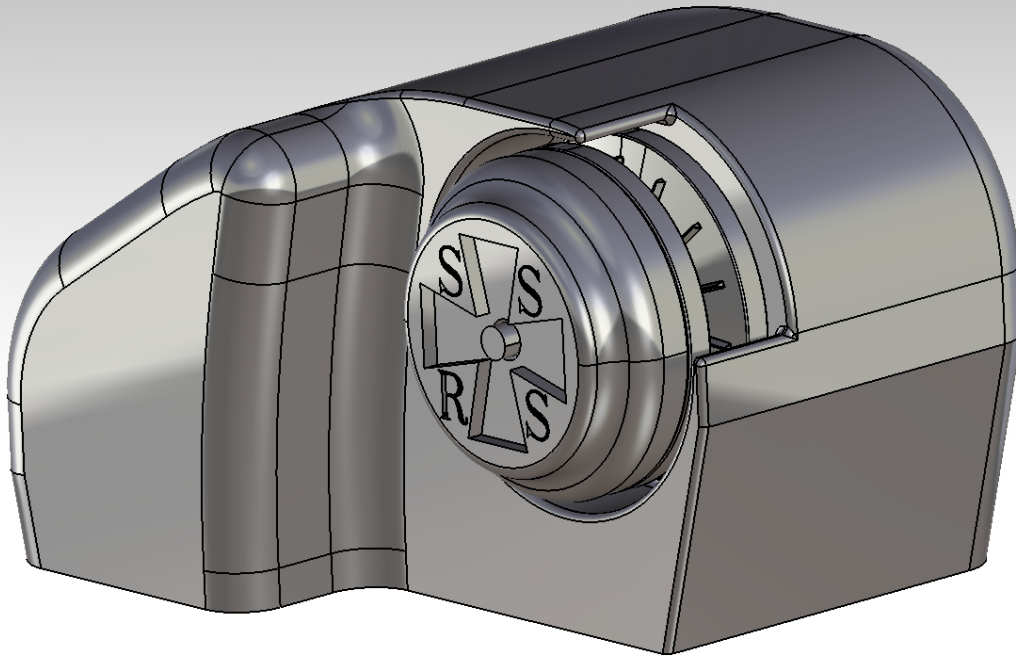




Dimensionering av en bogservinsch till en semi-autonom småbåt

I SAMARBETE MED SVENSKA
SJÖRÄDDNINGSSÄLLSKAPET

Kandidatarbete inom Industri- of Materialvetenskap

Pontus Ekstrand
Samir Kadic

Dimensionering av en bogservinsch till en semi-autonom småbåt

Författare:
Pontus Ekstrand
Samir Kadic

Examinator:
Antal Boldizar

Handledare:
Antal Boldizar
Gert Persson

Kontaktperson på SSRS:
Fredrik Falkman

Samarbete

Projektet har utförts i samarbete med Svenska Sjöräddningssällskapet. Initiativtagare är Fredrik Falkman som kom med idén om bogserfunktion till en semi-autonom småbåt.

Omslagsbild

Omslagsbilden är skapad av ©Pontus Ekstrand och är en illustration av ett komplett ankarspel.

Tack till

Vi vill tacka Gert Persson och Antal Boldizar som agerat handledare under projektets gång. Vi vill även tacka den hjälpsamma och välkomnande personalen på Seasea i Björlanda.



Kandidatarbete IMSX20
Institutionen för Industri- och Materialvetenskap
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
412 96 Göteborg, Sverige

Sammanfattning

Svenska Sjöräddningssällskapet, SSRS, arbetar med att utveckla en mindre semi-autonom bogserbåt, en så kallad Towpod. Towpoden är tänkt att användas under goda väderförhållanden för mindre krävande och icke livshotande räddningsuppdrag. För att bespara organisationen tid och resurser är det tänkt att den obemannade båten ska kunna fjärrstyras från land.

Detta projekt syftar till att dimensionera en vinsch som gör det möjligt för båtförare i behov av bogsering, att på ett säkert sätt kunna ansluta sig till Towpoden med hjälp av en lättillgänglig bogserlina. När väl förankring är slutförd tar föraren av Towpoden över och bogserar dem till land.

Som ett resultat av detta projekt har en teoretisk konstruktion, design och funktionsbeskrivning tagits fram. På grund av att Towpoden fortfarande är under utveckling samt det rådande samhällsläget har prototyper av vinschen inte kunnat framställas och fysiska tester inte kunnat utföras.

Nyckelord: Svenska Sjöräddningssällskapet, Bogservinsch, Ankarspel, Bogserlina

Abstract

The Swedish Sea Rescue Society, SSRS, is developing a small semi-autonomous tug-vessel, a so-called Towpod. The Towpod is intended to be used in benign conditions for less demanding and non-life-threatening rescue missions. To save the organization time and resources, it is intended that the unmanned boat should be remote-controlled from land.

This project aims to design a winch that makes it possible for boaters in need of towing, safely connect to the Towpod using an easily accessible towline. Once the anchorage is completed, the driver of the Towpod takes over and tows them to shore.

The project resulted in a theoretical construction, design and function description. Due to the Towpod still being under development and the current state of the society, prototypes of the winch could not be manufactured and physical tests could not be performed.

Keyword: Swedish Sea Rescue Society, Towing winch, Anchor winch, Towline

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Sjöräddningssällskapet	1
1.1.1 Semi-autonom eldriven småbåt	1
1.2 Problembeskrivning	2
1.2.1 Frågeställningar	2
1.2.2 Dimensionering av bogservinsch	2
1.2.3 Lättillgänglig ände av bogserlina	2
1.2.4 Mätning av utdragen lina	2
1.3 Avgränsningar	3
2. Undersökning av problemet	4
2.1 Krav och önskemål från SSRS	4
2.2 Funktionsstruktur	5
3 Framtagning av alternativa koncept	7
3.1 Befintliga lösningar	7
3.1.1 Dragvinsch	7
3.1.2 ATV vinsch	8
3.1.3 Ankarspel	8
3.1.3.1 Horisontellt ankarspel	8
3.1.3.2 Vertikalt ankarspel	9
3.1.3.3 Bandankarspel	10
3.2 Studiebesök	10
4 Analys och utvärdering av alternativa koncept	11
4.1 Elimineringsmatris	11
4.2 Pughmatris	12
4.3 Beskrivning av det resulterande konceptet	13
4.3.1 Komponenter	13
4.3.2 Placering av ankarspel på Towpod	14
4.3.3 Fallhöjd på inmatad lina	15
5. Slutkonstruktion och Vidareutveckling	16
5.1 Beskrivning av slutkonstruktion	16
5.1.1 Resulterande funktionsmodell	16
5.1.2 Konstruktion av vinsch	17
5.1.2.1 Fyra viktiga komponenter	17
5.1.2.2 Materialval	19
5.1.3 Lättillgänglig lina	19
5.1.4 Mätning av utdragen lina	20
5.2 Potentiella ankarspel på dagens marknad	22
5.2.1 Lewmar Pro-Fish PB 1000, 12- 14 mm	22
5.2.2 Lewmar HX1 Frifall ankarspel	22

5.2.3 Quick Genius GP2 2000	23
5.3 Förslag till fortsatt arbete	24
5.3.1 Låsningsmekanism	24
5.3.2 Ankarspelsbox	24
Referenser	25
Bilagor	26

Nomenklatur

Semi-autonom: Båten skall inte vara bemannad, allt kan styras på distans med exempelvis fjärrstyrning.

Towpod: En liten livbåt, framtagen av SSRS vars huvudfunktion är att bogsera.

Förankring: Sammankoppling mellan utsatt båt och Towpod. betryggande anknytning.

Kapslingsklassning: En klassificering av inkapslingen av elektronisk utrustning för skydd mot vatten, damm och andra inträngande föremål.

Neutralläge: Läget på vinschen då linan rör sig fritt genom linhjulet.

Svallvåg: En ytvåg som uppstår då en kropp rör sig på vattenytan.

Förtöjningsfjäder: En skonsam stötupptagare, vars funktion är att skydda mot plötsliga ryck i lina.

Tre-slagen lina: Ett rep med tre kardeler kallas tre-slaget.

Kardel: Är en del av lina. En lina består av flera kardeler som tvinnats samman runt om exempelvis en blykärna.

1 Inledning

Detta examensarbete genomförs för att bidra till ett större projekt hos Svenska Sjöräddningssällskapet (SSRS) som behandlar en semi-autonom eldriven bogserbåt, som leds av Fredrik Falkman, SSRS.

1.1 Sjöräddningssällskapet

Svenska Sällskapet för Räddning af Skeppsbrutne, SSRS, grundades 1907 vars vision var att effektivisera nationell sjöräddning. Organisationen har sedan dess bytt namn till Svenska Sjöräddningssällskapet. Idag finns det 73 räddningsstationer och fler än 260 räddningsenheter placerade runt våra kuster och kring våra största sjöar (Sjöräddning, u.å.).

Sjöräddningssällskapet är en idéell organisation som drivs av 2300 frivilliga sjöräddare som är beredda att rycka ut, dygnet runt, året om. Räddningspatruller är på väg inom 15 minuter från det att larmet kommit. Till sin hjälp har de olika båtar till hands, allt från stora 20 meters båtar ned till små jetskis, beroende vad som krävs för att underlätta räddningsuppdraget (Sjöräddning, u.å.).

Utöver de kritiska räddningsuppdragen som utförs av Sjöräddningssällskapet genomförs närmare 5000 assistansuppdrag varje år. Dessa är ofta rutinmässiga och odramatiska bogseruppdrag under bra väderförhållanden. Uppdragen i fråga är både tids- och resurskrävande.

1.1.1 Semi-autonom eldriven småbåt

“Towpods” som dessa eldrivna småbåtar även kallas, kommer göra det möjligt att bespara tid och resurser för de volontärarbetare som vanligtvis åker ut på räddningsuppdrag.

Det är tänkt att räddningsprocessen kommer att ske enligt följande: Då de utsatta har slagit larm om ett assistansbehov är tanken att Towpoden skickas ut till de utsatta med hjälp av GPS-spårning. När väl Towpoden är på plats är det tänkt att de utsatta på egen hand ska kunna få tag på en lättillgänglig bogserlina och på så sätt förankra sig till bogserbåten. Därefter meddelas SSRS att förankringen är fullbordad och att bogseringen kan påbörjas.

Uppskattningsvis skall man kunna skicka ut dessa radiostyrda båtarna på en femtedel av de mest enkla fall under goda väderleksförhållanden, vilket bör leda till besparingar av både tid och resurser. Vi tror även att en snabbare respons av bogseringshjälp kommer att inträffa då man kan skicka iväg en Towpod direkt efter att assistansbehovet har anmälts.

1.2 Problembeskrivning

I dagsläget kan det uppstå brist på tillgänglig personal under en hektisk dag. Bland alla larm som kommer in, handlar några om bogsering av mindre båtar som fått slut på bränsle och inte kan ta sig in på egen maskin. Towpoden är tänkt att klara av dessa små rutinmässiga och odramatiska bogseruppdrag, vilket sparar både tid och resurser för organisationen. För bogsering krävs dock att bogserbåten är utrustad med lämplig vinsch. Några krav sattes upp om att hela konstruktionen skall tåla vatten samt att linan skall flyta, dessa visas senare i kravspecifikationen.

1.2.1 Frågeställningar

Några frågeställningar som besvaras under arbetets gång:

- Är det möjligt att få bogserlinan att flyta?
- Prestandamässigt, räcker det med 100 kg dragkraft för vår vinsch?
- Vart är den mest optimala placeringen av vinschen på den lilla bogserbåten?
- Kan mängden utdragen lina mätas?
- Hur kan man få änden på bogserlinan att vara lättillgänglig för de utsatta?

1.2.2 Dimensionering av bogservinsch

För att kunna använda sig av dagens bogservinschar kommer de att behöva anpassas till den miljö som Towpoden kommer att befinna sig i. Förutom att göra bogservinschen helt vattenskyddad kommer vi även behandla problemet som inträder med marknadens vinschar. De är nämligen alldeles för starka och långsamma för Towpodens syfte. Vi behöver mindre kraft och en snabbare in- och utmatning av linan.

1.2.3 Lättillgänglig ände av bogserlina

Linan som ingår i vinschen behöver vara lättillgänglig för personerna ombord på den utsatta båten, för att underlätta förankring. Att göra linan lättillgänglig går att ordna på många sätt. Något som diskuterades i början av arbetet var att bogserbåten skulle vara utrustad med någon form av "arm" som överlåter linan till den utsatta båten, denna idé ansågs för komplex. Istället valdes det att tillverka linans ände i något form av flytande material, där personerna ombord den utsatta båten på egen kraft plockar till sig linans ände och därefter kopplar samman båterna.

1.2.4 Mätning av utdragen lina

Ett önskemål från Fredrik var att man på något sätt skulle kunna veta hur mycket av linan som var utdragen utan att själv vara på plats. Detta kan realiseras genom att veta hur många varv som vinschens spole har snurrat från sin startposition. På så sätt går det att beräkna hur mycket av linan som används.

1.3 Avgränsningar

Detta är ett stort projekt och avgränsningar diskuterades för att resultatet skulle nås inom utsatt tidsram:

- Examensarbete omfattar inte en komplett framtagning av en radiostyrd liten bogserbåt, utan endast bogserfunktionen samt att linans ände skall vara lättillgänglig för den utsatta båten.
- Informationen som framgått innebär att konstruktionen med dimensionering av vinsch och lina kommer endast vara anpassad för goda väderförhållanden.
- På grund av det rådande samhällsläget till följd av Covid-19, kommer detta examensarbete i mån av tid och resurser, förse SSRS med en prototyp av vinsch och bogserlina.
- Då vår tidigare handledare och examinator Gert Persson blev av med sin tjänst på Chalmers har villkoren ändrats, vilket kan leda till att arbetet inte kommer att slutföras på samma sätt som det en gång bestämdes.

2. Undersökning av problemet

Vid fördjupning av problemet diskuterades uppgiften med uppdragsgivaren SSRS och handledare på Chalmers för att få djupare förståelse för hur Towpoden ser ut och hur den kommer att användas i framtiden. Då tillräcklig information var erhållen användes två stycken hjälpverktyg: kravspecifikation och funktionsstruktur. Kravspecifikationen listar de krav och önskemål som färdiga konstruktionen ska ha. Funktionsstrukturen beskriver vilka delfunktioner produkten bör ha för att uppnå huvudfunktionen.

2.1 Krav och önskemål från SSRS

För att få en tydligare bild över de krav och önskemål som ställs på slutprodukten gjordes en kravspecifikation, se Tabell 2.1. Kravspecifikationen består av olika kriterier som är väsentliga för slutprodukten funktion samt önskemål från kund. Krav och önskemål är de beståndsdelar som bygger upp denna kravspecifikation. Önskemål innebär att kriteriet inte är väsentligt för slutkonstruktionen och dess funktioner, krav innebär att det berörda kriteriet måste uppfyllas.

Dessa önskemål viktas på en femgradig skala där "1" innebär att önskemålet inte har hög prioritet och "5" att önskemålet har högsta prioritet under produktutvecklingsprocessen. Denna viktning av önskemålen gjordes tillsammans med SSRS för att klargöra vad som hade gjort dem mest nöjda med slutprodukten.

Kriterierna i kravspecifikationen ska även verifieras, detta för att kunna utvärdera till vilken grad kriteriet uppfylls. En tillhörande referens till varje kriterium finns för att hänvisa till var kriteriet kommer ifrån.

Tabell 2.1: Kravspecifikation

nr	Kriterium	Krav / Önskemål	Verifierings- metod	Referens
1.	Bromsstyrka/Dragkraft på 100kg, Brottgräns på lina ~1 ton, Säkerhetsfaktor = 10	Krav	Beräkningar / Test	SSRS
2.	Start stop funktion	Krav	Certifiering	SS-EN 13711
3.	Vattentåligt	Krav	Certifiering	IP 66
4.	En livslängd på ungefär 10 år	Krav	Beräkningar	SSRS
5.	Utbyggdbar för fjärrmanövrering	Krav	Design	SSRS
6.	Tillgång till 25m lång lina	Krav	Mätning	SSRS
7.	Minimera vikt och volym	Önskemål 5	Beräkningar / Test	SSRS
8.	Maximera in & utmatning av lina (Kedjehastighet?)	Önskemål 3	Beräkningar / Test	SSRS
9.	Minimal miljöpåverkan	Önskemål 2	Materialdatab as	Edupack Granta

Härnäst följer förklaringar kring våra kriterium som står listade i vår kravspecifikation:

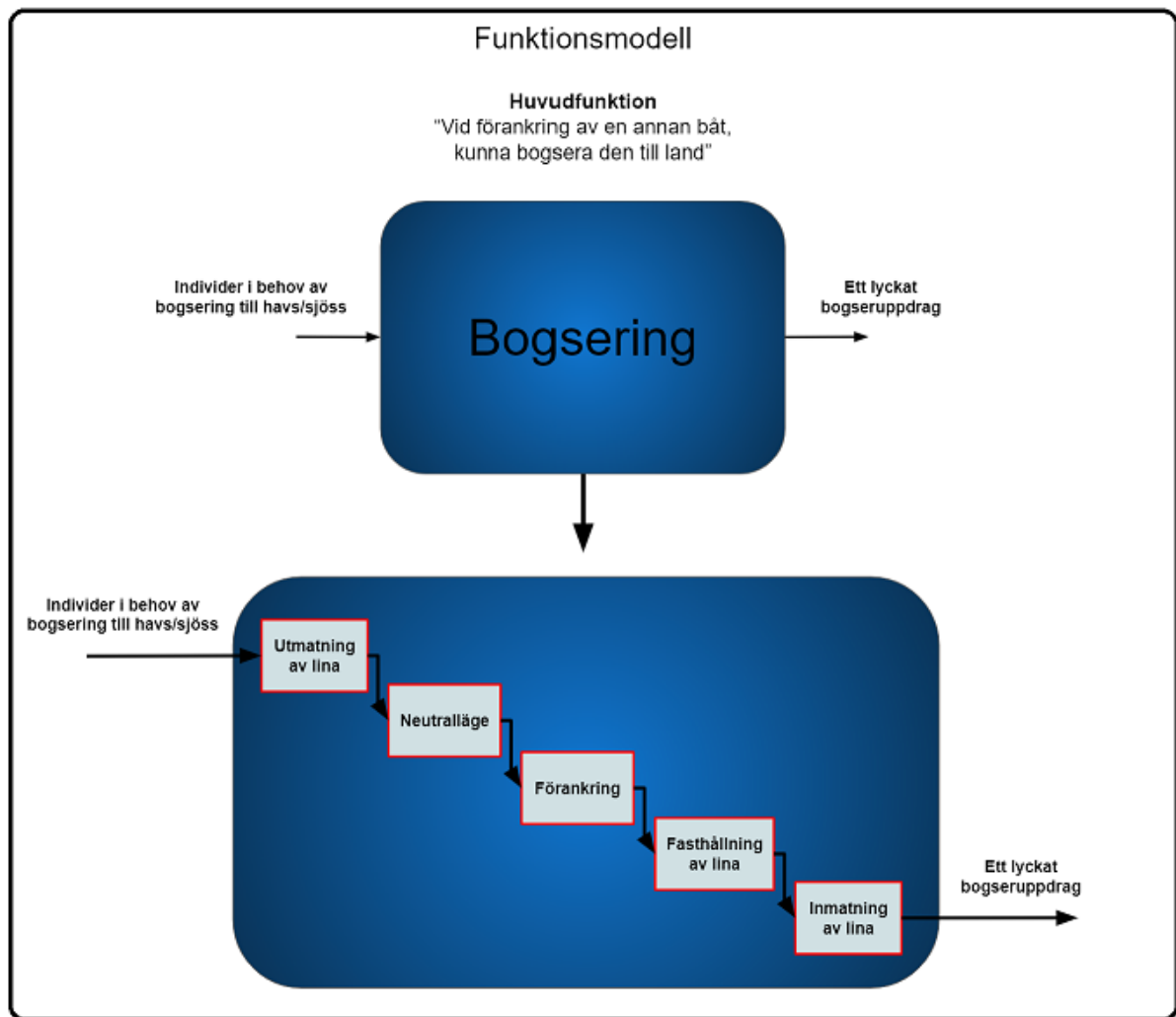
1. Efter diskussion med Fredrik Falkman kom vi fram till att en "dragkraft på 100kg" skulle vara tillräckligt för den lilla Towpoden. Vi valde även att inkludera "Brottgräns på lina 1 ton" och "Säkerhetsfaktor = 10" i samma kriterium då alla tre hör ihop och beräkningar / test är deras verifieringsmetod.
2. "Start stop funktion" finns numera tillgängligt på alla moderna ankarspel, därför ska det inte vara något annat hos den slutgiltiga lösningen. Denna funktion ska följa den föreskrift som finns enligt det Svenska Institutet för Standarder. Det visar sig att SS-EN 13711 "Fartyg för inre vattenvägar - Vinschar för användning på fartyg - Säkerhetskrav" är den standard som behövs (SIS, 2002).
3. En bogservinsch som ska användas ute till havs/sjöss måste vara "Vattentåligt". Därför ska vinschen minst ha kapslingsklass IP 66 "Dammtät och spolsäker" (Glamox, u.å.).
4. Med regelbundet underhållsarbete förväntar sig SSRS att "En livslängd på ungefär 10 år" är möjlig. Då SSRS har ett utbytesprogram för deras båtar och verktyg är det tänkt att även denna vinsch ska kunna följa den.
5. Då Towpoden ska vara obemannad måste bogservinschen vara "Utbyggbar för fjärrmanövrering". På dagens marknad har majoriteten av alla vinschar möjligheten att bli fjärrmanövrerade.
6. "Tillgång till 25m lång lina" var något Fredrik Falkman kände var rimligt då deras tidigare bogserfordon har liknande längd på deras bogserlinor.
7. "Minimera vikt och volym" är ett önskemål som ska prioriteras högst av alla önskemål då Towpoden kommer att vara ganska liten. Ju mer vikt och utrymme vi kan spara desto effektivare kan räddningsuppdraget bli.
8. Även fast det är tänkt att Towpoden ska skickas ut på de lättare räddningsuppdragen, kommer stort fokus ligga på tiden det tar att slutföra ett uppdrag. Därför finns det ett önskemål på att "Maximera in- och utmatning av lina".
9. Då Towpoden skall vara helt eldriven önskas "Minimal miljöpåverkan". Detta inkluderar produktionsprocessen av lina och bogservinsch.

2.2 Funktionsstruktur

För att få en djupare förståelse kring vilka delmoment det finns i huvudproblemet, gjordes en funktionsmodell. I denna funktionsmodell, se Figur 2.1, visas det hur huvudfunktionen delas upp i flera etapper i form av delfunktioner. Indatan i funktionsmodellen är vad huvudfunktionen ska lösa, utdatan är resultatet. De fem rödmarkerade rutorna beskriver de delfunktioner som behövs för att få det förväntade resultatet.

För ett lyckat bogseruppdrag av individer som är utsatta till havs/sjöss ska följande steg genomföras:

- Väl framme på plats ska vinschen mata ut linan.
- När väl en bit av linan har blivit utmatad, ska vinschens växellåda sättas i neutralläge för att förenkla hantering av lina.
- Därefter används linan för att förankra båtarna.
- Efter att förankring är slutförd, ska linan hållas fast och bogsering till land kan påbörjas.
- Då de utsatta individerna väl befinner sig på land, ska linan matas tillbaka till sitt ursprungsläge.



Figur 2.1 Funktionsmodell som beskriver de övergripande funktionerna som problemet består av.

3 Framtagning av alternativa koncept

I detta examensarbete framgår inga nya lösningar, endast befintliga lösningar då hjulet inte behöver uppfinnas på nytt. Diverse vinschar finns redan tillgängliga på dagens marknad, det gäller att hitta något som passar kundens behov. I detta fall bogseruppdrag för SSRS.

3.1 Befintliga lösningar

Nedan beskrivs några av marknadens vinschar som har studerats under examensarbetets gång. På så sätt fås en uppfattning av vad som kan vara intressant för just detta projekt. Till varje vinsch sammanfattas en lista med prestanda samt lite annan intressant information som kan användas vid senare del av arbetet.

3.1.1 Dragvinsch

Dessa dragvinschar är stora och brukar sitta på större dragbilar eller trucks. Några kända varumärken till dessa vinschar är Ironman, Warn, Smittybilt, Stealth och Powerwinch som man kan se enligt Figur 3.1.

Motor: 12 - 24 V

Dragkraft: 3500 - 8000 kg

Draghastighet (tomgång): 2 - 4 m/min

Lina: 20 - 50 m, syntet eller stål

Vattentät: Ja

Fjärrstyrning: Ja



Figur 3.1 Powerwinch PANTHER 12.0. En av de bästa vinscharna på marknaden för den som ställer extra höga krav på ens utrustning (Umeaoffroad, u.å.).

3.1.2 ATV vinsch

ATV vinschar är mindre dragvinschar som brukar sitta på fyrhjulingar. Några kända varumärken till dessa vinschar är Warn och Bronco, se Figur 3.2.

Motor: 12 V

Dragkraft: 1000 - 2500 kg

Draghastighet (tomgång): 3 - 8 m/min

Lina: 10 - 15 m, syntet eller stål

Vattentät: Ja

Fjärrstyrning: Ja, om det inte finns monterat direkt så går det att lägga till



Figur 3.2 Bronco Vinsch 2500 Generation 2 Nylonlina. En mycket prisvärd ATV-vinsch med syntetisk lina (ATVhuset, u.å.).

3.1.3 Ankarspel

Ankarspel är mindre dragvinschar som är mer anpassade för båtar. Dess ursprungliga funktion är upp- och nedhissning av båtens ankare. Då dessa kan se olika ut, urskiljdes de i olika delkapitel.

3.1.3.1 Horisontellt ankarspel

Ett horisontellt ankarspel innebär att axeln till linspelet ligger horisontellt, dvs linan som går genom linspelet förs i vertikalled. Detta är den absolut vanligaste monteringen. Några kända varumärken till dessa vinschar är Quick och Lewmar

Motor: 12 V

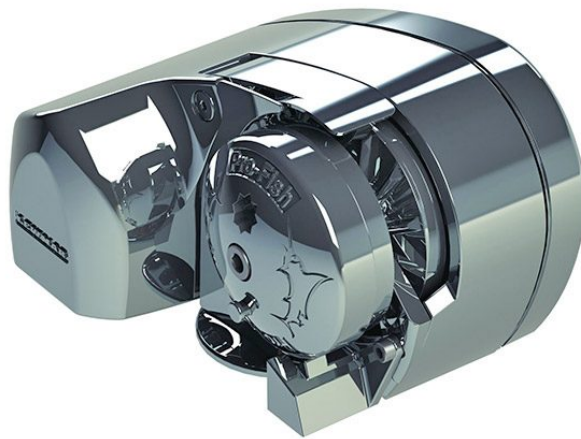
Dragkraft: 300 - 1000 kg

Draghastighet (tomgång): 20 - 40 m/min

Lina: 10 - 30 m, syntet. Går även att få med kätting istället för lina.

Vattentät: Ja

Fjärrstyrning: Ja, om det inte finns monterat direkt så går det att lägga till



Figur 3.3 PRO-FISH PB. En av Lewmar's bästsäljande ankarspel som fungerar lika väl med lina som med kätting (Comstedt, u.å.).

3.1.3.2 Vertikalt ankarspel

Istället för ett horisontellt ankarspel så finns det vertikala. Detta innebär istället att linspelets axel går vertikalt som resulterar i att linan förs i horisontalled. Några kända varumärken till denna typ av ankarspel är Lewmar och Italwinsch.

Motor: 12 V

Dragkraft: 100 - 450 kg

Draghastighet (tomgång): 15 - 40 m/min

Lina: 10 - 15 m, syntet. Går även att få med kätting istället för lina.

Vattentät: Ja

Fjärrstyrning: Ja, om det inte finns monterat direkt så går det att lägga till



Figur 3.4 LEWMAR VX1 GO. Ett vertikalt ankarspel som även det är anpassad till både lina och kätting (Comstedt, u.å.).

3.1.3.3 Bandankarspel

Ett bandankarspel använder sig inte av kätting eller lina, istället använder man ett slitstarkt polyesterband. Detta för att man får en dämpande effekt i vattnet, som i sin tur ger en fjädderverkan vid ankring (Anchormatic, u.å.). Bandankarspelet används för större båtar och därav är hela anordningen mycket tyngre och mer robust. Anchormatic och Winchmatic är exempel på varumärken som producerar dessa ankarspel, se Figur 3.5.

Motor: 12 V

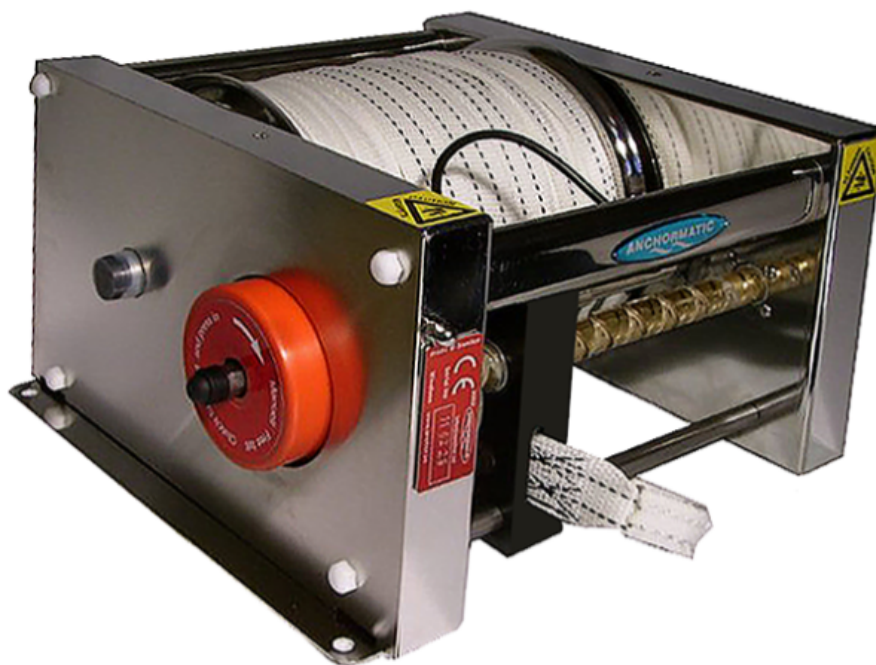
Dragkraft: ~ 500 kg

Draghastighet (tomgång): 35 m/min

Lina: 60 m, polyesterband

Vattentät: Ja

Fjärrstyrning: Ja, om det inte redan finns monterat så går det att lägga till



Figur 3.5 Anchormatic 12V EW-500 ankarspel. Bulkigt och kraftfullt ankarspel (Anchormatic, u.å.).

3.2 Studiebesök

När väl översiktlig information var framtagen för de befintliga lösningarna genomfördes ett studiebesök på båtillbehörsbutik Seasea i Björlanda (personlig kommunikation, 6 maj 2021). De kunniga och hjälpsamma personalen gav tips och råd om vad som skulle undvikas och vad som skulle kunna användas i detta projekt. Dessa tips och råd tas upp i senare i rapporten, se Kapitel 4.3.1.

4 Analys och utvärdering av alternativa koncept

För att successivt komma fram till den mest optimala lösningen, utvärderades koncepten med hjälp av diskussion och två stycken matriser. Först användes en elimineringsmatris, där man eliminerade de koncept som inte uppfyllde de kriterier som var listade. Därefter användes en Pughmatris för att få fram det vinnande konceptet. I den sista matrisen tog man hänsyn till önskemålen man tidigare listat i Tabell 2.1.

4.1 Elimineringsmatris

En elimineringsmatris användes i början av urvalsprocessen. Den tillämpades för att kunna identifiera och sälla bort de koncept som inte uppfyllde de kriterier som dem utvärderades mot, se Tabell 4.1. De grundläggande kriterier som listades var enligt följande:

- Löser huvudproblemet (bogsering)
- Uppfyller alla krav (kravspecifikation)
- Realiserbart
- Funktionell i havsklimat
- Tillräcklig information

Varje koncept utvärderades enskilt. Då ett koncept uppfyllt ett kriterium tilldelades ett plus (+) och ifall det fallerade tilldelades ett minus (-). När väl ett koncept blev tilldelat ett minus blev det eliminerat. Av totalt fem koncept var det tre stycken som gick vidare till nästa steg i elimineringsprocessen.

Tabell 4.1 visar att koncept 3.1.1 Dragvinsch och 3.1.2 ATV-vinsch eliminerades inför nästa steg i framtagningen av det slutgiltiga konceptet. Dragvinsch fallerade då den inte är anpassad för havsklimat. ATV-vinschen eliminerades då den har en alldeles för liten lintrumma, vilket i sin tur resulterar i för kort linlängd.

Tabell 4.1 Elimineringsmatris

Chalmers		Elimineringsmatris						
Utfärdad av: Pontus Ekstrand Samir Kadic		+ Uppfyller kravet - Uppfyller INTE kravet					Skapad: 2021-05-10 Modifierad: 2021-05-10	
Koncept		Löser huvudfunktionen	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Funktionell i havsklimat	Tillräcklig information finns	Behåll / Eliminera	Kommentar
3.1.1 Dragvinsch		+	+	+	-		Eliminera	Ej anpassad för havsklimat
3.1.2 ATV-vinsch		+	-				Eliminera	För kort linlängd
3.1.3.1 Horisontellt ankarspel		+	+	+	+	+	Behåll	
3.1.3.2 Vertikalt ankarspel		+	+	+	+	+	Behåll	
3.1.3.3 Bandankarspel		+	+	+	+	+	Behåll	

4.2 Pughmatris

Pughmatrisen används för fortsatt utvärdering av koncepten som blev kvar från elimineringsmatrisen ovan. Metoden går ut på att först välja ett så kallat starkt koncept som referens, detta valdes till 3.1.3.3 Bandankarspel, med motiveringen att den ansågs uppfylla alla de kriterierna som sattes upp. Dessa kriterier framgår i Tabell 4.1 och är de önskemål som framgår i kravspecifikationen, se Tabell 2.1.

Därefter jämfördes samtliga koncept mot den utvalda referensen där ett resultat gavs i form av (+), 0 eller (-) beroende på om den tycks vara mer tillämplig, lika bra, eller sämre än referensen som används. När alla kriterier utvärderats sammanställs resultatet och ett siffervärde med tecken ges. Detta värde rangordnas sedan för att bekräfta vilket av koncepten som ska gå vidare i processen.

Utvärdering av 3.1.1.1 Horisontellt ankarspel i pugmatrisen gav följande:

- Det Horisontella ankarspelet ansågs vara bättre tillämpad när det kom till att minimera vikt och volym, då Bandankarspelet kan vara stort och klumpigt samt att det kan vara ganska tungt.
- In- och utmatning av lina varierade mycket, men går att justera hastigheten så det passar situationen.
- Vid jämförelse av miljöpåverkan framstod det inte någon större skillnad, både vid tillverkning och användning.

Utvärdering av 3.1.1.2 Vertikalt ankarspel i pugmatrisen gav följande:

- Det Vertikala ankarspelet ansågs också här vara bättre tillämpad när det kom till att minimera vikt och volym med samma motivation som ovan.
- Även här så varierade in- och utmatning mycket, men då konstruktionen är enkel går det att justera hastigheten likt ovan.
- Miljöpåverkan av det Vertikala ankarspelet ansågs vara sämre då det krävs att material tas bort vid montering för att motorn ska få plats, se Figur 3.1 som referens.

När Pughmatrisen blivit ifylld resulterade det i att 3.1.3.1 Horisontellt ankarspel framstod som vinnande koncept. Den uppfyllde alla krav samt ansågs bäst tillämpad av de önskemål som SSRS tagit fram. Det diskuterades om att tillföra ytterligare en matris i form av Kesselring, men detta ansågs onödigt då samtliga koncept är ankarspel och skulle bara resultera i fler oklarheter.

Tabell 4.2 Pughmatris

Chalmers		Pughmatris	
Utfärdad av: Pontus Ekstrand Samir Kadic	+	Bättre än REFERENS	Skapad: 2021-05-12 Modifierad: 2021-05-12
	0	Lika bra som REFERENS	
	-	Sämlre än REFERENS	
Kriterier	Koncept		
	3.1.3.1	3.1.3.2	3.1.3.3
Minimera vikt och volym	+	+	R
Maximera in & utmatning av lina)	0	0	E
Minimal miljöpåverkan	0	-	F
$\Sigma +$	1	1	
$\Sigma 0$	2	1	
$\Sigma -$	0	1	
Nettovärde	+1	-1	0
Rangordning	1	3	2
Beslut	Behåll	Eliminera	Eliminera

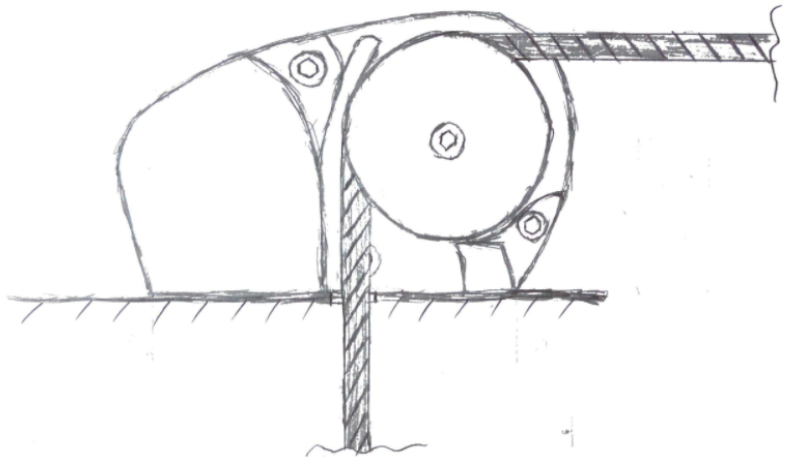
4.3 Beskrivning av det resulterande konceptet

I detta kapitel följer beskrivningar och skisser på hur upplägget hos Towpoden kan se ut. Funktioner beskrivs, exempel på placering av ankarspelet visas och fri fallhöjd för den inmatade linan bestäms.

4.3.1 Komponenter

För en illustration av hur en färdig konstruktion av ett horisontellt ankarspel hade kunnat se ut i profil, se Figur 4.1. Det tidigare nämnda lösningarna består för det mesta av gemensamma komponenter. För detta projekt är det tänkt att det horisontella ankarspelet kommer bestå av följande huvudkomponenter:

- Växellåda. Vars uppbyggnad är en planetväxel enligt Seasea (personlig kommunikation, 6 maj 2021).
- Motor. För en dragkraft på mer än 100 kg rekommenderade personalen på Seasea att ha en motoreffekt på 700 W. Detta brukar medföra en strömförbrukning på ungefär 50 A och 12 V (personlig kommunikation, 6 maj 2021).
- Motor-/växelhus. För skydd mot den miljö ankarspelet kommer att befinna sig i.
- Linhjul med splines. Med hjälp av spetsiga och räfflade splines inuti linhjulet, kan linan dras in och ut med hjälp friktionskrafter som uppstår mellan lina och splines då linhjulet roterar.
- Drivlock för linhjul. Vid defekter på linhjulet skall det enkelt bytas ut genom att skruva loss drivlocket och därefter plockas ut.
- Linblock i aktern av Towpoden. Se kapitel 4.3.2.
- En förtöjningsfjäder kan användas, enligt personalen på Seasea, i slutet av linan för att skydda mot plötsliga ryck som uppstår av exempelvis svallvågor (Seasea, u.å.).

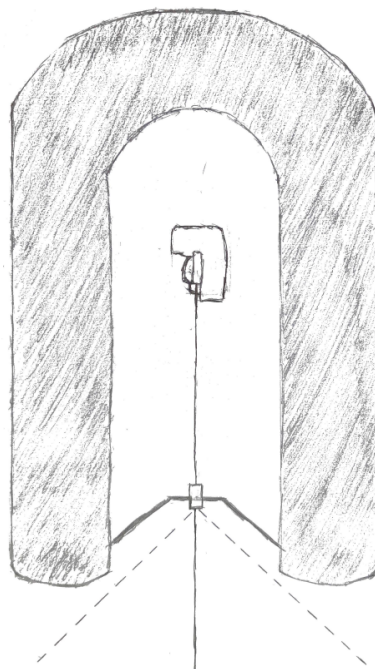


Figur 4.1 Skiss på hur ankarspelet inklusive lina kan se ut i profil.

4.3.2 Placering av ankarspel på Towpod

Det horisontella ankarspelet kan placeras vart som helst då den kan toppmonteras på båten. Ifall man vill hitta den mest optimala placeringen av ankarspelet, med avseende på styrförmågan, skulle tester behöva utföras på Towpoden. Dessvärre har vi inte haft möjlighet att göra detta då Towpoden i dagsläget inte har tillverkats än, utan befinner sig fortfarande i ett utvecklingsstadium.

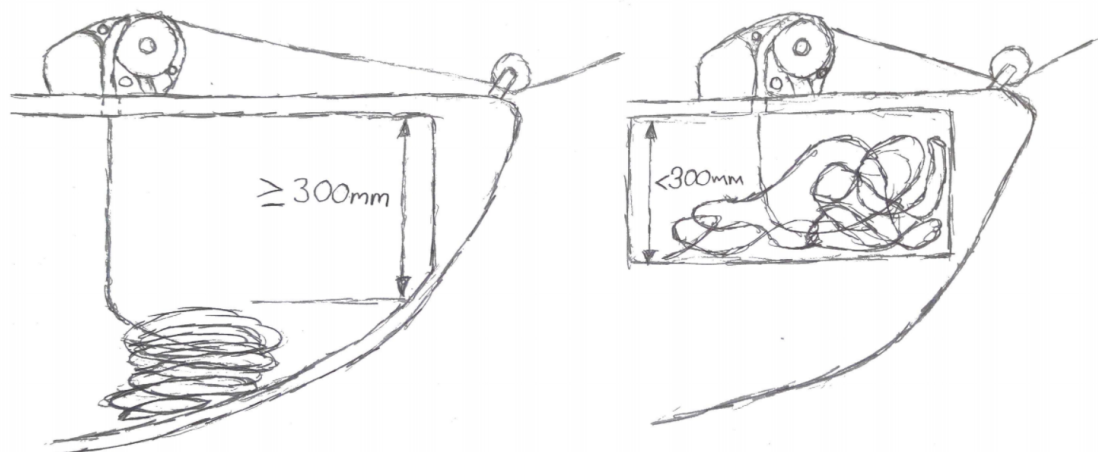
För att linan inte ska skada båten eller få ytterligare påfrestningar placeras ett linblock i aktern på båten. Detta resulterar i en spridningsvinkel på $\sim 90^\circ$ i aktern för linan som binder samman Towpod och den båt som bogseras. Ett exempel på hur det hade kunnat se ut visas i Figur 4.2.



Figur 4.2 Skiss på hur ankarspelet hade kunnat se ut ovanifrån.

4.3.3 Fallhöjd på inmatad lina

Viktigt att tänka på innan man införskaffar sig ett toppmonterat horisontellt ankarspel är vart den inmatade linan tar vägen. Det måste finnas en tillräcklig fallhöjd för den inmatade linan för att undvika att linan hamnar i oordning/trasslar sig. En rekommendation av Seasea, är en fallhöjd på minst 300 mm (personlig kommunikation, 6 maj 2021). I Figur 4.3 illustreras hur det hade kunnat se ut under båtdäck.



Figur 4.3 Skiss på konsekvenser av för kort fallhöjd av lina.

5. Slutkonstruktion och Vidareutveckling

I detta kapitel beskrivs slutkonstruktionen och dess komponenter mer utförligt. Även potentiella ankarspel från dagens marknad och vidareutveckling redogörs.

5.1 Beskrivning av slutkonstruktion

Arbetet ledde till att ett horisontellt ankarspel föreslås, med en så kallad toppmontering. Huvudsakligen baseras förslaget på att denna typ av ankarspel uppfyller samtliga kundkrav och önskemål som tagits hänsyn till i Kapitel 4.

För att få en bättre förståelse av slutkonstruktionen presenteras följande:

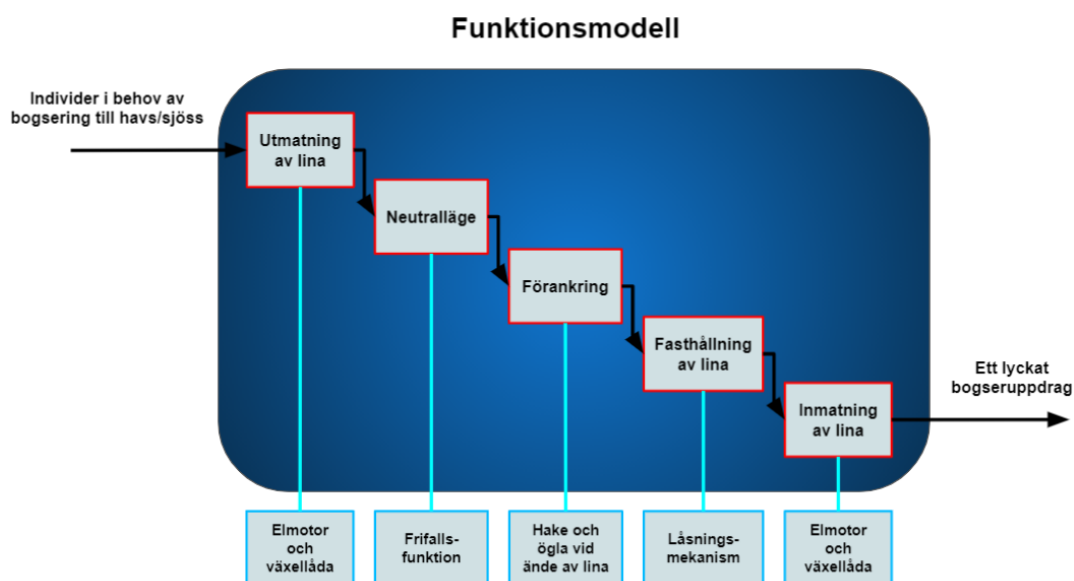
- En uppdaterad funktionsmodell som beskriver lösningarna till alla delfunktioner.
- Hur konstruktionen är uppbyggd med hjälp av fyra huvudkomponenter och deras materialval.
- Linans tillgänglighet och hur mätning av denna sker.

5.1.1 Resultande funktionsmodell

I den resulterande funktionsmodellen, se Figur 5.1, kan man se nya ljusblå rutor. Dessa rutor är lösningar till de delfunktioner, som tidigare tydliggjorts i Kapitel 2.2, vilka ska resultera i ett lyckat bogseruppdrag.

För att delfunktionerna ska genomföras är det tänkt att följande lösningar ska tillämpas:

- Utmatning av lina ska ske med hjälp av ankarspelets motor och växellåda.
- Med hjälp av en frifallsfunktion som redan finns inbyggda på majoriteten av dagens ankarspel, kan neutralläget uträttas.
- Vid förankring ska änden på linan vara försedd med en hake och ögla.
- En låsningsmekanism för att hålla fast den förankrade linan.
- När väl de utsatta individerna har bogserats till land, ska motorn tillsammans med växellådan mata tillbaka linan till sitt ursprungsläge.



Figur 5.1 Resultande funktionsmodell med en lösning till varje delfunktion.

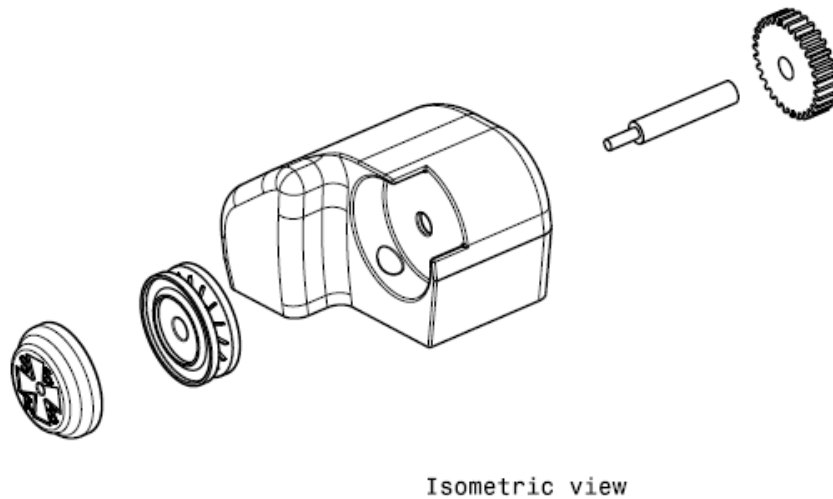
5.1.2 Konstruktion av vinsch

Slutkonstruktionen består av fyra stora delar, se Figur 5.2. Motor, växellåda, styrbox samt smådetaljer såsom muttrar och brickor utelämnades för att få en bättre bild av vad konstruktionen består av.

5.1.2.1 Fyra viktiga komponenter

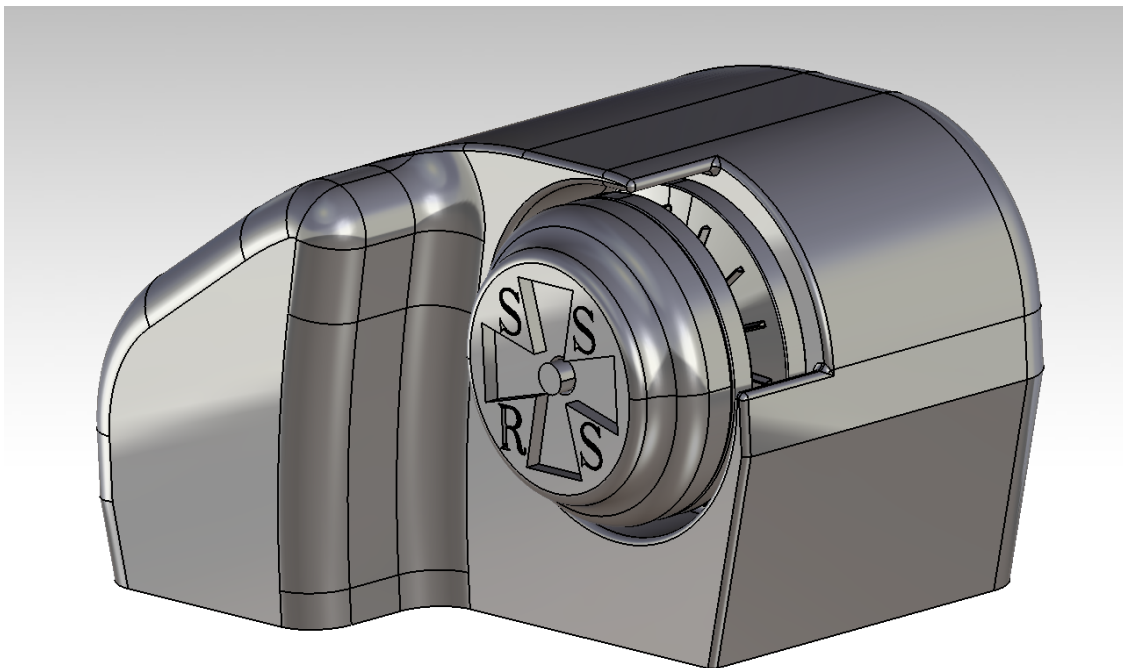
Snabb förklaring hur dessa komponenter fungerar:

- Motorhus:
Huset är uppbyggt för att täcka motor, växellåda och alla tillhörande tekniska komponenter. Tanken är att huset i sig ska vara heltäckande och insidan aldrig ska komma i kontakt med utsidan. Linan som går genom linhjulet skall fortsätta vidare genom motorhuset i ett utskuret hål följt av ett rör går till rakt genom botten. Om något går sönder, ska det gå att skruva av botten av huset och öppna upp för att reparera. Motorhuset ska tåla salt-/sötvatten, blåst och inte minst UV-strålning som kommer från solen.
- Linhjul:
Hjulets insida är utrustad med spetsiga och räfflade splines. Linhjulet fungerar genom att linan matas in eller ut runt sin drivaxel med hjälp av friktionskrafter som uppstår mellan splines och lina. Hjulet i sig sitter placerat mellan motorhuset och ett så kallat drivlock för att hindra en axiell rörelse.
- Drivlock:
Locket ser till att linhjulet alltid befinner sig på samma position. Locket är fixerad med hjälp av mutter i motorhuset. För att komma åt linhjulet måste drivlocket först monteras bort, detta för att säkerhetsställa att linhjulet aldrig kan lossna och hela konstruktionen skadas. Drivlocket har designats med en SSRS-logga för att visa vem den tillhör.
- Drivaxel:
En axel som går genom motorhus, linhjul och drivlock. Denna drivaxel är till för att överföra det moment som kommer från motorn som befinner sig på insidan av motorhuset. Axeln är utrustad med ett kugghjul som är kopplad till en växellåda som i sin tur är kopplad till en motor. På så sätt kan momentet justeras beroende på situationen.



Figur 5.2 En sprängd vy av de fyra stora komponenterna.

För att sammanställa alla delar skapades en 3D-modell, se Figur 5.3, för att enkelt visualisera den konstruktion som kom fram under projektets gång, där CAD-programmet Catia V5 användes för tillverkning av modellen. Även en enkel ritning skapades för att bestämma några av de viktigaste måtten som behövdes, dessa mått finns tillgängliga i Bilaga 1.



Figur 5.3 En bild från CATIA på hur den tänkta vinschen ska se ut.

5.1.2.2 Materialval

Vid marknadsundersökningen konstaterades det att majoriteten av de ankarspel som finns på marknaden idag använder sig av ett rostfritt stål på sina huvudkomponenter, men det förekommer även en del aluminium. Stålet är till för de komponenter som behöver ett mer hållfast material samtidigt som aluminium används för att minimera vikten så mycket det går. Efter lite djupare analysering kom lite andra material fram, bland annat anodiserat aluminium till chassi samt komposit till kåpor. Dessa material håller på att ta över marknaden (Comstedt, u.å.), vilket förenklade valet av material. Till motorhuset valdes ett anodiserat aluminium samtidigt som insidan byggs upp av vanligt aluminium, drivlock och linhjulet valdes till komposit samt drivaxeln förblir i rostfritt stål.

5.1.3 Lättillgänglig lina

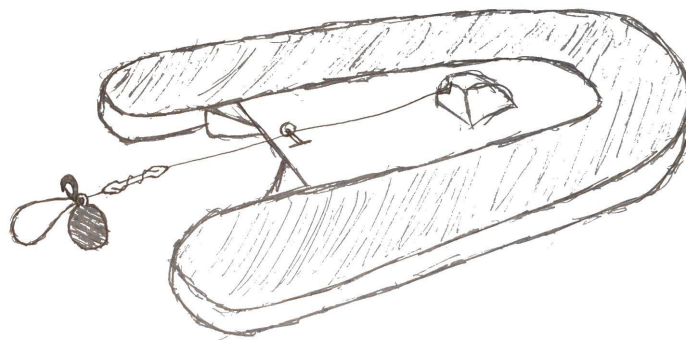
Som tidigare nämnts i Kapitel 1.2.3 ska linan som ingår i ankarspelet vara lättillgängligt för de personer som är ombord på den utsatta båten, för att underlätta förankring. Efter studiebesöket på Seasea i Björlanda, beslutades att en kombination av förtöjningsfjäder, hake, ögla och boj hade åstadkommit detta på bästa sätt. Denna kombination illustreras i Figur 5.4.

- För att undvika haveri vid plötsliga ryck i bogserlinan hade en förtöjningsfjäder kunnat användas. Detta eftersom förtöjningsfjädrar är ett utmärkt verktyg att använda på grund av dess stötupptagningsförmåga. Detta resulterar i att mindre krafter och spänningar påverkar ankarspelet.
- De flesta båtar har en bogserögla i fören/skrovet. Med hjälp av en hake hade man snabbt kunnat förankra sig till Towpoden och bli bogserad till land.
- Då man inte har tillgång till en bogserögla, hade man istället kunnat använda sig av en pollare/knap och ögla på linan för att genomföra förankringen.
- En orange boj, vars två funktioner är att lättare kunna urskilja änden på linan och få arrangemanget att flyta.



Figur 5.4 En skiss på kombination av förtöjningsfjäder, hake, ögla och boj i änden på bogserlinan.

För att göra linan även mer lättillgänglig, väljs en tre-slagen lina gjord av polypropylensilke. Denna typ av lina har en unik egenskap som gör att den flyter på vatten. På Repbutiken (u.å.) kan man hitta denna lina med en tjocklek på 8 - 12 mm i gul färg vilket ökar synlig- och hanterbarheten. Kombinationen tillsammans med Towpoden illustreras i Figur 5.5.

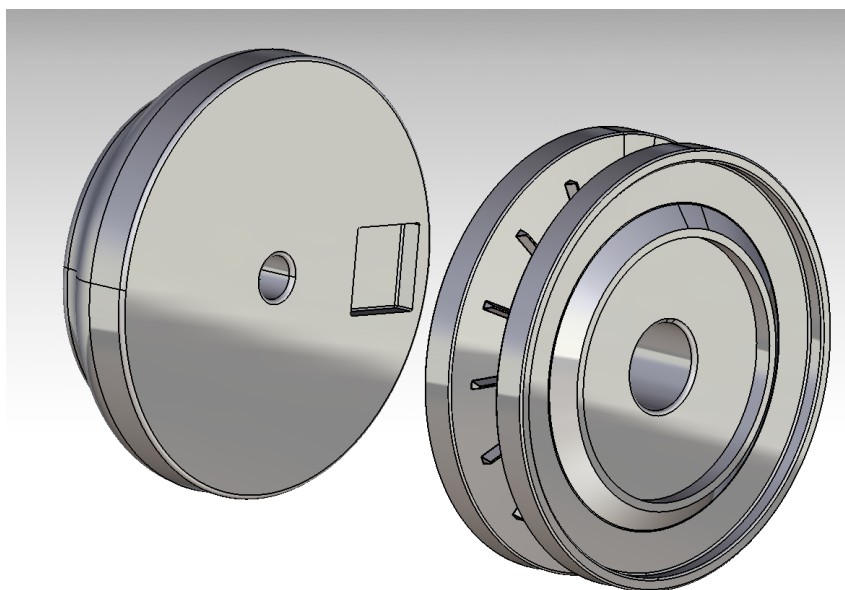


Figur 5.5 En skiss på Towpoden tillsammans med den lättillgängliga änden på linan.

5.1.4 Mätning av utdragen lina

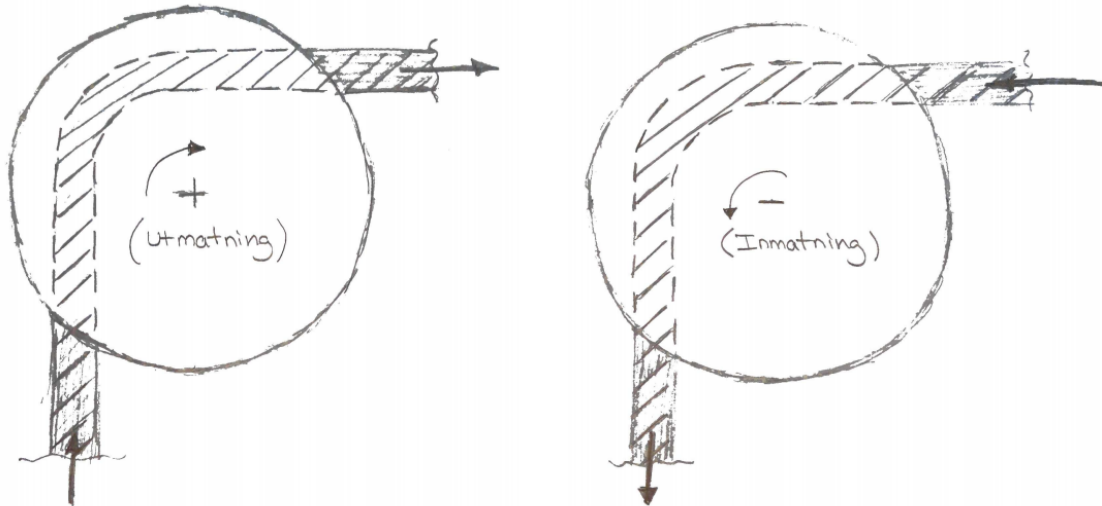
Vid diskussion kom det fram att någon form av cykelutrustning kanske kunde användas då den redan är tillämpad till att beräkna hur långt något färdats med avseende på hur många varv som ett hjul snurrat runt en axel. Vilket är precis det som efterfrågas i Kapitel 1.2.4. Efter en närmare inspektion hittades en så kallad cykeldator. En sådan komponent bygger på att en sensor som fästs intill hjulet mäter tiden mellan en till fyra magneter som placerats ut på hjulets ekrar med jämna mellanrum. På så sätt kan man bestämma hur lång tid det tar att snurra ett varv. Därefter kan man matematiskt räkna ut hur snabbt eller hur långt man cyklat som i sin tur visas på en display.

För att kunna applicera detta på vinschen krävdes det en ny design av linhjulet för att ge plats åt magneter samt skapa ett litet utrymme i drivlocket för att få plats med en sensor, se Figur 5.6. Till denna konstruktion valdes två magneter, eftersom hjulets diameter inte är större än 100 mm och det anses därför att fler än två magneter är överflödigt. Magneterna placeras därefter i den yttre skåran på linhjulet tvärs över mitten ifrån varandra. Sensorn placeras i hålet som skapats i drivlocket och täcks sedan över med ett lock för att hindra kontakt med vatten och annan smuts.



Figur 5.6 Ny design av linhjul och drivlock.

För att veta hur mycket lina som var utdragen behövde sensorn veta åt vilket håll som var in- respektive utmatning av lina. Detta justerades genom att införa en positiv rotationsriktning, se Figur 5.7, som lämpligt valdes till medurs riktning för utmatning av lina, samt en negativ rotationsriktning som då blev moturs vid inmatning av lina. Därefter var det bara att dra ifrån eller lägga till längden som roterade, beroende på om linan matades in eller ut.



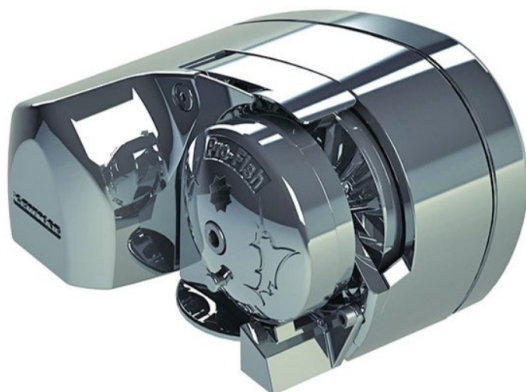
Figur 5.7 En illustration på hur in- och utmatning ser ut i form av rotationsriktning

5.2 Potentiella ankarspel på dagens marknad

Då detta examensarbete inte förser SSRS med någon färdig produkt, är tanken att i detta delkapitel ta fram tre potentiella kandidater ur dagens marknad. Dessa kandidater uppfyller alla krav och önskemål som tidigare nämnts i Kapitel 2.1. Nedan följer korta beskrivningar med figurer och för jämförelse av produktspecifikationer se bilaga 2.

5.2.1 Lewmar Pro-Fish PB 1000, 12- 14 mm

Detta horisontella ankarspel passar båtar upp till tolv meter. Lewmar Pro-Fish har en frifallsfunktion vilket är tänkt att kunna användas som neutralläge när en bit av bogserlinan har blivit utmatad. Vid ett tillägg av Lewmars fjärrkontroll kan man få fjärrstyrning på in och utmatningen av linan (Lewmar, u.å.). Levereras komplett med motor/växelhush, däcksenhet i en kompakt enhet samt manöverpanel, säkring och kontaktor (Comstedt, u.å.). Figur 5.8 illustrerar hur Pro-Fish PB 1000 ser ut i verkligheten.



Figur 5.8 Det toppmonterade horisontella ankarspelet från Lewmar, modell Pro-Fish PB 1000 (Comstedt, u.å.).

5.2.2 Lewmar HX1 Frifall ankarspel

Efter att ha gjort nya materialval och utvecklat en ny växellåda samt motor har Lewmar tagit fram en ny ankarspels-serie kallad HX1. På Comstedt (u.å.) skrivs "HX1 är dubbelt så starkt och tåligt jämfört med dess föregångare Lewmar Pro-Fish.". Den är även kapslingsklassad enligt IP 67 vilket kräver minimalt underhåll och levereras komplett med automatsäkring, kontaktor och manöverpanel (Comstedt, u.å.). Se figur 5.9 för en illustration av den nya designen som HX1 besitter.



Figur 5.9 Det nyare toppmonterade horisontella ankarspelet från Lewmar, modell HX1 (Comstedt, u.å.).

5.2.3 Quick Genius GP2 2000

Det Italienska märket Quick har lanserat en toppmonterad ankarspelserie som heter Genius GP2. Med en unik epicyklisk planetväxel har Genius GP2 2000 blivit en av de konkurrenskraftigaste horisontella ankarspelen på marknaden (Quickitaly, u.å.). Figur 5.10 illustrerar Genius GP2 2000.



Figur 5.10 Det toppmonterade horisontella ankarspelet från Quick, modell Genius GP2 2000 (Quickitaly, u.å.).

5.3 Förslag till fortsatt arbete

Utöver tester och prototypframtagning som är nästa steg i produktframtagning, följer nedan förslag till fortsatt arbete av Towpodens färdiga konstruktion.

5.3.1 Låsningmekanism

För att undvika att ankarspelet havererar på grund av för stora belastningar som kan uppstå vid bogsering, hade man kunnat använda sig av en låsningmekanism istället för ett linblock. Denna låsningmekanism hade kunnat vara en momentkopplingsanordning.

Thonab AB (u.å.) presenterar i ett pdf-dokument hur deras produkter ser ut och hur de fungerar. I dokumentet skrivs; "ROSDC-kopplingen ställs in med en momentnyckel till önskad maximal last. Kopplingen fungerar som en fast koppling tills överbelastning uppstår. Kopplingen slår då ifrån. Så fort överbelastningen är eliminerad, slår kopplingen automatiskt på igen."

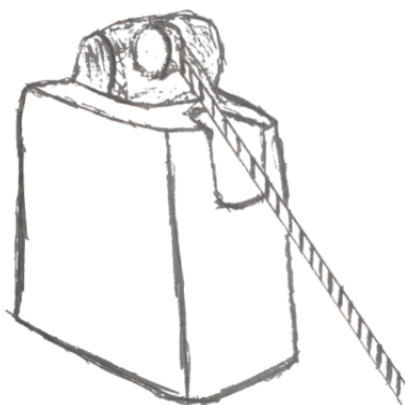
Alltså, då förankringen är fullbordad och bogsering ska initieras är tanken att ankarspelet sätts i neutralläge och låsningmekanismen övertar alla belastningar. Då ryck i linan uppstår slirar kopplingen och mer lina matas ut från ankarspelet.

5.3.2 Ankarspelsbox

Ifall det är så att Towpoden saknar de basmått som krävs för montering av ett toppmonterat horisontellt ankarspel hade man kunnat placera ankarspelet på en ankarspelsbox. Alltså en däckjocklek som är mindre än 20 mm eller en frifallshöjd av lina på mindre än 300 mm hade man kunnat konstruera en ankarspelsbox för att kringgå dessa problem. Detta möjliggör valfri placering av ankarspelet på båtens däck. För en illustration på hur arrangemanget hade kunnat se Figur 5.11.

Vid tillverkning av en ankarspelsbox rekommenderas följande tillvägagångssätt;

- Materialval - Polymetylmetakrylat (PMMA) även kallat akrylplast som har mycket god beständighet utomhus, påverkas ej av alkaliska lösningar och hög hårdhet (Klason & Kubát, 2008).
- Tillverkningsmetod - Då PMMA är lämplig för formsprutning rekommenderas det som tillverkningsmetod (Klason & Kubát, 2008).



Figur 5.11 En skiss på hur en ankarspelsbox kan tillämpas.

Referenser

Anchormatic, (u.å.). *Anchormatic 12V EW-500*. Hämtad 2021-04-05 från <https://anchormatic.se/produkt/anchormatic-12v-ep-500-ankarspel-paket/>

Comstedt, (u.å.). *LEWMAR HX1 FRIFALL ANKARSPEL*. Hämtad 2021-05-04 från <https://www.comstedt.se/produkt/lewmar-hx1-frifall-ankarspel>

Comstedt, (u.å.). *LEWMAR VX1 GO*. Hämtad 2021-04-05 från <https://www.comstedt.se/produkt/lewmar-vx1-go>

Comstedt, (u.å.). *PRO-FISH PB*. Hämtad 2021-04-05 från <https://www.comstedt.se/produkt/pro-fish-pb-12-14mm-paket>

Klason, C. & Kubát, J. (2008). *Plaster: materialval och materialdata*. (6. uppl.) Stockholm: Liber.

Lewmar, (u.å.). *3-Botton Windlass Wireless Remote Kit*. Hämtad 2021-04-13 från <https://www.lewmar.com/node/11656?v=25325>

Quickitaly, (u.å.). *Genius - GP2*. Hämtad 2021-05-04 från <https://www.quickitaly.com/en/products/windlasses-and-capstans/horizontal-on-deck-windlasses/genius-gp2/>

Repbutiken, (u.å.). *Synligt gult rep av polypropylensilke*. Hämtad 2021-05-08 från <https://www.repbutiken.se/slaget-tagvirke/pp-silke-gul>

Seasea, (u.å.). *Förtöjningsfjäder*. Hämtad 2021-05-04 från <https://www.seasea.se/linor-f%C3%B6rt%C3%B6jning-f%C3%B6rankring/ryckd%C3%A4mpare/f%C3%B6rt%C3%B6jningsfj%C3%A4der-unimer>

Sjöräddnings sällskapet, (u.å.). *Om oss*. Hämtad 2021-03-30 från <https://www.sjoraddning.se/om-oss>

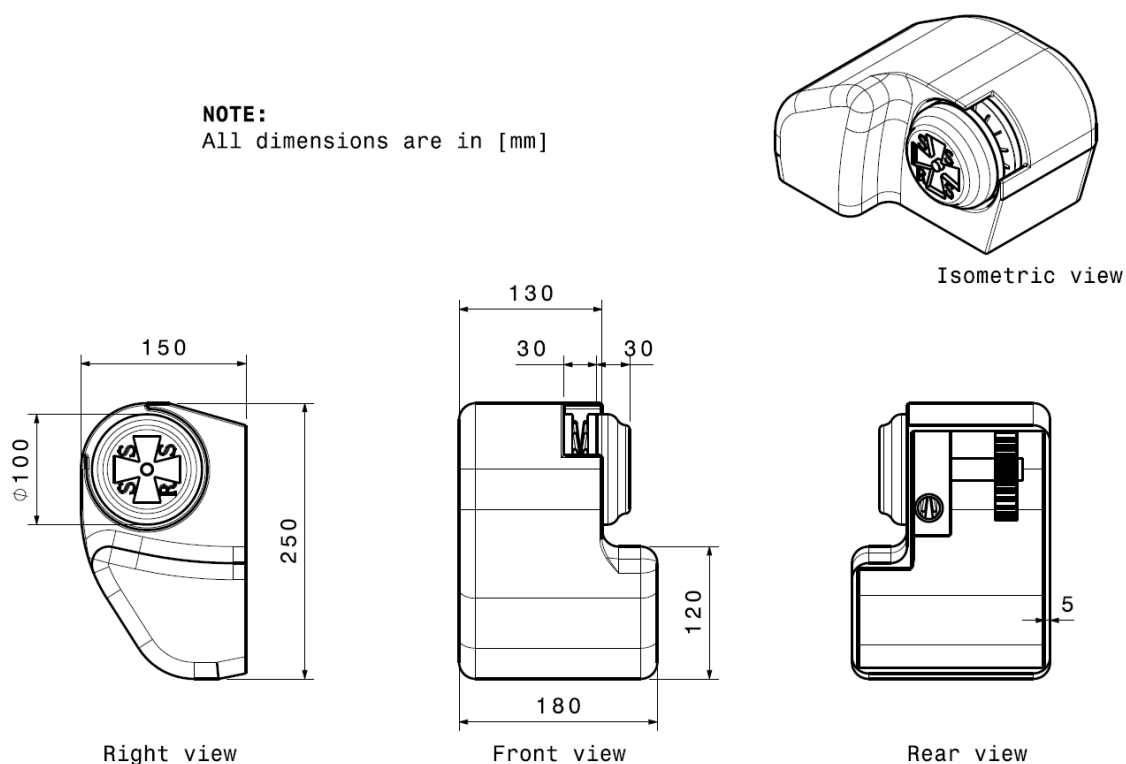
Svenska Institutet för Standarder, (2002). *SS-EN 13711, Fartyg för inre vattenvägar - Vinschar för användning på fartyg - Säkerhetskrav*. <https://www.sis.se/produkter/skeppbyggnadsteknik-och-marina-konstruktioner/allmant/dacksutrustningar-och-andra-utrustningar/ssen13711/>

Thonab AB (u.å.), *Momentkopplingar*. Stockholm: Thonab AB <https://thonab.se/pdf/Momentkopplingar-SE.pdf>

Umeaoffroad, (u.å.). *POWERWINCH PANTHER 12.0*. Hämtad 2021-04-05 från https://www.umeaoffroad.se/index.php?main_page=product_info&cPath=35_56_73_57_58&products_id=374

Bilagor

Bilaga 1: Enkel ritning innehållande viktiga mått



Bilaga 2: Jämförelse av produktspecifikationer för de tre potentiella ankarspelen.

	Lewmar Pro-Fish PB 1000	Lewmar HX1	Quick Genius GP2
Motoreffekt	700 W	800 W	800 W
Spänning	12 V	12 V	12 V
Säkring	70 A	90 A	80 A
Max Dragkraft	454 kg	1065 kg	900 kg
Arbetsbelastning	114 kg	266 kg	350 kg
Max båtlängd	12 m	13.4 m	13 m
Material	Rostfritt 316 stål	Chassi av anodiserad aluminium och kåpor av komposit	Anodiserad aluminium
Vattentätt	IP 66	IP 67	IP 66
Maxhastighet	32 m/min	21 m/min	30 m/min
Lintyper	tre-slagen 12-14 mm	tre-slagen 12 - 16 mm	tre-slagen 14-16 mm
Vikt	9,5 kg	9 kg	10,9 kg
Pris (inkl. moms)	14 980 kr	14 195 kr	12 795 kr