

Uppgradering av utrustning och arbetsätt för spolbyte

Isac Sjövall

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen.
Utbildningen för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2025

EXAMENSARBETE

Författare: Isac Sjövall

Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa

Inriktning: Maskinkonstruktion

Handledare: Robin Holmström (Mirka), Kenneth Ehrström (Novia)

Titel: Uppgradering av utrustning och arbetssätt för spolbyte

Datum: 21.5.2025

Sidantal: 43

Bilagor: 1

Abstrakt

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av Mirka Ab, i Jeppo. Företaget Mirka tillverkar slipverktyg, slipmaterial samt poleringsmedel. Stickmaskinerna som tillverkar tyget för slipmaterialet lastas med stora trådrollar. Rullarna monteras två stycken per axel före de lyfts i stickmaskinen. Montering sker idag med gaffeltruck och handkraft.

Syftet med examensarbetet var att konstruera en ny utrustning och förbättra arbetssättet, därmed också förbättra säkerheten och snabba upp monteringen av trådrollarna på axeln. Målet var att göra en konceptförslag på utrustningen samt göra en funktionsbeskrivning till den.

I examensarbetet presenteras den teori samt tillvägagångsätt som använts för att ta fram den nya utrustningen och arbetssättet. Den nya utrustningen beskrivs i detalj med tillhörande motiveringar för valen av detaljerna.

Examensarbetet är uppdelat i delar bestående av en teoridel, en konceptutveckling- och 3D-modelleringsdel, en riskanalys samt en funktionsbeskrivning och slutligen ett resultat.

Språk: svenska

Nyckelord: Mirka, konceptförslag, produktutveckling

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Isac Sjövall

Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Konesuunnittelu

Ohjaajat: Robin Holmström (Mirka), Kenneth Ehrström (Novia)

Nimike: Uppgradering av utrustning och arbetssätt för spolbyte

Päivämäärä: 21.5.2025

Sivumäärä: 43

Liitteet: 1

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Mirka Oy:n toimeksiannosta Jeppualla. Mirka valmistaa hiomatyökaluja, hiomamateriaaleja sekä kiillotusaineita. Hiomamateriaalin kankaan valmistukseen käytettävät neulontakoneet lastataan suurilla lankarullilla. Kaksi rullaa asennetaan akselille päälle ennen niiden nostamista neulontakoneeseen. Tänä päivänä asennus tehdään trukin ja käsivoiman avulla.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella uusi laite ja parantaa työskentelytapaa, mikä parantaisi turvallisuutta ja nopeutta lankarullien asentamista akselille. Tavoitteena oli myös tehdä konseptimalli laitteesta sekä luoda sille toimintaohjeet.

Opinnäytetyössä esitellään teoriaa ja menetelmiä, joita on käytetty uuden laitteiston ja työskentelytavan kehittämisessä. Uutta laitteistoa kuvataan yksityiskohtaisesti, mukaan lukien perustelut sen eri osien valinnoille.

Opinnäytetyö on jaettu osiin, jotka koostuvat teoriaosuudesta, konseptikehitys- ja 3D-mallinnusosuudesta, riskianalyysistä, toimintaohjeet sekä lopulta tuloksesta.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Mirka, konseptimalli, tuotekehitys

BACHELOR'S THESIS

Author: Isac Sjövall

Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vasa

Specialisation: Mechanical Engineering

Supervisor(s): Robin Holmström (Mirka), Kenneth Ehrström (Novia)

Title: Upgrading of equipment and working methods for spool change

Date: 21.5.2025

Number of pages: 43

Appendices: 2

Abstract

This thesis was carried out on behalf of Mirka Ab in Jeppo. The company Mirka manufactures abrasive tools, abrasive materials, and polishing compounds. The knitting machines that produce the fabric for the abrasive material are loaded with large spools of thread. The spools are mounted two per axle before being lifted into the knitting machine. Currently, the mounting is done using a forklift and manual labour.

The purpose of the thesis was to design new equipment and improve the working method, thereby also improving the safety and speeding up the mounting of the thread spools onto the axle. The goal was also to make a concept model of the equipment and create a functional description.

This thesis presents the theory and methodology employed in the development of the new equipment and working methods. The new equipment is described in detail, along with the reasons for the selection of its specific components.

The thesis is divided into sections consisting of a theoretical part, a concept development and 3D modelling part, risk analysis, a functional description, and finally, the results.

Language: Swedish

Key words: Mirka, concept design, product development

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Företagsbeskrivning	1
2.1	Mirka Ab	1
2.2	Mirka i Karis.....	2
2.2.1	Stickningsprocessen.....	2
2.3	KWH- koncernen.....	3
3	Bakgrund	4
4	Syfte och mål.....	4
5	Avgränsning.....	5
6	Disposition	6
7	Teori	7
7.1	Termer och begrepp	7
7.1.1	Industriell stickmaskin	7
7.1.2	Trådspole.....	7
7.1.3	Vävtråd	7
7.1.4	Axel	7
7.1.5	Monteringsbord	8
7.1.6	Harmoniserad standard.....	8
7.2	Produktutveckling som metod	8
7.3	Standarder	9
7.3.1	Maskindirektivet 2006/42/EG	9
7.3.2	EN 12100: Säkerhet i maskiner – Allmänna tekniska krav.....	9
7.3.3	EN 13157: Säkerhet – Lyftvagnar – Allmänna krav för utformning.....	9
7.4	Risikanalys.....	10
7.5	Hållfasthetsteori.....	11
7.5.1	Normalspänning	11
7.5.2	Skjuvspänning	11
7.5.3	Sträckgräns	11
7.5.4	Brottgräns	12
	12
7.6	SolidWorks	12
7.7	Siemens NX.....	13
8	Metod	13
8.1	Produktutveckling.....	13
8.2	Planering och kravspecifikation	14
8.3	Funktionsanalys	15
8.4	Konceptgenerering.....	15

8.5	Kravspecifikation och elimineringsmatris.....	16
8.5.1	Risikanalys för processen före samt efter.....	17
9	Resultat	18
9.1	Bordet.....	19
9.2	Koncept 1	20
9.3	Koncept 2	21
9.4	Koncept 3	22
9.5	Detaljlösningen för koncept 3.....	23
9.5.1	Linjärenhet.....	23
9.5.2	Axelfäste.....	23
9.5.3	Lyftbord	24
9.5.4	Stödrullar.....	24
9.5.5	Styrning och drivning	25
9.5.6	Styrpanel och fjärrkontroll samt nödstopp.....	25
9.5.7	Strömtillförseln	25
9.5.8	Steg för steg av processen med Koncept 3	26
9.6	Monteringsanvisningar	27
10	Diskussion	28
11	Källförteckning.....	29

Figurförteckning

Figur 1 Mirkas huvudkontor och produktionsanläggning i Jeppo (Mirka, 2025).	
Figur 2 Spolarna monterade på stickmaskinen. (Maria Wasström/Yle, 2017).....	
Figur 3 Tyget stickas och läggs på en rulle. (Maria Wasström/Yle, 2017).....	
Figur 4 (Prevent, 2025) Matris för bedömning av risk.....	
Tabell 5 (Prevent,2025) Tabell för att bedöma behovet av åtgärd.....	
Figur 6 Dragkurva som visar hur ett material töjs i förhållande till spänningen.	
Figur 7 Funktionsanalys för bytet.	
Figur 8 3D-figur på monteringsbordet.	
Figur 9 3D-figur på sammanställningen av Koncept 1.....	
Figur 10 3D-Figur på sammanställningen av Koncept 2.....	
Figur 11 3D-figur på sammanställningen av Koncept 3.	
Figur 12 Linjärenheten MTJ-65-2500-S-0-0.	
Figur 13 Axelfästet.	
Figur 14 Lyftbordet med Teknik.....	
Figur 15 Stödrullen med teknik.	
Figur 16 Komplet vagn.....	
Figur 17 Bytesprocessen steg 1.....	
Figur 18 Bytesprocessen steg 2.....	
Figur 19 Bytesprocessen steg 3.....	
Figur 20 Bytesprocessen steg 4.....	
Figur 21 Bytesprocessen steg 5.....	

1 Inledning

Examensarbetet är utfört på uppdrag av Mirka Ab i Jeppo. Företaget var för mig känt sen tidigare genom bekanta som arbetar på företaget. Under hösten var jag i kontakt med en av dem ifall det kunde finnas ett uppdrag vid företaget och blev hänvisad till Robin Holmström som är mekaniska chef för underhållsavdelningen. Han hade ett projekt som under en tid varit på gång i Karisfabriken vilket jag kunde utföra. Projektet handlade om att förbättra en process där spolar till stickmaskiner byts ut. För processen var tanken att en ny utrustning skulle utvecklas och därmed också arbetssättet.

2 Företagsbeskrivning

I detta kapitel beskrivs Mirka som företag, Mirka i Karis samt KWH-koncernens verksamhet och historia.

2.1 Mirka Ab

Mirka Ab är ett finskt företag som grundades 1943. Företaget har sedan dess utvecklat lösningar för slipning, polering och ytbehandling. Mirka har produktionsanläggningar i Jeppo, Oravais, Jakobstad, Karis och Italien. Genom åren har Mirka etablerat sig som en betydande aktör inom branschen, kända för sina kvalitativa produkter och systemlösningar. Företagets produkter har utvecklats för att optimera arbetsflöden och förbättra slutresultatet för användaren. Bland de mest välkända produkterna finns slipmaterialen Abranet® och Galaxy®, som är utvecklade för att ge en effektiv och dammfri slipning. Mirkas engagemang för hållbarhet har lett till utvecklingen av miljövänliga produkter och processer. Produkterna från Mirka används inom en mängd olika branscher, såsom bilindustrin, möbelindustrin och byggindustrin. (Mirka, 2025).



Figur 1. Mirkas huvudkontor och produktionsanläggning i Jeppo (Mirka, 2025).

2.2 Mirka i Karis

Mirkas produktionsanläggning i Karis utgör en del av företagets tillverkningskedja som specialiserar sig på produktionen av baksidesmaterial och material för Mirkas nätprodukter. Denna anläggning, med en arbetsstyrka på cirka 50 anställda, kompletterar Mirkas övriga produktionsenheter i Finland. Anläggningen i Karis, med historiska rötter i Tricol och Finnpile, fungerar som en bas för textiltillverkning inom Mirka-gruppen. Här produceras råmaterial som vidareförädlas vid företagets anläggningar i Österbotten. Produktionsprocessen i Karis är tekniskt sett en stickningsprocess, där ett stort antal trådar sammanfogas till textilmaterial. Anläggningen tillverkar både textila underlag för slipmaterial och velourtyger för slipmaskiner. I enlighet med företagets strategi för hållbar utveckling, undersöker Mirka aktivt möjligheterna att använda sig av biobaserade råmaterial i produktionen. (Mirka 2025).

2.2.1 Stickningsprocessen

I det här kapitlet förklaras hur stickningsprocessen går till i fabriken. Trådarna kommer in till fabriken i mindre rullar och läggs upp på en ställning varifrån de dras vidare genom ledskenor för att lindas på en större spole. Till en spole dras cirka 1100 trådar. De färdiga spolarna läggs på en lastpall och förs till ett lagringsutrymme i väntan på att användas för stickning. Spolarna monteras sedan på en axel och axeln monteras i sin tur på stickmaskinen, se bild 2. Trådarna fästs i stickmaskinen som sedan stickar ihop ett tyg, se figur 3. Tyget förs därefter till efterbehandling och blir till slut skickade i väg till Mirkas fabriker i Jeppo och Oravais för att fabriceras ytterligare till slipmaterial. (Mirka, 2025; Yle, 2017).



Figur 2. Spolarna monterade på stickmaskinen. (Wasström, 2017).



Figur 3. Tyget stickas och läggs på en rulle (Wasström, 2017).

2.3 KWH- koncernen

KWH-koncernen är ett mångsidigt finskt familjeföretag med rötter i Vasa och har utvecklats från ett mindre familjeföretag till en betydande industriell aktör. Koncernen är indelad i fem affärsområden: Mirka, specialiserat på slipmaterial och ytbehandling, KWH Logistics, som erbjuder logistik- och transporttjänster, KWH Freeze, med fokus på frys- och kylagring och KWH Invest, som ansvarar för investeringar i olika företag samt Prevox som tillverkar vattenlås. Mirkas innovativa produkter och lösningar har gjort koncernen till en betydande aktör inom ytbehandling. KWH-koncernen är känd för sitt starka lokala fäste, långa erfarenhet och förmåga att kombinera olika verksamhetsområden. Genom kontinuerliga investeringar i forskning och utveckling har koncernen utvecklats till en betydande aktör på den globala marknaden. (KWH, 2025)

3 Bakgrund

Stickmaskinerna som tillverkar tyg för Mirkas slipmaterial lastas med stora trådrullar. Rullarna monteras två stycken per axel före de monteras i stickmaskinen. Arbetsmomentet med att byta rullar görs med handkraft och bristfällig utrustning. Rullarna och axeln har en tung vikt som kan orsaka klämrisk. För att tillfälligt förbättra säkerheten har redan tidigare ett standardiserat arbetssätt implementeras för arbetsmomentet. Nu ska hela arbetsmomentet ses över ordentligt och därmed behöver utrustningen uppdateras så att säkerheten kan garanteras vid arbetsmomentet. Tillika kommer även ett nytt arbetssätt införas i och med den nya utrustningen.

4 Syfte och mål

Syftet med examensarbetet var att ge förslag på hur man kan förbättra säkerheten och ergonomin vid spolbytet. Det här görs för att minska på arbetsmomenten och uppdatera utrustningen som används. För att uppfylla det behövs en ny utrustning som smidigare kan användas vid spolbytet. Önskemålet var ett uppdaterat arbetssätt med ett halvautomatiskt system som för in och ut axlarna och samtidigt håller fast axeln. Lösningen ska bidra till ökad säkerhet och ett snabbare underhållsarbete.

Målet med detta arbete var att designa en 3D-modell av en ny utrustning som förbättrar säkerheten och snabbar upp monteringen av axlarna. Utrustningen ska klara av att byta två olika längders axlar samt passa in i de utrymmen där underhållet sker. Ytterligare ska designen göras så att den uppfyller de harmoniserade standarderna och maskinstandarder.

5 Avgränsning

Examensarbetet begränsas till planering och dokumentering till den nya utrustningen och processen där den används. Endast spolbytet och stationen där det sker behandlas. Utrustningen ska förses med detaljritning för tillverkningen och därtill även monteringsanvisning och funktionsbeskrivning.

Examensarbetet innehåller:

- Utarbeta koncept för monteringen.
- 3D-modellering av utrustningen.
- Överensstämmelse med maskindirektivet och harmoniserade standarder.
- Funktionsbeskrivning.

Examensarbetet inkluderar inte:

- Den elektriska säkerheten och -planering.
- Automationsprogrammering.
- Kostnadsberäkning.

6 Disposition

Här beskrivs innehållet för varje kapitel i examensarbetet.

- I kapitel 1, *Inledning*, presenteras arbetets syfte och bakgrund samt en kort företagsbeskrivning och arbetets avgränsningar och mål.
- I kapitel 2, *Företagsbeskrivning*, beskrivs Mirka som företag, KWH koncernen samt Mirkas fabrik i Karis.
- I kapitel 3, *Bakgrund*, beskrivs problemet för arbetet samt läget över hur det ser ut idag.
- I kapitel 4, *Syfte och Mål*, presenteras de mål som gjorts upp för detta arbete.
- I kapitel 5, *Avgränsning*, listas de gränser som beskriver omfattningen av vad som hör till detta arbete.
- I kapitel 7, *Teori*, presenteras de teoretiska aspekterna som använts i detta arbete.
- I kapitel 8, *Metod*, beskrivs tillvägagångssättet för att utföra detta arbete.
- I kapitel 9, *Resultat*, presenteras den slutgiltiga lösningen som fåtts.
- I kapitel 10, *Diskussion*, diskuteras för vad som gjorts i arbetet, samt om arbetet uppfyller målet.

7 Teori

Detta kapitel definierar centrala termer, relevanta standarder inom hållfasthetslära samt ger en översikt av CAD-programmen SolidWorks och Siemens NX, vilka är grunden för examensarbetets genomgång.

7.1 Termer och begrepp

Detta kapitel beskriver de termer och begrepp som används i examensarbetet. Begreppens betydelse är kontrollerade med Svenska Akademiens ordbok.

7.1.1 Industriell stickmaskin

En industriell stickmaskin är en höghastighetsmaskin som används för att producera stora volymer stickade tyger. Den är speciell på grund av sin avancerad automatisering och ofta datorstyrd, och mångsidighet i att hantera olika garn och stickmönster. Detta möjliggör effektiv tillverkning av allt från kläder till tekniska textilier.

7.1.2 Trådspole

En trådspole är en cylindrisk utrustning, ofta tillverkad av plast eller metall, som används för att hålla och organisera tråd. Den underlättar hanteringen av tråden genom att förhindra trassel och göra det enkelt att mata ut tråden under olika processer som sömnad, vävning eller, som i denna process, industriell tillverkning.

7.1.3 Vävtråd

Vävtråd, eller garn, är en lång kontinuerlig tråd som används för att skapa tyg genom vävning, tråden är tillverkad av en variation av material som sträcker sig från naturliga fibrer som bomull, ull och lin till syntetiska alternativ som polyester och nylon, där trådens egenskaper som tjocklek och textur direkt påverkar det färdiga tygets utseende och funktion.

7.1.4 Axel

En axel är en maskinkomponent som fungerar som en roterande eller stationär stång, vars huvudsakliga uppgift är att stödja och överföra rörelse, kraft eller vridmoment mellan olika delar i en maskin, vilket gör den till en central del i många roterande system.

7.1.5 Monteringsbord

Ett monteringsbord är en robust arbetsyta designad för att underlätta monteringsprocesser genom att erbjuda en stabil och ofta justerbar yta för att sammanfoga komponenter. Under spolbytet ligger spolarna på monteringsbordet.

7.1.6 Harmoniserad standard

Harmoniserade standarder är europeiska standarder som utarbetats på uppdrag av Europeiska Kommissionen. Det här är för att ge tillverkare ett sätt att visa att deras produkter uppfyller de grundläggande kraven i relevanta EU-direktiv eller förordningar. Standarden underlättar fri rörlighet för varor, säkerställer produktsäkerhet, förenklar efterlevnad och främjar konkurrenskraften för produkterna. Standarden uppfylls genom att tillverkarna förser detaljerade tekniska specifikationer som ger en indikation om överensstämmelse med EU:s lagkrav, även om användningen av dem är frivillig. (Sis, 2025).

7.2 Produktutveckling som metod

Produktutvecklingen sker enligt Selin (2000) i uppdelade steg för att systematiskt och effektivt få fram en produkt. Med de olika stegen skapas ett arbetsflöde som logiskt går framåt i utvecklingsprocessen. I produktutvecklingen vill man skapa en produkt som löser ett problem eller som har en viss funktion. Detta är centralt genom hela processen och valen görs så att det som är bäst för lösningen eller funktionen väljs. Med hjälp av stegen betas ett område för produkten av åt gången. Det är viktigt är att följa stegen i rätt ordning för att minska på stora problem som kan uppstå i slutet av processen ifall något steg har lämnats bort. Den stora helheten utvecklas till mindre detaljer vartefter och till slut har en ny produkt skapats. (Selin, 2000)

7.3 Standarder

En standard är ett dokument som fastställer krav, specifikationer, riktlinjer eller egenskaper. Detta görs för att säkerställa att material, produkter, processer och tjänster är lämpliga för sitt ändamål. Det här främjar säkerhet, samverkningsförmåga, kvalitet och handel genom samarbete mellan intressenter och publicering av organisationer som ISO, IEC, SIS och CEN.

Detta kapitel presenterar de standarder som använts i examensarbetet.

7.3.1 Maskindirektivet 2006/42/EG

Maskindirektivet 2006/42/EG är en central EU-standard som fastställer grundläggande hälso- och säkerhetskrav för maskiner som säljs inom europeiska ekonomiska samarbetsområdet (EES). Den har som syfte att säkerställa en hög skyddsnivå för människor och att främja fri rörlighet för maskiner på marknaden. Genom att kräva att tillverkare utför riskbedömningar, sammanställer teknisk dokumentation och upprättar en försäkran om överensstämmelse samt CE-märker maskinen. Intygar de att maskinen uppfyller direktivets krav.

7.3.2 EN 12100: Säkerhet i maskiner – Allmänna tekniska krav

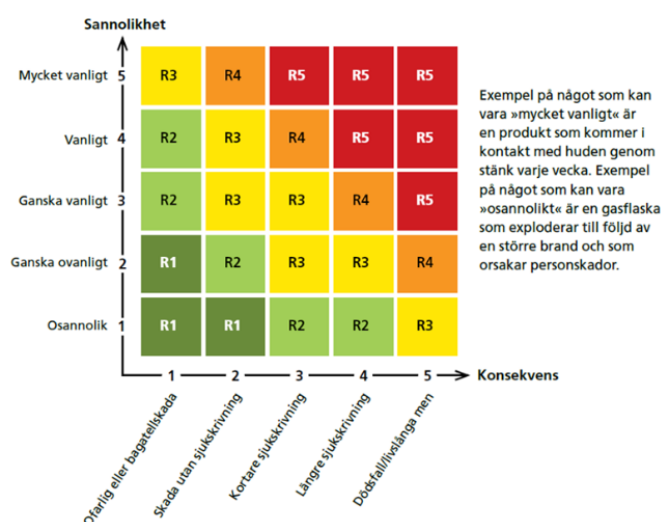
EN ISO 12100 är en grundläggande europeisk standard som ger allmänna principer för maskinsäkerhet, inklusive riskbedömning och riskreducering, och fungerar som en vägledning för konstruktörer att skapa säkra maskiner genom att tillhandahålla en ram för att identifiera och hantera risker under hela maskinens livscykel. Denna standard är avgörande för att säkerställa att maskiner uppfyller kraven i Maskindirektivet 2006/42/EG och därmed kan CE-märkas.

7.3.3 EN 13157: Säkerhet – Lyftvagnar – Allmänna krav för utformning

EN 13157 är en europeisk standard som fastställer allmänna säkerhetskrav för utformning av lyftvagnar, med fokus på att minimera risker genom att fastställa krav på material, konstruktionsstyrka, stabilitet, lastkapacitet, bromssystem och skyddsanordningar, vilket säkerställer att lyftvagnar är säkra att använda och uppfyller nödvändiga säkerhetsstandarder inom EU.

7.4 Riskanalys

Riskanalys är en systematisk process för att identifiera, bedöma och hantera potentiella risker. Inom produktutveckling är det avgörande för att säkerställa säkra och pålitliga produkter genom att identifiera faror, bedöma sannolikhet och konsekvens, samt utveckla strategier för att minimera riskerna. För att standarder och certifikat ska kunna tillämpas behöver produkten också vara konstruerad på ett sådant sätt att användaren inte löper risk för skador vid användning på korrekt eller felaktigt sätt. (Prevent, 2025)



Figur 4 (Prevent, 2025) Matris för bedömning av risk

Genom att multiplicera sannolikhet med konsekvens får man ett så kallat riskvärde:

Riskvärde	Klassning av risk	Behov av åtgärd
1–2	R1 Låg Försumbar risk	Ej behov av åtgärd
3–4	R2 Liten risk	Eventuellt åtgärd
5–9	R3 Medel Viss risk	Åtgärdas så långt rimligt
10–14	R4 Allvarlig risk	Åtgärdas snarast
15–25	R5 Hög Mycket allvarlig risk	Arbetet ska inte utföras innan åtgärd vidtagits

Tabell 5 (Prevent,2025) Tabell för att bedöma behovet av åtgärd

7.5 Hållfasthetsteori

Hållfasthetslära handlar om hur kroppar beter sig under inverkan av yttre krafter och moment, med fokus på de inre spänningar och deformationer som uppstår. Vidare analyseras olika typer av belastningar som drag, tryck, skjuvning och böjning, samt hur dessa påverkar materialets förmåga att motstå brott eller permanent deformation.

7.5.1 Normalspänning

Normalspänning, betecknat med σ (sigma), uppstår i ett material när en kraft verkar vinkelrätt mot en yta. Enkelt uttryckt är det intensiteten av den kraft som verkar per ytenhet i riktning vinkelrätt mot snittytan. Matematiskt definieras normalspänning som:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

där F är den kraft som verkar vinkelrätt mot ytan och A är arean av ytan. Enheten för normalspänning är megapascal, MPa eller N/mm².

7.5.2 Skjuvspänning

Skjuvspänning, betecknat med τ (tau), uppstår i ett material när en kraft verkar parallellt med en yta, vilket resulterar i att intilliggande skikt i materialet glider relativt mot varandra. Till skillnad från normalspänning, som verkar vinkelrätt mot ytan, agerar skjuvspänningen tangentiellt till ytan. Matematiskt definieras den genomsnittliga skjuvspänningen som:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (2)$$

där F är den kraft som verkar parallellt med ytan och A är arean av den yta som kraften verkar på. Enheten för skjuvspänning är megapascal, MPa eller N/mm².

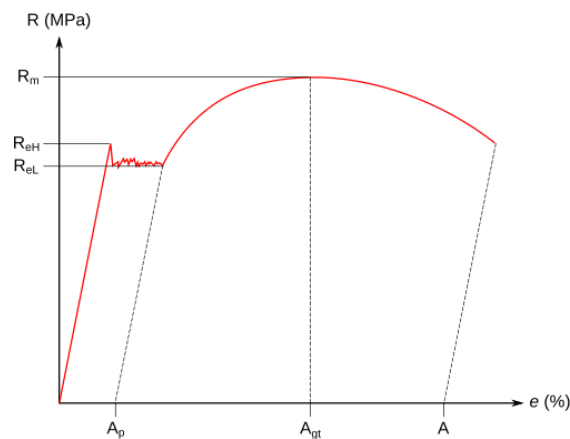
7.5.3 Sträckgräns

Sträckgränsen är den spänning som markerar gränsen för elastiskt beteende hos ett material. Belastas materialet under denna gräns återgår det till sin ursprungliga form när lasten tas bort. Överskrids sträckgränsen sker en permanent deformation, så kallad plastisk

deformation. Sträckgränsen är avgörande för att säkerställa att konstruktioner inte deformeras permanent under normal drift.

7.5.4 Brottgräns

Brottgränsen representerar den maximala spänning ett material kan motstå innan det slutligen bryts av. Det är den högsta spänningsnivån som uppnås i ett material under ett dragprov. Efter att brottgränsen har passerats minskar spänningen i materialet fram till dess att en fraktur inträffar. Brottgränsen är ett mått på materialets ultimata hållfasthet och är viktig för att bedöma dess förmåga att stå emot extrema laster och för att bestämma lämpliga säkerhetsfaktorer i konstruktionsdesign. (Valtanen, 2022).



Figur 6. Dragkurva som visar hur ett material töjs i förhållande till spänningen.

7.6 SolidWorks

SolidWorks är ett av de mest använda 3D-CAD-programvarorna globalt, och ett verktyg för ingenjörer och konstruktörer inom en mängd olika branscher. Programmet är utvecklat av det franska företaget Dassault Systèmes och lanserades första gången 1995. En av fördelarna med SolidWorks är dess användarvänlighet, med en simpel layout underlättas skapandet och redigeringen av 3D-modeller. Dessutom erbjuder SolidWorks en mängd verktyg och funktioner som hjälper användarna att designa komplexa produkter. Programvaran används inte bara för att skapa 3D-modeller, utan också för att simulera och analysera produkters prestanda, vilket möjliggör simuleringar och tester av konstruktioner innan de tillverkas och därmed sparar både tid och pengar. SolidWorks är mycket mångsidig och kan användas för att designa allt från enkla delar till komplexa maskiner och system. (Dassault Systèmes, 2025)

7.7 Siemens NX

Siemens NX är en kombinerad mjukvaruplattform för datorstödd konstruktion (CAD), datorstödd tillverkning (CAM) och datorstödd ingenjörsvetenskap (CAE). Plattformen erbjuder en komplett uppsättning verktyg som kan användas över hela produktlivscykeln, från avancerad 3D-modellering och hantering av stora sammanställningar inom CAD, till generering av den numeriska kontrollen i form av en NC-kod för maskinsimulering inom CAM. Vidare inkluderar NX kraftfulla CAE-moduler för analys och simulering av produkters prestanda. Genom att integrera dessa olika discipliner i en och samma miljö möjliggör Siemens NX en effektivare produktutvecklings- och produktionsprocess inom maskinteknik och relaterade industrier. (Siemens, 2025)

8 Metod

Som metod för examensarbetet valdes produktutveckling, det är en lämplig metod eftersom en helt ny utrustning ska tas fram och det redan på förhand fanns krav över hur utrustningen behöver vara. Utöver dessa krav sammanställdes ytterligare krav efter noggrannare inspektion av den nuvarande utrustningen och arbetssättet.

Till följande presenteras hur utvecklingsprocessen gick till samt motiveringar över de beslut som tagits under processen.

8.1 Produktutveckling

Produktutvecklingen skedde stegvis för att metodiskt ta fram olika koncept och lösningar som kan lösa problemet. De steg som vidtagits presenteras i detta kapitel i kronologisk ordning. Det börjar med en planering och kravspecifikation för att få en tydlig gräns på vad kraven ska vara. Nästa steg är en funktionsanalys som beskriver hur kraven ska förverkligas i funktioner. Till näst sker konceptgenereringen för att få fram konkreta lösningar. Lösningarna granskas noggrannare i en elimineringsmatris där de olika koncepten betygsätts. Lösningen som är den bästa formas sedan vidare till en mera detaljerad lösning, här görs en riskanalys, hållfastighetsberäkningar och standarder implementeras. Till slut granskades den slutgiltiga lösningen av företaget som sedan går vidare i processen. (Selin, 2000)

8.2 Planering och kravspecifikation

För att kunna göra val och utformningar för lösningen behöver ramen för produkten konkretiseras i form av en kravspecifikation. Kravlistan ska enligt (Selin, 2000) nämna produktens användningsområden, en detaljerad beskrivning av produktens funktion, en beskrivning av den fysiska utformningen och designen, krav på material och ingående komponenter samt speciella kvalitetskrav. Denna kravlista utgör grunden för fortsatt konceptgenerering och utveckling.

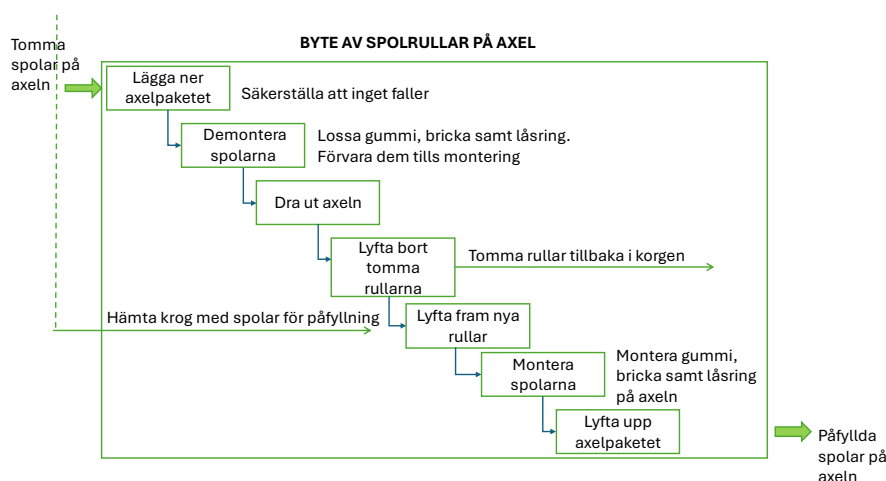
För att skapa en kravlista till detta arbete gjordes ett besök vid fabriken i Karis där vi klargjorde för funktionen och utrymmet tillsammans med ansvariga på plats. Under besöket visade en montör hur spolbytet går till samt de arbetsmoment som görs. Med hjälp av demonstrationen kunde ytterligare krav fastställas. Kravlistan för arbetet sammanställdes till tabell 1.

Tabell 1. Kravlista.

Kravspecifikation:
Kunna dra ut och trycka in axeln i spolarna
Fungera från båda hållen av monteringsbordet
Fungera på 2,5 meters och 4 meters axlarna
Ska rymmas på området
Vara flyttbar
Snabbar upp bytesproceduren
Förbättring från nuvarande
Minska på risker
Minska på arbetsmomenten
Ge tillräckligt med utrymme för truckarna att röra sig runt monteringsbordet

8.3 Funktionsanalys

Genom funktionsanalysen enligt Österlin (2010) förtydligas de olika stegen i processen för det arbete som ska utföras. Analysen görs så att funktionen ramar in och de olika stegen. Inne i funktionen beskrivs stegen i forma av en ruta där ett adjektiv plus (+) subjektiv beskriver steget. Framför funktionen beskrivs ett utgångsläge som ska bli det krav som beskrivs efter funktionen. Vid eventuella tillägg eller utdrag ritas de som pilar med tillhörande beskrivning. För detta examensarbete blev slutsatsen av funktionsanalysen att lösningen skall kunna dra ut och trycka in axeln samt att hålla i den under bytet av spolarna. Även att axelpaketet behöver en säkerplats så att ingenting kan falla ner under processen.



Figur 7. Funktionsanalys för bytet.

8.4 Konceptgenerering

Idéskissning och konceptgenereringen är en del av designarbetet. Med konceptskissningen söker man fram lösningar på de krav som listats i designkravslistan. Enligt (Österlin, 2010) sker skissningen på olika nivåer där man först skissar en helhetsbild och senare mera noggrant i detaljer. Skisserna sker på olika sätt, främst genom 2D- och 3D-datorprogram, med penna och papper samt modellmaterial. Syftet är att komma fram till principlösningar. Under konceptgenereringen för detta arbete gjordes de första skisserna med papper och penna. Därefter ritades modellerna upp i Siemens NX för att göra dem till 3D-modeller. 3D-modellerna på de lämpliga koncepten togs sedan till vidare analysmetoder för att få fram ett enda slutgiltigt koncept.

8.5 Kravspecifikation och elimineringsmatris

De koncept som tagits fram jämförs med den kravlista som skrivit i början av arbetet för att kontrollera konceptens duglighet. Alla kraven behöver uppfyllas för att kunna gå vidare med lösningen. Utöver kravspecifikationen används en elimineringsmatris som ger en överblick i hur väl lösningen fungerar för företaget. För elimineringsmatrisen behöver inte alla krav uppfyllas eftersom de kan beaktas i ett senare skede.

Tabell 2. Kravspecifikationen.

Kravspecifikation och Elimineringsmatris			
Lösning	Koncept Traverslyft rälsbanor	1 + Koncept Räls vagn	2 Koncept med Flyttbarvagn
Kravspecifikation:			
Kunna dra ut och trycka in axeln i spolarna	x	x	x
Fungera från båda hållen av monteringsbordet	x	x	x
Fungera på 2,5 meters och 4 meters axlarna	x	x	x
Ska rymmas på området	x		x
Vara flyttbar			x
Snabbar upp bytesproceduren		x	x
Förbättring från nuvarande	x	x	x
Minska på risker	x	x	x
Minska på arbetsmomenten		x	x
Ge tillräckligt med utrymme för truckarna röra sig runt monteringsbordet		x	x
Elimineringsmatris:			
Löser huvudproblem	x	x	x
Uppfyller alla krav			x
Realiserbar	x	x	x
Inom kostnadsramen	x	x	x
Säker och ergonomisk	x	x	x
Passar företaget	x	x	x
Tillräcklig info	x	x	x
Resultat	12	13	17
Beslut			Bästa alternativet

På basis av elimineringsmatrisen väljs Koncept 3 som det bästa alternativet. Koncept 3 uppfyller alla krav.

8.5.1 Riskanalys för processen före samt efter

För att hålla koll på att säkerheten ökar, görs riskanalysen före och efter uppgraderingen av maskinen. Riskanalysen för *Före* gjordes på basen av de granskningarna som gjordes under besöket i Karisfabriken med min handledare Robin från Mirka samt tidigare erfarenhet från Mari Heikkilä som är arbetsledare för service underhållet i fabriken. Bedömningen för riskanalysen *Efter* gjordes enligt bedömningar av 3D-modellen för Koncept 3.

Tabell 3. Före.

RISK	SANNOLIKHET	KONSEKVENNS	RISKVÄRDE
Klämrisk vid lyft av axel	4	3	12
Klämrisk vid nedsättning av spole på monteringsbordet	4	3	12
Klämrisk vid inskjutningen av axeln i spolarna	2	4	8
Klämrisk vid nedsläpp av axeln på vagnen	4	3	12
Tunga lyft/Dålig ergonomi	4	3	12
Skärrisk på axeln	4	2	8
Spolar som rullar i väg från bordet	4	3	12
Skador på spolarna pga.	4	1	4

Tabell 4. Efter.

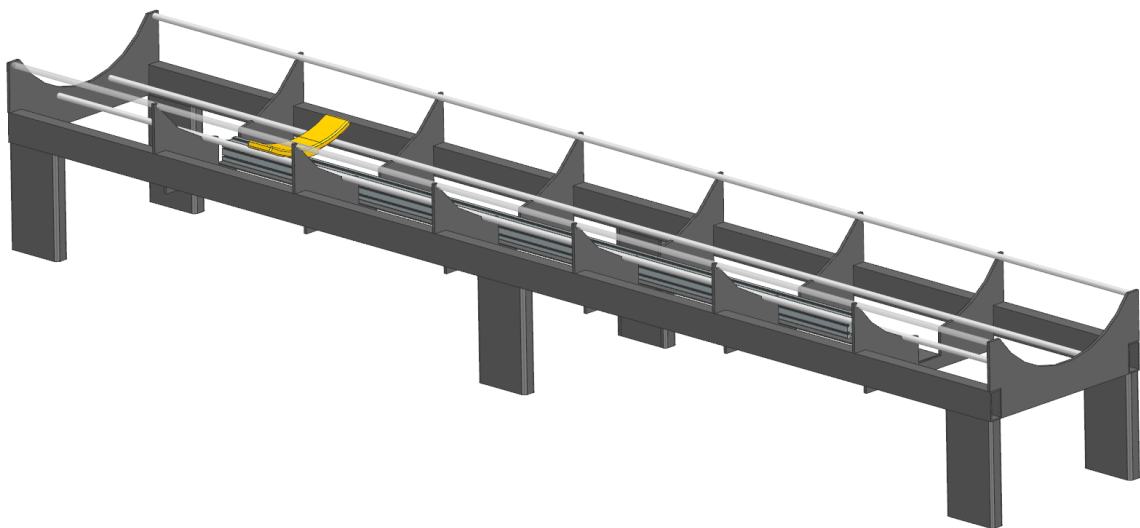
RISK	SANNOLIKHET	KONSEKvens	RISKVÄRDE
Klämrisk vid lyft av axel	2	3	6
Klämrisk vid nedsättning av spole på monteringsbordet	3	3	9
Klämrisk vid inskjutningen av axeln i spolarna	2	4	8
Klämrisk vid nedsläpp av axeln på vagnen	1	3	3
Tunga lyft/Dålig ergonomi	2	3	6
Skärrisk på axeln	4	2	8
Spolar som rullar i väg från bordet	1	3	3
Skador på spolarna pga.	4	1	4

9 Resultat

Resultatet presenteras i form av de tre koncept som togs fram. Koncepten förklaras med text samt en figur över en sammanställning på konceptet. Den slutgiltiga lösningsförslaget Koncept 3 presenteras också med detaljlösningar och arbetssätt.

9.1 Bordet

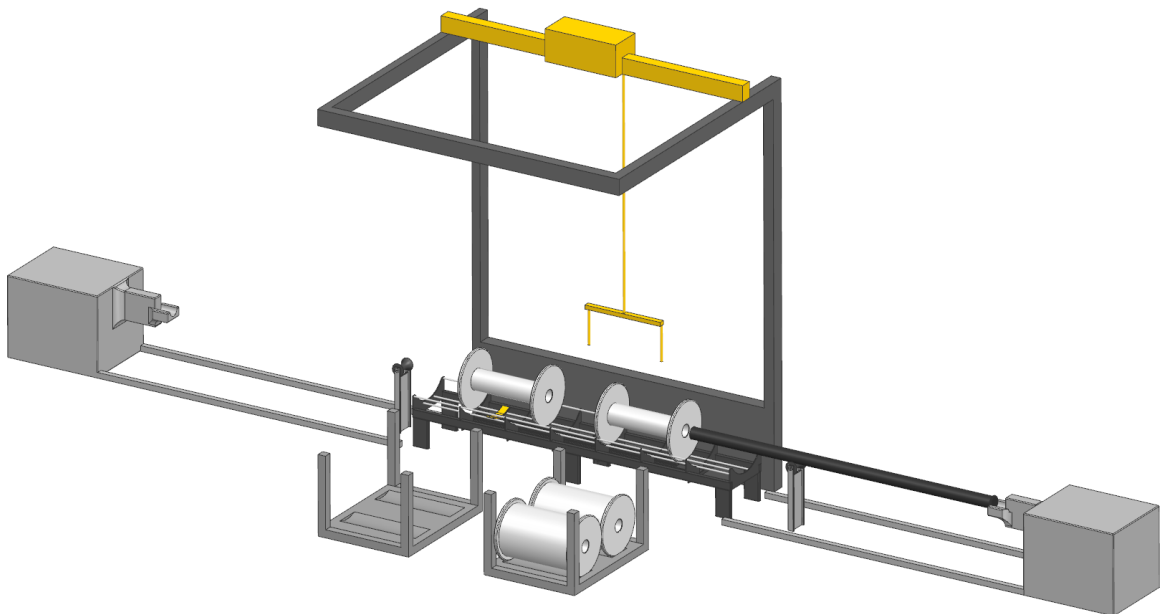
Bordet är likadant för alla koncept. Bordet gjordes som en egen design och är den centrala delen för spolbytet. Konstruktionen är designad så att spolarna ska kunna sättas ner på en yta där de inte kan rulla över kanten och falla ner på golvet. Bredden och djupet på nya bordet har dubblerats från det nuvarande. Rundstängerna som går längs med bordet gör att spolarna kan glida i längdriktning för att kunna flytta på dem under monteringsprocessen. I ändorna av bordet finns en kant som stoppar spolarna från att glida över. Detta var ett av önskemålen från montörerna i fabriken. Hela bordet ska konstrueras av metall S235JR, förutom rundstängerna som är av S355J2C för att få bättre hållfasthet. Bordet är också utrustat med linjärenheten MTJ-65-2500-S-0-0 i botten, den används för att förflytta spolarna mekaniskt med en fjärrkontroll, detta förväntas minska på en fysisk påfrestning för montören samt minska klämriskerna vid spolbytet.



Figur 8. 3D-figur på monteringsbordet.

9.2 Koncept 1

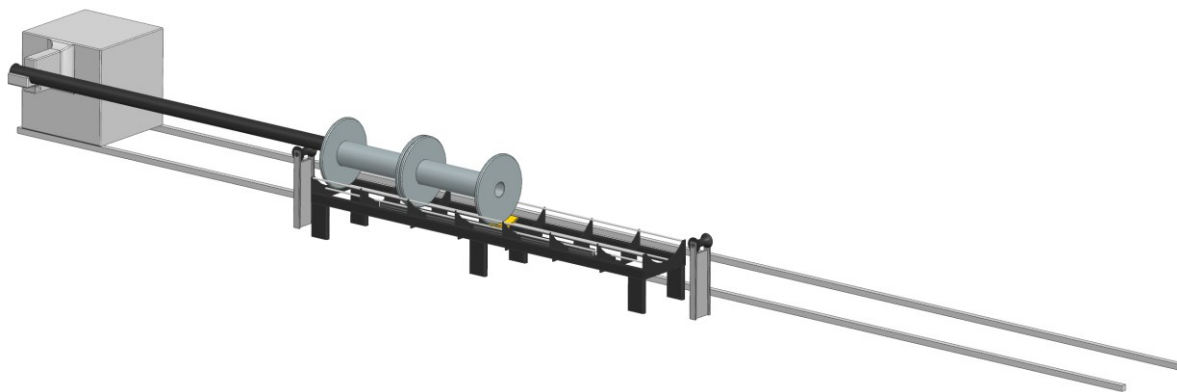
Koncept 1, består av två rälsbanor med varsin kälke för utdragningen av axeln. En traverslyft för förflyttandet av spolarna fram och tillbaka från pallarna till monteringsbordet. Detta koncept minskar användningen av trucken i själva bytesproceduren. Traverslyften ersätter trucken. Nackdelen är dock att den tillför arbetsmoment med att fästa spolarna till kranen vilket inte uppfyller kravet om en smidigare process. Bordet och rälsarna skulle vara fästa i golvet för att vara stabila och detta gör att hela stationen tar mera plats än vad som finns till förfogande. Utöver detta skulle det behövas två kälkar för utdragningen att kunna fungera i båda riktningarna. Detta resulterar i att flera av de krav som ställdes tidigare inte uppfylls med detta koncept.



Figur 9. 3D-figur på sammanställningen av Koncept 1.

9.3 Koncept 2

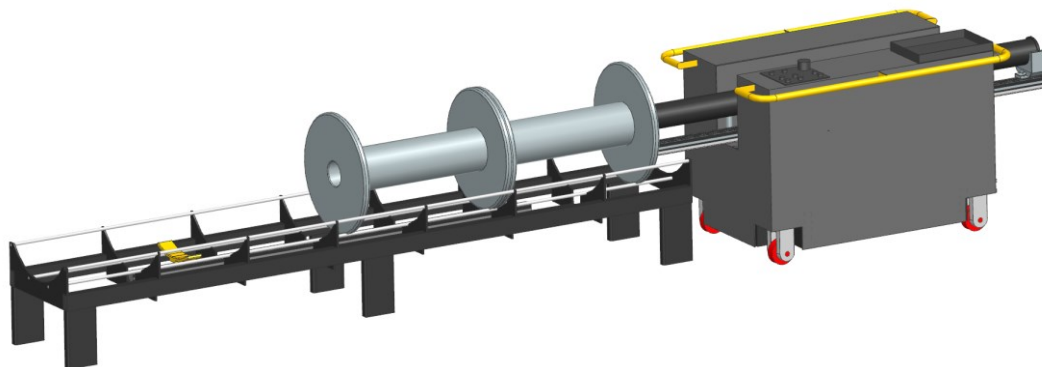
Koncept 2 består av bordet för spolarna, en rälsbana som löper parallellt med bordet samt en kälke för utdragningen av axeln. Principen är att med kälkens arm greppa tag i axeln och dra ut den med kälken. Sedan byta spolarna till nya, för att sedan skjuta in axeln igen. Kälken skulle drivas genom en elmotor som kopplas fast i ena rälsen bestående av en kuggräls. Fördelen med detta koncept är att kälken kan dra ut axeln från båda hållen och fungerar för både 2,5 och 4 m axlarna. Nackdelen är däremot att rälsbanan skulle bli totalt 14 m i längd, vilket inte ryms i utrymmet på 12 meter. Rälsbanan måste också fästas i golvet för att fungera vilket inte önskas eftersom det hindrar rörelsen runt bordet och omgivningen. Detta koncept kunde däremot fungera på en plats var utrymme inte är begränsat och är den kunde fästas mera permanent.



Figur 10. 3D-figur på sammanställningen av Koncept 2.

9.4 Koncept 3

Koncept 3 består av två delar, bordet och vagnen. Vagnen är utrustad med en linjärenhet som drar ut axeln ur spolarna. Vagnen och axeln kan sedan flyttas åt sidan för att göra utrymme till att byta spolarna på monteringsbordet. Denna lösning är kompakt och fungerar från båda hållen av monteringsbordet. Vagnen går på hjul och behöver ingen rälsbana som i tidigare koncepten, vilket betyder att endast en vagn behövs. Arbetssättet med Koncept 3 kommer likna det nuvarande vilket gör omställningen lättare för montörerna. Alla de krav som tidigare presenterats uppfylls av detta koncept.



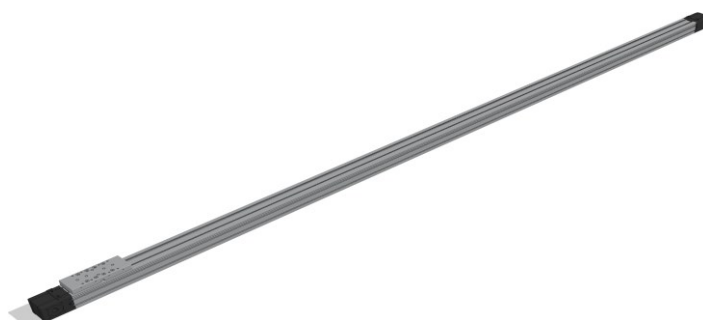
Figur 11. 3D-figur på sammanställningen av Koncept 3.

9.5 Detaljlösningen för koncept 3

På basen av elimineringsmatrisen valdes koncept 3 som den lösning att gå vidare med. Noggrannare komponenter och funktioner presenteras till följande.

9.5.1 Linjärenhet

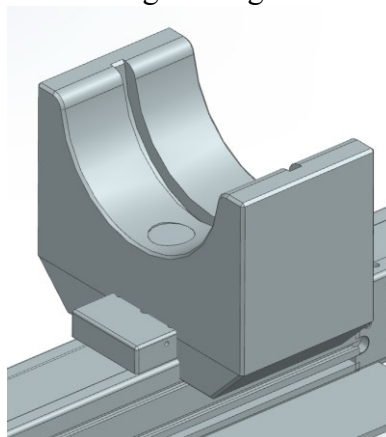
Linjärenhetens huvudsakliga uppgift är att agera som drag- och skjutkraft på axeln. Enheten är en modell MTJ-65-2500-S-0-0 och är en bältdriven linjärenhet. Den är 2500 mm lång och klarar av krafter upp till 5100 N. Denna lösning ger en kontrollerad rörelse i vågrättriktning från båda hållen.



Figur 12. Linjärenheten MTJ-65-2500-S-0-0.

9.5.2 Axelfäste

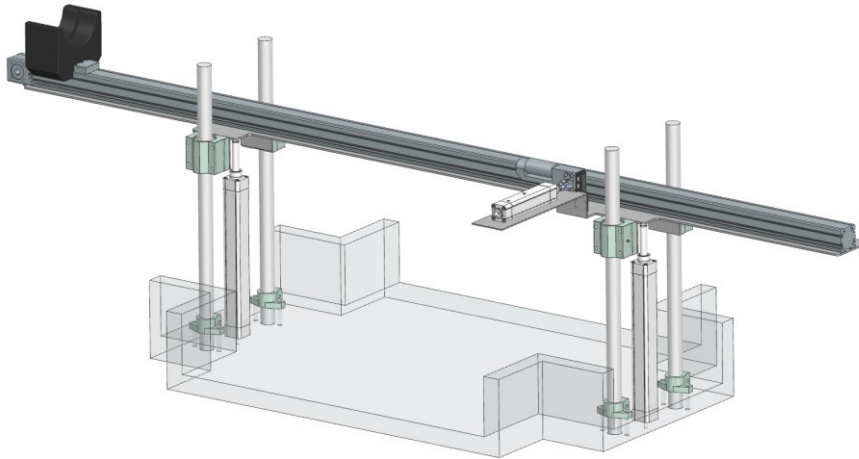
Axelfästets (Figur 13) uppgift är att greppa tag i axeln och hålla i den under drag och skjutrörelsen av linjärskenan. Axelfästet monteras fast i linjärskenas fäste. Med hjälp av två elektromagneter dras axeln fast mot axelfästet. Axelfästet har en skåra var kanten på axeln passar för ytterligare bättre kontakt. Elektromagneterna används för att smidigt kunna släppa och fästa axeln i axelfästet. Då de längre axlarna på 4 meter ska dras ut görs utdragningen i två svep och då kan axelfästet greppa tag i axeln igen utan att greppa kanten. Elektromagneterna har en kraft på sammanlagt 120 kg vilket håller stabilt i axeln.



Figur 13. Axelfästet.

9.5.3 Lyftbord

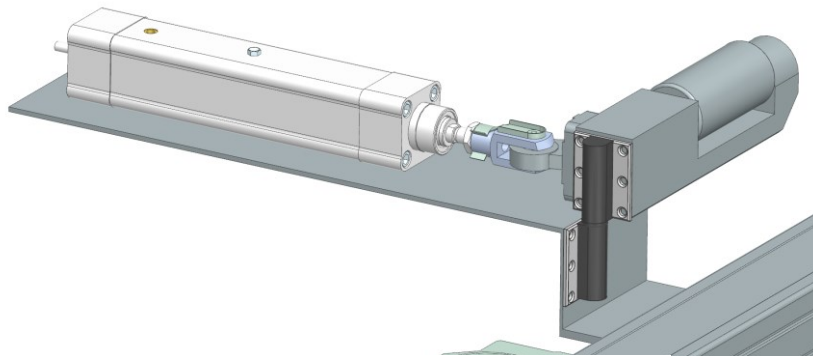
För att kunna justera linjärskenas höjd placeras den på ett lyftbord. Lyftbordet regleras med två stycken elektromekaniska ställdon. Höjdvariationen behövs då axelfästet ska greppa tag i axeln och placera axelkanten i fästet. Totalt sker en höjdjustering på ca 5 cm.



Figur 14. Lyftbordet med Teknik.

9.5.4 Stödrullar

Stödrullarna (Figur 15) fungerar som stöd i det läge då axeln är utdragen och inte stöds av spolen mera. Rullarna gör det möjligt för axeln att glida på stödet. Med hjälp av ett elektromekaniskt ställdon justeras höjden på stödet så att rätt höjd fås. Rullarna är fast i en gaffel som sedan kopplas på ställdonet.



Figur 15. Stödrullen med teknik.

9.5.5 Styrning och drivning

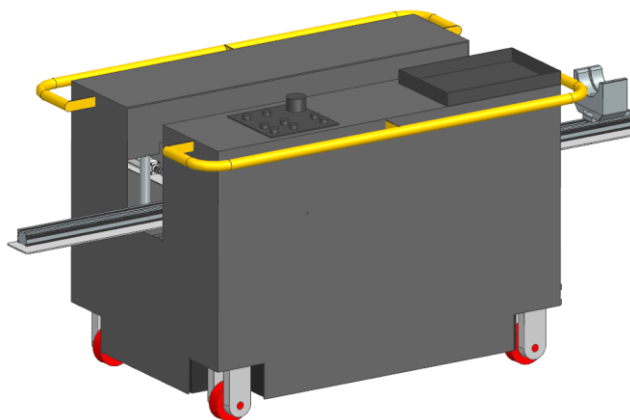
Maskinen har 4 hjul i botten som den står på. Hjulen är solida. Drivningen sker för hand, eftersom den finmotorik som krävs för att få axeln tillbaka riktad i spolen skulle bli för komplicerad då spelet mellan axeln och spolen är mindre än 1 mm. Runt maskinen finns ett räcke som är till för att styra maskinen till rätt plats. Hjulen är roterande länkhjul som rullar fritt men kan låsas för att hålla maskinen på stället.

9.5.6 Styrpanel och fjärrkontroll samt nödstopp

Maskinen styrs med hjälp av en styrpanel på maskinen så att montören hela tiden har koll på de rörande delarna. Linjärenheten och ställdonen körs manuellt med knappar från styrpanelen. En nödstoppsknapp placeras på maskinen för att kunna stanna den vid nödfall, samt för att uppfylla säkerhetskraven.

9.5.7 Strömtillförseln

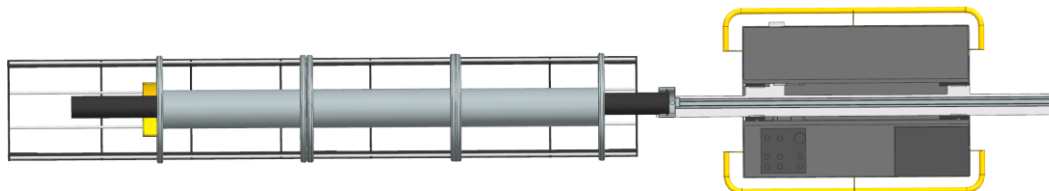
Maskinen är planerad att fungera på batteridrift. Lämpliga batterier för systemen används. Alla delar i maskinen är planerade för att fungera med 24VDC spänning.



Figur 16. Komplet vagn.

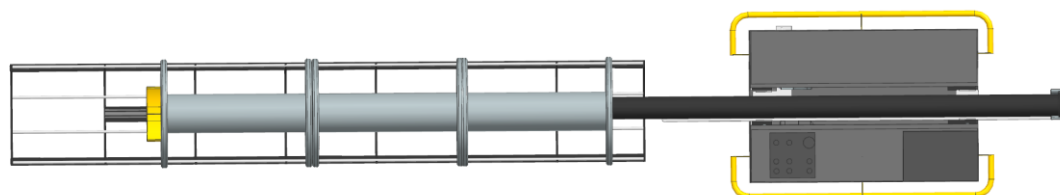
9.5.8 Steg för steg av processen med Koncept 3

Först lossas låsringar och packningar från axeln. Sedan förs vagnen fram och greppar axeln med fästet.



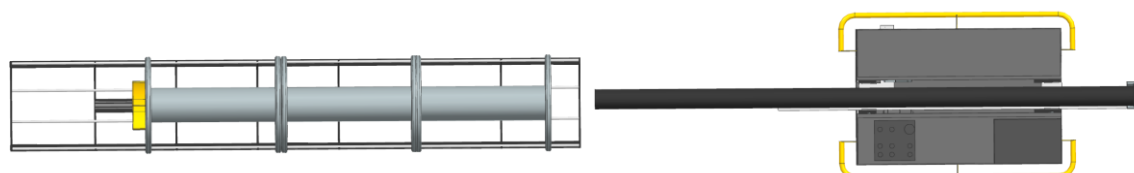
Figur 17. Bytesprocessen steg 1.

Axeln dras ut ur spolarna med linjärenheten. Stödet skjuts in under axeln före den kommer ut ur sista spolen.



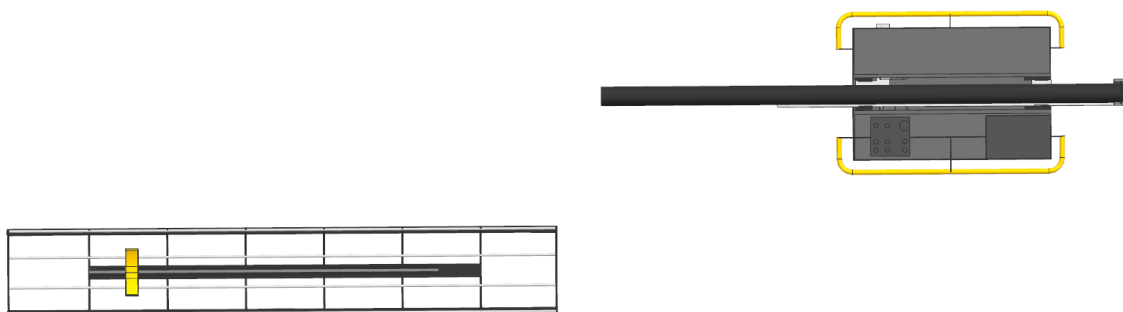
Figur 18. Bytesprocessen steg 2.

Vid byte av 4 meters axlar dras den sista biten ut för hand genom att dra hela vagnen bakåt.



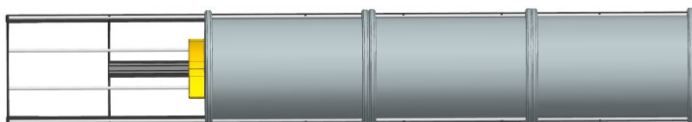
Figur 19. Bytesprocessen steg 3.

När axeln är helt ute skjuts vagnen till sidan för att ge plats åt trucken att byta de tomma spolarna till nya från ändan av bordet.



Figur 20. Bytesprocessen steg 4.

De nya spolarna placeras på monteringsbordet och skjuts ihop för att rymmas på axeln.



Figur 21. Bytesprocessen steg 5.

Efter detta steg görs stegen i omvänd ordning där axeln trycks in i spolarna igen. Sedan följer monteringen av låsringar och packningar, vart efter hela axelpaketet lyfts tillbaka till stickmaskinen.

9.6 Monteringsanvisningar

Anvisningar över hur detaljerna monteras ihop till sammanställningen av bordet samt maskinen. Endast för Mirkas bruk och visning för att undvika kopiering av utrustningen och dess design.

10 Diskussion

Examensarbetet har gett en bra praktisk prövning på hur den teori jag har lärt mig under mina studier i maskin- och produktionsteknik används i praktiken inom industrin. Det har varit väldigt givande och har gett en ökad kunskap som jag tar med mig till framtiden. Före examensarbetet hade jag en klar strävan om att i framtiden jobba med produktutveckling, vilket jag fick prova på i detta arbete. Med denna erfarenhet som grund är jag redo för framtida utmaningar.

Under arbetets gång har processen gått i olika takt framåt. Den tekniska lösningen har ändrats flera gånger för de framtagna koncepten. Processen med att hitta en lämplig lösning var krävande då det inte finns mycket tillförlitlig information kring spolbytet, eftersom det är en väldigt nischad process. De flesta liknande lösningar som finns runt om i världen uppfyller dessutom inte samma standarder och kvalitet som Mirka kräver för sina maskiner. En stor utmaning har också varit utrymmesbristen i själva fabriken.

Lösningen som i detta skede är endast en design, behöver provköras i praktiken för att garantera dess funktion.

11 Källförteckning

Dassault Systèmes. (u.å.). *SolidWorks*. Hämtad 30 januari 2025 från <https://www.3ds.com/products/solidworks>

Finlex.fi. (u.å.). *Statsrådets förordning om maskiners säkerhet 1016/2004*. Hämtad 2 februari 2025 från <https://finlex.fi/eli?uri=http://data.finlex.fi/eli/sd/2004/1016/ajantasa/2021-11-05/swe>

Finlex.fi. (u.å.). *Arbetsministeriets förordning om säkerhet vid användning av arbetsutrustning och personlig skyddsutrustning på arbetsplatsen 403/2008*. Hämtad 2 februari 2025 från <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2008/20080403?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=lyftanordning>

Johannesson, H. (2013). *Produktutveckling: Effektiva metoder för konstruktion och design*. Liber.

KWH-koncernen. (u.å.). *KWH-koncernen*. Hämtad 5 februari 2025 från <https://www.kwhgroup.com/sv/framsida/>

Ljung, C., Saabye Ottosen, N., & Ristinmaa, M. (2007). *Introduktion till hållfasthetslära: Enaxliga tillstånd* (1. uppl.). Studentlitteratur.

Mirka. (2024). *Om oss*. Hämtad 9 december 2024 från <https://www.mirka.com/sv-fi/om-oss/om-oss/>

Prevent. (2025). *Hur gör man en riskbedömning?* Hämtad 20 januari 2025 från <https://www.prevent.se/jobba-med-arbetsmiljo/fysisk-arbetsmiljo/kemiska-risker/kemiguiden/rutiner/riskbedomning/hur-gor-man-en-riskbedomning/>

Rollco AB. (u.å.). *Linjärenhet MTJ-65*. Hämtad 4 april 2025 från <https://www.rollco.se/produkter/linjarenheter-ct-mt/linjarenhet-mtj-65>

Selin, G. (2000). *Projekthantering vid produktutveckling*. Industrilitteratur.

Siemens Digital Industries Software. (u.å.). *NX*. Hämtad 31 mars 2025 från <https://plm.sw.siemens.com/en-US/nx/>

Svenska Akademien. (u.å.). *Spole*. I *Svenska Akademiens Ordbok*. Hämtad 31 mars 2025 från https://www.saob.se/artikel/?unik=S_11409-0120.y7CV&pz=3#U_S11409_252463

Svenska Akademien. (u.å.). *Tråd*. I *Svenska Akademiens Ordbok*. Hämtad 31 mars 2025 från https://www.saob.se/artikel/?seek=tr%C3%A5dspole&pz=1#U_T2787_34448

Svenska Akademien. (u.å.). *Väv*. I *Svenska Akademiens Ordbok*. Hämtad 31 mars 2025 från https://www.saob.se/artikel/?seek=v%C3%A4vr%C3%A5d&pz=1#U_V2235_242840

Svenska Akademien. (u.å.). *Ändamål*. I *Svenska Akademiens Ordbok*. Hämtad 31 mars 2025 från https://www.saob.se/artikel/?unik=A_2573-0203.yQ25&pz=5

Valtanen, E. (2022). *Tekniikan taulukkokirja*. Genesis Kirjat Oy.

Wasström, M. (2023, 27 januari). *Företaget planerar att bygga ut produktionen ytterligare även om världsekonomin orsakar oro*. Yle. Hämtad 6 april 2025 från <https://yle.fi/a/7-10027240>

SIS. (u.å.). *EU och standarder*. Hämtad 3 mars 2025 från <https://www.sis.se/standarder/vad-ar-en-standard/eu-och-standarder/>

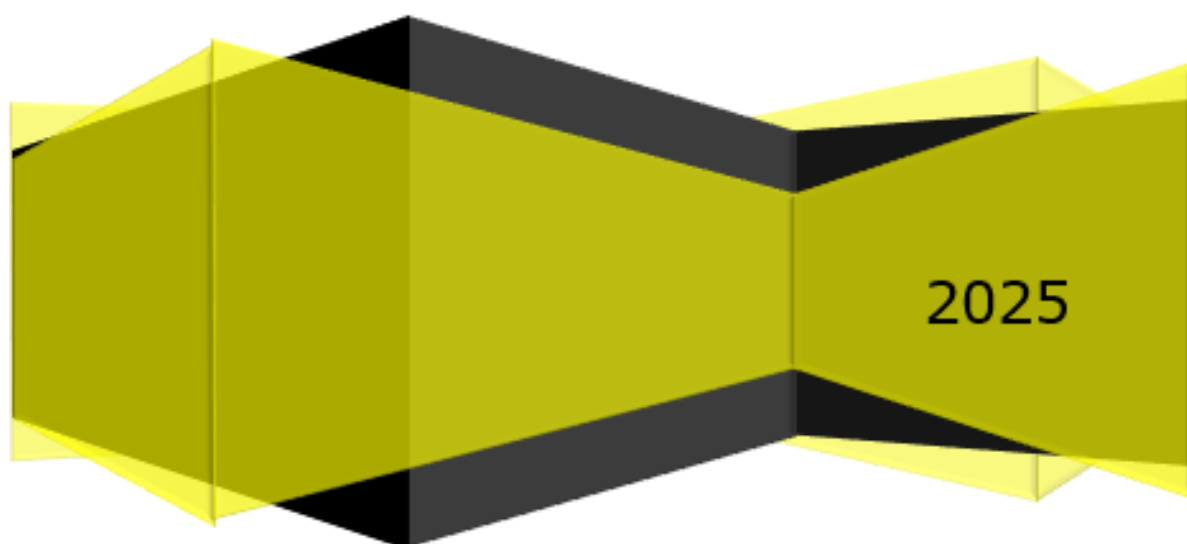
Bilaga 1 Funktionsbeskrivning

MIRKA

KWH Mirka Ltd

Vagn för spolbytet

Funktionsbeskrivning





Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Maskin	2
2.1	Funktionsbeskrivning av maskinen	2
2.2	Maskinens delar	2
3	Användning	4
3.1	Användningsförhållanden	4
3.2	Ibruktagning	4
3.3	Placering av manöverdosor och nödstopp	4

1 Inledning

Denna maskin är tillverkad för att användas under spolbytet för att dra ut och skjuta in axeln ur spolarna för Mirkas trådspolar. Vagnen fungerar genom att den greppar tag i axeln och mekaniskt drar/knuffar axeln underlättas spolbytesmomentet. Axeln hålls fast i vagnen då spolarna byts. Maskinen styrs enbart från styrpanelen.

Bruksanvisningen innehåller nödvändig information om maskinens delar, manöverdon, hur du skall använda och underhålla maskinen för att den skall fungera på ett säkert och korrekt sätt.

Maskinen får endast användas av Mirka Oy.

Läs bruksanvisningen noggrant innan du använder och tar i bruk maskinen. Användning av maskinen på annat sätt än vad som föreskrivs i bruksanvisningen är förbjuden. Förvara instruktionerna på ett säkert men lätt åtkomligt ställe.

Bruksanvisningens originalspråk är svenska.

2 Maskin

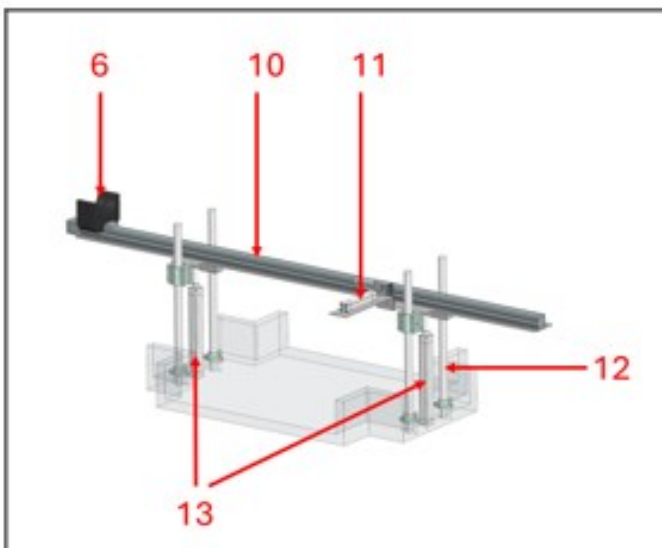
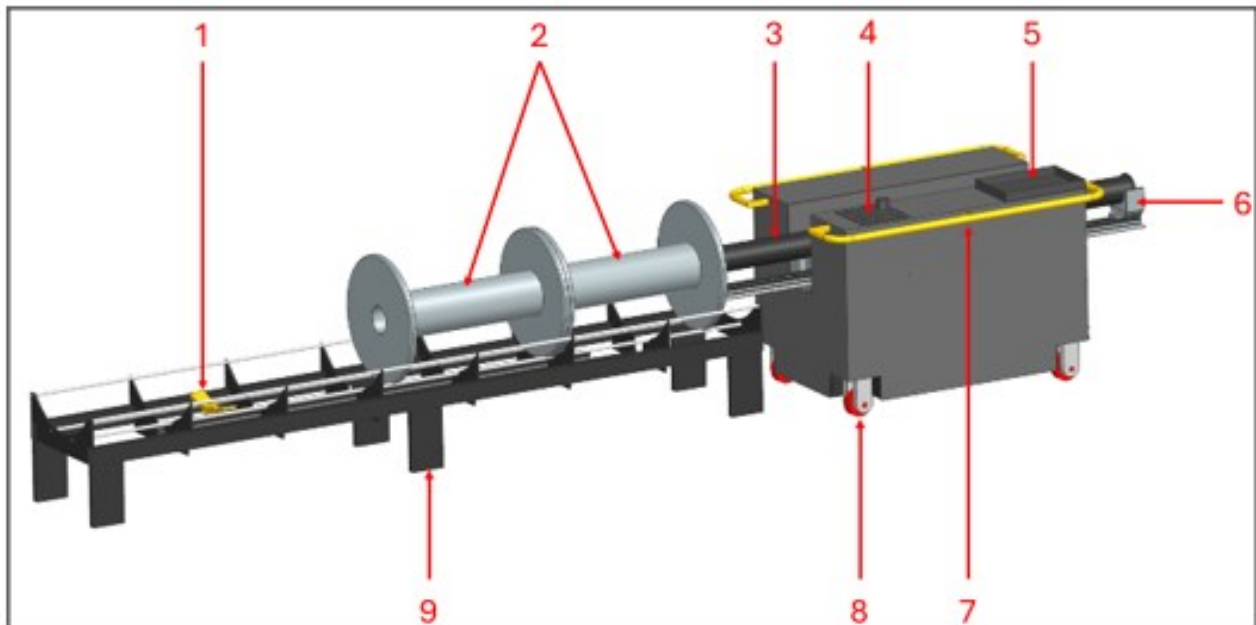
2.1 Funktionsbeskrivning av maskinen

Vagnen används vid spolbytet för att förenkla arbetet. Vagnen är utrustad med liftar samt en linjärenhet. Operatören drar vagnen för hand fram till axeln och placerar den i linje med axeln. Linjärenheten körs ut så att axelfästet kan greppa tag i axeln. Linjärenheten drar ut axeln ur spolarna och håller fast den. För axlarna som är 2,5 m dras de ut helt endast med linjärenheten. För axlar som är 4,2 m dras de först ut så långt det går med linjärenheten, sedan dras hela vagnen och axeln manuellt ut den resterande delen. Operatören flyttar sedan vagnen med axeln till sidan för att göra plats för spolarna att lastas av från monteringsbordet. När spolarna är utbytta, drar operatören tillbaka vagnen så att axeln är i linje med spolarna. Därefter trycks axeln in tillbaka i axeln i spolarna.

Vagnen flyttas för hand och låses alltid på plats då den är stilla. Endast då 4 m axlarna skall dras ut sista biten och då vagnen flyttas får den rulla fritt.

En mer noggrann beskrivning av maskinens funktion behandlas senare i manualen i kapitlet Användning

2.4 Maskinens delar



1. Tryckkloss
2. Spolar
3. Axel
4. Styrpanel
5. Förvaringslåda
6. Axelfäste
7. Handtag
8. Hjul
9. Monteringsbordet
10. Linjärenhet
11. Stödrulle
12. Glidräls
13. Ställdon

3 Användning

3.1 Användningsförhållanden

Maskinen skall användas endast under normala torra inomhus förhållanden. Endast skolad personal får använda maskinen.

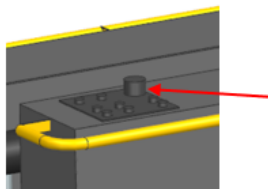
Maskinen är ämnad att användas endast av KWH Mirka för stansning av Mirkas slipmaterial.

3.2 Ibruktagning

Elskåpet skall förses med en tillufts anslutning för att få ett övertryck som håller el komponenterna rena. Installationen görs av tillverkaren utsedd underhållspersonal. Inkoppling av maskinens matningsspänning får ske endast av elektriker.

Personalen som skall använda maskinen bör få tillräcklig skolning innan de använder maskinen.

3.3 Placering av manöverdosor och nödstopp



När maskinen inte används skall huvudströmmen kopplas från med huvudbrytarna.

Endast elmontörer får göra ändringar i elskåpet.