

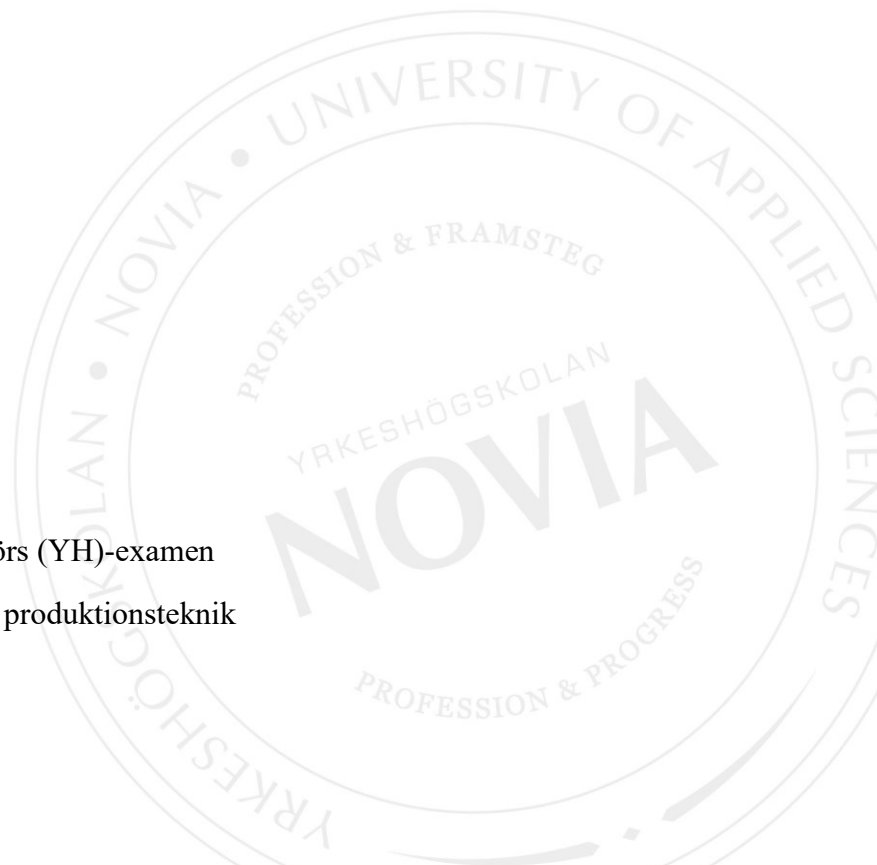
Konstruktion av fräsbord

Jonas Kaitajärvi

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningen maskin- och produktionsteknik

Vasa 2021



EXAMENSARBETE

Författare: Jonas Kaitajärvi
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion
Handledare: Anders Heikius, Solving
Tobias Ekfors, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Konstruktion av fräsbord

Datum 25.3.2021

Sidantal 29

Abstrakt

Detta examensarbete gjordes för företaget Solving Ab i Sandsund, som är världsledande inom automatiserad hantering för tunga laster. Hanteringssystemen använder antingen hjul eller luftkuddar för att förflytta laster på ett säkert sätt. Med luftkuddar kan man förflytta laster på en luftfilm nästan helt friktionsfritt.

Uppgiften gick ut på att planera och konstruera ett fräsbord för Solvings dotterbolag Solving Sweden Ab i Västerås. Luftkuddar är en relativt udda produkt, och därför är det svårt att köpa färdiga produktionsutrustningar och maskiner som är lämpade för uppgiften. Fräsbordets uppgift är att fräsa byggplattor som ska användas som stödplattor till vulkaniseringspressarna när man tillverkar luftkuddar. Arbetet avgränsades till konstruktion av fräsbord i en 3D-modell. Tillverkningsritningar, montering, och automationsplanering hör inte till arbetet.

Huvudsyftet med arbetet var att förnya och förbättra utrustningen för fräsning av byggplattor och göra det enklare, smidigare samt säkrare att fräsa ytterkanten av plattorna.

Metoderna som användes till detta arbete bestod av uppbyggnad av kravlista, planeringsprocess, koncept, och 3D-modellering.

Resultatet blev en 3D-modell av fräsbordet som uppfyller alla krav som har satts. Det krävs minimalt fysiskt arbete och är mycket smidigare att använda både tidsmässigt och kvalitetsmässigt.

Språk: svenska

Nyckelord: SolidWorks, konstruktion, fräsbord

BACHELOR'S THESIS

Author: Jonas Kaitajärvi
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vaasa
Specialization: Mechanical Construction Engineering
Supervisor(s): Anders Heikius, Solving
Tobias Ekfors, Novia University of applied sciences

Title: Construction of a milling table

Date 25.3.2021

Number of pages 29

Abstract

This bachelor's thesis work was done for the company Solving Ab in Sandsund, they are world leaders in automated handling for heavy loads. Handling systems use either wheels or air bearings to move loads safely. With air bearings, you can move loads on an air film almost completely frictionlessly.

The task was to plan and construct a milling table for Solvings subsidiary Solving Sweden Ab in Västerås. Air bearings are a relatively odd product, and therefore it is difficult to buy finished production equipment and machines that are suitable for the task. The task of the milling table is to mill building plates that are to be used as support plates for the vulcanization presses when manufacturing air bearings. The work was limited to the construction of milling table in a 3D model. Manufacturing drawings, assembly, and automation planning are not a part of the work.

The main purpose of the work was to renew and improve the equipment for milling building plates, and make it easier, smoother, and safer to mill the outer edges of the plates.

The methods used for this work consisted of building a list of requirements, planning process, concepts, and 3D modeling.

The result was a 3D model of the milling table that meets all the requirements that have been set. It requires minimal physical work and is much easier to use both in terms of time and quality.

Language: swedish

Key words: SolidWorks, construction, milling table

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte.....	1
1.3	Examensarbetets mål.....	1
1.4	Avgränsningar.....	2
1.5	Företaget.....	2
1.6	Disposition.....	3
2	Teori.....	4
2.1	Fräsning av byggplattor.....	4
2.2	Linjärlagring.....	6
2.3	Tillverkningsmetoder.....	7
2.3.1	Fräsning.....	7
2.3.2	Svarvning.....	8
2.3.3	MIG/MAG-svetsning.....	9
2.3.4	Laserskärning.....	11
2.3.5	Bockning.....	12
2.4	Konstruktionsmaterial.....	12
2.4.1	Konstruktionsstål.....	12
2.4.2	Polyeten.....	13
2.5	CAD-program.....	14
2.6	Solidworks.....	15
3	Metod.....	16
3.1	Kravlista.....	16
3.2	Planeringsprocess.....	18
3.3	3D-modellering.....	18
4	Resultat.....	19
4.1	Konstruktion.....	20
4.2	Koncept.....	20
4.3	Steglös justering.....	23
4.4	Rotation av byggplattor.....	24
4.5	Användningsfunktion.....	25
4.6	Kritisk granskning.....	25
5	Diskussion.....	26
5.1	Projektets fortsättning.....	26
5.2	Slutord.....	27
6	Källförteckning.....	28

1 Inledning

Vintern 2020 kontaktade jag Solving i hopp om att få sommarpraktikplats och utföra examensarbete åt företaget. Efter arbetsintervjun kontaktade de mig om att jag får utföra sommarpraktik och examensarbete för företaget. Under slutet av sommaren blev jag tilldelad en uppgift som fick bli mitt examensarbete, som gick ut på att konstruera ett nytt fräsbord till dotterbolaget Solving Sweden Ab i Västerås. Fräsbordets uppgift är att fräsa byggplattor som ska användas som stödplattor till vulkaniseringspressarna när man tillverkar luftkuddar.

1.1 Bakgrund

Dotterbolaget i Västerås tillverkar Solvings luftkuddar på grund av att de är en relativt ovanlig produkt, och därför är det svårt att köpa färdiga produktionsutrustningar och maskiner som är lämpade för uppgiften. Solving konstruerar och tillverkar alla utrustningar själv. Nu behövs en förnyad utrustning för fräsning av byggplattor. Byggplattor är en 10 mm tjock gummiplatta i olika diametrar som används som stödplattor i vulkaniseringspressarna. Byggplattorna ska fräsas i ytterkanten så att de blir runda med jämna kanter.

I vanligt fall skulle arbetet utföras av Solving i Sandsund, men arbetet såg lämplig ut och fick bli mitt examensarbete.

1.2 Syfte

Huvudsyftet med arbetet var att förnya och förbättra utrustningen för fräsning av byggplattor och göra det enklare, smidigare samt säkrare att fräsa ytterkanten av plattorna. Luftkuddar är en special produkt som inte går att köpas, därför måste Solving tillverka sina luftkuddar själv och på grund av detta behöver fräsbordet konstrueras till deras ändamål.

1.3 Examensarbetets mål

Målet med arbetet var att planera och konstruera ett fräsbord som håller hög kvalitet och uppfyller uppdragsgivarens krav. Fräsbordet skulle vara enkelt att använda och underlätta fräsningen av byggplattor med minskad fysiskt arbete. Så att tillverkningen av luftkuddar blir enklare för företaget Solving Sweden.

1.4 Avgränsningar

Examensarbetet avgränsades till att omfatta konstruktion och planering av fräsbord i Solidworks, bekanta sig med hur Solving hanterar 3D-modeller, val av köpta komponenter, FEM-beräkningar ifall sådan behövs, och samarbete med Solvings automationsplanering.

Till examensarbetet hör inte färdigställande av tillverkningsritningar, montering och automationsplanering.

1.5 Företaget

Solving är ett företag som är placerad i Pedersöre kommun. De är världsledande inom sitt område inom automatiserad hantering av tunga laster. Deras produkter använder antingen hjul eller luftkuddar för att kunna hantera laster på ett säkert sätt. Med luftkuddar kan man förflytta laster på en luftfilm, nästan helt friktionsfritt.

Solving grundades år 1977 då hade företaget endast tre anställda. På 1980-talet exporterades första leveranserna till Sverige, Norge, Tyskland och Nederländerna. Den första trucken som var automatiskt styrd levererades. På 1990-talet grundades fem dotterbolag i Sverige, Danmark, Tyskland, Italien och Storbritannien. Företagets försäljningsnätverk utökades till Nordamerika och östra Asien och senare på 2000-talet utökades det till Sydamerika, Indien, Ryssland och Sydkorea. De började leverera produkter till kunder inom flygplans-, järnvägs-, vindkraftverks- och offshoreindustrier. (Solving, 2021a)



Figur 1. Bild av Solvings huvudkontor i Sandsund. (Solving, 2021b)

1.6 Disposition

I dispositionen förklaras det kort vad de olika kapitlen innehåller. För att få en förståelse för vad som behandlas listas en kort beskrivning om varje kapitel nedanför.

1. Inledning

I kapitel 1 beskrivs det för läsaren inledningen till arbetet, bakgrunden och dess syfte, och vad som är målsättningen med arbetet, och arbetets avgränsningar, samt en företagsbeskrivning för att ge läsaren en inblick i arbetet.

2. Teori

Kapitel 2 handlar om att ge läsaren en inblick i olika teorier som arbetet medför, vad man behöver tänka på, och vilka ämnen man kommer att behandla.

3. Metod

I kapitel 3 förklaras en arbetsbeskrivning som gjorts till detta arbete och vilka metoder som använts.

4. Resultat

Kapitlet 4 presenterar den färdiga 3D-modellen samt lösningar som framtagits.

5. Diskussion

I kapitel 5 diskuteras olika saker om arbetets helhet, vad man lärt sig och kunde gjort annorlunda, vad som har gått bra, och vad som kommer att hända med arbetet i framtiden.

2 Teori

I det här kapitlet beskrivs teorin som ligger till grund för arbetet och komponentbeskrivning för att förstå egenskaperna för komponenterna. Olika tillverkningsmetoder som har använts i detta arbete, och olika program som har använts för att konstruera fräsbordet.

2.1 Fräsning av byggplattor

Vid tillverkning av luftkuddar används gummidukar som blir slipade med hjälp av vinkelslipmaskin. Vinkelslipmaskinen är monterade på en stödarm som sitter fast monterad i ett bord. Slipningen görs för att dukarna ska bättre ta fast i varandra under vulkaniseringsprocessen.

Under vulkaniseringsprocessen behövs byggplattor som är gjorda av gummi, dessa byggplattor används som stöd i vulkaniseringspressarna när luftkuddar tillverkas. Yttre kanten av byggplattorna ska fräsas med en radie på 5 mm. Plattorna roterar kring sitt centrum när de blir frästa.



Figur 2. Bild av överfallsfräs som används.

Nuvarande utrustningen framgår i figur 3, och den är väldigt opraktisk och kräver mycket fysiskt arbete. Utrustningen består av en överfallsfräs av märket Dewalt enligt figur 2, som är fastmonterad på undre sidan av bordskivan, och bordet har flera hål på olika avstånd från fräshuvudet för att göra det möjligt att fräsa olika diametrar av byggplattor. I hålen sätts en tapp som blir byggplattans rotationspunkt. Själva rotationen sker manuellt och man kan inte fräsa hela radien på en gång, utan man måste böja plattan och fräsa stegvist på grund av att rotationspunkten är på ett fast avstånd.



Figur 3. Bild av nuvarande utrustningen för fräsning av byggplattor.

Den nya konstruktionen kommer att använda sig av samma överfallsfräs. Fräshuvudet som används är av typen dubbel radie, för att vara möjligt att fräsa båda ytterkanten på samma gång. Under fräsprocessen behöver man ha möjlighet att se vad som händer p.g.a. att gummi skvätter runt sig och kan fastna i fräshuvudet. För att fräsprocessen ska vara säkert behövs ett genomskinligt skydd med utsug runt fräshuvudet, som man kan tillsätta dammsugare till för att få bort gummirester.

2.2 Linjärlagring

Linjärlagring ger linjär rörelse genom att cirkulera rullande element mellan en profilerad bana och ett lagerblock, enligt figur 4. Friktionen i en linjärlagring är bara 1/50 jämfört med en vanlig linjärglidskena. Linjärlagringen kan ta laster i alla riktningar, och röra sig med väldigt hög precision och rörelseexakthet. Linjärlagringar finns i olika serier för olika ändamål, till exempel lätta laster, tunga laster, och med extra hög precision. (Hiwin, 2021)



Figur 4. Bild av linjärlagringar. (Hiwin, 2021)

2.3 Tillverkningsmetoder

Tillverkningsmetoder som använts till detta fräsbord är skärande bearbetning, svetsning, bockning och laserskärning. I underkapitlen berättas mera ingående om de olika metoderna.

2.3.1 Fräsning

Fräsmaskinen har ett arbetsbord var man spänner fast arbetsstycket med hjälp av skruvstycken eller spännvinklar. Fräsmaskinen har en spindel var man kan festsätta ett skärande verktyg som roterar med hjälp av spindeln, se figur 5. Verktöget kan lutas i olika vinklar i förhållande till arbetsstycket. Arbetsstycket som är fastspänt i bordet kan förflytta sig i längdled, djupled och höjdled. I samtliga fräsmaskiner kan även verktöget flytta sig i olika led.

Exempel på olika material som kan bearbetas i fräsen är metall, plast och trä. (Gnosjöregionen, 2021a)



Figur 5. Bild av fräsning av stål. (Sandvik Coromant, 2021a)

2.3.2 Svarvning

Svarvning är en tillverkningsmetod som sägs ha uppfunnits från ca år 1500. Möjligheten att svarva stål utvecklades på 1700-talet. På 1800-talet uppfanns kopiersvarvningen, som gjorde det möjligt att svarva likadana föremål, och producera i stora volymer.

Inom skärande bearbetning är svarvning den vanligaste metoden. Svarven har ett skärverktyg som formar den roterande arbetsstycket, på så sätt blir arbetsstycket rund, se figur 6. Verktyget kan röra sig inåt och parallellt med arbetsstycket. Arbetsstycket sitter fast spänt mellan en chuck och dubb.

Exempel på material som kan bearbetas i svarven är stål, aluminium, mässing, silver, titan, koppar, zink och guld. (Gnosjöregionen, 2021b)



Figur 6. Bild av svarvning. (Sandvik Coromant, 2021b)

2.3.3 MIG/MAG-svetsning

Vid MIG/MAG-svetsning bildas en ljusbåge mellan arbetsstycket och svetspistolen med hjälp av strömkällan. Trådmatarverket från svetsen förser svetspistolen med trådelektrod, se figur 7. Ljusbågen smälter ihop trådelektroden och grundmaterialet, vilket skapar svetsfogen. Svetspistolen tillhandahåller också skyddsgas som skyddar svetsfogen från skadlig atmosfär.

Förkortningen MIG kommer från metal inert gas, det vill säga att MIG-svetsen använder en inert skyddsgas som inte är aktiv i svetsprocessen. MAG-förkortningen kommer från metal active gas, det vill säga att MAG-svetsningen använder en aktiv skyddsgas till svetsprocessen.

Skyddsgasen vid MAG-svetsning innehåller vanligtvis en blandning av argon och koldioxid. Medan MIG-svetsning använder vanligtvis en inert gas som är en blandning av argon och helium.

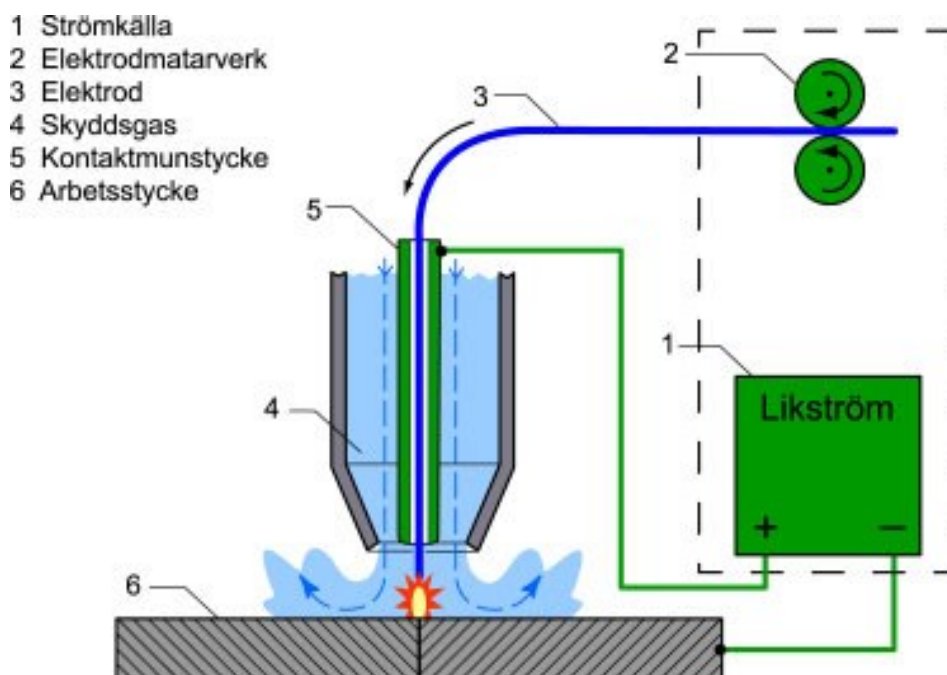
MIG/MAG-svetsning är en väldigt vanlig svetsmetod som används nästan överallt, speciellt i tunga och medeltunga industrin, men även för hemma fixare och verkstadsindustrin. (Kemppi, 2021)

Fördelarna med MIG/MAG listas nedan:

- Kräver ingen elektrodbyte, jämfört med andra svetsmetoder.
- Bildas ingen slaggning.
- Strömstyrkan och trådmatningen kan justeras enkelt.
- Billig svetsmetod.
- Enkel att använda.
- Går att svetsa i alla riktningar

Nackdelarna med MIG/MAG listas nedan:

- Känslig för syre ifall man svetsar i utemiljö.
- Har en tendens att skvätta smältan omkring sig.
- Vid svetsning förekommer rök- och gnistbildning.
- Räckvidden är begränsat



Figur 7. Bild över MAG-svetsningens delar och funktion. (Svetskommissionen, 2019a)

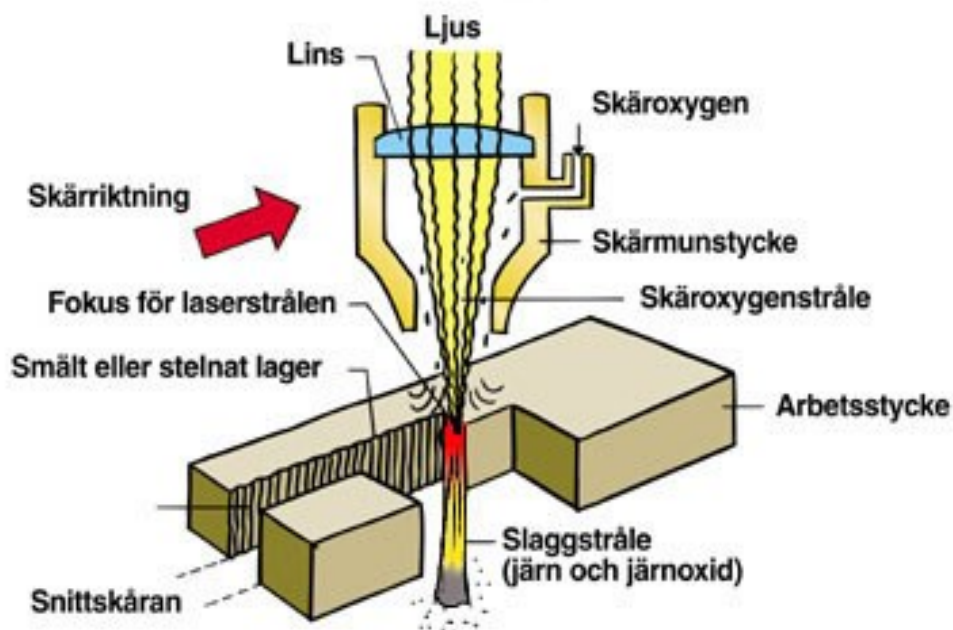
2.3.4 Laserskärning

Vid laserskärning riktas en laserstråle mot detaljen som ska skäras, laserstrålen riktas med hjälp av olika speglar och fiberoptik, se figur 8. Strålen fokuseras till en liten punkt med hjälp av en lins. Strålen blir mycket het och arbetsstycket börjar smälta.

Inne i skärhuvudet finns en gaskammare, kopplat till ett munstycke placerad på utsidan av skärhuvudet, därifrån flödar gasen tillsammans med laserstrålen mot arbetsstycket. Vanligaste skärgaserna inom industrin är oxygen och nitrogen.

Gasens uppgift listas nedan:

- Gasen bidrar till att blåsa bort smältan som bildas i skärnittet.
- Gasen skyddar skärhuvudet från rök och gnistor som bildas vid skärningen.
- Gasen håller rent atmosfären mellan skärhuvudet och arbetsstycket, så att ingen energi går förlorad i laserstrålen.
- Energi kan tillkomma till skärningsprocessen via gasen.



Figur 8. Bild av laserskärningens funktion. (Svetskommissionen, 2019b)

2.3.5 Bockning

Det går att bocka olika detaljer så som rör och plan plåt. Bockning kan göras manuellt eller med automatisk teknik.

Genom att bocka kan man använda sig av ett stycke, som sparar både pengar och tid. Detta beror på att man inte behöver använda sig av flera olika komponenter, som skulle kräva monteringsprocess och mera material. (Bockning, 2021)

Bockning innebär att ett material formas genom böjande momentkraft. Arbetsstycket som ska formas bockas med önskad vinkel och radie som krävs för konstruktionen. Man använder sig av verktyg som arbetsstycket pressas emellan för att ta form, se figur 9. Man behöver ta hänsyn till återfjädring som betyder att materialet kan fjädra tillbaka. Hur stor återfjädring materialet har beror på vilken hårdhet den har. (Gnosjöregionen, 2021c)



Figur 9. Bild av en bockad detalj. (Weland, 2021)

2.4 Konstruktionsmaterial

Konstruktionsmaterial som används till detta examensarbete är konstruktionsstål och polyeten. I underrubriken konstruktionsstål förklaras olika användningsområden och egenskaper för materialet. I underrubriken polyeten förklaras allmänt om materialet och sen går man djupare in på HDPE, som står för högdensitetspolyeten.

2.4.1 Konstruktionsstål

Konstruktionsstål används i olika användningsområden till exempel stålkonstruktioner, broar, ramar för byggnader och maskiner, fartyg och tankar.

Konstruktionsstål delas in i olika grupper för olika användningsområden. Olika typer listas nedan:

- Maskinstål
- Seghärtningsstål
- Sätthärtningsstål
- Nitrerstål

Det vanligaste konstruktionsstål som används nästan överallt är S355, den är lätt bearbetad och har god svetsbarhet. Ythärkning av stålet kan bli möjligt genom sätthärkning eller karbonitrering. (Precisionstål AB, 2021)

Konstruktionsstål innehåller vanligtvis en blandning mellan 0,12 till 0,20 % kol, och har en sträckgräns mellan 185–360 MPa. Viktigaste egenskaperna för stålet är hållfasthet, formbarhet, seghet och svetsbarhet.

Konstruktionsstål har olika definitioner, till exempel S355J2 som anger stålets egenskaper. Definitionerna listas nedan:

- S står för structural steel, konstruktionsstål på svenska.
- 355 står för 355 MPa som är det minsta värdet på sträckgränsen för materialtjocklek lika med 16 mm eller under.
- J2 står för att materialet är slagseghetsprovat med 27 J energi vid - 20 °C. (Valtanen, 2016)

2.4.2 Polyeten

Polyeten är en mycket vanlig termoplast som används överallt. Egenskaperna för polyeten gör att den passar nästan till vad som helst. Den har låg friktionskoefficient som gör att den går att användas till glidlistor, andra egenskaper är till exempel hög slagåtlighet, kemikaliebeständig, går att tillverka i olika former, goda mekaniska egenskaper. Polyeten används till plastkassar, industrifilm, lock, skärbrädor, mm.

Det finns olika typer av polyeten, dessa kan delas in i 3 olika grupper, standardpolyeten, special- och funktionell polyeten, och högpresterande polyeten.

Till standardpolyeten hör LDPE som står lågdensitetpolyeten, MDPE som står för mellandensitetpolyeten, HDPE som står för högdensitetpolyeten, och LLDPE buten C4 som står för linjär lågdensitetpolyeten. (Resinex, 2021)

HDPE polymerkedjor blir raka under framställningen på grund av att materialet tillverkas under lågt tryck, det betyder att de kan packa sig tätt samman, och på så sätt blir materialet styvt.

HDPE är godkänd för att användas inom livsmedelsindustrin. Den tillverkas av petroleum och används till schampoflaskor, snöbrädor, skärbrädor mm. Den är lätt att smälta och gjuta, materialet har hög smältpunkt och hålls därför styvt tills höga temperaturer förekommer. Materialet har hög styrka till densitetsförhållande och kan därför användas bland annat till behållare för vätskor. Friktionskoefficienten är väldigt låg och gör att materialet kan användas till olika glidlistor. (AcmePlastics, 2021)

2.5 CAD-program

CAD är en förkortning av engelskans Computer-Aided Design, i vissa fall kan det även kallas för CADD som kommer från Computer-Assisted Drafting and Design. CAD omfattar alla olika sätt som används när designen optimeras, analyseras, ändras, eller skapar något.

Det finns både två- och tredimensionella CAD-program. CAD ersätter manuell ritning med en teknik för design och teknisk dokumentation. CAD används till exempel som ett hjälpmedel för konstruktören när han designar något, och vid massproduktion är CAD ett utmärkt hjälpmedel, som gör det enkelt att ändra designen efteråt ifall det behövs.

På 1970-talet börjades CAD-tekniken användas för att ersätta designen och ritningar som gjordes för hand. Senare på 1980- och 1990-talen hade tekniken utvecklats, och designen kunde skapas i 3D.

Olika typer av industrier som CAD används i listas nedan:

- Bilindustrin.
- Varvsindustrin.
- Rymdforskning.
- Arkitektur.

- Byggindustrin.
- Filmindustrin för att skapa animeringar och specialeffekter.

(Teknikessen, 2021)

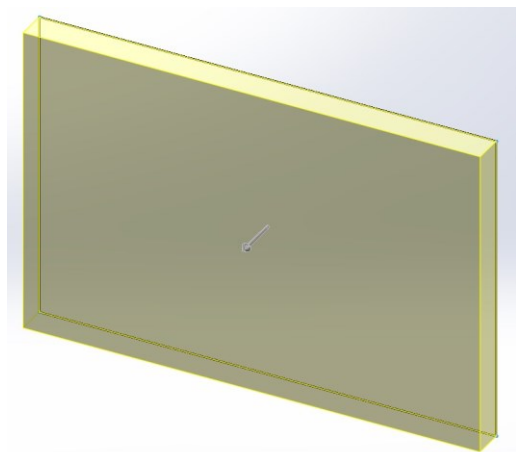
2.6 Solidworks

Solidworks är en tredimensionell CAD-program som har använts i detta examensarbete. Dassault Systemes är ett franskt företag som utvecklar Solidworks, den första versionen av Solidworks kom ut på marknaden 1995, därefter har det släppts en eller två versioner per år ut på marknaden. Programmet används av fler än 165 000 företag runt om i världen av olika branscher.

När man bygger en modell i Solidworks, öppnar man en ”part” fil, varifrån man kan börja bygga tredimensionella modeller. Modelleringen börjar vanligtvis från en 2D sketch, men kan även byggas upp av en 3D sketch. Sketchen innehåller former, punkter, linjer, hål, dimensioner och ”relations” som definierar olika saker som t.ex. parallellitet, koncentricitet, vågrätt eller lodrätt. För att få konturen i sketchen att bli en modell kan man använda kommandot ”extrude”, som gör att modellen blir tredimensionell. På bilderna nedan visas en 2D-sketch, och 3D-modellen som skapas med kommandot ”extrude”.



Figur 10. Bild av 2D sketch.



Figur 11. 3D-modellen skapas med ”extrude”.

När man skapar sammanställningar i Solidworks används en assembly-fil. Man kan ta in modellerna eller olika sammanställningar man skapat, och montera ihop dem med kommandot ”mate”. ”Mates” fungerar lite på samma sätt som ”relations”, men med

avseende på de enskilda modellerna eller komponenterna. För att det ska vara lätt att montera ihop delarna i sammanställningen.

När delarna eller sammanställningen är klar kan man öppna en drawing-fil. Där kan man måttsätta delarna eller sammanställningar i 2D i olika vyer, och sätta in toleranser och anteckningar. (Solidworks, 2021)

3 Metod

I detta kapitel beskrivs olika metoder och tillvägagångsätt som har använts i detta examensarbete. Arbetsprocessen är beskriven i tidsföljd.

Före arbetets gång gjordes en kravlista som man kan följa under konceptgenereringen och uppbyggnaden av konstruktionen.

I planeringsprocessen skissade man upp olika lösningar till fräsbordet och funderade på hur man skulle få alla funktioner att fungera smidigast.

Modelleringen byggdes upp enligt kraven som uppdragsgivaren givit. Olika koncept byggdes upp för att få en uppfattning om vilken koncept som var den mest passande för konstruktionen.

3.1 Kravlista

Kravlistan gick i genom med handledaren från Solving, för att få en insyn på vilka kriterier fräsbordet behöver bestå av. För att ha kravlistan nära till hands när man modellerar skapades kravlistan i tabellform, enligt tabellen nedan.

Tabell 1. Kravlista för fräsbord.

Kravlista för konstruktion av fräsbord	Krav
Byggplattor som ska fräsas:	Diameter 140-1560 mm
	Fräsa radie 2x 5 mm
Rotation av byggplattorna:	Klamp som förhindrar glidning av byggplattan
	Steglös varvtalsreglering
	Vred för val av rotationsriktning
	Fotpedal som startar rotationen
Fräs:	Justerbar rotations hastighet
	Fråshuvud med dubbelradie
	Ansluts till ett nödstopstyrtd uttag
Operatörspanel:	Huvudbrytare
	Nödstopp
	Vred för val av rotationsriktning
	Potentiometer för hastighetsreglering
	Vred för start av fräs + indikationslampa
	Nödstopps kvittering
Bord:	Justerbar höjd
	Fotpedal som startar plattans rotation
	Steglös justering av avstånd mellan fräs och rotation
	Genomskinligt spånutsug runt fråshuvudet

Diametern på byggplattorna som ska fräsas varierar mellan 140 och 1560 mm. Plattorna har en tjocklek på 10 mm, och båda ytterkanten ska fräsas till en radie på 5 mm.

Rotationen av byggplattorna ska kunna rotera med hjälp av en motor och växellåda som har steglös varvtalsreglering 0–10 varv/minut. Plattorna ska låsas fast med en låsmekanism för att förhindra glidning. Rotationsriktning ska vara möjligt, och ha en fotpedal som startar rotationen.

Fräsen behöver ha justerbar rotationshastighet. Fråshuvudet bör vara av typen dubbel radie för att processen ska bli snabbare. Fräsen bör kopplas till ett nödstoppsstyrtd uttag.

Operatörspanelen bör ha huvudbrytare, nödstopp, vred för val av rotationsriktning för byggplattan, potentiometer för hastighetsreglering för byggplattan, vred för start av fräs, en indikations lampa som lyser när fräsen är i gång, och en nödstopps kvitterings knapp.

Fräsbordet bör ha justerbart höjd, steglös justering av avstånd mellan byggplattan och fråshuvudet, och ett genomskinligt utsug runt fråshuvudet, för att vara möjligt att se vad som händer under fräsprocessen.

3.2 Planeringsprocess

Planeringsprocessen börjades med att bygga upp olika koncept i Solidworks för att se vilka som passar bäst för ändamålet och tillverkningen. Man skissade upp olika funktioner på papper och prövade modellera om de skulle fungera. Största problemet var att hitta en lösning för att fräsen och växellådan inte skulle kollidera med varandra när byggplattan med diameter 140 mm ska fräsas. Problemet skissades upp, och med hjälp av handledare kom man fram till en vettig lösning att sänka ned växellådan med hjälp av ett ämnesrör som var urfräst för att förhindra att fräsen skulle ta i.

Steglösa justeringen av avstånd mellan fräshuvud och rotation av byggplattan, planerades med en trapetsskruv eller lagrad skruv, men för dess ändamål passade trapetskruven bättre p.g.a. att den har friktion i gängorna, och på så sätt glider inte arbetsstycket i väg ifall man skulle stöta i den.

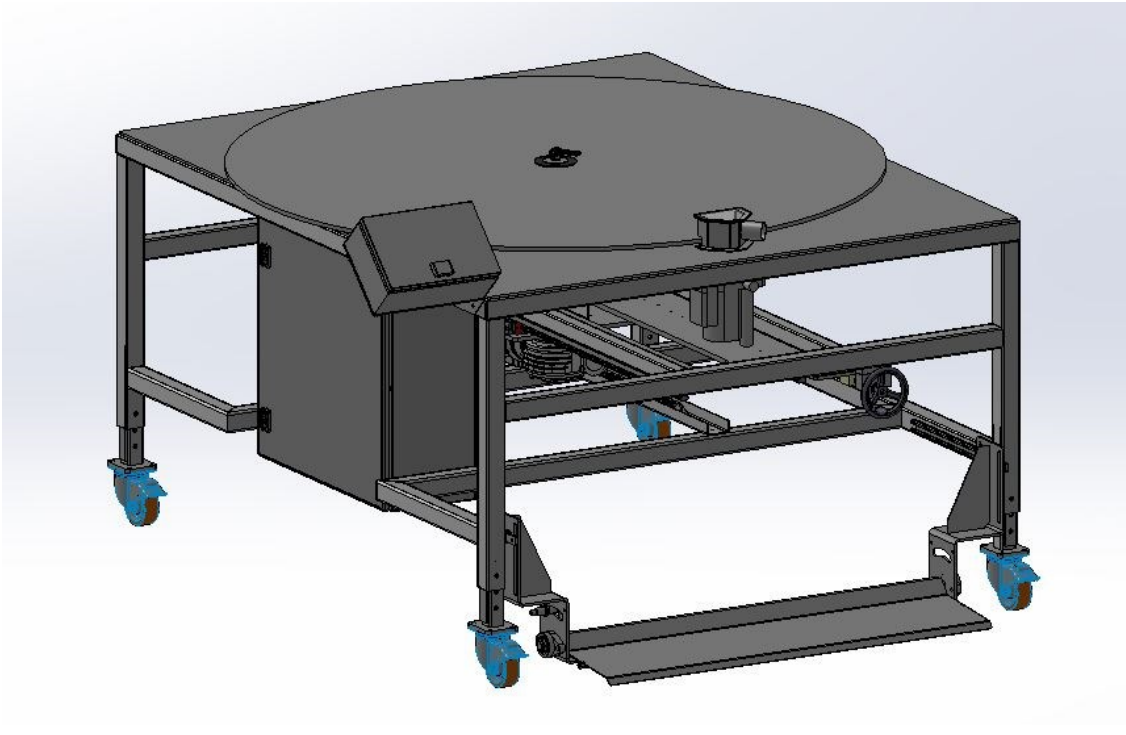
Problemet som tillkom var att vid byte av byggplattan med största diameter till den minsta eller på motsatt sätt, var att man skulle behöva förflytta byggplattan en lång väg. Detta löstes med en snabbförflyttningsfunktion.

3.3 3D-modellering

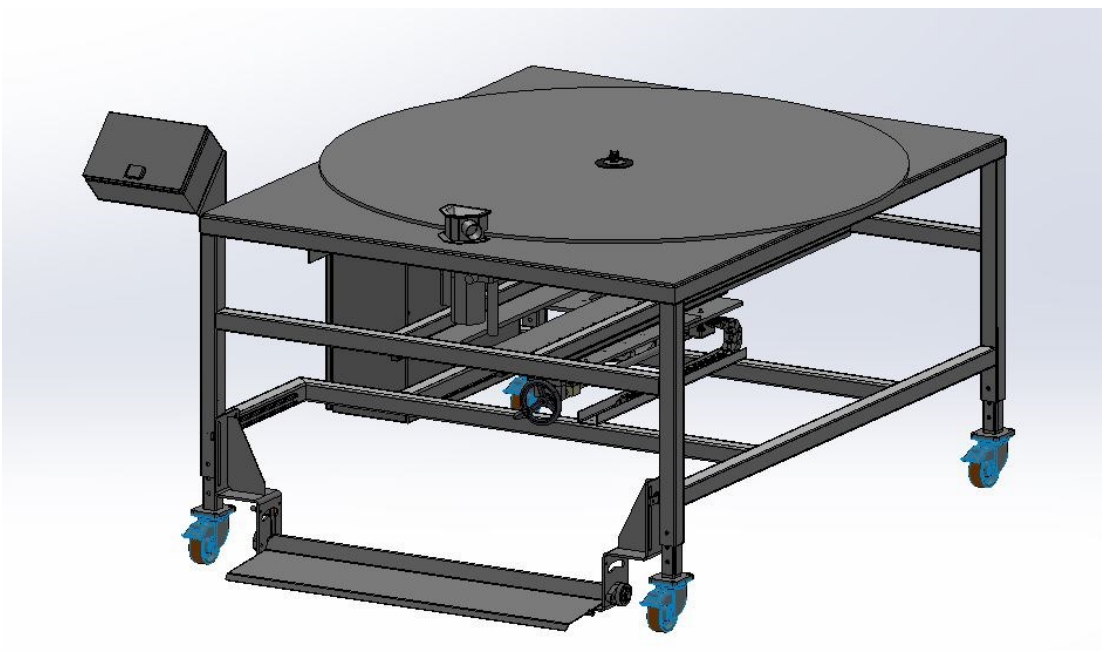
3D-modelleringen utfördes i programmet Solidworks. Modelleringen inleddes med att bygga upp bordets ram av RHS-rör, med justerbart höjd, och följa de kriterier som uppdragsgivaren givit. Koncept 2 valdes ut av beslutsmatrisen i tabell 2, för den ansågs vara bäst lämpad för fräsprocessen, och modelleringen bygger vidare på koncept 2.

4 Resultat

I detta kapitel presenteras först den färdiga konstruktionen som en 3D-modell enligt figur 12 och 13, och sen presenteras konstruktionstänkande, olika koncept som har byggts upp, funktioner för steglös justering och snabbförflyttning, rotation av byggplattor, samt användningsfunktion. Modellen uppfyller alla krav som har satts för detta examensarbete.



Figur 12. Bild av den färdiga 3D-modellen.



Figur 13. Bild av den färdiga 3D-modellen.

4.1 Konstruktion

Konstruktionen gjordes med tanke på hur tillverkningen ska underlättas och hålla hög kvalitet. Plåtarna som ska svetsas är färdigt bockade ifall det behövs, och former och hål är laser skurna, för att tillverkningen ska gå smidigt och minimal efterbearbetning behövas. Ämnesröret svarvas med lagerpassning, och flänsdelen svarvas med ansats på nedre och övre sidan för att underlätta fastsvetsningen av flänsen och ämnesröret, och för att få flänsen centrerad mot växellådsflänsen med hjälp av ansatsen.

Linjärskenor positioner har bearbetade spår för att underlätta monteringen av skenorna, och för att hålla parallellitet emellan dem.

Bordskivans material valdes till HDPE 300 som är ett plastmaterial med låg friktion, för att hålla friktionen låg mellan byggplattan och bordskivan.

4.2 Koncept

Vid uppbyggnaden av 3D-modellen ritades olika koncept som uppfyllde kraven av uppdragsgivaren. Koncepten ger en bättre uppfattning om vilken version som kommer att fungera bäst.

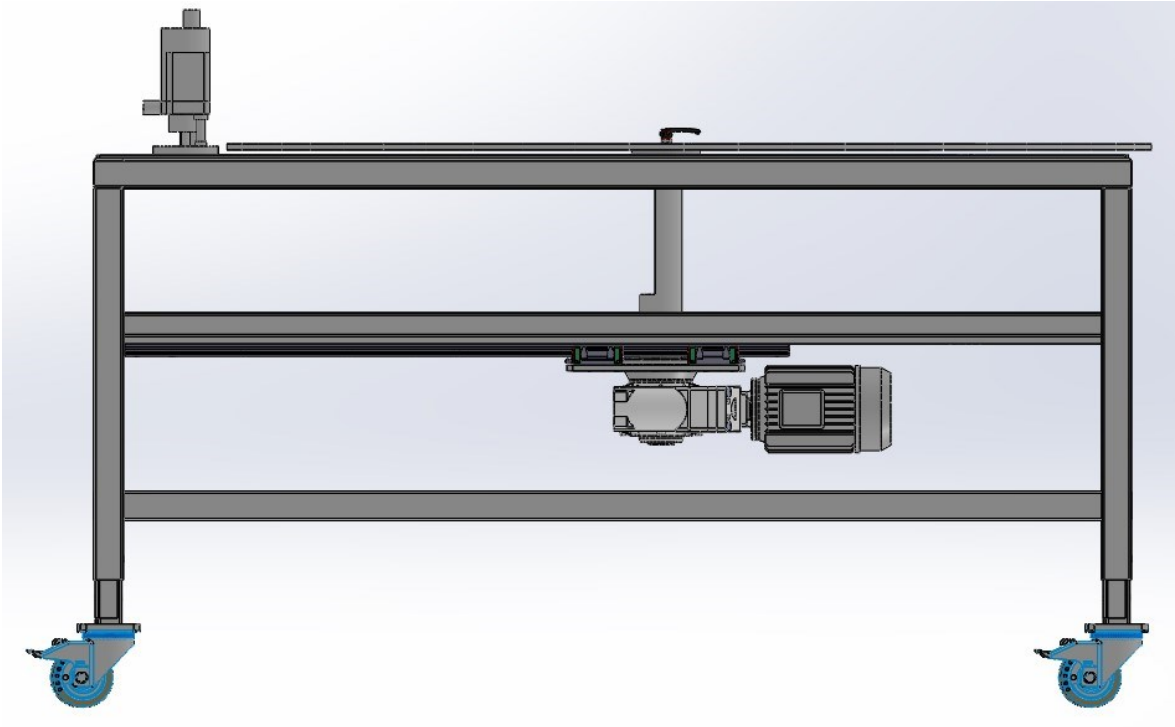
Koncepten är baserade på hur fräsen och växellådan ska monteras. Ifall fräsen ska vara monterad på övre eller undre sidan av bordskivan, och ska fräsen eller växellådan kunna förskjutas steglöst i längdled.

För att välja vilket koncept man går vidare med, görs en beslutsmatris var man poängsätter koncepten för olika egenskaper. Poängen ges från 1 till 3, och den med högst poäng i resultat väljs och vidareutvecklas.

Koncept 1 bygger på att fräsen är fastmonterad på bordskivan, och växellådan är monterad med linjärlagring. I detta fall kan arbetsstycket skjutas emot fräshuvudet för att fräsas.

Fördelar med koncept 1 är att fräsen och växellådan inte kan kollidera p.g.a. att fräsen är monterad på bordskivan.

Nackdelen är att när fräsen är monterad på bordskivan så skymmer den siktet när man fräser.

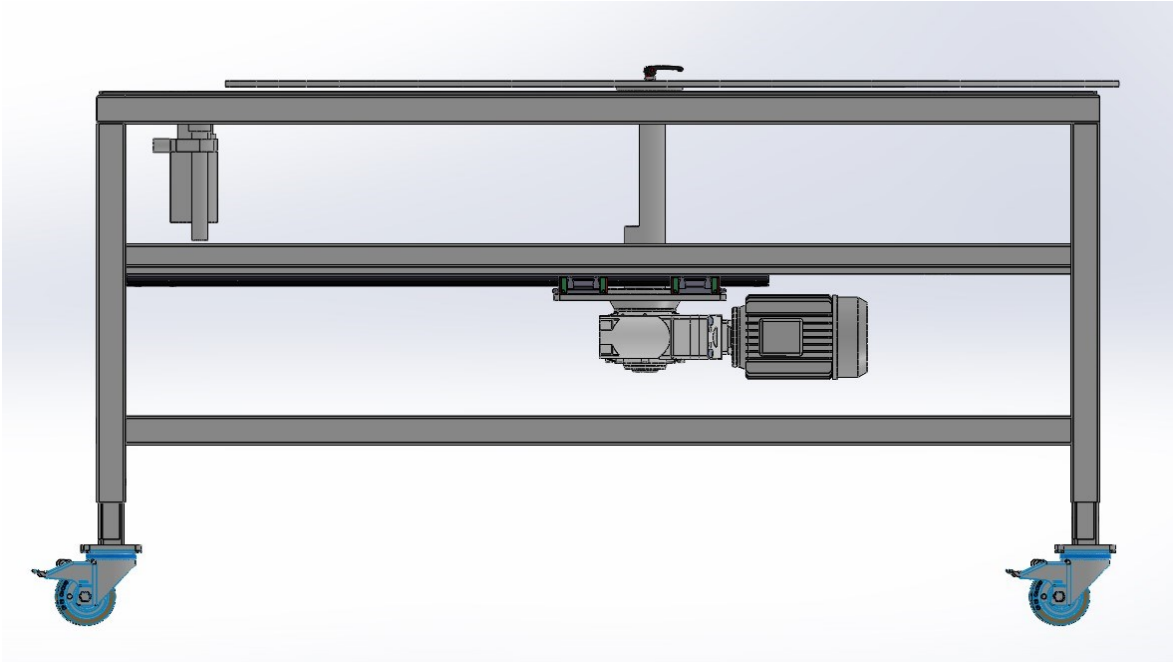


Figur 14. Koncept 1.

I koncept 2 är fräsen fastmonterad på undre sidan av bordskivan, och växellådan monterad med linjärlagring.

Fördelen är att man kan tydligt se vad som händer när man fräser.

Nackdelen är att fräsen och växellådan kan kollidera och kräver en mera tilltänkt konstruktion.

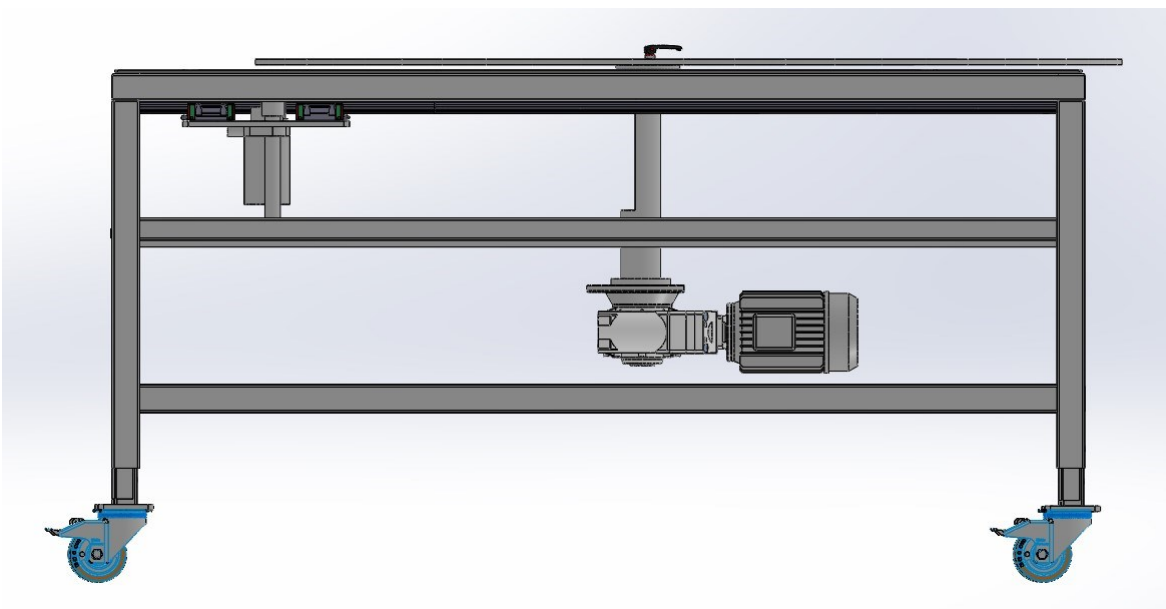


Figur 15. Koncept 2.

Koncept 3 bygger på att fräsen är monterad med linjårlagring, och växellådan är fastmonterad.

Fördelen är en billigare konstruktion p.g.a. att fräsens massa är liten, och linjårlagring kan vara av en mindre modell som är billigare.

Nackdelen är att när fräsens position är förskjutbar, och inte är i ändläge så har man sämre sikt under fräsprocessen.



Figur 16. Koncept 3.

Tabell 2. Beslutsmatris av koncept.

Beslutsmatris av koncept			
Egenskaper	Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3
Syn tillgänglighet	1	3	2
Användarvänlig	1	2	2
Lättillgänglighet	1	2	1
Pris	3	1	2
Resultat	6	8	7

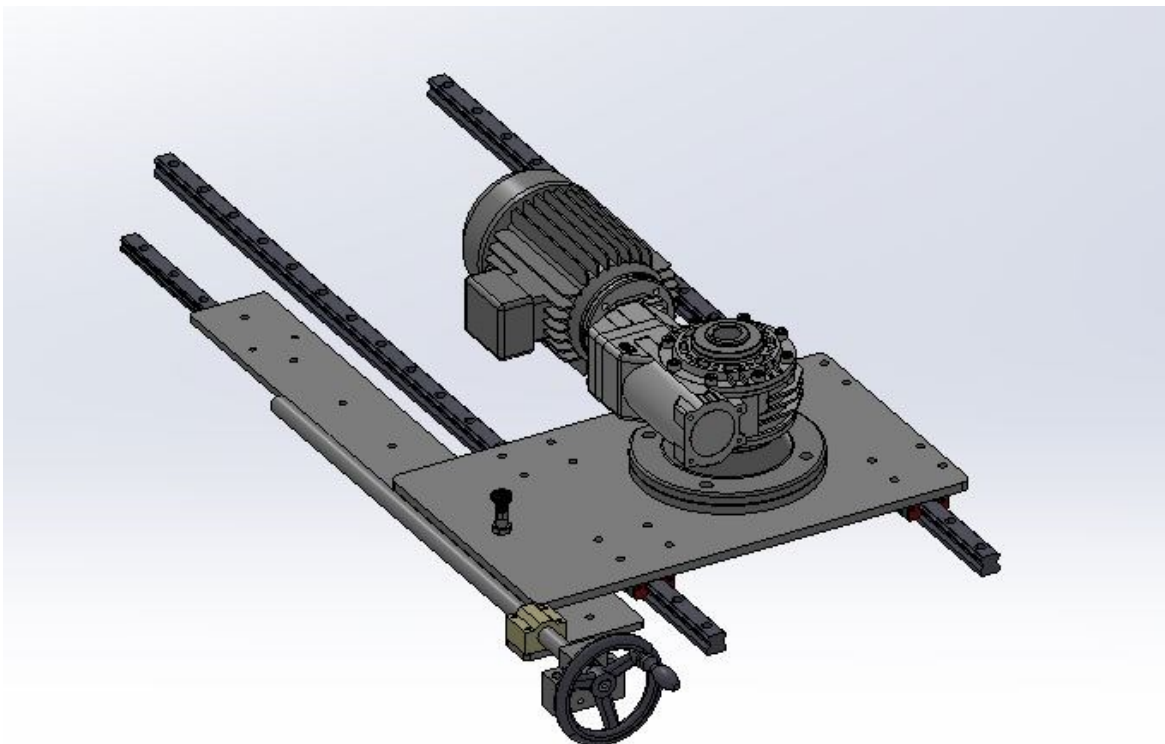
Koncept 2 fick högst resultat och väljs ut av beslutsmatrisen.

4.3 Steglös justering

Steglös justering av avstånd mellan fräs och rotation, löstes med hjälp av linjärlagringar och trapetsskruv som står för den steglösa justeringen.

Växellådan som roterar arbetsstycket, är fast monterad i en platta. Plattan är fäst i fyra glidblock som glider på två linjärskenor. För att det ska vara möjligt att förflytta växellådan steglöst, finns en tredje linjärskena av mindre modell som är monterad parallellt med de andra. Den har två glidblock som glider på skenan, och fastmonterad i glidblocken finns en smal plåt av längden 770 mm, med genomgående hål, 100 mm emellan. Den smala plåten förflyttas steglöst med hjälp av en trapetsskruv, som är fäst med hjälp av en lagrad bock i bordets ram, och en ratt i ändan av trapetsskruven. Den smala plåten har en mutter avsedd för trapetsskruven fastmonterad i plåten. När man vevar på ratten förflyttas plåten fram och tillbaka.

Plattan som växellådan är fastmonterad i har en möjlighet att snabbförflyttas, till exempel när man byter arbetsstycket från en stor diameter till en mindre diameter eller på motsatt sätt, behöver man inte veva arbetsstycket så långt för att börja fräsprocessen. Snabbförflyttningen fungerar med hjälp av en indexkolv, som är monterad i plattan. Indexkolven är i viloläge utskjuten med hjälp av den inbyggda fjädern. Plattans position ligger under den smala plåten. Indexkolven i viloläge penetrerar den smala plåten i ett av hålen, snabbförflyttningen fungerar genom att dra upp indexkolven och flytta växellådan till valfri position.



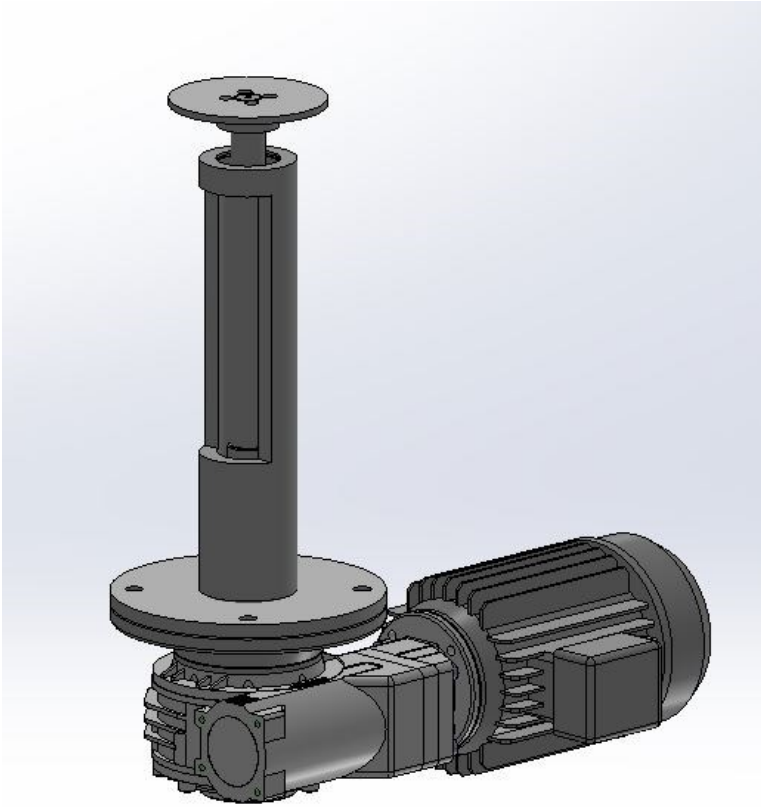
Figur 17. Bild av komponenter för steglös justering.

4.4 Rotation av byggplattor

För att rotationen av byggplattor ska vara möjligt, har konstruktionen en elmotor kopplat till en växellåda som roterar byggplattorna.

För att inte fräsen och växellådan ska kollidera vid fräsning av minsta diameter av plattorna, planerades konstruktionen genom att sänka ned växellådan med ett ämnesrör. Ämnesröret har en fläns fast svetsat med en ansats för att ta styrning från växellådsflänsen, och för att kunna monteras fast i växellådsplattan. Andra änden av ämnesröret är svarvat på insidan för lagerpassning. Växellådan har en genomgående axel monterad, som stöds upp med hjälp av lagret i ämnesröret. För att förhindra att fräsen och fastsättningen av växellådan ska kollidera, har ämnesröret, en bearbetad urtagning, för att inte kollidera med fräsen, se figur 18.

Växellådans genomgående axel är svarvad i ändan, och har kilspår för att en bearbetad holk ska passa. Holken har fyra hål med gängor, för att vara möjligt att fastsätta en rund platta på, som kommer att vara underlaget till byggplattan att ligga på. Byggplattan fastsätts med en excentrisk spak som förhindrar glidning av byggplattan.



Figur 18. Bild av konstruktion av rotationen.

4.5 Användningsfunktion

När en byggplatta av valfri diameter ska fräsas, börjar man med att ställa in avståndet mellan fråshuvud och rotation med hjälp av snabbförlyttningen. Sen fastsätts byggplattan med en excentrisk spak, som förhindrar glidning. Fräsen startas med en vred som finns på operatörspanelen, och rotering av byggplattan startas med fotpedalen. Avståndet mellan fråshuvud och byggplattan justeras med hjälp av en ratt, se figur 17.

4.6 Kritisk granskning

Praktiska arbetet gick ut på att förbättra utrustningen för fräsning av byggplattor. Resultatet blev ett fräsbord som är anpassad efter olika krav som har satts. Fräsbordet är flyttbart med hjälp av sina hjul, höjden på bordet är justerbart, byggplattan kan steglöst förflyttas mot fråshuvudet. Från operatörspanelen manövrerar man fräsen, byggplattans rotationsriktning och varvtal.

Metoden har främst varit att modellera i Solidworks för att komma fram till olika lösningar. Även liknande projekt har man tagit mall av för att få en början på arbetet.

5 Diskussion

Examensarbetet har gjorts på uppdrag av företaget Solving. Syftet med arbetet var att förbättra utrustningen fräsning av byggplattor. Den tidigare utrustningen krävde mycket fysiskt arbete och var på så sätt opraktisk. Resultatet av den nya utrustningen som konstruerades enligt uppdragsgivarens krav, blev ett fräsbord som är betydligt lättare att fräsa byggplattorna med, och mycket säkrare. Det krävs minimalt fysiskt arbete och är mycket smidigare att använda både tidsmässigt och kvalitetsmässigt.

Konstruktionen för snabbförflyttning och avståndsjustering, samt växellådsfästet blev jag väldigt nöjd med. Största utmaningen i planeringsdelen var att hitta en lösning för festsättning av växellådan, på grund av att den minsta diametern på byggplattan är 140 mm, så skulle fräsen och växellådan kollidera med varandra. Detta löstes då med att sänka ned växellådan under fräsen, och festsättningen med ett lagrat ämnesrör, bearbetad med urtagning för fräsen, som monterades fast i växellådsplattan.

Genom ergonomisk synvinkel är snabbförflyttningen lite opraktiskt på grund av att man måste böja sig och dra upp indexkolven för att flytta position. Detta skulle man ha kunnat sätta mer tid på och hitta en bättre lösning som är mera ergonomiskt.

Jag tycker jag har lärt mig en hel del om 3D-modellering och val av komponenter för olika ändamål. Att konstruera med tanke på hur detaljer kommer att tillverkas för att underlätta monteringen efteråt.

Om jag skulle göra om hela arbetet, skulle jag börja med att förbereda mig bättre och ta reda på olika komponenters egenskaper. Samtliga komponenter, till exempel linjärlagring har flera olika serier och beteckningar, dessa skulle jag ha läst mig in på och skrivit upp redan från början vad de betyder för att underlätta i senare skede att söka fram.

5.1 Projektets fortsättning

Detta arbete kommer i fortsättningen planeras klart av Solvings automationssida, så att automationen fungerar, och sedan färdigställa tillverkningsritningar för tillverkningen, och montering för att säkerställa att utrustningen fungerar som den ska, sedan skickas utrustningen till dotterbolaget i Västerås.

5.2 Slutord

Nu när examensarbetet är klart och målen med arbetet lyckades, tycker jag att jag fått mera erfarenhet i att konstruera och planera som jag kommer ha nytta av i framtiden. Jag vill tacka företaget Solving som jag fått göra examensarbetet för och min handledare Anders Heikius från företaget, som har hjälpt mig i olika situationer. Jag vill också tacka min handledare Tobias Ekfors från Yrkeshögskolan Novia som hjälpt mig under processen.

6 Källförteckning

AcmePlastics. (2021). *What is HDPE?* Hämtat från acmeplastics.com:

<https://www.acmeplastics.com/what-is-hdpe>

Bockning. (2021). *Få fram formen med bockning.* Hämtat från Bockning.com:

<http://www.bockning.com>

Gnosjöregionen. (2021a). *Fräsning.* Hämtat från Gnosjoregionen.se:

<https://www.gnosjoregion.se/frasning>

Gnosjöregionen. (2021b). *Svarvning.* Hämtat från Gnosjoregionen.se:

<https://www.gnosjoregion.se/svarvning/>

Gnosjöregionen. (2021c). *Bockning.* Hämtat från Gnosjoregionen.se:

<https://www.gnosjoregion.se/bockning>

Hiwin. (2021). *Linear guideways.* Hämtat från Hiwin.com:

<https://www.hiwin.com/linear-guideways.html>

Kemppi. (2021). *MIG/MAG-svetsning.* Hämtat från kemppi.com:

<https://www.kemppi.com/sv/support/svetsningens-abc/mig-mag-svetsning/2021>

Precisionstål AB. (2021). *Konstruktionsstål.* Hämtat från precisionstal.se:

<https://precisionstal.se/produkter/konstruktionsstal/>

Resinex. (2021). *PE-Polyeten.* Hämtat från resinex.se:

<https://www.resinex.se/polymertyper/pe.html>

Sandvik Coromant. (2021a). *Så fräser du i olika material.* Hämtat från

[sandvik.coromant.com:](http://sandvik.coromant.com)

<https://www.sandvik.coromant.com/SiteCollectionImages/knowledge/Milling/milling-steel.jpg>

Sandvik Coromant. (2021b). *Allmän svarvning.* Hämtat från sandvik.coromant.com:

<https://www.sandvik.coromant.com/sv-se/knowledge/general-turning/pages/default.aspx>

Solidworks. (den 26 Januari 2021). *SolidWorks.* Hämtat från en.wikipedia.org:

<https://en.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>

Solving. (2021a). *Historia.* Hämtat från solving.com:

<https://www.solving.com/foretaget/historia/>

Solving. (2021b). *Kontakta oss.* Hämtat från solving.com:

<https://www.solving.com/kontakta-oss/2021>

Svetskommissionen. (den 10 Juli 2019a). *MAG/MIG, rörelektrod och gasmetallbågsvetsning*. Hämtat från svets.se:

<https://svets.se/kunskapsbanken/tekniskinfo/svetsning/svetsmetoder/migmaggasmetallbagsvetsning.4.38a2e557141001d64753ae5.html> den 10 Juli 2019

Svetskommissionen. (den 10 Juli 2019b). *Laserskärning*. Hämtat från svets.se:

<https://www.svets.se/kunskapsbanken/tekniskinfo/termiskskarning/laserskarning.4.38a2e557141001d64753514.html>

Teknikessen. (2021). *Vad är CAD?* Hämtat från Teknikessen.se:

<http://teknikessen.se/vad-ar-cad/>

Valtanen, E. (2016). *Tekniikan taulukkirja*. Mikkeli: Genesis-kirjat OY.

Weland. (2021). *Bockning*. Hämtat från Weland.com: <https://www.weland.com/sv-se/plaatbearbetning/bearbetning/bockning/>