Examensarbete

HÖGSKOLAN I SKÖVDE

# FUNKTIONSBESKRIVNING OCH STYRNING AV INDUSTRIELLT VÄRMESYSTEM

Avgaspanna, Volvo GTO i Skövde

# FUNCTIONAL DESCRIPTION AND CONTROL OF AN INDUSTRIAL HEATING SYSTEM

Waste heat boiler, Volvo GTO in Skövde

Examensarbete inom huvudområdet automationsteknik

Grundnivå: 15 Högskolepoäng
Vårtermin 2019

Mikaela Svensson

Handledare: Raquel Quesada Díaz
Handledare Rejlers/Volvo: Gunnel Sabienski
Examinator: Tehseen Aslam

Datum: 2019-06-15

## Sammanfattning

Med hjälp av systembilder, PLC-kod, studiebesök och intervjuer konstruerades en funktionsbeskrivning för styrning och hantering av ett värmeåtervinningssystem vid namn *Avgaspannan*, på Volvo GTOs, f.d. Powertrain, anläggning i Skövde. Syftet bakom examensarbetet var att skapa en funktionsbeskrivning som skulle vara ett stöd för nuvarande, men även blivande personal. Eftersom det i dagsläget inte finns någon dokumentation kring styrningen av systemet.

Tanken bakom arbetet är att med hjälp av redan existerande programkod och systembilder skapa en väldokumenterad och välfylld funktionsbeskrivning. För att komplettera dokumentet till största möjliga mån, genomfördes även studiebesök för att se systemet i verkligheten samt genomfördes även intervjuer för att erhålla information och kommentarer från driftpersonalen.

Värmeåtervinningssystemet utvinner värmen från producerade avgaser från smältugnarna i Gjuteriet. Värmen som utvinns värmer i sin tur upp fjärrvärmevatten som sedan pumpas ut på Skövde kommuns Fjärrvärmenät för att under vinterhalvåret hjälpa till och förse Skövde med värme.

De steg och moment som utfördes under arbetets gång har resulterat i ett godkänt dokument hos aktörerna och de är nöjda med arbetet. För att kunna nå det färdiga resultatet genomfördes studier kring och i PLC-programmet samt systembilder, det utfördes även studiebesök och intervjuer. Dessa moment var byggstenarna för att kunna få ett godkänt resultat.

## Abstract

With the aid of system images, PLC-code, studies at the facility and interviews, a functional description was designed for the control and management of a waste heat boiler named *Avgaspannan*, at Volvo GTOs, Powertrain, plant in Skövde. The purpose of the thesis was to create a functional description that would support current, but also prospective staff. Since there is currently no documentation regarding the control of the system.

The idea behind the work is to create a well-documented and well-filled function description by using already existing program-code and system images. To supplement the document to the greatest extent possible, studies at the facility and the real system was made. Interviews were also conducted to obtain information and comments from the operating staff.

The heat recovery system extracts the heat from produced exhaust gases from the smelters in the foundry. The heat that is extracted, will heat up the district heating water which is then pumped out on Skövde municipality's heating network in order to help and provide Skövde with heat during the winter.

The steps performed during the course of the work have resulted in an approved document by the actors and they are satisfied with the work. To be able to achieve the final result, studies were conducted on and in the PLC-code and system images, as well as study visits and interviews. These elements were the building blocks for being able to get an approved result.

## Förord

Forskningen och arbetet bakom det här examensarbetet genomfördes under vårterminen 2019, vid institutionen för automationsteknik vid Högskolan i Skövde. Jag skulle vilja tacka följande:

- Volvo GTO för min chans att kunna utföra mitt examensarbete på er anläggning samt möjligheten att utföra mitt examensarbete inom ett spännande och utmanande område.
- Rejlers Sverige AB, Skövde, för er handledning, stöttning och hjälp med genomförandet av mitt examensarbete.
- Thomas Hakon på Skövde värmeverk, för ditt engagemang och din hjälpsamhet.
- Högskolan i Skövde, för mina studier inom institutionen för automationsteknik
- Raquel Quesada Díaz, för din handledning och stöttning genom examensarbetets tidsspann.

Skövde, maj 2019

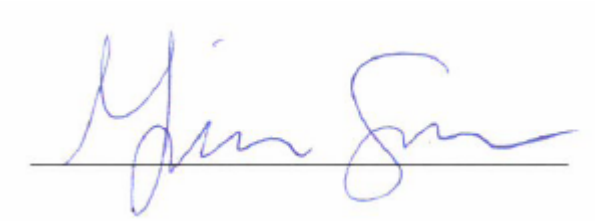
Mikaela Svensson

HÖGSKOLAN I SKÖVDE

## Äkthetsintyg

Inlämnad av Mikaela Svensson, till Högskolan i Skövde, som examensarbete inom automationsteknik vid institutionen för ingenjörsvetenskap.

Härmed intygar jag, Mikaela Svensson, att material i det här examensarbetet som inte är mitt eget arbete har identifierats.



Mikaela Svensson

HÖGSKOLAN I SKÖVDE

## Innehållsförteckning


1 Inledning ..... 1

1.1 Företagspresentation ..... 1

1.2 Bakgrund ..... 1

1.3 Problembeskrivning ..... 1

1.4 Syfte ..... 2

1.5 Mål ..... 2

1.6 Område ..... 3

1.7 Avgränsning ..... 3

1.8 Rapportens Disposition ..... 4

2 Hållbar utveckling ..... 6

2.1 Fakta ..... 6

2.2 Grundläggande ..... 7

2.3 Samhället ..... 7

2.3.1 Skövde kommun ..... 8

3 Teoretisk referensram ..... 10

3.1 Värmeåtervinningssystem ..... 10

3.2 PLC ..... 10

3.2.1 Ingångar och Utgångar (I/O) ..... 10

3.2.2 PLC-programmering ..... 12

3.2.3 FBD-programmering ..... 13

3.2.4 HMI/OP-panel ..... 14

3.3 Frågeformulär/enkät ..... 15

3.3.1 Kvalitativ data ..... 15

3.3.2 Kvantitativ data ..... 15

3.4 ÄR/BÖR-värde ..... 16

3.4.1 ÄR-värde ..... 16

3.4.2 BÖR-värde ..... 16

3.4.3 AMA-koder ... 16
4 Metodik ... 18
4.1 Fakta ... 18
4.2 Tillvägagångssätt ... 18
4.2.1 PLC-program ... 19
4.2.2 Systembilder ... 19
4.2.3 Studiebesök ... 20
4.2.4 Intervjuer ... 20
4.2.5 Dataskyddsförordningen, GDPR ... 20
4.2.6 Upplägg ... 21
5 Genomförande studie ... 22
5.1 Värmesystemet ... 22
5.1.1 Värmesystemets syfte ... 23
5.2 Tillvägagångssätt (PLC/Systembilder) ... 24
5.2.1 Larm ... 24
5.2.2 Driftfall ... 24
5.3 Tillvägagångssätt (Personal/Studiebesök) ... 25
5.3.1 Intervjuer ... 26
5.3.2 Studiebesök ... 26
6 Resultat ... 27
6.1 Resultat 1 ... 27
6.1.1 Åtgärder ... 27
6.2 Resultat 2 ... 27
6.2.1 Åtgärder ... 28
6.3 Resultat 3 ... 28
6.4 Förbättringsförslag ... 28
6.5 Resultatets betydelse ... 28
6.6 Uppfyllda mål ... 29

7 Diskussion ..... 30
7.1 Arbetet ..... 30
7.2 Resultatet ..... 31
7.3 Hållbar utveckling ..... 32
8 Slutsats ..... 34
9 Framtiden ..... 35
9.1 Utbyggen ..... 35
9.2 Programkod ..... 35
9.3 Nytt styrsystem ..... 36
9.3.1 Förbättringsförslag ..... 36
10 Referenser ..... 37
Appendix A: Fjärrvärmenät, Skövde kommun ..... 39
Appendix B: Frågeformulär 1 ..... 40
Appendix C: Frågeformulär 2 ..... 41

HÖGSKOLAN I SKÖVDE

# Figurförteckning

Figur 1. Flödesschema, rapportdisposition ..... 5

Figur 2. Hållbar utveckling ..... 7

Figur 3. I/O-lista, Volvo Avgaspanna ..... 11

Figur 4. Flödesschema ..... 12

Figur 5. FBD, Inverterade signaler, Volvo Avgaspanna ..... 14

Figur 6. ÄR-värde ..... 16

Figur 7. BÖR-värde ..... 16

Figur 8. AMA-koder ..... 17

Figur 9. FBD, Volvo avgaspanna: Driftfall ..... 19

Figur 10. Datainsamling ..... 20

Figur 11. Systembild (Volvo avgaspanna) ..... 23

Figur 12. Driftfall & Signaler, Avgaspannan ..... 25

HÖGSKOLAN I SKÖVDE

## Terminologi

### A

AMA

Allmän Material- och Arbetsbeskrivning

### B

BSAB

Byggandets samordning AB

### F

FBD

Function Block Diagram

### G

GTO

Group Trucks Operations

### H

HMI

Human-Machine Interface

### I

IL

Instruction List

I/O

Insputs Outputs (In/Ut-signal)

### L

LD

Ladder Diagram

### O

OP-panel

Operatörpanel

### P

PLC

Programmable Logic Controller

### S

Siemens S7

Siemens Step 7

SFC

Sequential Function Chart

ST

Structured Text

### V

VVS

Värme, ventilation och sanitet

# 1 Inledning

*För en ökad förståelse för examensarbetet beskrivs företaget samt företagets bakgrund och problembeskrivningen i det inledande kapitlet. I det inledande kapitlet kommer även examensarbetets syfte, område, avgränsningar samt mål att presenteras.*

## 1.1 Företagspresentation

Volvo Group Trucks Operations (Volvo GTO) grundades år 1987 men var under den tiden döpt till "Volvo Powertrain". Företaget är ett så kallat dotterbolag inom AB Volvo-koncernen, som består av många olika dotterbolag runt om i hela landet (Volvo, 2018). Volvo GTO i Skövde tillverkar dagligen motorer till lastbilar för AB Volvo.

## 1.2 Bakgrund

Volvo GTO, Rejlers och Veolia är tre aktörer som aktivt är involverade samt arbetar med avgaspannesystemet som finns på Volvo GTOs anläggning i Skövde. Systemet är väldigt komplext och invecklat på grund av alla olika villkor och kriterier. Examensarbetet skall hjälpa de tre företagen genom att generera en lättförståelig och heltäckande funktionsbeskrivning.

Volvo GTOs anläggning i Skövde tar vara på värmeenergin som bildas utav avgaserna från smältugnarna i gjuteriet. Avgaserna från smältugnarna går in i ett värmesystem som sedan går genom två typer av pannor vid namn ”Avgaspanna” och ”Ekonomiser”. Vid pannorna utvinns värme från gjuteriets avgaser för att värma upp råvatten som har pumpats in i systemet. Avgaspannan fungerar som en helt vanlig gas-/oljeeldad värmepanna, fast utan egen brännare.

## 1.3 Problembeskrivning

Avgaspannan har byggts om vid ett antal tillfällen de senaste 30 åren. Tyvärr finns inte ens den ursprungliga funktionsbeskrivningen kvar. Volvo GTO samt driftpersonalen behöver en fullt brukbar och användarvänlig funktionsbeskrivning med informativa bilder samt driftsvillkor.

Driftpersonalen önskar att erhålla en komplett funktionsbeskrivning som är användarvänlig och som täcker driftsvillkoren för systemet. Driftsvillkoren som önskas förekomma i funktionsbeskrivningen är följande:

- Start- och stoppkriterier, regulatorer och driftfall.
- Förberedelser för start (vilka ventiler som skall öppnas/stängas, etcetera).
- Var och hur larm kvitteras (centralt med fjärrstyrning eller vid lokal OP-panel).
- Hur sotning genomförs (görs till största del manuellt).
- Tillvägagångssätt vid larm på avgaspannan eller tryckhållningen.

## 1.4 Syfte

Syftet med funktionsbeskrivningen är att kunna erbjuda all driftpersonal samt andra involverade personer, samma förmåga att kunna arbeta med värmesystemet, oavsett kompetens eller arbetserfarenhet. Funktionsbeskrivningen skall vara till stöd för nuvarande, men även blivande personal. Om personalen har mer kunskap kring systemet kan det resultera i färre stopp vilket kommer medföra större utnyttjandegrad samt en bättre totalekonomi.

Eftersom det inte finns en angiven standard att följa, kommer arbetet att disponeras på bästa möjliga förfarande, för att slutligen kunna uppfylla syftet med arbetet. Funktionsbeskrivningen skall vara strukturerad och logisk för att göra den så lättförståelig som möjligt, samt användarvänlig.

## 1.5 Mål

Målet med examensarbetet är att ta fram en fullt funktionell samt användarvänlig funktionsbeskrivning som följer en standard samt uppfyller kundens krav. Funktionsbeskrivningen kommer att avse ”Avgaspannan” som är ett värmesystem på Volvo GTOs anläggning i Skövde.

För att kunna uppnå målet kommer ett antal delmål behöva uppnås längs arbetets gång.

Delmålen är följande:

- Samla in information från driftpersonal med olika erfarenhet av värmesystemet.
- Samla in information från PLC-program samt systembilder.
- Skapa en standard som godkänns av företaget.
- Arbeta med användarvänlighet och förtydligande.

Delmålen kommer att generera till ett givande resultat som skall uppfylla syftet med examensarbetet. För att försäkra sig om att målen uppnås och för att kunna erhålla ett bra resultat, kommer funktionsbeskrivningen att granskas av de involverade faktorerna.

## 1.6 Område

Den teoretiska grunden för examensarbetet hämtas från diverse produktionstekniska områden, såsom styrteknik, programmering, styrsystem och logik, samt forskning om informationssystem och data. Examensarbetet kommer endast att fokusera på det utvalda värmesystemet. Andra system på Volvo GTOs anläggning kommer enbart att översiktligt beskådas om nödvändigt, för att skapa en större förståelse för det utvalda värmesystemet.

## 1.7 Avgränsning

Systemet samt systembilderna är redan programmerade och finns tillgängliga att studera, det vill säga att ingen ny programmering kommer behöva genomföras. Volvo tillhandahåller driftpersonal som frivilligt blir intervjuade för arbetets skull. Det finns ingen standard att följa, vilket medför att arbetet får disponeras på ett logiskt sätt för att uppfylla kundens krav.

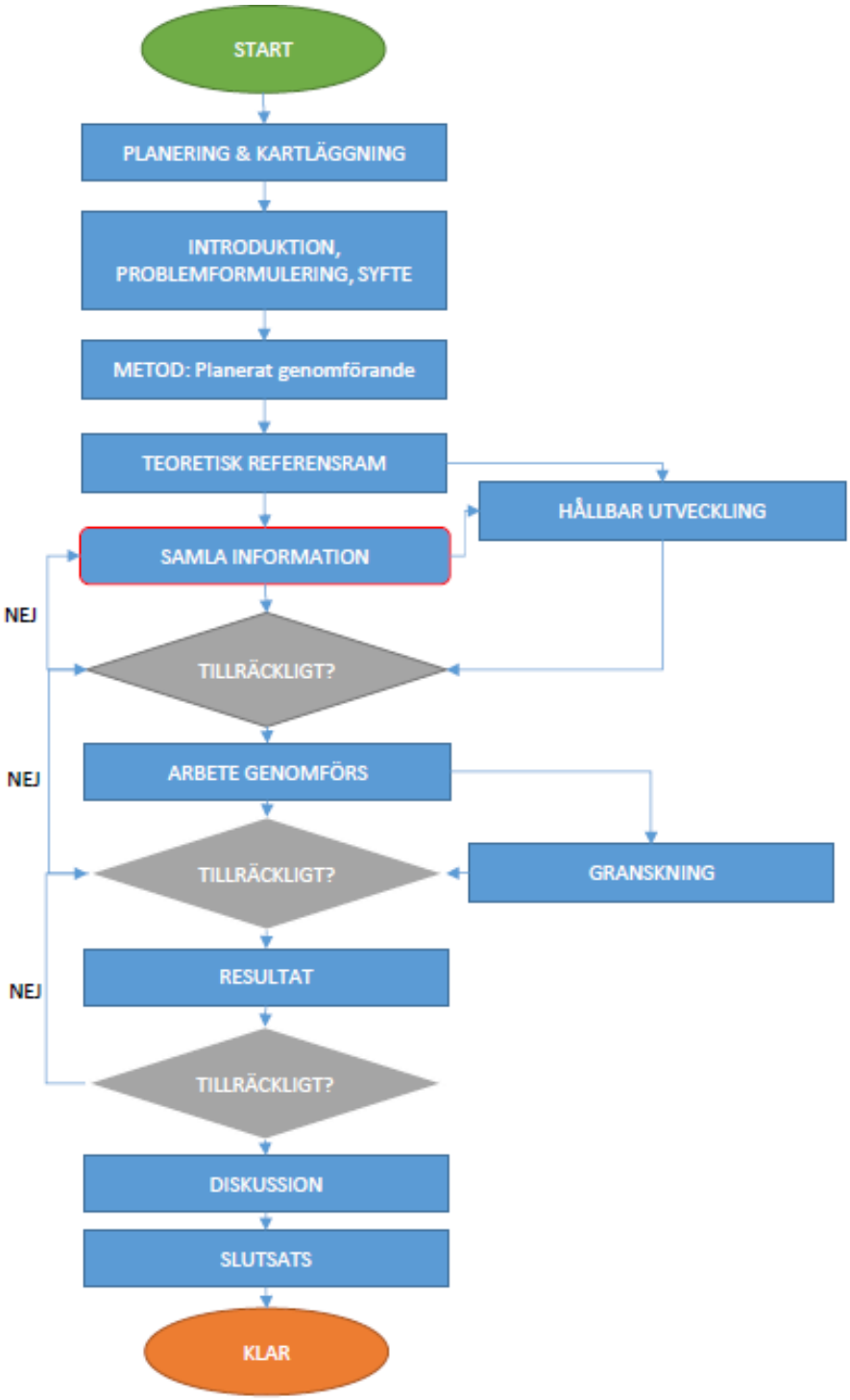
Det finns ingen standard att följa när funktionsbeskrivningen skrivs, utan den får skrivas på egen utförandeform för att kunna uppnå syftet och de önskade kriterierna.

## 1.8 Rapportens Disposition

Efter rapportens första kapitel som innehåller inledning som presenterar företaget samt problembeskrivningen och syftet med examensarbetet, följer kapitlet som innehåller hållbar utveckling. I kapitlet om hållbar utveckling förmedlas fakta runtomkring hållbar utveckling, men även vad Volvo arbetar och bidrar med för att nå en hållbar utveckling. Kapitlet som efterföljer den hållbara utvecklingen, är den teoretiska referensramen. Den teoretiska referensramen bygger sin grund på faktagrundad information som analyseras samt tydliggörs. Syftet med den teoretiska referensramen är att upplysa och informera läsare som inte är insatta i ämnet mer kunskap inom examensarbetets ämnesområde. Efter den teoretiska referensramen följer metodiken. I metodiken presenteras det hur arbetet planeras att bli genomförd med hjälp av olika metoder. Eftersom att arbetet är väldigt teoretiskt kommer det mest finnas fokus på hur arbetet planeras att bli utförd, det vill säga Metodik. Dock kommer det finnas information kring hur studien genomfördes samt information kring systemet och dess funktion kommer även att presenteras i kapitlet som berör den genomförda studien. Det sista kapitlet i rapporten kommer att sammanfatta hela arbetet med hjälp av en diskussion samt en slutsats för samtliga läsare. Diskussionen kommer att förmedla för- och nackdelar med det utförda arbetet samt även hur det slutgiltiga resultatet blev. Slutsatsen kommer att återkoppla resultatet till syftet och målen som nämndes i kapitel 1.3.

Referenser samt bilagor kommer att finnas sist i rapporten och referenshanteringen följer Harvardsystemet.

*Ett planerat flödesschema för rapporten och dess disposition samt metodik är visualiserat med Figur 1.*




**Figur 1. Flödesschema, rapportdisposition**

# 2 Hållbar utveckling

*I dagens samhälle är hållbar utveckling en stor del och har en stor betydelse. I nedanstående text presenteras allmän fakta kring hållbar utveckling, samt hur värmeåtervinningssystemet och aktörerna är relaterade samt delaktiga. Kapitlet tydliggör vad hållbar utveckling är, men även hur värmeåtervinningssystemet och aktörerna är en spelpjäs i hållbar utveckling.*

## 2.1 Fakta

När hållbar utveckling nämns brukar ordet förknippas med tre områden, miljö, ekonomi och samhälle. Områdena är separata mot varandra men går ändå hand i hand och är beroende av varandras existens. De tre områdena miljö, ekonomi och samhälle har stor påverkan och tillsammans skapar de termen *hållbar utveckling*, för att utveckla samhället vi lever i. Ett av målen med hållbar utveckling är att utveckla och förbättra samhället så att de som lever i fattigdom och svält ständigt får bättre levnadsstandard (Gulliksson & Holmgren, 2015).

Ett känt citat inom hållbar utveckling är från Brundtlandskommissionen och lyder enligt följande:

> *”En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjlighet till att tillfredsställa sina behov.”*

Citatet kommer från dåvarande ordförande för kommissionen som även var Norges dåvarande statsminister, Gro Harlem Brundtland. Citatet uttalades för första gången under FN-kommissionen år 1987 och blev ett känt citat, och gav en grund till rapporten som skrevs i samband med kommissionen. Rapporten blev namngiven efter Brundtland och fick namnet *Brundtlandsrapporten*, som beskriver i detalj vad hans citat menade. Rapportens syfte var att förbereda inför FN:s andra internationella miljökonferens som skulle hållas i Rio de Janeiro. Konferensen medförde att mål för hållbar utveckling sattes upp och var ett gemensamt mål för alla världens länder (Gröndahl & Svanström, 2011).

Ekonomi, miljö och samhälls-områdena är i grund och botten en teknik som skall underlätta för att kunna nå de önskade miljö-, ekonomi- och samhällsmålen i världen. Målen baseras på en långsiktig lönsamhet snarare än kortsiktiga kostnadsreduktioner. Tekniken som skall underlätta har egna kategorier som täcker områdena forskning, underhåll, konstruktion, produktion och återvinning. Teknikens områden skall medföra utveckling samt en säker och hälsosam levnadsmiljö för jordens invånare (Källström, 2014).

Figur 2 visualiserar sambandet mellan ekonomi, miljö och samhälle som tillsammans bidrar till hållbar utveckling för samhället runt om i världen.

Figur 2. Hållbar utveckling

## 2.2 Grundläggande

Exakt hur funktionsbeskrivningen kommer medföra en bättre och mer hållbar utveckling är inget som går att peka med rak arm på i nuläget. Dock kommer personalen att ha en funktionell och användarvänlig funktionsbeskrivning som kommer att medföra stor hjälp när ny personal börjar. Funktionsbeskrivningen kan dock resultera i färre onödiga stopp som i sin tur kommer leda till en större utnyttjandegrad för värmeåtervinningssystemet. Ökar utnyttjandegraden kan det i sin tur leda till en bättre totalekonomi för Volvo, men även till en bättre miljö eftersom utsläppet tas till vara på.

Finns en fullständig och funktionell funktionsbeskrivning är det lättare att kunna finna bristfälliga delar i systemet och åtgärda dem för att sedan kunna förbättra systemet. Kan systemet förbättras kan det medföra mycket för samhället och miljön, och tekniken går alltid framåt.

## 2.3 Samhället

Systemets huvudfunktion är att värma upp råvatten som pumpas in i Fjärrvärmesystemet. Vattnet som hettas upp av avgaserna från gjuteriets kupolugnar skickas sedan ut i Skövde kommuns fjärrvärmenät som förser Skövde med fjärrvärme. Avgaspannesystemet förser tillsammans med några andra faktorer, till exempel värmeverket, staden med varmvatten under de kallare årstiderna.

Under de varmare årstiderna är avgaspannesystemet avstängt och grov sotning genomförs för att hålla systemet fräscht och redo för nästa aktiva period.

Exakt hur funktionsbeskrivningen kommer medföra en bättre och mer förståelighet hur systemet fungerar är inget som går att fastställa rakt av. Dock kommer drift- och underhållspersonal ha en funktionell och användarvänlig funktionsbeskrivning som stöd, och vara ett hjälpmedel för ny personal. Detta kommer resultera i att underhållsarbetet förhoppningsvis inte behöver stanna upp på grund av att driftpersonalen har bristande förståelse för systemets funktion. Om systemet står still på grund av bristande kompetens medför det onödiga kostnader. Därför är en fullt funktionell samt lätthanterlig

funktionsbeskrivning ett bra verktyg för att minimera onödiga stopp i anläggningen. Ju högre nyttjandegrad för systemet, desto bättre totalekonomi för Volvo.

### 2.3.1 Skövde kommun

Volvo GTOs gjuteri är en av sju producenter som under vinterhalvåret förser Skövde kommun med varmvatten. I bilaga 1 (Appendix 1) finns de andra producenterna i Skövde kommun utplacerade på en karta.

Under vinterhalvåret behöver Skövde Värmeverk hjälp med att förse kommunen och staden med varmvatten och där kommer Volvo GTO in som en stor medhjälpare. Volvo GTO och Skövde Värmeverk producerar båda så kallad ”gratis” energi genom deras återvinningssystem. Skövde Värmeverk genom att förbränna hushållsavfall medan Volvo GTO tar vara på värmen ifrån avgaserna från gjuteriets kupolugnar.

Fördelarna med att Volvo GTO utvinner värmen från avgaserna är att de tar vara på de heta temperaturerna till stor del och på så sätt kan Skövde kommun ta del av det i sitt fjärrvärmenät.

De heta avgaserna som bildas när järnet i kupolugnarna smälts, transporteras in i återvinningssystemet om avgastemperaturen är korrekt. Alltså tar företaget vara på energin som skapats i en av sina anläggningar och utvinner värmen för att sedan förse staden och kommunen som anläggningen befinner sig i.

Nackdelen med gjuteriets sätt att kunna smälta järnet är att avgaserna innehåller mycket CO-utsläpp (kolmonoxid) som anses vara ett allvarligt utsläpp för miljön. Systemet i sig är inte det miljövänligaste på grund av deras utsläpp när kupolugnarna hettar upp kol för att kunna smälta järnet.

Systemet har en allvarlig nackdel med sitt CO-utsläpp. För att kompensera det negativa med systemet, produceras varmvatten genom ”gratis” upphettning av råvatten som förser Skövde kommuns fjärrvärmenät.

Det undersöks om avgaspannan kan komma att användas som en ”Absorptionskylmaskin”, det medför att värmen från avgaserna som utvinns kan användas för kylning istället. Det skulle medföra att systemet kan användas året om, oavsett årstid och systemet är till konstant nytta.

Volvo tillsammans med Skövde värmeverk har planer för hur de tillsammans skall kunna ta vara på spillvärmen som produceras från avgaserna samt hushållsavfallen. Målet är att utvinna spillvärme från både Volvo GTO och Skövde värmeverk hela året om eftersom det anses som ”gratis” värmeenergi

från avgaserna och hushållsavfallet. Om mer spillvärme kan tas till vara kommer det medföra stor miljönytta och positiv ekonomisk effekt för företagen.

# 3 Teoretisk referensram

*För att förtydliga och förankra kommande resultat samt slutsats kommer relevanta begrepp samt fakta att redovisas i kommande kapitel för att skapa en större förståelse inom ämnesområdet för samtliga läsare. Den teoretiska referensramen behandlar relevant vetenskaplig fakta inom det ämnesområde som har behandlats vid framtagningen av funktionsbeskrivningen för Volvo GTOs avgaspanna*.

## 3.1 Värmeåtervinningssystem

Ett värmeåtervinningssystem är ett system som utvinner värme som redan producerats. Den producerade värmen utvinns från källan och förser sedan samma, alternativt en annan anläggning med värme. Värmen som utvinns anses som ett bättre alternativ eftersom energin producerats och tas vara på. Det vill säga att producerad energi återanvänds istället för att låta den gå till spillo.

*Mer ingående information kring hur Volvo GTOs värmeåtervinningssystem fungerar, kommer presenteras i kapitlet ”Genomförd studie”.*

## 3.2 PLC

Systemet och dess program styrs av en så kallad PLC (Programmable Logic Controller) är en liten dator, som främst används inom automation. Den första PLC:n utvecklades under 1960-talet av *Allen Bradley* som är ett amerikanskt företag (Haag, 1995). PLC-tekniken växte sig stor under en väldigt kort tid eftersom tekniken ansågs vara ekonomisk samt tekniskt effektiv för industrier och företag runt om i världen (Haag, 1995).

### 3.2.1 Ingångar och Utgångar (I/O)

På PLC:n finns det ett antal ingångar och utgångar som på engelska heter ”inputs and outputs” som förkortas I/O. I/O-signalerna kommunicerar med andra komponenter som har kopplats till respektive In-/utgångssignal, samt fått en så kallad adress som är unik för att garantera att rätt komponent kommunicerar med PLC:n. Input-signalerna är till en början analoga och måste därför omvandlas till binära värden som i sin tur kan delas upp i olika storlekar, medan de digitala input-signalerna bara kan anta ett värde mellan 1-0, det vill säga, på eller av (Hanssen, 2015).

En PLC måste kunna hantera olika stora mängder med data som finns i I/O-signalerna och varje datatyp som skickas eller tas emot består av olika många bits. Datatyperna som antingen skickar eller tar emot data mellan PLC:n och komponenten kan bestå av följande datatyp samt datamängd:

- BOOL = 1 bit (Digital signal = 1 eller 0)
- BYTE = 8 bit (= 1 Byte)
- WORD = 16 bit
- DWORD = 32 bit
- LWORD = 64 bit

Beroende på vad för sorts typ samt storlek används någon av dessa datatyper. Dock finns det andra datatyper som ser ut som följande:

- INT = Integer (8 bit: -128 till 127)
- SINT = Short integer (16 bit: -32 768 till 32 767)
- DINT = Double integer (32 bit: $-2^{31}$ till $2^{31}-1$)
- LINT = Long integer (64 bit: $-2^{63}$ till $2^{63}-1$)
- USINT = Unsigned short integer (8 bit: 0 till 255)
- UINT = Unsigned integer (16 bit: 0 till $2^{16}-1$)
- UDINT = Unsigned double integer (32 bit: 0 till $2^{32}-1$)
- ULINT = Unsigned long integer (64 bit: 0 till $2^{64}-1$)

Ovanstående värden är för att symbolisera hur mycket information varje datatyp kan sända fram och tillbaka när de kommunicerar (Ayani, 2014).

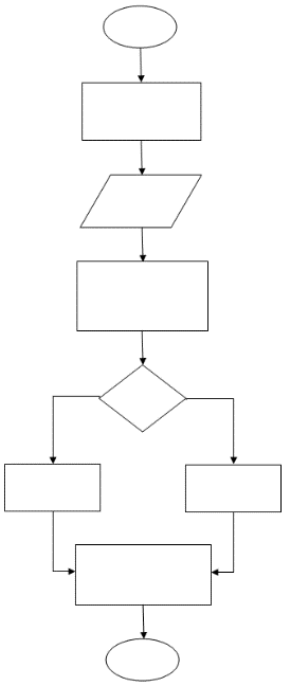
För att tydliggöra hur en I/O-lista kan se ut, var vänlig se Figur 3.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 24 | | 408-0659BÖR | PQW 286 | INT | BÖRVÄRDE VS PUMP |
| 25 | | 408-0659HC | M 24.6 | BOOL | HJÄLPCELL DRIFT PUMP |
| 26 | | 408-0659M | Q 25.6 | BOOL | VS-PUMP FÖR VC1 |
| 27 | | 408-0659REF | PIW 302 | INT | REFERENSBÖRVÄRDE FRÅN DUC14 |
| 28 | | 408-0659ÄR | PIW 300 | INT | ÄRVÄRDE OMFORMARE |
| 29 | | 408_0659REFHC | MD 224 | REAL | HJÄLPREG. BÖRVÄRDE |

**Figur 3. I/O-lista, Volvo Avgaspanna**

### 3.2.2 PLC-programmering

Innan programmeraren börjar skriva PLC-programmet med önskad funktion planeras systemet i detalj genom att förtydliga vilka kriterier som behöver uppfyllas samt dess funktion, men även ett flödesschema för att tydliggöra med en bild. Flödesschemat visar systemets flöde från start till stopp samt olika val och villkor, Figur 4 visar ett exempel på ett flödesschema.



Figur 4. Flödesschema

Flödesschemat i Figur 4 visar hur ett enkelt flöde kan konfigureras samt flödesschemats symboler. Schemat innehåller start och stopp, samt val och utförande/händelse. Den här typen av flödesschema är lätta att programmera utefter eftersom det är simpelt men väldigt detaljerat då varje villkor, händelse och val synliggörs (Skansholm, 2011).

När information kring hur PLC:n skall programmeras kan programmeraren påbörja sitt arbete. Programmeraren kodar den önskade programkoden i boolesk algebra som resulterar i PLC-kod. När koden programmeras kan det utföras i fem olika programspråk som är följande:

- Function Block Diagram (FBD)
  En form av grafisk programmering där programkoden representeras i en form av block, som även kallas för funktionsblock.

- Instruction List (IL)
  Den här typen av programmeringsform efterliknar hur PLC:n läser av programkoderna i de olika rutinerna, det vill säga att koden programmeras som en lista som läses uppifrån och ned.

- Ladder Diagram (LD)
  LD efterliknar en stege i sättet den programmeras och kan även jämföras med ett elektiskt reläschema och är oftast det vanligaste programspråket att börja programmera i.

- Sequential Function Chart (SFC)
  SFC efterliknar flödesscheman i sitt sätt att grafiskt visa när programkoden skrivs samt programmeras.

- Structured Text (ST)

ST programmeras på en hög nivå i samband med en välstrukturerad text som kan jämföras med *C* eller *Pascal* (Skansholm, 2011).

PLC:n programmeras i ett av fem programspråk. Dock finns det en mängd olika företag som säljer sina programmeringsprogram för PLC:er och dessa program innehåller oftast alla fem programspråken (Hanning & Johnson, 2002). Ett av de stora företagen som är väldigt vanligt är Siemens med deras S7-program. Avgaspannesystemet är programmerat i Siemens S7 som även är majoritet inne på Volvos anläggningar (Bolinder, 2019).

Det väldigt ovanligt att en programmerare använder ST eller IL, men det kan fortfarande förekomma. Det är upp till programmeraren själv att bestämma vilket programmeringsspråk han eller hon vill programmera i (Hanning & Johnson, 2002).

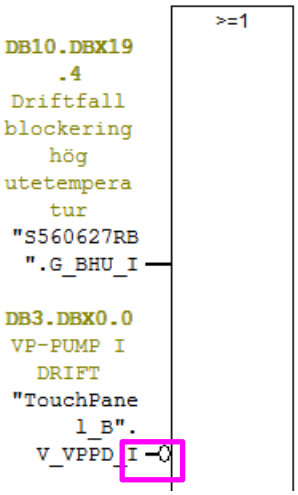
När en programmerare programmerar sin kod skall han eller hon ha i åtanke att deras program kommer till största chans att läsas, felsökas eller omprogrammeras av en annan programmerare, där av är det extra viktigt att göra användarvänlig programkod. För att göra användarvänlig programkod bör programmeraren döpa sina in-/utgångar (I/O) till något logiskt så att de är lätta att utläsa, till exempel ”ST12.O” eller ”ST12.C”, eftersom detta exempel på ett logiskt sätt visar att ”ställverk 12” är ”O = Open = Öppet” eller ”C = Closed = Stängt” (Sabienski, 2016).

### 3.2.3 FBD-programmering

Systemet är skrivet i programspråket FBD som är ett tydligt samt användarvänligt programspråk att studera när programkoden läses. FBD består av block som på var sida har en eller flera adresser som är kopplade till olika parametrar och komponenter som ingår i systemet ute i anläggningen.

Enligt figur 5, kan samtliga personer som läser programkoden, lätt avläsa vilka villkor som behöver vara till och vilka villkor som måste vara från för att kunna aktivera utgångssignalen. För att lätt kunna se vilka I/Os som är inverterade (negerade) och inte inverterade, visas det med hjälp av en rund ring på insignalen i funktionsblocket (Sabienski, 2016).

Finns det en rund ring vid ingångssignalens anslutning till funktionsblocket medför det att signalen är negerad som i sin tur medför att den är aktiv när signalen inte ges, och tvärt om, det vill säga att signalen är noll när signalen är aktiv. Detta programmeringssätt används för att styra till exempel olika driftfall som inte får vara aktiva samtidigt. Om systemet är ställt i stopp, så får det inte aktiveras när startvillkoret aktiveras, och för att förhindra detta så negeras signalen.




Figur 5. FBD, Inverterade signaler, Volvo Avgaspanna

Enkelt förklarat så används inverterade signaler för att försäkra sig om att systemet inte kan aktiveras eller att något villkor kan aktiveras när det absolut inte får aktiveras. Det kan jämföras med ett dödmansgrepp litegrann eftersom det måste uppfylla alla krav som ställts. Den millisekunden som något av villkoren bryts, kommer systemet att ändra driftläge för att säkerställa att inget kan hända med medarbetarna eller systemet självt.

### 3.2.4 HMI/OP-panel

Där avgaspannans PLC är placerad i gjuteriet, finns även en så kallad HMI eller OP-panel. En OP-panel, som den har valts att kallats i det här fallet, är som en skärm som låter operatören styra och manövrera systemet manuellt ute på plats. OP-panelen används som ett kommunikationsmedel mellan människa och maskin (Centio, 2016).

Ett mer grundläggande och mer djupförklarligt ord för OP-panel är *användargränssnitt* och medför två saker:

- Inmatning: Medför att användaren har möjlighet att kunna påverka systemet
- Utdata: Ger systemet möjlighet att presentera information och visa resultatet av användarens önskade inmatning.

Många förklarar ordet användargränssnitt genom att förenklat säga att det är vad som är avgränsat till att människan skall kunna se på skärmen (Ahmad & Whitworth, 2012). Den förklaringen är lättare att placera i en mer normal verklighet, för att samtliga personer kan jämföra det med en TV, dator eller mobil då dessa föremål har en skärm som visar vad vi kan se.

## 3.3 Frågeformulär/enkät

En enkät eller frågeformulär är en undersökning som genomförs genom att samma frågor ställs till ett antal personer, som i examensarbetet har skett genom intervjuer med driftpersonalen (Oates, 2006).

Syftet med frågeformuläret är att samla in data och information från personalen som dagligen jobbar med systemet, för att kunna genomföra arbetet i detalj.

Resultatet av intervjuerna kommer att generera en uppfattning om hur väl funktionsbeskrivningen uppfyllde målen samt kraven för arbetet.

### 3.3.1 Kvalitativ data

Kvalitativ datainsamling medför att svaren som genereras av frågorna, skall vara mer djupgående. Det vill säga att, svaren skall försöka beskriva hur och vad saker och ting händer men även varför genom att tolka händelsen utifrån dess sammanhang och kontext.

Vid kvalitativ datainsamling eftertraktas information kring hur den medverkande personen tolkar, analyserar samt bidrar till en mer djupgående uppfattning kring den ställda frågan. Resultaten uppenbaras i form av ord som är baserade på deltagarens uppfattning (Neuman, 2010). Vilket medför att inga svar ser likadana ut som i sin tur genererar ett större omfång av information. Informationen som samlas in kommer att generera en mer allmän funktionsbeskrivning eftersom den är heltäckande från olika personers perspektiv.

*För den kvalitativa enkäten, var vänlig se bilaga 2 (Appendix B).*

### 3.3.2 Kvantitativ data

Vid kvantitativ datainsamling finns en klar bild om vad som önskas att undersökas samt vad som önskas bli besvarat med enkäten eller intervjun. Frågorna som skall ställas vid kvantitativ datainsamling skall medföra korta och koncisa svar som kan erhållas genom att ställa frågor där ett *JA* eller *NEJ*, *ALLTID* eller *ALDRIG* och *SÄLLAN* eller *OFTA* kan genereras som svar (Neuman, 2010).

Kvantitativ datainsamling kommer där av att användas vid den slutgiltiga intervjun för att enkelt säkerställa att läsaren av funktionsbeskrivningen, det vill säga, personalen på Veolia, Rejlers eller Volvo, förstår innehållet.

*För den kvantitativa enkäten, var vänlig se bilaga 3 (Appendix C).*

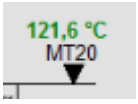
## 3.4 ÄR/BÖR-värde

I de flesta systemet finns det två typer av värden som visas, det ena värdet kallas för ”ÄR-värde” medan det andra kallas för ”BÖR-värde”. Värdena är som deras namn beskriver dem och vanligtvis skiljs de åt genom färgkoder (Sabienski, 2016).

### 3.4.1 ÄR-värde

Ett ”ÄR-värde” är det verkliga värdet, det vill säga det värdet som givaren har just vid det tillfället som givaren avläses. ÄR-värdet kan jämföras med en termometer, eftersom en termometer visar vad temperaturen är vid just den tidpunkt som den betraktas.

ÄR-värdet i systembilderna markeras genom att vara gröna värden som är placerade vid den komponenten vars värde skall visas.

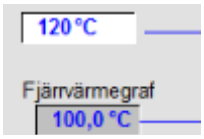



Figur 6. ÄR-värde

### 3.4.2 BÖR-värde

Ett ”BÖR-värde” är det värdet som önskas att uppfyllas av ÄR-värdet. BÖR-värdet kan jämföras med en termostat, eftersom en termostat ställs in efter en önskad temperatur som sedan önskas att uppfyllas.

BÖR-värdet i systembilderna markeras genom en blå text i en grå eller vit ”låda” som markerar om värdet får ändras eller inte. Är det en vit ”låda” får värdet ändras, men skulle ”lådan” vara grå är det ett fast ”BÖR-värde”.




Figur 7. BÖR-värde

### 3.4.3 AMA-koder

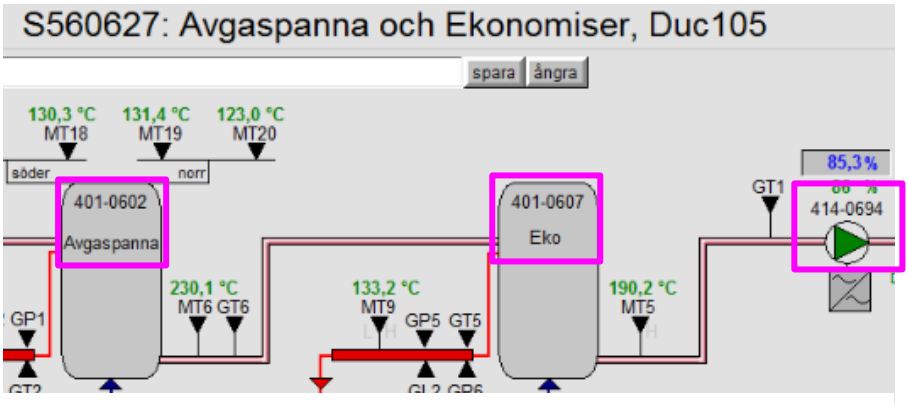
När system och dess komponenter namnges, följs en standard vid namn ”AMA-koder” som är en del av VVS riktlinjer, det vill säga att, det är en standard inom VVS (VVS, 2019). AMA-koderna använder sig av nummerhänvisningar för att visa vilken typ av system eller vad för typ av objekt som finns i systemet. Till exempel är hela avgaspannesystemet ett värmesystem som går att utläsa på systemets första två siffror, det vill säga, ”56” (Dahlberg, 2012). De efterföljande siffrorna är för att lokalisera

vart systemet ligger, det vill säga vilket hus, samt vilket systemlöpnummer som systemet har. Ett exempel på AMA-koder är:

- BB = BSAB-kod: ”56” (Värmesystem)
- HH = Husnummer: ”06” (Gjuteriet)
- NN = Systemlöpnummer: ”27” (Löpnummer)

BSAB-kod är en förkortning på ”Byggandets samordning AB” och är en gemensam struktur för information inom byggsektorn (Dahlberg, 2012).

I Figur 8, finns komponenter bemärkta på samma upplägg, det vill säga ”BB, HH, NN”. Pannorna har bemärkningen ”401 – 06 02” där 401 = värmepanna/avgaspanna, och resterande nummer är husnummer för Gjuteriet samt löpnummer.




Figur 8. AMA-koder

# 4 Metodik

*Under metodikdelen i examensarbetets rapport, kommer fakta kring val av metod att förtydligas samt hur tillvägagångssättet planeras att genomföras genom examensarbetets gång.*

## 4.1 Fakta

När metodval skall genomföras skall inte frågeställningen vara, *”vilken metod skall jag välja?”*, utan mer inriktad vilken information som är nödvändig och där av bör frågeställningen vara, *”Vad behöver jag veta och varför behöver jag veta just det?”* (Bell, 2006). När val av metod studeras är det viktigt att sätta klara och lättförståeliga mål som skall uppnås när examensarbetet är klart. Metoden är ett verktyg för att nå det önskade målet, men genererar inga svar utan är en vägvisare (Holme & Solvang, 1997).

Metoden som kommer att användas som vägvisande verktyg för examensarbetet kommer vara genererat genom att studera vad för typ av resultat som önskas att uppnå när arbetet slutförts. För att arbetet skall gå att utföra, behöver information erhållas och data samlas in från de olika aktörerna, vilket kommer medföra att kvalitativ samt kvantitativ data kommer att samlas in samt användas.

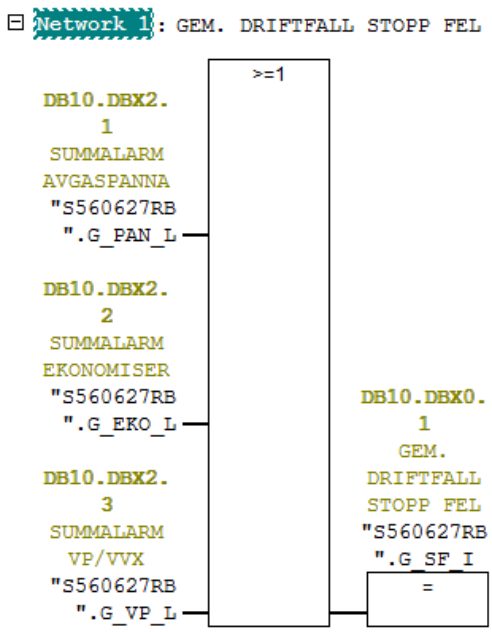
## 4.2 Tillvägagångssätt

För att kunna skapa en funktionsbeskrivning som uppfyller kundens samt användarnas krav kommer systemets PLC-program och systembilder att studeras, samt kommer intervjuer med driftpersonal att genomföras. Planeringen är att i början av examensarbetet skall PLC-programmet samt systembilderna studeras i detalj för att få en djupare förståelse på egen hand. Tanken är även att kunna skapa ett frågeformulär till intervjuerna med driftpersonalen med hjälp av kunskapen som samlas in vid studerandet av PLC-programmet och systembilderna.

Efter fördjupningen i PLC-programmet och systembilderna bör frågeformuläret vara färdigställt och intervjuer med driftpersonalen kan påbörjas. Tanken med intervjuerna är att fånga alla medarbetares perspektiv för att komplettera funktionsbeskrivningen. Frågeformuläret kommer att användas vid samtliga intervjuer för att skapa en större förståelse kring samma ämne samt samma frågor besvaras fast ur olika perspektiv.

### 4.2.1 PLC-program

PLC-programmet är skrivet i Siemens S7 och finns att tillgå under hela examensarbetets gång. PLC-programmet kommer att studeras för att få djupare kunskap kring systemet samt dess funktion och villkor. PLC-programmet kommer vara till stor nytta när systemets driftsvillkor och signaler studerades, eftersom PLC-programmet ger en annan synvinkel samt en tydligare syn på systemets funktion. Koden kan studeras på egen hand samt vid vilken tidpunkt som helst.




**Figur 9. FBD, Volvo avgaspanna: Driftfall**

Avgaspannesystemet är skrivet i programspråket FBD och är det tydligaste programspråket att överskådligt studera programmerad kod i, eftersom det är väldigt visuellt. I varje så kallat ”Network” som koden skrivs i, finns en tillhörande kommentar som informerar vad för typ av driftsvillkor eller funktion som exekveras eller kommer exekveras.

PLC-programmet kommer vara till stor hjälp när funktionsbeskrivningen skrivs eftersom koden är tydlig samt lättläst, och tillsammans med systembilderna kommer troligen en djupare förståelse bildas relativt snabbt. Om något är oklart i programmet finns två handledare till hjälp som båda är insatta i systemets funktion.

### 4.2.2 Systembilder

Systembilderna för avgaspannesystemet, som har en välarbetad standard samt en tydlig och klar uppbyggnad av systemet, fanns tillgänglig under hela examensarbetet.

Huvudbilden av systembilderna för avgaspannesystemet visar alla olika komponenternas namn och placering samt systemets flöde och värden. Systembilderna kommer vara ett kompletterande verktyg i samband med att PLC-programmet studeras, samt även när funktionsbeskrivningen skrivs. Eftersom bilden alltid är uppdaterade mot det verkliga systemet, vad det gäller flöden och ”ÄR-värden” är systembilderna väldigt givande information.

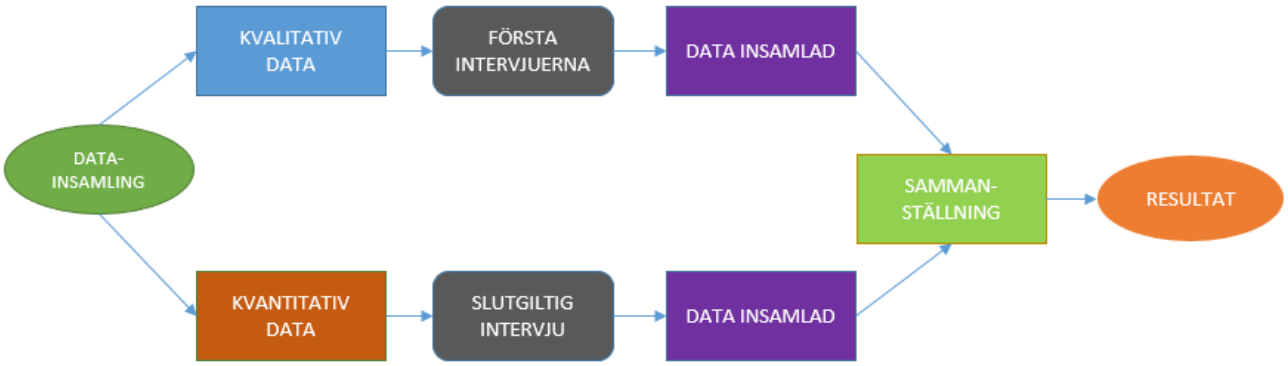
### 4.2.3 Studiebesök

För att kunna få en ökad en förståelse och inblick av avgaspannan kommer studiebesök att genomföras på Gjuteriets anläggning. Systemet sträcker sig från mark upp till anläggningens tak. Det vill säga att, systemet är väldigt stort i jämförelse med uppfattningen som skapas när systembilderna studeras, vilket medför att det kommer vara lärorikt och givande med ett studiebesök.

Studiebesöket kommer troligen också medföra en ökad förståelse för systemet, och en ökad kunskap samt insikt för driftpersonalen som arbetar med värmesystemet dagligen.

### 4.2.4 Intervjuer

För ökad förståelse och inblick kring avgaspannesystemet, kommer intervjuer att genomföras med ett antal personer från driftpersonalen på Veolia. Intervjuerna kommer genomföras på ett strukturerat arbetssätt, genom att ställa samma frågor till alla deltagare och genom detta samla in kvalitativ och kvantitativ data. Kvalitativ och kvantitativ data betydelse och mening redogörs i kapitlet om kvalitativ och kvantitativ data i den teoretiska referensramen. Den intervjuade personen kommer behöva ge sitt samtycke att deras information får användas i examensarbetet, genom att signera frågeformuläret i slutet av intervjun.




Figur 10. Datainsamling

Frågeformulären visualiseras i bilaga 2 (Appendix B), samt bilaga 3 (Appendix C).

### 4.2.5 Dataskyddsförordningen, GDPR

Dataskyddsförordningen, GDPR, är till för att skydda fysiskt levande personers personliga information, och får där av inte lagras eller hanteras utan personen i frågas samtycke. Det medför att intervju-

erna som genomförs i det här arbetet kommer vara helt frivilliga, och informationen som den intervjuade personen tilldelar kommer att vara anonym när resultatet presenteras. För att den tilldelade informationen skall få ingå i arbetet kommer en underskrift för samtycke att efterfrågas, men inga namn eller andra personuppgifter kommer att presenteras i arbetet eller rapporten.

På grund av dataskyddsförordningen, GDPR, genomfördes det ett aktivt val att inte inkludera varken kön eller ålder på de medverkande i intervjuerna, för att skydda deras persondata samt personuppgifter. Erhållen data sammanställdes i de tre olika resultaten för att visualisera den gemensamma åsikten och tyckandet kring det utförda arbetet.

### 4.2.6 Upplägg

Funktionsbeskrivningen kommer att skrivas i olika steg för att enkelt kunna uppfylla de olika krav och nödvändigheter som önskas att uppfyllas, men även för att strukturerat arbeta igenom systemets funktioner och villkor. Planeringen är att först inleda funktionsbeskrivningen med ett inledande kapitel som innehåller allmän information kring systemet samt övriga system. Efter det inledande kapitlet kommer de olika symbolerna som samtliga personer kan stöta på när de arbetar med systemet att beskrivas.

Efter att det allmänna har beskrivits kommer det mer systemspecifika kapitlen som kommer att innehålla information kring systemets olika driftfall och signaler, systemets olika program samt följt av funktionsbeskrivningen av själva systemet.

I funktionsbeskrivningen kommer information om OP-panelen, larm, villkor, reglering etcetera, att tas upp. Det vill säga, att all tänkbar information som kan vara viktig eller lämplig för samtliga användare kommer att finnas i funktionsbeskrivningen. Funktionsbeskrivningen skall kunna användas av alla som önskar att kunna jobba med eller styra systemet, vilket medför att programmeraren skall kunna styra systemet, likväl som underhållspersonalen skall kunna använda den vid sina arbeten.

# 5 Genomförd studie

## 5.1 Värmesystemet

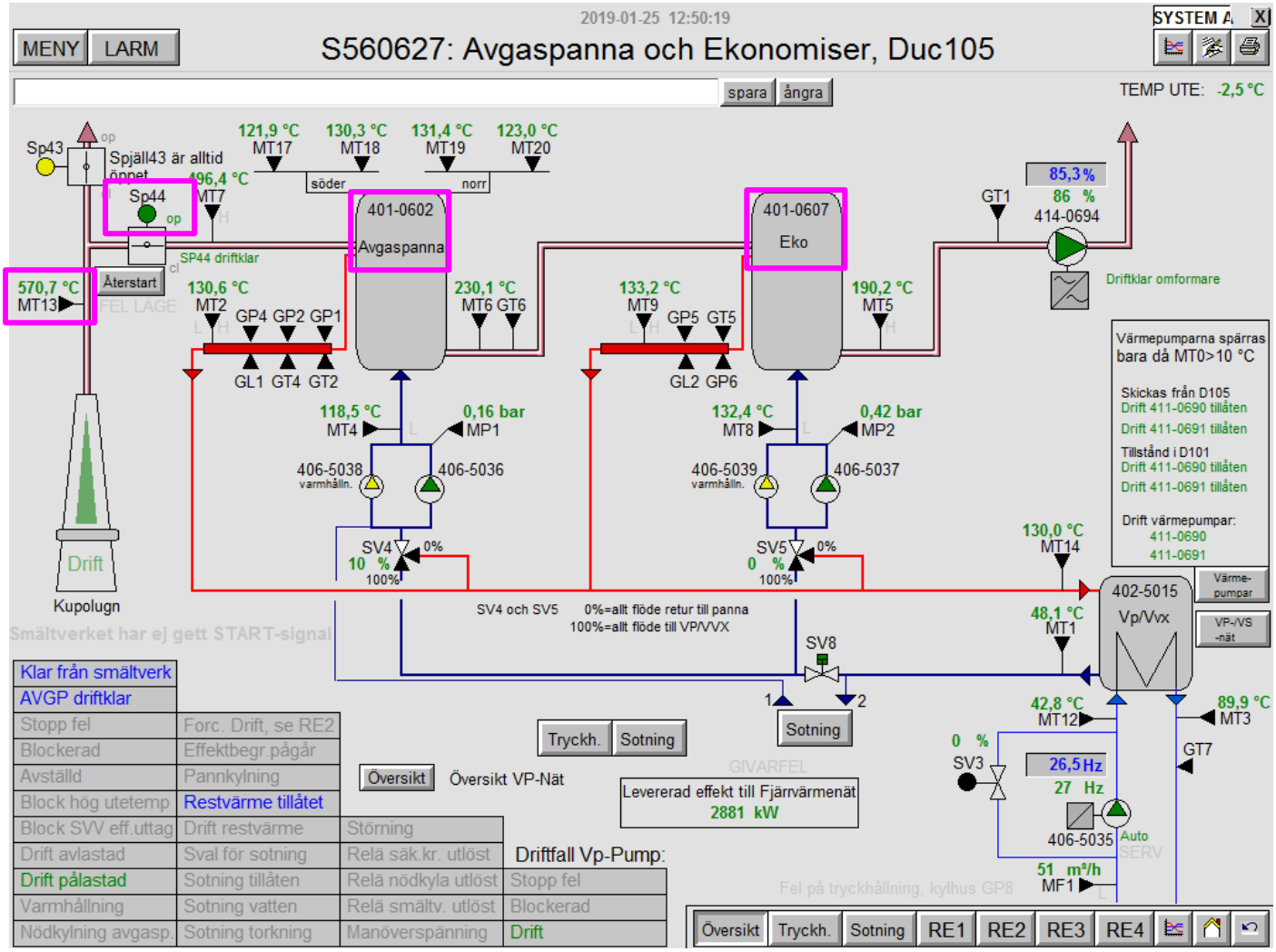
Systemet som funktionsbeskrivningen grundas på är ett värmesystem som återvinner värmen från avgaserna i gjuteriets kupolugnar. När kupolugnarna uppnår en viss temperatur kommer heta avgaser att transporteras ur en skorsten som har två kanaler i sig, den ena kanalen leder ut ur fabriken och den andra kanalen leder in i ett värmeåtervinningssystem.

*I Figur 11 är kommande komponenter markerade med en färgad ruta för att enkelt kunna lokalisera komponenterna som nämns.*

I skorstenen finns en temperaturgivare, *MT13,* som mäter temperaturen på avgaserna som kommer från kupolugnarna. MT13 reglerar spjället ”*Sp44*” som styr vilken kanal avgaserna skall gå genom. Om den önskade temperaturen uppnås, det vill säga över 550°C, kommer de heta avgaserna att transporteras i den kanalen som leder in i värmeåtervinningssystemet som har två typer av pannor som är döpta enligt ”Avgaspanna 401-0602” och ”Ekonomiser 401-0607”.

Avgaspannan är den pannan som utvinner de hetaste temperaturerna från avgaserna. Innan avgaserna går in i avgaspannan har de en temperatur runt 480°C, och när avgaserna lämnar avgaspannan har temperaturen sjunkit till ungefär 250°C. Efter Avgaspannan kommer Ekonomisern som utvinner den sista värmen ur avgaserna och sänker avgastemperaturen till ungefär 200°C och därefter transporteras avgaserna ut ur anläggningens skorsten (Bolinder, 2019).

Det finns två typer av pannor för att kunna utvinna så mycket värme som möjligt i systemet. Avgaspannan är för liten för att hinna utvinna all värme från avgaserna på egen hand, där av finns Ekonomisern som en extra värmeutvinnande panna innan avgaserna lämnar anläggningen (Bolinder, 2019). Temperaturen på avgaserna är viktiga, och mäts där av på ett flertal ställen i systemet. Systemet aktiveras när temperaturen på avgaserna är över 550°C för att se till att avgaserna från kupolugnarna inte är skadliga för systemet. För att sedan undvika de skadliga avgaserna kommer spjäll Sp44 att stängas när temperaturen går under 525°C för att motverka frysningar i systemet samt skorstenen efter Ekonomisern (Bolinder, 2019).




Figur 11. Systembild (Volvo avgaspanna)

### 5.1.1 Värmesystemets syfte

Volvo GTOs värmeåtervinningssystem är en av sju värmeproducenter inom Skövde kommun som förser kommunen med värme och varmvatten.

Systemet återanvänder värmen från gjuteriets avgaser som har bildats i kupolugnarna som smälter järn. Avgaserna hettar sedan upp råvatten som under vinterhalvåret hjälper till att försörja Skövde kommuns fjärrvärmenät. Eftersom systemet utvinner värme från redan producerade avgaser anses det som ”gratis” energiproduktion för att hetta upp råvattnet (Bolinder, 2019).

I Skövde kommun finns det sammanlagt sju värmeproducenter, och på Volvo GTO anläggning finns två av systemen som producerar fjärrvärme till kommunen (Hakon, 2019).

De övriga producenterna i Fjärrvärmesystemet inom Skövde kommun är:

- Värmeverket som eldar hushållsavfall samt flis, och Värmeverket anses ha ”gratis” produktion eftersom de eldar avfall.
- Lövängsverket (Skaraborgs sjukhus Skövde) eldar både flis och biobränsle för att producera värme till fjärrvärmenätet. Dock har Lövängsverket fossilolja som reserv ifall biobränslepannan får driftstörningar.
- Lönnen (Badhusgatan i Skövde) eldar fossilolja.
- Krematoriet kremerar lik för att producera sin del av produktionen, men är inte jättestor.
- P4 eldar fossilolja.

För placering av producenter i Skövde, var vänlig och kolla på bilaga 1 (Appendix A).

## 5.2 Tillvägagångssätt (PLC/Systembilder)

När funktionsbeskrivningen skrevs, studerades PLC-programmet parallellt med systembilderna för att skapa en sammanhängande uppfattning av systemet. Varje specifik del i systemet studerades för att skapa en förståelse för hur komponenten, villkor, driftfall, larm etcetera, i fråga fungerade samt vilken innebörd den hade för systemet.

### 5.2.1 Larm

Många av komponenterna var utrustade med indikeringar och larm, som har en stor betydelse när systemet väl är aktivt och utvinner värme. Där av studerades alla larm samt beskrevs larmens funktion, villkor samt återställning. Det finns två typer av larm i avgaspannans system som har olika kritiska nivåer. Det finns en kategori med larm som benämns *”Stopplarm”* som medför att systemet sätts i stoppläge till dess att larmet har åtgärdats och kvitterats, det vill säga, nollställts. Det finns även en kategori som är benämnd *”Störningslarm”* och det medför att larmen enbart stör det aktiva systemet, men värmeutvinningen kan fortfarande fortlöpa.

### 5.2.2 Driftfall

Alla driftfall studerades samt förklarades på en grundläggande nivå som förklarar hur respektive driftfall aktiveras samt fungerar. Vilket driftfall som är aktivt har betydelse för hur systemets funktioner fungerar samt vilket tillstånd som avgaspannan befinner sig i.

Till exempel ligger driftfallen i en speciell ordning i systembilderna, för att markera vilka driftfall som har prioritering över det andra. Ett exempel på detta är att ”*Stopp Brand Hus*” alltid är placerad överst. Detta medför alltså att om en brand skulle utvecklas kommer systemet stoppas helt, oavsett vilka andra villkor som uppfylls. Detta är för att säkerställa både systemet samt anläggningen.

I Figur 12, visualiseras de olika driftfallen, och det visualiseras tydligt vilka driftfall som är mer prioriterade än vissa andra beroende på deras placering i kolumnen. Den översta indikationen har högsta prioritet.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Klar från smältverk | | | |
| AVGP driftklar | | | |
| Stopp fel | Forc. Drift, se RE2 | | |
| Blockerad | Effektbegr.pågår | | |
| Avställd | Pannkylning | | |
| Block hög utetemp | Restvärme tillåtet | | |
| Block SVV eff.uttag | Drift restvärme | Störning | |
| Drift avlastad | Sval för sotning | Relä säk.kr. utlöst | Driftfall Vp-Pump: |
| Drift pålastad | Sotning tillåten | Relä nödkyla utlöst | Stopp fel |
| Varmhållning | Sotning vatten | Relä smältv. utlöst | Servicestopp |
| Nödkylning avgasp. | Sotning torkning | Manöverspänning | Drift |

**Figur 12. Driftfall & Signaler, Avgaspannan**

Blåa texter medför att det är signaler som tas emot från annat håll, i det här fallet från *Smältverket* samt *Avgaspannan*. Grönt medför att det är driftfall som är aktiva medan rött medför att det är larm.

I Figur 12, står systemet i tre driftfall samtidigt, *Stopp fel*, *Blockerad* och *Varmhållning*. Eftersom att *Stopp fel* är det driftfallet som är högst prioriterat, kommer varken *Blockerad* eller *Varmhållning* få utföra sina driftfall. Skulle *Stopp fel* inaktiveras, kommer *Blockerad* vara nästa prioriterade driftfall som styr systemet.

## 5.3 Tillvägagångssätt (Personal/Studiebesök)

Intervjuer med driftpersonalen på Veolia samt programmeraren av systemet utfördes under arbetets gång.

Det utfördes studiebesök vid värmeåtervinningssystemet, Avgaspannan, vid Gjuteriets anläggning. Samt utfördes även ett studiebesök vid Skövde Värmeverk som är involverade i fjärrvärmenätet i Skövde, samt involverade i Avgaspannan.

### 5.3.1 Intervjuer

Under arbetets gång utfördes intervjuer i inriktning mot kvalitativ och kvantitativ datainsamling. Intervjuerna samlade in information som berörde Avgaspannan och dess system. De intervjuade personerna var fem personer.

#### *Intervju etapp ett*

När intervjuerna genomfördes samlades information in kring oklarheter i första etappen med frågor. Ett frågeformulär användes vid den första intervjun för att kunna erhålla olika perspektiv på samma fråga, men samt även för att erhålla information kring hur väl driftpersonalen är bekanta med systemet i fråga.

#### *Intervju etapp två-fyra*

När de andra etapperna med intervjuer genomfördes var målet att erhålla information kring hur väl utformad funktionsbeskrivningen var i första upplagan. Detta för att kunna utveckla samt optimera funktionsbeskrivningen efter kundens krav. De tre följande etapperna (två-fyra) genomfördes var målet att generera till bästa möjliga slutresultat, och var en stor vikt för att nå det slutgiltiga resultatet.

### 5.3.2 Studiebesök

Det utfördes två studiebesök i samband med arbetets gång, varav ett var vid själva värmeåtervinningssystemet och det andra utfördes på Skövde Värmeverk.

#### *Värmeåtervinningssystemet*

Vid studiebesöket vid värmeåtervinningssystemet, var målet att få en insikt kring systemets verkliga storlek samt problematiken kring att sköta underhåll för systemet. Systemet sträcker sig mellan markplan och tak där driftpersonalen skall underhålla systemet oavsett väder. Det skapade en annan inblick i hur funktionsbeskrivningen skall utformas eftersom att den skall vara lätt att läsa men även att förstå. Det skall vara enkelt för underhållspersonalen att förstå samt minnas hur systemet skall hanteras.

#### *Skövde Värmeverk*

Skövde Värmeverk är involverade i Volvos avgaspannesystem samt är första steget i fjärrvärmenätet i Skövde kommun. För att få en ökad förståelse kring sambandet mellan Skövde Värmeverk och Volvo GTOs samarbete med fjärrvärmenätet utfördes därför ett studiebesök även hos Skövde Värmeverk.

# 6 Resultat

*Resultaten nedan grundar sig på frågorna som ställdes under intervjuerna av driftpersonalen. Frågorna som ställdes under intervjuerna finns i bilaga 2 (Appendix B), respektive bilaga 3 (Appendix C). Bilaga 2 behandlar frågor samt information kring kvalitativ data, medan bilaga 3 behandlar frågor samt information kring kvantitativ data.*

## 6.1 Resultat 1

I första upplagan av funktionsbeskrivningen fanns det mycket kommentarer för att förändra potentialen i arbetets layout. Det önskades en mer strukturerad allmän del, som de insatta i ämnet, kunde utelämna. Det fanns även önskemål att magra av innehållsförteckningen så att den inte tar upp var enskild del i själva innehållsförteckningen.

Dock fanns alla viktiga delar med i funktionsbeskrivningen och de var nöjda med själva innehållet, och önskar därmed alltså att få själva layouten optimerad till en optimal version. Samtliga läsare av funktionsbeskrivningen gav tankar kring möjliga förbättringar som kommer att appliceras, för att sedan få ett nytt resultat från läsarna.

### 6.1.1 Åtgärder

För att kunna optimera arbetet fick samtliga läsare av funktionsbeskrivningen lämna synpunkter, önskemål samt åsikter. Utifrån önskemålen och synpunkterna strukturerades funktionsbeskrivningen om för att vara simplare att använda samt för att uppfylla kraven som kunden har ställt.

Det skapades även fler bilagor för att komplettera upp texten ytterligare för att minimera oklarheter. Andra åtgärder för att minimera oklarheter med mera, genomfördes genom att förtydliga vissa stycken samt även att strukturera upp med fler kapitel samt underkapitel.

## 6.2 Resultat 2

Resultatet av arbetet blev nästintill som efterfrågat. Dock önskas det mer omstrukturering kring upplägget av funktionsbeskrivningen. Mer strukturering av kapitlen och underkapitel önskas, för att minimera samt sammanställa funktionsbeskrivningen till det mest optimala.

### 6.2.1 Åtgärder

Möte med handledarna nere på Volvo GTO resulterade i att informationen kring hur de önskade att åtgärda det sista önskemålet i funktionsbeskrivningen kunde erhållas. När informationen var erhållen dispositionerades kapitlen i funktionsbeskrivningen om för att matcha efterfrågan och för att uppfylla beställarens krav.

## 6.3 Resultat 3

Enligt handledarna nere på Volvo är de nöjda med det slutgiltiga resultatet. Funktionsbeskrivningens innehållsförteckning minskades ner genom att ändra antalet rubriksnivåer som får visas, vilket medförde att dokumentet inte har lika lång innehållsförteckning utan minimerar överflödet av papper.

Det genomfördes även en del finjusteringar och förtydliganden genom att utveckla rubriker samt implementera fler bilder och förtydligande bilder.

## 6.4 Förbättringsförslag

Själva funktionsbeskrivningen kan och kommer troligen fortfarande gå att förbättra, men arbetet har uppfyllt kundens krav samt lite mer än vad som önskades när arbetet planerades. Volvo erhåller det färdiga dokumentet för att de skall kunna hålla funktionsbeskrivningen uppdaterad under framtidens gång.

Det är mest troligt att vissa av villkoren och driftfallen kan utvecklas mer detaljerat, men syftet med funktionsbeskrivningen är trots allt att samtliga personer skall få en simpel men komplex förklaring. Där av är många villkor som styr driftfallen skrivna i punktform för att tydligt visualisera vilka villkor som skall och inte skall vara aktiva.

## 6.5 Resultatets betydelse

Eftersom resultatet levde upp till de uppsatta målen och önskemålen som Volvo, Veolia och Rejlers hade för projektet, kommer det medföra att de tre aktörerna enkelt kommer att kunna använda det färdiga dokumentet. De kommer även ha möjlighet att hålla dokumentationen uppdaterad om ändringar sker som berör värmeåtervinningssystemet.

Alla tre parter som tar del av funktionsbeskrivningen kommer att få full tillgång samt tillåtelse att hantera, förändra och uppdatera dokumentationen om det krävs. Funktionsbeskrivningen kan även komma till användning om och när Volvo programmerar samt bygger om Avgaspannan.

De tre resultaten som presenterades är kopplade till vad samtliga intervjuade personer svarade när intervjun genomfördes, samt vad handledarna på Volvo tyckte. Det har alltså skett en sammanställning av den insamlade data vid varje resultat till dess att resultatet var godkänt enligt läsarna/användarna, men även enligt handledarna på Volvo.

## 6.6 Uppfyllda mål

Målen som klargjordes under det inledande kapitlet var följande:

- Samla in information från driftpersonal med olika erfarenhet av värmesystemet.
- Samla in information från PLC-program samt systembilder.
- Skapa en standard som godkänns av företaget.
- Arbeta med användarvänlighet och förtydligande.

Alla målen har uppfyllts under arbetets gång när funktionsbeskrivningen har skapats, dock har de uppfyllts i olika grad. Mål tre, *skapa ett standardiserat dokument som godkännes av företaget*, är uppfylld eftersom det inte finns någon angiven standard utan funktionsbeskrivningen är uppbyggd enligt avgaspannesystemet samt skrivits väl strukturerat.

Målen uppfylldes med hjälp av den planerade metodiken som planerades för att kunna uppfylla målen samt önskemålen och kraven från aktörerna.

# 7 Diskussion

*Diskussionskapitlet fokuserar på eventuella hinder, svårigheter eller liknande som uppenbarades under arbetets genomförande, samt hur något kunde ha genomförts annorlunda. Kapitlet reflekterar faktorer kring arbetet, resultatet och den hållbara utvecklingen.*

## 7.1 Arbetet

Arbetets gång har följt den utsatta metodiken, som planerades för att kunna utföra arbetet. Dock är det oklart om det var det bästa sättet att genomföra arbetet, men resultatet blev som önskat som är en viktig punkt.

Innan arbetet påbörjades, planerades en metodik som skulle underlätta arbetets gång, samt skapades även ett schema med färgkodning för att enkelt symbolisera planeringen mellan arbetsplatsen, Volvo, och högskolan. Efter att metodiken och schemat för arbetet var kartlagt och planerat genomfördes det en teoretisk referensram för att klargöra samt samla information som kunde tänkas ha betydelse under arbetets gång. Information kring systemet, AMA-koder, PLC:er och GDPR studerades för att få en större inblick i det valda ämnet samt även krav och lagar.

Fördelen med att utföra arbetet var att få undersöka och samla information på ett nytt sätt och sedan placera ord och siffror för någon annans ”vinning”. Det var en lärorik och spännande utmaning och kommer vara lärorik i framtiden att få ha erhållit. Samtliga läsare är nog fullt medvetna om hur svårt det kan vara att formulera sig så tydligt som möjligt för att andra personer skall kunna förstå, utan att använda allt för mycket ord. Det var en utmaning, men aktörerna blev trots allt nöjda med det slutgiltiga resultatet.

En nackdel med arbetet var att det utfördes på egen hand, det vill säga att endast en student utförde arbetet. Det kunde upplevas som tungt under vissa perioder, men i slutändan var det en lärorik och givande uppgift som kunde genomföras av enbart en student om planeringen och metodiken följdes.

Arbetet hade inte gått att utföra på något annorlunda sätt än hur det genomfördes, det vill säga med hjälp av systembilder och programkod. Systembilderna och programkoden är det enda som beskriver värmeåtervinningssystemet och är där av det enda som kunde generera till informationen som bidrog till arbetet, funktionsbeskrivningen.

Eftersom det inte fanns en angiven standard var arbetet tvunget att skapas och konstrueras på ett lämpligt och standardiserat sätt. När arbetet påbörjades framgick det att ingen standard behövde följas, utan en egen standard fick skapas för funktionsbeskrivningen. Det medförde att funktionsbeskrivningen skulle formateras på bästa möjliga sätt. För att göra funktionsbeskrivningen lätthanterlig och användarvänlig, följdes systembildernas upplägg. Det var en logisk lösning samt den mest praktiska för att vara medveten om att all information erhölls och återspeglades i arbetet.

## 7.2 Resultatet

Trots att resultatet anses som fullt godkänt samt uppfyllt kraven som aktörerna har efterfrågat, kan resultatet fortfarande förbättras ytterligare. Varje specifik del i funktionsbeskrivningen går säkert att utveckla ett steg till, för att skapa en djupare och mer informativ förståelse, dock är det inte riktigt målet med arbetet, funktionsbeskrivningen. Målet med arbetet var att användaren av funktionsbeskrivningen enkelt skulle kunna ta del av den information som är viktig för att personen i fråga skall kunna hantera värmeåtervinningssystemet.

Ett exempel på ett förbättrat resultat vore om varje specifikt villkor och driftfall förklarades på en mer grundläggande och djupare nivå. Med hjälp av fler infallsvinklar och tankar från de som arbetar med systemet på en daglig bas samt programmeraren. Hade programmeraren varit mer involverad kunde en djupare förståelse förmedlas till användaren av funktionsbeskrivningen, men eftersom arbetet skulle utföras av högskolestudenten fick studenten av funktionsbeskrivningen hjälp med frågeställningar och funderingar, men inga specifika direktiv. Funktionsbeskrivningen skulle skapas och formuleras av studenten, dock lästes arbetet av handledare på Volvo. Eftersom det inte var handledarna eller programmeraren nere på Volvo var det studenten själv med hjälp från aktörernas personal som skapade funktionsbeskrivningen utifrån tips, kommentarer, infallsvinklar samt information erhållen från aktörerna. Aktörerna ville granska och se hur studenten av funktionsbeskrivningen kunde utföra arbetet till stor del själv, för att få en uppfattning om kunskapen, viljan samt kompetensen fanns hos den utförande studenten. Dock fanns de tre aktörerna alltid tillgängliga för att svara på frågor som ställdes.

När resultatet i de olika upplagorna granskades bad studenten, studenten, att aktörerna skulle vara så ärliga som möjligt. Studenten önskade hellre mycket kritiserande kommentarer för att förbättra arbetet, än åtdragna och snälla kommentarer för att inte såra skribenteten. Aktörerna lyssnade på efterfrågan och de var ärliga och granskade med de kritiska ”glasögonen”, vilket var mycket uppskattat av både studenten och aktörerna när den slutgiltiga upplagan levererades.

För att visualisera villkoren för värmeåtervinningssystemet, redovisas de i punktform för att enkelt indikera vilka signaler eller villkor som behöver uppfyllas för att ett driftfall skall kunna aktiveras. Arbetet har konstruerats för att vara simpelt att använda, och för att användaren enkelt skall kunna ta reda på den önskade informationen. Tanken bakom funktionsbeskrivningens konstruktion och upplägg, är att det skall vara enkelt för användaren att finna önskad information utan att läsa allt för mycket text runt om kring. Målet är alltså att få användaren att förstå samt hitta den önskade informationen och erhålla den snabbt samt enkelt.

Dock kan det vara bra med lite mer djupgående och informativ fakta kring till exempel driftfallen, för att skapa en större förståelse angående värmeåtervinningssystemet. Det här går att väga fram och tillbaka mellan, vilket som är det lämpligaste valet. Dock har arbetet uppfyllt aktörernas krav och de är nöjda med resultatet och det är det mest aktuella målet att uppfylla.

## 7.3 Hållbar utveckling

Att generera avgaser som innehåller CO-utsläpp är negativt för miljön, dock att faktiskt ta till vara på avgaserna är positivt. När Volvo bygger om sitt system så att de kan utvinna energin från avgaserna under sommarhalvåret, kommer det genererar en mer positiv effekt eftersom avgasernas energi inte går till spillo. Dock kommer det att vara en dyr investering, men under en snar framtid kommer deras investering vara ekonomisk, ekologisk och samhället.

Eftersom Volvo kommer att kunna försörja sin egen anläggning till en stor del, både med kyla och med värme, kommer de inte behöva köpa kyla eller värme i samma mängd som de idag gör. Volvo kommer fortfarande att försörja Skövde kommun och dess Fjärrvärmenät under vinterhalvåret. Dock kommer Volvo att försörja några av sina anläggningar med kyla under sommarhalvåret som kommer ge en positiv effekt hos medarbetarna.

Om medarbetarna förses med kyla under sommarhalvåret kommer de anse det som positivt, och enklare kunna utföra sitt arbete trots en het sommardag. Det kommer ge Volvo en ekonomisk vinning i sig, medan medarbetarna faktiskt kan trivas på jobbet oavsett väder eller temperatur. Att medarbetarna trivs och kan utföra sitt arbete utan att behöva uppleva stark hetta eller kyla kan anses som socialt hållbart. Volvo tar hand om sina medarbetare och försöker göra inomhusklimatet humant oavsett årstid, väder eller temperatur.

En annan punkt inom samhället och den sociala hållbarheten är att Volvo hjälper till att förse Skövde stad och kommun med värme under vinterhalvåret. De är med och försörjer kommunen med värme

som anses som ”gratis” eftersom den kommer från redan producerade avgaser, vars värme har utvunnits.

Ur det ekologiska synsättet kommer det medföra att avgaserna faktiskt tas till vara på under hela året. Det medför att producenten av avgaserna försöker att använda avgaserna till största möjliga mån, eftersom de redan är producerade. Volvo använder Gjuteriets heta avgaser istället för att släppa ut dem i luften, och om det kan göras även på sommaren skulle det medföra en viss skillnad ekologiskt. Avgaserna kommer fortfarande att föras ut i luften och atmosfären, det är inget någon industri kan förändra. Dock kan industrier välja att göra något med de producerade avgaserna, och det gör Volvo. De tar till vara på sina avgaser och utvinner i dagsläget värme för att hjälpa till och förse Skövde kommun med fjärrvärme under vinterhalvåret.

Volvo är väl medveten om att deras avgaser sprids i luften, men de försöker att göra det bästa utav det och förser anläggningen och staden med fjärrvärme så fort det finns möjlighet till det. Volvo gör alltså det bästa ur en negativ påverkan, för att göra utsläppet så positivt som möjligt.

# 8 Slutsats

Syftet med det utförda arbetet hos aktörerna, var att skapa en funktionell och lätthanterlig funktionsbeskrivning för att underlätta samt skapa stöd för nuvarande men även ny personal som skall arbeta med värmeåtervinningssystemet. Med hjälp av syftet, målen och metodiken uppfylldes aktörernas önskan och resultatet var uppskattat när den slutgiltiga versionen levererades.

Aktörerna önskade information kring start- och stoppkriterier, regulatorer, driftfall, drift, underhåll samt styrning av värmeåtervinningssystemet.

De steg och moment som utfördes under arbetets gång har resulterat i ett godkänt dokument hos aktörerna och de är nöjda med arbetet. För att kunna nå det färdiga resultatet genomfördes studier i anknytning till PLC-programmet samt systembilderna. Det utfördes även studiebesök och intervjuer. Dessa moment var byggstenarna för att kunna få ett godkänt resultat.

När dokumentet, funktionsbeskrivningen, skapades fanns det ingen angiven ordning eller standard, där av fanns det större valmöjlighet och fler alternativ att väga mellan. Planen var därför att skapa en logisk uppbyggnad och ordning utifrån PLC-programmet och systembilderna. Upplägget var uppskattat av aktörerna eftersom det var logiskt och pedagogiskt upplagt, samt informativt och givande med relaterade bilder och bilagor.

Arbetet gav en djupare inblick i hur en funktionsbeskrivning skall genereras och konstrueras för att den skall gå att förstå av användaren. Dock var det nog till en fördel att studenten som utförde arbetet inte var insatt i värmeåtervinningssystemet när arbetet påbörjades. Det medförde att studenten kunde skapa en djupare, bättre och mer detaljerad dokumentation samtnän bidra till större förståelse för hela systemet. Studenten kunde ur eget perspektiv skriva för att förstå och skapa förståelse. Eftersom studenten kunde skriva ur ett sådant perspektiv, medförde det att funktionsbeskrivningen blev mer heltäckande och informativ för personer med lägre förståelse för värmeåtervinningssystemet.

# 9 Framtiden

## 9.1 Utbyggen

Idag utvinns bara värmen från avgaserna under vinterhalvåret, vilket medför att under sommarhalvåret går energin rakt ut i luften. I framtiden planeras det att komplettera upp systemet i olika steg. Ett av stegen är att göra om en gammal oljetank i VC2, till en ackumulatortank (vattentank). Ackumulatortanken kommer att fyllas när avgaspannan inte är tillåten att släppa ut värme på fjärrvärmenätet när varma utetemperaturer mäts.

När kyla är eftertraktad inne på Volvos anläggning kommer ackumulatortanken tillsammans med avgaspannan att slussa vatten till de så kallade absorptionskylmaskinerna, samt även att driva kylmaskinerna. När kylan är producerad kommer den att transporteras ut till A-fabriken där VC2 ligger. Kylan kommer kunna transporteras till fabriken genom redan befintliga kylvattenledningar.

Först kommer A-fabriken att bli utrustad med kyla, men tanken är att fler fabriker skall bli utrustade i framtiden. Eftersom E-fabriken är utrustad med samma typ av kylvattenledning, kommer E-fabriken troligen vara den nästkommande fabriken som blir utrustad med kyla från absorptionskylmaskinerna.

Absorptionskylmaskinens funktion är alltså att kyla varmvattnet från avgaspannans system för att i sin tur kunna kyla den angivna anläggningen när det önskas, och kommer mest vara aktivt under sommarhalvåret. Under vinterhalvåret kommer värmeproduktionen från avgaspannan fungera som den har gjort tidigare.

## 9.2 Programkod

Under arbetets utförande uppmärksammades viss programkod som onödig, felaktig eller helt enkelt oklar. Den koden som var mest oklar är de två olika torkprogrammen i samband med sotningen. Där av skall oklar samt felaktig programkod granskas efter arbetets genomförande, för att säkerställa att programmet fungerar på rätt sätt.

Anteckningar kring programkoden har förts under arbetets gång för att enkelt kunna granska programkoden som blivit anmärkt när arbetet med funktionsbeskrivningen har slutförts.

## 9.3 Nytt styrsystem

I framtiden planeras systemet att omprogrammeras till ett nytt styrsystem, det vill säga att det nuvarande programmet kommer moderniseras med hjälp av en ny OP-panel och PLC samt uppdaterad programkod om nödvändigt. Där av är funktionsbeskrivningen till stor hjälp, eftersom den kan användas vid omprogrammeringen till den nya PLC:n.

Styrsystemet planeras att omprogrammeras under en snar framtid, och det utförda arbetet med att skapa en funktionsbeskrivning kommer underlätta mycket vid omprogrammeringen. Eftersom alla larm, kriterier, villkor etcetera finns beskrivna samt formulerade i text, som i sin tur kan underlätta för programmeraren.

### 9.3.1 Förbättringsförslag

När omprogrammeringen sker bör upplägget av själva adresserna samt I/O-signalerna göras på snarlikt sätt eftersom de är välstrukturerade och lättförståeliga. Dock bör programmeraren inkludera kommentarer för de olika funktionerna som programmeras i de så kallade ”Networks”, för att underlätta felsökning och omprogrammering i framtiden. Kommentarerna behöver inte vara djupgående, utan bara ge en generell beskrivning av funktionen för att underlätta när nästa generation skall ta sig an programmet.

# 10 Referenser


Ahmad, A. & Whitworth, B., 2012. *Interaction Design Foundation.* [Online]
Available at: https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/socio-technical-system-design
[Använd 05 02 2019].

Ayani, M., 2014. Data types. *AU123G Produktionsutrustningar 1*, Högskolan i Skövde, Unpublished, Volume Högskolan i Skövde.

Bell, J., 2006. *Introduktion till forskningsmetodiken.* Lund: Studentlitteratur AB.

Bolinder, M., 2019. *Avgaspanna, Volvo GTO* [Intervju] (10 02 2019).

Centio, 2016. *Centio.* [Online]
Available at: http://www.cenito.se/sv/hmi/
[Använd 08 03 2019].

Dahlberg, S., 2012. *VVS-standard. Volvo Cars & Volvo GTO.* Skövde: Volvo.

Datainspektionen, 2016. *GDPR.* [Online]
Available at: https://www.datainspektionen.se/vagledningar/en-introduktion-till-dataskyddsforordningen/
[Använd 07 05 2019].

Gröndahl, F. & Svanström, M., 2011. *Hållbar utveckling - en introduktion för ingenjörer och andra problemlösare.* Stockholm: Liber.

Gulliksson, H. & Holmgren, U., 2015. *Hållbar utveckling.* Lund: Studentlitteratur.

Haag, B., 1995. *Styrteknik.* u.o.:Liber Utbildning.

Hakon, T., 2019. *Fjärrvärmenät i Skövde kommun* [Intervju] (07 02 2019).

Hanning, D. & Johnson, T., 2002. *Analys vid översättning av PLC-kod från SIEMENS S5 till SIEMENS S7.* Skövde: Högskolan i Skövde.

Hanssen, D. H., 2015. *Programmable Logic Controllers: A Practical Approach to IEC 61131-3 using CoDeSys.* United Kingdom: Wiley.

Holme, I. M. & Solvang, B. K., 1997. *Forskningsmetodik: Om kvalitativa och kvantitativa metoder.* Lund: Studentlitteratur AB.

Källström, A., 2014. *Håller det?.* Halmstad: Bulls Graphics.

Neuman, N., 2010. *Träninslära.* [Online]
Available at: https://traningslara.se/en-kort-genomgang-av-kvalitativ-och-kvantitativ-kostforskning/
[Använd 11 04 2019].

Oates, B. J., 2006. *Researching Information Systems and Computing.* London: Sage.

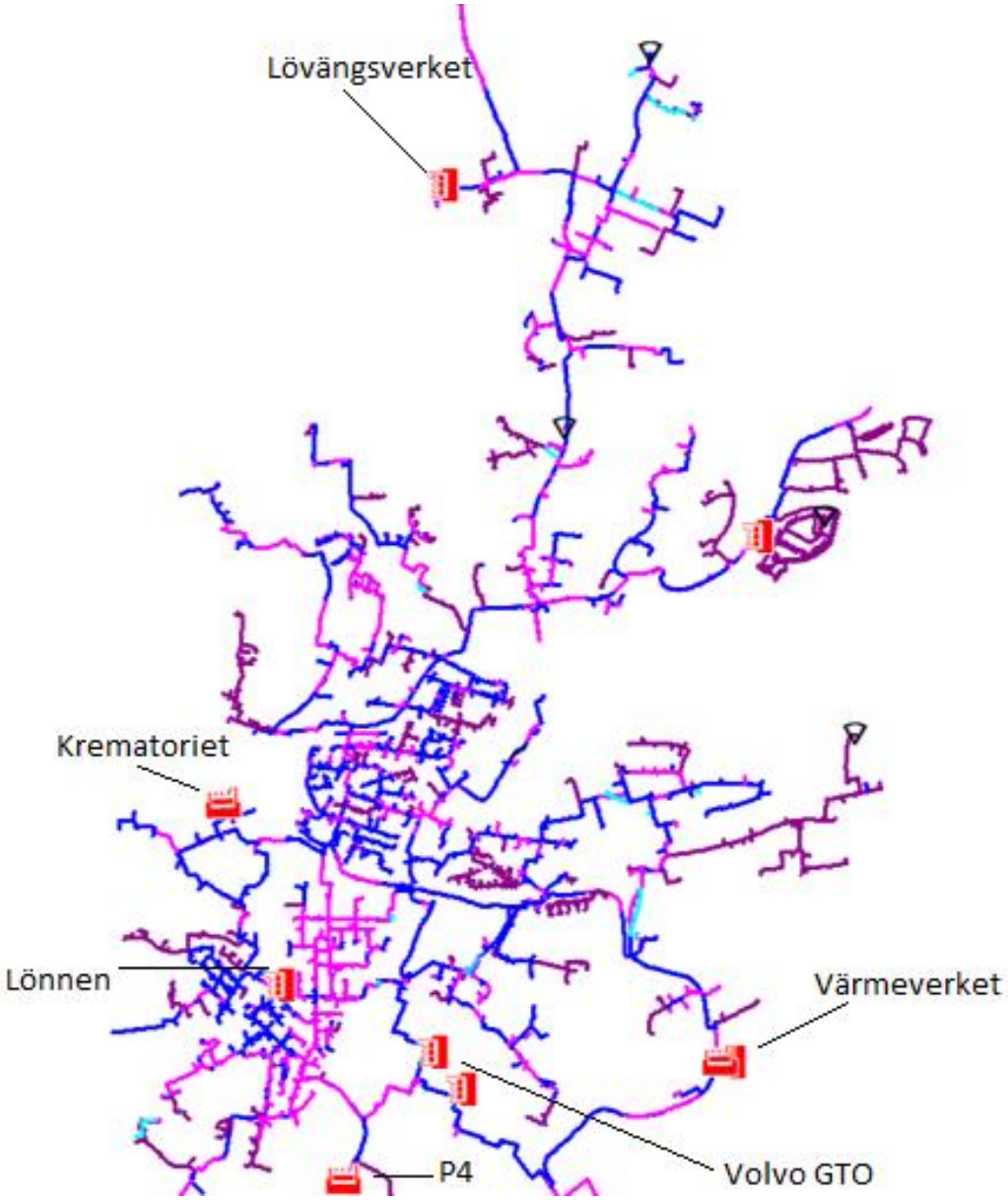
Sabienski, G., 2016. *S7 standarder* [Intervju] (04 05 2016).

Skansholm, J., 2011. *C++ direkt.* Lund: Studentlitteratur.

Volvo, 2018. *Volvo Powertrain, Skövde.* [Online]
Available at: https://sv.wikipedia.org/wiki/Volvo_Powertrain
[Använd 25 01 2019].

VVS, 2019. *Isover.* [Online]
Available at: https://www.isover-teknisk-isolering.se/vvs-ama-koder
[Använd 08 03 2019].

# Appendix A: Fjärrvärmenät, Skövde kommun



# Appendix B: Frågeformulär 1

Frågeformuläret som användes vid den kvalitativa datainsamlingen.

## Frågeformulär: Volvo GTO avgaspanna

| Fråga | Svar |
|---|---|
| Hur länge har du jobbat inom Volvo GTOs underhåll/driftpersonal? | |
| Har du någon gång behövt arbeta vid avgaspannan? | |
| Vet du vilken den grundläggande funktionen är för avgaspannan? | |
| Vet du när sotningen bör ske? | |
| Hur tätt inpå sotningslarmet ska sotningen ske? | |
| Hur går sotningen till? | |
| Övrigt? | |

_____

Signatur

*Signaturen medför att du tillåter informationen, som du har delgett, får ingå i Mikaela Svenssons examensarbete som genomförs i samband med Högskolan i Skövde.*

# Appendix C: Frågeformulär 2

Frågeformuläret som användes vid den kvantitativa datainsamlingen.

## Frågeformulär: Funktionsbeskrivning till Avgaspannan, Volvo GTO

| Fråga | Svar |
|---|---|
| Förstod du innehållet av texten? | |
| Var det något ord du inte förstod? Isf vilket? | |
| Var upplägget av funktionsbeskrivningen bra? | |
| Fanns informationen som kan vara viktig för dig med i funktionsbeskrivningen? | |
| Är det något du skulle vilja ändra? Vad isf? | |
| Övrigt? | |

_____

Signatur

*Signaturen medför att du tillåter informationen, som du har delgett, får ingå i Mikaela Svenssons examensarbete som genomförs i samband med Högskolan i Skövde.*