

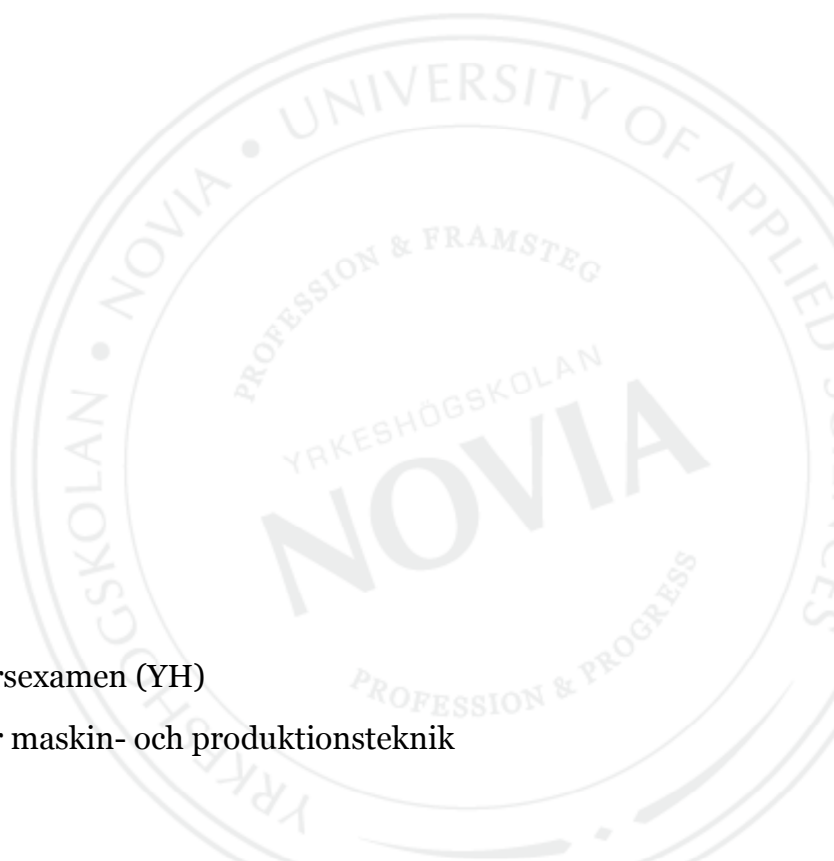
# Teststation för hydraulik- och foderpumpar

Patrik Ek

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2012



# EXAMENSARBETE

Författare: Patrik Ek  
Utbildningsprogram och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa  
Inriktningalternativ: Maskinkonstruktion  
Handledare: Andreas Gammelgård och Markus Ede

*Titel: Teststation för hydraulik- och foderpumpar*

---

Datum: 02.04.2012      Sidantal: 27      Bilagor: 7

---

## **Sammanfattning**

Detta examensarbete gjordes åt Norcar – BSB i Nykarleby med avsikt att konstruera en teststation som ska klara av att testa främst foderpumpar, men också hydraulikpumpar. Jag har rätt ut ifall man ska driva stationen med elmotor eller dieselmotor. Det som stationen ska klara av är att logga/spara testdata från de olika testen så att man kan jämföra dem efteråt med andra värden. Det som arbetsgivaren ville få fram som resultat är olika temperaturer, flöden, tryck samt mängd pumpat foder per tidsenhet.

För konstruktion av denna station har jag använt mig av SolidWorks 3D Cad. Jag började med att konstruera en modell som jag sedan diskuterade med mina arbetskollegor om och gjorde förbättringar till nästa modell, sammanlagt fyra modeller blev gjorda. Det finns beräkningar på fodertrågets och oljetankens volym samt på hydraulikpumpars och elmotorers kapacitet. Slutligen kom jag fram till en tvådelad station där ena delen är elektronik, hydraulik och den andra delen en foderdel som man kan tvätta efteråt.

---

Språk: Svenska

Nyckelord: teststation, hydraulikpump, foderpump, elmotor

---

Förvaras: Webbiblioteket Theseus.fi

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Patrik Ek  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Koneenrakennus  
Ohjaajat: Andreas Gammelgård ja Markus Ede

*Nimike: Testiasema hydraulikka ja syöttöpumput*

---

Päivämäärä: 02.04.2012 Sivumäärä: 27 Liitteet: 7

---

## Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Norcar-BSB:llä Uudessakaarlepyyssä tarkoituksena rakentaa koeasema, joka pystyy testaamaan ensisijaisesti syöttöpumput mutta myös hydraulikkapumput. Olen selvittänyt, mikä on paras tapa ajaa asemalla sähkömoottorilla vai dieselmoottorilla. Testiaseman täytyy osa kirjautua/tallentaa - testituloksia eri testeistä, jotta voin verrata niitä myöhemmin muihin arvoihin. Työnantaja halusi saada selville tuloksesta eri lämpötilat, virrat, paineet ja pumpatut rehumäärät aikayksikköä, kohti.

Tämän aseman rakentamiseen olen käyttänyt SolidWorks 3D Cadia. Aloin rakentaa mallia josta keskustelin kollegojen kanssa ja olen tehnyt parannuksia seuraavaan malliin. Yhteensä olen tehnyt neljä mallia. Olen tehnyt laskelmia rehu- ja öljysäiliön tilavuudesta ja myös hydraulikkapumpun ja sähkömoottorin kapasiteetista. Lopuksi olen selvittänyt, että täytyy olla kaksiosainen testiasema jossa toinen osa on hydraulikka ja sähkötavarat ja toinen osa on rehuosa, joka voidaan pestä testin jälkeen.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: testiasema, hydraulikkapumppu, syöttöpumppu, sähkömoottori

---

Arkistoidaan: verkkokirjastossa Theseus.fi

# BACHELOR'S THESIS

Author: Patrik Ek  
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vasa  
Specialization: Mechanical Construction Systems  
Supervisors: Andreas Gammelgård and Markus Ede

*Title: Test station for hydraulics and feed pumps*

---

Date: 02.04.2012      Number of pages: 27      Appendices: 7

---

## **Summary**

This Bachelor's thesis work was done for Norcar-BSB in Nykarleby with the intent to construct a test station that is able to test the main feed pumps, but also hydraulic pumps. I have clarified what is the best alternative to run this station, i.e. using an electric engine or a diesel engine. The station need to log/store test data from the different tests so they can be compared afterwards with other values. The results that the employer wanted to get were different temperatures, flows, pressures and the amount of pumped feed during a time unit.

For the design of this station I have used SolidWorks 3D Cad. I started to design a model which I discussed with my colleagues and based on that discussion I made improvements to the next model. A total of four models were made. I have made calculations on the feed container and the oil tank capacities. I have also made calculations on some hydraulic pumps and electric engines. The result was a two-part station where the first part has all the hydraulics and electronics and the second part is the feed part which can be washed after a test.

---

Language: Swedish

Key words: test station, hydraulic pump, feed pump, electric motor

---

Filed at the web library Theseus.fi

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INLEDNING</b> .....                     | <b>1</b>  |
| 1.1. Bakgrund.....                            | 1         |
| 1.2. Syftet med arbetet .....                 | 1         |
| 1.3. Avgränsning .....                        | 2         |
| 1.4. Presentation av företaget .....          | 2         |
| 1.5. Disposition.....                         | 4         |
| <b>2. PROBLEM</b> .....                       | <b>4</b>  |
| 2.1. Vad Norcar vill få ut från testet? ..... | 5         |
| 2.2. Krav på stationen .....                  | 6         |
| <b>3. TEORIBAKGRUND</b> .....                 | <b>6</b>  |
| 3.1. SolidWorks 3D.....                       | 6         |
| 3.1.1. Hur man konstruerar i SolidWorks ..... | 7         |
| 3.1.2. 2D-ritningar .....                     | 9         |
| 3.1.3. En del övriga funktioner .....         | 10        |
| 3.2. Elmotor eller dieselmotor .....          | 10        |
| 3.2.1. Elmotorn .....                         | 11        |
| 3.2.2. Dieselmotorn .....                     | 11        |
| 3.3. Fastsättning av hydraulikpump .....      | 12        |
| 3.4. Oljetankens uppbyggnad.....              | 12        |
| 3.5. Loggningssystem .....                    | 13        |
| 3.6. Vågelement.....                          | 14        |
| <b>4. METODIK</b> .....                       | <b>15</b> |
| 4.1. Första skissen .....                     | 15        |
| 4.2. Andra skissen .....                      | 16        |
| 4.3. Tredje skissen.....                      | 17        |
| 4.4. Fjärde skissen .....                     | 17        |
| 4.4.1. Hydraulikdel.....                      | 18        |
| 4.4.2. Foderdel.....                          | 19        |
| 4.5. Foderträgsberäkningar .....              | 20        |

|      |                                      |    |
|------|--------------------------------------|----|
| 4.6. | Beräkningar av hydraulikpumpar ..... | 21 |
| 4.7. | Elmotorberäkningar .....             | 22 |
| 5.   | RESULTAT .....                       | 23 |
| 6.   | DISKUSSION .....                     | 24 |
| 7.   | KÄLLFÖRTECKNING.....                 | 27 |

# FIGURFÖRTECKNING

*Figur 1. Norcar – BSB logo.*

*Figur 2. Norcar a60 minilastare.*

*Figur 3. Norcar minkomatic m60 med 700 liters fodertråg.*

*Figur 4. En sketch ur SolidWorks med alla tre planen.*

*Figur 5. En extrudering av sketch.*

*Figur 6. En bockad plåt med Sheet metal kommandot i SolidWorks.*

*Figur 7. En sketch med måttsättning till diametern.*

*Figur 8. Konstruktion av en fjäder med Helix and Spiral kommandot.*

*Figur 9. Fot- och flänsfäste på elmotorn.*

*Figur 10. Temperatur och oljenivåmätare.*

*Figur 11. Sartorius modell på en våg.*

*Figur 12. Konstruktion av första utkastet.*

*Figur 13. Konstruktion av andra skissen.*

*Figur 14. Slutgiltiga 3D-modellen av hydraulikdelen.*

*Figur 15. Slutgiltiga 3D-modellen av foderdelen.*

*Figur 16. Kubota D1105-E3B effekt, vridmoments och specifika bränsleförbrukningskurvor. Den är 18.5 kW vid 3000rpm.*

*Figur 17. Kubota V1505-E3B effekt, vridmoments och specifika bränsleförbrukningskurvor. Den är 29.0 kW vid 3000rpm.*

*Figur 18. Effektdiagram med två hydraulikpumpar, tre elmotorer och två Kubota dieselmotorer som används på fodertruckarna.*

# **BILAGEFÖRTECKNING**

- 1. Tabell på beräknade hydraulikpumpar**
- 2. Tabell på beräknad elmotoreffekt beroende av varvtalet**
- 3. Sammanställningsritningar**
  - 3.1.Sammanställningsritning på hydraulikdelen
  - 3.2.Sammanställningsritning på foderdelen



## 1. Inledning

När jag sommarjobbade vid Norcar- BSB Ab sommaren 2011 frågade jag min chef Andreas Lindén om det finns möjlighet till något examensarbete. Det visade sig att det en längre tid har funnits behov av en teststation för hydraulik- och foderpumpar, men ingen har haft tid att göra en sådan. Så det blev klart att det skulle passa bra åt mig som examensarbete. Min handledare för arbetet från företagets sida har varit Markus Ede och från Yrkeshögskolan Novias sida har jag handletts av Andreas Gammelgård.

Den foderpump som används i dagsläget är en sorts kugghjulspump som drivs av en hydraulikpump. Pumpen är tillverkad i gjutjärn. Ovanpå foderpumpen finns ett fodertråg som själva fodret finns i. Från foderpumpen går det ett rör längs truckramen till chauffören som håller i en gummislang, som är fäst på röret som han portionerar ut fodret åt djuren med.

### 1.1. Bakgrund

Det har en längre tid funnits behov av att vidareutveckla foderpumpen som finns i dagens läge, men för att kunna göra en ny och bättre modell så vore det bra att kunna testa den och jämföra pumpen med den gamla pumpens egenskaper och kapacitet. I och med detta ska jag göra en testbänk som dels klarar av att testa foderpumpen och dels klarar av att få ut data från olika hydraulikpumpar på samma gång.

### 1.2. Syftet med arbetet

Mitt huvudsyfte var att konstruera en teststation som ska klara av att testa olika hydraulikpumpar samt foderpumpar.

Mitt första delsyfte var att komma fram till hur testbänken skall drivas bäst, om det är med en dieselmotor eller en elmotor. För att komma fram till detta behöver jag ta reda på hur stora krafter som behövs, dvs. vilket vridmoment, effekt samt varvtal som den bör klara av.

Mitt andra delsyfte var att hitta ett loggningssystem som klarar av att mäta flöden, temperatur och tryck på flera ställen samt väga fodret som har pumpats i ett kärl. Med hjälp av dessa värden kan man jämföra olika pumpars kapacitet med varandra och utveckla en ny modell av foderpump som kan pumpa en större mängd foder på kortare tid.

### 1.3. Avgränsning

Arbetet innefattar konstruktion av stationen samt att beställa delarna så att den går att tillverka i verkstaden. Elektronikern sköts om från företagets sida senare när stationen blir tillverkad.

### 1.4. Presentation av företaget

BSB-Mekan grundades år 1979 av bröderna Boris, Stig och Börje Lindén. Företagets grundidé var utveckling och tillverkning av produkter för farmnäringen. Efter ett år började man utveckla och tillverka produkter för industrin. År 1989 köpte Norcar i Kvevlax upp BSB-Mekan och därifrån kommer namnet Norcar-BSB. Företaget köptes tillbaka av bröderna Lindén år 1993. Året efter grundades dotterbolagen Norcar-BSB Eesti och Balti Karusnahk i Estland.



*Figur 1. Norcar – BSB logo.*

1998 tillverkades den första minilastaren Agromatic 740 D, en glidstyrd modell, och året efter lanserades den första midjestyrd modellen Agromatic 760.

Lotta Lindén-Svarvar utsågs till VD efter första generationsskiftet år 2000. Fyra år senare blev det andra generationsskiftet av, andra generationen blev delägare. I dagens läge är det sju ägare av företaget, alla inom familjen Lindén. Samma år 2004 grundades dotterbolaget Norcar DK i Danmark som ett försäljningsbolag.

År 2005 lanserades Norcar minilastare och kvalitetssystemet ISO 9001: 2000 erhålls. Fem år senare (2010) bytte Agromatic lastaren namn till Norcar.

I dagens läge sysselsätter Norcar-BSB gruppen drygt 100 personer: Norcar- BSB Nykarleby 50 personer, Norcar-BSB Eesti 40 personer, Balti Karusnahk 40 personer, Ponderosa AB (Nykarleby) 20 personer och Norcar DK 4 personer. Omsättning år 2010 var ungefär 14.3 miljoner euro.

Företaget tillverkar främst fodertruckar och minilastare, men det görs också en hel del industrilösningar, beroende på vad kunderna vill ha. Minilastaren a60 är det senaste inom Norcars minilastarutbud. Det är en midjestyrd lastare (figur 2) med en lyftkraft på 1200 kg samt en lyfthöjd på dryga 3 m. Den senaste fodertrucken heter minkomatic m60 (figur 3) och finns med 700 och 1300 l fodertråg. Det är en midjestyrd truck med enkel axel respektive boggiaxel båda två har foderbehållaren bakom chauffören. (Norcar - BSB, 2012)



*Figur 2. Norcar a60 minilastare.*



*Figur 3. Norcar minkomatic m60 med 700 liters fodertråg.*

I gruppen som jag har arbetat med fanns min handledare Markus Ede samt två andra konstruktörer Patrik Holm och Krister Kanckos. Vid genomgången som vi hade, före och mot slutet av arbetet, var också min chef Andreas Lindén, produktchef Magnus Holm samt Tom Nylund och Johan Vesterlund från elektroniksidan närvarande.

## 1.5. Disposition

I det andra kapitlet kommer jag att gå igenom vad detta ingenjörsarbete har gått ut på och varför jag har gjort detta arbete.

I det tredje kapitlet har jag tagit upp grunderna för hur SolidWorks 3D-ritningsprogrammet används.

Fjärde kapitlet innehåller de olika lösningarna som jag har kommit fram till och förbättringar som vi har kommit på efter arbetets gång samt några bilder på hur de har börjat se ut. I detta kapitel väljs det också mellan elmotor eller dieselmotor och redogör för- och nackdelarna med dem.

Det femte kapitlet innehåller resultat och beräkningar som jag har gjort för att kunna bestämma hur stor motor som behövs på stationen.

I det sjätte kapitlet finns en diskussion över hur det har gått, vad jag har lärt mig samt mina egna kommentarer kring arbetet.

## 2. Problem

Norcar-BSB har en längre tid haft behov av att konstruera en ny foderpump för utfodring av rävar och minkar, för att den gamla pumpen är föråldrad och för att få den mera effektiv samt för att kunna få en lönsammare tillverkning. För att kunna testa den nya foderpumpen och jämföra den mot den gamla så vore det bäst att ha en testbänk där man kan testa den gamla pumpens kapacitet och flöden. När man har uppkopplat något, t.ex. en pump i testbänken kan modifiera små saker på den och testa pumpen på nytt för att se hur mycket bättre det blev eller om det över huvudtaget blev bättre.

## 2.1. Vad Norcar vill få ut från testet?

Testet kommer att vara uppbyggd så att det kan testa en foderpump eller en hydraulikpump eller båda pumparna samtidigt. För att få reda på vad Norcar vill få ut från detta test så hade vi ett möte där vi kom fram till att det som presenteras nedan vore vettiga egenskaper man behöver veta för att kunna gå vidare med konstruktion av en ny pump. De som var med på mötet nämnde jag om i kap 1.4.1. De värden som vi ville få ut från testet blev dessa till att börja med:

- Variabelt varvtal
- Hydrauliktryck
- Flöde i hydrauliken
- Flöde i foderröret/slangen
- Foderpumpens varvtal
- Väga det pumpade fodret
- Tidtagning
- Temperatur
- Effektförbrukning

Stationen kommer att ha dessa fasta komponenter: stabil ram, oljetank, motor, fodertråg med utbytbar nedre del (för byte av foderpump), separat ram med våg på samt ett kärl på vågen som fodret pumpas till.

Utbytbara komponenter på stationen:

- Hydraulikpump
- Foderpump
- Fodertrågskona
- Hydraulikventiler
- Hydraulikreglage
- Oljefilter
- Oljestickor
- Foderrörets Ø, längd, material

## 2.2. Krav på stationen

En foderpump ska klara av att pumpa en stor mängd foder på så kort tid som möjligt. Fodermängden som pumpas ska vara lika stor vid varje pumpning, vilket betyder att 1 kg foder skall vara 1 kg foder varje gång man utfodrar med hjälp av ett utfodringsystem som går att koppla till pumpen som extrautrustning. Denna utrustning skall också gå att testa fram på stationen, men det är viktigast att kunna få ut teknisk data om en foderpump.

Hydraulikdelen av stationen skall klara av att testa hydraulikpumpars kapacitet, värme och flöden. Det skall också vara enkelt att byta ut komponenter för att testa andra typer och det ska gå smidigt att göra ett enkelt test på en ventil eller motsvarande delar.

## 3. Teoribakgrund

I detta kapitel kommer jag att redogöra för den teori som jag behöver för att kunna utföra detta arbete. Som ritprogram har jag valt att använda SolidWorks 3D Cad, därför att Norcar använder detta program för konstruktion. Fördelarna med SolidWorks är nog att det är ganska enkelt att lära sig och det mesta fungerar bra.

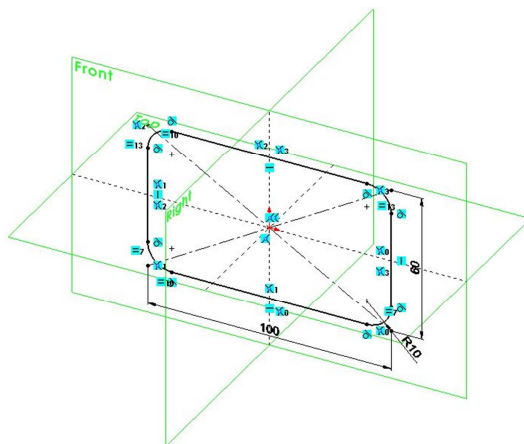
### 3.1. SolidWorks 3D

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation grundades i december år 1993 och två år senare lanserades SolidWorks ritprogrammet. Huvudkontoret har de i Concord, Massachusetts, USA, i dagens läge är det ungefär 1,5 miljoner användare av SolidWorks vid 140 tusen olika företag. Programmet utvecklas främst för användning inom mekanikkonstruktioner.

SolidWorks är ett program för två- och tredimensionell CAD-ritning av detaljer. I programmet kan man konstruera allt från enkla detaljer till stora sammanställningar. (SolidWorks, 2012)

### 3.1.1. Hur man konstruerar i SolidWorks

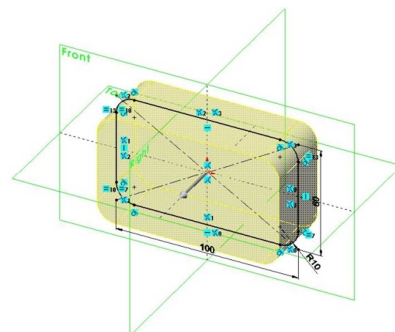
När man skall börja rita en detalj så finns det 3 plan "ritbord" att välja på, front (xy), top (xz) eller right (yz). Man väljer fritt vilket man vill börja rita från. Det finns också en centrumpunkt "origo", som markerar centrumet på ritningen. När man har valt ett plan, i detta exempel Front, så ritas man upp en sketch i två dimensionellt som man vill att den skall se ut och måttsätter den tills alla linjer blir svarta. Om en linje eller punkt är blå betyder det att den inte sitter fast, den är "lös", vilket kan resultera i att detaljen kan ändra form



Figur 4. En sketch ur SolidWorks med alla tre planen.

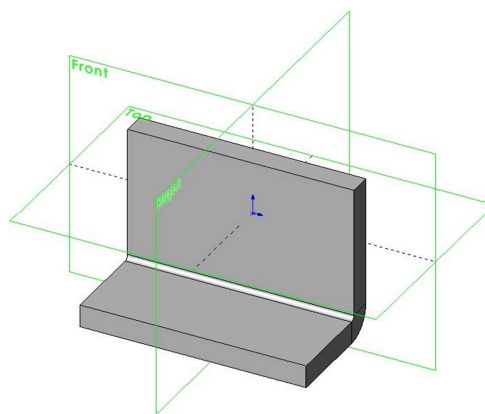
senare. I detta exempel har jag ritat en rektangel som är 100 x 60 mm och har rundat hörnet med radien 10 mm. När det två dimensionella är färdigt så har man flera alternativ att välja på:

- **Extrude:** Man får bestämma hur tjock detaljen skall bli och i vilken riktning den skall extruderas. Riktningar som finns att välja på är: Blind (avstånd), Up To Vertex (till en punkt), Up To Surface (till en yta), Offset From Surface (avstånd från en yta), Up To Body (till en annan detalj) eller Mid Plane (från ritningsplanet lika långt åt båda sidorna). I detta exempel (Figur 5) har jag valt att använda "Mid Plane", vilket jag tycker är det bästa alternativet eftersom man senare kan lägga ihop detaljerna med hjälp av centrumplanet på en detalj. Avståndet lade jag till 40 mm, vilket betyder att det är 20 mm till vardera sidan om centrum.



Figur 5. En extrudering av sketch.

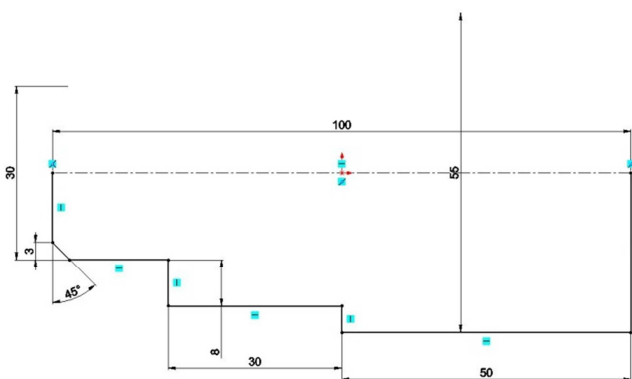
- Sheet metal:** Detta används ifall man vill tillverka en detalj av plåt. Med detta verktyg får man välja tjockleken och riktningen som i extrude men det går inte att lägga till material i flera riktningar än en. Varför skall man då använda sheet metal kan man ju fråga sig. Svaret är att senare i detta verktyg kan man bocka plåten olika vägar och enkelt bygga på grunden. I



Figur 6. En bockad plåt med kommandot Sheet metal i SolidWorks.

exemplet (Figur 6) har jag ritat upp en rektangel som är 100 x 60 mm och 10 mm tjock, sedan har jag bockat den 90° och då får man välja vilken bockningsradie som skall användas. Vanligen använder man hälften av materialtjockleken, dvs. 5 mm i detta fall och hur långt ut den skall sträcka sig, 40 mm.

- Revolve:** När man t.ex. vill rita en axel så är revolve det bästa alternativet. Man ritat upp hur detaljen kommer att se ut i halva genomskärningen och måttsätter den. Som man kan se i figuren (Figur 7) så är den uppritad med en streckad centrumlinje som används till två saker. Det första är när man måttsätter detaljen så klickar man på en linje som man vill ha måttsatt

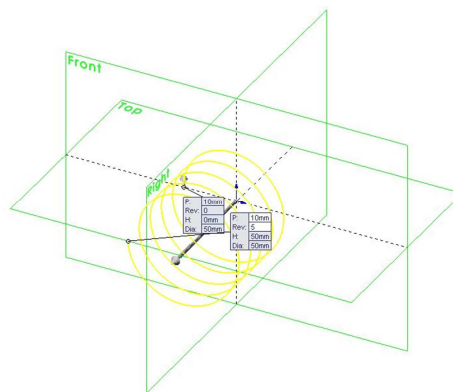


Figur 7. En sketch med måttsättning till diametern.

och centrumlinjen, då har man radien, sedan kan man flytta musen upp mot det ställe där diametern borde vara, så har man diametermättet ifall man vill rita direkt i diameter. Den andra saken som centrumlinjen används till är linjen som vi roterar sketchen runt.



- **Helix and Spiral:** Detta är ett bra hjälpverktyg ifall man t.ex. vill göra en spiral eller fjäder som i mitt exempel (Figur 8). Man kan börja med att rita en cirkel och sedan klicka på Helix and Spiral. Där får man fylla i hur lång, hur många varv och vilken startvinkel fjädern skall ha samt om den skall rotera medsols eller motsols.



Figur 8. Konstruktion av en fjäder med kommandot Helix and Spiral.

### 3.1.2. 2D-ritningar

I SolidWorks skapas ritningsvyerna automatiskt från 3D-modellen. Det är helt enkelt bara att klicka på "make drawing from part" så öppnas 2D-läget med färdig ritningsbotten, bara att dra in vyerna från sidotabellen och svänga dem som man vill ha dem. Det går att välja vilka linjer som skall vara synliga och vilka som skall vara streckade. Det går också att lägga in en 3D-vy på detaljen om man vill. För att kunna få en helhetsbild på en detalj från ritning behöver man minst två vyer, men man brukar vanligen använda tre för att göra det tydligare. På en detaljritning måste det framgå detaljens namn, dimension, material, nummer, revision, skala, vy placering, konstruktörens initialer och datum när den är ritad, samt vid behov granskarens initialer och datum. Där brukar också finnas ett företagsnamn och en text som säger att företaget har alla rättigheter för denna ritning. (Taavola, 2000)

I Solidworks får man automatiskt ut styckelistor med ritningsnummer och detaljinformation, samt hur många av samma detalj. Ifall någon går in och ändrar på en modell i Solidworks och sparar ändringarna, så ändras också 2D-ritningen, men man måste gå in och sätta in måtten själv för datorn kan inte veta var man vill ha dem.

### 3.1.3. En del övriga funktioner

Solidworks har utvecklat ett komponentbibliotek med standardkomponenter såsom skruvar, muttrar, brickor, kugghjul och en hel massa andra saker. Detta bibliotek kan man själv välj ur vad man använder och utvidga det ännu mera enligt eget behov.

Solidworks har också utvecklat ett bibliotek på nätet för 3D-modeller av leverantörer där det finns motorer och en hel massa andra komponenter som man kan ladda ner direkt och sätta in i en sammanställning. Detta spara mycket tid för konstruktörerna. Man behöver inte rita upp varenda liten sak som man skall ha i en modell.

För att presentera en modell som man har konstruerat, har Solidworks tagit fram några enkla små program som hjälpmedel för att gå runt i modellen och se hur det har börjat se ut och hur en maskin fungerar.

Det finns en hel del andra program som kan hjälpa en att få en modell färdig, t.ex. SolidWorks Motion för rörelsesimuleringar, SolidWorks FloXpress för att skapa inledande flödessimuleringar och rapporter, SolidWorks SustainabilityXpress för att uppskatta konstruktionens miljöpåverkan och kunna optimera materialval, samt program för kontroll av hållfastheten. (SolidWorks, 2012)

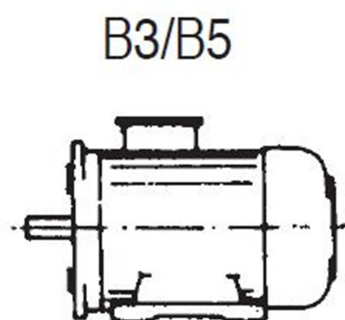
## 3.2. Elmotor eller dieselmotor

Vilken typ av drivning vore den bästa för denna station? Det finns egentligen två alternativ: elmotor eller dieselmotor. Inskaffningsprisen mellan dessa två är ungefär det dubbla. Elmotorn med inverter är betydligt billigare.

### 3.2.1. Elmotorn

Elmotorns fördelar på denna station är att man inte behöver smutsa ner med några extra vätskor, inga avgaser och framför allt lite mindre buller och ljud än dieselmotorn. Nackdelen med elmotorn är att man måste ha ström till den när den används, vilket begränsar var den blir placerad. En annan nackdel med elmotorn är att den blir alltför stor och tung för att kunna få någorlunda samma effekt ur den som ur en dieselmotor som används i truckarna.

Jag har varit i kontakt med Bevis försäljare Rolf Nordström som har hjälpt mig att hitta den rätta motorn och invertern till detta projekt. Det blev en ganska stor motor för att den skall klara av samma effekt och vridmoment som en dieselmotor som finns på truckarna. Denna elmotor heter: Bevi 2SIEL, 180M-2, 22kW, 300rpm, B35, 400/690 V IE2. Detta betyder att elmotorn är 22 kW och har



Figur 9. Fot- och flänsfäste på elmotorn.

ett max varvtal på 3000rpm. Motorn har två fästen. Den kommer att stå på den nedre delen av ramen och den har en fläns framåt som jag kommer att fästa sprängkåpan och hydraulikpumpen i. Motorn har ett vridmoment på 71.3 Nm och en vikt på ungefär 170 kg. I kapitel 5 finns beräkningarna på varför jag har valt just denna elmotor. Invertern kommer att ha en återkoppling så vi får samma vridmoment på alla varvtal. (Nordström, 2012)

### 3.2.2. Dieselmotorn

Dieselmotorns största fördelar är att man kan utföra ett mera exakt test på all utrustning som finns på en fodertruck samt att man skulle kunna testa olika motorer också. Allt detta kan man göra ute på fältet utan någon som helst elektronik utöver vad stationen skulle producera. En annan fördel är förstås att alla delar som används på en dieselmotor och truck finns färdigt i Norcars lager som reservdelar. Nackdelarna på dieselmotorn är däremot oljor och andra vätskor, samt avgaserna som behöver ett utsug så att man inte förgiftas under testens gång.

### 3.3. Fastsättning av hydraulikpump

För att kunna fästa en hydraulikpump och kunna byta ut den till en annan pump senare behövs ett standardfäste mellan pump och elmotor. Standardfästet som Norcar använder på hydraulikpumparna heter SAE-A med två bultars fastsättning, vilket betyder att hålet i sprängkåpan där pumpen skall fastsättas måste vara minst  $\text{Ø}82,55$  mm och delningsdiametern på bultarna 106,4 mm. Elmotorns fläns som pumpen kommer att bli fäst i har en ytterdiameter på 350 mm och en bultdelningsdiameter på 300 mm. Jag har sökt efter en sprängkåpa på KTR:s webbsida och den som passar heter ”bellhousing PK 350/04/10-00” (se bilaga). (KTR, 2011)

Elmotorn har en axel med  $\text{Ø}48$  och längden 110 mm som jag fäster med en klockkoppling till pumpen. Pumpens axel är av typen platt splines (se bilaga). För att få dessa två att passa ihop skickade jag ritningar på båda axlarna till KTR som letade fram ur deras sortiment de komponenter som passade. (se bilaga). (Sirviö, 2011)

### 3.4. Oljetankens uppbyggnad

Grunden för en oljetank är att den skall vara tät så ingen smuts tränger in och ingen olja läcker ut. Oljetankens uppgift är att rymma en viss mängd olja, avskilja luft från oljan, avskilja fasta föroreningar, avskilja kondensvatten, uppta volymförändringar i systemet samt att kyla oljan.

För att kunna hålla koll på oljenivån så sätter jag in en oljenivåmätare som har temperaturmätningen inbyggd i sig (Figur 14). I tanken skall det finnas en hålplåt som skiljer luftbubblor från oljan. Det fungerar så att man har det lite snett i tanken och täcker ungefär 2/3 delar. Luften kommer inte genom hålen utan i stället går den upp mot ytan och oljan tränger genom gallret. Gallret gränsar nu av tanken i två halvkor, sugsidan och retursidan. Vi har kommit fram till att vi sätter in fyra stycken 1/2 tums svetsbussningar på retursidan och två stycken 3/4 tums, samt en 1 tums på sugsidan. I oljepåfyllningshålet måste det finnas en sil som tar bort det mesta skräp som kan komma med oljepåfyllningen och ifall det kommer skräp i tanken så har jag lagt in en oljeplugg som är magnetisk, vilket gör att den samlar upp en del metallskräp. Locket på tanken är fastskruvat så man enkelt kan ta loss det och testa fram nya filterenheter, hålplåt och kanske några andra nya saker. (PMC Polarteknik Oy Ab, 2012)



Figur 10.  
Temperatur och  
oljenivåmätare.

En grundregel för tankens oljevolymer är två till tre gånger större än pumpens kapacitet i liter/minut. Den största pumpen jag har räknat med är 20 cc och har ett maxflöde på 60 l/min vid 3000 rpm, vilket betyder att jag skulle behöva en oljevolymer på  $60 \text{ l/min} \times 2 = 120 \text{ liter}$ . Oljetankens volym skall vara minst 1,25 gånger oljevolymeren ( $1,25 \times 120 \text{ liter} = 150 \text{ liter}$ ). Men det är så korta perioder som den blir körd på fullt varvtal och troligen mindre pumpar än 20cc, så jag räknar med  $40 \text{ l/min} \times 2 = 80 \text{ l/min} \times 1,25 = 100 \text{ liter}$ .

### 3.5. Loggningssystem

En del av denna station är ju att det skall gå att spara mätvärden efterhand när man utför ett test. Mätvärden som vi vill ha fram till att börja med är: Temperaturer och flöden på flera olika ställen, varvtalet på motorn, hydrauliktryck samt vikt på det pumpade fodret.

När jag började forska i olika loggningssystem för stationen och fundera med de som jobbar på företaget så fick jag reda på att det finns ett från tidigare som går att använda, Parkers loggningssystem. Andra loggningssystem som finns är Bosch Rexroths, som var till Norcar och visade sin utrustning.

De hade en låda som gick att flytta och t.ex. hänga på en truck och då kunde man köra med truck och belasta hydrauliken och loggningslådan lagrade all data man ville ha under testtiden. Ett loggningssystem med närmare 20 portar är ganska värdefull, så vi kommer att köra med Parkers som finns från tidigare men vi kommer att bygga in det i en låda så den går att flytta ifall vi vill lägga loggningssystemet på en truck och ta en testrunda. (Parker Hannifin Corporation, 2012),(Bosch Rexroth AG, 2012)

För att elektrikerna inte skall behöva koppla om loggningslådan varje gång man flyttar den så lägger de in en kontakt i låda, som man enkelt kan koppla in till teststationens egen kopplingslåda dit alla givare är färdigt kopplade och all annan elektronik skall vara kopplad till.

### **3.6. Vågelement**

För att kunna få reda på vilken kapacitet en foderpump har så behöver man väga fodret som har blivit pumpat. Det finns två alternativ för detta, det första är att man lägger ett vågelement under fodertråget eller så lägger man ett vågelement dit man pumpar fodret. Det andra alternativet blir betydligt enklare och man måste ändå pumpa fodret i en skild behållare bredvid stationen.

Bäst skulle det vara att få inkopplat vågelementet direkt till loggningssystemet, men eftersom vi har en fodermängd på 200–250 kg och kanske vill pumpa upp till hälften av den mängden innan man tömmer byttan, så blir noggrannheten för dålig med den loggningslåda som vi har. Därför har jag valt att sätta ett helt vanligt vågelement (Figur 15) bredvid som man läser av manuellt. Noggrannheten på det behöver vara inom 10 gram, så det går att testa fram ny utrustning som sköter om fodringen automatiskt. (Sintrol, 2012)



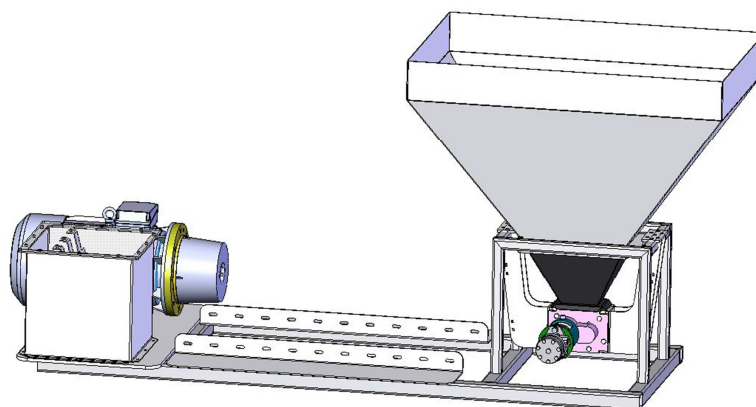
Figur 11. Sartorius modell på en våg.

## 4. Metodik

Här kommer jag att beskriva hur arbetsgången gått till och hur jag har gått tillväga. Jag har konstruerat flera olika alternativ på hur stationen skall börja se ut och uppfylla de olika kraven. De olika lösningarna presenterar jag i detta kapitel. Jag har haft kontinuerliga möten med mina kollegor på Norcar och vi har diskuterat och kommit på nya lösningar och nya saker som borde finnas med.

### 4.1. Första skissen

Första utkastet jag ritade började se ut som i figur 9, en enkel RHS-ram med en elmotor, oljetank, foderpump, fodertråg samt fästplåt för att fästa olika komponenter och kablage (Figur 9). Första intrycket på ramen blev att det inte går att sätta fast ventiler och den kanske skulle se mycket bättre ut om hela stationen gjordes av skurna plåtdelar. Foderpumpen i figuren är den som används i dagens läge och väger cirka 40 kg. Den vill man inte lyfta dit för hand utan det vore bättre om man kunde kör in den under maskinen med en handtruck eller dylikt. Fodertråget bör kunna innehålla cirka 200 kg foder så man kan göra lite längre tester när man pumpar över fodret till en annan behållare på ett vågelement.

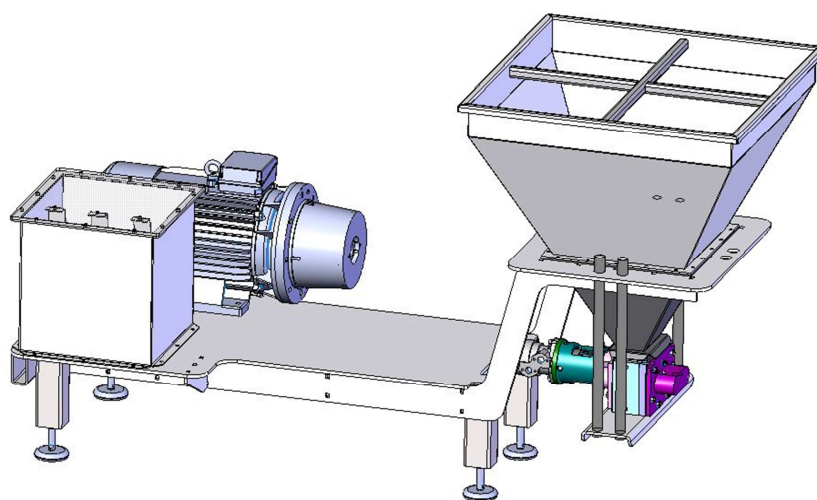


Figur 12. Konstruktion av första utkastet.

## 4.2. Andra skissen

I den andra skissen gjorde jag ramen av plåt och benen till ramen med RHS-rör. Den är öppen på undersidan för att man ska kunna byta ut foderpumpen enkelt. Fastsättningen av foderpumpen har jag gjort med gängstänger så den går att spänna upp mot trågdelen, så att den tätar och man inte måste lyfta den alls. I tråget har jag lagt in ett kors för att man skall kunna lägga kärnen på tråget när man pumpat över foder och vill tömma dem, så man inte måste hålla i dem hela tiden.

Fötterna som jag har lagt på maskinen är standardfötter som finns att köpas. Oljetanken har en skiljevägg, gjord av hålplåt, så att luft som kan komma med returen inte blandas med sugsidan, utan i stället följer upp längsmed plåten. Oljan går dock genom plåten.



Figur 13. Konstruktion av andra skissen.



Diskussionerna efter denna skiss blev att arbetshöjden för att montera ventiler, givare och dylikt är för låg, normal arbetshöjd bör vara ca 80–90 cm, samt att det är för liten arbetsyta.

### **4.3. Tredje skissen**

I tredje skissen har jag kommit tillbaka till en stabil RHS-ram på bättre arbetshöjd, 75–90 cm med ställbara fötter. Den har större arbetsytor och det går att fästa foderpumpen underifrån. På denna version har jag gjort den i tvåvåningssystem. Elmotorn, elcentralen samt oljetanken finns i den nedre våningen och på den övre våningen finns en stor arbetsyta där man kan fästa komponenter och koppla in dem smidigt på en bra arbetshöjd. Bordsplåten som man fäster komponenterna i är löstagbar så man enkelt kan lyfta dit eller ta bort elmotorn, som väger nästan 200 kg. Elcentralen är placerad längst bort på maskinen, långt bort från foderdelen, så den är enkel att komma åt och man inte kan stänka olja, foder eller vatten på den.

När vi diskuterade denna lösning kom vi fram till att det vore kanske bra att kunna ”koppla loss” foderdelen (tråg, pump). Den delen måste tvättas efter användning så den inte börjar lukta jäst foder och så att alla bakterier dör samt så man får den ren helt enkelt. Norcar tillverkar också minilastare så vi funderade om det skulle gå att använda en sådan för tvättning och flyttning.

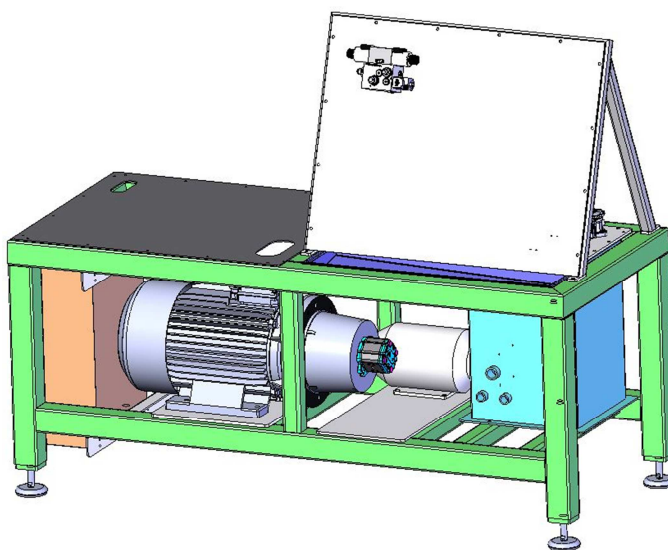
Det kom också fram att man kanske kunde göra själva hydraulikdelen där man skall koppla upp ventiler och givare mer överskådlig. Detta kommer fram i fjärde skissen.

### **4.4. Fjärde skissen**

I fjärde skissen har jag delat upp stationen i två delar: en hydraulikdel och en foderdel med lastarfäste.

#### 4.4.1. Hydraulikdel

Hydraulikdelen (Figur 11) har fått en stadig ram av 80x80x3 mm RHS-rör med ställbara fötter och en arbetshöjd på  $85 \pm 6$  cm. Bordet har delats upp till en hydraulikdel som är en ”tavla” på stående, som man kan fästa ventiler och andra komponenter på. I och med att tavlan är på stående har man en bättre översikt av vad man kopplar och som alla vet så rinner olja neråt, vilket gör det enklare att samla upp oljan när man skall ta loss komponenterna. Därför har jag gjort ett uppsamlingskäril under tavlan med en oljeplugg i så man kan tappa ur oljan i ett käril. Andra halvan av bordet är en plåt som är i vågrätt läge där man kan lägga ifrån sig delar när man skall koppla in dem till systemet. Man kan också ha en loggningsdator på den delen av bordet. Det finns några hål i plåten färdigt, för att få upp elektroniksladdar, givare och ett för hydraulikslangar. Det finns också hål för att skruva fast plåten i ramen. Detta för att det skall vara enklare att koppla elmotorn där under och lägga dit/ ta bort elmotorn.



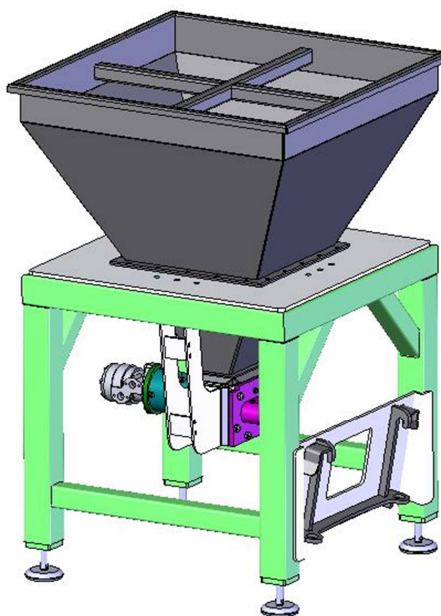
Figur 14. Slutgiltiga 3D-modellen av hydraulikdelen.

Efter diskussionen vi hade så fanns det önskemål om ett mindre aggregat som man kan ställa hydrauliktrycket på, för att testa t.ex. körhydrauliken, vid vilket tryck den börjar röra på sig. Ett sådant aggregat med elmotor och oljetank hade vi i lager från tidigare så jag tog bort oljetanken från den och gjorde ett fäste för den direkt i den oljetank som jag har konstruerat. Fördelen med detta aggregat jämfört med hela bänken är att den endast är 3 kW och den stora är 22 kW, så den behöver mindre ström och skall gå snabbt att koppla in och testa. På stationen som jag konstruerat

så kan det vara vilken hydraulikpump som helst fastkopplad när man vill testa något som skall gå på 10 minuter men kan ta flera timmar ifall man måste börja ställa om hela stationen, därför vore detta en bra lösning med ett litet aggregat för enklare test.

#### 4.4.2. Foderdel

Foderdelen har fått en liknande ram som hydraulikdelen och därifrån har jag lagt på en plåt som fäste för trågen och pumpen (Figur 12). Tråget är tvådelat för att när man tillverkar en ny foderpump så kommer den troligen att ha ett större hål till pumpen, vilket betyder att kondelen måste gå att byta ut så vi inte tvingas tillverka hela tråget nytt. Jag har konstruerat den så att kondelen sätts först genom plåten uppifrån och själva tråget skruvas fast ovanpå konan. Pumpen skruvas fast underifrån tills man har den att täta mot kondelen. Från pumpen kommer det att finnas hydraulikslangar med snabbkopplingar på så man kan koppla in pumpen till hydraulikdelen eller till Norcar minilastaren när man tvättar den.



Figur 15. Slutgiltiga 3D-modellen av foderdelen.

För att göra tvättningen av foderdelen enklare så har jag konstruerat ett lastarfäste till stationen som gör det enkelt att koppla i en minilastare och köra ut för tvättning. Med snabbkopplingarna till pumpen kan man kör pumpen med lastaren på samma gång man tvättar. I och med denna lösning får man också kugghjulspumpen tvättad. Lastarfästet har jag konstruerat med skurna plåtar för att man skall få ett mera exakt avstånd när man svetsar det. Man kan till exempel göra flera hål i plåten och göra motsvarande hack på själva fästdelarna. På så sätt blir det som ett pussel att sätta ihop delarna vid svetsning och måtten stämmer direkt.

#### 4.5. Foderträgsberäkningar

För att få rätt volym på foderträget har jag räknat ut den med hjälp av formeln för en stympad kon (Seppänen, et al., 2006):

$$V = \frac{h}{3}(A_1 + \sqrt{A_1 A_2} + A_2)$$

$V_1$  är volymen för den nedre konen och  $V_2$  är den större konen (träget). För att få en större volym på träget och lite bättre stabilitet i det så är den sista biten på träget rakt, dvs. en raktangel där volymen är:

$$V_3 = b * h * l$$

$$V_1 = \frac{3,1}{3} \left( (0,8 * 1,4) + \sqrt{(0,8 * 1,4) * (4 * 4)} + (4 * 4) \right) \approx 22 \text{ dm}^3$$

$$V_2 = \frac{4,05}{3} \left( (4 * 4) + \sqrt{(4 * 4) * (8 * 8)} + (8 * 8) \right) \approx 151 \text{ dm}^3$$

$$V_3 = 10 * 10 * 1 = 100 \text{ dm}^3$$

Totala foderträgsvolymen: 273 liter

## 4.6. Beräkningar av hydraulikpumpar

För att veta hur stor elmotor jag behöver för att klara av att köra hydrauliken på stationen har jag räknat ut hur stor effekt och vridmoment några av de vanligaste pumparna som används har. Största pumpen som jag räknat med är 20 kubik och den vill jag att skall klara av ett max tryck på 200 bar. Den andra pumpen jag har räknat med är 14 kubik vid samma max tryck. Varvtalen som används på en fodertruck är mellan 1200–3000 rpm.

För att kunna räkna ut effekten på en hydraulikpump behöver man veta hydraultrycket och flödet, max trycket är 200 bar och flödet kan räknas ut enligt följande:

$$Q = \frac{v * n}{1000}$$

där:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Flöde, Q   | l/min           |
| Volym, v   | cm <sup>3</sup> |
| Varvtal, n | rpm             |

När vi vet flödet och trycket går det att räkna ut effekten enligt:

$$P = \frac{p * Q}{600}$$

där:

|           |     |
|-----------|-----|
| Effekt, P | W   |
| Tryck, p  | bar |

Nu när effekten är känd kan man enkelt få ut vridmomentet enligt denna formel:

$$\tau = \frac{P * 9550}{n}$$

där vridmomentet,  $\tau$  har enheten Nm. Vridmomentet kommer att vara samma för alla varvtal eftersom varvtalet ingår i flödets och vridmomentets formel. (se bilaga 1)

## 4.7. Elmotorberäkningar

Elmotorn har spänningen 400 volt och fasvinkeln 0,8. Vi behöver veta vilken effekt elmotorn har vid olika varvtal för att kunna jämföra med hydraulikpumparna och dieselmotorn ifall elmotorn uppfyller effektförväntningarna. För att kunna räkna ut effekten behöver vi veta resistansen i motorn, den fås ut med denna formel:

$$R = \frac{U^2 * 1,73 * \text{Cos}\varphi}{P * 1000}$$

|      |                     |                  |
|------|---------------------|------------------|
| där: | R                   | Ohm [ $\Omega$ ] |
|      | U                   | Volt [V]         |
|      | 1,73                | Faktor           |
|      | $\text{Cos}\varphi$ | Fasvinkeln       |
|      | P                   | Effekt [W]       |

För att räkna ut spänningen vid olika varvtal använder jag denna formel:

$$U = \frac{400V}{n_{max} * n}$$

Effekten vid de varvtal jag använde har jag räknat ut med denna formel:

$$P = \frac{U^2 * 1,73 * 0,8 * 1000}{R}$$

Vridmomentet är konstant när jag använder återkoppling med invertern och formeln är samma som för hydraulikpumpen:

$$\tau = \frac{P * 9550}{n}$$

(se bilaga 2)

## 5. Resultat

Resultatet som jag har kommit till med denna teststation är att den kommer att se ut som sammanställningsritningarna (bilaga 5). Drivningen till stationen blir en 2-polig elmotor på 22 kW med återkoppling. Den har då samma vridmoment vid alla varvtal dvs. 71.7 Nm och ett maxvarvtal på 3000 rpm.

Fastsättningen mellan elmotor och hydraulikpump har jag löst med en så kallad sprängkåpa som är en gjuten och bearbetad kåpa som passar på elmotorn och hydraulikpumpen. För att få överfört kraften från elmotorn till pumpen har jag använt mig av en klockoppling som finns inuti sprängkåpan.

Fodertrågets volym blev dryga 270 liter och hydraulikens oljetank fick en volym på 100 liter. I oljetanken finns en mindre elmotor på 3 kW som har justerbart tryck, vilket gör att man kan testa hur högt tryck en ventil behöver. I tanken finns det ett galler som lutar lite och begränsar sugsidan från retursidan, vilket gör att ifall det kommer luftbubblor med returoiljan så går luften upp längs gallret, men oljan kommer igenom gallret till sugsidan direkt om den behövs. Jag har lagt in några svetskopplingar på både sug- och retursidan samt en nivåmätare med inbyggd temperaturgivare.

På foderdelen har konstruerat ett lastarfäste som gör att det är enklare att flytta den delen av stationen samt att man kan kör ut den och tvätta ur tråget och pumpen. Där har jag också lagt till den finessen att man kan koppla in foderpumpen med snabbkoppling till lastarens hydraulik och köra foderpumpen på samma gång man tvättar.

Det finns en gummitätning mellan foderpumpen och trågdelen som måste vara tätt och tryckt ihop lite grann. För att detta skall fungera bra så har jag släppt ner konan i bordsplåten och tråget är fastskruvat genom kondelen och bordet, sedan skruvar man upp foderpumpen underifrån och får spänna fast den lagom mycket.

Både tavlan och bordet är gjorda av en plåt som är fastskruvad, vilket gör att den enkelt går att ta ner eller byta ut. Det är tänkt att man efterhand behöver nya fastsättningshål för komponenterna. Då borrar man hål enligt behov och när det är för mycket hål i plåten beställer man en ny.

## 6. Diskussion

När jag började med detta arbete trodde jag att det skulle gå ut på att hitta ett passande loggningssystem samt att hinna konstruera och tillverka stationen innan examensarbetet skulle vara färdigt. Det visade sig senare att projektet var större än jag trodde från början och att loggningssystemet fanns från tidigare för att testa färdiga maskiner. Eftersom man inte vill blanda in flera olika märken på systemen, givare och program så var det Parkers loggningssystem som gällde. Då vi började titta på det vi hade, så kom vi fram till att det räcker till för detta ändamål också.

Under arbetets gång har jag lärt mig en hel del nytt om hydrauliken och elmotorer som jag inte visste från tidigare. Som jag nämnde i början av arbetet så sommarjobbade jag förra sommaren åt Norcar och då lärde jag mig mycket om SolidWorks och olika ritningsmetoder.

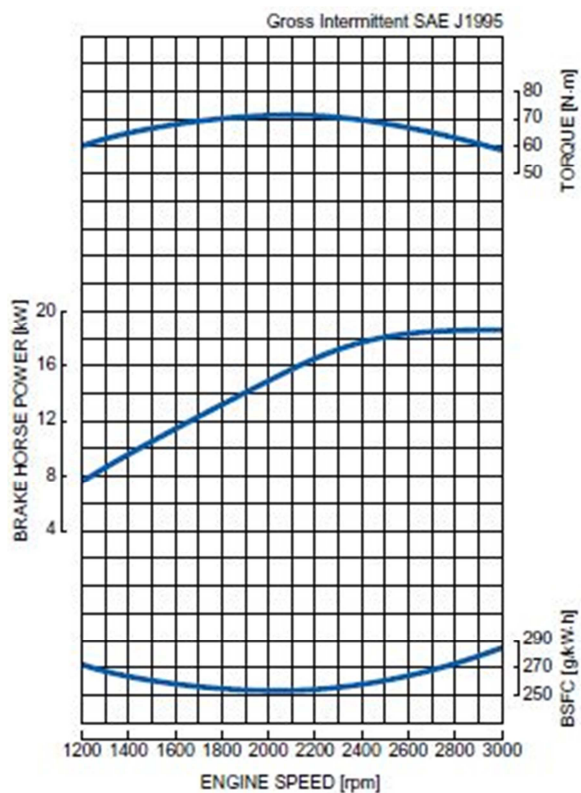
Det svåraste med denna teststation var nog att blanda in elektroniken som jag inte visste något om från tidigare, men varje gång jag hade några frågor eller bekymmer som hade med el att göra så hjälpte Tom Nylund mig med det.

Hydrauliken visste jag inte heller så mycket om från början för vi hade hydraulikkursen i skolan först efter att jag hade konstruerat stationen. Mina arbetskollegor svarade gärna på mina frågor om det som jag behövde veta.

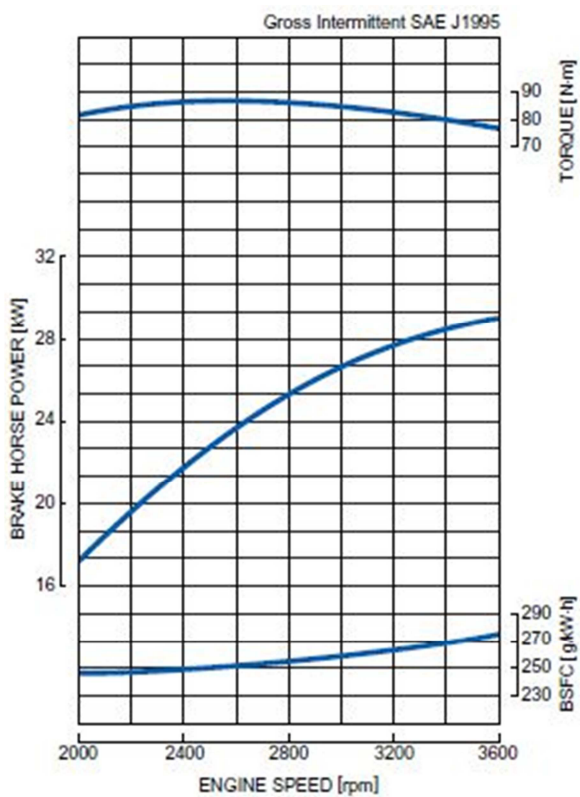
Under november 2012 till början av januari 2012 konstruerade jag teststationen och då var jag vid kontoret i Nykarleby några dagar i veckan, dels för att alla standardkomponenter finns där och dels då jag behövde hjälp av de andra som jobbade där.

Tillverkningen av stationen kommer att bli av inom en snar framtid och jag kommer att fortsätta arbeta vidare med den när jag är färdig i skolan.

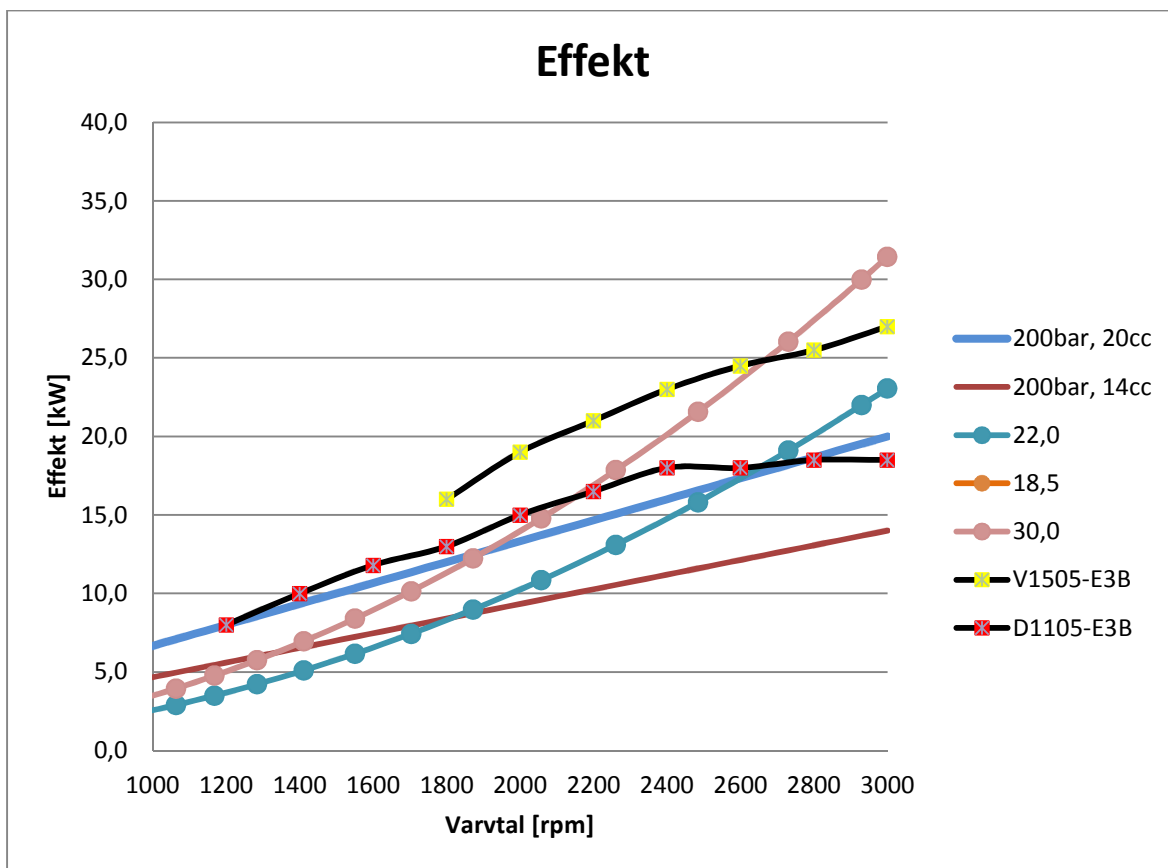




Figur 16. Kubota D1105-E3B effekt, vridmoments och specifika bränsleförbrukningskurvor. Den är 18.5 kW vid 3000rpm.



Figur 17. Kubota V1505-E3B effekt, vridmoments och specifika bränsleförbrukningskurvor. Den är 29.0 kW vid 3000rpm.



Figur 18. Effektdiagram med två hydraulikpumpar, tre elmotorer och två Kubota dieselmotorer som används på fodertruckarna.

## 7. Källförteckning

Bosch Rexroth AG, 2012. *Bosch Rexroth AG*. [Online]

Available at: <http://www.boschrexroth.com>

[Använd januari 2012].

KTR, 2011. *KTR - Kupplungstechnik - Made for Motion*. [Online]

Available at: [www.ktr.com](http://www.ktr.com)

[Använd december 2011].

Norcar - BSB, 2012. *Norcar*. [Online]

Available at: [www.norcar.com](http://www.norcar.com)

[Använd 10 februari 2012].

Nordström, R., 2012. *Försäljare* [Intervju] (januari 2012).

Parker Hannifin Corporation, 2012. *Parker Hannifin Corporation*. [Online]

Available at: [www.parker.com](http://www.parker.com)

[Använd januari 2012].

PMC Polarteknik Oy Ab, 2012. *PMC Polarteknik Oy Ab*. [Online]

Available at: <http://www.pmcpolarteknik.com>

[Använd Februari 2012].

Seppänen, R. o.a., 2006. *MAOLs tabeller*. 11:fte upplagan red. Helsingfors: Schildts förlag.

Sintrol, 2012. *Sintrol yrityksenä*. [Online]

Available at: [www.sintrol.com](http://www.sintrol.com)

[Använd februari 2012].

Sirviö, A., 2011. *Försäljare* [Intervju] 2011.

SolidWorks, 2012. *SolidWorks*. [Online]

Available at: [www.solidworks.com](http://www.solidworks.com)

[Använd 2 mars 2012].

Taavola, K., 2000. *Ritsteknik*. 1 red. u.o.:Athena lär.

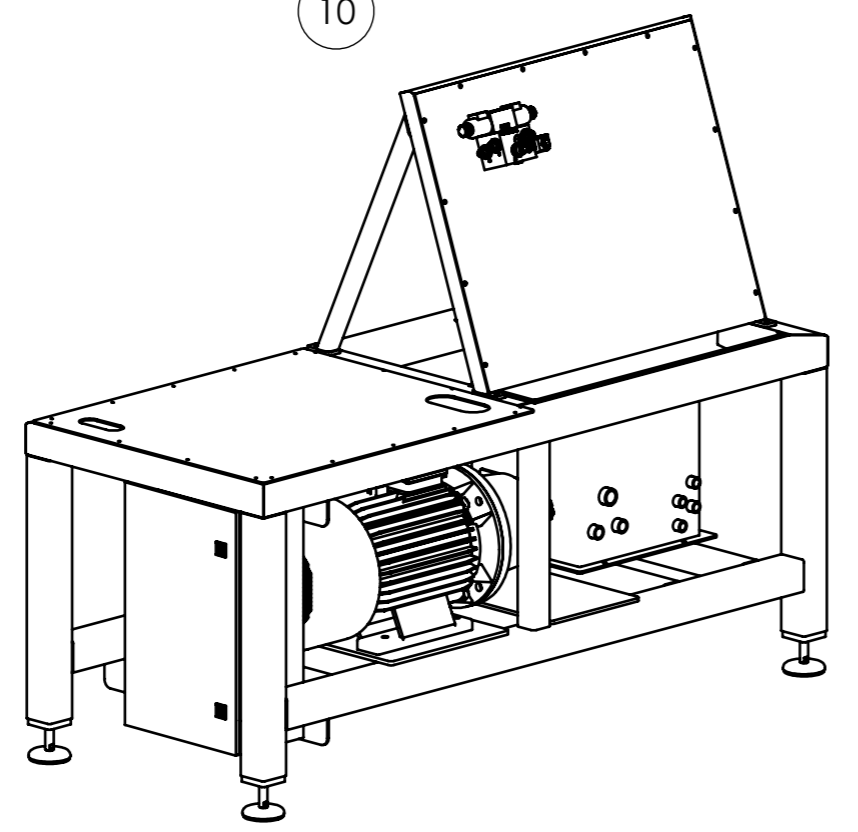
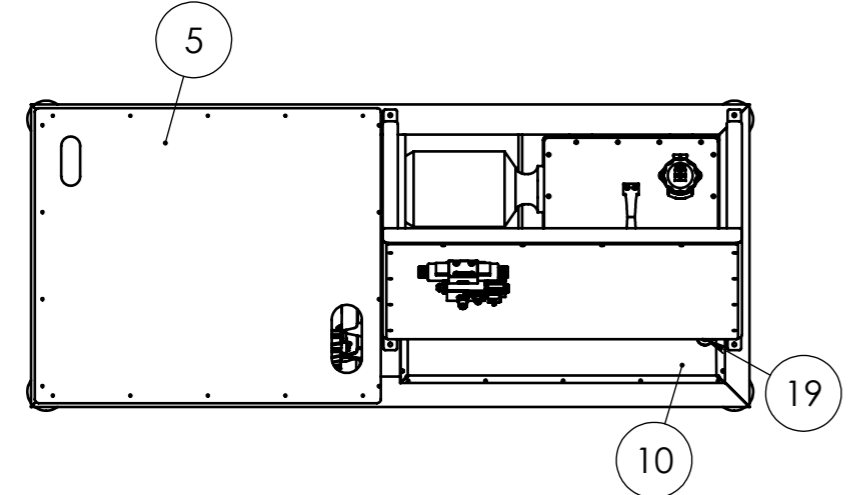
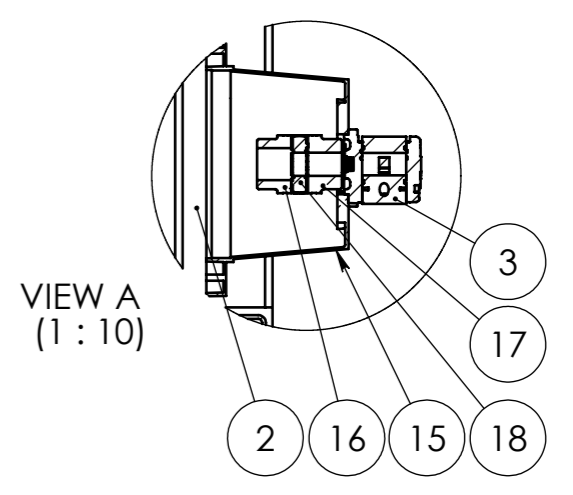
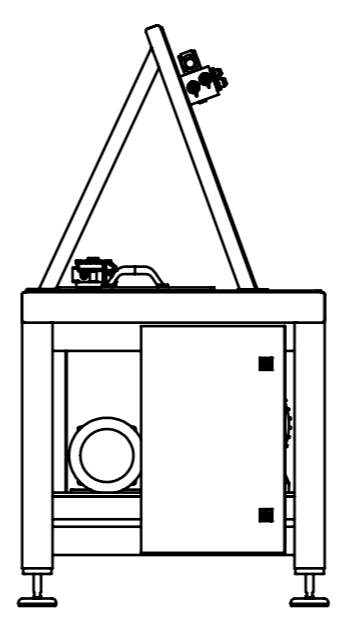
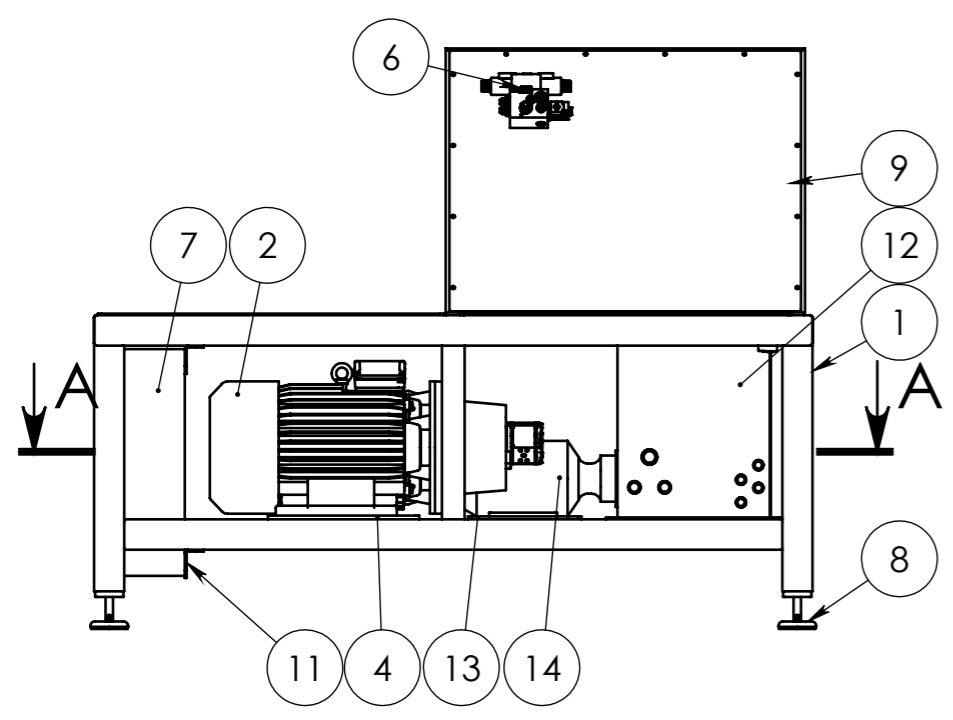
*Bilaga 1: 2 stycken hydraulikpumpars Flöde, Effekt och vridmoment. Beräknat enligt formlerna i kapitel 5.2.*

|        |      |     |      |     |
|--------|------|-----|------|-----|
| Tryck: | 200  | bar | 200  | bar |
| Pump:  | 20   | cc  | 14   | cc  |
| Vrid:  | 63,7 | Nm  | 44,6 | Nm  |

| Varvtal [rpm] | Flöde [l/min] | Effekt [kW] | Flöde [l/min] | Effekt [kW] |
|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| 967           | 19,3          | 6,4         | 13,5          | 4,5         |
| 1063          | 21,3          | 7,1         | 14,9          | 5,0         |
| 1168          | 23,4          | 7,8         | 16,4          | 5,5         |
| 1284          | 25,7          | 8,6         | 18,0          | 6,0         |
| 1411          | 28,2          | 9,4         | 19,8          | 6,6         |
| 1550          | 31,0          | 10,3        | 21,7          | 7,2         |
| 1704          | 34,1          | 11,4        | 23,9          | 8,0         |
| 1872          | 37,4          | 12,5        | 26,2          | 8,7         |
| 2057          | 41,1          | 13,7        | 28,8          | 9,6         |
| 2261          | 45,2          | 15,1        | 31,6          | 10,5        |
| 2484          | 49,7          | 16,6        | 34,8          | 11,6        |
| 2730          | 54,6          | 18,2        | 38,2          | 12,7        |
| 3000          | 60,0          | 20,0        | 42,0          | 14,0        |

Bilaga 2: Uträknad effekt beroende på varvtalet på tre motorer enligt formlerna i kapitel 5.3.

|                      |                     |                    |                    |                    |
|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Max effekt:          | <b>18,5</b> kW      | <b>22,0</b> kW     | <b>30,0</b> kW     |                    |
| Spänning:            | 400,0 V             | 400,0 V            | 400,0 V            |                    |
| cos fi:              | 0,8                 | 0,8                | 0,8                |                    |
| Uträknad resistans:  | 12,0 Ohm            | 10,1 Ohm           | 7,4 Ohm            |                    |
| Vridmoment:          | <b>60,3</b> Nm      | <b>71,7</b> Nm     | <b>97,8</b> Nm     |                    |
| <b>Varvtal [rpm]</b> |                     |                    |                    |                    |
| <b>Varvtal [rpm]</b> | <b>Spänning [V]</b> | <b>Effekt [kW]</b> | <b>Effekt [kW]</b> | <b>Effekt [kW]</b> |
| 967                  | 132,1               | 2,0                | 2,4                | 3,3                |
| 1063                 | 145,1               | 2,4                | 2,9                | 3,9                |
| 1168                 | 159,5               | 2,9                | 3,5                | 4,8                |
| 1284                 | 175,3               | 3,6                | 4,2                | 5,8                |
| 1411                 | 192,6               | 4,3                | 5,1                | 7,0                |
| 1550                 | 211,6               | 5,2                | 6,2                | 8,4                |
| 1704                 | 232,6               | 6,3                | 7,4                | 10,1               |
| 1872                 | 255,6               | 7,6                | 9,0                | 12,2               |
| 2057                 | 280,9               | 9,1                | 10,8               | 14,8               |
| 2261                 | 308,6               | 11,0               | 13,1               | 17,9               |
| 2484                 | 339,2               | 13,3               | 15,8               | 21,6               |
| 2730                 | 372,7               | 16,1               | 19,1               | 26,0               |
| 2930                 | 400,0               | 18,5               | 22,0               | 30,0               |



| 19   | DRÄNERINGSPROP    | R1/2" MAGNETISK    |             |             |           |          |          | 6001343 | 1    |
|------|-------------------|--------------------|-------------|-------------|-----------|----------|----------|---------|------|
| 18   | KOPPLING          | ROTEX 38           |             |             |           |          |          | 6001903 | 1    |
| 17   | KOPPLING          | ROTEX 38ST         |             |             |           |          |          | 6001902 | 1    |
| 16   | KOPPLING          | ROTEX 38ST         |             |             |           |          |          | 6001904 | 1    |
| 15   | SVÄNGHJULSKÅPA    | PK300/04/11-00     |             |             |           |          |          | 6001901 | 1    |
| 14   | Hydraulik         | Aggregat           |             |             |           |          |          |         | 1    |
| 13   | PLÅT              |                    | 8-300x740   | 5000300     | S355JR    | 7003189  |          |         | 1    |
| 12   | OLJETANK          |                    |             |             |           | 7003188  |          |         | 1    |
| 11   | PLÅT              |                    | 5-116,8x750 | 5000298     | S355JR    | 7003179  |          |         | 2    |
| 10   | DROPPLÅDA         |                    |             |             |           | 7003217  |          |         | 1    |
| 9    | TAVLA             |                    |             |             |           | 7003178  |          |         | 1    |
| 8    | MASKINFOT         | LMR.100-AS-M24X150 |             |             |           | 6001897  |          |         | 4    |
| 7    | RITTAL AE1038.500 | 34 046 08          |             |             |           | EC000281 |          |         | 1    |
| 6    | HYDRAULIKBLOCK    |                    |             |             |           | 7002119  |          |         | 1    |
| 5    | PLÅT              |                    | 4-780x915   | 5000297     | S355JR    | 7003157  |          |         | 1    |
| 4    | PLÅT              |                    | 10-400x740  | 5000301     | S355JR    | 7003171  |          |         | 1    |
| 3    | KUGGHJULSPUMP     | 8 DANFOSS          |             |             |           | 6001504  |          |         | 1    |
| 2    | ELMOTOR           | BEVI 22KW          |             |             |           | 6001916  |          |         | 1    |
| 1    | RAM               |                    |             |             |           | 7003169  |          |         | 1    |
| ITEM | TITLE             | TYPE               | DIMENSION   | EX PART NR. | MAT. CODE | MAT.NAME | PART NR. | REV.    | QTY. |

This drawing and design, including any patented or patentable features, embodies confidential information of AB NORCAR BSB OY and its use is conditioned upon the user's agreement not to reproduce the drawing or design, in whole or in part, nor the material described thereon, nor to use the drawing or design for any purpose other than specifically permitted in writing AB NORCAR BSB OY.

|           |      |
|-----------|------|
| Date      | Name |
| 27.1.2012 | PEK  |
| Check.    |      |
| Appr.     |      |

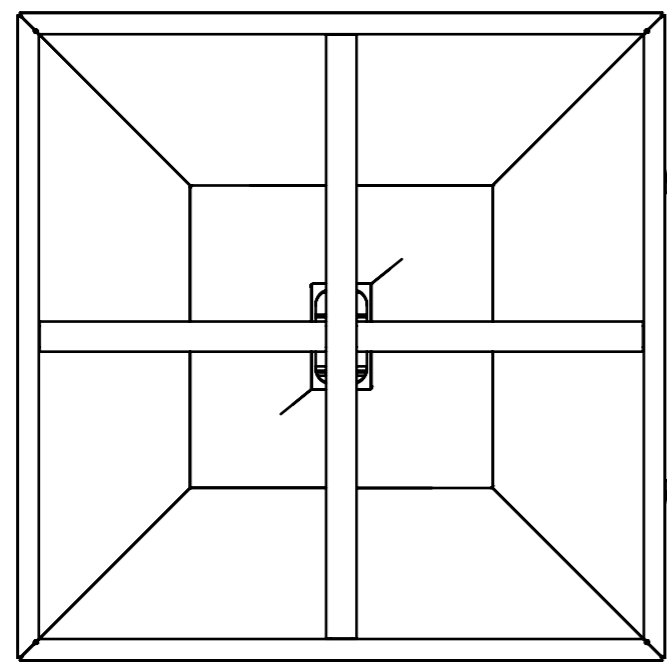
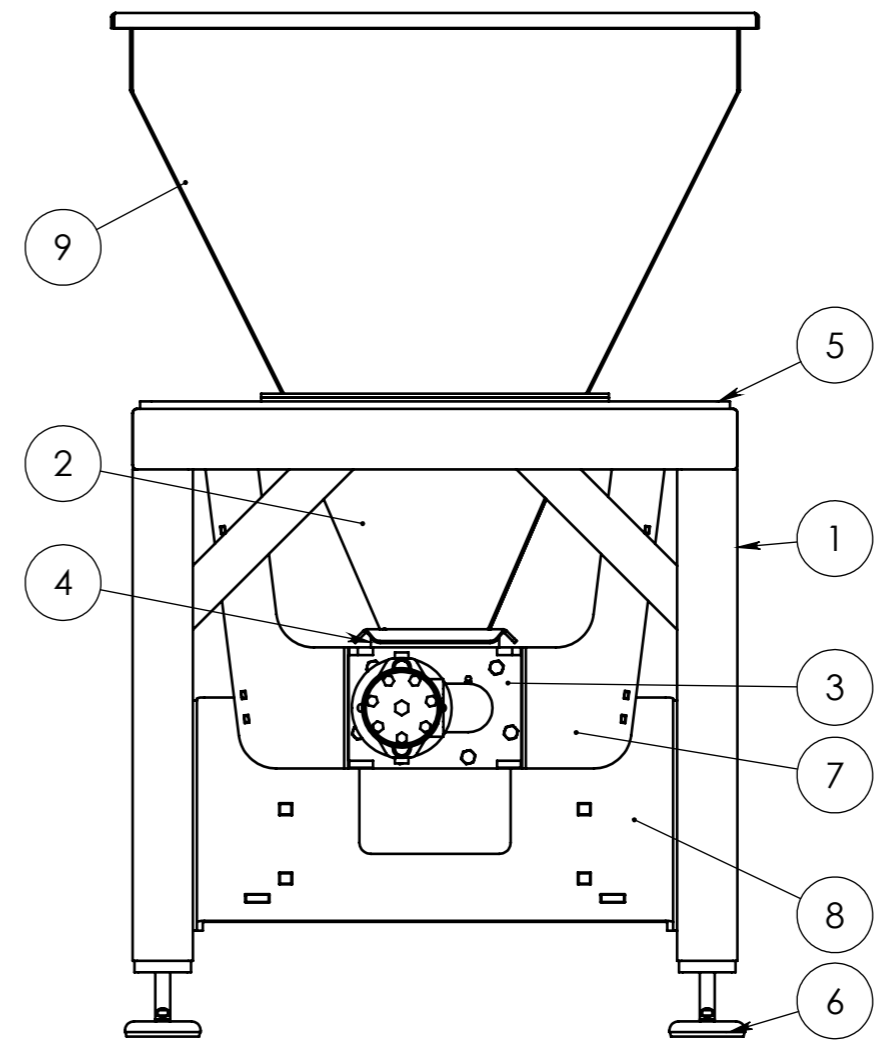
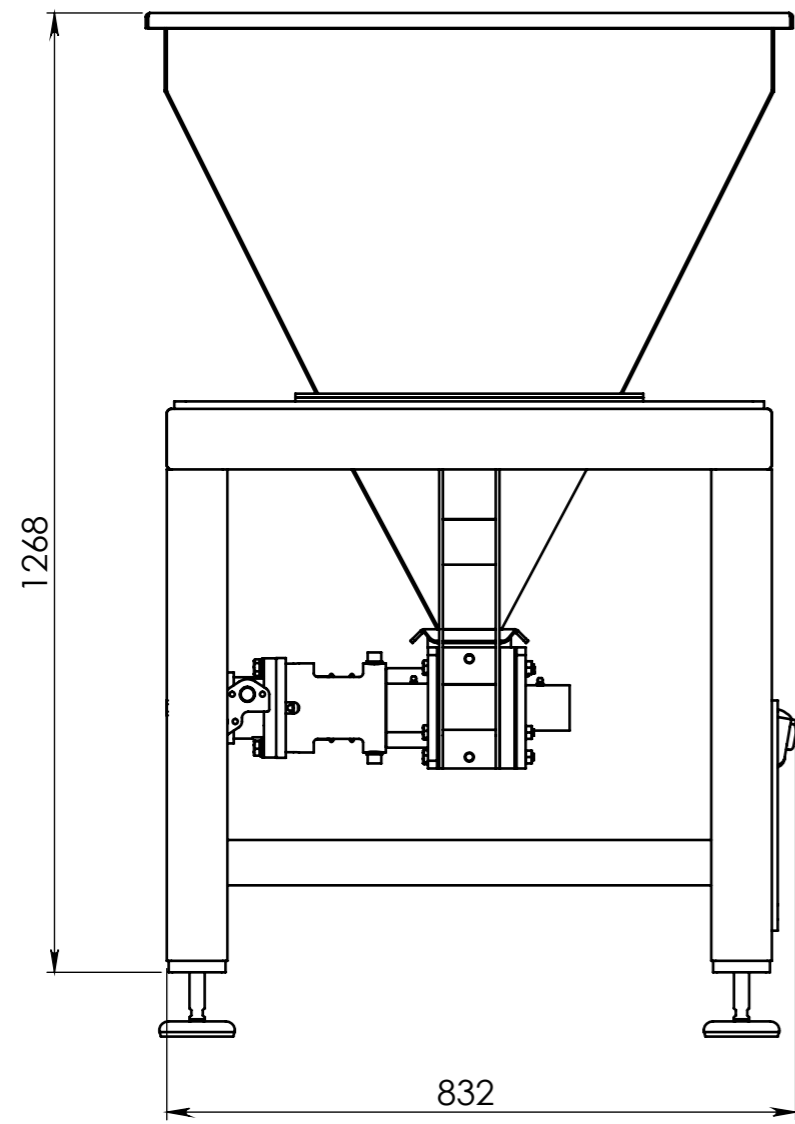
Assembly draw:

Mass: 399.81kg    Scale: 1:20

Title: **HYDRAULIK STATION**

Draw.No: **7003218**

Filename: V:\7-serie\7003000\7003200\7003218



| 9    | TESTSTATIONSTRÅG |                            |            |             |           |          | 7003242  |      | 1                        |
|------|------------------|----------------------------|------------|-------------|-----------|----------|----------|------|--------------------------|
| 8    | LASTARFÄSTE      |                            |            |             |           |          | 7003234  |      | 1                        |
| 7    | PUMPFÄSTE        |                            |            |             |           |          | 7003228  |      | 2                        |
| 6    | MASKINFOT        | LMR.100-AS-M24X150         |            |             |           |          | 6001897  |      | 4                        |
| 5    | PLÅT             |                            | 10-780x780 |             | 5000008   | S235JR   | 7003223  |      | 1                        |
| 4    | TÄTNING          | PUMP                       | 20-170x110 |             |           |          | 575071   |      | 1                        |
| 3    | FODERPUMPENHET   | KUGGHJULSPUMP P-450/810 XL |            |             | 860105    |          | 7000672  | A    | 1                        |
| 2    | TRÅGKON          |                            |            |             |           |          | 7003237  |      | 1                        |
| 1    | RAM              |                            |            |             |           |          | 7003222  |      | 1                        |
| ITEM | TITLE            | TYPE                       | DIMENSION  | EX PART NR. | MAT. CODE | MAT.NAME | PART NR. | REV. | Def<br>ault<br>/QT<br>Y. |

This drawing and design, including any patented or patentable features, embodies confidential information of AB NORCAR BSB OY and its use is conditioned upon the user's agreement not to reproduce the drawing or design, in whole or in part, nor the material described thereon, nor to use the drawing or design for any purpose other than specifically permitted in writing AB NORCAR BSB OY.

Mass: 215.62kg    Scale: 1:10

Title: **TESTSTATION FODERDEL**

Draw.No: **7003243**

Filename: V:\7-serie\7003000\7003200\7003243

|       |           |                |     |
|-------|-----------|----------------|-----|
| Date  | 27.1.2012 | Name           | PEK |
| Drawn |           | Check.         |     |
| Appr. |           | Assembly draw: |     |