

Testbänk för elmotorer

Undersökning samt planering av testbänk för DC-motorer

Simon Jakobsson

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

El- och automationsteknik

Vasa 2023

EXAMENSARBETE

Författare: Simon Jakobsson
Utbildning och ort: El- och automationsteknik, Vasa
Inriktning: Elkraftsteknik
Handledare: Ronnie Sundsten

Titel: Testbänk för elmotorer

Datum: 25.5.2023 Sidantal: 24 Bilagor: 5

Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts åt Sleipner Motor Oy. Uppdragsgivaren var i behov av en bromsbänk för testkörning av DC-motorer. I fall där kunden har reklamerat produkten behövs en noggrannare undersökning för att rätt beslut ska kunna tas i enskilda fall. Samt att det ska underlätta vid felsökning och reparation. Man behöver kunna köra motorn med belastning för att simulera verklig körning. Vilka typer av belastningsbromsar används idag och vilken av dessa skulle uppfylla behovet som uppdragsgivaren har.

I dagens lägen finns många typer belastningsbromsar som används i industrin. Efter undersökningen väljs friktionsbromsen på grund av att den uppfyller kraven samt att ekonomiskt är den väldigt konkurrenskraftig på grund av sin enkelhet. Avancerade lösningar blir oftast väldigt dyra.

Prototyp 1. och 2. kopplas upp i en något tillfällig setup för att få en bättre överblick över vilka komponenter som behövs och hur komponenterna skall kopplas. Här konstateras att körning utan belastning inte ger en tydlig bild över motorns prestanda.

Man startar planering av en friktionsbroms som passar uppdragsgivarens behov. För att hålla kostnader nere samt att den inte blir för komplicerad använder man sig av befintliga lösningar så långt som möjligt. Testbänken planerades i fyra olika komponenter som sammanställs till en slutgiltig enhet. Ett ramverk, en motorvagg, drivaxeladapttrar, samt bromsmekanismen. För att få en tydligare bild av slutprodukten gjordes tillhörande konstruktionsritningar.

Resultatet blev en egenkonstruerad bromsbänk med tillhörande konstruktionsritning. Det finns troligen många frågetecken som behöver rätas ut kring konstruktionen eftersom ingenting ännu finns i fysisk form utan endast på papper.

Språk: Svenska

Nyckelord: testbänk, belastningsbroms, dynamometer

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Simon Jakobsson
Koulutus ja paikkakunta: Sähkö ja automaatiotekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja(t): Ronnie Sundsten

Nimike: Testauspenkki sähkömoottoreille

Päivämäärä: 25.5.2023 Sivumäärä: 24

Liitteet: 5

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Sleipner Motor Oy:lle. Asiakas tarvitsee jarrupenkin tasavirtamoottoreiden koeajoa varten. Tapauksissa, joissa asiakas on valittanut tuotteesta, tarvitaan perusteellisempaa tutkimusta, jotta yksittäistapauksissa voidaan tehdä oikea päätös. Ja sen pitäisi helpottaa vianmäärittystä ja korjausta. Sinun on kyettävä käyttämään moottoria kuormalla simuloidakseen todellista ajoa. Kysymys kuuluu millaisia kuormajarruja nykyään käytetään ja mitkä niistä vastaisivat tarvetta.

Nykytilanteessa teollisuudessa käytetään monenlaisia kuormajarruja. Selvityksen jälkeen kitkajarru valitaan, koska se täyttää vaatimukset ja on taloudellisesti erittäin kilpailukykyinen yksinkertaisuutensa ansiosta. Edistyneet ratkaisut ovat yleensä erittäin kalliita.

Prototyyppi 1. ja 2. on kytketty jonkin verran väliaikaisesti, jotta saadaan parempi käsitys siitä, mitä komponentteja tarvitaan ja miten komponentit tulisi kytkeä. Tässä todetaan, että ilman kuormaa ajaminen ei anna selkeää kuvaa moottorin suorituskyvystä. Kitkajarrun suunnitelmat tehdään. Jotta kustannukset pysyisivät kurissa ja ilman että siitä tulisi liian monimutkaista, olemassa olevia ratkaisuja hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan. Testipenkki on suunniteltu neljälle eri komponentille, jotka kootaan lopulliseksi yksiköksi. Nämä ovat runko, moottoriteline, vetoakselin sovittimet ja jarrumeکانismi. Jotta lopputuotteesta saataisiin selkeämpi kuva, tehdään siihen liittyvät rakennuspiirustukset.

Tuloksena oli itse rakennettu jarrupenkki ja siihen liittyvä rakennepiirustus. Rakennuksen ympärillä on luultavasti monia kysymysmerkkejä, jotka on oikaistava, koska mitään ei ole vielä olemassa fyysisessä muodossa, vaan vain paperilla.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: testauspenkki, kuormajarru, dynamometri

BACHELOR'S THESIS

Author: Simon Jakobsson
Degree Programme: Electrical Engineering and Automation, Vaasa
Specialisation: Electrical Power Engineering
Supervisor(s): Ronnie Sundsten

Title: Test Bench for Electrical Motors

Date: 25.5.2023 Number of pages: 24

Appendices: 5

Abstract

This Thesis is made on behalf of Sleipner Motor. The task at hand is to make a test bench for DC-Motors. In cases where the customer has reclaimed the product, a more in-depth investigation is needed so that the right decisions can be made. And that troubleshooting and repair would become easier. You need to be able to run the motors with load to simulate real driving conditions. The thesis investigates what types of load brakes are used in the industry and whether any of them meets the requirements that are set.

Today load brakes are frequently used by many companies in the industry. After some research into what types exist and how they work, the friction brake was chosen as the best option. The friction brake not only meets the requirements but is also very economically competitive. Advanced solutions are always very high in price.

Prototype 1. and 2. are set up in a somehow temporary solution. This is to get a better feel for the products and create a better vision of how the final prototype will start to look like. This setup made it clear that a test run of the motor without load does not tell you anything of the performance of the motor.

Plans for a friction test bench that suit the needs of the employer are started. In order to keep the costs down and the simplicity high the decision is made to plan with existing solutions as far as possible. The construction is made up of four different stages, a metal frame, a motor cradle, drive shaft adapters and the brake mechanism. Construction drawings are made in CAD-software on all the parts.

The result was a fully planned load break bench with construction drawings. There are surely things that need to be solved still regarding the construction since nothing physically exists yet, just on paper.

Language: Swedish

Key words: testbench, load break, dynamometer

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Företaget.....	1
2	Problem och syfte.....	2
3	Produkter	2
3.1	Bog- och akterpropellrar	2
3.2	Ankarspel.....	4
3.3	Garanti	5
3.4	Klassificeringar och Trade Marks	6
3.4.1	Galvanisk isolering.....	6
3.4.2	Överhettningsskydd	6
3.4.3	Säker start	6
3.4.4	Gravitations matad smörjning.....	6
3.4.5	PRO, Reglerbar hastighet.....	7
3.4.6	Förseglad växelhusmörjning.....	7
3.4.7	Kapslingsklass.....	7
3.4.8	S-Link.....	7
3.4.9	Intelligent övervakning.....	7
3.4.10	Q-Prop.....	8
3.4.11	Automatisk avstängning.....	8
4	Teori	8
4.1	Olika typer av dynamometrar	8
4.1.1	Vattenbroms	9
4.1.2	Hydraulisk broms	9
4.1.3	Virvelströmgenerator/Eddy Current	10
4.1.4	Friktionsbroms	11
4.1.5	Elektrisk generatorbroms	12
4.2	Sammanfattning av bromsbänkstekniker	12
5	Utförande.....	14
5.1	Prototyp nr. 1	14
5.1.1	Första provkörningen av prototypen nr. 1 setup.....	15
5.2	Prototyp nr 2	16
5.2.1	Provkörning av Windlass Maxi 44 i prototyp nr 2 setup	17
5.3	Konstruktion av belastningsbroms	18
5.3.1	Val av friktionsbroms.....	19
5.3.2	Ramverk	19
5.3.3	Motorvagga	20
5.3.4	Drivaxeladapter.....	20

5.4	Prototyp nr 3.....	21
6	Resultat	22
7	Kritisk granskning och diskussion	22
8	Referenser.....	24

Ekvationer

(1)	$B \cdot P \text{ (kWh)} = \frac{2\pi NT}{3600}$	9
(2)	$M = \frac{V \cdot P \cdot 10}{628}$	10
(3)	$e = -N \frac{d\Phi}{dt}$	10
(4)	$I = \frac{P}{U}$	13
(5)	$\text{Kabelarea(mm}^2\text{)} = \frac{0,018 \cdot I \cdot A}{V/m}$	14

Figurer

Figur 1.	Produktlista från Sleiپners katalog 2023.....	3
Figur 2.	Produktlista från Sleiپners katalog 2023.....	4
Figur 3.	Windlass Midi & Windlass Maxi från Sleiپners produktkatalog.....	5
Figur 4.	Thumbnail from "Prony Brake Dynamometer(Working Animation)" (GROW,2016).....	11
Figur 5.	Motorkoppling.	15
Figur 6.	Motor och Vinschkoppling.	16
Figur 7.	Prototyp nr 2. Setup.....	17
Figur 8.	Spänning och strömmätning i Prototyp nr 2.....	17
Figur 9.	Urklipp från Ramverksritningen, Ritning 4.....	19
Figur 10.	Urklipp från drivaxel Adapter ritningen, Ritning 3.	20

Tabeller

Tabell 1.	Motor informations tabell	13
Tabell 2.	Uppmätta värden vid körning av Prototyp nr 2.....	18
Tabell 3.	Komponent inköps tabell.....	21
Tabell 4.	Material inköps tabell.....	21

1 Inledning

Sleipner Motor är ett norskt bolag som tillverkar båttillbehör både för fritids- och yrkesmässigt bruk. Huvudprodukterna där de största satsningarna sker är bogpropellrar och ankarspel. Utveckling och forskning samt produktion sker till största del i Fredrikstad, Norge.

Som importör av Sleipners produkter i Finland sköts allt från kontoret i Vasa. Allt från försäljning till teknisk support. När produkter säljs levereras de med en viss tids garanti från att slutkunden tar produkten i bruk. Ifall problem uppstår inom 2 år kan det bli ett garantifall. Efter det att teknisk personal identifierat felet byts möjligen en enhet eller hela systemet ut mot ett ersättande. Där efter skickas produkten tillbaka till importören för närmare analys.

I detta examensarbete undersöktes närmare hur man på bästa möjliga vis kan testa dessa produkter som blivit returnerade i garantiärende. Detta gäller till största delen DC-motorn, eftersom den är den dyraste att ersätta.

1.1 Företaget

Sleipner Motor AS grundades 1908 i Fredrikstad, Norge. Idag sysselsätter företaget 140 personer fördelade på huvudkontoret i Norge och försäljningskontoren i Sverige, Finland, Österrike och England.

I Begynnelsen var Sleipner Motor en mekanisk verkstad som tillverkade marinmotorer, propellrar och propelleraxlar. Man var den enda motortillverkaren i Norge som göt komponenter i egen regi.

På 80-talet strukturerar man om i företaget och börjar utveckla bogpropellrar som sin huvudprodukt. Motortillverkningen har upphört men propellrar och propelleraxlar fortsätter man med ännu till idag.

Satsningen lönar sig och idag har Sleipner Motor ett produktsortiment som innefattar bogpropellrar, ankarspel, stabilisatorer, styrsystem och propellrar med eller utan tillhörande axlar. (Skauen, 2022).

2 Problem och syfte

Här skulle uppdragsgivaren nu vara i behov av en testbänk för att säkerställa att den dyraste komponenten i systemet dvs elmotorn fungerar som tänkt, eller att man får konstaterat att någon komponent i motorn har fallerat. Detta skulle innefatta en djupare analys om hur man skall gå till väga för att testa motorer och dess komponenter i systemet.

Målet skulle vara för företaget att se ifall en sådan investering skulle löna sig och hur skulle den då se ut.

För att få fram de bästa testmetoderna för produkterna behöver man först studera dem noggrannare.

3 Produkter

I dessa kapitel går man igenom bog- och akterpropellrar och ankarspel eftersom det är dem som det säljs flest av i Finland. Här tas också upp hur Sleipners produkter går att bygga ut med flera olika lösningar och hur klassificeringarna kan hjälpa kunden att hitta rätt produkt för ändamålet.

3.1 Bog- och akterpropellrar

I Sleipners arsenal finns över 300 olika bog/akterpropellrar. Allt från elektriska DC och AC, till hydrauliska. De kan kombineras och kopplas ihop med företagets egna kommunikationssystem S-Link som är ett CAN-bus system. Bog- och akterpropellrar levereras både till fritidsbåtar samt till båtar i yrkesmässigt bruk.

SE-Serien är den som det säljs flest av i Finland, den är då en tunnelmonterad bogpropeller främst för motorbåtar. SE-Serien är uppbyggd och katalogiserad efter den tryckkraft som den levererar, så t.ex. SE20 som är den minsta levererar 20 kg tryckkraft.

När bogpropellrar säljs levereras de ofta som kompletta set. I ett set ingår bogpropellern, motor och växelhjul, tunneln i metall eller GRP, glasfiberarmerad plast, joystick eller någon annan typ av manöverpanel, samt tillhörande kabelserier. Detta möjliggör en väldigt installationsvänlig produkt. Dessa set skräddarsys enligt kundens behov och önskemål.


Många kunder som har köpt bogpropellrar bygger ofta ut sin utrustning med ankarspel och stabilisatorer eftersom Sleinners egna produkter kan kommunicera via S-Link och därmed får man ett mycket bra och pålitligt system. (Sleipner Motor AS, 2022a).

THRUSTERS		Technical information											
SE Thruster*	SE20/110S	SE25/110S	SE30/125S2 ¹	SE40/125S2 ¹	SE50/140S	SE60/185S2	SE80/185T	SE100/185T	SE120/185T	SE150/185T	SE200/185T	SE300/185T	SE400/185T
Thrust at 12/24V (kg)	25	30	40	48	62	62	73	96	96	116	116	140	140
Thrust at 10.5/21V (kg)	20	25	30	40	50	50	60	80	80	100	100	120	120
Ideal Vessel Size (m/ft)	>7/23	>7/24	6-8/20-28	8-10.5/26-34	8-11/27-37	8-11/27-37	10-15/35-48	12-17/35-55	12-17/35-55	15-20/50-65	15-20/50-65	20-25/70-85	20-25/70-85
Internal Diameter (mm)	110	110	125	125	140	140	185	185	185	185	185	185	185
Propulsion System	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Twin	Twin	Twin	Twin	Twin	Twin
Power Output (kW • Hp)	1.5 • 2	1.5 • 2	1.5 • 2	2.2 • 3	2.4 • 3.2	2.4 • 3.2	2.4 • 3.2	4.4 • 6	4.4 • 6	6.3 • 8.4	6.3 • 8.4	9.8 • 13.2	9.8 • 13.2
Power requirement (V)	12V	12V	12V	12V	12V	24V	12V	24V	12V	24V	12V	24V	24V
Weight (kg)	9.5	9.5	9.5	10	15	15	15	15	20	20	31	31	31
Min. Battery CCA** (DIN)	200	200	200	300	350	175	350	175	550	300	750	400	400

Figur 1. Produktlista från Sleinners katalog 2023.

I figur 1 kan man se att den officiella tryckkraften anges vid 10,5 V eftersom man i praktiken aldrig har 12 V vid motorn under körning.

Serien sträcker sig från SE20 till SE300 och kan levereras med spänningar från 12 V till 48 V beroende på modell och användningsändamål.



SE120/215T	SE130/250T	SE150/215T	SE170/250TC	SE210/250TC	SE250/300TC	SE300/300TC
24V	12V 24V	24V	24V	24V	24V	48V
139	160 160	182	210	250	300	340
120	130 130	150	170	210	250	300
13-18/42-60	13-19/42-62	14-20/44-64	15-22/50-70	17-24/55-78	18-25/60-84	22-30/72-100
215	250 250	215	250	250	300	300
Twin	Twin Twin	Twin	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter	Twin Counter
6.4 • 8.55	6.5 • 8.7 6.5 • 8.7	8.8 • 11.8	8.8 • 11.8	10 • 13.15	11.4 • 15.5	15 • 20
24V	12V 24V	24V	24V	24V	24V	48V
34	37 37	38	44	68	70	73
450	750 400	560	560	560	700	400

Figur 2. Produktlista från Sleipners katalog 2023.

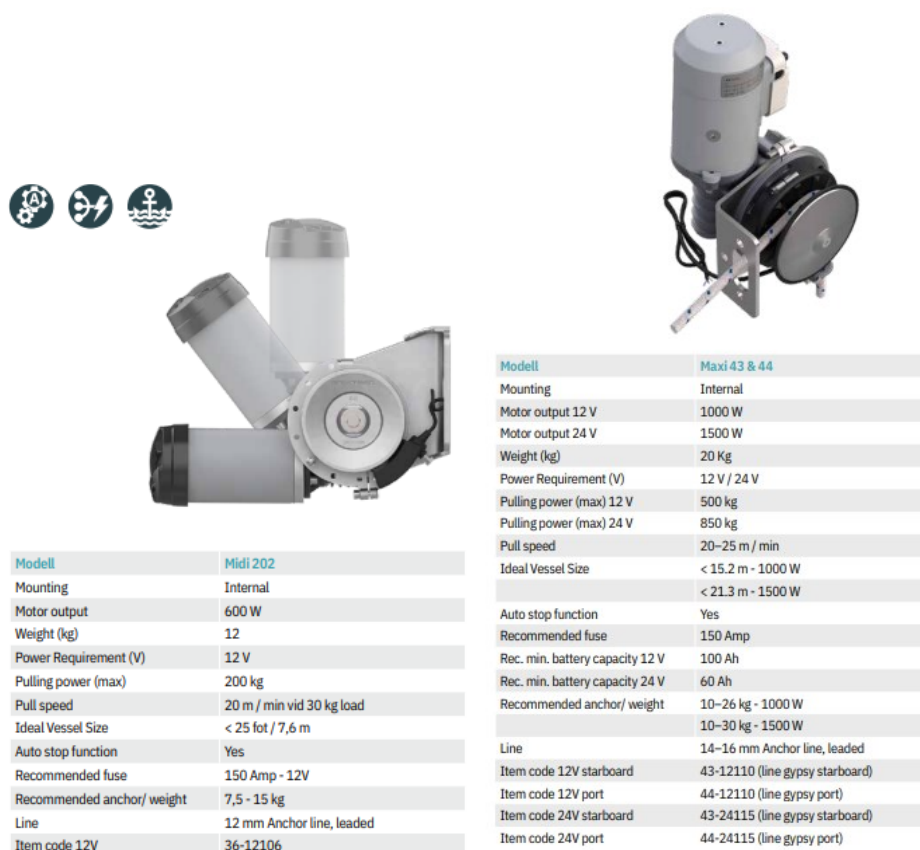
3.2 Ankarspel

Sleipner är också en stor leverantör av ankarspel men endast för fritidsbruk. Arsenalen består främst av två olika storlekar som sedan kan kombineras i många olika utförande.

Den mindre Sleipner Windlass Midi 203, 600 W, 12 V, finns endast att få med blyad lina och passar på båtar som för- eller akterankare upp till 25 ft.

Den större Sleipner Windlass Maxi 44 & 43 1000/1500 W, 12 V/24 V, kan kompletteras i många olika utföranden. Detta spel är anpassat till båtar upp till 70 ft. Som inmonterat, Internal, finns Maxi spelen i tre olika utföranden, Maxi 40, Maxi 43 och Maxi 44. Nästa kategori är External & On Deck, Maxi 31, Maxi 32 & Maxi 34, dessa kategorier går hand-i-hand eftersom det handlar om på vilket sätt spelen är kapslade. Maxi 34D är enda i kategorin, Side-Mounting.

Ankarspel levereras i stort sett alltid med samma utrustning som består av vinschmotor, kontrollboxen samt en manöverpanel och tillhörande kabelserier. (Sleipner Motor AS, 2022a).



Modell	Midi 202
Mounting	Internal
Motor output	600 W
Weight (kg)	12
Power Requirement (V)	12 V
Pulling power (max)	200 kg
Pull speed	20 m / min vid 30 kg load
Ideal Vessel Size	< 25 fot / 7,6 m
Auto stop function	Yes
Recommended fuse	150 Amp - 12V
Recommended anchor/ weight	7,5 - 15 kg
Line	12 mm Anchor line, leaded
Item code 12V	36-12106

Modell	Maxi 43 & 44
Mounting	Internal
Motor output 12 V	1000 W
Motor output 24 V	1500 W
Weight (kg)	20 Kg
Power Requirement (V)	12 V / 24 V
Pulling power (max) 12 V	500 kg
Pulling power (max) 24 V	850 kg
Pull speed	20-25 m / min
Ideal Vessel Size	< 15.2 m - 1000 W
	< 21.3 m - 1500 W
Auto stop function	Yes
Recommended fuse	150 Amp
Rec. min. battery capacity 12 V	100 Ah
Rec. min. battery capacity 24 V	60 Ah
Recommended anchor/ weight	10-26 kg - 1000 W
	10-30 kg - 1500 W
Line	14-16 mm Anchor line, leaded
Item code 12V starboard	43-12110 (line gypsy starboard)
Item code 12V port	44-12110 (line gypsy port)
Item code 24V starboard	43-24115 (line gypsy starboard)
Item code 24V port	44-24115 (line gypsy port)

Figur 3. Windlass Midi & Windlass Maxi från Sleipners produktkatalog.

3.3 Garanti

Alla Sleipners produkter infattas av en garanti. Det innebär att tillverkaren försäkrar att under en given tidsperiod kommer de att bli skyldiga att reparera eller ersätta produkten ifall fel och brister uppstår. Garantin gäller från den dag slutkunden tar produkten i bruk och två år framåt på produkter som används i fritidsbåtar, ett år på produkter som är i yrkesmässigt bruk. Som slutkund räknas också återförsäljare vars båtar används i demonstrationssyfte. (Sleipner Motor AS, 2022b)

Garanti fall granskas av återförsäljaren eller importören. I fall där mindre komponenter fallerat och teknisk personal identifierat felet skickas en ersättande produkt i byte mot den gamla och en rapport görs. Se bilaga 1 för mer detaljerade garantivillkor.

3.4 Klassificeringar och Trade Marks

Dom huvudsakliga funktionerna och Trade Marks som används inom bog- och akterpropeller kan delas in i elva underkategorier. Dessa kan tillämpas i olika kombinationer beroende på kundens behov. Som standard levereras alla DC bog- och akterpropellrar med intelligent övervakning, förseglad växelhusmörjning, galvanisk separation, överhettningsskydd och Q-Prop. (Sleipner Motor AS, 2022a).

3.4.1 Galvanisk isolering

Galvanisk isolering betyder att komponenterna är isolerade från varandra så att ingen elektrisk ström kan ledas genom, men energi kan flyttas mellan komponenterna, mekaniskt eller med hjälp av induktion. I detta fall innebär Galvanisk separation att motorn är isolerad från växelhuset vilket hindrar kryptströmmar att korrodera sönder växelhuset. (Schneider Electric, 2012).

3.4.2 Överhettningsskydd

Alla motorer levereras med temperatursensor som skall skydda motorn ifall överhettning sker.

3.4.3 Säker start

Säker start är tillämpat som en extra säkerhet och finns som standard på alla kontrollpaneler. Det är en form av barn-lås som innebär att man måste trycka på båda ON- knapparna för att aktivera körfunktionen.

3.4.4 Gravitations matad smörjning

Gravitations matad smörjning av växelhuset innebär att en oljereservoar är monterad ovanför vattenlinjen, vilket skapar ett övertryck. Övertrycket i växelhuset gör att vatten omöjligt kan tränga in.

3.4.5 PRO, Reglerbar hastighet

PRO-systemet, kombinerat med S-Link möjliggör bättre manövrerings möjligheter. Man kan använda endast så mycket effekt som man behöver med en steglös effektregering.

Med en kombination av både bog- och akterpropeller sammankopplade så finns möjligheten att använda sig av en holde funktionen som gör att båda propellrarna arbetar samtidigt och kan t.ex. hålla båten mot bryggan vid förtöjning.

3.4.6 Förseglad växelhusmörjning

Förseglad växelhusmörjning innebär att växelhuset fylls med olja vid tillverkningskedet i fabriken, och därmed kommer oljan inte att behöva bytas under produktens livslängd. Tack vare detta kan man också reducera underhållskostnaderna.

3.4.7 Kapslingsklass

Ignition Protection eller IP-klassificering innebär att motorns kapsling uppfyller kraven vid explosiva utrymmen. Uppfyller ISO 8846.

3.4.8 S-Link

S-Link är Sleinners egna CAN-Busbaserade kommunikationssystem.

3.4.9 Intelligent övervakning

Intelligent övervakning är en funktion som övervakar kontaktorns funktion samt skapar en kort fördröjning när körriktningen ändras för att skydda kontaktorn.

Systemet övervakar kontaktorns läge jämfört med den signal som skickas från manöverpanelen, som ges av befälhavaren. Om dessa strider mot varandra så öppnas kretsen och motorn stannar. Efter ett antal sekunder kontrollerar systemet igen ifall kontaktorn sitter fast. Denna procedur upprepas tills kontaktorn lossnar av sig själv eller att befälhavaren kommer åt att bryta huvudströmmen till motorn.

Detta system är byggt för att öka säkerheten och förhindra okontrollerad körning.

3.4.10 Q-Prop

Q-Prop är en propeller som är konstruerad av Sleipner för en effektivare körning, tystare samt för att motverka kavitation.

3.4.11 Automatisk avstängning

Sleipners kontrollpaneler är programmerade att automatiskt stänga av 6 minuter efter senaste interaktion. Detta finns till för att öka säkerheten och förhindra kontrollerad körning. (Sleipner Motor AS, 2022a).

4 Teori

Sleipner Motors arsenal är stor men eftersom enheten i Vasa, Finland främst säljer bogpropellrar och ankarspel så är det dem som fokus kommer att ligga på. Här gallras bort också produkter som säljs endast i enstaka fall.

En bromsbänk eller dynamometer används när man vill köra en motor med belastning. Den genererar en simulering i laborationsmiljö som berättar hur motorn kommer prestera hos slutanvändaren. Testkörningen ger tillverkaren viktig information om var eventuella fel och brister finns.

I detta fall kommer testkörning ske endast i garantisyrte för att underlätta vid felsökning och reparation.

4.1 Olika typer av dynamometrar

När man börjar undersöka olika typer av testbänkar kommer man snabbt in på dynamometrar. En dynamometer är en fjädervåg som mäter kraft. Den typ av dynamometer som de flesta har sett eller har varit i kontakt med är fiskevågen, men det finns betydligt fler tillämpningar än så.

4.1.1 Vattenbroms

Denna bromsteknik är en enkel och kostnadseffektiv lösning när man kör motorer i bromsbänk. Den fungerar egentligen som en mycket ineffektiv vattenpump.

Konstruktionen består av ett pumphus och en turbin. Pumphuset och turbinen har ufrästa spår som skapar friktion och turbulens som motarbetar den mekaniska kraft som levereras av motorn. Vid ett givet varvtal går motorn med det högsta vridmomentet som gör att pumphuset vill börja rotera med.

Pumphuset sitter monterat på ett sådant sätt att det kan röras endast ett fåtal grader men stoppas av en viktsensor som mäter kraften som pumphuset utsätts för och därmed får det exakta vridmoment som motorn levererar. Med hjälp av vridmomentet fås sedan effekten beräknad som motorn levererar. Bromskraft i kWh fås med följande ekvation.

$$B.P (kWh) = \frac{2\pi NT}{3600} \quad (1)$$

N = Varv/min

T = Vridmoment

Genom att reglera vattenmängden i pumphuset så justeras också bromskraften. Eftersom vattnet flödar genom pumphuset konstant vid körning så alstrar det den värme som skapas så ingen separat kylning behövs men vattnet behöver bytas ut i pumphuset vid längre körning så då använd ofta en värmväxlare som man låter vattnet cirkulera genom. (Workbook, 2022) (Patel, 2022).

4.1.2 Hydraulisk broms

Den hydrauliska bromsen liknar vattenbromsen i sin konstruktion, men skiljer sig lite i funktion. Om vattenbromsen är en ineffektiv pump så är detta en väldigt effektiv pump. Den består av ett pumphus och en turbin, samt en hydrauloljetank.

Funktionen baserar sig på det att motorn som drar pumpen bygger upp ett oljetryck som sedan regleras med ventilstyrningar, som sedan flödar tillbaka till hydrauloljetanken. Detta är då ett slutet system. (Patel, 2022).

Detta är ett väldigt bra sätt att bromsa motorer på eftersom det är väldigt enkelt att reglera bromskraften. Man behöver inte någon hävarmssensor/våg för att mäta bromskraften. Man kan med hjälp av oljetrycket och volymen för pumpen beräkna vridmomentet. Enligt ekvationen nedan. (Nygård, 2015).

M = Vridmoment (Nm) V = Volym (cm^3/r) P = Tryck (Bar)

$$M = \frac{V \cdot P \cdot 10}{628} \quad (2)$$

4.1.3 Virvelströmgenerator/Eddy Current

Virvelströmgeneratorn är en magnetisk induktionsbroms som kan förklaras med hjälp av Faradays lag.

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} \quad (3)$$

Snabbt förklarat Faradays lag. Med hjälp av ekvationen får vi beräknat den inducerade spänningen under ett givet tidsintervall när förändring i magnetfältet sker.

e = Den inducerade spänningen

N = Spolens lindningsvarv

Φ = Storleken på flödesförändringen, anges i enheten Weber eller Volt-Sekund

t = Tidsintervallet när förändring sker

Virvelströmgeneratorn kan likna en elmotor i konstruktion. Den består av en stator och en rotor. Statorn består av lindade metallkärnor. När ström flödar genom lindningarna blir kärnorna magnetiska. Genom att reglera strömmen genom lindningarna regleras också styrkan på magnetfältet, och på så sätt bromsas rotorn. Rotorn består av en metall- eller kopparskiva. När skivan roterar uppstår virvelströmmar i skivan som i sin tur skapar magnetfält. Magnetfälten i skivan påverkas av elektromagneterna i statorn och skivan börjar bromsas upp. Bromskraften kan beräknas med samma ekvation som i kapitel 4.1.1.

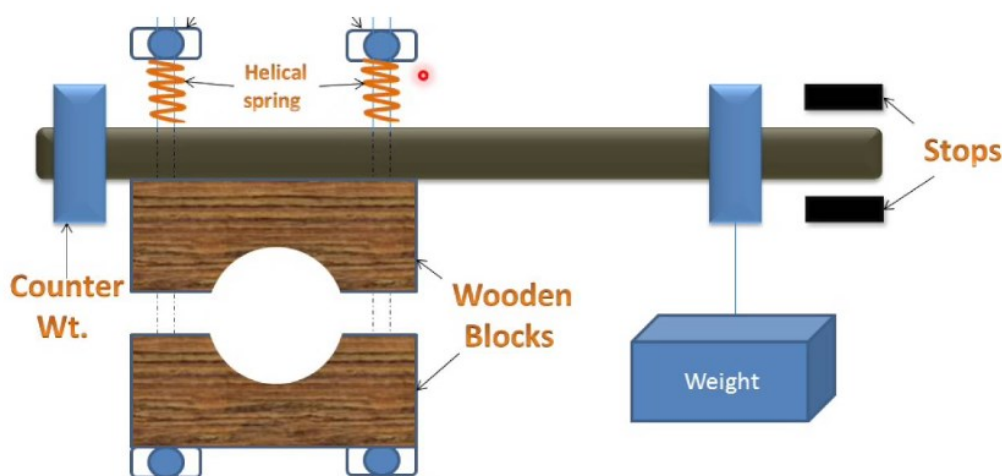
Virvelströmmarna genererar värme som behöver ledas bort, men jämfört med andra bromsmetoder är värmeutvecklingen liten och det räcker ofta med en luftkyld variant. Induktionsbromsen är avancerad och behöver skräddarsys efter användarens behov och blir därmed en ganska stor investering. (Patel, 2022). (Sadaghdar, 2019).

4.1.4 Friktionsbroms

Friktionsbromsen är den äldsta av dem alla, även känd som Prony Brake. De Prony uppfann den första bromsbänken 1821 för att mäta prestanda för motorer och maskiner. (Robertson, 1997).

I figur 4 nedan kan vi se hur De Pronys uppfinning fungerade. Mellan tråklossarna spänner man fast den roterande axeln, som i detta fall bör rotera moturs.

För att beräkna bromskraften används samma formel som för vattenbromsen men för att få ut T , vridmoment, behöver man veta W , vikt, och L , längd. L fås om man mäter hävarmen, från axelns mitt till punkten på hävarmen ände där balansvikten är fäst.



Figur 4. Prony Brake dynamometer animation. (GROW, 2016).

Om man tänker sig en friktionsbroms i modern tappning så är skivbromsen på personbilen den första man relaterar till. Det är en väldigt effektiv broms som kan bromsa upp stora krafter på kort tid. Dock blir värmen snabbt ett problem när det gäller friktionsbromsen. Om man ser närmare på personbilsbromsen så består den av ett hydrauliskt bromsok och en bearbetad bromsskiva.

4.1.5 Elektrisk generatorbroms

Denna metod är den enda som tar tillvara den energi som genereras. Därmed blir det också den mest effektiva bromsen. Med hjälp av frekvensomvandlare är det också väldigt enkelt att reglera bromskraften. Om möjlighet finns kan man också ansluta sig till det befintliga elnätet och sälja energi till elnätet.

Denna metod är väldigt bekant efter som att Yrkeshögskolan Novia använder sig av denna metod i deras laborationsmiljö på Technobothnia.

Nackdelarna med att bygga upp denna typ av anläggning är att den snabbt blir väldigt avancerad och kräver många dyra komponenter, samt om man väljer generera elenergi så bör man ju nog försöka koppla in den till elnätet. Detta kräver att man är i kontakt med sin elleverantör som i sin tur installerar en sekundär elmätare som mäter producerad energi.

4.2 Sammanfattning av bromsbänkstekniker

Alla dessa bromstekniker skulle uppfylla behoven som finns men den som fokus kommer att ligga på är friktionsbromsen. De andra blir för dyra och avancerade för att det skall vara lönsamt att satsa på. Eftersom tillverkaren rekommenderar högst 2-3 min körning så kommer nog inte värmegenereringen bli ett problem. Bogpropellern kan liknas vid användningen av en personbils startmotor.

Alla motorer som skall provköras är av typen likströmsmotorer, DC, från 1,5 kW upp till 6,3 kW. Eftersom DC-motorer inte har något fast varva tal utan det varierar lite i förhållande mellan spänning och last så kommer inte vridmomentet att tas med i beräkningen. (eMotorsDirect, 2023).

I stället kommer märkströmmen att bestämma hur mycket bromskraft som krävs. Om man följer tabell 1 nedan kan man se att SE20 levererar 1,5 kW. Om man då beräknar med hjälp av effektformeln $P = U \cdot I$ som ger

$$I = \frac{P}{U} \quad (4)$$

$$I = \frac{1500}{12} = 125A$$

Enligt tillverkaren uppgett nominell strömförbrukning 150 A, provar räkna med tillverkarens nominella spänning.

$$I = \frac{1500}{10,5} = 142,85A$$

Man kommer närmare den givna förbrukningen så man får i alla fall ett spann på vad man borde se för värden. Man rekommenderas också att säkra denna motor med smältsäkring på 150 A.

Tabell 1. *Motor informations tabell.*

SE-Serie	SE20	SE25	SE30	SE40
Power requirement (V)	12V	12V	12V	12V
Power Output (kW)	1,5	1,5	1,5	2,2
Thrust at 12/24V (kg)	25	30	40	48
Thrust at 10.5/21V (kg)	20	25	30	40
Ideal Vessel Size (m)	>7	>7	6-8	8-10
Internal Diameter (mm)	110	110	125	125
Propulsion System	Single	Single	Single	Single

SE-Serie	SE50		SE60		SE80		SE100	
Power requirement (V)	12V	24V	12V	24V	12V	24V	12V	24V
Power Output (kW)	2,4		2,4		4,4		6,3	
Thrust at 12/24V (kg)	62		73		96		116	
Thrust at 10.5/21V (kg)	50		60		80		100	
Ideal Vessel Size (m)	8-11		8-11		10-15		12-17	
Internal Diameter (mm)	140		185		185		185	
Propulsion System	Single		Single		Twin		Twin	

5 Utförande

I detta kapitel kommer man se närmare hur denna bromsbänk skulle uppföras i praktiken och hur elplaneringen skulle bli.

5.1 Prototyp nr. 1

Eftersom komponenter är relativt obekanta byggs en prototyp där alla komponenter i ett bogpropellersystem tas upp. Detta för att få en klarare bild över systemet och vad som behöver tas i beaktande i framtiden. Prototypen färdigställs hösten 2022. Här finns ännu ingen möjlighet att bromsa motorn.

En bogpropeller i Basic-konfiguration består slutligen inte av så många komponenter.

Till prototypen väljs en SE40/125S2 motor och en 8960 S Joystick som manöverpanel detta system drivs av ett vanligt 12 volts batteri.

Dimensionering av ledningar. Beräkningarna görs med värden från tabell 1. Här används ledningar från HI-FLEX RED & BLACK, 3,5 m.

Resistans för koppar vid 20°C = 0,018 Ω / mm²/ meter kabel

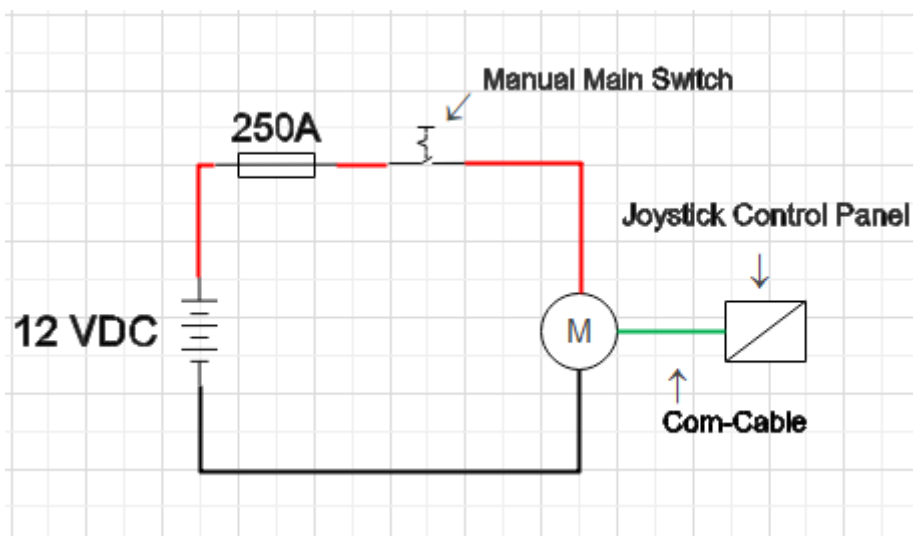
$$I = \frac{2200}{12} = 183,3A$$

$$\text{Kabelarea(mm}^2\text{)} = \frac{0,018 \cdot I \cdot A}{V/m} \quad (5)$$

$$= \frac{0,018 \cdot 3,5 \cdot 183,3}{0,25} = 46,2 \text{ mm}^2 \approx 50 \text{ mm}^2$$

Kabelarean på 50 mm² är också vad tillverkaren rekommenderar. Enligt Nexans datablad på ledaren i fråga uppger man att den största tillåtna belastningen är 273 A vilket ger att en smältsäkring på 250 A bör användas. (Nexans, 2023). I figur 5 kan man se en enkel ritning över hur den kopplades upp.

Kommunikations kabeln eller styr kabeln som syns i grönt på ritningen i figur 5 är en fyrapolig kabel som finns tillgänglig i ett antal olika längder.



Figur 5. Motorkoppling.

5.1.1 Första provkörningen av prototypen nr. 1 setup

Prototypen är byggd på en euroklassad lastpall där motorn är fastspänd med en spännrem. Dessvärre finns inga bilder bevarade av denna skapelse. Här konstateras snabbt att en provkörning utan last inte berättar så mycket om motorns funktion. Dessa motorer får endast knäppas av och på för några sekunder eftersom den kan ta skada av längre körningar utan last.

Motorn som skall testköras returneras från en båtbyggare i nejden som av misstag svängt plus och minus fel väg och därmed orsakat skada till motorn. Ofta när produkter skickas tillbaka märks inte produkterna med närmare information än ”SÖNDER”, som brukar vara skrivet på lådan. Så var fallet också här, men efter närmare efterforskning kom informationen fram att den blivit fel kopplad och efter det gick det endast att köra åt ett håll.

Motorn kopplas upp och körs, här konstateras också att den går endast att köra åt ett håll. Här behövs ingen större felsökning utan det är uppenbart att kontaktorn är förstörd. Kontaktorn byts och motorn går nu att köra åt båda hållen. Den märks som reparerad och skickas tillbaka till kunden.

5.2 Prototyp nr 2

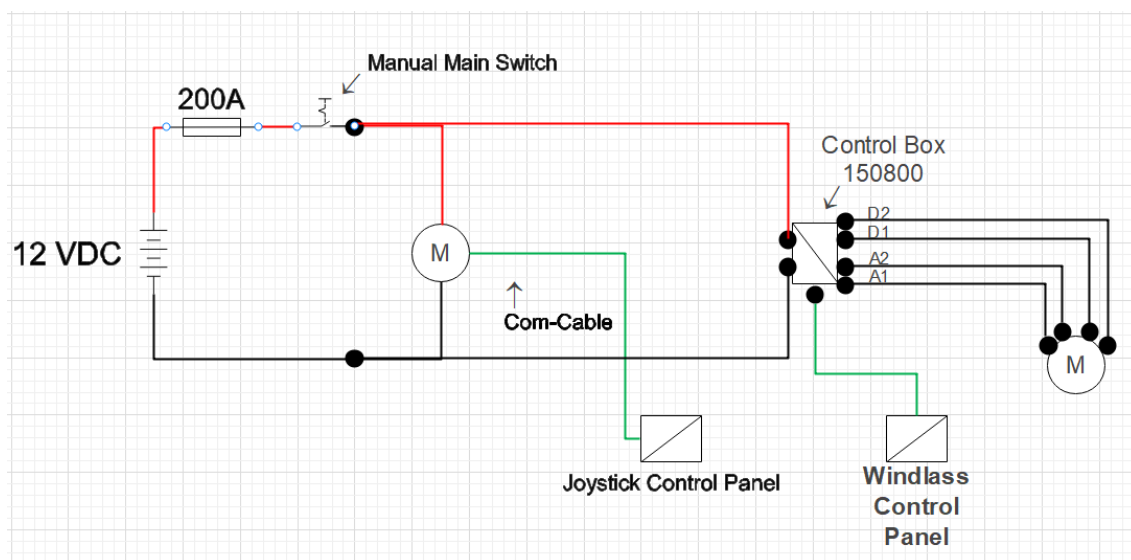
Denna prototyp bygger på prototyp 1 men här modifieras den till att också kunna provköra ankarvinschar. Den byggs också upp på ett mer permanent sätt, samt att kontrollboxar och paneler för vinschar kommer till.

Spänningsmatningen ser likadan ut men säkringen på 250 A byts till en automatsäkring på 200 A

Vinschen som skall provköras är av modell Windlass Maxi 44 som har en motor på 1000 W, data på vinschen kan ses från figur 3.

I figur 6 kan man se den förenklade elritningen. Enligt ritningen är både vinschen och bogpropellern inkopplad samtidigt men i praktiken kopplades bogpropellern bort så att matningen drogs direkt till vinschkontrollboxen.

Kontrollboxens plintar är märkta med A1, A2 och D1, D2, samma märkningar hittas på motorn. Som tillbehör finns färdigt gjorda ledningar som kan levereras med vinschen, dessa användes mellan boxen och motorn. Ledningarna är också märkta vilket underlättar vid montering.



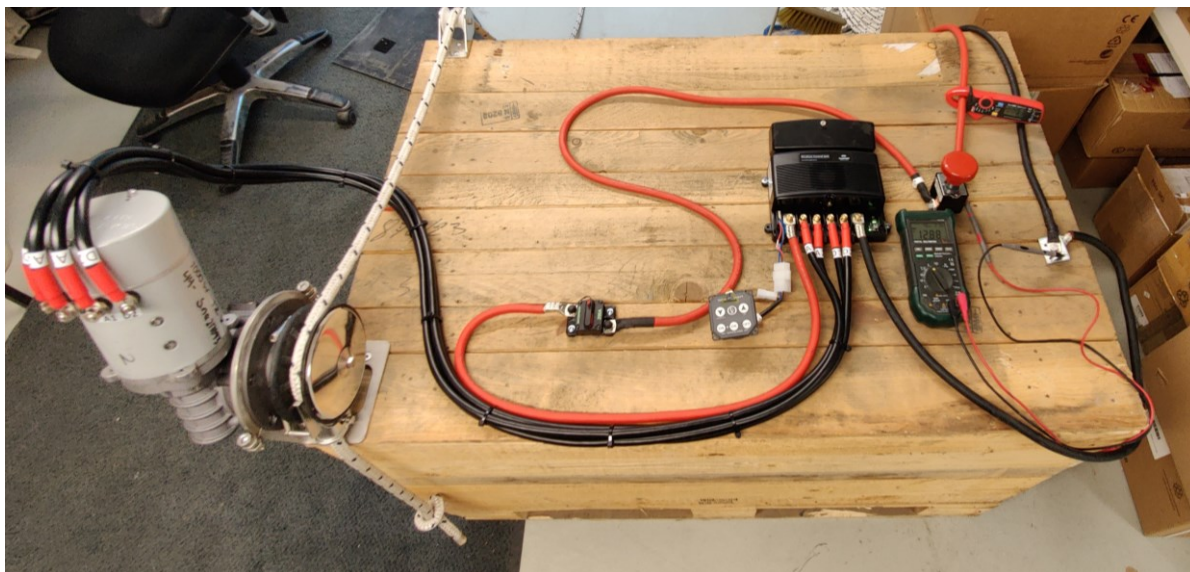
Figur 6. Motor och vinschkoppling.

5.2.1 Provkörning av Windlass Maxi 44 i prototyp nr 2 setup

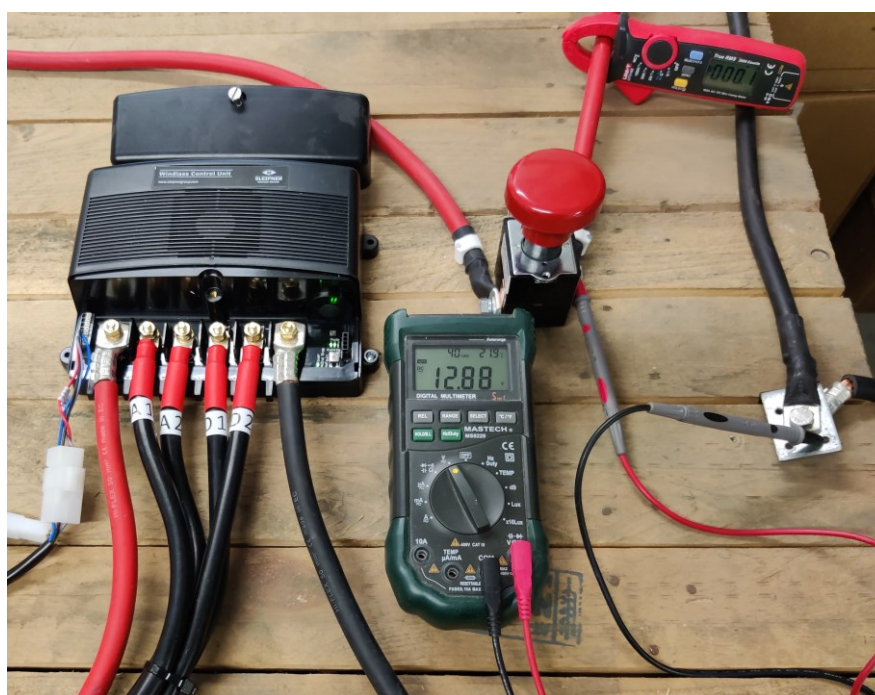
Från denna provkörning uppmäts några värden som ström och spänning. Problemet blir här också att hur kan man belasta en vinsch som har en dragförmåga på 500 kg i laborationsmiljö.

I denna setup fick ett gammalt bildäck samt en 50 m lång blyad lina fungera som ankare.

Lasten vinschas genom lokalen samtidigt som strömmen och spänningen övervakas.



Figur 7. Prototyp nr 2 Setup.



Figur 8 Spänning och strömmätning i prototyp nr 2.

I figur 8 ser man att batteri spänningen är 12,88 V samt att tångampermätaren visar ca. 1 A detta är ström som panelen och boxen tar i ON läge.

Tabell 2 Uppmätta värden vid körning av Prototyp nr 2.

Spänning (VDC)	Ström (A)	Ström (A) Halvfart	Belastning i dragkraft
12	51	21	Ca. 20 Kg

Vinschen i fråga var transportskadad när den packades upp vid installatören. Locket på motorn var intrycket. Vinschen returnerades komplett till importören för närmare undersökning.

Enligt tabell 2 kan man se att belastningen var mycket blygsam. Om man beräknar effekten med den uppmätta strömmen.

$$P = U \cdot I = 12 \cdot 51 = 612 \text{ W} \quad (6)$$

61,2 % av den angivna effekten levererades.

Motorns lock byts ut och sen konstateras att den inte lägre är skadad samt att den fungerar helt normalt. Så den packas om och skickas tillbaka till kunden.

5.3 Konstruktion av belastningsbroms

Som konstaterat tidigare behövs en belastningsbroms för att bromsa bogpropellermotorn. Släpänkaret som användes som belastning vid vinschkörningen fungerade helt ok så den kommer inte att tas i beaktande destomera.

Som nämnt i teoridelen kommer någon form av friktionsbroms uppfylla våra krav bäst. Detta på grund av dess enkelhet och därmed kan kostnaderna hållas låga. Just för att hålla kostnaderna låga samt att få en snabbare och smidigare planering beslutas snabbt att man kommer att använda sig av befintliga lösningar så långt som möjligt.

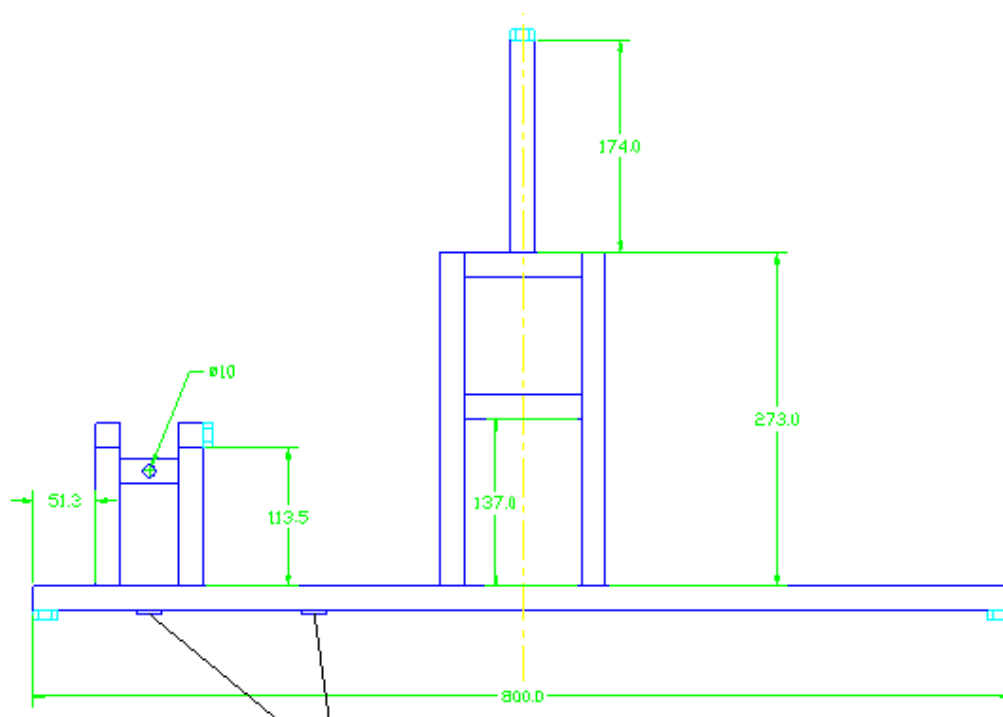
5.3.1 Val av friktionsbroms

Som nämnt i Friktionsbroms-kapitlet är personbilsbromsen den som man kommer att satsa på. Mestadels på grund av dess tillgänglighet, den går att införskaffa på vilken biltillbehörsaffär som helst.

Bromskomponenter så som bromsskiva, bromsok, huvudbromscylander samt ett framhjulsnäv väljs av ett välkänt märke i rimlig prisklass. Dessa komponenter får lägga grunden till hur testbänken byggs upp.

5.3.2 Ramverk

Till ramverket väljs 20x20x1,5 mm profilrör. I figur 9 kan man se ett urklipp från konstruktionsritningen, Ritning 4, front view. För mera detaljer se den kompletta ritningen. Ramverket blir därmed en helsvetsad metallkonstruktion. I figur 9 kan man se i turkost fastsvetsade M10 muttrar för olika fastsättningar som syns i översiktsritningen.



Figur 9. Urklipp från ramverksritningen, ritning 4.

5.3.3 Motorvagga

Motorvaggan är planerad som två delar, en kälke som kan som möjliggör att man kan justera avståndet till drivaxeln, till denna väljs rörprofil 25x25x1,5 mm. Den andra delen är planerad som en adapterplatta där de flesta motorerna går att montera.

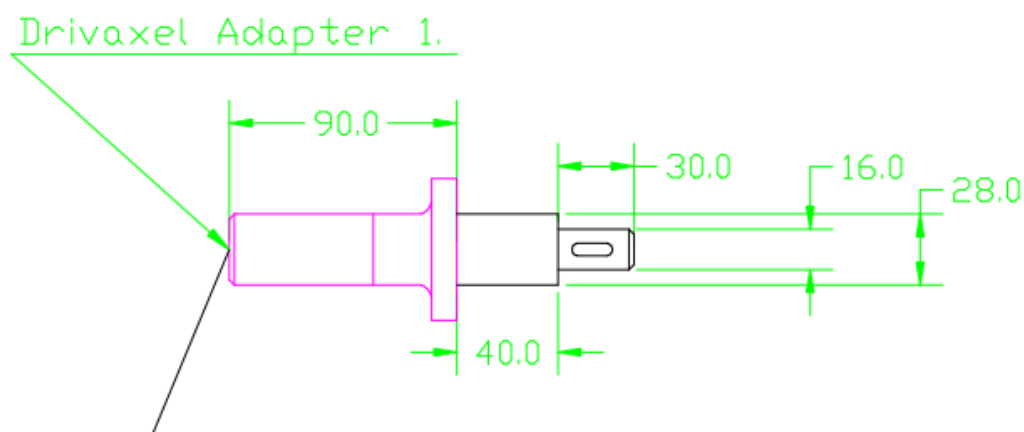
Adapterplattan är konstruerad på följande sätt. SE20, SE25, SE30 och SE40 använder alla sig av samma fäste, vilket betyder att de motorerna delar samma bultmönster för fästet. Det blir bultmönster nummer 1. SE50 och SE60 delar också fäste och därifrån får bultmönster nummer 2. Och till sist SE80 och SE100 delar fäste så det ger bultmönster nummer 3.

Alla dessa ritas upp med hjälp av ett CAD-program. Där efter placeras alla bultmönster ovanpå varandra, vrids och justeras tills dom inte överlappar varandra och har tillräckligt med avstånd från varandra. Detta ger då huvudkomponenten i motorvaggan, motorernas fäst platta. För närmare information se ritning 2 i bilaga 3.

5.3.4 Drivaxeladapter

Drivaxeladaptern är den del som sammanför motor och bromsmekanism. Det visade sig att de motorer som har bultmönstret gemensamt har också drivaxeln gemensam. Därmed blev indelningen lika som för motorvaggan i Motorvagga-kapitlet.

Drivaxeladaptern är konstruerad så att man använder sig av köpt drivaxel som går att kombinera med hjulnavet. Av den köpta drivaxeln kapas splines delen till mått efter ritningen, som sedan svetsas ihop med den andra axeldelen. Den andra axeldelen går att få från Slepner eller så går den också att tillverka. Den är av en relativt simpel konstruktion. I figur 10 kan vi se splines axeln till vänster och till höger Slepners egna växelhusaxeltapp.



Figur 10. Urklipp från drivaxeladapterrutningen, ritning 3.

I figur 10 kan vi se adapter 1 som passar ihop med SE80 och SE100. I bilaga 4, ritning 3, hittas dom två kvarstående, adapter 2 och adapter 3 i detalj. Adapter 2 är då kompatibel med SE50 och SE60, och slutligen adapter 3 som är kompatibel med flest motorer från SE20, SE25, SE30 och till sist SE40.

5.4 Prototyp nr 3.

I översiktsritningen, ritning 1 ser man den slutgiltiga produkten där alla ovanstående komponenter är insatta. Plus ett beröringsskydd i plastglas, det finns dock ingen detaljritning på beröringsskyddet efter som det är svårt att veta hur det börjar se ut i verkligheten med rördragningar till bromsoket och så vidare. För mer detaljer se bilaga 2, översiktsritning, ritning 1.

Prototyp nr 3 är då en friktionsbroms med hydrauliskt reglerbar bromskraft i sitt enklaste utförande. Den är planerad så att man kan köpa materialet samt alla komponenter på vilken biltillbehörsbutik som helst. I tabell 3 och tabell 4 kan man se en uppskattad kostnadskalkyl.

Tabell 3. Komponent inköps tabell.

Material	Antal (St.)	Pris ink. Moms
Bromsskiva	1	42.90
Bromsbelägg	1	23.90
Bromsok	1	82.00
Huvudbromscylinder	1	77.60
Bromsrör 50 cm	1	6.50
Framhjulsnäv	1	89.00
Mutter M10	10	2.70
Vingbult M10	4	15.80
Drivknut	3	110.70
Maskinfot	4	28.00
Totalt		479.10

Tabell 4. Material inköps tabell.

Material	Antal	Pris ink. Moms
Profilrör 20x20x1,5	5,2m	38.70
Profilrör 25x25x1,5	0,75m	14.50
Flatjärn 20x3	1,1m	10.60
Plastglas 1200x800	1 St	39.90
Totalt		103.70

I tabell 3 är de färdiga komponenterna som behöver inköpas och i tabell 4 finns det material som behöver inköpas. Totala materialpriset enligt tabellen landar då på 582,8 €. Eftersom det inte finns möjlighet att tillverka detta i företaget kommer det också att tillkomma en tillverkningskostnad som i dagens läge är okänd.

6 Resultat

Resultatet blir då prototyp nr 3 en färdig planerad friktionsbroms som uppfyller kraven från uppdragsgivaren. Den är tänkt att klara motorerna från den minsta SE20 till och med SE100. Genom att följa strömförbrukningen kan man reglera bromskraften steglöst. Tack vare motorvaggan kan man snabbt och smidigt växla mellan olika motorstorlekar. Konstruktionen blev också relativt smidig med 800 mm x 520 mm så den går att ha på en vanlig arbetsbänk, dock kan det krävas att man fäster den till bänkskivan när provkörningen äger rum.

Om uppdragsgivaren väljer att försöka bygga prototypen kan man följa ritningarna ganska långt men i något skede behöver säkert montören bli mera av en uppfinnare för att den ska gå att få ihop.

Detta beror främst på att det är svårt att få tag i tekniska ritningar för bromsok och dess fästen. Alternativet skulle ha varit att införskaffa delarna på förhand och få tag i nödvändiga mått den vägen. Men med hjälp av montören och planeraren ska nog de flesta frågetecken gå att reda ut.

7 Kritisk granskning och diskussion

Härifrån kan uppdragsgivaren välja vilken väg man ska gå. Man kan satsa på att försöka bygga prototyp nr 3 i sin helhet eller så använda sig av enstaka komponenter från prototypen. Prototyp nr 3 kräver troligtvis ganska mycket tid ännu innan den går att presentera så att de första experimentkörningarna kan börja.

En annan sak som uppenbarade sig här i slutet när allt skulle knytas ihop var att vinschmotorn från Maxi 44-spelet som provkördes i prototyp nr 2 föll något i glömska, det skulle inte krävs mycket att lägga till dess bultmönster i motorvaggan. Dock något osäker på om den motorn delar motoraxel med någon annan motor eller om man skulle vara tvungen att göra ytterligare en drivaxeladapter. Det finns såklart ännu möjlighet att lägga till dessa uppdateringar eftersom inga delar ännu är gjorda.

Detta har varit otroligt lärorikt uppdrag på många olika plan. Den tekniska ritningen krävde ganska mycket mer tid än väntat men den gav också många insikter om hur detta kommer att uppföra sig i verkligheten.

Eftersom det tekniska kunnande inom företaget är något begränsat både inom elteknik och mekanisk konstruktion har det varit något krävande att uppfinna nya lösningar allt eftersom, men också väldigt lärorikt att tänka ut lösningar på egen hand.

Arbetet har krävt mer tid än väntat på alla sätt och vis. När idén till en ritning kom så var tanken bara att den skulle hjälpa till att visualisera slutprodukten men den blev mera en slutgiltig konstruktionsritning än en enkel skiss.

Det var också väldigt intressant att se hur arbetet framskred och hur olika idéer ändrade form och hur en uppfattning ändrades under arbetes gång allt eftersom mer kunskap tillhandahölls. Man skapade också en mycket tydligare bild av företagens produkter och tillbehör som antagligen kommer vara användbart i framtiden.

8 Referenser

- eMotorsDirect. (den 27 Februari 2023). *Knowledge Center*. Hämtat från emotorsdirect.ca: <https://www.emotorsdirect.ca/knowledge-center/article/dc-motor-rpm-vs-voltage>
- GROW, L. A. (den 15 Juli 2016). *Prony Brake Dynamometer(Working Animation)*. Hämtat från YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=uwZGtFRtGoU&ab_channel=LEARNANDGROW
- Nexans. (den 03 Mars 2023). *Nexans Product Catalog*. Hämtat från Nexans.se: <https://www.nexans.se/.rest/catalog/v1/family/pdf/5030/H01N2-D>
- Nygård, D. (2015). *Hydraulik*. Uppsala: Uppsala Universitet.
- Patel, R. (den 1 1 2022). *Dynamometer: Introduction, Types & Working*. Hämtat från Engineering Insider: <https://engineeringinsider.org/dynamometer-introduction-types-working/>
- Robertson, J. J. (den 01 April 1997). *MacTutor*. Hämtat från mathshistory.st-andrews.ac.uk: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/De_Prony/
- Sadaghdar, M. (den 11 Februari 2019). *The Amazing Eddy Current*. Hämtat från ElectroBOOM: https://www.youtube.com/watch?v=u7Rg0TcHQ4Y&ab_channel=ElectroBOOM
- Schneider Electric. (den 8 10 2012). *Search FAQs*. Hämtat från Life is on, Schneider Electric: <https://www.se.com/us/en/faqs/FA157465/>
- Skauen, R. (2022). *Norsk Industrihistorie*. Hämtat från sleipner.no: <https://sleipner.no/sider/3/norsk-industrihistorie/>
- Sleipner Motor AS. (2022a). *Products 2022*. Fredrikstad: Sleipner Group.
- Sleipner Motor AS. (2022b). *User Manual for thruster Models DC SE & SE-IP Electric*. Fredrikstad: Sleipner Goup.
- Workbook, E. (den 28 3 2022). *What is Hydraulic Dynamometer? Working, Diagram, Construction & Advantages*. Hämtat från ElectricalWorkbook: <https://electricalworkbook.com/hydraulic-dynamometer/>

Bilaga 1.

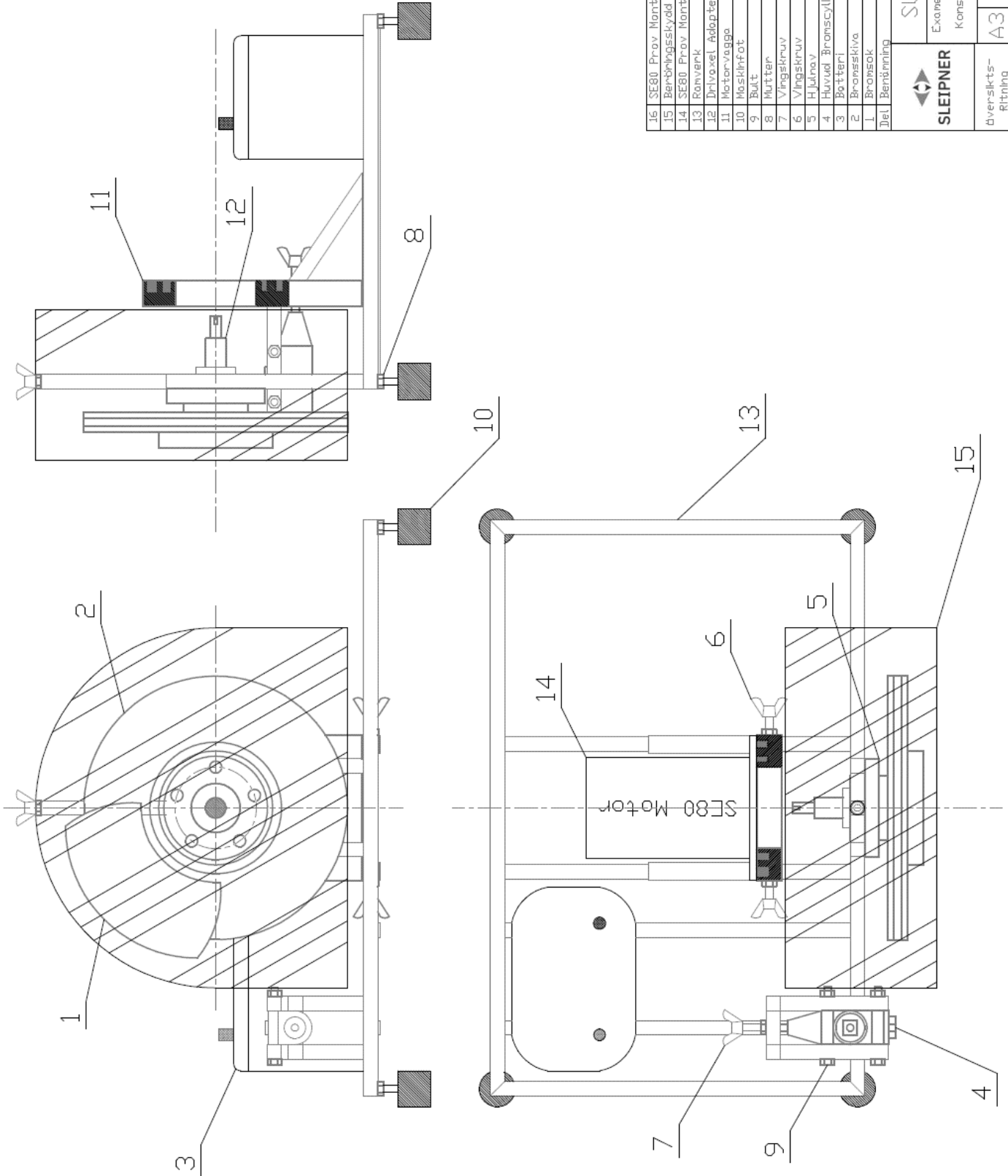
Warranty statement


MC_0024

1. Sleipner Motor AS (The “Warrantor”) warrants that the equipment (parts, materials, and embedded software of products) manufactured by the Warrantor is free from defects in workmanship and materials for purpose for which the equipment is intended and under normal use and maintenance service (the “Warranty”).
2. This Warranty is in effect for two years (Leisure Use) or one year (Commercial and other Non-leisure Use) from the date of delivery/purchase by the end user, with the following exceptions:
 - (a) For demonstration vessels, or vessels kept on the water, the dealer is considered as the end user from 6 months after their launch of the vessel;
 - (b) The warranty period starts no later than 18 months after the first launch of the vessel.

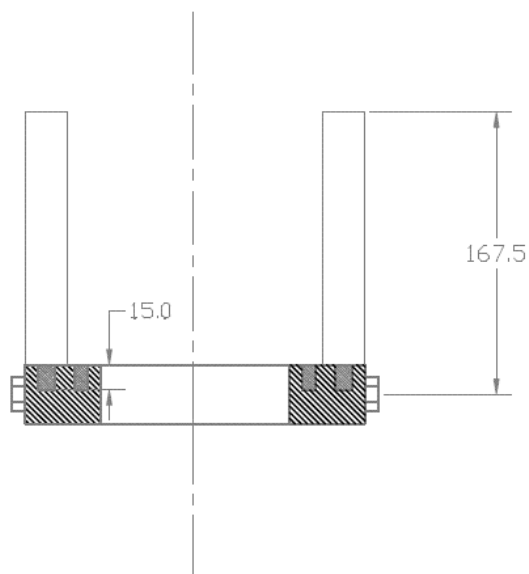
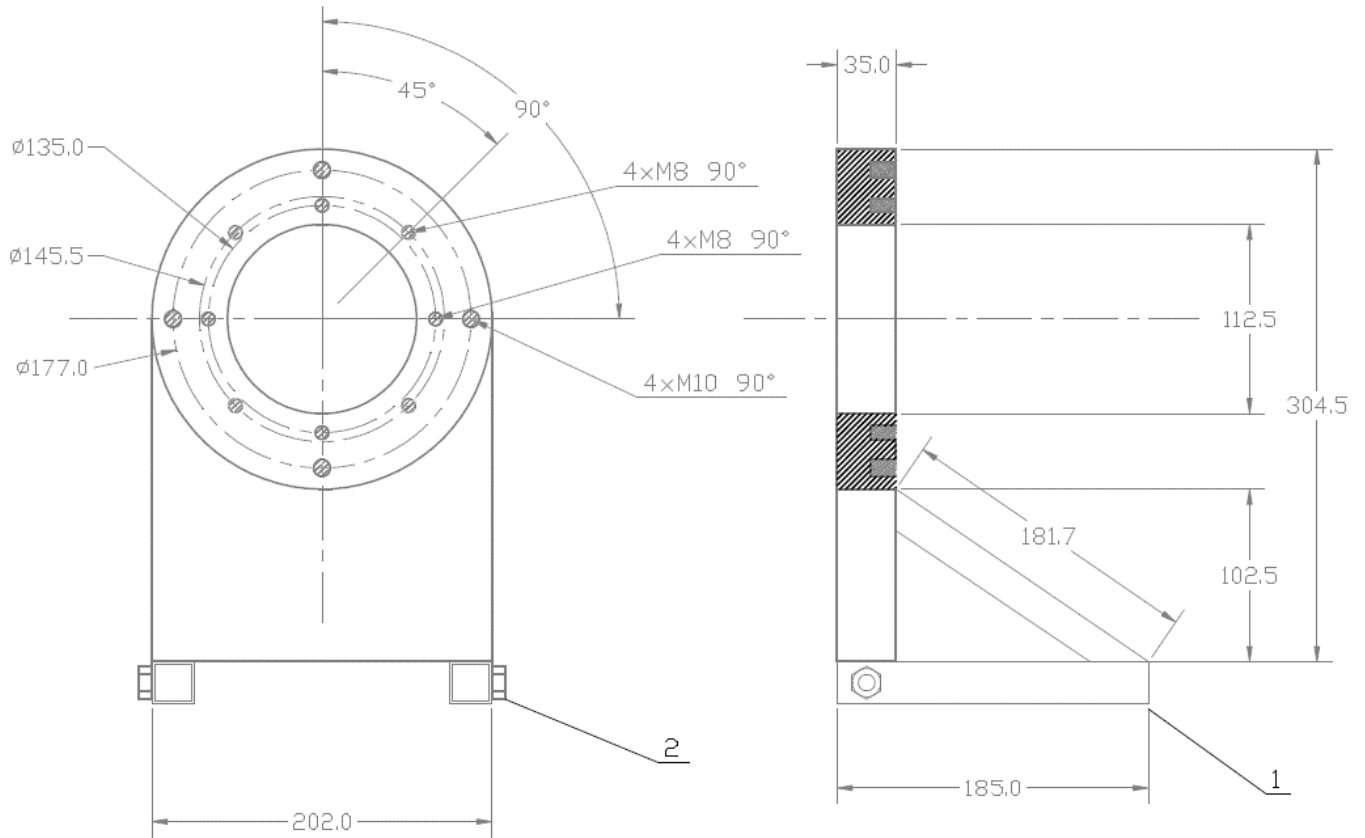
Please note that the boat manufacturer and dealer must pay particular attention to correct maintenance and service both by the products manuals as well as general good practice for the location the boat is kept in the period the boat is in their care. In cases where the 6 and 18 months grace periods for boat builders and dealers are passed, it is possible to obtain a full warranty upon inspection and approval of the warrantor or such representative.
3. Certain parts, classified as wearable or service parts, are not covered by the warranty. A failure to follow the required maintenance and service work as described in the product manual render all warranty on parts or components directly or indirectly affected by this void. Please also note that for some parts, time is also a factor separately from actual operational hours.
4. This Warranty is transferable and covers the equipment for the specified warranty period.
5. The warranty does not apply to defects or damages caused by faulty installation or hook-up, abuse or misuse of the equipment including exposure to excessive heat, salt or fresh water spray, or water immersion except for equipment specifically designed as waterproof.
6. In case the equipment seems to be defective, the warranty holder (the “Claimant”) must do the following to make a claim:
 - (a) Contact the dealer or service centre where the equipment was purchased and make the claim. Alternatively, the Claimant can make the claim to a dealer or service centre found at www.sleipnergroup.com. The Claimant must present a detailed written statement of the nature and circumstances of the defect, to the best of the Claimant’s knowledge, including product identification and serial nbr., the date and place of purchase and the name and address of the installer. Proof of purchase date should be included with the claim, to verify that the warranty period has not expired;
 - (b) Make the equipment available for troubleshooting and repair, with direct and workable access, including dismantling of furnishings or similar, if any, either at the premises of the Warrantor or an authorised service representative approved by the Warrantor. Equipment can only be returned to the Warrantor or an authorised service representative for repair following a pre-approval by the Warrantor’s Help Desk and if so, with the Return Authorisation Number visible postage/shipping prepaid and at the expense of the Claimant.
7. Examination and handling of the warranty claim:
 - (a) If upon the Warrantor’s or authorised service Representative’s examination, the defect is determined to result from defective material or workmanship in the warranty period, the equipment will be repaired or replaced at the Warrantor’s option without charge, and returned to the Purchaser at the Warrantor’s expense. If, on the other hand, the claim is determined to result from circumstances such as described in section 4 above or a result of wear and tear exceeding that for which the equipment is intended (e.g. commercial use of equipment intended for leisure use), the costs for the troubleshooting and repair shall be borne by the Claimant;
 - (b) No refund of the purchase price will be granted to the Claimant, unless the Warrantor is unable to remedy the defect after having a reasonable number of opportunities to do so. In the event that attempts to remedy the defect have failed, the Claimant may claim a refund of the purchase price, provided that the Claimant submits a statement in writing from a professional boating equipment supplier that the installation instructions of the Installation and Operation Manual have been complied with and that the defect remains.
8. Warranty service shall be performed only by the Warrantor, or an authorised service representative, and any attempt to remedy the defect by anyone else shall render this warranty void.
9. No other warranty is given beyond those described above, implied or otherwise, including any implied warranty of merchantability, fitness for a particular purpose other than the purpose for which the equipment is intended, and any other obligations on the part of the Warrantor or its employees and representatives.
10. There shall be no responsibility or liability whatsoever on the part of the Warrantor or its employees and representatives based on this Warranty for injury to any person or persons, or damage to property, loss of income or profit, or any other incidental, consequential or resulting damage or cost claimed to have been incurred through the use or sale of the equipment, including any possible failure or malfunction of the equipment or damages arising from collision with other vessels or objects.
11. This warranty gives you specific legal rights, and you may also have other rights which vary from country to country.

Bilaga 2.



16	SE80 Prov. Mont.				
15	Berömlingskydd			Plastglas 4mm	
14	SE80 Prov. Mont.				
13	Rörverk	4/4		Profilrör	
12	Drivaxel Adapter	3/4			
11	Motorvagna	2/4			
10	Motorkfot			M10 Bultfäste	
9	Bult			M10x100	
8	Mutter			M10	
7	Vingskruv			M10x65	
6	Vingskruv			M10x25	
5	Hjulnav				
4	Huvud Bronscylindrar				
3	Batteri			LEV 35Ah cca 765A	
2	Bronspliva				
1	Bronsok				
Del	Benämning	Ritn. nr.	Anmärkning	St.	
 SLEIPNER Examenarbetet Testbänk för elmotorer Konstruktions Ritning av motorbräns					
Översikts- Ritning		A3	Ritning 1.	1/4	1/7
08/05/2023		Simon Johansson		1700796	ELA17-K

Bilaga 3.

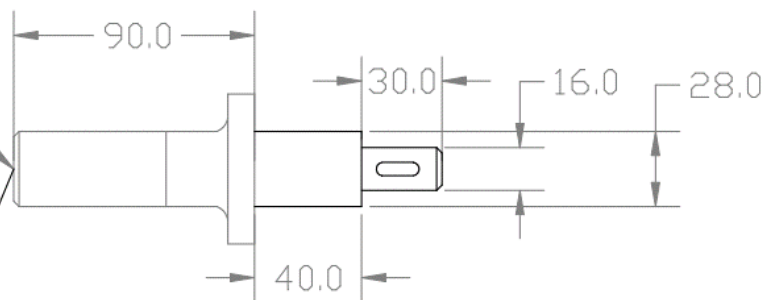


2	Mutter		M10	2
1	Ramverk		25x25x15 Profilbör	2
Del	Benämning	Ritn. nr.	Anmärkning	St.

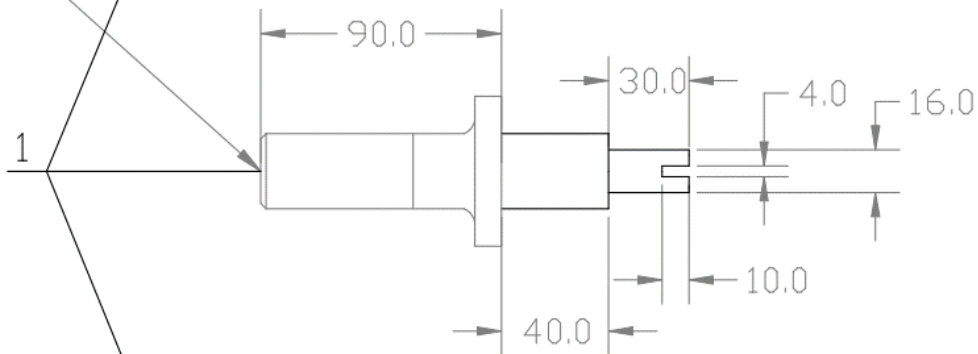
	Sleipner Motor Öy			
	Examensarbete Testbänk för elmotorer Konstruktions Ritning av motorbroms			
Motor- Vagga	A4	Ritning 2.	2/4	1:4
08.05.2023	Simon Jakobsson	1700796	ELA17-K	

Bilaga 4.

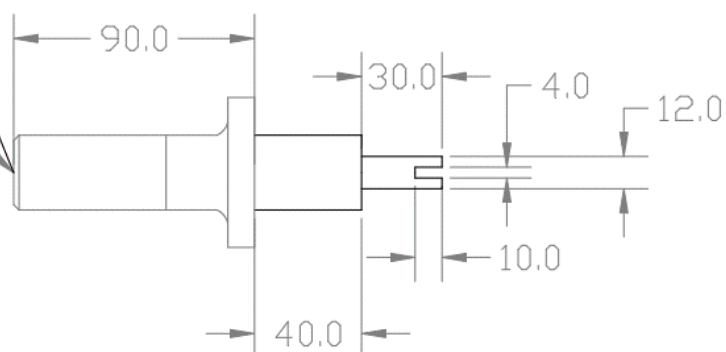
Drivaxel Adapter 1.



Drivaxel Adapter 2.



Drivaxel Adapter 3.



Del	Benämning	Ritn. nr.	Anmärkning	St.
1	Drivaxeltapp		Kopad enligt ritn.	3
 SLEIPNER		Sleipner Motor Öy Examensarbete Testbänk för elmotorer Konstruktions Ritning av motorbroms		
Drivaxel Adapter 1, 2 & 3		A4	Ritning 3.	3/4
08.05.2023		Simon Jakobsson		1700796
				ELA17-K

