

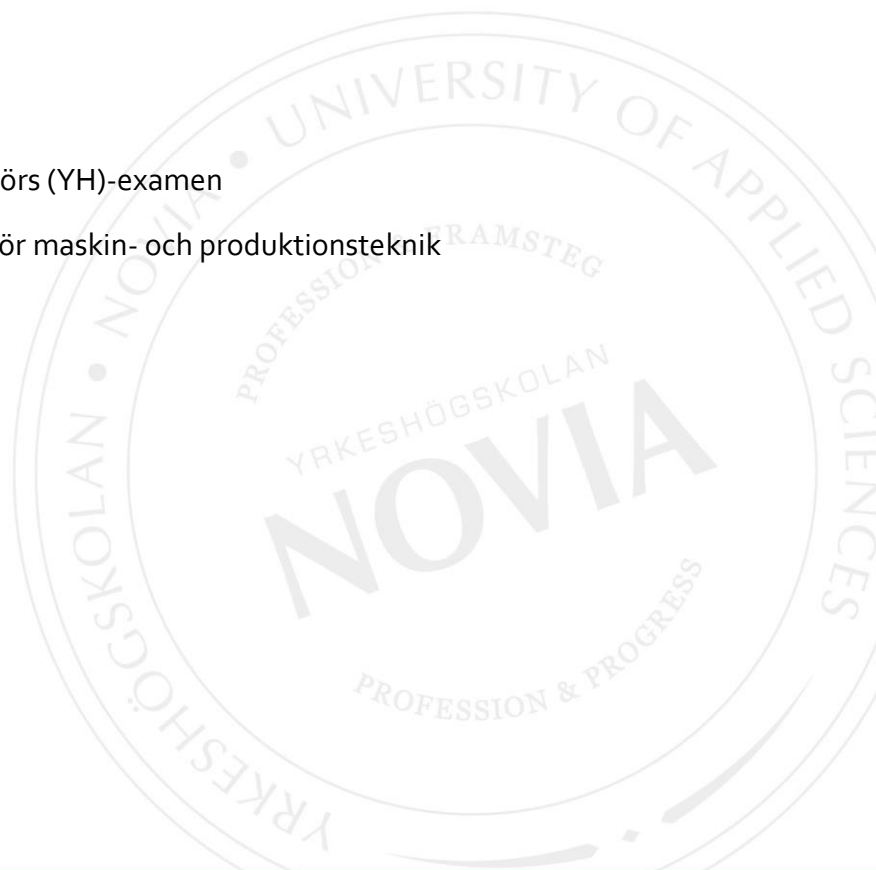
Vidareutveckling av sopkärlskran

Lars-Johan Vikman

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2021



EXAMENSARBETE

Författare: Lars-Johan Vikman
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa
Inriktning: Drifts- och energiteknik
Handledare: Henrik Koski, Oy NTM Ab
Kenneth Ehrström, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Vidareutveckling av sopkärlskran

Datum: 15.03.2021

Sidantal: 32

Abstrakt

Examensarbetet har gjorts för företaget Oy Närpes Trä och Metall Ab. Företaget tillverkar påbyggnader för sophantering och transport. Uppdraget gavs av avdelningen eftermarknad och syftet var att dokumentera samt vidareutveckla en sopkärlskran för försäljning samt tillverkning av reservdelar. Målet med uppdraget var att få 3D-modell av kranen och med denna förenkla försäljning av reservdelar på webbplatsen NTM Service Online.

Arbetets teoridel består till stor del av mätteknik, ritteknik och olika materialbearbetnings sätt för komponenttillverkning. Systematisk bakvägsanalys av produkter förklaras och olika stödmetoder som använts för arbetet. Genomförandet består av dokumentering av komponenter, CAD-ritning av komponenter samt systematisk uppbyggnad av sammanställningar för alla delmoment av kranen.

Resultatet av arbetet är fullständiga ritningar och 3D-modeller från komponentnivå till den fullständiga kranen. Vidareutvecklingen innehåller också utnyttjande av befintliga komponenter från företagets register för att undvika skapande av identiska komponenter.

Språk: svenska

Nyckelord: kran, NTM, renhållningsfordon

BACHELOR'S THESIS

Author: Lars-Johan Vikman
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering
Specialization: Operational and Energy Technology
Supervisor(s): Henrik Koski, Oy NTM Ab
Kenneth Ehrström, Yrkeshögskolan Novia

Title: Further development of waste handling crane

Date: 15.03.2021

Number of pages: 32

Abstract

This bachelor's thesis is made for the company Oy Närpes Trä och Metall Ab. The company manufactures truck bodies for refuse collection and transportation. The task was assigned by the aftermarket division and the purpose was to document and further develop a waste handling crane for sales and manufacturing. The goal was to get a 3D-model of the crane for usage in the company's own webshop NTM Service Online.

The thesis contains to a large extend theory of measuring, design, and processing of material for manufacturing. Reverse engineering, as well as different support methods that were used during the thesis, are explained. The thesis was done by documentation of components, computer aided drawing and assemblies made systematically in the order of how the crane is assembled.

The result of the thesis is fully made drawings and 3D-models from component level to the top level of the crane. Development of the crane contains usage of the company's existing parts to avoid creation of identical parts.

Language: Swedish

Key words: crane, NTM, refuse collection vehicle

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte.....	3
1.3	Avgränsning.....	4
1.4	Företaget.....	4
1.4.1	Kort historia om NTM	5
1.5	Disposition	6
2	Teori	7
2.1	Datorbaserad modellering	7
2.1.1	SolidWorks	7
2.2	Rit teknik	8
2.2.1	Svetsning	8
2.3	Baklängeskonstruktion.....	10
2.4	Mätteknik.....	11
2.5	Tillverknings teknik.....	13
2.5.1	Konventionella bearbetningsätt	13
2.5.2	Övriga bearbetningsmetoder	14
2.5.3	Förberedelse för maskinelement	14
2.6	Produktutveckling.....	16
2.6.1	Tillvägagångssätt för en produktiv produktutveckling	17
2.6.2	Metoder vid produktutveckling	19
3	Metodik	20
3.1	Demontering.....	21
3.2	Måttsättning	21
3.3	Modellering.....	22
3.4	Ritning och datakort.	23
3.5	Sammanställningar.....	23
3.6	Produktutveckling.....	24
4	Resultat.....	25
4.1	Komponenter	25
4.2	Tillverknings sammanställning	26
4.3	Monterings sammanställningar	27
4.4	Färdiga kranen.....	28
4.5	Produktutveckling.....	29
5	Diskussion	29

5.1	Avslutande ord	31
6	Källförteckning.....	32

TERMINOLOGI

NTM	Närpes Trä och Metall
2D/ 3D	2-Dimensionell/ 3-Dimensionell
CAD	Computer Aided Design
PDM	Product Data Management
RE	Reverse Engineering
SW	Solid Works

1 Inledning

Detta examensarbete har gjorts åt företaget Oy Närpes Trä och Metall Ab i Närpes, förkortat NTM. Företaget tillverkar påbyggnader för sophantering och transport. Företaget har dotterbolag i Nordamerika och runt om i Europa. Examensarbetet går under avdelningen eftermarknad och innehåller vidareutveckling av sopkärlskran för reservdelsförsäljning och underlättning av tillverkning.

1.1 Bakgrund

Sommaren 2020 sommararbetade jag vid NTM och gavs möjligheten att skriva detta examensarbete. Avdelningen var jag jobbat är konstruktionsavdelningen för renhållningsfordon varav under specialfordon. Specialfordon är alla renhållningsfordon som inte är baklastare dvs. frontlastade, sidlastande och flerfacksmodeller. Arbetsuppgifterna under sommaren bestod av att göra uppdateringar på ritningar, modeller och sammanställning av en skåpmodell.

Examensarbetets idé kom från eftermarknadsavdelningen. Sopkärlskranen NTM ALFA A6500 har till stor del tillverkats av en underleverantör och använts på påbyggnader före den blev utbytt av efterträdaren NTM 7500. Ett femtiotal kranar är fortfarande i användning och är i behov av reservdelar med jämna mellanrum. Företaget har en online-tjänst som heter NTM SERVICE ONLINE, se figur 1. Tjänsten ger kunder möjlighet att klicka i delar från egna 3D ritningar och beställa hem, snabbt och smidigt. Alfakranen har tillverkats på annan ort och finns endast med ett fåtal 2D- ritningar. Eftersom kranen inte finns som 3D modell har inte reservdelar kunnat beställas från webbplatsen. Kranens reservdelar har blivit beställda genom kontakt via telefonsamtal eller epost.



Figur 1. NTM Service Online logo (NTM Service Online, 2020)

NTM ALFA A6500- H är en sopkärlslyft som används bak på renhållningsfordon. Den har en räckvidd på 6,2 meter där lyftkapaciteten är 950 kg. Kranen kan rotera 180 grader och har en totalvikt på 1150 kg. Kranen används för att tömma underjordsbehållare med avfall. Underjordsbehållare är de vanliga tunnliknande kärnen som finns på återvinningsstationer runt om i Finland och kan ses i figur 2.



Figur 2. Renhållningsbil med monterad kran. (NTM, Alfakran, 2020)

Sommararbetet gav en stor fördel för examensarbetet. Jag var färdigt bekant med programmen och företaget. Detta möjliggjorde att arbetet kunde startas genast på hösten, utan tidskrävande inskolningar.

1.2 Syfte

Syftet för examensarbetet var dokumentering och mindre produktutveckling av en sopkärlskran för underlättning av försäljning av reservdelar samt tillverkning.

Försäljning av företagets reservdelar sker idag till största delen genom webbplatsen NTM Service Online, vilket tidigare har beskrivits i bakgrundskapitlet 1.1. För en enkel försäljning på webbplatsen krävs sprängskisser av produkterna där kunder enkelt kan söka upp den defekta delen och beställa med artikelnummer. För att detta ska vara möjligt krävs 3D-modell av produkterna för att enkelt hitta rätt reservdel.

Sopkärlskranen har inga 3D-modeller och därför har eftermarknaden ett stort behov av en virtuell modell av kranen. Syftet med examensarbetet är därmed att dokumentera kranen enligt verkliga mått och geometrier för att få en virtuell modell av kranen samt alla dess komponenter och kunna införas i webbplatsen.

Tillverkningen skedde enligt föråldrade 2D-ritningar som kunde innehålla felaktiga sammanställningar, ofullständiga mått eller inga svetsbeteckningar. Kranens alla komponenter behövs modelleras för att få den virtuella 3D-modellen av kranen och då följer automatiskt med fullständiga ritningar av alla komponenter och delmoment av kranen. Felaktiga sammanställningsritningar ger upphov till försämrade tillverkningstider och onödiga ommålningar. Målning efter målning är något man alltid undviker men om sammanställningsritningen inte har alla svetsade detaljer på rätt ritning före ytbehandling, måste detaljen målas igen efter svetsning. Detta går helt emot dagens effektivitets tänk och ska undvikas genom korrekta sammanställningsritningar. Andra ritningsfel är försummelse av små sammanställningar. Varje delmoment av kranen som läggs ihop till en enhet är en sammanställning. Flera av dessa små sammanställningar saknas och är i stället på en enda stor sammanställning. Detta kan ge upphov till onödig väntetid vid tillverkning. Problemet kan också ge olika stadier av ytbehandlingar på sammanställningen såsom grundmålade med färdig lackerade.

Kranens nuvarande tappar och komponenter är inte med i företagets befintliga artikelregister vilket kan göra att tappar och komponenter finns av dupletter. Detta är ineffektivt och ska undvikas om så är möjligt. Delsyftet är därmed att undvika framställning av kostsamma komponenter som till exempel tappar, ifall dessa kan bytas mot befintliga som redan finns i företagets artikelregister.

Resultatet ska därmed ge stor betydelse för eftermarknadsavdelningen genom att kunder inte behöver kontakta avdelningen vid köp av reservdelar till kranen och i stället får lagerpersonalen en vanlig beställning med artikelnummer samt att tillverkningen blir mer effektiv.

1.3 Avgränsning

Dokumentation och fullständig 3D-modell av kranen är tidskrävande och blev därför avgränsat till endast stålkonstruktionen. Hydraulcyldrarna görs av tillverkaren Leverantör Ab och har färdiga ritningar samt modeller. Kranens fäste i taket på sopbilen är ett svärgbord vilket möjliggör rotation. Detta är en inköpt produkt vilket har en färdig virtuell modell som kan lyftas in i 3D-modellen och användas. Kranfoten som fästs på svärgbordet tillverkas dock och är med i arbetet.

1.4 Företaget

Moderbolaget är beläget i Närpes, Finland på samma plats där det startades en gång i tiden. Figur 4 visar fabriksområdet i Närpes. Företaget har dotterbolag i Sverige, Estland, Storbritannien, Ryssland, Tyskland, Polen och Kanada. Koncernen sysselsätter 650 anställda runt om i världen. NTM är ledande i Norden inom utrustning för avfallshantering och tunga transporter. (NTM, om företaget, 2020)

År 2019 hade moderbolaget 72,5 miljoner euro i omsättning med 421 anställda (Fonecta. Oy, 2021). För åren 2016–2019 ses omsättningen i figur 3.



Figur 3. Företagets omsättning åren 2016–2019. (Fonecta. Oy, 2021)

1.4.1 Kort historia om NTM

Företaget grundades 1950 av Lennart Nordin och som namnet säger hade företaget två avdelningar, träprodukter och metallprodukter. Träavdelningen tillverkade bland annat köksinredningar och möbler medan metallavdelningen tillverkade skottkärror, biltraktorer och radiatorer. NTM blev år 1958 första tillverkaren av kylbilar i Finland och redan 1976 tillverkades deras egna glasfibrelementväggar som är föregångarna till dagens skåpväggar. (NTM, om företaget, 2020)

Sopbilstillverkning startades år 1975 och står idag för mer än hälften av omsättningen.



Figur 4. NTM Närpes. (NTM, om företaget, 2020)

1.5 Disposition

Kapitel 1, introduktion till examensarbetet med syften, tänkta mål och en kort företagspresentation.

Kapitel 2, här beskrivs all teori som arbetet grundlägger sig på. Kapitlet går bland annat in på ritteknik, tillverkningsteknik, bakvägs analys av produkter och mätteknik.

Kapitel 3, förklarar metodiken som använts för att genomföra arbetet. Här stöds den föregående teorin och anpassas enligt uppgiften.

Kapitel 4, presenterar resultaten av examensarbetet. Här presenteras alla resultat såsom ritningar, 3D-modeller och förbättringar.

Kapitel 5, diskuterar hela arbetet med egna tankar och åsikter. Här tas upp om rätta avgränsningar har gjorts, om syftena blev uppnådda och vidare tänkbara förbättringar.

Kapitel 6, presenterar alla källor som har använts till examensarbetet.

2 Teori

I detta kapitel presenteras teorin som ligger till grund för detta examensarbete. Kapitlet börjar med en kort introduktion av CAD-modellering och fortsätter med nödvändig information för arbetets gång. Största delen av examensarbetet bestod dock av mätteknik, modellering och ritteknik. Vidareutveckling är ett annat mål med examensarbetet och behövlig teori inom detta presenteras också.

2.1 Datorbaserad modellering

Virtuell utveckling kallas begreppet konstruktörer använder idag. Strävan är att till högsta grad utnyttja virtuella modeller för analys och simulering. Detta undviker obehövligen tillverkning av kostsamma prototyper och fysiska komponenter. Prototyper framställs i stället i slutskedet efter analyser, simulering och designkrav gjorts virtuellt. Prototyperna används då för validering och slutkontroll.

Computer aided design är namnet för datorstödd design och kom igång redan under 1960-talet. Dåtidens ritteknik var manuellt på ritbräda och datoriserades med hjälp av liknande 2D-ritning i datorprogram. Under 1990-talet kom 3D-modellering med i bilden och är idag överlägset mest använda. Dagens modelleringsprogram är integrerade med produktionsberedning, tillverkning av komponenter, lagring av komponent- och materialdata samt behörighet med all produktdata. Databaser där komponent-, material- och produktdata förvaras kallas PDM. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2013)

2.1.1 SolidWorks

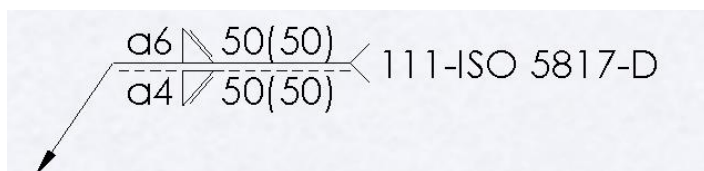
SolidWorks är ett två- och tredimensionellt CAD-program som används i hela världen. Programmet möjliggör skissning av idéer till fullständiga modeller samt detaljritningar. Skisserna är enkla att modifiera i efterhand för anpassning eller design. När flera modeller har gjorts, kan dessa läggas in i sammanställningar och producera sammanställningsritningar för användning vid montering. (SolidWorks, 2020)

2.2 Ritteknik

För att beskriva form och geometri används ritningar, vilket är grunden till produktionen av en komponent. Dagens modeller är ofta i 3D, medan ritningarna görs i 2D för en utförlig geometribeskrivning av produkten. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2013)

2.2.1 Svetsning

Svetsning görs i ett utrymme mellan arbetsstyckena, var det efter svetsning blivit en svetsfog. Kraven på svetsfogens storlek, placering, kvalitet och svetsmetod beskrivs av en svetsbeteckning. Giltig standard för svetsbeteckningar i dagens läge är SFS-EN ISO 2553. En svetsbeteckning enligt denna standard visas här i figur 5.



Figur 5 Exempel på svetsbeteckning enligt SFS-EN ISO 2553. (Taavola, 2016)

Figurförklaring:

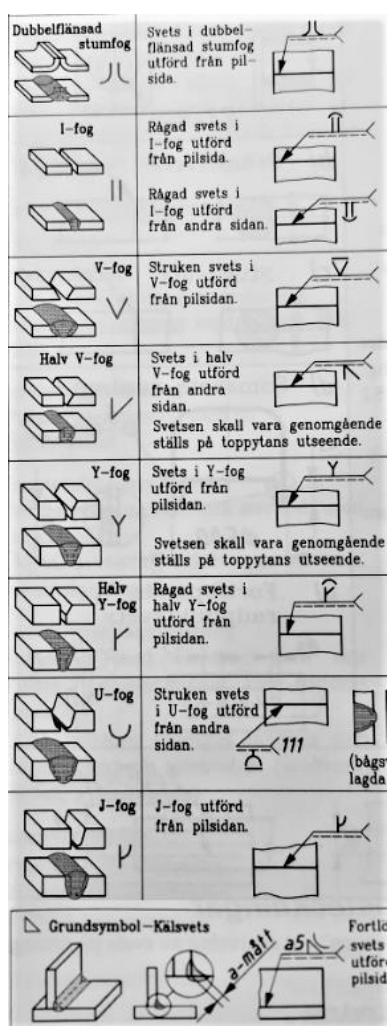
1. Svetsens *a*-mått = *a6*.
2. Symbol för fogtyp samt tilläggssymbol.
3. Svetsens längdmått = 50.
4. Mått mellan svetsarnas ändpunkter = (50).
5. Svetsmetod = 111.
6. Kvalitetsnivå = ISO 5817-D.

En av skillnader mot de föråldrade standarderna är att längdmåttet mellan svetsfogarna anges olika. ISO 2553 standarden infördes 1996 och ger avståndet mellan svetsfogarnas ändpunkter medan föråldrade standarder ger avståndet mellan svetsfogarnas centrumpunkter. Föråldrade standarder har inga kompletterande beteckningar såsom svetsmetod eller kvalitetsnivå.

Linjen var svetsbeteckning står kallas för referenslinje. Referenslinjen ritas ihop med en pil som visar svetsens placering. Referenslinjen i figur 1 har en heldragen linje och en streckad linje under med beteckning. Svetsbeteckningen på den heldragna linjen berättar svetsen

på pilsidan av arbetsstycket d.v.s. där pilen pekar. Streckade linjen berättar svetsen på motstående sida av arbetsstycket. Symbolen är spegelvänd på den streckade linjen för att ytterligare indikera motstående sida. Referenslinjen avslutas med en vinkelparentes som i detta samband kallas laxstjärnt. Laxstjärnten utritas alltid för att förhindra förväxling med föråldrade standarder. (Taavola, 2016, ss. 255-267)

Svetsfogens form beror på arbetsstyckens placering, geometri, materialtjocklek samt konstruktionens användningsändamål. Svetsfogarnas utseende och benämning beskrivs i figur 6.



Figur 6 Svetsfogars benämning och grundsymboler. (Taavola, 2016, s. 264)

Kälfogens två mått kallas a-mått och z-mått, endera måste alltid betecknas. A-måttet är fogens tvärmått vinkelrätt från fogen till materialens knutpunkt och z-mått är fogens bredd. Kälfogens totala genomträngning kan också betecknas med ett så kallat s-mått, efter a- eller z-måttet.

Vid alla andra fogar kan svetsens s-mått betecknas, men inget måste. När inget s-mått är betecknat, ska den vara genomgående d.v.s. materialets tjocklek. (Taavola, 2016)

Tilläggsymboler såsom rågad, struken eller urgröpt svets betecknas ovanför svetssymbolen (Lepola & Makkonen, 2004).

Ytterligare kompletterande beteckningar förutom tilläggsymboler är flagga, svets runtom, svetsmetod och kvalitetsnivå. Flagger och svets runtom symbol läggs först på referenslinjen. Flagger används när arbetsstycket ska svetsas vid montering. Svets runtom symbolen är en cirkel och har sitt centrum på referenslinjens startpunkt, denna används för beteckning att fogen ska cirkulera hela detaljen. Svetsmetoden beskrivs genom sifferbeteckning efter laxstjärt, se figur (1). Sifferkombination beskriver svetsmetoden enligt SFS-EN ISO 4063 standarden, i detta exempel metallbågsvetsning med belagd elektron. Kvalitetsnivå beskriver krävande kvalitet av svetsen enligt benämnd standard. (Taavola, 2016, ss. 255-267)

2.3 Baklängeskonstruktion

Baklängeskonstruktion kan beskrivas som att konstruera befintliga komponenter eller produkter genom analys av geometri, material och tillverknings sätt. Detta uppnås genom en systematisk bakvägs analys av produkten. Målet är dokumentation av produkten genom CAD-modellering av en fysisk modell såsom lermodeller, gamla odokumenterade produkter eller reservdelar. Syftet kan vara tillverkning av produkten, reservdelar för gammal produkt eller analys av produkten med hjälp av CAD-modell.

Tillvägagångssättet för RE består av följande:

1. Demontering av den fysiska produkten.

Produkten demonteras i enskilda komponenter. Komponenternas placering, orientering och fastsättning dokumenteras.

2. Mätning.

Enskilda komponenter mäts för CAD-modellering. Kan göras med manuella mätinstrument eller med digitala mätinstrument. Digitala mätinstrument är till exempel 3D-skanning med hjälp av mätprober.

3. Modellering.

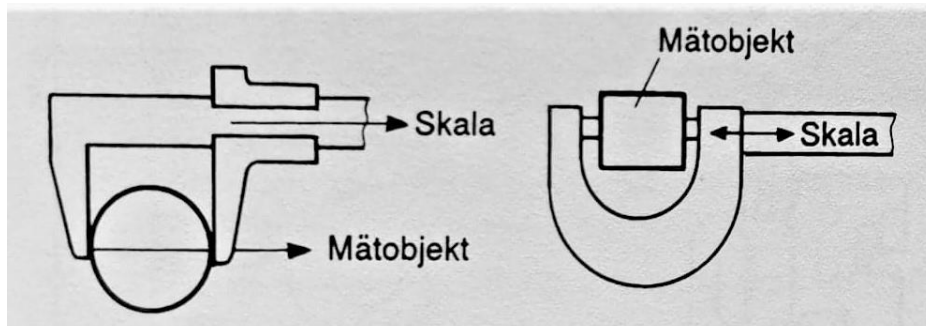
Utifrån mätresultaten modelleras komponenterna och läggs slutligen ihop till den virtuella modellen av produkten.

Vid mätning måste de fysiska komponenternas skick beaktas. Komponenterna kan ha slitage eller skador. För bästa resultat måste fler komponenter av samma slag mätas med tanke på toleranser. Kontroll av materialets yta görs för att kunna dokumentera komponentens ytbehandling. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2013).

2.4 Mätteknik

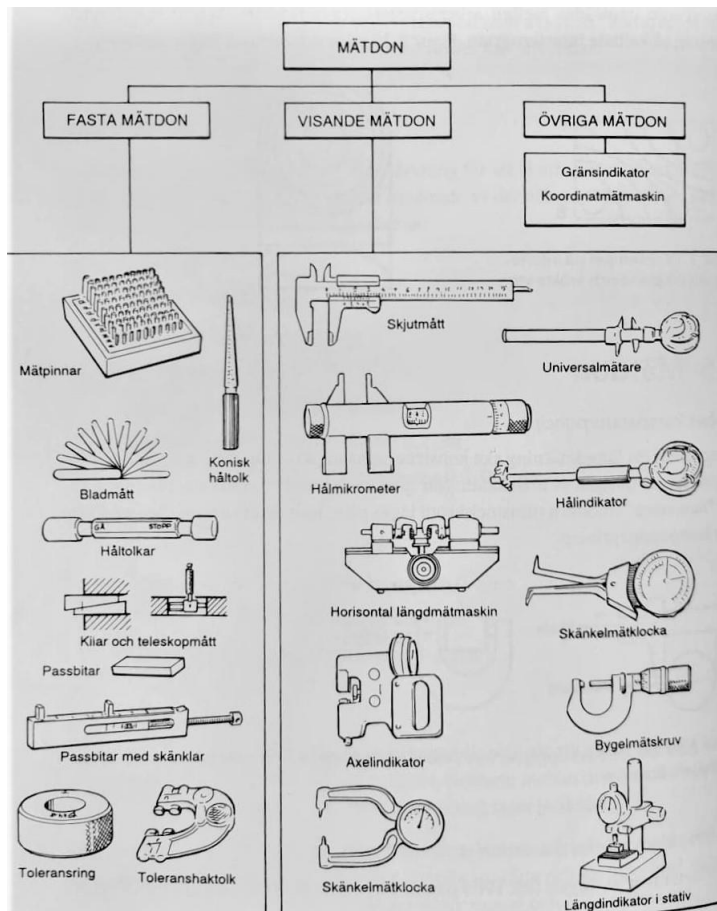
Stor del av dokumenteringen består av måttsättning av komponenter och här presenteras teorin bakom detta.

Abbes komparatorprincip – Längdmätning ska vara med ett instrument vilket ger en fortsatt rätlinjig mätskala av komponenten. Figur 7 visar hur mikrometern uppfyller kravet och skjutmättet inte uppfyller kravet för Abbes komparatorprincip.



Figur 7 Mikrometern ger en rätlinjig mätskala som går genom mätobjektet och uppfyller kravet för Abbes komparatorprincip. (Hågeryd, Björklund, & Lenner, 2018)

Mätutrustning kan indelas i tre grupper (Se figur 8). Grupperna berättar avläsningsresultatet, om det är ett fast, visande eller elektroniskt mätresultat. Elektroniska mätinstrument kommer inte användas för detta arbete och lämnas bort ur detta teorikapitel.



Figur 8 Mätinstrumentens indelning. (Hågeryd, Björklund, & Lenner, 2018)

Fasta mätinstrument har bestämda mått, former eller toleranser. Dessa är rätt om mätinstrumentet passar och kan inte avläsas noggrannare än vad noggrannhetsgraden på instrumentet är. Exempel på dessa instrument är passbitar, gängtolkar, radietolkar och mätpinnar.

Visande mätinstrument är de instrument där mätresultatet kommer av avläsning, antingen analogt eller digitalt. Exempel på dessa instrument är skjutmått, mikrometrar, svetsmått och alla instrument med indikatorklocka. Avläsningens osäkerhet kommer av mätskalan.

Skjutmåttets osäkerhet är enligt följande formel.

$$f = \pm(50 + 0,1L) \quad [\mu\text{m}] \quad (1)$$

$$f = \text{Osäkerhet } [\mu\text{m}]$$

$$L = \text{Mätskalans längd [mm]}$$

För kontroll av ett skjutmåttets osäkerhet kan också ett fast mätinstrument användas, till exempel passbit. (Hågeryd, Björklund, & Lenner, 2018).

2.5 Tillverkningsteknik

För detta arbete krävs viss kunskap för tillverkningsteknik för att kunna välja rätt tillverkningssätt samt geometri för komponenter.

2.5.1 Konventionella bearbetningsätt

För bearbetning av material används olika konventionella tillverkningssätt som har använts länge och beskrivs här till följande.

Vid tillverkning av plåtar krävs ofta bockning. Bockning görs för att få en vinkel på arbetsstycket. Vilket är betydligt enklare, snabbare och mera ekonomiskt jämfört med svetsning av två tunna arbetsstycken. (Lepola & Makkonen, 2004)

För geometriändringar i material kan kapning användas och kan utföras på flera olika sätt. Vanligaste sätten för detta är sågning med band-, cirkelsåg eller skärning med gas. Vid skärning med gas uppnås inte nödvändigtvis samma noggrannhet som vid sågning. Detta kan lösas med att lämna en arbetsmån på materialet för planing till det slutgiltiga måttet. (Lepola & Makkonen, 2004)

För klippande bearbetning används stansverktyg och saxar. Grundvillkoret för klippande bearbetning är att verktygets material har mindre elasticitet, större seghet och hårdhet än arbetsstycket. Teoretiskt har materialtjockleken ingen inverkan men naturligt kommer en gräns för tjocklek och hårdhet. (Hågeryd, Björklund, & Lenner, 2018)

2.5.2 Övriga bearbetningsmetoder

För svåra geometrier och toleranser används så kallade övriga bearbetningsmetoder. Dessa kan också kallas okonventionella metoder. I dessa metoder ingår bland annat vätskestråleskärning, laserskärning och hening.

Vid vätskestråleskärning används en vattenstråle som med ett högt tryck pressas genom ett munstycke med liten diameter. På detta vis skapas en tunn stråle som tränger igenom material. För att få en uppfattning av strålens hastighet så är den nästan tre gånger snabbare än ljudhastigheten och trycket är upp emot 4000 bar. Fördelen med vätskestråleskärning är att den inte ger påverkan på materialet. För olika skäregenskaper tillsätts olika slipmedel till vattnet.

Laserskärning är också en av de övriga bearbetningsmetoderna. Laserljus har unika egenskaper såsom väldigt hög effekttäthet och *divergens*, d.v.s. alla ljusstrålarna är parallella till varandra med liten spridning. Andra egenskaper är *koherens och monokromatiskt*, vilket är ljusvågor i fas med varandra och enfärgat. Den största fördelen med laser är dess stora energikoncentration till en liten brännpunkt. Laserskärning kan tillämpas till de flesta materialen, ger hög skärhastighet, stor noggrannhet och smalt snitt. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2013).

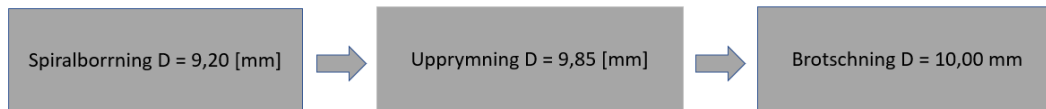
Hening är en bearbetningsmetod där arbetsstycket bearbetas med slipverktyget henar. Hening görs genom att rotera henarna, liknande till slipning. Skillnaden med slipning är att henarna har ett visst tryck emot arbetsstycket. Rörelserna hening utförs med ska utföras så reporna korsar varandra. Finns också finhening vilket är liknande men trycket erhålls i stället av fjädrar. Under all hening tillförs rikligt med olja. Vid finhening är tanken att när alla ojämnheter i ytan har henats bort, ska henen endast glida på oljefilmen och ytjämnheten vara väldigt god. (Hågeryd, Björklund, & Lenner, 2018)

2.5.3 Förberedelse för maskinelement

För sammansättning av material med maskinelement krävs förarbete av olika slag. Tillverkningsätten är beroende av precisionen på fastsättningen.

Vid fastsättning av olika maskinelement eller andra genomföringar behövs hål. Hålen kan göras genom borrar med konventionell spiralborring eller av skärning med övriga

bearbetningsmetoder. Spiralborrning görs ofta med pelarborrmaskin och räcker bra till vid låga toleranser som skruvhål. Om hålets kvalitet är av betydelse görs upprymning och brotschning. Upprymmare ser liknande ut till spiralborren men är grundare med fler spår och kan inte göra nya hål. För högre kvalitet efter upprymning används brotschverktyg och ger diametertolerans och slutliga ytan. Ett 10mm hål för en tapp eller liknande av toleransbehov, görs enligt beskrivningen i figur 9. (Hågeryd, Björklund, & Lenner, 2018)



Figur 9 Beskrivning av brotschat hål av diametern 10 mm. (Hågeryd, Björklund, & Lenner, 2018)

Kvarlämnad arbetsmån för brotschning är beroende av diametern på hålet samt materialet. Riktlinjer för hur mycket mindre hålet behövs vara före brotschning av specifika material och diametrar finns att hittas i verkstadshandböcker. (Sandvik Coromant, 2019)

Måttoleranser behövs eftersom inga mått kan vara exakta. Toleransen anger hur stort det verkliga måttet får avvika från basmättet på ritningen. Måttsättningar utan utskriven tolerans följer standarden på ritningen. Det finns tre huvudsakliga sätt att ange måttoleranser. (Taavola, 2016)

1. Minimala måttet och maximala måttet med siffror.

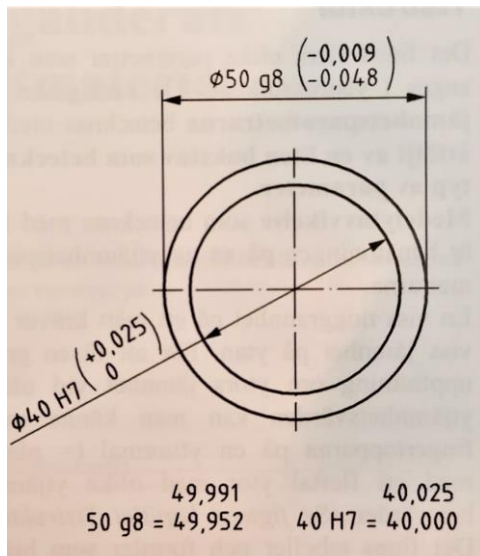
Måttet 35 ± 2 mm betyder att största tillåtna mått är 37 mm och minsta tillåtna mått är 33 mm. Kan också skrivas med olika minimala och maximala mått, då sätts avvikelse måtten över varandra.

2. Standarder.

Dessa toleranser är internationella eller nationella toleranser, som exempel ISO-tolerans som är internationell. Denna använder en kombination av bokstav och siffra för att ange toleranser. Tolkningen av måttets minimala och maximala mått görs med tabeller.

3. Kombination av siffermått och standard.

Kombination av dessa sätt görs ofta för att förenkla avläsning av ritningar och undvika felläsning ur tabell, se figur 10.



Figur 10. Exempel på dimensionering av rör. (Taavola, 2016)

2.6 Produktutveckling

För att vidareutveckla produkten i fråga, behövs också viss kunskap inom produktutveckling. Detta kapitel går ytligt in på varifrån produktutveckling startat, vilka metoder och tillvägagångsätt som kan användas.

Som namnet beskriver är produktutveckling stadiet när en idé eller tanke går till en fysisk produkt. Japanska företag kan sägas vara grundare för dagens produktutveckling, genom att helt plötsligt dominera flera marknader. Tidigare var produktutveckling styrd av erfarenhet och tradition. Det sades detta var en konst som lärdes av år av erfarenhet inom respektive bransch. Japanska företag hade däremot satsat på processer och olika systematiska metoder inom utveckling av produkter, vilket många andra trodde var en konst gentemot ett utvecklingsbart område. Snart förändrades också västvärldens tankesätt för produktutveckling genom att fokusera på kundens produktvärde i de allra tidigaste faserna av utvecklingen. Detta ledde till stödmeter, arbetssätt och forskning inom området. Kontinuerlig vidareutveckling av detta har lett till dagens metoder och tillvägagångsätt. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2013)

Inom produktutveckling finns olika drivkrafter för utveckling. *Teknikdriven utveckling* – Ny teknologi, vilket användaren inte visste den behöver. Stor del av marknadens teknikprodukter kommer från denna kategori till exempel cd-spelare, mobiltelefoner och datorer. Dessa produkter har lång etableringstid före den når marknaden och kan snabbt vara vidareutvecklad ytterligare. En annan drivkraft för produktutveckling är *marknadsdriven utveckling*, användaren vet vad den vill ha och stor konkurrens finns på marknaden. För att tillfredsställa behov används beprövad teknik med nya lösningar. Denna kategori omfattar i helhet allt du kan köpa hos butiker och återförsäljare. Dessa har ofta ett kortsiktigt lönsamhetstänkande, vilket också leder till kortfattade och så kallat *årsmodellens tänkande*. För en hållbar framtid och säkra produkter finns lagstiftade regler, vilket då leder till *samhällsdriven utveckling*. Genom samhällsstyrning med miljö- och säkerhetskrav leds produktutveckling mot en hållbarare framtid.

2.6.1 Tillvägagångssätt för en produktiv produktutveckling

Ett stort krav idag är att höja produktivitet och kvalitet vid produktutveckling med en samtidigt kortare utvecklingstid. Enligt (Blomqvist & Forsman, 2017) kan detta uppnås genom att dela upp produktutveckling i följande faser:

1. Förstudie

Undersökning görs av marknaden för att se vad som kan utvecklas eller vidareutvecklas. Efter en lämplig produkt hittas, specificeras produkten och ett mål sätts. Vidareutvecklingen planeras och behövande resurser redogörs. Viktigt i detta skede att planeringen endast är en riktlinje, vilket kan hållas aktuell och modifieras enligt behov.

2. Konzeptutveckling av produkten

Detta är den kreativa fasen i utvecklingen. Här ska produkten ta form eller nya lösningar hittas. Försök att glömma gamla lösningar och idéer för att komma på nya. Utgångspunkten är funktionerna produkten ska ha, dvs. produkten behöver kunna göra vad den är ämnad till. Vartefter funktionerna är bekanta, kan lösningar hittas. Antalet lösningar är nyckeln i detta skede, alltså så många som möjligt. Viktigt att komma ihåg att inte bedöma lösningar i detta skede.

Efter konceptskedet där man genom kreativt arbete har skapat så många lösningar som möjligt, börjar utvärdering och bedömning. Bedömning av lösningar inkluderar en hel del beslutfattande. Besluteten görs genom att stegvist minska, utveckla, förena och förbättra idéer för att slutligen ha ett eller flera koncept. Konceptet som uppstår av detta skede är en grov idé av hur produkten ska fungera och se ut.

3. Konstruktion av produkten

I denna fas kommer all kunskap inom material, hållfasthet, mekanik, korrosion, vibrationer, miljöaspekter och maskinelement till användning när den klassiska konstruktionen startar. Det blir lätt för många bollar i luften samtidigt i detta skede och är därför bra att dela in konstruktionen i flera delar. Delarna kan förslagsvis vara gränssnitt, viktiga komponenter och mindre viktiga komponenter. I gränssnitt ingår hur komponenter ska sitta ihop och samverka. Viktiga komponenter ska designas med form, geometri och materialval enligt lösningskonceptet. I detta skede är uttrycket DFX viktigt, dvs. Design For X. Detta betyder att produkten ska konstrueras med tanke på alla tänkbara aspekter, såsom till exempel tillverkning, montering och miljöaspekter. De mindre viktiga komponenterna konstrueras efter viktiga komponenterna är färdiga. Troligtvis är något glömt eller blir ändrat vartefter konstruktionen pågår och man blir tvungen att gå tillbaka till de viktiga komponenterna. Exempel på detta kan vara hål, fästen eller justeringar på viktiga komponenter för de mindre viktiga komponenterna. Sista steget i denna fas är tillverkning. För tillverkning behövs underlag såsom ritningar. Ritningar kan göras till sist med den färdiga produkten eller vartefter komponenter anses färdiga.

4. Slutsatser för en bra konceptutveckling

Försök få idéer och problem grafiskt, nerskrivna eller simulerade. Detta underlättar att få i gång hjärnans kreativitet och effektivitet. Verktyg för detta kan vara en idébok, papper eller CAD-program.

Strukturerat arbete är A och O för ett effektivt arbete. Gå stegvis genom funktioner, idéer, problem och dela upp efter behag. Konsten för bra lösningar och idéer är att vara opartisk till idéerna.

(Blomqvist & Forsman, 2017, ss. 172-175).

2.6.2 Metoder vid produktutveckling

När konceptet tar form och idén är ganska långt utvecklat, kan slutgiltiga CAD-modeller påbörjas. Blomqvist & Forsman berättar att i detta skede är det viktigt att välja strategi för CAD-arbetet. Vilken strategi som används kan skilja utifrån ändamålet, företagsstrategi eller av egna preferenser. Huvudsakligen finns två olika strategier för CAD-modellering.

1. Bottom-Up-Konstruktion

Information flödar nerifrån upp, är ett bra sätt att förklara denna metod. Enskilda detaljer görs oberoende av varandra med start från en enskild komponent. Konstruktionen görs i nivåer, vilket också kan förklaras med monteringsituationer. Lägsta nivån blir den enskilda komponenten, därefter kommer en sammanslagning av fler komponenter vilket då blir en sammanställning. Dessa nivåer fortsätter ända tills produkten är en helhet.

2. Top-Down-Konstruktion

Utifrån en design med alla väsentliga mått, geometrier och information konstrueras produkten från den tänkta färdiga produkten, ner till komponentnivå. Detta utgår från en skapad skelettmodell, vilket innehåller den yttersta strukturen av produkten. Därifrån går man strategiskt in i modellen och skapar de viktiga funktionerna, monteringsställena, geometrierna och delnivåerna. Viktigt att försöka hålla dessa flexibla för eventuella korrigeringar. Ifall skapande av komponenter kräver geometrier utanför den tänkta designen, måste externa referenser genomgås. Externa referenser är utifrån hur den ursprungliga designen har gjorts. Dessa referenser kan vara tillåtna geometrier och måttsättningar till andra komponenter eller sammanställningar där produkten ska användas.

Dessa två tillvägagångssätt är helt varandras motsatser. Det finns även en tredje strategi, vilket är en kombination av dessa. Oftast vid mindre projekt med lågt antal komponenter, används Bottom-Up metoden. Detta på grund av att mycket arbete kan krävas vid den slutliga konstruktionen, för att alla komponenter är enskild gjorda och kan kräva små ändringar. Däremot vid stora projekt med många deltagare är Top-Down metoden att föredra, med detta måste beaktas att den ursprungliga designen är gjord av någon med god insikt i konstruktionen i fråga. Stora projekt kan också göras med den första metoden, men då måste alla i projektet ha en helhetsbild av konstruktionen samt hur enskilda detaljer är i relation till olika nivåer av konstruktionen. (Blomqvist & Forsman, 2017, ss. 178-183)

3 Metodik

I detta kapitel förklaras hur arbetet gjordes i praktiken. Vilka steg, tillvägagångssätt och teori från föregående kapitel som har tillämpats för arbetet. Kärnan i arbetet är dokumentering av komponenter för CAD-ritning, men av dessa följer flera mindre skeden.

Metodiken hur den praktiska delen av examensarbetet gjordes, följde dessa steg:

1. Demontering
2. Måttsättning
3. Modellering
4. Skapande av ritningar
5. Sammanställningar
6. Skapande av sammanställningsritningar
7. Vidareutveckling

3.1 Demontering

Arbetet startades med demontering av en fullständig komplett kran. Krandelar dokumenterades noggrant med märkningar och fotografier i enlighet med teorin om baklängeskonstruktion som beskrivs i kapitel (2.3). Delarna spreds ut på trallar för att föras på förvaring. Tanken med detta var att ta varje lastpall enskilt till mätstationen för dokumentering av komponenterna.

Mätstationen byggdes upp i ett för tillfället oanvänt utrymme i fabriken utställningsutrymme. Ett stadigt tre meters bord blev restaurerat och inlyft till mätstationen. Ett verktygsskåp och alla behövliga mätinstrument lades till vid mätstationen. Mätinstrumenten som användes vid detta projekt var till största del av typen *visande mätinstrument*, däribland skjutmått, måttband, svetsmått och gradskiva. Endast ett *fast mätinstrument* var till användning, vilket var radietolken. Mätinstrumentens grupperingar förklaras noggrannare i teorikapitlet (2.4).

3.2 Måttsättning

Innan dokumentering startades, fastställdes mätosäkerheten väsentliga delar på kranen kommer att ha. Denna räknades utgående från det använda mätinstrumentet för små komponenter, skjutmättet. Skjutmättet är av tillverkaren Mitutoyo och med avläsning ner till hundradels millimeter. Längden på nonieskalan är 150 mm och utgående från ekvation (1) från teorin i kapitel (2.4), kunde då mätosäkerheten avgöras. Mätosäkerheten blev följande.

$$f_{skjutmått} = \pm 65 \mu\text{m}$$

Dokumentering av alla komponenter gjordes genom att varje enskild del mättes och fotograferades. Måtten som dokumenterades var längd, bredd, och djup. Beroende av geometrin kunde komponenten också ha bockningsradier, fasningar eller radier. Dessa måttsattes med hjälp av mätinstrumenten och dokumenterades. Om komponenten hade svetsdetaljer, dokumenterades dessa i enlighet med kapitel (2.1.1). Alla enskilda svetsade detaljer är också skilda komponenter, vilket betyder de ska ha egen ritning. Svårigheter finns med att dokumentera fastsvetsade detaljer, detta på grund av att komponentens alla sidor inte är synliga. Ett annat problem med svetsade detaljer är att komponentens mått

kan vara större på grund av svetsfog och måste beaktas. Svetskomponentens placering och svetsfog är ytterst viktig och måste måttsättas på sammanställningsritningen för svetsning.

På kranen finns ett antal viktiga ledpunkter med tappar. Dessa tappar och hål har toleranser, vilka på hålet uppnås genom brotschning. Utifrån tapparnas diametrar och verkstadshandböcker såsom (Sandvik Coromant, 2019), kunde hålets tolerans bestämmas för att senare läggas in på ritningar.

Detta var då första steget i RE av Johannesson, Persson & Pettersson (2013) och därefter kunde komponenterna modelleras i 3D-modellerings dataverktyget SolidWorks. SolidWorks är programvaran företaget använder för 3D-modellering och har förklarats här tidigare i kapitel 2.1.1.

3.3 Modellering

Metoden eller tillvägagångssättet företaget använder för byggande av sina modeller går enligt Bottom-Up-Konstruktion som förklarades i kapitel 2.6.2. En av anledningar varför denna metod används är att samma detalj då kan användas på flera modeller. Med Top-Down-metoden fungerar detta sämre eftersom detaljer blir nästan enbart för produkten i fråga genom att vara länkade till modellen.

Modellering är också det tredje skedet i Johannesson, Persson & Pettersson (2013) tillvägagångssätt för baklänges analys av en produkt i kapitel 2.3. Komponenten startas genom en så kallad skiss där huvudmåten läggs in. Detta skede är väldigt liknande till vanlig ritning. Efter en färdig sketch kan komponenten extruderas och få en tjocklek. När komponenten har en yta och en tjocklek har kroppen blivit 3-dimensionell. Härfter kan utskärningar, fasningar och bockningar göras för 3D-modellen. Viktigt i detta skede att vara noggrann med mått, gradtal på bockningar och materialtyp, för att komponenten ska stämma med den verkliga. Ett litet fel i detta skede kan uträtta större fel i sammanställningar.

3.4 Ritning och datakort

När komponenten är en färdig modell, görs en 2D-ritning av komponenter var de viktiga måtten läggs ut. I detta skede fylls även datakortet i, vilket följer komponenten digitalt. Det digitala datakortet sparas i en databas som är integrerad med 3D-modelleringsverktyget, mer om PDM i teorikapitlet 2.1. Där ska ingå material, benämning, produktgrupp, ytbehandling och tillverknings sätt för komponenten. Rätt materialval är viktigt, eftersom programvaran räknar ut produktens vikt utgående från komponenters material. Materialvalet gjordes genom att gå genom interna dokument med hållfastberäkningar av kranen. Där definieras höghållfasthetsstålen S355 för mindre komponenter och S650 på bommar.

Tillverknings sättet ger ett förslag till tillverkningen men framför allt en spillprocentenhet vid tillverkning. Denna spillprocentenhet är viktigt för att lagerhållningen ska stämma. Ett exempel på detta är skärningsalternativen klipp och plasmaskärning. Klipp ger 5 % spill av material medan plasmaskärning ger ända upp till 20%. Vilket ger snabbt ett felaktigt lager vid fel ifyllande. Tillverknings sätten väljs utgående från komponentens geometri, tjocklek samt storlek. I datakortet finns en rullgardinsmeny av tillgängliga tillverknings sätt och dessa bestämdes utifrån komponent i samband med teorin i kapitel 2.5.

3.5 Sammanställningar

Efter flera komponenter är klara kan dessa läggas ihop till sammanställningar. Sammanställningar är gjorda logiskt efter vilka olika stadier kranen monteras, före den fullständiga kranen. Dessa blir då svetsade komponenter, delmoment av komponenter och fullständig sammanställning. Närmare förklaringar av dessa presenteras här nedan.

1. Svetsade komponenter

Flera små detaljer svetsade innan ett delmoment eller ytbehandling.

2. Delmoment av komponenter

Sammanställning av komponenter och sammanställningar med skruvförband eller svetsning innan ytbehandling eller slutmontering.

3. Fullständig sammanställning

Sammanställningar och enskilda komponenter läggs ihop för slutmontering av den fullständiga kranen.

Efter dessa sammanställningar blev gjorda, gjordes också sammanställningsritningar. Nödvändiga mått för montering eller svetsning av komponenterna till sammanställningen, läggs in på ritningen. Dessutom läggs en materiallista med varje komponents artikelnummer på ritningen.

3.6 Produktutveckling

Produktutvecklingen i detta arbete startar egentligen från tredje punkten i kapitel 2.6.1 om produktivt tillvägagångssätt för produktutveckling. Detta genom att produkten är färdigt i produktion varav endast mindre komponenter ska vidareutvecklas. I enlighet med teorin ska komponenter konstrueras med tanke på geometri för tillverkning, montering samt ordningsföljd för enkel montering. Fjärde punkten i kapitel om produktiv produktutveckling berättar om struktur i arbetet är A och O för effektivitet, vilket följdes med noggrann planering av varje stadie under arbetets gång.

Ett av målen av viderutveckling var utbyte av tappar på kranen mot företagets egna tappar. NTM har egna tappar vilka blir egentillverkade och på så sätt mer ekonomiskt. Jämförelser med kranens tappar gentemot företagets tappregister görs för att se om tappar kan bytas rakt av.

Ett annat vidareutvecklingsmål var att undersöka ifall liknande delar redan finns i företagets tillverkning. Detta kan vara svetsade komponenter som till exempel fästplattor. Dessa kontrolleras genom att måtten söks i databasen och byts ut till befintliga komponenter.

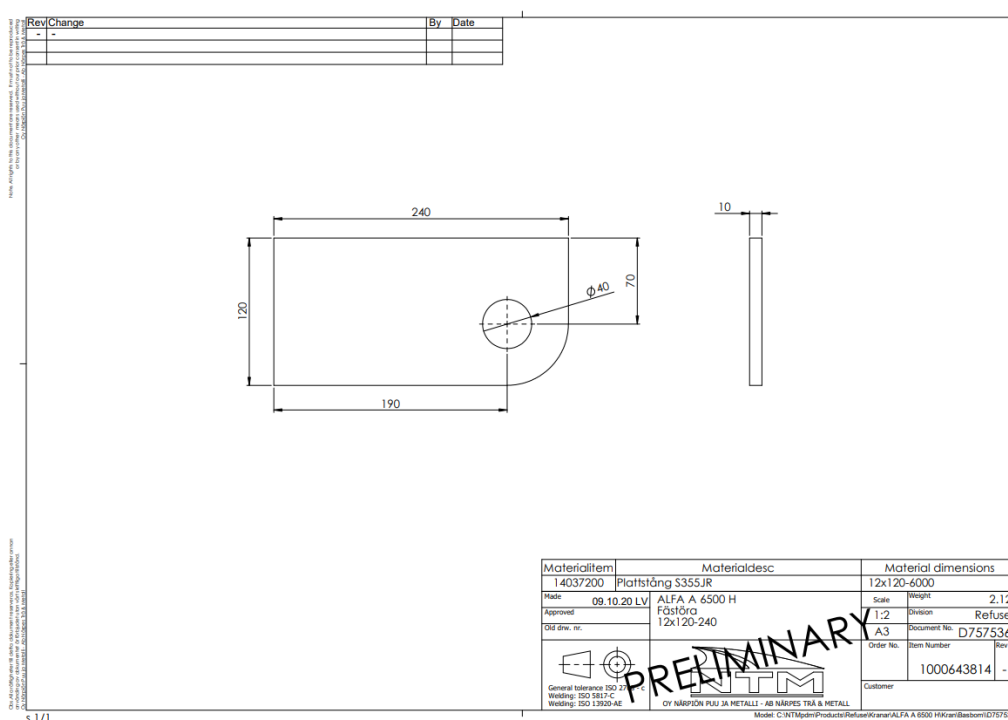
4 Resultat

I detta kapitel går resultatet av detta examensarbete igenom och förklaras systematiskt från komponentnivå till den fullständiga kranen med en avslutande presentation av förbättringar.

4.1 Komponenter

Varje komponent av kranen har nu en 3D-modell, ritning och artikelnummer. Eftermarknaden kan lätt utgående från sammanställningsritningar hitta komponenter och beställa från tillverkningen. Komponenterna gjordes enligt valda metodiken i föregående kapitel, där det beskrivs hur ritningar och datakort görs. Se figur 11 för en exempelritning.

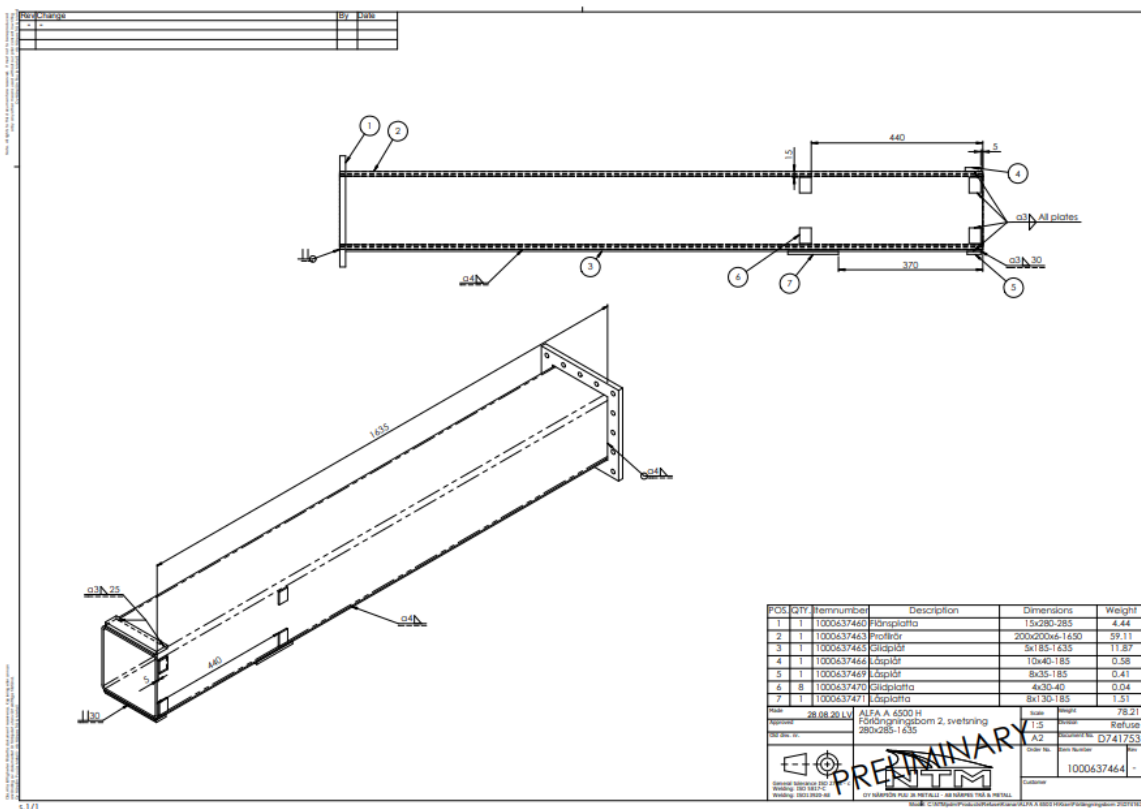
Förutom grundläggande saker för ritningar såsom mått och vyer behövdes också materialval och tillverkningsteknik till det tillhörande datakortet. Detta kunde bestämmas utgående från teorin i kapitlet tillverkningsteknik. Materialvalet i datakortet är för att komponenten ska tillverkas i rätt material och kunna ta tänkta belastningar. Detta materialval var inte direkt länkat till 3D-modellens och korrigerades för att kranmodellens vikt ska stämma till verkligheten.



Figur 11. Komponentritning. (NTM Fotobibliotek, 2021)

4.2 Tillverkningsammansättning

Varje delmoment av kranen som kräver svetsning, gjordes enligt första punkten i metodikkapitlet sammanställningar. På dessa sammanställningar lyftes alla svetsade detaljer in, för att efteråt kunna grundlackeras. Ett av syftena med detta examensarbete var att vidareutveckla kranen för tillverkningen och på grund av tidigare felaktiga sammanställningar har svetsning gjorts efter grundlackering. Detta problem är nu borta eftersom det är tillverkningsritningar före grundlackering och endast monteringar görs efter.

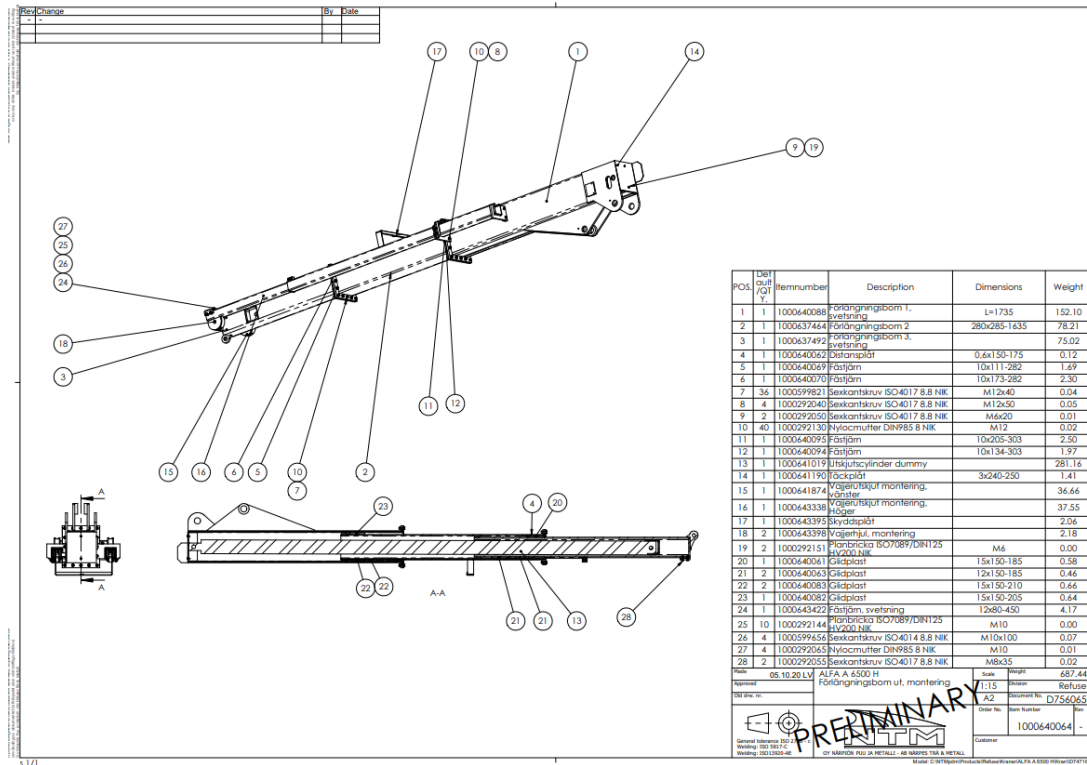


Figur 12. Exempel på tillverkningsritning. (NTM Fotobibliotek, 2021)

Svetsbeteckningarna infördes på ritningar utgående från teorin (kapitel 2.1.1). Svetsmåttens måttsattes utgående från verkliga mått på konstruktionen av ett mätinstrument för a-mått på kälfgor. Resterande fogmått måttsattes med skjutmått. En exempelritning presenteras i figur 12.

4.3 Monteringssammanställningar

När flera komponenter och tillverkningar kombineras kallas dessa monteringar. Monteringar görs ofta med maskinelement. Monteringsritningarna visar vilka komponenter som ska vart samt behövliga mått. På ritningen finns också namn till varje komponent samt artikelnummer. Denna kran blev i tre större monteringssammanställningar dvs. utskjut, basbom och fullständiga kranen.



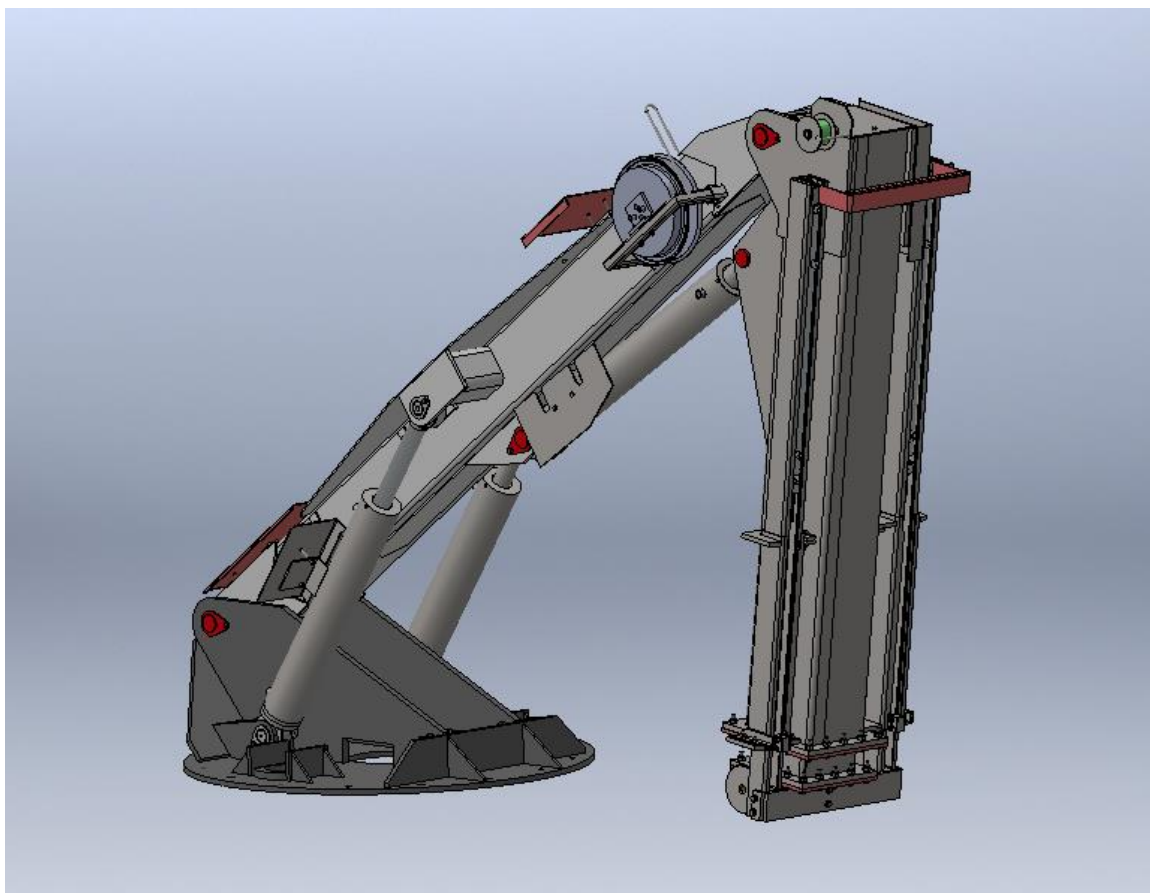
Figur 13. Exempel på monteringsritning. (NTM Fotobibliotek, 2021)

Som figur 13 visar är det enkelt från ritningen att avläsa vilka komponenter som skall ingå, samt var de ska placeras.

4.4 Färdiga kranen

Med alla undersammanställningar gjorda kunde den färdiga kranen sammanställas. Denna innehåller då sammanställningarna fot, basbom och utskjut. Hydraulcylindrarnas 3D-modeller gavs av Tillverkare AB och lyftes in i sammanställningen. Till sist lyftes små komponenter in såsom skyddsplåtar, distanser, tappar och maskinelement för fastsättning.

Med den färdiga modellen gjordes monteringsritningar med nödvändig information till montören.



Figur 14. Fullständig kranen i CAD-programmet SolidWorks. (NTM Fotobibliotek, 2021).

Figur 14 visar slutresultatet av examensarbetet. Sista steget som kvarstår, är för eftermarknads avdelningen att göra en sprängskiss av den kompletta kranen och tillämpa kranen i online-tjänsten.

4.5 Produktutveckling

Ett resultat av produktutvecklingen blev som tidigare i detta kapitel sagt, att ingen svetsning ska behövas göras efter grundlackering. Före detta arbete var distansplattor till två hydraulcylindrar inte med på någon svetsritning och blev istället svetsad i monteringskedet. Detta gjorde att den efter grundlackering blev svetsad igen och behövde ytterligare lackeras på dessa platser. Nu finns alla svetsade komponenter på en svetsritning och komponenter ska inte behöva lackeras fler gånger.

Annat resultat av viderutveckling var att två distansplattor och två fästplattor fanns redan i tillverkning och kunde användas rakt av. Detta undviker flera artikelnummer av likadana komponenter.

Antalet tappar vilka kunde bytas rakt av till företagets tappregister var sex, varav alla passar med diameter, tolerans och fastsättning. Två tappar kunde användas men behöver ny fastsättning och blev nya artiklar. Endast fyra tappar behövdes ny tillverkas från grunden. Dessa blev modellerade och ritningar gjorda enligt de verkliga tapparna.

5 Diskussion

I detta kapitel diskuteras examensarbetet i sin helhet. Ifall syftet uppnåddes, om rätta avgränsningar hade gjorts, ifall teorin gav fördelar och om resultatet är av nytta i framtiden.

Första punkten att diskutera är nog svårigheten på grund av den rådande Covid-19-situationen under arbetets gång. Själva dokumenteringen av den demonterade kranen gjordes fysiskt på plats och mitt i arbetets gång stängde fabriken för utomstående. Lösningen under fabriksstängningen blev då att modellera med riktgivande mått från bilder för att senare korrigera med uppmätta mått. Ungefär två månader senare blev situationen lättare och jag fick tillfälle att åka till fabriken för att mäta och dokumentera och kunde då göra ändringar till verkliga mått.

Avgränsningarna gjordes till att endast dokumentera kranens stålkonstruktion och inte någon hydraulik. Detta var en bra avgränsning för dokumenteringen av kranen tog väldigt lång tid och skulle blivit för stort med ytterligare komponenter, vilka också skulle krävt mera teori för att genomföra. Andra avgränsningen var att inte dokumentera svängkranen,

vilket också var ett helt rätt beslut eftersom denna är en helt inköpt produkt och kranens fot fästs rakt på denna.

Teorin i baklängesanalys av produkter gav stor fördel för hur man skulle göra detta systematisk med metoder och tillvägagångssätt. Ritteknik gav instruktioner hur ritningar ska vara uppbyggda, standarder och även hur beteckningar bör införas på ett korrekt sätt. Tillverkningsteknik var ett annat teoriämne som gav mycket till arbetet, genom att få rätt teknik till olika komponenter samt hur toleranser för hål och tappar bestäms.

Syftet och resultatet går nog in i varandra, vilket är ett bra tecken. Syftet var att få kranen dokumenterad till 3D- modeller för enkel försäljning och tillverkning av reservdelar. Kranen har nu fullständig dokumentering med ritningar, artikelnummer och 3D-modeller. Dessa kommer inom snar framtid att läggas in i online-tjänsten NTM SERVICE ONLINE var kunder enkelt kan se sprängskisser och beställa delar. Ritningar för alla komponenter och sammanställningar finns med materialval ur företagets lager och enligt dagens ritningsanvisningar.

Produktutvecklingens syfte var att byta ut tappar och komponenter till artiklar som färdigt finns i produktion. Ett flertal tappar kunde användas rakt ur företagets tappregister och endast ett fåtal behövs ny tillverkas. Antalet komponenter som hade likadan geometri, utformning eller egenskaper till företagets artikellager var väldigt få och jag hade hoppats på flera. Komponenterna vilka kunde bytas rakt mot befintliga komponenter var ett par fästplattor och är bättre än ingenting.

Dokumentering och skapande av artikelnummer för hydraul komponenter såsom slangar, kopplingar, rör och ventiler skulle vara en bra fortsättning av detta arbete, dels för att hydrauliska komponenter slits fortare än stålkonstruktionen men dels också för att få hela kranen dokumenterad på samma vis. Ett problem med hydrauliken har varit när slangar i slangvindan på utskjutet har fått läckage eller skador, byts hela slangvindan. Dessa slangar går antagligen att byta ut i slangvindan om slangarnas längd, diameter och pressade kopplingar skulle vara känt.

5.1 Avslutande ord

Examensarbetet var väldigt tidskrävande men gav också mycket lärdom inför kommande arbetsliv. Jag har fått en bättre förståelse för hur bland annat, artiklar behandlas elektroniskt, hur ritningar ska se korrekt ut samt ha rätt information utskriven och varför olika stödmetoder används vid konstruering. Teorin gav också bra information om olika tillvägagångssätt vid både koncept- samt vidareutveckling av konstruktioner, vilket är bra lärdom att ha med sig i framtiden.

Känner mig nöjd med slutresultatet och det känns bra när företaget kommer ha nytta av arbetet i framtiden genom både försäljning och tillverkning av reservdelar. Jag vill tacka företaget för uppdraget samt all handledning Henrik Koski och Kenneth Ehrström har gett mig under arbetets gång.

6 Källförteckning

Blomqvist, P., & Forsman, D. (2017). *Grundläggande CAD och Produktutveckling*. Lund: Studentlitteratur Ab.

Fonecta Oy. (den 22 2021). Hämtat från Fonecta Finder:
<https://www.finder.fi/Autokoritehdas/NTM+N%C3%A4rpes+Tr%C3%A4+%26+Metall+Ab+-+N%C3%A4rpi%C3%B6n+Puu+ja+Metalli+Oy/N%C3%A4rpes/yhteystiedot/123769?edsacid=ofs-fonectafi-profile>

Hågeryd, L., Björklund, S., & Lenner, M. (2018). *Modern produktionsteknik 1*. Stockholm: Liber Ab.

Johannesson, H., Persson, J.-G., & Pettersson, D. (2013). *Produktutveckling*. Stockholm: Liber AB.

Lepola, P., & Makkonen, M. (2004). *Svetsning och stålkonstruktioner*. Tammerfors: Utbildningsstyrelsen.

NTM Fotobibliotek. (2021). Internt dokument.

NTM Service Online. (den 20 11 2020). Hämtat från <https://aftersales.ntm.fi>

NTM, Alfakran. (den 25 9 2020). Hämtat från <http://www.ntm.fi/refuse-collection-vehicles/lyftutrustning/alfa-kran>

NTM, om företaget. (den 20 9 2020). Hämtat från NTM: <http://www.ntm.fi/fi/hem>

Sandvik Coromant. (2019). Hämtat från <https://www.sandvik.coromant.com/sv-se/knowledge/reaming/pages/how-to-ream-a-hole.aspx>

SolidWorks. (2020). Hämtat från *Introducing SolidWorks*:
<https://files.solidworks.com/pdf/introsw.pdf>

Taavola, K. (2016). *Ritsteknik Maskinteknik faktabok*. Litauen: ATHENA lär AB.