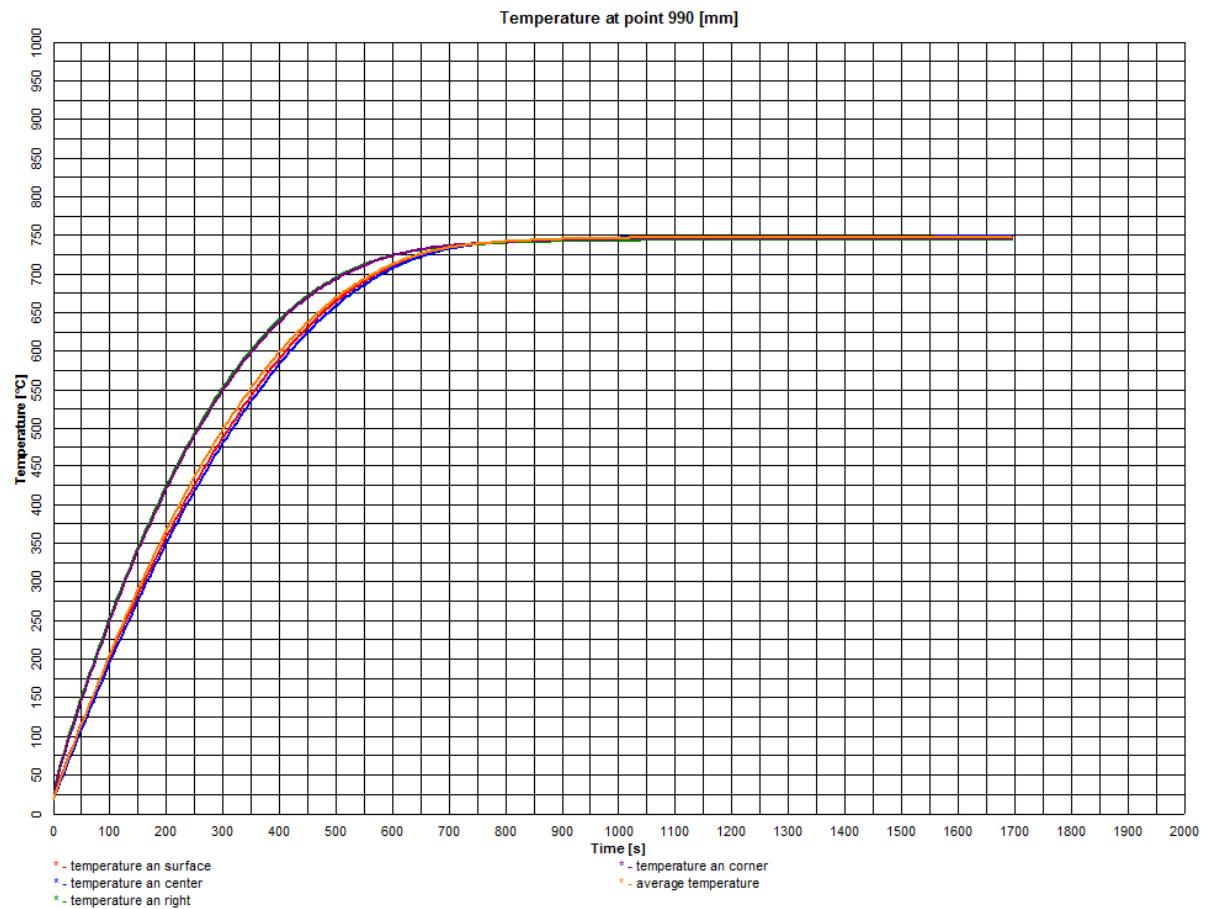
2 x 100 kW 200TF10 - Preferred



2 x 60 kW 120TF10 - sufficient



2 x 30 kW (60TF10) – Not suitable



ITEM 1. RADYNE 200TFI10H DIGITAL POWER CONVERTER

Converter Technical Specification – 200tfi10 – digital (igbt)

Output Parameters

M.F Power – max.	200 kW @ 380 Vac Input 221kW @ 420 Vac Input 250 kW @ 480 Vac Input
M.F Voltage – max.	800 V rms
M.F Current – max.	2471 A (6:1 tap selected) 5483 A (12:1 tap selected)
Tank Capacity	4532 kVAr fitted as std.
Frequency Range	7 – 11 kHz (<i>Should ideally be tuned for full power @ 10kHz</i>)
Q Range	9 - 19 @ Max. output voltage from 420 Vac Input

Input Parameters

Voltage – nominal – 50/60Hz	380 – 480 Vac 3 Phase
Voltage – extreme	360 – 510 Vac 3 Phase
Current – max.	336 A
Power Factor	0.95
kVA Rating	221 kVA @ 380 Vac Input 244 kVA @ 420 Vac Input 279 kVA @ 480 Vac Input

Conversion Efficiency	95 %
-----------------------	------

Cooling Water Requirements

Flow – min. (@ 2.8 bar Drop)	64 l.p.m (14 U.K g.p.m) (<i>Not Including coil</i>)
Inlet Temperature – min/max.	5°C to 40°C (41°F to 104°F)
Inlet Pressure (Drop) - min.	2.8 bar (40 lbs/ sq.in.)
Inlet Pressure - max.	6.3 bar (90lbs/ sq.in.)

Heat Dissipated to Water	≤ 15 kW (<i>Not Including coil losses</i>)
--------------------------	--

water quality specification

pH	7 – 8.5
Hardness	150 – 300 p.p.m
Chlorides – max.	100 p.p.m
Conductivity – max.	500 µS/cm (200µS/cm Continuous)

Mechanical Details (Converter Cubicle Size, see outline drawing for details)

Height	1500 mm (59")
--------	---------------

Width	1000 mm (39")
Depth	600 mm (24")
Weight	600 kg (1323 lbs)

You would also require water cooling and recirc system and EMC Filter , controls etc
Typical example shown

ITEM 2. WATER COOLING AND RECIRCULATION SYSTEM

For illustration only

This system consists of a dedicated cooling unit for each Converter and coil set. The two units are based on the water/water heat exchange principle and includes the necessary circulating pump, reservoir, strainers and control/stop valves. The units, incorporating a plate type heat exchanger, will be located up to 5 metres from the induction heater.

Inlet and outlet unions will be provided for connection of the primary raw cooling water supplied by the buyer.

The water cooling manifolds with associated pre-set feed valves within the heater can be adjusted to give optimum water flow to the power Converter, capacitors, electrical bus and induction coil.

mono ethylene glycol anti-freeze additive may be required when operating temperatures are below 2°C. (This is a responsibility of the buyer)

Converter, Capacitor, Bus & Coil Cooling (Secondary)

Quality	Demineralised Water, PH 7.5 to 8.5 (Alkaline)
Conductivity	20µS minimum, 50µS maximum
Particle size	0.1 mm maximum
Undissolved Particle size	20 ppm Max
Dissolved solids	180 parts per million max liable to precipitation by heat
Quantity	320 + 140 l/min
Inlet Temperature	60 °C maximum
Outlet Pressure	Max 4 Bar
Outlet Temperature	34 °C maximum
Temperature rise	TBA°C
Total Dissipation	350 + 150 kW

Plant Cooling (Primary)

Quality	Plant Water, (Not Seawater)
Quantity	840 + 360 l/min
Inlet Pressure	Max 1 Bar
Inlet Temperature	28 °C maximum
Outlet Temperature	34 °C maximum

In regard to pricing, I would now define this as :-

200kw Power Supply
Water Cooling Unit
Busbar & Coil
Commissioning

Ex Works £ 68k

With the limitation on footprint please let me know if this is going anywhere – I will try to get a visit organised to view the application if necessary

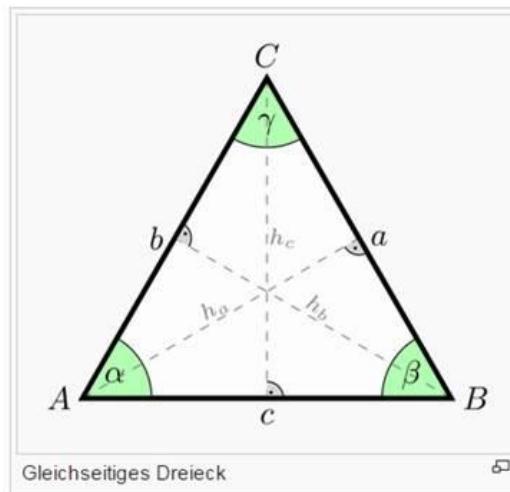
Regards

Wayne Hine
Director of Sales

Inductotherm Heating & Welding Ltd
Direct +44 (0)1256 337736
Cell: [+44 \(0\) 7734076285](tel:+447734076285)
Email: whine@inductothermhwd.co.uk Web: www.inductothermhwd.com

Dear Mr. Alfred

Ein gleichseitiges Dreieck ist durch eine Seitenlänge vollständig bestimmt (siehe Kongruenzsatz).



Formeln zum gleichseitigen Dreieck

Seitenlängen	$a = b = c$
Winkel	$\alpha = \beta = \gamma = 60^\circ$
Höhe	$h = \frac{\sqrt{3}}{2}a$
Flächeninhalt	$A = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$
Umfang	$u = 3 \cdot a$
Umkreisradius	$r_U = \frac{\sqrt{3}}{3}a$
Inkreisradius	$r_I = \frac{\sqrt{3}}{6}a = \frac{1}{2} \cdot r_U$

By $hc = 500$ ist die $a = 578$ and the area = 144,500.00 mm²,

The Volume is 2.89 dm³

Total Volum to heat $4 * 2.89 = 11$ dm³

Which give us 125 kW generator. The price 84,000,00 CHF

Regards

Nenad Tomljenovic