

# **Utvärdering av dimsmörjningsteknikens lämplighet för smörjning av rörkomponenter**

Filip Sjöblom

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Maskin- och produktionsteknik

Vasa 2023

## EXAMENSARBETE

Författare: Filip Sjöblom  
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa  
Inriktning: Maskinkonstruktion  
Handledare: Tobias Ekfors, Johnny Backlund

Titel: Utvärdering av dimsmörjningsteknikens lämplighet för smörjning av rörkomponenter

---

Datum: 9.5.2023    Sidantal: 27    Bilagor: 3

---

### Abstrakt

Detta examensarbete utfördes åt Oy Prevox Ab, ett företag i Nykarleby som tillverkar vattenlås för kök och badrum.

Företagets produkter smörjs manuellt av montörer med diverse smörjmedel för att undvika att tätningar i produkterna glider ur sitt spår vid montering, vilket leder till läckage. Syftet med arbetet var att utvärdera huruvida dimsmörjning lämpar sig som smörjmetod för företagets produkter.

I arbetets teoridel behandlas smörjningsanläggningens delar och dess funktioner, tillsammans med allmän teori om smörjning. Anläggningen styrs med hjälp av en Siemens LOGO! PLC. Styrenheter och dess programmering tas även upp i kapitlet.

Inom arbetet beskrivs tillvägagångssättet för hur testerna har framskridits, med de konstruktioner som tillverkats för att underlätta testningen, hur programmeringen av styrenheten gjorts samt hur allmänna parametrar för programmet bestämts.

I resultatdelen behandlas testningen av tre olika rörformer med parameterförändringar mellan dem, hur munstyckets riktning påverkar resultatet samt ett miljöspredningstest för att se hur mycket smörjmedlet sprids ut i omgivningen.

---

Språk: svenska

Nyckelord: dimsmörjning, rörkomponenter, utvärdering

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Filip Sjöblom
Koulutus ja paikkakunta:	Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Konesuunnittelu
Ohjaaja(t):	Tobias Ekfors, Johnny Backlund

Nimike: Sumuvoitelutekniikan soveltuvuuden arviointi putkiosien voiteluun

---

Päivämäärä: 9.5.2023      Sivumäärä: 27      Liitteet: 3

---

## Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on suoritettu Oy Prevox Ab:lle, joka on Uudessakaarlepyyssä toimiva keittiö- ja kylpyhuonevesiluukkuja valmistava yritys.

Yrityksen tuotteet voidellaan kokoonpanijoiden toimesta käsin erilaisilla voiteluaineilla, jotta tuotteiden tiivisteet eivät pääse liukumaan urastaan kokoonpanon aikana, mikä johtaa vuotoon. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli arvioida, sopiiko sumuvoitelu yrityksen tuotteiden voitelumenetelmäksi.

Opinnäytetyön teoreettisessa osassa käsitellään voitelujärjestelmän komponentteja ja sen toimintoja sekä yleistä voiteluteoriaa. Voitelujärjestelmää ohjataan Siemens LOGO! PLC:n avulla. Luvussa käsitellään myös ohjaimia ja niiden ohjelmointia.

Opinnäytetyössä kuvataan, miten testit ovat edenneet, mitkä konstruktiot on tehty testauksen helpottamiseksi, miten säätimen ohjelmointi tehtiin ja miten ohjelman yleiset parametrit määritettiin.

Tulososassa käydään läpi kolmen eri putken muodon testaus parametrimuutoksilla niiden välillä, miten suuttimen suunta vaikuttaa tuloksiin sekä ympäristön levittämisen testi, jolla nähdään kuinka paljon voiteluainetta, leviää ympäristöön.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: sumuvoitelu, putket, arviointi

## BACHELOR'S THESIS

Author: Filip Sjöblom  
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vaasa  
Specialisation: Mechanical Construction Engineering  
Supervisor(s): Tobias Ekfors, Johnny Backlund

Title: Evaluation of Suitability of Oil Mist Lubrication of Pipe Components

---

Date: 9.5.2023      Number of pages: 27      Appendices: 3

---

### Abstract

This Bachelor's thesis was carried out for Oy Prevex Ab, a company in Nykarleby that manufactures water traps for kitchens and bathrooms.

The company's products are manually lubricated by assemblers with various lubricants to prevent seals in the products from slipping out of their groove during assembly, which leads to leakage. The purpose of this thesis was to evaluate whether oil mist lubrication is suitable as a lubrication method for the company's products.

In the theoretical part of the thesis, the components of the lubrication system and its functions are covered, together with a general theory about lubrication. The lubrication system is controlled using a Siemens LOGO! PLC. Controllers and their programming are also covered in the chapter.

The thesis describes the approach to how the tests have progressed, with the constructions that were made to facilitate the testing, how the programming of the controller was done and how general parameters for the program were determined.

In the results section, the testing of three different pipe shapes with parameter changes between them is covered, as how the direction of the nozzle affects the results as well as an environmental dispersion test to see how much the lubricant is dispersed into the environment.

---

Language: Swedish

Key words: oil mist lubrication, pipe components, evaluation

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte .....	1
1.3	Avgränsning.....	1
1.4	Företagsbeskrivning .....	2
1.5	Disposition .....	3
2	Teori .....	4
2.1	Smörjning .....	4
2.1.1	Smörjning av gummitätningar i produkter .....	4
2.1.2	Dimsmörjning .....	5
2.2	Dimsmörjningsanläggningens komponenter och dess funktioner .....	5
2.2.1	Magnetventil.....	5
2.2.2	Displacementinjektor.....	6
2.2.3	Munstycket.....	6
2.2.4	Dimsmörjningsanläggningens funktion.....	7
2.2.5	Hälsaspekter kring dimsmörjning.....	8
2.3	Styrenhet, PLC .....	8
2.3.1	Siemens LOGO! .....	9
2.3.2	LOGO! Soft Comfort.....	9
2.3.3	Latching Relay.....	10
2.3.4	Och-funktion.....	10
2.3.5	Off-Delay Timer .....	10
2.3.6	Asynchronous Pulse Generator.....	11
3	Tillvägagångssätt.....	12
4	Resultat .....	14
4.1	Konstruktion av testjigg .....	14
4.1.1	Konstruktionskrav .....	14
4.1.2	Ställning.....	14
4.1.3	Testjigg .....	15
4.2	Programmering av styrenhet .....	17
4.3	Tester .....	18
4.3.1	Testplan och krav .....	18
4.3.2	Allmänna parametrar för huvudprodukten i horisontell riktning .....	18
4.3.3	Smörjning i vertikal riktning.....	19
4.3.4	Miljöspredning.....	20
4.3.5	Större rördiameter.....	21

4.3.6	Ovalt rör .....	22
4.4	Resultatdiskussion.....	23
5	Diskussion .....	25
5.1	Slutord .....	25
6	Källförteckning.....	26

# **1 Inledning**

Detta examensarbete utfördes i uppdrag åt Oy Prevox Ab. Arbetet handlar om en ny smörjningsteknik vars funktion bör testas för att se om företaget har användning av den samt för att standardisera mängden smörjmedel som används för företagets produkter.

## **1.1 Bakgrund**

Oy Prevox Ab är ett företag som tillverkar vattenlås för kök och badrum. Företagets produkter kräver smörjning med diverse smörjmedel för att undvika att tätningar i produkterna glider ur sitt spår vid montering, vilket leder till läckage. Smörjningen görs i nuläget manuellt med tvättsvampar vid monteringen. Problemet med detta blir att olika mängder smörjmedel används för varje enskild detalj, en del får för lite medan andra får mycket. Prevox har förhoppningar om att kunna förbättra detta arbetsskede genom att utveckla en ny förbättrad smörjmetod.

## **1.2 Syfte**

Arbetets huvudsyfte var att undersöka huruvida dimsmörjning lämpar sig som smörjmetod för de produkter som Prevox tillverkar. Till syftet hörde också att ta fram lämpliga smörjparametrar och att arbeta fram instruktioner som kan användas för anpassning av smörjmetoden för företagets andra produkter.

## **1.3 Avgränsning**

Examensarbetet begränsades till utvärdering av tekniken genom att testa tre olika produkter, en huvudprodukt samt två andra rörformer. För testning av huvudprodukten krävdes en testjigg vars konstruktionsarbete också hörde till avgränsningen. För de andra produkterna undersöks parameterförändringar vid ökning av rördiameter och form i jämförelse med huvudprodukten. Utrustningen styrs med hjälp av en Siemens LOGO! vars programmering även ingår i arbetet.

## 1.4 Företagsbeskrivning

Prevex är ett företag i Nykarleby som tillverkar vattenlås och relaterade produkter för köks- och badrumsindustrin. Företaget grundades år 1955 med syftet att extrudera plaströr. Formsprutning introducerades som tillverkningsmetod år 1965 och de första vattenlåsen tillverkades 1970. Företaget är även en del av KWH-koncernen. (Prevex, 2023).



Figur 1: Fabriksområdet. (Prevex, 2021).



## 1.5 Disposition

Innehållet för varje kapitel i arbetet förklaras i korthet här.

- Kapitel 1 är en introduktion till arbetets bakgrund, syfte, avgränsningar samt en företagsbeskrivning.
- Kapitel 2 behandlar examensarbetets teorier. I kapitlet beskrivs delarna som hör till smörjningsanläggningen, styrenheter och programmering.
- Kapitel 3 beskriver arbetsprocessen för den praktiska delen av arbetet.
- Kapitel 4 presenterar erhållna resultat av arbetets tester, programmeringen av styrenheten samt de konstruktioner som tillverkats i uppgiftens syfte.
- Kapitel 5 är diskussion kring examensarbetets helhet med egna reflektioner över resultaten.

## 2 Teori

I detta kapitel behandlas smörjning, dimsmörjningsanläggningens delar och hur processen går till, samt hur styrenheten Siemens LOGO! används för att programmera och styra anläggningen.

### 2.1 Smörjning

Smörjning är användningen av ett tredje ämne mellan två ytor i relativ rörelse för att reducera friktionen och nötningen som uppstår. Smörjmedlet är oftast flytande, semisolida eller solida material, vilket genom att minska på skjuvspänningen mellan kontaktytorna leder till minskad friktion och slitage. (Bruce, 2012).

Flytande smörjmedel, såsom oljor eller vatten är ett av de vanligaste smörjmedlen som används. Utöver minskad friktion och slitage har de även en bra förmåga att absorbera värme och används därför ofta i tillämpningar som kräver kylning. Dessa kräver ofta en del underhåll såsom regelbunden service. (Bruce, 2012).

Fetter är semisolida smörjmedel som inte rinner så som flytande smörjmedel, utan har en konsistens likt gelé och frigör istället olja när den belastas mellan kontaktytorna. Fetter används ofta i slutna applikationer, såsom i lager eller växellådor eftersom de inte behöver bytas ut regelbundet utan kan användas under hela produktens livslängd. (Puhan, 2021).

Solida smörjmedel såsom grafit eller molybdendisulfid används ofta i tillämpningar där flytande smörjmedel eller fetter inte kan användas, exempelvis vid låga eller höga temperaturer där de stelnar eller avdunstar, under extrema tryck där de pressas ut, eller i vakuum. (Puhan, 2021).

#### 2.1.1 Smörjning av gummitätningar i produkter

Prevox produkter använder sig av olika O-ringar och tätningar för att förhindra läckage mellan de sammansatta delarna. Ifall inget smörjmedel finns mellan kontaktytorna finns en risk att de glider ur sitt spår när delarna monteras samman.

Eftersom smörjmedlet används i VVS-produkter bör det vara olösligt i vatten, och inte riskera att gummit sväller eller mjuknar. De vanligaste smörjmedlen som används för

O-ringar är silikon- eller esterbaserade. Dessa är vattentäta, har bra smörjningsförmåga, skadar inte gummit och är relativt ofgiftiga. (Manufacturers Rubber & Supply, u.d.).

Silikon har en väldigt bra genomträngningsförmåga, vilket blir ett problem för dimsmörjningsanläggningen eftersom dess gängor inte håller tätt för silikon. Därför bör ett annat smörjmedel som är lämpligt för VVS-produkter användas, såsom Molyduval Syntholube eller AT Food Grade olja.

### **2.1.2 Dimsmörjning**

Dimsmörjning är en typ av smörjmetod som använder sig av en blandning av olja och luft för att uppnå en typ av spraystråle eller dimma, vilket kan riktas till önskad plats. Det finns en del olika smörjsystem på marknaden som utvecklats för olika applikationer, varav dimsmörjning är en av de populäraste och mest fördelaktiga beroende på applikationen. Utöver dimsmörjning finns bland annat en- och tvåledarsystem, progressiva smörjsystem och smörjsystem med cirkulerande olja. (SKF, u.d.).

Dimsmörjning används oftast för smörjning av diverse kedjor och speciellt lager eftersom metoden är ekonomisk, ökar hållbarheten, minskar på service och reducerar mängden olja som slösas jämfört med många andra smörjmetoder. (DropsA, 2021).

## **2.2 Dimsmörjningsanläggningens komponenter och dess funktioner**

Den dimsmörjningsanläggning som används består av en del olika komponenter som utgör dess slutliga funktion. Anläggningen har en stapelbar modulkonstruktion vilket gör att en väldigt liten mängd slangar och kopplingar krävs för montering eftersom komponenterna är integrerade i anläggningen.

### **2.2.1 Magnetventil**

Magnetventil är en elektriskt styrd ventil. Ventilen består av en elektrisk spole med en rörlig magnetisk kolv i mitten. När spolen strömsätts skapas ett magnetfält som förflyttar kolven och antingen öppnar eller stänger en öppning, vilket tillåter eller förhindrar flödet genom ventilen. (Tameson, u.d.).

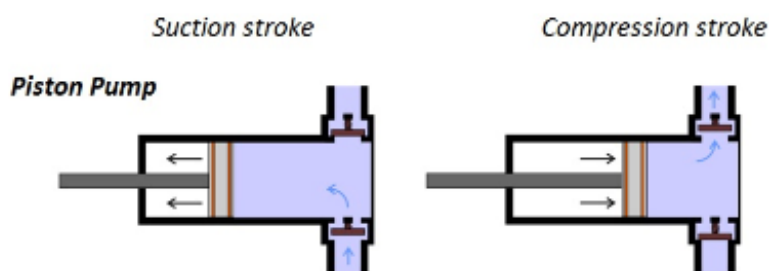
Magnetventiler kan tillämpas i många områden, vanligtvis för att stänga av, dosera eller blanda vätskor. De är en av de vanligaste styrelementen inom fluidik och används ofta på

grund av dess kompakta design, långa livslängd och höga tillförlitlighet. (Bürkert Sweden, 2023).

### 2.2.2 Deplacementinjektor

En deplacementinjektor använder sig av ett tomrum inuti enheten, en ”doseringskammare”, som fylls med vätska och mekaniskt pumpas genom systemet (Michael Smith Engineers, u.d.). I detta fall används en kolvprincip för att pumpa oljan.

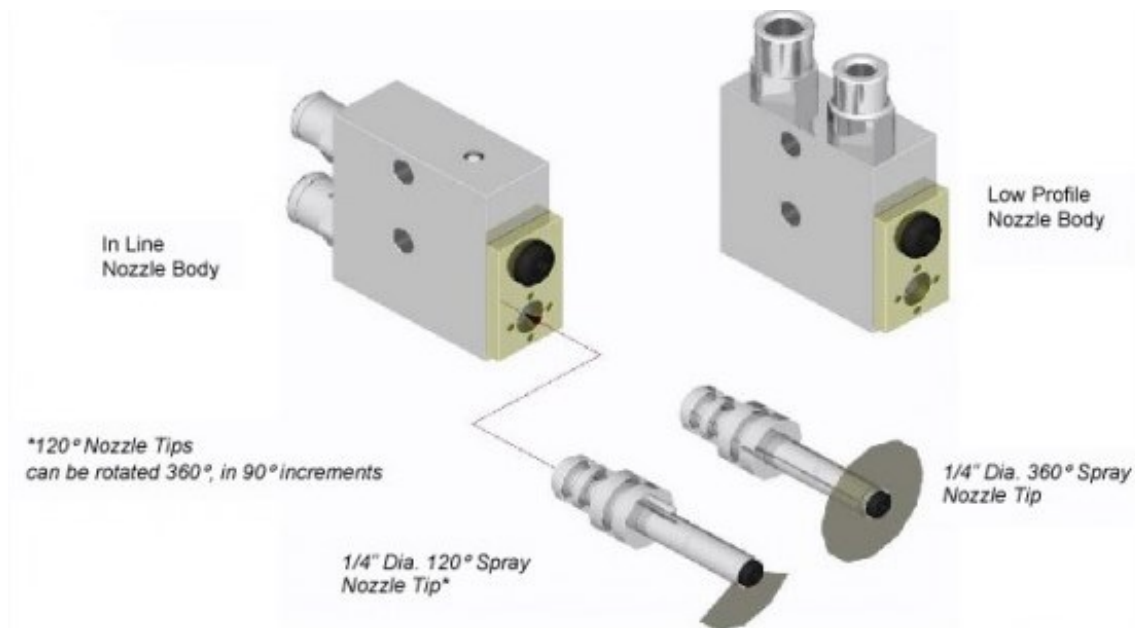
Kolvens minusrörelse bildar ett vakuum som fyller doseringskammaren med olja, och när enheten trycksätts förflyttar kolven oljan ut ur doseringskammaren och vidare genom en backventil ut till utloppet. Backventilen förhindrar oljan från att rinna bakåt från utloppet när vakuum bildas i doseringskammaren. Eftersom tomrummet har en fast volym, ger detta en relativt hög precision om hur mycket olja som används per pumpning. (Michael Smith Engineers, u.d.).



Figur 2: Deplacementinjektorns funktion. (Michael Smith Engineers, u.d.).

### 2.2.3 Munstycket

Munstycket har två inlopp, ett för oljan samt ett för lufttillförseln, vilka tillförs från magnetventilerna på anläggningen. Inuti munstycket blandas oljedroppar med det kontinuerliga luftflödet i en blandningskammare för att få oljan att sprayas ut ur utloppet. (Orsco, u.d.a). En bild på munstycket presenteras i figur 3.

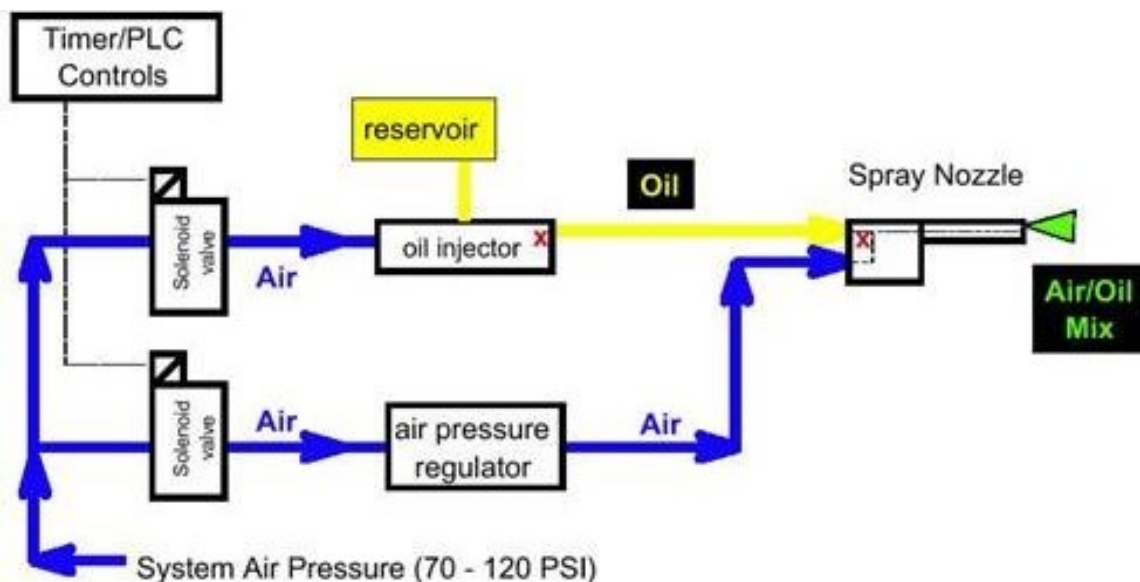


**Figur 3: Bild på munstycket. (Orsco, u.d.b).**

För anläggningen finns en del olika munstyckesvarianter med olika användningsområden, men eftersom anläggningen planeras att användas för smörjning av insidan av diverse rör är munstyckesvarianten som sprayar oljan i 360° den mest relevanta.

## 2.2.4 Dimsmörjningsanläggningens funktion

Dimsmörjanläggningen består av två olika magnetventiler som styrs med hjälp av ett styrsystem. Anläggningens schematiska uppbyggnad visas i figur 4. Från schemat kan ses att den blåa pilen, vilket är inloppsluften, strömmar in till dimsmörjningsanläggningen genom ett regulatoraggregat och styrs av de två integrerade magnetventilerna, en injektorventil och en luftventil. Den övre injektorventilen styr tryckluftsflödet till displacementinjektorn. Den nedre luftventilen matar regulatorn som tillför luft till munstycket. Magnetventilerna styrs i denna anläggning av en extern styrenhet. Displacementinjektorn har en fast volym och när den trycksätts matas smörjmedel ut ur doseringskammaren genom injektorns backventil och vidare till munstycket, vilket på figuren syns med den gula pilen. Munstyckesenheten har en inbyggd blandningskammare där lufttillförseln blandas med den tillförda oljan där luften har som uppgift att fungera som ett transportmedium för oljedropparna som transporteras ut via munstyckets utlopp. (Orsco, u.d.a).



Figur 4: Flödesschema över processen. (Orsco, u.d.a).

### 2.2.5 Hälsoaspekter kring dimsmörjning

Eftersom oljedroppar blandas i ett kontinuerligt luftflöde vid dimsmörjning finns en stor risk att en oljedimma uppstår utanför detaljen som smörjs, vilket innebär att en risk för att oljedimman hamnar i luftvägar eller sväljs uppstår. Oljan kan då orsaka irritation i hals och ögon, beroende på vilket smörjmedel som används. (AMT Machine Tools Ltd., u.d.).

För att undvika detta kan något typ av skydd eller ventilation installeras för att försäkra om att inandningsluften innehåller så lite olja som möjligt (AMT Machine Tools Ltd., u.d.). Utöver detta kan även användningen av en livsmedelsklassad olja tillämpas för att minimera hälsoriskerna.

Livsmedelsklassade smörjmedel har liknande egenskaper som andra smörjmedel, såsom att skydda mot nötning och reducera friktion, men de är även säkra att förtäras i små mängder. (Williamson, u.d.).

## 2.3 Styrenhet, PLC

Programmable Logic Controller, PLC, är en styrenhet som använder sig av ett programmerbart minne för att lagra instruktioner. Enheten implementerar olika funktioner såsom logik, sekvenser eller timing för att styra en process. En PLC får in information via sensorer eller andra typer av ingångssignaler, enheten behandlar därefter informationen och ger utgångssignal beroende på hur den programmerats. (Bolton W. , 2006).

### 2.3.1 Siemens LOGO!

Siemens LOGO! är den fysiska styrenheten som används för att styra processen. Den är en kompakt och ekonomisk enhet vilket gör den ideal för simplare processer. I jämförelse med andra styrenheter kan LOGO! ses som en lågpresterande PLC, vars uppgift är mera anpassat för simplare processer där en industriell PLC skulle vara överdrivet. (Perera, 2022). En bild på styrenheten visas i figur 5.



Figur 5: Siemens LOGO! PLC. (Siemens, u.d.).

Enheten tillåter både digitala samt analoga in- och utgångar.

### 2.3.2 LOGO! Soft Comfort

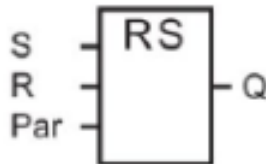
LOGO! Soft Comfort är programmet som används för att programmera styrenheten. För programmet finns tre olika programmeringsspråk som kan användas, function block diagram, FBD, ladder logic, LAD, och UDP diagram, UDF (Kruse, Ruch, & Zimmermann, 2015).

Function block diagram använder sig av elementära block för att beskriva en funktion mellan ingångs- och utgångsvariabler. Olika funktioner använder sig av olika block, vilka skiljer sig åt med olika symboler. (PLC Academy, 2018).

Användarprogram kan skapas genom att välja mellan befintliga funktioner, dvs. block från en lista och med drag & drop dra in dem och koppla ihop dem. Programmet kan bland annat simuleras, överföras till styrenheten, offline- och onlinetestas med mera. (Siemens, u.d.).

### 2.3.3 Latching Relay

Latching Relay, även kallad SR-vippa fungerar som en minnesfunktion som efter att den aktiverats förblir aktiv även om ingångssignalen upphör, ända tills den reseteras av en reset-funktion. Exempelvis om en motor startas av en tryckknapp förblir motorn på även fastän tryckknappen inte hålls intryckt, utan motorn stannar först när en annan stoppknapp trycks in. (Bolton W. , 2009). Symbolen för Latching Relay i LOGO! Visas i figur 6.

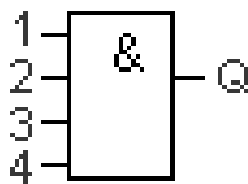


Figur 6: Symbolen för Latching Relay.

I figurens vänstra sida finns ingången "S" vilket står för "set", och ändrar utgångssignalen till 1. Ingången "R" står för "reset", och ändrar utgångssignalen till 0.

### 2.3.4 Och-funktion

Och-funktioner används oftast som en säkerhetsaspekt, där utgångssignalen endast går vidare ifall två eller flera ingångssignaler är aktiva på samma gång. Exempelvis att en maskin endast kan starta ifall både ett arbetsstycke är på plats, och ett säkerhetsskydd är nere. (Bolton W. , 2009). Symbolen för och-funktionen i LOGO! visas i figur 7.



Figur 7: Symbolen för och-funktionen.

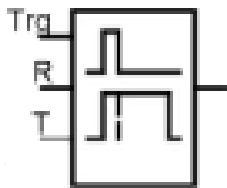
I figurens vänstra sida visas fyra ingångssignaler. De ingångar som används bör uppfyllas samtidigt för att en utsignal ska ges.

### 2.3.5 Off-Delay Timer

Off-Delay Timers används för att fördröja tiden mellan att ingångssignalen avbryts tills utgångssignalen ändras till 0, dvs. att när ingångssignalen ändras till 1 går signalen direkt



vidare genom timern utan tidsfördröjning, och när signalen avbryts fördröjs avstängandet i utsatt tid. (Bolton W. , 2009). Symbolen för Off-Delay timer i LOGO! Visas i figur 8.

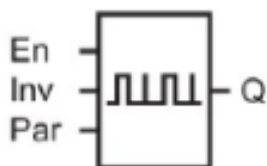


**Figur 8: Symbolen för Off-Delay Timer.**

I figurens vänstra sida finns ingången ”Trg” som står för ”trigger” vilket ändrar utsignalen till 1 och sen tillbaka till 0 med en fördröjning när den avaktiveras. Ingången ”R” står för ”reset” och ändrar utgångssignalen direkt till 0 utan fördröjning.

### 2.3.6 Asynchronous Pulse Generator

Asynchronous Pulse Generator använder sig av timers för att ge en pulserande signal. När den får ingångssignal ges en utgångssignal under utsatt tid, för att sen avbryta utgångssignalen i utsatt tid, fastän ingångssignalen inte avbryts. På så vis cyklar utgångssignalen mellan 1 och 0 under tiden den får ingångssignal. (Bolton W. , 2009). Symbolen för Asynchronous Pulse Generator i LOGO! Visas i figur 9.



**Figur 9: Symbolen för Pulse Generator.**

I figurens vänstra sida finns ingången ”En” vilket pulserar utgångssignalen. Ingången ”Inv” pulserar med inverterad utgångssignal. Ett tidsdiagram över funktionen visas i figur 10.



**Figur 10: Tidsdiagram för Pulse Generator.**

Där ”T<sub>H</sub>” är på-tiden, och ”T<sub>L</sub>” är av-tiden mellan pulserna.

### 3 Tillvägagångssätt

I detta kapitel behandlas tillvägagångssättet för hur olika tester utförts och hur framställningen av konstruktionsritningar gjorts.

Smörjningsanläggningens manual studerades för att få en förståelse för hur anläggningen fungerar samt vilka komponenter den består av. De olika komponenterna studerades sen i litteratur tillsammans med allmän information om smörjning samt programmering av styrenheter.

Som styrenhet valdes en Siemens LOGO! på grund av tidigare erfarenheter med enheten. Ett program för styrenheten gjordes sen i LOGO! Soft Comfort. Programmet är uppbyggt av en del olika timers som styr magnetventilerna på anläggningen, vilka i undersökningssyftet aktiveras av en tryckknapp.

För att underlätta utförandet av testerna behövdes ett typ av mothåll för att hålla i anläggningens munstycke samt för att centrera det inuti rören. Detta gjordes i form av en testjigg. Jiggen modellerades upp i programmet Siemens NX. Vid modellering av jiggen beaktades företagets utrustning, vilket gjorde att jiggen planerades tillverkas av tre olika detaljer för att undvika för djupa spår.

Smörjningsanläggningen hade från början inga ben, utan endast hål för fastsättning i vägg. På grund av orörligheten detta skulle medföra valdes istället att tillverka en ställning för anläggningen. Ställningen planerades tillverkas av aluminiumprofiler eftersom de enkelt kan skruvas ihop och förflyttas utan att borra extra hål.

Genom att ändra på- och avslagningstiden för alla timers som används i programmet bestäms de allmänna parametrarna för anläggningen. Det finns ingen fastslagen mängd olja som bör användas för att uppnå rätt friktion, utan en lämplig mängd testas fram genom att sätta fast en bit papper på insidan av rören och bedöma oljemängden på mönstret som uppstår.

En testplan gjordes upp innan testtillfället i form av en lista med olika parametrar som skulle testas. Smörjningen av huvudprodukten testades i både horisontal- samt vertikal riktning för att undersöka hur munstyckets riktning påverkade oljemönstret.

För att testa miljöspridningen sattes testutrustningen inuti en tom papperslåda för att sedan aktiveras under en längre tidsperiod. De mönster som uppstår på lådans väggar är då ett resultat på hur mycket oljan sprids ut i omgivningen.

Undersökningen av parameterförändringar vid ökning av rördiameter och form i jämförelse med huvudprodukten testades endast med munstycket i horisontellt läge.

## **4 Resultat**

I detta kapitel presenteras erhållna resultat av den praktiska delen av examensarbetet. Till resultatet hör CAD-ritningar av de konstruktioner som tillverkats, programmeringen av styrenheten, en plan för hur testningen utförts med kravlista samt de tester som gjorts.

### **4.1 Konstruktion av testjigg**

Den praktiska delen av arbetet inleddes med att göra upp en kravlista över vilka krav som ställdes på testjiggen för att testerna skulle kunna utföras. Efter att kraven fastställts kunde modellerna planeras och ritas för att sedan tillverkas. Modellerna ritades upp i programmet Siemens NX.

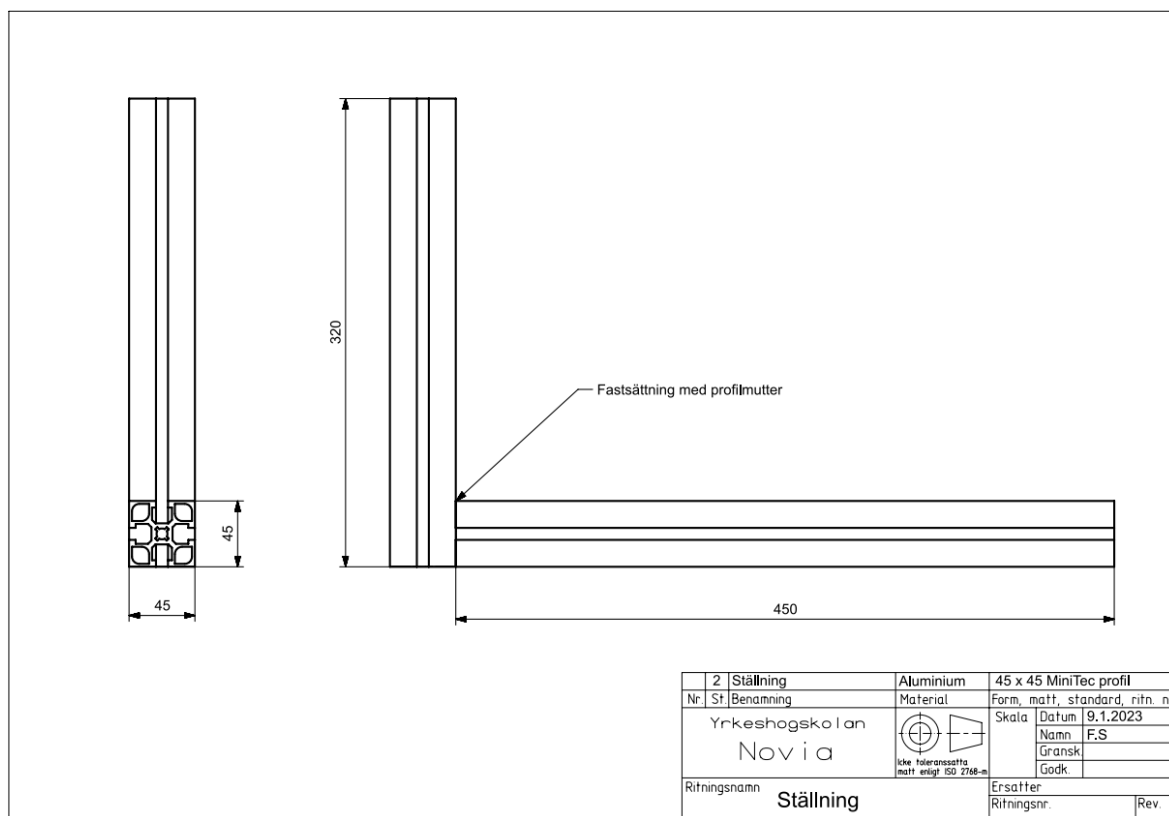
#### **4.1.1 Konstruktionskrav**

Kraven för ställningen var att enkelt kunna skruva fast anläggningen samt att den bör vara justerbar för att undvika att behöva borra nya hål eller dylikt i ett senare skede.

Kraven för testjiggen var att hålla munstycket centrerat inuti röret samt att göra avståndet mellan munstyckets utlopp och detaljen justerbart för att kunna smörja längre in i rören om så önskades.

#### **4.1.2 Ställning**

För att enkelt uppfylla kraven på justerbarhet planerades ställningen som håller upp anläggningen att tillverkas av MiniTec aluminiumprofiler. En bild över ritningen presenteras i figur 11.

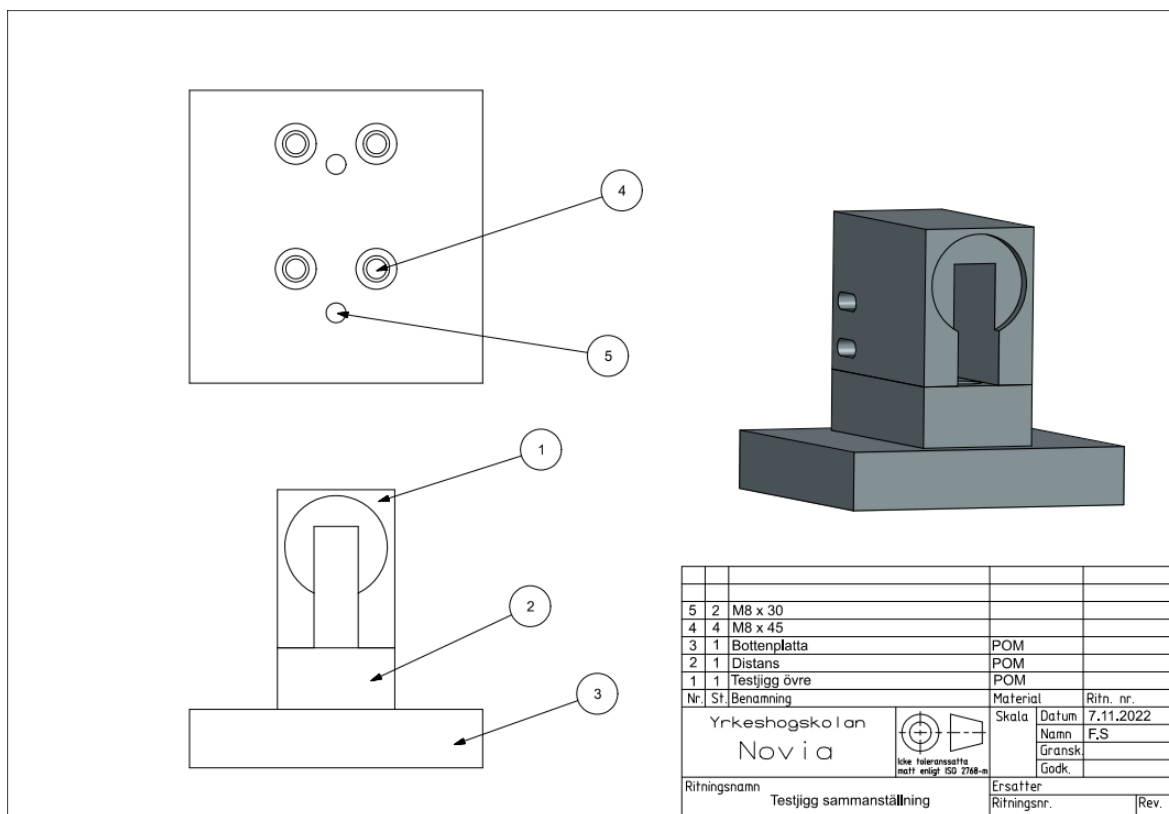


**Figur 11: Ritning för ställning.**

Ställningen består av två L- formade ben, som fastsattes med hjälp av profilmuttrar för att undvika borring av hål i profilerna.

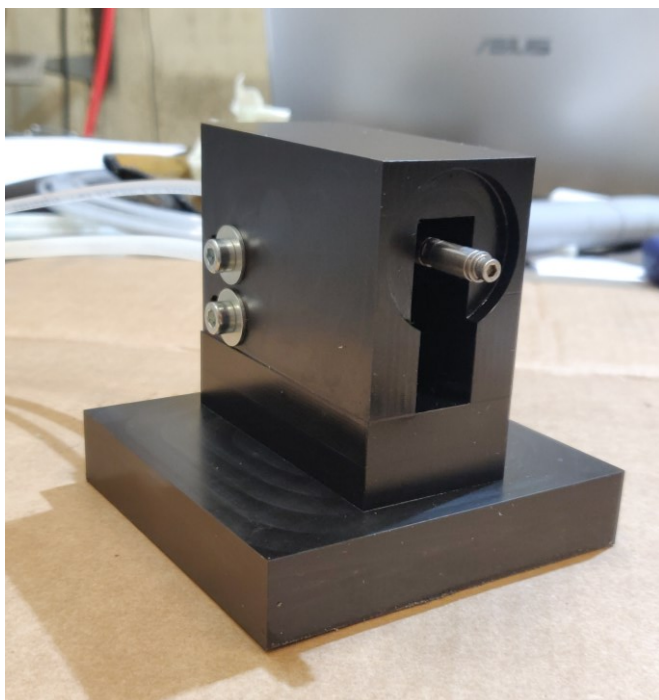
### 4.1.3 Testjigg

Testjiggen planerades med avseende på testning av huvudprodukten, de andra rörformerna kan även testas i jiggen dock med minskad precision på centrerandet. En bild på testjiggens sammanställningsritning presenteras i figur 12.



**Figur 12: Sammanställningsritning för testjiggen.**

Hålen för fästning av munstycket gjordes avlånga för att uppfylla kravet på justerbarhet av smörj djupet. En bild på den färdiga jiggen presenteras i figur 13. Pinnen som sticker ut från jiggen är munstycket som används vid dimsmörjningen.



**Figur 13: Bild på den färdiga jiggen.**

Jiggen består av tre olika delar, vars ritningar finns bifogade i bilaga 1–3.

## 4.2 Programmering av styrenhet

Programmeringen av styrenheten inleddes med att göra en lista över alla in- och utgångar som användes. I/O-listan för PLC:n presenteras i tabell 1.

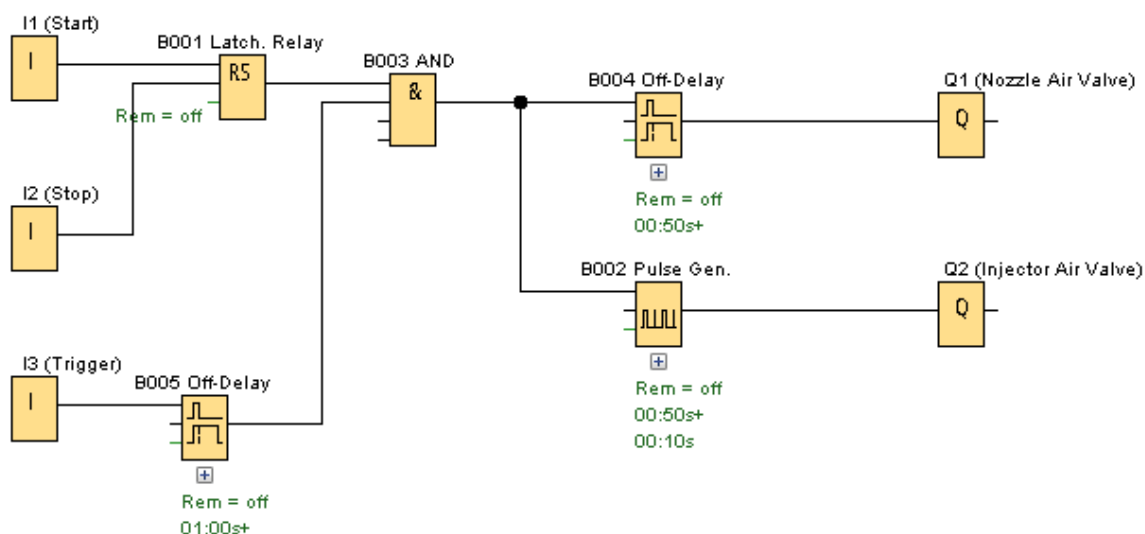
Tabell 1: I/O-lista för PLC

Ingång	Namn	Beskrivning
I1	Start	Brytare
I2	Stop	Brytare
I3	Trigger	Tryckknapp
Utgång	Namn	Beskrivning
Q1	Nozzle Air Valve	Luftventil
Q2	Injector Air Valve	Injektorventil

Där ingångssignalerna I1 och I2 har en tillkopplad on/off brytare, och I3 en tryckknapp. Utgångarna består av de två magnetventilerna på anläggningen, en för styrning av luftventilen, Q1 samt en för styrning av injektorventilen, Q2.

För att undvika att systemet aktiveras i misstag planerades en on/off brytare in som säkerhet. Genom användningen av en och-ventil hindras ventilerna från att öppnas ifall inte startknappen är aktiverad.

Enligt anläggningens manual bör luften kontinuerligt flöda under tiden injektorn cyklas, och även en tid efter att injektorn slutat. Detta löstes med en Off-Delay Timer som fördröjer luftflödets avbrott. Programmet som skapades presenteras i figur 14.



Figur 14: Programmet för styrenheten.

När både startknappen I1 och triggern I3 är aktiverade samtidigt uppfylls och-funktionen B003 vilket gör att utgångarna Q1 och Q2 aktiveras. Från och med att triggern I3 avaktiveras ger timern B005 utsignal i ett visst antal sekunder, vilket bestämmer smörjningstiden. Under smörjningsperioden ger puls-generatorn B002 pulser vilket cyklar injektorn på anläggningen, och timern B004 fördröjer lufttillflödets avbrott till munstycket efter smörjningstidens slut.

## **4.3 Tester**

I detta avsnitt presenteras testplanen med vilka krav som ställdes, allmänna parametrar för huvudprodukten, smörjning i olika lägen, miljöspridningstest och parameterförändringar vid olika rörformer.

### **4.3.1 Testplan och krav**

En testplan i form av en tabell över olika testparametrar gjordes upp i förväg innan testtillfället för varje enskild produkt. Kraven som ställdes för smörjningen var att oljemönstret som uppstod bör vara relativt tunt men ändå relativt heltäckande. Utöver detta bestämdes att en lämplig smörjningstid bör vara två sekunder eller mindre, för att i produktionen undvika en för långsam smörjningsprocess.

Kravet för miljöspridningen var att ifall ett heltäckande mönster kunde upptäckas på alla lådans väggar efter smörjningsperioden bör munstycket eventuellt skyddas under smörjningen i produktionen.

### **4.3.2 Allmänna parametrar för huvudprodukten i horisontell riktning**

Injektorventilen bör enligt anvisningar ha en minsta påslagstid på 0,5 sekunder, vilket betyder att genom att justera tiden mellan påslagningarna justeras mängden olja. Detta innebär att när injektorn cyklas i snabb takt skapas ett tjockare, kontinuerligt mönster av olja och när injektorn cyklas i långsam takt fås ett tunnare mönster av olja.

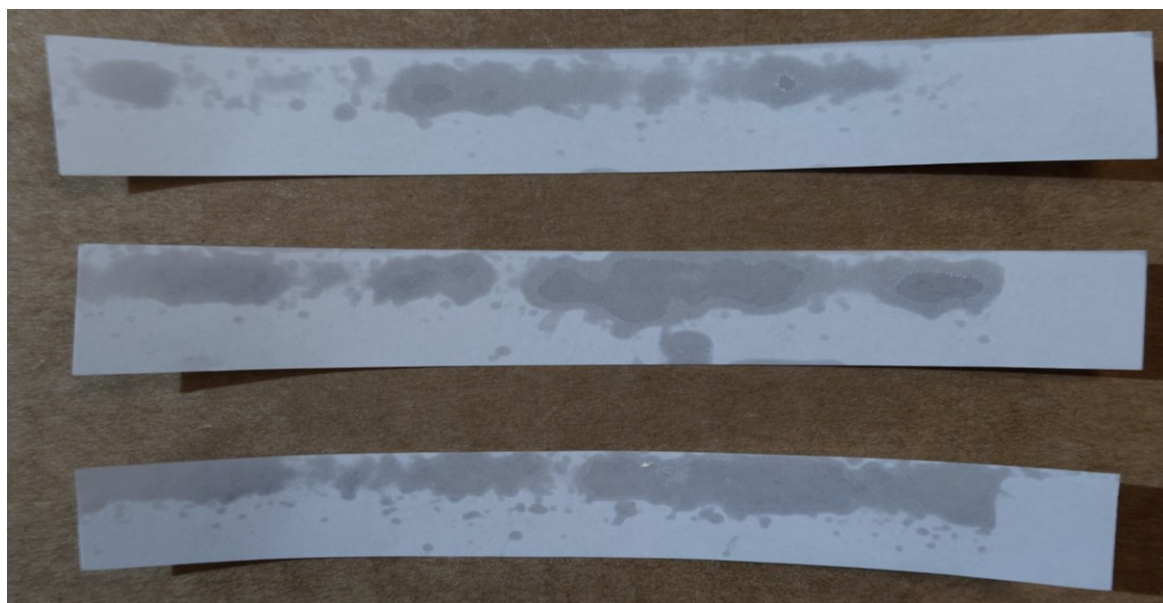
Huvudprodukten hade en innerdiameter på 22 mm. På grund av rörets relativt små dimensioner bestämdes en lämplig smörjningstid till en sekund. Genom att gradvis minska på avslagningstiden för injektorventilen kunde en lämplig mängd olja uppnås. Testet utfördes med de parametrar som visas i tabell 2, med 1,5 bar tryck på regulatorn.



**Tabell 2: Parametertest för huvudprodukten**

Parametertest huvudprodukt			
Test nr.	Smörjningstid [s]	On-Time [s]	Off-Time [s]
1.	1,0	0,5	1,0
2.	1,0	0,5	0,5
3.	1,0	0,5	0,1

Testresultatet presenteras i respektive ordning i figur 15.



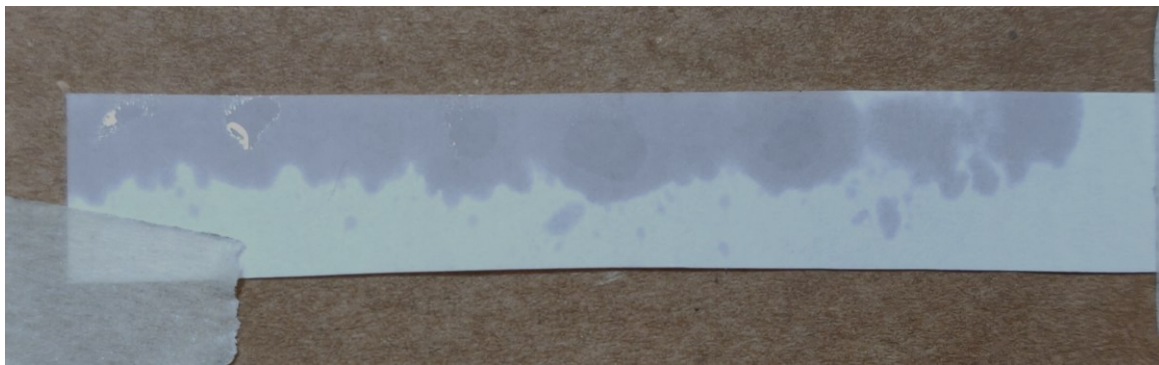
**Figur 15: Testresultat för allmänna parametertest. Där test nr. 1 är högst upp, test nr. 2 är i mitten och test nr. 3 längst ner.**

Sistnämnda parametrar gav ett acceptabelt resultat som uppfyllde kraven för testningen. På grund av munstyckets horisontella riktning samlades en större del olja i rörets botten, vilket beror på gravitationskraftens inverkan.

### 4.3.3 Smörjning i vertikal riktning

Genom att vända munstycket till en vertikal riktning undersöktes hur bra smörjningen fungerade i andra lägen. Samma parametrar användes som i horisontalt läge för att se hur endast munstyckets riktning påverkade oljefördelningen.

Med munstycket pekandes uppåt uppnåddes följande resultat:



**Figur 16: Resultat av smörjning i vertikal riktning med munstycket pekandes uppåt.**

Resultatet var en mycket jämnare fördelning av oljan. Vilket beror på att gravitationskraftens inverkan på oljefördelningen inuti munstycket förminskas.

Med munstycket pekandes neråt uppnåddes följande resultat:



**Figur 17: Resultat av smörjning i vertikal riktning med munstycket pekandes neråt.**

Resultatet med munstycket vänt nedåt gav en för tjock oljefilm eftersom en större mängd olja rann ner till munstycket även efter att oljeinsprutningen deaktiverats.

#### **4.3.4 Miljöspredning**

För att undersöka hur mycket oljan spreds ut i omgivningen med parametrarna för huvudprodukten placerades testjiggen inuti en papperslåda av storleken 38 x 38 cm och smordes kontinuerligt under en tidsperiod på 5 minuter för att bedöma oljemönstret som uppstod på lådans väggar. Trycket som användes för regulatorn var 1,5 bar. En bild på testets inledande presenteras i figur 18.



**Figur 18: Miljöspredningstestets inledande.**

Efter smörjningsperioden veks lådan upp. Resultatet för miljöspredningstestet visas i figur 19.



**Figur 19: Resultat för miljöspredningstest.**

Oljan sprids ut relativt mycket i omgivningen, ett tydligt mönster uppstod runt alla lådans väggar i spraystrålens riktning.

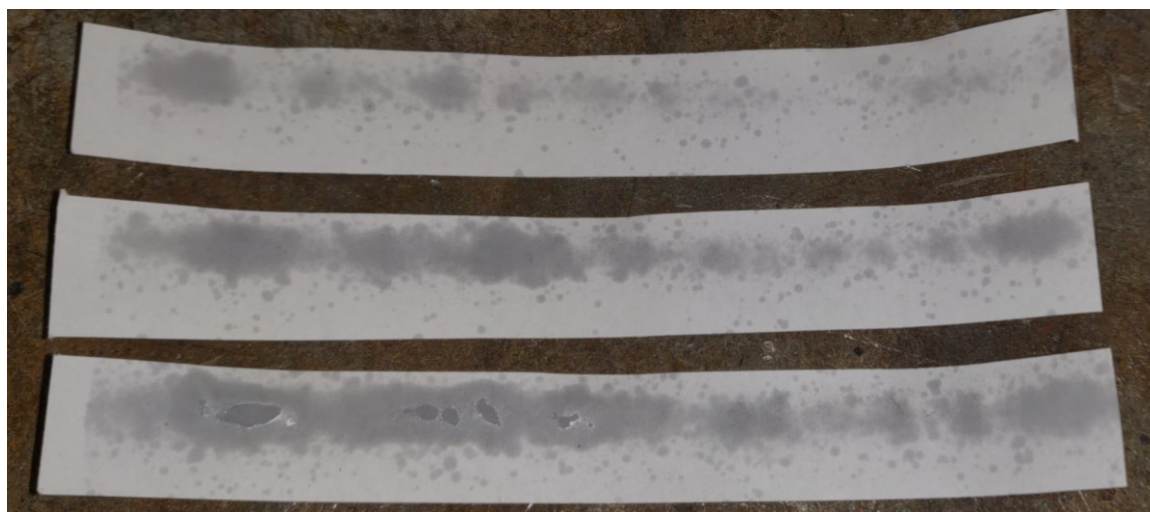
#### **4.3.5 Större rördiameter**

Nästa test var att undersöka vilka parametrar som ger en lämplig oljemängd för en större rördiameter på 42 mm. På grund av rörets större dimensioner än i förra testet så användes en längre smörjningstid. Testet utfördes med de parametrar som visas i tabell 3, med 1,5 bar tryck på regulatorn.

**Tabell 3: Parametertest för större rördiameter**

Parametertest större rördiameter			
Test nr.	Smörjningstid [s]	On-Time [s]	Off-Time [s]
1.	2,0	0,5	1,0
2.	2,0	0,5	0,5
3.	2,0	0,5	0,1

Testresultaten presenteras i respektive ordning i figur 20.



**Figur 20: Testresultat för parametertest för större rördiameter. Där test nr. 1 är högst upp, test nr. 2 är i mitten och test nr. 3 längst ner.**

Sistnämnda parametrar gav bäst resultat med ett relativt heltäckande mönster, men likt föregående tester med munstycket i horisontell riktning samlas en större del olja i rörets botten.

#### 4.3.6 Ovalt rör

Nästa test var att undersöka hur bra tekniken fungerar för ovala rör. Rörets dimensioner var 47 x 31 mm. Testet utfördes med de parametrar som visas i tabell 4, med 1,5 bar tryck på regulatorn.

**Tabell 4: Parametertest för ovalt rör**

Parametertest ovalt rör			
Test nr.	Smörjningstid [s]	On-Time [s]	Off-Time [s]
1.	1,5	0,5	1,0
2.	1,5	0,5	0,5
3.	1,5	0,5	0,1
4.	2,0	0,5	0,1



Testresultaten presenteras i respektive ordning i figur 21.



**Figur 21:** Testresultat för parameter test för ovalt rör. Där test nr. 1 är högst upp, test nr. 2 är näst högst upp, test nr. 3 är näst lägst ner och test nr. 4 lägst ner.

Som förväntat resulterade detta i att oljan har svårt att nå ut till det längre måttet, vilket innebär att en tjock mängd olja samlas vid det kortare avståndet och det längre lämnar nästan helt utan.

#### 4.4 Resultatdiskussion

Dimsmörjningsanläggningen som användes i arbetet fungerade bra för smörjning av helrunda rörkomponenter. Den är nästan ideal för mindre rördiametrar såsom huvudprodukten som testades, speciellt om smörjningen görs med munstycket i vertikal riktning jämfört med horisontell eftersom oljan fördelas jämnare inuti munstycket och sen inuti röret.

Vid smörjning av större rörkomponenter kunde en heltäckande oljefilm uppnås inuti röret, dock med en smörjningstid på två sekunder vilket kunde uppfattas som en för lång tid i en produktionsmiljö. Detta kunde optimeras genom att använda munstycket i vertikal riktning med munstycket pekandes neråt så att oljan rinner ner till munstycket mellan användningen.

För smörjning av ovala rör fungerar dimsmörjningsanläggningen väldigt dåligt eftersom spraystrålen inte når ut till det längre måttet av röret utan istället bildar ett för tjockt mönster

vid det kortare avståndet. Som förslag till lösning kunde tester med att förflytta röret i sidled under smörjningsperioden utföras.

Miljöspridning visade sig vara problematiskt och något typ av skydd som hindrar oljan från att spridas bör användas. Själva rörkomponenten i sig skyddade relativt bra så någon typ av givare som hindrar smörjningen från att triggas när ingen detalj finns på plats kunde vara ett bra alternativ.

## 5 Diskussion

Användningen av dimsmörjningstekniken för att smörja rörkomponenter har sina begränsningar men fungerar väldigt bra för mindre rördiametrar såsom huvudprodukten, och jag tror personligen att Prevex har användning av tekniken i produktionen i framtiden. Vid ökning av rördiameter begränsas anläggningen på grund av displacementinjektorns storlek som inte hinner pumpa tillräckligt mycket olja på en kort tid, utan smörjningstiden bör ökas en del istället vilket är en nackdel i en produktionsmiljö.

Syftet med arbetet har uppfyllts, testning av tekniken kan göras ändlöst så avgränsningen här var viktig. Examensarbetet ger nu lämpliga smörjparametrar för produkterna som testats och ett bra underlag för vidare utveckling av tekniken så att Prevex kan anpassa metoden för andra produkter.

Som förslag till vidare testning föreslås att antingen tunna ut eller byta olja till en med lägre viskositet för att se om ojämnheter som uppstår inuti rören kan reduceras. Munstyckets riktning hade även en relativt stor inverkan på resultatet vilket var intressant, och kan utforskas en hel del till.

### 5.1 Slutord

Uppdraget har varit intressant och lärorikt, och själva uppgiften har passat bra som examensarbete eftersom inga tidskrav har behövts beaktas så att uppgiften har kunnat utföras i egen takt. Att utföra diverse tester är en väldigt bred uppgift som till först var svårt att strukturera på ett vettigt sätt och få ett början på, men genom att ställa krav och på så sätt göra upp en testplan innan varje testtillfälle förenklades processen mycket.

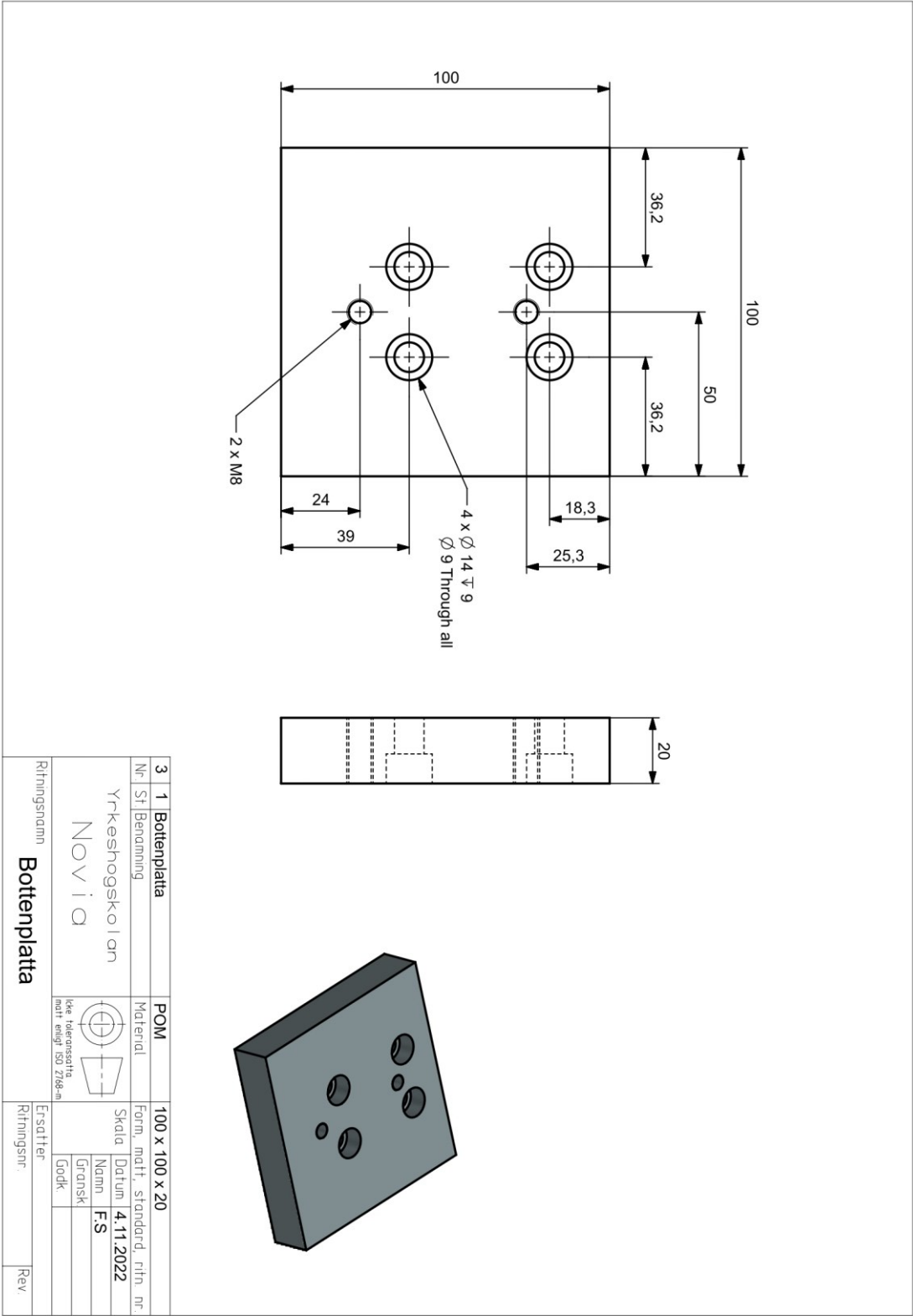
Jag vill tacka min handledare Johnny Backlund för att jag fått möjligheten att utföra uppgiften och för all hjälp och handledning jag fått. Jag vill även tacka min handledare från Yrkeshögskolan Novia, Tobias Ekfors, som har varit till stor hjälp med att strukturera arbetet och gett bra tips. Tack även till övrig personal som gett intressanta förslag på vilka olika tester de vill se och för den hjälp jag fått under arbetets gång.

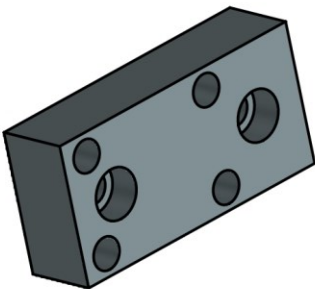
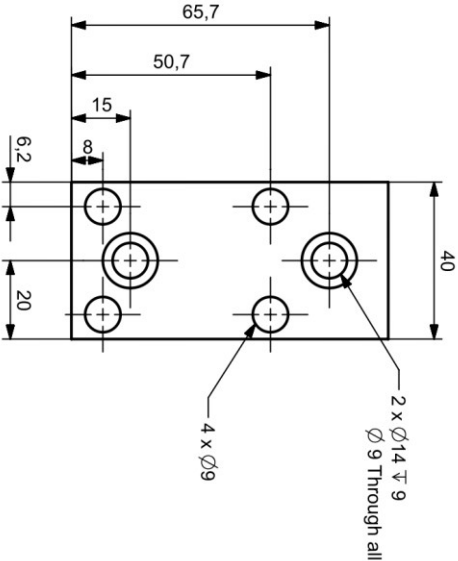
## 6 Källförteckning

- AMT Machine Tools Ltd. (u.d.). *How Oil Mist Can Affect Your Health*. Hämtat från AMT: <https://amtmachine.com/oil-mist-can-affect-your-health/>
- Bolton, W. (2006). *Programmable Logic Controllers*. Elsevier Newnes.
- Bolton, W. (2009). *Programmable Logic Controllers*. Elsevier.
- Bruce, R. W. (2012). *Handbook of Lubrication and Tribology, Volume II : Theory and Design, Second Edition*. Taylor & Francis Group.
- Bürkert Sweden. (2023). *Vad är en magnetventil och hur fungerar den?* Hämtat från Process: [https://www.processnet.se/announcement/view/178214/vad\\_ar\\_en\\_magnet\\_ventil\\_och\\_hur\\_fungerar\\_den#:~:text=De%20anv%C3%A4nds%20vanligtvis%20f%C3%B6r%20att,styrkaffekt%20och%20en%20kompakt%20design.](https://www.processnet.se/announcement/view/178214/vad_ar_en_magnet_ventil_och_hur_fungerar_den#:~:text=De%20anv%C3%A4nds%20vanligtvis%20f%C3%B6r%20att,styrkaffekt%20och%20en%20kompakt%20design.)
- DropsA. (2021). *Oil Mist lubrication system*. Hämtat från DropsA: <https://www.dropsa.com/en/blog/oil-mist-lubrication>
- Kruse, S., Ruch, A., & Zimmermann, J. (2015). *LOGO! 8*. Publicis Pixelpark, Erlangen.
- Lubrication*. (2022). Hämtat från Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lubrication>
- Manufacturers Rubber & Supply. (u.d.). *What is the Best Lubricant for O-Rings?* Hämtat från Manufacturers Rubber & Supply: <https://www.manuf-rubber.com/news/what-is-the-best-lubricant-for-o-rings/>
- Michael Smith Engineers. (u.d.). *Useful information on positive displacement pumps*. Hämtat från Michael Smith Engineers Ltd.: [https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/positive-displacement-pumps#:~:text=A%20positive%20displacement%20\(PD\)%20pump,%2C%20rollers%2C%20diaphragms%20or%20vanes.](https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/positive-displacement-pumps#:~:text=A%20positive%20displacement%20(PD)%20pump,%2C%20rollers%2C%20diaphragms%20or%20vanes.)
- Orsco. (u.d.a). *General Operation*. Hämtat från Orsco: <http://www.orsco.co.uk/general-operation.htm>
- Orsco. (u.d.b). *Nozzles for Pulse Spray*. Hämtat från Orsco: <http://www.orsco.co.uk/new-page-2.htm>
- Perera, A. (2022). *LOGO! from SIEMENS, what is it? Is it really a PLC?* Hämtat från Automatismos\_Xl\_Mundo: <https://automatismosmundo.com/en/logo-from-siemens-what-is-it-is-it-really-a-plc/>
- PLC Academy. (March 2018). *Function Block Diagram (FBD) PLC Programming Tutorial for Beginners*. Hämtat från PLC Academy: <https://www.plcademy.com/function-block-diagram-programming/#what-is-function-block-diagram>
- Prevex. (2021). Hämtat från Oy Prevex Ab.
- Prevex. (2023). Hämtat från Oy Prevex Ab: <https://www.prevex.com/sv/om-prevex/>



- Puhan, D. (2021). Lubricant and Lubricant Additives. i *Tribology in Materials and Manufacturing : Wear, Friction and Lubrication* (ss. 169-180). London: IntechOpen.
- Siemens. (u.d.). *LOGO! Basic Modules*. Hämtat från Siemens:  
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-basic-modules.html#BasicModuleswithdisplay>
- Siemens. (u.d.). *LOGO! Software - the soul of LOGO!* Hämtat från Siemens:  
<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-software.html#:~:text=Soft%20Comfort%20%E2%80%93%20brilliantly%20simple%20engineering,existing%20functions%20via%20drag%20%26%20drop.>
- Silicone grease*. (2023). Hämtat från Wikipedia:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Silicone\\_grease](https://en.wikipedia.org/wiki/Silicone_grease)
- SKF. (u.d.). *Smörjssystem för industri*. Hämtat från SKF:  
<https://www.skf.com/se/products/lubrication-management/smorjssystem-for-industri>
- Tameson. (u.d.). *Solenoid Valve - How They Work*. Hämtat från Tameson:  
<https://tameson.com/pages/solenoid-valve-types>
- Williamson, M. (u.d.). *Food-Grade Lubricants Explained*. Hämtat från Machinery Lubrication: <https://www.machinerylubrication.com/Read/445/food-grade-lubricants>





2	1	Distans	POM	81 x 40 x 21
Nr	St	Benämning	Material	Form, matt, standard, ritn nr
Yrkeshögskolan Novia			Skala	Datum 4.11.2022
Idea tekniska ritn enligt ISO 2768-m			Namn	F.S
			Gransk	
			Godk.	
Ritningsnamn		Ersätter		Rev
Distans		Ritningsnr		

