

CHALMERS



Undersökning och konstruktion av utmattningprovare Investigation and design of material fatigue tester.

Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom Maskiningenjörsprogrammet

Martin Björklund

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik

Avdelningen för Avancerad förstörande provning.

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sweden, 2014

Examinator: Gert Persson Examensarbete No. 120/2014

Förord

Detta examensarbete är den avslutande delen av den treåriga maskiningenjörsutbildningen vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Denna rapport är resultatet av ett 15 högskolepoängs

examensarbete på högskoleingenjörnivå som genomförts under vårterminen 2014.

Examensarbetet har genomförts under handledning av Gert Persson vid institutionen för material- och tillverkningsteknik. Uppdraget är utfört åt Bergströms konstruktionsbyrå i

Gävle.

Jag vill tacka mina handledare på BEKAB Mikael Ekberg, Peter Hamnergård och Tord Hägglund som har bidragit med kunskap, engagemang och hjälp. Jag vill även tacka övrig personal vid BEKAB och min handledare vid Chalmers Gert Persson.

Martin Björklund, Göteborg, 2014-06-23

Sammanfattning

Kvalitetstester av produkter är en viktig del av ett företags tillverkningsprocess. Att säkerställa en god kvalitet samt en hög produktionssäkerhet är viktiga parametrar för att hålla ett företag konkurrenskraftigt. Olika produkter kräver olika kvalitetstester och innehåller olika parametrar för dess slutgiltiga kvalitet.

Studien utfördes vid Bergströms konstruktionsbyrå AB i Gävle på uppdrag av Företag X. Företag X är aktivt inom stålindustri och tester vill utföras på borrstänger och deras utmattningsegenskaper.

Studien undersöker möjligheten till förbättring inom en given testrigg ämnad för kvalitetstestning av ett utbud av borrstänger. Undersökningen innefattar en begränsad analys och utvärdering av ett specialbyggt stöd inom testriggen. Begränsningen är att endast undersöka typen av stöd som används på en specifik plats inom testriggen. Syftet är att hitta en ny lösning för att underlätta Företag X:s arbete.

Resultatet som uppnåtts är en stadig typ av stöd som förbättrar Företag Xs möjlighet till att utföra fler tester under kortare tid. En konstruktion upprättades med hållfasthetsberäkningar, komponentritningar och solidmodeller. Konstruktionen är ämnad att utvärderas av företaget för bestämmande om fortsatt arbete skall fortskrida.

Summary

Quality testing of products is a crucial part of a company's manufacturing process. To ensure a high quality product and high production security is of utmost importance to a company's capability to be competitive. Different types of products have different types of parameters that determine how their quality is measured.

The study was conducted at Bergströms konstruktionsbyrå AB in Gävle, Sweden, by request from Company X. Company X is a producer of steel and other metal products. The company would like to perform tests on their products in order to determine their material fatigue properties. The product in this case is drilling rods.

The study investigates the possibility of an improvement within a predetermined testing rig. The study consists of a limited investigation and determination of a custom built support in a particular placement. The study is limited to only investigation of the type of support in this particular placement. The purpose of the investigation is to find and design a type of support that assists Company X's work and eases their workload.

The result that was achieved was a stable type of support that improves Company X's capability of running more tests during a shorter period of time. A design was created with appurtenant strength of materials calculations and parts drawings. The design gives Company X the possibility to evaluate if work should continue or not.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Avgränsningar.....	1
1.4 Precisering av frågeställning.....	2
2. Teoretisk referensram.....	3
2.1 Befintlig maskin.....	3
2.2 Nitrerhärdning.....	4
2.3 Geometrifixerande detaljer.....	6
2.3.1 Axeldistans.....	6
2.3.2 Spårring.....	6
2.3.3 Låsmutter.....	7
2.4.2 Fettnippel.....	8
2.4.3 Låpptätning.....	8
3. Metod.....	10
3.1. Kravspecifikation.....	10
3.1.1. Konceptanalys.....	11
3.1.2. Pugh-matris.....	12
3.2 Konstruktion.....	12
3.2.1 Typ av konstruktion.....	12
3.2.2. Hållfasthetsberäkningar.....	12
3.2.3 Utmattningsberäkningar.....	12
3.3 Färdigställning av konstruktion.....	13
3.3.1 Autodesk Inventor.....	13
3.3.2 Verkstadshandboken.....	13
4. Konceptframtagning.....	14
5. Konceptförädling.....	17
5.1 Typ av rulle.....	17
5.1.1 Storleksbestämning av rulle.....	17
5.1.2 Mantelytans utformning.....	19
5.2 Roterande konstruktion.....	20
5.2.1 Rullagrets placering.....	20
5.2.2 Axelns utformning.....	20

5.2.3 Fastspänning	21
5.3 Smörjning	22
5.3.1 Tätningstyp	22
5.3.2 Tätningshållare.....	22
5.4 Hållare.....	23
6. Slutgiltigt beslut av komponenter.....	24
7. Konstruktion	25
7.1 Hållare.....	25
7.2 Axel	25
7.3 Axeldistanser	26
7.4 Löprullar.....	26
7.5 tätningshållare	27
8. Sammanställning.....	28
10. Diskussion och fortsatt arbete.....	30
Referenslista.....	31

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Det arbete som har utförts har utförts vid företaget Bergströms konstruktionsbyrå i Gävle. Företaget arbetar främst emot stålindustrin men även träindustrin och cellulosaindustrin. De har tidigare levererat en maskin till en kund inom stålindustrin. Maskinen var ämnad för kvalitetstest av kundens egna produkter. I detta fall var produkten borrhänger ämnade för bergborring. Maskinen konstruerades av företaget och levererades år 1999 och har varit i drift sedan dess. Kunden har sedan dess skickat en förfrågan till företaget angående en konstruktion av en utvecklad maskin av liknande typ. Kraven på maskinen var liknande dock med ändringar av produktparametrar. På grund av de ändringar som kunden ville göra uppstod möjligheten att ändra den tidigare konstruktionen. Möjligheten att använda ett annat alternativ av stöd uppstod och ville undersökas.

1.2 Syfte

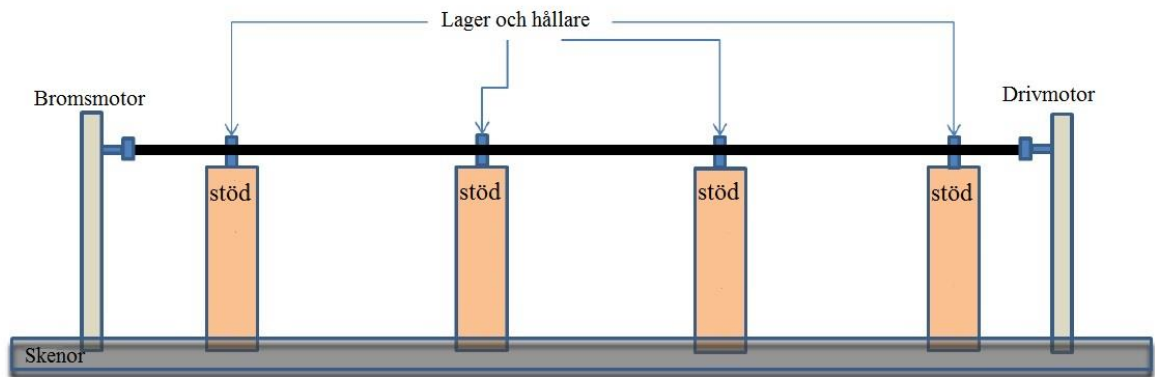
Syftet med arbetet var att undersöka möjliga typer av stöd för applikationen. Dessutom att hitta den bäst lämpade typen av stöd genom ett meriterande urval. Utöver detta även konstruera en 3D-modell med tillhörande ritningar. Resultatet förväntas vara en konstruktion med goda hållfasthetsegenskaper samt god utmattningsbeständighet. Utifrån detta kan senare övriga detaljer och delar av maskinen konstrueras med avseende på de mått och dimensioner som stödet får. Beroende på kundens beslut om fortsatt arbete kan arbetet fortskrida med konstruktionen som grund.

1.3 Avgränsningar

För att likna testmiljön till en verklig applikation hade kunden bifogat önskade operationer för maskinen. För att utvärdera produktens utmattningsegenskaper ville kunden ha möjligheten att utföra tre stycken skilda operationer. För att uppnå ett lastväxlingsförhållande skall borrhången kunna böjas elastiskt till en jämn båge som skapar en oscillerande kraft genom borrhången. En drivning som roterar borrhången skapar den oscillerande kraften. Ett önskemål från kunden var att placera en bromsning i motstående ända från drivningen för att kunna öka de skjuvspänningarna som uppstår i borrhången.

Av denna information valdes begränsningar att endast undersöka de stöd som befinner sig närmst mitten av maskinen (se figur 1.3). Denna begränsning gjordes på grund av att de övriga

två stöden kan använda den tidigare konstruktionen från den äldre maskinen. En ytterligare begränsning som gjordes var att inte konstruera övriga delar såsom exempelvis styrskenor, hydrauliksystem, säkerhetssystem eller mätsystem. Den huvudsakliga begränsningen är att endast undersöka och konstruera den mest lämpliga lösningen av stöd och inte konstruera övriga delar.



Figur 1.3 Principiell bild av testrigg.

1.4 Precisering av frågeställning

För att kunna välja det bästa möjliga alternativet av stöd så krävdes att en grov kravprofil sattes upp. Det gjordes i form av en frågeställning i kronologisk ordning:

- Kan Standardkomponenter användas? Så som rullager eller glidlager?
- Vilka typer av lager kan hantera den krävda vinkeländringen?
- Vilken typ av stöd kan hantera de höga krafter som krävs?
- Om flera typer fungerar, vad ska då vara avgörande faktorer?
- Hur kommer konstruktionen att hantera utmattning?
- Kan riggning av maskinen underlättas av lagringskonstruktionen?
- Kan konstruktionen tillverkas på ett ekonomiskt sätt?

Genom att besvara dessa frågor så ska det bästa möjliga alternativet tas fram och konstrueras på ett sådant sätt att risken för fel eller besvär är minimal.

2. Teoretisk referensram.

Företaget, som tidigare nämnt, har levererat en maskin ämnad för liknande applikation. Dessa ritningar och 3D-modeller har varit goda riktlinjer att följa vid vidare konstruktion. Kunden har bett om att hållas anonym. Detta på grund av att konkurrensen för dessa produkter är hård och en liten kvalitetsskillnad emellan tillverkare kan betyda stora vinster eller förluster. Kunden har även bett att inga resultat ifrån tidigare tester får nämnas utan skälig grund. Utöver dessa krav får inte heller produktens namn eller kodbenämning nämnas i samband med specifika produkttegenskaper.

2.1 Befintlig maskin

Den testrigg som företaget tidigare konstruerat levererades 1999 och har varit i drift sen dess. Syftet med testriggen är att ge kunden möjligheten att testa sina produkter genom förstörande eller oförstörande provning. Kunden kan köra sina test till ett brott eller en defekt uppstår och studera materialet efter testet. Denna testrigg används för att utföra kontinuerliga kvalitetskontroller i form av stickprov eller prototyp-testning. Testriggen var konstruerad för att ha en livslängd på 3000 timmar eller mer. Detta motsvarar enligt kundens uppgifter 500 brott på borrhållningen, eller mer. Testriggen var dimensionerad för att acceptera ämneslängder på 3,5 m. Borrhållningarna som skulle testas var av 2 olika typer av tvärsnitt samt 8 olika dimensioner. Tvärsnittet var cirkulärt eller hexagonalt. Stöden var tvungna att hantera båda typerna av tvärsnitt samt de olika dimensionerna:

- Hexagonal stång med diameter 25, 28, 32 och 35 mm(diameter=sida till sida)
- Rund stång med diameter 32, 38, 46 och 51 mm

För att acceptera de två olika tvärsnitten valde företaget att använda sig av en konstruktion som använder lösa hylsor. Hylsorna används som en typ av adapter. De ändrar tvärsnittet till en bestämd geometri för att acceptera alla typer av stänger. Hylsornas geometri, som kan ses i appendix 1 sid. 1, gör det möjligt för stången att deformeras till en liten båge inom hylsan. Detta bidrar till en förbättrad hållfasthet samt en längre förslitningstid på såväl hylsa som borrhållning. Det givna belastningsförhållandet bidrar dock till en förslitning på hylsan pga. borrhållningens rörelse. Då stången nöter på en hylsa kan ett geometrifel uppstå i hylsan. Detta bidrar till att stången inte får en tillräcklig fasthållning och ett glapp uppstår. Detta kan bidra till en kraftig vibration då stången roterar och därmed även en defekt i stången eller i extrema

fall även brott utanför testintervallet. För att motverka nötningen valde företaget att nitrerhärda hylsan för att öka hårdheten i materialet. Detta visade sig dock inte vara tillräckligt för att motverka slitage. Hylsan ändrades då till en annan typ av stål som kunde lösningshärdas med en högre genomgående hårdhet.

För att uppnå böjning i stängen valdes en hydraulcylinder utifrån kundens krav. Cylindern är dubbelverkande och trycker eller drar på en rörlig släde där en lagring som tillåter en vinkeländring är monterad. Den rörliga släden verkar i horisontalplanet och glider över en linjärstyrning. I denna släde är en lagerhållare monterad med två axeltappar riktade i vertikalt led. Detta gör att en vinkeländring kan uppnås då stängen böjs (se appendix 1 sid 1 & 2). För att se den befintliga konstruktionen av lagringen se appendix 1 sid. 3.

Bortsett från problem med nötning i hylsorna så har maskinen inte haft några allvarliga fel under dess drifttid.

2.2 Nitrerhärdning

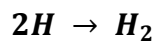
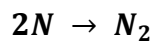
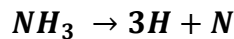
Nitrerhärdning är en typ av härdprocess som används inom stålindustrin. Namnet kommer från att man inför så kallade nitrider till ämnet. En nitrid är en kemisk förening mellan negativt laddat kväve och ett ämne med lägre elektronnegativitet. I de allra flesta fall utgörs det andra ämnet av en metall. I det fall där en kväveatom förenas med en metallatom bildas i det allra flesta fall en kristallstruktur.

Metoden används för flera typer av metaller såsom titan, molybden eller aluminium. Det används dock i störst utsträckning för lågkolhaltiga stål. Nitring, eller ”case hardening”, är ett vanligt sätt att öka ytskiktets hårdhet. Det används mycket för motordelar, såsom kamaxlar och lyftare, men är också vanligt inom vapenindustrin och flygindustrin. Processen kan också betraktas som en ytbehandling då det inte är en genomträngande härdning som påverkar hela materialkroppen. Syftet med detta är att bearbetning kan ske i ett ohärdat duktilt material i hastig takt. Genom att endast ytan är den härdade delen så fås även möjligheten att använda material med en bättre seghet.

Den egenskapsförändrande processen sker genom att tillföra kväve till en metall. Det höjer hårdheten i materialet genom att reagera med legeringselementen och skapa nitrider.

Beroende på metallens komposition av legeringsämnen kommer antalet och typen av nitrider att variera. En generell tumregel som används är att ju hårdare materialet är ursprungligen desto större ökning i hårdhet fås av nitringen. Detta gäller då metallen inte har någon

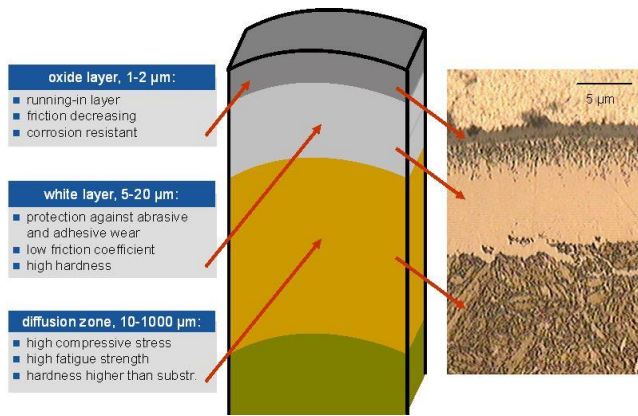
märkbar mängd av kväve i ursprungsstrukturen. Den största delen av nitrerhärdning sker oftast genom en process som kallas gasnitring. Det innebär att en detalj placeras i en gastät ugn som höjer materialets temperatur. För stål ligger nitringstemperaturen mellan 495 och 565° C (Davis 2002). Då metallen har nått sin önskade temperatur så tillsätts en kväverik gas för att reagera med metallen under värme. Gasen som oftast används är ammoniakgas (NH_3) och tillsätts under ett relativt högt flöde för att få en jämn fördelning av nitrider i ytan. Det bildas endast två biprodukter i form av vätgas och överbliven kvävgas.



Figur 2.2.1. Illustrering av kemisk reaktion under nitrerhärdning. N=kväve, H=väte

Enligt figur 2.2.1 framgår det hur reaktionen sker till då gasen träffar den varma metallen. De kväveatomer som reagerar med legeringsämnena bildar nitrider och överbliven gas omhändertas på ett säkert sätt. De nitrider som oftast eftersöks är bornitrid (BN), titannitrid (TiN) och kromnitrid (CrN). Dessa är vanliga legeringsämnen och bildar väldigt hårda kristaller med en väldigt god värmebeständighet. Då gasen inte når ner i materialet så kan endast ytan beläggas med nitrider på detta sätt. Den effektiva beläggningen av nitrider kan bli upp mot 1 mm tjock om tiden för behandling är väldigt lång. I de vanliga fallen försöker man uppnå en tjocklek mellan 20 och 25 μm (Davis, 2002).

Till skillnad från en ren materialhärdning såsom utskiljningshärdning eller lösningshärdning så kommer inte hela materialkroppen att erhålla denna hårdare struktur. Risken för geometrifel efter härdning minskar även då de inre spänningarna i materialet, som kan uppstå under härdning, endast befinner sig i ett tunt skikt i ytan. I figur 2.2.2 ses en illustration av en nitrerhärdnings olika skikt.



Figur 2.2.2. Illustrering av nitrerhårdningsskikt. Czerwinski(2012)

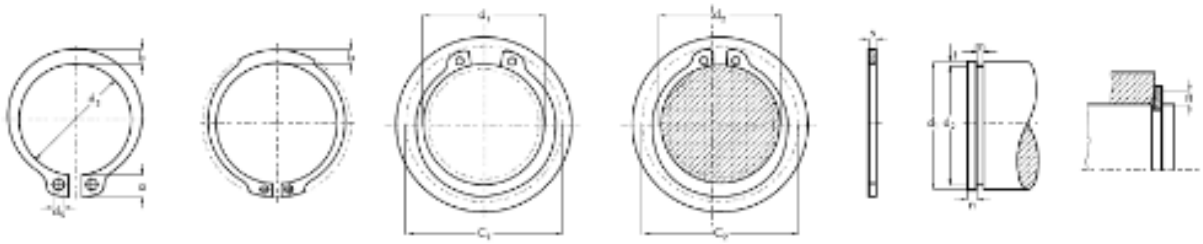
2.3 Geometrifixerande detaljer.

2.3.1 Axeldistans

En axeldistans används i flera olika applikationer och i flera olika syften. Det vanligaste syftet är att på något vis centrera eller fastställa avstånd på en detalj. Detaljen i fråga är oftast fast inspänd med skruv, axel eller nit. Distansen kommer att bestämma avståndet från en kant längs med förbandets axel. En axeldistans är en enda solid komponent som kan liknas vid ett rör och är oftast tillverkad från ett rör ämne. De flesta axeldistanser är endast en svarvad längd av rör men kan även ha ytterligare funktioner. Det är vanligt att ha en fasning vid änden för att kunna hantera en eventuell tätning eller underlätta centrering. Distanser finns i standardutföranden men är oftast tillverkade som specialdelar.

2.3.2 Spårring

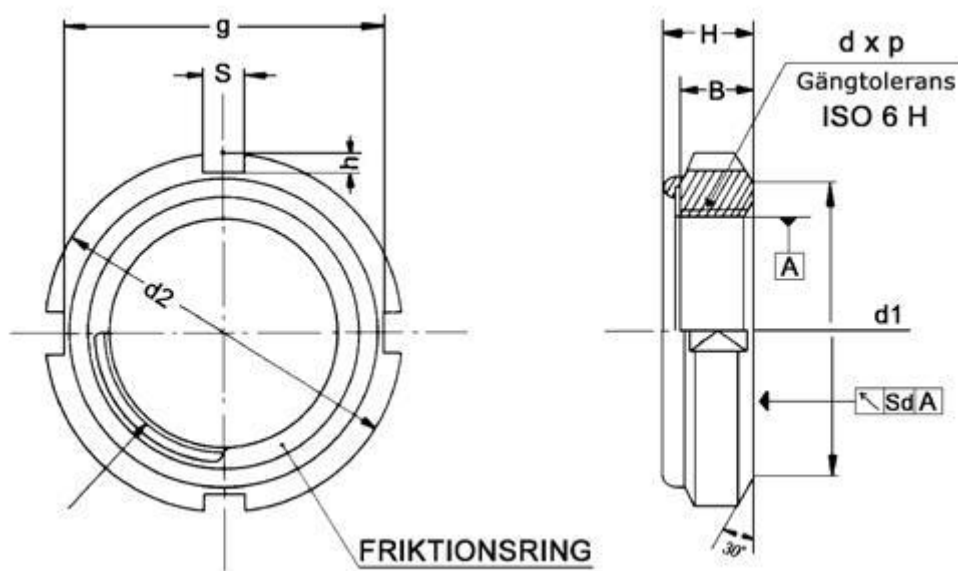
En spårring är ett låsförband ämnat för cylindriska symmetrier. Den kallas även för segersäkring eller R-ring i folkmun. Dess syfte är att begränsa en axiell rörelse men tillåta en rotation. Den är utformad som en ring med en öppen sektion där ändarna är utformade som två öron. Detta gör att ringen kan deformeras till en mindre diameter för att passa i ett spår med mindre diameter än spårringens ursprungsdiameter. Deformationen sker elastiskt med hjälp av en speciell tång kallad spårringstång eller segertång. En spårring är i de flesta fall tillverkad av en duktil typ av metall men förekommer även i ytterst specialiserade fall i polymera material. De förekommer i två olika versioner, yttre och inre, som är ämnade att användas på en axel eller i ett rör. Spårringar är standardprodukter och även dess spår är standardiserade. Den vanligaste standarden att använda i Sverige är SS1582 som kan hittas i den vanligt använda verkstadshandboken(Eriksson, Karlsson.2011.)



Figur 2.3.2.1 Spårring av modell yttre. Internordic (2014)

2.3.3 Låsmutter

En låsmutter är ett spännelement ämnat för att uppnå fast inspänning. Den kan liknas vid en vanlig mutter som används i de flesta skruvförband. Skillnaden mellan dem är att låsmuttern är speciellt anpassad för att användas på fasta eller roterande axlar. Från början är muttertypen ämnad till att fast spännas rullager, men används i flera applikationer. Det finns flera olika versioner och tillverkare men muttern är standardiserad. Standarden gäller då gängningen och verktygsingreppet, men många tillverkare har egen standard. Låsmuttern har den fördel att ett eventuellt glapp kan åtgärdas endast med hjälp av att ytterligare spännas muttern. Dessutom kan en inspänning göras mycket styvare än med t ex kil eller stoppring.



Figur2.3.3.1 Låsmutter. FU-mutter av EIE maskin AB

2.4 Smörjningsdetaljer

2.4.1 Smörjkanal

Smörjkanaler är ett effektivt sätt att distribuera olika typer av smörjmedel till utsatta ytor. Det är vanligt inom tung industri och använder ofta fetter eller oljor av olika typer. I de flesta fall är smörjkanaler fritt dimensionerade för att kunna anpassas till dess applikation. Dock finns vissa standardkomponenter såsom nipplar och munstycken som indirekt på grund av deras dimensioner kommer att dimensionera övrigt smörjsystem. Det finns få internationella standarder och oftast konstrueras smörjkanaler godtyckligt.

2.4.2 Fettnippel

En fettnippel är en standardiserad detalj som används mycket inom tung industri. Den används för att, på ett effektivt sätt, kunna rikta smörjmedlet till den önskade ytan. Dess konstruktion är simpel och det gör den väldigt billig. Nippeln kan liknas vid en skruv med en vanlig sexkantig skalle. På denna skalles översida sitter ett timglasformat ingrepp. I detta ingrepp finns ett hål med en fjäderbelastad kula. Detta hål går genom hela kroppen och på så vis kan fettets vandra genom nippeln. Den fjäderbelastade kulan fungerar som en backventil, d.v.s. tillåter tryck åt endast ett håll. Kulan trycks uppåt, mot ingreppet, då trycket innanför nippeln är högre än utanför. Nippeln möjliggör en periodisk smörjning utan demontering av delar eller ohygienisk hantering av smörjfett. Detta på grund av att endast ett litet hål kan borraras och en nippel sättas i hålet. På smörjnippeln trycks en, så kallad, fettspruta som med hjälp av tryck dispenserar smörjfettet. Fettsprutan är lätt och portabel samt finns i de flesta verkstäder.



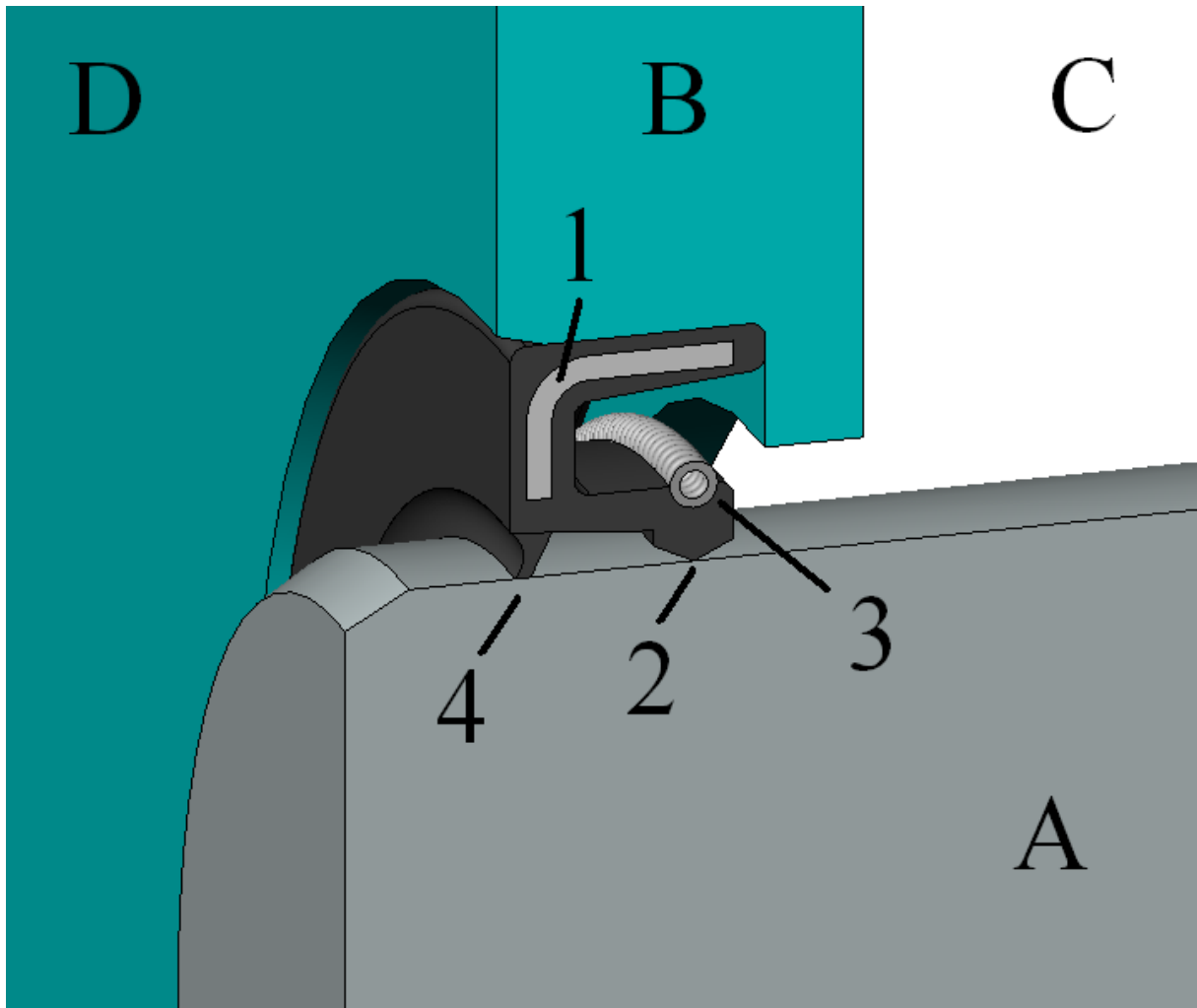
Figur 2.3.2.1 En typisk fettnippel.

2.4.3 Läpptätning

En läpptätning används för att bilda en tätslutande passning mellan en axel, eller rör, och dess omgivning. De kallas ofta radialtätning eller simmerring i folkmun. De kallas även ofta felaktigt för packboxar. De har stora användningsområden och finns i allt från motorer till

hydraulik komponenter. Syftet med att använda en läpptätning är att få en tät slutning mellan två olika sidor av en detalj. Detta kan vara för att innesluta olja eller annan typ av smörjmedel på ena sidan. Den tätande effekten kommer av att fjäder är formad i en ring. Denna fjäder skapar en kraft jämnt över hela ytan och trycker radiellt in mot centrum. Denna fjäder trycker emot ett gummimaterial som är speciellt utformat för att skapa en tätslutande yta. Ytan är väldigt liten för att inte bidra till en stor friktionskraft då axeln roterar. Denna kraft ökar dock med trycket på den sida där smörjmedlet är inneslutet. En läpptätning skall alltid monteras så att tätningskraften ökar med smörjmedelstrycket för att säkerställa en god tätning. För montering, eller inbyggnad, så har även den yttre kanten en fjädrande kraft. Denna fjäder är dock endast en metallring som dessutom ger hela detaljen en god styvhet. Montering av detaljen sker genom att den förs över axeln och sätts i en förbearbetad ficka. Denna ficka är placerad där delning mellan smörjmedel och omgivning ska ske.

Läpptätningar är standardiserade produkter och används ofta inom industrin på grund av deras låga pris och goda tätningssegenskaper. De finns flera olika tillverkare och kommer i flera olika utföranden och versioner, alla ämnade för olika applikationer. I figur 2.4.3.1 syns en typisk läpptätning i en typisk arbetsmiljö.



Figur2.4.3.1 Principiell bild av radiallytätning.

I bilden anger: A – axel, B – Hus, C – Smörjmedelsida, D – Luftsida, 1 – metallring, 2 – Tätningssläpp, 3 – Fjädderring, 4 – Dammskydd.

3. Metod

Arbetet valdes att delas upp i tre stycken huvuddelar för att på ett effektivt sätt kunna urskilja den bästa konstruktionen med de bästa egenskaperna. Huvuddelarna innehåller flera olika steg och användes som riktlinjer för tidsplanering.

3.1. Kravspecifikation

För att börja arbetet på ett sätt där risken för mänskliga misstag minskas så läggs mycket tid till efterforskning av kundens krav. Då kunden hade i samband med sin efterfrågan bifogat en

grov mall av testriggen fanns redan vissa krav att uppfylla. Men för att minska risken för missuppfattningar eller feltolkningar kontaktades kunden för verifikation. Kunden uttryckte då att de krav som de ställer på testriggen är bifogade i form av funktionskrav och beräknade krafter. De beräknade krafter är kundens bifogade värden av hållfastheten på deras produkt. Utöver dessa krav nämndes också vid samtalet ett önskemål av kunden. De önskade att riggningen av testriggen skulle underlättas då den äldre versionen har varit tidskrävande under riggning. Med riggning menas montering av testelement, i detta fall borrhåll, i maskinen. Den tidigare riggningen har varit omständlig och tidskrävande vilket har begränsat antalet test som kan utföras per dag. Detta var inte ett krav från kunden då det inte hämmar deras produktion att behålla samma riggningstid. Då dessa krav och önskemål fastställdes kunde en kravspecifikation ställas upp i form av punkter.

Krav	Önskemål
Tåla vinkeländring($\pm 10^\circ$)	Förenklad riggning
Tåla kraftpåkänning(3-40kN)	Lågt pris
Lång livstid(+3000h)	Enkel tillverkning
God säkerhetsfaktor(≥ 8)	

Tabell 1. Kravspecifikation

3.1.1. Konceptanalys

Med en konceptanalys menas att flera olika koncept tas fram för att kunna identifiera fördelar och nackdelar. Koncepten måste uppfylla de krav som fastställts i kravspecifikationen samt vara rimliga lösningar att genomföra praktiskt. Denna konceptanalys kan ofta vara väldigt bred och långt ifrån begränsande. Beroende på kravspecifikationen så kommer antalet möjliga koncept att variera. Det är lätt att hitta väldigt många olika fungerande koncept. Därför krävs det att en begränsning görs i form av antalet koncept som skall analyseras. I samtal med handledare så bestämdes tillåtet antal koncept till att vara mellan tre och fem stycken. Efter konsultering med handledare och personal inom företaget togs tre stycken rimliga koncept fram. Koncepten var baserade på efterforskning av tidigare utförda arbeten samt fritt tänkande. Vissa tilltänkta koncept blev eliminerade direkt på grund av tidigare erfarenheter inom företaget. Vissa koncept som verkade lovande enligt författaren var enligt företaget inte rimliga på grund av olika anledningar. Inom företaget finns en väldigt lång erfarenhet och kunskap vilket ger en god motivering till eliminering eller fördjupning. De koncept som togs

fram var då inte specifika i dimension eller utförande utan representerade tre olika typer av lösningar.

3.1.2. Pugh-matris

Pugh-matris är ett verktyg för identifiering och rangordning av produkter, lösningar eller koncept. Den är baserad på principen av att jämföra olika typer av koncept med en referens. På detta sätt kan en viktning göras där jämförelsen kategoriseras som bättre eller sämre än referensen. Utöver detta kan även betydelsen av ett kriterium viktas till att vara mer eller mindre viktigt vilket gör att urvalsmetoden är väldigt effektiv. Utformningen av matrisen bör vara uttänkt så att alla koncept behandlas under samma villkor och inte heller att personliga preferenser kan påverka.

3.2 Konstruktion

Efter urvalet av koncept har gjorts skall konceptet konstrueras för att uppfylla de fastställda kraven. Konstruktionen innefattar flera steg som skall följas i ordning för att uppnå en duglig konstruktion.

3.2.1 Typ av konstruktion

Om möjligheten för flera olika typer av konstruktioner finns så bör en enda fastställas genom efterforskning och erfarenhet. Detta innebär att om olika typer av lager, förband eller bearbetningar förekommer så skall de fastställas. På detta sätt kan sedan följande steg påbörjas. I vissa fall kan efterföljande steg bestämma typen av konstruktion då en utvald typ inte är lämplig.

3.2.2. Hållfasthetsberäkningar

Efter att en konstruktion har fastställts så kan en hållfasthetsberäkning ske då grova geometrier är bestämda. Detta kan också vara den bestämmande faktorn i valet av konstruktion. Beräkningarna kommer att göras via traditionell metod och med vissa datorhjälpmedel. Resultaten skall alltid kontrolleras och säkerställas.

3.2.3 Utmattningsberäkningar

Då hållfastheten har beräknats bör en utmattningsanalys göras för att säkerställa livslängd hos konstruktionen. Detta gjordes i form av att en säkerhetsfaktor översteg ett givet värde. Då kunskapen inom detta ämne är hög inom företaget så konsulterades även alla dimensioner med handledare och från deras erfarenheter godkändes. Att överdimensionera är att föredra då risken för fel minskar.

3.3 Färdigställning av konstruktion

För att färdigställa konstruktionen skall enligt arbetets syfte solidmodeller och alla ritningar göras. Detta görs med hjälpmedel för att underlätta processen.

3.3.1 Autodesk Inventor

För att skapa en 3D-modell skall ett CAD program användas. Eftersom att företaget använde Autodesk Inventor 2013 så användes detta. Det utnyttjades för att utforma delar och sammaställningar, samt att upptäcka eventuella fel eller missberäkningar. Utöver detta så skapades tvådimensionella geometrier för att underlätta hållfasthetsberäkningar och utmattningsförhållanden. Programmet användes också för att skapa delritningar samt sammanställningsritningar.

3.3.2 Verkstadshandboken

För att bestämma dimensioner och utformningar användes verkstadshandboken. Den är använd på flera platser och är välkänd. Den anger många standardiseringar och för att flera verkstäder använder denna så valdes standarder ifrån verkstadshandboken(Eriksson, Karlsson 2011).

4. Konceptframtagning

Ett flertal koncept togs fram för att kunna utvärderas med avseende på deras funktion och egenskaper. De koncept som slutligen kom att vara relevanta kandidater visade sig vara baserade på kända lösningar och metoder. Antalet koncept var tre och därmed blev behovet av en urvalsmetod viktig. En Pugh-matris valdes för att få fram det rätta konceptet. På förhand har koncepten redan undersökts och listats med hjälp av utförliga efterforskningar. Rimliga lösningar valdes ut baserat på uppskattade egenskaper hos varje koncept. Därmed har koncept som inte klarar kraven eliminerats. Det vill säga de som inte uppfyller de krav som upprättats i kravspecifikationen. Viktningen baserades utifrån kravspecifikationen som fastställts sedan tidigare. Eftersom att företagets tidigare lösning är ett rimligt koncept så valdes den till referensalternativet. Övrig viktning framgår av matris.

Kriterium	Viktning	Var. 1 (Ref.)	Var. 2	Var.3
Stor vinkelmöjlighet	5	0	S	-
Förenklad riggning	5	0	+	+
Pris	2	0	S	+
Tillverkningskomplexitet	2	0	S	+
Utmattningsbeständighet	7	0	S	-
Underhållskomplexitet	2	0	S	+
Summa +		0	1	4
Summa -		0	0	2
Summa S		0	5	0
Summa viktad		0	5	-1

Tabell 2. Pugh matris.

1. Är av samma typ som används på befintlig maskin. D.v.s. Ett cylindriskt rullager med en lagerhylsa monterad i. I denna lagerhylsa finns ett spår för montering av adapterhylsa som är i ingrepp emot borrhållning. Detta lager är monterat i en lagerskiva som med två ledaxlar monteras i en rörlig släde. Maskinens tryckande verkan sker i horisontalled. För visuell beskrivning se appendix 1 sid 1 & 2.
2. Är en typ av konstruktion som i muntligt tal kallas för roterställ. Detta innebär att två eller fler löphjul ligger i kontakt med borrhållningen som tillåter rotation med hjälp av friktionskraften mellan borrhållning och löprulle. Löprullen är monterad på en axel och rullar fritt. Borrhållningen placeras i mellanrummet mellan rullarna och skapar på så vis en säker hållning. Maskinens tryckande verkan arbetar i det vertikala ledet.



Bild 4.1. Principiell bild av roterställ.

3. Är en typ av lager som används ofta inom tung industri som kallas för delat lager. Med ett delat lager finns alternativet att montera lagret på en axel utan att behöva pressa på innerbanan. Lagret är helt delbart och består av flera komponenter. Dess komponenter är en tvådelad inre lagerbana som med hjälp av två stycken tvådelade klämringar monteras på en axel. På detta monteras därefter rullarna som är jämnt fördelade på en tvådelad hållare. Hållaren låses ihop i ändarna med hjälp av två clips. Därefter monteras den tvådelade ytterbanan som kläms ihop med hjälp av en cartridge. Cartridgen monteras därefter i en hållare som fäster lagret på sin plats. (Cooper roller bearing company Limited, 2011) Detta kan till synes ses som komplicerat men allting kan göras med enkla verktyg och relativt snabbt. I konceptet skall även en asapterhylsa monteras innanför innerbanan för att kunna tillåta en liten böjning i borrhållaren. Maskinen kan konstrueras för tryckande verkan i både vertikalled samt horisontalled.

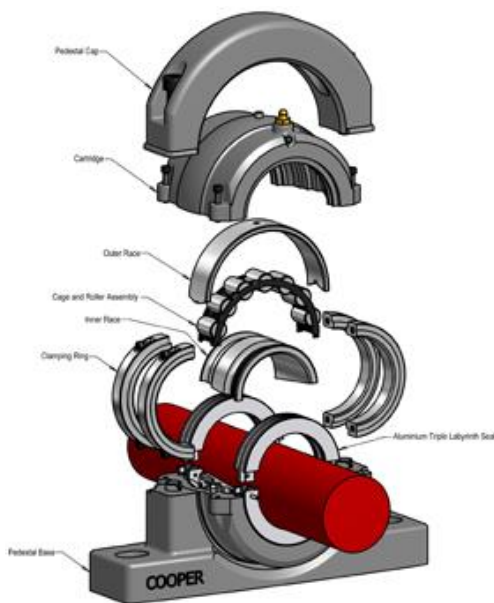


Bild 4.2. principiell bild över delat lager. Cooper(2013)

Av matrisen kan nu utläsas att koncept två är det mest lämpade. Det är på grund av att koncept tre kräver ett väldigt stort lager för att tåla de pålagda krafterna i radialled. För att få en stor säkerhetsfaktor krävs då ett ännu större lager vilket indirekt påverkar riggningen. Lagret kommer att bli både för tungt för att hantera på ett säkert sätt samt ha en för lång anliggningsyta mot borrhållaren. Koncept två vinner endast av den anledningen att riggningen förenklas. Riggningen förenklas på så vis att inget lager behöver tryckas över en lång längd för att hamna i rätt position. Borrhållaren läggs på plats för att monteras i kopplingar mot broms och drivning med roterställskonceptet.

5. Konceptförädling.

Då typen av konstruktion föll på roterställ krävdes en definiering av konstruktionen och dess delkomponenter och olika maskinelement.

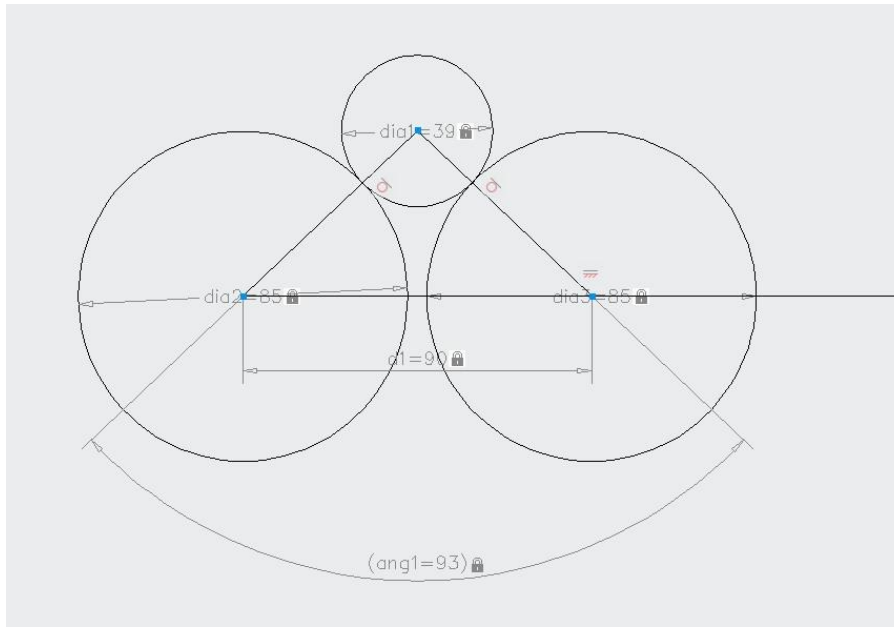
5.1 Typ av rulle

Då konceptet hade valts ut kunde en analys av konstruktionstypen göras. Roterställets utformning begränsade antalet variationer kraftigt på grund av dess enkla grundtanke. Vad som var viktigt att bestämma först var antalet rullar som skulle användas samt deras storlek. Valet föll på att använda två stycken rullar symmetriskt linjerade med varandra. Att använda tre stycken rullar i stegrande formation hade bidragit till en väldigt lång anliggningsyta samt större och dyrare konstruktion. Att använda två rullar i stegrad formation kan bidra till en snedkraft då en borrhållning introduceras med ett geometrifel såsom excentricitet. Att använda två rullar i symmetrisk formation skapar en liten anliggningsyta samt inga snedkrafter kan uppstå. Ett problem som uppstår med att använda denna typ av roterställ är att kraftpåkänningarna ökar eftersom att kraften från borrhållningen som trycker ner i rullarna blir högre då anliggningsytan minskar. Dock så kommer inte den kraften som kunden angivit för detta att vara i närheten av en väldimensionerad stålkonstruktions brottgräns. Utöver detta finns också en risk för att borrhållningarna i lokala punkter har väldigt hårda ytor. Detta gör att hårdheten på rullen måste vara hög för att minska slitaget samt förbättra livslängden. För att skapa en bättre hållbarhet emot lokala hårdheter i borrhållningen så valdes rullen att härddas. En nitrethårdning valdes för det låga priset samt dess goda geometrisäkerhet.

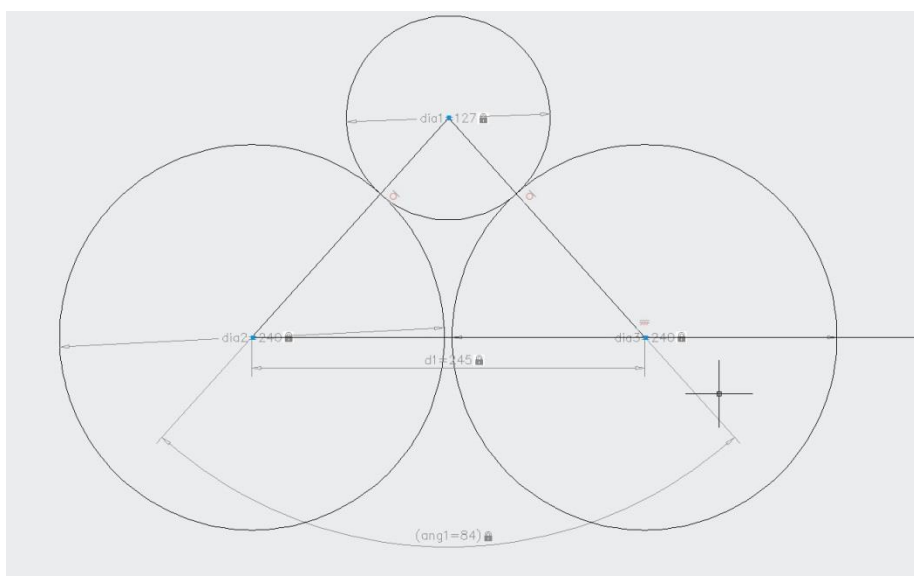
5.1.1 Storleksbestämning av rulle

Ytterligare ett problem som uppstod var att borrhållningarna som skall testas har en stor variation och att använda ett enda roterställ för alla dimensioner inte var möjligt. Därför togs beslutet att två separata konstruktioner skulle utformas. De bör vara lätt utbytbara och anpassade för borrhållningens dimension. För att inte borrhållningen skulle kunna hoppa av så krävdes det att rullen var tillräckligt stor. Dock bör priset tas i åtanke och rullen får inte bli för stor av den anledningen. Att bestämma ett mått för att utvärdera rullens storlek blev nu prioritet. Inom företaget har liknande måttsättning skett inom valsning och transport av rör, dock med andra värden. Måttet användes för att det har visat sig att fungera i liknande applikationer för företaget tidigare. Måttet är vinkeln som skapas mellan de två centrumlinjerna som skapas då borrhållningen är i kontakt med de två rullarna. Centrumlinjerna är de som går från centrum på borrhållningen till centrum på rullarna. Värdet valdes till att ligga mellan 85° och 95°, baserat på tidigare erfarenheter inom företaget. Måttet undersöktes med

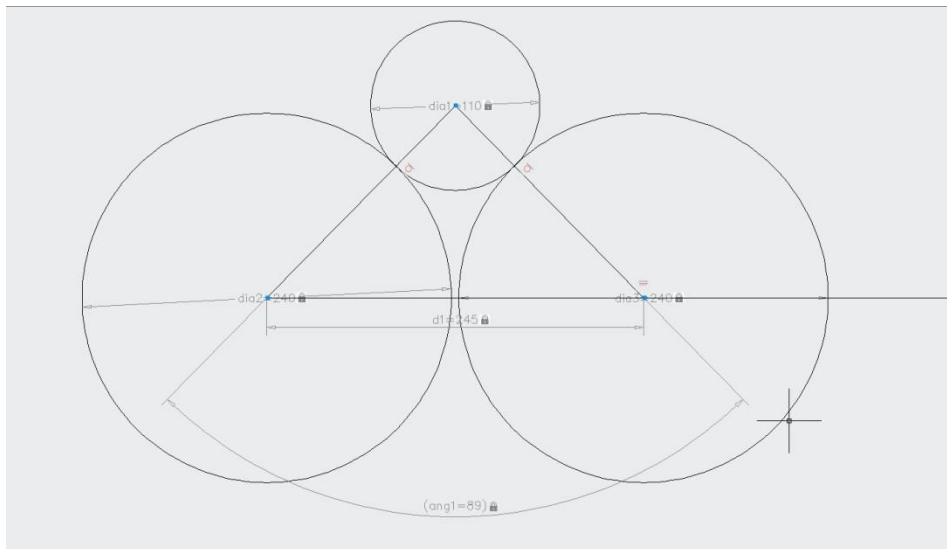
hjälp av Inventor och de två som passade var 85mm och 240mm. Trots att en vinkel blev 84° så ansågs denna vara bra för att anpassas till de borrhänger med större diameter. Syftet med att bara använda två stycken versioner är att de två större dimensionerna av borrhänger är relativt lika och kan använda samma roterställ. Figur 5.1.1, 5.1.2 och 5.1.3 visas skillnaden mellan de olika utformningarna.



Figur 5.1.1 Bestämning av liten rullens storlek



Figur 5.1.2 Bestämning av stor rullens storlek



Figur 5.1.3 Bestämning av stor rullens storlek

5.1.2 Mantelytans utformning

För att rullen skulle kunna tillåta en böjning i borrhållningen krävdes en yta som inte är helt platt. Om ytan var platt hade en väldigt hög kraft lagts på en specifik punkt då böjning av borrhållningen introducerats. Detta löstes med hjälp av att ge mantelytan på rullen en radie, även kallad bombering. Detta möjliggör en böjning av borrhållningen med en bibehållen anliggningsyta och minskat slitage. Radien undersöktes med hjälp av kundens bifogade värden. Lastförhållandet är precis enligt ett elementarfall hittat i en välkänd formelsamling (Björk, K). Med hjälp av formlerna från elementarfallet kunde utböjningen beräknas. För att kunna anpassa en enda radie till alla applikationer så valdes den minsta möjliga radien för att kunna använda maximal utböjning. Av beräkningarna i appendix 2 sid. 3 kan det utläsas att den största utböjningen sker med en borrhållningsdiameter på 39mm och ämneslängd på 6,5m. Med hjälp av den maximala utböjningen kunde nu radien tas fram med hjälp av CAD-program. CAD-programmet användes endast för att underlätta beräkningen och alla utfall kan snabbt jämföras. Den minsta radien gavs till 1994mm och blev den radie som rullens mantelyta fick anta.

Utöver mantelytans form så valdes rullen totala bredd att vara 70mm då det efter konsultation med handledare ansågs vara en lämplig bredd för att undvika eventuell vals kraft som kan förekomma vid smalare angreppsyta. Då den stora rullen blir väldigt tung och inte kräver dess fulla materialvolym för att klara kraftpåkänningar så valdes ett tjockt spår att fräsas in på båda sidorna för att minska vikten (se appendix 4 sid. 18).

5.2 Roterande konstruktion

Då rullens rotation kan uppnås på flera sätt var den tvungen att analyseras. D.v.s. vilken typ av lagringsalternativ som är bäst att använda. Detta innebar att den bäst lämpade lagringen kunde konstrueras. Valet gjordes att rullager skulle användas. Detta för att rullager är standardiserade komponenter som finns i många utföranden samt lagerförs som reservdelar av många verkstäder, däribland kunden.

5.2.1 Rullagrets placering

Till att börja med eliminerades alternativet av att använda endast ett lager. Detta på grund av att lagrets vinkeländringsbeständighet inte räcker till samt att om ett lager som klarar stor vinkeländring använts så finns risken för dåligt ingrepp från rullen. Rullen önskas vara stum och inte kunna ändra vinkel. Därmed krävdes en stabil typ av rullager som inte tillåter någon typ av vinkeländring. Att använda två lager på rulle ger en god motståndskraft emot vinkeländring. Dock bör lagren inte sitta på ett långt avstånd från rullen för att minska momentkraften på dem. Beslutet togs att de båda rullagren skulle placeras inuti rullen så nära ändplanen som möjligt. Att placera lagren nära ändplanen minskar bearbetningstiden av rullen samt minskar inpressningssträckan av lagren. För att bekräfta att lagren tål den radiella kraft som de utsätts för gjordes en kraftjämviktsberäkning. Då dessa krafter är relativt små var valmöjligheten av lager väldigt stor. Valet föll på ett enradigt cylindriskt rullager för de ha en god radiell kraftupptagning samt att de är väldigt stabila i axialled.(SKF AB, 2011)

5.2.2 Axelns utformning

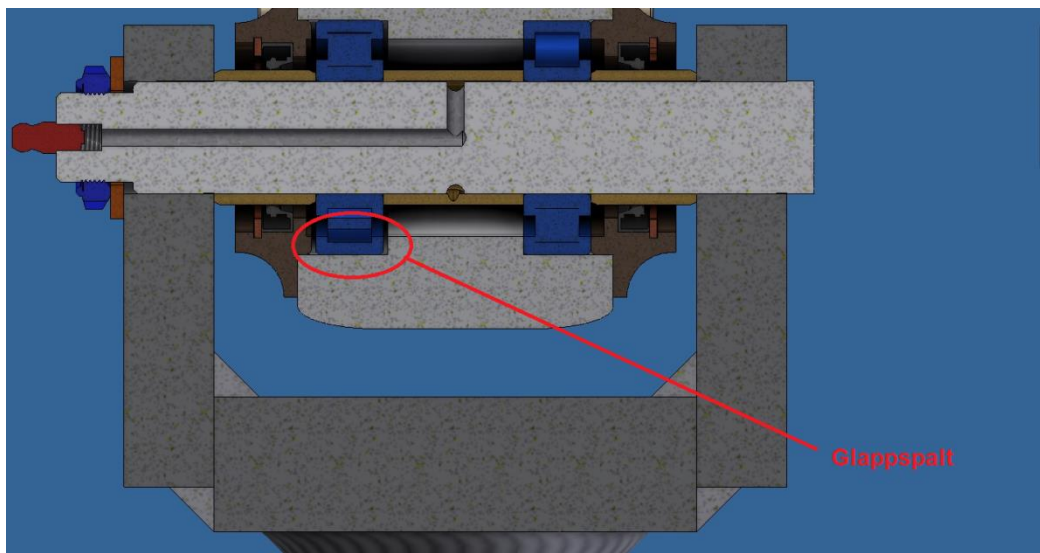
Då rullens grova utformning samt ett lagringalternativ hade valts var axeln som delarna ska monteras på tvungen att analyseras. Det första som betraktades var axelns tjocklek. Den valdes till att vara solid och dess tjocklek vid lagerpassningen blev den dimensionerande faktorn. Kravet som ställdes på axeln var att den skulle tåla den skjuvspänning som bildas av den påtryckande kraften. Eftersom att hela konstruktionen kommer att göras i två olika versioner var två olika fall tvunget att analyseras. Tjockleken på axlarna uppskattades fram preliminärt till 25mm och 40mm. Det visade sig att ge en säkerhetsfaktor mot skjuvspänning som översteg 8 vilket kan garantera bra hållfasthet. Den lilla axeln översteg kraftigt sin säkerhetsfaktor mot skjuvspänning men efter noga övervägning så valdes diametern att inte minskas. De ursprungliga värdena kan utläsas ur appendix 2 sid. 1-2.

Bortsett från dimensionering av axelns diameter bestämdes det att axeln skulle vara av slät typ, d.v.s. inga ansatser svarvas i axeln. Detta gjordes för att axelns montering i rulle och hållare skulle ske via intryckning. På detta sätt krävs inga överfall att tillverkas för hållaren och på så sätt minskas tillverkningskostnaden på den totala konstruktionen. Axeln konstruerades dessutom med en smörjkanal som följer kundens standard.

5.2.3 Fastspänning

För att åstadkomma en stum konstruktion krävs en fastspänning av någon typ. I denna konstruktion måste fastspänningen ske på utsidan av hållaren. Då rotation sker finns risken för slitage på delar och därmed blev en låsmutter det bästa valet. Låsmuttern kan dras hårdare om ett eventuellt slitage skulle uppstå vilket kan förlänga livslängden. Att använda en låsmutter är endast möjligt om axeln inte kan förflytta sig vid åtdragning. Detta gjorde att en stoppklack blev tvungen att introduceras till axeln. Den fungerar även som verktygsingrepp för en vanlig öppen blocknyckel. Verktygsingreppet krävs då åtdragning av låsmuttern sker för att motverka att axeln roterar i takt med låsmuttern. För att få en inspänning mellan rulle och hållare så används axeldistanser. Axeldistanserna centrerar rullen samt utgör ett tryckande förband mellan hållare och inre lagerbana. Detta gör att när låsmuttern dras åt så skapas en stum konstruktion mellan innerväggarna av hållaren och rullen. Dock så skapar detta ett problem när värme introduceras till konstruktionen. Risken för hög värmeförsel är inte hög för konstruktionen men för säkerhetens skull så har en åtgärd vidtagits. Då värme tillförs expanderar metallen och vissa toleranser stämmer inte längre. Detta gör att lagret kan vandra i dess presspassning. För att kunna acceptera detta så introducerades en glappspalt mellan den yttre lagrets ytterbana och rullen. Detta åstadkoms med hjälp av en distans som placeras mellan de båda lagrens innerbanor. Denna distans kräver också en viss genomsläppning av smörjfett eftersom att axelns utlopp av smörjfett placerades centralt. Det innebär att sex stycken hål fördelas jämnt över ytan och axelpassningen hålls till en spelpassning. De övriga distanserna har också en spelpassning.

Hela konstruktionens stumhet kommer från att låsmuttern drar ihop hållarens sidor och skapar en pressande kraft mellan alla ytor verkande i vertikalledet. Detta gör att allting innanför diametern på den inre lagerbanan är stilla och all rotation sker i lagrens rullar.



Figur 5.2.3.1 Bild över konstruktionens glappspalt.

5.3 Smörjning

Eftersom att valet av lager föll på ett enradigt cylindriskt rulllager krävdes en undersökning av möjlighet till smörjning. Lagret finns i flera olika utföranden och kan ha olika egenskaper inom smörjning. Eftersom att maskinen önskas kunna kontinuerligt underhållas på ett enkelt sätt valdes permanentsmorda lager att elimineras. Av den anledningen att om smörjningen blir otillräcklig krävs nedmontering och byte av lager. Det bästa sättet att uppnå önskemålet är att införa periodisk smörjning. Med periodisk smörjning menas att lagret väljs till en typ som kan acceptera tillsatt smörjfett. Fettet skall tillsättas med hjälp av en fettspruta och skall inneslutas av hygiensiska skäl.

5.3.1 Tätningstyp

För att innesluta smörjfettet på ett effektivt vis undersöktes olika alternativ av tätningar. Kraven är inte särskilt höga på tätningen då inget högt tryck eller frätande ämne skall inneslutas. Än tätning som klarar roterande tätningsyta krävdes. Valet föll då på en radialtätning, även kallad läpptätning. Dess mått är begränsat av storleken på lagrets yttre diameter. Då ingen standardiserad radialtätning finns som passar mellan axeldistans och detta mått så krävs en tätningshållare.

5.3.2 Tätningshållare

Då en tätning inte passar direkt in i lagrets passningsyta krävs att en tätningshållare konstrueras. Tätningshållaren fyller två funktioner. Den ska applicera tryck på lagrets ytterbana för att låsa dess rörelse och ska dessutom vara anpassad till en given läpptätning

dimensioner. Då en glappspalt används på en av sidorna så skall en av tätningshållarna även lämpa en glappspalt för ett symmetriskt förhållande. Tätningshållaren skruvas med fyra stycken bultar fast in i rullen.

5.4 Hållare

För att kunna montera roterstället i den övriga maskinen krävs en hållare. Hållarens funktion är att hålla rullarna på plats på ett stadigt sätt. Hållaren skall även vara snabbt avtagbar eftersom att två olika versioner krävs. Då resten av maskinen inte är en del av arbetet så diskuterades typen av infästning emot maskinen med handledare. Efter en snabb utvärdering valdes en typ av hålpasning. Hållaren skall med hjälp av en axeltapp släppas ner i en uttänkt mottagare. Mottagaren utför arbetsdelen av maskinen, d.v.s. det är den del som rör sig direkt av hydraul kolvar och kan styras med borrstångens längd.

Att använda en axeltapp möjliggör en rörelse som motsvarar en snedställning av rullarna i förhållande till borrstången. Det ger en bättre tålighet mot excentricitet hos borrstången samt vid brott av borrstång en liten energiupptagning. Hållarens utformning kräver endast att plats finns för rullarnas rotation. Det innebär att ett säkerhetsavstånd mellan rullarnas mantelytor och hållarens gavlar krävs. Hållaren skall tillverkas i stål och måste vara svetsbar då den konstrueras i fyra delar. Utskärningen av delarna sker i plåt och görs rekommenderat genom laserskärning eller abrasiv vattenskarvning. Passningen för axlarna borras då alla svetsningsoperationer är gjorda. Detta görs för att få en bättre säkerhet när det gäller hållens excentricitet.

6. Slutgiltigt beslut av komponenter.

Efter bestämning av de olika ingående detaljerna till konstruktionen krävdes ett slutgiltigt beslut av ingående komponenter. Alla delar med möjlighet att anta olika dimensioner fastställdes för att arbetets fortsättning. De enradiga cylindriska rullagren fastställdes ur SKF:s sortiment. Lagren för den mindre varianten bestämdes till NUP 205EC och lagren för den större varianten bestämdes till NUP 208EC(SKF AB, 2011). Lagren är vanliga och har använts inom liknande applikationer av företaget tidigare. Radialtätningarna valdes ur Simrits sortiment. Tätningarna till den mindre varianten valdes till 30x42x7 och tätningarna till den större versionen valdes till 45x62x8. Respektive artikelnummer är 40413409 och 40413452(Freudenberg Simrit GmbH & Co KG, 2007). Tätningarna valdes att låsas på plats med en invändig spårning enligt SS1582. Låsmuttrarna bestämdes till M20 för liten axel och M35 för stor axel. Låsmuttrarna kommer ur EIE maskins sortiment och har artikelnumren FU 04 SUS och FU 07 SUS. Fettnippeln bestämdes till en av variant M6. För att underlätta fortsatt arbete sattes en tabell upp med de utvalda detaljerna.

Detaljtyp	Antal	Utförande
Enradig cylindriskt rullager	4	SKF NUP 205EC
Enradig cylindriskt rullager	4	SKF NUP 208EC
Axel	2	25mm Slät typ(konstrueras)
Axel	2	40mm slät typ(konstrueras)
Axeldistans	6	30mm fasad kant(konstrueras)
Axeldistans	6	45mm fasadkant(konstrueras)
Radialtätning	4	Simrit 40413409
Radialtätning	4	Simrit 40413452
Tätningshållare	4	Anpassad för lager och tätning(konstrueras)
Tätningshållare	4	Anpassad för lager och tätning(konstrueras)
Låsring	4	SS1582
Låsring	4	SS1582
Låsmutter	2	EIE FU04SUS
Låsmutter	2	EIE FU07SUS
Fettnippel	4	M6 kort

7. Konstruktion

7.1 Hållare

Då alla detaljer var bestämda kunde konstruktionsarbetet utföras. Detta gjordes i Autodesk Inventor 2013. Processen började med att hållaren bestämdes. Avståndet mellan sidorna valdes till 107mm för den lilla varianten och 106mm för den stora varianten. Det gav ett säkert avstånd mellan rullarnas sidor och hållarens sidor, samt ett gott utrymme för tätningshållare. Plåttjockleken valdes till 20mm för sidorna och 30mm för botten. Storleken på rullarna fick styra sidans utformning. Spalten mellan rullarnas mantelytor valdes till 5mm vilken gjorde att måttet mellan hålens centrum blev 245mm för den stora varianten och 90 mm för den lilla varianten. Övrig geometri var inte kravsatt så alla övriga mått var valfria. En nedsänkning valdes att introduceras mellan de två hålcentrumen för att borrhålet ska ha mer utrymme under rörelse. I botten borrades ett hål med diameter 50mm. Detta för att axeltappen för montering i maskinen skulle passa. Axeltappen och dess hål har inga relevanta mått då de inte är bestämda på något vis. Eftersom att maskinens mottagare inte är bestämd kan inte heller axeltappen vara bestämd. Måtten på axeltappen kan dock utläsas ur appendix 4 sid. 19 och de valdes för visualiseringssyftet. Hållarens mått kan utläsas ur appendix 4 sid. 13-16. Då hållaren måste vara svetsbar så valdes den att tillverkas av konstruktionsstål. En lämplig typ visade sig vara S355J2+N som är en normalvalsad plåt vanligt förekommande inom svetsade konstruktioner. Stålet har en god hållfasthet och är väldigt prisvärt.

7.2 Axel

När avståndet mellan hållarens sidor bestämts kunde axelns dimensioner fastställas. Diametern var bestämd sen tidigare till 25mm samt 40mm. Smörjkanalen konstruerades enligt kundens standard och kan utläsas ur appendix 3 sid. 2. Gängan ändrades dock till M6 för smörjnippeln då den typen av smörjnippel är mer vanligt förekommande. Axelns totala längd sattes till 168mm för 25mm axel och 177mm för 40mm axel. Detta gav ett överskott av material som används för inspänning. Ena sidan konstrueras till ett verktygsingrepp för mothåll under åtdragning. Ingreppet är ämnat för en öppen blocknyckel. Det är 6mm tjockt och dess yttre radie blir 10mm större än axelns diameter. Från detta bearbetas två parallella linjer ner till axelns diameter som utgör verktygets ingrepp. Detta fungerar även som en stoppklack för axeln då låsmuttern dras åt. Gängan för låsmuttern bestämdes till M20x1 för 25mm axel och M35x1,5 för 40mm axel. Längden på den gängade ytan sattes till 17mm för 25mm axel och 15mm för 40mm axel. Gänglängden styrdes av rekommendation från EIE maskin. För alla mått se appendix 4 sid. 11-12. Axeln material bestämdes till S355JR som är

ett stål ämnat för att användas i axlar(Tibnor AB, 2013). Med stålets något högre sträckgräns än beräkningsvärdet så steg även säkerhetsfaktorn mot skjuvspänning för axeln upp till 9,2.

7.3 Axeldistanser

För att centrera rullarna blev axeldistanserna tvungna att göras i olika utföranden. Totalt så krävs sex stycken olika distanser, d.v.s. tre stycken olika per variant. Varje roterställ kräver tre stycken olika par av axeldistanser. Anledningen till att så många olika distanser krävdes var pga. den glappspalt som ska finnas vid ett av lagren. Axeldistanserna sätts mellan hållarens sidor och lagrens innerbanor, dessutom placeras en distans mellan lagrens innerbanor. De yttre distanserna krävde en fasad kant för att inte skada tätningarna. Den fasningen bestämdes från Simrits rekommendation till 25° från mantelytan till en inre diameter som är 2-5 mm mindre än den yttre(Freudenberg Simrit GmbH & Co KG. 2007) För att centrera rullarna bestämdes längderna till 23,5mm, 22,5mm och 31mm för axel 25mm. För 40mm axel bestämdes längderna till 22mm, 21mm och 27mm. För båda distanserna mellan de inre lagerbanorna borrades 3 stycken helt genomgående hål. Hålen har diameter 5mm och fördelas jämt med 60° intervall. Alla distanser tillverkas från rör med en diameter 5mm större än respektive axel. För alla mått se appendix 4 sid 1-6. Axeldistansernas material bestämdes till E235+C som är ett kallvalsat rör med lågt pris(Tibnor AB, 2013). Hållfastheten är lägre än lagerbanorna och hållarens sidor. Detta gör att ett eventuellt slitage kommer att uppstå i axeldistanserna istället för de dyrare och mer bärande detaljerna.

7.4 Löprullar

Enligt tidigare undersökningen var rullarnas diameter bestämda. Rullarna krävde dock dimensionering av lagerpassningar och borrhål. Lagerpassningens djup valdes till 20mm för 85mm rulle och 22mm för 240mm rulle. Lagerpassningens diameter bestämdes av lagrens håltoleranser och blev 52mm H8 för 85mm rulle och 80mm H8 för 240mm rulle. Lagrens storlek kunde enligt SKF inte anta en mindre dimension än angivet därför valde en H-tolerans. D.v.s. lagret kunde endast bli större än den angivna diametern. Det hål som måste löpa genom hela rullen dimensionerades även det efter lagrens egenskaper och specifikt tillhållarkanten. Angivna mått enligt SKF gav 67,9mm för 240mm rulle och 43,8mm för 85mm rulle. De gängade hålen för infästning av tätningshållare dimensionerades för användning av standardiserade skruvar. Då kraften inte är hög för bultarna kunde en liten dimension användas. Skruvarna som valdes att användas är 16mm långa och är gängade med M6x1 gänga. Skallen valdes till en insexinfattning för att kunna försänka skruven för skydd. Fyra

stycken hål används som är fördelade i ett cirkulärt mönster. Avståndet mellan centrumpunkterna skall fördelas över en diameter på 60mm för 85mm rulle och 90mm för 240mm rulle. Håldjupet bestämdes till 15mm. Eftersom att mantelytan skall ha en radie, eller bombering, sattes den bestämda radien över mantelytan. Det kom att visa sig i senare steg att inte fungera pga. att ritningen blev otydlig. Därför approximerades en tvådelad radie till att likna den uttänkta radien. Ytan skall slipas och nitrerhärddas vilket minskar risken för en kant i anliggning mot borrhålet. Radien approximerades till 65mm och en ytterligare radie på 3mm lades vid kanten för att skapa en bra släppningsyta. Se appendix 4 sid. 17-18 för alla mått och toleranser. Rullens material kräver en möjlighet att kunna nitrerhärddas och därmed är urvalet begränsat. Dock kan många vanliga konstruktionsstål nitrerhärddas och valet kom ur den materialgruppen. Rullarna bestämdes till tillverkas med en fräsoperation och därför vart en plåt tvungen att väljas. Valet föll på S355J2+N för dess goda hållfasthetsegenskaper samt möjlighet att nitrerhärddas(Tibnor AB, 2013).

7.5 tätningshållare

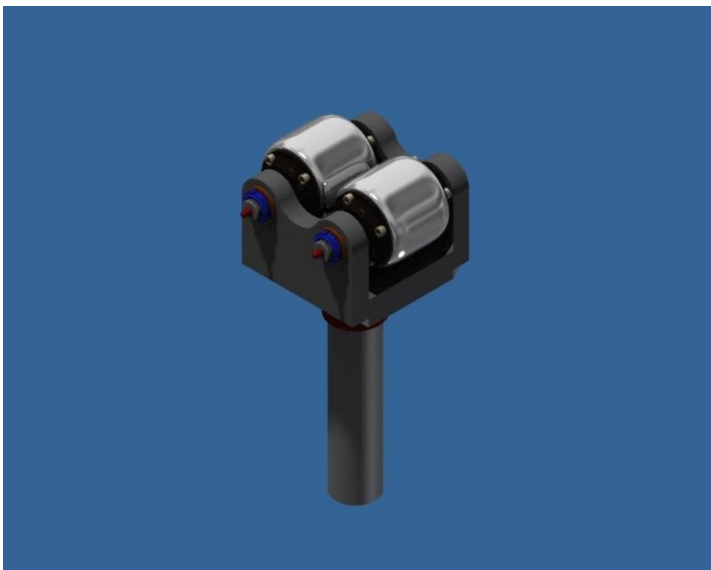
För att tätningshållaren skulle ha de rätta egenskaperna var vissa standarder tvungna att uppfyllas. Eftersom att en spärring används så styrdes måtten av SS1582 och ingreppet mot lagren styrdes av SKF rekommendation. Fyra olika versioner var tvungna att konstrueras pga. den glappspalt som skall finnas vid det ena av lagrens ytterbanor. Det innebär två versioner per roterställ och två olika par av tätningshållare. Insticket från rullens sida mot lagrets ytterbana styrde glappets storlek. Insticket sattes till 2mm och 4 mm för 240mm rulle. För 85mm sattes insticket till 3mm och 5mm. Ingreppet mot den yttre lagerbanan sattes till en tjocklek på 3,9mm för 85mm rulle och 6,05 för 240mm rulle. För alla mått se appendix 4 sid. 7-10. Tillverkningsprocessen valdes till en svarvning följt av borrhålet eller fräsning. Valet av material föll på S235JR då det är ett prisvärt stål som har relativt goda hållfasthetsegenskaper och är lätt bearbetat.(Tibnor AB, 2013)

8. Sammanställning

Sammanställning av konstruktionen gjordes i CAD format. Autodesk Inventor 2013 användes för att skapa solidmodeller av alla delar. Solidmodellerna sammaställdes i en fullständig konstruktion för att analysera eventuella felberäkningar och visuellt kunna presentera resultat. Efter sammanställning i Inventor kunde inga fel hittas och därmed kunde ritningar skapas för alla icke standardiserade detaljer. Ritningarna skapades även de i Inventor. I ritningarna är mått toleranssatta och ytjämnheter redovisade. Från solidmodeller och ritningar kunde ett resultat redovisas i form av en komplett konstruktion. I figur 8.1 och 8.2 ses de fullständiga konstruktionerna.

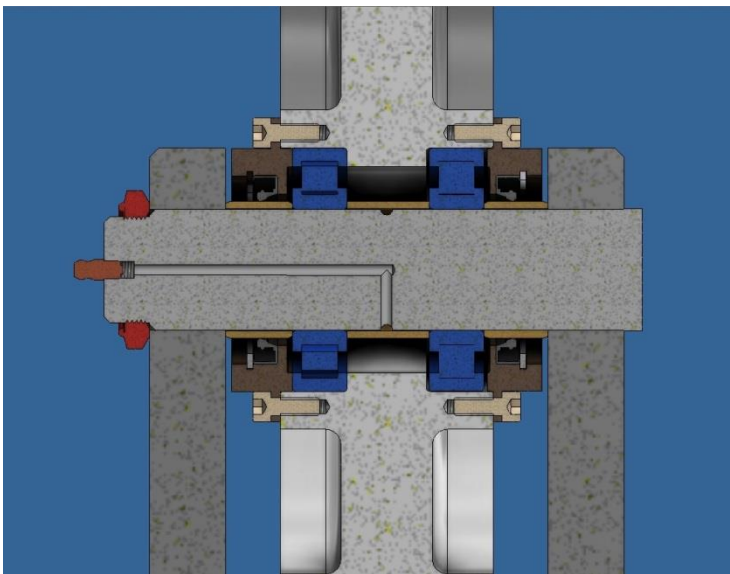


Figur 8.1. Bild från Inventor över konstruktion modell stor.

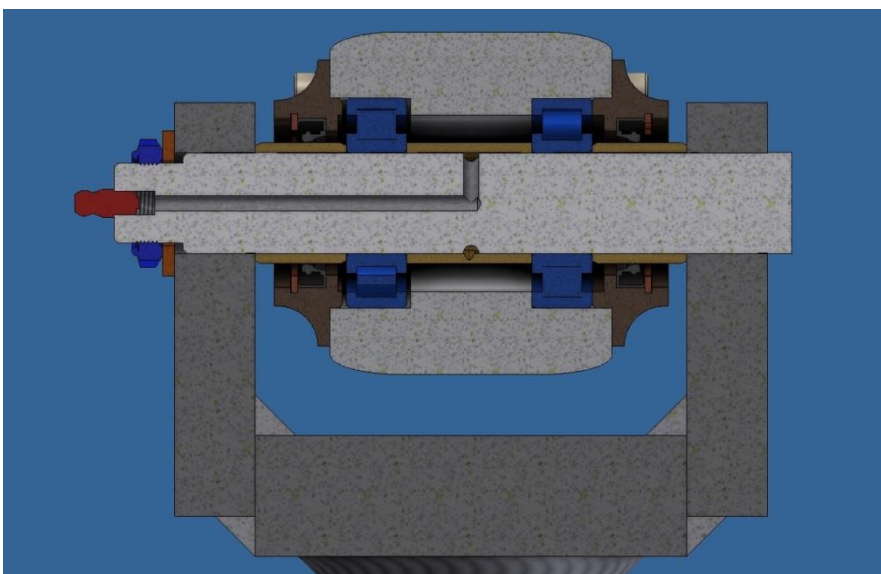


Figur 8.2 Bild från Inventor över konstruktion modell liten.

Sammanställningen avslöjade även vissa mindre felberäkningar såsom smörjkanalens längd eller en axeldistans fasning. Detta kunde ses med hjälp av programmets möjlighet att göra tvärsnitt och åtgärdas utan bekymmer. Genomskärningen gav också upphov till att en extra del blev tvungen att introduceras. I figur 8.2 finns ingen bricka mellan låsmuttern och hållaren. I figur 8.3 finns dock en bricka mellan låsmutter och hållare. Denna bricka blev tvungen att användas då låsmutterns anliggande yta mot hållaren blev för liten. Riskerna att förstöra hålets geometri är då för hög och genom att introducera en bricka ökar låsmutterns anliggningsyta. För detaljbeskrivning se Appendix 4 sid. 20 och 21.



Figur 8.2. Genomskuren bild av konstruktion modell stor.



Figur 8.3 Genomskuren bild av konstruktion modell liten.

9. Slutsats

Arbetet kan betraktas som lyckat då alla de frågor i avsnitt 1.4 är besvarade samt att syftet har uppfyllts.

- I så stor mån som möjligt så har standardiserade komponenter använts för att minska tillverkningskostnader och underlätta reservdelsutbyte.
- Olika konstruktioner har analyserats och valts ut. Den bästa lämpade typen har hittats med hjälp av ett meriterande urval.
- Konstruktionen kan hantera de krafter som den utsätts för samt ha en god utmattningsbeständighet.
- Riggningen har underlättats med byte av konstruktion.
- Alla detaljer kan tillverkas på ett kostnadseffektivt vis med hjälp av höghastighetsbearbetning.

10. Diskussion och fortsatt arbete

Då frihetsgraden för arbetet har varit väldigt hög kan olika individer se resultatet på olika sätt, trots att syftet uppfylldes och frågeställningen besvarades. Konceptet är väldigt skiljt från den ursprungliga lösningen som bevisligen har fungerat. Dock har kundens utökade önskemål uppfyllts, vilket krävde en ändring av koncept. Om konstruktionen fungerar i praktiken är svårt att avgöra. Kunden har valt att inte fortsätta med sitt projekt och därmed kommer inte heller resultatet att visa sig praktiskt eller utvärderas av kunden. Om kunden valt att fortsätta hade nästa steg varit att konstruera en prototyp. Då ritningarna är färdigställda utgörs detta arbete av en tillverkningsförklaring. Prototypen hade då kunnat utvärderas eller fortsatt att brukas i en testrigg. I övrigt kan vissa beslut ifrågasättas såsom dimensioneringen av axeln ämnad för den mindre versionen av roterstället. Måttsättningen är överdimensionerad och ingen krav på så hög säkerhet ställdes. Beslutet var grundat på handledares erfarenheter och en visuell jämföring av liknande applikationer. Ytterligare en fråga som uppstår är angående nitrerhårdningens hållbarhet. Då endast ett tunnt ytskikt är av hög hårdhet ökar risken för haveri då detta slits igenom. Däremot minskar risken för skevhet under hårdning och risken för extra efterbearbetning minskar med. I fortsatt arbete bör även en kontroll göras av infästning mot maskin samt en hållfasthetsanalys av denna. Ett arbete som bör utföras i framtiden är även att sammanställa en monteringsbeskrivning.

Referenslista.

Björk, K. Formler och tabeller för mekanisk konstruktion. 5:e upplagan. Karl Björks förlag HB.

Cooper roller bearing company Ltd. Product catalog.(2007).

Czerwinski, F.(2012). Thermochemical Treatment of Metals, Heat Treatment - Conventional and Novel Applications, InTech,

Davis, J.R.(2002). Nitriding i Surface hardening of steels:understanding the basics, red. Ss. 141-194. ASM international.

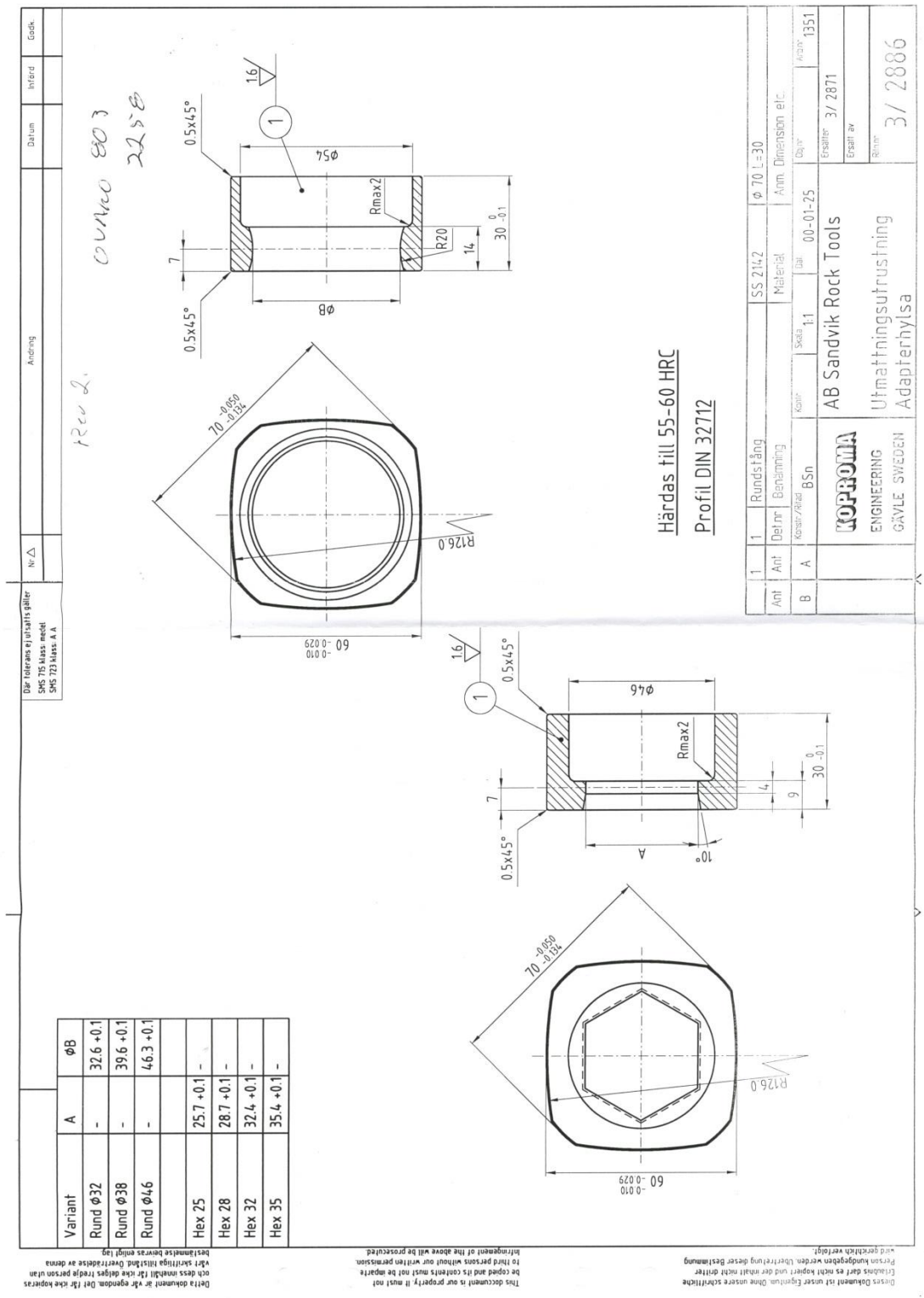
Eriksson, N-O. Karlsson, B. (2011) Verkstadshandboken. 14:e upplagan. Stockholm: Liber förlag.

Freudenberg Simrit GmbH & Co KG. Technical handbook.(2007).

SKF AB. Produktkatalog. (2013)

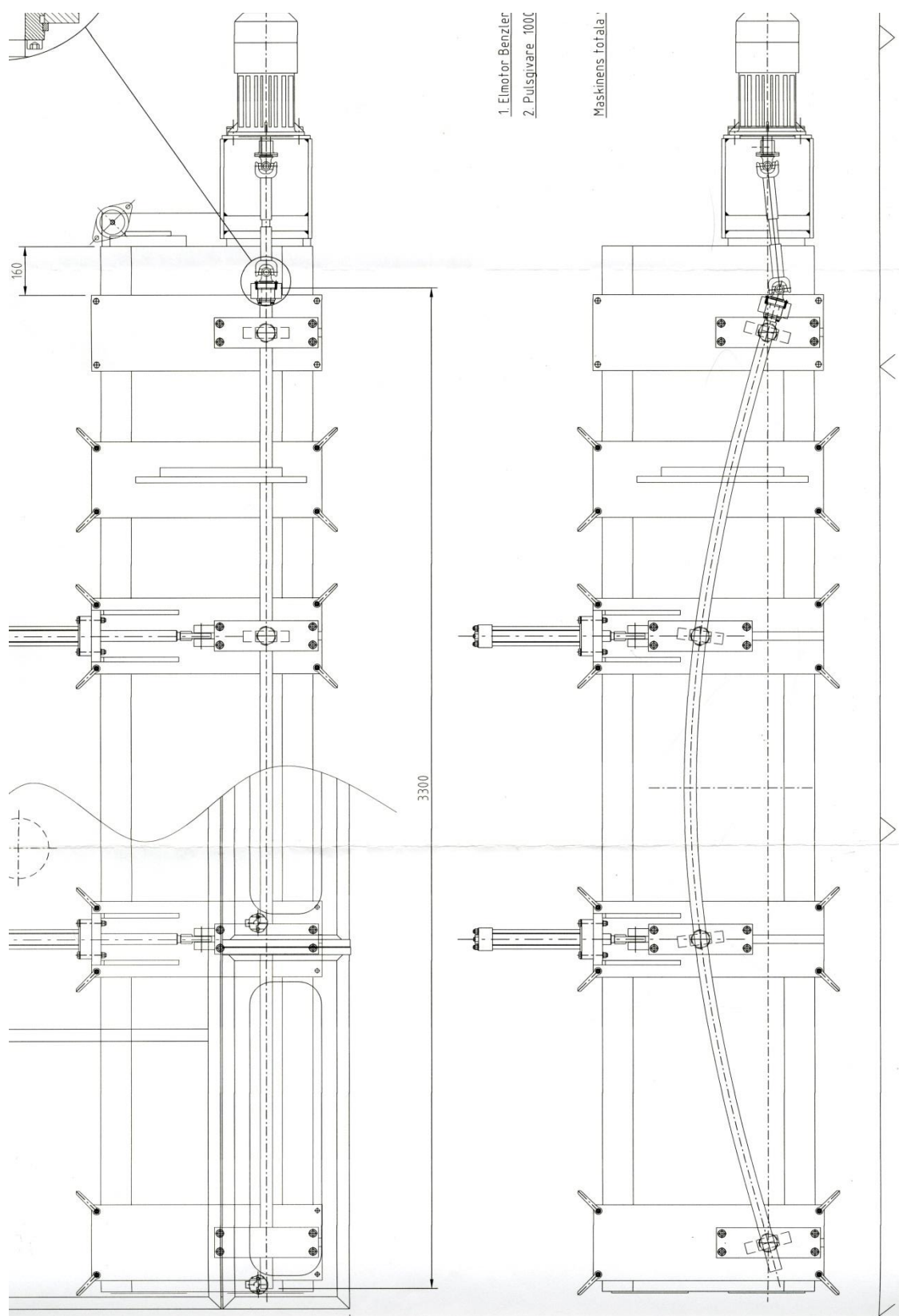
Tibnor AB. Konstruktionsstål produktkatalog. (2013).

Appendix I. Visuell presentation av teoretisk referensram.



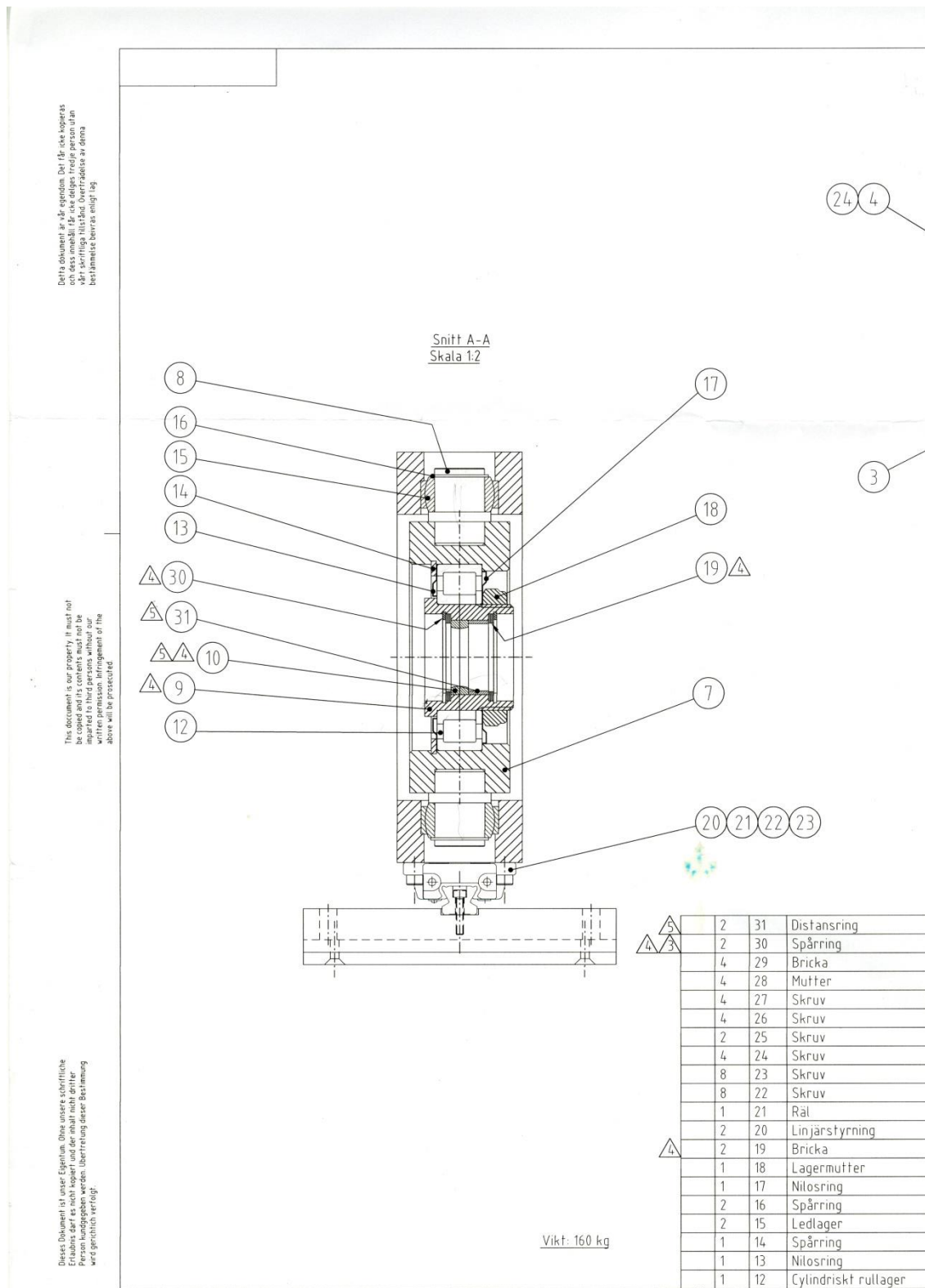
Figur A1.1. Utdrag ur ritning från äldre testrigg.

Appendix I. Visuell presentation av teoretisk referensram.



Figur A1.2. Utdrag ur sammanställningsritning från äldre testrigg.

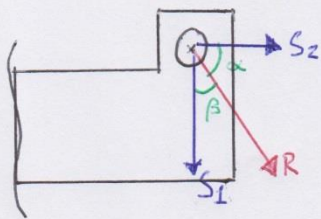
Appendix I. Visuell presentation av teoretisk referensram.



Figur A1.3. Utdrag ur ritning från äldre testrigg.

Appendix II. Hållfasthetsberäkningar.

Skjuvkraft på axel



Då endast S_1 kan uttryckas
i form av tesriggens tryckande
kraft, d.v.s. normalkraften N , ges
 R av:

$R = N \cdot \cos(\beta/2)^\circ$ där: $N = S_1$ & $\beta =$ vinkel enligt avsnitt 5.1.1
 S_1 är ett givet värde från kunden.

Stång 39mm

$$R = 2,86 \cdot 10^3 \cdot \cos(93/2)^\circ \Rightarrow 1968,7 \text{ N}$$

Stång 110mm

$$R = 31,37 \cdot 10^3 \cdot \cos(89/2)^\circ \Rightarrow 22374,7 \text{ N}$$

Stång 127mm

$$R = 39,14 \cdot 10^3 \cdot \cos(84/2)^\circ \Rightarrow 29086,7 \text{ N}$$

Figur A2.1. Manuell beräkning av axelns kraftpåkänning

Appendix II. Hållfasthetsberäkningar.

Säkerhetsfaktor

Eftersom att lastförhållandet är skjuvning så användes en koefficient på 0,6.

25mm axel:

$$\sigma = \frac{N}{A} \text{ där } N = 1968,7 \text{ N} \text{ \& } A = 0,000491 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{1968,7}{0,000491} = 4,01 \text{ MPa}$$

$$\text{Säkerhetsfaktor} = \frac{(310 \cdot 0,6)}{4,01} = 46,38$$

40mm axel:

$$\sigma = \frac{N}{A} \text{ där } N = 29086,7 \text{ N} \text{ \& } A = 0,001257 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{29086,7}{0,001257} = 23,14 \text{ MPa}$$

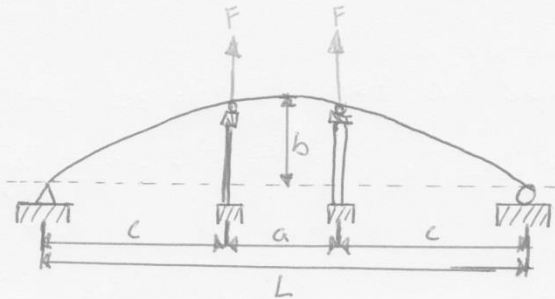
$$\text{Säkerhetsfaktor} = \frac{(310 \cdot 0,6)}{23,14} = 8,04$$

310 är ett empiriskt medelvärde för materialets sträckgäns.

Figur A2.2. Manuella beräkningar av axlarnas säkerhetsfaktor.

Appendix II. Hållfasthetsberäkningar.

Utböjning av borrstäng



$$b = \frac{F \cdot c \cdot (3L^2 - 4c^2)}{24EI}$$

Fall 1: $F = 2,86 \text{ kN}$ $c = 1 \text{ m}$ $L = 3,6 \text{ m}$ $I = 111391 \cdot 10^{-12}$

$$b = \frac{2860 \cdot 1 \cdot (3 \cdot 3,6^2 - 4 \cdot 1^2)}{24 \cdot 200 \cdot 10^9 \cdot 111391 \cdot 10^{-12}} = 0,1865 \text{ m}$$

Fall 2: $F = 2,86 \text{ kN}$ $c = 2,17 \text{ m}$ $L = 6,5 \text{ m}$ $I = 111391 \cdot 10^{-12}$

$$b = \frac{2860 \cdot 1 \cdot (3 \cdot 6,5^2 - 4 \cdot 2,17^2)}{24 \cdot 200 \cdot 10^9 \cdot 111391 \cdot 10^{-12}} = 0,5772 \text{ m}$$

Fall 3:

Fall 4:

Efter undersökning av alla fall som kunden bifogat hittades den största utböjningen till 57,72cm. Detta gav en radie på 1994mm efter undersökning i Inventor.

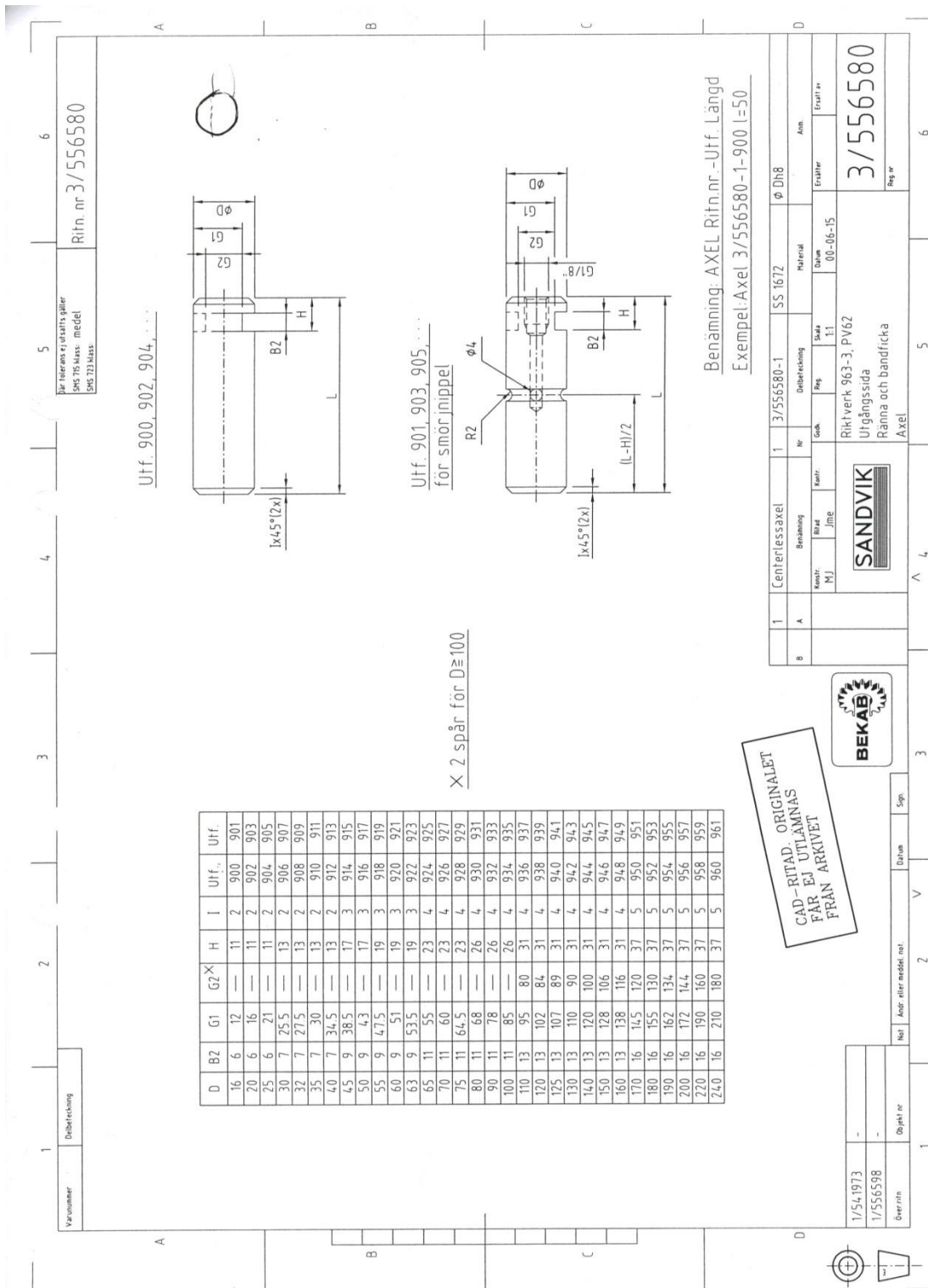
Figur A2.3. Manuella beräkningar av borrstångens utböjning.

Appendix III. Standard och formler

<p>BÖJNING Raka balkar med konstant tvärsnitt Sammanfattning</p> <p>Stödreaktioner A och B. Positiva uppåt. Momentfunktioner. Positiv rikt. nedåt. Elastiska linjens ekv. Pos. rikt. nedåt. Utböjningar i. Vinkeländringar φ (rad/avsnitt)</p> <p>Statiskt bestämda belastningsfall.</p> <p>Moment M_a Konsolbalk $B = 0$</p> $M = -M_a(\text{konst.})$ $y = \frac{M_a}{2EI} x^2$ $f = \frac{M_a L^2}{2EI}$ $\varphi_a = \frac{M_a L}{EI}$	<p>1</p> $M = F$ $M = -F(L-x)$ $M_{\text{max}} = -FL$ $f = \frac{FL^3}{3EI}$ $\varphi_a = \frac{FL^2}{2EI}$	<p>2</p> $B = F$ $M = -F(L-x)$ $M_{\text{max}} = -FL$ $f = \frac{FL^3}{3EI}$ $\varphi_a = \frac{FL^2}{2EI}$	<p>3</p> $Q = qL \quad B = Q$ $M = -\frac{QL}{2}(1-\frac{x}{L})^2$ $M_{\text{max}} = -\frac{QL^2}{2}$ $f = \frac{QL^3}{8EI}$ $\varphi_a = \frac{QL^2}{6EI}$	<p>4</p> $Q = \frac{qL}{2} \quad B = Q$ $M = -\frac{QL}{3}(1-\frac{x}{L})^3$ $M_{\text{max}} = -\frac{QL^2}{3}$ $f = \frac{QL^3}{15EI}$ $\varphi_a = \frac{QL^2}{12EI}$ $y = \frac{QL^3}{6EI}(\frac{x^2}{L^2} - \frac{x^3}{6L} + \frac{x^4}{12L^2} - \frac{x^5}{60L^3})$	<p>5</p> <p>Punktlast på mitten.</p> $A = B = \frac{F}{2}$ $M = \frac{FL}{2}$ $M_{\text{max}} = \frac{FL}{4}$ $f = \frac{FL^3}{48EI}$ $\varphi_a = \frac{FL^2}{16EI}$	<p>6</p> <p>Punktlast F, E, i på mitten</p> $A = F \frac{L}{2} \quad B = F \frac{L}{2}$ $M_a = F \frac{L}{2} x_a$ $M_b = F \frac{L}{2} x_b$ $M_{\text{max}} = F \frac{ab}{2L}$ $f = \frac{F a^2 b^2}{3EIL}$ $\varphi_a = \frac{F ab(L+ab)}{6EIL}$ $\varphi_b = \frac{F ab(L-ab)}{6EIL}$	<p>7</p> <p>Punktlast på överkragande balkdel.</p> $A = F \frac{b}{L} \quad B = -F \frac{a}{L}$ $M_{\text{max}} = -F a$ $f = \frac{F a^2 b}{3EI}$ $\varphi_a = \frac{F a L}{3EI}$ $\varphi_b = \frac{F a L}{6EI}$	<p>8</p> <p>Punktlaster på två överkragande balkdelar.</p> $A = B = F$ $M_{\text{max}} = -F c$ $f = \frac{F c L^2}{8EI}$ $\varphi_a = \frac{F c L}{2EI}$ $\varphi_c = \frac{F c(L+c)}{2EI}$
<p>BÖJNING Raka balkar med konstant tvärsnitt Sammanfattning</p> <p>Två punktlaster F</p> $A = B = F$ $M_{\text{max}} = F c$ $f = \frac{F c^2(6L-4c)}{6EI}$ $\varphi_a = \frac{F c c}{2EI}$ $\varphi_c = \frac{F c c}{2EI}$	<p>9</p> $f_{\text{max}} = \frac{F c(3L^2 - 4c^2)}{24EI}$	<p>10</p> <p>Jämnt fördelad last $Q = qL$</p> $A = B = \frac{Q}{2}$ $M = \frac{Qx(L-x)}{2}$ $M_{\text{max}} = \frac{QL^2}{8}$ $f = \frac{5QL^3}{384EI}$ $\varphi = \frac{QL^2}{24EI}$	<p>11</p> <p>Fördelad last. Triangelast $Q = \frac{qL}{2}$</p> $A = \frac{Q}{3} \quad B = \frac{2}{3}Q$ $M = \frac{Qx(L^2-x^2)}{3L^2}$ $M_{\text{max}} = \frac{2QL}{9\sqrt{3}}$ <p>för $x = L/\sqrt{3}$</p> $y = \frac{QL^3}{180EI}(\frac{7x}{L} - \frac{10x^3}{L^3} + \frac{3x^5}{L^5})$ <p>f_{max} för $\frac{x}{L} = 0,5193$</p>	<p>12</p> <p>Traplast $Q = Q$ M_{max} ligger mellan 0,125 och 0,128 gånger QL</p> <p>f_{max} ligger mellan 0,01302 och 0,01304 gånger $\frac{QL^3}{EI}$</p> <p>som utgör moment och nedböjningar vid belastningsfallen 10 och 11 ovan.</p>				
<p>Fördelad last $Q = \frac{qL}{2}$</p> $A = B = \frac{Q}{2}$ $M = Qx(\frac{L}{2} - \frac{x^2}{3L^2})$ $M_{\text{max}} = \frac{QL^2}{6}$ $f = \frac{QL^3}{60EI}$	<p>13</p> <p>Jämnt fördelad last Överkragande vid båda stöden.</p> $A = B = q(\frac{L}{2} + a)$ $M_s = -qa^2$ $M_m = q(\frac{L^2}{8} - 4a^2)$ $\varphi_a = qL \frac{L^2 - 6a^2}{24EI}$ $\varphi_m = qL^2 \frac{5L^2 - 24a^2}{384EI}$ $f_m = qa \frac{L^3 - 6a^2L - 3a^3}{24EI}$	<p>14</p> <p>Jämnt fördelad last Överkragande vid båda stöden.</p> $A = B = q(\frac{L}{2} + a)$ $M_s = -qa^2$ $M_m = q(\frac{L^2}{8} - 4a^2)$ $\varphi_a = qL \frac{L^2 - 6a^2}{24EI}$ $\varphi_m = qL^2 \frac{5L^2 - 24a^2}{384EI}$ $f_m = qa \frac{L^3 - 6a^2L - 3a^3}{24EI}$	<p>15</p> <p>Moment M_a</p> $A = \frac{M_a}{L} \quad B = -\frac{M_a}{L}$ $M = -\frac{M_a x}{L}$ $f_{\text{max}} = \frac{M_a L^2}{9\sqrt{3}EI}$ $\varphi_a = \frac{M_a L}{3EI}$ $\varphi_b = \frac{M_a L}{6EI}$	<p>16</p> <p>Utböjning för en konisk störrörsmast</p> $f = \frac{FL^3}{3E(I_u R_u - I_u^2) r_u}$ <p>I_u = tröghetsmoment nedtill för R_u.</p> <p>I_i = tröghetsmoment nedtill för r_u.</p>				

Figur A3.1. utdrag ur Björk, K. Formler och tabeller för mekanisk konstruktion. 5:e upplagan. Karl Björks förlag HB.

Appendix III. Standard och formler.



Figur A3.2. Utdrag ur kundens standard för dimensionering av smörjkanal.

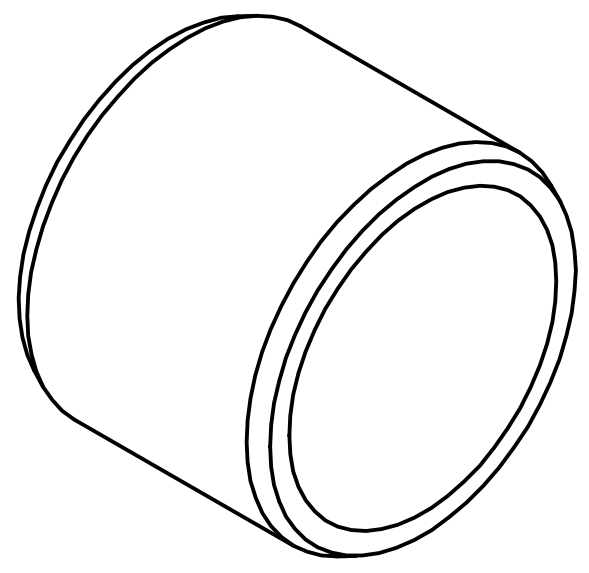
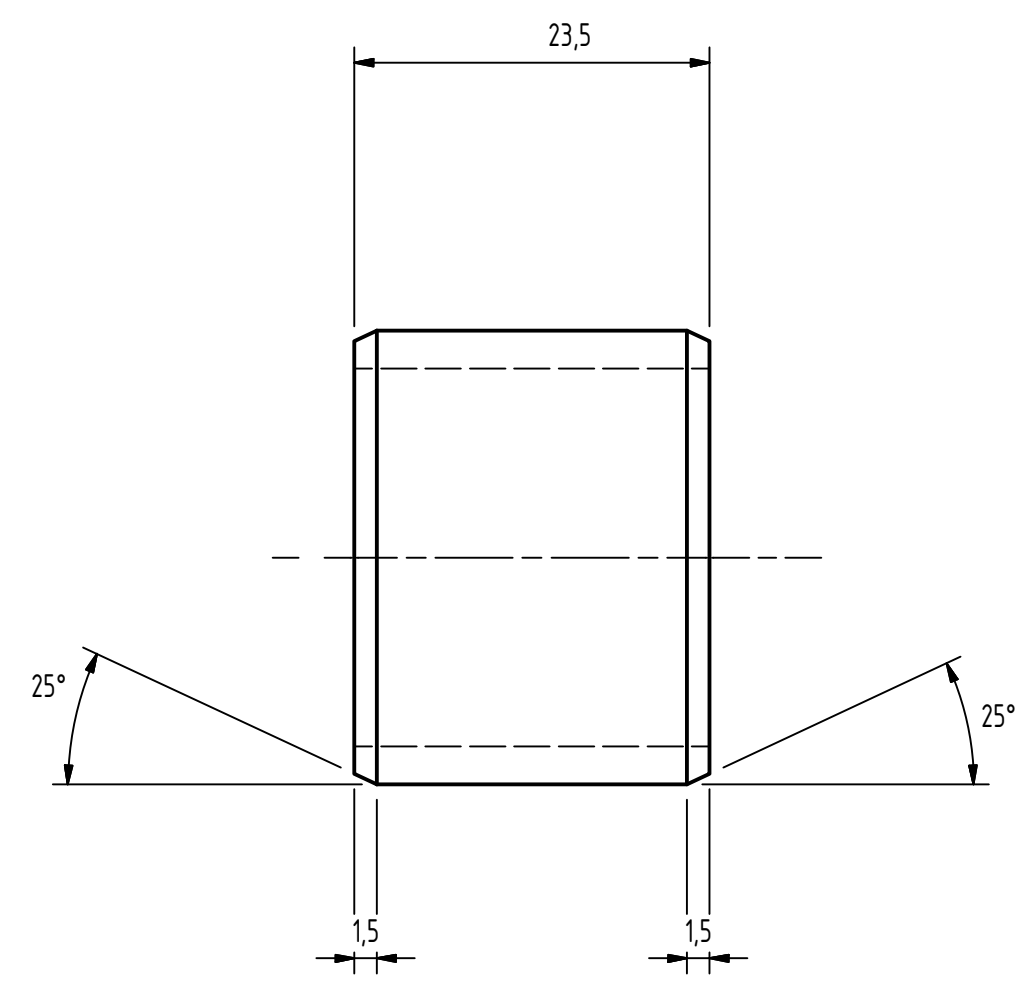
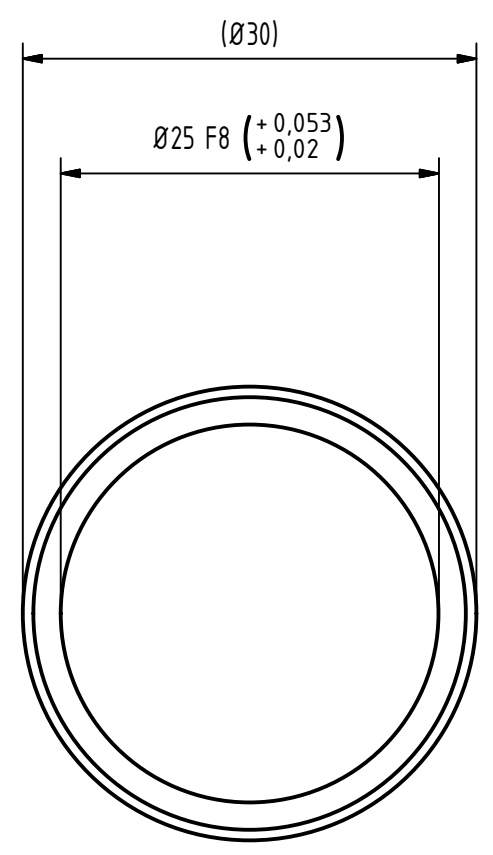
Appendix III. Konstruktionsritningar.

På efterföljande sida följer ritningar på alla de komponenterna som har konstruerats under arbetet.

1
Varunummer
Delbeteckning

5
Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

6
Ritn. nr **11**

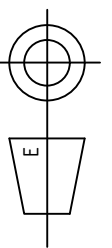


Skarpa kanter brutna 3,2

		Rör	1	S355J2H		Ø30x2,6x25	
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning	
				Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.
					Datum	Skala	Främmande ritnr.
					2014-03-06	2:1	
				Axeldistans 25mm		11	
Överordn. ritning		Överordn. objekt nr					



Överordn. ritning
Överordn. objekt nr
Not
Ändring eller meddelande not.
Datum
Sign.



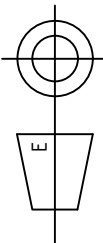
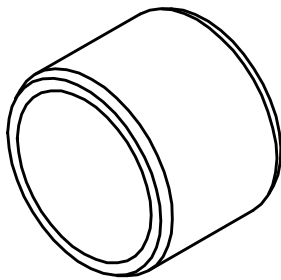
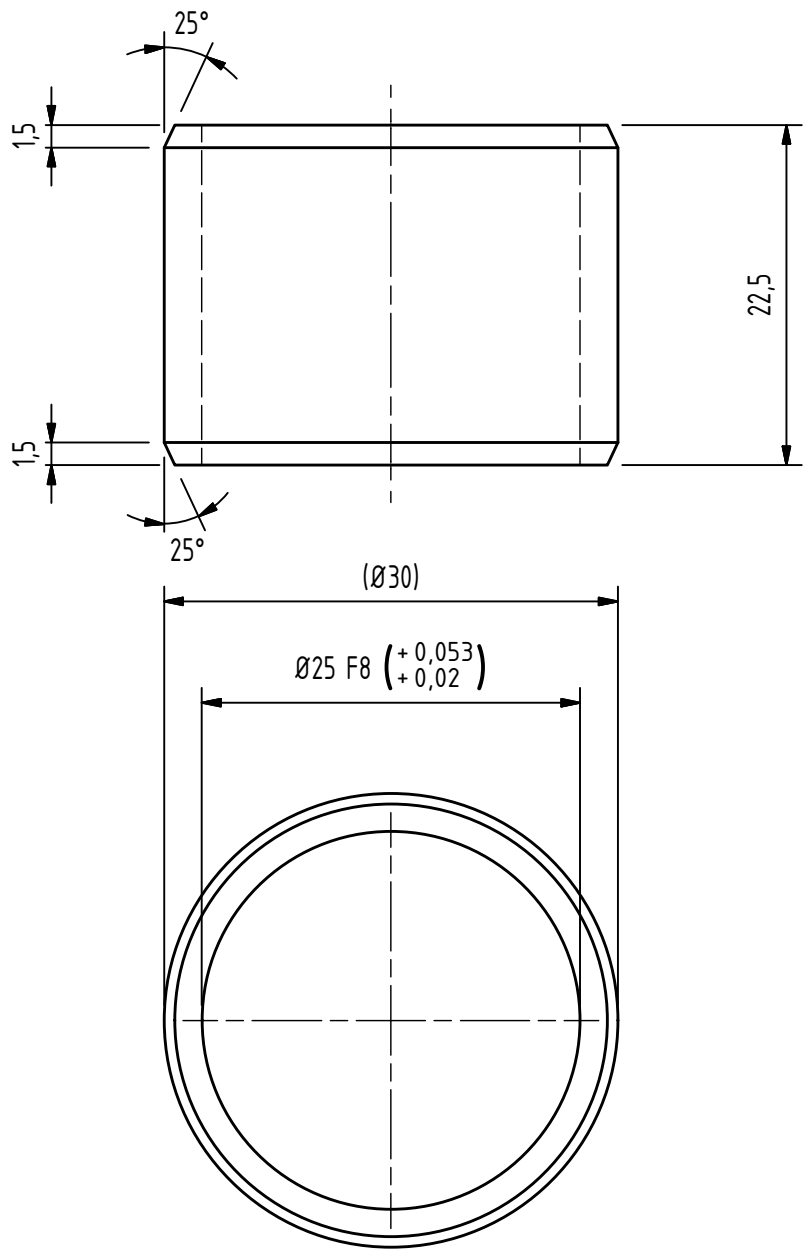
A
B
C
D

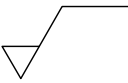
A
B
C
D

1 2 V 3 4 5 6

Överordn. ritning	Överordn. objekt nr	Not	Ändring eller meddelande not.	Datum	Sign.
-------------------	---------------------	-----	-------------------------------	-------	-------

Delbeteckning	
Varunummer	



Skarpa kanter brutna  3.2

Där tolerans ej utsatts gäller		Rör		1	S355J2H		Ø30x2,6x25
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning	
		Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum	Skala
						2014-04-25	2:1
						Främmande ritnr.	
Axeldistans					9		
					Ersätter	Ersatt av	A4

SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

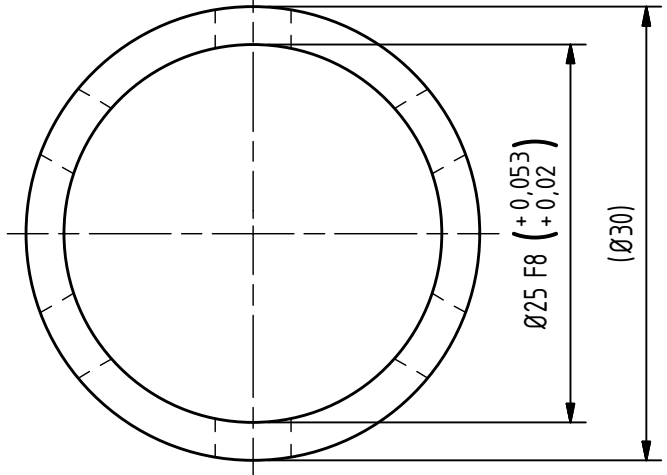
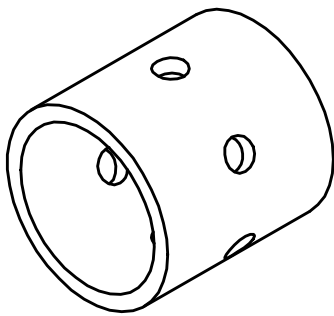
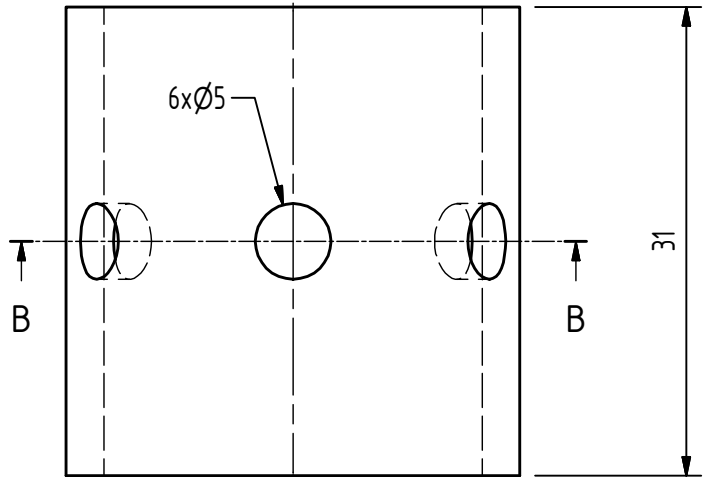
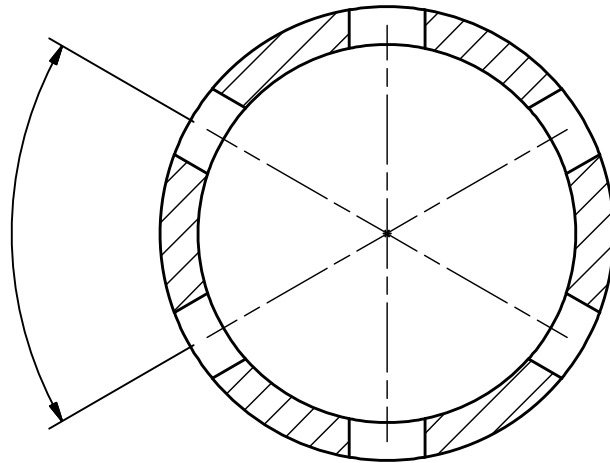
Överordn. ritning	Överordn. objekt nr	Not	Ändring eller meddelande not.	Datum	Sign.
-------------------	---------------------	-----	-------------------------------	-------	-------

Delbeteckning

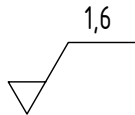
Varunummer

B-B (2 : 1)

60° Jämn fördelning



Skarpa kanter brutna

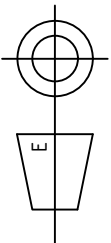
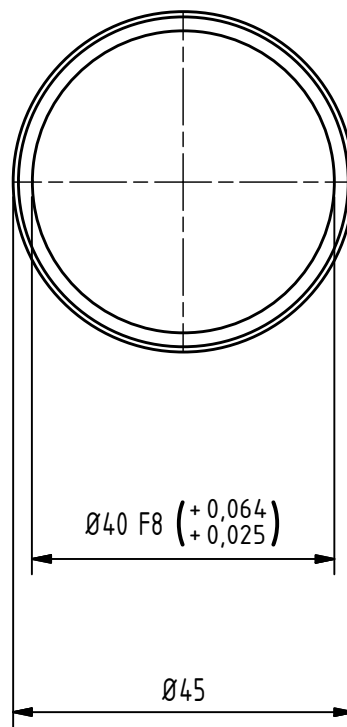
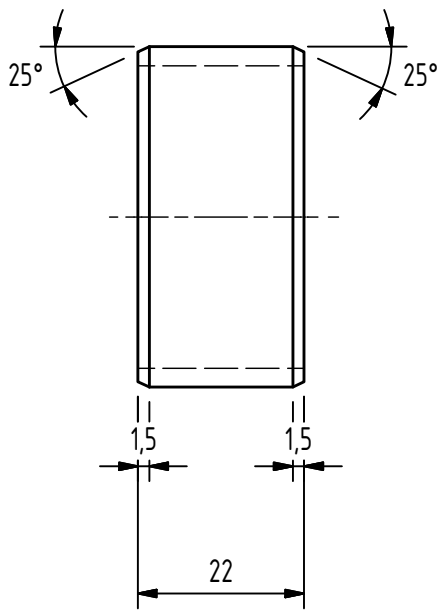


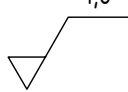
Där tolerans ej utsatts gäller		Rör		1	S355J2H		Ø30x2,6x35		
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning			
		Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum	Skala	Främmande ritnr.	
						2014-04-25	2:1		
Axeldistans					12		Ersätter	Ersatt av	A4

SS-ISO 2768-1: Medel

SS-EN ISO 13920: B

Delbeteckning	Överordn. ritning	Överordn. objekt nr	Not	Ändring eller meddelande not.	Datum	Sign.
	Varunummer					

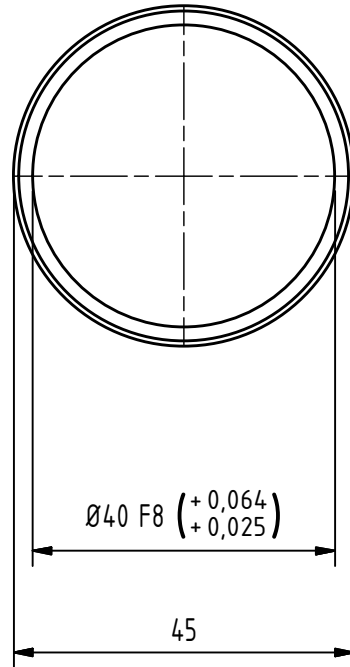
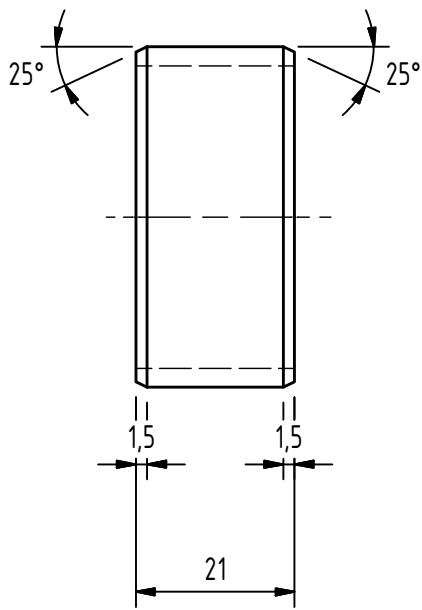


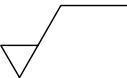
Skarpa kanter brutna  1,6

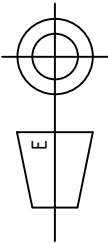
Där tolerans ej utsatts gäller		Rör		1	S355JR		Ø48,3x4,5x25		
B	A	Benämning		Nr	Delbeteckning		Material		Anmärkning
		Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum	Skala	Främmande ritnr.	
						2014-04-25	1:1		
Axeldistans					22				
					Ersätter		Ersatt av		A4

SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

Delbeteckning	Överordn. ritning	Överordn. objekt nr	Not	Ändring eller meddelande not.	Datum	Sign.
	Varunummer					



Skarpa kanter brutna  1,6

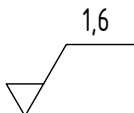
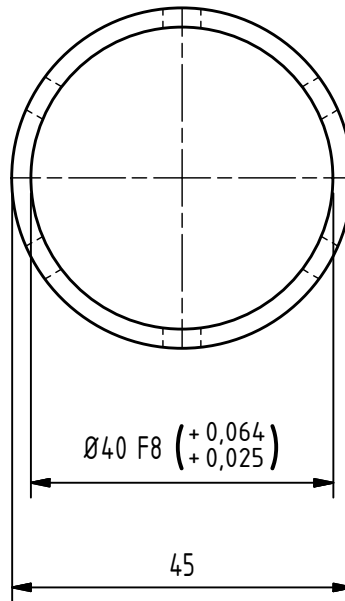
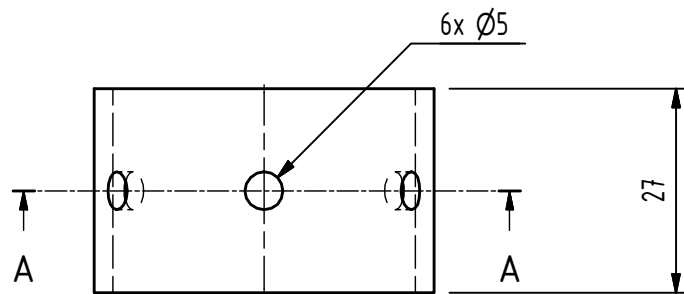
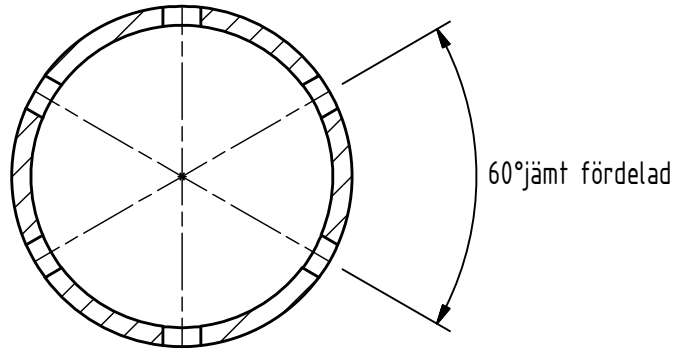


Där tolerans ej utsatts gäller SS-ISO 2768-1: Medel SS-EN ISO 13920: B	Rör		1	S355JR		Ø48,3x4,5x25			
	B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning		
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum 2014-04-25	Skala 1:1	Främmande ritnr.
	Axeldistans					23		Ersätter	Ersatt av

Överordn. ritning	Överordn. objekt nr	Not	Ändring eller meddelande not.	Datum	Sign.
-------------------	---------------------	-----	-------------------------------	-------	-------

Delbeteckning	
Varunummer	

A-A (1 : 1)



Skarpa kanter brutna

Där tolerans ej utsatts gäller		Rör		1	S355JR	Ø48,3x4,5x30
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning
		Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum
						2014-04-25
					Skala	Främmande ritnr.
					1:1	
Axeldistans					24	
					Ersätter	Ersatt av
						A4

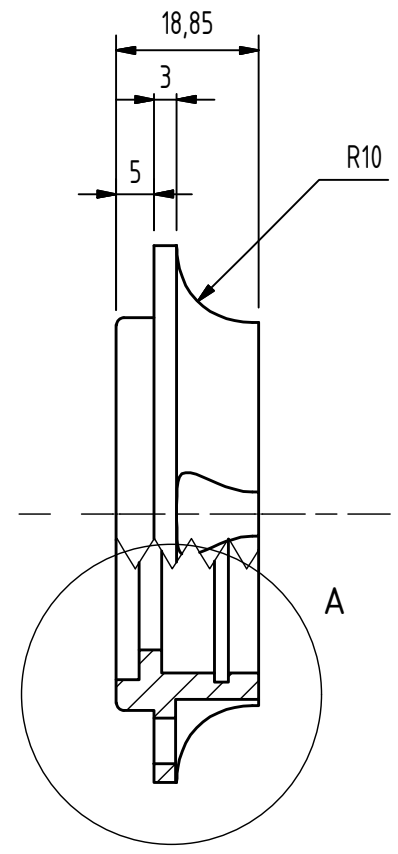
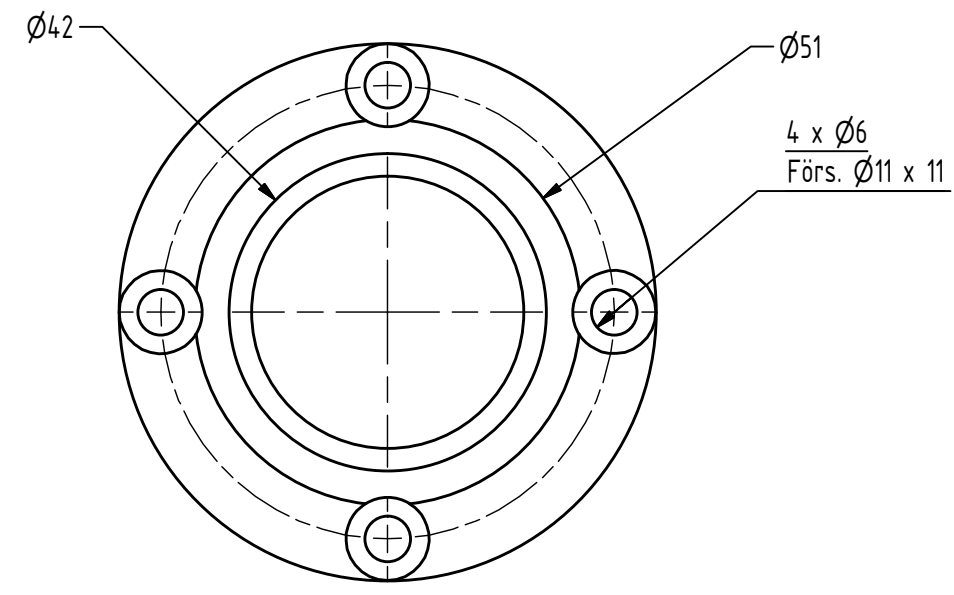
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

1
Varunummer

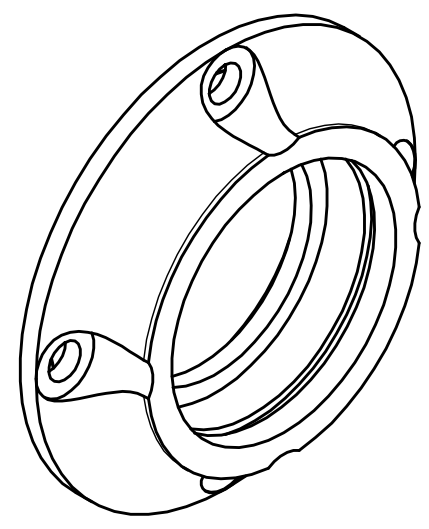
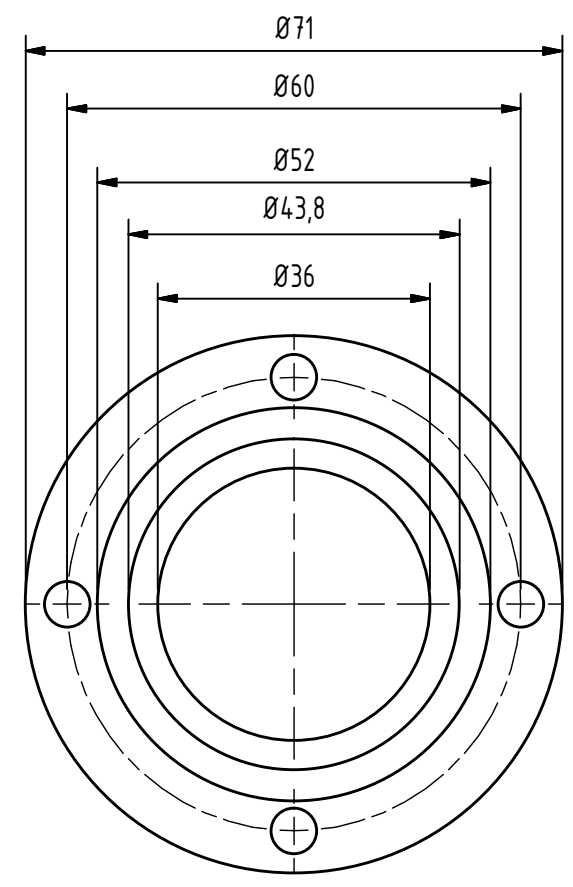
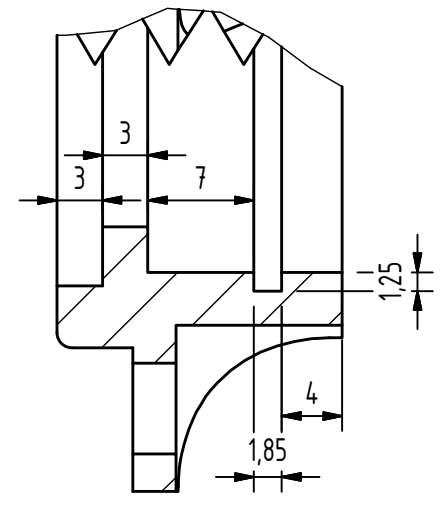
2
Delbeteckning

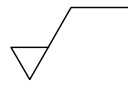
5
Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

6
Ritn. nr 6



A (2 : 1)



Skarpa kanter brutna  1.6

		Stång	1	S355JR		75x20	
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning	
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum
							2014-04-24
						Skala	Främmande ritnr.
						1.1	
					6		
Tätninglock					Ersätter	Ersatt av	A3



Överordn. ritning

Överordn. objekt nr

Not

Ändring eller meddelande not.

Datum

Sign.

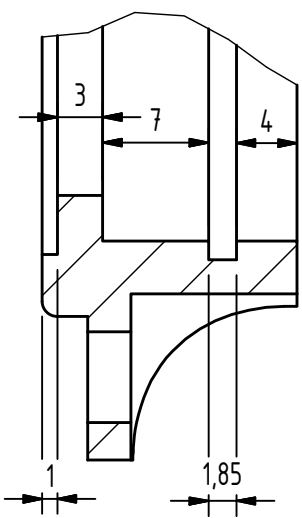
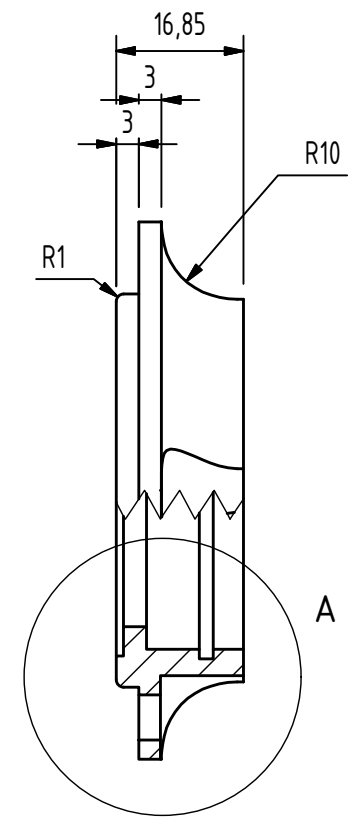
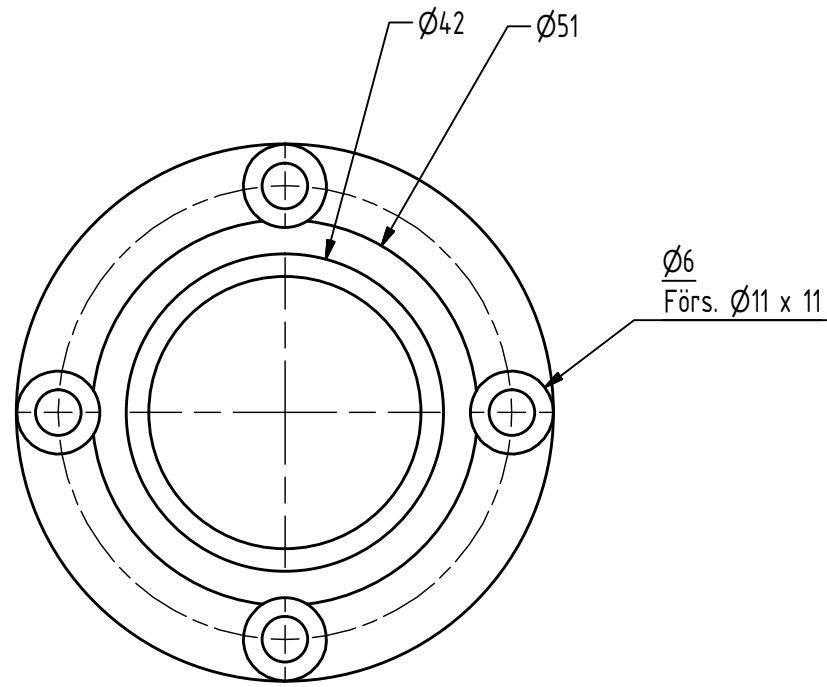
1 2 V 3 4 5 6

1
Varunummer

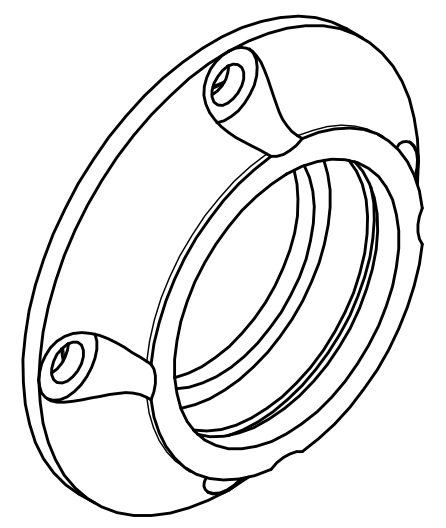
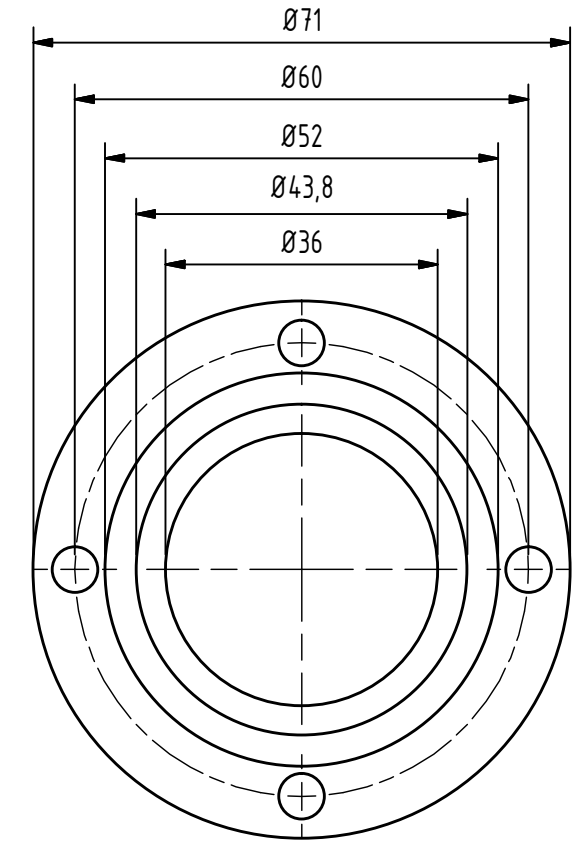
2
Delbeteckning


5
Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

6
Ritn. nr **8**



A (2 : 1)



Skarpa kanter brutna  16

Stång		1	S355JR		Ø75x18	
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.
					Datum	Skala
					2014-04-25	1:1
						Främmande ritnr.
Tätningshållare					8	
				A3		



Överordn. ritning 1

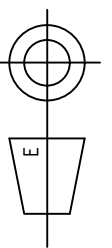
Överordn. objekt nr 2 V

Not

Ändring eller meddelande not.

Datum

Sign.

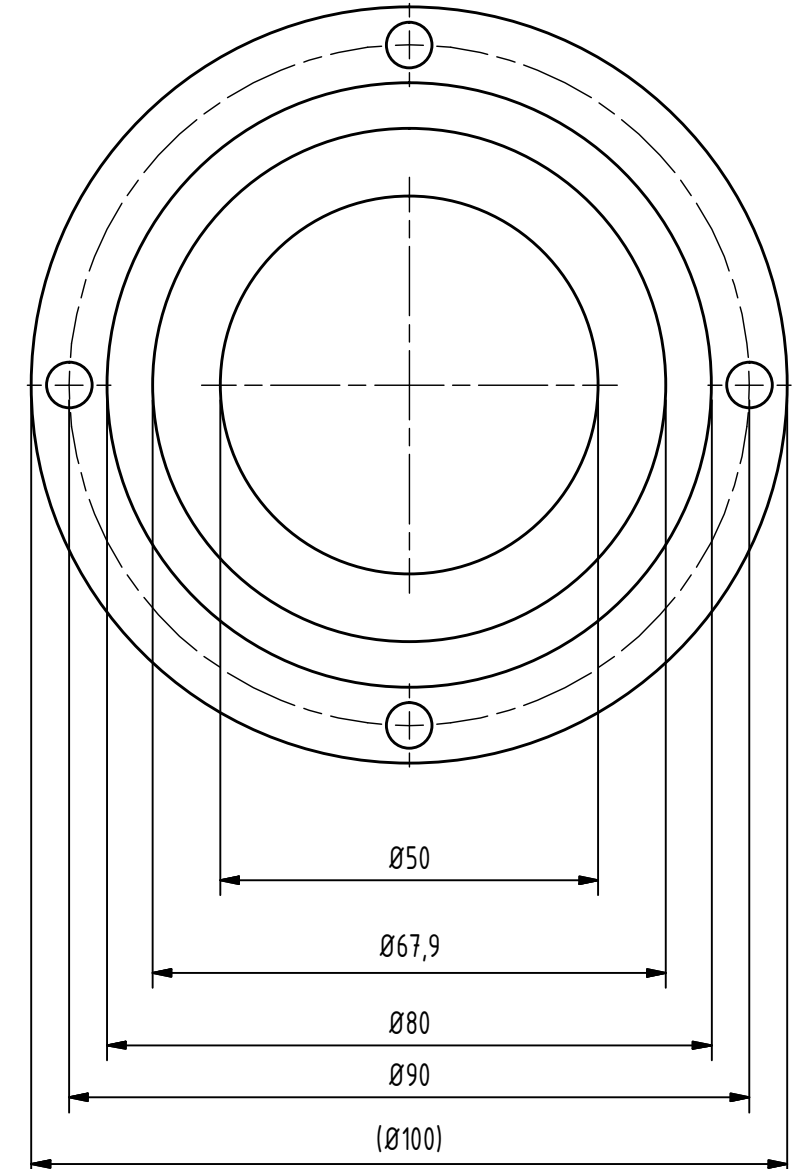
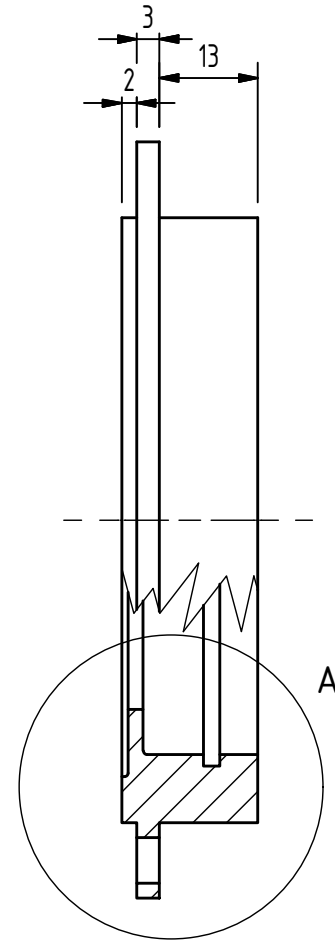
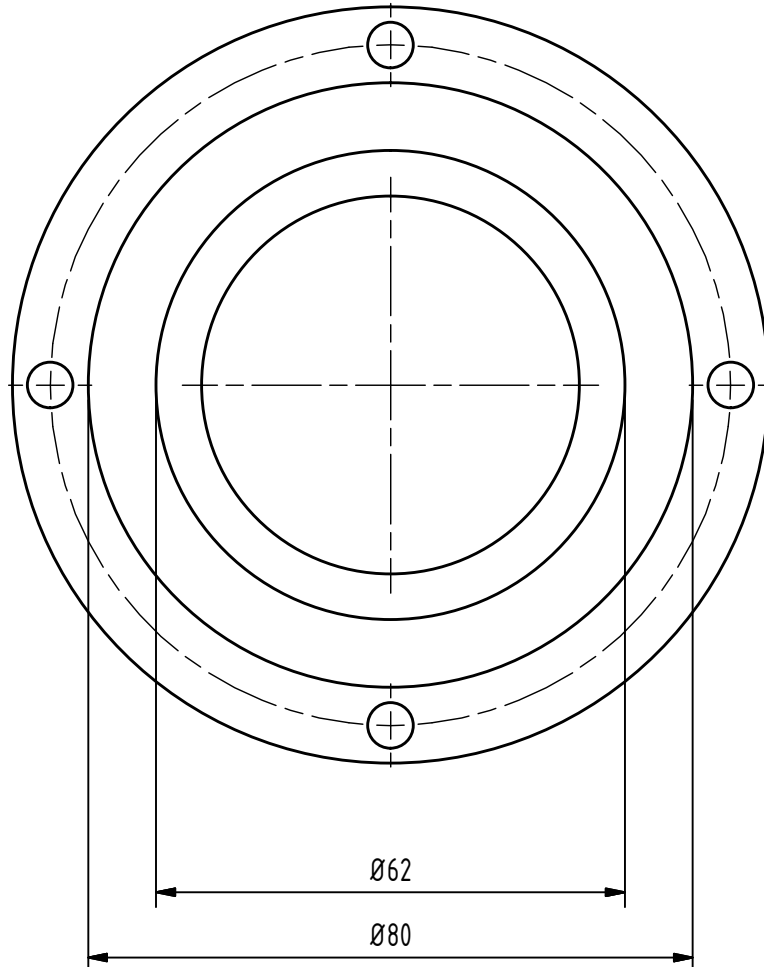


1
Varunummer

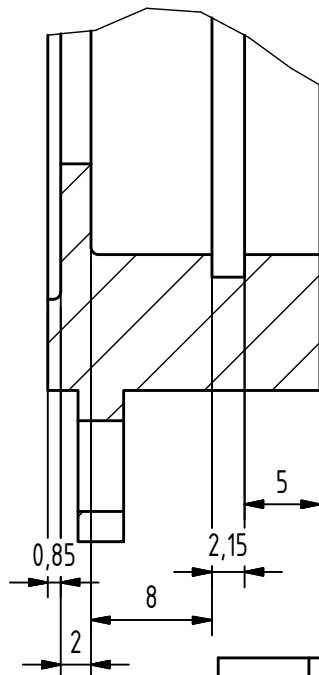
2
Delbeteckning

Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

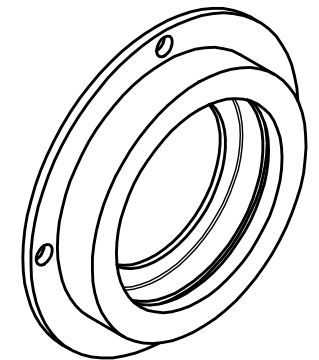
6
Ritn. nr **21**



A (2 : 1)



Skarpa kanter brutna



Stång		1	S355JR		Ø100x25	
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.
			Datum		Skala	Främmande ritnr.
			2014-04-25			
Tätningshållare					21	
					Ersätter	Ersatt av
						A3



Överordn. ritning

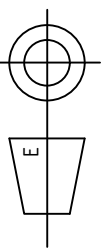
Överordn. objekt nr

Not

Ändring eller meddelande not.

Datum

Sign.



1 2 3 4 5 6

A

B

C

D

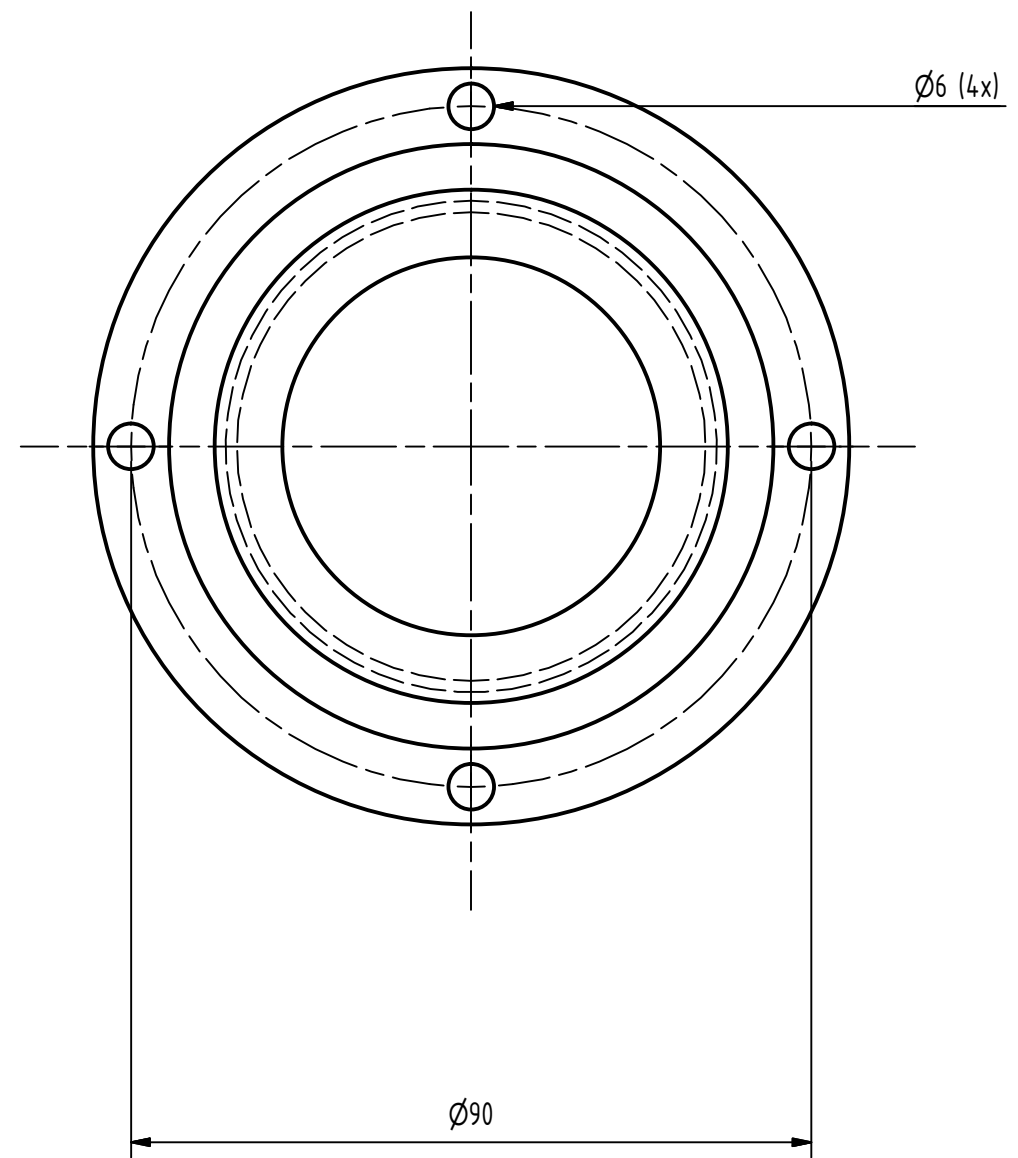
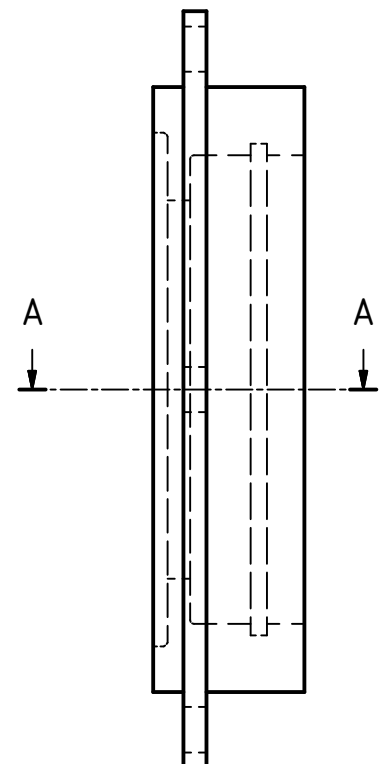
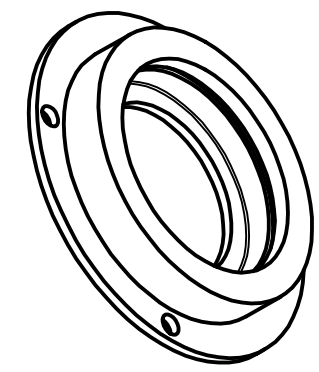
E

1
Varunummer

2
Delbeteckning

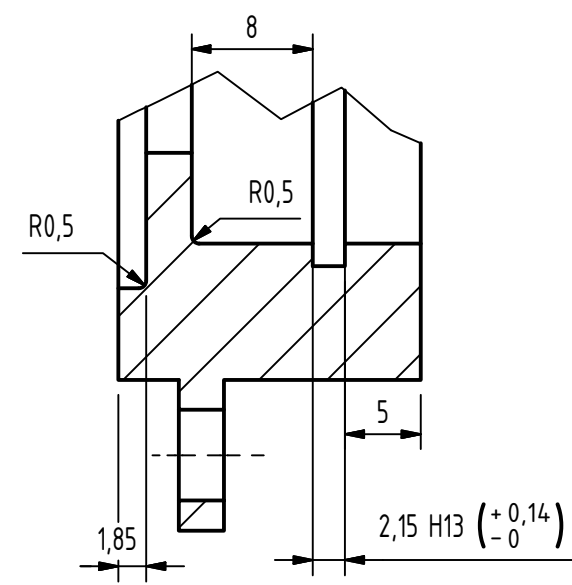
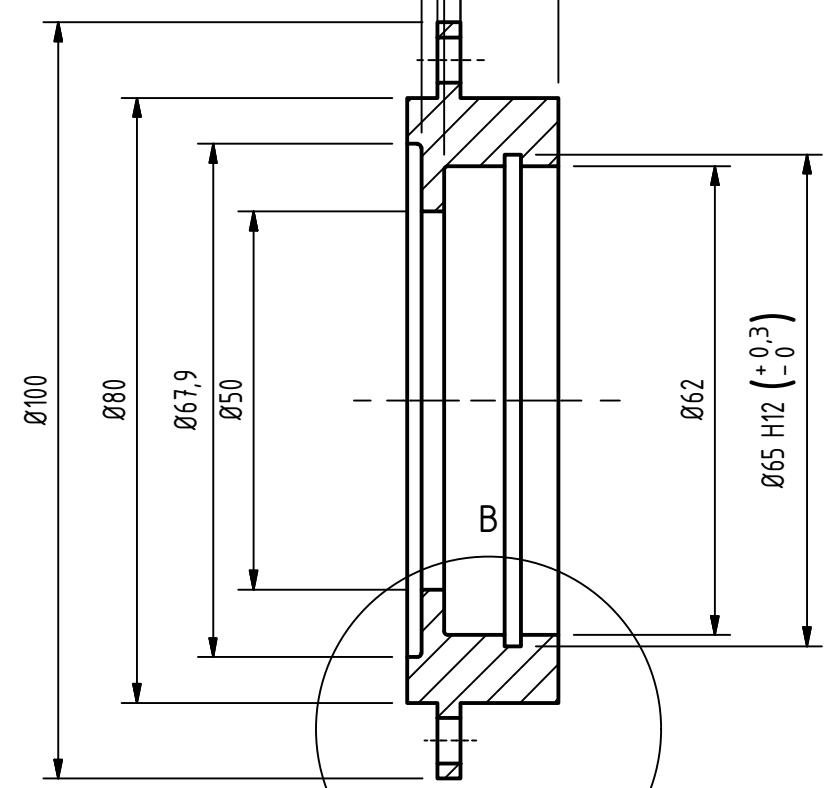
Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

6
Ritn. nr **3**



A-A (1 : 1)

B (2 : 1)



Skarpa kanter brutna 3,2

Tätningshållare		1	S235JR		Ø100x25
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material
			Konstr.	Ritad	Godk.
			Reg.	Datum	Skala
				2014-03-07	1:1
					Främmande ritnr.



Tätningshållare			3	
Ersätter			Ersatt av	A3

Överordn. ritning 1

Överordn. objekt nr 2 V

Not

Ändring eller meddelande not.

Datum

Sign.

3

Λ 4

5

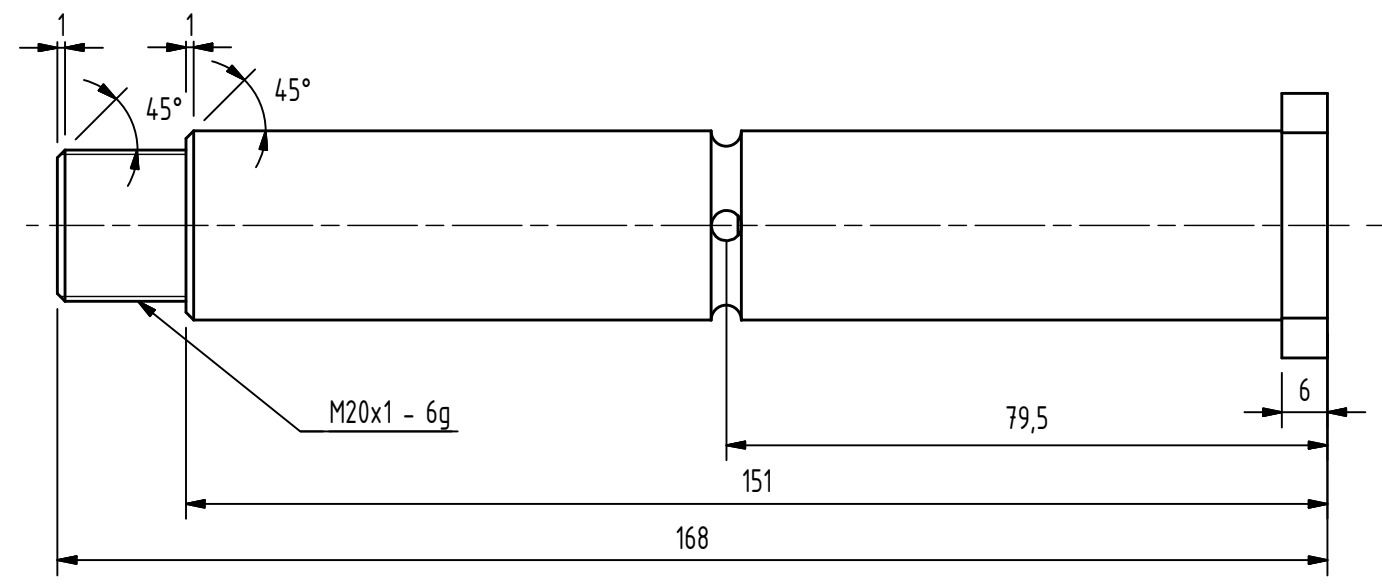
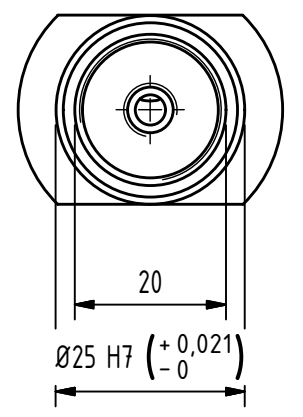
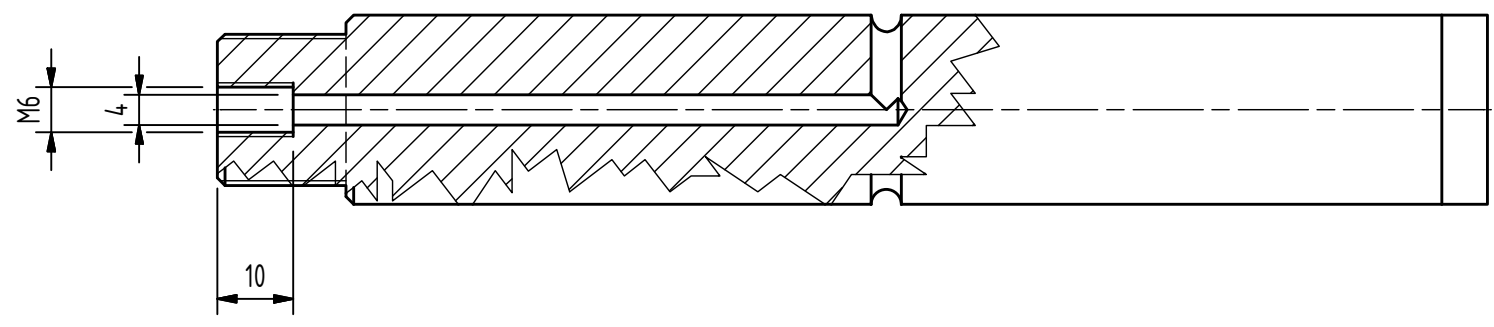
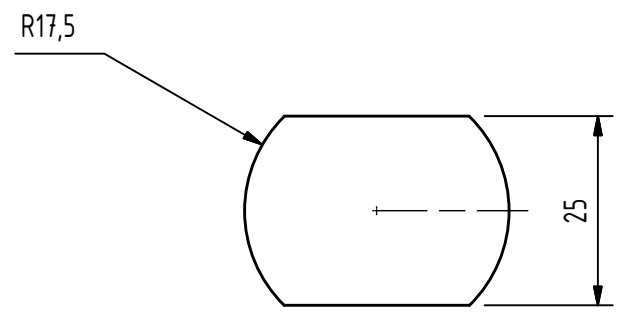
6


1
Varunummer

2
Delbeteckning

5
Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

6
Ritn. nr **10**



Skarpa kanter brutna  1,6

		1		S355JR			
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning	
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum
							2014-04-25
							Skala 1:1
							Främmande ritnr.
						10	
Axel						Ersätter	Ersatt av
						A3	



Överordn. ritning

Överordn. objekt nr

Not

Ändring eller meddelande not.

Datum

Sign.

1

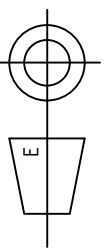
2 V

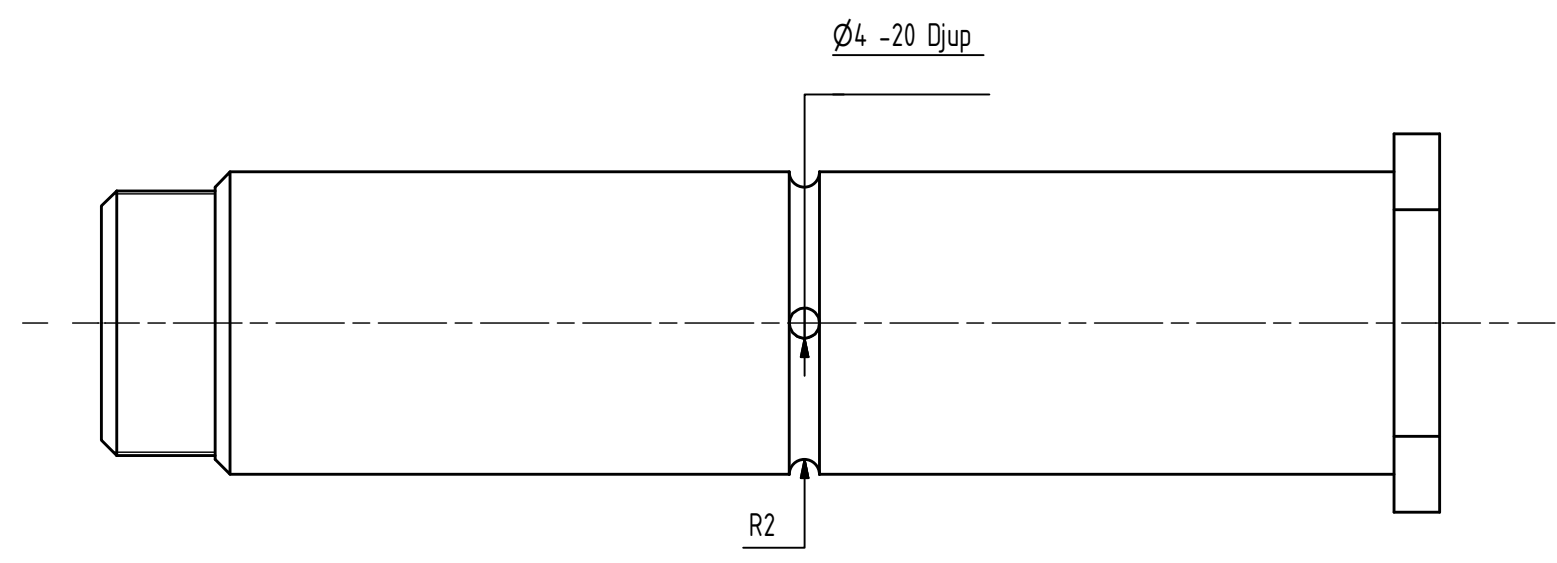
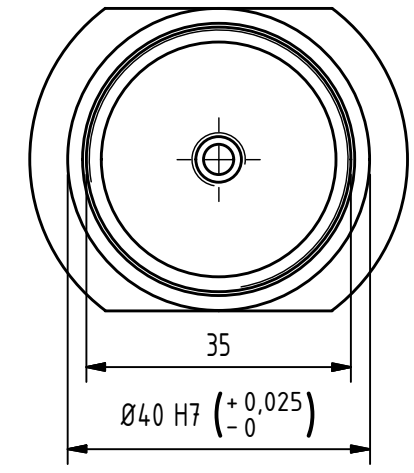
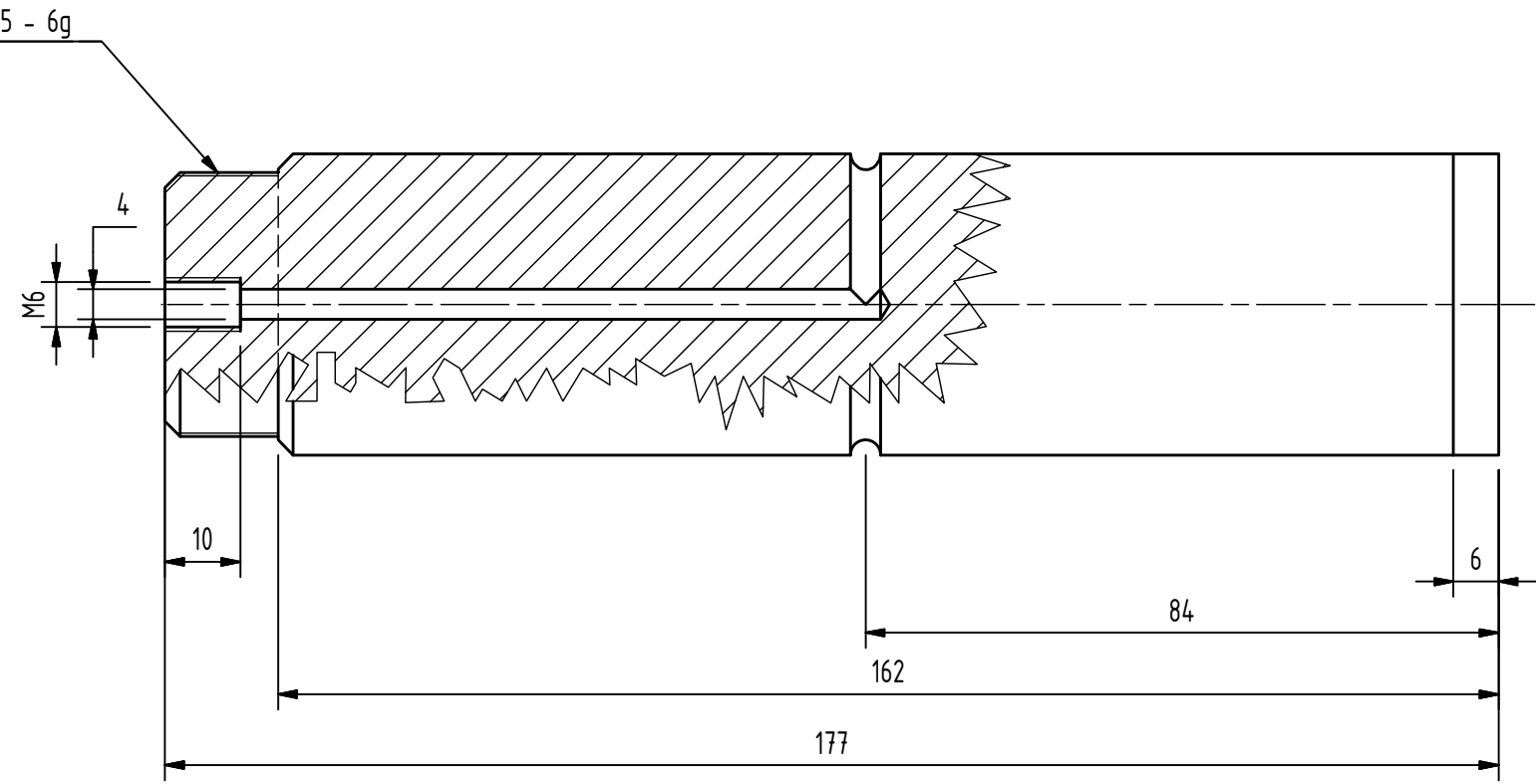
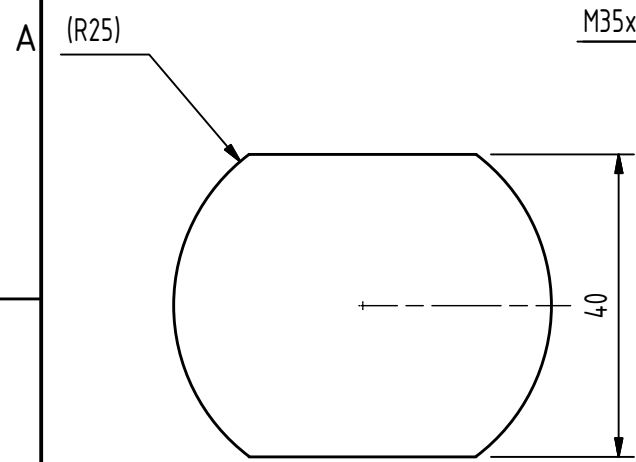
3

Λ 4

5

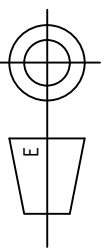
6





Skarpa kanter brutna 1,6

		Stång	1	Generic		Ø50x180	
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning	
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum
						2014-04-25	Skala 1:1
					26		Främmande ritnr.
			Axel		Ersätter	Ersatt av	A3



1
Varunummer
Delbeteckning

2

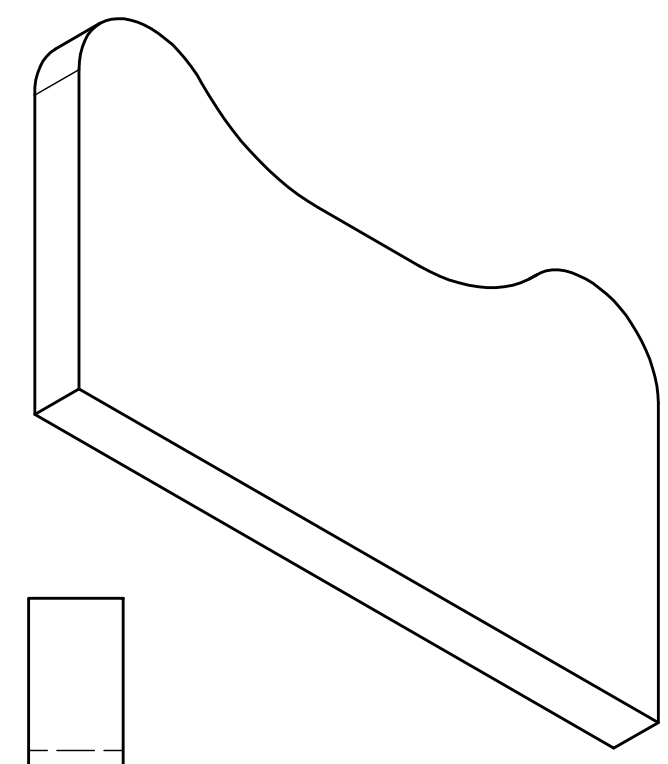
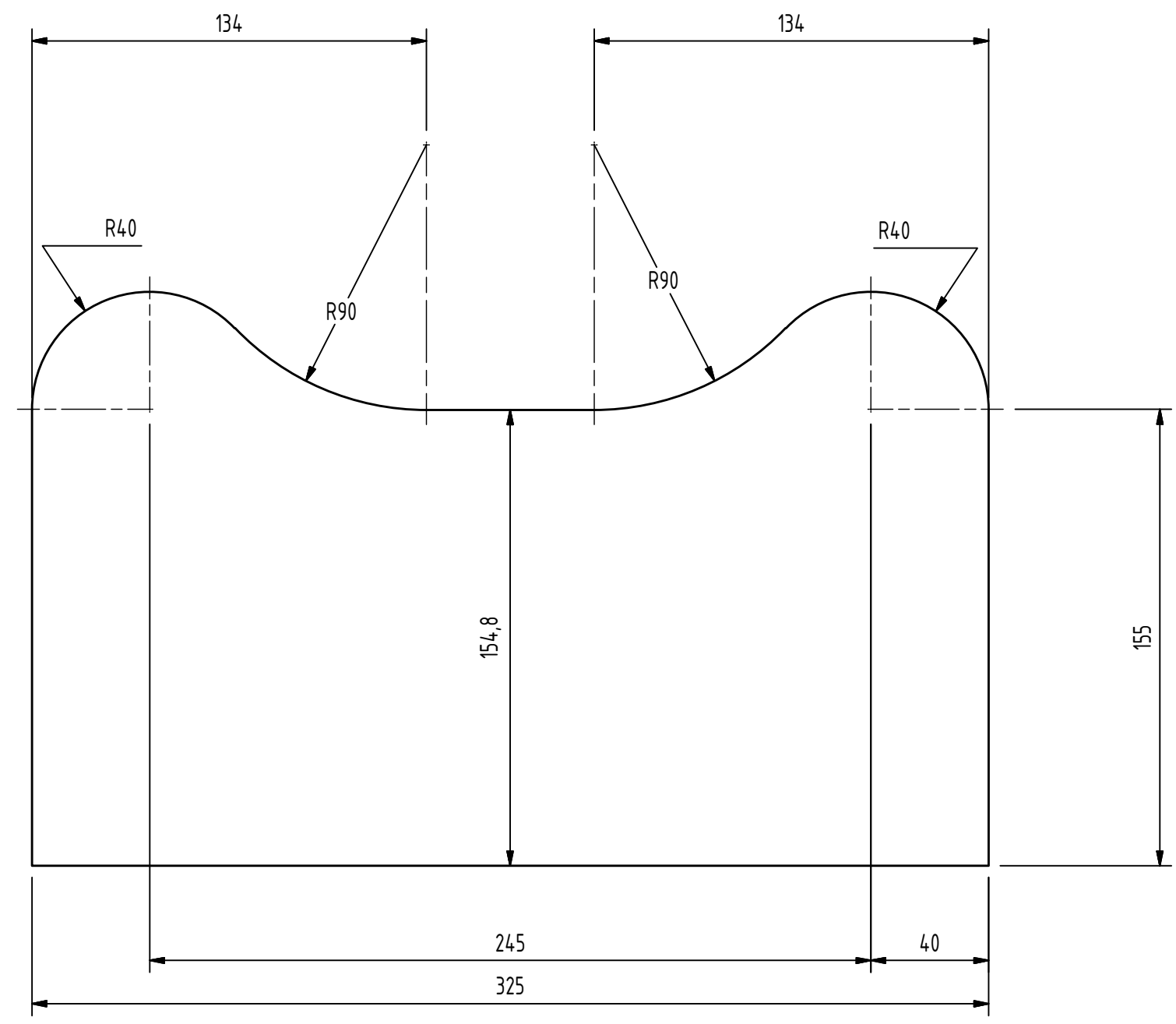
3

4

5
Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

6
Ritn. nr 1

A
B
C
D

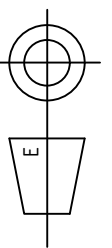


Skarpa kanter brutna $\sqrt{3.2}$

		Plåt	1	Ritning 1	S355J2+N	325x195x25
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.
					Datum	Skala
					2014-04-24	1:2
						Främmande ritnr.
						1
						Ersätter
						Ersatt av
						A3



Överordn. ritning
Överordn. objekt nr
Not
Ändring eller meddelande not.
Datum
Sign.



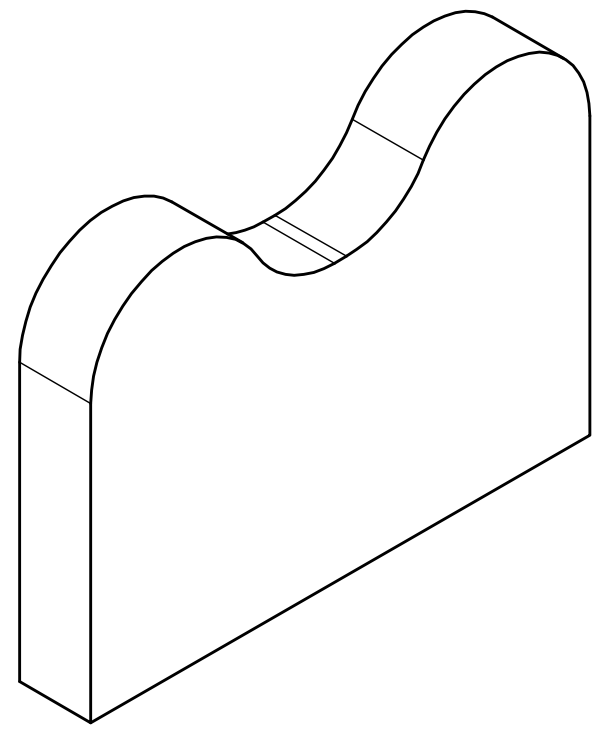
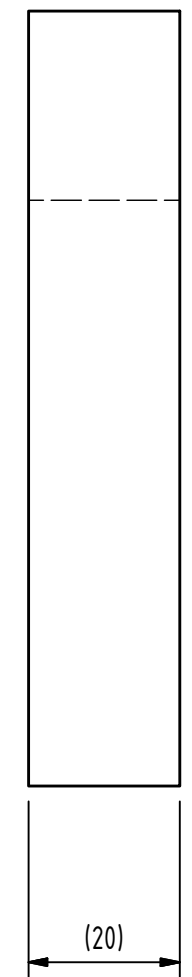
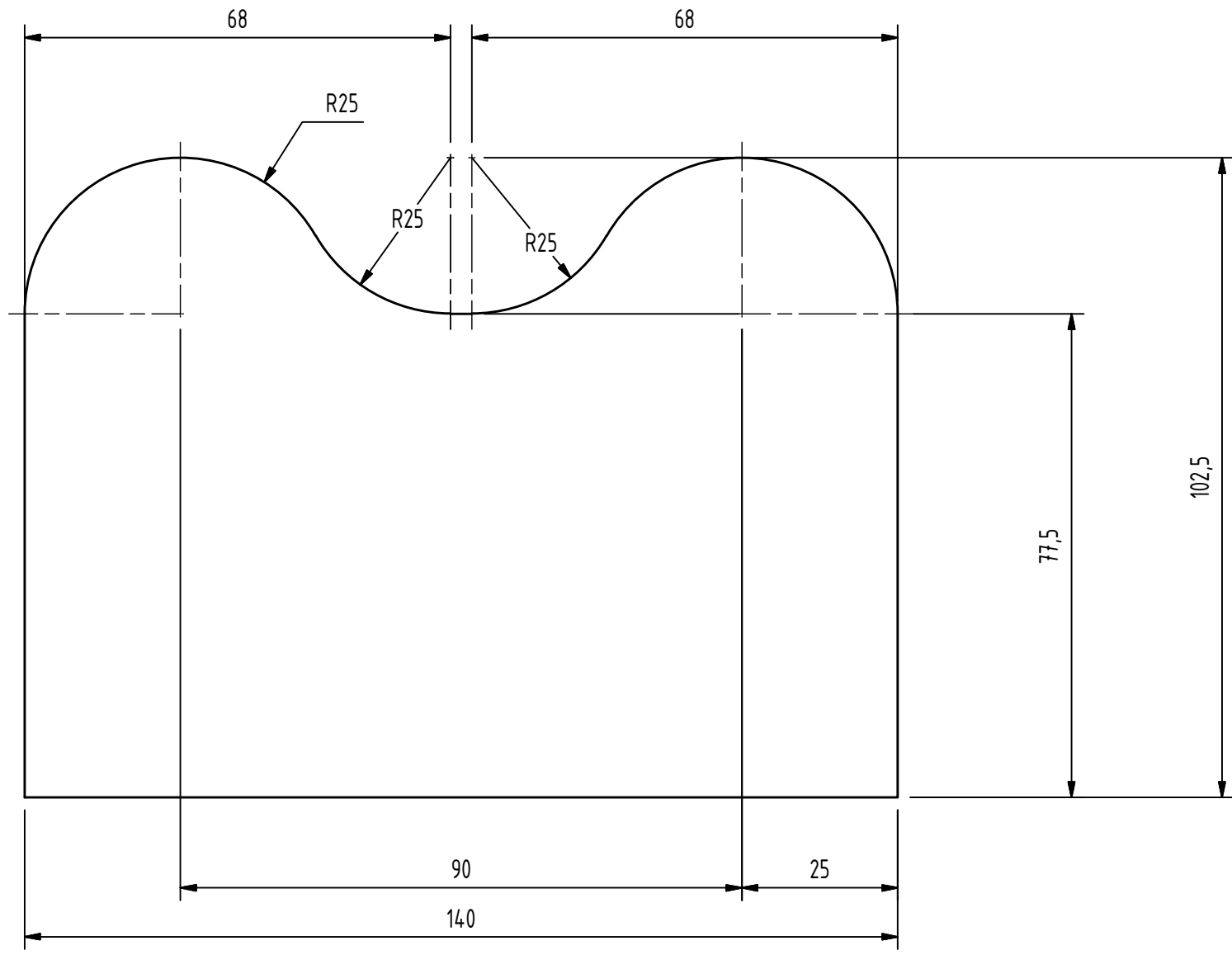
1
2 V
3
A 4
5
6

1
Varunummer

2
Delbeteckning

5
Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

6
Ritn. nr **3**



		Gavel		1	Ritning 3		S355J2 + N		120x140x20	
B	A	Benämning		Nr	Delbeteckning		Material		Anmärkning	
				Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum	Skala	Främmande ritnr.
								2014-04-24	1:1	
								3		
										Ersätter

Överordn. ritning

1

Överordn. objekt nr

2

Not

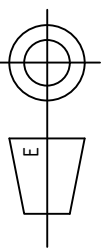
Ändring eller meddelande not.

3

Datum

Sign.

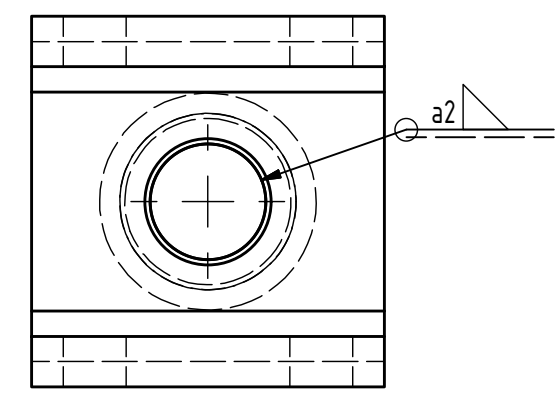
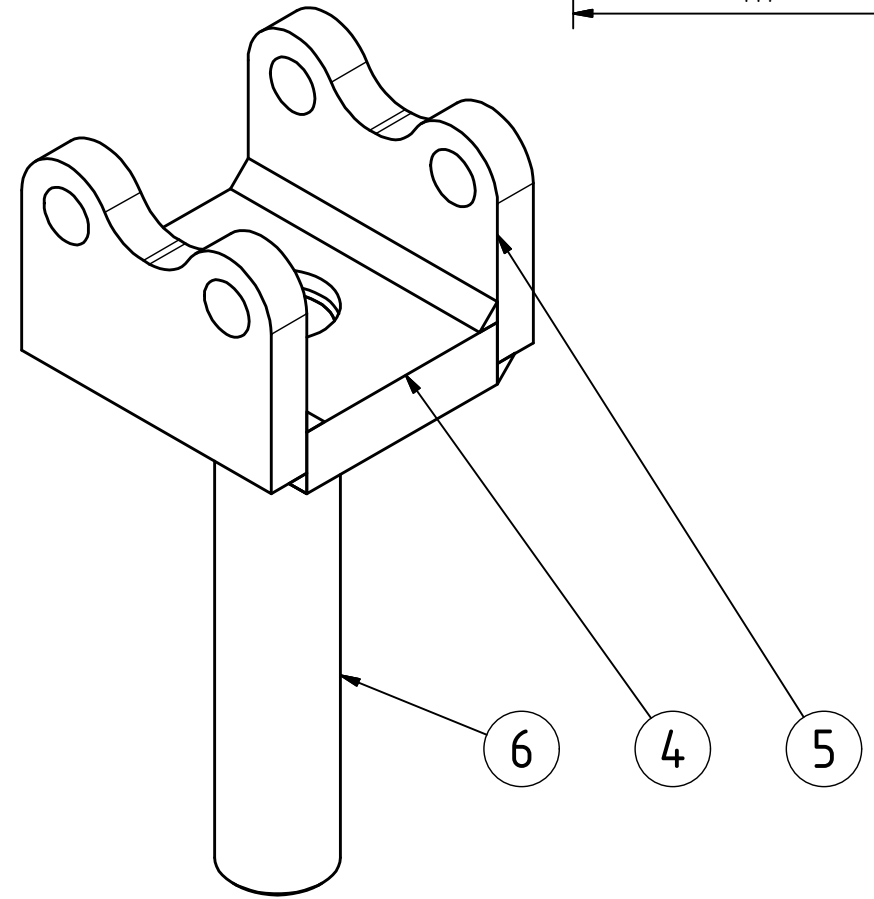
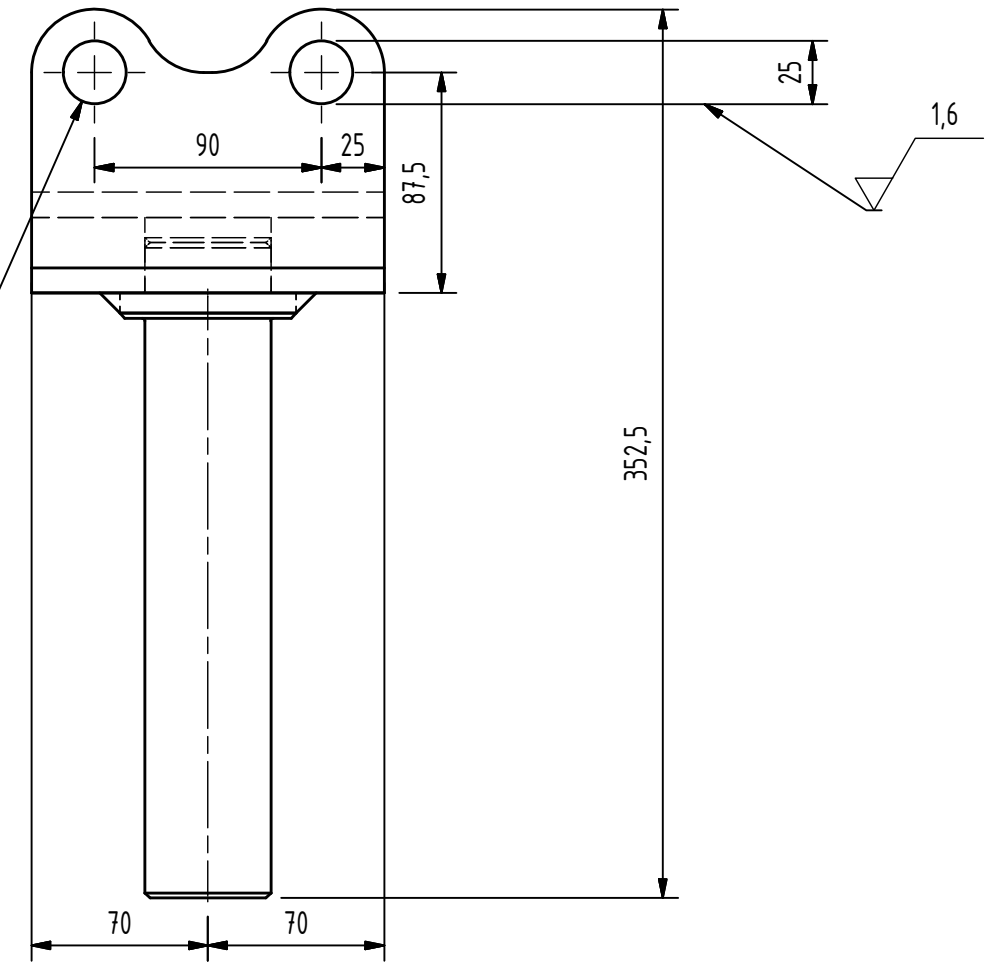
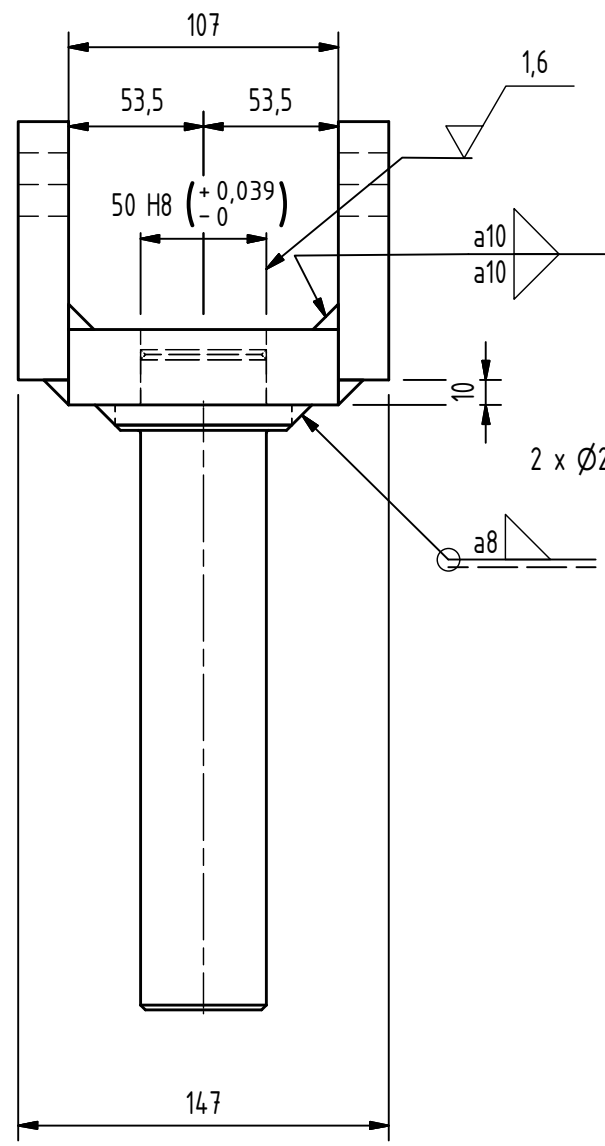
V



Varunummer Delbeteckning

Där tolerans ej utsatts gäller
 SS-ISO 2768-1: Medel
 SS-EN ISO 13920: B

Ritn. nr **4**



Skarpa kanter brutna

	1	Axeltapp	6	Ritning 5	S355J2+N	60x260
	2	Gavel	5	Ritning 3	S355J2 + N	120x140x20
	1	Plåt	4		S355J2 + N	140x107x30
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.
					Datum	Skala
					2014-04-24	1:3
						Främmande ritnr.



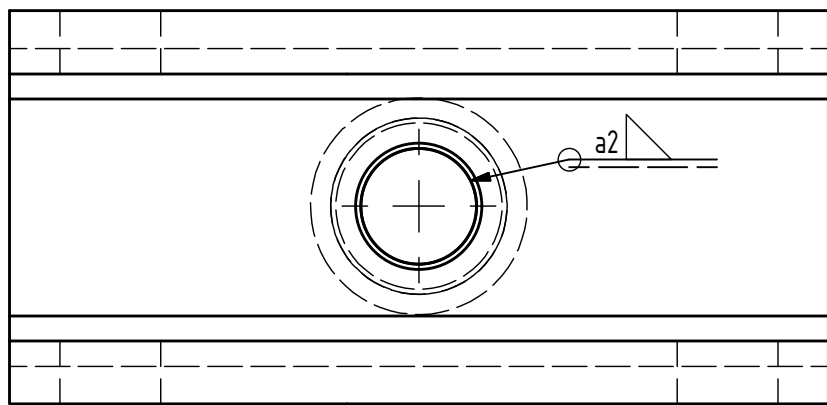
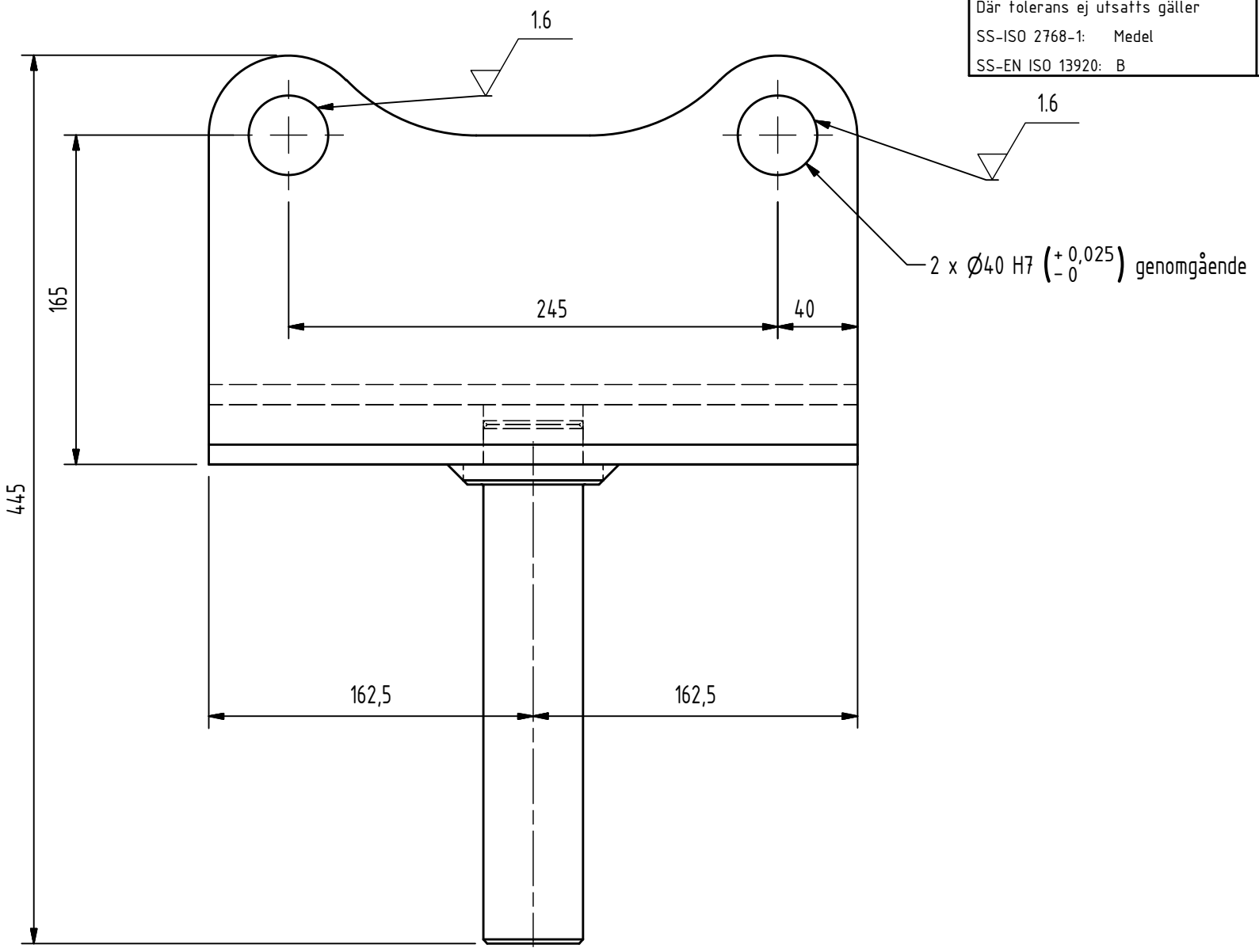
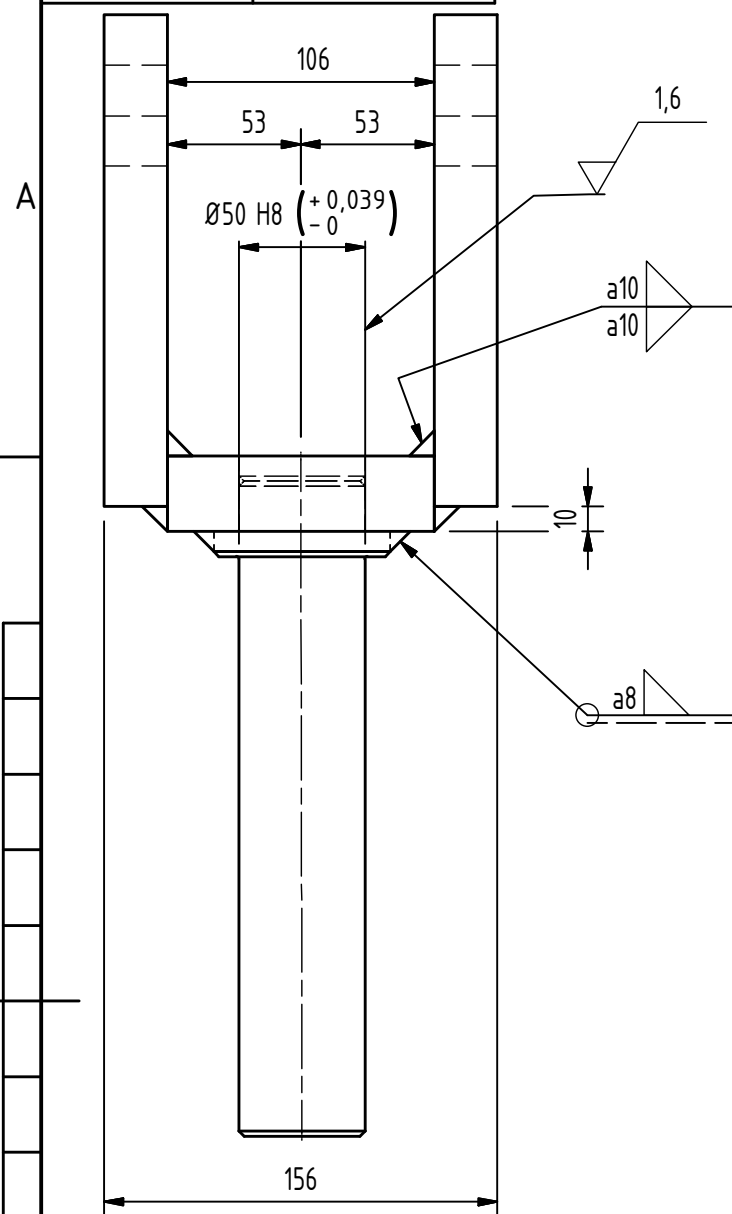
Överordn. ritning Överordn. objekt nr Not Ändring eller meddelande not. Datum Sign.

Hållare 4 Ersätter Ersatt av A3

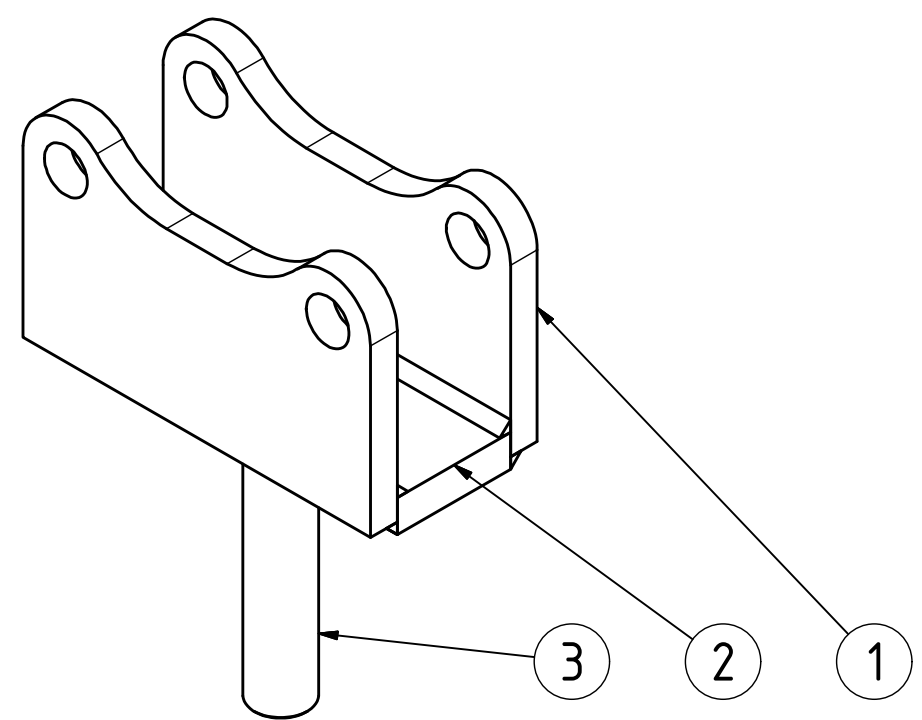
Varunummer Delbeteckning

Där tolerans ej utsatts gäller
 SS-ISO 2768-1: Medel
 SS-EN ISO 13920: B

Ritn. nr 2



Skarpa kanter brutna



1	Axeltapp	3	Ritning 5	S355J2+N	60x260				
1	Plåt	2		S355J2+N	325x106x30				
2	Plåt	1	Ritning 1	S355J2+N	325x195x25				
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning			
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum	Skala	Främmande ritnr.
							2014-04-24	1:3	



Hållare

2

Ersätter Ersatt av A3

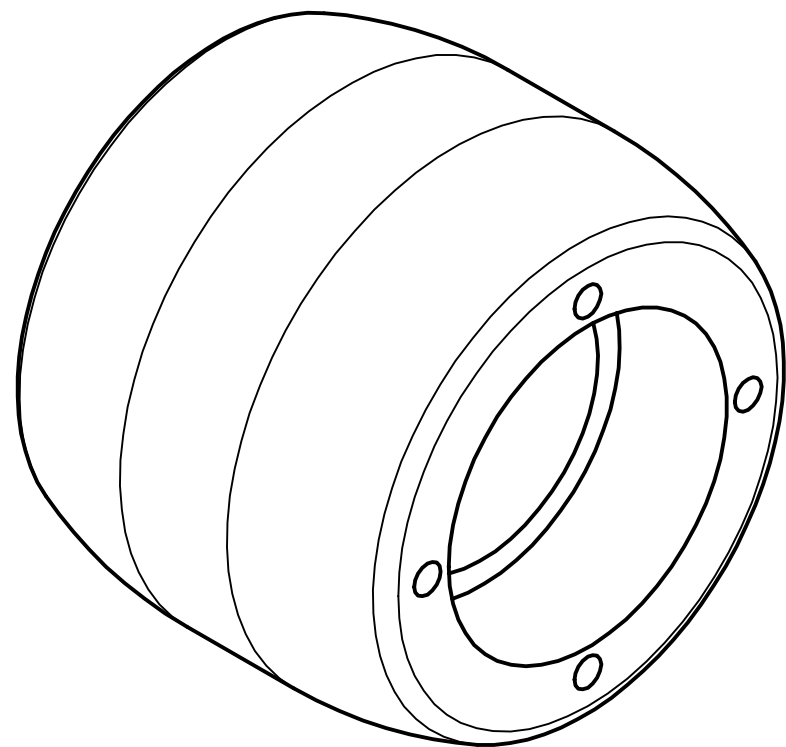
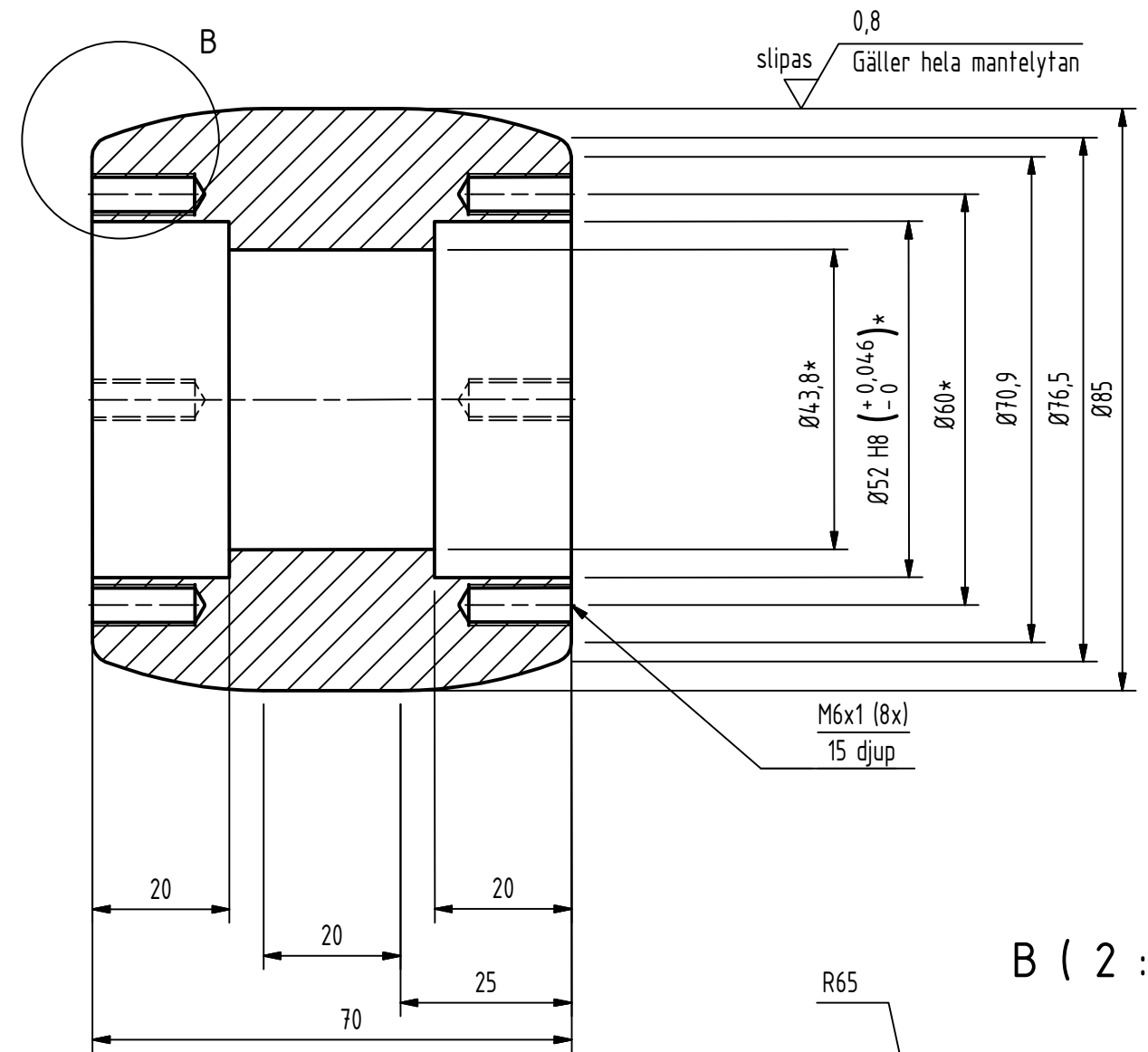
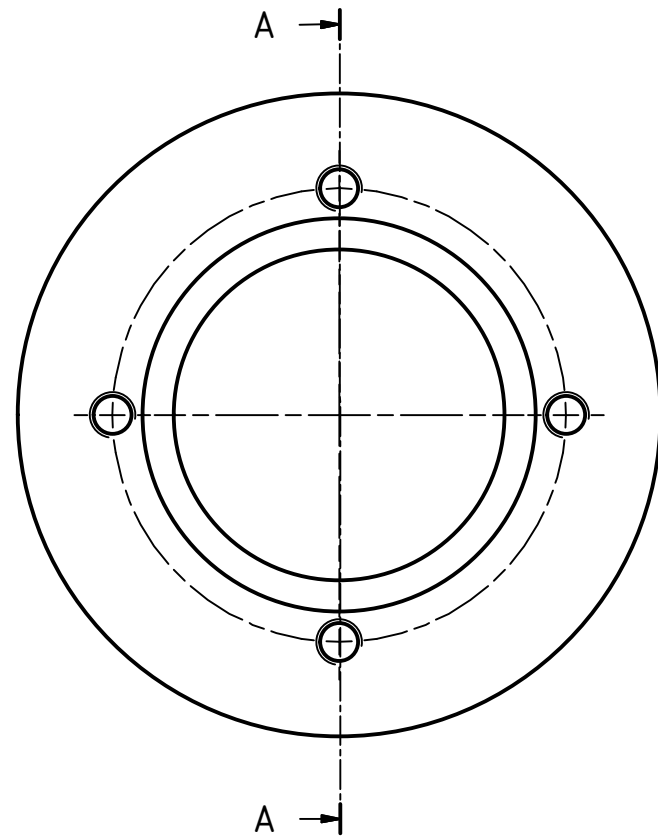
Överordn. ritning Överordn. objekt nr Not Ändring eller meddelande not. Datum Sign.

Varunummer Delbeteckning

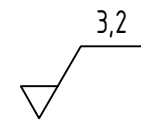
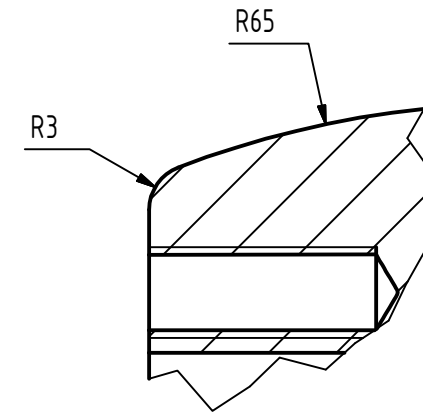
Där tolerans ej utsatts gäller
 SS-ISO 2768-1: Medel
 SS-EN ISO 13920: B

Ritn. nr 13

A-A (1:1)



B (2:1)



Nitrerhärddas til HRC55
 * - Mått gäller efter härdning
 Skarpa kanter brutna

Stång		1	Ritning 13	S355JR	Ø90x90				
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning			
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum	Skala	Frammände ritnr.
						2014-03-06	1:1		
Löprulle							13		
							Ersätter	Ersatt av	A3



Överordn. ritning Överordn. objekt nr Not Ändring eller meddelande not. Datum Sign.

1

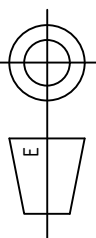
2 V

3

Λ 4

5

6

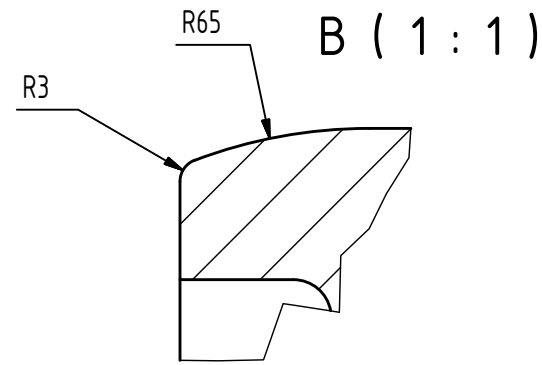
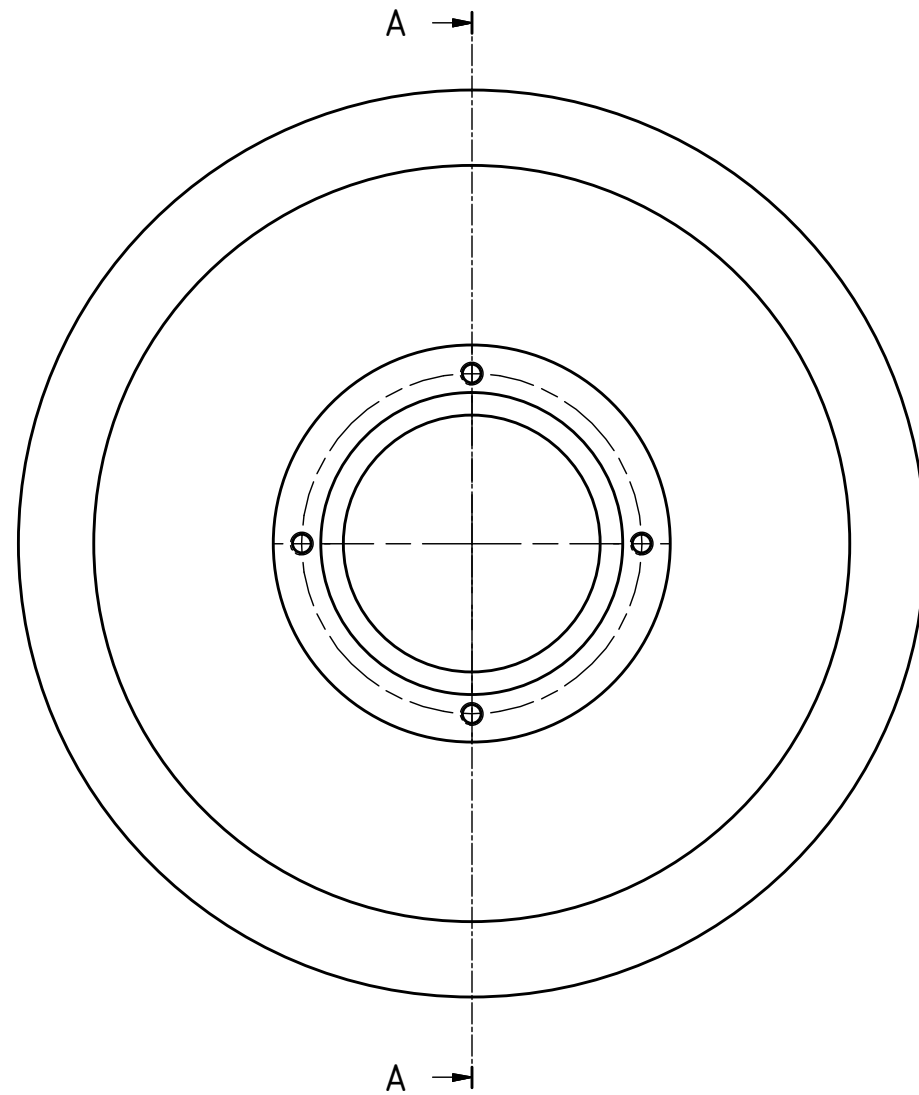


Varunummer Delbeteckning

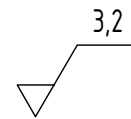
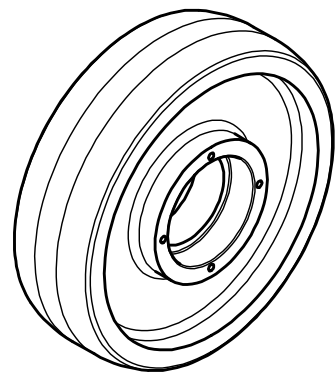
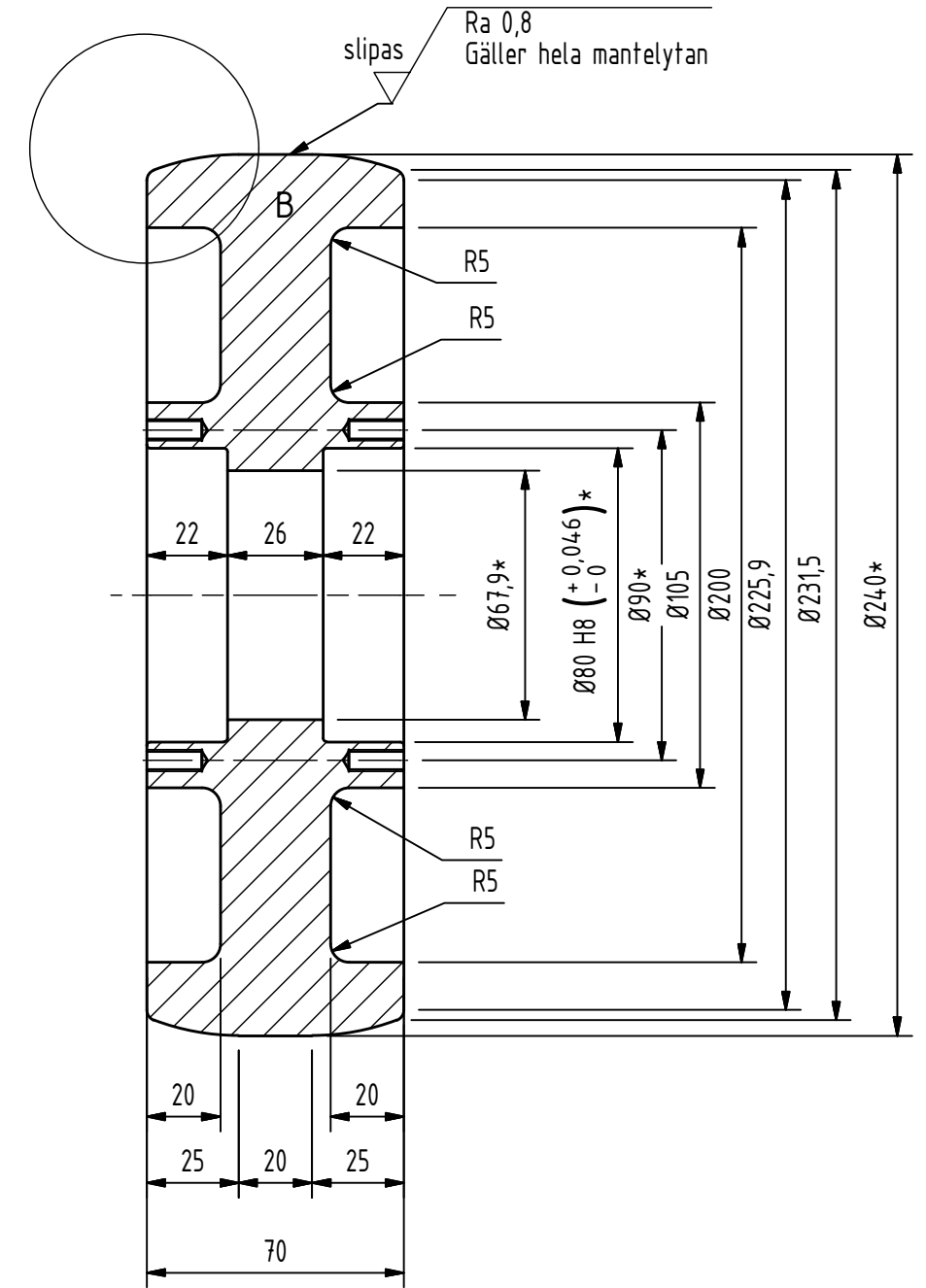
Där tolerans ej utsatts gäller
 SS-ISO 2768-1: Medel
 SS-EN ISO 13920: B

Ritn. nr 25

A
B
C
D



A-A (1:2)



Nitrerhärddas till HRC55
 * - Mått gäller efter härdning.
 Skarpa kanter brutna.

Stång		1	S355JR		Ø245x80
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material
			Konstr.	Ritad	Godk.
			Reg.	Datum	Skala
				2014-04-25	1:2
			Främmande ritnr.		
			25		
			Ersätter	Ersatt av	A3



Överordn. ritning Överordn. objekt nr Not Ändring eller meddelande not. Datum Sign.

1 2 V 3 4 5 6

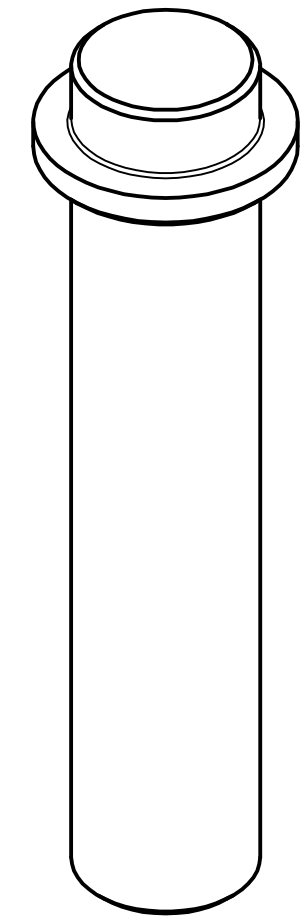
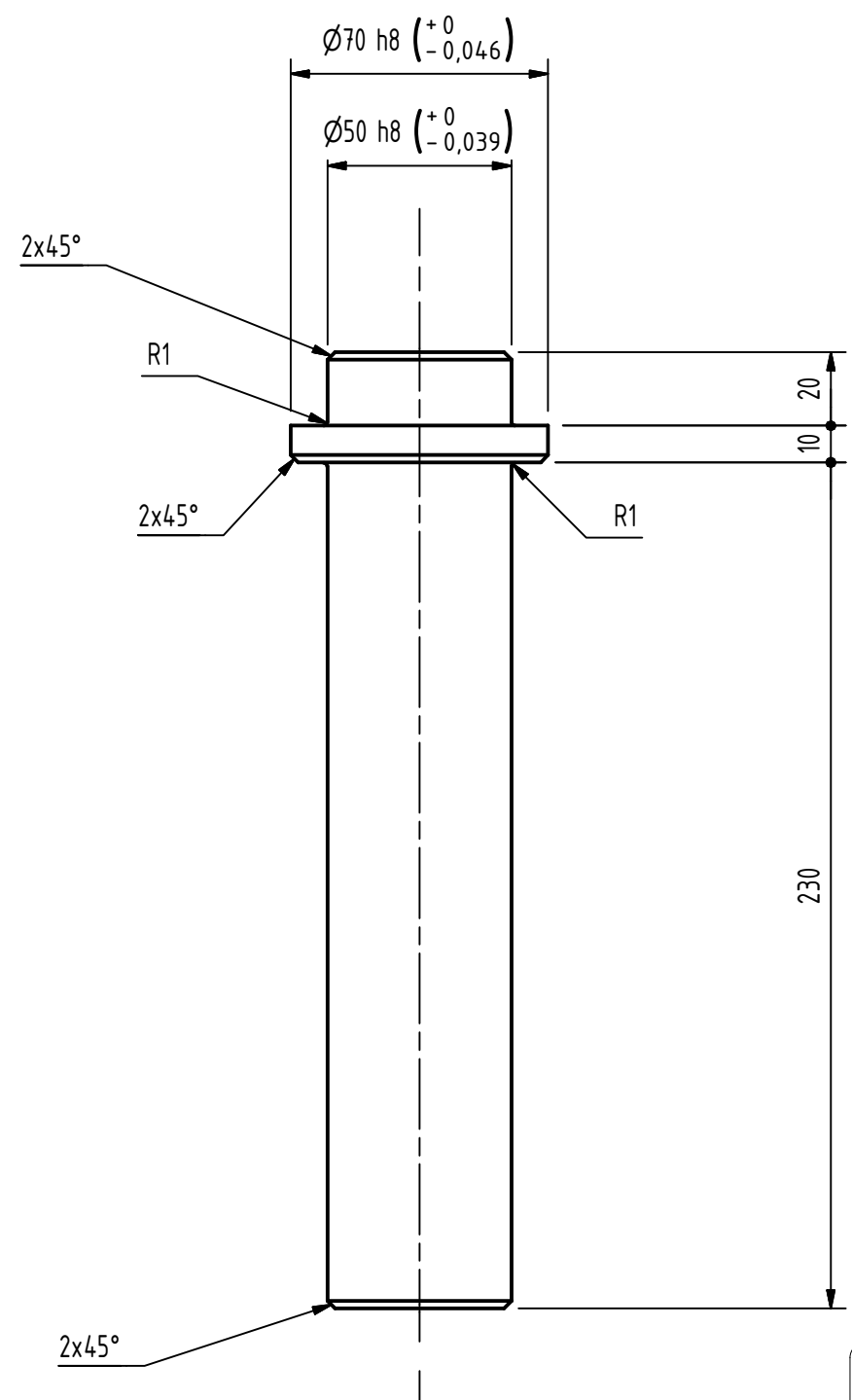
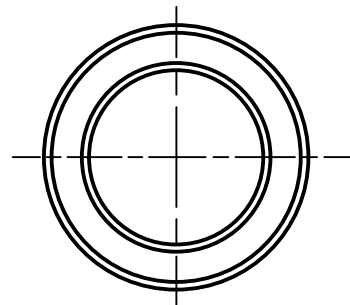
Löprulle

1
Varunummer

2
Delbeteckning

5
Där tolerans ej utsatts gäller
SS-ISO 2768-1: Medel
SS-EN ISO 13920: B

6
Ritn. nr **5**



Skarpa kanter brutna ∇ 3,2

Axeltapp		1	Ritning 5		S355J2+N		60x260	
B	A	Benämning		Nr	Delbeteckning		Material	
		Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.	Datum	Skala	Främmande ritnr.
						2014-03-07	1:2	
						5		
Axeltapp						Ersätter	Ersatt av	A3



Överordn. ritning

Överordn. objekt nr

Not

Ändring eller meddelande not.

Datum

Sign.

1

2

V

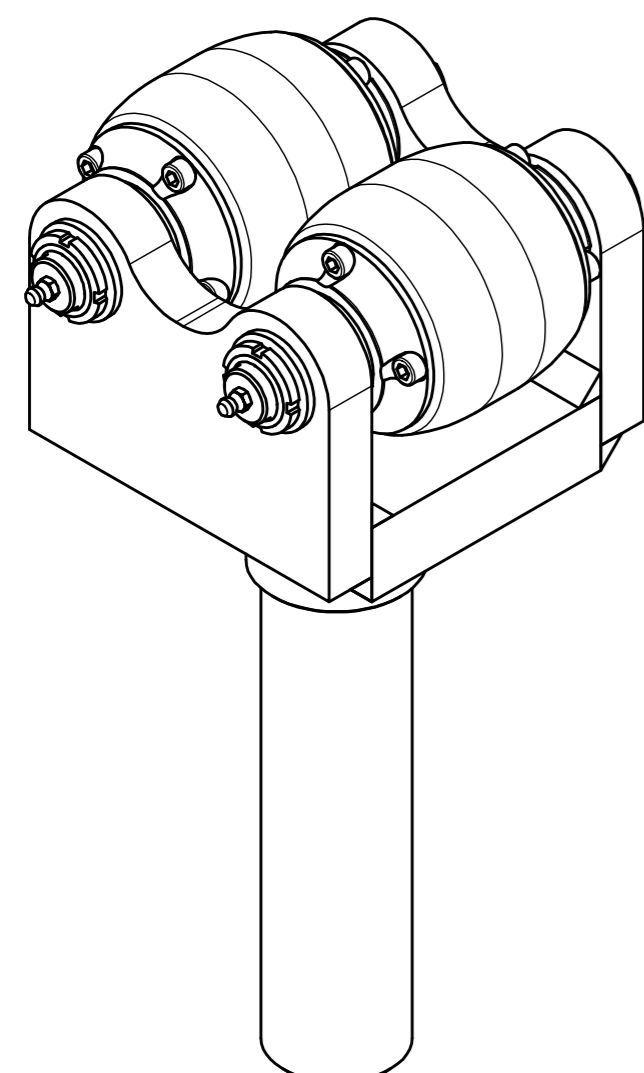
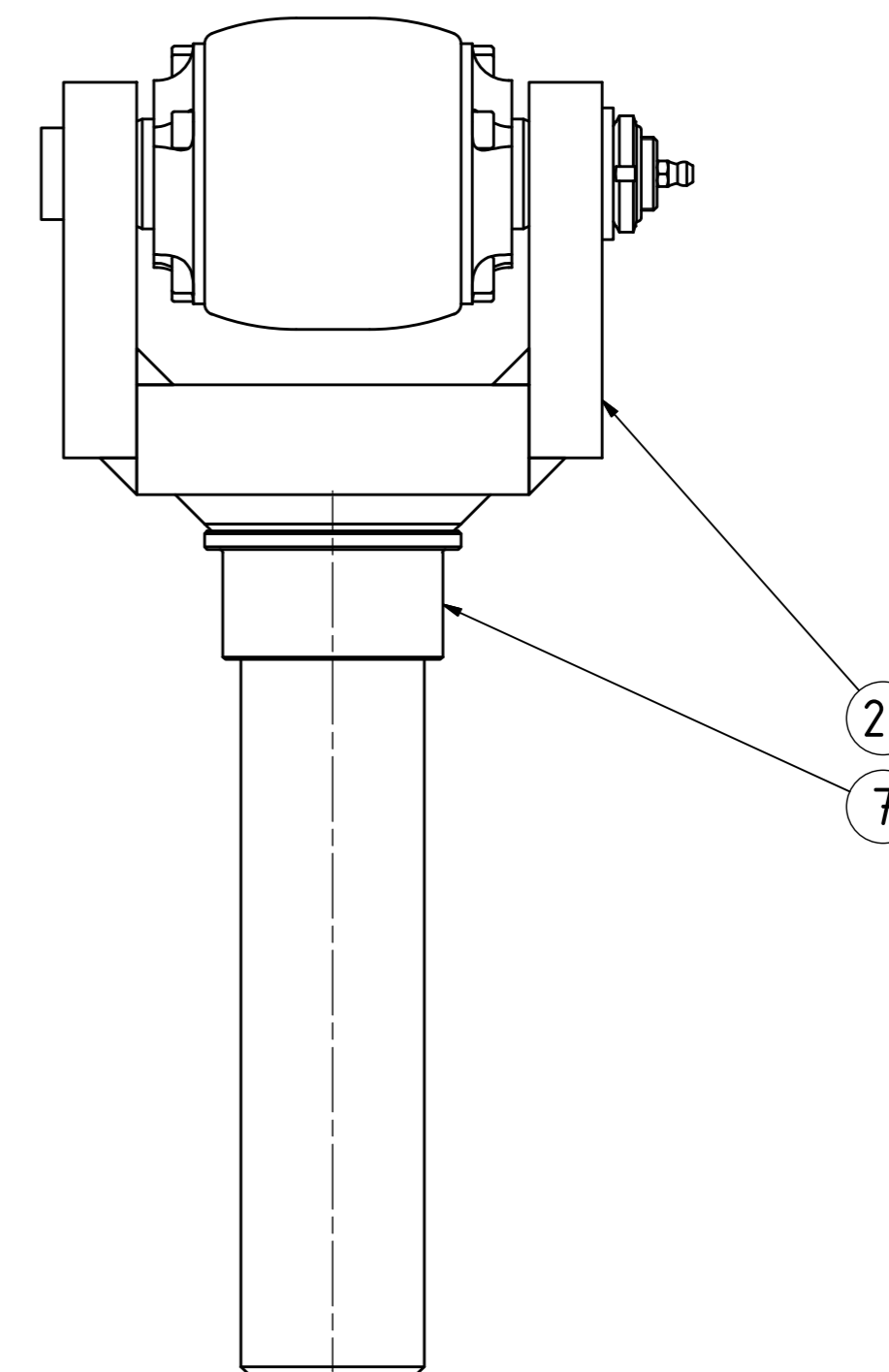
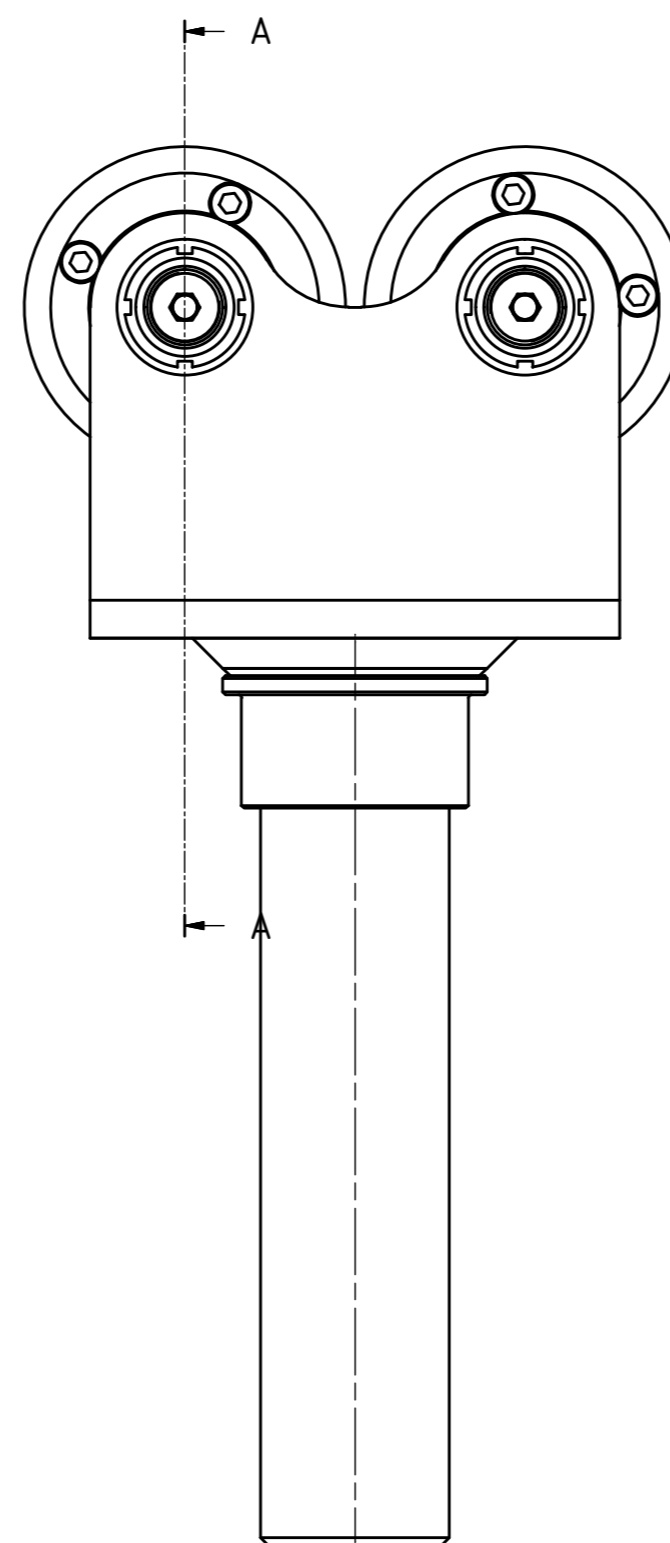
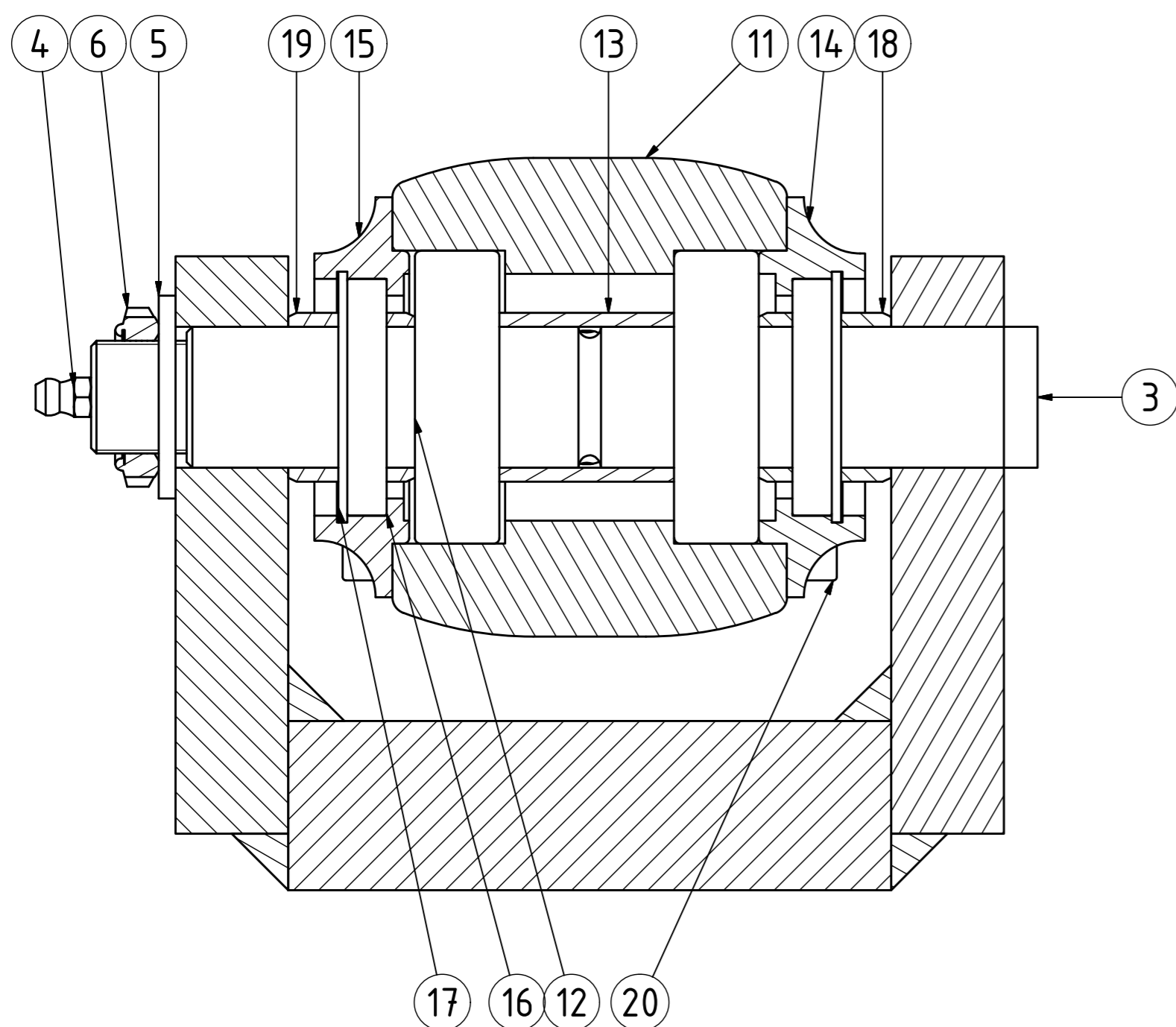
3

4

5

6

A-A (1:1)



1	Hållare	21	Ritning 4			
16	Skruv	20			M6x1 x 16	
2	Axeldistans	19	Ritning 9		Ø30x2,6x25	
2	Axeldistans	18	Ritning 11		Ø30x2,6x25	
4	Låsring	17			SS 1582	
4	Simmerring	16		72 NBR 902	BAUX2	
2	Tätningshållare	15	Ritning 8		Ø75x18	
2	Tätningshållare	14	Ritning 6		75x20	
2	Axeldistans	13	Ritning 12		Ø30x2,6x35	
4	Rullager	12	Enkelradigt cylindriskt rullager		SKF NUP205EC	
2	Löprulle	11	Ritning 13		Ø90x90	
1	Glidlager	7	Sintrat radiallager med fläns		SS2992 50/60x50-70x5	
2	Låsmutter	6	EIE FU M20			
2	Bricka	5	SS 3576 BRB	21x36x3HB 200		
2	Smörjnippel	4			DIN 714-12 - AM6	
2	Axel	3	Ritning 10			
B	A	Benämning	Nr	Delbeteckning	Material	Anmärkning
			Konstr.	Ritad	Godk.	Reg.
						Datum
						2014-04-24
						Skala
						Främmande ritnr.
						21
						Ersätter
						Ersatt av
						A2



Roterställ Smst

