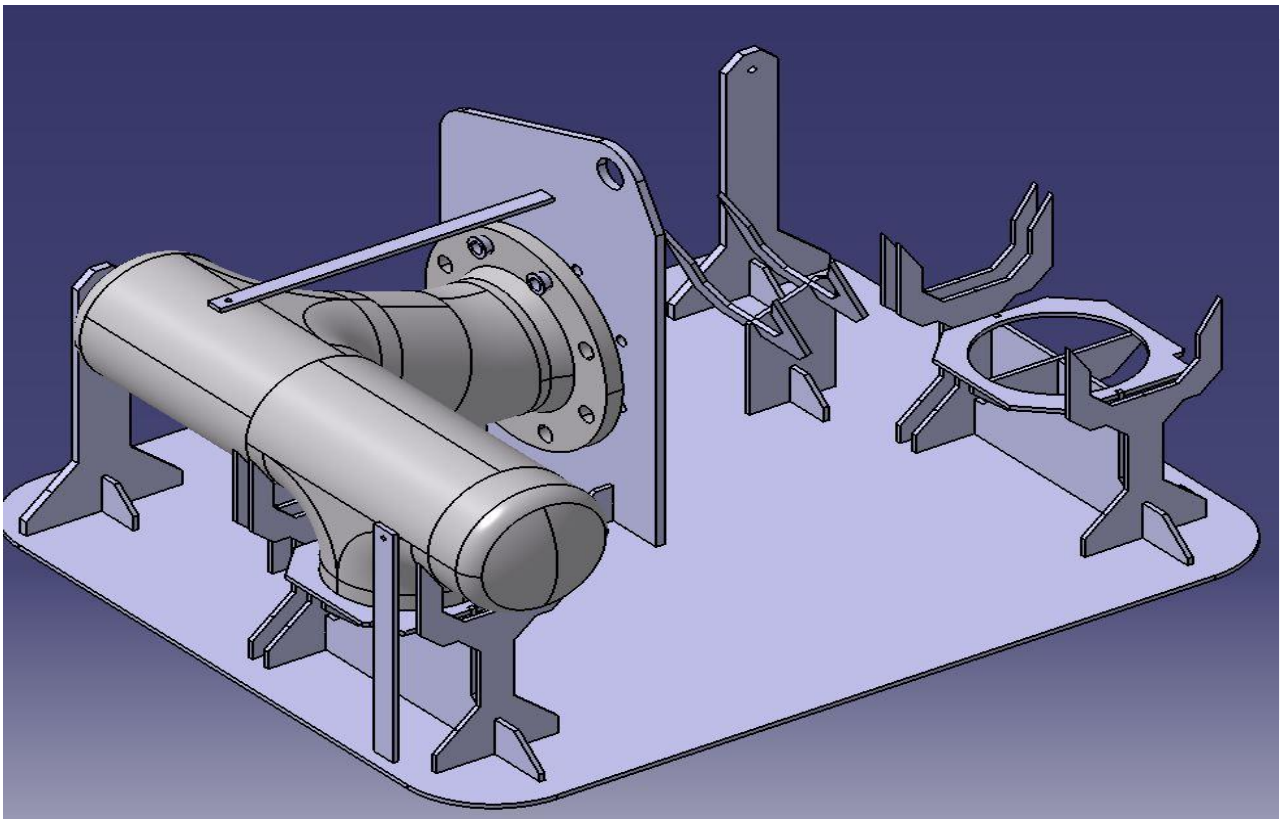
CHALMERS



Design av svetsfixtur för tillverkning av Alfa Laval U-turn™

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet maskinteknik

Björn Lindeberg Nilsson

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2020
www.chalmers.se

Förord

Följande rapport är ett examensarbete som avslutar tre års studier på högskoleingenjörsprogrammet inom maskinteknik vid Chalmers tekniska högskola. Arbetet har utförts under våren 2020 på institutionen för industri- och materialvetenskap.

Jag vill inleda med att tacka min handledare på Meccom, Mats Agrell. Mats tog sig tid till att besvara mina frågor, diskutera problem och leda mig framåt i konstruktionen av fixturen och tillhörande detaljer. Mats erfarenheter och kunskaper hjälpte mig att förstå och ta hänsyn till praktiska problem samt generera lösningar till dessa i designen av svetsfixturen.

Jag önskar även att framföra ett tack till Rickard Lindgren, platschef på Bewico AB, som hjälpte mig med tillverkningen av prototyper och för praktiska insikter vid tillverkning.

Till sist vill jag tacka min examinator Christer Persson, professor och avdelningschef för konstruktionsmaterial på institutionen för industri- och materialvetenskap, för hjälpen och ledningen i detta examensarbete.

Sammanfattning

Alfa Laval U-turn™ är en ammoniakseparator som tillverkas av Meccom Klippan AB i Klippan. Separatorn består till stor del av rör och rördetaljer som svetsas samman till en anordning som sedan monteras på en plattvärmeväxlare. Alfa Laval U-turn™ tillverkas i olika utföranden, så som olika storlek eller vänster/höger montering på värmeväxlarna. I den följande rapporten tas ett koncept fram till en fixtur som kan fixera detaljer för häftningen av en del av ammoniakseparatorn. Den del av Alfa Laval U-turn™ som fixturen kan användas till kallas för oljetråget.

Oljetrågets geometri och dess detaljer har analyserats för att finna lämpliga detaljer att utgå ifrån. Metoden grundas på litteratur gällande svetsning och design av fixturer för svetsning. Placering och orientering av oljetråget bestämdes och stöd placerades ut för att hålla och lokalisera dess detaljer rätt. Mindre prototyper tillverkades för att verifiera design, val av materialtjocklek, tillverkningsteknik och toleranser.

Arbetet har resulterat i ett slutkoncept. Konceptet består av en CAD-modell som är designad för att skäras ut med laser av Meccom. Monteringen av slutkonceptet baseras på tidigare tillverkade fixturer av Meccom och prototyper. Fixturen kan användas för olika varianter på samma modell. Mallar för markering till hål som ska borras integreras i fixturen för att förenkla och effektivisera tillverkning av oljetråget.

Slutkonceptet är gjort med idén att hålla tillverkningen enkel och minimera risken för fel. Konceptet består av få lösa delar samt designen på delarna är gjord så att de inte kan förväxlas och monteras på fel plats.

Abstract

Alfa Laval U-turn™ is an ammonia separator manufactured by Meccom Klippan AB in Klippan. The separator mostly consists of pipes and pipe parts welded together to a device which is mounted on a plate heat exchanger. Alfa Laval U-turn™ is manufactured in different models, such as different sizes or a left/right mounting on the plate heat exchangers. In the following report a concept is created for a fixture that can fixate parts for stapling a part of the ammonia separator. The part of the Alfa Laval U-turn™ that the fixture can be used for is called the oil trough.

The oil troughs geometry and its parts have been analysed to find appropriate parts to start with. The method is based on literature regarding welding and designing fixtures for welding. The placement and orientation of the oil trough was decided and supports were placed to hold and locate its parts correctly. Smaller prototypes were manufactured to verify the design, choice of material thickness, manufacturing technique and tolerances.

The work has resulted in a final concept. The concept consists of a CAD-model designed to be cut out by laser at Meccom. The mounting of the final concept is based on previously manufactured fixtures by Meccom and prototypes. The fixture can be used for different designs on the same model. Templates for marking of drill holes is integrated into the fixture to simplify and streamline the manufacturing of the oil trough.

The final concept is created with the idea of keeping the manufacturing simple and minimise the risk of errors. The concept consists of very few loose parts and the design of the parts is designed to not be confused and mounted in the wrong place.

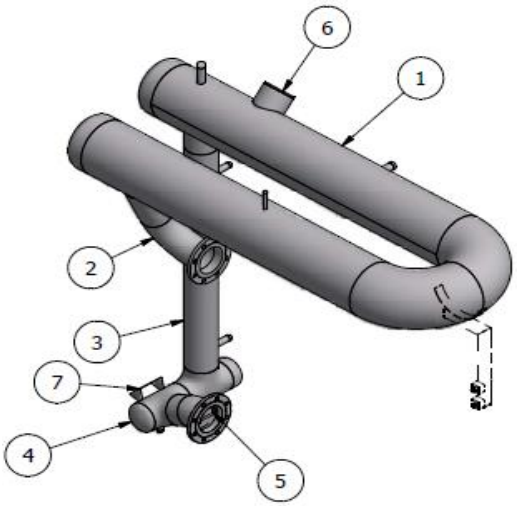
Innehållsförteckning

1. Beteckningar 1
   1.1 Ord 2
2. Inledning 3
   2.1 Bakgrund 3
   2.2 Syfte 3
   2.3 Avgränsningar 3
   2.4 Precisering av frågeställning 4
   2.5 Teoretisk referensram 4
3. Metod 6
   3.1 Prototyper 7
4. Tillverkningen av Alfa Laval U-turn™ 8
   4.1 TIG-svetsning 11
5. Problemområden 12
   5.1 Oljetråget 12
   5.2 Kapning av böjen till Oljetråget 14
   5.3 ”U:et” 15
6. Svetsfixturer 17
   6.1 Fixtur till oljetråget 19
      6.1.1 Positionering i fixtur 20
      6.1.2 Hållare för flänsen och basplatta 23
      6.1.3 Rörstöd 26
      6.1.4 Resterande hållare och stöd 27
      6.1.5 Montering och infästning 30
      6.1.6 Färdig geometri 32
      6.1.7 Borrmallar 35
   6.2 Kap-mall till böjen 35
   6.3 Prototyper 37
      6.3.1 Prototyp rörstöd 37
      6.3.2 Kap-mall till böjen 38
6. Material och tillverkning 39
   6.1 Material 39
   6.2 Miljö och hållbarhet 39
7. Meccoms tillverkning av fixturen 40

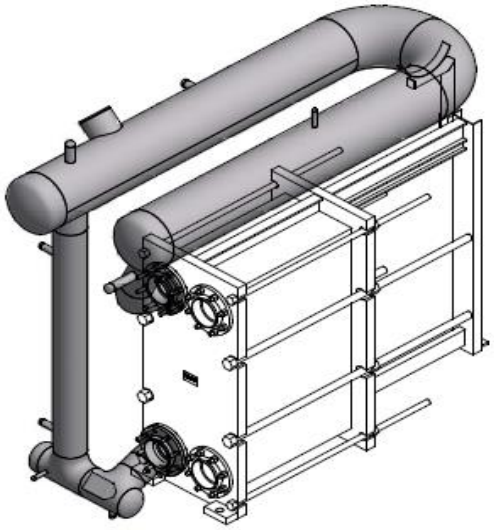
8. Slutsats 41
9. Diskussion 43
Referenser 45
Bilagor 46

1. Beteckningar

Olika beteckningar och namn används i rapporten. Nedan visas två bilder på Alfa Laval U-turn™. Den vänstra bilden har pilar på olika delar, som förklaras under bilderna, och på den högra bilden visas ett exempel på montering av Alfa Laval U-turn™ på en värmeväxlare.



Figur 1: Alfa Laval U-turn™ modell MK15, från bilaga 1 (100 400 C, Meccom)



Figur 2: Monterings exempel för Alfa Laval U-turn™ på en plattvärmeväxlare, från bilaga 1 (100 400 C, Meccom)

1. U-röret
2. Ammoniak utlopp
3. Anslutningsrör
4. Oljetråget
5. Backventil
6. Blindning Ø168mm
7. Identifikations skylt

1.1 Ord

Häftning - då man häftar ihop exempelvis rördetaljer, några små svetsar som håller ihop och centrerar detaljerna.

Helsvetsning - när hela svetsfogen svetsas, i nästan alla fall förgås helsvetsningen av häftning.

cc-mått – mått från centrum till centrum. Exempelvis, cc-mått mellan två rör syftar till måttet mellan centrum på de bägge rören.

Rörstuds – påstick på av rör. Ett hål görs för att sticka in en rörstuds och sedan svetsas studsen fast.

Rörfläns – Skravfläns för att skarva rör. Monteras i änden på rör

2. Inledning

I inledningen presenteras bakgrunden till rapporten, syftet, avgränsningar, några frågeställningar samt den teori som påvisar varför man använder fixturer.

2.1 Bakgrund

Meccom Klippan AB är ett industriellt och verkstadstekniskt företag som utför det mesta från enklare smidesarbeten till hel entreprenad av större projekt inom industrin. Meccom har sin tillverkning och sitt kontor i Klippan, Skåne.

Meccom tillverkar en typ av ammoniakseparator som monteras på plattvärmeväxlare. Ammoniakseparatorn tillverkas för Alfa Laval och heter Alfa Laval U-turn™. Separatorn tillverkas i olika storlekar och utförande. Ritningarna har gjorts av Meccom och alla separatorer som säljs i Europa tillverkas i Klippan. I länder utanför Europa tillverkas separatorerna av andra företag med Meccoms ritningar. Tillverkningen i Klippan sker manuellt, det vill säga separatorn monteras och svetsas manuellt. Meccom vill sänka sin tillverkningskostnad så att man kan konkurrera på ett internationellt plan och därmed tillverka fler amoniakseparatorer i Klippan för att sedan skicka ut dessa till kunder i hela världen. Ett första steg är att förenkla svetsningen av separatorn genom fixturer som förenklar svetsningen och säkerställer den färdigsvetsade geometrin. På grund av bland annat geometriövergångar och skillnad i godstjocklek så deformerar materialet sig mycket vid svetsning vilket gör att när de olika delarna skall monteras ihop så behövs en del tidskrävandes justeringar göras.

2.2 Syfte

Syftet med examensarbetet för Meccom är att minska deras kostnader för tillverkningen av Alfa Laval U-turn™, detta genom att designa svetsfixturer så att precisionen ökar, tillverkningen blir enklare, ledtiderna per separator blir kortare samt se över tillverkningsprocessen för att finna eventuella förbättringsmöjligheter.

2.3 Avgränsningar

Alfa Laval U-turn™:s design arbetas inte med, det vill säga inget arbete fokuseras på att ändra ritningarna för att förenkla montage och svetsning. Eventuella tidsuppskattningsvinster kommer jämföras med tillverkningstiden för Meccom och inte jämföras med tillverkningstiden för företag som tillverkar Alfa Laval U-turn™ utomlands. Val av material kommer att göras utifrån vad Meccom har att tillgå, till exempel vanligt konstruktionsstål

eller någon typ av rostfritt stål. Fixturerna som konstrueras skall vara gjorda så att Meccom kan tillverka dem med de processer de har att tillgå vid tillfället för detta examensarbete.

2.4 Precisering av frågeställning

- Hur designas en svetsfixtur?
- Kan en svetsfixtur designas så att den enkelt kan hantera olika dimensioner?
- Vad vilka förbättringar bidrar användandet av en fixtur till?
- Hur kan Meccom effektivisera tillverkningen av Alfa Laval U-turn™?

2.5 Teoretisk referensram

Svetsfixturer brukar delas in i tre olika typer av fixturer enligt Jenney, Cynthia L och O'Brien, Annette (2001). Fixturer för häftning, fixturer för helsvetsning och fixturer för fasthållande. Fixturer för häftning och fasthållning används ofta ihop genom att häftfixtur först används för att häfta ihop en detalj och sedan flyttas detaljen till en fasthållningsfixtur för att där helsvetsas. Häftfixtur och fasthållningsfixtur har olika funktioner och krav, till exempel måste en fixtur för fasthållning (och helsvetsning) vara konstruerad så att alla svetsfogar kan helsvetsas. En fixtur för helsvetsning kan användas för både häftning och helsvetsning på samma gång.

Fördelarna med fixturer menar Jenney, Cynthia L och O'Brien, Annette (2001) är följande 7 punkter:

1. Minimera valmöjligheterna och mätningen som tillverkaren behöver utföra med hänseende på orientering och placering av detaljerna som ska svetsas.
2. Öka identifieringen av arbetsstycken som inte håller toleranserna.
3. Förbättra hur detaljerna passar ihop för att nå mindre toleranser.
4. Minimera deformationen pga. svetsning.
5. Mindre arbetskraft behövs för att tillverka detaljen.
6. Ökad kvalitet och konsistens, samt
7. Färre fel på detaljen som resultat av rätt vald fixtur.

Några andra fördelar med fixturer vid svetsning är enligt K.Venkataraman (2015) bland annat:

- Största kostnadsfaktorn vid svetsning är hophäftningen. 80–85% av svetsprocessen består av att arrangera och justera detaljerna som skall svetsas ihop. Precisa och flexibla fixturer kan öka produktionen dramatiskt.

3. Metod

Första steget var att få ta del utav ritningar och CAD-modeller på de olika modellerna av Alfa Laval U-turn™. På ritningarna kunde de olika tillvalen för den givna modellen ses, tillvalen kan vara extra rörstudsar för montering av nivåvakt som ett exempel. Frekvensen på de olika tillvalen delgavs. Genom samtal med konstruktören så gavs en bild av vilka problem som uppstår vid tillverkningen samt vilka delar på modellen som är mest krävande att tillverka.

Efter möte med konstruktören så intervjuades en av svetsarna som tillverkar Alfa Laval U-turn™ på Meccom. Svetsaren förklarade i vilken ordning som delarna svetsas ihop och vad som brukade ta mest tid. Specifika områden som var svårare och som kunde ge mer jobb efter svetsningen identifierades samt vilka typer av hjälpmedel och arbetsredskap som svetsaren hade att tillgå. Nu var problemområdena klargjorda och vilka delar av tillverkningen som kunde förenklas och effektiviseras kunde bestämmas.

Information och patentsökningar gjordes för fixturer till svetsning. Fixturer till olika typer av geometrier undersöktes. Även fixturer som Meccom har tillverkat till andra projekt inspekterades. Fixturer med olika tillämpningar undersöktes och jämfördes med problemen som uppstår vid tillverkning av de olika delar av separatorn.

CAD-filerna studerades för att finna likheter och skillnader mellan de olika modellerna. En stor fördel är om en fixtur kunde användas till alla modeller. Vilka fasta punkter som skulle användas var nödvändigt att bestämmas, med fasta punkter menas exempelvis att flänsarna monteras på samma ställe oavsett modell. Modellerna jämfördes med olika fasta punkter valda för att jämföra vilken punkt som gav enklast eller minst förändring av geometrin för de olika modellerna. Exempelvis om en fläns används som fast punkt så har de olika dimensionerna på modellerna olika byggmått och detta ger olika positioner för rörstöd. Ett annat exempel är skillnaderna i centrummått som fås om man använder olika fasta punkter.

När den fasta delen var bestämd så designades olika stöd och anhåll i CAD-programmet. Delarna till fixturen konstruerades i material och med geometri som Meccom själva kan tillverka.

Var och vilka detaljer som behövde stöd identifierades och även vilka ytor på detaljerna som enklast kan stödjas.

Olika typer av montering av stöden studerades. En dialog med Meccom hölls för att kontrollera vilka typer av tillverkningsprocesser de hade att tillgå vid en kommande tillverkning av en fixtur.

När alla stöd var inlagda i CAD-programmet var konceptets basgeometri färdigt och då fokuserades på att designa om stöden så att vald monteringsmetod fungerade.

Metoden baserades på samma metodik som nämns senare i rapporten. Se kapitel 6. Svetsfixturer för metodiken och referenserna.

3.1 Prototyper

Prototyper tillverkades för att verifiera koncepten och geometrier. Liknande tillverkningsmetod som är tänkte för färdiga modellen, användes för att tillverka prototyper.

4. Tillverkningen av Alfa Laval U-turn™

Produktionen av ammoniakseparatorn delas upp i 4 steg

1. Förtillverkning av mindre delar, exempelvis svetsas studsar in på benen till U:et.
2. Förtillverkning av oljetråget
3. Förtillverkning av U-röret
4. Montering och hopkoppling av U-röret och oljetråget.

Vid förtillverkningen av mindre delar så borras hålen till och sedan svetsas de flesta rörstudsar in. Rör och andra detaljer kapas upp i rätt mått. Vid förtillverkningen tillverkas detaljer som kommer att användas i de nästkommande tre stegen.

Oljetrågets och U-rörets tillverkning är de två större delarna av Alfa Laval U-turn™. Bägge delarna tillverkas separat och oftast tillverkas oljetråget först och sedan U-röret, delarna påverkar inte varandra varken tillverkningsmässigt eller i vilken ordning de görs. Nedan visas två bilder från tillverkningen av oljetråget och U:et. Figur 3 visa ett helsvetsat oljetråg monterat på en värmeväxlare och figur 4 visar ett U som lagts ovanpå en värmeväxlare.

Figur 3: Oljetråg monterat på värmeväxlare (egen bild)

Figur 4: U:et monterat på en värmeväxlare (egen bild)

När både oljetråget och U-röret är klara monteras de på en värmeväxlare, som tagits in i verkstaden. Oljetråget monteras på nedre flänsen på värmeväxlaren och är efter det på rätt plats. U-et läggs ovan på växlaren och behöver justeras både fram och tillbaka, samt höger och vänster för att passa in med anslutningsröret från oljetråget och med ammoniak utloppet.

Ett problem som kan uppstå är inpassningen mellan ammoniak utloppet och U-röret. Rörstudsen som svetsas in i U-röret, för att sedan svetsas ihop med ammoniakutloppet, tenderar att deformeras mycket på grund av värmetillförseln under svetsningen. Grunden till problemet är den stora dimensionsövergången som sker mellan U-röret och ammoniak utloppet. Då skillnaden i dimension är stor, medför det att godstjockleken på studsen som svetsas in i U:et måste vara tjockt. Allt enligt standarden för industriella rörledningar SS-EN 13480–1:2017. Exempel är för modell MK15 är godstjockleken på U-röret 4mm medan studsen är 7,11 mm tjockt. Då godstjockleken skiljer mycket behövs det svetsas med hög

ampere och flera på vartannat liggande svetsfogar, vilket gör att värmetillförseln blir stor. Själva problemet är att då röret deformerar sig så blir ändan på studsen inte plan och då passar inte ammoniak utloppet rakt på utan det kan behövas passbitar. Extra tid går åt och i en del fall kan det, på grund av olika vinklar på rören, se dåligt ut rent kosmetiskt.

Bilden nedan visar en färdig separator och värmeväxlare som är klar och ska skickas till kund.

Figur 5: Alfa Laval U-turn™ och värmeväxlare som emballeras (Meccom, 2020)

4.1 TIG-svetsning

Svetsmetoden som används vid tillverkning av Alfa Laval U-turn™ är TIG-svetsning (Tungsten Inert Gas). Allt material vid tillverkningen är i rostfritt stål. Vid svetsning av exempelvis rör måste roten på svetsen (baksidan/insidan) skyddas från oxidation och detta görs vanligen med en rotgas eller rotskyddspasta. I tillverkningen av ammoniakseparatorerna används rotgas. Först häftas detaljerna ihop och sedan gasfylls de hophäftade detaljerna.

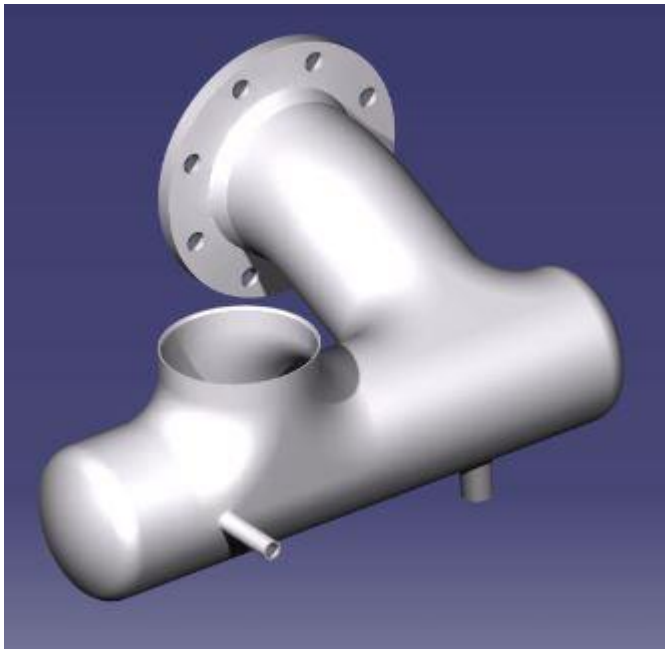
Gasfyllningen tar dels tid, dels kostar rotskyddsgasen. För att minimera tid och kostnad vill man minska antal gånger man behöver fylla upp med rotgas det vill sägas man vill häfta ihop så många detaljer som möjligt innan man gasfyller och helsvetsar.

I alla de fyra stegen ovan måste rotgas användas för att roten på svetsarna inte skall oxidera.

5. Problemområden

Den del av tillverkningen som ansågs lämplig att tillverka en fixtur till var oljetråget. Oljetrågets geometri gör att det tar mycket tid till inpassning av detaljerna. Nedan specificeras problemen vid tillverkningen av oljetråget.

5.1 Oljetråget



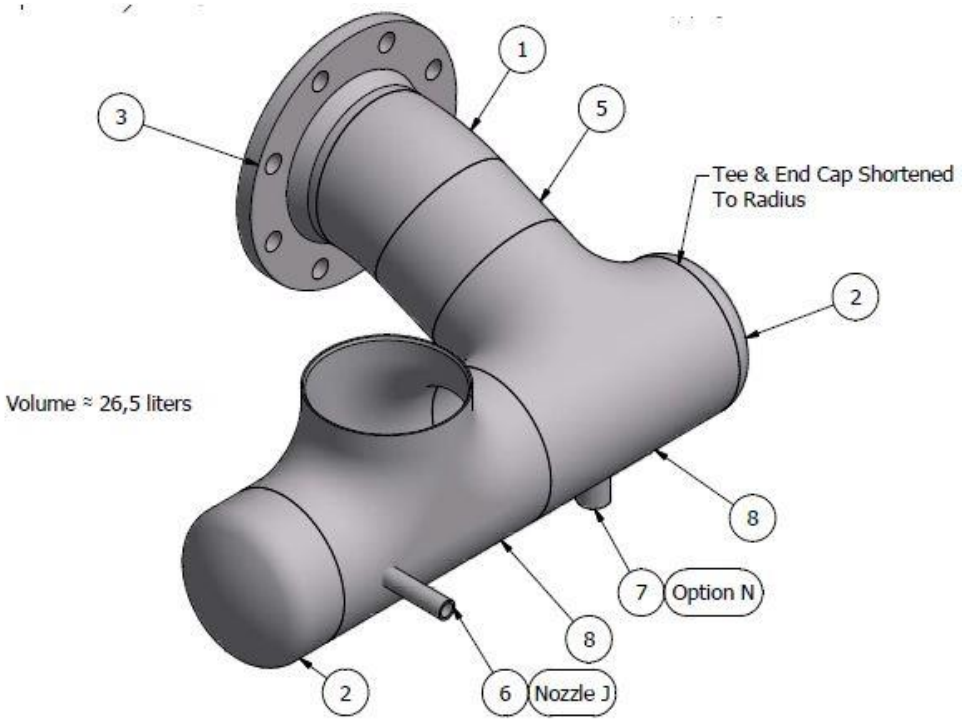
Figur 6: 3D-bild på oljetråget för modell MK15 (egen bild)

”Oljevesslan” är ett slangord som används för Oil Vessle, översatt oljetråget. Oljevesslan ses i figur 6 ovanför. I oljetråget så samlas eventuell olja som är kommen från kylkompressorer då dessa inte alltid är helt täta. Ur tråget kan sedan oljan tappas ut genom att öppna en ventil i botten på tråget. Oljan, som lägger sig på trågets botten, trycks då ut på grund av övertrycket och samlas sedan upp.

Beroende på modell så kan oljetråget byggas i vänster- eller i högerutförande, i bilden ovan ses ett oljetråg i vänsterutförande.

Oljetråget består i huvudsak av tre olika delar: Flänsen och två T-stycken. Bilden nedan ses delarna. Nr 3 är flänsen och nr 8 är T-styckena.

Geometrin på oljetråget gör det besvärligt att tillverka på frihand. Bland annat på grund av böjen efter flänsen samt det är flera vinklar och mått som behöver stämma, vilket gör mätning och lodning tidskrävande. Böjen kapas till rätt mått och vinkel ur en 90° böj och om det inte blir exakt så måste det kompenseras vid inpassningen och häftningen.



Figur 7: Oljetråget, modell MK15, från bilaga 2 (Ritningsnummer 100 420, Meccom)

Tillval som kan göras vad gäller oljetråget är olika påstick och de påverkar inte dimensionerna. Däremot är det tidskrävande att måtta in hålen till studsarna som ska svetsas och ibland kan förvirring uppstå kring mått och vilken storlek på hål som ska borras.

Förutom vänster- och högerutformning så skiljer sig dimensionerna åt på de olika modellerna. Storlek på flänsen och storleken på T-styckena skiljer sig mellan de olika modellerna. T-styckena varierar endast med dimensionerna och då det finns 3 olika modeller så finns det även 3 olika dimensioner på T-stycken.

Den delen på oljetråget som kan variera mest är flänsen. Flänsen varierar dels på grund av dimensionerna dels efter vilken tryckklass som modellen ska ha. 3 olika modeller och 3 olika tryckklasser ger en total variation på 7 olika flänsar. Variationerna ses nedan i tabell1.

Tabell 1: Dimensioner och tryckklasser på flänsar enligt EN 1092–1:2018 som används vid tillverkning av oljetråget

Dimension	Tryckklass	Håldiameter (mm)	Ytterdiameter (mm)	Bult
DN100	PN16	180	220	M16
DN150	PN16	240	385	M20
DN200	PN16	295	340	M20
DN100	PN40	190	235	M20
DN150	PN40	250	300	M24
DN200	PN40	320	375	M27
DN200	PN25	310	360	M24

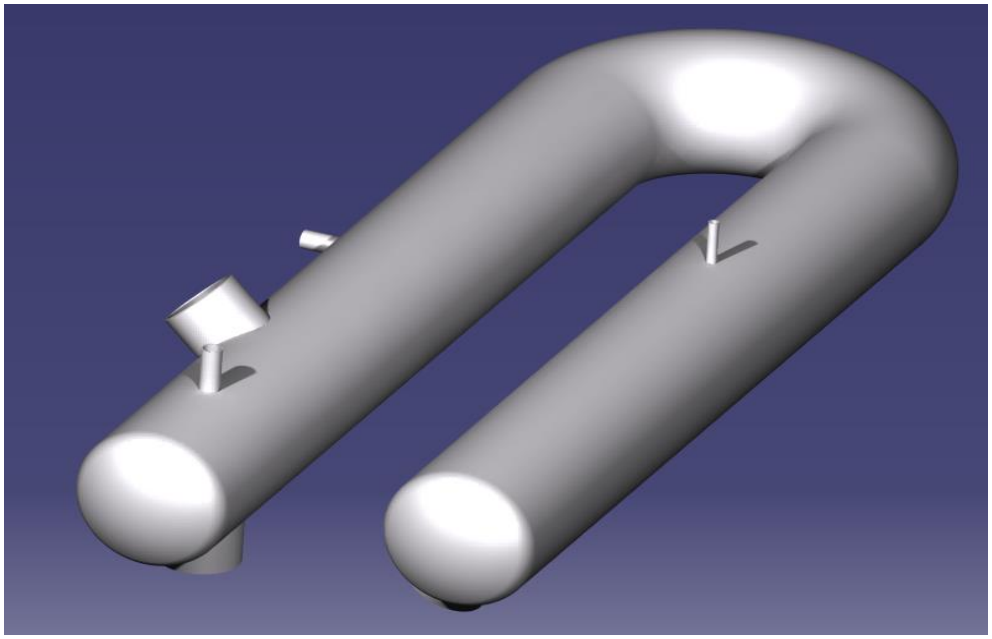
Sammanfattningsvis är oljetråget obekvämt att tillverka på grund av ”udda” vinklar på böj och T-stycke vilket tar mycket tid vid häftning. Erfarenheten från tillverkningen visar att inga problem uppstår till följd av deformation efter helsvetsningen, geometrin förändras inte. I Radaj D. (1992) Welding residual stress and distortion kan teorin bakom deformation pga svetsning läsas. Därför beslutas det att en fixtur för häftning av oljetråget skall konstrueras och den ska önskningsvis innehålla mallar till vart hålen till rörstudsarna ska borras.

5.2 Kapning av böjen till Oljetråget

Som nämnts tidigare är kapningen av böjen ett problem. Då man mäter och kapar den på frihand så är det oundvikligt att böjarna kommer att variera något. När oljetråget häftas ihop är det ett mindre problem då svetsaren kan kompensera den sämre passformen på lite olika sätt. Detaljer som används för tillverkning i en svetsfixtur kan inte ha en stor variation av geometri, då måste fixturen anpassas efter detaljerna vilket blir svårt och risken för misstag ökar. Om en fixtur skall användas kommer tid att sparas med en kapmall till böjen som då ger en mindre variation på böjen som skall användas vid tillverkningen.

5.3 ”U:et”

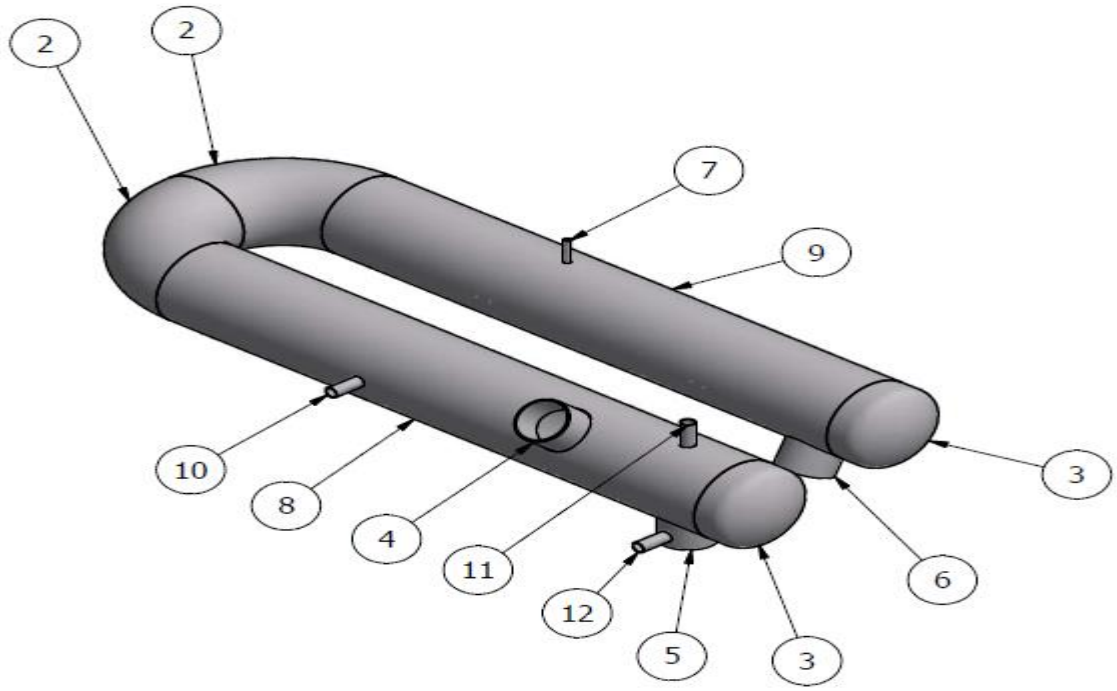
U:et är överdelen på Alfa Laval U-turn™, dvs det distinkta U:et som ligger över värmeväxlaren. I figur 8 nedan ses U:et i en 3D-bild.



Figur 8: 3D-bild på U:et för modell MK15 (egen bild)

I U:et sker separationen av ammoniaken. Desto mer ammoniak som behöver separeras desto längre skall U:et vara. Varje modell kan väljas med olika längd på U:et. Det finns olika dimensioner beroende på modell och även olika längd på U:et beroende på vilken grad av separation som kunden behöver.

I figur 9 nedan ses delarna som ingår i U:et.



Figur 9: U:et, modell MK15 se bilaga 3 (Ritning 100 405, Meccom)

U:et byggs i tre delar innan det svetsas ihop likt i bilden ovan. Först byggs ”benen” med sina studsar och ändlock. Därefter så svetsas de två böjarna ihop och sedan häftas allt ihop och fogarna mellan böjarna och benen svetsas.

De tillvalen som kan göras, förutom längden, är olika studsar på benen. Dessa tillval bidrar inte till någon större svårighet i tillverkningen på grund av de är på ”benen” (8 och 9 i figur 9) och görs innan hela U:et byggs ihop.

Ett problem som kan inträffa vid tillverkning av U:et är att vid helsvetsning av ”sista” svetsfogen kan benen dra ihop sig, på grund av deformationen från svetsningen. Då drar benen ihop sig och cc-måttet mellan de två benen minskar. För att motverka detta så används en enklare ”fixtur” bestående av två rörklämmor och gängstång som monteras mellan de två benen innan helsvetsningen. Klämmorna och gängstången fixerar cc-måttet och förhindrar U:et från att deformeras.

6. Svetsfixturer

Som stöd och metod för att konstruera fixturer till oljetråg och U-röret så används 5 punkter enligt Jenney, Cynthia L och O'Brien, Annette (2001). Metodiken är i mångt densamma i mycket annan litteratur om fixturer till svetsning. Punkterna är följande:

1. Överblicka all relevant tillverknings- och konstruktionsdata – koncentrerat kring form, passning och funktionsaspekt på produkten. Utveckla preliminära designkoncept.
2. Överväg alla relevanta kriterier på operationerna – inkluderande värmeledning, jordningsmöjligheter, lastriktningar och slitaget. Utveckla preliminära designkoncept.
3. Granska relevant processdata – inkluderande svetsprocess, tillgänglighet och orientering för svetsning, jordning och inspektion. Fortsätt utveckla designkoncept.
4. Undersök kriterium för arbetaren – ergonomiska problem, säkerhet och materialhantering. Fortsätt utveckla designkoncept.
5. Utvärdera det valda designkonceptet – jämför ekonomiskt per del, tillverkningskostnader av fixtur och så vidare.

Vidare används delar av denna metodik för att generera designkoncept i CATIA V5.

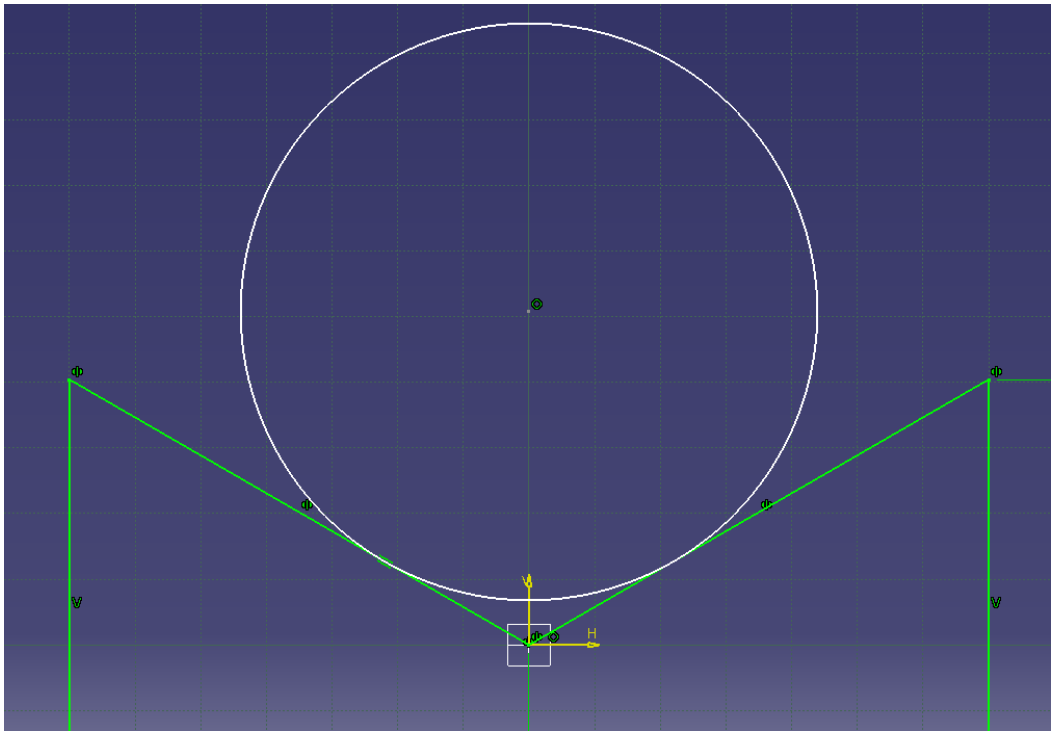
Som grund används intervjuer med konstruktören, svetsaren och ritningar.

Vidare för mer detaljerad design används en del punkter enligt K.Venkataraman (2015) som i boken Design of Jogs, Fixtures and Press Tools bland annat beskriver just viktiga element i framtagning av design. Några punkter som nämns i boken är följande:

- Unik positionering av komponent med hänsyn till fixturen.
- Fastklämning ska användas så att detaljen inte skadas och så att fastklämningen sker effektivt med hjälp av exempelvis snabbskruvar.
- Medge i montering och ur montering av detaljer i fixturen.

Punkterna ovan är något mer specificerad gentemot den tidigare nämnda metoden och kompletterar varandra därför väl vid design av fixturerna.

Den vanligaste designen till att fixera/positionera rör är med ett ”V”. Se figur 10 nedan.



Figur 10: Bild på skiss av en rörpositionerare enligt V-design (egen bild)

En av anledningarna till att ”V”-designen används är att flera olika rördimensioner kan positioneras med en storlek på stöd. Vid olika rördimensioner så flyttas centrum-måttet vertikalt upp eller ner beroende på om dimensionen ökar eller minskar. Genom formen så hålls röret i ”mitten” och i många fall så verkar en fastspännare ovanifrån för att med kraft hålla kvar röret i position. Det är även enklare att tillverka ett V-format stöd, än ett som följer formen på röret (likt en vagga), med konventionella maskinbearbetningsmetoder. Många gånger kompletteras ”V”:et med en spännhake eller liknande för att applicera en kraft ovanifrån så att fixturen kan hålla emot deformation i alla riktningar. Särskilt viktigt är det för fixturer som används till helsvetsning då deras huvudfunktion är att motverka deformationen som kan uppstå vid svetsningen.

Sammanfattningsvis ska nämnas att metoder för att utveckla svetsfixturer är relativt tydliga men alla svetsfixturer ser olika ut på grund av olika funktioner för fixturerna men framför allt de olika geometrierna som skall fixeras. De flesta fixturer är helt anpassade efter de detaljer samt geometri som skall fixeras och därför finns inte många universella detaljer till fixturer. De detaljer som finns är anordningar till att spänna fast detaljer, olika typer av tänger för fasthållning, samt en del tillbehör till svetsbord. Svetsfixturer är ofta endast anpassade till att tillverka en detalj.

Vid patentsökning hittades inga relevanta patent och som tidigare nämnts beror det på stor del av att fixturer är väldigt specifika till en viss design. Därför gav inte patentsökningen någon mer användbar kunskap.

6.1 Fixtur till oljetråget

När de olika modellernas oljetråg läggs in i CAD-programmet blir det tydligt att rör och andra detaljer överlappar på många områden. Det medför att det blir för trångt att bygga en fixtur som kan fixera de olika modellerna. En fixtur som går att justera efter vilken modell som ska tillverkas ses som för komplicerad och ökar risken för att fel ska uppstå. Fixturen som ska konstrueras måste vara enkel så att inte fel och förvirring kan uppstå. Nedan sammanställs kraven och önskemålen för fixturen.

Krav:

- Enkel att använda (svårt att göra fel)
- Kan tillverkas av Meccom
- Konstruerad av material som Meccom har på lager och/eller använder kontinuerligt.

Önskemål

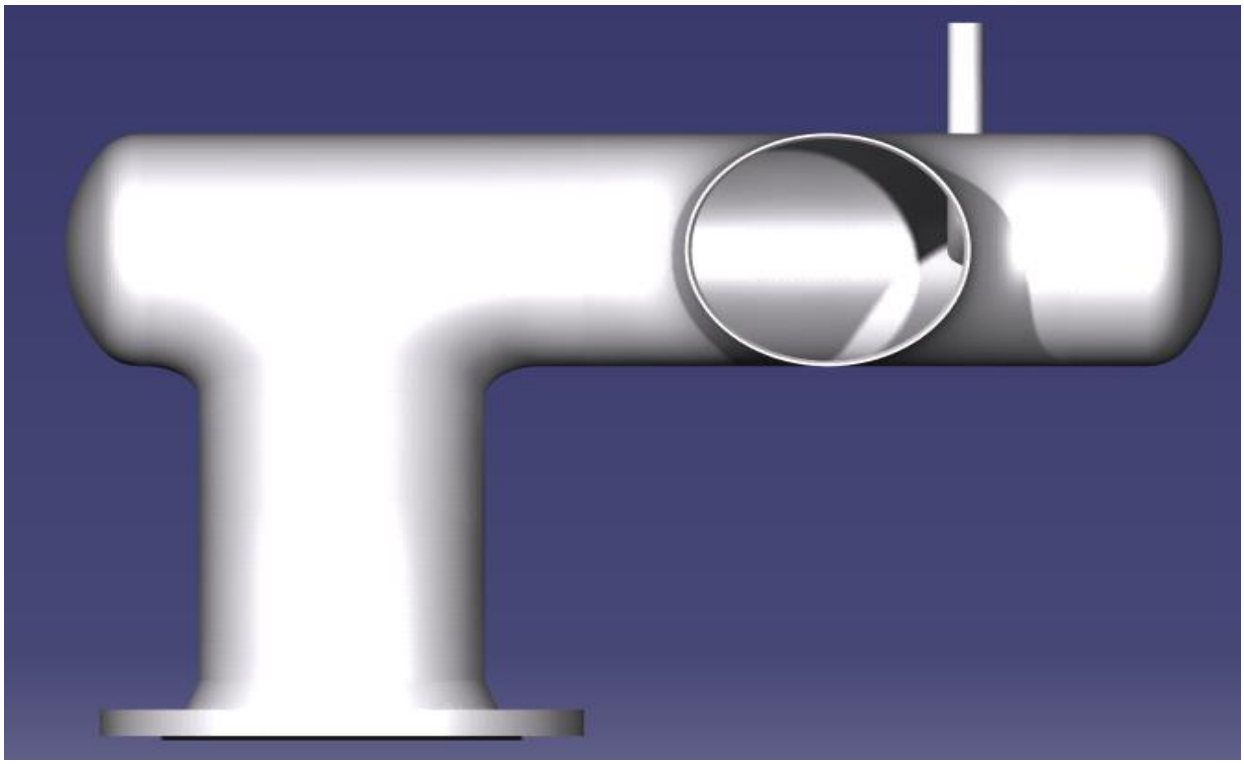
- Mall till markering av håll till borrning av rörstudsar
- Möjlighet att tillverka de olika tryckklasserna på samma fixtur
- Möjlighet att tillverka höger- och vänsterutförande på samma fixtur

Framöver så konstrueras en fixtur till MK15 modellen då denna är den modell som tillverkas i högst kvantitet. En ritning på oljetråget ses i bilaga 2, ritningsnummer 100 420.

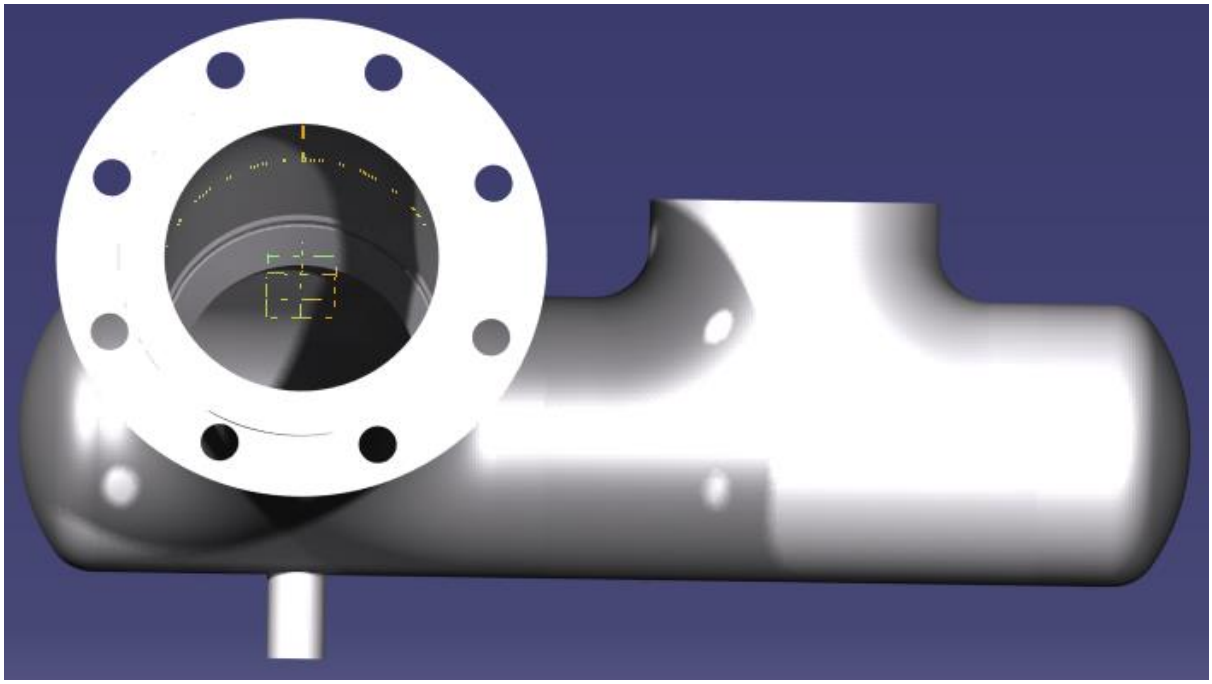
Vidare konstrueras en fixtur för att användas vid häftning av oljetråget. Som nämnts tidigare i rapporten är deformationen på grund av helsvetsningen inget större problem vid tillverkningen av oljetråget utan problemet ligger i att mäta in och häfta detaljerna till rätt geometri. Då fixturen endast behöver hålla rätt geometri för häftning, så dimensioneras inte fixturen för att hålla mot spänningarna som uppstår vid helsvetsning. Häftning sker inte runt hela svetsfogen och det medför att det inte behövs 360° tillgång till skarven som ska häftas. Fixturen tillverkas så att detaljerna kan häftas ihop till ett oljetråg och sedan avlägsnas för att helsvetsas utanför fixturen.

6.1.1 Positionering i fixtur

Som utgångsdetalj för oljetråget används flänsen. Det är samma byggmått på flänsarna för de olika tryckklasserna och endast bultdelningen skiljer sig åt. Flänsen läget kan förenklat läggas i två positioner: vertikalt eller horisontellt. Figurerna nedan visar de olika positioneringarna.



Figur 11: Oljetråget med flänsen positionerad horisontellt (egen bild)

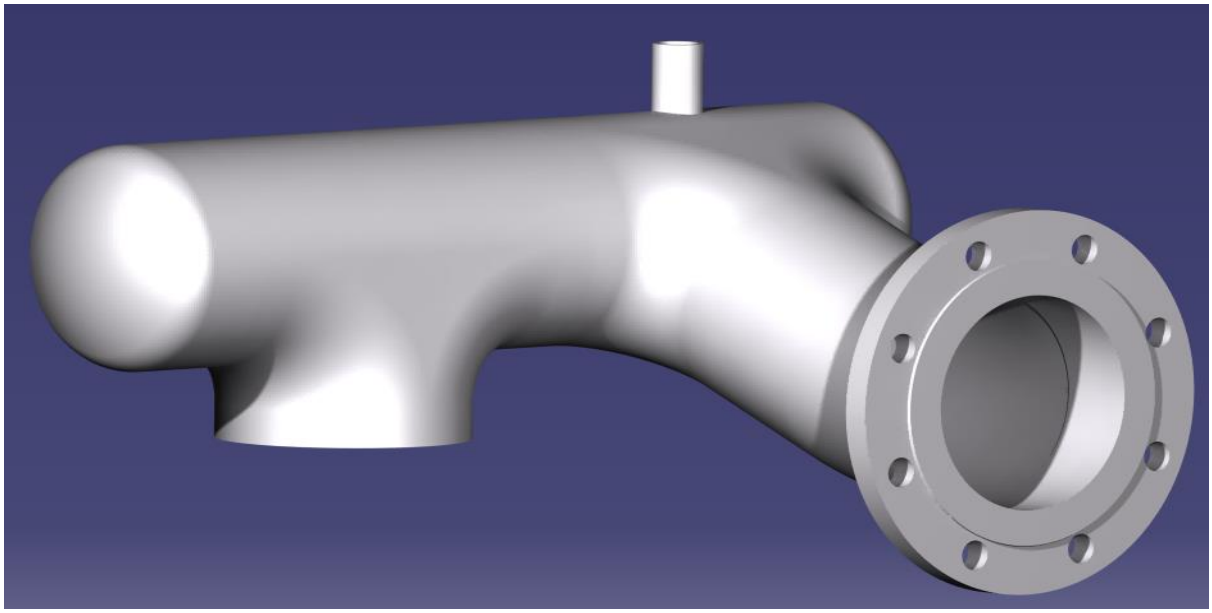


Figur 12: Oljetråget med flänsen positionerad vertikalt (egen bild)

Genom att positionera flänsen enligt något av de två positionerna, medger det en enklare lodning av det högra t-stycket i de bägge figurerna ovan. Med oljetråget ”liggande” som i de två figurerna ovan, så är centreringen enklare i en fixtur än om oljetråget ”stått” uppåt eller nedåt. Med ”liggande” oljetråg behövs endast stöd underifrån och tyngdkraften gör att detaljen ligger an mot stödet. För att centrera en detalj med centrumaxel riktad vertikalt behövs stöd från minst 3 håll för att erhålla centrering.

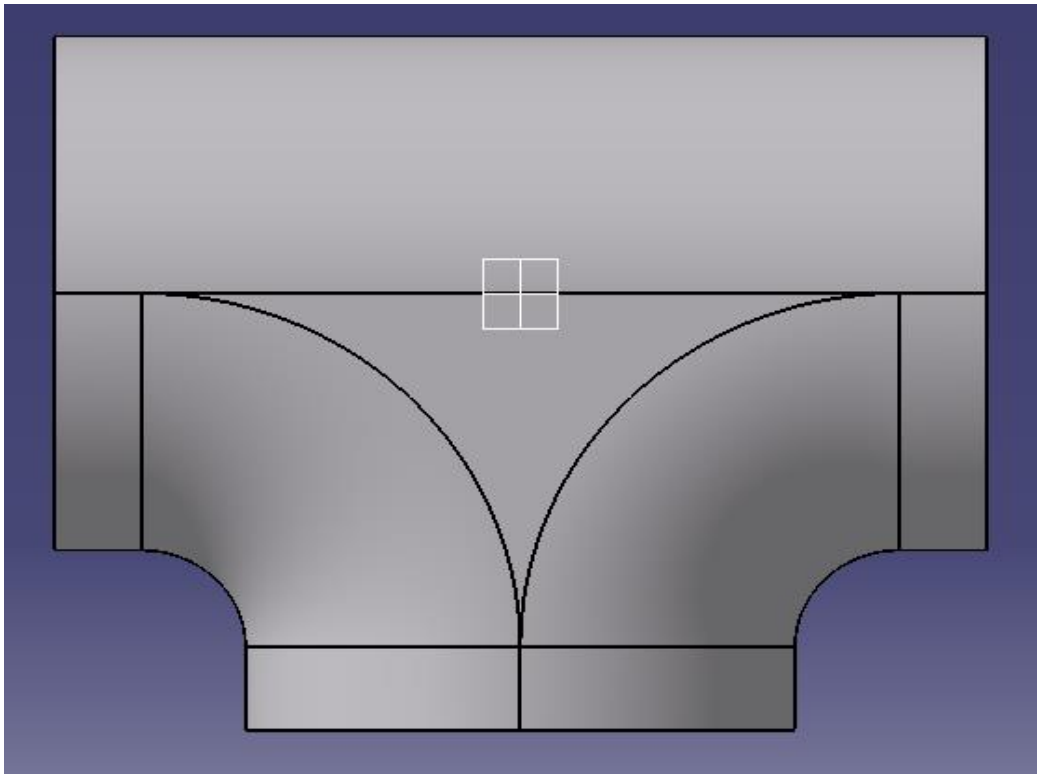
För att förenkla och för att kunna ha möjligheten till en mall för märkning/borrning av hålen till de två rörstudsarna som finns på oljetråget, bör det placeras enligt figur 5 eller som roterat 180 grader (enligt centrum på flänsen) enligt figur 6. Det medför då att de två hålen skall märkas uppifrån samt från sidan, det kan även bli möjligt att borra hålen då oljetråget har häftats ihop i fixturen. Om oljetråget skulle vara positionera enligt figur 6 blir markeringen av hålet för rörstudsen som pekar nedåt svår.

Den avgörande detaljen för vilken position av oljetråget skall ha i fixturen, blir enkelheten till positionering av det ”öppna” T-stycket. Då oljetråget positioneras enligt figur 13 nedan, har man en basplatta som referens och/eller framförallt horisontell mätning för kontroll. Om något stöd används till ”öppna” delen av T-stycket så vid denna positionering kan man lyfta ur ett färdig häftat oljetråg ur fixturen, medan om stödet ligger över måste detta avlägsnas då man ska bort oljetråget från fixturen.



Figur 13: Vald positionering av oljetråget till fixtur (egen bild)

Vid närmre studering av T-styckena syns att endast den sista biten mot ändarna är cirkulära. I figur 14 nedan ses det tydligare. De T-stycken som köps in har en mycket konsistent kvalité på geometrin och därför kan de cirkulära ändarna användas för fixering. Ett typ av V-stöd kan göras så att T-styckena enkelt centreras.

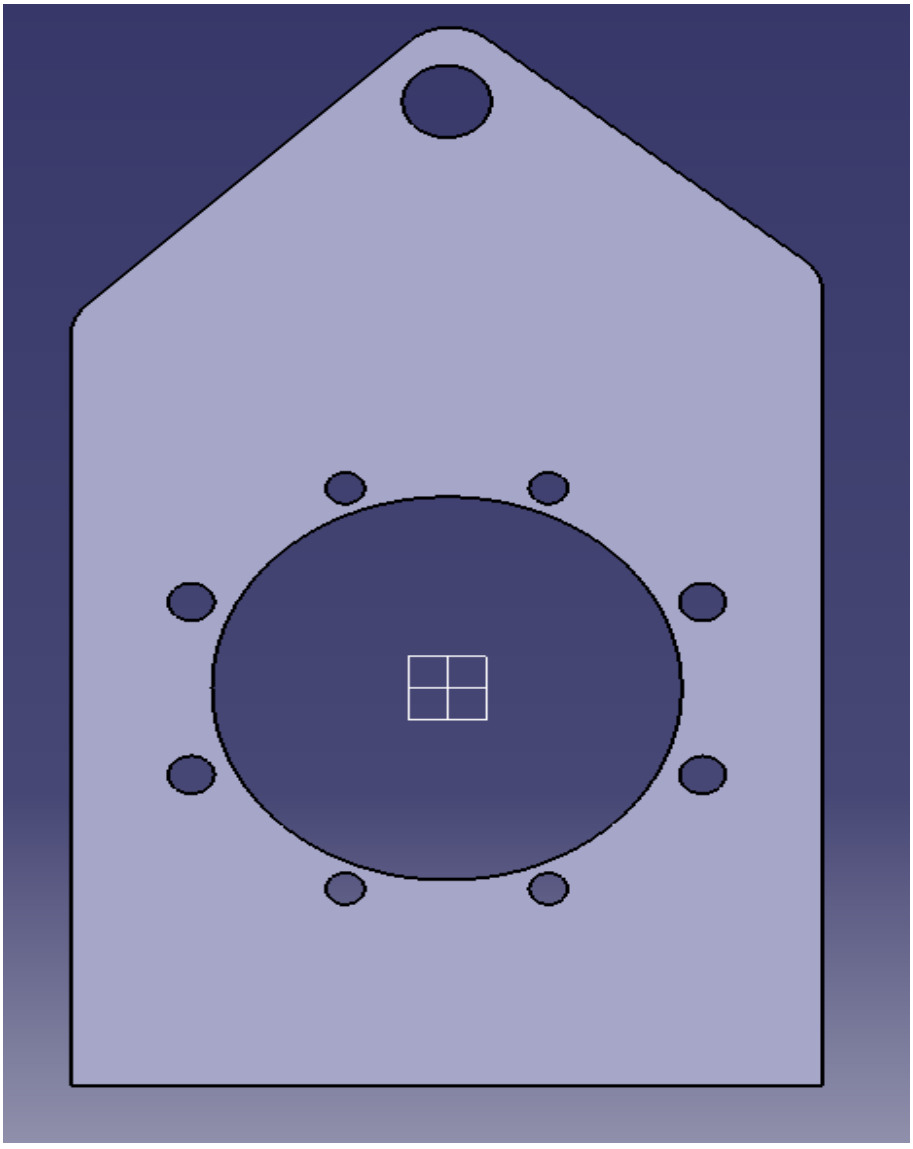


Figur 14: T-styck till oljetråget för modell MK15 (egen bild)

6.1.2 Hållare för flänsen och basplatta

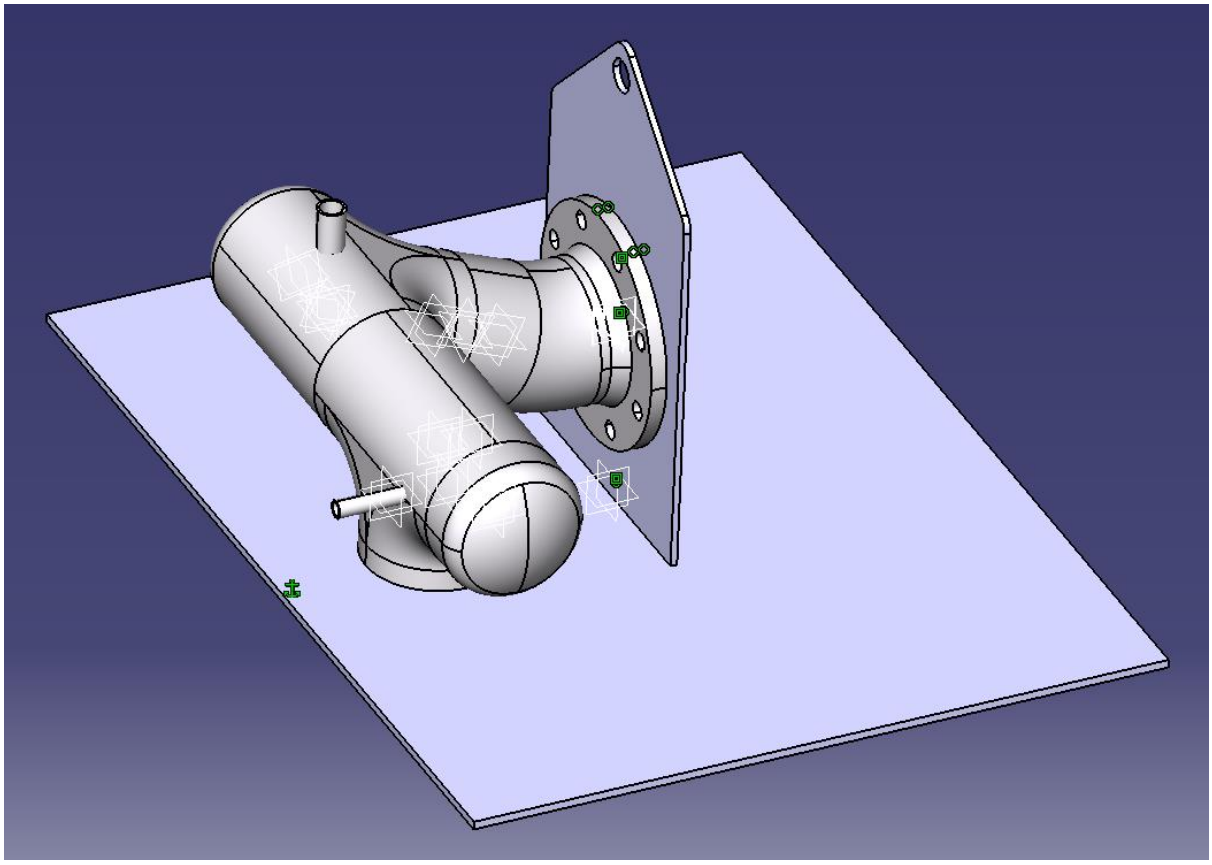
Som start konstruerades en hållare för flänsen. Det är en plåt och har högst upp ett hål för att kunna fästa en ögla till att lyfta hela fixturen med. Det stora hålet är gjort så att packningsytan på flänsen passar i och därmed centrerar flänsen i hållaren. Hålen till bultcirklarna är gängade, 4st är M16 och 4st är M20. De två övre och de två nedre är M16 och hålbilden passar PN16 och de kvarvarande är M20 och passar PN20. Det vill säga att i hållaren kan både en PN16 fläns eller en PN20 fläns monteras. Hålen för skruvarna i flänsen är stora och därför görs ett hål så att packningsytan centrerar då den har bättre toleranser. Hållaren för flänsen ses i figur 15 nedan.

Måttet från nederkant på hållaren till centrum på flänsen väljs så att det är möjligt att häfta för svetsaren på undersidan av flänsen.



Figur 15: Flänshållaren till fixtur för oljetråget (egen bild)

En enkel basplatta konstrueras för att montera flänshållaren på. Basplattan görs rektangulär och stor nog att täcka under oljetråget när det är vänster eller höger orienterat. I figur 16 nedan ses basplattan med flänshållaren och ett oljetråg monterat i flänshållaren.



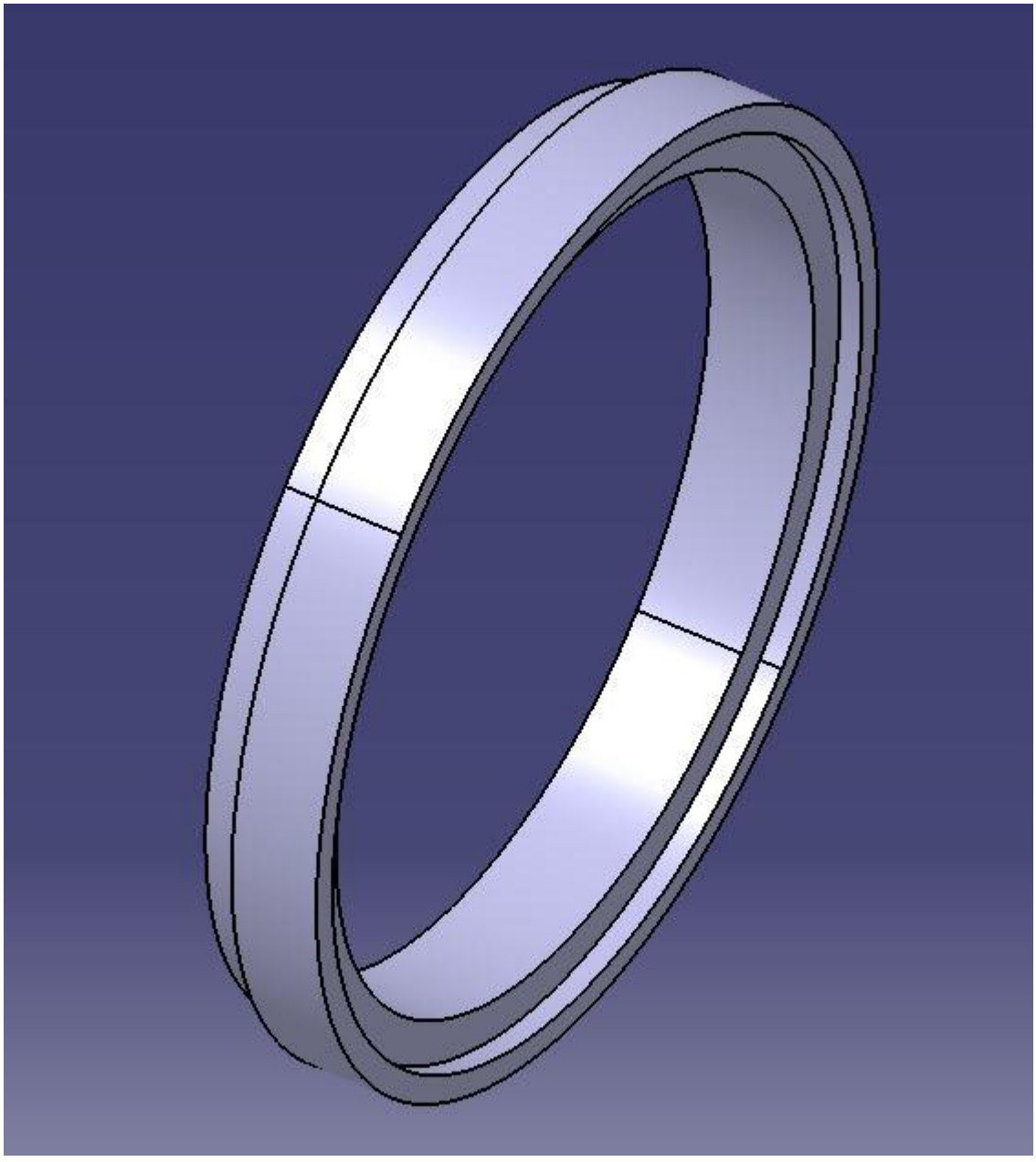
Figur 16: Basplatta och flänshållare med oljetråget monterat (egen bild)

Flänsen på oljetråget är av typen EN1092-1 type 11 C DN150, där C beskriver packningsytan. Flänsstandarden är enligt EN 1092–1:2001. Se bilga 2 för ritning på oljetråget, ritnings nummer 100 420. Packningsytan är annorlunda än de vanligast förekommande flänsarna, ytan är smalare och högre för att erhålla högre packningstryck vid montering. Flänsen i CAD-filen har en vanlig packningsyta och därför behövdes hänsyn tas till det. Meccom svarvar om ”vanliga” flänsar (typ B, enl tidigare nämnd EN-standard) och därför användes de måtten för att placera flänsen rätt i modellen. Meccom svarvar ner flänsarna på grund av. leveranstiden på typ C flänsar ofta överskrider leveranstiden Meccom har för oljeseparatorerna. Typ C är sällan förekommande för andra applikationer för Meccom.

Totala byggmåtten skiljer mellan tyckklasserna, PN16 fläns bygger 55mm och PN25/40 bygger 75mm, en differens på 20mm. För att kompensera och förenkla för vidare placering och positionering av stöd så byggs fixturen efter att oljetråget har en PN25/40 fläns. Vid

tillverkning av oljetråg i tryckklass PN16 så kommer en distans på 20mm behövas användas. Med en distans monterad så är trågen identiska gällande mått och geometri.

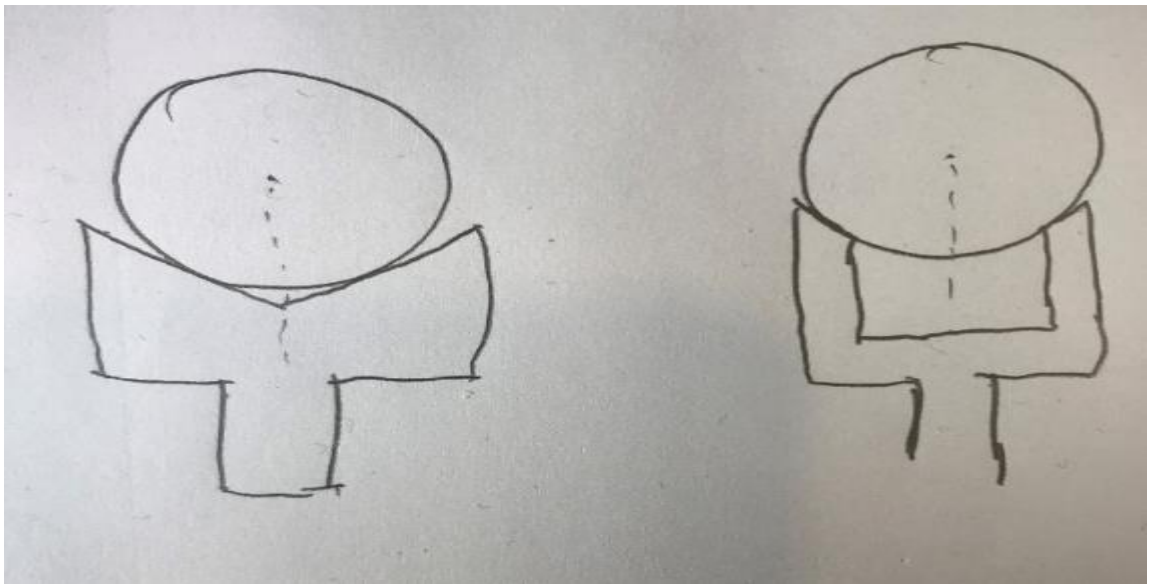
Distansen görs så att den centreras likt samma princips som flänsen och bygger 20mm. I figuren nedan ses skiss på distansen. Tappen som centrerar görs längre på distansen än packningsytan på flänsarna, det gör då att man vid montering kan placera distansen och den kan stanna i hålet då tappen kilar mot hålet. Distansringen kan ses nedan i figur 17.



Figur 17: Distansringen (egen bild)

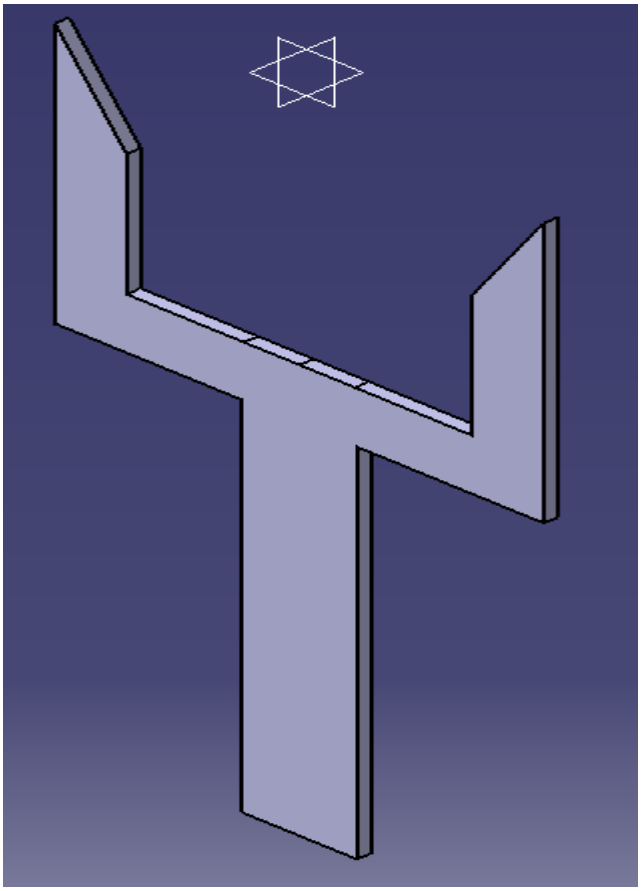
6.1.3 Rörstöd

Stöd eller vaggor till T-styckena konstrueras enligt tidigare nämnda V-design. Målet är att försöka få till en design som möjliggör att man kan komma åt att häfta på fyra ställen, 0, 90, 180, 360 grader eller förskjutet. Fyra svetshäftor räcker för att hålla geometrin och då kan fler häftor svetsas efter att oljetråget lyfts bort från fixturen. För att ge möjligheten till att kunna häfta på ”undersidan”, där stödet ligger mot, så bryts V:et enligt det högra konceptet i figur 18.



Figur 18: Koncept till rörstöd (egen bild)

Bägge koncepten använder linjekontakt på samma vis och därför är det högra bättre då mer utrymme ges för svetsning samt vikten blir något mindre på grund av volymen är mindre på stödet. I figur 19 nedan ses rörstödet konstruerat i Catia. Kontakten mot röret sker mitt på stödets anhåll.

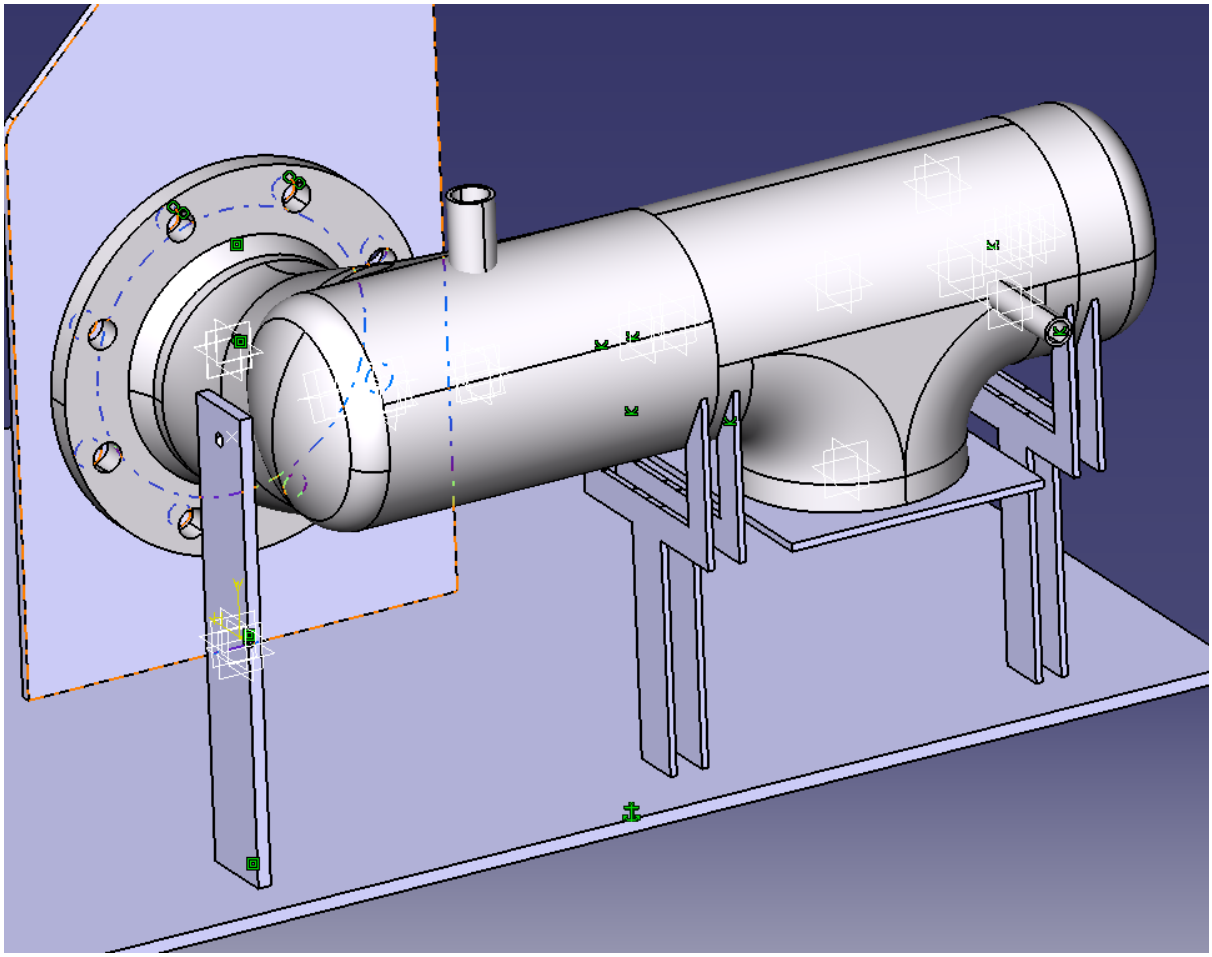


Figur 19: Stöd till T-stycken och rör (egen bild)

6.1.4 Resterande hållare och stöd

För att positionera det T-stycke vars fri ände pekar neråt, konstrueras en platta som centrerar den fria änden. Detta görs av en platta med ett hål som är lika stort som utsticket yttermått och därmed styr dess centrum. Den öppna delen ”sticks” i hålet i hållplattan.

Ett stopp för att hålla måttet på den sida där både T-stycket och ändlocket måste kapas konstrueras. Då dessa kapas, där de är helt cirkulära, så finns inte de ytorna som tidigare används kvar, vilket försvårar för att finna någon yta att bygga ett stöd för. Stoppet som konstrueras, stoppar genom en skruv som kan justeras. Skruven kan även användas för att spännas mot ändlocket och då, kraft betingat, hålla lock och T-stycket fast mot nästa del. I figuren nedan ses stöd, stopp och hållplatta utplacerade på basplattan.

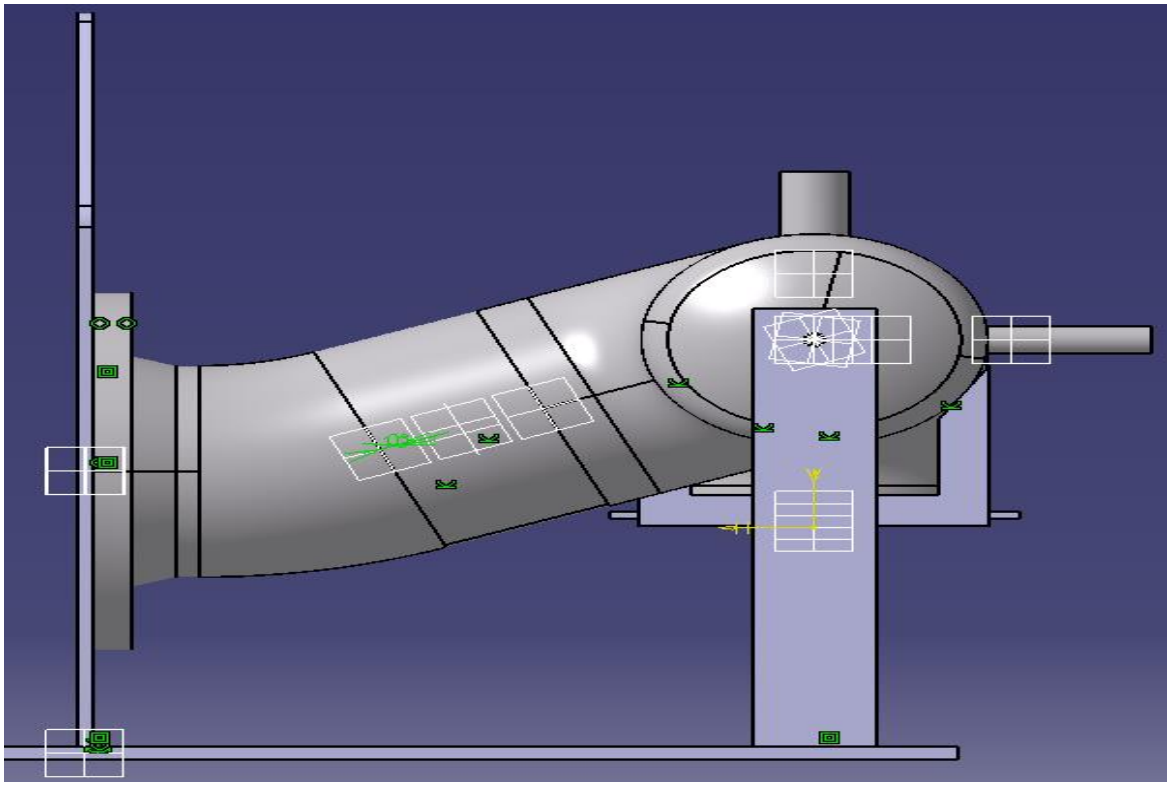


Figur 20: Basplatta med stöd, stopp och hållplatta utplacerade (egen bild)

Som ses i figur 20 ovan kan fyra stöd placeras ut för att hålla T-stycken och ändlock. Avstånden mellan stöden, med en skarv som ska häftas, är cirka 20mm.

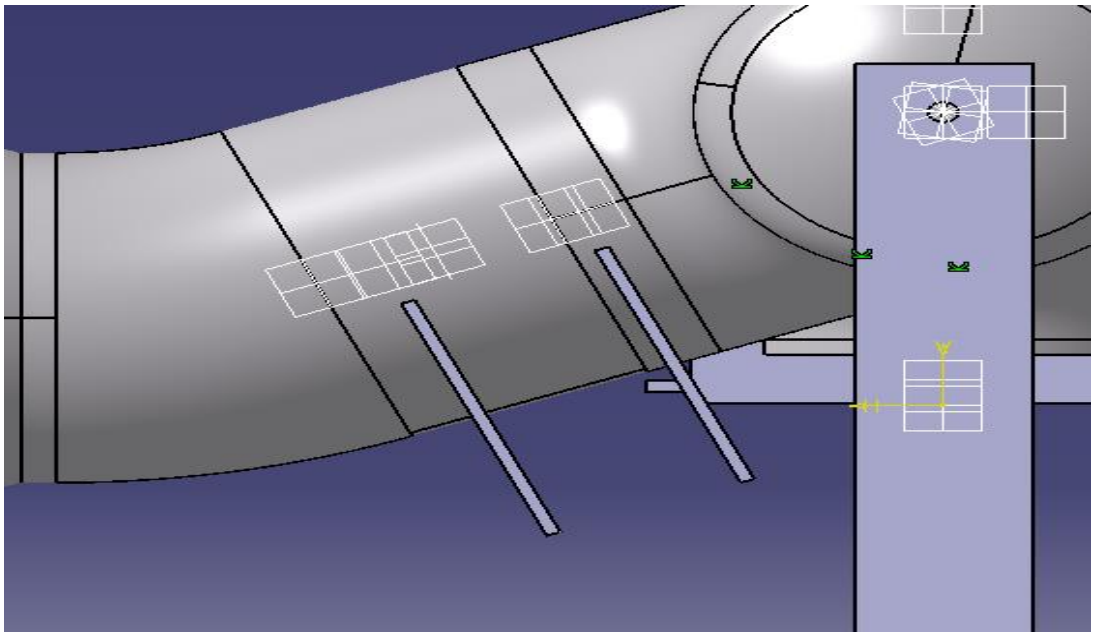
I figur 21, ses fixturen sett från sidan. Vinkeln är 22,5° och stöd behövs för hålla T-stycket i vinkel och för att positionera passbiten (röret mellan T-stycket och böjen) mot T-stycket.

Böjen efter flänsen kapas ofta på fri-hand och därför kommer inte böjen att ha stöd. Måtten till böjen kan tas mellan flänsen och röret då allt utom böjen har positionerats på rätt plats.



Figur 21: Oljetråg och fixtur sett från sidan (egen bild)

Två stöd läggs in, ett vid T-stycket och ett till passbiten, se figur 22 nedan.



Figur 22: Stöd till T-stycket och passbiten, sett från sidan (egen bild)

6.1.5 Montering och infästning

På ett av besöken på Meccom i Klippan visades en mindre fixtur till en annan produkt. Fixturen används till att positionera mindre rör så att de kan häftas ihop i en specifik vinkel. Bitarna är utskurna med laser och är gjorda så att de passa ihop likt ett pussel. I figur 22 nedan ser man att stöden är gjorda av två bitar som är monterade vinkelrätt mot varandra. I bitarna finns utskurna spår så att de passar i varandra, liknande fogning av träd genom laskning. Man kan se att bitarna är häftade ihop och häftade till en basplatta. Bitarna är 5mm tjocka. I basplattan är det utskuret hål för tappar, rektangulära hål, och på stöden sitter tappar som passar i dessa hål. På undersidan av basplattan är sedan tapparna svetsade i basplattan.

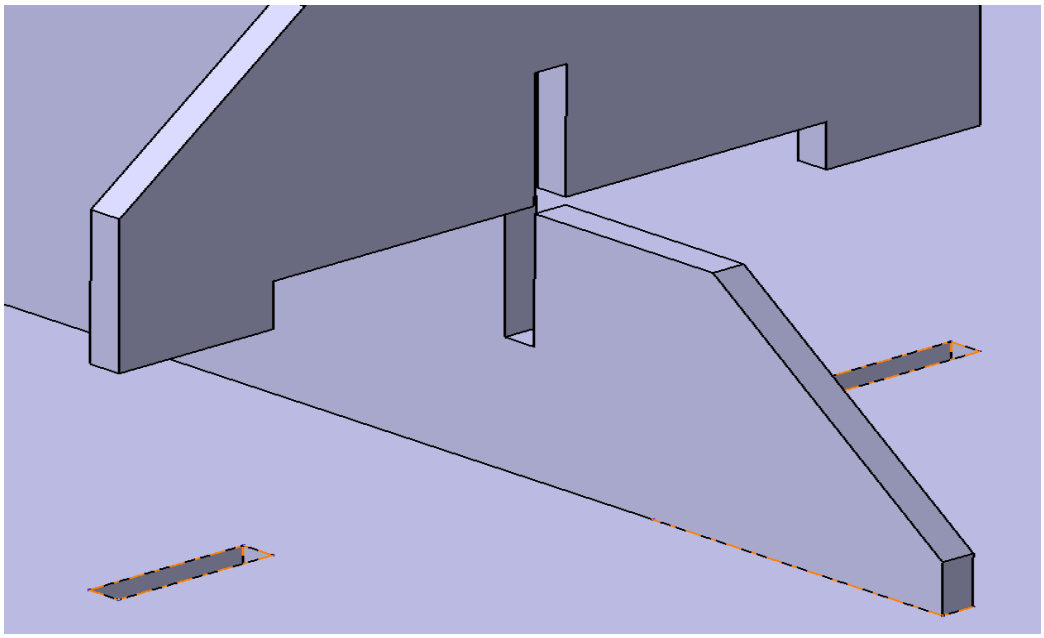
Figur 23: Fixtur till mindre rör tillverkad av Meccom (egen bild)

Metoden är väldigt enkel och alla delar med spår, hål och tappar kan göras i CAD-program och därefter skäras ut i lasern på Meccom. Lasern har hög precision vilket gör att passningen mellan delarna är hög.

På samma vis monteras och häftas, stöden och flänshållaren, i basplattan på fixturen till oljetråget. Stöden breddas ner till mot basplattan för att ges extra support och plåtar som stödjer vinkelrätt mot stöden konstrueras. Figur 24 visar ett snitt där man ser tappen från flänsfästet ligga i spåret på basplattan. Spåret till tappen är 0,1mm större i bägge riktningar, det vill säga 0,05mm för var kant. Tappen är 1mm kortare än djupet på basplattan och det är så att svetshäftan under, som håller ihop dem, inte skall stå ut på undersidan.

Figur 24: Snitt av tapp från flänsfästet och spår i basplattan (egen bild)

Alla stöden ges bredare bas för stabilitet och plåtar vinkelrätt mot stöden monteras. I figur 25 ses ett stöd (övre detaljen), en stabiliseringsplåt och basplattan. På stödet ser man spåret som passar i stabiliseringsplåten. Spåren för tapparna, på stödet, ss i basplattan.

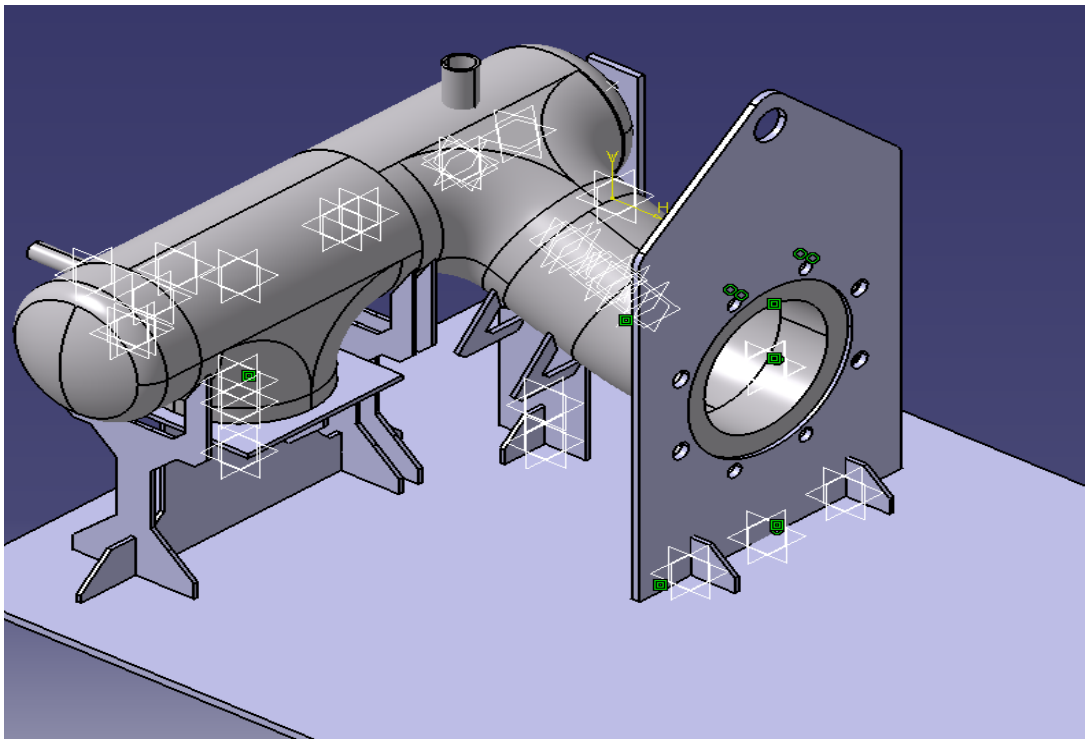


Figur 25: Utskurna spår och tappar i stöd och basplatta (egen bild)

6.1.6 Färdig geometri

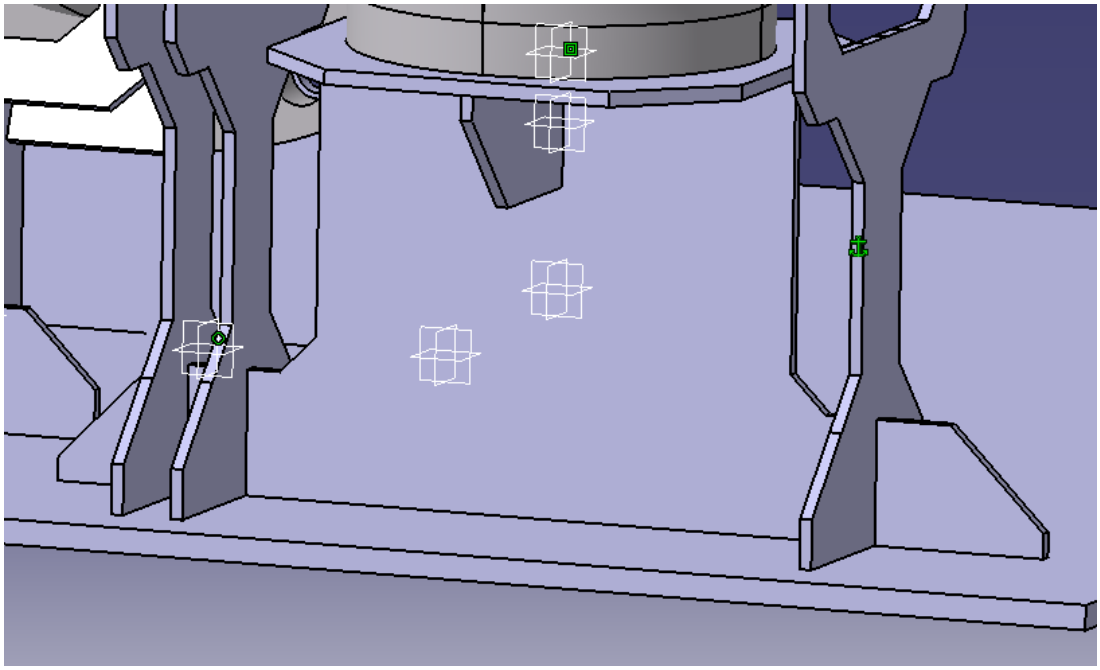
Stöden och stabiliseringsplåtarna ges faser för att minska spänningskoncentrationerna men främst för att minska risken för skärskada vid arbete med fixturen. Figur 26 visar en överblick över fixturen.

Stödet för kupade gaveln, närmast i figuren nedan, tas bort. Gaveln häftas ihop med T-stycket innan dessa tillsammans läggs i fixturen. Detta kan göras då de bara behöver centreras vilket enkelt kan göras på frihand och därmed tillför inte stödet något till fixturen.



Figur 26: Fixturen med oljetråget monterat i fixturen (egen bild)

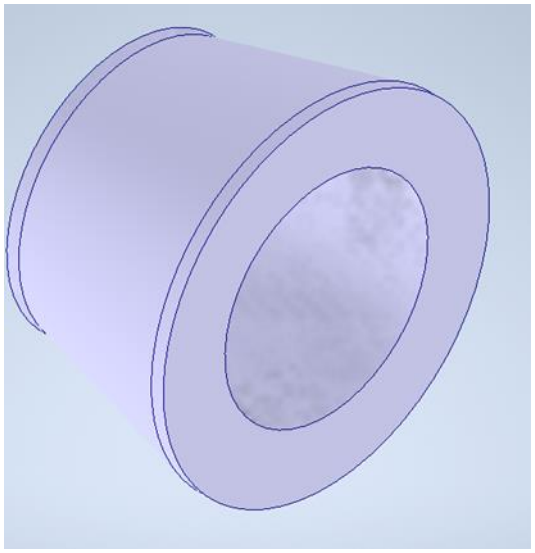
En stödplåt används för att stabilisera tre stöd och hållplåten till den ”öppna” änden på T-stycket. Till hållplåten används en stabiliserande plåt som sitter vinkelrätt mot den större stödplåten, se figur 27 nedan. Stödplåten har tappar och i basplattan finns spår till dessa.



Figur 27: Stabiliseringsplåten till stödet och hållpåten (egen bild)

Hålen i flänsen för bultarna är något större än bultarna för att ha frigång. För flänsen på tidigare bilder, tryckklass PN16, så är hålen 22mm i diameter och bulten är en M20 bult. Alltså skiljer det 1mm i radiellt mått och det kan göra att bultcirkeln inte kommer i rätt vinkel, den kan bli förskjuten åt något håll. De två hålen överst i bultcirklarna skall tillsammans ligga horisontellt för korrekt placering av bultcirkeln.

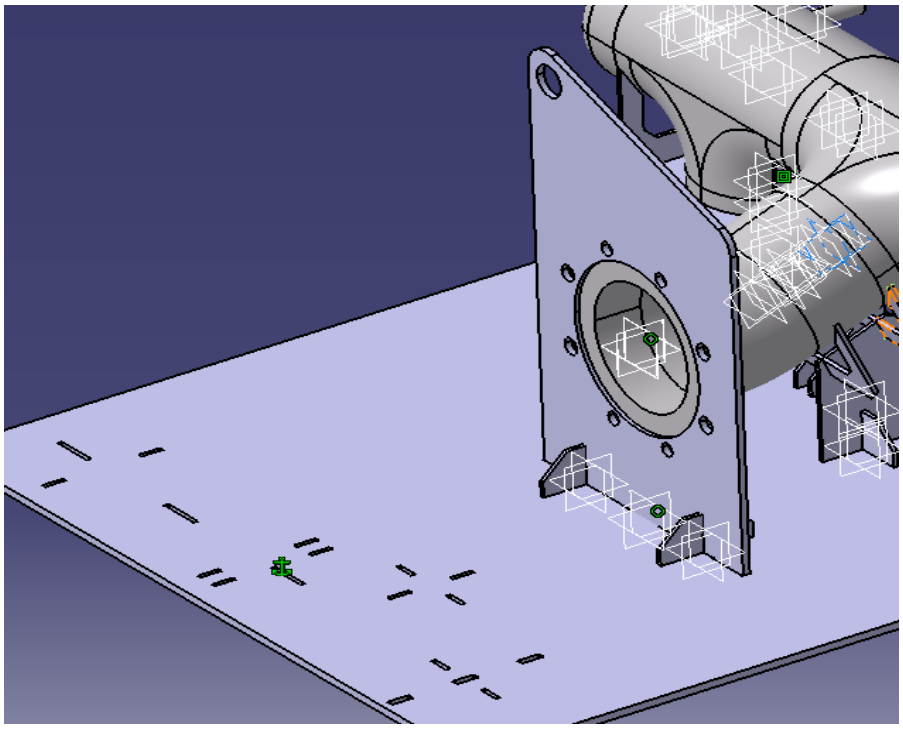
För att erhålla rätt vinkel på bultcirkeln kan koniska brickor användas till att spänna fast flänsen. Brickorna kommer centrera hålet på grund av konan. Med olika bultdimensioner så behövs antingen två olika brickor, en för var storlek på bult, eller kan designen ändras så att samma typ av bultar används och koniska brickor styr bulthålen. Exempelvis kan M16 bultar användas med en bricka, vars kona passar bägge flänsars hål, för att centrera bägge flänsar. Dock måste fortfarande de olika bultcirklarna på flänshållaren användas men samma bultar kan användas för bägge flänsar men beroende på tryckklass monteras de i olika hål. Bild på en konsik bricka ses i figur 28 nedan.



Figur 28: Konisk bricka (egen bild)

På grund av geometrin kan spår, de olika stöden och stödplåtarna speglas över flänshållaren och då kan ett höger utformat oljetråg häftas på samma fixtur. Endast ett oljetråg kan tillverkas i fixturen åt gången och detta på grund av att bara en fläns kan vara monterad i flänshållaren. Figuren nedan visar fixturen med spåren i basplattan för stöden till ett höger utformat oljetråg.

I figur 29 nedan ses även att hålet till lyftöglan har flyttats och det för att komma närmare tyngdpunkten och därmed ge bättre egenskaper vid lyft av fixturen.



Figur 29: Fixturen med spåren i basplattan till stöd för höger utformat oljetråg (egen bild)

Med geometrin färdig så parametriserades så mycket som möjligt, exempelvis spåren i basplattan. Det medför att modellerna enklare kan anpassas till andra dimensioner, exempelvis till de andra modellerna av oljetråget.

6.1.7 Borrmallar

Enkla borrmallar konstruerades i from av smala plattjärn med ett hål för markering på oljetråget. Bägge mallarna monteras på samma vis som de andra detaljerna på fixturen dock så häftas inte mallarna fast. Anledningen till att de inte svetsas fast är helt enkelt att oljetråget inte hade kunnat tas ur fixturen med mallarna fasta. Spåren och tapparna görs olika för de två mallarna eftersom de inte skall kunna placeras fel. Tjocklekarna är den samma på bägge mallarna men tapparnas bredd skiljer sig åt, till exempel är tappen på ena borrmallen 15mm bred och på den andra är tappen 20mm bred. Spår till mallarna görs i både flänshållaren och basplattan.

När oljetråget har häftats ihop i fixturen så monteras borrmallarna för markering av spåren. Mallarna gör att man slipper mäta vart centrum på hålen kommer. Då markeringen är gjord tas mallarna bort och hålen kan antingen borras med oljetråget i fixturen eller då oljetråget tagits ur fixturen. Borrmallarna minskar risken avsevärt att hålen borras på fel ställe samt att markering av hålen går fortare då man ej behöver mäta.

6.2 Kap-mall till böjen

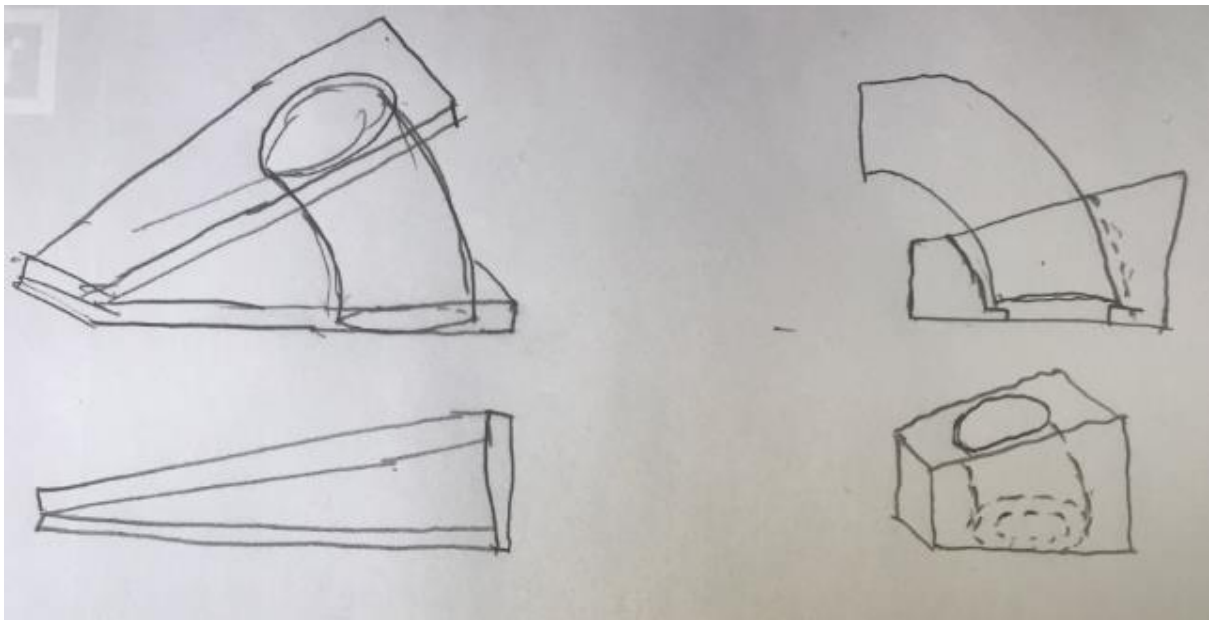
En enkel kap-mall till böjen konstrueras. En väl fungerade mall kommer, likt fixtur, att spara tid och minska risken för fel. För att ge möjligheten till att enkelt märka böjen behöver röret gå att sätta inuti i mallen, för att kunna märka runt hela böjen.

Två koncept skissades upp och de ses i figuren nedan.

Till vänster så är kap-mallen gjord i två plåtar med 22,5° mellan sig och ett hål i varje för att sticka i böjen. Även en mindre plåt placeras på ”baksidan” för att ge mer stabilitet. Kap-mallen placeras på ett plant underlag, böjen sticks i, man markerar efter plåten och böjen tas ur för kapning.

Det högra konceptet består av en mer kubformig form, där övre ytan lutar 22,5°. I botten på kuben är en ansats som böjen ligger mot när den stuckits i mallen. Liknande det vänstra

konceptet så sticks böjen i kuben, ritar runt böjen längs toppen på kuben och sedan tas böjen ur och kapas efter markeringen. Kuben 3D-printas i PLA-plast eller nylon



Figur 30: Koncepten till kap-mall (egen bild)

Geometrin på det högra konceptet gör det svårt och tidskrävande att tillverka med konventionella bearbetningsmetoder, ett massivt block skulle behövas fräsas ur. Bland annat av den anledningen så väljs den att tillverkas genom 3D-printing. Bägge koncepten är inte tänkta att utsättas för någon större yttre kraft och därför kan plast vara ett relevant material för tillverkning. Dock så medför det att Meccom inte, i dagsläget, kan tillverka det högra konceptet i valt material men konceptet är enklare att testa genom att 3D-printa en prototyp för att testa funktionen.

6.3 Prototyper

Följande delkapitel beskriver tillverkningen av prototyperna.

6.3.1 Prototyp rörstöd

En enkel prototyp gjordes för att testa monterings metoden samt hur ett stöd passar mot ett rör. Prototypen består av en mindre basplatta, ett stöd och en stabiliseringsplåt. Alla detaljerna är mindre och beslutades att skäras ut i 3mm plåt. Bilder på prototypen ses i bilaga 4.

Prototypen skars ut av Bewico AB, som är ett företag gör olika typer av legotillverkning bland annat till avfallshantering. Bewico AB skar ut prototypen med deras CNC-styrda plasma. Filerna med prototypdetaljerna konverterades till DXF-filer och skickades till Bewico AB för att skäras ut. Detaljerna skars ut i rostfritt stål.

Plasmaskärning lämnar i regeln en mer ojämn skäryta än vid laserskärning. När bitarna var gradade så passade de ihop utan några större justeringar. I många program för skärning av plåt så ställer man in och anpassar skärningen efter vilken bredd man skär med. För att erhålla bra skärresultat behövs erfarenhet från maskinen samtidigt som ritningarna behöver vara anpassade efter maskinens toleranser. Med prototypen som resultat visar det att valda passningar för tappar och spår fungerade bra och att monteringsmetoden fungerade väl.

Tjockleken på 3mm anses som något tunt och tjockare plåt ska användas vid tillverkning av stöden till svetsfixturen för oljetråget. Problemet grundas i att med valda tillverkningsprocesser blir resultaten av utskärningen av spåren inte tillfredställande. Kvaliteten på de skurna ytorna blir sämre när små spår skall göras. Erfarenheter från utskärning av plåt med både laser och plasma ger att bättre resultat erhålls vid något tjockare material vilket medför att bredare spår skärs.

Prototypen anses som lyckad och verifierar därför grunderna i konceptet till svetsfixturen och därför beslutadess det att gå vidare med att i första hand konvertera alla detaljer i svetsfixturen till DXF-format.

6.3.2 Kap-mall till böjen

Kap-mallen ritades upp i CAD-programmet och därefter konverterades filen så att modellen kunde 3D-printas. Kapmallen ses i figur 31 nedan.

Figur 31: Prototyp av kapmallen (egen bild)

Som nämnts tidigare så placeras en böj i mallen, böjen markers med en penna som dras runt och mot kanten på mallen, sedan kapas böjen efter markeringen.

7. Material och tillverkning

Som material till tillverkningen används plåt. De olika detaljerna kan skäras ut i en laserskärare. Endast 2 olika plåtdimensioner behövs. För stöden, hållplåten och stabiliseringsplåtarna används 4mm eller tjockare plåt medan flänshållaren, basplattan och slutstoppet används 5mm eller tjockare. Basplattan behöver vara i tjockare plåt för att öka dess styvhet och flänshållare och slutstoppet behöver mer gods då hålen skall gängas. Till

Erfarenheterna från prototypen gav att plåt på 3mm inte är tillräckligt styvt för att tillverka stöden i. Tjockare plåt skall användas och därför rekommenderas en tjocklek på 4mm och uppåt.

7.1 Material

Materialet i fixturen kan vara olika. Dock får inte stöden, som är i kontakt med oljetråget, kontaminera oljetråget. Exempelvis får stöden inte vara gjorda av svartstål då det kan lämna avlagringar som kan kontaminera separatorn. Risken är dock mindre på grund av att hela Alfa Laval U-turn™ betas innan den är klar och då rengörs den kemiskt. Men generellt skall aldrig svartstål blandas med rostfritt för att minska risken för fel och defekter, anledningen och effekten av det beskrivs av Garverick, Linda. (1994). Corrosion in the Petrochemical Industry. ss. 129-137.

Lämpligt material att använda till stöden är rostfritt stål, av liknande typ som separatorn är byggd i, eller aluminium. För att konstruktionen av fixturen skall fungera så ska de olika stöden och plåtarna svetsas, vilket medför att om aluminium skall användas behöver hela fixturen göras i aluminium då man ej kan svetsa ihop stål och aluminium. Till följd av det så anses inte aluminium vara lämpligt material att bygga fixturen i.

För att sänka materialkostnaden kan svartstål användas för de detaljer i fixturen som inte kommer i kontakt med oljetråget, såsom bottenplattan, slutstödet och stabiliseringsplåtarna.

7.2 Miljö och hållbarhet

De material som tänkts användas till tillverkningen av svetsfixturen är alla återvinningsbara. Med en fungerande fixtur så minskar tiden för tillverkningen men även felen som görs minskar, såsom felkapningen eller fel borrning. Mindre fel minskar materialåtgången vilket genererar lägre kostnader i kronor och energi. En effektivare produktion minskar materialförbrukningen och är därmed en del i arbetet för hållbarhet, i tillverkning och för miljön.

8. Meccoms tänkta tillverkning av fixturen

Vid diskussioner med Meccom gällande tillverkningen av hela fixturen så bestämdes alla tjocklekar efter vad de för tillfället använder mest. Tjockleken på flänshållaren och slutstödet bestämdes till 10mm och resten av fixturen till 6mm. Just 10mm och 6mm plåtar använder Meccom mycket frekvent i sin produktion och därför vill de använda de tjocklekarna.

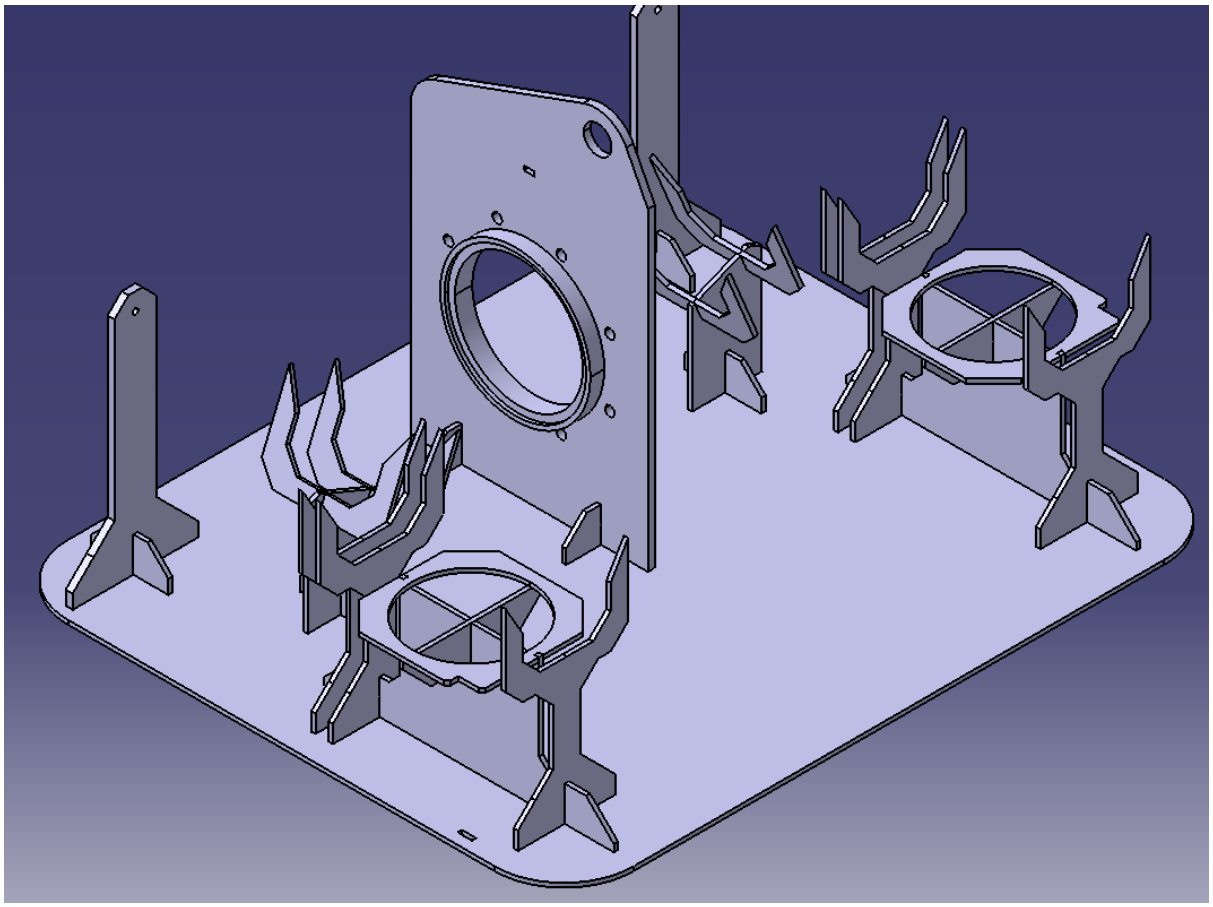
Alla delarna till fixturen görs i rostfritt stål av samma anledning som nämnts i stycket ovan.

Med bestämda tjocklekar så kunde alla detaljer och parametrar bestämmas i CAD-modellen.

En diskussion gällande plåttjocklekarna som tänkts att användas görs i kapitel 10. Diskussion och vidare utveckling.

9. Slutkonceptet

I slutsatsen visas bild på CAD-modell på slutkonceptet med distansringen monterad. Återkoppling mellan slutkonceptet och syfte beskrivs. En del motiveringar och viktiga punkter lyfts fram för att motivera slutkonceptet.



Figur 29: Slutkonceptet (egen bild)

För att minska risken för fel, har antalet lösa detaljer (borrmallarna) minimerats. Förutom själva fixturen så behövs distansringen, de koniska brickorna, bultar och borrmallarna. Alla detaljerna och fixturen kommer vara möjligt för en svetsare att använda. Tillverkningstiden kommer att minska då man inte behöver mäta in vinklar och med hjälp av kapmallen kan erhålla samma mått på böjen varje gång.

Fixturen baseras på enkelhet för att som tidigare nämnts minska risken för att användaren skall göra fel. Med en kapmall för böjen så kan alla detaljer, enligt teoring, förkapas för att sedan placeras i fixturen. De olika detaljerna passar endast på sina respektive platser och borrmallarna kan ej monteras på fel plats, då de endast passar på rätt position.

Grunddesignen för alla detaljer på svetsfixturen fungerar och är testade praktiskt. Ändringarna som är gjorda är för att passa den specifika applikationen, oljetråget med dess geometri och detaljer.

Svetsfixturen till oljetråget kommer öka precisionen, minska tillverkningstiden och även förenkla för rotation av personal, då tillverkningen blir enklare och innefattar mindre arbetsmoment. Samtidigt kan en person enklare tillverka oljetråget själv då fixturen håller och fixerar alla detaljerna.

Slutkonceptet är gjort så att både höger- och vänsterorienterade oljetråg kan tillverkas på samma fixtur. Självklart så underlättar det hanteringen då endast en fixtur behövs per modell. Distansringen och borrmallarna flyttas med när annan orientering skall tillverkas på fixturen.

Med en kapmall som komplement till fixtur så, som nämnt tidigare, ökas effektiviteten ytterligare och det blir enklare att utnyttja mer av materialen (böjarna som kapas). Teortisk så kan 4 böjar till oljetråget kapas ur en 90º böj, mer rimligt 3 då varje kapning tar bort 1-2mm material beroende på vald kapmetod. Vilken kapmetod som än väljs så erhålls ett bättre slutresultat med användningen av en kapmall.

Mer ingående om specifika detaljer gällande vidare utveckling av slutkonceptet beskrivs i kapitel 10. Diskussion och vidareutveckling. Vidare finns enklare ritningar på några av detaljerna i bilagorna 5-6.

10. Diskussion och vidareutveckling

I kapitelet förs en diskussion gällande resultatet och relevanta utvecklingsmöjligheter.

Fler designkoncept skulle troligtvis ha givit ett bättre resultat gällande de olika stöden. Om möjlighet funnits skulle olika koncept tagits fram för att sedan skurits ut med laser och utvärderats praktiskt. Genom praktisk utvärdering fås svar på frågor gällande exempelvis utrymme för svetsaren. Kort bör koncep testas för att erhålla möjigheten till ett bästa resultat.

Toleranserna och desingen är prövade och kommer att fungera då exempelvis Meccom använt de i andra mindre fixturer. ”V”-desingen på stöden är också väldigt vanligt förekommande vid tillverkning av rörsystem. Problemet, som nämnts ovan, är om designen är förändrar på ett optimalt sätt till fixturen för oljetråget. För att utvärdera måste fixturen tillverkas och testas. Även om diskussioner hölls med handledaren på Meccom så uppkom alltid liknande typ av problem, mötet mellan CAD-modeller och verkligheten. Enda sättet att koppla samman de två ”dimensionerna” är genom kunskap och erfarenhet. Erfarenheten och kunskapen inhämtades dels från Meccom och dels från literarturen som teorin baseras på.

Grundprinciperna för metoden och designen är sedan tidigare prövad och har justerats efter geometrin på oljetråget. Som tidigare diskuterats så kan designen ifrågasättas om att vara optimal för just den tillämpade användningen. Samtidigt bör slutkonceptet fungera på grund av användningen av en relevant metod för generering av designen, tvivel gäller angående hur pass effektivt slutkonceptet är.

Vad gäller kommande tillverkning kan nämnas att med valda tjocklekar ger en överdimensionerad fixtur. Överdimensioneringen sker då fixturen endast är avseed för häftning och därför behöver fixturen endast dimensioneras efter oljetrågets vikt. Vikten på tråget är relativt liten då det består till största del av tunnväggiga rördetaljer. Ett problem som kan uppstå vid val av tjockare plåt är att stöden blir tjockare och därmed minskar utrymmet för svetsaren att häfta. Även resultatet av valda tjocklekar kommer att tydliggöras efter en tillverkning av konceptet.

Då oljetråget är placerat upp och ned vänt i fixturen så förekommer det en risk att fel orientering kan tillverkas då det kan vara svårt att avgör vilket som blir höger- respektive

vänsterorienterat oljetråg. För att minska risken bör tydliga markeringar göras för att förtydliga vilken sida som gäller vilken orientering. Även tydliga markeringar bör göras för att särskilja de två borrmallarna och markeringar bör göras för de olika gängorna beroende på tryckklass som används för att spänna fast flänsen. Allt för att minska risken för fel och för att förenkla användningen av fixturen.

Slutligen så behöver, som nämnts på flera ställen tidigare i rapporten, slutkonceptet tillverkas för att erhålla resultat att analyser. I bästa tänkbara fall så fungerar konceptet väl och i annat fall ges kunskap och erfarenhet som kan användas till att generera nya koncept.

Referenser

Jenney, Cynthia L. O'Brien, Annette. (2001). *Welding Handbook, Volume 1 - Welding Science and Technology (9th Edition).* American Welding Society (AWS). Hämtad från https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpWHVWSTE2/welding-handbook-volume/welding-handbook-volume

Venkataraman, K. *Design of Jigs, Fixtures and Press Tools*, John Wiley & Sons, Incorporated, 2015. ProQuest Ebook Central. Hämtad från https://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/detail.action?docID=2089477.

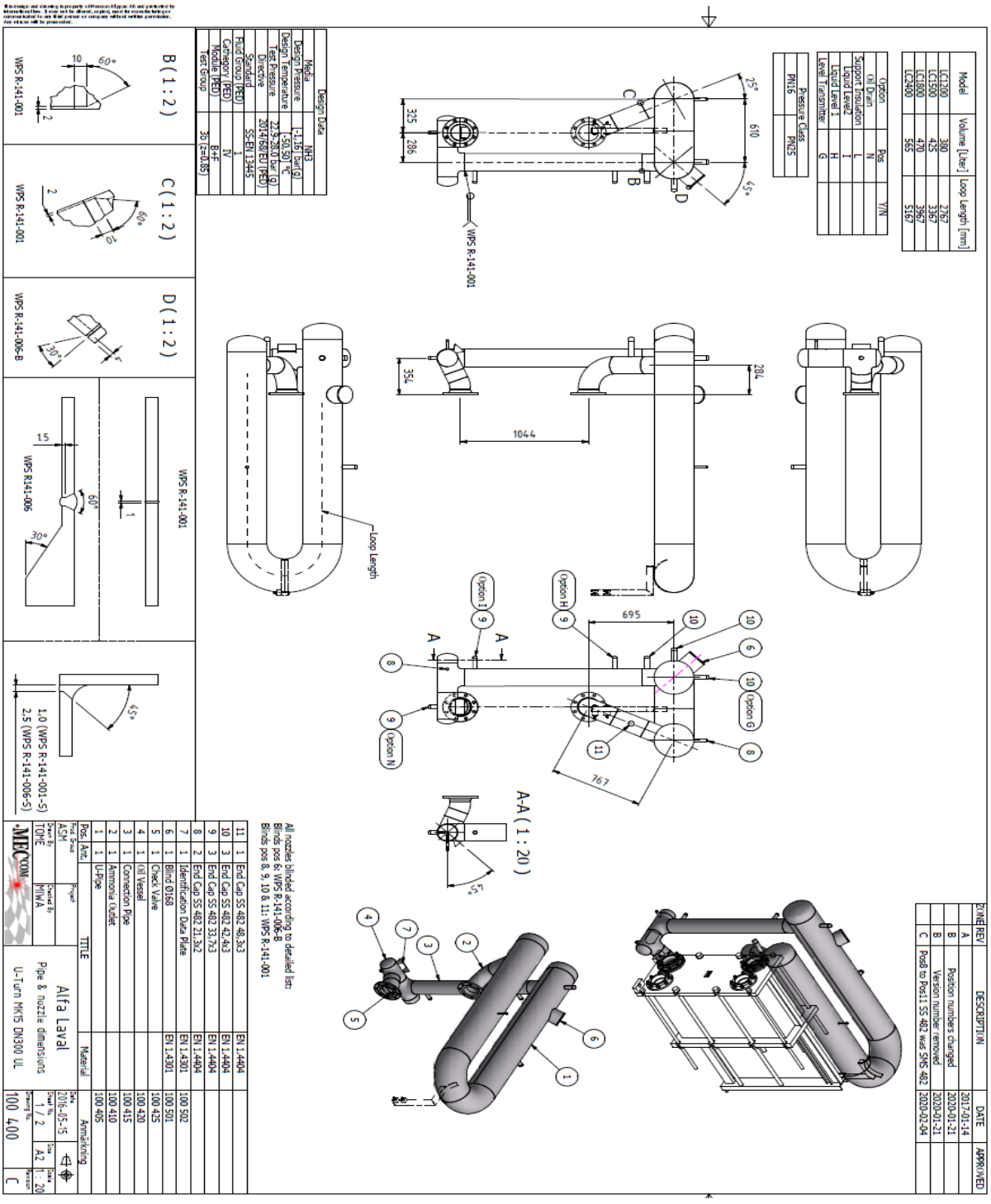
Svenska instituetet för standarder SS-EN 1092–1:2018. Flänsar och deras förband. Stockholm: SIS Förlag AB. Hämtad från https://www.sis.se/

Svenska instituetet för standarder SS-EN 13480–1:2017. Industriella rörledningar av metalliska material. Stockholm: SIS Förlag AB. Hämtad från https://www.sis.se/

Radaj D. (1992) Welding residual stress and distortion. In: Heat Effects of Welding. Springer, Berlin, Heidelberg. Hämtad från https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1007/978-3-642-48640-1_3

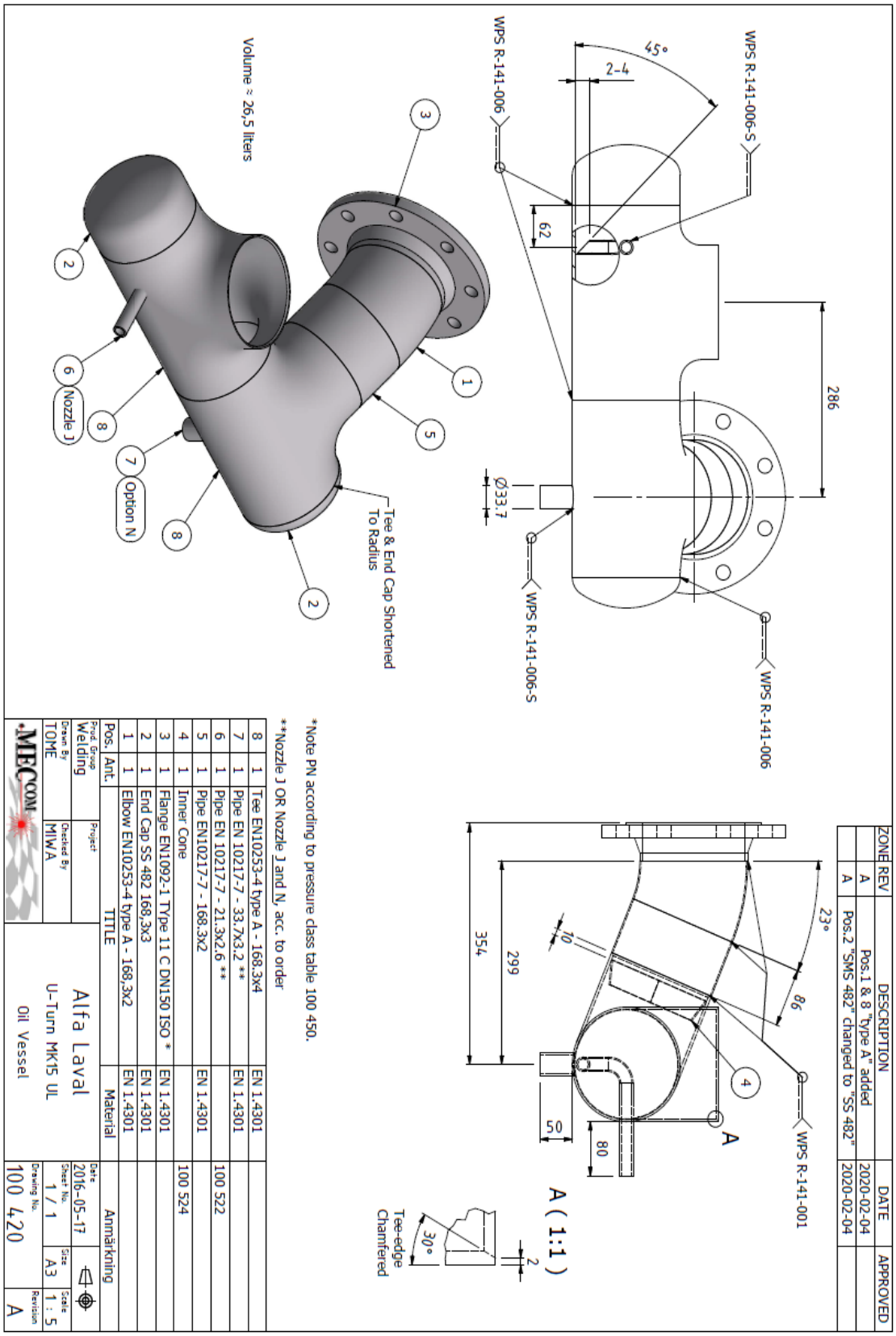
Garverick, Linda. (1994). Corrosion in the Petrochemical Industry - 3.2.4.8 Corrosion Associated with Weld Backing Rings. ASM International. Hämtad från https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00AEUZR1/corrosion-in-petrochemical/corrosion-austenitic- associated

Bilaga 1



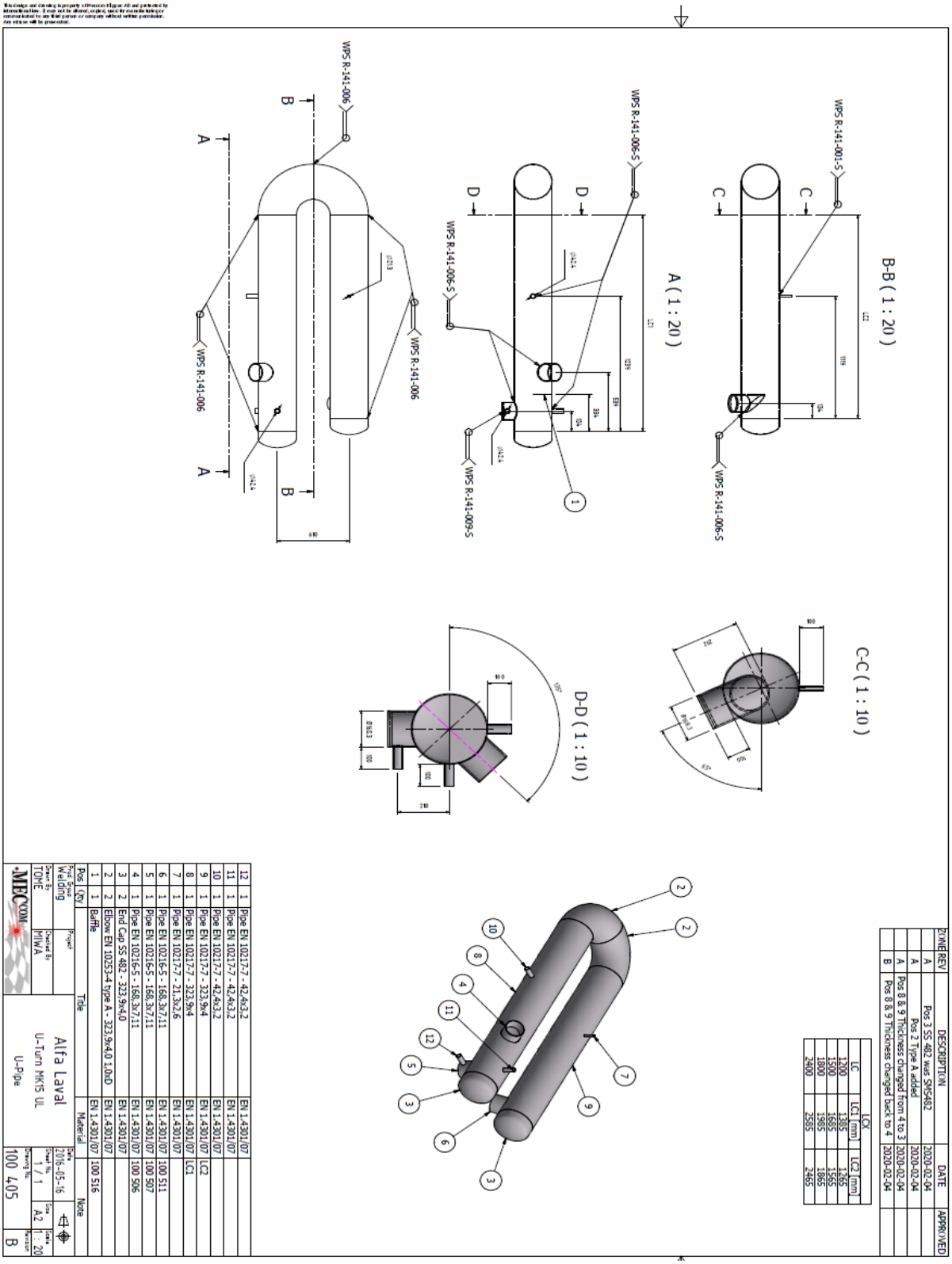
Bilaga 1: Översiktsritning, 100 400 (Meccom)

Bilaga 2



Bilaga 2: Ritning oljetråget, 100 420 (Meccom)

Bilaga 3

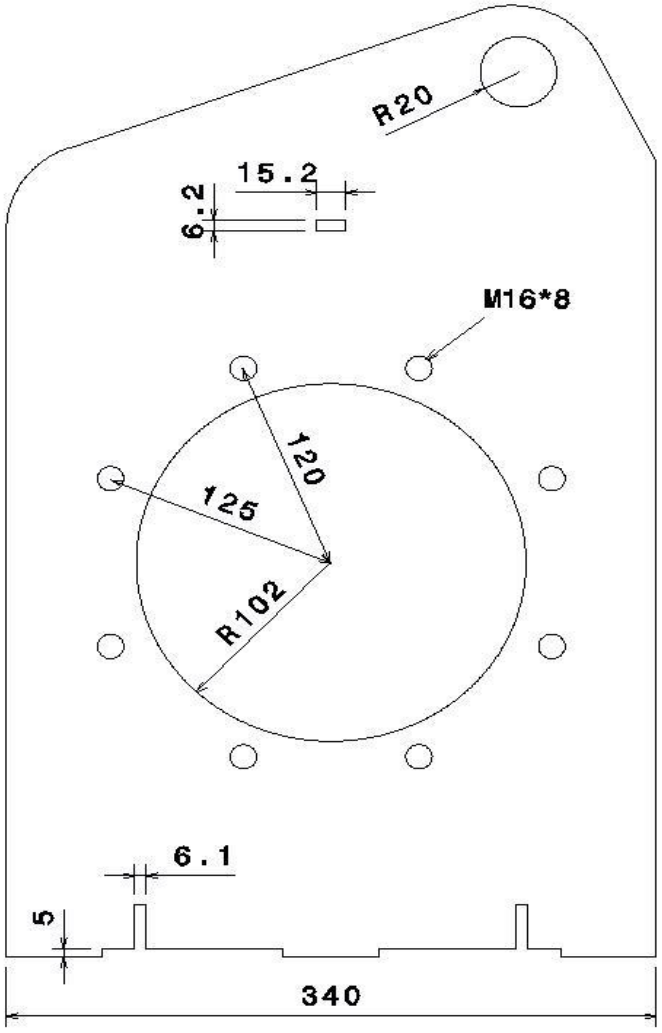


Bilaga 3: Ritning U:et, 100 405 (Meccom)

Bilaga 4

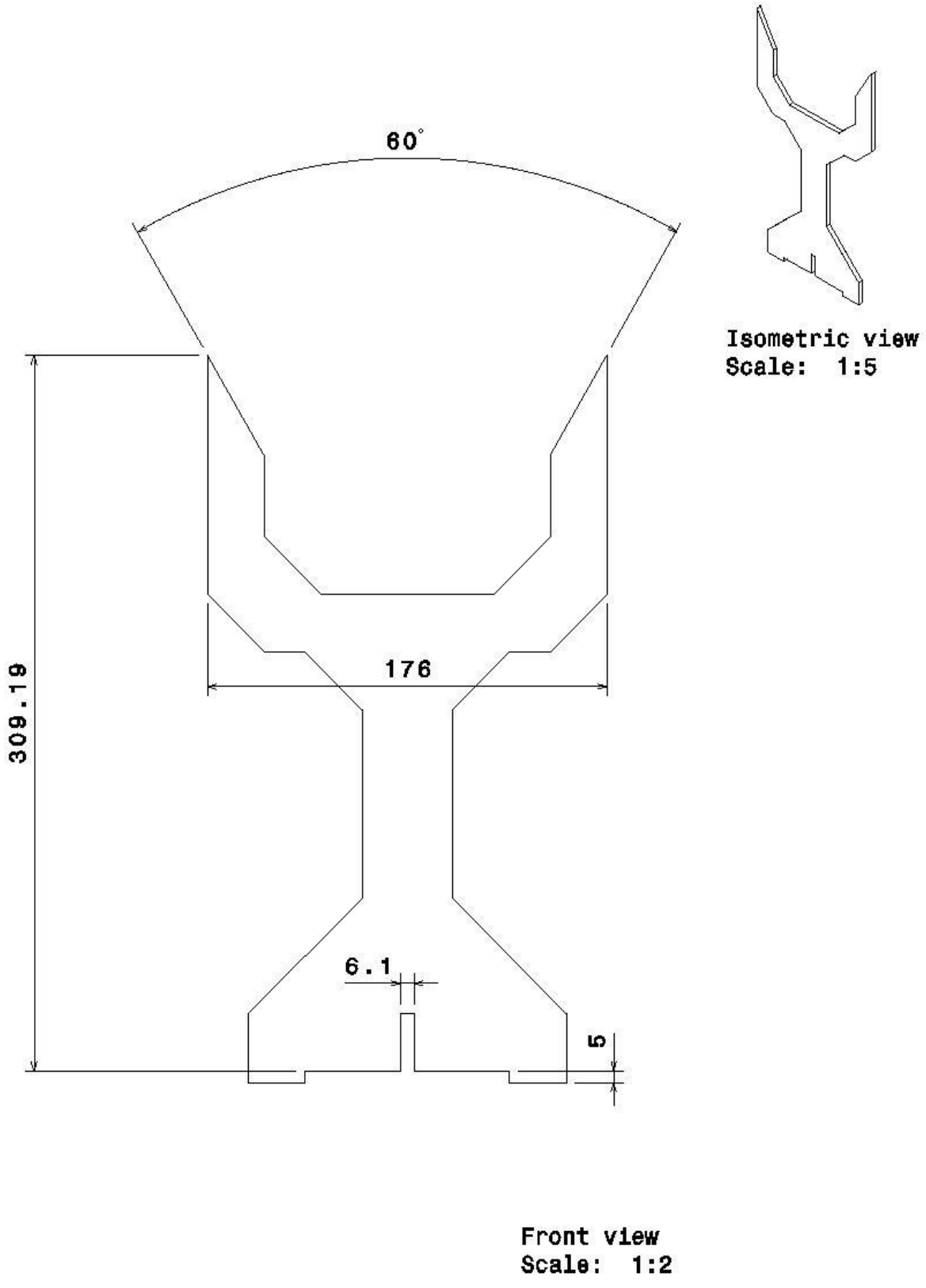
Bilaga 1: Prototyp rörstöd (egen bild)

Bilaga 5 Flänshållaren



Front view
Scale: 1:3

Bilaga 6 Rörstödet



INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020
www.chalmers.se

CHALMERS