

Examensarbete, Högskolan på Åland, Utbildningsprogrammet för Elektroteknik

Eldriven vinsch samt integration av elmotor för mobil vinddriven havsforskningsbåt

Rasmus Mansén, Pontus Björkman



2021:40

Datum för godkännande: 27.07.2021

Handledare: Matias Waller

EXAMENSARBETE

Högskolan på Åland

Utbildningsprogram:	Elektroteknik
Författare:	Rasmus Mansén, Pontus Björkman
Arbetets namn:	Eldriven vinsch samt integration av elmotor för mobil vinddriven havsforskningsbåt
Handledare:	Matias Waller
Uppdragsgivare:	Anna Friebe

Abstrakt

Arbetet är beställt av Åland Sailing Robots genom Anna Friebe.

Syftet med arbetet är att tillverka och programmera en framdrivningsmotor samt vinsch till deras autonoma havsforskningsbåt.

Framdrivningsmotorn har tagits fram för att båten skall ha möjlighet att navigera även vid vindstilla väder.

Vinschen gör det möjligt att sänka ner sensorer för mätning på olika djup.

I arbetet har vi undersökt olika komponenter till våra system samt programmerat enheterna.

Nyckelord (sökord)

Framdrivningsmotor, Vinsch, Segelrobot, Autonom havsforskningsbåt,

Högskolans serienummer:	ISSN:	Språk:	Sidantal:
2021:40	1458-1531	Svenska	26 sidor

Inlämningsdatum:	Presentationsdatum:	Datum för godkännande:
25.07.2021	14.03.2018	27.07.2021

DEGREE THESIS

Åland University of Applied Sciences

Study program:	Electrical Engineering
Author:	Rasmus Mansén, Pontus Björkman
Title:	Electrical winch and integration of electrical motor for mobile wind driven marine research boat
Academic Supervisor:	Matias Waller
Technical Supervisor:	Anna Friebe

Abstract

The work was commissioned by Åland Sailing Robots through Anna Friebe.

The purpose of the work is to manufacture and program a propulsion engine and winch for their autonomous marine research boat.

The propulsion engine has been developed so that the boat will be able to navigate even in calm weather.

The winch makes it possible to lower sensors for measurement at different depths.

In the work, we have investigated various components for our systems and programmed the units.

Keywords

Propulsion motor, Winch, Sailing robot

Serial number:	ISSN:	Language:	Number of pages:
2021:40	1458-1531	Swedish	26 pages

Handed in:	Date of presentation:	Approved on:
25.07.2021	14.03.2018	27.07.2021

Innehållsförteckning

1 Inledning	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte	6
1.3 Metod	7
1.3.1 Motor.....	7
1.3.2 Vinsch	7
1.4 Avgränsningar.....	7
2 Ordlista.....	8
2.1 PWM.....	8
2.2 CAN-bus	8
2.3 Mikrokontroller.....	8
2.4 Motorkontroller.....	9
3 Framdrivningsmotor	10
3.1 Elkomponenter.....	10
3.1.1 Mikrokontroller.....	10
3.1.2 CAN-bus shield.....	10
3.1.3 Motorkontroller.....	11
3.2 Motor.....	12
3.2.1 Val av motor	12
3.2.2 Propeller.....	13
3.2.3 Strömförbrukningstest.....	14
3.2.4 Motor som generator.....	15
3.3 Konstruktion	15
3.4 Programmering	16
4 Vinsch	17
4.1 Motor.....	17

4.1.1	Typer av DC-motorer.....	17
4.1.2	Val av motor	18
4.2	Styrenheter	19
4.2.1	Mikrokontroller.....	19
4.2.2	CAN-bus shield.....	19
4.2.3	Motorkontroller.....	20
4.3	Mekaniska komponenter	21
4.3.1	Snäckväxel	21
4.3.2	Trumma.....	22
4.4	Konstruktion	23
4.5	Programmering	24
5.	Slutsats	25
	Källförteckning	26
	Bilagor.....	27

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Högskolan på Åland har ett projekt som heter Åland Sailing Robots, det startades 2013 med mål att skapa den första autonoma segelbåten att korsa Atlanten. Båten som konstrueras är under 4m lång för att delta i “The Microtransat Challenge” som är en tävling för autonoma segelrobotar att korsa Atlanten.

Mellan 2016-2018 har projektet i första hand finansierats för att utveckla en autonom havsforskningsbåt som använder vind och solkraft. Syftet med detta är att utveckla kompetensen inom autonoma fartyg och grön teknologi på Åland (Åland Sailing Robots, 2018)

1.2 Syfte

Syftet med vårt examensarbete är att konstruera en vinsch och en framdrivningsmotor för den autonoma forskningsplattformen.

Vinschen är till för att kunna sänka ner olika givare för att ta mätvärden på varierande djup, vinschen skall konstrueras så att det är lätt att byta mätinstrument.

Framdrivningsmotorns syfte är att driva segelbåten om det är vindstilla eller om det uppstår ett behov att snabbt förflytta sig.

1.3 Metod

1.3.1 Motor

Vi utvärderade vilken typ av framdrivningsmotor som skulle lämpa sig bäst för båten och vilken fästanordning som skulle vara att föredra samt vilket kontrollkort som bör användas. Målet med framdrivningsmotorn är att den klarar av att driva båten i en hastighet av några knop vid stillastående väder och drivs på 12 VDC.

När vi bestämde oss för vilken motor som vi skulle använda, påbörjade vi programmering av ett testprogram som vi sedan kunde använda för att utföra olika praktiska tester på motorn.

1.3.2 Vinsch

I arbetet undersökte vi olika typer av motorer och deras egenskaper för att hitta den vi ansåg vara optimal för att använda till vinsch, utväxling på växeln samt storlek på trumma för att få fram önskad hastighet. Målet med vinschen är att den klarar av att lyfta 5 Kg+ och drivs på 12VDC.

Vi undersökte även, med hjälp av olika kontrollkort och motorkontrollers, hur man bäst skulle kunna/kan styra vinschen.

1.4 Avgränsningar

Arbetet omfattar vinschen och motorns styrenhet och mjukvara. Kommunikationen över CAN-bussen ingår inte i detta arbete. Metallarbetet som utförs är gjort av Holmbergs.

2 Ordlista

2.1 PWM

PWM (Puls Width Modulation) eller pulsbreddsmodulering på svenska är en metod när man reglerar spänningen av och på snabbare än den matade enheten hinner reagera på. Det görs i så kallade ”duty cycles” som beskriver hur lång intervallen mellan av och på är. T.ex. 25 % duty cycle leder till att lasten matas fullt $\frac{1}{4}$ av tiden, och 75 % duty cycle menas att lasten matas fullt $\frac{3}{4}$ av tiden. Detta gör så att man får en variabel effektmatning som i vårt fall gör att vi kan styra hastigheten på framdrivningsmotorn.

(Sparkfun, 2013)

2.2 CAN-bus

CAN (Controller Area Network) är ett nätverk som kopplar samman enheter (nodes) över en 2-tråds bus med terminerande 120Ω -motstånd vid varsin ände av nätverket, så noderna kan byta information med varandra.

(ME-Meßsysteme, 2018)

2.3 Mikrokontroller

En Mikrokontroller eller MCU (microcontroller unit) är en liten dator på en liten integrerad krets, den kan ha en eller flera processorer tillsammans med minne och programmerbara in-/utgångar. MCU:n är optimerad för att styra och arbeta tillsammans med andra elektroniska komponenter och det vanligaste användningsområdet är inom inbyggda system, t.ex. hemelektronik, bilar, industrirobotar eller mobiltelefoner.

(Wikipedia, 2018)

2.4 Motorkontroller

Motorkontrollern är en enhet eller grupp av enheter som har i uppgift att styra en elmotor. Den kan ha manuellt styrda kommandon så som, fram/back, reglering av hastighet eller momentbegränsning. Motorkontrollern kan även ha automatiska skydd mot överbelastning och överhettning.

(Wikipedia, 2018)

3 Framdrivningsmotor

3.1 Elkomponenter

3.1.1 Mikrokontroller

Den mikrokontroller vi har valt att använda är Arduino Uno R3 på grund av att Arduinos egna program är lätta att jobba med och för att den har tillräckligt med utgångar som kan skicka PWM signaler.

Kortet som är baserad på mikrochippet Atmega328P har 14 digitala in/utgångar av vilka 6 st. kan användas som PWM utgångar och även 6 st. analoga ut/ingångar.

(Arduino, 2018)



Figur 1 Arduino Uno. (Arduino, 2018)

3.1.2 CAN-bus shield

CAN-bus shielden som vi använder är av samma modell som används på de andra systemen till segelroboten, vilket är DEV-13262 som är tillverkad av Sparkfun. Den använder sig av mikrochippet MCP2515 för CAN styrning och MCP2551 chippet för att sända ut på CAN.

Kopplingen på CAN sker via en standard 9-polig D-sub.

(Sparkfun, 2015)



Figur 2. CAN-bus Shield. ((Sparkfun, 2018))

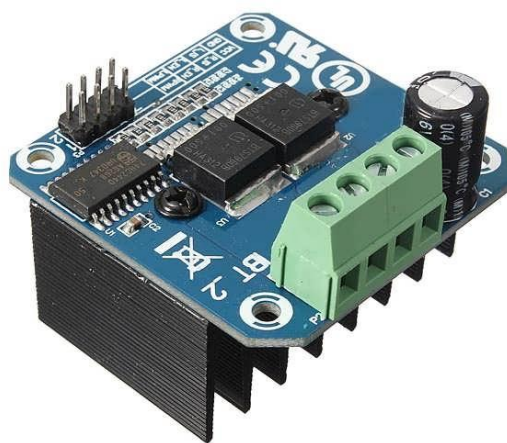
3.1.3 Motorkontroller

Motorkontrollern vi använder heter IBT-2 och är en H-brygga uppbyggd med dubbla BTS7960B chip som kan driva en likströmsmotor upp till 43A vilket är tillräckligt för att driva motorn. I och med de två chipen kan motorn både köras framåt och bakåt med PWM signal från samma kort. Kortet är försett med kylflänsar för bättre kylning. Motorkontrollern har även ett överhettningsskydd via en inbyggd temperaturgivare, vid överhettning stängs båda utgångarna på kortet.

Specifikationer

- Drivchip: BTN7960B
- Spänningsområde: 5.5 V to 28 V
- Max belastningsström: 43 A
- 25 kHz max inkommande frekvens
- Motor Typ: DC motor
- Kortstorlek: 4*5*1.2 cm

(Art of Curcuits, 2018)



Figur 3. Motorkontroller. (Art of Curcuits, 2018)

3.2 Motor

3.2.1 Val av motor

Valet av motor baserades på vikt, storlek, placering och effekt. Motorn behöver även vara lätt att demontera ifall den inte skall användas. En inbyggd motor med axel ut genom skrovet var inte möjligt att använda eftersom det inte finns utrymme i båten och en sådan motor skulle inte vara enkel att demontera.

Vi undersökte även möjligheten att ha en uppvikbar motor i aktern för att minska vattenmotståndet när motorn inte används. Det var inte en praktisk lösning eftersom vindrodret som sitter monterat akterut upptar för mycket utrymme för en sådan konstruktion att få plats.

Valet föll på en elektrisk ”Trollingmotor” som modifieras och blir monterad under båten med en fastsättning att den lätt går att montera bort.

Motorn är av modellen Motorguide R3-30 HT som drivs av 12 V och med max ampere på 36 A. Hastighetskontrollen är i 5 steg framåt och 2 bakåt med olika motstånd före motorn, detta är en sak vi modifierat genom att ta bort inkopplingarna till motstånden och enbart använder en kabel som går direkt till motorn med PWM signal som hastighetsstyrning. Detta gör att hastighetskontrollen blir steglös samt att lägre effekt används av motorn då den körs under 100 % av max kapacitet eftersom all energi går åt till att driva motorn och inte till värme.

(Motorguide, 2018)



Figur 4. Trollingmotor i original utförande (Motorguide, 2018)

3.2.2 Propeller

Vi undersökte möjligheterna att montera en så kallad ”vikbar propeller”. En vikbar propeller är en propeller som, när motorn inte är i drift, viker bladen sig inåt för att minska motståndet i vattnet. Propellerbladen viker sig med hjälp av fjädrar eller en mekanisk axel. Valet av motor som gjorts ger endast möjligheten att använda en fjäderbelastad propeller.

Eftersom priserna på dessa är väldigt höga, ca 700 €, och de inte finns att tillgå i så pass små modeller så är det inte möjligt att använda dessa. De minsta vi hittade var runt 11” i diameter vilket är betydligt större än den 3.5” diameter som sitter på motorn från början.

Vid tester av motorn med tillhörande original propeller så upptäckte vi att behovet av en vikbar propeller är lågt eftersom trögheten i motorn, när den inte är i drift, är så pass högt. Den börjar rotera först vid ~5-6 Knop vilket är över hastigheten båten anses ska hålla. När vi testade motorn i vattnet märkte vi att det är först när propellern börjar rotera som den börjar släpa betydande i vattnet och ökar vattenmotståndet. Vi testade detta genom att ha den monterad på sidan av en mindre motordrivenbåt.



Figur 5. Folding propeller. (Yachting monthly, 2015)

3.2.3 Strömförbrukningstest

För att testa strömförbrukningen kopplade vi in testprogrammet på motorn innan motorn var modifierad så vi kunde fästa den på en vanlig 4,5 meter lång motorbåt, det vill säga inte havsforskningsbåten. På så vis fick vi fram mätvärden på strömförbrukning både med och utan belastning. Testet utfördes vid lugnt väder och med batterispänning 12,5 V.

Testutrustningen var en tångamperemätare (Kyoritsu 2033) för strömtest samt multimeter (Fluke 77) för spänningsmätning.

Table 1. Mätningar på framdrivningsmotorn,

På land				I vatten			
Framåt	Vid motor (A)	Vid Batteriet (A)	Effekt vid batteri (W)	Framåt	Vid motor (A)	Vid Batteriet (A)	Effekt vid batteri (W)
20%	1.16	0.43	5.375	20%	3.2	0.83	10.375
40%	1.35	0.9	11.25	40%	7.5	3.25	40.625
60%	1.45	1.24	15.5	60%	12.5	7.7	96.25
80%	1.5	1.4	17.5	80%	18	14.5	181.25
100%	1.64	1.57	19.625	100%	23.4	22.7	283.75
Bakåt				Bakåt			
25%	1.15	0.53	6.625	25%	3.4	1.1	13.75
50%	1.8	1.3	16.25	50%	8	4.4	55
75%	2	1.8	22.5	75%	14.5	11	137.5
100%	1.7	1.85	23.125	100%	21.5	21.5	268.75

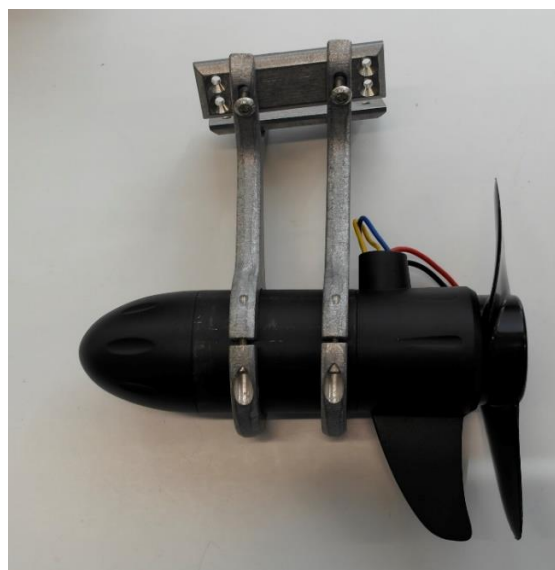
Mätningarna ovan visar att det är stor skillnad när motorn utsätts för belastning och när den inte är det. Testerna utfördes för att få en insikt i hur stor förbrukare motorn blir vid olika hastigheter, eftersom båtens uppladdningsmöjligheter hittills är begränsad till en solpanel så måste ytterligare tester göras senare för att hitta en balans mellan strömförbrukning och hastighet. Man ser även att strömmen är högre vid motorn. Detta beror på att motorkontrollern arbetar med pulsbreddsmodulering vilket gör att effektivvärdet på spänningen är lägre, som t.ex vid 40% (på land) är spänningen enbart 8,34V. I skrivande stund är båten ännu inte på vattnet så detta måste utföras vid ett senare tillfälle.

3.2.4 Motor som generator

Vi testade även ifall motorn skulle vara duglig att använda som generator när båten går för segel. Tidigare tester visade att båten måste hålla en fart av ~5-6 knop för propellern att börja rotera och därmed börja producera energi, vilket är en hastighet som havsforskningsbåten inte är designad att stadigt hålla. Detta test utfördes samtidigt som strömmätningarna ovan. Även i fall motorn börjar rotera ger den ut så pass låg effekt vid de varvtalen att den inte är duglig som generator.

3.3 Konstruktion

Framdrivningsmotorn består av den modifierade trollingmotorn som det har tillverkats ett fäste till. Fästet består av två armar som är urskurna ur en 15 mm tjock aluminiumplåt med hjälp av en vattenskrämaskin. Armarna pressas fast runt motorn och låses med en skruv i vardera arm och fästes sedan via fästplattor som monteras på skrovet. Denna konstruktion gör det möjligt att demontera motorn snabbt och enkelt med endast fästplattorna kvar i skrovet.



Figur 6 Bild på motor med fästet monterat

3.4 Programmering

Programmeringen är gjord i Arduino IDE, som är Arduinos egna miljö för programmering i APL (Arduino Programming Language) vilket påminner mycket om C++, C# och Java. Motorkoden är uppbyggd så att man använder arduinos egna "serial monitor" vilket är en terminal som kommunicerar med arduinos serieport till datorns usb port, detta används innan programmet implementeras så att all kommunikation istället skickas via CAN-bus.

Via "serial monitor" kan man skriva in ett värde mellan -100 och 100, vilket är ett spann från 100 % i bakåt riktning eller 100 % i framåt riktning, skriver man 0 stannar motorn. Även vid för högt värde på motorpådraget stannar motorn.

Skydd för överhettning behöver inte skrivas in här i och med att motorkontrollern har inbyggt skydd mot detta som stänger alla utgångar vid för hög temperatur på kortet.

Vi kommer inte att programmera CAN-bus då detta inte hör till vår del av projektet utan utförs senare av de som är ansvariga för havsforskningsplattformens huvudkod.

4 Vinsch

4.1 Motor

4.1.1 Typer av DC-motorer

Vid val av motor till vinschen behövs vi först undersöka de olika likströmsmotorer som finns att tillgå, alla har sina för- och nackdelar som måste beaktas.

Stegmotorn

Fördelar, största fördelen för oss är att stegmotorn snurrar ”ett steg i taget” vilket gör att det är lättare för oss att utan extra givare, få vinschen att skicka önskad längd vajer.

Nackdelar, klarar sällan av ett varvtal över 1500 rpm och tappar moment i takt med ökat varvtal.

Likströmsmotor med kolborstar

Fördelar, mjuk gång och hög verkningsgrad i hela varvtalsområdet. Drivdon till motorn och motorn är förhållandevis billiga.

Nackdelar, kortare livslängd eftersom kolborstarna slits ner med tiden. Elektriska störningar uppstår i drift vilket kan störa annan utrustning, detta går dock att undvika med någon form av avstörningsmetod som t.ex. en kondensator.

Borstfri likströmsmotor

Fördelar, tyst effektiv motor med högt vridmoment i förhållande till tröghetsmomentet och eftersom kolborstar saknas kan den användas i känsligare områden som tex explosiva miljöer.

Nackdelar, Lågt eget tröghetsmoment och dyr drivelektronik.

(Drivteknik, 2016)

4.1.2 Val av motor

Först var tanken att vi skulle använda oss av en borstlös likströmsmotor med olika givare för att räkna vinschningens längd och ändläge, men vi valde istället att använda oss av en stegmotor till vinschen så vi kunde minska antalet givare som kan ge problem vid drift.

Det gör även att programmet blir kortare och mindre benäget för buggar. Det som är mindre bra är att vinschens hastighet blir lägre än om vi skulle använda oss av en borstlös likströmsmotor, men ökad precision på vinschningen. Stegmotorn vi använder är av modellen YAKO yk60hb65-03A som går 200 steg på ett varv vilket betyder att ett steg motsvarar 1.8° vridning på axeln. Motorn har ett maximalt vridmoment på 2.1 Nm.

4.2 Styrenheter

4.2.1 Mikrokontroller

Till en början använde vi oss av Nucleos kontrollkort L053R8 med stegmotorkontrollern IHM03A1 som klarar 10A vilket överstiger strömmarna som behövs till motorn. Dock uppnådde vi inte önskat resultat med de korten p.g.a. att programmet inte kommunicerade med kortet och den mera komplicerade programmeringsmiljön. Efter lite funderande valde vi att återigen använda oss av ett Arduino Uno R3 även till denna del då vi visste att det fungerade.

Se kapitel 3.1.1 för mera information om Arduino Uno R3.

4.2.2 CAN-bus shield

Till vnschen användes även DEV-13262, vilket är samma modell av CAN-bus shield som vi också använde till framdrivningsmotorn.

Se kapitel 3.1.2 för mera information om DEV-13262.

4.2.3 Motorkontroller

Motorkontrollern vi använder till vinschen heter TB6600 och är en stepper motor driver.

Den klarar av att driva motorer upp emot 4A. Du kan styra två-faser, fyra-faser och hybrida stepper motorer med den. Den har också 6 DIP brytare som man kan ställa steglängden från 1- 1/32 steg. Med DIP brytarna kan du också ställa in max strömmen som ges ut till motorn.

Specifikationer

- Ingångsström: 0~5 A
- Utgångsström: 0.5-4.0 A
- Kontroll signal: 3.3~24 V
- Effekt (MAX): 160 W
- Mikro steg: 1, 2/A, 2/B, 4, 8, 16, 32
- Temperatur: -10~45 °C
- Dimension: 96*56*33 mm
- Vikt: 0.2 kg

(DFRobot, 2018)



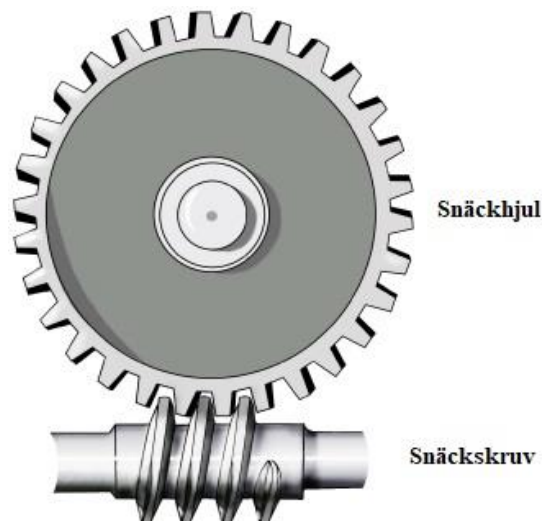
Figur 7. Motorkontroller, (DFRobot, 2018)

4.3 Mekaniska komponenter

4.3.1 Snäckväxel

En snäckväxel är uppbyggd av snäckskruv och det större kugghjulet, snäckhjulet. Den drivande kraften kommer från snäckskruven som driver snäckhjulet i 90° vinkel mot skruven. När snäckskruven snurrat ett varv har snäckhjulet snurrat en kugg framåt vilket gör att utväxlingen kan beskrivas som ”snäckhjulet till 1” där en växel med 100 kuggar får en utväxling som är 100:1.

(Wikipedia, 2018)



Figur 8. Snäckväxel uppbyggnad. (Ritbolaget, 2012)

Till vinschen behövs en snäckväxel av flera anledningar, för det första behövs den till att öka momentet på motorn så att vinschen har kraft nog att orka med vinschning av sensorer och eventuella hydrofoner eller liknande tillämpningar.

Den andra anledningen är att med en snäckväxel behövs ingen broms till trumman då växeln i sig själv fungerar som en broms då vinkeln mellan snäckhjulet och snäckskruven gör att den i princip inte går att dra runt från snäckhjulets sida. Vid valet av snäckväxel blev vi ombedda att använda en 100:1 växel så att den inte skulle dra ut vajern bakåt när båten är i drift. Med

den växeln är vinschen även stark nog att eventuellt lyfta tyngre objekt om det skulle behövas i framtiden.

Vid test har vinschen lyft 25 kg rakt upp utan några som helst problem. Med en utväxling på 100:1 får man dock kompromissa med hastigheten på vinschningen då varvtalet på utgående axel blir 100 gånger mindre än vad varvtalet på ingående axel är.

Det är inte heller möjligt att öka hastigheten allt för mycket på stegmotorn då den förlorar för mycket kraft och inte orkar driva runt växeln vilket man kan se på grafen av momentet i bilaga 4.

4.3.2 Trumma

Trumman är svarvad ur ett stycke aluminium med yttre måttet på 120 mm i diameter och inre diameter är 80 mm och bredden är 35 mm. Vajern vi använder oss av är 2 mm i diameter vilket betyder att vi på ett lager får ungefär 4400 mm.

Vilket beräknas: $80\text{mm} \times \pi \times (35\text{mm} \div 2\text{mm})$

Det betyder att det kommer bli 4 lager på trumman.

4.4 Konstruktion

Enheten består av en 100:1 växel som på den utväxlade sidan har trumman monterad med vajer och i andra ändan sitter motorn. För att motorn skulle passa på växeln måste en adapter tillverkas som sitter emellan dem. Hela enheten har en vikt på ungefär 5 kg.

Vinschen blir monterad på babordssida invändigt i båten för att få vikten centrerad eftersom styrenheten till rodret sitter på styrbordssida. Vajern kommer att dras invändigt akterut i båten för att sedan komma ut i aktern och via ett block riktas ner så man kan vinscha ner i vattnet.

Vajerns längd är på 15 m så vinschmöjligheten är på ungefär 12 m. Vajer som används är en syrafast vajer med diametern på 2 mm i vilken en syrafast karbinhake kommer att fästas med en ögla för att enkelt kunna byta mellan sensorer.



Figur 9. Komplet vinsk utan vajer

4.5 Programmering

Även vinschens program är programmerat i Arduino IDE på samma sätt som beskrivs i punkt 3.4

Programmet är uppbyggt så att enheten läser in kommandon via ”serial monitor”.

Det den läser in är ett värde på 0 – 12000 mm värdet omvandlas senare till antal steg som stegmotorn skall köra i önskad riktning. Programmet räknar och håller koll på antal steg i varje riktning den tar. Nollpositionen bestäms vid start av arduinon, detta gör det möjligt att stegmotorn alltid kan köra tillbaka till sin ursprungsposition. Programmet är även uppbyggt med ett ”gå hem”- kommando så var den än befinner sig så far den tillbaka till noll positionen utan att du själv måste ge instruktioner hur långt den skall gå.

Vi utför inte CAN-bus programmeringen.

5. Slutsats

Målet med vårt examensarbete var att designa en framdrivningsmotor samt en vinsch för mätinstrument vilket vi tycker vi har lyckats utföra bra, men vissa förbättringar kan göras.

Förbättringar som kan utföras på vinschen:

Eftersom båten till största del kommer vara i rörelse betyder det att vinschvajern inte kommer ligga helt lodrätt i vattnet. Detta medför att de djup som är inställt inte stämmer helt exakt i praktiken. En feedback från givarens egen djupmätning vore önskvärd så att vinschen kan korrigera djupet där efter. Men eftersom att givaren inte finns att tillgå just nu så kan detta inte utföras.

Även en kraftfullare motor vore önskvärd för att få ner vinschningstiderna. Vi tittade på olika motoralternativ men eftersom systemet på båten endast är 12 V så finns det inte mycket betydelsefullt kraftfullare motorer att tillgå så 24 V system vore mer optimalt.

Förbättringar som kan utföras på motorn:

Det skulle vara fördelaktigt med ett batteri till så att motorn kan köras längre tid utan att riskera att tömma det befintliga batteriet. Vi förstår också att det är begränsat med utrymme i båten samt att vikten måste beaktas så det kanske inte är möjligt.

Det som har varit svårast för oss är programmeringen då vi hade begränsade kunskaper inom C programmering och att vi har haft kontrollkort som var defekta vilket gjorde att de inte alltid tog emot kommandon.

I övrigt har examensarbetet varit intressant och lärorikt. Vi har lärt oss mycket om programmering och användning av Arduino som vi kan ha nytta av i framtiden.

På grund av våra egna arbeten samt att båten förflyttades till posten ålands lager kunde vi inte montera vajern till vinschen.

Källförteckning

- Åland Sailing Robots*. (2018). Hämtat från www.sailingrobots.ax/the-project/
- Arduino*. (2018). Hämtat från Arduino: (<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>)
- Arduino*. (2018). Hämtat från Arduino: https://store-cdn.arduino.cc/usa/catalog/product/cache/1/image/520x330/604a3538c15e081937dbfbd20aa60aad/a/0/a000066_featured.jpg
- Art of Curcuits*. (2018). Hämtat från Art of Curcuits: <http://artofcircuits.com/product/btn7960b-43a-h-bridge-motor-driver-module>
- DFRobots*. (2018). Hämtat från DFRobots: <https://www.dfrobot.com/product-1547.html>
- DFRobots*. (2018). Hämtat från DFRobots: https://www.electroship.com/img/p/5/6/1/561-home_default.jpg
- Drivteknik*. (2016). Hämtat från Drivteknik: <http://www.drivteknik.nu/skolan/servo/allmant-om-servoteknik>
- ME-Meßsysteme*. (2018). Hämtat från <https://www.me-systeme.de/en/support/basics/can-bus-basics>
- Motorguide*. (2018). Hämtat från Motorguide: <http://www.motorguide.com/store/product/freshwater-use/r3/specs>
- Motorguide*. (2018). Hämtat från Motorguide: http://www.motorguide.com/UserFiles/Store/Product/Images/55/full/R3-Full-Motor_fu.jpg
- Ritbolaget*. (2012). Hämtat från Ritbolaget: <http://ritbolaget.se/tekniska-illustrationer/attachment/2011980>
- Sparkfun*. (2015). Hämtat från Sparkfun: www.sparkfun.com/products/13262
- Sparkfun*. (2018). Hämtat från Sparkfun: <https://cdn.sparkfun.com//assets/parts/1/0/4/6/6/13262-01.jpg>
- Wikipedia*. (2018). Hämtat från Microcontroller: <https://en.wikipedia.org/wiki/Microcontroller>
- Wikipedia*. (2018). Hämtat från Motor Controller: https://en.wikipedia.org/wiki/Motor_controller
- Wikipedia*. (2018). Hämtat från Worm Drive: https://en.wikipedia.org/wiki/Worm_drive
- Yachting monthly*. (2015). Hämtat från Yachting monthly: <https://keyassets.timeincuk.net/inspirewp/live/wp-content/uploads/sites/20/2015/02/Flexofold2.jpg>

Bilagor

Bilaga 1 – Specifikationer för elmotorn, Motorguide R3-30 HT

R3 Freshwater, Hand-Operated Specifications

In addition to the features in the table below, all
R3 Freshwater Models share the following specifications:

- Forward / Reverse Motor Direction
- Twist / Extendable Steering

R3 Freshwater Hand-Control Transom Mount:

Model	Part Number	Mount	Peak Thrust	Shaft Length	Shaft Material	Max Amp Draw	Volts	Speed Controls	Propeller	Battery Meter	Recommended Boat Length
R3-30 HT / 30"	940100170	#03 Transom	30	30"	Aluminum	36	12	5/2	2-Blade	No	10' - 14'
R3-40 HT / 36"	940100160	#03 Transom	40	36"	Aluminum	43	12	5/2	Machete	No	12' - 16'
R3-45 HT / 36"	940100150	#09 Transom Wide-Bite	45	36"	Composite	44	12	5/2	Machete	No	14' - 18'
R3-55 HT / 36"	940100140	#09 Transom Wide-Bite	55	36"	Composite	49	12	5/2	Machete	No	16' - 20'
R3-40 HT Digital / 36"	940100200	#03 Transom	40	36"	Aluminum	43	12	Digital Variable	Machete	Yes	12' - 16'
R3-45 HT Digital / 36"	940100180	#09 Transom Wide-Bite	45	36"	Composite	44	12	Digital Variable	Machete	Yes	14' - 18'
R3-55 HT Digital / 36"	940100190	#09 Transom Wide-Bite	55	36"	Composite	49	12	Digital Variable	Machete	Yes	16' - 20'
R3-55 HT Digital / 42"	940100210	#09 Transom Wide-Bite	55	42"	Composite	49	12	Digital Variable	Machete	Yes	16' - 20'

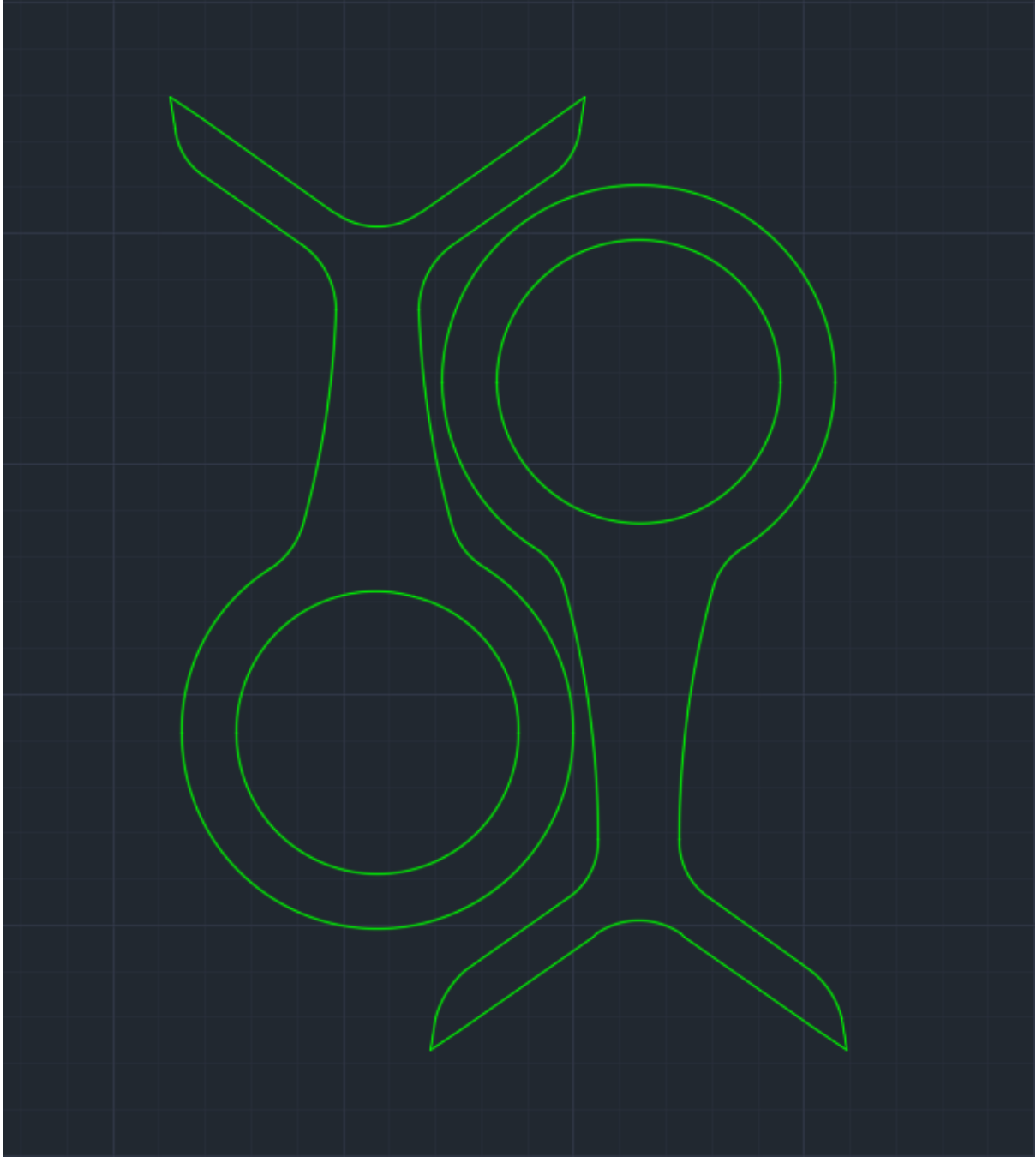
In addition to the features in the table below, all
Bulldog® Models share the following specifications:

- Aluminum Shaft Material
- Battery Meter
- Single Cable Steering

Bulldog® Motors:

Model	Part Number	Mount	Peak Thrust	Shaft Length	Volts	Speed Controls	Motor Directions	Directional Indicator	Propeller	Recommended Boat Length
Bulldog® 40 FT / 30"	921500020	#03 Transom	40	30"	12	5	Forward	Yes	Machete III	4' - 12'
Bulldog® 54 FT / 30"	921500090	#09 Transom Wide-Bite	54	30"	12	5	Forward	Yes	Machete III	12' - 18'

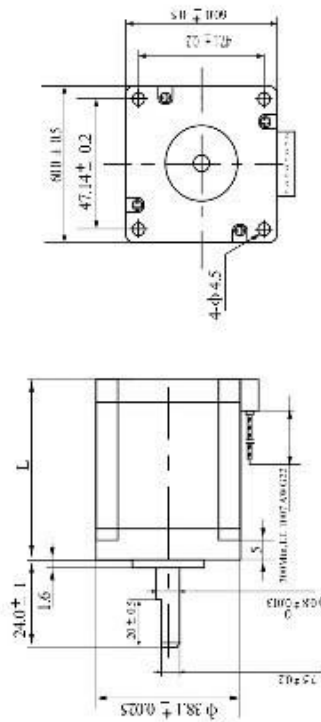
Bilaga 2 – Ritning av fäste för elmotor till vattenskärning



Bilaga 4 – Datablad för stegmotor, yk60hb65-03A

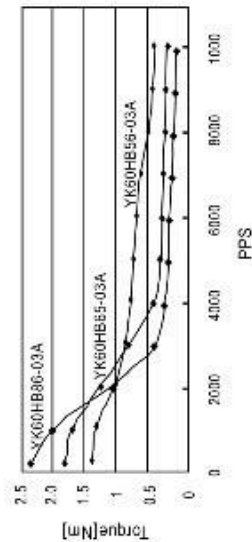
Model	Step Angle (°)	Voltage (V)	Length L (mm)	Holding Torque (N.m)	Current (A/phase)	Resistance (Ω)	Inductance (mH)	Rotor inertia (g.cm ²)	Weight (kg)	Motor Leads
YK60HB56-03A	1.8	2.52	56	1.65	2.8	0.9	3.6	300	0.85	6
YK60HB65-03A		3.36	67	2.1	2.8	1.2	4.6	570	1.2	6
YK60HB86-03A		4.17	88	3.1	2.8	1.5	6.8	840	1.4	6

Dimension:

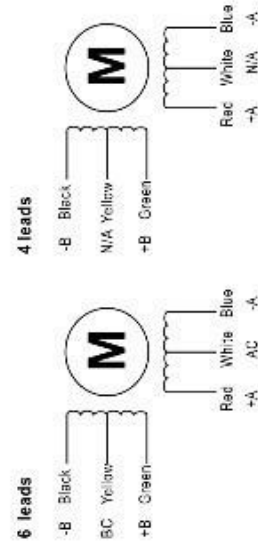


Item	Shaft Length	D-CUT
YK60HB56-03A	8.0mm	0.5*20mm
YK60HB65-03A	8.0mm	0.5*20mm
YK60HB86-03A	8.0mm	0.5*20mm

Frequency-torque characteristics

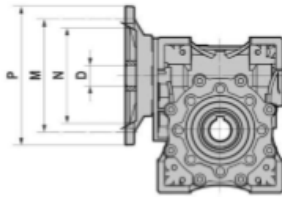


Connections



Bilaga 5 – Datablad för vinkelväxel, NMRV 040, i=100

2.9.1 NMRV - NMRV-P Motor flange availability

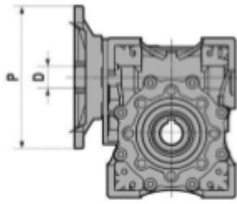


- (*) Low profile key supplied by Motovario.
- (*) Motor-ratio combination feasible.
- (**) Motor-ratio combination not feasible.
- (*) Motor-ratio combination not to be used, out of warranty terms.

The table reports possible configurations strictly based on geometric criteria. To determine the compatibility of a motor-gear unit assembly in terms of mechanical factors, double check the selected configuration against the rating charts for NRV/NRV-P performances.

NMRV NMRV-P	PAM IEC	N	M	P	D	i													
						5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100		
025	56B14	50	65	80	9	9	*	*	*	*	**	*	*	*	*	*	**	**	
030	63B5	95	115	140	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**	**	**	
	63B14	60	75	90	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	56B5	80	100	120	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	56B14	50	65	80	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**	
040	71B5	110	130	160	14	*	*	*	*	*	*	*	*	**	**	**	**	**	
	71B14	70	85	105	14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	63B5	95	115	140	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	63B14	60	75	90	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
050	56B5	80	100	120	9	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*	
	80B5	130	165	200	19	*	*	*	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	
	80B14	80	100	120	19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	71B5	110	130	160	14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**	
063	71B14	70	85	105	14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	63B5	95	115	140	11	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*	*	
	90B5	130	165	200	24	**	*	*	*	*	*	*	*	+	+	+	+	+	
	90B14	95	115	140	24	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	80B5	130	165	200	19	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	+
	80B14	80	100	120	19	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
075	71B5	110	130	160	14	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	71B14	70	85	105	14	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	100/112B5	180	215	250	28	**	*	*	*	*	*	*	*	+	+	+	+	+	
	100/112B14	110	130	160	28	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	+
	90B5	130	165	200	24	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	+	+
	90B14	95	115	140	24	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
090	80B5	130	165	200	19	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	80B14	80	100	120	19	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	132B5	230	265	300	38	**	*	*	*	*	*	*	*	+	+	+	+	+	
	100/112B5	180	215	250	28	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	+	+
	100/112B14	110	130	160	28	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	+
	90B5	130	165	200	24	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
110	90B14	95	115	140	24	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	80B5	130	165	200	19	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	80B14	80	100	120	19	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	132B5	230	265	300	38	**	*	*	*	*	*	*	*	*	**	**	**	**	**
130	100/112B5	180	215	250	28	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	90B5	130	165	200	24	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*
	160B5	250	300	350	42	**	*	*	*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	**
150	132B5	230	265	300	38	**	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	**	**
	100/112B5	180	215	250	28	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*

2.9.2 NMRV - NMRV-P HYBRID Motor flange availability



(*) Low profile key supplied by Motovario.

(**) For NMRV-P 110 flange Ø300 only possible solution bush Ø38.

(+) Motor-ratio combination not to be used, out of warranty terms.

The table report possible configurations strictly based on geometric criteria. To determine the compatibility of a motor-gear unit assembly in terms of mechanical factors, double check the selected configuration against the rating charts for NRV/NRV-P performances.

NMRV NMRV-P	P	i											
		5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
025	80	9	9	9	9	9	-	9	9	9	9	-	-
030	140												
	120	11	11	11	11	11	11	11	11	11	9	9	-
	90	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-
	80												
040	160												
	140												
	120	14	14	14	14	14	14	14	14	11	11	11	11
	105	11	11	11	11	11	11	11	11	9	9	9	9
050	200												
	160												
	140	19	19	19	19	19	19	19	14	14	14	14	11
	120	14	14	14	14	14	14	14	11	11	11	11	11
063	200												
	160												
	140	-	24	24	24	24	24	24	24	19	19	19	14
	120		19	19	19	19	19	19	19	14	14	14	14
075	250												
	200												
	160	-	28	28	28	28	28	28	24	24	24	19	19
	140		24	24	24	24	24	24	19	19	19	14	14
090	250												
	200												
	160	-	28	28	28	28	28	28	28	24	24	24	19
	140		24	24	24	24	24	24	19	19	19	19	19
110	300		38**	38**	38**	38**	38**	38**	38**	+	+	+	+
	250												
	200	-	28	28	28	28	28	28	28	28	28	24	24
	160		24	24	24	24	24	24	24	24	24	19	19
130	300												
	250	-	38*	38*	38*	38*	38*	38*	38*	28	28	28	28
	200												
	160												
150	350												
	300	-	42	42	42	42	42	38	38	38	38	28	28
	250												