

# Planering av hydraulenhet till testbänk

Daniel Blomqvist

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för maskin-och produktionsteknik

Vasa 2019



## EXAMENSARBETE

Författare: Daniel Blomqvist  
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Drift- och energiteknik  
Handledare: Kaj Rintanen, Yrkeshögskolan Novia  
Mikael Österroos, Wärtsilä Finland

Titel: Planering av hydraulenhet till testbänk

---

Datum 11.4.2019      Sidantal 32      Bilagor 12

---

### Abstrakt

Mitt examensarbete Planering av hydraulenhet till testbänk behandlar både drifts- och konstruktionsteknik. Examensarbetet har utförts vid Wärtsiläs motorlaboratorium i Vasklot, Vasa, från hösten 2018 till våren 2019.

Avdelningen Rig testing vid Wärtsiläs maskinlaboratorium i Vasklot planerade en ny testbänk varvid grunden till examensarbetet uppstod.

Syftet med arbetet var att planera och konstruera en hydraulisk enhet, som försörjer en testrigg med smörjolja. Testriggar används för att undersöka och testa olika maskindelar till Wärtsiläs motorer.

Målet var att få ett resultat enligt de ställda kraven från företagets sida. För att uppnå detta behövs en gedigen planering från början samt diskussioner med sakkunniga personer inom området.

Resultatet ger en bild över den slutliga enheten med de utvalda komponenterna som har anpassats enligt tillgång till utrymme. Kraven uppfylls trots begränsat utrymme och noggranna beräkningar har lett till ett tillförlitligt resultat.

---

Språk: svenska      Nyckelord: testbänk, hydraulenhet, komponent, P&ID

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Daniel Blomqvist
Koulutus ja paikkakunta:	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Käyttö- ja energiatekniikka
Ohjaajat:	Kaj Rintanen, Yrkeshögskolan Novia Mikael Österroos, Wärtsilä

Nimike: Testipenkin hydraulikkayksikön suunnittelu

---

Päivämäärä 11.4.2019

Sivumäärä 32

Liitteet 12

---

### Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö liittyy tuotanto- ja koneensuunnitteluun. Opinnäytetyö on suoritettu Wärtsilän moottorilaboratoriossa Vaskiluodossa, Vaasassa syksystä 2018 kevääseen 2019. Rig testing-osastolla Wärtsilän moottorilaboratoriossa Vaskiluodossa suunniteltiin uusi testipenkki, josta opinnäytetyö syntyi. Työn tarkoitus oli suunnitella ja rakentaa hydraulikkayksikkö, joka syöttää voiteluöljyä testirigille. Testirigeillä tutkitaan ja testataan koneenosia Wärtsilän moottoreihin.

Tavoitteena oli saada tuloksia, jotka täyttävät yrityksen vaatimukset. Tulosten saavuttamiseksi tarvittiin vankka suunnittelu alusta alkaen ja keskustelua alan asiantuntijoiden kanssa.

Tulos antaa kuvan lopullisesta yksiköstä ja valituista komponenteista, jotka on sovitettu tilaan. Vaatimukset täyttyvät vaikka tilaa on rajoitetusti ja tarkat laskelmat ovat johtaneet luotettavaan tulokseen.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: testipenkki, hydraulinen yksikkö, komponentti, P&ID

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Daniel Blomqvist  
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering  
Specialization: Operation and Energy Technology  
Supervisors: Kaj Rintanen, Yrkeshögskolan Novia  
Mikael Österroos, Wärtsilä

Title: Planning of a Hydraulic Unit to a Test Bench

---

Date April 11, 2019      Number of pages 32      Appendices 12

---

### **Abstract**

This thesis work contains both operational and construction techniques. The work was performed at Wärtsilä engine laboratory in Vaskiluoto, Vaasa from autumn 2018 to spring 2019. The department Rig testing at Wärtsilä engine laboratory in Vaskiluoto planned a new test unit; this was the foundation of the thesis work.

The purpose of the thesis is to plan and construct a hydraulic unit, which are feeding a test bench with lubrication oil. Test benches are used to validate and test different kinds of engine parts to Wärtsilä engines. The aim is to get a result according to the requirements from the company. To achieve the aim a well-planned strategy was applied in the beginning together with professionals in the field of work.

The result gives an entire view over the finished unit with certain components, which have been adjusted according to room on the unit. The requirements are accomplished, despite lack of room and accurate calculations have led to a trusted result.

---

Language: Swedish      Key words: Test Bench, Hydraulic unit, Component, P&ID

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte och mål .....	1
1.3	Avgränsning.....	1
1.4	Företaget.....	2
1.4.1	Energy solutions .....	3
1.4.2	Marine solutions .....	3
1.4.3	Services.....	3
1.5	Disposition.....	4
2	Teori .....	5
2.1	Hydraulic valve train.....	5
2.2	Temperaturgivare .....	6
2.3	Tryckgivare.....	8
2.4	Pumpar .....	9
2.5	Värme och kylning .....	10
2.5.1	Värmeväxlartyper.....	11
2.5.2	Beräkning.....	12
2.5.3	Reglering av vätskor .....	15
2.6	Filteringsmetoder .....	17
2.7	Lagar och säkerhetskrav vid hantering av farliga kemikalier .....	17
2.7.1	Hazop analys.....	18
2.8	P&ID.....	18
3	Metod .....	19
3.1	Möten och Planering .....	19
3.2	Dimensionering av komponenter .....	19
3.2.1	Pumpar .....	19
3.2.2	Värmeväxlare .....	20
3.2.3	Reglerventiler .....	20
3.2.4	Tryck-och temperaturgivare.....	21
3.2.5	3D ritning i Siemens NX .....	21
3.3	Uppföljning av komponenter .....	22
4	Resultat .....	23
4.1	Kravlista.....	23
4.2	Komponenter som valts.....	23

4.2.1	Pumparna .....	24
4.2.2	Värmeväxlare .....	24
4.2.3	Reglerventiler .....	25
4.3	Ramkonstruktionen.....	26
4.4	P&ID.....	27
4.5	Resultatet av HAZOP .....	30
5	Diskussion .....	31
6	Källförteckning.....	32

# 1 Inledning

Testkörning av motorer och motorkomponenter görs för att få en tillförlitlig och hållbar slutprodukt. Det här utförs i en testbänk, där motorn eller testtriggen finns. Det krävs en hydraulisk enhet vars uppgift är att tillgodose riggen med både bränsle och smörjning. En nyutvecklad testtrigg utgör grunden till examensarbetet, nämligen planering av en hydraulenhet.

## 1.1 Bakgrund

Bakgrunden till examensarbetet uppstod i samband med en nyutvecklad testtrigg. Eftersom hydraulenheterna byggs internt istället för att köpa färdiga blev detta ett projekt som lämpar sig för examensarbetet.

Uppgifterna för rigtesting utgörs av testning och utvärdering av olika motorer samt motorkomponenter. Utförandet sker med hjälp av olika testbänkar som försörjs med bränsle samt smörjolja via en hydraulenhet även kallad ”powerpack”.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet för detta examensarbete var att planera och konstruera en hydraulenhet till en testbänk. Planeringen skedde enligt specifika krav som gäller för denna typ av rigg. Eftersom företaget utvecklar en ny testtrigg bör det också planeras en hydraulisk enhet till denna. Målet var att planera en fungerande hydraulenhet som uppfyller de specifika kraven.

För att underlätta för framtida underhåll av pumpar, kylkretsar och dylikt bör man eftersträva att i så stor utsträckning som möjligt använda samma typ av komponenter som redan används inom avdelningen. På så vis kan man utnyttja tidigare kunskap och erfarenhet samtidigt som reservdelslagret hålls uppdaterat och optimerat. För att detta skall fungera gjordes en lista över alla beställda komponenter till enheten.

## 1.3 Avgränsning

Examensarbetet avgränsades till dimensionering av komponenter och planering av ramkonstruktion. Dimensioneringen innebär att välja rätt komponenter i förhållande till de krav som är uppsatta. Utöver detta inbegriper arbetet en beställning av alla nödvändiga

komponenter. En högtrycksenhet planerades också in för att kunna utföra de tester som är tänkta.

För att få kylvatten till hydraulenheten skall ett P&ID göras men det praktiska utförandet utförs av annan personal och hör således inte till examensarbetet. Alla eldragningar samt annan elektronik sköts av elektriker. PLC-programmering ingår inte i detta examensarbete.

## **1.4 Företaget**

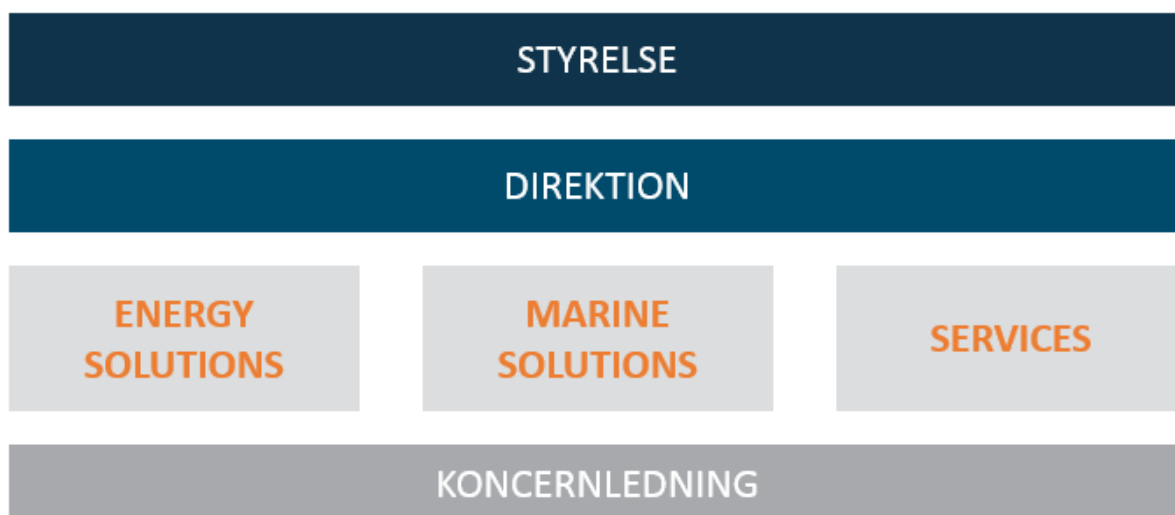
Wärtsilä är ett aktiebolag som är världsledande inom smarta teknologier för marin- och energimarknaderna. Företaget har specialiserat sig på större förbränningsmotorer till kraftverk och fartyg. År 2017 hade företaget en omsättning på ca 4,9 miljarder euro och antalet anställda uppgick till drygt 18 000.

Tohmajärvi, en ort i östra Finland där Wärtsilä startades som ett sågverk och avancerade sedan till ett järnbruk i mitten på 1800 talet.

Inledningen till motorindustrin förverkligades när Wärtsilä ingick ett avtal med det tyska företaget Friedrich Krupp Germania Werft AG. Fyra år efter detta (år 1942) producerades den första dieselmotorn i Åbo. [2]

Verkstadskoncernen Wärtsilä har tre olika huvudgrupper, Energy solutions, Marine solutions och services. [1]





*Figur 1. Företagets organisation [3]*

#### **1.4.1 Energy solutions**

Wärtsilä Energy solutions är en global ledande energisystemintegrator som är specialiserat på olika lösningar inom kraftverksindustrin såsom LNG-terminaler, energilagring och flexibla karftverk som har interna förbränningsmotorer. Omsättningen för denna avdelning år 2017 var ca 1,4 miljarder euro. [1]

#### **1.4.2 Marine solutions**

Wärtsilä Marine solutions utvecklar och säljer olika system inom marinindustrin. Levererar hållbara, effektiva, ekonomiska, flexibla och ekologiska lösningar till den marina industrin. Laboratoriet i Vasklot är en del av Marine solutions och sköter testning och validering av företagets produkter samt nya lösningar. Marine solutions omsatte år 2017 ca 1,3 miljarder euro och hade ca 5800 anställda. [1]

#### **1.4.3 Services**

Wärtsilä services underhåller och stöder en installation under hela dess livscykel genom optimering av prestanda och verkningsgrad. Denna avdelning erbjuder underhåll till fartygsmaskiner samt kraftverk. Dessutom har services en serviceportfölj där det finns reservdelar till kompletta underhålls-, drifts-, och optimeringstjänster. Services omsatte år 2017 ca 2,2 miljarder euro och antalet anställda var ca 10600. [1]

## 1.5 Disposition

Detta kapitel ger en överblick över de olika kapitlen i detta examensarbete.

### 1. Inledning

I inledningen presenteras företaget samt dess olika avdelningar. Här framkommer också syftet, avgränsning och krav.

### 2. Teori

Teoridelen behandlar de områden som är viktigt för examensarbetet, t.ex. komponenter som används i hydrauliken.

### 3. Metod

Här redogörs för de olika metoder som använts för att komma fram till resultatet.

### 4. Resultat

I det här kapitlet framgår resultatet av examensarbetet. Kapitel 2 och 3 ligger som grund till resultatet.

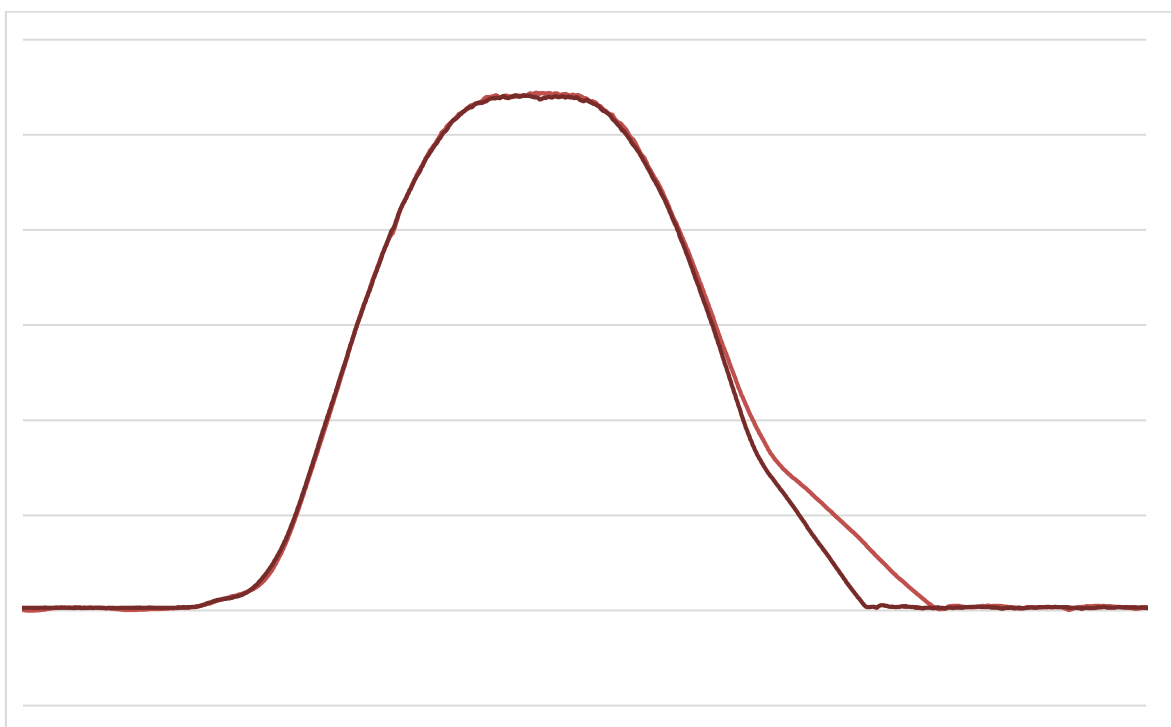
## 2 Teori

I detta kapitel presenteras grundläggande fakta om själva motorn som skall placeras i testbänken samt några av de olika testerna som utförs. Dessutom presenteras också teorin bakom en del av de viktigaste komponenterna i hydrauliken som konstrueras.

### 2.1 Hydraulic valve train

Denna rigg är en typ av testbänk som kommer att möjliggöra snabbare och effektivare tester än tidigare tack vare ny design och nya komponenter. Hydraulic valve train eller ”hydraulisk ventilrigg” kommer främst att användas till att testa olika egenskaper hos ventiltider och få en ännu bredare uppfattning om hur en motor beter sig under förändrade förhållanden.

**VEC** är en förkortning på variable exhaust closing eller variabel avgas stängning vilket betyder att man kan t.ex. justera när avgasventilen skall stängas. Av olika skäl väljer man ibland att förlänga öppningstiden. Eftersom kolven är på uppkommande kan man inte öppna avgasventilen alltför tidigt utan det finns en gräns när öppningen tidigaste kan ske. Med detta fenomen vill man åstadkomma en optimering av förbränningen, det vill säga minska utsläppen och förminska bränslekonsumtionen. Figur 2 beskriver en öppningssekvens av avgasventilen där den blåa linjen representerar den normala öppningen och den gula linjen när man har en VEC process. [4], (Intervju med M.Hallbäck 5.10.2018)



Figur 2. Förenklad version av en VEC-process.

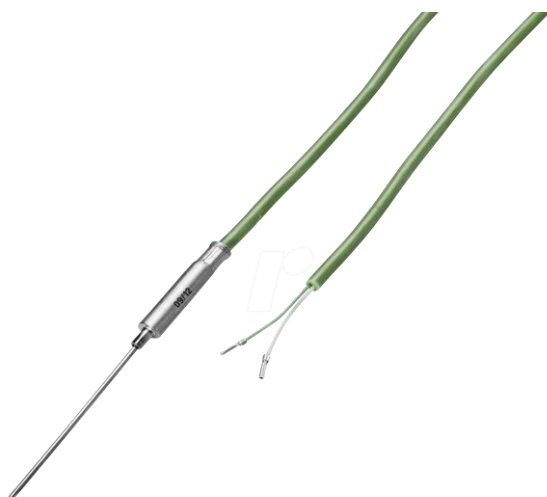
**VIC** är en förkortning på variable inlet closing eller variabel stängning på insugsventil. Till skillnad från **VEC** handlar detta om insugsventilen men principen är den samma. Öppningstiden för insugsventilen förlängs och man vill få in en tillräcklig stor mängd luft för att få en renare förbränning och detta har man nytta av t.ex. vid uppstart och körning vid låg last. [4], (Intervju med M.Hallbäck 5.10.2018)

## 2.2 Temperaturgivare

Vid konstruktion och utveckling av en powerpack används en mängd olika givare som bör vara mycket noggranna vid mätning. Det finns olika typer av temperaturgivare som används i detta projekt och nedan följer en kort funktionsbeskrivning för respektive metod.

**Termoelementet** klassas som en temperaturgivare och denna består av två ledare tillverkade av olika material. Ledarna är isolerade från varandra. Materialen är standardiserade och det vanligaste förekommande termoelementet är av typen **K**, vilket betyder att givaren har två olika ledare av materialet Alumel och Chromel.

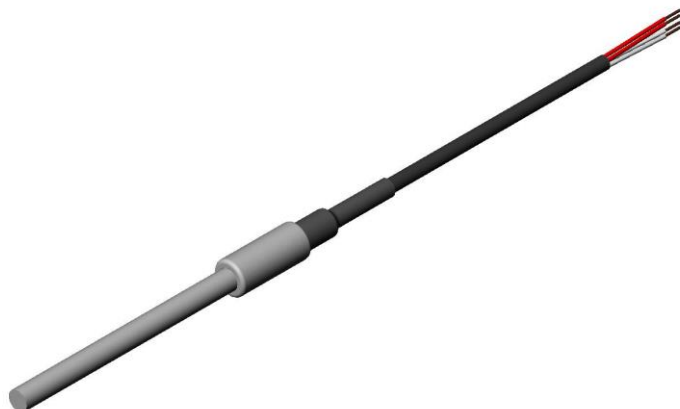
Givaren fungerar på så sätt att den mäter en temperaturskillnad mellan yttersta spetsen på själva givaren och anslutningen till temperaturgivarens terminaler. Skillnaden i temperatur kan räknas ut men i de flesta mätinstrument kompenseras detta automatiskt. Beroende på temperatur som skall mätas används olika material t.ex. vid höga temperaturer används platinatråd vilket också ger en hög kostnad per givare. Termoelement av typen **K** kan användas upp till 1200 °C. [6]



*Figur 3. Exempel på ett termoelement. [6]*

**Pt 100** är en typ av resistanstermometer och namnet anger att resistansen är 100 Ohm ( $\Omega$ ) vid 0 °C. Pt är beteckningen för platina. Vanligaste förekommande är att själva mätelelementet finns i ett rör där det är kopplat till en tilledare som förbinder den anslutande kabeln inuti en skarvhylsa. En tilledare har vanligtvis en maxtemperatur på ungefär 250 °C. Förutom denna typ finns också en kabel som är metallmantlad där mätelelementet är inbyggt och återfinns i olika standardiserade diametrar 3 mm, 4,5 mm och 6 mm. Fördelen med detta är att maxtemperaturen kan höjas avsevärt ända upp till 600 °C.

Fördelen med Pt 100 givaren är att den är välutvecklad som standardgivare samt att den har en mycket god noggrannhet och stabilitet. Nackdelen är att den är relativt dyr och att den är känslig för stötar och vibrationer. [7], [8]



*Figur 4. Exempel på en Pt-100 givare. [7]*

**Strålningspyrometri** sker utan beröring och fungerar genom att elektromagnetisk strålning emitteras från de ytor som är uppvärmda. Temperaturen kan sedan räknas ut på basis av hur stor strålningen är. Strålningspyrometri i sin enklaste form är ett handhållet verktyg (IR-pyrometer) som mäter temperaturen på en yta och detta sker beröringsfritt vilket är positivt eftersom själva temperaturmätningen inte påverkar ytan. Fördelen med denna typ av mätning är att mätningen kan ske på längre avstånd och avläsningen sker snabbt. Nackdelen är att noggrannheten inte är den bästa på grund av ytors olika emissionsegenskaper samt att inbyggda objekt är svåra att mäta temperaturen på. [8]



Figur 5. Exempel på en IR pyrometer, handhållen temperaturmätare. [9]

### 2.3 Tryckgivare

Tryckgivaren är uppbyggd av två stycken centrala delar, sensorelement och elektronik. Det förstnämnda har som uppgift att omvandla trycket till en elektrisk signal och därefter tar elektroniken över som konverterar och linjäriserar signalen. Den elektroniska delen kan t.ex. vara uppbyggd av Wheatstones brygga som i grunden består av tre kända och ett okänt motstånd som ansluts över en galvanometer/vridspoleinstrument och på så vis kan det okända motståndet bestämmas med en stor noggrannhet. Sensorelementet tillverkas i regel på två olika sätt.

**Tunnsfilm på en stålsensor** betyder att en resistiv tunnsfilm av stål läggs på ett membran och fungerar följaktligen som en trådtöjningssensor när membranet påverkas av ett tryck. Membranet ger upphov till en resistans som bestäms av Wheatstones brygga.

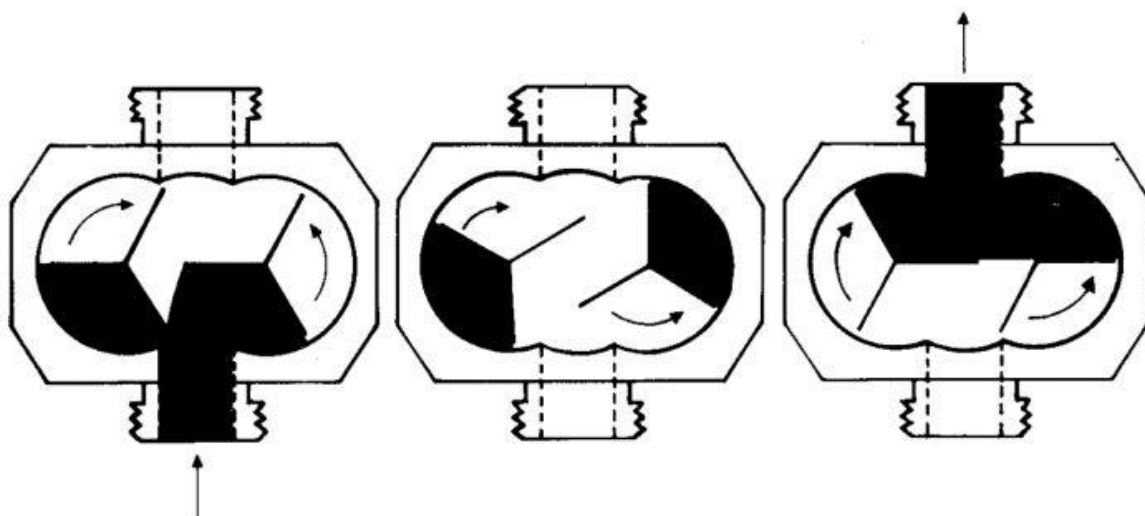
**Tjockfilm på en keramisk sensor** har funktionalitet liknande en tunnsfilmsensor men istället har den en resistiv beläggning på en keramisk kropp. Till skillnad från tunnsfilmen behövs en intern tätning för att keramiken inte skall förenas med tryckanslutningen i metall. Denna typ av sensor är framtagen som en variant till tunnsfilm på en stål sensor och är billigare att tillverka. [5]

## 2.4 Pumpar

Pumpar har som syfte att förflytta ett medium som kan vara en gas eller en vätska. Överlag drivs en pump av en elmotor men det förekommer också att pumpar drivs med hjälp av förbränningsmotorer, ångturbiner och tryckluft. Alla dessa typer av drivmedel omvandlar den ursprungliga energin till mekanisk energi, i detta fall ett vridmoment som sedan överförs till pumpen via en koppling. Slutligen överförs mekaniska energin till vätskan och kan kallas för hydrauliska energin. [10]

**Rotordynamiskapumpen** benäms ofta vid namnet centrifugalpump. Uppbyggnaden består av ett pumphus samt skovelhjul. Som namnet säger utnyttjar den centrifugalkraften på en vätska och därefter byggs en tryckdifferens upp mellan inloppet och utloppet på pumpen och detta leder till att vätskan kommer i rörelse. Rotordynamiska pumpar indelas i två underkategorier, radialpump och axialpump. Den förstnämnda är ett exempel på en centrifugalpump medan axialpumpen är t.ex. en propellerpump som har en vätskeriktning som är parallell med själva propelleraxeln. [10]

**Förträngningspumpen** benäms också vid namnen displacementpump, positiva pumpar och självsugande pumpar. Denna pumpgrupp har en arbetsprincip där vätskan transporteras från sugsidan mot trycksidan. Pumphuset består av hålrum som förminskas vartefter, detta gör att vätskan förträngs och trycks ut vid utloppet, se figur 6.



Figur 6. Arbetsprincip hos en förträngningspump. [10]

Det finns olika typer av förträngningspumpar såsom kugghjulspump, skruvpump, vingpumpar, kolvpumpar och slangpumpar. En stor fördel med förträngningspumpen är att de flesta är självsugande vilket betyder att de kan starta pumparbetet med torrt pumphus och torr sugledning. Viktigt att känna till är att förträngningspumparna skiljer sig en del från varandra och man bör därför känna till vilken typ av vätska som skall pumpas t.ex. en kugghjulspump lämpar sig inte för slitande vätskor eftersom kugghjulen slits snabbare och pumpen tappar sin sugförmåga i förtid. [10]

**Vätskeringspumpar** används ofta för att försörja hushåll med vatten från en brunn men kan också användas som en mindre högtryckspump. Kortfattat fungerar pumpen genom ett pumphjul som är excentriskt placerat och vid rotation bildas en vätskering i pumphuset. [10]

## 2.5 Värme och kylning

Både värmekretsar och kylkretsar är viktiga inom industri och funktionen bör beaktas innan en konstruktion av ett system ritas upp. I detta kapitel presenteras värmelära och olika kylanordningar.

Det finns i huvudsak tre olika typer av värmeöverföring, **strålning**, **konduktion** och **konvektion**. Grunderna inom värmeöverföring är att värme alltid överförs från ett varmare föremål/medium till ett kallare, alltså förutsättningen till det är en temperaturskillnad. Den värme som det varmare föremålet förlorar är lika stor som den värme det kallare föremålet tar emot.

**Värmestrålning** uppstår när ett föremål har en temperatur över den absoluta nollpunkten men föremålet kan också emittera strålningen från någon annan kropp. Strålningen sker i form av elektromagnetiska vågor t.ex. den värmestrålning som ytor med rumstemperatur avger kallas infraröd strålning. Värmestrålning kan beskrivas som vågor och har egenskaper som andra vågrörelser. Våglängden  $\lambda$  kan räknas som

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (1)$$

där  $c$  är ljusets hastighet och  $\nu$  är strålningens frekvens.

**Konduktion** eller värmeledning kan ske i flytande, fasta och gasformiga medier. Värmeenergin sprids mellan material som har kontakt med varandra eller så sprids det enbart inom samma material. Som exempel kan man ta en järnbit som värms endast i en ände och



värmeenergin sprids vartefter mot andra änden av järnbiten. Grunden till konduktion är att värmen och temperaturen är beroende av hur molekylerna och atomerna rör sig. Desto snabbare rörlighet hos atomerna desto snabbare kommer de att stöta ihop med andra närliggande atomer och på så vis sprids energin snabbare. Värmeledning via konduktion kan beräknas enligt *Fouriers lag*.

$$q'' = -k \frac{dT}{dx} \quad (2)$$

där minustecknet står för att flödesriktningen är från varmare mot kallare. Energins flödesriktning  $q'' [W/m^2]$  anger hur snabbt värmeenergin förflyttar sig. Materialkonstanten  $k [W/(m * K)]$  anger ett materials värmeledningsförmåga och är specifikt för varje material.

**Konvektion** eller värmeströmning är ett värmeutbyte som sker när vätska eller gas strömmar förbi en yta. Själva värmeutbytet sker mellan olika medier. Ett enkelt exempel på detta är kylsystemet i en motor där vatten strömmar genom motorblocket för att hålla en rimlig temperatur i hela maskineriet. Fenomenet forcerad konvektion uppstår när det finns pumpar eller fläktar som tvingar vätskan eller gasen över ytan.

Värmeflödet för konvektion kan beräknas enligt följande formel

$$q'' = h(T_s - T_\infty) \quad (3)$$

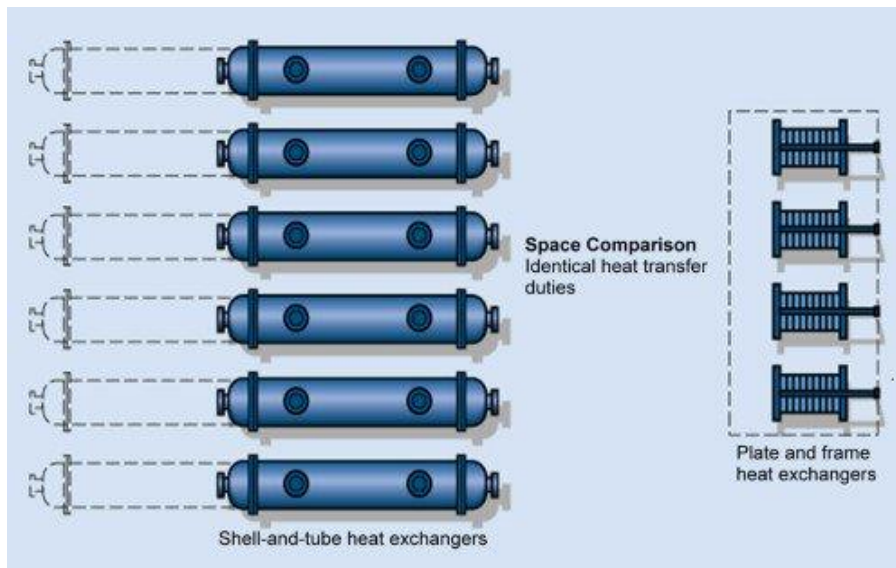
Där  $h$  är en konvektionskoefficient  $[W/m^2 * K]$  som beror av vätskan eller gasen samt dess flödes hastighet över ytan.  $T_s$  är temperaturen på ytan och  $T_\infty$  är temperaturen på vätskan. Ekvationen kallas även Newtons nedkylningslag. [11], [12]

### 2.5.1 Värmeväxlartyper

Det finns flera olika typer av värmeväxlare men i detta examensarbete begränsas behandlingen till den indirekta värmeväxlaren. Dessa typer fungerar så att medierna inte blandas utan det finns värmeöverföringsytor där värmen passerar. De mest använda är platt- och tubvärmeväxlare.

Plattvärmeväxlaren är mycket effektiv inom de flesta områden där kylning krävs. Den har de största tryck-och temperaturgränserna inom de begränsningar som utrustningen klarar av. Inom konstruktion är utrymmet en viktig del vilket gör att plattvärmeväxlaren väljs framom tubvärmeväxlaren (se figur 7 för jämförelse). Eftersom den har tunt material blir också värmeöverföringskoefficienten hög per enhetsyta. En värmeväxlare behöver också service,

bland annat rengöring där en tubvärmväxlare har betydligt tätare serviceintervall jämfört med plattvärmväxlaren där turbulens uppstår fungerar som en självrengörande process.



Figur 7. Storleksjämförelse mellan tub-och plattvärmväxlare.

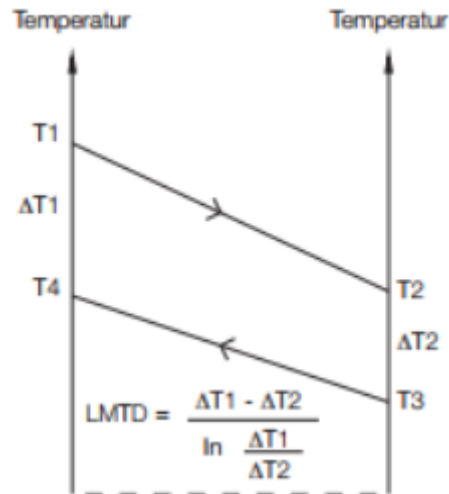
En packningsförsedd värmväxlare har den fördelen att värmeöverföringsplattor kan läggas till eller tas bort beroende på önskad kapacitet, detta är dock omöjligt med lödda enheter. Plattorna i värmväxlaren har olika pressmönster vilket inverkar på tryckfall och effekt. Desto finare mönster desto högre tryckfall och högre effekt. [11]

### 2.5.2 Beräkning

För att göra beräkningar om värmväxlare bör följande värden vara kända.

- T1, inloppets temperatur på varma sidan.
- T2, Utloppets temperatur på varma sidan.
- T3, Inloppets temperatur på kalla sidan.
- T4, Utloppets temperatur på kalla sidan.

Ovanstående kan avläsas från ett temperaturdiagram (figur 8).



Figur 8. Temperaturdiagram. [11]

När temperaturerna är kända kan logaritmiska medeltemperaturskoefficienten (LMTD) räknas ut enligt ekvation 4.

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

Generellt är den mängd värme som avges av det första mediet lika stor som den mängd värme det andra mediet tar upp om den försumbara förlusten till omgivningen inte beaktas.

Effekten (P) kan beräknas enligt följande formel.

$$P = m * C_p * \delta_t \quad [\text{kW}] \quad (5)$$

Där m är massflödet [ $\text{kg}/\text{s}$ ],  $C_p$  är specifika värmekapaciteten [ $\text{kJ}/\text{kg} * ^{\circ}\text{C}$ ] samt  $\delta_t$  som är temperaturskillnaden mellan in- och utlopp som beräknas med ekvation (6).

$$\delta_t = T_1 - T_4 \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (6)$$

Den termiska längden  $\Theta$  kan liknas med hur svårt en uppgift är ur termiskt perspektiv och det beräknas enligt.

$$\Theta = \frac{\delta_t}{LMTD} = \frac{k * A}{m * C_p} \quad (7)$$

Där  $k$  är värmeöverföringskoefficient [ $W/m^2 * ^\circ C$ ],  $A$  är värmeöverföringsytan [ $m^2$ ],  $m$  är massflöde [ $kg/s$ ] och  $C_p$  är specifika värmekapaciteten [ $kJ/kg * ^\circ C$ ].

Viskositet är ett mått på hur trögflytande en vätska är, alltså desto högre viskositet desto mer trögflytande är vätskan. Detta uttrycks antingen i centiStoke (cSt) eller centiPoise (cP).

Värmeöverföringskoefficienten,  $k$  beror av motstånd som orsakas av nedsmutsning, plattmaterialet, typen av vätska samt vilken sorts värmeväxlare som används. Beräkning av den totala värmeöverföringskoefficienten enligt följande.

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda} + R_f = \frac{1}{k_c} + R_f \quad [W/m^2 * ^\circ C] \quad (8)$$

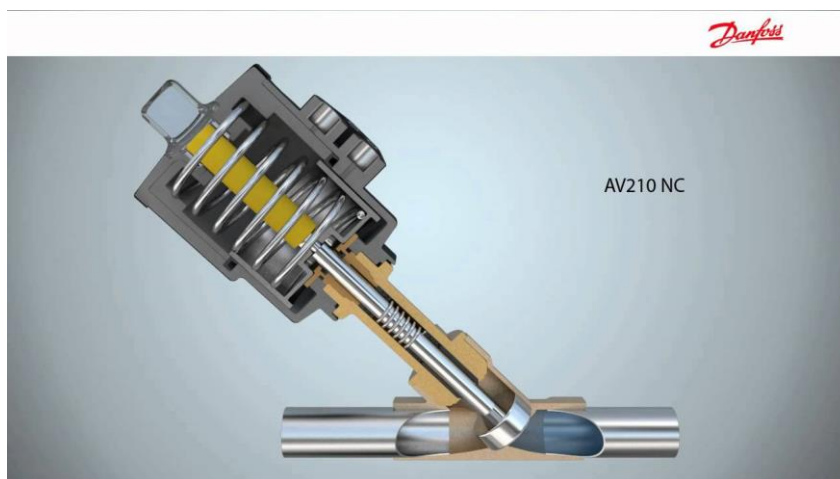
Där  $\alpha_1$  är värmeöverföringskoefficienten mellan varma mediet och värmeöverföringsytan [ $W/m^2 * ^\circ C$ ],  $\alpha_2$  är värmeöverföringskoefficienten mellan kalla mediet och värmeöverföringsytan [ $W/m^2 * ^\circ C$ ],  $\delta$  är tjockleken på värmeöverföringsytan [m],  $R_f$  är nedsmutsningsfaktorn [ $m^2 * ^\circ C / W$ ],  $\lambda$  är värmeledningsförmågan [ $W/m^2 * ^\circ C$ ] hos materialet som skiljer medierna åt,  $k_c$  är den rena värmeöverföringskoefficienten [ $W/m^2 * ^\circ C$ ] samt  $k$  som är konstruktionens värmeöverföringskoefficient [ $W/m^2 * ^\circ C$ ].

Vid konstruktion av en värmeväxlare bör det finnas en säkerhetsfaktor/konstruktionsfaktor  $M$  och bör vara för en plattvärmeväxlare kring 0-15% beroende på vattenkvalitet. Beräkning sker enligt följande ekvation. [11]

$$M = \frac{k_c - k}{k} \quad [\%] \quad (9)$$

### 2.5.3 Reglering av vätskor

För att reglera vätskor finns det några välkända alternativ. **Vinkelsätesventiler** där anslutningarna både öppnas och stängs med hjälp av en kula, tallrik, platta och en kägla. För att ventsätet skall hålla tätt finns det oftast en elastisk packning. Fördelen med denna typ av ventil är att den har få rörliga delar vilket bidrar till en längre livslängd samt att den är robust och okänslig för smuts. [13]



Figur 9. En vinkelsätesventil. [13]

**Solenoidventiler** är ett annat sätt att kontrollera flödet. Den omvandlar elektrisk energi till mekanisk energi. Solenoiden är monterad på en ventil och när solenoiden är aktiverad öppnar eller dras en kolv som annars skulle blockera strömningen. Solenoidventilen kan kontrollera både gaser och vätskor på ett enkelt sätt samt om det krävs reglering från låga flödesvolym till högre flödesvolym. Vätskan som skall regleras bör vara relativt ren eftersom ventilen är känsligare för smuts än t.ex. vinkelsätesventilen. [13]



Figur 10. Olika typer av solenoidventiler. Det blåa/svarta skalet är själva solenoiden och ventilhuset är tillverkat i massing. [13]

**Termostatventilen** är den mest hållbara och är okänslig för smuts. Den behöver varken elektricitet eller kontrolluft. Ventilens termostat är förinställd på en viss temperatur eller så kan den justeras mellan olika lägen och öppnar mekaniskt därefter när kravet är uppnått.

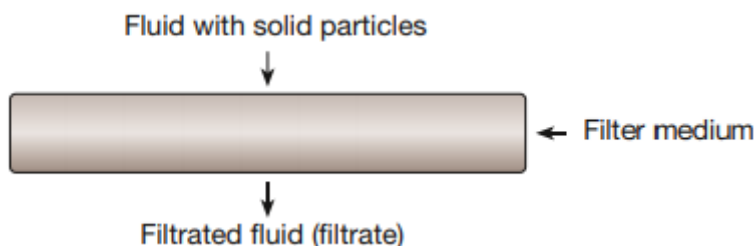
[13]



Figur 11. En ventil som fungerar med en termostat. [13]

## 2.6 Filteringsmetoder

Vid filtrering av vätskor finns det två olika metoder, yfiltrering och djubäddsfiltrering. Yfiltreringsprincipen bygger på att partiklar samlas på ytan av själva filtret. Där bildas ett lager av partiklar och rengöringen sker genom att skölja eller spola filtret i motsatt flödesriktning.



Figur 12. Allmänna principen av filtrering. [14]

I **djubäddsfiltreringsprincipen** strömmar partiklarna och vätskan genom ett filter där partiklarna samlas upp medan den reade vätskan fortsätter vidare. Vid användning av denna typ ökar tryckfallet vartefter smutsen samlas i filtret. När tryckfallet har uppnått en viss nivå byts filtret ut. [14]

## 2.7 Lagar och säkerhetskrav vid hantering av farliga kemikalier

Den huvudsakliga kemikalien som hanteras vid hydraulikenheten är smörjolja. Rörsystemen som byggs skall följa utdraget ur *lagen om säkerhet vid farliga kemikalier och explosiva varor*, besiktning av rörsystem:

”Verksamhetsutövaren skall se till att rörsystemet besiktigas innan det tas i bruk och därefter periodiskt. Besiktningarna görs av ett besiktningorgan som avses i 100 §”. [16]

*Lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor, placering av farliga kemikalier i byggnad:*

”Aggregat, cisterner, silor och styckegodsutplag som innehåller farliga kemikalier ska i en byggnad placeras så att principerna enligt 21 och 22 § uppfylls”. [16]

” Avståndet från en cistern och en silo till väggen och till en annan cistern eller silo ska vara minst en meter”. [16]

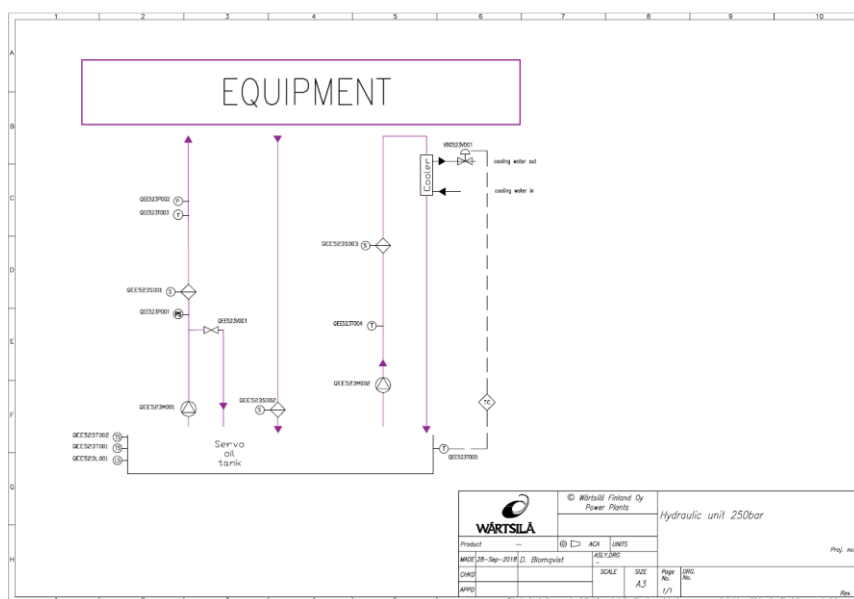
” Farliga kemikalier ska upplagras på de platser som anvisats för dem”. [16]

### 2.7.1 Hazop-analys

Hazard and Operability study (Hazop) är en riskanalys där man systematiskt och strukturerat går igenom en process. En Hazop analys på en hydraulisk enhet kan gå till på följande sätt, personer som har konstruerat enheten samt säkerhetsansvarig kontrollerar steg för steg vad som kan hända i olika situationer. Frågor som ”vad händer om pumparna stannar eller om temperaturen blir för hög i systemet” kan analyseras. [15]

## 2.8 P&ID

Ett schema som presenterar hydrauliska enheten ritades för att få en bild över vad som behövs och i vilken ordning komponenterna skall placeras. Eftersom testcellen där riggen skall placeras saknade ett vattensystem för kylning ritades också ett sådant. Kylare, expansionskärl, ventiler och dylikt är ett måste att rita in eftersom utomstående personer utför uppbyggnaden av system. För att hålla reda på komponenterna i varje schema ges såkallade taggnamn till varje enskild komponent. Alla P&ID har ritats i AutoCad Mechanical 2018.



Figur 12. Exempel på ett förenklat P&ID



## **3 Metod**

I detta kapitel redogörs för metoder som använts för att bestämma och dimensionera komponenterna.

### **3.1 Möten och planering**

Möten angående planering av enheten ordnades för att få en bild över situationen. Det fanns gott om kunskap inom rigtesting avdelningen från liknande uppgifter samt en del material att tillgå. Planeringsskedet krävde en hel del tid till att hitta den väsentliga informationen till examensarbetet. Planeringsfasen innebar bland annat att rita P & ID samt en kravlista för att få en klarare blick över vilka komponenter som behövs under arbetet.

### **3.2 Dimensionering av komponenter**

För att dimensionera olika komponenter används kalkylatorprogram där data om flöde och liknande anges och därefter presenteras ett lämpligt förslag utifrån de angivna parametrarna. Utöver det har man för säkerhets skull överdimensionerat för att inte stöta på oväntade problem eller om det i framtiden skall användas till andra tester än vad som var tänkt från början.

#### **3.2.1 Pumpar**

För att bestämma storleken på pumparna behövs det maximala flödet och trycket som systemet är designat för. Valet av pumpmärke baserar sig på erfarenhet, kvalitet och service. Det är en fördel ur reservdelssynpunkt om ett enda märke används. Från detta besluts det enligt en tabell från pumpleverantören vad som är ett lämpligt val för vårt ändamål.

# Performance

PUMP TYPES SMT16B / SMIT16B - Pressure 40 BAR (2 pole motor, 50 Hz) 2950 rpm - Flow/Pressure/Power

			6 cSt					68 cSt				400 cSt (*)			
			Working pressure (bar)					Working pressure (bar)				Working pressure (bar)			
Type			5	10	20	30	40	5	10	20	30	5	10	20	30
GR20	8 L	l/min	10	9,8	9,4	-	-	10,2	10	9,8	9,6	10,3	10,1	9,9	9,8
		kW	0,1	0,2	0,4	-	-	0,2	0,3	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,9
	12 L	l/min	14	13,7	13,2	-	-	14,3	14	13,7	13,4	14,4	14,2	13,9	13,7
		kW	0,2	0,3	0,6	-	-	0,3	0,5	0,7	1	0,5	0,7	0,9	1,2
	15 L	l/min	20,1	19,6	18,8	-	-	20,4	20	19,5	19,1	20,5	20,3	19,9	19,6
		kW	0,3	0,5	0,8	-	-	0,5	0,7	1	1,4	0,8	1	1,3	1,7
20 L	l/min	24,1	23,5	22,6	-	-	24,4	24	23,4	22,9	24,6	24,3	23,7	23,5	
	kW	0,3	0,6	1	-	-	0,6	0,8	1,2	1,7	0,9	1,2	1,6	2,1	
GR25	25 L	l/min	31,3	30,6	29,4	-	-	31,9	31,3	30,5	29,9	32,1	31,7	31	30,6
		kW	0,4	0,7	1,3	-	-	0,7	1	1,5	2,1	1,1	1,4	2	2,6
	30 L	l/min	39,2	38,2	36,8	-	-	39,9	39,1	38,1	37,3	40,1	39,6	38,5	38,2
		kW	0,5	0,5	1,6	-	-	0,8	1,2	1,9	2,6	1,3	1,7	2,5	3,2
GR32	35 L	l/min	46,2	45,1	43,4	-	-	46,9	46,1	44,9	44	47,3	45,8	45,1	44,5
		kW	0,6	1	1,8	-	-	0,9	1,3	2,2	3	1,4	2,7	3,6	4,5
	45 L	l/min	56	55,1	53,1	-	-	57,5	56,4	54,9	53,8	57,8	57	56	55,1
		kW	0,7	1,2	2,2	-	-	1,1	1,6	2,7	3,7	1,7	2,3	3,3	4,4
	55 L	l/min	61,6	60,1	57,9	-	-	62,6	61,5	60,0	58,7	63,1	62,2	61	60
		kW	0,8	1,3	2,4	-	-	1,2	1,8	2,9	4	1,9	2,5	3,6	4,8
	75 L	l/min	82,2	80,1	77,2	-	-	83,4	82	80	78,3	84,1	83	81,4	80,1
		kW	1,1	1,8	3,3	-	-	1,6	2,4	3,9	5,4	2,5	3,3	4,9	6,4
GR40	100 L	l/min	112,3	109,5	105,5	-	-	114	112	109	107	115	113	111	109
		kW	1,4	2,4	4,4	-	-	2,1	3,1	5,1	7,2	3,2	4,2	6,4	8,5
	125 L	l/min	136	133	128	-	-	138,5	136	132	130	140	138	135	133
		kW	1,7	2,9	5,4	-	-	2,5	3,7	6,2	8,7	3,8	5,1	7,7	10,3
	150 L	l/min	160	157	151	-	-	163	160	156	153	164	162	159	157
		kW	2	3,4	6,3	-	-	2,9	4,4	7,3	10,3	4,5	6	9,1	12,1

Figur 13. Specifikationer från en pumpleverantör.

### 3.2.2 Värmeväxlare

För att bestämma värmeväxlarna används ett kalkylatorprogram där data om processen anges, sedan föreslår programmet en storlek på värmeväxlaren och t.ex. antalet plattor som den skall innehålla. Både kunskap från montörer och teori sammanfogades och utifrån det kunde ett beslut fattas.

### 3.2.3 Reglerventiler

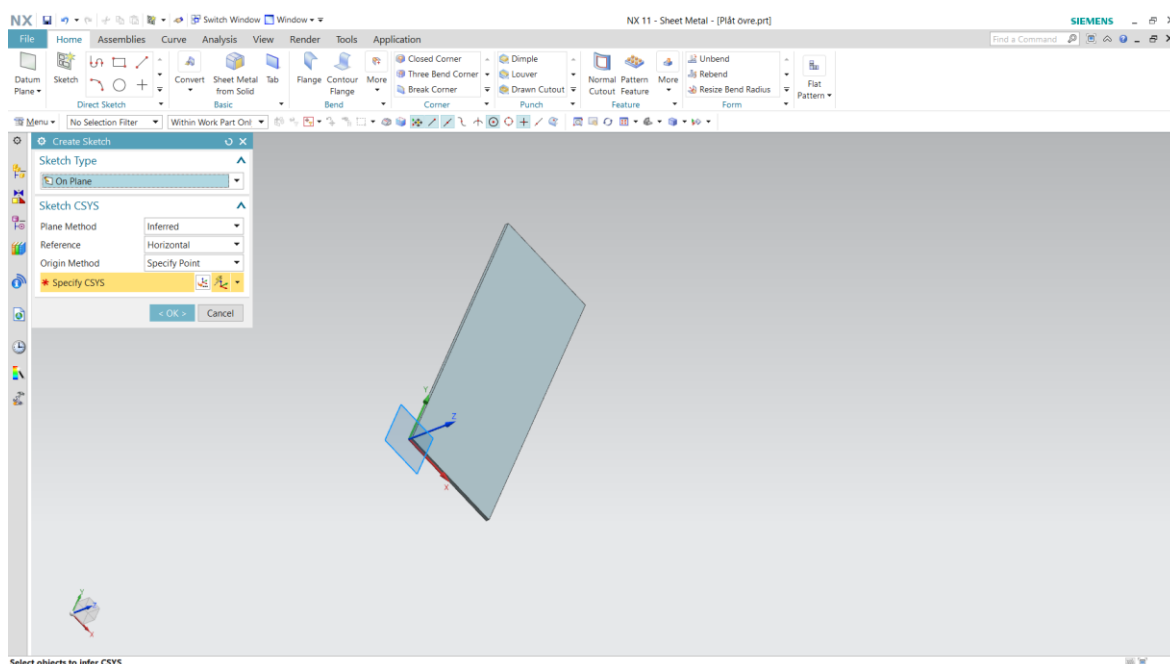
Noggrannhet är av största prioritet vad gäller reglerventiler och därför bör valet av leverantör väljas med omsorg. Reglerventilen skall styras via PLC vilket gör att den bör vara servostyrd. Här finns också en del olika fabrikat, den mest lämpliga väljs sedan utifrån krav och noggrannhet.

### 3.2.4 Tryck-och temperaturgivare

Tryck- och temperaturvärden är oerhört intressanta och viktiga inom testning av maskiner. Det bör därför vara något som har en hög noggrannhet och en lång hållbarhet. Temperaturgivarna tillverkas som termoelent och PT-100 och utifrån krav och behov beslutar vi om vilken typ som är lämpligast för detta projekt. Som med alla andra komponenter gäller att försöka begränsa antalet olika varianter med tanke på att det är lättare att hålla en och samma produkt i reservdelslagret istället för många olika. När det gäller givare har diskussioner med elektrikerna genomförts om vilka kopplings möjligheter som finns och dylika önskemål.

### 3.2.5 3D-ritning i Siemens NX

För att konstruera en ram till hydraulenheten bör programmet vara tydligt och klart, både för konstruktören samt för de som skall tolka ritningarna efteråt. Till detta valdes Siemens NX version 11 eftersom erfarenhet från tidigare finns från programmet. Ramkonstruktionen ritas upp och sedan görs en sammanställningsritning med mått.



Figur 14. Exempel på modellering i Siemens nx.

### 3.3 Uppföljning av komponenter

Uppföljningen är en stor del av examensarbetet och för att få ordning på alla komponenter har en tabell utformats i excel. Varje komponent är upplisted med en specifik nummer samt information om produkten t.ex. pris, antal, leveransdatum. När en offertförfrågan godkännts och komponenten är beställd märks detta upp för komponenten i fråga och det är därför lättare att få ordning på vad som ännu saknas och bör beställas under projektets gång. Tabell 1 ger exempel på en uppföljningslista som gjorts under arbetets gång. Mera detaljeradlista finns i bilaga 7.

Tabell 1. Exempel på en uppföljningslista

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Assembly	Item No.	Part No.	Description	Additional Description	Supplier	Drawin	Order Quantity	
1	Main Motor	SEA523M001		Electrical motor	W22 IE3 280S/M 75kW 4P 400V 50Hz B3	Danfoss/Vacon			1
3	Main motor fre	SEA523M001		Frequency converter	VACON0100-3L-0205-5+SBF4+IP54+DPA	Danfoss/Vacon			1
4	rig sensor	QEA523L005		Lube oil tank level 0-0,1bar		9083499 Wika			1
5	rig sensor	QEA523L002LL		Lube oil tank low level switch	CLS-50 500228 M18x1,5	Bedia			1
6	rig sensor	QEA523L003HL		Lube oil tank high level switch (2 spares)	CLS-50 500133 M18x1,5	Bedia			3
7	rig sensor	QEA523T001		Temp sensor wet sump	Längd 163mm	Wärtsilä			1
8	W24PP sensor	QEA591P031PV		Lube oil bearing pressure sensor 0-16bar		8381776 Wika			1
9	W24PP sensor	QEA523P041PV		Hydraulic rocker arm pressure sensor 0-16bar		8381776 Wika			1
10	W24PP sensor	QEA523P021PV		VIC on/off pressure sensor 0-16bar		8381776 Wika			1
11	W24PP sensor	QEA523P022PV		VIC on/off pressure sensor 0-16bar		8381776 Wika			1
12	W24PP sensor	QEA523P011PV		VIO/Vec on/off pressure sensor 0-16bar		8381776 Wika			1
13	W24PP sensor	QEA523P012PV		VIO/Vec on/off pressure sensor 0-16bar		8381776 Wika			1
14	W24PP sensor	TWA523P001PV		Instrument air pressure sensor 0-16bar		8381776 Wika			1
15	W24PP sensor	TWA523P002PV		Start air pressure sensor 0-16bar		8381776 Wika			1
16	W24PP sensor	TWA523P003PV		Start air pressure sensor 0-40bar		8360885 Wika			1
17	W24PP sensor	QEA523T011		Vio/vec on/off temp sensor 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable,	Pentronic			1
18	W24PP sensor	QEA523T021		Vic on/off temp vsensor 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable,	Pentronic			1
19	W24PP sensor	QEA591T031		Lube oil bearings temp sensor 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable,	Pentronic			1
20	W24PP sensor	QEA523T101		Lube oil circ. Temp sensor 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable,	Pentronic			1
21	W24PP sensor	QEA523T002		Temp sensor lube oil feed 1 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable,	Pentronic			1
22	W24PP sensor	QEA591T003		Temp sensor lube oil feed 2 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable,	Pentronic			1
23	W24PP sensor	QEA591T004		Temp sensor lube oil feed 2 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable,	Pentronic			2
24	W24PP sensor	QEA523P002PV		Pressure sensor 0-16 bar lube oil feed 1		8381776 Wika			1
25	W24PP sensor	QEA591P003PV		Pressure sensor 0-16 bar lube oil feed 2		8381776 Wika			1
26									
27	W24PP			Cooler clamps		Parker			3
28	w24PP			Cooler Lube oil circulation	B12H X 40	Parker			1
29	w24PP			Cooler Lube oil feed 1	B12H X 40	Parker			1
30	w24PP			Cooler Lube oil feed2	B12H X 40	Parker			1
31	w24PP	Filters		Filterelements 10vg	Eaton 01NL250.10VG.30.E.P	Eaton			6
32	w24PP	QEA523S002		Filter holder, Lube oil feed 1	Eaton LF.251.10VG.30.E.P.-.FS.7.-.-	Eaton			1
33	w24PP	QEA523S003		Filter holder, Lube oil feed 2	Eaton LF.251.10VG.30.E.P.-.FS.7.-.-	Eaton			1
34	w24PP	QEA523S001		Filter holder, Lube oil circulation	Eaton LF.251.10VG.30.E.P.-.FS.7.-.-	Eaton			1
35	w24pp	QEA523M001		Electrical motor lube oil circulation 2,2kw		Abb			1
36	w24pp	QEA523M002		Electrical motor lube oil feed 1 4kw		Abb			1
37	w24pp	QEA523M003		Electrical motor lube oil feed 2 4kw		Abb			1
38	w24pp			Bellhouse+couplings for 2,2 kw	PL 200/03/62-00	KTR			1
39	w24pp			Bellhouse+couplings for 4,0 kw	PK 250/06/03-00	KTR			2
40	w24pp			Sun Hydraulics CEX House + RPGCLEV	Safety Valve, Lube Feed 1	sun hydraulics			1
41	w24pp			Sun Hydraulics CEX House + RPGCLEV	Safety Valve, Lube Feed 2	sun hydraulics			1
42	w24pp	VBG523V001		3pcs Cooler regulating valves+ solenoids 3pcs	EV260B.032U8057 + Solenoids	Danfoss			6

## 4 Resultat

I detta kapitel redogörs för resultatet av examensarbetet, val av komponenter, nx-modellering samt olika processcheman. Hela processen tar avstamp i en kravlista.

### 4.1 Kravlista

För att man skall kunna konstruera och planera en hydraulenhet bör det finnas vissa krav som skall beaktas, såsom flöden och temperaturer. Flödet i matarlinjerna har räknats ut medan t.ex. storleken på kylarna kan uppskattas med hjälp av tidigare erfarenhet samt uträkningar. I vissa fall överdimensioneras komponenter med en viss procentmarginal.

- Smörjoljemätning linje ett 80 liter/min
- Smörjoljemätning linje två 40 liter/min
- Linjevärmare på alla linjer 25- 90 °C
- Tryckregelring på linje ett elektronisk
- Tryckreglering på linje två via elmotorns varvtal
- Tryckgivare som klarar minst 10 bar
- Temperaturgivare som klarar minst 90 grader
- Kylning på alla linjer
- Filter på alla linjer, 10 µm

### 4.2 Komponenter som valts

I samband med testning och provkörning bör valet att komponenter och utrustning vara av högsta möjliga noggrannhet för att få ett tillförlitligt resultat. Delarna har valts genom att jämföra olika typer av komponenter samt den erfarenhet som finns från tidigare inom företaget har legat som grund till de olika val som gjorts.

### 4.2.1 Pumparna

Eftersom testbänken har två stycken matarlinjer samt en cirkulationskrets bör det finnas totalt tre stycken pumpar. Matarlinje ett kräver åtminstone 80 liter/minut och då låg valet mellan en Parker GR40/100 eller en GR40/150. Valet föll på en Parker GR40/150 både till matarlinje 1 & 2 och då fanns överdimensioneringsmarginalen på 10 % med och dessutom om det i framtiden skulle krävas ett högre flöde än vad det krävs nu så sparar företaget både tid och pengar på att välja en 150 liters pump från första början. Till dessa pumpar valdes en 4 kW elmotor vardera med 2900 r/min, fabrikat Abb. Samtliga elmotorer är frekvensstyrda.

Till tankcirkulationen skall det finnas en mindre pump vars uppgift är att cirkulera runt oljan i systemet som en slags förvärmning innan motorn startas. Lämpligaste pumpen för uppgiften ansågs vara GR32 serien, antingen en pump med kapaciteten 75 liter/minut eller 45 liter/min. Valet föll dock på GR32/75 eftersom ett större värmelement används på linjen, vilket ger möjlighet till snabbare förvärmning med högre flöde. Pumpen skall drivas av en asynkron elmotor från ABB på 2,2 kW och 2900r/min.



*Figur 15. Parker GR40 skruvpump. [17]*

### 4.2.2 Värmeväxlare

Valet av värmeväxlarärke blev det samma som på många andra enheter inom Wärtsilä, nämligen Parker. Enligt räkneprogrammet PWO kalkylator borde valet vara mellan modellerna B5TH-30 med en kyleffekt på ungefär 17 kW vid ett flöde på 80 liter/minut eller modellen B12H-40 med en kyleffekt på 27 kW vid flödet 80 liter/minut. Båda typerna är av plattvärmeväxlare eftersom den kräver betydligt mindre utrymme än en tubvärmeväxlare. [17]

Det slutgiltiga valet blev den senare benämnda modellen (B12H-40) eftersom den mindre kylaren inte uppfyller den kalkylerade säkerhetsmarginalen.



*Figur 16. Plattvärmväxlare från Parker. [17]*

### **4.2.3 Reglerventiler**

För att hitta en lämplig reglerventil till matarlinje 1 jämfördes ventilerna från andra enheter inom avdelningen. Högsta prioritet var att hitta en ventil som är noggrann både vid låga-och höga flöden. Eftersom det används fabrikatet Parker från förut var det ett naturligt val för att undvika flera olika reservdelar till diverse märken. Följande alternativ fanns lämpliga till projektet, D31 och D41. Skillnaden mellan modellerna är enbart storleken på ventilen, D41 är något större. Slutgiltiga valet blev Parker D41FPE52BB4NB70 på grund av de större kylarna som används i matarlinje kretsen.

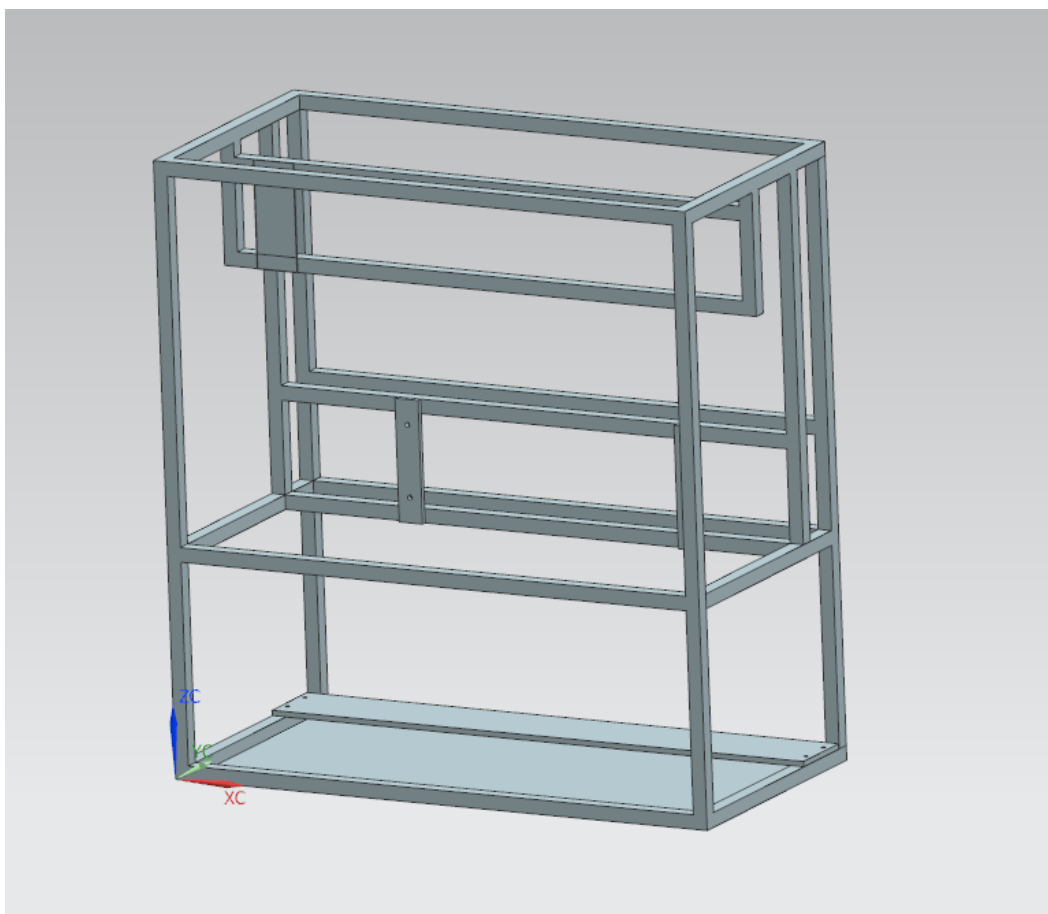


*Figur 17. Parkers pilotstyrda reglerventil. [17]*

Värmeväxlarna behöver också reglerventiler som skall reglera mängden vatten som flödar till värmeväxlarna. Danfoss har använts från förut och kraven är att ventilerna skall vara servostyrda två-vägs magnetventiler. Spolens ström kan regleras steglöst vilket betyder att ankaret inuti ventilen kan ställas in på valri position, alltså ventilen kan ställas in mellan helt stängd och helt öppen. Till hydraulenhetens kylvattenflöde fann vi modellen Danfoss EV260B lämplig eftersom den uppfyller alla de krav som var uppsatta på kylkretsen. [13]

### 4.3 Ramkonstruktionen

Utrymmet där enheten placeras har en hög takhöjd men både längden och bredden är begränsade till ca 1600 x 900 mm. I hydrauliska enheten återfinns en hel del el komponenter, vilket gör att varje komponent har ett begränsat utrymme. För att hitta bästa lösningen på en ramkonstruktion har jag jämfört med befintliga modeller och sedan uppskattat hur mycket utrymme de valda komponenterna behöver.



Figur 17. En lösning på ramkonstruktionen.

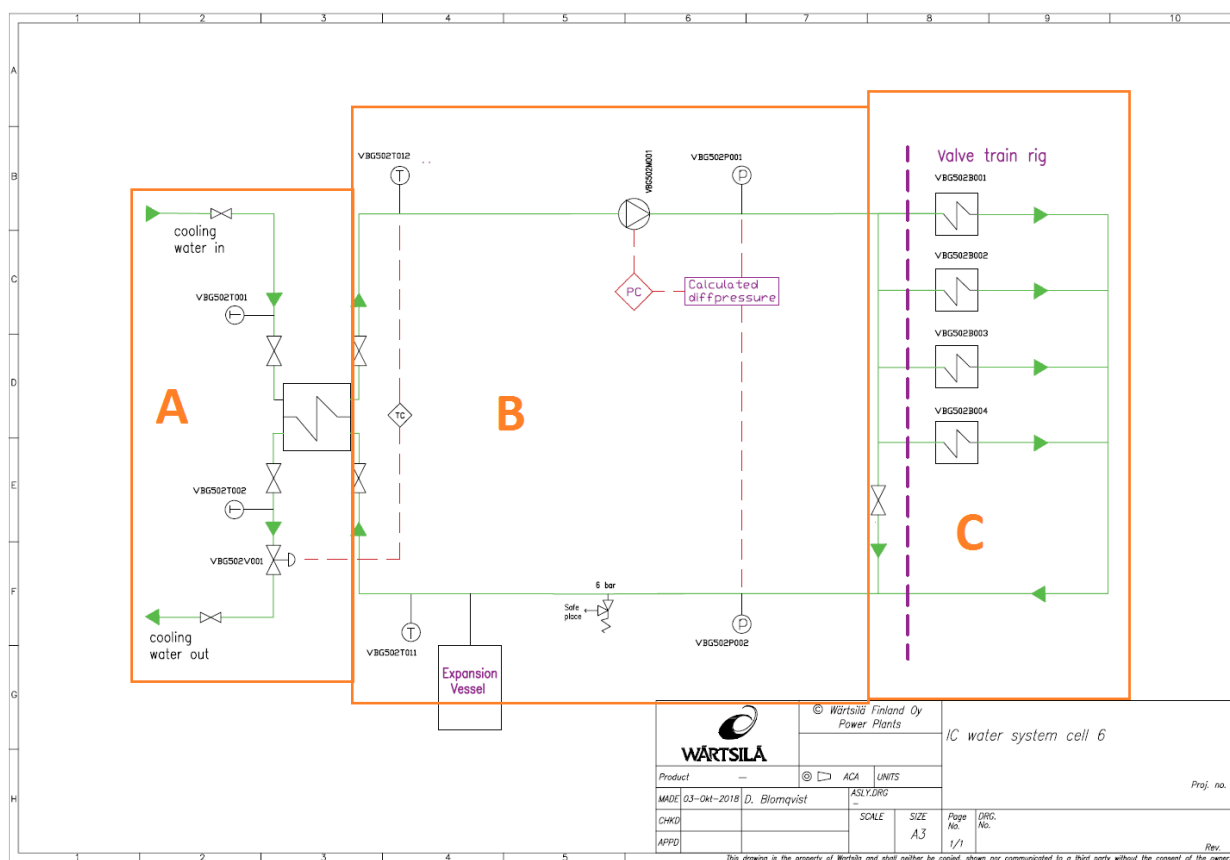


Figur 17 visar en ramkonstruktion där både bredden och längden är maximalt vad som ryms på stället där enheten skall placeras. Elmotorerna från ABB samt pumparna placeras lägst ner dels för att de är tunga och dels för att de behöver ett stabilt underlag. En spillplåt med en lutning på 1 grad finns strax under. Om det uppstår ett läckage skall oljan rinna till sidan och där det finns en givare som indikerar om ett läckage har uppstått. Vid läckage stängs systemet av.

Ovanför elmotorerna är det tänkt att kylare, filter och värmare skall placeras. Högst upp skall alla reglerventiler placeras. El-komponenter behöver ström vilket resulterar i tiotals meter kabel i enheten. Kabelstege monteras för att få ordning på kablarna.

#### 4.4 P&ID

Nedan presenteras ett antal P&ID som ritats upp under projektets gång. Tre stycken scheman finns; kylvattensystemet, extern högtrycksenhet 250 bar samt hydraulenheten som konstruerats.

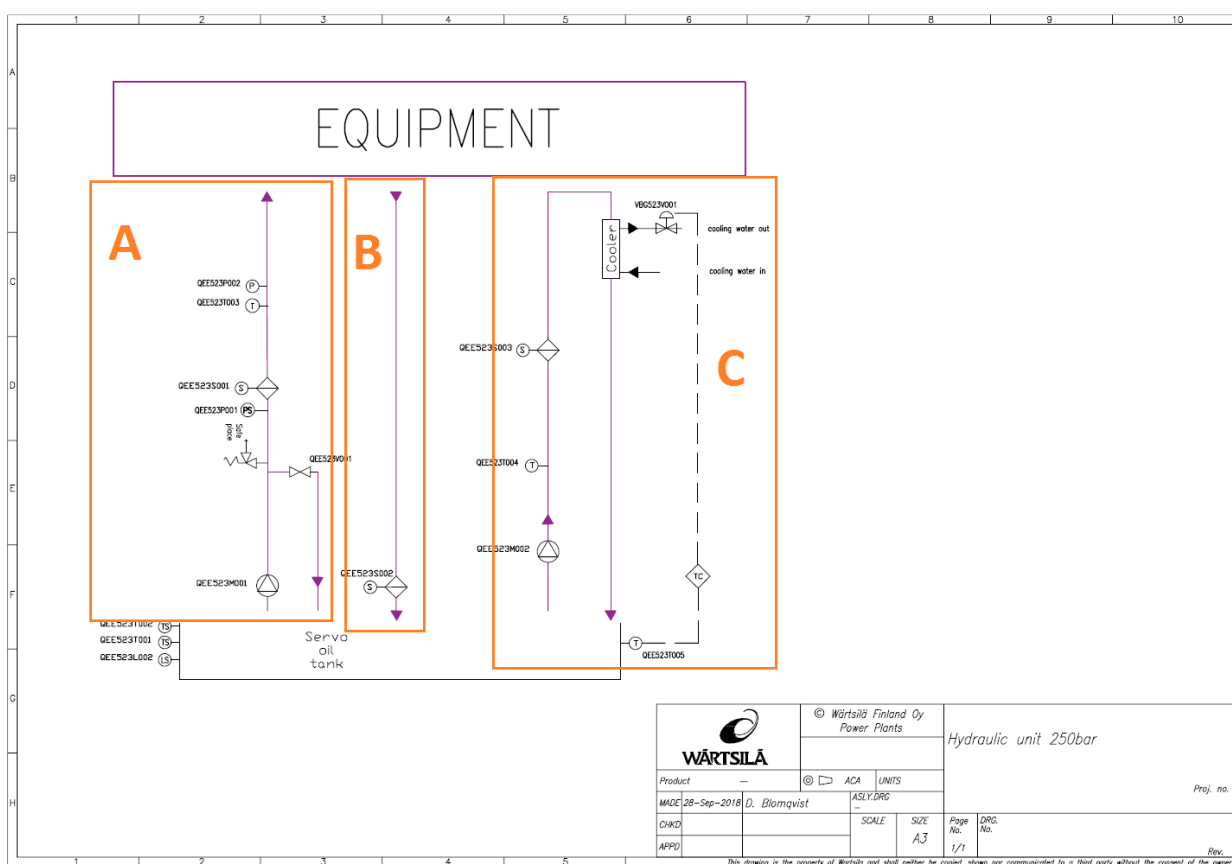


Figur 18. P&ID för kylvattensystemet.

Kylvattensystemet som transporterar kylvatten till riggen och hydraulenheten ritades upp enligt figur 18. Sektion A visar ingående och utgående ledning från huvudröret i byggnaden. Dessa passerar en kylare som ser till att vattnet har rätt temperatur.

Sektion B visar inkommande linje överst där ventiler, temperatur-och tryckgivare finns samt pumpen som skall cirkulera vattnet i kretsen. På utgående krets nederst finns säkerhetsventil, expansionskärll, temperatur-och tryckgivare. För att justera trycket i kretsen räknas differentialtrycket ut mellan ingående och utgående linje.

Sektion C hör till hydraulenheten där kylare finns utplacerade samt en handventil där flödet kan justeras manuellt.



Figur 19. P&ID för extern högtrycksenhet.

Högtryckenhetens P&ID finns presenterat i figur 19. I område A finns matarlinjen där pumpen suger upp olja från oljetanken och återföljs av en returlinje som öppnar då trycket är inställt under max effekt/tryck, t.ex. vid maxtrycket 250 bar är returlinjen helt stängd.

Område B visar en returlinje tillbaka till tanken där returolja från riggen flödar. Där finns endast ett filter monterat.

Område C visar en kylkrets för att hålla oljan på en viss temperatur. Pump, filter och en kylare som styrs av en temperaturgivare i tanken. Övrigt finns det olika nivågivare i tanken som ger utslag ifall oljenivån blir för låg eller alltför hög.

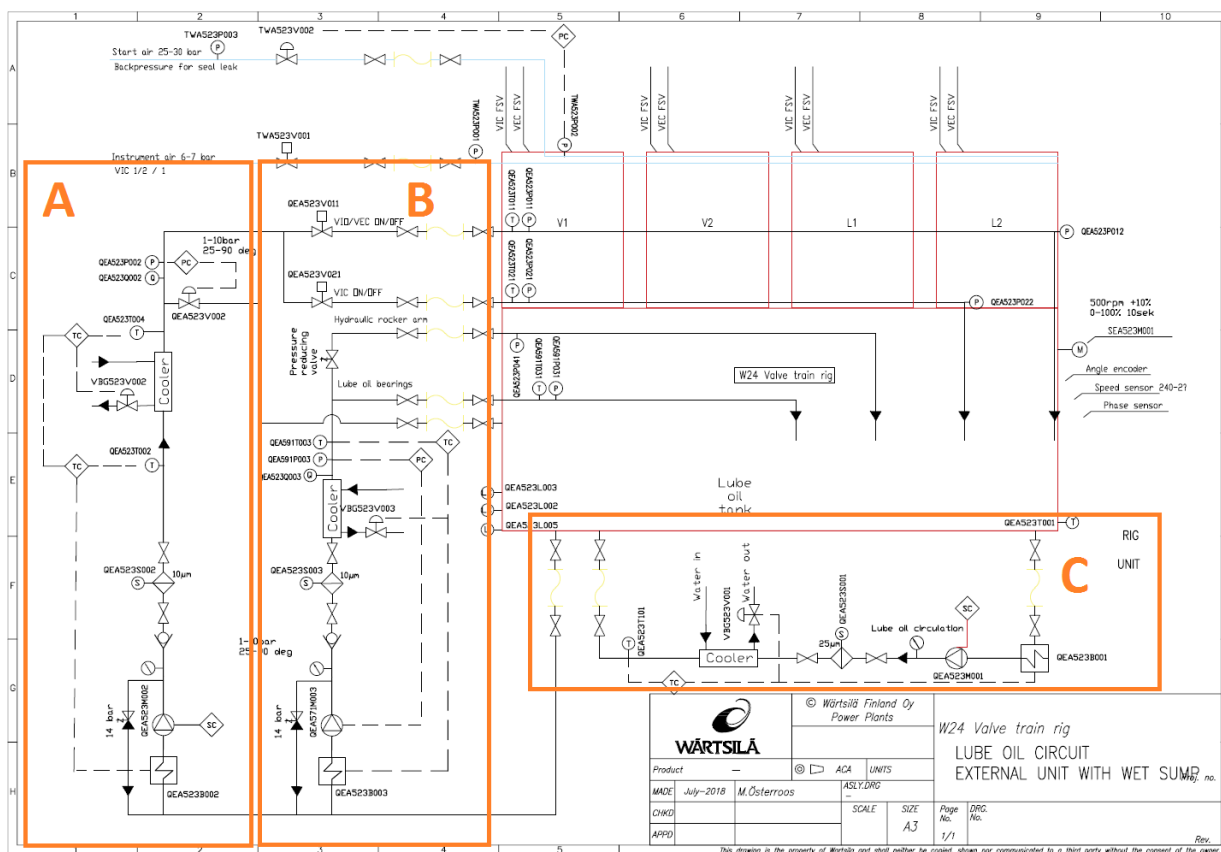


Figure 20. P&ID för hydraulenhet.

Figur 20 presenterar schemat för hydraulikenheten. Sektion A är matarlinje ett där värmare värmer oljan före pumpen som återföljs av backventil, filter och kylare. Temperaturen i linjen styrs med temperaturgivare och plc. Returlinjen efter kylaren skall justera trycket i kretsen och sker via ventilen Parker (kapitel 4.1.3.).

Sektion B utgör matarlinje två som liknar föregående linje. Största skillnaden är att trycket styrs med motorns varvtal, alltså ingen skilld ventil finns. För övrigt försörjer kretsen riggens lager med olja.

Sektion C utgör en cirkulationskrets som användas till förvärmning av oljan. Bilden visar först värmaren, cirkulationspumpen, manometer, ventiler, filter och kylare. Temperaturen justeras med en givare monterat före ingången till tanken och på så sätt ställs värmarens effekt.

## **4.5 Resultatet av HAZOP**

Ett möte annordnades i december där deltagare var elektriker, montörer och miljöansvarig. Hannele Viianen, Mikael Österroos, Martin Hallbäck, designer av riggen Daniel Häggblom samt jag som planerat hydraulikenheten. Under mötets gång analyserades alla P&ID för systemen. De vanligaste frågorna var i stil med ” vad händer om en viss ventil inte fungerar eller vad sker om en ledning brister”? Vid sådana frågor kunde svaret antecknas som t.ex. under hydraulikenheten finns spillplåt samt oljeuppsamling med en givare som indikerar oljeläckage ifall om en ledning eller en pump läcker. Säkerhetsanalysen finns som bilaga 9-12.

## 5 Diskussion

Slutligen skall jag sammanfatta examensarbetets olika skeden. Jag redogör för vad som gick bra och vad som kunde ha gjorts annorlunda.

Examensarbetet fick sin grund när Rig testing avdelningen planerade en ny testrigg. Jag hade jobbat under sommaren med en liknande enhet och därför kändes uppgiften att konstruera en ny hydraulenhet för den nya testriggen som intressant och utmanande. Sommarmånaderna gav en hel del erfarenhet och en god grund att börja ifrån när projektet tog avstamp i mitten av Augusti.

Ett av de första stegen var att bekanta sig med riggen som hydraulenheten planerades till, vilka flöden som krävdes och så vidare. Något som var nytt för mig är att fråga offert från diverse företag och sedan beställa komponenterna. Det visade sig vara en större utmaning än vad jag själv hade räknat med men samtidigt lärorikt. Efteråt är jag tacksam över den uppföljningstabell som gjorts över beställda varor och jag har insett vikten av god dokumentation!

De enheter som redan finns konstruerade gav inspiration och tips om hur problem kan lösas och diffusa frågor diskuterades med de mekaniker och elektriker som finns inom avdelningen. Eftersom min studieinriktning avviker från konstruktionsteknik har 3D-modelleringen varit en utmaning, men efter en tids övning gav också detta resultat. Sedan tidigare hade jag kommit i kontakt med olika hydraulikscheman och det hjälpte mig till en viss del när P&ID ritades upp.

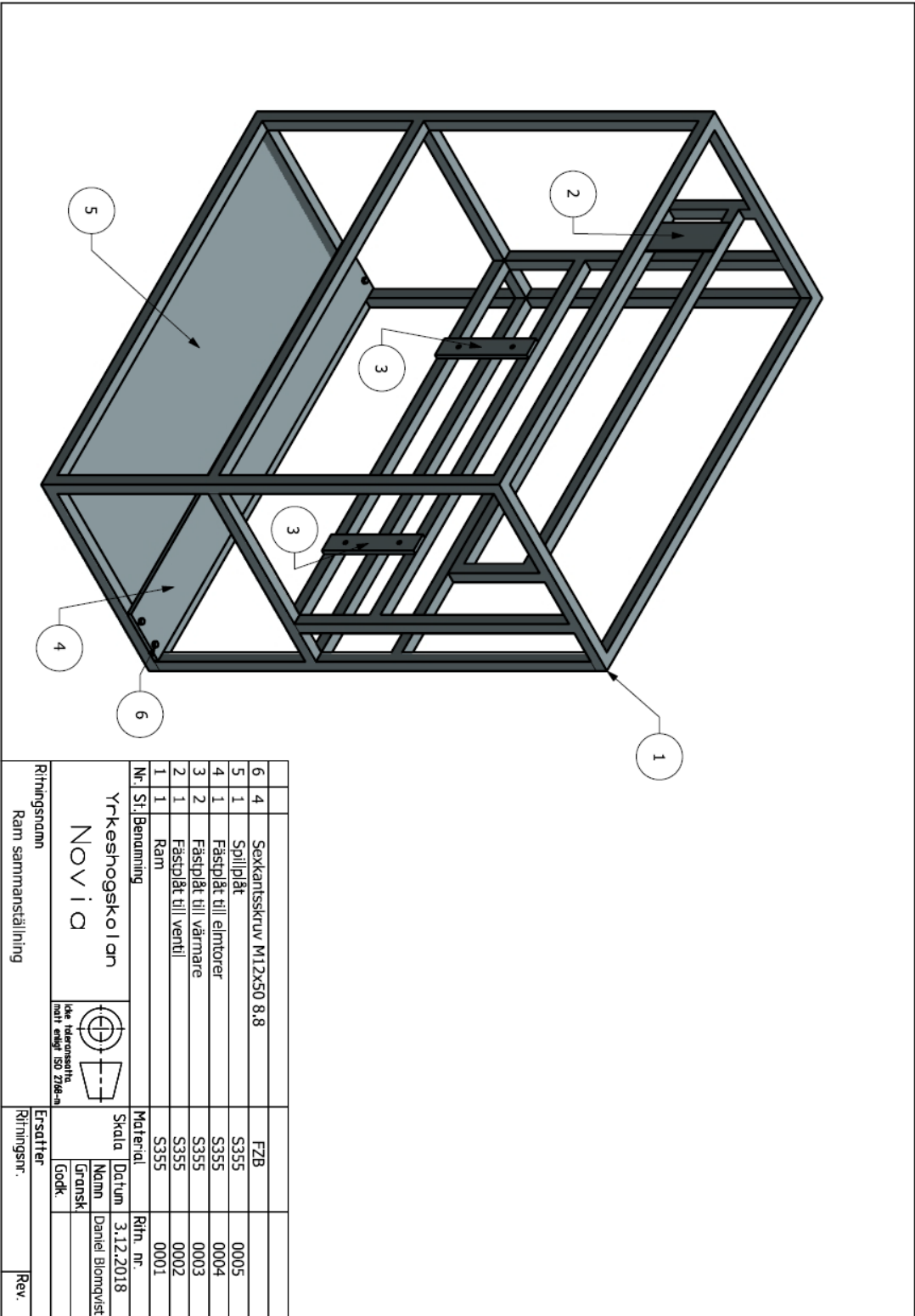
Testriggen är ännu inte klar vilket gör det svårt att fastställa om allting kommer att fungera enligt uppskattningar och beräkningar. Resultatet av planeringen och konstruktionen är jag nöjd med. Speciellt med tanke på att erfarenheten inte är den bredaste från tidigare.

Vad kunde jag gjort annorlunda? Den mest kritiska punkten är att få de varor man har beställt inom rimlig tid, därför har jag insett i efterhand att det gäller att kontrollera vad som behövs i ett projekt i god tid för att så fort som möjligt kunna starta uppbyggnadsskedet.

## 6 Källförteckning

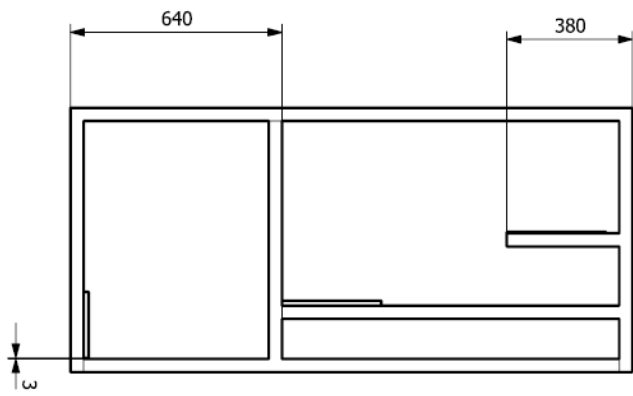
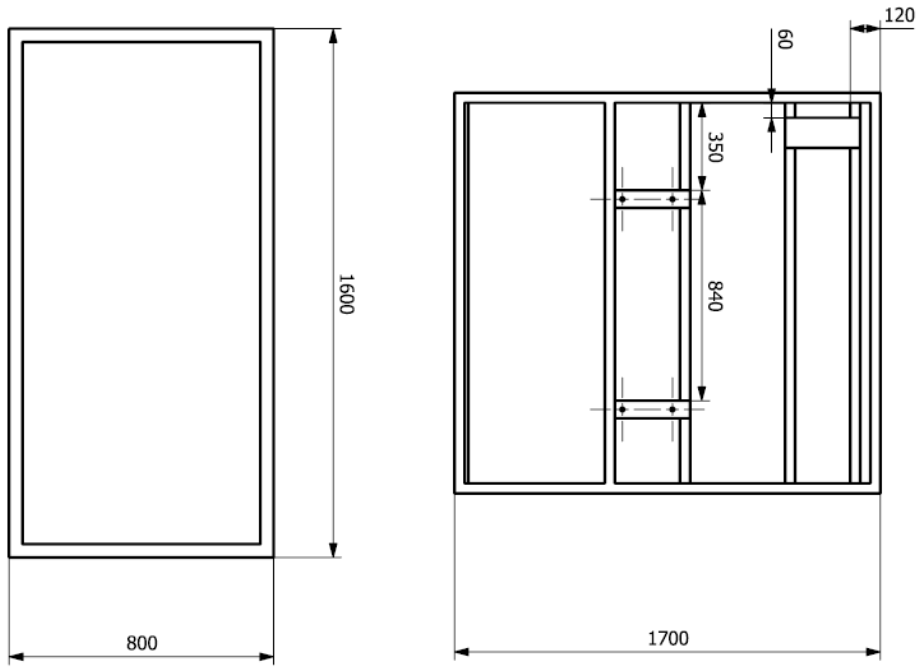
- [1] Wärtsilä Oy, "Om oss," 2017. [Online].  
<https://www.wartsila.com/sv/om-oss> [Använd 01.10.2018]
- [2] Wärtsilä Oy, "History," 2017. [Online].  
<https://www.wartsila.com/about/history> [Använd 01.10.2018]
- [3] Wärtsilä Oy, "företagets organisation," 2017. [Online].  
<https://www.wartsila.com/sv/om-oss/organisation-och-ledning> [Använd 01.10.2018]
- [4] Wärtsilä Oy, VEC report, [Konfidentiell]," 2009. [Använd 05.10.2018]
- [5] Regal.se, tryckgivarteknologi, [Online].  
<https://www.regal.se/teknologier-tryckgivare/>. [Använd 05.10.2018]
- [6] Pentronic, temperaturgivare, termoelement. [Online].  
<https://pentronic.se/start/temperaturgivare/termoelement.aspx> [Använd 09.10.2018].
- [7] Pentronic, temperaturgivare, pt-100 givare. [Online].  
<https://pentronic.se/start/temperaturgivare/pt100-givare.aspx> [Använd 15.10.2018].
- [8] Energihandbok.se, temperaturmätning. [Online].  
<http://www.energihandbok.se/temperaturmatning/> [Använd 15.10.2018].
- [9] Swedentools.com, mätverktyg, IR termometer. [Online].  
[http://swedentools.com/index.php?id\\_product=94&controller=product&id\\_lang=2](http://swedentools.com/index.php?id_product=94&controller=product&id_lang=2)  
[Använd 15.10.2018].
- [10] Pumpportalen.se [Online].  
<http://www.pumpportalen.se/pumphandboken/allmant-om-pumptyper/>  
[Använd 30.10.2018]
- [11] Alfalaval, värmeguiden [Online].  
[http://www.comfort.alfalaval.com/varmeguiden\\_sv/mobile/index.html#p=1](http://www.comfort.alfalaval.com/varmeguiden_sv/mobile/index.html#p=1)  
[Använd 30.10.2018]
- [12] Rosenström, (2012). Möjligheter att påverka energiförbrukningen med hjälp av ytors elektromagnetiska egenskaper. [Online].  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/42720/Rosenstrom\\_Tina.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/42720/Rosenstrom_Tina.pdf?sequence=1) [Använd 30.10.2018]
- [13] Danfoss, technical info. [Online].  
[http://files.danfoss.com/technicalinfo/dila/04/IC.PB.600.A8.02.DK\\_DILA.pdf](http://files.danfoss.com/technicalinfo/dila/04/IC.PB.600.A8.02.DK_DILA.pdf)  
[Använd 15.11.2018]
- [14] Alfalaval, Automatiska filter för bränsle och smörjolja [Online].  
<https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/products/separation/automatic-back-flushing-filters/automatic-filters-for-fuel-and-lubricating-oil-ti.pdf>  
[Använd 19.11.2018]

- [15] Hazards and operability, [Online].  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Hazard\\_and\\_operability\\_study](https://en.wikipedia.org/wiki/Hazard_and_operability_study)  
[Använd 21.11.2018]
- [16] Tukes, farliga kemikalier, [Online].  
<http://plus.edilex.fi/tukes/sv/lainsaadanto/20050390>  
[Använd 21.11.2018]
- [17] Parker Hannifin Corporation, 2017, literature, [Online].  
[https://www.parker.com/literature/Accumulator%20&%20Cooler%20Division%20-%20Europe/Cooler%20Literature/PWO\\_Water%20Oil%20Coolers,%20EMD C.%20HY10-6010.UK.pdf](https://www.parker.com/literature/Accumulator%20&%20Cooler%20Division%20-%20Europe/Cooler%20Literature/PWO_Water%20Oil%20Coolers,%20EMD C.%20HY10-6010.UK.pdf) [Använd 30.11.2018]



6	4	Sexkantsskruv M12x50 8,8	FZB	
5	1	Spillplåt	S355	0005
4	1	Fästplåt till elmtorer	S355	0004
3	2	Fästplåt till värmare	S355	0003
2	1	Fästplåt till ventli	S355	0002
1	1	Ram	S355	0001
Nr. St. Benämning				
Material				
Skala				
Datum		3.12.2018		
Namn		Daniel Blomqvist		
Gransk				
Godk.				
Ersätter				
Ritningsnr.		Rev.		
Ritingsnamn Ram sammanställning				
Yrkeshögskolan NOVIQ				
 Icke heteronormat mätt enligt ISO 2198-m				

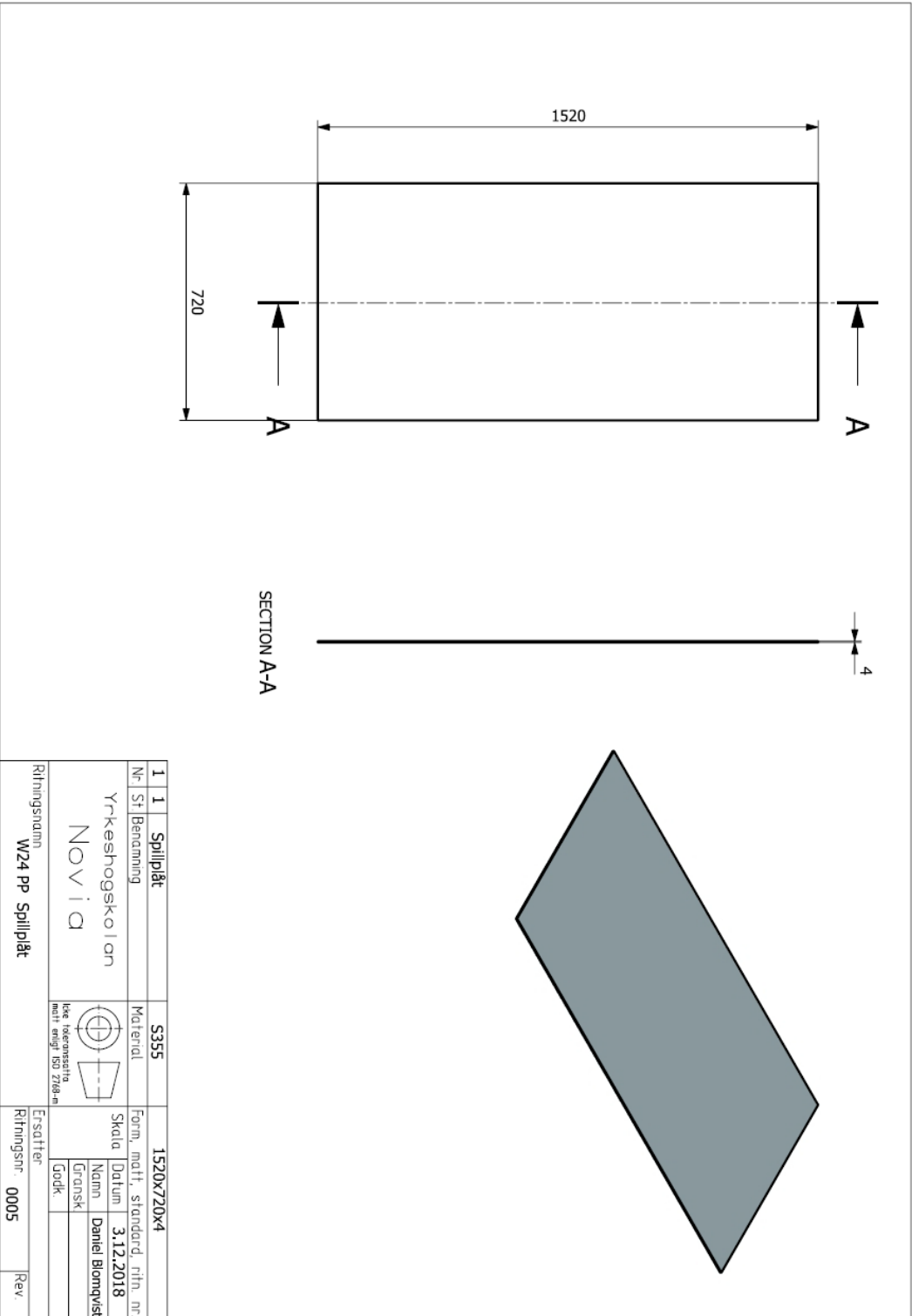


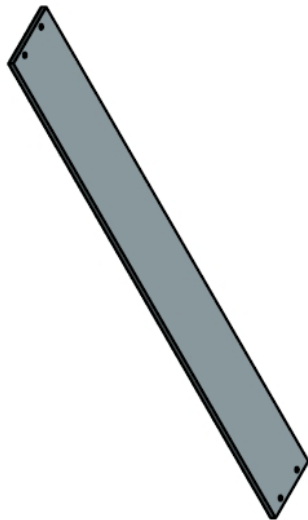
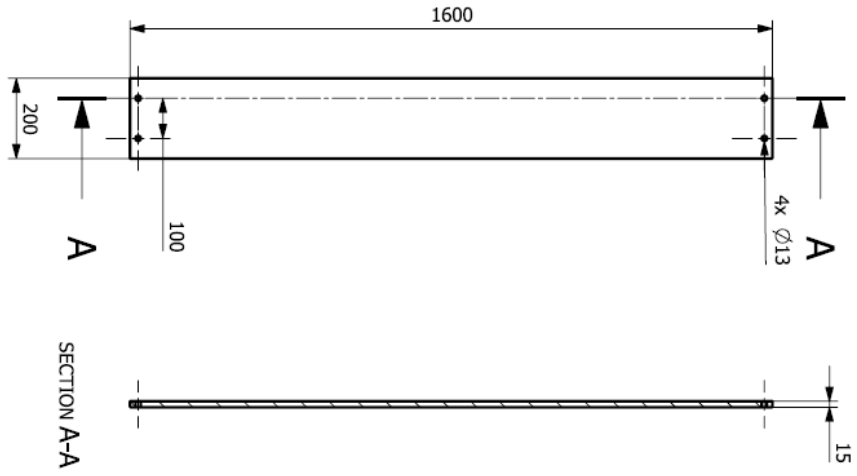


1	1	Ram	RHS	40x40
Nr	St	Benämning	Material	Form, matt, standard, rih, nr
Yrkeshögskolan				Skala Datum 4.12.2018
NOVIQ				Namn Daniel Blomqvist
				Gransk
				Godk.
Ritningsnamn		Ersätter		
W24 PP ram		Ritningsnr	0001	Rev

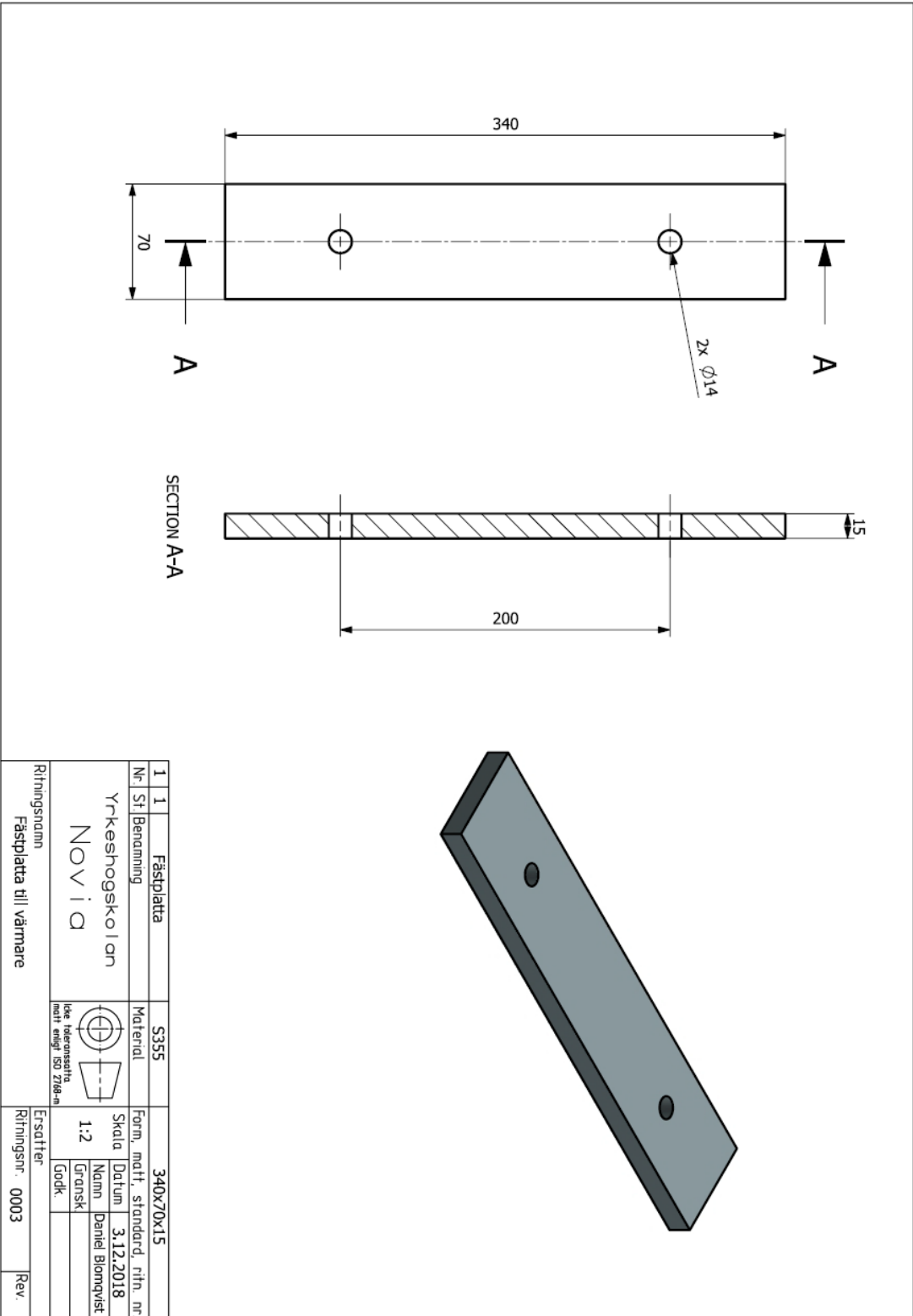


ISO 2768-mS

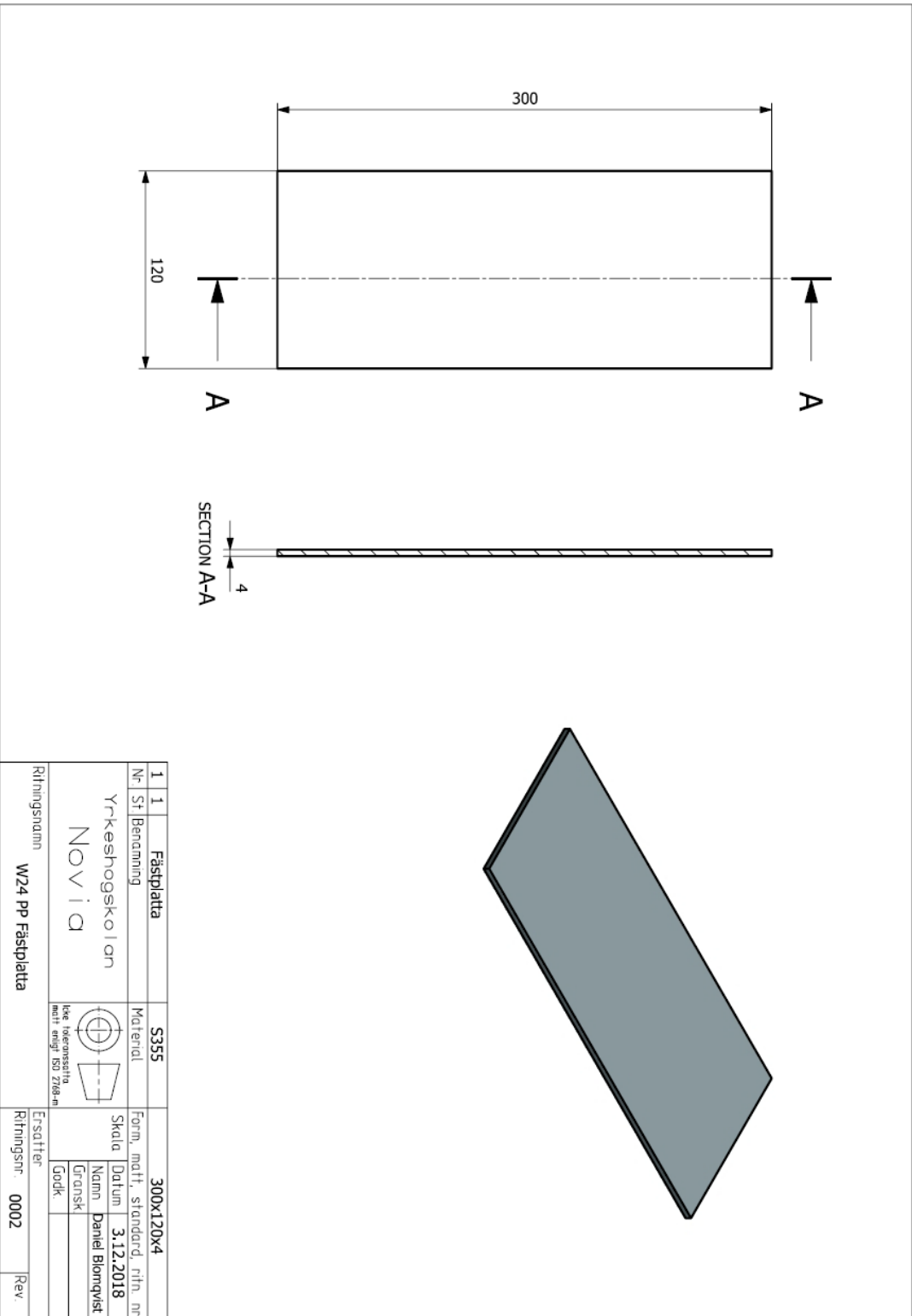




1	1	Fäste till elmotor	S355	1600x200x15	Form, matt. standard, ritn. nr.
Nr	St	Benämning	Material	Skala	Datum
		Yrkeshögskolan	 <small>Isa toleranssatta medt enligt ISO 2768-m</small>		3.12.2018
		NOVIQ		Namn	Granskt
				Godk.	
Ritningsnamn			Ersätter		
W24 PP elmotorfäste			Ritningsnr. 0004		
			Rev.		




1	1	Fästplatta	S355	Form, maff, standard, rih, nr	340x70x15
Nr:	St:	Benämning	Material	Skala	Datum
		Yrkeshogskolan		1:2	3.12.2018
		NOVIQ	 Icke toleranssatta mätt enligt ISO 2768-m	Namn	Daniel Blomqvist
				Gransk	
				Godk	
				Ersätter	
				Ritningsnr.	0003
				Rev.	
				Ritningsnamn	Fästplatta till värmare



1	1	Fästplatta	S355	300x120x4	Form, matf, standard, rih. nr
Nr	St	Benämning	Material	Skala	Datum
		Yrkeshogskolan			3.12.2018
		NOVIQ		Namn	Daniel Blomqvist
			<small>icke tillämpligt</small> <small>icke tillämpligt</small> <small>ISO 2768-m</small>	Granskt	
				Godk.	
		Ritingsnamn	Ersätter		
		W24 PP Fästplatta	Ritingsnr	0002	Rev.

J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
Quotation	Strategic Purchaser / Ref. Person	Investment	PR	PO	Delivery Date	Order date	Spare	Unit	Total Prices	Info	Received Date	Status
FIMAK-001949			6011602	50517643	23.11.2018	7.11.2018			0			0 = not ordered
FIMAK-001949			6011602	50517643	11.1.2019	7.11.2018			0			!
			6011602	50150533	4504211724	9.10.2018			0		22.10.2018	!
In store									0			!
In store									0			!
e-mail/J.Seppelin			6011602		4504224596	25.10.2018			0		26.10.2018	!
E-mail			6011602	50150533	3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150533	3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150533	3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150533	3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150533	3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150533	3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150615	4504211727 3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150615	4504211727 3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150615	4504211727 3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150615	4504211727 3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150615	4504211727 3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150615	4504211727 3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150615	4504211727 3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150533	3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50150533	3-4 weeks	9.10.2018			0			!
E-mail			6011602	50351515					0			!
E-mail			6011602	50351515					0			!
E-mail			6011602	50351515					0			!
E-mail			6011602	50351515					0			!
E-mail/T. Herlin			6011602	50084414	4504208488	4.10.2018			0			!
E-mail/T. Herlin			6011602	50084414	4504208488	4.10.2018			0			!
E-mail/T. Herlin			6011602	50084414	4504208488	4.10.2018			0			!
E-mail/T. Herlin			6011602	50084414	4504208488	4.10.2018			0			!
e-mail			6011602	50225862	4504216921 2 weeks	15.10.2018			0			!
e-mail			6011602	50225862	4504216921 2 weeks	15.10.2018			0			!
e-mail			6011602	50225862	4504216921 2 weeks	15.10.2018			0			!
e-mail			6011602	50239742	4504218637	15.10.2018			0			!
e-mail			6011602	50239742	4504218637	15.10.2018			0			!
T. Herlin									0			!
T. Herlin									0			!
e-mail			6011602	50410699					0			!


A	B	C	D	E	F	G	H	I
Assembly	Item No.	Part No.	Description	Additional Description	Supplier	Drawir	Order Quantity	
1	Main Motor	SEA523M001	Electrical motor	W22 IE3 280S/M 75KW 4P 400V 50Hz B3 Danfoss/Vacon	Danfoss/Vacon		1	
2	Main motor fre	SEA523M001	Frequency converter	VACON0100-3L-0205-5-SBF4+IP54+DPA Danfoss/Vacon	Danfoss/Vacon		1	
3	rig sensor	QEA523L005	Lube oil tank level 0-0,1bar	9083499 Wika	Wika		1	
4	rig sensor	QEA523L002LL	Lube oil tank low level switch	CLS-50 500228 M18x1,5	Bedia		1	
5	rig sensor	QEA523L003HL	Lube oil tank high level switch (2 spares)	CLS-50 500133 M18x1,5	Bedia		3	
6	rig sensor	QEA523T001	Temp sensor wet sump	Längd 163mm	Wärtsilä		1	
7	W24PP sensor	QEA591P031PV	Lube oil bearing pressure sensor 0-16bar	8381776 Wika	Wika		1	
8	W24PP sensor	QEA523P041PV	Hydraulic rocker arm pressure sensor 0-16bar	8381776 Wika	Wika		1	
9	W24PP sensor	QEA523P021PV	VIC on/off pressure sensor 0-16bar	8381776 Wika	Wika		1	
10	W24PP sensor	QEA523P022PV	VIC on/off pressure sensor 0-16bar	8381776 Wika	Wika		1	
11	W24PP sensor	QEA523P011PV	VIO/Vec on/off pressure sensor 0-16bar	8381776 Wika	Wika		1	
12	W24PP sensor	QEA523P012PV	VIO/Vec on/off pressure sensor 0-16bar	8381776 Wika	Wika		1	
13	W24PP sensor	TWA523P001PV	Instrument air pressure sensor 0-16bar	8381776 Wika	Wika		1	
14	W24PP sensor	TWA523P002PV	Start air pressure sensor 0-16bar	8381776 Wika	Wika		1	
15	W24PP sensor	TWA523P003PV	Start air pressure sensor 0-40bar	8360885 Wika	Wika		1	
16	W24PP sensor	QEA523T011	Vio/vec on/off temp sensor 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable, Pentronic	Pentronic		1	
17	W24PP sensor	QEA523T021	Vic on/off temp vsensor 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable, Pentronic	Pentronic		1	
18	W24PP sensor	QEA591T031	Lube oil bearings temp sensor 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable, Pentronic	Pentronic		1	
19	W24PP sensor	QEA523T101	Lube oil circ. Temp sensor 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable, Pentronic	Pentronic		1	
20	W24PP sensor	QEA523T002	Temp sensor lube oil feed 1 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable, Pentronic	Pentronic		1	
21	W24PP sensor	QEA591T003	Temp sensor lube oil feed 2 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable, Pentronic	Pentronic		1	
22	W24PP sensor	QEA591T004	Temp sensor lube oil feed 2 0-160 °C	7400000 - 21-4300100 (With 5 m cable, Pentronic	Pentronic		2	
23	W24PP sensor	QEA523P002PV	Pressure sensor 0-16 bar lube oil feed 1	8381776 Wika	Wika		1	
24	W24PP sensor	QEA591P003PV	Pressure sensor 0-16 bar lube oil feed 2	8381776 Wika	Wika		1	
25	W24PP sensor							
26	W24PP		Cooler clamps		Parker		3	
27	W24PP		Cooler Lube oil circulation	B12H X 40	Parker		1	
28	w24PP		Cooler Lube oil feed 1	B12H X 40	Parker		1	
29	w24PP		Cooler Lube oil feed2	B12H X 40	Parker		1	
30	w24PP		Filterelements 10vg	Eaton 01NL.250.10VG.30.E.P	Eaton		6	
31	w24PP	Filters	Filter holder, Lube oil feed 1	Eaton LF.251.10VG.30.E.P.-FS.7.-.-	Eaton		1	
32	w24PP	QEA523S002	Filter holder, Lube oil feed 2	Eaton LF.251.10VG.30.E.P.-FS.7.-.-	Eaton		1	
33	w24PP	QEA523S003	Filter holder, Lube oil circulation	Eaton LF.251.10VG.30.E.P.-FS.7.-.-	Eaton		1	
34	w24PP	QEA523S001	Electrical motor lube oil circulation 2,2kw	Eaton LF.251.10VG.30.E.P.-FS.7.-.-	Eaton		1	
35	w24pp	QEA523M001	Electrical motor lube oil feed 1 4kw	Abb	Abb		1	
36	w24pp	QEA523M002	Electrical motor lube oil feed 2 4kw	Abb	Abb		1	
37	w24pp	QEA523M003	Electrical motor lube oil feed 2 4kw	Abb	Abb		1	
38	w24pp		Bellhouse+couplings for 2,2 kw	PL 200/03/62-00	KTR		1	
39	w24pp		Bellhouse+couplings for 4,0 kw	PK 250/06/03-00	KTR		2	
40	w24pp		Sun Hydraulics CEX House + RPGCLEV	Safety Valve, Lube Feed 1	sun hydraulics		1	
41	w24pp		Sun Hydraulics CEX House + RPGCLEV	Safety Valve, Lube Feed 2	sun hydraulics		1	
42	w24pp	VBG523V001	3pcs Cooler regulating valves+ solenoids 3pcs	EV260B.032U8057 + solenoids	Danfoss		6	

 <b>WÄRTSILÄ</b>	<b>HAZARD &amp; OPERABILITY STUDY</b> Site: Wärtsilä Finland Oy, Vaskiluoto Engine Laboratory System: W2X VIG rig, Fuel rig room Authors: Håggblom Daniel, Blomqvist Daniel, Hallback Martin, Järn Tomas, Stenbacka Daniel, Skrifvars Kristoffer, Österroos Mikael, Hannele Viianen	Analysis date: 3.13.2018 Drawing: Doc ID: D Page 1(2)
--	---	--


### Voiteluöljy jäähdytyskiertoon

Poikkeama	Mahdolliset syyt	Seuraukset	Varautuminen	Ehdotetut toimenpiteet	Vastuu
Liian korkea pinta tankissa	1.1 Jäähdytin rikki	IC: vettä valuu tankkiin (öljyvaltaaseen), nousee ylös rigiin, josta se jokuun aukon kautta päätyy lattialle ja selli 6 kaivoista pikkueroittimelle	Pinta-anturi tankissa. IC-järjestelmä suljettu <100 l vettä. Öljyä 300-400 l öljypohjassa. Sinne mahtuu vielä 300 l lisää, joten ei voi tulla yli.		
Liian matala pinta tankissa	1.2 Vuoto voiteluöljyjärjestelmässä	Öljyä ei riitä voiteluun ja pumppu tai laakerit leikkaavat kiinni.	Tankissa pintavahti, hälytys matalasta pinnasta ja alarajalla rigin shut down		
Lämpötila tankissa	1.3 Liian korkea öljyn lämpötila lämmittimen vikaannuttua	Testit menevät pilalle	Lämpötila-anturi mittaa ja pysäyttää rigin mikäli lämpötila nousee liikaa. Operaattori seuraa lämpötiloja		
Paine tankissa	1.4 Tankki paineeton				
Ei virtausta	2.1 Suodatintai putkitukossa, venttiilit kiinni	Öljy lämpimiä, pumppu hajoaa jos sen läpi ei ole ei virtausta	Manometri näyttää öljyn paineen, joka kertoo virtauksesta.		
Enemmän virtausta	Ei mahdollista				
Vähemmän virtausta	Kts ei virtausta osittain virtausta				
Virtaus muualle	2.2 Putki tai letku vuotaa	Öljyä lattialle selli 6 ja lattikaivon kautta öljynerotuskaivoon			




	<p><b>HAZARD &amp; OPERABILITY STUDY</b>  Site: Wärtsilä Finland Oy, Vaskiluoto Engine Laboratory  System: W2X VIC rig, Fuel rig room  Authors: Håggblom Daniel, Blomqvist Daniel, Hallböck Martin, Järn Tomas, Stenbacka Daniel, Skrifvars Kristoffer, Osterros Mikael, Hannele Viirinen</p>	<p>Analysis date: 3.13.2018  Drawing:  Doc ID: D  Page 2(2)</p>
---	---	---

Poikkeama	Mahdolliset syyt	Seuraukset	Varautuminen	Ehdotetut toimenpiteet	Vastuu
Virtaus muualle	2.3 Jäähdytin rikki	Öljyä IC-vesikiertoon. Tai vettä öljyn ja tulee seili 6 lattialle paisuntasäiliön kautta tai tankista.	Öljytankissa pintavahti, jäähdytysvesijärjestelmässä painevahti, joka hälyyttää, mikäli paine nousee		
Korkea lämpötila	2.4 Lämmittimet lämmitteää liikaa	Öljy ilian lämmintä, vaikutus testituloksiin	Lämpötilavahti sisäarakennettuna lämmittimessä. Tankissa lämpötila-anturi.		
Matala lämpötila	2.5 Lämmittimet eivät toimi	Viskositeetti nousee, vaikuttaa testeihin	Tankissa lämpötila-anturi T001.		
Matala lämpötila	2.6 Cooler jäähdyttää liikaa	N/A ei voi laskea alle huonelämpötilan. Vaikuttaa testeihin	Tankissa lämpötila-anturi T001.		
Virtaus päinvastoin	Ei mahdollista.				
Paine	2.7 Venttiili kiinni pumpun jälkeen	Paine nousee linjan osassa pumpun jälkeen			

	<b>HAZARD &amp; OPERABILITY STUDY</b> Site: Wärtsilä Finland Oy, Vaskiluoto Engine Laboratory System: W2X VIC rig, Fuel rig room Authors: Håggblom Daniel, Blomqvist Daniel, Hallböck Martin, Järn Tomas, Stenbacka Daniel, Skrifvars Kristoffer, Osterroos Mikael, Hannele Viitanen	Analysis date: 3.13.2018 Drawing: Doc ID: D Page 3(2)
---	---	--

## Voiteluöljyn syöttö rigille

Poikkeama	Mahdolliset syyt	Seuraukset	Varautuminen	Ehdotetut toimenpiteet	Vastuu
Ei virtausta	3.1 Putki tai suodatin tukossa, pumppu ei toimi, tankki tyhjä, jäähdytin tukossa	Mahdollisesti testi pilalla	Painemittari ja virtausmittari		
Vähemmän virtausta	3.2 Yllä oleva osittain	Mahdollisesti testi pilalla			
Enemmän virtausta	Kts. paine	Paine nousee järjestelmässä	Pumppu vakio, säätö venttiilillä		
Virtaus muualle	3.3 Vuoto jäähdyttimessä	Öljy IC piiriin	IC vesisäiliössä vesipinta nousee, tästä tulee alarm		
Virtaus muualle	3.4 Letku tai suodatin vuotaa	Öljyä lattialle selli 6 ja lattakaivon kautta öljynerotuskaivoon	Öljypaine laskee järjestelmässä, hälytys		
Liikaa painetta	3.5 Paluuventtiili V002 ei päästä öljyä takaisin tankkiin	Paine nousee järjestelmässä, Testi pilalla			
Liikaa painetta	3.6 Saatioventtiili epäkunnossa, Syöttöpumppu pumppaa täysillä	Ei vaara. Testit menee pieleen	Shut down säädetään 10 bar, varoventtiili 14 bar pumppun jälkeen		
Vähän painetta	3.7 Syöttöpumppu rikki, varoventtiili auki, putki poikki, painesäätöventtiili ei toimi, suodatin tai jäähdytin tukossa	Testit pilalla	Painemittaus ja virtausmittaus		

 <b>WÄRTSILÄ</b>	<b>HAZARD &amp; OPERABILITY STUDY</b> Site: Wärtsilä Finland Oy, Vaskiluoto Engine Laboratory System: W2X VIC rig, Fuel rig room Authors: Häggblom Daniel, Blomqvist Daniel, Hallböck Martin, Järv Tomas, Stenbacka Daniel, Skrifvars Kristoffer, Österroos Mikael, Hannele Viianen	Analysis date: 3.13.2018 Drawing: Doc ID: D Page 4(2)
--	---	--

Poikkeama	Mahdolliset syyt	Seuraukset	Varautuminen	Ehdotetut toimenpiteet	Vastuu
Liikaa lämpöä	3.8 Syöttöpumppu ylikuumenee ja leikkaa kiinni	Viskositeetti liian matala ja voitelevuus huono. Paine laskee, laakerin lämpötila HP pumppussa nousee	Lämpötilamittaus alarm 90 °C, shut down 95 °C ennen pumppua.		Stenbacka
Liikaa lämpöä	3.9 Jäähdytін ei toimi	Viskositeetti liian matala, testi pilalla.	Lämpötilamittaus ennen pumppua ja pumppussa sekä tankissa		
Vähän lämpöä	3.10 Tankissa liian kylmää öljyä, lämmitin ei toimi.	Viskositeetti nousee, ei haittaa			
Väärä faasi	3.11 Vettä jäähdyttimestä	Laakeri voi leikata kiinni	IC-piirin painemittaus kertoo jos vettä liian vähän. Hälytys korkeasta pinnasta	Pinnan mittaus tankissa	Stenbacka