

# Planering av kylsystem för nya riggutrymmen

Johan Sandelin

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2020



## EXAMENSARBETE

Författare: Johan Sandelin  
Utbildning och ort: Maskin och Produktionsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion  
Handledare: Kenneth Ehrström & Mikael Österroos

Titel: Planering av kylsystem för nya riggutrymmen

---

Datum 7.4.2020

Sidantal 22

---

### Abstrakt

Examensarbetet beskriver ytligt vilka steg som blivit gjorda för att få en planering utförd. Arbetet har blivit utförd åt Wärtsilä Finland Oy i Vasklot, Vasa.

Syftet med arbetet var att få en helhet på vad befintliga utrymmen hade för kapacitet på kylsystemet och att kunna överföra en del av systemen till nya utrymmen. Dokumentering var en viktig roll i detta arbete. Genomförande gjordes delvis i riggutrymmena men mycket utfördes framför dator med beräkningsprogram.

Målet var att få fram olika alternativ till layout och planering på utrymmen samt att få en datasamling på alla riggar så vidare utveckling kan ske mera smidigt.

Slutsatsen blev ett arbete som berättar vad som blivit planerat och tagits i beaktande för möjligt kommande riggutrymmen i Wärtsiläs nya Smart Technology Hub.

---

Språk: svenska

Nyckelord: kylsystem, värmeväxlare, planering

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Johan Sandelin
Koulutus ja paikkakunta:	Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Koneensuunnittelu
Ohjaajat:	Kenneth Ehrström & Mikael Österroos

Nimike: Jäähdytysjärjestelmän suunnittelu uudelle rigg-alueelle

---

Päivämäärä 7.4.2020

Sivumäärä 22

---

### Tiivistelmä

Opinnäytetyössä kuvataan yksityiskohtaisesti, mitkä toimenpiteet on toteutettu uuden jäähdytysjärjestelmän suunnittelun aikaansaamiseksi. Työ on tehty Wärtsilä Finland Oy:lle Vaskiluodossa Vaasassa.

Työn tarkoituksena oli saada kattava kuva siitä, mitä jäähdytysjärjestelmän kapasiteettia olemassa olevissa tiloissa oli ja pystyä siirtämään osa järjestelmistä uusiin tiloihin. Dokumentaatiolla oli tärkeä rooli työssä. Tämä toteutettiin osittain rigg-tiloissa, mutta paljon tehtiin laskentaohjelmalla tietokoneella.

Tavoitteena oli löytää erilaisia vaihtoehtoja suunnitelmaan ja tilojen suunnitteluun sekä saada tiedonkeruu kaikista laitteista voitaisiin.

Lopputulos on työ, joka kertoo mitä on suunniteltu ja otettu huomioon mahdollisissa tulevaisuuden rigg-tiloissa Wärtsilän uudessa älykkäässä teknologiakeskuksessa.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: jäähdytysjärjestelmä, lämmönvaihdin, suunnittelu

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Johan Sandelin  
Degree Programme: Mechanical and production engineering, Vasa  
Specialization: Machine construction  
Supervisors: Kenneth Ehrström & Mikael Österroos

Title: Planning of Cooling System for the New Rig Area

---

Date April 7, 2020

Number of pages 22

---

### Abstract

The thesis work describes in detail what steps have been taken to get a planning done. The work has been carried out for Wärtsilä Finland Oy in Vasklot, Vasa.

The purpose of the work was to get a complete picture of what existing capacity of cooling system rig-test have and to be able to transfer some of the systems properties to new spaces. Documentation was an important role in this work. Implementation was partly done in the rig spaces, but much was done in front of a computer with a calculation program.

The goal was to find different alternatives of layouts, planning of spaces and to get a data collection on all rigs so further development can be done more smoothly.

The conclusion was a work that tells what has been planned as well as a consideration for possible future rig-spaces in Wärtsilä's new Smart Technology Hub.

---

Language: Swedish

Key words: cooling system, heat exchanger, planning

---

## Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Företagsbeskrivning .....	1
1.1.1	Research and Development, R&D.....	1
1.2	Bakgrund .....	2
1.3	Syfte .....	2
1.4	Avgränsning.....	3
1.5	Mål.....	3
2	Teori .....	4
2.1	Kylsystem .....	4
2.1.1	Värmeväxlare .....	4
2.1.2	Pumpar .....	5
2.1.3	Rör .....	5
2.1.4	Ventiler .....	6
2.1.5	Tryckgivare .....	7
2.1.6	Temperaturgivare .....	7
2.2	Värmeöverföring .....	8
2.2.1	Formler .....	9
2.3	Tryck .....	11
3	Metod .....	12
3.1	Granskning och planering.....	12
3.2	Dimensionering.....	12
3.2.1	Värmeväxlare .....	12
3.2.2	Rörsystem och strypventiler.....	12
3.2.3	Pumpar .....	13
3.3	Kalkylator .....	13
3.3.1	MathCad .....	14
3.4	Schemaritningar .....	14
4	Resultat .....	15
4.1	Dimensionering.....	15
4.1.1	Rör .....	15
4.1.2	Ventiler .....	15
4.1.3	Värmeväxlare .....	15
4.1.4	Pumpar .....	16
4.1.5	Ritningar .....	16
4.1.6	Förslag.....	16
4.2	Krav.....	20
4.2.1	Tryck.....	20

4.2.2	Flöde .....	20
4.3	Val av system.....	20
5	Diskussion.....	21
6	Källförteckning.....	22

## **1 Inledning**

Examensarbetet har blivit utfört för riggtest, vid Wärtsilä Finland Oy i Vasklot. Arbetet blev aktuellt när enheten i Vasa centrum skulle flytta hela sin verksamhet till en ny enhet på Vasklot, i Vasa.

Under studierna till ingenjör med inriktning maskinkonstruktör har man kommit i kontakt relativt mycket med värmeöverföring i olika kurser. Därför är detta ämne känt från tidigare och blev därför ett lättare beslut att ta an detta examensarbete.

Arbetsgruppen som jag utfört detta examensarbete åt hör till R&D och var i behov av en utredning av kylsystemet. Detta gav en möjlighet att göra det som ett examensarbete.

### **1.1 Företagsbeskrivning**

Wärtsilä Finland Oy är ett internationellt företag som är världsledande på energilösningar och förbränningsmotorer. Företaget har internationellt ca 19 000 anställda och har ett stort utbud av produkter och lösningar.

Wärtsilä har två huvudgrupper i sin organisation, vilka är Energy solutions och Marine solutions. (Wärtsilä, Wärtsilä Oss, 2019b)

Wärtsilä grundades år 1834 för att driva ett sågverk i Tohmajärvi, Finland. Nästan hundra år senare levererar Wärtsilä sin första dieselmotor år 1942. (Wärtsilä, Wärtsilä Historia, 2019a)

#### **1.1.1 Research and Development, R&D**

R&D är en avdelning som håller på med komponent- och produktionstester för nya och äldre produkter som Wärtsilä har kommit ut med på marknaden. Alla tester som utförs för företagets del hör idag till något specifikt projekt som har blivit godkänt av ledningen.

Utsläpp och miljöpåverkan hör till de största frågorna som Wärtsilä försöker lösa med unika, nytänkande och hållbara lösningar. För att hålla en hög kvalitet på nya produkter krävs det tester för att lyckas och där kommer R&D in i bilden. (Wärtsilä, Wärtsilä R&D, 2019c)

## 1.2 Bakgrund

Detta examensarbete har fått sin start i och med att Wärtsilä Finland beslutade att bygga upp ett så kallat ”Smart Technology Hub” på Vasklot. De kommer att flytta sin nuvarande verksamhet från Vasa centrum och delar från Runsor till det nya STH. Under planeringsskedet blev det beslutat att möjligtvis flytta stora delar av riggtest till nya utrymmen.

Planering av nya testutrymmen och dimensionering av kylsystemet till kommande utrymmen är viktigt att få rätt dimensionerat från början. Under alla verksamhetsår hittills som riggtest varit aktivt har man byggt upp ett system som egentligen inte är dokumenterat till 100 %, utan man har testat om det fungerar. Konstaterar man att det fungerar, gör man inga ändringar oberoende om det blivit en överdimensionering eller exakt storlek på komponenterna. Rördimensionerna varierar stort när man följer kylsystemet i gamla utrymmena och kan ge problem i framtida tester.

## 1.3 Syfte

Syfte med denna uppgift var att dimensionera ett nytt kylsystem i kommande byggnad som blir byggt för en framtida flytt av riggtestcellerna. Koncept på rördragning till värmeväxlare, ventiler och pumpar är i huvudsak uppgiften.

Till uppgiften hör:

- Följa upp vad som finns på tidigare riggar.
- Kontroll av storleksdimensionering av komponenter.
- Beräkningar på nuvarande och vad kommande testceller behöver för kylkapacitet.
- Layout på rördragning i koncepten.



## **1.4 Avgränsning**

Uppgiften som gavs innehöll planering av kylsystem, möjlig layout på nya utrymmen samt kontroll av checklista på vad som finns i nuvarande celler vad gäller tryckluft, ventilation, strömmatning, automation, smörjolja, bränslen, med mera.

Denna mängd arbete kommer tyvärr inte presenteras i detta examensarbete men kommer att bli kontrollerat i ett senare skede.

Detta examensarbete kommer att vara koncentrerat på att få en helhet på riggtests kylsystem som ingen dokumenterat tidigare. Till de nya utrymmen får man dimensionera systemet rätt och får en större helhet på vad som kommer finnas tillgängligt.

## **1.5 Mål**

Målet med detta arbete var att få en översikt över vad som finns och vad som kan göras förbättringar på. Om flytten av testcellerna blir av kommer en hel del utrymme bli ledigt och kan användas för mera lämpliga tester som kan vara till nytta till bredvidvarande utrymmen.

Datasamlingen från alla riggar kommer ge fler möjligheter i framtida tester, eftersom man vet då vad gränserna på systemen är.

## 2 Teori

Teorin som presenteras i detta arbete kommer delvis vara på de komponenter som finns i ett kylsystem, samt formler och uträkningar. Program som använts för att göra uträkningarna har stor roll i kommande resultat.

### 2.1 Kylsystem

Ett kylsystem har uppgiften att transportera bort värme från en koncentrerad plats till en radierande plats så att värmeenergin kan bortföras. Värmeöverföring kan ske på många sätt men vanligaste metoden är luft- eller vätskekylning. (Alvarez, Energiteknik del 2, 2006, s. 1113)

#### 2.1.1 Värmeväxlare

En värmeväxlare är en apparatur som i detta fall överför värme från ett medium till ett annat, vilket kan vara i gas eller vätskeform. Värmeväxlarna konstrueras så att de strålar värmen i mediet via en mellanvägg med största möjliga verkningsgrad. Kalkyler i en egen uppbyggd kalkylator i Excel används för att få fram vilken effekt som kan hanteras genom en viss storlek på värmeväxlare. Från olika tillverkare av kyl- och värmeväxlare får man sen fram hur stora värmeväxlarna skall vara för att klara av totala energiflödet under en specifik tid. Värmeväxlarna som ofta används är tub och plattvärmeväxlare.

**Tubvärmeväxlare** är konstruerad så att värmeöverföringen sker via kontaktytorna runt många små rör som en hel enhet, vilken är inkapslad av ett ytterhölje. Mediet flödar runt rören i sektioner i värmeväxlaren och får på så vis en relativt stor yta att passera så att växlaren får en större verkningsgrad att överföra värmen via. Fördelen med tubvärmeväxlaren är att den kan konstrueras kompakt och ändå ha ett stort flöde genom värmeväxlaren som ger en hög effekt på hur snabbt värmeväxlaren kan kyla eller värma.

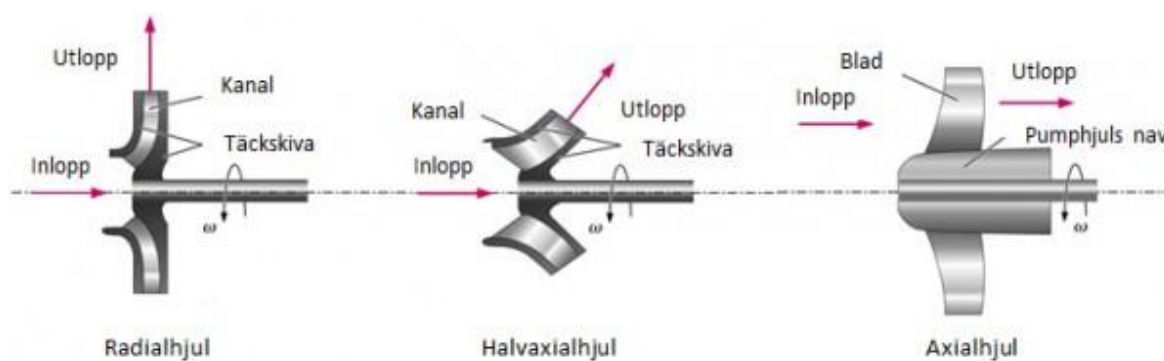
**Plattvärmeväxlare** är konstruerad med så att tunna, veckade plåtar med kanaler i båda kanterna av plåtarna placeras i rad för att bilda en större enhet. Tätningar placeras mellan plåtarna så att inte medierna blandar sig med varandra och att värmeväxlaren inte läcker ut mediet. Fördel med en plattvärmeväxlare är att den stora plåtytan som är veckad kan överföra värme med en mera jämn och effektiv värmeöverföring. Underhåll av en plattvärmeväxlare är dock mer komplicerad och tar längre tid att utföra.

(Alvarez, Energiteknik del 1, 2006, s. 406) (Ekroth & Granryd, 2006, s. 456)

## 2.1.2 Pumpar

En pump har uppgiften att få ett medium i rörelse i ett slutet- eller öppet system så att en cirkulation uppstår i systemet. I dessa fall handlar det om medier i vätskeform. En extern energikälla krävs för att få rörelse på vätskan. Vilket kan åstadkommas exempelvis med en elmotor som är kopplad till ingående axel till pumphuset.

Pumpar som används i kylsystem är oftast av rotordynamisk konfiguration. En **rotordynamisk pump** faller under namnet centrifugalpump eller propellerpump. En centrifugalpump fungerar så att en rotor med vingar på sin axel roterar och slungar ut den inkommande vätskan till pumphuset med en annan hastighet än den inkommande och får på så vis en rörelse på vätskan, vilket får mekanisk roterande energi att bli till hydraulisk rörelseenergi. (Process Contact Scandinavia Ab, 2020) (Soleimani-Mohseni, Bäckström, & Eklund, 2014, ss. 236-243)



Figur 1. Olika konfigurationer på centrifugalpump. (Process Contact Scandinavia Ab, 2020)

## 2.1.3 Rör

Rör i ett system är de längsta komponenterna som kan orsaka tryckfall samt värmeförluster. Beroende på storlek av rörsystem kan man ta i beaktande vilka förluster man får beroende på längd och grovlek på rören. Rörfriktion skall tas i beaktande då pumparna väljs vars toppeffekt förändras. Rörets tryckförlust kan beräknas med formel: (Soleimani-Mohseni, Bäckström, & Eklund, 2014, s. 31)

$$p_f = \lambda \frac{L}{d} \frac{\rho * v_m^2}{2} \quad [\text{Bar}] \quad (1)$$

$p_f$  = Tryckförlusten i röret som beräknas

$\lambda$  = Friktions faktor i röret

L = Rörets längd

d = Rörets diameter

$\rho$  = Densitet på mediet

$v_m$  = Flödes hastigheten i röret

Med hjälp av *Reynolds tal*,  $Re$  för skrovliga rör får man tryckfallet på en specifik längd rör. Talet används för att få fram faktorn på friktion i röret.

#### 2.1.4 Ventiler

Ventiler har till uppgift att styra hur stort flöde på ett medium man låter passera i ett system. I konstruktion av kylsystemet ska ventilers flödesrestriktioner tas i beaktande och jämföras mot behovet. För att få fram tryckfallet som ventilerna orsakar kan formel 2 användas: (Soleimani-Mohseni, Bäckström, & Eklund, 2014, s. 35)

$$p_f = \xi \frac{\rho \cdot v_m^2}{2} \quad [\text{Bar}] \quad (2)$$

Ventiler har tryckförluster och kan uttryckas som en engångsförlust. Vanligaste värden på strypventiler är  $\xi = 0,5 - 10$ , vilket kontrolleras med tillverkaren av strypventilen för exakt att få en ventil tillverkad enligt behov.

$p_f$  = Tryckförlusten i röret som beräknas

$\rho$  = Densitet på mediet

$v_m$  = Flödes hastigheten i röret

$\xi$  = Faktor på engångsförlust

### 2.1.5 Tryckgivare

Valet av tryckgivare i ett kylsystem beror på vilken temperatur och applikation man har. Tryckgivarna i systemet har som uppgift att indikera trycket till en styrenhet som kontrollerar varvtalet på pumpen och hur mycket strypventilerna skall öppna eller stänga. Styrsystemet behöver en signal för att veta hur mycket det skall öka eller sänka beroende på vad grundparametrarna är inställda på. Givarna som kan användas för dessa system är av analog version och använder piezo-effekten för att få signal om tryck, som kan avläsas med analysutrustning eller kontrollsysteem med 0,1 % FSO-noggrannhet.

Valet av denna sorts givare är passande till den konfiguration som kylsystemet skall användas till. Den är mera underhållsvänlig och lättare att installera. Nackdelen är att storleken på givaren är lite stor om de måste installeras i trånga förhållanden. (Alfa laval, 2015)



Figur 3. Exempel på piezo-tryckgivare. (Alfa laval, 2015)

### 2.1.6 Temperaturgivare

För att kunna kontrollera temperaturen i systemet krävs temperaturgivare som kommer ge kontrollsysteem datasinaleer om vilken temperatur på mediet som flödar genom kylsystemet. Alla temperatursensorer har den egenskapen att de skall känna av en fysisk förändring inom komponenten som kan avläsas som ett värde med en analysator som ger kontrollsysteem dess behövlige data. (WatElectrical, 2019)

## 2.2 Värmeöverföring

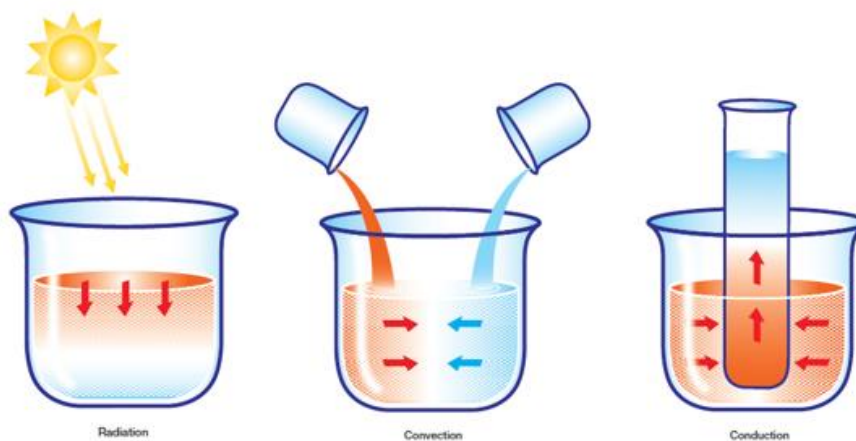
Detta kapitel förklarar hur värmeenergin överförs från värmekällan till vätskan i fråga som fungerar som transportör av värmeenergin och faserna i överföringen.

Värmeöverföring kan ske på tre olika sätt: Konvektion, strålning och konduktion. Överföringen sker alltid i riktning från varmare till kallare. Energin som överförs är samma mängd den kalla sidan tar emot som den varma sidan förlorar. För att energiöverföringen skall ske krävs det en temperaturskillnad mellan ytan/medium.

**Konvektion** är när två medium blandas ihop och blir till ett gemensamt och på så vis får temperaturen att jämna ut sig till en gemensam temperatur. Vid naturlig konvektion får molekylerna i ett medium röra sig fritt och olika snabbt eftersom de har olika stora energiinnehåll, vilket jämnar ut sig efter en naturlig blandning. Vid tvingad konvektion orsakar man med en extern energikälla en rörelse, vilket kan vara en pump som får ett medium att blanda sig och få molekylerna att jämna ut sitt energiinnehåll till varandra. Exempel på konvektion som Figur 2 visar i mitten är då man tappar upp ett badkar med både varmt och kallt vatten skilt för sig, för att få en lämplig temperatur på vattnet.

**Strålning** är när energin som finns i ett medium strålar av sig med elektromagnetism. Energin strålar från energikällan mot en absorberande yta eller ett föremål med ett lägre energiinnehåll, vilket kommer absorbera en del av den strålade värmeenergin.

**Konduktion** är när två medium är i kontakt med varandra med en mellanvägg som skiljer dessa åt och som kan överföra värmeenergi. Energin överförs genom att det är en temperaturskillnad på endera sida, vilket får värmen att dras till det medium som är av lägre temperatur (Alfa Laval, 2004)



Figur 2. Värmeöverföringsmetoder. (Alfa Laval, 2004)

### 2.2.1 Formler

För att få beräkningar på värmeöverföringen i en värmeväxlare behövs formlerna: (Alfa Laval, 2004)

$$\text{Värmeeffekten uträknas: } P = mc_p \Delta T \quad [\text{W}] \quad (3)$$

$P$ = Värmeeffekt

$m$ = massflöde

$c_p$ = Specifika värmekapaciteten

$\Delta T$ = Temperaturskillnad

Logaritmiska medeltemperaturdifferensen behövs för att beskriva den effektiva energiöverföringen in värmeväxlaren och kan uttryckas med formel 4. LMTD kommer med i uträkningen av termiska längden för att få effektiva skillnaden på värmeöverföringen mellan kretsarna.

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} \quad [^\circ\text{C}] \quad (4)$$

Massflödet  $m$ , i systemet beräknas med enheterna [kg/h] varav densiteten  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] på det medium som systemet innehåller.

Värmeöverföringskoefficienten  $k$ , anges som [  $W/m^2 * ^\circ C$ ] och kan definieras:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda} + R_f = \frac{1}{k_c} + R_f \quad (5)$$

$\alpha_1$  = Överföringskoefficienten mellan yta och medium på varma sidan

$\alpha_2$  = Överföringskoefficienten mellan yta och medium på kalla sidan

$\delta$  = Ytans tjocklek som värmen skall genomföras

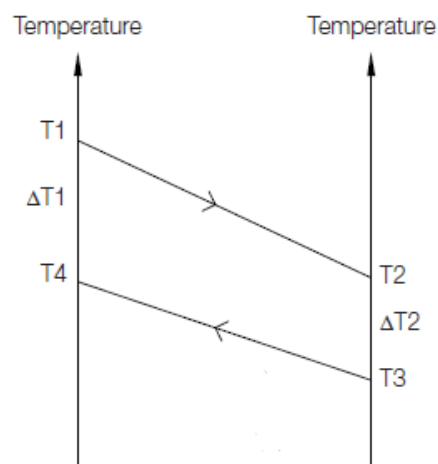
$\lambda$  = Ledningsförmåga på materialet som skall överföra värmen

$R_f$  = Faktor för nedsmutsning

$k_c = k$  = Värmeöverföringskoefficienten

Specifika värmekapaciteten kontrolleras mot datalista för olika medium. [kJ/kg \* °C]

För att få uträkningen för temperaturskillnaden mellan kretsarna måste man känna till in och ut temperaturen på **varma** sidan,  $T_1, T_2$  och **kalla** sidan  $T_3, T_4$ .



Figur 4. Visuellt temperaturdiagram.

Termiska längden  $\Theta$ , är en förklaring på hur lätt eller svårt värmen har att överföra sig mellan de olika sidorna och kan nämnas som:

$$\Theta = \frac{\delta_t}{LMTD} \quad (5)$$



Systemet kräver att det finns en säkerhetsfaktor för att inte beräkningarna blir för exakta så systemet går på 100 % belastning. Säkerhetsfaktorn bör uppnå 10–15 % Faktorn M, kan definieras med tidigare värden enligt:

$$M = \frac{k_c - k}{k} \quad (6)$$

### 2.3 Tryck

Tryck p är en kraft F som är placerad i vinkelrät riktning mot en yta A och kan beräknas enligt:

$$p = \frac{F}{A} \quad [\text{bar}] \quad (7)$$

Tryck mot en vätska behandlar man inte som en area, utan mot en punkt som har lika tryck i alla riktningar. Enheten för tryck är  $1 \text{ N/m}^2$  [Pa] (Alvarez, Energiteknik del 1, 2006, s. 8)

Kylsystemet kräver ett inre tryck för att förhindra att luft kommer in i systemet och kan ställa till med problem. En tryckdifferens på värmeväxlaren gör att man får ett större flöde tillsammans med pumpeffekten och kan på så vis värma/kyla ner under kortare tid.

Vid mätning av vätsketryck i ett rörsystem med flöde används ett pitot-rör och manometer för att analysera vilket tryck det finns i systemet. (Ekroth & Granryd , 2006, s. 368)

Vid mera automatiserad analys och styrning används Piezo tryckgivare som standard.

## **3 Metod**

Kapitlet Metod kommer beskriva tillvägagångssättet för planeringen av kylsystemet.

### **3.1 Granskning och planering**

Planeringen av ett nytt kylsystem till de möjligtvis kommande utrymmen som planeras blev till en början att kontrollera alla riggar som ska flyttas. Vid kontroll skrevs all information ner om kylare, rördimensioner, ventiler, pumpar, och vilka temperaturer de olika riggarna arbetar på.

Efter datainsamling kunde man strukturera upp en helhet av alla riggar och börja placera ut hur man ska få alla koncentrerade på ett smidigt sätt. För att underlätta dimensionering av systemet och större komponenter valdes att bygga upp en ny kalkylator i Excel. Med hjälp av kalkylatorn kan man sen få ihopsatt helheten från alla riggar.

### **3.2 Dimensionering**

Dimensioneringen kommer att bli en helhet då alla komponenter i systemet har granskats och lagts i linje från huvudkylaren till värmekällan som kräver kylning för ett specifikt test.

#### **3.2.1 Värmeväxlare**

Värmeväxlarna kommer att dimensioneras så att alla in- och utgångar har samma dimension och kommer ge en stor fördel då rörsystemet kopplas ihop med värmeväxlarna. Det betyder att man istället dimensionerar strypventiler som är anpassade för riggen och dess behov av kylvattenflöde. Möjlighet att få värmeväxlaren en storlek större är av positiv effekt och kommer ge ett bredare spann av tester som kan utföras. Framtida uppgraderingar av riggarna kan orsaka ett större behov av kylning och då finns utrustningen klart installerad från tidigare och kan tas i bruk tidigare och testerna framskrider snabbare.

#### **3.2.2 Rörsystem och strypventiler**

Rörsystemet som blir draget från huvudkylaren till alla respektive riggar kommer ha samma dimension ända ut till ventilen som stryper vattenflödet till och från riggen. Dimension kommer vara största tillåtna storleken för att alla riggar ska kunna köras samtidigt och systemet klarar av att kyla mer given värmeeffekt. För finare kontroll av kylningen kommer en större och en mindre ventil med olika flödeskurvor installeras.

### 3.2.3 Pumpar

Pumparna i kylsystemet blir dimensionerade enligt hur stort flöde som krävs för att hålla begärd temperatur i riggarna. En huvudpump som cirkulerar hela systemet och mindre sekundärpumpar som höjer flöde och tryck vid behov in till riggen.

### 3.3 Kalkylator

Kalkylatorn byggdes upp i Excel för att underlätta kontrollen av befintliga systemet. Kontrollen av befintliga komponenter kommer visa sig om de är lämpliga för applikationen eller om en förändring kommer att krävas för att inte ligga i överdimension eller underdimension.

Alla behövliga beräkningar för att få temperatur, flöden och tryck lades in och kontrollerades. Efter att rätt data uppfyllts för en rigg, kunde nästa steg i processen tas för att få helhet på kylsystemet.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a pump calculator interface. The spreadsheet has columns for various parameters: Effekt, w; Tryck, bar; Temperatur, °C; Flöden, l/s; Massflöde, kg/s; Värmeflöde, Q; Vatten, H2O; and Olja, SAE 40. The interface includes input fields for pump types (P1, P2, P3, P4), temperatures (T1, T2, T3, T4), and flow rates (1.an, 2.an). A diagram of a pump system is overlaid on the spreadsheet, showing two pumps (P1, P2) and two tanks (T1, T2) with associated flow rates and temperatures. The diagram includes the following data:

- $V_{olja} = 60 \frac{kg}{s}$
- $P_{olja} = 7 kW$
- $p_1 = 4 \text{ bar}$
- $p_2 = 4 \text{ bar}$
- $T_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\Delta T_{olja} = T_4 - T_3 = 10 \text{ K}$
- $T_3 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_1 = 9 \text{ }^\circ\text{C}$
- $p_2 = 1 \text{ bar}$
- $\Delta p = p_1 - p_2 = 3 \text{ bar}$
- $p_1 = 4 \text{ bar}$
- $V_{vatten} = 75 \frac{l}{min}$

Figur 5. Exempel på kalkylatorn.

### **3.3.1 MathCad**

Programmet MathCad 4.0 användes som stödprogram till Excel för att kontrollera att enheter och formler som lades in i kalkylatorn var korrekta. Data som samlades från Excel lades in i MathCad 4.0 för att få en helhetsgranskning.

### **3.4 Schemaritningar**

Ritningar för kylsystemet blev aktuellt efter att layouten på utrymmet blivit planerad och ritade av en annan avdelning. Ritningarna gav möjlighet att skapa alternativa skisser på utrymmen och hur placering av riggarna kommer. Måtten på ritningarna är 1:1 skapade, vilket underlättade rördragningen av systemet. Totala längden av kylsystemet och placering av hjälputrustning fick en bättre klarhet med hjälp av ritningarna. Jämförelse mellan ritningarna och uträkningarna gjordes för att kontrollera att de stämmer överens.

Efter att totala längden blev verifierad kunde data läggas med i kalkylerna för dimensioneringen.

## **4 Resultat**

I detta kapitel presenteras resultatet av arbetet och vilka val som gjorts. Inga mått på dimensioner kan presenteras i resultatet men kan beskrivas.

### **4.1 Dimensionering**

Huvudsaken att få systemet att fungera är ett tillräckligt flöde och tryck. Totala datainsamlingen och beräkningarna gav ett relativt exakt svar som tas i beaktande vid senare design av utrymmen samt en marginal uppåt för vidareutveckling. Problem som kan uppstå vid placering av systemets komponenter är att utrymmet är mycket begränsat.

#### **4.1.1 Rör**

Rörens dimensioner blir enligt totala värmeeffekten dragna för att inte stöta på problem i framtida förändringar av riggarna.

#### **4.1.2 Ventiler**

Ventilerna som installeras blir monterade två bredvid varandra parallellt för att få en noggrannare finjustering. Dimension på strypventilerna blir en större och en mindre som har olika flöden men kommer arbeta i par. Resultatet av att använda två ventiler istället för en stor blir att riggens spann av antal möjliga tester att öka, samt noggrannhet på hur kylningen beter sig under last.

#### **4.1.3 Värmeväxlare**

Värmeväxlarnas storlek kommer att basera sig på den totala värmeeffekt som kan alstras av riggarna. En säkerhetsfaktor på 10 % kommer att läggas på i storlek för att framtida byten av riggutrustning skall underlättas.

Beslut om dubbla huvudvärmeväxlare eller en större värmeväxlare har ej blivit beslutat. Fördelen med dubbla huvudvärmeväxlare är att underhåller på enheterna blir mera smidigt med tanke på att systemet kommer vara igång dygnet runt, vilket alternativet att kunna stänga en växlare i taget vid service underlättar avsevärt. Om liten kyleffekt krävs kan man minska på energiförbrukningen med att köra endast med en värmeväxlare istället för två.

#### **4.1.4 Pumpar**

En huvudpump som ger största behövliga flödet genom systemet blir placerad vid huvudvärmeväxlaren. Ute vid riggarna installeras vid behov sekundära pumpar för att få ett mera kontrollerat flöde genom riggen samt vid behov av tryckhöjning i riggen för ett större flöde.

#### **4.1.5 Ritningar**

Ritningarna har blivit ritad i AutoCAD för att få en större överblick på systemet och blir presenterade med begränsade data och namn på grund av sekretess inom företaget.

Kylsystemet blev ritat med rött och grönt för att visa varma och kalla sidan av systemet. Blåa färgen användes för tryckluft systemet och kunde därför inte definieras som kalla sidan.

Första och andra versionen har en tillgänglig yta på ca 285 m<sup>2</sup> med kontrollrum under hjälpsystemen till riggarna.

Tredje och fjärde versionen har en tillgänglig yta på ca 390 m<sup>2</sup> men med större yta för hjälpsystemen att placeras ovanför kontrollrummet.

Vid planering av systemet kommer skillnaden vara stor beroende på var man beslutar att placera komponenter och riggar.

#### **4.1.6 Förslag**

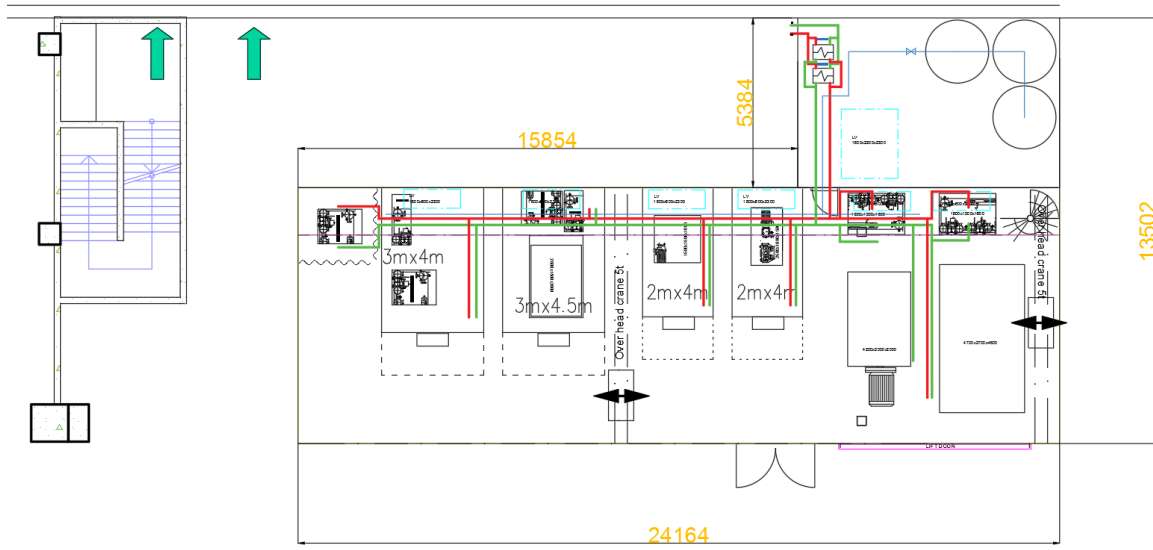
Ritningarna som tagits fram för att visa hur kylsystemet kan dras i de nya utrymmena presenteras i figurerna 6–11. Ritningarna visar dessutom en möjlig layout på utrymmena som kan bli designade.

Fördelarna och nackdelarna är många mellan alla versioner på layout, men dessa skapar möjlighet till diskussioner vid kommande planeringar av designen på utrymmena som ett annat team kommer att arbeta med.

Version 1–2 kommer ha minder yta att placera riggarna på och kontrollrummet blir koncentrerat i ett hörn.

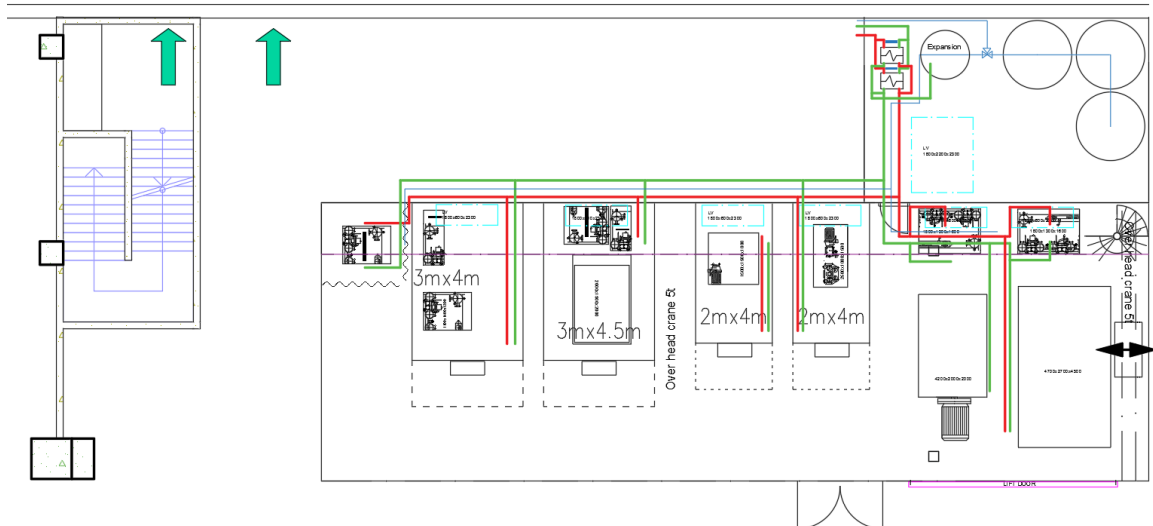
Version 3–4 kommer ha lite större yta för riggarna men kontrollrummet blir mera utspritt och aning större. Så många fördelar med dessa två versioner.

1:a version



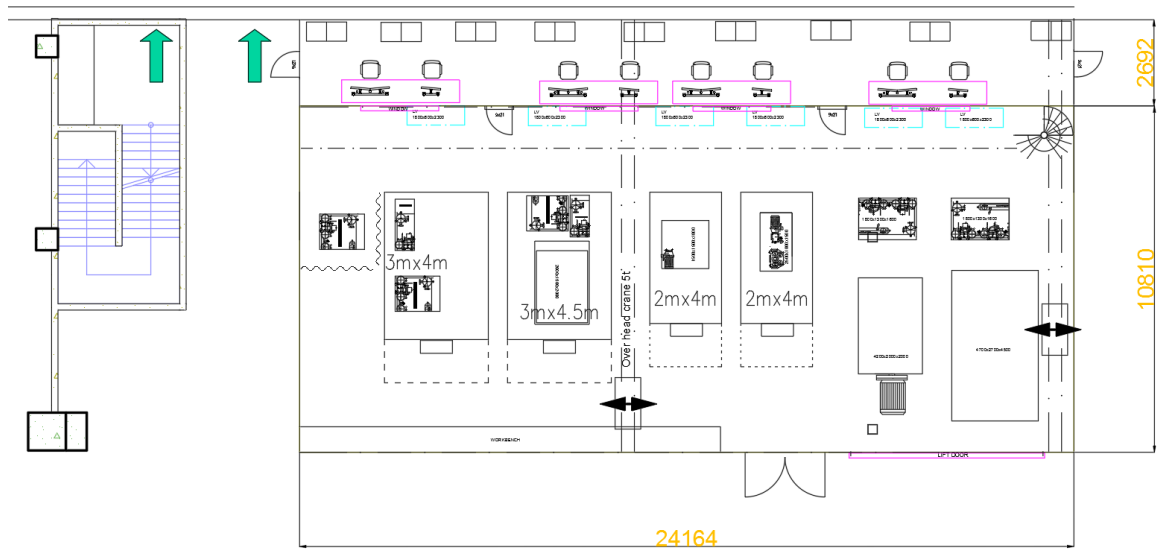
Figur 6. Första version av layout.

2:a version



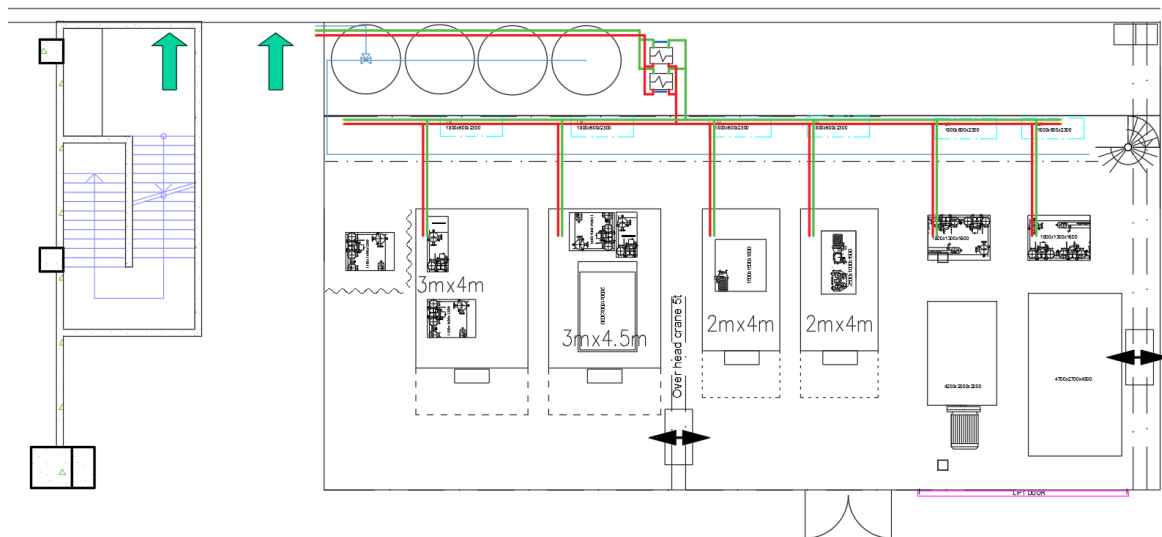
Figur 7. Andra version av layout.

Version 3



Figur 8. Tredje version av layout.

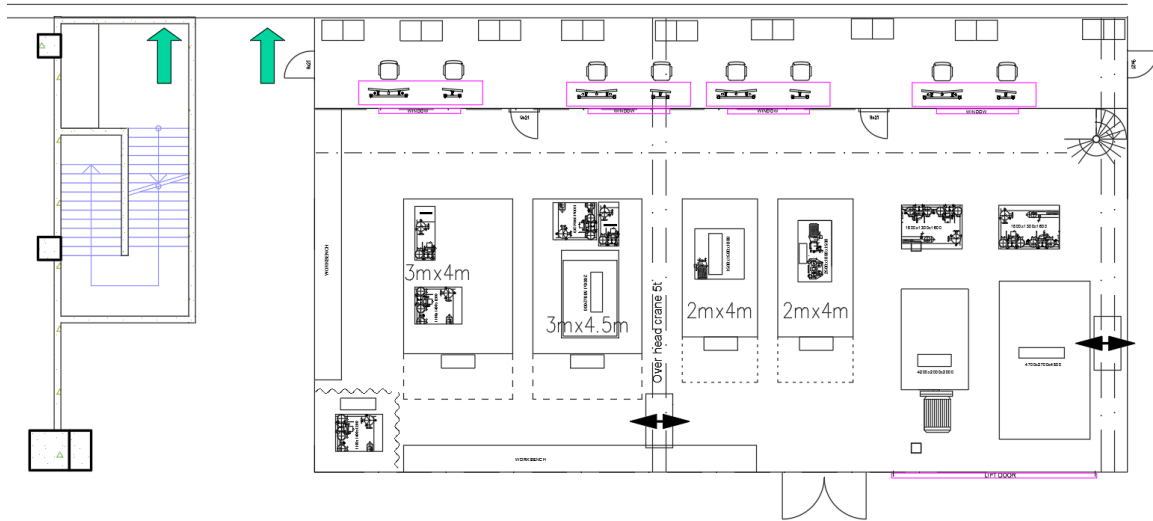
Version 3 vän. 2



Figur 9. Våning två på tredje version av layout.

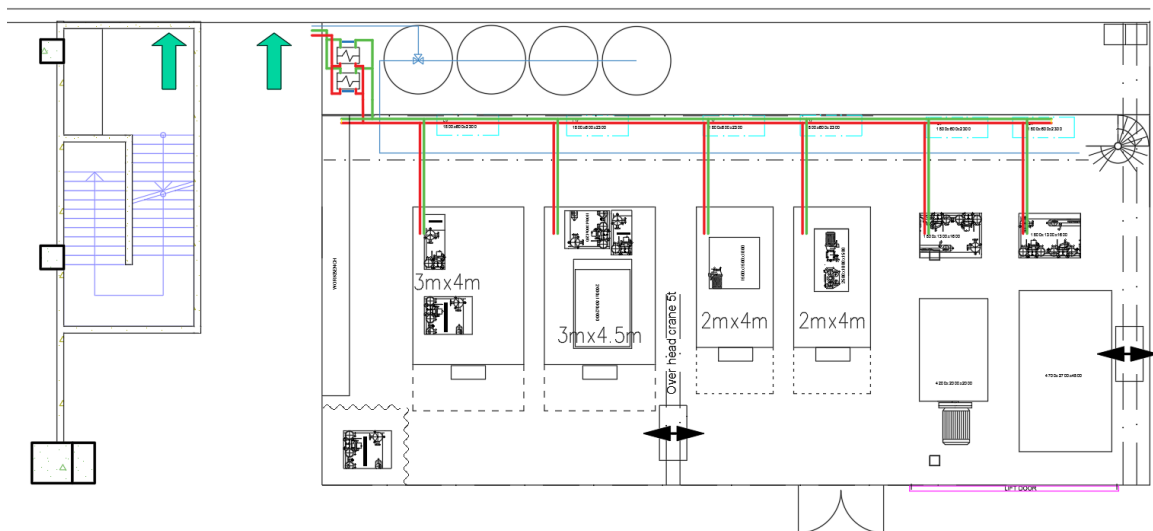


Version 4



Figur 10. Fjärde version av layout.

Version 4 vån. 2



Figur 11. Våning två på fjärde version av layout.

## **4.2 Krav**

Kraven på kylsystemet i denna planering har varit att få en bättre överblick på värmeväxlare, rördimensioner, pumpar och strypventiler. Att få en exakt dimension på kommande kylsystem är i prioritet. Mera ingående på automatik och kontrollsystem har inte hört till uppgiften i detta nuläge men kommer att kontrolleras efter att detta arbete är utfört.

### **4.2.1 Tryck**

Trycket i systemet kommer att begränsas till en nivå som inte kommer att vara behövlig i testbruk. Normalt systemtryck kommer att hållas på 3 bar och rörelsemån inom systemet kommer finnas för framtida behov om val görs att bastrycket skall höjas. Rör och packningar skall klara av tryckförändringen.

### **4.2.2 Flöde**

Kylvattenflödet i systemet kommer variera stor beroende på hur många riggar som är i drift samtidigt men vid maximal belastning av kylsystemet kommer en reservkapacitet finnas tillgänglig. Beräkningarna jämfördes mot verkliga tester. Vid låg kylanvändning kommer flödet i huvudsystemet till riggarna sänkas för att spara energi att driva pumparna.

## **4.3 Val av system**

Koncepten på kylsystemet kommer att tas i beaktande vid designplaneringen och vid framtida val kan man ta ställning till all undersökning och uträkningar för att få fram en klar modell på möjligtvis kommande utrymmen för riggtest i nya utrymmen. Data som samlats och dokumenterats för befintliga system har varit till stor fördel för många olika avdelningar som planerar nya riggar och tester. Det får nya dörrar att öppnas för framtida tester.

Utrymmena som blivit ritade visar ett antal olika lösningar på hur upplägget kan se ut och hur mycket mera yta av totala arealen som kan användas. Alternativen kommer att tas i beaktande vid nya planeringen.

## 5 Diskussion

I denna diskussion kommer framförs vilka sidor av detta arbete som gått bra och vilka som kunde gjorts annorlunda.

Första skedet i detta arbete var att riggtest behövde få dokumenterat vad gamla kylsystemet innehåller och vilka dimensioner det har. Frågor uppstod då ingen vet vad kapaciteten är på det befintliga kylsystemet eftersom det inte uppstått några större problem tidigare. Granskningen av det befintliga systemet var positivt givande eftersom man hade ett kylsystem som fungerar men som är mycket intressant uppbyggt. Utmaningar kom snabbt emot. Det blev en bra grund att stå på för att planera vidare det nya systemet.

Analys av data som samlades var en av de uppgifter som tog mest tid att få helhet på. Stegen för att kontrollera alla dimensioner på komponenterna i befintliga systemet var till en början mycket besvärligt tills en modell av uträkningar var gjorda. Efter att första uträkningen var gjord började analysen gå mycket smidigare.

Alla komponenter som används i ett kylsystem blev inte beslutat i detta skede om vilka tillverkare och antal som systemet kräver för att få det fullt fungerande. Det kommer efter att detta arbete är skrivet att kontrolleras och beslutas, eftersom ingen vet vad planerna är med det utrymme som man blivit tilldelad.

Att hitta teori till alla delar i detta arbete var inte det lättaste men jag såg det som en bra utmaning att få leta källor som passar specifikt till detta arbete. Alla delar som kan tänkas finnas i ett kylsystem som jag planerar har tyvärr inte blivit medtagna. Där kunde en förändring göras så man får med kunskapen om alla komponenter.

Detta arbete har varit givande och ögonöppnande för mig vad gäller att göra ett planeringsarbete, i förhållande till ett konstruktionsarbete som är mera konkret. Att kontrollera de steg som krävs och ha tålamod är en nyckelfaktor för att lyckas.

## 6 Källförteckning

- Alfa Laval. (2004). *Alfa Laval*. Hämtat från <https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/local/united-states/hvac/the-theory-behind-heat-transfer.pdf> Mars 2020
- Alfa laval. (2015). *Alfa laval*. Hämtat från <https://www.alfalaval.se/produkter/flodeshantering/instrument/tryckinstrument/tryckgivare/> den 26 Mars 2020
- Alvarez, H. (2006). *Energiteknik del 1*. Lund: Studentlitteratur.
- Alvarez, H. (2006). *Energiteknik del 2*. Lund: Studentlitteratur.
- Ekroth, I., & Granryd, E. (2006). *Tillämpad termodynamik*. Lund: Studentlitteratur.
- Process Contact Scandinavia Ab. (2020). *PumpPortalen.se*. Hämtat från <https://www.pumpportalen.se/pumphandboken/> den 18 Mars 2020
- Soleimani-Mohseni, M., Bäckström, L., & Eklund, R. (2014). *Energiberäkningar*. Lund: Studentlitteratur Ab.
- WatElectrical. (2019). *WatElectrical.com*. Hämtat från <https://www.watelectrical.com/6-different-types-of-temperature-sensors-with-their-specifications/> den 20 Mars 2020
- Wärtsilä. (2019a). *Wärtsilä Historia*. Hämtat från <https://www.wartsila.com/about/history> Mars 2020
- Wärtsilä. (2019b). *Wärtsilä Oss*. Hämtat från <https://www.wartsila.com/sv/om-oss> Mars 2020
- Wärtsilä. (2019c). *Wärtsilä R&D*. Hämtat från <https://www.wartsila.com/about/research-development> 2020