

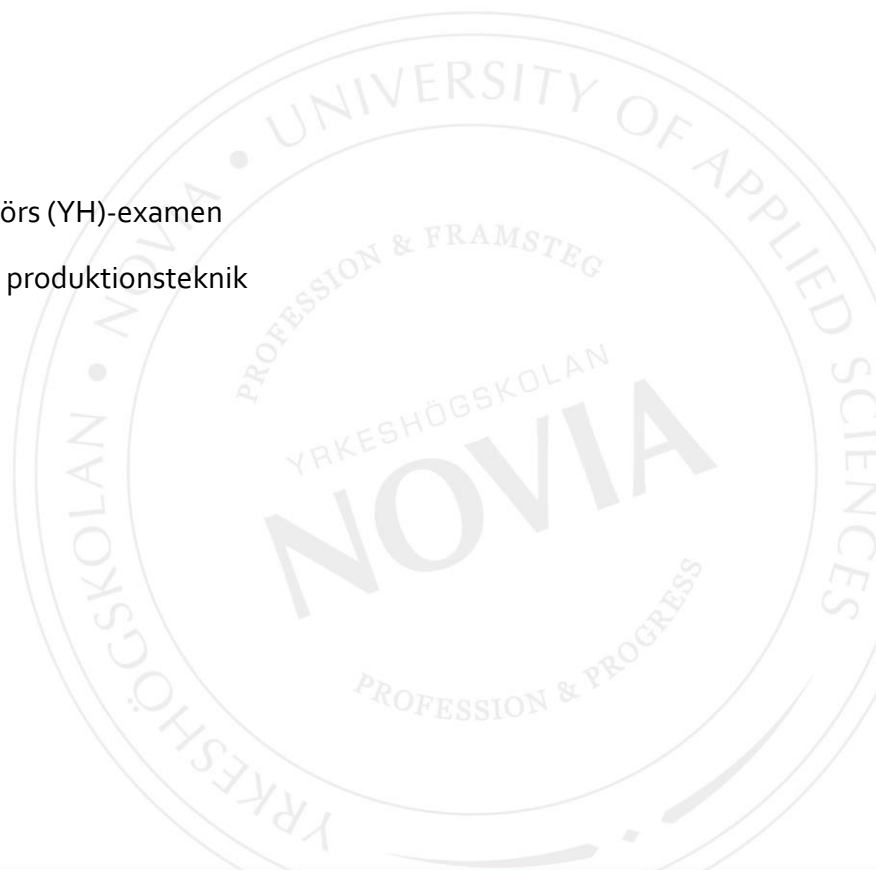
Konstruktion av modulär avrullningsenhet

Jonny Back

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningen Maskin- och produktionsteknik

Vasa 2020



EXAMENSARBETE

Författare: Jonny Back
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion
Handledare: Jonas Holmlund, Mirka
Tobias Ekfors, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Konstruktion av modulär avrullningsenhet

Datum 25.3.2020 Sidantal 30

Abstrakt

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av den interna konstruktionsavdelningen vid Mirka Ab i Oravais. Företaget tillverkar avancerade slipmaterial, slipmedel och handhållna slipverktyg främst för export. Mirka har över 1400 medarbetare och 16 dotterbolag globalt.

Uppgiften bestod i att planera och konstruera en avrullningsenhet till en ny stansmaskin för dubbla slipmaterialrullar utifrån de krav och önskemål som satts. Denna konstruktion bör vara enkel, säker och ergonomisk att använda och därtill bör även tillverkning och underhåll kunna genomföras smidigt. Som önskemål sattes att denna avrullningsenhets konstruktionslösningar och principer skall kunna tillämpas på kommande eller befintliga maskiner. Arbetet avgränsades till konstruktionen av en funktionell 3D-modell av avrullningsenheten som överensstämmer med kraven. Tillverkningsritningar, automationsplanering eller manualer hör inte till detta arbete.

Metoder som ligger till grund för genomförandet består av kravlista, koncept och 3D-modellering efter fördjupning av erforderlig teori i ämnet. Den kravlista som skapats användes för generering av koncept och slutligen ett val som ger riktlinjer för vidare konstruktion och modellering i CAD-program.

Resultatet bestod av en modulär dubbelavrullningsenhet och stämmer väl överens med de krav som uppgjorts för en fungerande konstruktion. Implementeringen av modulära system och nya synvinklar för dragning av slipmaterial ger tillverknings-, användnings-, och underhållsmässiga fördelar.

Språk: svenska Nyckelord: konstruktion, produktutveckling, CAD, modulär

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Jonny Back
Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Konesuunnittelu
Ohjaajat: Jonas Holmlund, Mirka
Tobias Ekfors, Yrkeshögskolan Novia

Nimike: Modulaarisen aukirullausyksikön suunnittelu

Päivämäärä 25.3.2020 Sivumäärä 30

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on suoritettu Oravaisissa sijaitsevan Mirka Oy:n sisäisen konesuunnitteluosaston toimeksiantona. Yhtiö valmistaa edistyneitä hiomamateriaaleja, hioma-aineita ja käsikäyttöisiä hiomakoneita pääasiassa vientiin. Mirkalla on yli 1400 työntekijää ja 16 tytäryhtiötä maailmanlaajuisesti.

Tehtävänä oli suunnitella kahdelle hioma-ainerullalle sopiva aukirullausyksikkö uudelle stanssaus koneelle asettujen vaatimuksien ja toiveiden mukaan. Tämän rakenteen tulisi olla yksinkertainen, turvallinen ja ergonominen. Lisäksi koneen valmistus ja ylläpito saisi olla vaivatonta. Toivomuksien mukaan aukirullausyksikön rakenneratkaisuja ja periaatteita voitaisiin soveltaa myös tulevaisuuden koneisiin. Opinnäytetyön rajaus asetettiin vaatimuksia noudattavan aukirullausyksikön suunnitteluun. Valmistuspiirustukset, automaatio suunnittelu tai käsikirjan laadinta eivät kuulu tähän opinnäytetyöhön.

Suunnittelun toteutus koostuu vaatimuslistan, konseptien ja 3D-mallien laatimisesta tarpeellisen teorian syventymisen jälkeen. Vaatimuslista käytettiin konseptien luomiseen, jonka valinnan jälkeen aloitettiin CAD-ohjelmassa mallinnus.

Opinnäytetyön tulos, modulaarinen kaksoisaukirullausyksikkö, on hyvin sopusoinnussa laadittujen vaatimuksien mukaan. Uusien näkökulmien ja modulaarisen järjestelyn ansiosta, saadaan tuotannon, käytön, ja ylläpidon kannalta hyvin toimiva kokonaisuus.

Kieli: ruotsi Avainsanat: konesuunnittelu, tuotekehitys, CAD, modulaarinen

BACHELOR'S THESIS

Author: Jonny Back
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vaasa
Specialization: Mechanical Construction Engineering
Supervisors: Jonas Holmlund, Mirka
Tobias Ekfors, Novia University of applied sciences

Title: Construction of a Modular Unwinding Unit

Date March 25, 2020 Number of pages 30

Abstract

This bachelor's thesis work was carried out on behalf of the internal machine construction department at Mirka Ab in Oravais. The company manufacture advanced abrasive materials, grinding agents and handheld power tools primarily for export. Mirka has over 1400 employees and 16 subsidiaries globally.

The task consisted of planning and designing a double unwinding unit for abrasive material rolls based on the requirements and wishes set. This construction should be easy, safe and ergonomic to use and, in addition the manufacturing and maintenance should be made smooth. It was desired that the design solutions and principles of this unwinding unit could be applied on future or existing machines. The limitation of the degree project was set for the construction of a functional 3D model of the unwinding unit that complies with the requirements. Drawings, automation planning or manuals are not included in this thesis work.

Methods that form the basis for the execution of this thesis work include requirements list, concepts and 3D modeling after deepening of required theory in the subject. The requirements list that has been created is used for generating concepts and finally leads to a choice of a concept that provides guidelines for further design and modeling in a CAD program.

The result, a modular double unwinding unit, is in good agreement with the requirements set for a functional construction. The implementation of modular systems and new aspects for drawing of the abrasive material provide benefits concerning to manufacturing, usage and maintenance.

Language: Swedish Key words: construction, product development, CAD, modular

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Examensarbetets mål	2
1.4	Avgränsning.....	2
1.5	Företagsbeskrivning	2
1.5.1	Mirkas historia.....	2
1.5.2	Produkter.....	3
1.5.3	Mirka idag.....	3
1.6	Disposition	4
2	Teori	5
2.1	Avrullningsfunktion	5
2.1.1	Stansmaskinen.....	6
2.1.2	Jumbo	6
2.1.3	Kantstyrning.....	6
2.1.4	Pneumatiska klapplager	6
2.1.5	Flexning av material	7
2.1.6	Ballerina	8
2.1.7	Linjär lagring	8
2.2	Konceptgenerering	9
2.3	Konceptval	10
2.4	Tillverkningsmetoder	10
2.4.1	MIG/MAG-svetsning	10
2.4.2	Laserskärning.....	12
2.4.3	Bockning.....	12
2.4.4	Skärande bearbetning.....	14
2.5	Stål som konstruktionsmaterial	15
2.6	Modulära system	16
2.7	CAD-program	18
3	Metod	19
3.1	Kravlista	19
3.2	Koncept	20
3.3	Modellering.....	22
3.4	Modulär lösning.....	23
3.5	Ballerina.....	23
3.6	Flexenhet	25
4	Resultat	26

4.1	Funktion och användning	26
4.2	Konstruktion och tillverkning	27
5	Diskussion	28
5.1	Projektets fortsättning	29
5.2	Slutord	29
	Källförteckning	30

1 Inledning

Examensarbetet för ingenjörsutbildningen ger den studerande i uppgift att med teoretisk kunskap samt kunskap som man erhållit under utbildningen uppnå ett resultat, ett mål. Denna uppgift kan ges av exempelvis ett företag som behöver hjälp med att utveckla en ny produkt eller utforska möjligheter till nya inriktningar eller projekt.

1.1 Bakgrund

Detta examensarbete utfördes på uppdrag av Mirkas interna konstruktionsavdelning i Oravais som utvecklar nya produktionsmaskiner samt förbättrar befintlig utrustning och maskiner. År 2019 arbetade jag vid denna avdelning med diverse konstruktionsprojekt. Mot slutet av praktikperioden diskuterades möjligheten att utföra ett examensarbete för nämnda avdelning med min handledare.

Vid närmare undersökning visade det sig att företaget ämnade investera i en ny stansmaskin som behövde kompletteras med en avrullningsenhet för dubbla råmaterialrullar, så kallade jumbon. Detta ansågs vara ett passande examensarbete för en ingenjörsstuderande inriktad på maskinkonstruktion. Arbetet inleddes hösten 2019 med ett initialt möte där krav och önskemål för avrullningen sattes. Information om den nya stansmaskinen delgavs också vid detta tillfälle.

1.2 Syfte

Detta examensarbets huvudsyfte var att konstruera en avrullningsenhet för dubbla jumborullar till företagets kommande stansmaskin enligt de krav som har fastställts. Denna konstruktion bör vara enkel att använda, ta ergonomi och arbets säkerhet i beaktande, vara relativt enkel att tillverka och underhålla samt använda sig av standardkomponenter ur Mirkas reservdelssortiment så långt som det är möjligt.

Ett delsyfte med examensarbetet var att i mån av möjlighet konstruera lösningar som kan implementeras på redan befintliga avrullningsenheter samt med enkla modifikationer användas till kommande stanslinjer för att underlätta konstruktions- och projektarbetet.

1.3 Examensarbetets mål

Målet med arbetet var att konstruera en fungerande avrullningsenhet som motsvarar uppdragsgivarens krav samt de arbets säkerhetsmässiga krav som sätts på en produktionsmaskin. Denna avrullningsenhet bör vara enkel att tillverka och samtidigt lätt att underhållas av företagets underhållspersonal.

1.4 Avgränsning

Detta examensarbete, konstruktion av modulär avrullningsenhet avgränsas till planering och konstruktion av en funktionell avrullningsenhet som motsvarar uppdragsgivarens krav. Tillverkningsritningar, automationsplanering eller manualer hör inte till detta arbete. Analys av konstruktionens hållfasthet utförs heller inte på grund av god erfarenhet från tidigare, motsvarande enheter. Arbets säkerheten utvärderas slutligen med riskanalys utanför examensarbetet.

1.5 Företagsbeskrivning

Här presenteras företaget Mirkas historia, innovationer och vad man gör idag. Med sina innovativa och patenterade produkter inom slipmedelsteknologi är Mirka idag en global aktör med 97 % av sin försäljning till över 100 länder. (Mirka.com, 2020)

1.5.1 Mirkas historia

År 1943 grundades företaget Mirka av ingenjör Onni Aulo i Helsingfors. Produktionen av slipmaterial påbörjades först år 1946 på grund av krigstida förhållanden och brist på råvaror. Efter varierande finansiella tillgångar flyttade företaget till Jeppo år 1962 och köptes av Oy Keppo Ab fyra år senare. För att kunna konkurrera internationellt frångick man de billiga bulkprodukterna för att satsa på högklassiga produkter med hjälp av förädling och utveckling av dessa. År 1972 förstörades maskinparken och det investerades i en ny, modern fabrik som stod klart inom ett år. Produktionen utökades till Oravais år 1977 där fabriken under årens lopp byggts ut gradvis. Också i Jeppo har man i etapper byggt ut och fabriksområdet är idag mest känt för sitt höglager, det så kallade jumbotornet som syns vida omkring. (Mirka.com, 2020)



Figur 1. Vy över Mirkas produktionsanläggning i Jeppo. (Mirka.com, 2020)

1.5.2 Produkter

Mirka tillverkar och marknadsför slipprodukter av hög kvalitet. Genom målmedvetet arbete och produktutveckling har man introducerat produkter som har revolutionerat marknaden för flexibla sliplösningar. Företaget tillverkar allt från vanligt slipmaterial, så kallat sandpapper till mer avancerad microfinishing och avancerade, elektroniska handverktyg. (Mirka.com, 2020)

Till Mirkas viktigaste marknadssegment hör idag bland annat fordonsindustrin med tillhörande eftermarknad för bilar och billackering, slipsystem för komposit-, trä- och metallbranschen samt för försäljning via järn- och maskinhandel.

1.5.3 Mirka idag

Vartefter verksamheten växt har Mirka öppnat fler produktionsenheter inom Finland och man har idag 16 dotterbolag globalt. Företaget hör idag till KWH-koncernen som bildades år 1984 efter att Oy Keppo Ab köpte upp hälften av aktierna i Oy Wiik & Höglund Ab. (Mirka.com, 2020)

År 2018 hade Mirka en omsättning på 287 miljoner euro och över 1400 anställda. Mirka eftersträvar att kunder och intressenter ser företaget som en marknadsledare och som det mest ansvarsfulla som driver innovation inom sina kärnaffärsområden.

(kwhgroup.com, 2020)

1.6 Disposition

Dispositionen beskriver kort innehållet i examensarbetets kapitel. För att få en förståelse för vad som behandlas i dessa kapitel listas de nedan.

1. Inledning

Detta kapitel beskriver arbetets uppdragsgivare samt företagets verksamhet. Bakgrund, problemformulering och syfte redogörs för att läsaren skall introduceras till detta arbete. Avgränsningen definierar arbetets begränsning.

2. Teori

Kapitel 2 ger läsaren en förståelse för vilken teori detta examensarbete grundar sig på. I kapitlet presenteras funktionen hos en avrullning samt tillverkningsmetoder och hur man väljer tillverkningsmaterial. För att få en större förståelse för 3D-modellering ges även teorin kring det datorbaserade konstruktionsverktyget.

3. Metod

Metodkapitlet beskriver tillvägagångssättet och de metoder som använts under arbetets gång för att nå ett resultat.

4. Resultat

Kapitel 4 presenterar det slutgiltiga resultatet för examensarbetet.

5. Diskussion

I kapitel 5 ges reflektioner över resultatet och examensarbetet i helhet. Vad som kunde ha gjorts annorlunda för ett bättre utfört arbete, men också vad som gjorts bra behandlas.

Källförteckning

Källförteckningen redogör över vilka källor teorin i detta examensarbete grundar sig på.

2 Teori

Teorikapitlet behandlar den väsentligaste teorin som detta examensarbete grundar sig på. Kapitlet presenterar avrullningsprocessen, produktutveckling, tillverkningsmetoder samt konstruktionsteknik. Avrullningens principer och funktion fås från erfarenhet av företagets befintliga avrullningsenheter. Denna erfarenhet används och utvärderas i konstruktionsmetodiken av detta examensarbets avrullningsenhet.

2.1 Avrullningsfunktion

Avrullningen av en jumborulle till löpande material sker med en avrullningsenhet. Denna avrullning sker som första steg i en stansprocess för ark eller rondeller. Det material som skall avrullas levereras till avrullningsenheten och monteras i maskinen. Materialet rullas av genom att dras förbi löpvalsar i en viss ordning, så kallad bandragning. För att kunna stansa i två lager så förs materialet samman i avrullningens slutskede.

Inom företaget används avrullningsenheter i varierande modeller enligt de krav som den specifika stansningsprocessen kräver. Stansmaskinen bör kunna accelerera materialet från stillastående till produktionshastighet på en kort tid. Ett annat krav som sätts på avrullningen kan vara att banspänningen bör hållas konstant under avrullningsprocessen.

Med banspänning menas den specifika kraft som påverkar det löpande slipmaterialet i längdriktning. Med konstant banspänning erhålls en harmonisk avrullningsprocess som är enkel att kontrollera samt möjlighet till flexning, som behandlas i kapitel 2.1.5.

För att öka produktionskapacitet stansas materialet i två ovanpå varandra liggande lager av samma slipmaterialkvalitet. I och med att man behöver rulla av två jumborullar till stansmaskinen bör detta ske med en dubbelavrullningsenhet. Denna dubbelavrullning fungerar som en sammansatt enhet med fristående, egna funktioner och styrningar för vardera rullar eftersom mängden material på dessa kan variera.

2.1.1 Stansmaskinen

Den stansmaskin som utför själva stansningen av råmaterialet till rondeller eller ark köps in av en utomstående leverantör. Tillsammans med avrullningsenheten bildar stansmaskinen en funktionerande produktionslinje. Stansmaskinen arbetar diskontinuerligt, vilket betyder att den fordrar råmaterial genom att dra detta till sig i en viss längd för att sedan avbryta dragningen och stansa ur råmaterialet. Denna process upprepas genom att under tiden stansmaskinen stansar förser avrullningen maskinen med den mängd råmaterial som fordras.

2.1.2 Jumbo

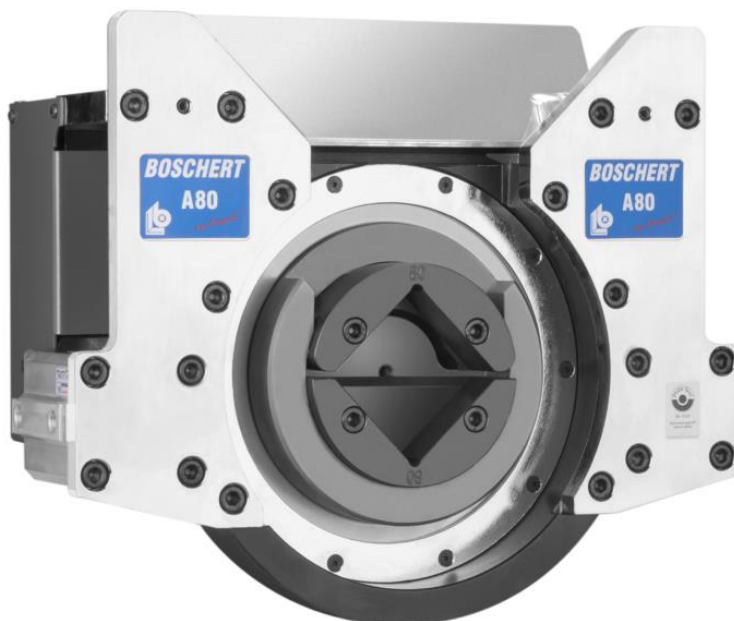
En jumbo är en rulle med slipmaterial som genom ett flertal process-steg fått sina slutliga egenskaper. Denna jumbo kan ha en diameter på upp till 1200 millimeter, en bredd på 1500 millimeter samt en massa på 2000 kilogram. Beroende på materialtjockleken kan längden för det upprullade materialet vara ett antal kilometer långt.

2.1.3 Kantstyrning

Slipmaterialet som rullas av från en jumbo är ofta snett i förhållande till avrullningens riktning beroende på tillfälliga avbrott i tillverkningsprocessen eller inre spänningar i materialet. Detta problem leder ofta vid avrullning till att materialet inte löper rakt, utan har en lätt ojämn rörelse. Kantstyrningen behövs för att det löpande materialet ska styras in rakt till stansprocessen som stansmaskinen kräver. Kantstyrningsmekanismen justerar aktivt jumbon i sidled med hjälp av kantstyrgivare som känner av var det löpande materialets kant befinner sig i sidled.

2.1.4 Pneumatiska klapplager

Jumbons centrumhål är kvadratiska, vilket gör att rullen erhåller drivning samt upplagring med en motsvarande kvadratisk axel. För att enkelt och säkert byta jumbo samt för att få en säker drivning används klapplager. Dessa är standardkomponenter som genom en förflyttning av övre rotationshalvan ger tillgång till montering eller demontering av jumboaxeln, vilket framgår från figur 2. Axelns drivning fås genom att klapplagret konfigureras med en drivaxel som kan kopplas till en motor. I motsats till manuella klapplager, ger pneumatiska klapplager säkerhetsmässiga fördelar, när drivning eller demontering inte är möjlig om systemets inbyggda sensorer detekterar att rotationen är felaktig.



Figur 2. Pneumatiska klapplager. (antech.solutions.com, 2020)

2.1.5 Flexning av material

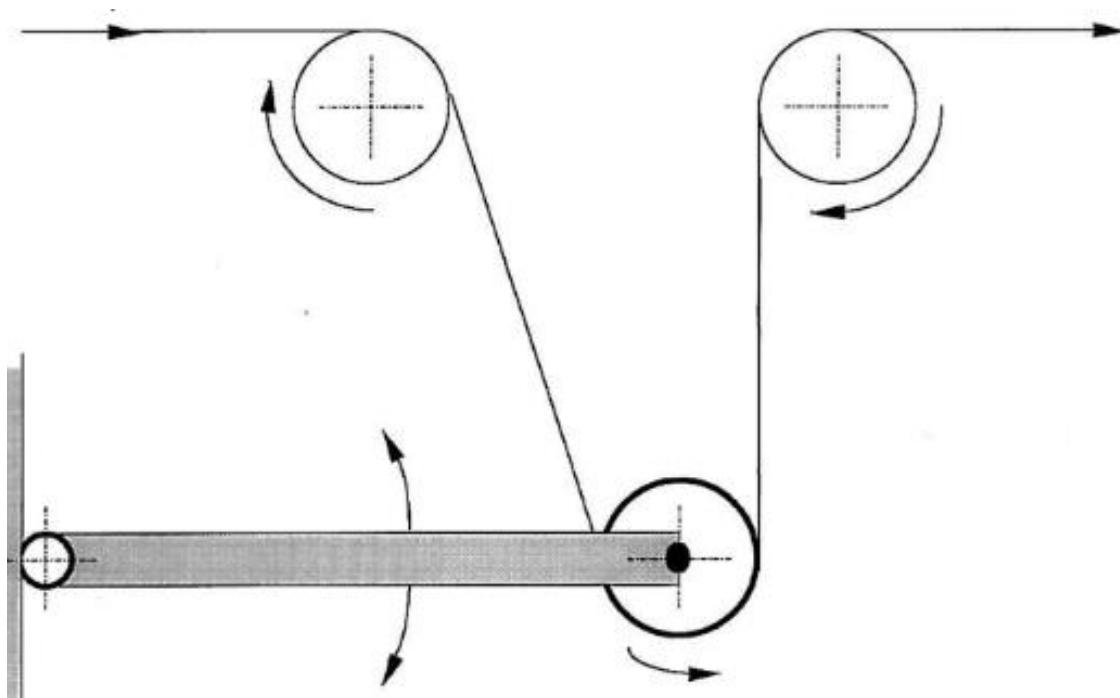
När ett slipmaterial rullas av en rulle, leder detta beroende på avrullningsdiameter till olika grad av kupning vilket innebär att materialet strävar att bibehålla den form det hade när det var upprullat på jumborullen. Denna kupning ger uttryck i att exempelvis en stansad rondell inte hålls plan utan strävar till att vara bågformad och högre, eller också lägre vid mitten. Även om inte slipmaterialets egenskaper ändras vid kupning, ger det vid vidare hantering produktionsmässiga problem och ger produkten ett tvivelaktigt kvalitetsintryck.

För att motverka kupning böjs materialet i motsatt riktning till upprullningsriktningen, vilket kallas flexning. Vid flexning passerar slipmaterialet en axel med förhållandevis liten diameter som i förhållande till närliggande valsar kan ändra sin position. Denna positionsförändring ändrar omslutningen kring flexaxeln, vid stor omslutning flexas materialet mer, vid liten omslutning mindre. För att uppnå eftersträvd flexningsgrad, krävs konstant banspänning. Beroende på vilken slipmaterialkvalitet som avrullas kan graden av flexning variera. Hur mycket flexning som behövs är erfarenhetsbaserad inom företaget och justeras kontinuerligt under processens gång.

2.1.6 Ballerina

Ballerinans funktion är att agera buffert för det material som fordras av stansmaskinen. Genom att valsars position aktivt justeras, åstadkommer man med hjälp av bandragningen ett mellanlager av material. När inbördes läge för valsarna ändras, så ändras även längden för det material som passerar valsarna vilket som princip framkommer av figur 3.

En annan av ballerinans huvudfunktion är att justera banspänningen. En konstant banspänning behövs dels för att hålla jämn kvalitet vid stansningen dels för att kunna flexa materialet och undvika kupning. Genom att följa med ballerinans position med hjälp av laseravståndsgivare, ger jumbons drivmotor den mängd material som krävs.



Figur 3. Ballerinans princip.

2.1.7 Linjär lagring

För att åstadkomma linjär lagring används öppna linjärskenor av kompakt modell. Kompakt, linjär lagring består av härdade skenor och vagnar med rullar. Denna lagring är förmånlig, är okänslig mot föroreningar, erbjuder enkel justering och har lång livslängd.

Parallellitetsavvikelser och smutsig miljö ger utmaningar vid tillämpning av linjärskenor. När monteringsytorna sinsemellan har vinkelavvikelser och inte är helt parallella, orsakas slitage hos lagring och tröga rörelser. För att motverka dessa problem används skenor med

olika inbördes egenskaper. Beroende på tillämpning har vagnarna olika frihetsgrader, vilket ger lagringen sin karaktär. Genom att använda en fast, styrande skena samt att den andra skenan är flytande fås en konfiguration som har överseende med form- och vinkelavvikelser hos montageytorna. Enligt tillverkaren kallas dessa för T (styrande) och U (kompenserande) skenor utifrån deras egenskaper. (Rollco)



Figur 12. Linjär lagring av konfigurationen T+U (Rollco)

2.2 Konceptgenerering

Med konceptgenerering skapas ett antal lösningar i konceptform. Konceptgenerering kan grunda sig på egen erfarenhet, tidigare kunskap inom företag eller de krav som sätts på produkten. Idén med denna arbetsform är att man skall generera ett flertal lösningsförslag att välja bland. På detta sätt fås ett antal lösningar som kan väsentligt skilja sig från varandra men utför samma funktion som uppfyller kriterierna. För att kunna fortsätta i processen görs att val av ett koncept som vidareutvecklas mot färdig lösning.

(Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004, ss. 121-128)

2.3 Konceptval

Vid konceptvalet utvärderas de koncept som tidigare genererats. Vid utvärderingen av koncept analyseras alternativen för att bestämma det mervärde eller kvalitet konceptet erbjuder i förhållande till de krav och önskemål som satts på produkten. Denna process kan dock te sig utmanande, exempelvis på grund av att:

- Det mervärde en lösning erbjuder påverkas av flertal andra egenskaper.
- Olika lösningar har olika betydelse i förhållande till varandra.
- Egenskaperna har olika betydelse beroende på vem som har intresse av produkten.
- Förhållandet mellan mätandet av kvantitet och kvalitet.
- Eftersom lösningen presenteras i konceptform, har ännu inte fullständig information bildats när beslutet tas.

Dessa utmaningar till trots, bör ett beslut gällande koncept göras. En viktig del av konceptvalet är att förstå de konsekvenser som uppkommer med olika lösningsalternativ. Beslutet kan tas baserat på intuition, erfarenhet, en lista över för- och nackdelar, testning av prototyper eller beslutsmatriser. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004, ss. 128-130)

2.4 Tillverkningsmetoder

Vid tillverkning av detaljer som bidrar till en funktionerande helhet behöver man sammanfoga, dela eller avverka material. Nedan beskrivs de vanligaste metoderna som används för att omforma ett arbetsstyckes egenskaper. En viktig aspekt av detta examensarbete är att tillverkning samt underhåll bör kunna genomföras med de vanligaste metoderna. Genom användning av vanliga konstruktionsmaterial fås ekonomiska fördelar när gängse tillverkningsmetoder kan tillämpas. Konstruktören bör tänka på de egenskaper som krävs av den tillverkade produkten och välja en konstruktion som går att tillverka med de metoder som är fördelaktiga.

2.4.1 MIG/MAG-svetsning

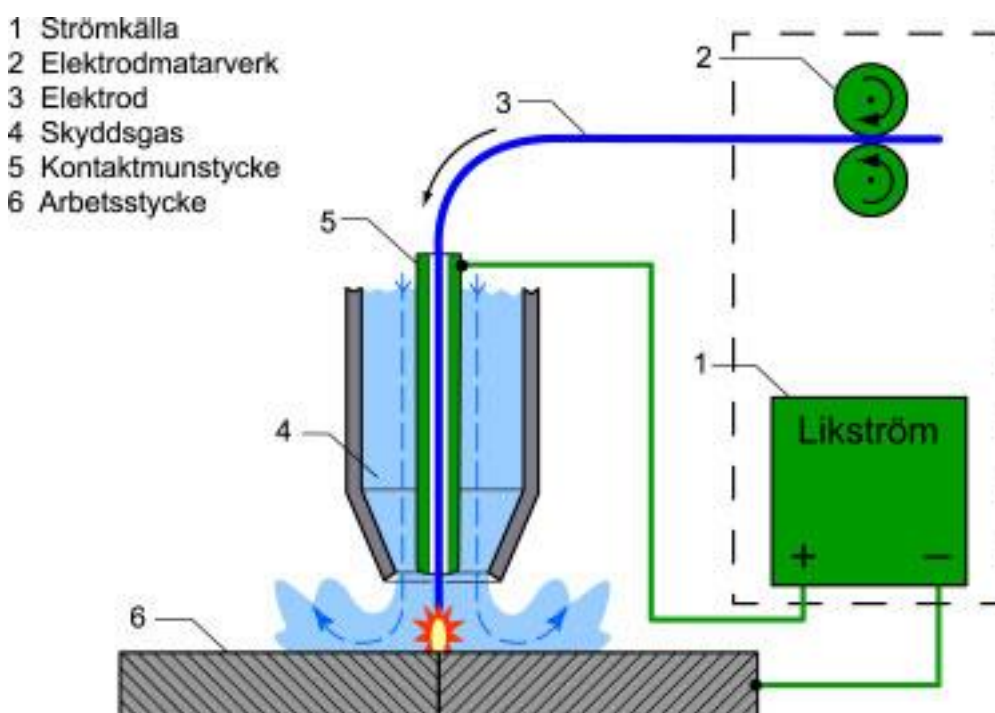
MIG/MAG-svetsning är en halvautomatisk svetsmetod där tillsatsämnet i trådform matas i jämn hastighet till svetspunkten omgärdad av skyddsgas. Vid svetspunkten smälts tillsatsämnet med hjälp av en strömkälla ihop med grundmaterialet och bildar en svetsfog.

Svetsning lämpar sig väl som metod för att foga samman olika konstruktionsstål för större helheter. De fördelar som fås med denna svetsmetod är bland annat:

- Kontinuerlig matning av tillsatsmaterial.
- Ingen slaggbildning.
- Inträngning kan justeras med hjälp av svetsströmmen.
- Stora möjligheter för justering av svetsströmmen vid olika godstjocklekar.
- Förmånliga tillsatsämnen.
- Svetsning är möjlig i alla lägen.

Nackdelar hos svetsmetoden är exempelvis:

- Metoden är känslig för drag och vind.
- Den har begränsad räckvidd i förhållande till strömkällan.
- Lämplighet vid svetsning på byggarbetsplatser är dålig.
- Sämre urval av tillsatsmaterial jämfört med elektrods svetsning.



Figur 4. Schematisk bild över MAG-svetsningens komponenter. (Svetskommissionen, 2019)

Vid MAG-svetsning används en aktiv svetsgas som vanligtvis är en blandning av koldioxid och argon eller syre och argon. Denna svetsmetod lämpar sig utmärkt för svetsning av stål, där MIG-svetsning använder sig av en inert gas som inte reagerar med omgivningen och lämpar sig för svetsning av exempelvis aluminium, koppar och titan. (Lepola & Makkonen, 2004, ss. 126-129)

2.4.2 Laserskärning

Laserskärning är en termisk metod som med en värmekälla smälter ett skärnsnitt i exempelvis en plåt så att den delas. Denna värmekälla är en fokuserad laserstråle som omges av en skyddsgas för bättre skärresultat. Laserskärning hindras inte av att råmaterialet är hårt, utan skärning lyckas likvärdigt för hårt respektive mjukt stål. (SSAB, 2011, ss. 6:8-6:10)

Några av laserskärningens fördelar är:

- Detaljerade detaljer kan skäras tack vare liten snittbredd på 0,1 – 0,5 mm samt låg svängradie.
- Möjlighet att skära stål, övriga metaller, plaster och keramer.
- Fullständigt automatiserad process.
- Minimala verktygskostnader samt liten eller ingen fixturering.
- Väldigt låg termisk inverkan på omgivande material samt fin snittkant fri från slagg.
- Höga skärhastigheter.

Med avancerade CAD-program fås funktioner som i modelleringsstadiet lämpar sig väl för laserskärning, när materialspecifika parametrar höjer kvaliteten hos den färdiga skärningen. Repeterbarheten och positioneringsnoggrannheten vid laserskärning ger stora fördelar vid serieproduktion och samverkande av detaljer i en sammanställning.

2.4.3 Bockning

Vid bockning av ett plåtmaterial eftersträvas en bestående formförändring med böjande momentkrafter. När man strävar efter en bestående formförändring bör man överskrida det bearbetade råmaterialets sträckgräns, varvid materialet inte återgår till sin ursprungliga form. Bockning utförs vanligtvis genom att plåten pressas mellan två verktyg för att åstadkomma formförändringen.

Med bockning erhålls bättre styvhet hos arbetsstycket och lättare konstruktion fås genom mindre materialtjocklek samt erbjuder fler konstruktionsmöjligheter jämfört med en konstruktion med endast standardiserade rörprofiler eller stänger. Med bockning kan även fås flertalet integrerade funktioner hos arbetsstycket såsom flikar och fästpunkter som utelämnar ytterligare svetsning eller bultförband. (Lepola & Makkonen, 2004, ss. 368-370)

Bockning av laserskurna plåtar ger produktions- och funktionsmässiga fördelar hos den tillverkade detaljen. I moderna 3D-program fås programmoduler för plåt som ger stora möjligheter till samverkande funktioner vid bockning av detaljen med hjälp av materialspecifika parametrar som ger värden för bockningsvinkel och bockningsradie.



Figur 5. Exempel på en bockad laserskuren detalj (Häfla Bruks AB)

2.4.4 Skärande bearbetning

Med skärande bearbetning avses en materialavverkande tillverkningsmetod som används för att med ett vasst verktyg åstadkomma önskade former och mått för den detalj som förädlas. Skärande bearbetning är ett samlingsbegrepp för metoder såsom svarvning, fräsning och borrarning.

Med ovanstående metoder och kombinationer av dessa kan detaljer med höga krav på mått och geometri tillverkas. För att få goda resultat vad gäller verktygets livslängd, materialavverkning, måttnoggrannhet och kostnadseffektivitet bör ett antal parametrar vid bearbetningen behärskas såsom skärhastighet, skärdjup och verktygets matningshastighet.

Svarvning innebär att ett arbetsstycke roterar i förhållande till ett stationärt verktyg för att åstadkomma runda och cylindriska former. Svarvning kan delas upp i längdsvärvning, plansvarvning och svarvning av profiler. Fräsning är en flexibel bearbetningsmetod där arbetsstycket fästs i maskinen som vanligtvis har rörelser i tre dimensioner och där verktyget roterar.

Fräsning ger stora möjligheter vid fastsättning av arbetsstycken av varierande mått och form samt vilka verktyg som används i fräsoperationen. De vanligaste fräsoperationerna är:

- planfräsning
- spårfräsning och kapning
- hål- och fickfräsning
- kuggbearbetning
- profilfräsning
- borrarning och gängning.

(Sandvik Coromant)



Figur 6. Borrning av svarvad detalj (Sandvik Coromant)

Beroende av de förhållanden och krav som gäller vid skärande bearbetning används verktyg av hårdmetall, snabbstål eller verktygsstål. Vid krävande bearbetning används keramiska skär.

Vändskär är plattor med flera eggjar gjorda av hårdmetall eller keramiska material och spänns fast i skärhållare. Fördelar med vändskär är att de erbjuder olika egenskaper med samma skärhållare, att skären är vändbara vilket gör att livslängden ökar och deras tolerans för hög värme vid bearbetningen. Snabbstål är ett slipbart material som kan erbjuda olika former och är förmånligt. Snabbstål används ofta för rotationssymmetriska verktyg såsom borrar och pinnfräsar och kan beläggas med funktionshöjande beläggning som ger bättre slitstyrka och motståndskraft för höga temperaturer.

(Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004, ss. 544-546)

2.5 Stål som konstruktionsmaterial

Stål är basråmaterialet för verkstads-, byggnads-, trä- och skogsindustrin. På grund av stålets egenskaper såsom bland annat god hållfasthet, skärbarhet och svetsbarhet lämpar sig materialet väl till verkstadsbranschens krävande behov. Konstruktionsstål fås bland annat i form av plåt, stång, skenor och rörbalk. (Lepola & Makkonen, 2004, ss. 322-332)

På grund av goda mekaniska egenskaper, relativt lågt pris och goda möjligheter till form- och fogning är stål det dominerande konstruktionsmaterialet globalt. Stål består av järn med en kolhalt som är lägre än 1,6 % och ett antal olika legeringsämnen. Stål tillverkas dels genom omsmältning dels genom skrotbaserad återvinning.

Vid belastningar av måttlig karaktär används konstruktionsstål med en kolhalt omkring 0,1 – 0,6 %. Genom ökad kolhalt erhålls ökad hårdhet och hållfasthet men ger i omvänd ordning sämre svetsbarhet, lägre seghet och skärbarhet. Sträckgränsen hos konstruktionsstål nås vid ungefär 210 – 350 MPa. (Johannesson, Persson, & Pettersson, 2004, ss. 312-314)

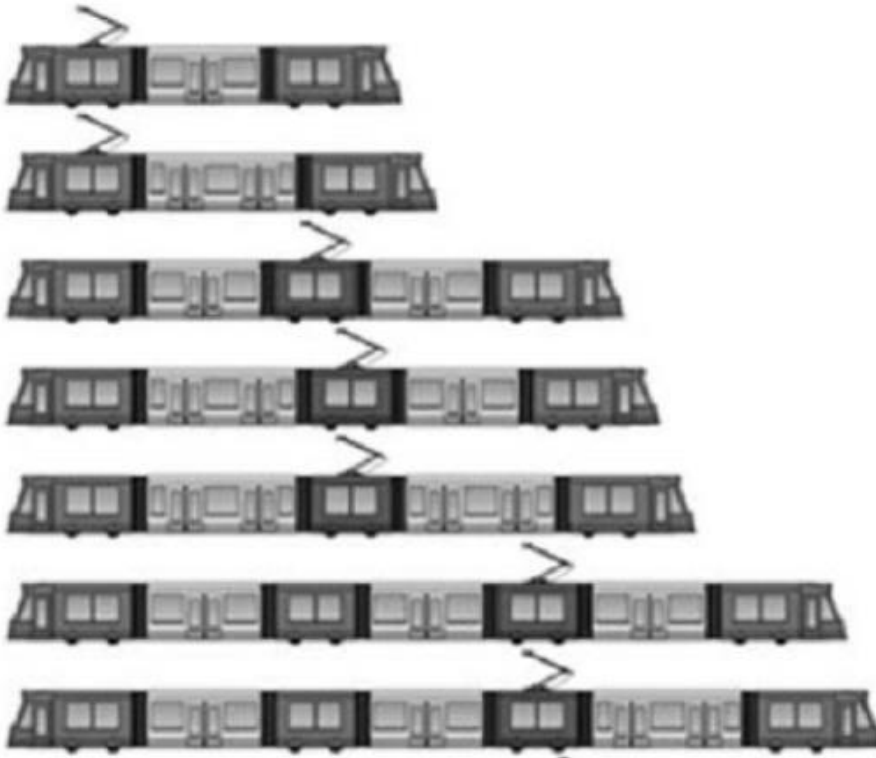
Konstruktionsstålet S355J2 som uppfyller den europeiska standarden EN 10025 fås i en stor variation av leveransformer och levereras av de flesta stålleverantörer. S355J2 är stålets handelsnamn som återger dess egenskaper, där;

- S är en förkortning av structural steel, alltså konstruktionsstål.
- 355 anger stålets minsta värde på sträckgräns för materialtjocklek under 16 mm.
- J2 beskriver att stålet uppfyller slagseghetskravet för slagprovning med energin 27 Joule vid temperaturen – 20 °C. (World Material, 2019)

2.6 Modulära system

Ett modulärt system erbjuder en rationalisering av komponenter samt designlösningar med bibehållen funktion. Om en produkt behöver utträta flertalet funktioner, behövs även flertalet varianter på denna med stor åtgång av design- och produktionstid som följd.

Med modulära system avses maskiner, sammanställningar och komponenter som utför olikartade uppgifter med distinkta, gemensamma funktioner som utgörs av byggstenar, moduler. Dessa moduler kan byggas vidare från en grundplattform med exempelvis gemensamma fästpunkter eller delgränssnitt. (Pahl, Beitz, Feldhousen, & Grote, 2007, ss. 495-499)



Figur 7. Modulära system för spårvagnar (Pahl, Beitz, Feldhousen, & Grote, 2007)

Fördelar som uppkommer genom tillämpning av modulära system är många, nedan ges ett antal av de väsentligaste:

- Lägre design- och produktionskostnader när gemensamma funktioner kan användas och skalas upp.
- Flexibilitet i utförandet av produktens sammansättning.
- Skalbarhet av designen kan med fördel genomföras, exempelvis med tillämpning av skalfaktorer.
- Korta leveranstider för produkten när systemet implementerats.
- Bättre tillgång till reservdelar och enklare underhåll.
- Designproblem åtgärdas i tidig design, vilket ger kunskap för fortsatt implementering av modulära system.

(Pahl, Beitz, Feldhousen, & Grote, 2007, ss. 508-509)

Även om modulära system ger stora designfördelar, behövs ändå en förståelse hos konstruktören för systemets nackdelar, exempelvis utmaningar vid kundspecifika önskemål, att vissa designrelaterade utmaningar relaterade till kvalitet förs vidare i designen samt större designkostnader i initialskedet.

2.7 CAD-program

Solidworks är ett avancerat två- och tredimensionellt CAD-program, där CAD är en förkortning som står för Computer Aided Design. Solidworks används av miljoner konstruktörer och designers världen över i olika modelleringsändamål. Detta program kan byggas upp med ett stort antal olika moduler som ger programmet dess funktion. De moduler som behandlas i detta examensarbete är part, assembly och drawing.

En part är en detalj som man modellerar upp tredimensionellt. Vid uppbyggandet av en part ritas en skiss tvådimensionellt som sedan extruderas på höjden för att åstadkomma tre dimensioner. 3D-modellen kan sedan justeras med med programmets funktioner. Av flera detaljer görs en sammanställning, så kallad assembly för att få en fungerande helhet.

Detaljerna sammansätts med olika villkor för att i sammanställningen kunna ändra läge på detaljer och säkerställa funktionen hos exempelvis mekaniska rörelser. Till hjälp vid sammanställningar kan färdiga modeller för de flesta standarddelar såsom skruvar, rullningslager eller profiler från onlinebaserade bibliotek. Programmets modul för tillverkningsritningar i två dimensioner heter drawing, där erforderliga mått och tillverkningsstoleranser definieras för en part eller en assembly. (Solidworks, 2017)

3 Metod

Detta kapitel beskriver de metoder som konstruktionsprocessen i examensarbetet består av. Den kravlista som gjorts upp under projektets initiala skede har använts för att generera koncept för bandragningen, alltså slipmaterialets väg genom avrullningsenheten. För att kunna generera dessa koncept studerades befintliga avrullningsenheter med de brister och problem som uppstår vid användningen av dessa, men även fördelar analyseras. Genom diskussion med maskinoperatörer uppstod en förståelse för hur examensarbetets avrullningsenhet bör konstrueras för utmärkt funktion.

Konceptvalet har gjorts med en beslutsmatris där fördelar samt funktioner för koncepten ställs upp samt med hjälp av intuition och erfarenhet. Detta konceptval har använts som grund för modelleringen där den valda bandragningen tillämpats och utvecklats ytterligare. Vidare tillämpas det modulära systemet vid konstruktionen av ballerinas infästningsgavlar och delgränssnitt, vilket ger fördelar vid omändring av avrullningens beskaffenhet.

3.1 Kravlista

Utifrån kriterier som ansågs viktiga för avrullningsenhetens användarvänlighet, tillverkning och underhåll skapades en kravlista som ger struktur i konstruktionsarbetet samt hjälp vid konceptgenerering och konceptval. Kravlistan skapades i tabellform för lättöverskådlighet och innehåller även önskemål för konstruktionen.

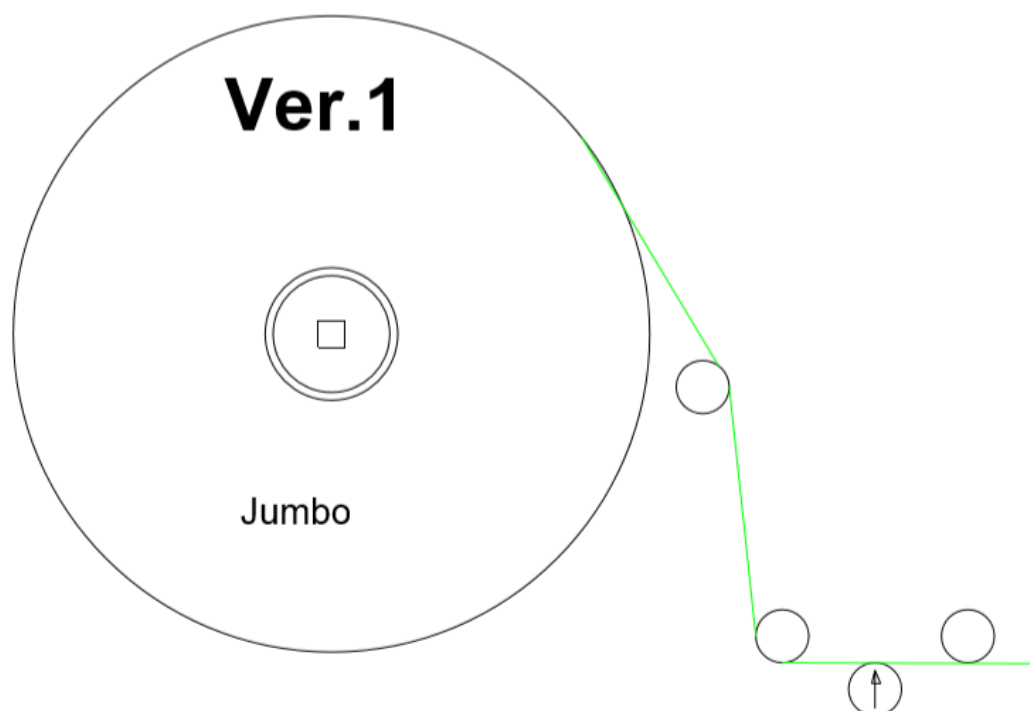
Tabell 1. Kravlista för dubbelavrullningsenheten

Kravlista för dubbelavrullning		Krav/ Önskemål	
Ansvarig: J.B			
Användning	Enkel att använda	K	
	Säker att använda	K	
	Ergonomisk	K	
	Låg spillmängd	Ö	
	Enkel bandragning	Ö	
	Enkla jumbobyten	Ö	
	Enheten bör kunna flexa materialet	K	
	Enheten bör rulla av 2 fullbreda jumbor	K	
Konstruktion	Konstruktion med standardkomponenter	Ö	
	Tydliga lyftpunkter	Ö	
	Modulära lösningar	Ö	
	Enkla lösningar	Ö	
	Pneumatiska klapplager används	K	
Material	Användning av lagerhållna material	Ö	
	Förmånliga konstruktionsmaterial	Ö	
Tillverkning	Plåtar skärs med laser	Ö	
	Sedvanliga tillverkningsmetoder	Ö	
Underhåll	Enkel att underhålla	K	
	Reservdelar ur företagets sortiment	Ö	

3.2 Koncept

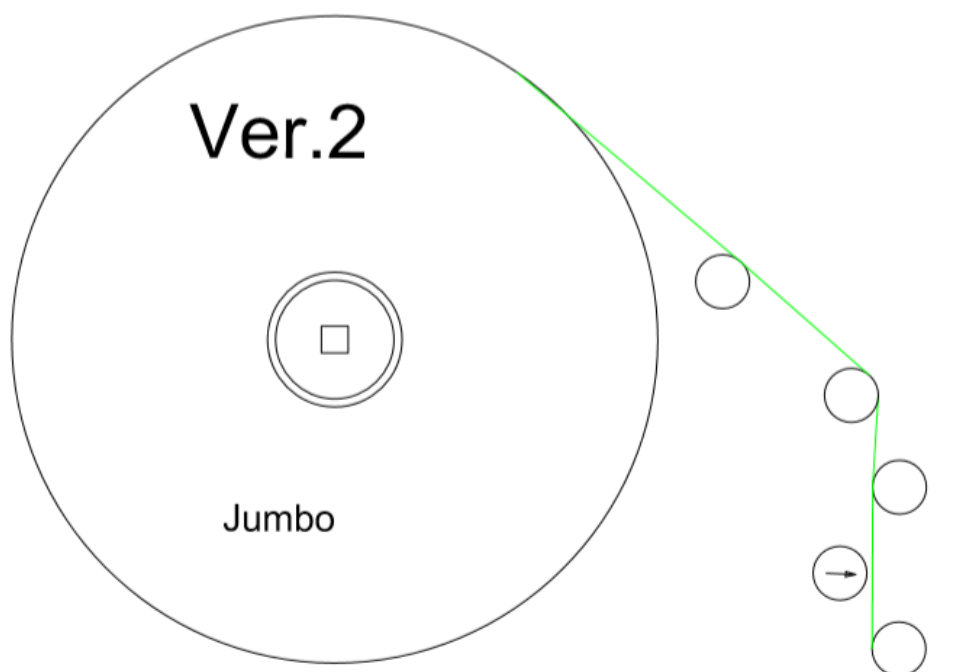
Koncept för bandragningen genererades med hjälp av de uppsatta kraven och önskemålen med tanke på ergonomi vid jumbobyte, låg spillmängd och säker användning. Koncepten skissades upp i ett tvådimensionellt ritprogram vilket åskådliggör ur sidovy en jumborulle med diametern 1200 mm och löpvalsar med diametern 100 mm. De gröna linjerna återger dragningen av slipmaterialet från jumborullen och pilen visar ballerinaens rörelseriktning. Gemensamt för dessa koncept är att banans utlopp vidare i processen har samma placering i förhållande till jumbon. De koncept som genererats utvärderas med en beslutsmatris som tar i beaktande de viktigaste funktionerna och egenskaper som sätts på bandragningen. Med ballerinaprincip i matrisen avses hur konceptets utformning av ballerinan bidrar till dess möjligheter till en fördelaktig funktion. I denna beslutsmatris ges poäng från 1 till 3 för olika koncepts uppfyllande av kraven, där det koncept med högst totalpoäng väljs för vidareutveckling.

Koncept 1 i figur 8 bygger på en vågrät, lågt monterad ballerinaenhet med ballerinaens riktning lodrätt. Fördelar med konceptet är att antalet valsar hålls lågt och att ballerinaens rörelse är stor, vilket ger stor materialbuffert. Till nackdelar kan nämnas att ballerinaens position inte ger en enkel banddragningslösning med tanke på åtkomlighet samt att ballerinaens rörelse är tvungen att motverka gravitationen.



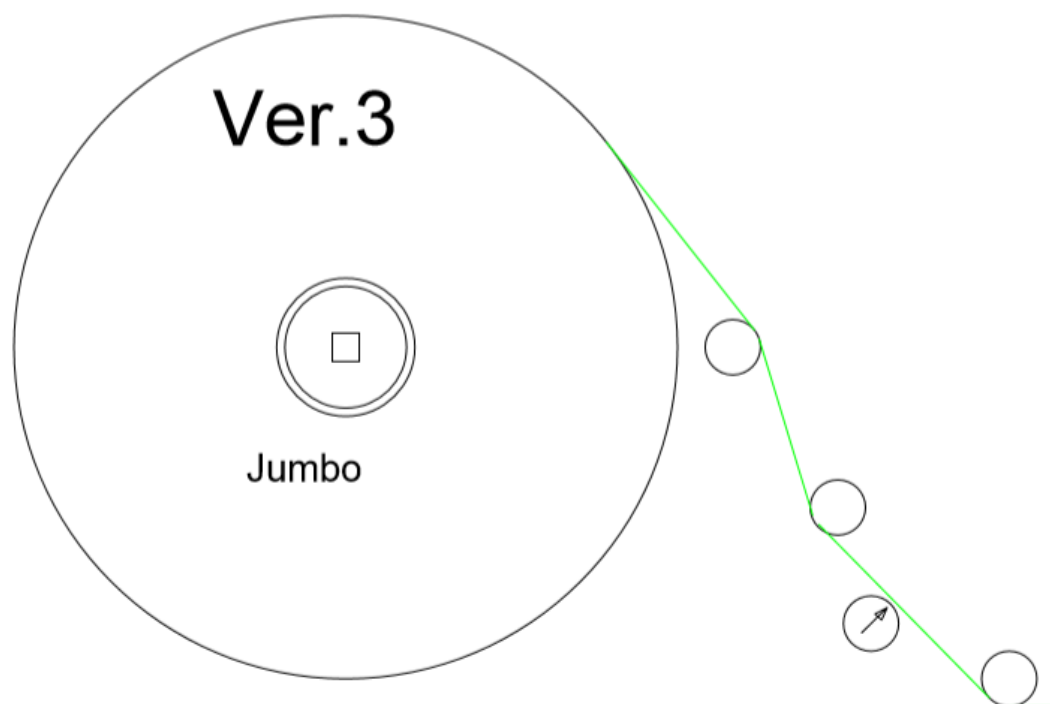
Figur 8. Koncept 1

Koncept 2 bygger i sin tur på en ballerinaenhet som i motsats till koncept 1 är horisontellt positionerad och där ballerinaens rörelse sker vågrätt. Fördelar med konceptet är att ballerinaens rörelse är vågrät, vilket gör att den kräver lite energi i sin linjära rörelse när den inte behöver motverka gravitation. Om systemet blir kraftlöst hålls axeln stillastående vilket underlättar för senare säkerhetsplanering. Stora fördelar för koncept 2 är den enkla bandragningen, där man enkelt passerar behövliga löpvalsar samt att ballerinan är i lämplig arbetshöjd jämfört med koncept 1. Till nackdelar kan nämnas att detta koncept har en vals mer än övriga koncept, vilket ger fler rörliga delar.



Figur 9. Koncept 2

I koncept 3 kombineras tidigare lösningars egenskaper vilket ger en sned ballerina där rörelsen är i 45 graders vinkel i förhållande till planet. Denna ger en relativt enkel bandragnings gentemot koncept 1 men jämfört med koncept 2 är den inte lika naturlig. Denna lösning har lågt antal löpvalsar vilket räknas som en fördel. Dock är även denna ballerina utformad så att den har samma nackdelar som koncept 1 har av gravitationen.



Figur 10. Koncept 3

Tabell 2. Beslutsmatris för konceptval

Utvärdering av koncept			
Bedömningsgrund	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
Enkel användning	2	2	2
Lättåtkomlig	1	2	2
Enkel bandragning	1	3	2
Ballerinapincip	1	3	1
Bedömningspoäng	5	10	7
Utvecklas vidare	Nej	Ja	Nej

3.3 Modellering

Med utgångspunkt av beslutsmatrisen ansågs koncept 2 vara bäst lämpad för bandragning. Detta koncept användes för positionering av löpvalsarna i förhållande till varandra samt för ballerinaenhetens rörelseprincip.

Modelleringen inleddes med uppbyggandet av bottenramen samt att jumbons upplagring och kantstyrning skapades med inspiration av tidigare avrullningsenheter. För konstruktionen av 3D-modellen har Solidworks CAD-program använts.

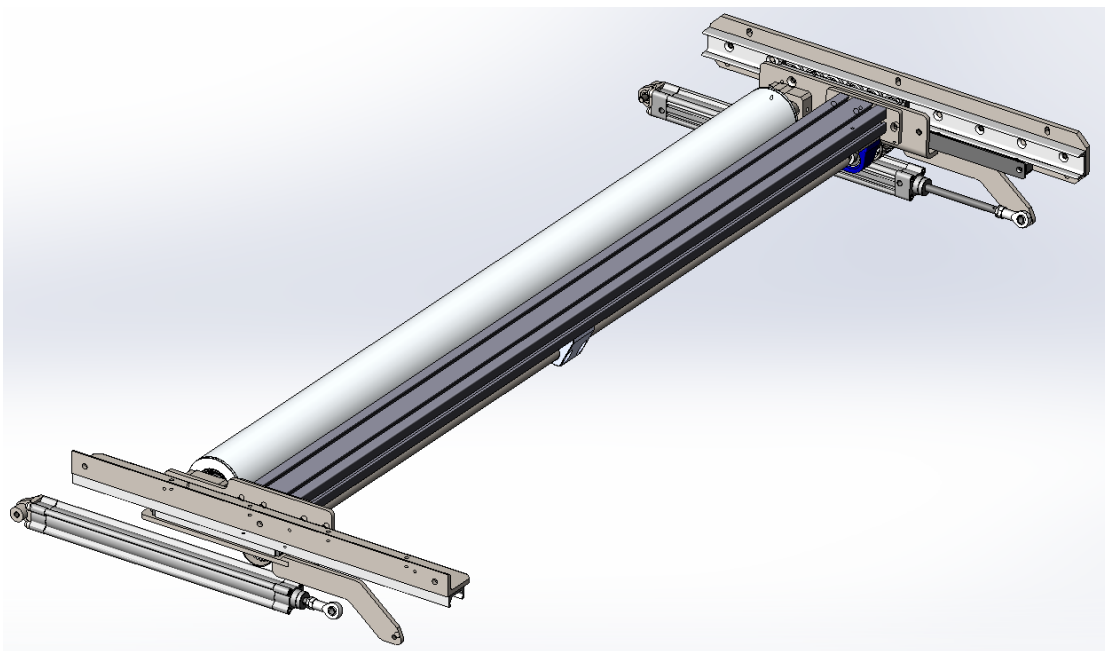
3.4 Modulär lösning

Den modulära lösningen implementerades för avrullningens infästning för löpvalsar, ballerina samt kantstyrgivare. Genom att redan från bottenramens uppbyggnad använda tydliga, gemensamma fästpunkter som är symmetriskt konstruerade, fås möjligheter för att enkelt byta konfigurationer i framtidens avrullningsenheter för ballerina eller att kombinera jumboavrullningen med en skild produktionsprocess.

3.5 Ballerina

Vid konstruktion av ballerinan eftersträvades följande funktioner:

- Avrullning av halvbreda jumborullar bör kunna genomföras på båda sidor av avrullningsenhetens symmetrilinje.
- Den linjära lagringen bör ha låg friktion och kunna motstå smuts.
- Linjära rörelser utförs med enkel teknik som även är enkel att underhålla.
- Ballerinavalsens rörelse bör hållas parallell i förhållande till löpvalsar för att undvika att slipmaterialet spårar vid avrullning.
- Att ballerinaenheten är kompakt och utrymmeseffektiv.



Figur 11. Färdigt konstruerad ballerinaenhet.

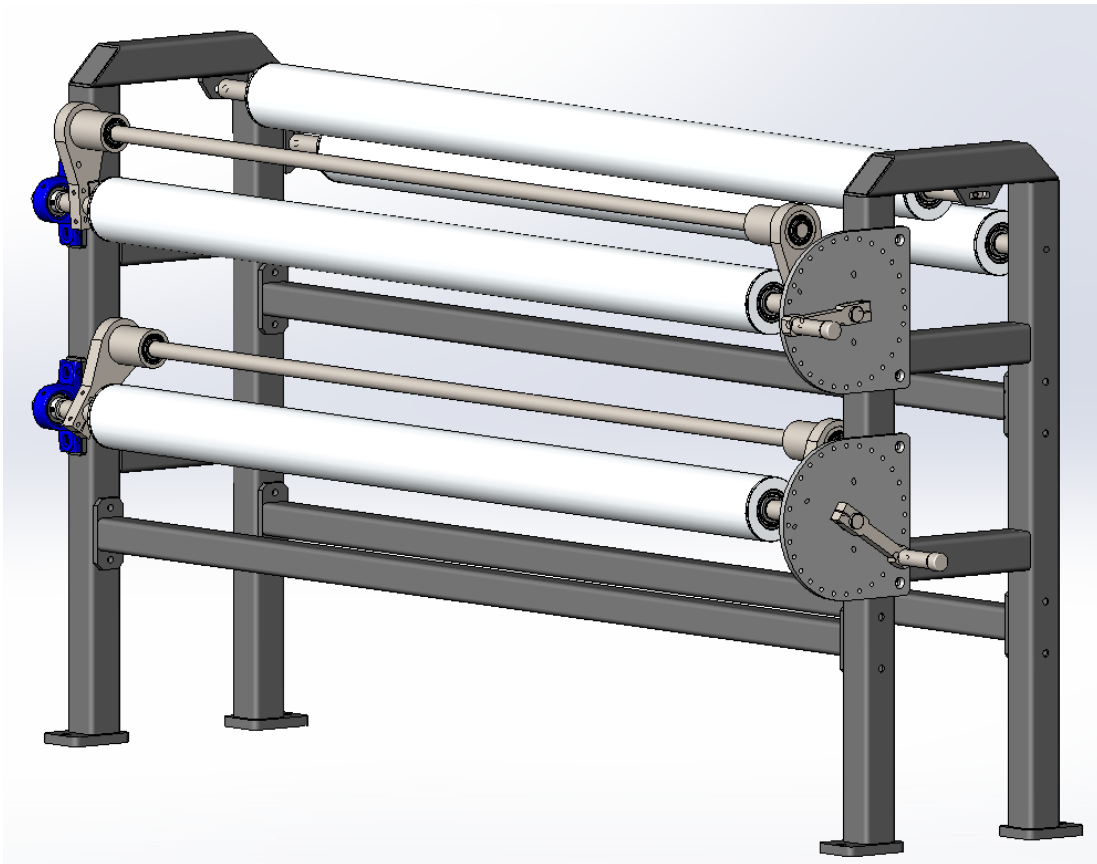
De funktioner som eftersträvades för ballerinan användes som grund för konstruktionen. Den linjära rörelsen utförs med pneumatikcylindrar som har den rörelselängd som krävs för att uppfylla den buffert av slipmaterial som behövs. Pneumatikcylindrar erbjuder enkelhet, de finns i företagets reservdelssortiment, de kan fås i lågfriktionutförande, vilket ger lättare rörelse och med justering av lufttrycket ändras den kraft som cylindern utför. Dessutom, genom denna enkla teknik kan operatörer och underhållspersonal utföra felsökning och åtgärda problemet enkelt jämfört med exempelvis servoteknik eller hydraulik.

För att kunna rulla av halvbreda jumbon i sidorna samt att ballerinans rörelse hålls parallell i förhållande till löpvalsarna konstruerades en synkronisering av de rörelser som pneumatikcylindrarna utför. Denna synkronisering verkställs med ett kugghjuls- och kuggstångspar per sida som sammankopplas med en axel. I och med denna lösning fås en parallell rörelse när den sträcka som den ena sidans kugghjul utför, överförs till den andra sidans kugghjul med systemets axel. För att kunna justera systemet hålls det ena kugghjulet låst till axeln samt att andra sidans hjul låses med en hydraulisk spännkoppling. Renlighet är viktigt vid kuggkontakt vilket underlättas genom att kuggstången placeras över kugghjulet för att förebygga en smutsfälla och genom att hela synkroniseringen hålls skyddad under ballerina-konstruktionen.

Den linjära lagringen utförs med kompakta linjärlagringar. Dessa lagringar överser med avvikande parallellitet och vinkelfel hos monteringsytorna. Tack vare sin kompakta storlek och enkelhet vid justering lämpar sig dessa väl för ändamålet. Genom att den styrande skenan monterats vågrätt och den kompenserande lodrätt, fås utmaningar vid konstruktionen av ballerinan när man inte kan använda symmetrin utan båda sidorna kräver liknande lösningar med små skillnader sinsemellan. Detta resulterade i utmaningar vid modelleringen och tidsåtgången var stor när varje ändring i ena sidan oftast gav orsak att justera motstående sida.

3.6 Flexenhet

Flexenheten konstruerades som en separat, fristående och helt manuellt användbar enhet. Inom företaget har tidigare använts en lösning för flexningen som visat sig vara pålitlig, enkel att använda och fullt fungerande. När operatören vill åstadkomma en viss grad av flexning, leds slipmaterialet via flexaxeln mellan två löpvalsar och axelns position ändras med en sammankopplad vev, som kan låsas i olika lägen. Denna lösning implementerades i flexenheten med tanke på enkel tillverkning och underhåll. Konstruktionens stativ består av rörbalkar och plåt av konstruktionsstål som ger en öppen design med god åtkomlighet.

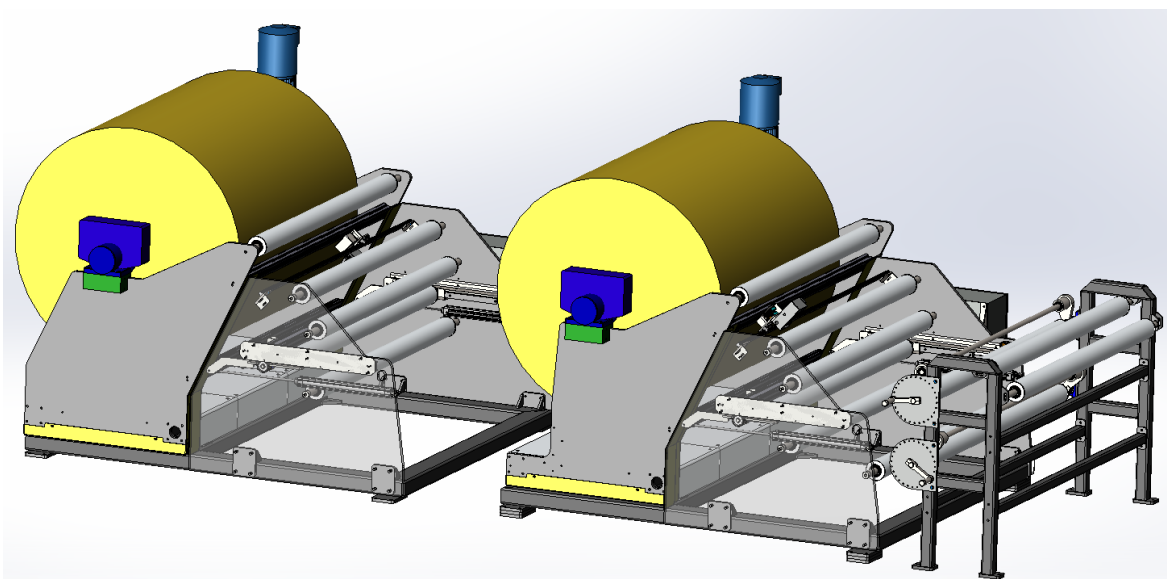


Figur 13. Manuell flexenhet

4 Resultat

Resultatet av examensarbetet presenteras som en komplett 3D-modell. Denna modell uppfyller de mål som satts för arbetet och uppfyller även de krav som satts för en dubbelavrullningsenhet. Det modulära tankesättet har tillämpats vid maskingavlarnas infästning vilket ger stora möjligheter om en framtida stansmaskin behöver exempelvis en avrullning för en jumborulle och en ballerina som har stor materialbuffert eller någon typ av materialbehandling.

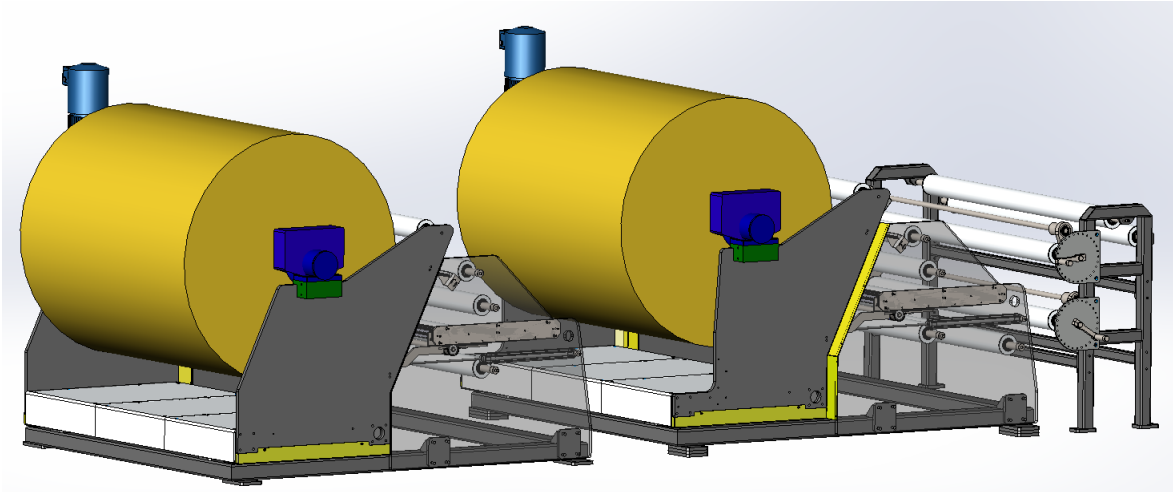
Dubbelavrullningen fås genom att tillverka två likadana enkelavrullningar. Detta ger stora fördelar vid tillverkning, då detaljer kan sammanställas och antalet tillverkningsritningar hålls lägre. Fördelar uppkommer även vid hantering och eventuell flyttning av de skilda enheterna, till skillnad från tidigare versioner av dubbelavrullningsenheter. Den öppna konstruktionen ger möjlighet för operatören att komma åt vid skarvning av material eller vid eventuella störningar.



Figur 14. Fullständig 3D- modell av dubbelavrullningsenhet

4.1 Funktion och användning

Dubbelavrullningen följer de krav och riktlinjer som satts upp med tanke på användning och ur underhållssynvinkel. Dubbla jumbon avrullas enkelt och säkert med låg spillmängd samt ger enkel banddragning och möjligheter till flexning av slipmaterialet. Genom användning av standardkomponenter som fås ur företagets reservdelssortiment blir underhållsarbetet enkelt, samtidigt som komponenter snabbt bytas vid eventuella haverier.



Figur 15. Fullständig 3D- modell av dubbelavrullningsenhet

4.2 Konstruktion och tillverkning

Konstruktionen och materialvalen gjordes för att underlätta vid tillverkning. Med god konstruktionssed och med hjälp av kravlistan samt de riktlinjer som satts upp fås en konstruktion som är lätt att tillverka och underhålla. Laserskurna och bockade plåtar används, vilket ger fördelar genom minimal efterbearbetning och god positionering av former och hål. För stativ och ramverk har rörbalkar av de vanligaste kvaliteterna använts, vilket ger fördelar både ur tillverknings- och kostnadsmässig synpunkt.

5 Diskussion

Detta examensarbete utfördes åt företaget Mirka. Syftet med arbetet var att konstruera en dubbelavrullningsenhet för en stansmaskin. Processen har lärt mig mycket och det har samtidigt varit utmanande att hantera ett så här stort projekt. Större utmaningar som uppstått har med hjälp av kollegor samt med egen erfarenhet kunnat lösas på sätt eller annat. Bortsett från de satta kraven har jag fått konstruera tämligen fritt och utveckla egna lösningar för att åstadkomma en fungerande helhet.

De saker jag är mest nöjd med är nog ballerinakonstruktionen samt de modulära lösningarna. Ballerinan har en helt annorlunda utformning än befintliga lösningar och tar i beaktande arbetssäkerhet, ergonomi, funktion och underhåll. På grund av de krav på montering av linjärskenor som leverantören satt har konstruktionen för ballerinan varit utmanande när det inte varit möjligt att göra den symmetrisk, utan det krävts mycket justering av mått och detaljer för en fullt fungerande lösning. Synkroniseringen av ballerins rörelse har enkelt men funktionellt genomförts med kugghjul och kuggstång, vilket blev en fördelaktig lösning.

De modulära lösningarna ger möjligheter vid framtida omändringar eller byggandet av nya produktionslinjer att kunna tillämpas enligt de krav en viss process kräver samt att den sparar på framtida konstruktionsarbete. Detta modulära tänk samt att dubbelavrullningen sker med två skilda enheter ger även fördelar vid tillverkning. Även bandragningen anser jag vara förbättrad i jämförelse med tidigare avrullningsenheter. Detta underlättar för operatörerna och ger en mer ergonomisk arbetsställning samt effektiviserar arbetet vid byte av material.

Jag kunde mer ha utrett alternativa metoder för att åstadkomma ballerins rörelse. Den lösning som användes är beprövad och förmånlig, men med exempelvis servodrift skulle man kunna få en funktion som är noggrann både vad gäller position samt kraft. Jag kunde också ha fördjupat mig mer i teorin innan jag inledde konstruktionsarbetet. Med fördjupad teori i åtanke kunde jag ha fått ett bättre flöde i processen. Under processens gång har krav på konstruktionens yttre mått ändrat, vilket har gjort att en del lösningar har behövts justerat och varit tidskrävande. Även det faktum att jag som avgränsning inte utredde automationens funktion mera grundligt gav en del utmaningar mot projektets slut.

Ovanstående stycke oaktat anser jag mig ha behärskat uppgiften väl med hjälp av de erfarenheter som jag ackumulerat under det liv som passerat.

5.1 Projektets fortsättning

Detta arbete kommer under våren 2020 att utökas med fortsatt riskanalys, vilket är en del av den kontinuerliga processen, automationsplanering, sammanställning av tillverkningsritningar samt även tillverkning och montering av avrullningsenheten.

5.2 Slutord

Jag vill tacka min handledare Jonas Holmlund från företaget som gett mig struktur i konstruktionsarbetet och gett mig information i frågor som rör företagets metoder för att tillverka sina egna maskiner. Jag vill även tacka operatörer som gett mig information som rör användandet av maskinerna och övriga kollegor som gett mig råd i varierande konstruktionsproblematik. Skolans handledare Tobias Ekfors vill jag tacka för det stöd han gett i processen samt för hjälp med avgränsningen av arbetet.

Källförteckning

- antech.solutions.com. (2020). *Safety chucks*. Hämtat från <https://antech.solutions/boschert-automatic-safety-chucks/> den 9 mars 2020
- Häfla Bruks AB. (u.d.). *Plåtbearbetning*. Hämtat från https://www.hafla.se/?id=GALLERI_PLAATBEARBETNINGGPLAATBEARB&ref=&seek=&gid=2206&bildid=1709&sidaNr=1&bildNummer=10 den 14 Mars 2020
- Johannesson, H., Persson, J.-G., & Pettersson, D. (2004). *Produktutveckling- effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm: Liber.
- kwhgroup.com. (2020). *Affärsgrupper*. Hämtat från kwhgroup.com/sv/affarsgrupper den 18 2 2020
- Lepola, P., & Makkonen, M. (2004). *Svetsning och stålkonstruktioner*. Tammerfors: Utbildningsstyrelsen.
- Mirka.com. (2020). *About us*. Hämtat från <https://www.mirka.com/sv/fi/top/About-us/> den 11 2 2020
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhousen, J., & Grote, K.-H. (2007). *Engineering design- a systematic approach* (3:dje uppl.). London: Springer-Verlag.
- Rollco. (u.d.). *Compact rail*. Hämtat från <https://www.rollco.se/losningar/linjarstyrningar-med-rullar?uid=661914da-d410-43a4-12a7-08d5cf95bfb6> den 15 Mars 2020
- Sandvik Coromant. (u.d.). *Kunskap om skärande bearbetning*. Hämtat från <https://www.sandvik.coromant.com/sv-se/knowledge/general-turning/pages/default.aspx> den 13 Mars 2020
- Solidworks. (den 29 Juli 2017). *Wikipedia*. Hämtat från <https://en.wikipedia.org/wiki/Solidworks> den 15 Mars 2020
- SSAB. (2011). *Plåthandboken- att konstruera och tillverka i höghållfast stål* (2:a uppl.). Nyköping: SSAB.
- Svetskommissionen. (Juli 2019). *MAG- svetsning*. Hämtat från <http://www.svets.se/kunskapsbanken/tekniskinfo/svetsning/svetsmetoder/migmaggasmetallbagsvetsning.4.38a2e557141001d64753ae5.html> den 17 Mars 2020
- World Material. (2019). *Steel properties EN 10025*. Hämtat från <https://www.theworldmaterial.com/material-s355-steel-en-10025/> den 13 Mars 2020