

Planering av helautomatiserat mätsystem för läckbränsle

Kenneth Finne

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2017



EXAMENSARBETE

Författare: Kenneth Finne
Utbildning och ort: Maskin och produktionsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Maskinkonstruktion
Handledare: Kenneth Ehrström & Tobias Birell

Titel: *Planering av helautomatiserat mätsystem för läckbränsle*

Datum: 21.3.2018 Sidantal:36 Bilagor: 17

Abstrakt

Detta examensarbete är gjort i samarbete med Wärtsilä Testning & Validation i ett av Wärtsiläs motorlaboratorium som finns i Vasklot. Arbetet har gått ut på att planera och dimensionera ett helautomatiserat mätsystem för rent läckbränsle på en Wärtsilä gL20 motor.

Syftet för arbetet var att automatisera bränslemätningssystemet och få en högre noggrannhet än tidigare. Arbetet innebar 3D-modellering av ett tanksystem i Siemens NX samt beräkning av mätkomponenter och dess noggrannhet, planering av systemet samt en beskrivning över automationssystemet funktion.

Resultatet av arbetet blev ett skräddarsytt helautomatiserat mätsystem som uppfyller de krav som ställs på mätnoggrannhet av Wärtsilä.

Språk: svenska Nyckelord: läckbränsle, W20DF, Siemens NX, töjningsgivare

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Kenneth Finne
Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Koneensuunnittelu
Ohjaajat: Kenneth Ehrström & Tobias Birell

Nimike: Vuotopolttoaineen täysin automatisoidun mittausjärjestelmän suunnittelu

Päivämäärä: 21.3.2018 Sivumäärä: 36 Liitteet: 17

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Wärtsilä Testing & Validationin kanssa, Vaskiluodossa olevassa moottorilaboratoriossa. Työn tavoite on ollut suunnitella ja mitoittaa täysin automatisoitu mittausjärjestelmä puhtaalle polttoainevuodolle W9l2oDF-moottorille.

Työn tavoite on ollut automatisoida polttoainemittausjärjestelmä ja saavuttaa siinä suurempi tarkkuus. Työ sisältää 3D-malleja polttoainetankkijärjestelmästä, laskelmia mittauskomponenteista ja niiden tarkkuudesta sekä järjestelmän suunnittelun ja toiminnallisen kuvauksen automaatiojärjestelmästä. 3D-mallit on tehty Siemens NX-ohjelmalla.

Tämän työn tuloksena syntyi räätälöity täysin automatisoitu mittausjärjestelmä, joka täyttää Wärtsilän vaatiman mittaustarkkuuden.

Kieli: ruotsi Avainsanat: puhdas vuotoöljy, W2oDF, Siemens NX, venymäanturi

BACHELOR'S THESIS

Author: Kenneth Finne
Degree Programme: Mechanical and production engineering
Specialization: Machine construction
Supervisor(s): Kenneth Ehrström & Tobias Birell

Title: Planning of a Fully Automated Measurement System for Leak Fuel

Date: 21.3.2018 Number of pages: 36 Appendices: 17

Abstract

This thesis work has been done in cooperation with Wärtsilä Testing & Validation in the engine laboratory located in Vaskiluoto. The scope of the thesis work has been to plan and dimension a fully automated measurement system for clean leak fuel on a W9L20DF engine.

The purpose of the thesis work was to automate the fuel measurement system and achieve a higher accuracy. The thesis work included 3D-modelling of a fuel tank system in Siemens NX. Further also the calculations for the measurement components and their accuracy, the planning of the system and a functional description of the automation system part.

The result of this thesis work became a complete customized fully automated measurement system that fulfills the measurement accuracy demanded by Wärtsilä.

Language: Swedish Key words: clean leak, W20DF, Siemens NX, strain gauge

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Företagsbeskrivning	1
1.1.1	Marine Solutions	1
1.1.2	Energy solutions	2
1.1.3	Services.....	2
1.2	Bakgrund	2
1.3	Disposition.....	3
1.4	Terminologi	3
1.5	Syfte och avgränsning.....	4
1.6	Krav.....	4
2	Teori	5
2.1	W20DF	5
2.1.1	W20DF bränslesystem.....	5
2.1.2	Bränslens egenskaper	7
2.2	Läckbränsle.....	8
2.2.1	Rent läckbränsle.....	8
2.2.2	Orent läckbränsle	9
2.3	Töjningsgivare och lastceller	9
2.3.1	Töjningsgivarens mätprinciper.....	9
2.3.2	Lastceller av balk-typ.....	12
2.3.3	Sträckning, materialspänning och Poissons tal	13
2.4	Nivågivare	14
2.5	Lagar som behandlar hantering, säkerhetskrav och övervakning av farliga kemikalier	15
3	Metod.....	17
3.1	Funktionssätt.....	17
3.2	Dimensionering och val av utrustning.....	18
3.2.1	Krav på mätutrustning	18
3.2.2	Krav på tömningspump.....	19
3.2.3	Krav på avstängningsventil	19
3.2.4	Design av 3D-modeller	20
3.2.5	Dimensioneringskrav på vågtank.....	21
3.2.6	Dimensioneringskrav på uppsamlingstank.....	22
3.2.7	Kravlista över komponenterna	23
4	Resultat	24
4.1	Val av funktionssä	24

4.2	Val av mätutrustning.....	25
4.3	Val av Tömningspump.....	27
4.4	Design av vågtank	28
4.5	Design av uppsamlingstank.....	30
4.6	Design av uppställningsram.....	32
4.7	Sammanställning	33
4.8	Krav som ställs på automationssystemet	34
5	Diskussion	36
6	Källförteckning.....	37

1 Inledning

Detta examensarbete är gjort åt Testing & Validation som hör till Wärtsilä Finland. Arbetet gjordes vid ett av Wärtsiläs motorlaboratorium som finns i Vasklot. Detta är en bekant arbetsplats eftersom jag har jobbat som sommarpraktikant på samma avdelning förut.

Examensarbetet går ut på att rita och konstruera ett vågtankssystem för mätning av mängden rent läckbränsle från en W9L20DF motor. Detta är lite annorlunda mot hur man annars bygger upp ett vågtankssystem. Eftersom det är väldigt små mängder som mäts så krävs det väldigt hög noggrannhet och tanken måste vara helt fri från yttre belastningar såsom vibrationer m.m.

1.1 Företagsbeskrivning

Wärtsilä är ett marknadsledande aktiebolag inom marin och energiindustrin som är grundat år 1834. Antalet anställda år 2017 är ca 18 800 personer i 70 länder världen över. Wärtsiläs nettointäkter år 2016 var 4 801 miljoner euro.

Wärtsilä grundades som ett sågverk år 1834 i Tohmajärvi. År 1850 byggdes det om till ett järnbruk.

År 1938 startades Wärtsiläs färd inom motorindustrin när Wärtsilä skrev under ett kontrakt med Friedrich Krupp Germania Werft AG i Tyskland och Wärtsiläs första dieselmotor konstruerades i november 1942 i Åbo. [2]

Wärtsilä koncernen är uppdelad i 3 huvudavdelningar, Marine solutions, Energy solutions och Services. [1]

1.1.1 Marine Solutions

Marine Solutions är avdelningen som säljer och konstruerar allt från helhetslösningar till ballastsystem för den marina industrin. Marine solutions omsatte 1667 miljoner euro år 2016 och antalet anställda var 6074 personer. Laboratoriet som är en del utav Marine solutions forskning och utvecklings program, är avdelningen som sköter om testning och validering av Wärtsiläs befintliga produktportfölj men även att testa och ta fram nya lösningar. [1]

1.1.2 Energy solutions

Wärtsilä Energy solutions är en ledande global energisystemintegrator som erbjuder lösningar inom kraftverksindustrin, bland annat kraftverk med interna förbränningsmotorer, energilagring samt LNG-terminaler. Fram till år 2017 har Wärtsilä installerat 63 Gigawatt kraftverkskapacitet i 176 länder världen över. Energy solutions omsatte 943 miljoner euro år 2016 och antalet anställda var 903. [1]

1.1.3 Services

Services erbjuder kundstöd under det levererade systemets hela livscykel. Services erbjuder service och underhåll för både fartygsmaskiner och kraftverk. Vid sidan om den traditionella serviceverksamheten har Wärtsilä utvidgat sitt serviceutbud till tjänster som stöder kundens affärsverksamhet, såsom märkesobunden service runt om i världen samt förebyggande konditionsbaserat underhåll av motorer och utbildning. Wärtsilä Services omsatte år 2016 2190 miljoner euro och antalet anställda var 10 567. [1]

1.2 Bakgrund

Idén för examensarbetet har egentligen varit aktuell ganska länge. Det nuvarande systemet för att mäta rent läckbränsle går ut på att man med hjälp av tidtagarur och en behållare samlar upp det bränsle som kommer ur motorn i t.ex. 5 min och sedan väger man innehållet och därmed får ett mätresultat. Det gamla tillvägagångssättet är väldigt ineffektivt och har låg noggrannhet.

På de större motorerna i anläggningen i Vasklot finns det färdiga automatiserade system för mätning av läckbränsle men eftersom mängden ur de motorerna är så pass mycket större så blir noggrannheten ej tillräcklig om man skulle använt sig av samma system.

Eftersom mängden läckbränsle används i ekvationen för att ta reda på den totala förbrukningen i prestandamätningar så är det väldigt viktigt att man har hög mätnoggrannhet även om mängden i sig är proportionellt väldigt liten.

Det rena läckbränslet är egentligen ingen direkt förbrukning. I både kraftverks- och marinapplikationer kör man det rena läckbränslet tillbaka till bränsletanken för återanvändning så det blir en cirkulationsprocess.

1.3 Disposition

Examensarbetet behandlar planering av funktionssätt och dimensionering av vågtankssystem.

Här redogörs vad de olika delarna i examensarbetet innehåller.

Kapitel 1 omfattar en kort presentation om arbetets grunder såsom bakgrund, syfte och en kort beskrivning om företaget och dess historia.

Kapitel 2 innefattar en teoridel där grundläggande teori om de komponenter och funktionsprinciper som används presenteras. I arbetet kommer också bränslesystemet på en W20DF motor förklaras och vad läckbränsle är.

Kapitel 3 innehåller metod, tillvägagångssätt och de krav som ställs på systemet och dess utrustning.

Kapitel 4 innehåller resultatet för arbetet. Där presenteras slutgiltiga systemets funktioner och komponenter.

Kapitel 5 innehåller en diskussionsdel där det görs en tillbakablick över arbetet.

1.4 Terminologi

Här förklaras förkortningar som förekommer i arbetet.

- DF - ”Dual Fuel”, flerbränsle.
- HFO - ”Heavy Fuel Oil”, tjock diesololja
- LFO - ”Light Fuel Oil”, lätt diesololja
- LNG - ”Liquified Natural Gas”, flytande naturgas

1.5 Syfte och avgränsning

Syftet för detta examensarbete är att planera och dimensionera samt konstruera ett helautomatiserat vågtankssystem för mätning av mängden rent läckbränsle från en W9L20DF motor.

Arbetet kommer att avgränsas till den teoretiska planeringen av ett mätsystem samt att konstruktionsritningar för hela systemet görs. Konstruktionen av mätsystemet görs i efterhand och är därmed inte en del av examensarbetet.

1.6 Krav

Allmänna krav som ställs på systemet:

- Systemet skall vara så kompakt och litet som möjligt, eftersom utrymmet bredvid motorn i testcellen är väldigt begränsat. Systemet får ej vara i vägen och störa det dagliga arbetet.
- Mätnoggrannheten skall uppfylla de standarder vi har på Wärtsilä.
- Systemet skall vara helt automatiserat.
- Systemet bör vara kompatibelt att köras på HFO. Därmed måste det vara möjligt att öppna upp tankarna för rengöring och samtliga delar skall vara uppvärmda.

Utförligare krav på konstruktionen och dess komponenter presenteras i kapitel 3.

2 Teori

I detta kapitel presenteras teorin som använts i examensarbetet angående motorn och dess bränslesystem, bränslens egenskaper samt töjningsgivare & lastceller.

2.1 W20DF

Wärtsilä W20DF är en fyrtakts DF motor med en kolvdiameter på 200mm. W20DF kan drivas med LNG, LFO samt HFO. W20DF levereras med 6, 8 eller 9 cylindrar och har en uteffekt på max 1665 kW (9 cylindrars version). När den körs på gas uppfyller den kraven för IMO TIER III. Använder man någon form av reningsprocess för avgaserna så uppfyller den kraven för IMO TIER III även med dieseloilja men utan reningsprocess IMO TIER II. [3]

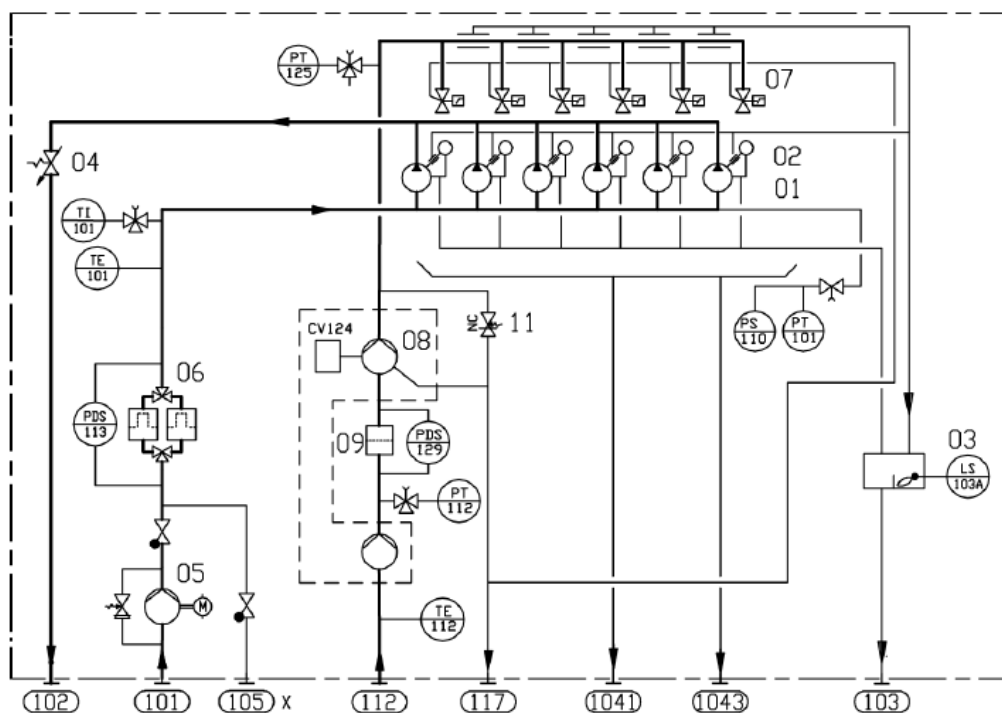
2.1.1 W20DF bränslesystem

I en Wärtsilä W20DF motor finns det tre typer av bränslesystem. Huvudbränsle, Pilotbränsle och LNG. I figur 1 finns P-I diagram över W20DF pilot- samt huvudbränslesystem.

Huvudbränsle-systemet består av en gemensam bränslematningspump samt en högtryckspump och injektor per cylinder. Matningspumpen, som antingen kan vara installerad i motorn eller installerad i det externa bränslesystemet matar bränsle med ca 7 bars tryck till injektionspumparna som pumpar upp trycket till 450-1000 bar till injektorerna i insprutningsskedet. [3]

Pilotsystemet används för att antända gasen när man kör i gas-läge. Pilotinjektorn injicerar en liten mängd bränsle som sedan antänder gasen som används som huvudbränsle när man kör i gasläge. Pilotsystemet fungerar som ett commonrail system där man har en gemensam högtryckspump för alla cylindrar. [3]

Gasen som används är LNG. Gassystemet fungerar så att ovanpå motorn finns ett gasrör som fylls med trycksatt gas. Under röret finns det en solenoidstyrd gasventil per cylinder. När gasventilen öppnar släpper den in gas i insugskanalen som blandas med laddluft som därefter åker in i cylindern genom insugsventilen. Det är viktigt att gstrycket är något högre än laddluftstrycket så att det inte blir tvärtom att laddluften trycks in genom gasventilen till gasröret när ventilen öppnas. Man brukar sträva till att hålla en tryckskillnad mellan laddluft och gas på ca $\Delta P = 1\text{bar}$. [3]



Figur 1. P-I diagram över W20DF bränslesystem. [3]

Tabell 1. Systemkomponenter för W20DF bränslesystem. [3]

01 Insprutningspump	05 Matningspump	09 partikelfilter
02 Insprutningsventil	06 Bränslefilter	10 Tryckutjämnare
03 Nivåalarm för otillåtet bränsleläckage	07 pilot-injektör	11 Säkerhetsventil för pilotbränsle
04 Övertrycksventil	08 Högtryckspump för pilotbränsle	

Tabell 2. Givare för W20DF bränslesystem. [3]

PT101	Bränsletrycksgivare, inlopp	TE112	Temperaturgivare pilotbränsle, inlopp
TE101	Temperaturgivare bränsle, inlopp	PDS113	Differentialtrycksgivare, bränslefilter
TI101	Temperaturgivare bränsle, inlopp	CV124	Bränsletrycksstyrning, Pilot
LS103A	Indikering av bränsleläckage, rent	PT125	Bränsletrycksgivare, pump utlopp
PS110	Reservpump, bränsle	PDS129	Bränsletrycksgivare, bränslefilter
PT112	Bränsletrycksgivare för Pilotbränsle, inlopp		

Tabell 3. Rörkopplingar W20DF bränslesystem. [3]

101	Inloppsrör, huvudbränsle	112	Inloppsrör, pilotbränsle
102	Utloppsrör, huvudbränsle	117	utloppsrör, pilotbränsle
103	Utloppsrör, rent läckbränsle	1041	Utloppsrör, orent läckbränsle
105	Inloppsrör, huvudbränsle (reserv)	1043	Utloppsrör, Orent läckbränsle

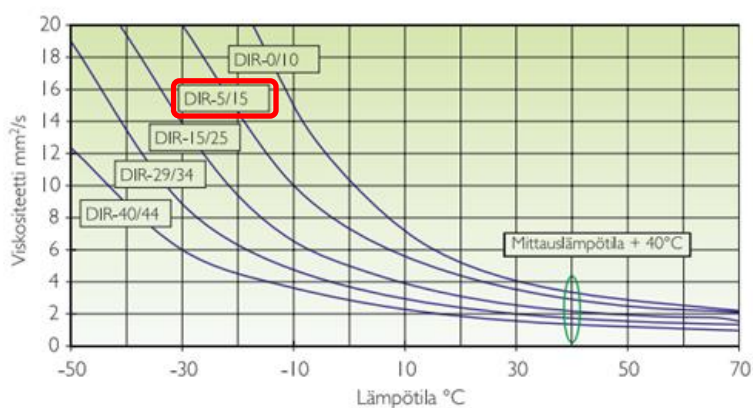
2.1.2 Bränslens egenskaper

Det kommer huvudsakligen att gå två typer av bränsle genom tanksystemet, LFO av typ Neste -5/-15 och HFO av typ Neste LS 180. Viskositeten beroende av temperaturen för de bränslen som används i systemet finns presenterade i figur 2 och figur 3.

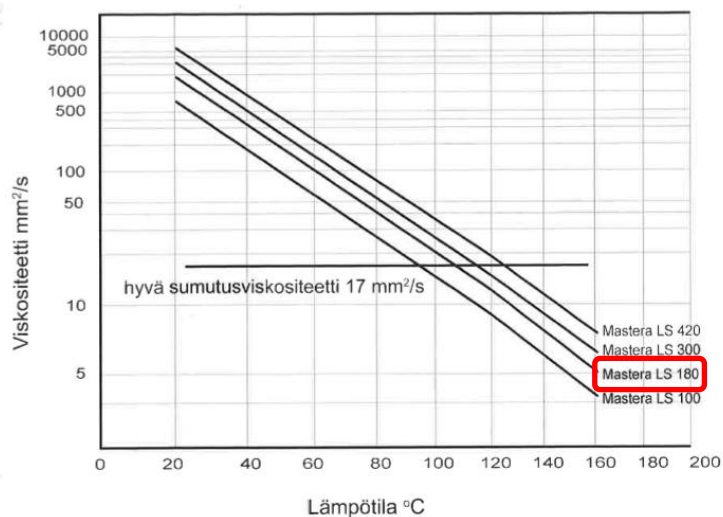
Densiteten för LFO är $\rho_{LFO} \sim 830 \text{ kg/m}^3$ vid 15°C Värmevärde för LFO är $42,9 \text{ MJ/kg}$.

Densiteten för HFO är $\rho_{HFO} \sim 1000 \text{ kg/m}^3$ vid 15°C . Värmevärde för HFO är $41,21 \text{ MJ/kg}$.

Temperaturen som räknats med är 15°C för att säkerställa att systemet fungerar med densiteten som bränslen har vid temperaturen 15°C och uppåt.



Figur 2. Temperaturens inverkan på Viskositeten för lätt dieselolja



Figur 3. Temperaturens inverkan på viskositeten för tjock dieselolja

[E-post kommunikation med M. Bergman från Neste OY 20.11.2017]

2.2 Läckbränsle

Läckbränsle omfattar olika typer av retur och bränsleläckage från en motor. Det finns två egentliga typer av Läckbränsle på en Wärtsilä W20 motor, rent läckbränsle och orent läckbränsle.

2.2.1 Rent läckbränsle

Rent läckbränsle är ett samlat begrepp för bränsleläckage där bränslet i fråga klassas som rent och kan återanvändas utan någon typ av rening. Denna typ av läckbränsle klassas också som en typ av returbränsle.

Det finns två typer av rent läckbränsle, den ena är tillåtet kontinuerligt retur från t.ex. pumpar och injektorer. Den andra typen är från delar där läckage är otillåtet men bränslet är rent och kan återanvändas. Det rena läckbränslet är i sig ingen bränsleförbrukning eftersom det återanvänds direkt i motorn. Däremot är det en typ av pumpförlust eftersom det blivit trycksatt i pumparna innan det kommer trycklöst ut.

Den första typen av rent läckage uppstår från t.ex. högtryckspumpar där man vill undvika packningar och tätningar som kan gå sönder och orsaka stora otillåtna bränsleläckage som kan orsaka material eller personskador. Speciellt vid höga tryck kan det vara farligt. Rörliga delar i pumparna kräver alltid ett visst spel och därifrån uppstår läckage som proportionellt är väldigt små.

Den andra typen av rent läckbränsle är otillåtet läckage som uppstår från till exempel högtrycksrör med dubbla väggar eller högtrycksrörens kopplingar. Om den inre delen går sönder så läcker det ut bränsle till den yttre delen varifrån bränslet leds till samma uppsamlingstank som den första typen av rent läckbränsle. Det sitter oftast givare som signalerar ifall nivån stiger i uppsamlingstanken vilket kan betyda att något rör eller koppling gått sönder.

Mängden läckbränsle varierar mycket beroende på bränsle och dess viskositet eftersom vätskor med högre viskositet är trögare och kräver mer utrymme.

[E-postkommunikation med A. Vuohijoki från Wärtsilä Finland OY 07.10.2017]

2.2.2 Orent läckbränsle

Orent läckbränsle är en typ av otillåtet bränsleläckage där bränslet inte längre befinner sig i det slutna bränslesystemet dit även det rena läckaget hör. När bränslet inte längre befinner sig i ett slutet system klassas det som orent och får därmed ej återanvändas utan rening. Orent läckbränsle uppstår från felaktiga eller söndriga delar som ej i vanliga fall får orsaka läckage. [4]

2.3 Töjningsgivare och lastceller

Ett sätt för mätning av bränslemängd är att använda sig av töjningsgivare. Här presenteras grundläggande teori och funktionssätt för töjningsgivare och lastceller. [5]

En töjningsgivare (Strain Gauge) är en givare som har en varierande resistans beroende på belastning. Den kan konvertera kraft, tryck, dragspänning m.m. till en skillnad i elektrisk resistans som sedan kan mätas. När externa krafter belastar ett stationärt system uppstår spänningar som nöter på materialen och det är något man vill minimera. [5]

Töjningsgivare är en av de viktigaste komponenterna för mätning av mekaniska belastningar. [5]

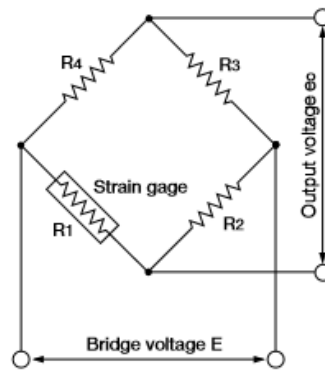
2.3.1 Töjningsgivarens mätprinciper

Varje metall har en egen specifik resistans. En extern drag- eller tryckkraft påverkar resistansen i materialet, antingen positivt eller negativt när materialets form ändras. Med ursprungliga resistansen R och resistansändringen ΔR fås följande förhållande:

$$\frac{\Delta R}{R} = K_S \times \frac{\Delta L}{L} = K_S \times \varepsilon \quad (\text{ekv. 1}) [5]$$

Där K_S är en mätfaktor som uttrycker givarens sensitivitet. Generellt används en koppar-nickel eller nickel-krom legering för det resistiva elementet och mätfaktorn för dessa legeringar är ungefär 2. [5]

Resistansändringen som uppstår på grund av sträckning är extremt liten, därför använder man en Wheatstone brygga (figur 4) för att konvertera förändring i resistans till en förändring i elektrisk spänning. [5]



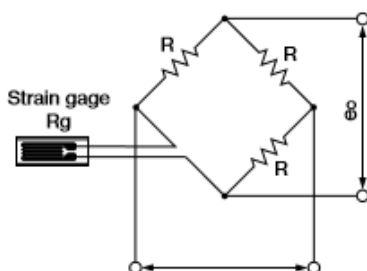
Figur 4. Wheatstone-brygga. [5]

Med hjälp av resistanserna R_1 , R_2 , R_3 , R_4 och spänningen över bryggan E får vi fram utgående spänningen e_o med ekvation 2. [5]

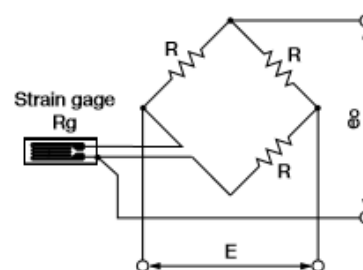
$$e_o = \frac{R_1 \times R_3 - R_2 \times R_4}{(R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)} \times E \quad (\text{ekv. 2}) [5]$$

Det finns tre huvudtyper av kopplingssystem för töjningsgivare, system med en givare, två givare eller fyra givare. [5]

System med endast en givare kan antingen kopplas in med två eller tre ledare. Givare som har två ledare kopplas på en sida av Wheatstone bryggan och fasta resistorer kopplas in på de resterande tre sidorna. (figur 5). Detta system kan enkelt konfigureras och används generellt för mätning av mekaniska påfrestningar/sträckning. Mätresultaten för system med en givare och två ledningar påverkas lätt av längden och typen ledare och är också känslig för temperaturförändringar. I de fall när man har stora temperaturförändringar bör man använda sig av systemet med tre ledare (figur 6). [5]

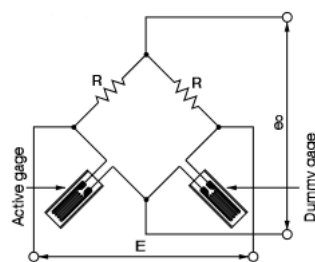


Figur 5 två-ledarsystem. [5]

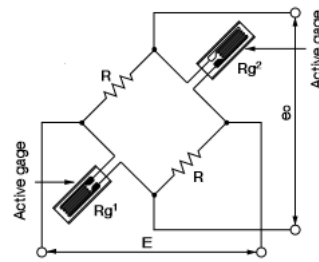


Figur 6. tre-ledarsystem. [5]

I system med två givare är båda givarna inkopplade i bryggan, antingen på varsin sida eller på samma sida av bryggan och de fasta resistorena kopplas in på de resterande två eller tre sidorna. Det finns två typer av system för modellen med två givare, ”active-dummy” metoden (figur 7) eller ”active-active” metoden (figur 8). I ”active-dummy” metoden används endast en givare för mätning och den andra för temperaturkompensation. I ”active-active” metoden är båda givarna aktiva i mätningen. Modellen med 2 givare används främst så att ena givaren används för mätning och den andra används för att kompensera bort andra sträckningar i materialet än den man vill mäta. [5]

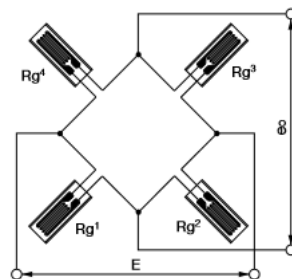


Figur 7. Active-dummy modell. [5]



Figur 8. Active-active modell. [5]

I systemet med fyra givare i samma brygga är alla givarna inkopplade på varsin sida av Wheatstone bryggan (figur 9). Detta system har hög noggrannhet för mätning och temperaturkompensering och är också kapabel att eliminera bort andra materialspänningar än den man vill mäta. [5]



Figur 9. Modell med fyra givare. [5]

2.3.2 Lastceller av balk-typ

Den vanligaste lastcellen för vägning av system som fastspända under givaren är lastceller av balk-typ. Givaren mäter böjspänningen i balken och får därmed fram hur stor last som verkar på balken som sedan räknas om till massa i enheten kg.

När en kraft/vikt påverkar fjäderelementet på lastcellen orsakar det en elastisk deformation. Sträckningen (positiv eller negativ) konverteras till en elektrisk signal med hjälp av töjningsgivaren som är installerad på fjäderelementet. Lastcellen är kopplad till en vågindikator som läser av den elektriska signalen och anger hur stor massan är som påverkar lastcellen. [5]

Det finns olika noggrannhetsklasser på töjningsgivare, på Wärtsiläs laboratorier används endast klass C6 och uppåt. C6 betyder att givaren har 6000 "Skaldelar". genom att dividera 100 % med antalet skaldelar för givaren får man fram dess noggrannhet i procent med ekvation 3 där X är antalet skaldelar. [6]

$$d = \sqrt{\left(\frac{100\%}{X}\right)^2} \quad (\text{ekv. 3}) [6]$$

Den totala procentuella noggrannheten för systemet beräknas genom att addera alla komponenters noggrannhet enligt följande. [6]

$$d_{tot} = \sqrt{\left(\frac{100}{X_1}\right)^2 + \left(\frac{100}{X_2}\right)^2 + \left(\frac{100}{X_3}\right)^2} \dots \quad (\text{ekv.4}) [6]$$

2.3.3 Sträckning, materialspänning och Poissons tal

När ett material utsätts för en dragkraft P så får det en spänning σ som motsvarar den applicerade kraften. Tvärsnittet krymper proportionellt mot spänningen och därmed fås en längdförändring ΔL från den ursprungliga längden L som materialet hade före det utsattes för kraften. [5]

Förhållandet mellan längdförändringen och ursprungliga längden kallas dragsträckning ε och beräknas med ekvation 5. [5]

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (\text{ekv.5}) [5]$$

Spänningarna fås genom att multiplicera sträckningen med elasticitetsmodulen för materialet. När materialet utsätts för en dragkraft utvidgas det i axiella riktningen medan det dras ihop i transversala riktningen. Längdförändring i axiell riktning kallas för longitudinell sträckning och sträckning i transversell riktning kallas för transversell sträckning. Absoluta värdet för förhållandet mellan longitudinell och transversell sträckning kallas för Poissons tal ν som erhålls genom ekvation 6:

$$\nu = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \quad (\text{ekv.6}) [5]$$

2.4 Nivågivare

Det finns två egentliga typer av nivågivare för tankar som används på laboratoriet.

Den första typen är en mekanisk flottör som är monterad på en arm (figur 10). Den fungerar så att när flottören flyter upp och armen uppnår en viss vinkel mellan arm och fästplatta så antingen bryter eller öppnar en elektrisk krets vilket ger signal åt PLC systemet att någonting har hänt.



Figur 10. Nivågivare med mekanisk flottör. [7]

Den andra är en givare av typ vibrerande gaffel (figur 11), som fungerar som en stäm-gaffel. Ändan av givaren har formen som en gaffel och inuti den finns en piezo-elektrisk kristall som oscillerar gaffeln till dess egenfrekvens som ligger på ca 1300 Hz. Denna frekvens mäts kontinuerligt och när gaffeln kommer i kontakt med ett medium så ändras frekvensen och givaren känner av det. Desto högre viskositet mediet har, desto större inverkan har det på givarens frekvens. [8]



Figur 11. Nivågivare av typ vibrerande gaffel. [9]

2.5 Lagar som behandlar hantering, säkerhetskrav och övervakning av farliga kemikalier

Eftersom mätsystemet byggs i en befintlig motorcell som är konstruerad för att uppfylla kraven för hantering och lagring av farliga kemikalier så presenteras här endast lagar som direkt tillämpas på mätsystemet som planeras.

Mängden farliga kemikalier som hanteras som i detta fall utgörs av olika typer av brännolja blir oförändrad eftersom detta arbete handlar om att bygga ett mätsystem för en befintlig typ av bränsle som tidigare hanterats på ett annat vis men i samma utrymme.

Utdrag ur Lagen om säkerhet vid hantering 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 besiktningsorgan som avses i 100 §” [10]

Utdrag ur stadsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier

Placeringen av farliga kemikalier i en byggnad:

”Aggregat, cisterner, silor och styckegodsupplag som innehåller farliga kemikalier ska i en byggnad placeras så att principerna enligt 21 och 22 § uppfylls” [11]

”Avståndet från en cistern och en silo till väggen och till en annan cistern eller silo ska vara minst en meter” [11]

”Farliga kemikalier ska upplagras på de platser som anvisats för dem” [11]

Placeringen av rörsystem:

”Rörsystemen ska om möjligt placeras så att inte innehållet i händelse av läckage kommer i kontakt med heta ytor, elutrustning, elledningar eller andra antändningskällor och inte medför någon annan fara” [11]

Märkning av rörsystem:

”Rörsystem som innehåller farliga kemikalier ska förses med märkningar där rörets innehåll och kemikaliens strömriktning framgår” [11]

Uppvärmning av kemikalier i cisterner:

”För uppvärmning av en kemikalie i en lagercistern får användas endast vatten, ånga, en icke explosions- eller brandfarlig värmeöverföringsvätska eller ett värmemotstånd” [11]

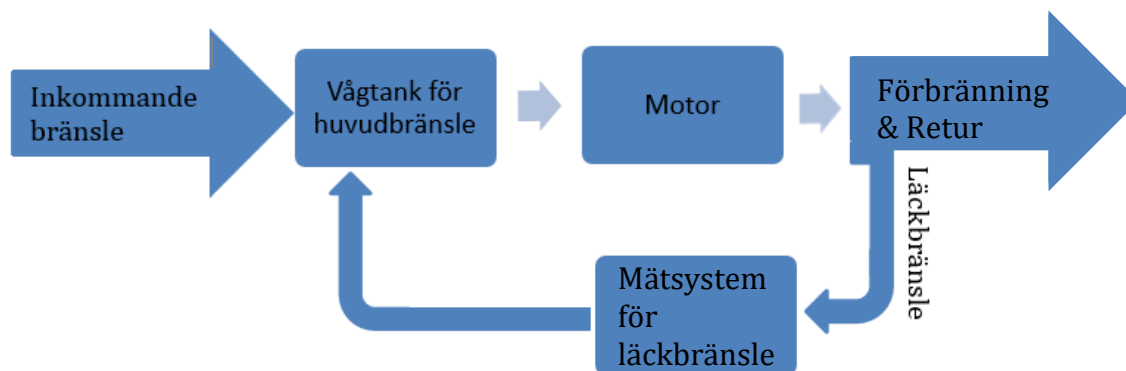
3 Metod

I detta kapitel presenteras metod och tillvägagångsätt för detta arbete.

Utrymmet som finns till förfogande för systemet är 850mm x 300mm x 1000mm, vilket betyder att systemet måste vara väldigt kompakt för att rymmas.

3.1 Funktionssätt

Det huvudsakliga systemet skall fungera så att efter motorn skall det finnas ett mätsystem som mäter mängden läckbränsle från motorn. Efter mätning av läckbränslet skall bränslet pumpas tillbaka till huvudvåggtanken varifrån det återanvänds i motorn, enligt figur 12.



Figur 12. Flödesschema för mätsystemet.

Vi kom fram till att det finns två olika lösningar på hur systemet skulle se ut och fungera.

Lösning 1: den första lösningen är att bygga vågtankssystemet likadant som systemet för huvudbränsle D.v.s. en vågtank dit läckbränslet från motorn rinner och mäts och därefter pumpas direkt till huvudvåggtanken, detta system kräver en relativt stor vågtank i förhållande till mängden bränsle eftersom man strävar efter så stort intervall mellan tömningarna som möjligt.

Lösning 2: den andra lösningen är att använda sig av två tankar, en liten vågtank och en uppsamlingstank. Bränslemängden vägs först i vågtanken och därefter rinner bränslet till en uppsamlingstank som med hjälp av nivågivare och pump tömmer tanken när den är full.

3.2 Dimensionering och val av utrustning

Valet av komponenter till systemet görs på basis av en del forskning. Offertförfrågan skickas till olika tillverkare och slutgiltiga valen kommer att basera sig på hur pass bra komponenterna lämpar sig för systemet och deras pris.

För en del av komponenterna finns det ganska få valmöjligheter eftersom att på laboratoriet vill man hålla en slags standard, där man använder sig av likadan utrustning i så många applikationer som möjligt för att kunna hålla tillräckligt hög noggrannhet och för att personalen skall hålla en hög kompetensnivå för den utrustning som används.

För de stålkonstruktioner som krävs för projektet blev det bestämt att de skulle tillverkas av underleverantörer som är inhyrda från Caverion. Eftersom de inte har tillgång till så stort urval av verkstadsmaskiner så görs ritningarna på basis av möjlighet att tillverka på plats.

Ritningar görs i Siemens NX 9.

3.2.1 Krav på mätutrustning

Mätutrustningen består av två huvudsakliga komponenter. En lastcell och en vågindikator.

Noggrannheten för mätsystemet är den viktigaste aspekten vid val av utrustning. Eftersom man vill hålla så hög noggrannhet som möjligt på laboratoriet så kommer Instrumentation & Measurement gruppen på Wärtsilä att konsulteras för att få reda på vilken standard på utrustningen som krävs.

3.2.2 Krav på tömningspump

Vid val av tömningspump finns det några kriterier som pumpen skall uppfylla.

- Pumpen bör vara så liten som möjligt, detta för att kunna bygga en så stor uppsamlingstank som möjligt.
- Pumpen skall ha ett minimitryck på minst 2 bar
- Den skall klara av att pumpa vätskor med hög densitet, upp till 400 cSt, vilket motsvarar ~ 38°C LS180 HFO
- Den skall ha en magnetisk koppling mellan elmotor och pump, detta för att undvika axeltätningar som kan gå sönder och orsaka läckage från pumpen.
- Pumpen skall vara designad för att klara av minst 100 °C kontinuerligt, eftersom tanken kommer att vara uppvärmd och vid körning med HFO så har bränslet som kommer ur motorn en temperatur på ~ 100 °C, men kyls av lite på vägen till tömningspumpen.
- Pumpen skall vara byggd för att kunna monteras vertikalt. [4]

3.2.3 Krav på avstängningsventil

Avstängningsventilen som monteras mellan vågtank och uppsamlingstank skall om möjligt uppfylla följande krav och önskemål:

- Avstängningsventilen skall vara i rostfritt material
- Designad för minst 100 °C.
- Låg vikt
- Pneumatisk styrd [4]

3.2.4 Design av 3D-modeller

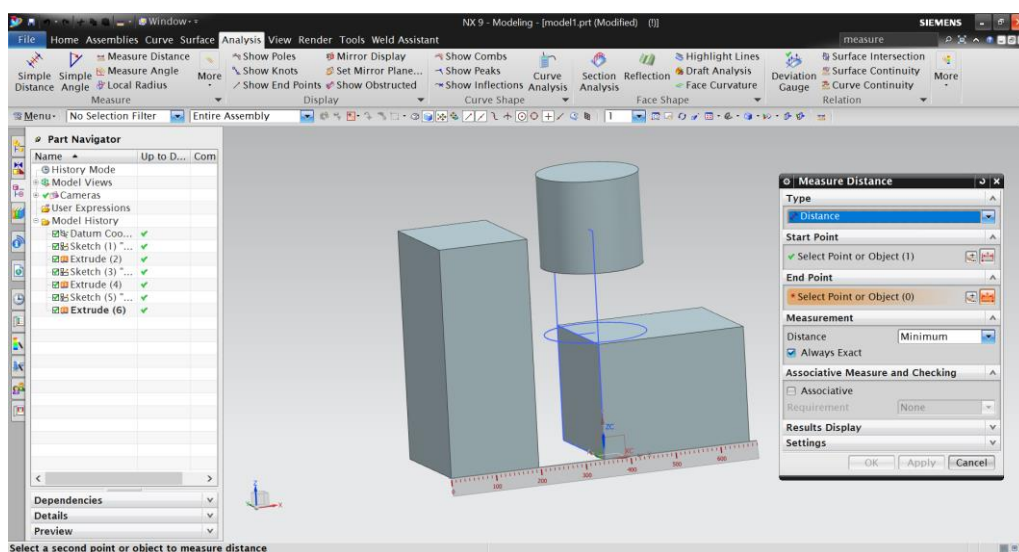
Designen för tanksystemet görs i Siemens NX 9. NX är ett avancerat ritningsprogram för framtagning av 3D-modeller och kan även användas för att göra FEM-analyser m.m.

Siemens NX 9 är relativt svårt att använda om man ej har tidigare erfarenheter av programmet men eftersom programmet har använts inom flera kurser i skolan så var det bekant och grunderna var inlärd.

Först ritas förenklade versioner av komponenterna för att få en överblick om hur designen skall se ut för att uppnå ett relativt kompakt system. Eftersom en del komponenter skall beställas från diverse tillverkare så är deras dimensioner kända, t.ex. pump, nivågivare och lastceller. Utgående från det området som finns till förfogande för tanksystemet kan det börja skissas upp hur designen skall se ut. Första designen kommer att bestå av förenklade modeller såsom rätblock och cylindrar som föreställer systemets delar enligt figur 13.

När storleken på tankarna har bestämts så görs mer detaljerade modeller. Det kommer att skissas upp några olika modeller för att sedan överväga och fastställa hur den slutliga designen på tankarna skall bli.

Efter att 3D-modellerna för komponenterna är ritade så plockas de in i sammanställningsmodeller, flera olika layouter på sammanställningsmodeller kommer att tas fram. Största utmaningen i detta skede blir att få alla komponenter att rymmas inom det bestämda området där systemet skall byggas. Efter val av den slutliga layouten ritas de sista detaljerna in såsom: rör, rörkopplingar, bultar m.m.



Figur 13. Skiss med hjälp av förenklade modeller i Siemens NX

3.2.5 Dimensioneringskrav på vågtank

Följande kriterier tas i beaktande vid dimensionering av vågtanken:

- Volymen skall vara tillräcklig, så att den inte överfylls direkt, även om problem skulle uppstå med avstängningsventilen, D.v.s. en minimivolym på ca 4 L
- Vikten skall vara så pass låg att man kan använda en töjningsgivare med tillräckligt hög noggrannhet.
- Formen på tanken skall vara rundad eller konisk i nedre delen för att förhindra att det lämnar bränsle i tanken efter mätning, detta är mest aktuellt för bränslen med hög viskositet.
- Materialet skall vara rostfritt, för att förhindra korrosion som kan orsaka orenheter och viktförändring i tanken.
- Tanken får ej påverkas av yttre laster som kan inverka på mätresultatet.

Optimal form för vågtanken skulle vara en konisk "trattformad" form där inkommande bränsle kommer in från övre sidan och den koniska delen på undre sidan skulle göra att bränsle med hög viskositet lättare skall rinna ut.

3.2.6 Dimensioneringskrav på uppsamlingstank

Vid dimensionering av uppsamlingstanken tas följande saker i beaktande:

- Uppsamlingstankens volym skall vara så stor som möjligt men ändå rymmas inom det planerade området
- Det skall vara möjligt att öppna upp tanken för rengöring.
- Tanken skall vara isolerad och uppvärmd.
- Tanken skall ha 3 stycken nivågivare, undre gräns (tömningspumpen stannar), övre gräns (tömningspumpen startar) och alarmgräns.
- Tanken skall kunna tömmas manuellt.
- Rostfritt material för att undvika orenheter i bränslet

Dimensioneringen av uppsamlingstankens storlek kommer att gå ut på att först ta reda på hur mycket utrymme vågtank samt pump kräver och därefter göra volymen så stor som möjligt men rymmas inom det bestämda området.

Tankbotten skall ha en rundning så att man lätt kan få ur all vätska ur tanken med den manuella tömningskranen, detta för att underlätta rengöringen av uppsamlingstanken.

Eftersom uppsamlingstanken skall vara uppvärmd med värmekabel så krävs det att tanken är värmeisolerad.

3.2.7 Kravlista över komponenterna

Här presenteras en kravlista över komponenterna i systemet.

Tabell 4. Kravlista över systemets komponenter

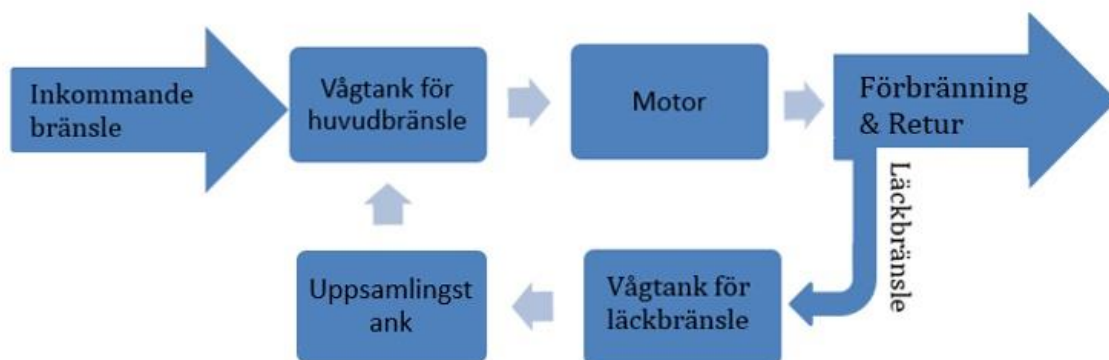
Kravlista		12.12.2017
Komponent	K = krav Ö = önskemål	Krav
Lastcell	K	Noggrannhetsklass på C6 eller högre
	Ö	Lastcell av balk-typ
Vågindikator	K	Noggrannhetsklass på C6 eller högre
	K	Kommunikationsmöjligheter med PLC
Vågtank	K	Rostfritt material
	Ö	Tillräkligt stor volym för att förhindra att tanken överfylls vid problem, ~ < 4L
	K	Låg vikt för att kunna använda en lastcell med tillräkligt hög noggrannhet
	Ö	Rundad undredel för att förhindra att det lämnar bränsle i tanken
	K	Får ej påverkas av yttre laster
Uppsamlingsstank	Ö	Stor volym
	K	Möjligt att öppna upp tanken för rengöring
	K	uppvärmd och värmeisolerad
	K	Minst 2 nivågivare, om möjligt 3
	K	Möjlighet att tömma tanken manuellt
	Ö	Rostfritt material
Avstängningsventil	Ö	Rostfritt material
	K	Temperaturområde upp till 100 °C
	Ö	Pneumatiskt styrd
	Ö	Vikt under 1kg
Tömningspump	Ö	Pumpen skall vara kompakt och liten
	K	Designtryck på minst 2 bar
	K	Den skall klara av vätskor med viskositeten upp till 400 cSt
	Ö	Magnetisk koppling mellan pump och motor
	K	Designtemperatur på minst 100 °C
	K	Skall kunna monteras vertikalt

4 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet av arbetet.

4.1 Val av funktionssätt

Valet blev Lösning 2, d.v.s. ett system med två tankar, en vågtank och en uppsamlingstank (figur 13). Med detta system får man högre noggrannhet och större tömningsintervall jämfört med ett system där man använder sig av endast en vågtank med större volym.



Figur 14. Flödesschema för mätsystemet

4.2 Val av mätutrustning

Före beställning av vågindikator och lastcell diskuterades det med Staffan Nysand från Instrumentation & Measurement och Paul-Henrik Lindroos för att säkerställa att den mätutrustning som väljs är optimal för detta ändamål.

Valet för lastcell blev en Scaime F60X 10kg. Givaren är dimensionerad för ett kontinuerligt mätområde upp till 10 kg men har en absolut max last på 15 kg, noggrannhetsklassen är C6 (6000 skaldelar). Med X=6000 kan vi beräkna noggrannheten på lastcellen enligt ekvation 3.

$$\sqrt{\left(\frac{100\%}{6000}\right)^2} = \pm 0,0166\%$$

Eftersom givaren är dimensionerad för en kontinuerlig last på max 10 kg så blir toleransen i detta fall:

$$\frac{10\,000\text{ g}}{100\%} \times 0,0166\% = \pm 1,66\text{ g}$$

Som vågindikator valdes en HBM WTX 110-A, främst på grund av det lilla utrymme den kräver men också för priset och att den uppfyller de krav som ställdes på mätutrustningen, D.v.s. att den skall uppfylla samma noggrannhetsklass som lastcellen, eller högre.

HBM WTX 110-A har 10 000 skaldelar och dess noggrannhet beräknas på samma sätt som för lastcellen.

$$\sqrt{\left(\frac{100\%}{10000}\right)^2} = \pm 0,01\%$$

Den totala noggrannheten kan då beräknas genom att addera lastcellens och vågindikatorns noggrannhet enligt ekvation 4.

$$d_{tot} = \sqrt{\left(\frac{100}{6000}\right)^2 + \left(\frac{100}{10000}\right)^2} = 0,019 \%$$

Totala toleransen för systemet blir då enligt följande:

$$\frac{10\,000\text{ g}}{100\%} \times 0,019\% = \pm 1,9\text{ g}$$

4.3 Val av Tömningspump

Valet av tömningspump blev en IMO ACE 025N4 NKBP med tillhörande elmotor från HØYER.

Valet av pump baserade sig på att denna var en av de få pumpar som uppfyller de kraven som ställdes för detta system. En annan faktor som påverkade valet var att Wärtsilä använder sig av IMO's pumpar i många applikationer och därmed finns det erfarenheter av leverantören och produkten i fråga sedan tidigare.

Pumpen har ett flöde på 0.6 – 10.8 m³/h vilket gör att tanken töms väldigt snabbt, detta är bra eftersom man ej kan göra en bränslemätning med huvudvågtanken samtidigt som man tömmer uppsamlingstanken. Pumpen är dimensionerad att klara av vätskor som har en viskositet mellan 1,4 – 1500 cSt. Pumpen är dimensionerad för ett temperaturområde på -20°C till 180 °C, vilket är tillräckligt enligt kravlistan.

Pumpen har en magnetisk koppling mellan motor och pump, vilket betyder att det inte finns någon axeltätning som kan orsaka läckage, som är viktigt främst för vätskor med hög viskositet, där trycket kan bli för högt och orsaka skador på tätningar som i sin tur kan gå sönder och orsaka läckage.

Elmotorn har en effekt på 1,1 kW och 400V, vilket kräver en 3-fas matning.

Enligt Viskositetsdiagrammet för HFO kan man avläsa att bränslet har en viskositet på 1500 cSt vid ca 25°C, Detta är övre gränsen vad pumpen är designad att klara av kontinuerligt.

[E-post kommunikation med L. Lu från IMO AB. 10.10.2017]

4.4 Design av vågtank

Vågtanken fungerar så att det rinner läckbränsle kontinuerligt till tanken från motorn. Under tanken finns det en avstängningsventil som är öppen vid normalt bruk så bränslet rinner direkt till uppsamlingstanken. En mätning går ut på att ventilen stängs så att bränslet stannar i vågtanken samtidigt som lastcellen registrerar tankens dödvikt. Efter t.ex. 5 min registreras tankens nuvarande vikt och avstängningsventilen öppnas. Slutliga resultatet fås genom att subtrahera dödvikten från den slutliga vikten och därefter räknas resultatet om till enheten kg/h.

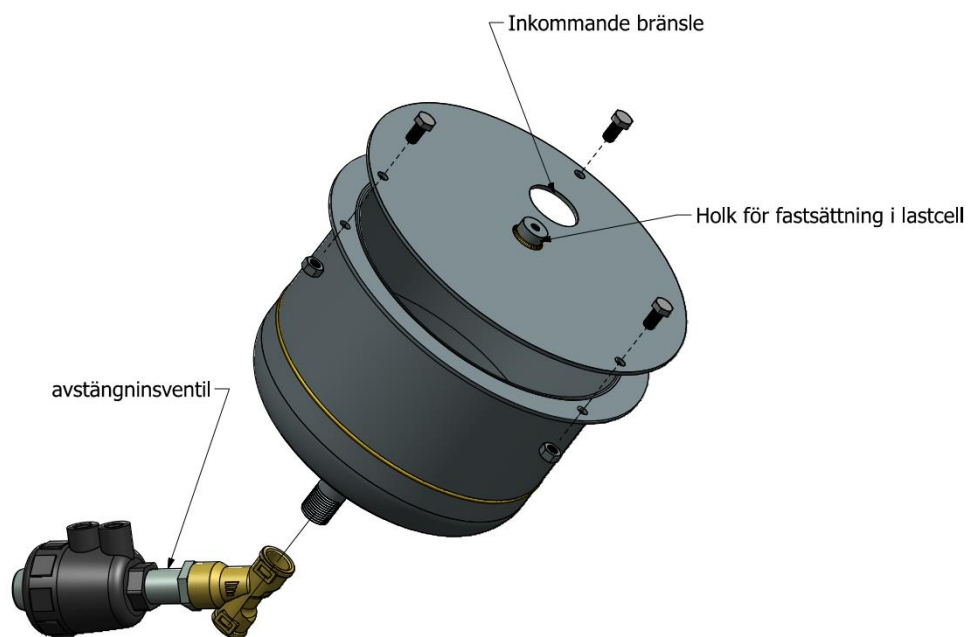
Vid designen av vågtank var volymen i förhållande till massan viktigaste. Tanken skulle vara så pass stor att den inte överfylls direkt ifall inte avstängningsventilen öppnar men vid full tank så får totala vikten ej överstiga 15 kg, eftersom det är max vad man får belasta lastcellen.

Ritningarna gjordes på basis av möjligheterna att tillverka på plats, därmed användes så mycket standard delar som möjligt för att förhindra specialbeställningar och långa leveranstider.

Tankbotten gjordes av en syrafast kupad rörgavel, detta eftersom vi inte har tillgång till valsmaskin för att göra den konisk, vilket hade varit optimalt. Väggarna i tanken görs av ett rostfritt rör med dimensionen 219,3x3 med längden 100mm som svetsas fast i rörgaveln. På övre sidan av tanken svetsas en krans fast som har 3 bulthål för fastsättning av lock. Tankens fastsättning består av en gängad holk som är fastsvetsad i mitten av vågtankens lock och en gängad axel som skruvas mellan locket och lastcellen.

På undre sidan av gaveln svetsas ett rör med ytterdiametern 21.3mm med NPT 1/2" gänga för att kunna fästa en pneumatiskt styrd avstängningsventil. Avstängningsventilen är en Bürkert Type 2000 pneumatiskt styrd avstängningsventil som är "Normally Open", vilket betyder att normalt sett är den öppen och när den trycksätts så stängs den. Ventilen är av rostfritt material och har ett temperaturområde upp till 100 °C, vilket uppfyller kraven för systemet.

[12]



Figur 15. Monteringsbild över vågtank

4.5 Design av uppsamlingstank

Efter att designen av vågtanken var färdig och de resterande komponenternas dimensioner kända så påbörjades designen av uppsamlingstanken. Målet var att designa den så att volymen skulle vara så stor som möjligt men rymmas inom utsatt område.

Som material för uppsamlingstanken valdes 3mm AISI 304 plåt, rostfritt material valdes för att förhindra orenheter i tanken.

Typen av tank blev en luftad tank med en total volym på ca 24 liter. Mellan maxgränsen (pumpen startar) och minimigränsen (pumpen stannar) är det en volym på ca 14 liter. Eftersom mängden rent läckbränsle vid 100 % last är 3,9 - 7,2 kg/h för LFO och 0,8 - 1,4 kg/h för HFO så blir tömningsintervallen med densiteten ρ_{LFO} : 830 kg/m³ och ρ_{HFO} : 1000kg/m³:

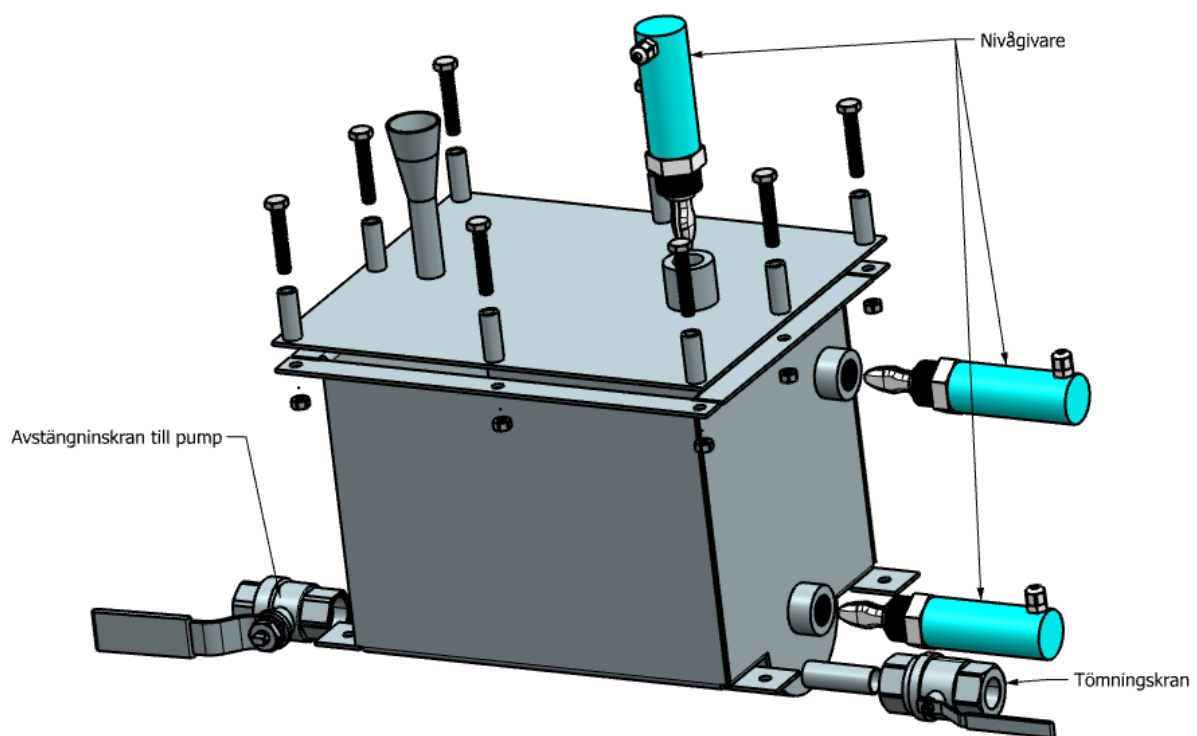
LFO: 1,6 – 3 h

HFO: 10 – 17,5 h

Som nivågivare till tanken valdes modellen av typ vibrerande gaffel. Denna givare valdes på grund av att det var en betydande storlekskillnad mellan de två givartyperna som fanns till förfogande. Eftersom det strävades efter att ha 3 nivågivare för att också kunna ha en givare som användes för alarmgräns så hade utrymmet ej varit tillräckligt för att montera 3 stycken av typ mekanisk flottör.

För uppvärmningen av tanken kommer det att användas värmekabel som har en effekt på 49W/m och tanken kommer att värmeisoleras. Kabeln kommer att monteras mellan tanken och isoleringen och därmed värma upp tanken utifrån.

Isoleringen gör att det blir svårare att öppna upp tanken för rengöring eftersom det krävs att man plockar bort isoleringen innan man slipper att skruva bort locket, detta löses genom att svetsa fast holkar mellan bultarna och locket, för att få upp bultskallarna jämt med isoleringen så man slipper på att lossa bultarna även fast det ligger ett lager med isolering på locket, detta förhindrar också att isoleringsmaterialet förstörs med tiden när det inte behöver avlägsnas vid varje inspektion av tanken.

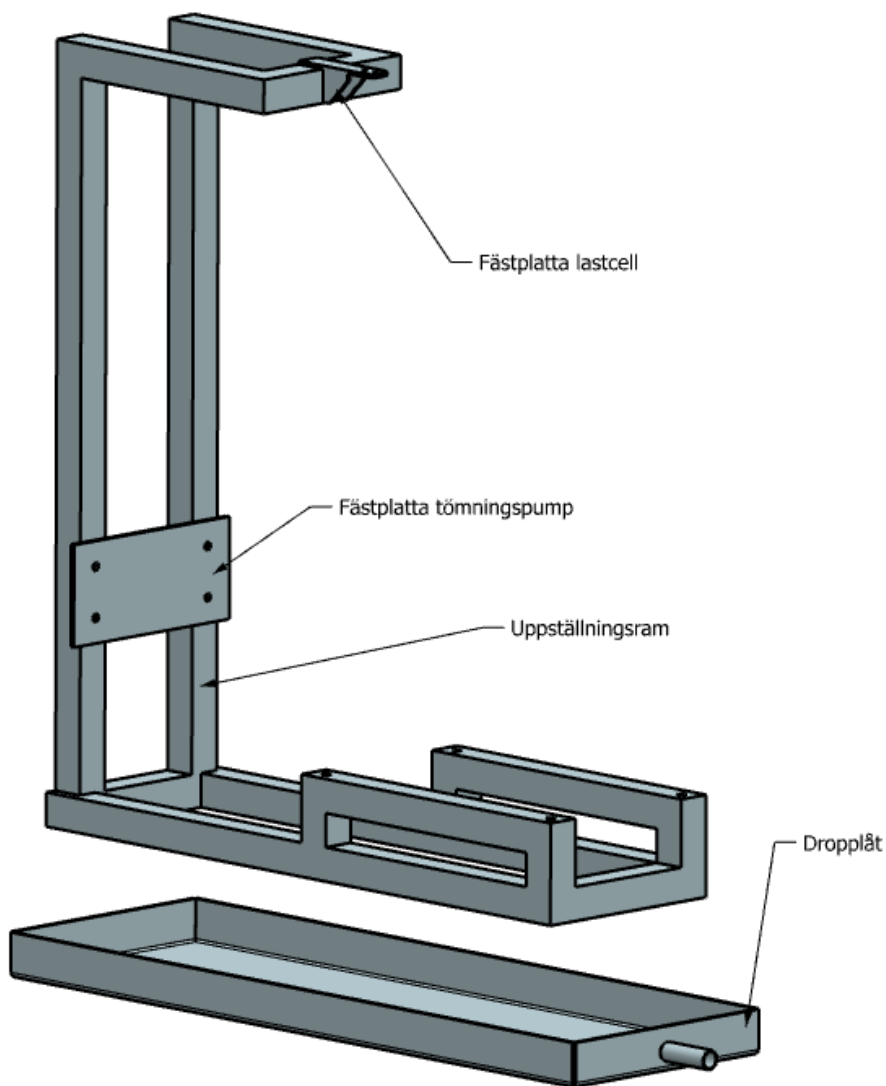


Figur 16. Monteringsbild över uppsamlingstank

4.6 Design av uppställningsram

Eftersom det blev beslutat att hela systemet skulle byggas i ett paket, D.v.s. allting skulle fästas i samma ram. Så kunde ramen dimensioneras först efter att alla andra komponenter för systemet var klara.

Ramen skulle byggas av material som fanns i lagret, därmed byggdes den av fyrkants rörprofil med måtten 40x40x3 av S355 stål.

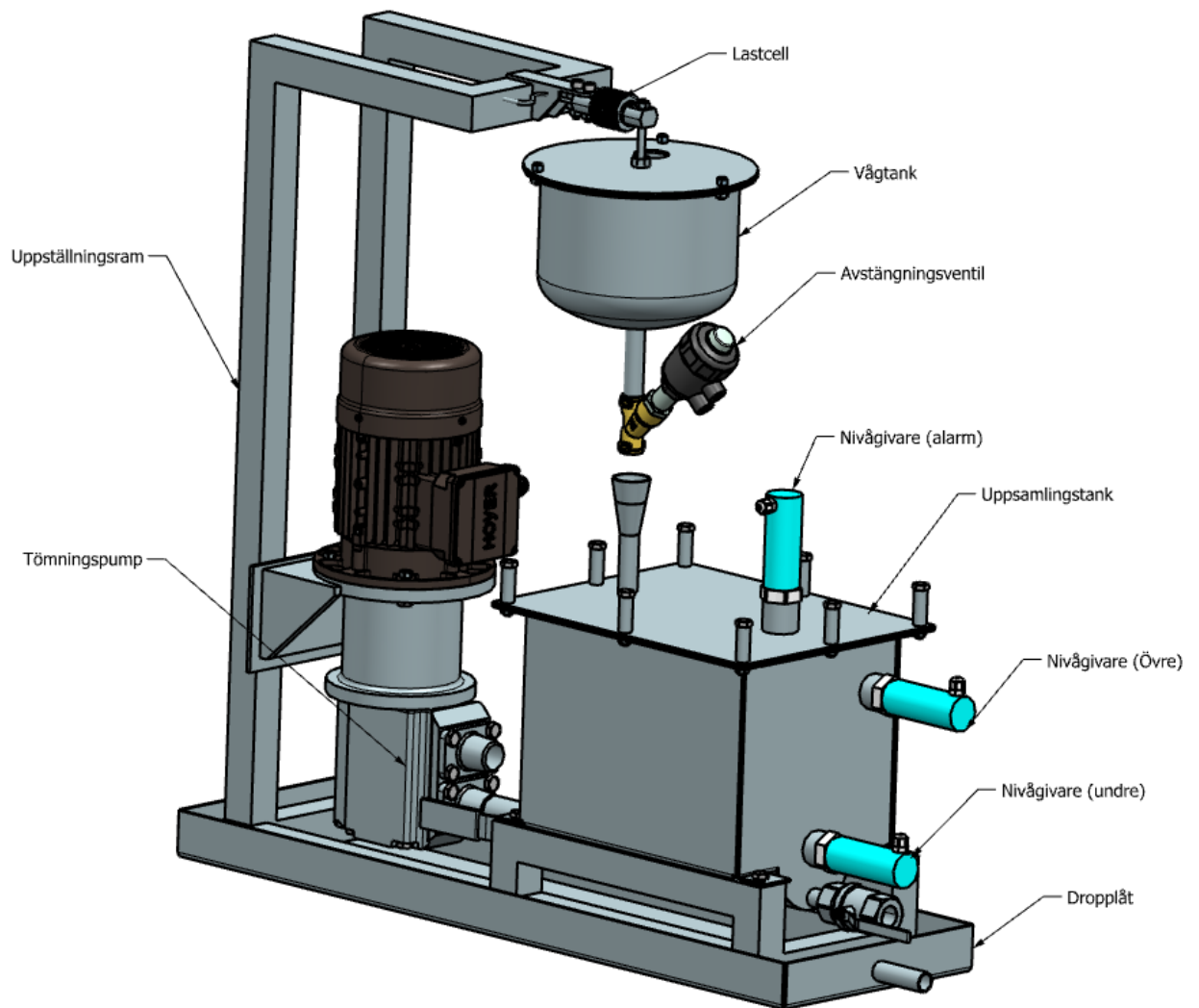


Figur 17. Uppställningsram samt Dropplåt

Under ramen kommer det att placeras en dropplåt. Dropplåten finns för att ifall det uppstår läckage i systemet så rinner det ner på plåten som har ett rör som styr bränslet till ett tillåtet uppsamlingsställe för oljor.

4.7 Sammanställning

Här presenteras en sammanställningsmodell av delarna i mätsystemet. Eftersom en del av komponenterna delvis är förenklade modeller så förekommer det en del skillnader i verkligheten. I bilaga 1 finns konstruktionsritningar för systemet.



Figur 18. Sammanställningsmodell över mätsystemet

4.8 Krav som ställs på automationssystemet

Här presenteras kraven som ställs på automationssystemet som vidarebefordrats till automationsingenjörerna som står för uppbyggandet av el & automationssystem.

Tabell 5 I/O Lista för automationssystemet

Namn	Funktion	Typ av signal	Område	Adress	Deskription
PDA011L001	NC	DI	1/0	-	Undre nivågivare
PDA011L002	NC	DI	1/0	-	Övre nivågivare
PDA011L003	NC	DI	1/0	-	Alarmgräns
PDA011E001	-	AI	4-20mA	-	Mätvärde(tank)
PDA011V001	NC	DO	1/0	-	Tryckluftsväntil
PDA011M001	NO	DO	1/0	-	Tömningspump

Tabell 6. Övriga komponenter

Namn	Komponent
PDA011B001	Vågtank
PDA011B002	Uppsamlingsstank

Funktionsbeskrivning:

Systemet skall fungera så att när man trycker på startknappen (Start) på datorn, så öppnas en pneumatisk krets och avstängningsventilen (PDA011V001) trycksätts, vilket i sin tur gör att flödet mellan vågtanken (PDA011B001) och uppsamlingsstanken (PDA011B002) stoppas och bränslet stannar i vågtanken. En mätning är normalt 300 sekunder lång. Vid start av mätning så registreras tankens dödvikt och efter att 300 sekunder har passerat från att avstängningsventilen stängts, Beräknas tankens slutliga vikt med hjälp av lastcellen och vågindikatorn (PDA011L013) som räknar om lastcellens signal till enheten g och registrerar värdet till PLC. Kompensering av tankens dödvikt görs genom att subtrahera slutliga vikten från dödvikten som registrerats före mätning. Uppsamlingsstanken som tar emot bränsle från vågtanken har tre nivågivare. Undre nivågivare (PDA011L001) stannar pumpen (PDA011M001), övre nivågivare (PDA011L002) startar pumpen (PDA011M001), nivågivare för alarmgräns (PDA011L003) startar pumpen (PDA011M001) direkt under alla omständigheter, detta för att förhindra att tankarna överfylls som i sin tur orsakar läckage. Tömning av uppsamlingsstank får normalt ej göras samtidigt som läckbränslemätning görs. Tömning av uppsamlingsstank får ej heller göras ifall mätning av huvudbränsle är igång. Avbryt knappen (Cancel) avbryter mätningen och öppnar avstängningsventilen, utan att

registrera mätvärdet. Dock ifall nivågivare för alarmgräns aktiveras samtidigt som en mätning görs, antingen på läckbränsle eller huvudbränsle så skall dessa mätningar avbrytas eftersom resultatet kan bli felaktigt.

5 Diskussion

Syftet för detta arbete var att skraddarsy ett bränslemätningssystem för motorn och testcellen i fråga, därmed valdes det att skriva arbetet på svenska eftersom det är hög sannolikhet att det inte direkt kommer att användas för andra installationer inom företaget.

Arbetet har varit väldigt intressant och lärorikt. Det har gett en bra inblick över hur en planerings och konstruktionsprocess fungerar i ett företag och främst inom Wärtsilä. Jag har fått vara i kontakt och samarbeta med en stor del olika personer inom företaget såsom inköpare och experter inom olika områden.

Arbetet har också varit väldigt givande på det viset att jag fått jobba mycket självständigt och fått tänka ut systemet både från mekaniska sidan och el & automationssidan.

Val av komponenter har varit en av de mer krävande delarna för arbetet. Eftersom kraven på komponenterna är så pass stora när det gäller kvaliteten och mätnoggrannheterna och även kompatibilitet med befintlig utrustning så var det viktigt att vara i kontakt med experter inom området för att säkerställa att lämplig utrustning för systemet väljs.

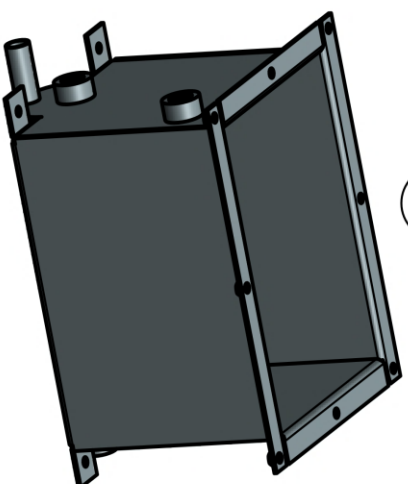
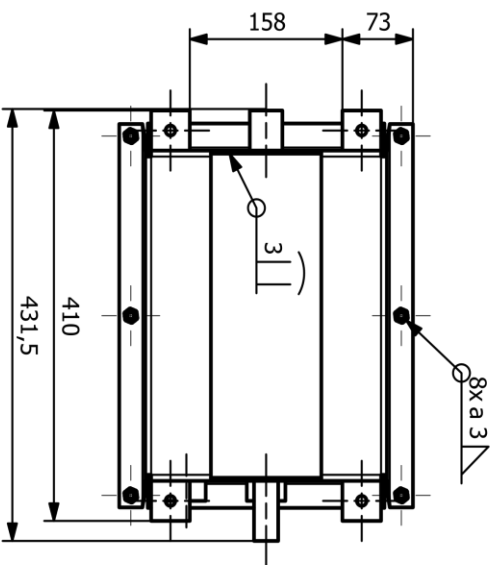
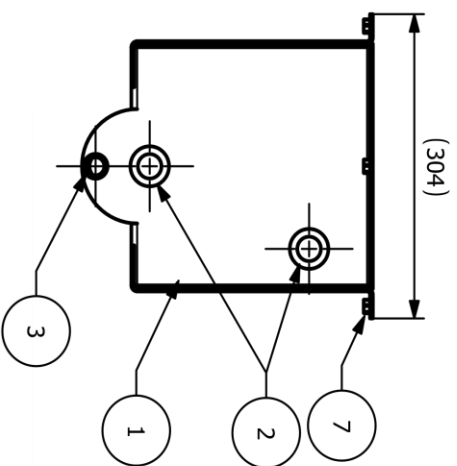
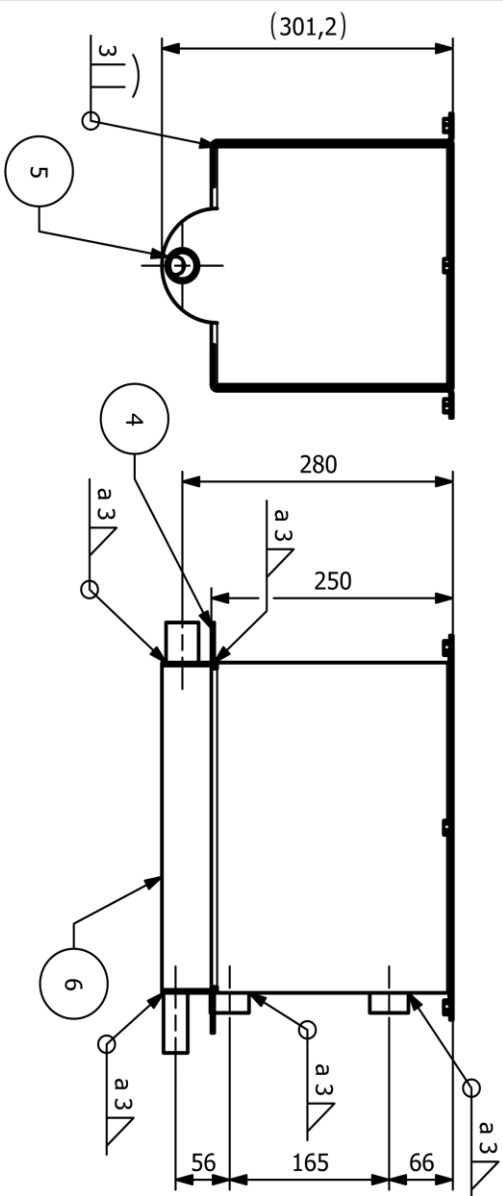
Överlag skulle jag säga att arbetet var väldigt sakligt och gjordes utan större hinder på vägen, beror säkert delvis på min elektrikerbakgrund där jag varit i kontakt med olika mätsystem och bekant med deras funktions principer sedan tidigare.

Jag vill tacka min handledare Tobias Birell från Wärtsilä och Kenneth Ehrström från Yrkeshögskolan Novia. Jag vill också rikta ett tack till Staffan Nysand samt Paul-Henrik Lindroos från Wärtsilä för stödet jag har fått under examensarbetets gång.

6 Källförteckning

- [1] Wärtsilä Oyj, "Om oss," 2017. [Online]. Available: <https://www.wartsila.com/sv/om-oss>. [Använd 9.10.2017].
- [2] Wärtsilä Oyj, "History," 2017. [Online]. Available: <https://www.wartsila.com/about/history>. [Använd 9.10.2017].
- [3] Wärtsilä Marine solutions, "W20DF Product guide," 2016. [Online]. [Använd 27.10.2017].
- [4] Wärtsilä Oyj, "Leak fuel collecting system [Konfidentiell]," 2009. [Online]. [Använd 2.9.2017].
- [5] Kyowa Electronic Instruments Co, "How strain gages work," 2017. [Online]. Available: <https://www.kyowa-ei.co.jp/english/products/gages/pdf/howsgw.pdf>. [Använd 23.10.2017].
- [6] Wärtsilä Oyj, "VEL Fuel scale Design instructions [Konfidentiell]," 2017.
- [7] Trimod Besta, "Standard range level switches," 2017. [Online]. Available: <http://www.trimodbesta.com/en/products/trimodbesta-level-switches/standard-range/electric/standard-range-level-switches.html>. [Använd 18.12.2017].
- [8] Emerson, Rosemount 2110 Level Switch, Reference Manual red., 2017.
- [9] Emerson, "Mobrey Mini -SQUING Product data sheet," February 2015. [Online]. Available: <https://www.emerson.com/documents/automation/data-sheet-mobrey-mini-squing-vibrating-level-switch-en-67158.pdf>. [Använd 9.1.2018].
- [10] Tukes, "Lag om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor 3.6.2005/390," 2017. [Online]. Available: <http://plus.edilex.fi/tukes/sv/lainsaadanto/20050390>. [Använd 20.1.2018].
- [11] Tukes, "Statsrådets förordning om säkerhetskraven vid industriell hantering och upplagring av farliga kemikalier 20.12.2012/856," 2017. [Online]. Available: <http://plus.edilex.fi/tukes/sv/lainsaadanto/20120856>. [Använd 20.1.2018].
- [12] Burkert Sweden AB, "Type 2000," 2017. [Online]. Available: <https://www.burkert.se/sv/type/2000>. [Använd 30.11.2017].

Bilaga 1

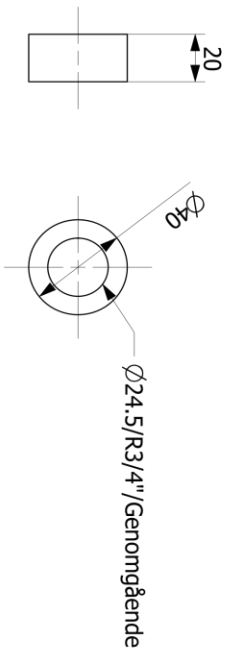


7	8	M10 RST A2-70 DIN934	-
6	1	Tankbotten	3
5	1	Putki Kiriteit. RST EN10217-7 33,7X3,25 EN 1.4307	3
4	4	Tass	3
3	1	Putki Kiriteit. RST EN10217-7 21,3X2,65 EN 1.4307	3
2	2	Holk	3
1	1	Tank	5

Nr		St	Benaming	Material	Ritn. nr.
Yrkeshogskolan					
NOVIQ					
		Icke toleranssatta matt enligt ISO 2768-m			
		Skala		Datum	
		1:5		19.2.2018	
		Godsk		Kenneth Finne	

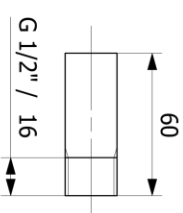
Ritningsnamn	Uppsamlingsstank	Ersatter	Ritningsnr.	2	Rev	1
--------------	------------------	----------	-------------	---	-----	---

2



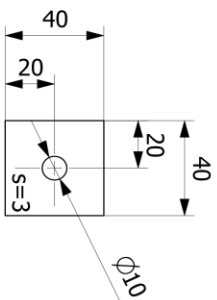
Skala 1:2

3



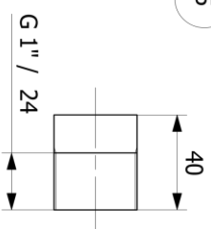
Skala 1:2

4



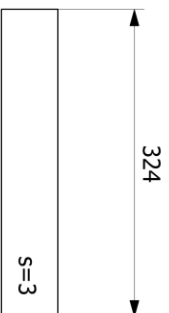
Skala 1:2

5

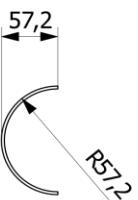



Skala 1:2

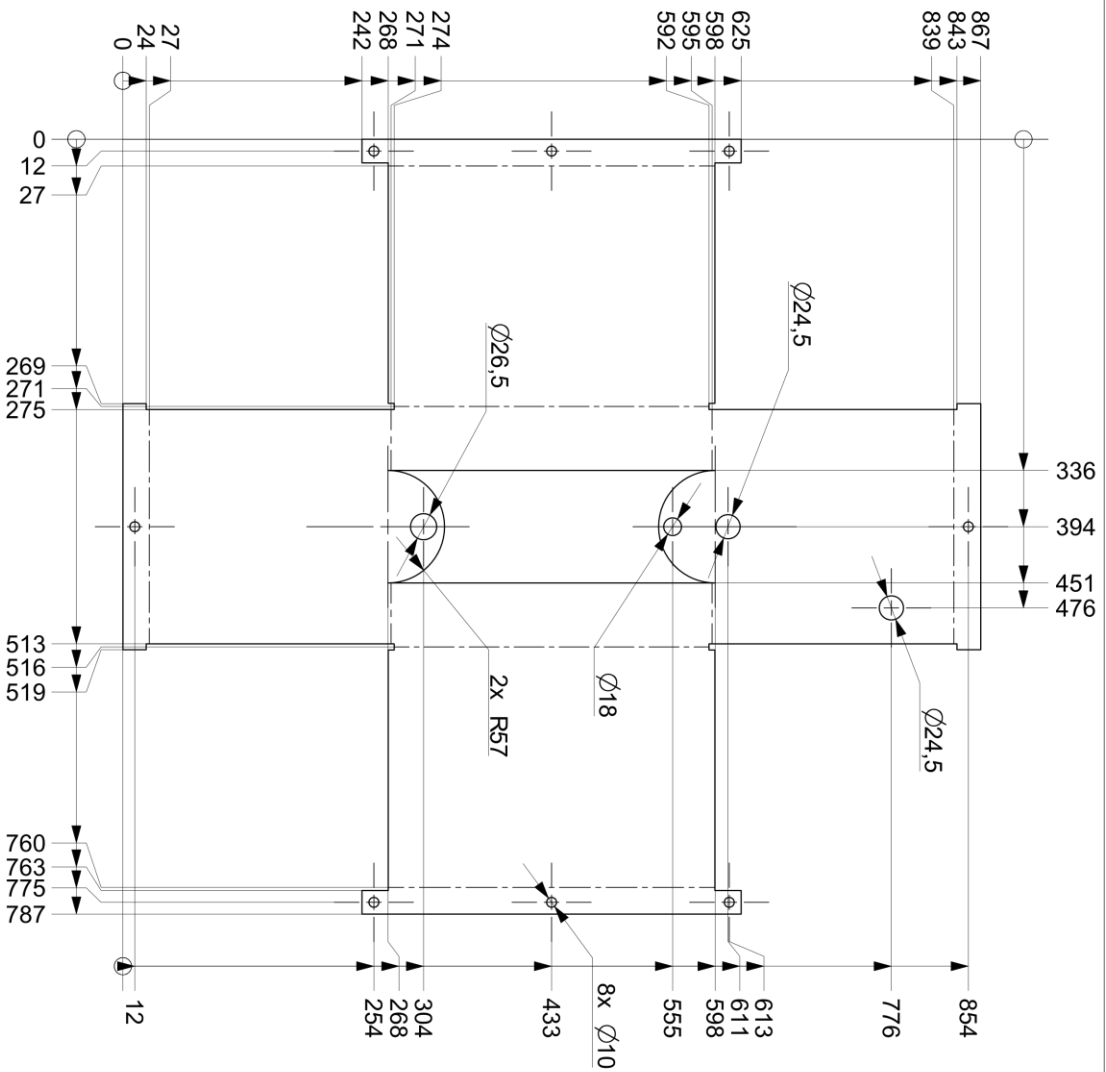
6



Skala 1:5



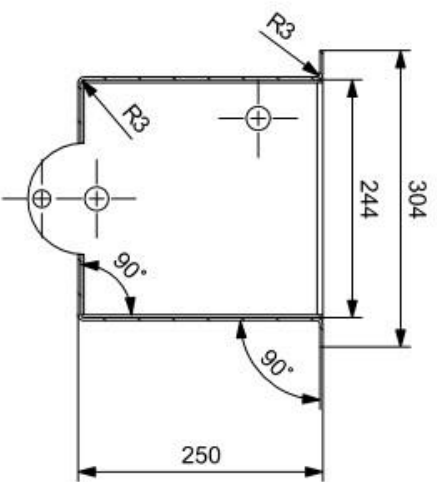
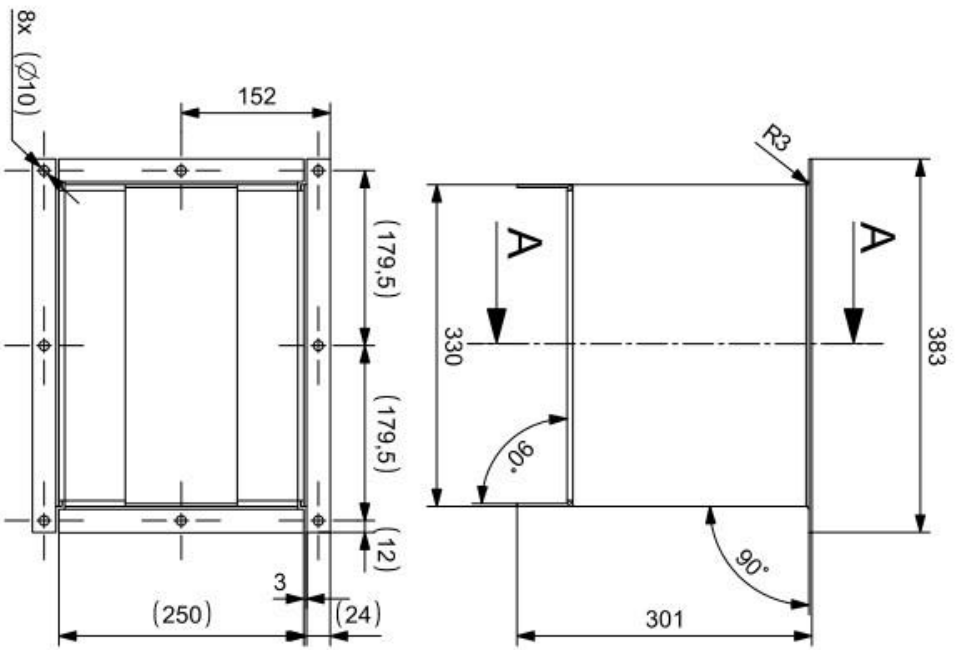
6	1	Tankbotten	ANSI304	
5	1	Putki Kierteit: RST EN10217-7 33,7X3,25 EN 1.4307	ANSI316L	
4	4	Tass	ANSI304	
3	1	Putki Kierteit: RST EN10217-7 21,3X2,65 EN 1.4307	ANSI316L	
2	2	Holk för mätgylvare	ANSI316L	
Nr	St	Benämning	Material	Ritn. nr.
		Yrkeshögskolan	Skala	02.02.2018
		NOVIQ	Namn	Kenneth Frime
			Granskt	
		<small>Ikke toleranssatta mått enligt ISO 2768-m</small>	Godkt	
Ritningsnamn		Ersätter		
Komponenter uppsamlingsstank		Ritningsnr	3	Rev 1



Centrumlinje för bockning

Nr	1	Plåt	Material	867x787x3		
St	1	Benämning	AISI304	Form, matt, standard, rth, nr	867x787x3	
Yrkeshogskolan			Skala 1:5			
NOVIQ			Datum 02.02.2018			
Ritningsnamn			Namn Kenneth Finne			
Plåt för uppsamlingsstank			Gransk			
Ersätter			Godk			
Ritningsnr			4			
Rev			1			

icke toleranssatta
matt enligt ISO 2768-m



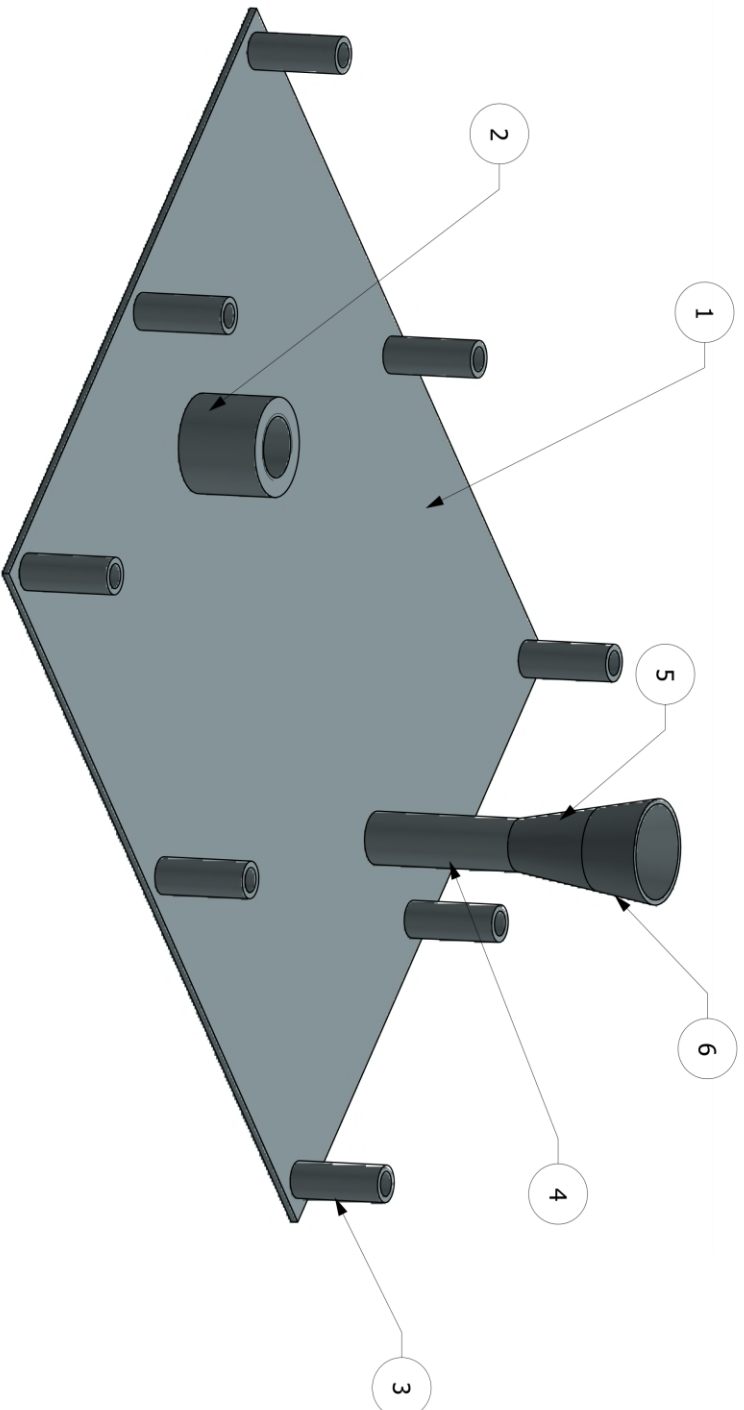
Alla bockningar R=3



1	1	Plåt för uppsamlingsstank	4
Nr	St	Benämning	Form, matt, standard, ritn. nr.
		Yrkeshogskolan	Skala 1:5
		NOVIQ	Datum 15.02.2018
			Namn Kenneth Finne
			Gransk
			Godk.
Ritningsnamn		Tank	Ersätter
			Ritningsnr. 5
			Rev. 1

Material
Icke tekniska
matt enligt ISO 7168-4





6	1	SUP. KESKINEN HST EN1023-4 42,4X33,7/2	-
5	1	SUP. KESKINEN HST EN1023-4 33,7X21,3/2	-
4	1	HST EN10217-721,3X2,0-65 EN 1.4432 TC1 PEIT.	-
3	8	Holk fastsäkring	7
2	1	Holk nivågivare	7
1	1	Lock	7
Nr	St	Benämning	Material

Yrkeshogskolan

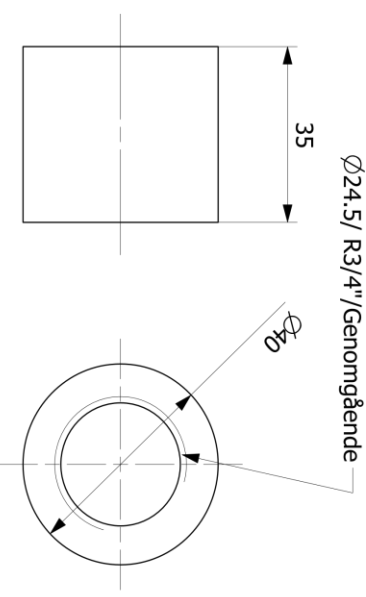
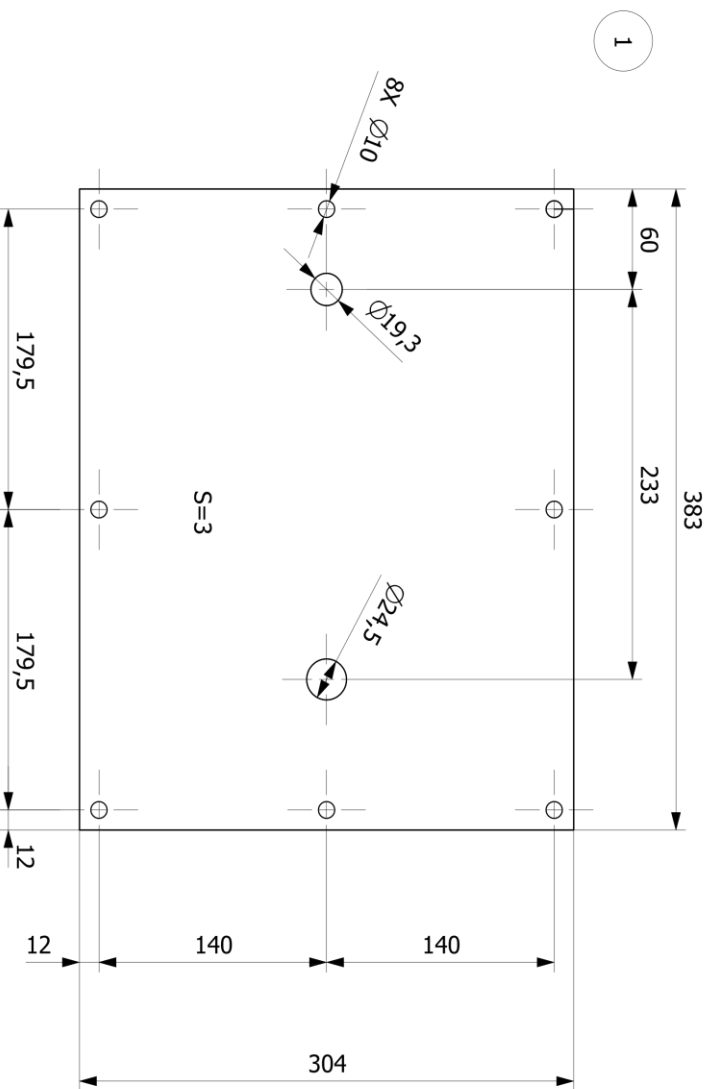
NOVIQ



Icke foleransatt
matt enligt ISO 2768-m

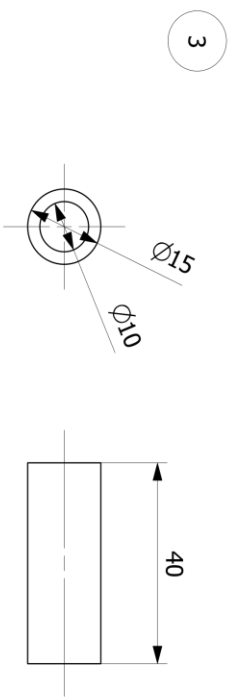
Skala	Datum	Ritn. nr
1:2	15.02.2018	Kenneth Finne
Gransk		
Godk		

Ritningsnamn	Ritningsnr.	Rev
Uppsamlingsstank lock	6	



Skala 1:1

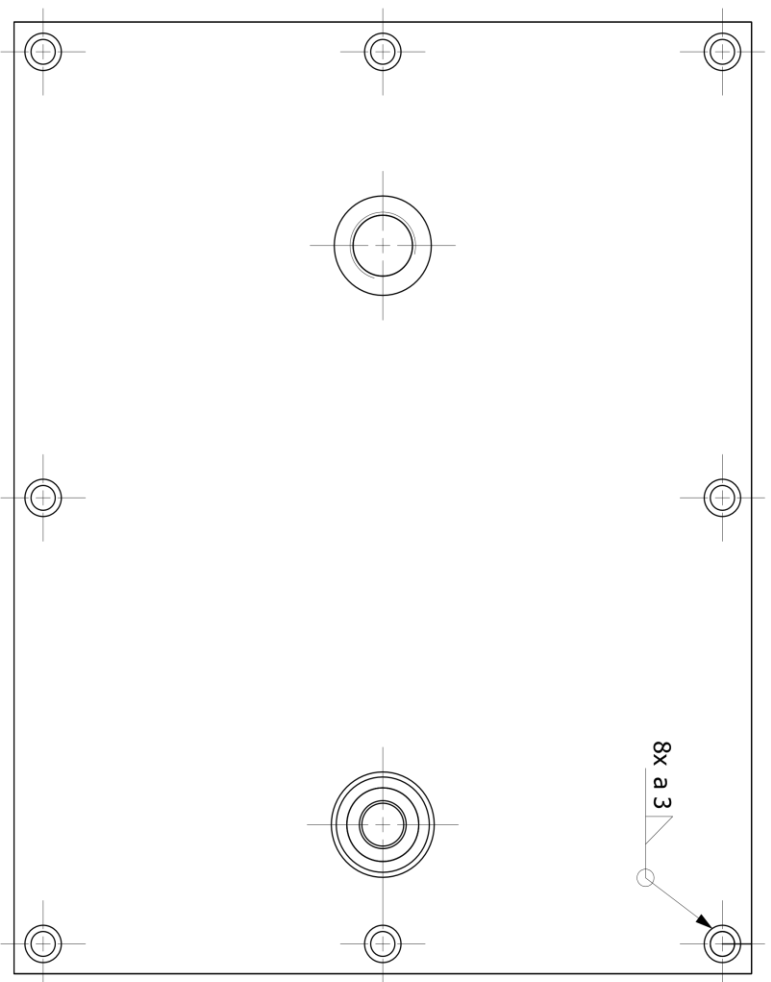
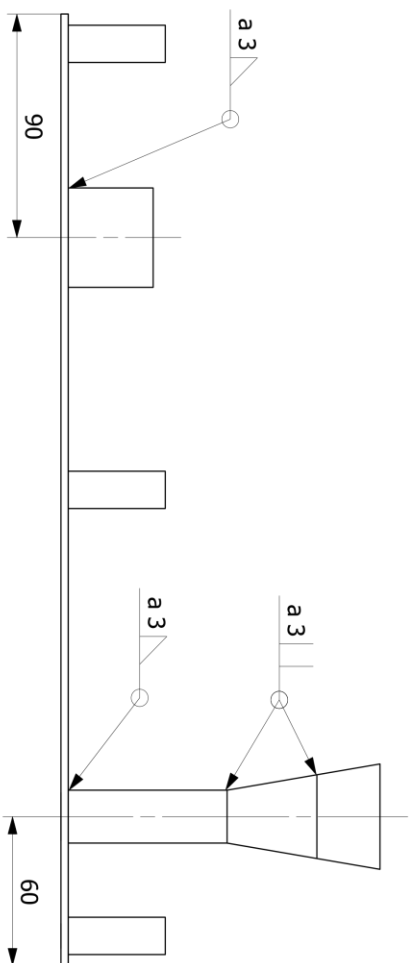
Skala 1:3



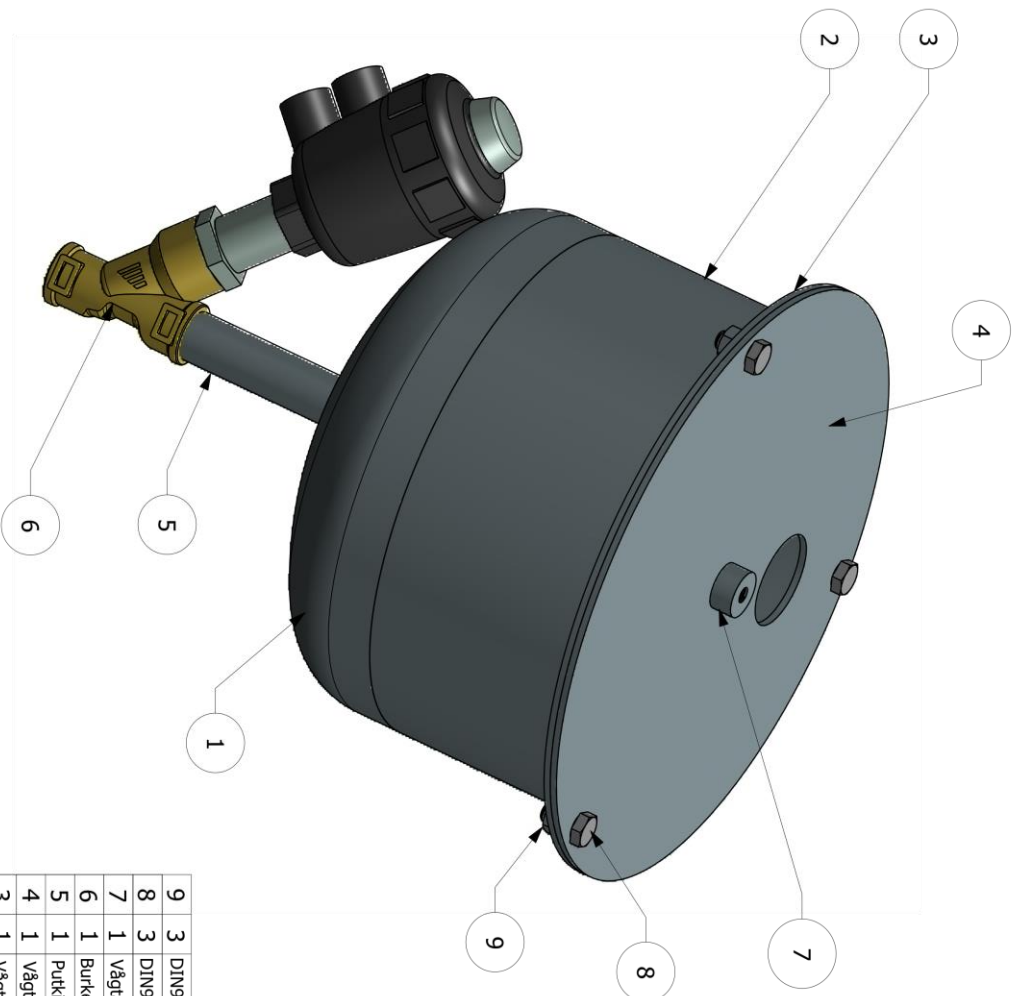
Skala 1:1

Nr	St	Benämning	Material	Form, matt, standard, ritn nr
3	8	Holk fastsättning	AISI 304	Ø15 X 320
2	1	Holk nivågivare	AISI 304	304 X 383
1	1	Lock	AISI 304	Ø40 X 35

Yrkeshögskolan		 Icke toleranssatta matt enligt ISO 2768-m
NOVIQ		
Ritningsnamn	Komponenter lock	
Ersätter	Ritningsnr 7	
Skala	Datum	Rev
	16.02.2018	
Namn	Kenneth Finne	
Gransk		
Godk		



1	1	Komponenter lock	AISI 304	7
Nr	St	Benamning	Material	Form, matt, standard, ritn. nr
		Yrkeshögskolan		Skala
		NOVIQ		Datum 16.02.2018
			<small>icke toleranssatta matt enligt ISO 2768-m</small>	Namn Kenneth Finne
				Gransk
				Godk
Ritningsnamn		Svetsritning lock	Ersätter	Ritningsnr
				8
				Rev 1



9	3	DIN934 A4 M8		-
8	3	DIN933 A4 M8x16		-
7	1	Vægtank holk		-
6	1	Burkert type 2000		10
5	1	Putki Kierteit HST EN10217-7 21.3X2,65 EN1.4404		10
4	1	Vægtank lock		10
3	1	Vægtank kran		10
2	1	HST DN 200/219.3X3.0/100		-
1	1	Putkipääty HST DN 200/219.1X3.0		10
Nr	St	Benaming	Material	Ritn. nr

Yrkeshøgskolan
NOVIQ



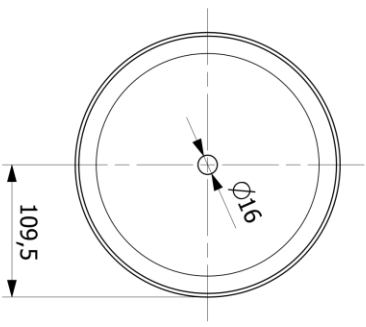
Ikke toleranssatt
matr. enligt ISO 2768-m

Skala
1:2

Datum	02.02.2018
Skrevet av	Kenneth Finne
Godkjenning	
Godkjenning	

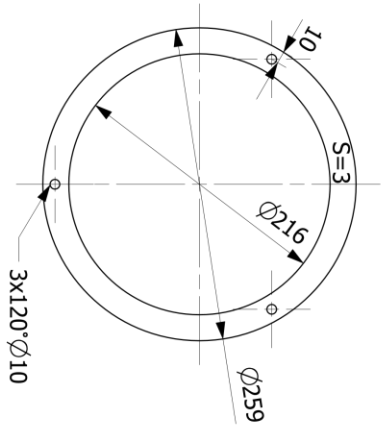
Ritningsnavn	Vægtank	Ersatter	Ritningsnr	9	Rev	1
--------------	---------	----------	------------	---	-----	---

1



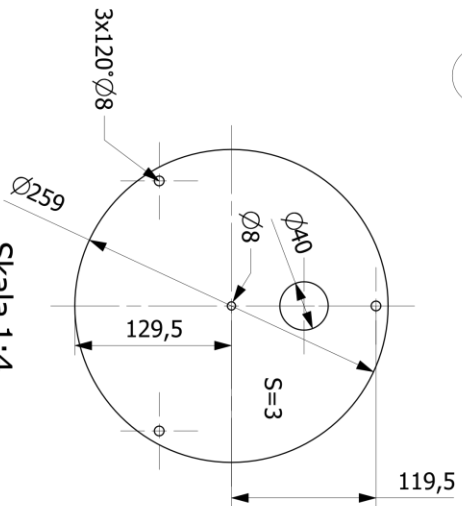
Skala 1:4

3



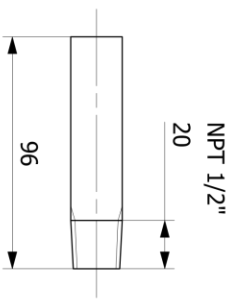
Skala 1:4

4



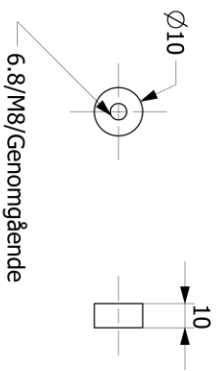
Skala 1:4

5



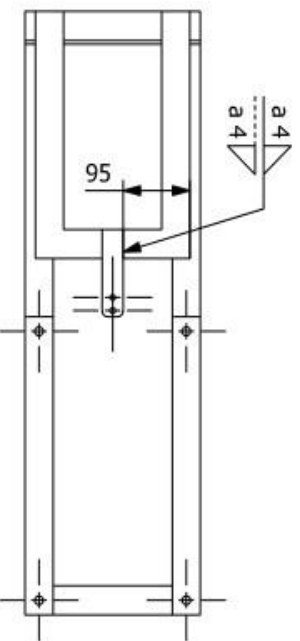
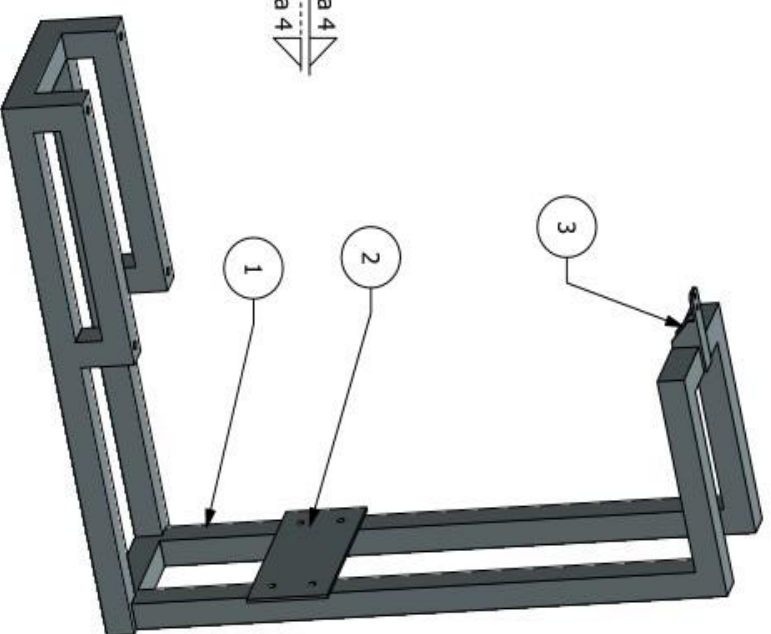
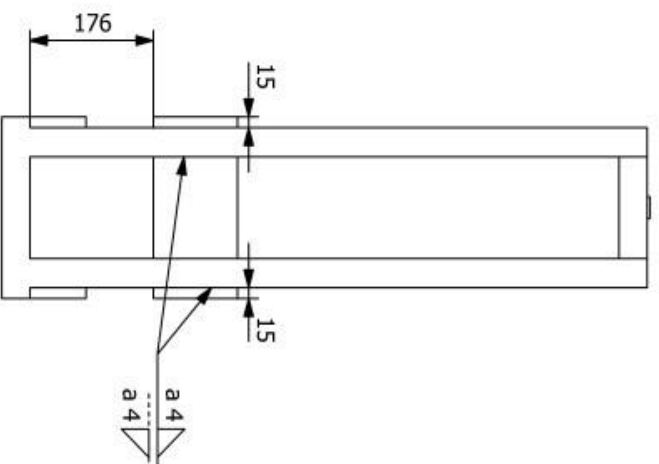
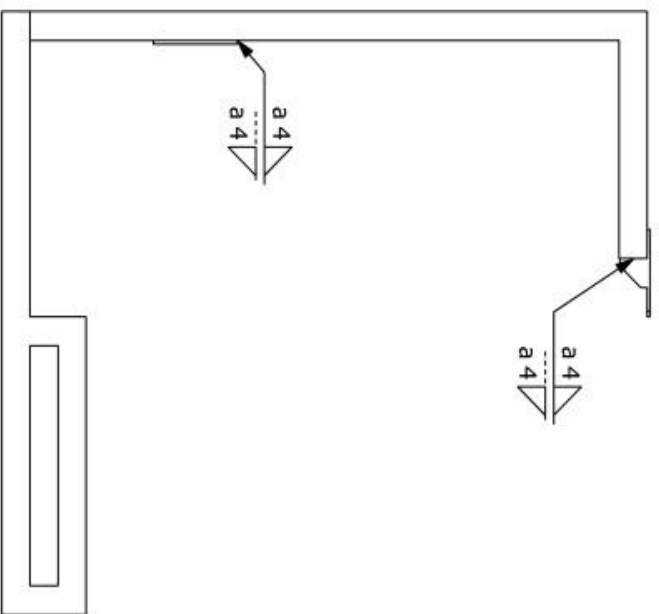
Skala 1:2

9



Skala 1:2

9	1	Vägitank holk	AISI 304		
5	1	Putki Kiertetit HST EN10217-7 21,3X2,65 EN1.4404	AISI 304		
4	1	Vägitank lock	AISI 304		
3	1	Vägitank kran	AISI 304		
1	1	Putkipääty HST DN 200/219.1X3.0	AISI 304		
Nr	Sf	Benämning	Material	Ritn. nr	
		Yrkeshogskolan	Skala	Datum	09.02.2018
		NOVIQ	Namn	Granskt	Kenneth Finne
		 Icke toleranssatta mätt enligt ISO 2768-m	Godk		
Ritningsnamn		Vägitank komponenter		Ersätter	
Ritningsnr		10		Rev	1



Nr	St	Benämning	Material	Form, matt, standard, rih. nr.
3	1	Fästplatta lastcell	S355	13
2	1	Fästplatta pump	S355	14
1	1	Ram	S355	15

Yrkeshogskolan

NOVIQ

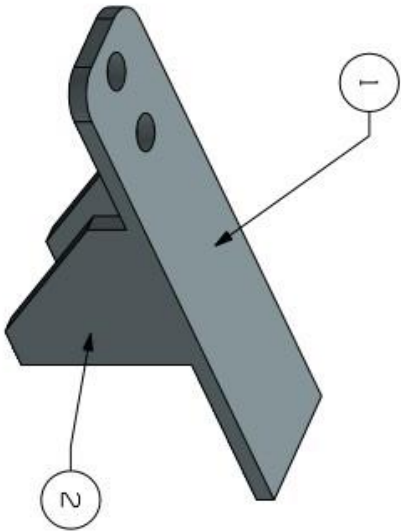
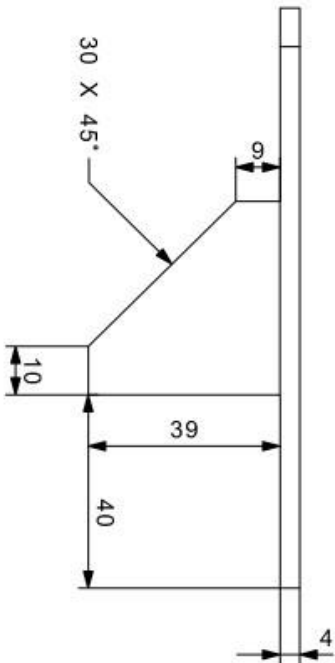
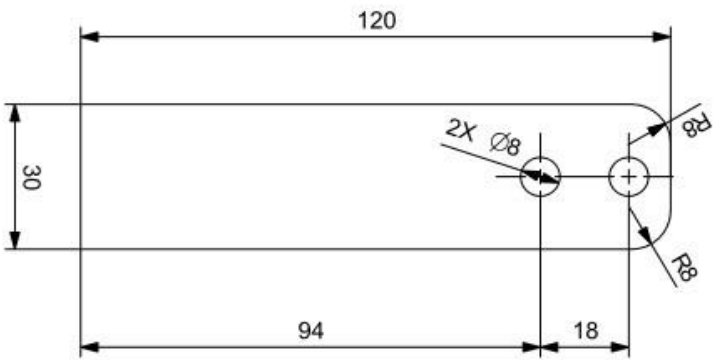
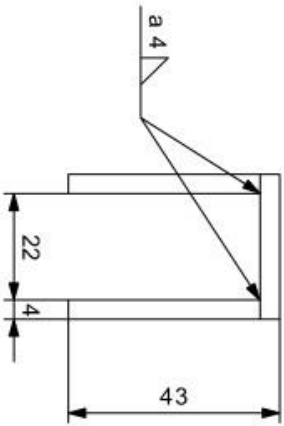


Ikke toleranssatt,
matt enligt ISO 2768-m

Skala	1:7
Datum	16.02.2018
Namn	Kenneth Finne
Gransk	
Godk	

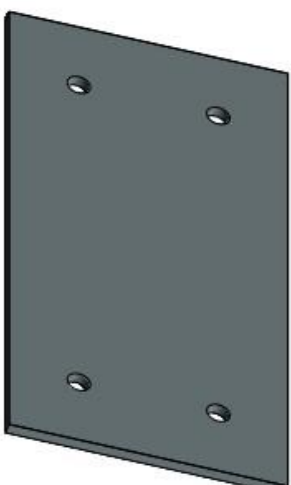
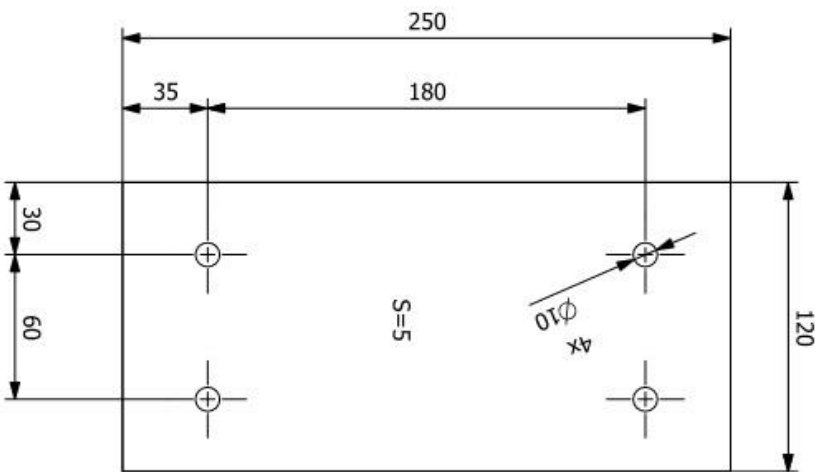
Ritningsnamn Uppställningsram

Ersätter Ritningsnr. 12 Rev. 1



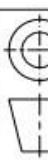
2	1	Stöd	S355	40x39
1	1	Fästplatta	S355	30x120
Nr. St.		Benämning	Material	Form, matt, standard, ritn. nr.
		Yrkeshogskolan		Skala
		NOVIDA	<small>Icke toleransuttå matt enligt ISO 2768-mS</small>	1:1
				Namn
				Datum
				15.02.2018
				Kenneth Finne
				Gransk
				Godk.

Ritningsnamn	Fästplatta lastcell	Ersätter	
Ritningsnr.	13	Ritningsnr.	13
Rev.		Rev.	



1	1	Fästplatta pump	S355	Form, matf, standard, ritn. nr.	120 X 250
Nr	St	Benämning	Material	Skala	Datum
		Yrkeshögskolan		1:2	18.10.2017
		NOVIQ		Namn	Kenneth Finne
				Granskt	
				Godkt	
Ritningsnamn			Ersätter		
Fästplatta pump			Ritningsnr	14	Rev 1

Material



Skala

Datum

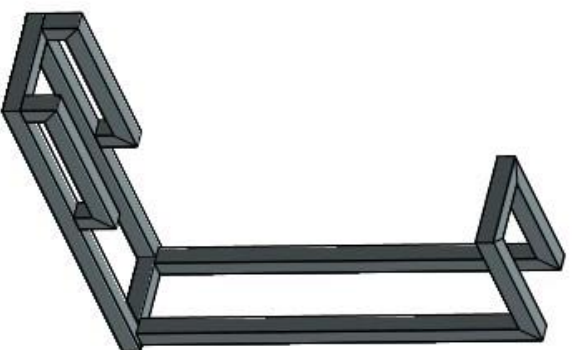
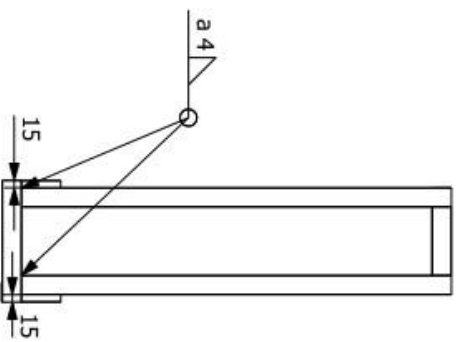
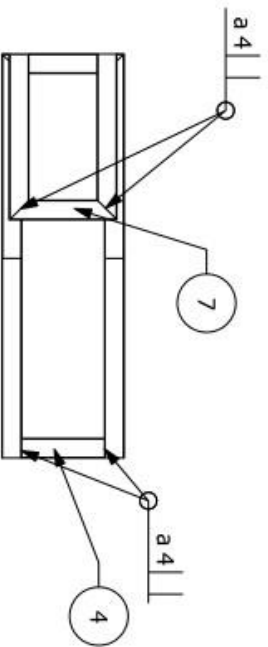
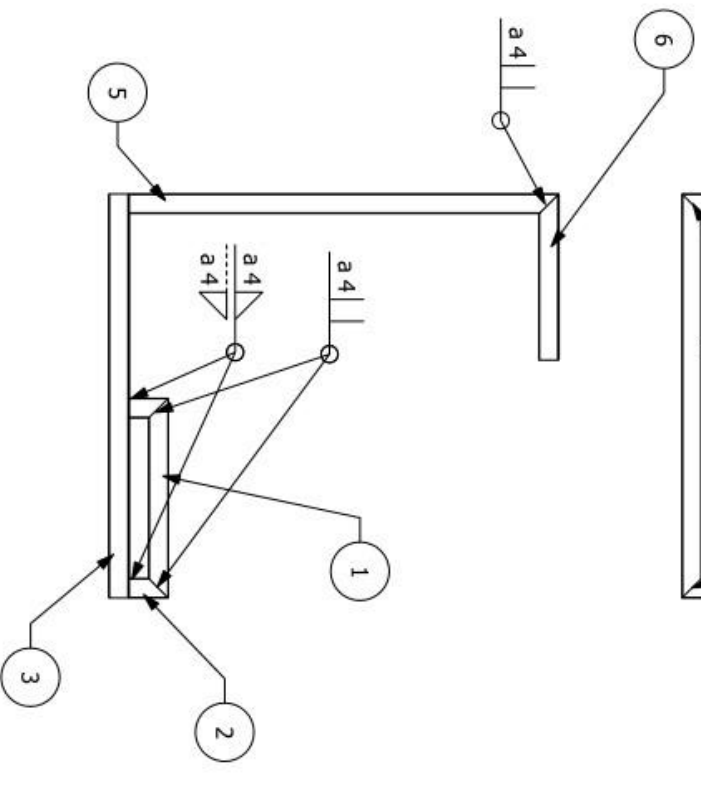
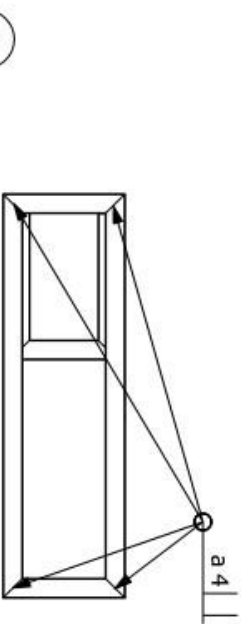
Namn

Granskt

Godkt

Ritningsnr

Rev



7	Rörbalk 40X40X4 220mm	S355J2H	16	
6	Rörbalk 40X40X4 340mm	S355J2H	16	
5	Rörbalk 40X40X4 920mm	S355J2H	16	
4	Rörbalk 40X40X4 250mm	S355J2H	16	
3	Rörbalk 40X40X4 830mm	S355J2H	16	
2	Rörbalk 40X40X4 80mm	S355J2H	16	
1	Rörbalk 40X40X4 410mm	S355J2H	16	
Nr.	St	Benamning	Material	Ritn. nr.

Yrkeshogskolan

NOVIQ



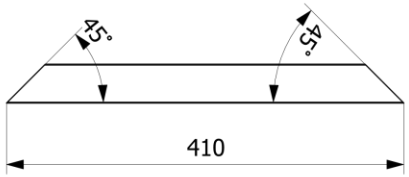
Skala	1:10
Datum	02.03.2018
Gransk	Kenneth Finne
Godk.	

Ritningsnamn Ram svetsritning

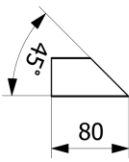
Ersätter

Ritningsnr. 15 Rev. 1

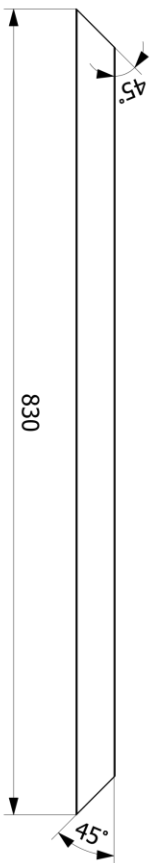
1



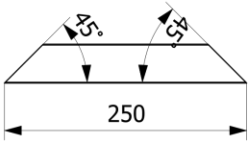
2



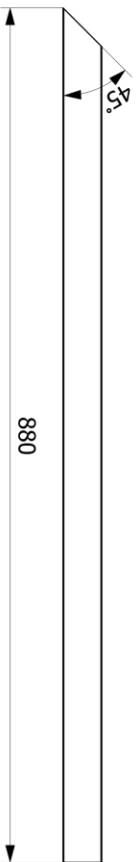
3



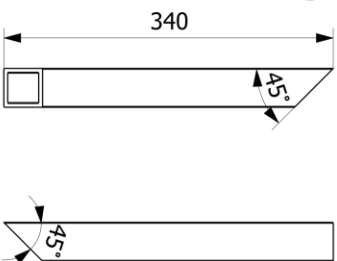
4



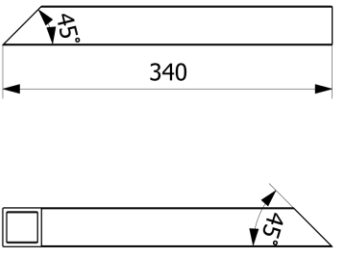
5



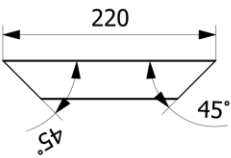
6



7



8



Nr	St	Benämning	Material	Ritn. nr
8	1	Rörbalk 40X40X4 220mm	S355J2H	
7	2	Rörbalk 40X40X4 340mm	S355J2H	
6	2	Rörbalk 40X40X4 340mm	S355J2H	
5	2	Rörbalk 40X40X4 920mm	S355J2H	
4	2	Rörbalk 40X40X4 250mm	S355J2H	
3	2	Rörbalk 40X40X4 830mm	S355J2H	
2	4	Rörbalk 40X40X4 80mm	S355J2H	
1	2	Rörbalk 40X40X4 410mm	S355J2H	

Yrkeshogskolan
NOVIQ



icke toleranssatta
mått enligt ISO 2768-m

Skala

Datum

02.03.2018

1:10

Namn

Kenneth Finne

Göransk

Godk

Ritn. nr

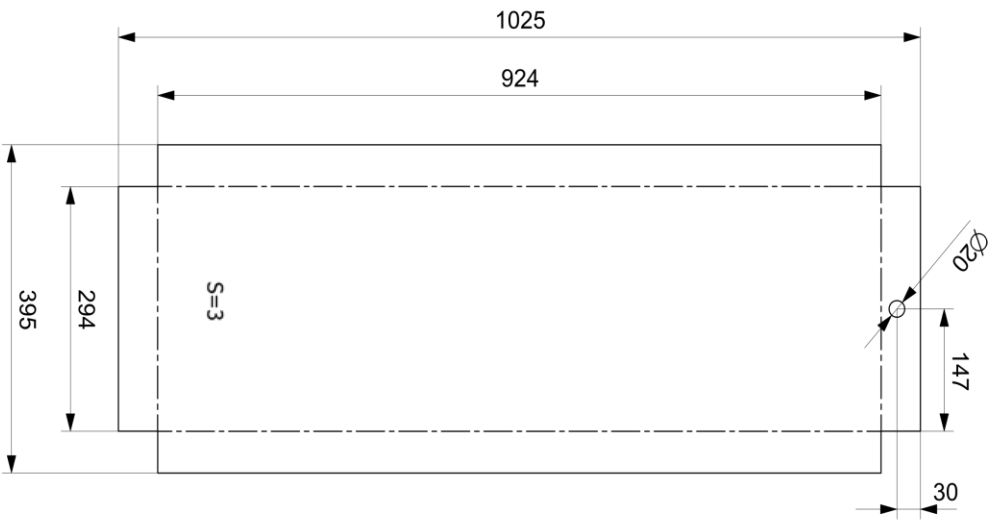
Ritningsnamn

Delar till uppställningsram

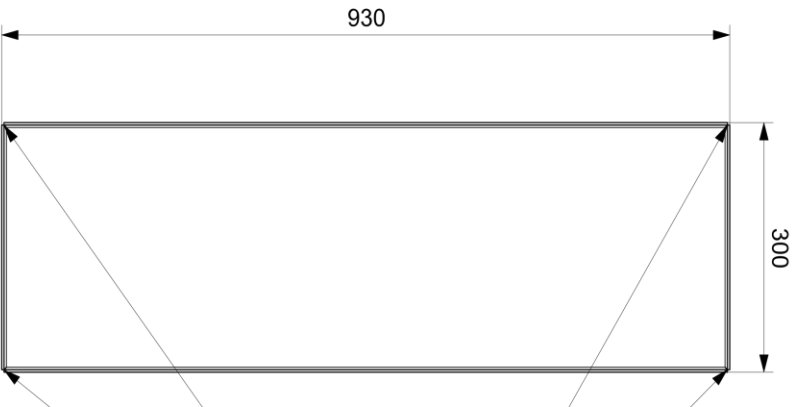
Ersätter

Ritningsnr: 16

Rev 1



Obockad vy



Bockad vy

Alla bockningar 90°
 Alla bockningar R=3

 Centrulinje för bockning

1	1	Dropplåt	AISI 304	395 X 1025
Nr.	St	Benämning	Material	Form, matt, standard, ritn. nr
		Yrkeshogskolan		Datum
		NOVIQ		04.03.2018
				Namn
				Kenneth Finne
				Gransk
				Godk.
Ritningsnamn			Ersätter	
Dropplåt			Ritningsnr. 17	
			Rev	

