

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för maskinteknik

# PROTOTYP FÖR FORDONSDRIVEN PONTONFLOTTE

Design och konstruktionsberäkningar

Tony Hindersson, Fredrik Jurefors



13:2018

Datum för godkännande: 16.5.2018  
Handledare: Mats Åsgård

# EXAMENSARBETE

## Högskolan på Åland

<b>Utbildningsprogram:</b>	Maskinteknik
<b>Författare:</b>	Tony Hindersson, Fredrik Jurefors
<b>Arbetets namn:</b>	Prototyp för fordonsdriven pontonflotte : Design och konstruktionsberäkningar
<b>Handledare:</b>	Mats Åsgård
<b>Uppdragsgivare:</b>	Nordic Marin Engineering

### Abstrakt

Detta examensarbete går ut på konstruktion av en prototyp för fordonsdriven pontonflotte. Arbetet innehåller skrovdesign, propulsionsberäkningar, kostnadskalkyl, underhållsschema samt ritningar. Generalarrangemang, farkostspecifikation samt diverse ritningar av farkosten bifogas. Skrovet har ritats i 3D med Inventor och beräkningar är utförda med Excel. Vid slutfasen av detta arbete kunde vi konstatera att det verkar vara genomförbart att bygga en prototyp av denna pontonflotte för en rimlig kostnad såvitt man har kunskap och utrustning att utföra majoriteten av byggnationen själv.

### Nyckelord (sökord)

Skrovdesign, remdrift, kraftöverföring, kostnadskalkyl, generalarrangemang, pontonflottespecifikation

<b>Högskolans serienummer:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>Språk:</b>	<b>Sidantal:</b>
13:2018	1458-1531	Svenska	56 sidor

<b>Inlämningsdatum:</b>	<b>Presentationsdatum:</b>	<b>Datum för godkännande:</b>
16.5.2018	15.5.2018	16.5.2018

# DEGREE THESIS

## Åland University of Applied Sciences

<b>Study program:</b>	Marine Engineering
<b>Author:</b>	Tony Hindersson, Fredrik Jurefors
<b>Title:</b>	Prototype of Vehicle Driven Barge: Design and construction calculations
<b>Academic Supervisor:</b>	Mats Åsgård
<b>Technical Supervisor:</b>	Nordic Marin Engineering

### Abstract

This degree thesis consists of the design of a vehicle driven barge. The thesis includes hull design, propulsion calculations, cost estimates, maintenance plan and drawings. General arrangement plan, specification and various drawings are attached. The hull has been designed in 3D with Inventor and the calculations are done with Excel. At the final stage of this project, we found that it seems possible to build a prototype of this pontoon barge for a reasonable cost if you have the knowledge and equipment to perform the majority of the construction yourself.

### Keywords

Hull design, belt propulsion calculations, cost estimate, general arrangement, specification

<b>Serial number:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>Language:</b>	<b>Number of pages:</b>
13:2018	1458-1531	Swedish	56 pages

<b>Handed in:</b>	<b>Date of presentation:</b>	<b>Approved on:</b>
16.5.2018	15.5.2018	16.5.2018

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING .....	8
1.1 Motiv .....	8
1.2 Syfte .....	8
1.3 Material och metoder .....	8
1.4 Avgränsningar .....	9
2 SKROV .....	10
2.1 Skrovform.....	11
2.2 Material .....	12
2.3 Lättvikt .....	12
2.4 Skumfyllda pontoner .....	14
2.5 Däcksplåt .....	14
3 TRIM OCH INTAKT STABILITET .....	15
3.1 Stabilitet och trim vid normal displacement .....	15
3.1.2 Trimändring vid lossning .....	16
4 FRAMDRIVNING .....	18
4.1 Vridbar plattform.....	19
4.2 Drivrullar .....	20
4.3 Bomförband.....	21
4.4 Mellanväxel.....	22
4.4.1 Quarter twist drive.....	22
4.4.2 Differentialväxel.....	22
4.5 Remdrift .....	23
4.6 Propeller och propelleraxel .....	25
4.6.1 Propeller .....	26
4.6.2 Propelleraxel.....	26
5 STYRNING.....	28

5.1 Roder .....	29
5.2 Styrstag .....	30
6 ANGÖRING OCH FÖRTÖJNING AV PONTONFLOTTE.....	31
6.1 Lastkaj .....	31
6.2 Angörningsmekanism.....	31
6.3 Lastramp .....	32
6.4 Pollare.....	33
7 ÖVRIG UTRUSTNING.....	34
7.1 Lanternor .....	34
7.2 Länsvattenpump .....	34
7.2.1 Elektrisk länsvattenpump .....	35
7.3 Brandsläckare .....	36
7.4 Flytvästar .....	36
7.5 Avbärarlist .....	36
7.6 Förvaringslåda.....	36
8 KOSTNADSKALKYL .....	37
9 UNDERHÅLL OCH TORRDOCKNING .....	38
10 PONTONFLOTTESPECIFIKATION OCH RITNINGAR.....	39
11 SLUTSATS .....	40
KÄLLFÖRTECKNING .....	42
Bilagor .....	44
Bilaga 1 Underhållsschema.....	44
Bilaga 2 Kostnads kalkyl.....	45
Bilaga 3 Specifikation för fordonsdriven pontonflotte .....	46
1. Allmän del .....	47
1.1 Beskrivning av pontonflotten .....	47
1.2 Huvuddimensioner, dödvikt och lättvikt.....	47

2 Skrov .....	47
2.1 Skrov allmänt .....	47
2.2 Material .....	48
2.3 Lastdäck .....	48
2.4 Maskinrum .....	48
3 Klass .....	48
4 Designkriterier .....	48
4.1 Omgivning .....	48
4.2 Utsläpp och förorening .....	48
4.3 Trafikeringsområden .....	48
5 Utrustning .....	49
5.1 Lastramp .....	49
5.2 Vinch .....	49
5.3 Reling .....	49
5.4 Angörningsmekanism .....	49
5.5 Förvaringsbox .....	49
5.6 Styrsystem .....	49
5.7 Livräddningsutrustning .....	49
5.8 Brandbekämpningsutrustning .....	49
5.9 Avbärarlist .....	50
6 Maskineri .....	50
6.1 Maskineri allmänt .....	50
6.2 Personbil .....	50
6.3 Framdrivningsanordning .....	50
6.4 Propeller och propelleraxel .....	51
7 Rörsystem och utrustning .....	51
7.1 Läns pump .....	51

7.2 Länsvattenrör.....	51
8 El-system.....	51
9 Navigation.....	51
9.1 Navigationsutrustning.....	51
9.2 Navigationsljus.....	52
10 Appendix.....	52
10.1 Framdrivningsanordning viktiga komponenter.....	52
10.2 Ritningar.....	52

# 1 INLEDNING

Detta examensarbete baserar sig på en idé från en privatperson och innefattar beräkningar och konstruktionsplanering av en prototyp för en fordonsdriven pontonflotte. Tanken är att undersöka om det är möjligt att driva och styra en pontonflotte med personbil. Pontonflotten skulle användas vid korta sträckor inomskärs i skyddade vatten där hastigheten inte överstiger 8 knop. Kostnads kalkyl utförs för att se om det är möjligt att förverkliga idén till ett rimligt pris.

## 1.1 Motiv

Examensarbetet valdes eftersom det verkade väldigt intressant och det skulle fördjupa våra kunskaper inom skrovkonstruktion och kraftöverföringar. Innan arbetet påbörjades utfördes en kort forskning om någon motsvarande konstruktion redan fanns, vilket inte kunde hittas.

Det som låg närmast var en pråm med utombordare och styrepulpet.

## 1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka om det med en personbil går att driva och manövrera en pontonflotte på ett säkert och smidigt sätt inomskärs i skyddat vatten. Detta skulle underlätta färden mellan fastland och skärgårdsholmar då man endast kör ombord personbilen på pontonflotten, kastar loss förtjönarna och kör till stugan ute i skärgården där man kan förtöja och köra iland bilen igen. På detta vis slipper man passa färjturer men får ändå med bilen ut till holmen.

En genomgående tanke vid planeringen av framdrivningen var att konstruera den så enkel som möjligt men ändå hållbar med minimalt underhåll i baktanke.

## 1.3 Material och metoder

Material och information har till största delen tagits från SKF produktkataloger, Optibelts kalkylerings program för remtransmissioner samt boken Konstruktionselement och maskinbyggnad av Gunnar Dahlvig och DNV regelverk för arbetsbåtar.

Ritningar har utförts med AutoCAD och Autodesk Inventor. Beräkningar har utförts manuellt och med Microsoft Excel samt Inventor.

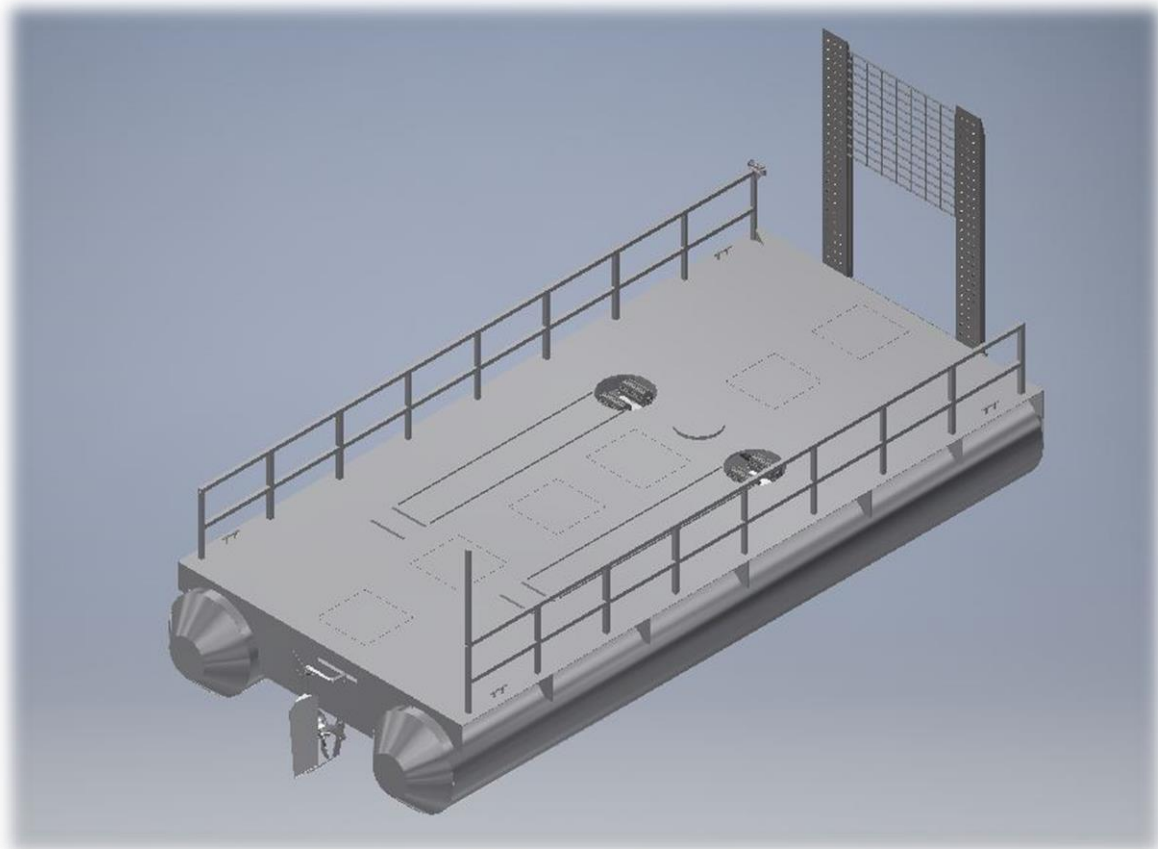


## **1.4 Avgränsningar**

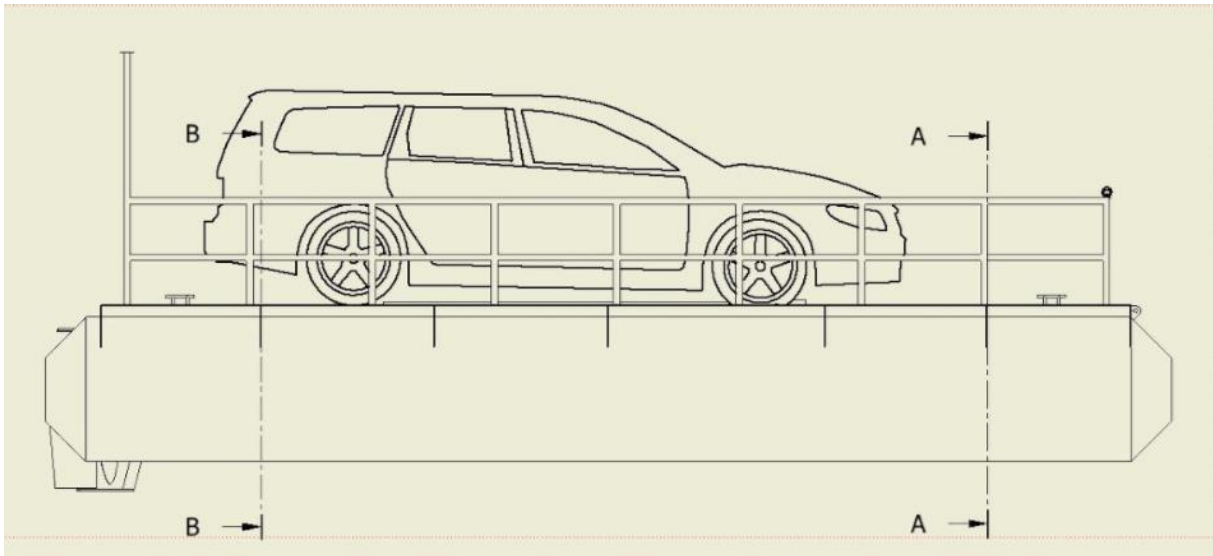
Vi har i detta examensarbete undersökt skrovform, angöringsanordning, framdrivningsanordning och styrsystem. Det vi inte går in på i arbetet är hållfasthetsberäkningar och läckstabilitetsberäkningar.

## 2 SKROV

Skrovet designades så att en typisk personbil kan driva pontonflotten. I detta fall valdes en Volvo V70 som grund. Huvuddimensionerna på pontonflotten blev 7,8 meter lång, bredd 3,5 meter och 0,6 meter max djupgående. Rörpontoner med en diameter på 1,0 m utgör grunden för skrovet, se figur 1 och 2.



*Figur 1 Översikt av fordonsdriven pontonflotte prototyp*



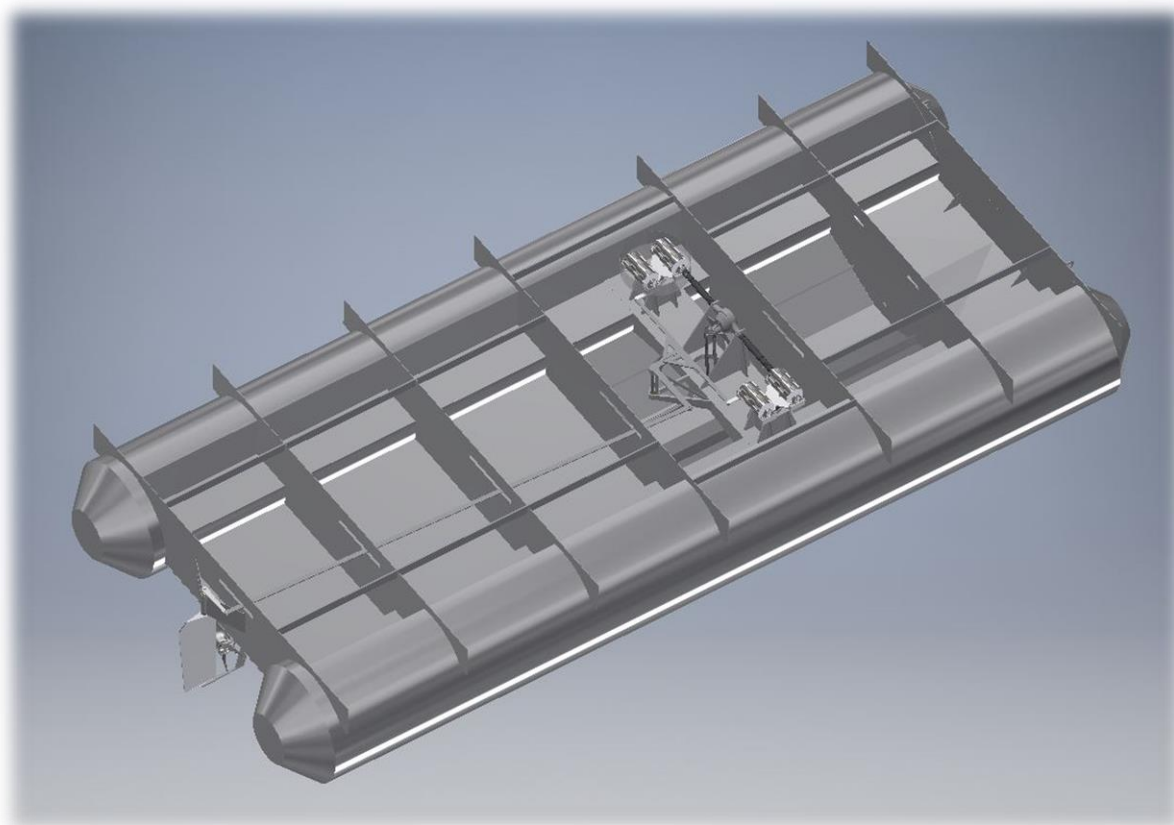
Figur 2 Styrbordsvy av pontonflotte

## 2.1 Skrovform

Skrovet är uppdelat i 3 huvuddelar. Två stycken rörformade pontoner med en diameter på 1,0 m samt en mellandel, där framdrivningsanordningen installeras som grunden för skrovet.

En farkost med en längd under 15 m skall vanligtvis ha två vattentäta skott (Det Norske Veritas, 2008). En rekommendation för att uppfylla detta krav är att fylla rörpontonerna med flytskum och således eliminera risken för vatteninträngning. Detta säkerställer att stora slagsidor och i värsta fall kapsejsning undviks.

Mellandelen av skrovet delas upp med fem transversella plåtar med förstävningar och kanaler vid kölen så att eventuellt vatten kan rinna akterut och pumpas bort med länsvattenpump. Två longitudinella förstävningar bör också installeras för att undvika att däcksplåten bucklas, se figur 3.



Figur 3 visar transversella plåtar, longitudinalerna samt framdrivningsanordningen

## 2.2 Material

Skrovet är designat att byggas av 5 mm aluminiumplåt. Det vore billigare att bygga skrovet i stål, men skrovvikten skulle bli nästan den dubbla och resultera i för stort displacement.

Plåttjockleken beräknades med formeln:

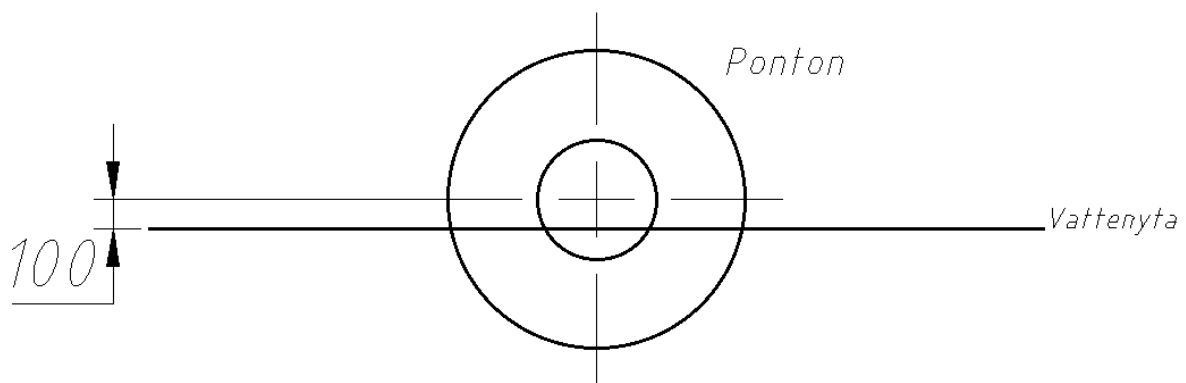
$$t_{min} = t_0 + kL \frac{1}{\sqrt{f_1}} + t_c$$

Då aluminium används vid skrovdesign bör det vara korrosionsbeständigt. Passande typer av aluminium är *5000 series* för komponenter som är i kontakt med vatten och *6000 series* för övriga komponenter (Det Norske Veritas, 2008). I vårt fall är tanken att använda *EN-AW 5754* för skrovet och *EN-AW 6060/6063* för vissa mindre rör och axlar. Skillnaden mellan dessa två är att *EN-AW 5754* innehåller en liten del krom vilket gör att materialet är mindre känsligt för korrosion.

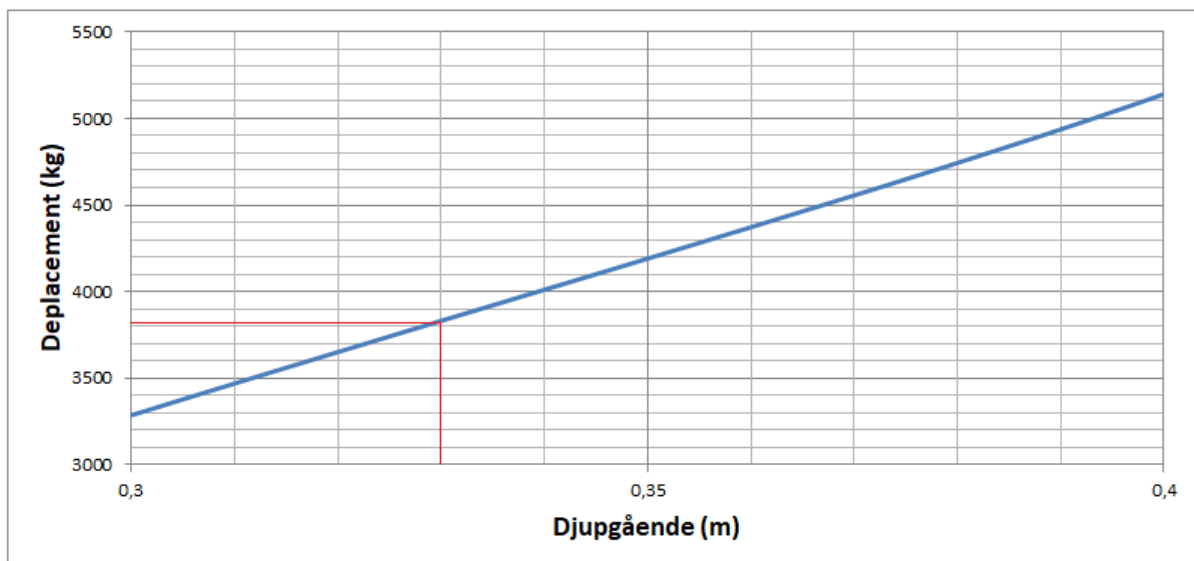
## 2.3 Lättvikt

Pontonflottens lättvikt blev 1766 kg, vilket bestämdes med hjälp av Autodesk Inventor efter att alla komponenters material och dimensioner specificerats i 3D-ritningen.

Vid beräkningar av lastkapacitet och djupgående valdes sjövattdensiteten  $1005 \text{ kg/m}^3$ , eftersom pontonflotten kommer trafikera inom Ålands skärgård. För att få en säkerhetsmarginal bestämdes pontonflottens maximala lastkapacitet utifrån då vattenytan är 100 mm under centrum av rörpontonerna för att undvika minskad vattenlinjearea och förlust av stabilitet, se figur 4 nedan. Pontonflottens dödvikt är 3330 kg och har då deplacement 5100 kg och 0,4 m djupgående på undervattenskroppen. Rodret sticker ner 0,2 m lägre än undervattenskroppen. Pontonflottens totala deplacement är 5100 kg.



Figur 4 Skiss över säkerhetsmarginalen för djupgåendet



Figur 5 Djupgående som funktion av deplacement

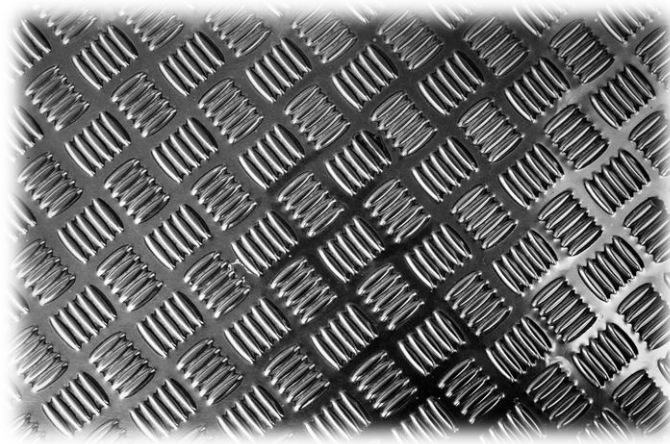
Djupgåendet vid ett standardlastfall, personbil och 5 personer, är ca. 0,33 m. Djupgående beroende på deplacement ses i figur 5.

## 2.4 Skumfyllda pontoner

Om så önskas kan pontonerna skumfyllas för att vatteninträngning skall undvikas vid eventuell grundstötning. Detta rekommenderas då läckstabiliteten förbättras avsevärt. Skummet som används bör ha en densitet lägre än vatten och skall inte absorbera mera fukt än 8% av sin totala volym då det kommer i kontakt med vatten. (Det Norske Veritas, 2008).

## 2.5 Däcksplåt

Däcksplåten är av 5 mm aluminium durkplåt (figur 6), vilket minimerar halkrisken.



*Figur 6 Durkplåt har en räfflad yta vilket förbättrar fästet och minimerar halkrisk (Stålgrossisten, 2018)*

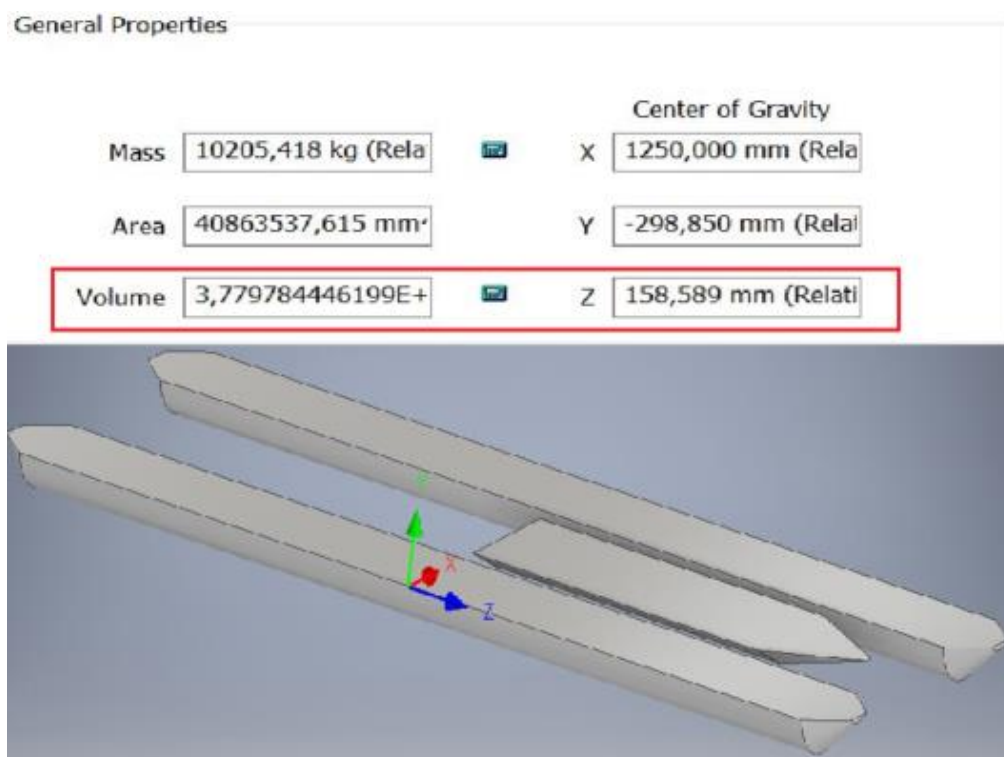
För att framdrivningsanordningen skall bli åtkomlig är det sex stycken serviceluckor i däck. Varje servicelucka är fastsatt med skruvförband, vilket möjliggör att vid underhåll eller inspektion kan behövliga serviceluckor avlägsnas. Gummipackning installeras vid tätytorna för att hindra vatten och smuts från att tränga in.

### 3 TRIM OCH INTAKT STABILITET

Trim och stabilitet undersöktes kort med hjälp av ett Excelprogram samt med Inventor för att hitta kroppens volym under vattenytan. Detta användes för att ge oss riklinjer för stabilitet och trimändring då bilen körs av pontonflotten.

#### 3.1 Stabilitet och trim vid normal displacement

Ett displacement på 3800 kg resulterar i ett djupgående på 0,33 m. Med Inventor kunde vi bestämma volymen på undervattenskroppen till ca. 3,78 m<sup>3</sup> samt pontonflottens LCB till 0,158 m från midskepp, se figur 7.



Figur 7 Undervattenskropp vid 0 trim 0,33 m djupgående

Med Excelprogram kunde GM bestämmas till 5,15 m (tabell 1), tvärskeppsstabiliteten anses således vara god. Dessa beräkningar är utförda utan att inkludera den mellersta flytkroppen.

Tabell 1 Tvärskeppsstabilitet beräkning

namn	massa	vcg	l <sub>cg</sub>	mvcg	mlcg
pråm	1,77	1	0,158	1,77	0,27966
last	2	1,8	0	3,6	0
displ=	3,77	1,424	0,074	5,37	0,27966

tvärskeppsstabilitet:	b=	2,500 m, cc mellan cylindrar		
	a=	1,250 m, avst. centrum pråm-centrum cyl.		
	A <sub>wl</sub> =	7,170 m <sup>2</sup>		
	$I_x = 2 \cdot (L \cdot s^3 / 12 + a^2 \cdot A_{wl}) =$	23,783 m <sup>4</sup>	(acc. Steiners Theorem)	
	displ	3,770 m <sup>3</sup>		
	BMo=	6,308 m	KMo=	6,572 m
	KB~	0,264 m	KG=	1,424 m
			<b>GMo=</b>	<b>5,148 m</b>

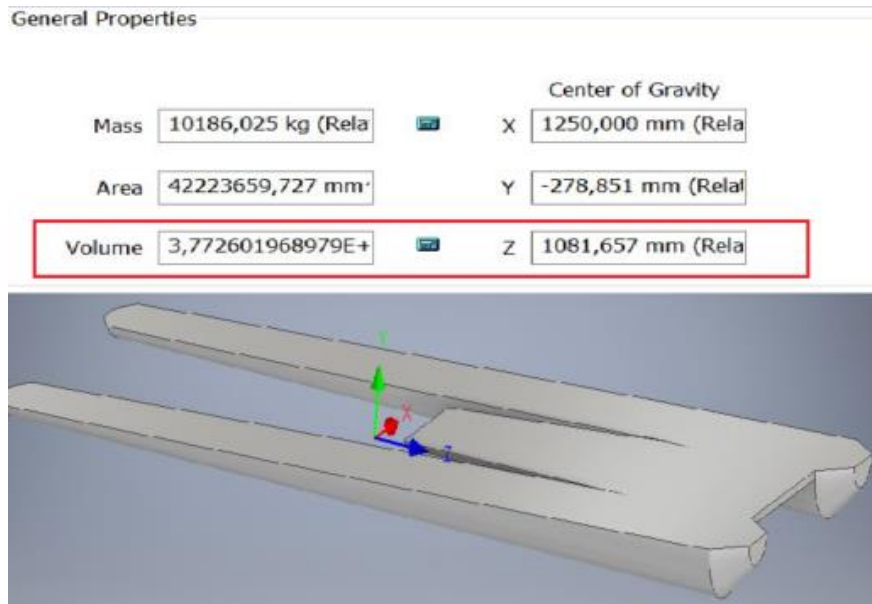
Vid betraktande av tyngdpunkten i figur 7 samt tabell 1 kan man konstatera att pontonflotten kommer ha ett litet akterligt trim vid standard lastfall. Detta anses positivt.

### 3.1.2 Trimändring vid lossning

Det intressanta här var att se vilket trim som uppstår då bilen lastas av från pontonflotten så att bilens underrede inte skall släpa i underlaget. Pontonflotten har mer flytkraft i fören på grund av en större undervattens kropp för att kunna husera framdrivningsanordningen. Detta motverkar även för kraftig trimändring vid lossning.

För att hitta det ungefärliga trimmet då bilen med sin massa på 2000 kg precis skall köra upp på rampen provade vi oss fram med hjälp av Inventor (figur 8) samt Excelprogram. Villkoret för att hitta den korrekta trim vinkeln är att LCG är rakt ovanför LCB vid aktuellt deplacement och trim.

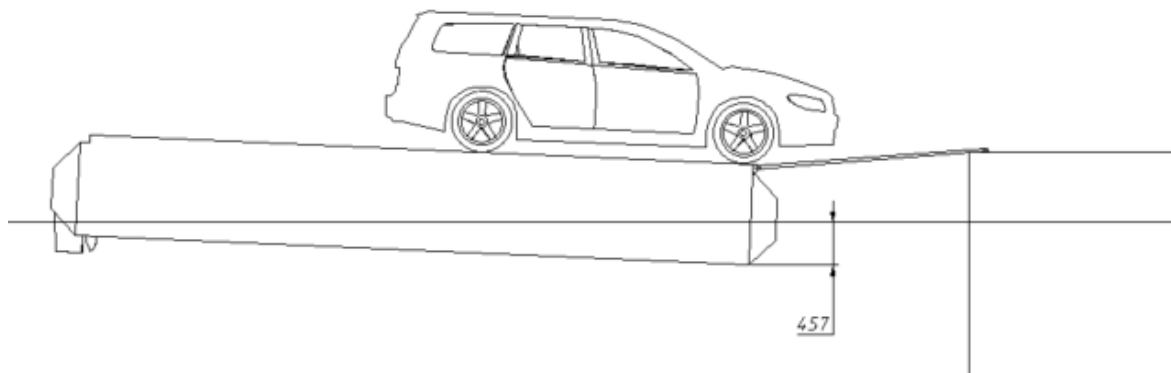




namn	massa	vcg	lcg	mvcg	mlcg
pråm	1,77	1	0,158	1,77	0,27966
last	2	1,8	2	3,6	3,8
displ=	3,77	<b>1,424</b>	<b>1,082</b>	5,37	4,07966

Figur 8 Undervattenskropp vid 2,5 grader förligt trim

Resultatet blev 2,5 ° förligt trim, vilket anses acceptabelt (figur 9).



Figur 9 Förligt trim på 2,5 grader vid lossning av bil ger 0,46 m djupgående

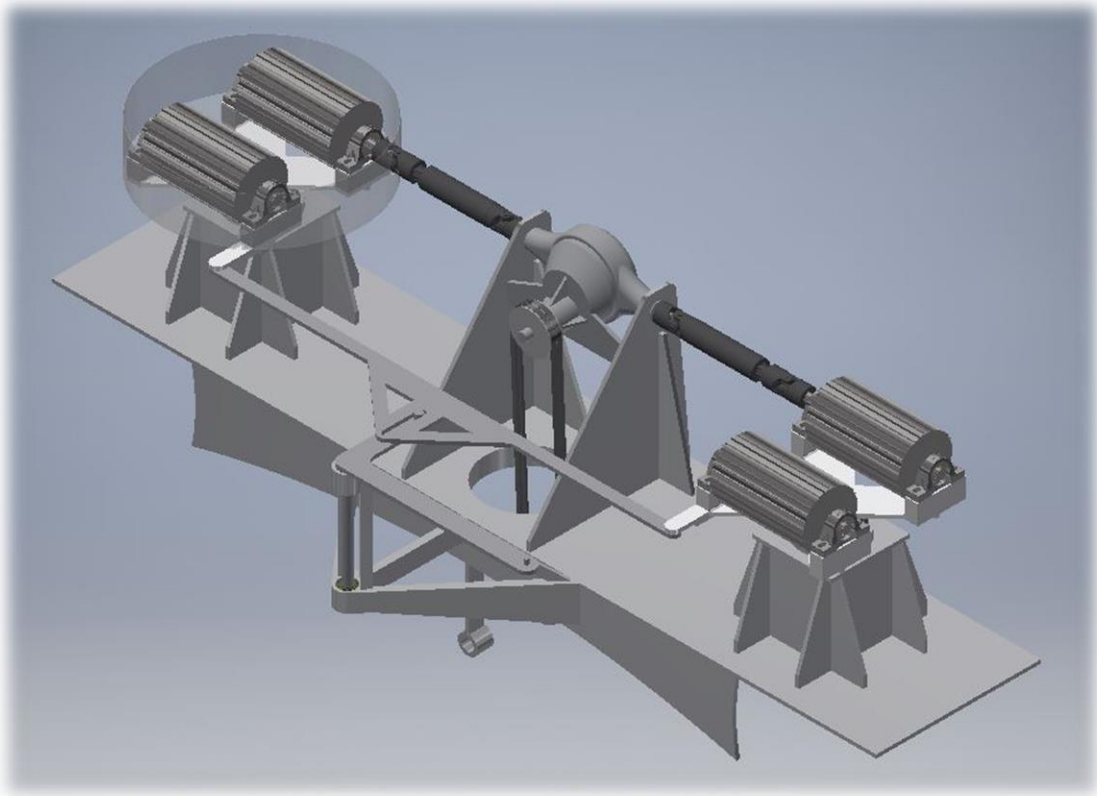
## 4 FRAMDRIVNING

Denna prototyp är designad för en framhjuldriven personbil vilket betyder att drivning och styrning sker med det främre hjulparet.

Framdrivningsanordningen (figur 10) överför rotationen från bilens drivande hjul till två rullar på pontonflotten. Dessa rullar kopplas med bomförband till en mellanväxel. Utgående axel på mellanväxeln har ett remhjul monterat, varifrån remmar öveför rotationen till ett remhjul på propelleraxeln. På detta sätt roterar propellern och pontonflotten har framdrift. Vid drift bakåt lägger man således i backväxel på bilen och propelleraxeln roterar åt andra hållet.

Framdrivningsanordningen är designad så att bilen skall köras främst i första växel eller backväxel. Motoreffekten som framdrivningsanordningen skall överföra kunde uppskattas till ca. 35 kW vid 2000 rpm (Rototest reaserch institute, 2006) .

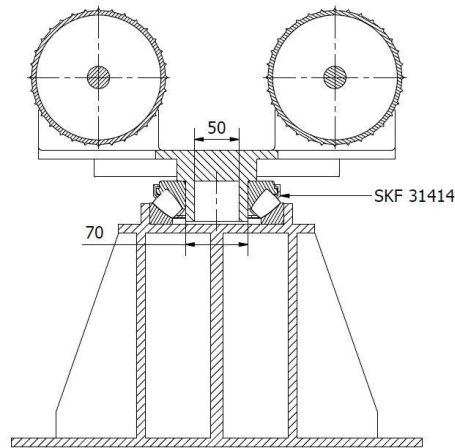
Pontonflottens drivrullar monteras på två vridbara plattformar. Då bilens däck vrids kommer således plattformarna att vridas. Styrstag kopplade mellan vridbara plattformarna och rodret ger styrförmåga.



*Figur 10 Framdrivningsanordning med vridbara plattformarna och fundament*

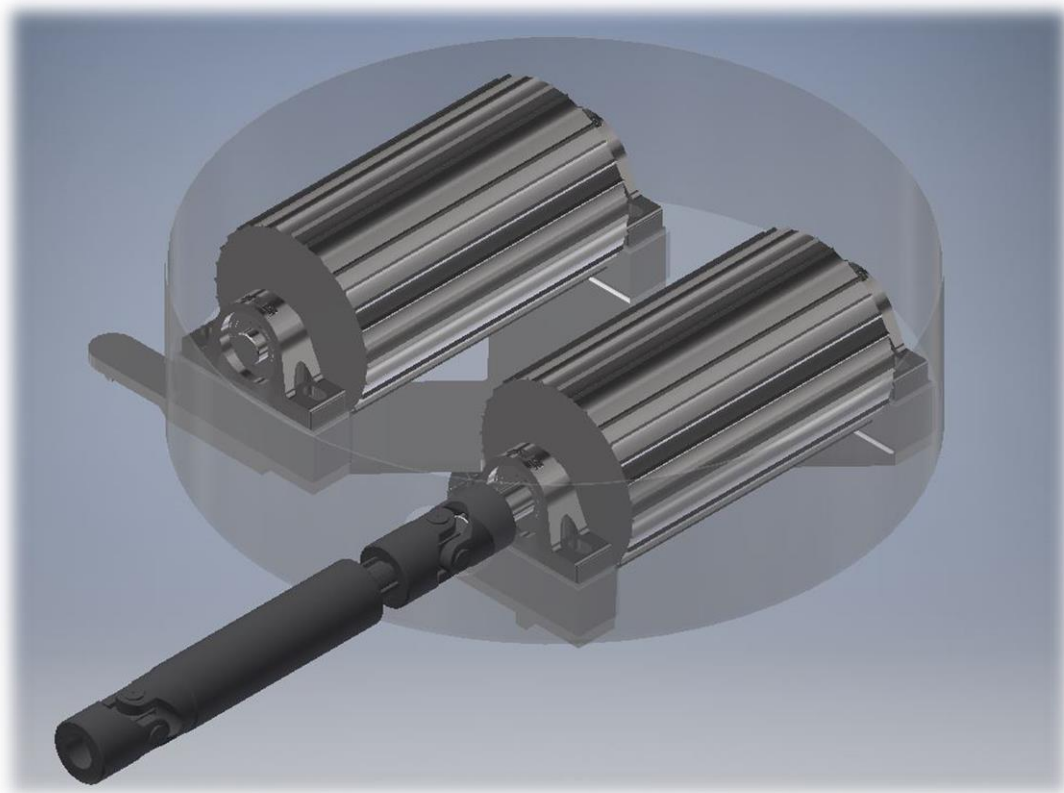
## 4.1 Vridbar plattform

Plattformen monteras på ett koniskt rulllager för att klara vikten från bilen samt klara av att rotera vid styrning. Lagret som valdes är av modell SKF 31314 och klarar av en statisk belastning axiellt på 220 kN (SKF, 2018), vilket räcker bra i detta fall då det max kommer belastas med ca. 500 kg. Lagret är överdimensionerat för att klara av påfrestningar som sker då bilen körs på och av från drivrullarna. Figur 11 visar tvärsnitt av lagringen för plattformen.



Figur 11 Tvärsnittsvy av vridbar plattform med lager och fundament

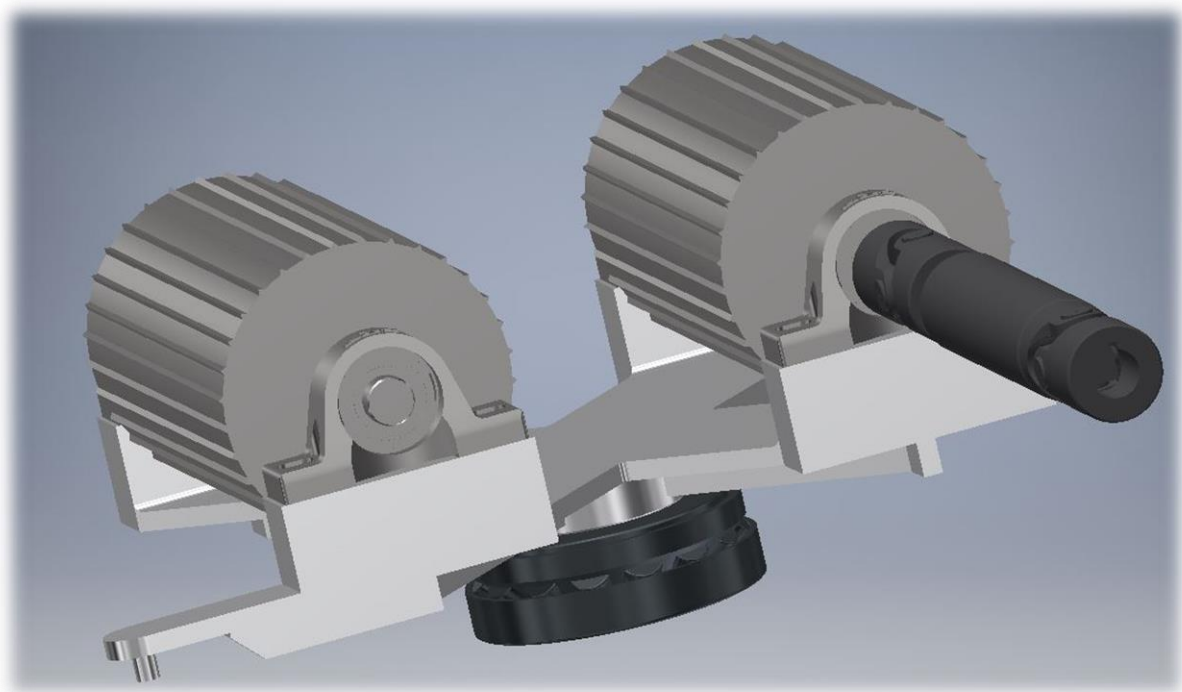
Runt de vridbara plattformarna bör det installeras behållare som samlar upp vatten och smuts som lossnar från bildäcken, se figur 12. Behållaren har slangar för dränering överbord.



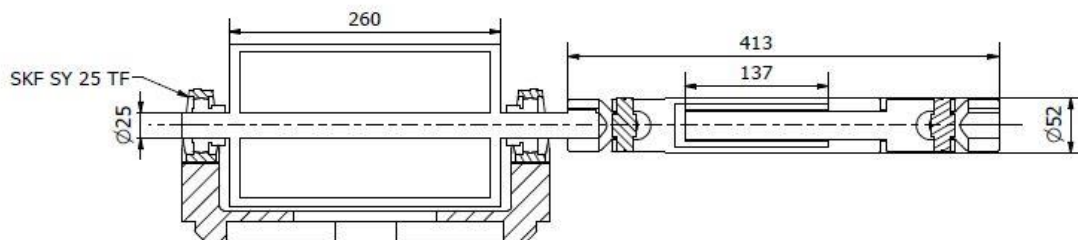
Figur 12 Vridbar plattform med behållare för uppsamling av vatten och smuts

## 4.2 Drivrullar

Varje vridbar plattform har två stycken drivrullar, se figur 13. Den förliga drivrullen på vardera plattform kopplas till ett bomförband. En lagerenhet monteras i var ände på alla drivrullarna. Dessa lager är av modell SKF SY 25 TF och klarar ett varvtal på 7000 rpm vid en max dynamisk belastning på 14 kN, vilket är väl dimensionerat i detta fall. Drivrullarnas yta är räfflade för att slirning av bilens däck skall undvikas. Figur 14 visar tvärsnittsvy av drivrullarna med lagerenheter. Drivrullarna är av stål och har en diameter på 150 mm och längd på 260 mm. Avståndet mellan drivrullarna bör kunna ökas eller minskas för att passa olika däckstorlekar.



Figur 13 Vridbar plattform med drivrullar. Under plattformen syns det koniska rullagret.



Figur 14 Tvärsnittsvy av drivrulle med lagerenheter samt bomförband

### 4.3 Bomförband

För att möjliggöra kraftöverföring från drivrullarna och på samma gång ha möjlighet att vrida plattformarna används axel med bomförband.

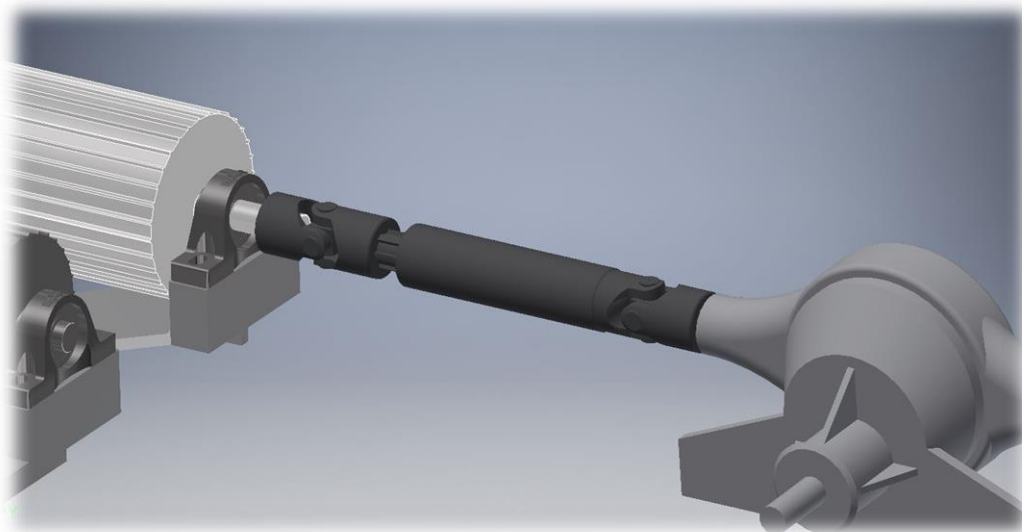
Bomförband överför kraften från drivrullarna på samma gångs som den förlängs eller förkortas fritt beroende på rotationsvinkel (Dahlvig, 1988). Universalkoppling i var ände av bomförbandet möjliggör att den klarar av att överföra kraft vid olika vinklar. Nållagrade universalkopplingar klarar av högre belastning och upp till 4000 rpm (Wiberger, 2018), se figur 15.



*Figur 15 Nållagrad universalkoppling (Wiberger, 2018)*

Nållagrade universalkopplingar valdes då det prismässigt inte är så stor skillnad.

En ände av bomförbandet kopplas till en drivrulle, den andra till mellanväxeln. Det behövs således två sådana axlar, en för varje vridbar plattform (figur 16).



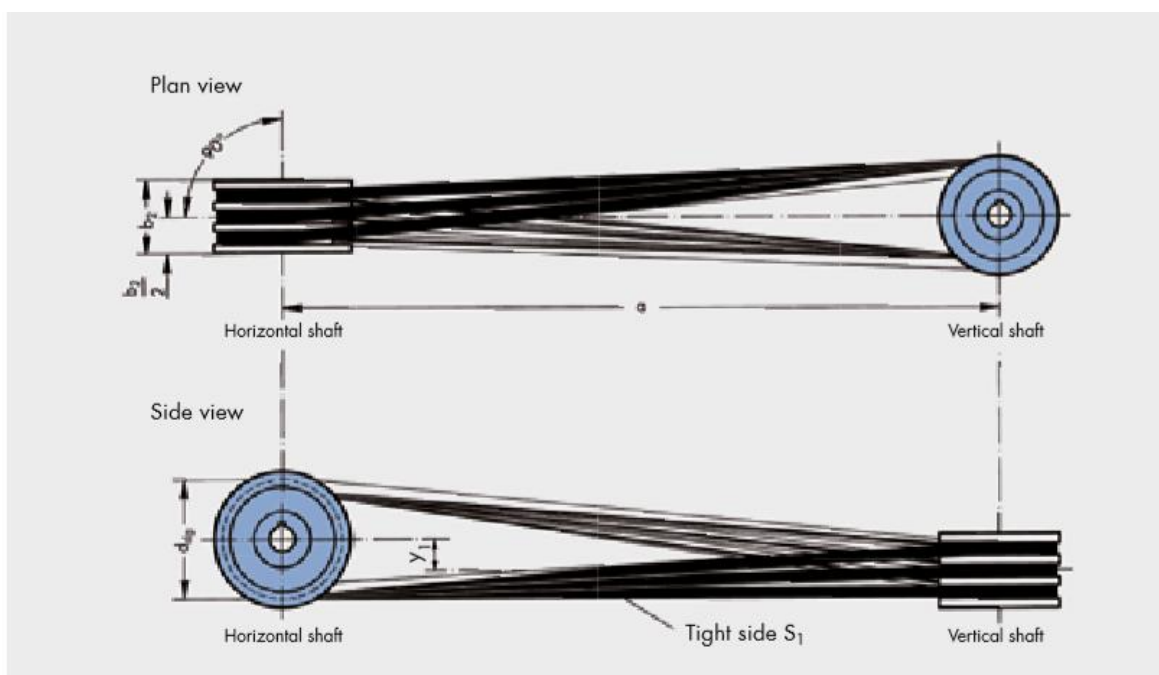
*Figur 16 Bomförband med universalkoppling överför rotation från drivrullarna till mellanväxeln*

## 4.4 Mellanväxel

Mellanväxels funktion är att överföra kraften i en 90° vinkel från drivrullarna till propelleraxeln och höja varvtalet.

### 4.4.1 Quarter twist drive

Vi undersökte möjligheten att driva propelleraxeln med en rem som är vriden ett kvarts varv (figur 17), en så kallad *quarter twist drive* (Optibelt, 2018). Då skulle axel med bomförband driva ett remhjul där remmarna sedan vrids 90° till ett remhjul på propelleraxeln.



Figur 17 Princip för quarter twist drive. (Optibelt, 2018)

Avståndet mellan centrum på remhjulen  $a_{min}$  beräknas med formeln (Optibelt, 2018) :

$$a_{min} = 5,5 * (d_{dg} + b_2)$$

Detta verkade enkelt men visade sig bli ett problem då det krävdes ca.1400 mm axelavstånd för att överföra effekten och vi hade max 700 mm utrymme att använda oss av. Då detta visade sig vara svårt att genomföra med detta skrov byttes fokus till en lösning med differentialväxel.

### 4.4.2 Differentialväxel

En differentialväxel är en typ av kugghjulsväxel som vanligtvis används i bakhjulsdrivna bilar. I detta fall kommer en differentialväxel användas som mellanväxel för att överföra kraft

i en 90° vinkel med två ingångar. Axel med bomförband kopplas till respektive ingående axel på differentialväxeln och fästs med kilspår samt stoppskruv.

I differentialväxeln höjs rotationshastigheten på den utgående axeln. Tanken är att använda en Volvo bakdifferential, där standardutväxling är 3,73:1 eller 4,1:1. Dessa finns att köpa begagnade för en förmånlig summa (Bildelsbasen, 2018).

## 4.5 Remdrift

Propelleraxeln drivs med remdrift, där mellanväxeln har ett remhjul på utgående axel och driver ett remhjul på propelleraxeln. Typ av rem och antalet remmar bestäms huvudsakligen från den maxeffekt som bilen ger på hjulen och varvtalet på däcken. För att kunna beräkna remhjulets varvtal bör man först bestämma bildäckets varvtal utifrån motorns varvtal. Detta är beroende på bilens utväxling och vi utgick från en Volvo V70 växellåda (tabell 2) och däckstorlek 245/50R17.

Tabell 2 Volvo M56H växellåda utväxling (Turbobricks Forums, 2013)

Växellåda utväxling	M56H
Växel 1	3,07
Växel 2	1,77
Växel 3	1,19
Växel 4	0,87
Växel 5	0,7
Slutväxel	4

Ett 245/50R17 däck har 2,126 m i rullomkrets och 0,677 m diameter. Bildäckets varvtal i första växel och 1500 rpm motorvarvtal bestäms utifrån växellådans utväxling.

Detta beräknades med formeln:

$$n_{\text{växellåda ut}} = \frac{n_{\text{motor}}}{\text{Växel 1 utväxling}}$$

Vilket gav oss 489 rpm. Då varvtalet ut från växellådan är känt kan man beräkna bildäckets varvtal med formeln:

$$n_{\text{bildäck}} = \frac{n_{\text{växellåda ut}}}{\text{Slutväxel utväxling}}$$



Det resulterade i 122 rpm. Varvtalet på drivrullen som drivs av bildäcket beräknades därefter med formeln:

$$n_{drivrulle} = \frac{d_{däck} * n_{bildäck}}{d_{drivrulle}}$$

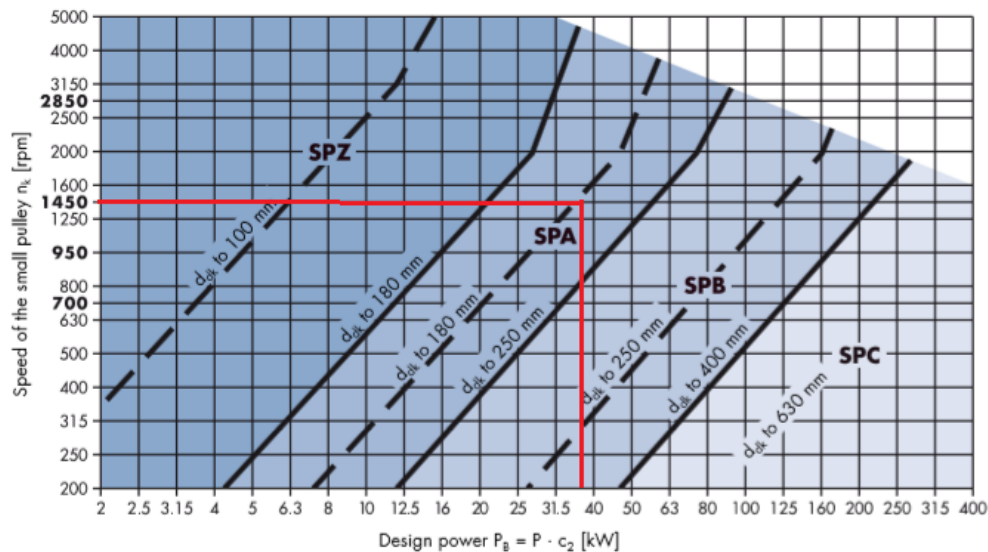
Det blir 533 rpm. Sedan växlas varvtalet upp i differentialväxeln enligt:

$$n_{remhjul} = n_{drivrulle} * diff. växel ratio$$

Drivande remhjulets varvtal blir då ca. 2180 rpm med en differentialaxel utväxling på 4,1:1.

Båda remhjulen bestämdes till 250 mm, vilket vill säga att utväxlingen är 1,0. Det betyder att propelleraxeln således får samma varvtal som det drivande remhjulet, endast en liten varvtalsänkning på ca. 4-5% bör uppstå på grund av krypning i remmarna (Dahlvig, 1988). Man kunde gå ner i diameter på remhjulen men detta skulle resultera i att flera remmar skulle behövas då överförd effekt/rem är beroende på remhjulets storlek.

Typ av rem bestämdes med hjälp av figur 18 nedan. I detta fall krävs SPA-rem.



Figur 18 Val av remtyp utifrån varvtal och effekt (Optibelt, 2018)

Antal remmar som behövs för att överföra kraften beräknades med följande formel:

$$Z = \frac{P_m * K_d}{P_r * K_1 * K_2}$$



Den uppskattade motoreffekten  $P_m$  är 35 kW och maskinfaktorn  $K_d$  kunde avläsas ur tabell till 1,1. Effektöverföring/rem,  $P_r$ , för ett 250 mm remhjul vid varvtalet 2180 avlästes ur Optibelt katalog till 27 kW/rem och korrektionsfaktorn för remlängden  $K_1$  är 0,96 och korrektionsfaktorn för omslutningsvinkeln  $K_2$  är 1,0 (Optibelt, 2018).

Detta gav oss att erforderligt antal remmar blev 2. Längden på remmarna beräknades med formeln:

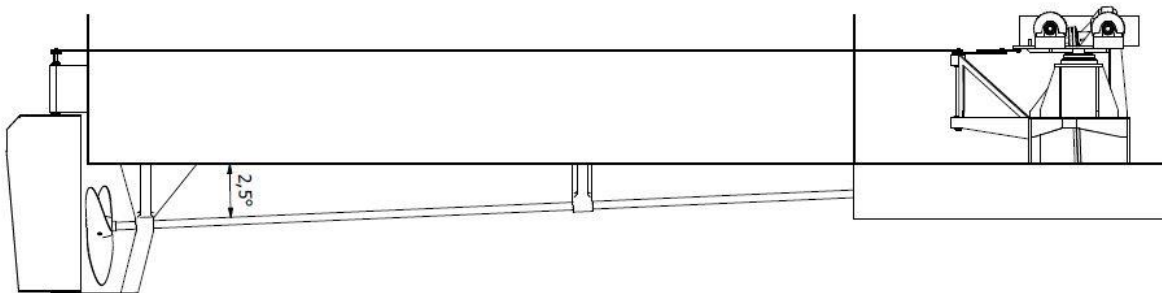
$$L_p = 2 * c_0 + \frac{\pi}{2} * (d_{p2} + d_{p1}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4 * c_0}$$

Avståndet  $C_0$  mellan differentialväxels utgående axel och propelleraxeln är 659 mm. Med 250 mm remhjul blir således preliminära remlängden 2103 mm. Ur Optibelt produkttabeller avlästes att närmaste rem har längden 2120 (Optibelt, 2018). Detta betyder att det behövs två remmar av modell RED POWER 3 SPA2120 samt två stycken två spåriga remhjul TB SPA250-2 med tillhörande lager. Rem av modell RED POWER 3 har högre effektöverföring/rem, vilket medför att antalet remmar kan reduceras samt att remspänningen kan minskas.

Remspänningen utförs med fjäderbelastad spännrulle.

## 4.6 Propeller och propelleraxel

Den förmånligaste framdrivningen sker med traditionell propelleraxel. Propelleraxeln kommer drivas via remhjulet och bör ha varvtalsområdet 1450-2900 rpm. Propelleraxeln kommer att installeras med 2,5° lutning för att säkerställa vattenströmningen till propellern, se figur 19.



Figur 19 Propelleraxeln drivs av två remmar som syns i figuren

#### 4.6.1 Propeller

Pontonflotten är designad för låga hastigheter, max 8 knop. Propellermodell bestämdes utifrån detta. Enligt teori brukar deplacerande båtar oftast utrustas med trebladiga propellrar (Sleipner Ab, 2018).

Propellerns stigning bestämdes utifrån följande formel (Andersson, 2004):

$$V_p = \frac{\text{Stigning} * \text{varvtal} * 60}{1852} \quad [\text{knop}]$$

Där  $V_p$  är teoretiska hastigheten om propellern skulle rotera som en skruv utan slip. För att få verkliga hastigheten bör slipen tas i beaktande, vilket ger oss :

$$V = \left(1 - \frac{\text{slip } \%}{100}\right) * V_p \quad [\text{knop}]$$

Utifrån detta kunde hastigheten 8 knop uppnås med en trebladig propeller med 10 tums stigning, då slippen uppskattades till 20%. Propellerns diameter bestämdes till 14 tum för att undvika för hög slip, då det visat sig att mindre propellrar lätt ger hög slip (Andersson, 2004).

#### 4.6.2 Propelleraxel

Propelleraxeln bör vara av rostfritt stål och diametern kunde bestämmas med följande dimensioneringskriterier (Det Norske Veritas, 2008) :

$$d = 90 * \left(\frac{P}{rpm}\right)^{\frac{1}{3}} * \left(\frac{600}{R_m + 160}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Rostfritt stål som används vid propelleraxlar SS 2324 har en brottgräns  $R_m$  på 590 MPa (Veneaxselisto, 2018) och detta gav oss 24 mm diameter vilket avrundades till 25 mm diameter då det är en standard dimension på propelleraxlar. Längden på propelleraxeln är 4,5 m, därför valde vi även att undersöka vridskjuvningsvinkeln.

Vridskjuvningsvinkel av propelleraxeln undersöktes med följande formel (Dahlberg, 2001):

$$\theta = \frac{M_v * L}{G * k_v}$$

Det resulterade i en vridskjuvning på 2,23°/m med 25 mm propelleraxel, vilket inte är optimalt. Propelleraxelns diameter bestämdes således till 35 mm då vridskjuvningsvinkel endast blev 0,58°/m, vilket är tillfredsställande.

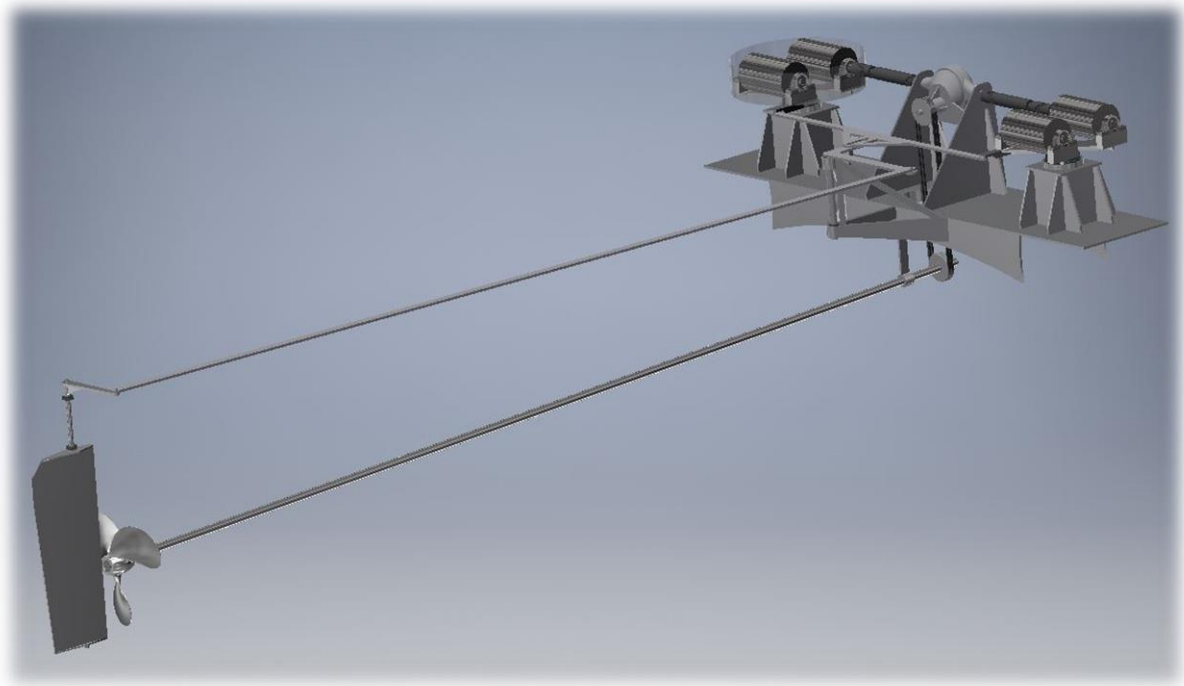
Propelleraxeln utrustas även med ett trycklager samt två axelbärlager av mässing och gummi som är vattensmorda, se figur 20.



*Figur 20 Propelleraxel bärlager i gummi och mässing (Wahlborgs Marina, 2018)*

## 5 STYRNING

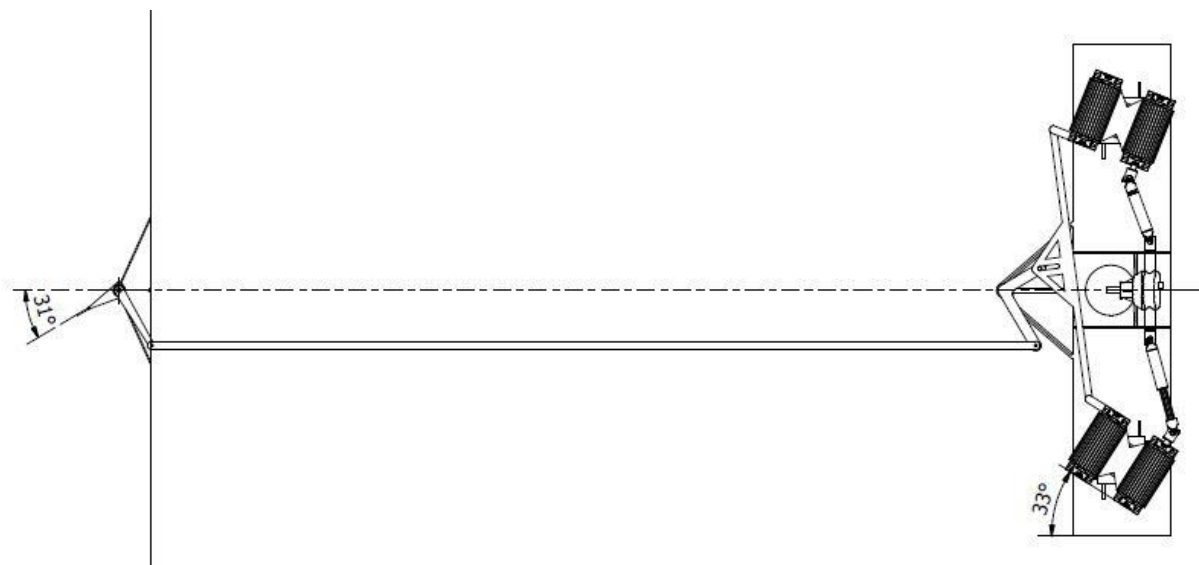
Styrningen sker mekaniskt genom att en länkarm kopplar samman dom vridbara plattformarna varifrån en hävarm påverkar styrstaget. Då styrstaget dras eller trycks ändras vinkeln på rodrets hävarm. Således sker styrningen utifrån hur plattformarna roterar.



*Figur 21 Överblick av styrsystem och framdrivningsanordning med fundament*

Maximalt roderutslag är  $31^\circ$ , se figur 22. Ett flatroder stallar vid  $30^\circ$ - $35^\circ$  roderutslag.

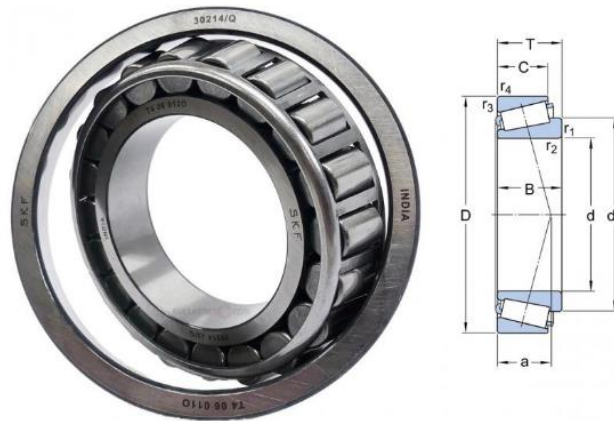
Rodervinkeln kan optimeras vid behov genom att ändra på hävarmarnas längd alternativt ändra bomförbandens slaglängd.



*Figur 22 Max roderutslag är 31 grader*

## 5.1 Roder

Rodret och roderstocken är av aluminium. Roder stockens diameter bestämdes till 20 mm och den lagras med två koniska rullager av modell SKF 30204, se figur 23.



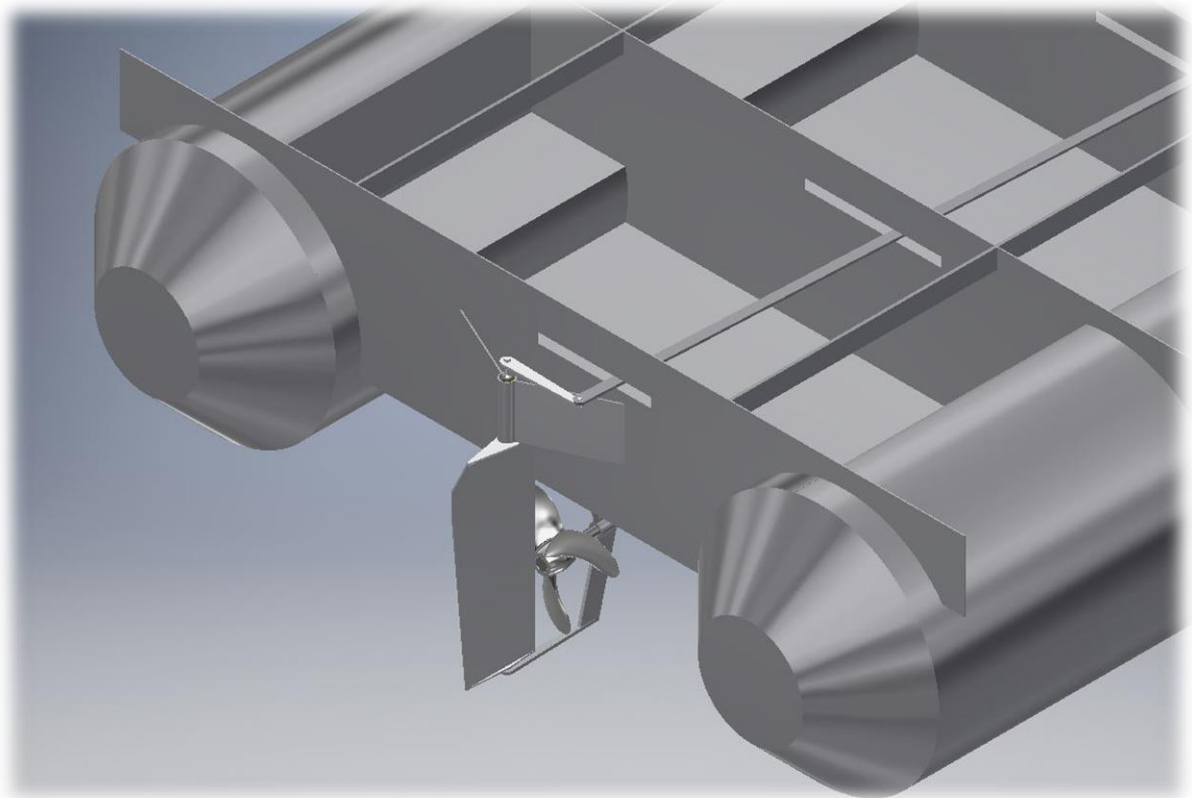
Figur 23 Roderstockens lager är koniska rullager (Kullagret.com, 2018)

Rodrets godstjocklek beräknades enligt formeln (Det Norske Veritas, 2008) :

$$t = 3 + 0,125 * d$$

Vilket resulterade i 5 mm godstjocklek.

Riktlinjer för rodrets utformning och storlek hämtades från Sleipner Ab som är specialiserade inom roder och propellrar (Sleipner Ab, 2018). Bild över roder och styrstag syns i figur 24.



*Figur 24 Roder och styrstag*

Ett enkelt glidlager monteras vid underkant av rodret där propellerskyddet monteras.

## **5.2 Styrstag**

Styrstaget består av en plattstång av aluminium. I var ände av styrstaget monteras länkhuvuden så att de kan röras fritt vid vridning. Vid genomförningarna i varje transversellt skott kommer styrstaget att glida på en glidyta av nylon för att styva upp de långa styrstaget mot knäckning. I aktergaveln löper styrstaget genom gummitätning för att vatten inte skall kunna tränga in.

# 6 ANGÖRING OCH FÖRTÖJNING AV PONTONFLOTTE

## 6.1 Lastkaj

Pontonflotten kan förtöjas vid nästan vilken brygga eller kaj som helst om man inte har för avsikt att lossa fordonet. Dock rekommenderas en flytbrygga med speciallåsning för att kunna lasta eller lossa fordonet från pontonflotten på ett optimalt sätt. Flytbryggan bör då ha ett stående 60 mm rör i centrum vid änden av flytbryggan som går från locket på flytbryggan ner till vattenytan.

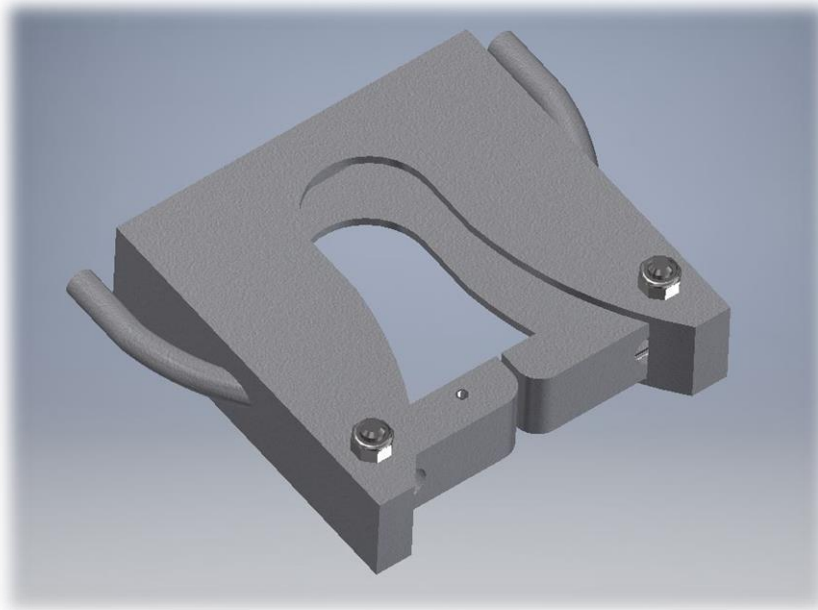
Lastning och lossning kan även utföras vid övriga lastkajer som inte är flytbrygga, dock bör man beakta att höjdskillnaden inte är för stor.

## 6.2 Angörningsmekanism

Angörningsmekanismen (figur 25) är till för att säkra pontonflotten vid flytbryggan, så man kan stiga ur fordonet och förtöja med tampar utan att pontonflotten riskerar glida ut från bryggan.

När pontonflotten körs mot flytbryggans stående rör kommer angörningsmekanismen att kroka fast i röret. Angörningsmekanismen är v-formad för att underlätta angörningen och har fjäderbelastade låsningar som öppnar då röret pressas mot dem.

För att låsa upp angörningsmekanismen drar man i en vajer som drar upp de fjäderbelastade krokarna och pontonflotten kan backas ut från bryggan. Då spänningen på vajern släpps åker krokarna tillbaka ut i angörningsläge.

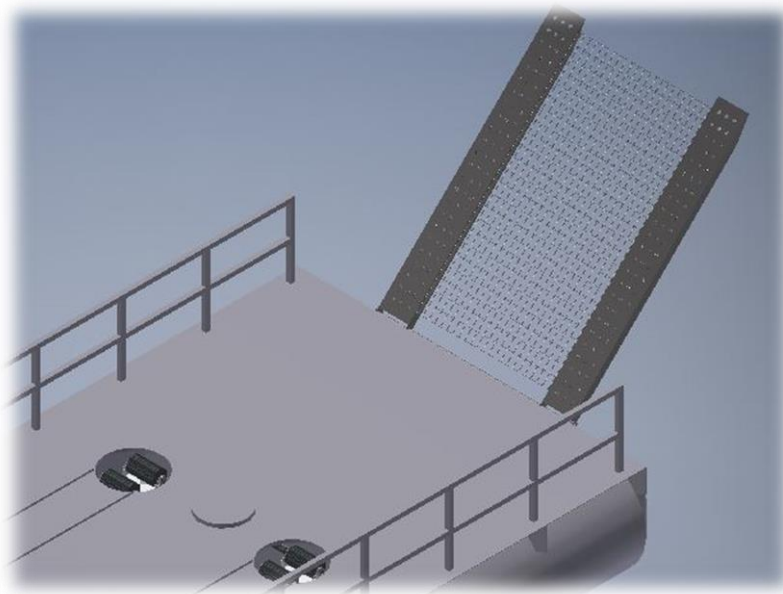


*Figur 25 3D- modell av angrömningsmekanism*

### **6.3 Lastramp**

En 2,5 meter lång lastramp monteras för att kunna köra på och av bilen på pontonflotten. Lastrampen är dimensionerad för 2500 kg belastning (IKH, 2018). Höjning och sänkning sker med en liten manuell vinsch.

Figur 26 visar lastrampen, där en gallerdurk utgör centrum av rampen. Gallerdurken kan delvis fällas upp vid drift för att öka synfältet.



*Figur 26 Lastramp med gallerdurk*



## 6.4 Pollare

Utöver att angröpningsmekanismen låser fast pontonflotten till kajfästet så kan pontonflotten ytterligare förtöjas med tampar och pollare (figur 27). Detta för att säkerställa att pontonflotten hålls stilla då bilen körs iland.

Vid rostfria pollare monteras en gummipackning mellan pollare och däck för att skilja de olika materialen åt och på så sätt undvika galvaniska strömmar.



*Figur 27 Pollare i rostfritt monteras på däck (Biltema, 2018)*

## 7 ÖVRIG UTRUSTNING

Som för alla fritidsbåtar och arbetsbåtar kommer en hel del mindre men viktig utrustning installeras. Nedan följer den viktigaste utrustningen.

### 7.1 Lanternor

För denna storlek av farkost behövs endast tre lanternor, en topplanterna och styrbord/badbords lanternor. I detta skede av prototypdesign har inget el-system planerats. Således kan lanternorna drivas av egna inbyggda batterier, vilket har visat sig fungera bra för fritidsbåtar och är förmånligt.

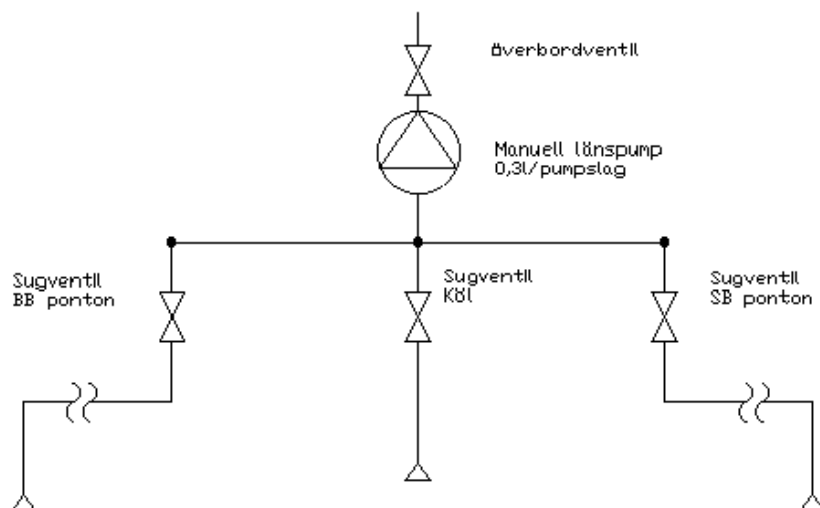
En kombi lanternerna där alla tre lanternor är inbyggda rekommenderas. LED varianter som är godkända av svenska sjöfartsverket samt US Coastguard är förmånliga, figur 28.



Figur 28 Batteridrivna kombilanterna (Bizzlight, 2018)

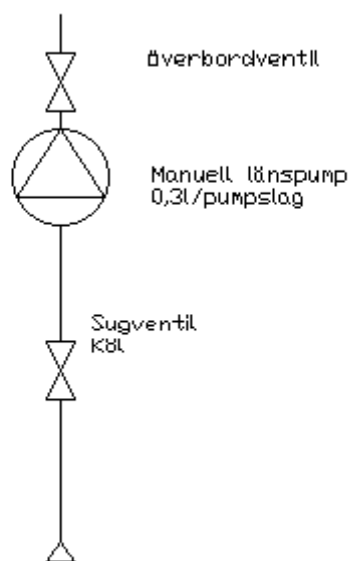
### 7.2 Länsvattenpump

En manuell länsvattenpump bör monteras för att kunna avlägsna eventuell kondens eller regnvatten från länsgruppen. Pumpen bör kunna suga från båda pontoner och framdrivningsutrymmet. Länsvattenpumpen når man från däck och genom att öppna eller stänga rätt sugventil kan man bestämma vilket utrymme som töms, se figur 29 nedan. En pump med en kapacitet på 0,3 liter per pumpsdrag anses vara tillräcklig (Biltema, 2018).



Figur 29 Simpel beskrivning av länsypump med ventiler

Vid skumfyllda pontoner är suglina till pontonerna inte nödvändiga. Således bör endast mellandelen med framdrivningsanordningen kunna tömmas, figur 30.



Figur 30 Länsypump system vid skumfyllda pontoner

### 7.2.1 Elektrisk länsvattenpump

En rekommendation är att installera en elektrisk länsvattenpump med nivåvakt som drivs av 12 V batteri. Batteriet kan då laddas med solpanel. Detta är fördelaktigt om pontonflotten står länge obevakad.

Planering och design av ett elsystem med solpaneler kräver vidare undersökning för att utföras korrekt.

### **7.3 Brandsläckare**

Brandsläckare ombord skall monteras på relingen i ett godkänt lättåtkomligt skåp.

Brandsläckaren bör vara en pulversläckare med en storlek på åtminstone 6 kg (Det Norske Veritas, 2008).

### **7.4 Flytvästar**

Ombord bör det finnas korrekt antal flytvästar, i vårt fall fem stycken då bilens kapacitet är en förare och fyra passagerare. Dessa bör förvaras i en vattentät låda på däck.

### **7.5 Avbärarlist**

En avbärarlist i gummi rekommenderas att installeras runt om pontonflotten för att skydda skrovet samt brygga från slitage.

### **7.6 Förvaringslåda**

En vattentät förvaringslåda monteras på akterdäck var man kan förvara förtöjningslinor, ankare och flytvästar.

## 8 KOSTNADSKALKYL

En stor del av arbetet var att undersöka om detta skulle gå att förverkliga till en rimlig summa. Den största utgiften var som förväntat materialet till skrovet som landade på ca. 17 000 € (inkl.moms). Priserna för material är hämtat från Stena Stål (Stena stål, 2017) och priset för remtransmissionen är hämtat från Optibelts kalkyleringsprogram CAP6.0 (Optibelt, 2018). Det är i detta skede svårt att sätta ett pris på vad arbetet skulle kosta att fysiskt bygga pontonflotten, således är det totala priset exklusive arbete.

I tabell 3 nedan följer en kort sammanställning av kostnadskalkylen, för en fullständig kostnadskalkyl se bilaga 2.

*Tabell 3 Kostnadskalkyl för pontonflotte i aluminium*

<b>Typ</b>	<b>Kostnad € (inkl.moms)</b>
Material	17000
Framdrivning & styrning	2400
Lager	1100
Övrigt	1500

**Totalt 22000 €**

En kort kostnadsundersökning utfördes även för stålskrov för att jämföra prisskillnaden. Att bygga skrovet i stål var som väntat billigare, dock blir pontonflotten tyngre och underhållet skulle öka på grund av stålets benägenhet att korrodera. Tabell 4 visar en ungefärlig kostnadskalkyl för pontonflotte med stålskrov, priset för material sjönk med ca. 9000 €.

*Tabell 4 Kostnadskalkyl för pontonflotte med stålskrov*

<b>Typ</b>	<b>Kostnad € (inkl.moms)</b>
Material	8000
Framdrivning & styrning	2400
Lager	1100
Övrigt	1600

**Totalt 13100 €**

## 9 UNDERHÅLL OCH TORRDOCKNING

Underhåll är viktigt om man vill att pontonflotten skall vara driftsäker och ha en lång livslängd. Farkoster som färdas till sjöss utsätts för en hel del påfrestningar där bland annat den värsta faktorn är fukt. Lager bör smörjas regelbundet (SKF, 2018) och skrov samt ramper bör undersökas för sprickor eller andra deformationer då detta i värsta fall kan leda till att pontonflotten kan sjunka eller att personskador uppstår.

Denna prototyp är inte konstruerad för drift i isförhållanden. Därför bör pontonflotten helst tas upp under vinterhalvåret. Till detta användes en kran som lyfter upp pontonflotten på bockar. Då pontonflotten står på bockar bör noggrann undersökning av skrov utföras.

Ett detaljerat underhållsschema är bifogat i bilagor och det rekommenderas att användas, se bilaga 1.

# 10 PONTONFLOTTESPECIFIKATION OCH RITNINGAR

En generalarrangemangs ritning av pontonflotten bifogas i specifikationen för fordonsdriven pontonflotte, se bilaga 3. Arrangemangsritningen visar en styrbordsvy, en toppvy samt tvärskeppsvy. Detta ger en bra överblick av pontonflottens dimensioner och konstruktion.

Ett dokument med pontonflottens specifikationer bifogas i bilagor, se bilaga 3. Denna innehåller viktig teknisk information för att bygga pontonflotten.

Måttfatt ritning för tvärskeppsvyn av pontonflotten samt på angörningsmekanismen bifogas i specifikationen, se bilaga 3.

# 11 SLUTSATS

Valet av detta examensarbete grundar sig i vårt intresse av fartygskonstruktion och vi ville fördjupa oss mer i detta. Vi fick ett intressant förslag på examensarbete av en privatperson. Idén gick ut på att vi skulle undersöka möjligheterna att driva en pontonflotte med personbil inomskärs i skyddade vatten. Vid en kort efterforskning kunde vi inte hitta någon liknande lösning.

Först och främst skulle vi planera en framdrivningsanordning och undersöka en skrov design. DNV:s regelverk för arbetsbåtar under 24 m skulle användas som riktlinje. Pontonflottens konstruktion önskades vara enkel och minimalt med underhåll skulle hållas i åtanke genom arbetet.

Beräkningar utfördes manuellt samt med Microsoft Excel och Inventor. Ritningar utfördes med AutoCad och Inventor. I efterhand kan vi konstatera att det kunde varit fördelaktigt att använda Cad-programmet Rhinoceros, då det är mera inriktat på design av fartyg och båtar och skulle ha underlättat vårt arbete en del.

Kostnads kalkyl för material och utrustning utfördes och summan landade på ca. 22 000 €. Priset för arbete har ej tagits i beaktande då det inte är bestämt vem som skall eventuellt bygga pontonflotten, och hur stor del av bygget som skulle utföras själv.

Detta projekt utgår från en framhjuldriven personbil. Prototypen kunde utvecklas att passa både framhjuldriven och bakhjuldriven personbil. Dock skulle detta kräva ändring av design och vidare utveckling.

Att bygga en fordonsdriven pontonflotte verkar genomförbart, dock skulle en hel del förbättringar kunna utföras under byggets gång. Fortsatta underökningar inom följande områden rekommenderas:

- Trafiksäkerhetsverkets regler
- Läckstabilitet
- Kontroll av dimensioner
- Hållfasthetsberäkningar för skrovet
- Design av 12 V el-system med solpanel



- Framdrivning med fyrhjulsdriven personbil
- Lastramp i för och akter för att underlätta angörning
- Alternativ skrovform

Detta examensarbete har gett oss fördjupad kunskap inom projektering av båtar och maskinelement vilket vi anser kommer gynna oss i arbetslivet framöver. Användandet av till exempel DNV:s regelverk har lärt oss att man vid projektering bör ha koll på om det är tillåtet och säkert att konstruera komponenter som man från början tänkt sig.

# KÄLLFÖRTECKNING

Andersson, T. (2004). *Maskinlära för sjöpersonal*. Stockholm: TA-Driftteknik.

Bildelsbasen. (2018). Hämtat från [www.bildelsbasen.se](http://www.bildelsbasen.se):

[https://www.bildelsbasen.se/?link=item&searchmode=1&vc1=204&pc1=104&vc\[0\]=204114100&pc\[0\]=104100100&post\\_id=36262314](https://www.bildelsbasen.se/?link=item&searchmode=1&vc1=204&pc1=104&vc[0]=204114100&pc[0]=104100100&post_id=36262314) den 24 4 2018

Biltema. (2018). *Veneily*. Hämtat från [www.biltema.fi](http://www.biltema.fi):

<http://www.biltema.fi/fi/Veneily/Pumppu/Pilssipumppu/Manuaalinen-pilssipumppu-2000037509/> den 24 4 2018

Bizzlight. (2018). *Lanternor*. Hämtat från [www.bizzlight.se](http://www.bizzlight.se):

<https://www.bizzlight.se/sv/batteridrivna-lanternor/navisafe-roed,-groen,-vit-lanterna.php> den 21 4 2018

Dahlberg, T. (2001). *Teknisk hållfasthetslära*. Lund: Studentlitteratur AB.

Dahlvig, G. (1988). *Konstruktionselement och maskinbyggnad*. Stockholm: LIBER.

Det Norske Veritas. (2008). *Standard for certification No. 2.21*.

IKH. (2018). *perävaunut*. Hämtat från [www.ikh.fi](http://www.ikh.fi): <https://www.ikh.fi/fi/ajosilta-pari-2500kg-250x35x7-teras-phl-ponggratz-ppv500027> den 24 4 2018

Kullagret.com. (2018). *Kullager*. Hämtat från [www.kullagret.com](http://www.kullagret.com):

<https://www.kullagret.com/category/kullager> den 24 4 2018

Optibelt. (2018). *Documentation*. Hämtat från [www.optibelt.com](http://www.optibelt.com):

<https://www.optibelt.com/en/power-transmission/service/documentation.html> 2018

Optibelt. (2018). *Power transmission*. Hämtat från [www.optibelt.com](http://www.optibelt.com):

<https://www.optibelt.com/en/power-transmission.html> den 24 4 2018

Rototest reaserch institute. (2006). *Powertrains performance graphs*. Hämtat från [www.rri.se](http://www.rri.se):

<http://rototest-research.eu/popup/performancegraphs.php?ChartsID=530> den 26 3 2018

SKF. (2018). *Products*. Hämtat från [www.skf.com](http://www.skf.com):

<http://www.skf.com/us/products/index.html> den 24 4 2018

Sleipner Ab. (2018). *Kategorier*. Hämtat från [www.sleipnerab.se](http://www.sleipnerab.se):

<https://sleipnerab.se/kategori/1776/radice-propellere/> den 4 5 2018

Stena stål. (2017). *stenastal.se/prislistor*. Hämtat från [stenastal.se](http://www.stenastal.se):

[https://www.stenastal.se/siteassets/document/lagerprislista/armeringsprislista/stena\\_stal\\_lagersortiment\\_2018.pdf](https://www.stenastal.se/siteassets/document/lagerprislista/armeringsprislista/stena_stal_lagersortiment_2018.pdf) 2018

- Stålgrossisten. (2018). *Produkter*. Hämtat från [www.stalgrossisten.se](http://www.stalgrossisten.se):  
<http://www.stalgrossisten.se/produkter/aluminium/> den 3 5 2018
- Turbobricks Forums. (2013). *Forums*. Hämtat från [www.forums.turbobricks.com](http://www.forums.turbobricks.com):  
<http://forums.turbobricks.com/showthread.php?t=288443> den 3 5 2018
- Wahlborgs Marina. (2018). *Tillbehör*. Hämtat från [www.wahlborgsmarina.se](http://www.wahlborgsmarina.se):  
<https://www.wahlborgsmarina.se/tillbehor/propelleraxlar-axeltillbehor/axellagring/vattensmort-axellager-2540.html> 2018
- Veneakselisto. (2018). *Potkuriakselistot ja tarvikkeet*. Hämtat från [www.veneakselisto.com](http://www.veneakselisto.com):  
<https://veneakselisto.com/kauppa/tuote/potkuriakseli-25mm-2500mm/> den 24 4 2018
- Wiberger. (2018). *Produkter och priser*. Hämtat från [www.wiberger.se](http://www.wiberger.se):  
<https://www.wiberger.se/templates/din808-a.htm> den 24 4 2018

# Bilagor

## Bilaga 1 Underhållsschema

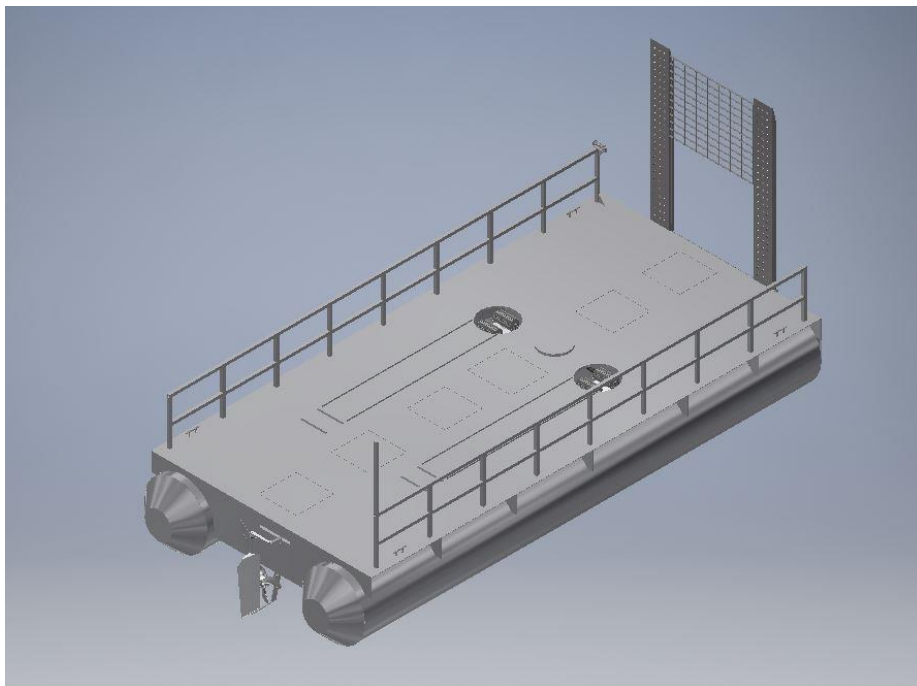
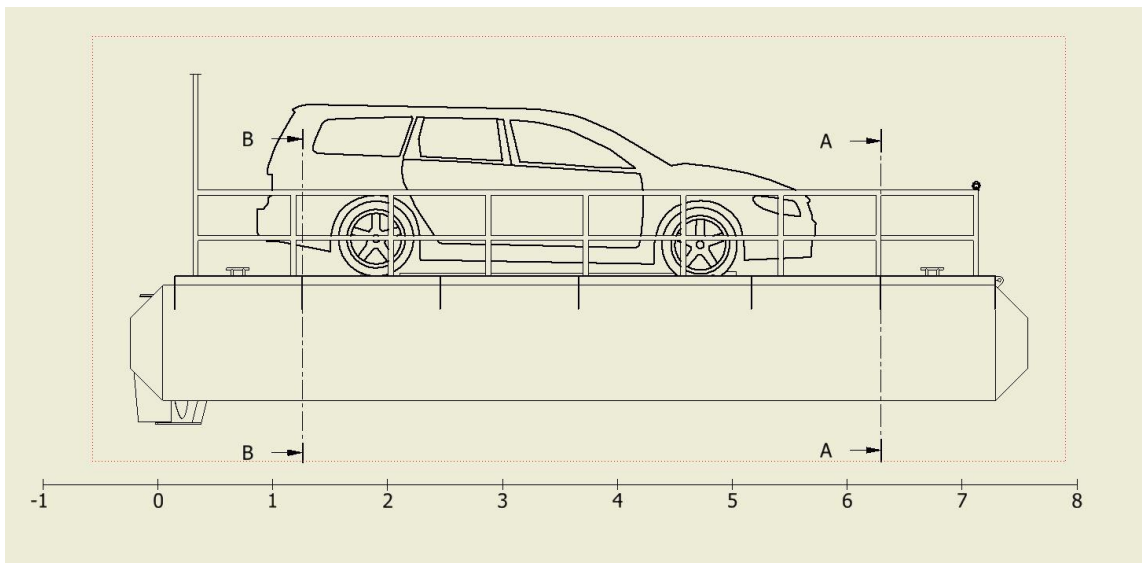
Underhållsschema				Tillägs information	
Fartygsdriven pråm					
Område	Åtgärd	Intervall	Arbetsbeskrivning		
Skrov	Inspektera skrov kondition	2 ggr/år	Undersök svetsfogar och allmän kondition av skrov samt täck.	Innan sjösättning och efter upptagning Efter upptagning  1 ggr/år eller om luckorna avlägsnas	
	Rengöring av skrov	1 ggr/år	Rengör skrov med högtrycksvätt och skrubbing med borste för att avlägsna eventuell beväxtning.		
	Inspektion av service luckor	1 ggr/år	Kontrollera gummi packningarnas kondition på service luckorna för att säkerställa att det är täta och att skruvförbanden är åtdragna.		
Framdrivning och styrning	Kontroll av remmarnas spänning	3 månader	Deflection 14,35 mm. Remspänningsmätare 50N.	Deflection vid nya remmar 11,5 mm	
	Kontroll av remmarnas allmänna kondition	3 månader	Kontrollera efter sprickor och allmänt slitage av remmarna.		
	Kontroll av remhjulets kondition	3 månader	Kontrollera efter sprickor eller deformationer av remhjul. Kontrollera även efter lagerslitage.	Servicefria lager, behöver ej smörjas.	
	Underhåll av splinesaxlar	2 ggr/år	Smörj splinesaxlarna. Kontrollera allmän kondition. Knutkors är nållagrade och livstidsmörda.	Viima EP-2 universalfett eller motsvarande	
	Underhåll av drivrullar	2 ggr/år	Smörj lager vid lagerenheten. Kontrollera allmän kondition. Kontrollera eventuellt lagerslitage.	Viima EP-2 universalfett eller motsvarande	
	Underhåll av vridplatta	2 ggr/år	Kontrollera efter sprickor i svetsfogar och allmän kondition. Smörj vridplattans lager och kontrollera eventuellt lagerslitage.	Viima EP-2 universalfett eller motsvarande	
	Kontroll av styrstag	2 ggr/år	Kontrollera efter sprickor eller deformationer av styrstag. Kolla att länkhuvuden kan röras fritt.		
	Underhåll av roder och roderstock	2 ggr/år	Smörj roderstockens lager. Kontrollera allmän kondition av roder samt anordning.	Viima EP-2 universalfett eller motsvarande	
	Ramp och angöringsmekanism	Inspektion av lastramp	2 ggr/år	Kontrollera efter sprickor i svetsfogar och allmän kondition. Kontrollera att gallerdukken sitter fast. Smörj rampens gångjärn.	Viima EP-2 universalfett eller motsvarande
		Inspektion av angöringsmekanism	2 ggr/år	Kontrollera efter sprickor i svetsfogar och allmän kondition. Smörj låsningskrokarna. Kontrollera att vajer löper fritt och att öppnings samt stängningsfunktionen fungerar korrekt.	Viima EP-2 universalfett eller motsvarande
Kontroll av manuell vinch		2 ggr/år	Kontrollera att vinchens fungerar felfritt samt att bältet inte är skadat. Kontrollera att vinchens krok sitter ordentligt fast i rampen.		
Kontroll av lanternerna		Innan avgång	Kontrollera att lanternerna fungerar felfritt innan varje avgång.	Byt batteri vid behov (3st AAA).	
Övrigt	Töm bilgegröpar	1 ggr/vecka	Pumpa ur alla 3 bilgegröpar.		
	Underhåll av grind i relingen	1 ggr/vecka	Kontrollera att grinden öppnas och stängs korrekt samt att låsningsmekanismen fungerar. Smörj vid behov.	Viima EP-2 universalfett eller motsvarande	
	Inspektion av pulversläckare.	1 ggr/vecka	Kontrollera att trycket på manometern står på grönt. Kontrollera allmän kondition samt att den sitter fast på korrekt sätt. Pulversläckare skall skickas på granskning enligt datumen märkta på släckaren.		

## Bilaga 2 Kostnads kalkyl

							1kr = 0,09645 € 19.4.2018		
Typ	Modell	Mått	Antal st	Pris € /st	Pris kr /st	Försäljare	Pris €		
<b>Material</b>									
Aluminium plåt	EN-AW 5754	20*2020*1020	1	813,66	8436,00	Stena Stål	813,66		
Aluminium plåt	EN-AW 5754	5*2000*1000	1	179,11	1863,00	Stena stål	179,11		
Aluminium plåt	EN-AW 5754	5*1500*3000	21	428,08	4438,40	Stena stål	8989,68		
Gummi packning "list"	Vattenbeständig	8*40*30000	1	18,30		Kumijamatto.fi	18,30		
Aluminium rörprofil	EN-AW 6060/6063 kvadratisk rör	3*30*30*40770	1	300,06	3121,00	Stena stål	300,06		
Aluminium durkplåt	Five bars EN-AW 5754	5*2500*1250	9	311,50	3240,00	Stena stål	2803,50		
Aluminium plattstång	EN-AW 6060/6063	12*80*14260	1	273,42	2843,87	Stena stål	273,42		
Aluminium plattstång	EN-AW 6060/6063	5*10	1	17,10	177,80	Stena stål	17,10		
Stålrör drivrullar	Sömlös	152,4*6,30*1040	1	94,48	979,58	Stena stål	94,48		
Rundstång drivrullar	Stål S355J2	30*1500	1	17,30	179,40	Stena stål	17,30		
Rundstång roderstock	Aluminium EN-AW 6060/6063	20*300	1	2,27	23,49	Stena stål	2,27		
Gallerdurk	Varmförzinkad	1000*1000	2	51,60	535,00	Gallerdurksbutiken.se	103,20		
Aluminium rör ramp	Aluminium EN-AW 6060/6063	3*30*3000	1	17,32	180,09	Stena Stål	17,32		
							13629	exkl.moms	
							17037	Inkl.25%moms	
<b>Framdrivning</b>									
Prop.axel	Syrefast	35*2250	2	477,00		veneakselisto.com	954,00		
Propeller	3-Bladig aluminium	14x13	1	139,00		usparsmarine.fi	139,00		
Remmar	Kraftband REDPOWER 3 SPA 2120	2120	2	46,40		Optibelt	92,80		
Remhjul	TB SPA 250-2	ø250	2	83,77		Optibelt	167,54		
Bussningar remhjul	TB taper bush 2517	16-60	2	21,10		Optibelt	42,20		
Splinesaxlar ø30	Utdragbar kullänk	400*510	2	188,56	1935,00	wiberger.se	377,12		
Diff växel	Begagnad, ungefärligt pris	3,73:1 Ratio	1	341,10	3500,00	bildelsbasen.se	341,10		
Gaffellänk	Elförzinkad	M12x48	4	5,56	57,20	wiberger.se	22,24		
Knutkors ø30	Nållagrad kullänk	58*122	4	52,40	537,70	wiberger.se	209,60		
							2346	inkl.moms	
<b>Lager</b>									
Koniskt rullager, vridplatta	31314	70*150*38	2	199,24	2050,00	SKF/kullagret.com	398,48		
Axelstödlager (prop.)	Vattensmört	ø25*100	2	48,17	499,00	Wahlborgsmarina.se	96,33		
Koniskt rullager, roderstock	30204	20*47*15,25	6	15,10	155,00	SKF/kullagret.com	90,60		
Lagerenhet drivrullar	SY 25 TF	ø25, 70*130	4	28,75	295,00	SKF/kullagret.com	115,00		
Akterlager enhet propeller	Vattensmört gummi/komposit	35*180	1	402,0		veneakselisto.com	402,00		
							1102	inkl.moms	
<b>Övrigt</b>									
Lanternor	LED. Navisafe. Kombo lanterna	35*68	1	67,73	695,00	Bizzlight.se	67,73		
Bilgepump	Manuell	181*135*50	1	24,90		Biltema	24,90		
Slang till bilgepump	PVC slang	10m	2	59,00		Biltema	118,00		
Kulventil	Rostfri	1"	4	19,99		Biltema	79,96		
Förtöjningsfästen	Rostfri	200	4	16,90		Biltema	67,60		
Vinch	Manuell. Med rem och krok	350kg	1	22,90		Biltema	22,90		
Lastramp	Pongratz stål	2500*350 2500kg	1	490,00		IKH	490,00		
Vridfjäder	Rostfritt. 90°	3,43	2	10,45	108,56	fjadrar.se	20,90		
Pulversläckare	34A 183B C	6 kg	1	42,90		Turvakauppa	42,90		
Skruvförband, fetter,fästen mm.	Upskattad summa		1	500,00			500,00		
							1435	Inkl.moms	
							<b>Total summa inklusive moms</b>	21920 €	

# Specifikation

## Fordonsdriven pontonflotte



# 1. Allmän del

## 1.1 Beskrivning av pontonflotten

Denna farkost är en prototyp som baserar sig på att driva en pontonflotte med personbil. Pontonflotten är en låghastighetsfarkost och kommer att användas inomskärs vid transport till olika holmar. På detta sätt kan man förflytta en personbil mellan skärgårdsholmar utan att behöva passa färjtider.

Säker drift med 5 personer och en personbil ombord är ett måste. Pontonflotten är inte designad för körning vid isförhållanden och bör därför inte användas under vinter halvåret. Framdrivningsanordningen är helt mekanisk och underhållskraven är ganska små då inga motorer eller el-system är monterade ombord.

## 1.2 Huvuddimensioner, dödvikt och lättvikt

Total längd: ca. 7,8 m

Längd mellan perpendiklar: 7,3 m

Bredd: 3,5 m

Djupgående: 0,4 m (pontoner)

Djupgående underkant av roder: 0,6 m

Fribord: 0,6 m

Max fart: ca. 8 knop

Lättvikt: 1,77 ton

Dödvikt: 3,33 ton

Max displacement: 5,10 ton

# 2 Skrov

## 2.1 Skrov allmänt

Skrovet består huvudsakligen av 2 rörpontoner som kan skumfyllas vid behov och en mellandel där framdrivningsmekanismen sitter. Skrovet är således uppdelat i 3 vattentäta sektioner. Mellandelen av skrovet är uppbyggt med 5 transversella förstärkningsplåtar samt 2 longitudinella förstärkningsbalkar under lastdäck och i bottenplåten.

## 2.2 Material

Skrovet byggs i 5 mm aluminium plåt, EN-AW 5754.

## 2.3 Lastdäck

Lastdäckets area är 24,5 m<sup>2</sup> och rymmer en normalstor personbil. För att minimera halkrisk byggs lastdäcket i 5 mm aluminium durkplåt. Relingar runtom är av aluminium profilrör. I lastdäcket sitter det 6 stycken serviceluckor som går att lyfta bort vid underhåll av framdrivningsanordning.

SB och BB sida utrustas med 2 förtöjningsfästen, ett i fören samt ett i aktern.

## 2.4 Maskinrum

Trots att ingen stationär motor installeras finns ett utrymme dedikerat till framdrivningsanordningen, som består av remväxel och differentialväxel. Detta utrymme är lättåtkomligt då serviceluckorna kan avlägsnas, även en mindre lucka placeras ovanför det drivande remhjulet för att lätt kunna inspektera remmarnas kondition. Vistelse i utrymmet är förbjudet under drift.

# 3 Klass

Riktlinjer vid design av pontonflotten har hämtats från Det Norske Veritas regelverk (2008) för arbetsbåtar <24 m .

# 4 Designkriterier

## 4.1 Omgivning

Pontonflotten är designad för omgivningstemperaturer mellan +0 °C till +30 °C. Pontonflotten kan köras oberoende sjövattemperatur sålänge det inte är isförhållanden.

## 4.2 Utsläpp och förorening

Personbilen som driver pontonflotten bör vara utrustad med katalysator eller motsvarande avgasrening för att hålla utsläppen låga samt vara i god kondition så att inga utsläpp av bränsle eller olja förekommer.

## 4.3 Trafikeringsområden

Pontonflottens trafikeringsområde är Ålands skärgård, inomskärs i skyddat vatten.



## **5 Utrustning**

### **5.1 Lastramp**

Lastrampen är konstruerad för normal personbil. Den är 2,5 m lång och har en kapacitet på 2500 kg. I centrum av lastrampen monteras gallerdurk som kan fällas upp för att inte skymma förarens synfält då lastrampen är uppfälld. Lastrampen höjs och sänks manuellt med vinch.

### **5.2 Vinch**

Vinch för lastrampen är en manuell modell med handvev. Vinchens kapacitet är 350 kg.

### **5.3 Reling**

Reling runtom lastdäck av aluminium rörprofil bör finnas för att säkerställa säkerheten för personerna ombord. Denna reling har en grind med lås på SB samt BB sida.

### **5.4 Angörningsmekanism**

Angörningsmekanismen är till för att tillfälligt förtöja pontonflotten vid flytbryggan. På så sätt kan föraren stiga ur fordonet och förtöja med snören utan att pontonflotten riskerar åka iväg. Angörningsmekanismen öppnas genom att dra i en vajer.

### **5.5 Förvaringsbox**

En tät förvaringsbox placeras på akterdäck. Förvaringsboxen är ägnad åt förtöjningslinor, ett ankare, fendrar och flytvästar.

### **5.6 Styrsystem**

Styrningen sker mekaniskt med styrstag där en ände monteras vid den vridbara plattformen och den andra änden till rodret. På detta sätt sker styrning av pontonflotten då rodret vrids enligt hur personbilens ratt svängs.

### **5.7 Livräddningsutrustning**

Godkända flytvästar för alla personer som vistas på pontonflotten är ett måste.

Livräddningsboj monteras lättåtkomligt på relingen.

### **5.8 Brandbekämpningsutrustning**

En 6 kg pulversläckare monteras i ett lättåtkomligt och godkänt plastskåp på relingen.

## 5.9 Avbärarlist

Avbärarlist i gummi rekommenderas att installeras på SB och BB sida för att minimera skador på pontonerna.

# 6 Maskineri

## 6.1 Maskineri allmänt

Pontonflotten är inte utrustad med egen motor. Istället har en egen framdrivningsanordning konstruerats där personbilen fungerar som pontonflottens kraftkälla.

## 6.2 Personbil

Pontonflotten är designad för en standard Volvo V70 med följande data:

Längd: 4,72 m

Bredd: 1,80 m

Höjd: 1,49 m

Vikt: 1550 kg

Effekt: 103 kW. Pontonflotten är konstruerad för maximalt 35kW överförd effekt till propelleraxeln. Bilen bör således köras i endast första växel och max 2000 rpm, eller backväxel.

Det är möjligt att driva med andra modeller av standard storleks personbilar, dock kan det krävas små justeringar.

## 6.3 Framdrivningsanordning

Framdrivningsanordningen överför rotationen från bilens drivande hjul till två rullar på pontonflotten. Dessa rullar kopplas med en utdragbar splinesaxel till en differentialväxel. Utgående axel på differentialväxeln har ett remhjul monterat varifrån remmar öveför rotationen till ett remhjul på propelleraxeln. På detta sätt roterar propellern och pontonflotten har framdrift. Vid drift bakåt lägger man således i backväxel på bilen och propelleraxeln roterar åt andra hållet.

## **6.4 Propeller och propelleraxel**

Framdrivningen sker med traditionell propelleraxel. Propelleraxeln är 4,5 m lång med en diameter på 35 mm. Varvtalsområdet är 1450-2900 rpm. Propelleraxeln kommer vara 2,5° lutad för att optimera vattenströmningen till propellern.

Propellern är 3 bladig stålpropeller med 14 tum diameter och 10 tum stigning.

## **7 Rörsystem och utrustning**

Enda rörsystemet som installeras är till länsystemet, bestående av PVC slangar.

### **7.1 Länsump**

Länsumpen är av manuell typ och skall monteras så den är lättåtkomlig från lastdäck. Med tre olika kulventiler väljer man vilket område pumpen skall suga från. Vid skumfyllda pontoner behövs endast ett område kunna pumpas ur då rörpontonerna inte kan vattenfyllas. Då behövs endast en kulventil.

### **7.2 Länsvattenrör**

För att underlätta montering kommer rören till länsumpen vara av flexibel och lätt PVC slang. Eftersom framdrivningsanordningen inte har något flytande smörjmedel eller bränsle anses en länsvattentank vara obehövlig då det endast kommer vara vatten som pumpas. Således går länsvattnet rakt överbord.

## **8 El-system**

Inget stationärt el-system monteras. Detta kan i efterhand kompletteras lätt med 12 V batteri och solpanel för att kunna installera elektrisk länsump med nivåvakt. Detta rekommenderas om pontonflotten står längre tid oövervakad.

## **9 Navigation**

### **9.1 Navigationsutrustning**

Papperssjökort eller elektroniskt sjökort i bilen.

## **9.2 Navigationsljus**

Batteridrivna LED-lampor med SB, BB och akterljus monteras ombord. Båtens existerande strålkastare kan även användas vid angörning.

# **10 Appendix**

## **10.1 Framdrivningsanordning viktiga komponenter.**

Remmar: Kraftband REDPOWER 3 SPA 2120

Remhjul: TB SPA 250-2

Bussningar remhjul: TB taper bush 2517

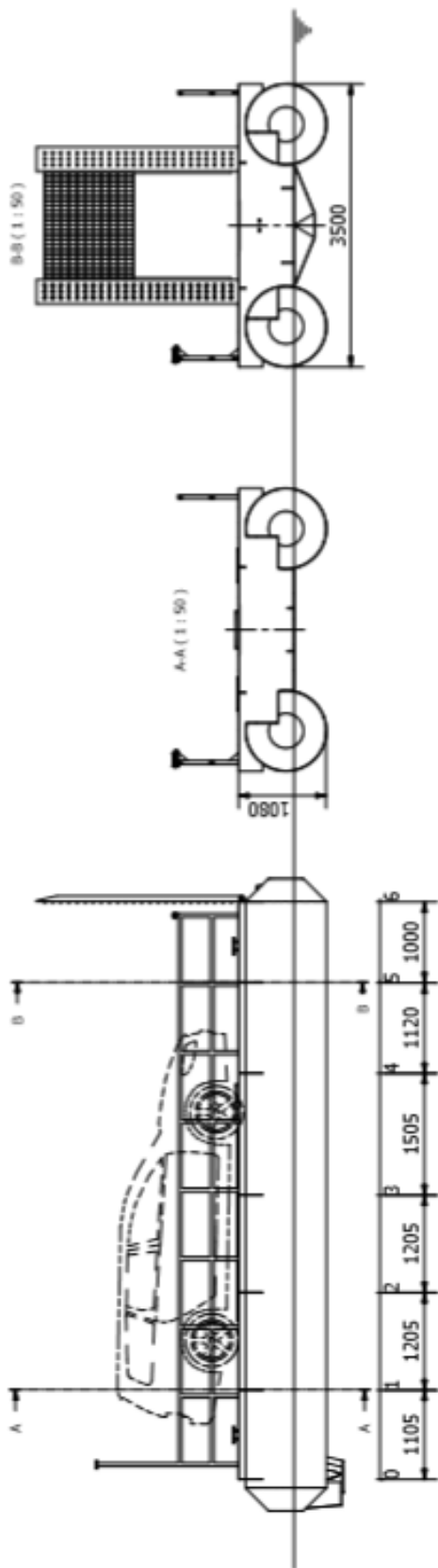
Lager vridplatta: SKF 31314

Lager roderstock: SKF 30204

Lagerenhet drivrullar: SKF SY 25 TF

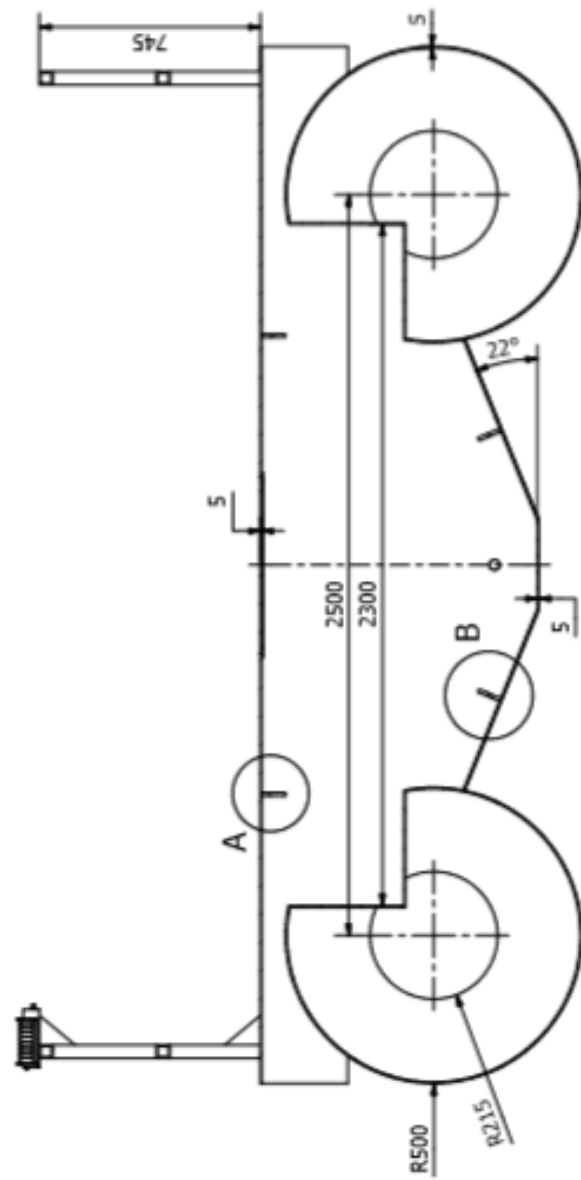
## **10.2 Ritningar**

Bifogat finns A3-ritningar över generalarrangemang, tvärskeppsvy och angörningsmekanism.

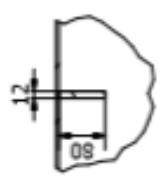


Längd, öa 7.8 m  
 Längd, v1 7.8 m  
 Bredd, öa 3.5 m  
 Bredd, v1 3.48 m  
 Djupg. Design 0.6 m  
 Hastighet max. 8 kn

Designed by FJ/TH	Checked by	Approved by	Date 2018-05-04
Scale 1:50			Revision 1 / 1
Fordonsskriven pontonflotte			



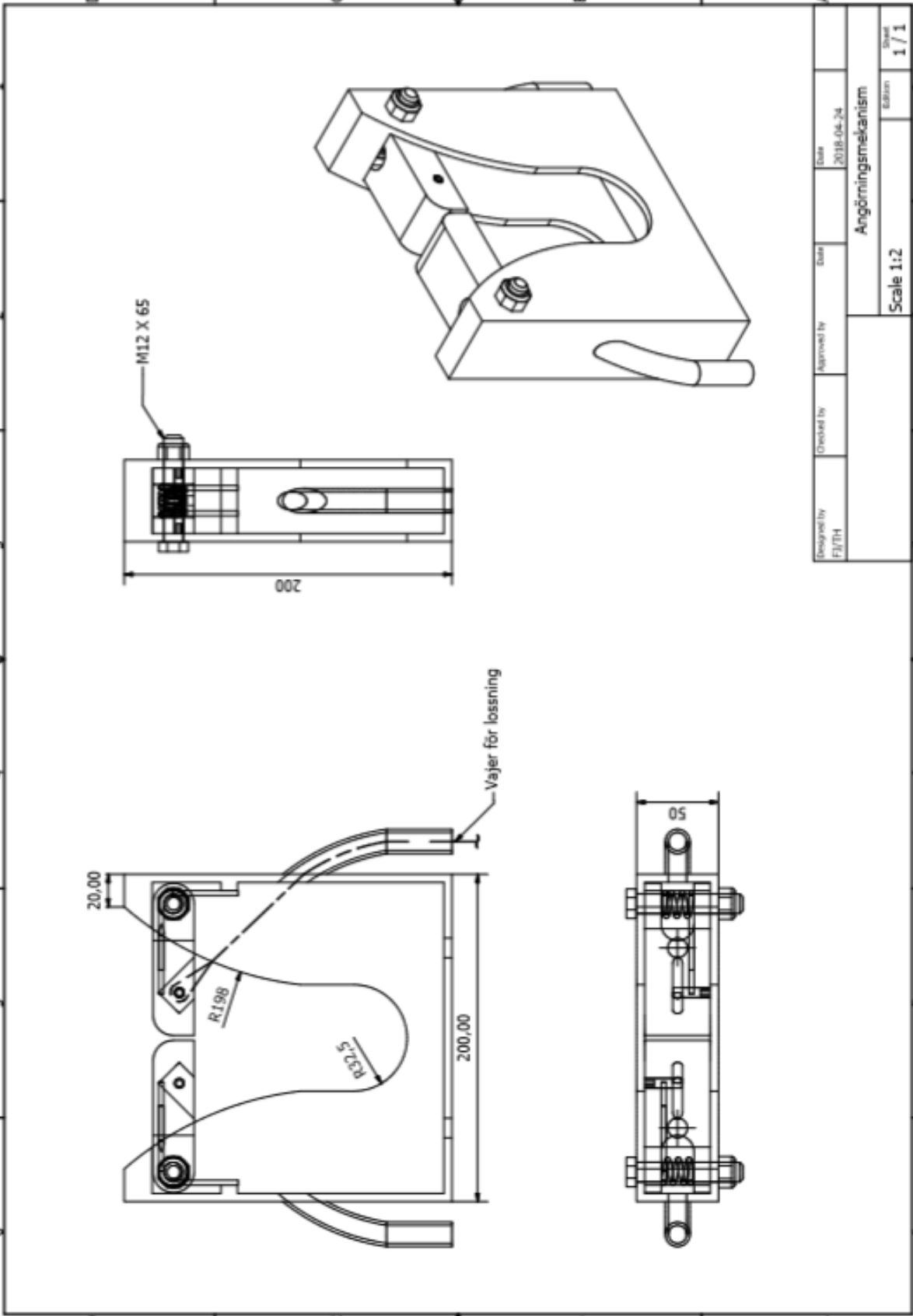
A ( 0,13 : 1 ) Longitudinal



B ( 0,13 : 1 ) Longitudinal



Designed by FJ/TH	Checked by	Approved by	Date 2018-04-26
Tvärskeppsvy			Scale 1:15
Edition			Sheet 1 / 1



Designed by EJ/TH	Checked by	Approved by	Date 2018-04-24
Angömningsmekanism			Scale 1:2
Edition 1/1			Sheet 1/1

