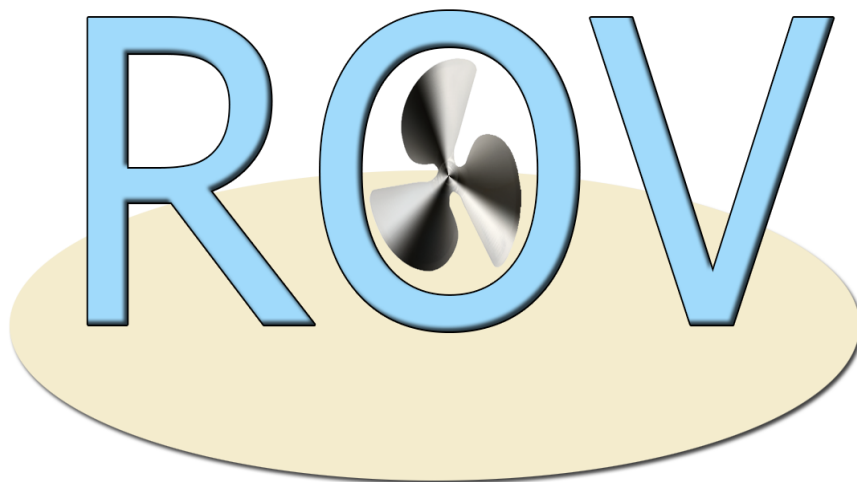


Testplan
Remotely Operated Underwater Vehicle
Version 1.0

Elias Nilsson

1 oktober 2014



Status

Granskad	SL	2014-10-01
Godkänd	Isak Nielsen	2014-10-01

Projektidentitet

E-post: tsrt10_rov2014@googlegroups.com

Hemsida: <http://www.isy.liu.se/edu/projekt/reglerteknik/2014/rov/>

Beställare: Isak Nielsen, ISY, Linköpings Universitet
Telefon: +46(0) 13 282804
E-post: isak.nielsen@liu.se

Kund: Micael Derelöv, Saab Dynamics, Underwater Systems
Telefon: +46(0) 13 281165
E-post: micael.derelov1@saabgroup.com

Kursansvarig: Daniel Axehill, ISY, Linköpings Universitet
Telefon: +46(0) 13 284042
E-post: daniel@isy.liu.se

Projektledare: Oscar Wyckman
Telefon: +46(0) 73 7338744
E-post: oscwy416@student.liu.se

Handledare: Jonas Linder, ISY, Linköpings Universitet
Telefon: +46(0) 13 282804
E-post: jonas.linder@liu.se

Gruppmedlemmar

Namn	Roll	Telefon	E-post (@student.liu.se)
Oscar Wyckman (OW)	Projektledare	073 - 733 87 44	oscwy416
Simon Lindblom (SL)	Dokumentansvarig	070 - 576 26 64	simli427
Dennis Forsberg (DF)	Regleringsansvarig	076 - 029 08 35	denfo765
Oscar Gunnarsson (OG)	Designansvarig	073 - 837 41 92	oscu132
Elias Nilsson (EN)	Testansvarig	073 - 729 62 47	elini289
Johan Andersson (JA)	Simuleringsansvarig	070 - 332 92 12	johan712
Sofia Larsson Cahlin (SLC)	Projektgruppssamordnare	076 - 881 40 06	sofla266
Marcus Johansson (MJ)	Mjukvaruansvarig	070 - 315 73 77	marma906

Dokumenthistorik

Version	Datum	Ändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2014-09-26	Första utkastet	Samtliga	SLC
0.2	2014-09-30	Andra utkastet	SL, DF, OG, EN	SL, DF, OG, EN
1.0	2014-10-01	Första versionen	EN	EN, SL

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Misslyckade tester	1
1.2	Notation	1
2	Generella systemtester	2
3	Funktionella tester	3
4	Prestandatester	6
5	Säkerhetstester	9
6	Fullbordad av övriga krav	9

1 Inledning

Detta dokument innehåller beskrivningar av de tester som ska genomföras under detta projekt för att verifiera att kraven i kravspecifikationen [1] är uppfyllda. Testerna är specificerade enligt formatet nedan.

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
---------	---------	-----------------	-----	----------	-------	----

En kort förklaring till dessa rubriker kan ses nedan.

- Test nr - Vilket nummer testet har.
- Krav nr - Vilket/vilka krav som testet är tänkt att verifiera. De kravnummer som är kopplade till de olika testen är hämtade från kravspecifikationen [1]. Om ett kravnummer står inom parentes betyder det att fler än ett test krävs för att verifiera detta krav.
- Testbeskrivning - En utförlig beskrivning av hur testet ska gå till.
- Tid - Hur lång tid testet är tänkt att ta i timmar.
- Resurser - Vilka resurser som behövs för att utföra testet.
- Ansv. - Den person som är ansvarig för testet står först och de som utför testet står efter.
- V. - Den vecka som testet ska utföras under.

1.1 Misslyckade tester

Om ett test misslyckas, det vill säga att testet inte kan verifiera ett specifikt krav, ska orsaken till misslyckandet hittas och åtgärdas. När felet är åtgärdat ska testet göras om och detta itereras tills kravet kan verifieras. Om ett krav inte kan verifieras efter upprepade försök ska beställare kontaktas och en diskussion föras om hur problemet ska lösas.

1.2 Notation

AUV	Autonomous Underwater Vehicle
GUI	Graphical User Interface
IMU	Inertial Measurement Unit
ISY	Institutionen för systemteknik
LQ	Linear Quadratic
ROS	Robot Operating System
ROV	Remotely Operated Vehicle
SONAR	Sound Navigation and Ranging

2 Generella systemtester

Nedan listas de tester som ska kunna verifiera de krav som är ställda på hela systemet.

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
1	4, 5, 7, 8	Testa så att mjukvaran på den nya PC:n kan styra och kommunicera med ROV:en. Detta görs genom att koppla in den nya externa PC:n med ROV:en. En referenssignal skickas sedan till ROV:en och man ser om motorn ger något utslag. Sensorvärden och styr signaler ska kunna avläsas på den nya externa PC:n.	2	ROV, nya externa PC:n	MJ, JA	41
2	11, 16	Kontrollera att nya trycksensorer är monterade, fungerar samt ger rätt värden. Detta görs genom att sänka ner ROV:en för att se om sensorernas signaler varierar korrekt med djupet när LQ-regulatorn är aktiverad för att hålla ROV:en på ett visst djup.	1	ROV, bassäng, extern PC	MJ, OW	41
3	17	Kontrollera att nytt styr- och mätkort är monterat och inkopplat med visuell inspektion.	1	ROV, extern PC	OG, JA	41
4	18	Kontrollera en ny magnetometer är monterad och inkopplat med visuell inspektion.	1	ROV	OG, JA	41
5	19	Testa så att all hårdvara är fixt monterad genom visuell och taktill inspektion.	1	ROV	OG, JA	42
6	21	Testa så att den decentraliserade regulatorn är modifierad med avseende på vinkelhastigheter. Detta kan göras genom att se om regulatortrimningen och/eller om regulatorstrukturen är modifierad, genom jämförelse av innan projektet given kod och av projektet färdigställd kod.	2	ROV, Extern PC, bassäng	DF, EN,SL	48
7	22	Testa så att LQ-regulatorn är modifierad med avseende på djup och orientering. Detta kan göras genom att se om regulatortrimningen och/eller om regulatorstrukturen är modifierad, genom jämförelse av innan projektet given kod och av projektet färdigställd kod.	2	ROV, Extern PC, bassäng	DF, EN,SL	48
8	23, 24	Tillse att plottar som visar regulatorprestandan för den decentraliserade regulatorn och LQ-regulatorn finns att tillgå samt att en analys kring plottarnas resultat har genomförts i skriftlig form.	1	-	DF	48

3 Funktionella tester

Nedan listas de tester som ska kunna verifiera de krav som är ställda på ROV:ens funktionalitet.

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
9	1, 65	Testa att delsystemet Reglering kan ställas in i både manuellt och autonomt läge från den externa PC:n. Detta genom att låta delsystemet Reglering skicka en signal till den externa PC:n om i vilket läge den befinner sig.	1	ROV, extern PC	DF	40
10	2	När delsystemet Reglering är i autonomt läge testas att man kan välja mellan den decentraliserade regulatorn och LQ-regulatorn.	1	ROV, extern PC	DF	40
11	3	Testa att den externa PC:n kan ta emot styr-signalerna från handkontrollen. Detta görs genom att varje funktion på handkontrollen testas och signalen läses av på den externa PC:n.	1	Handkontroll, extern PC	EN, MJ	41
12	9	Testa att det genom GUI:t går att styra flera enheter. Detta görs genom att två enheter kopplas upp mot den externa PC:n samtidigt. Därefter testas olika funktioner i GUI:t för att se om det går att styra båda enheterna.	1	ROV, ytterligare enhet (ROV), extern PC	MJ, OG	48
13	10, 12, 15	Testa så att magnetometern och läckagesensorn kan skicka data till styr- och mätkortet. Magnetometern testas genom att röra på magnetometern och se om man får något utslag på den externa PC:n. Läckagesensorn sänks ner i vatten för att se om den ger något utslag.	2	ROV, extern PC, vatten	OG, DF	42
14	13, 14	Testa så att styr- och mätkortet kan skicka data till motorerna. Detta testas i bassäng genom att försöka köra alla motorer en och en kort stund.	2	ROV, extern PC, bassäng	OG, DF	42
15	25, 27	Testa att delsystemet Reglerings referensgränssnitt kan ta emot referensvärden från delsystemet Kommunikation. Detta görs genom att en referenssignal skickas från den externa PC:n via delsystemet Kommunikation in i delsystemet Referensgränssnitt. Därefter ses så att ROV:ens motorer ger utslag, vilka aktiveras genom signal från styr- och mätkortet, och att referensvärdet kan avläsas på den externa PC:n.	1	ROV, extern PC, (bassäng)	EN, DF,SL	42
16	28, 31, (67)	Testa så att LQ-regulatorn är implementerad i ROV:en genom att se igenom kod samt kontrollera i bassäng så att ROV:en ställer in sig på ett referensläge som sätts i GUI:t. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	2	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
17	6, 47	Testa så att trycksensorerna och magnetometern skickar data till styr- och mätkortet. ROV:en sänks ner i bassäng och referenslägen är inställda på LQ-regulatorn. Därefter störs ROV:en av yttre påverkan i de fem frihetsgraderna (translation i x,y,z-led och rotation i y,z-led) som den kan styra. Sedan kontrolleras om ROV:en själv aktiverar rätt motorer för att återgå till referensläget.	4	ROV, extern PC, bassäng	OG, EN	45
18	29, 30	Kontrollera så att koden för den decentraliserade regulatorn och LQ-regulatorn är modulbaserad.	2	Extern PC	OG, MJ	47
19	33, (68)	Test för att integratordrivning inte förekommer vid användning av den decentraliserade regulatorn. Detta görs genom att ROV:en hålls fast när referensen är satt att den ska köra i en viss yawvinkelhastighet. ROV:en släpps sedan efter en tid. I-delen loggas och en kontroll av att I-delen inte ökar görs. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	2	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	42
20	34, 35, (67), (68)	Testa så att ROV:en vid användning av den decentraliserade regulatorn respektive LQ-regulatorn kan styras framåt och bakåt genom att försöka köra den framåt och bakåt. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	1	ROV, extern PC, bassäng	DF, OG	48
21	48	Testa att delsystemet Reglering skattar vinkel och vinkelhastigheter i roll-, pitch- och yaw-led genom att för hand störa ROV:en från stillastående läge. Fås utslag på dessa värden i GUI:t fungerar detta. Att skattningen sker med ett Kalmanfilter kontrolleras genom att studera programkoden.	2	ROV, extern PC	DF, OG	48
22	49	Testa att delsystemet Reglering skattar ROV:ens djup genom att i bassäng för hand störa ROV:en från stillastående läge. Fås utslag på detta värde i GUI:t fungerar detta. Att skattningen sker med ett Kalmanfilter kontrolleras genom att studera programkoden.	1	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48
23	50	Se över kodstruktur för att kontrollera att den är modulärt implementerad och därmed att tillägg av extra enheter är möjligt.	2	Extern PC	MJ, DF	48
24	55	Kontrollera att ett grafiskt gränssnitt där parametrar kan sättas för ROV:ens nuvarande läge och referensvärde finns implementerat. Testa att parametrar går att skriva in i gränssnittet.	2	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
25	56	Kontrollera att simuleringsmiljön är modulbaserad för att möjliggöra simulering av andra undervattensfarkoster. Detta görs genom att kontrollera att både simuleringsmiljön och dess kod är modulbaserad.	1	PC med simuleringsmiljö	JA, MJ	47
26	58	Kontrollera så att den simulerade ROV:en är utrustad med en SONAR. Detta görs genom visuell granskning av simuleringsmiljön.	1	PC med simuleringsmiljö	JA, MJ	47
27	59	Kontrollera att det går att läsa av spänningen för respektive motor genom att köra en simulering och öppna respektive fönster för motorspänningen.	1	PC med simuleringsmiljö	JA, MJ	48
28	60	Kontrollera att det går att se referensföljningen vid en simulering. Detta görs genom att göra en simulering och se så att referenssignalen och utsignalen plottas i samma fönster.	1	PC med simuleringsmiljö	JA, MJ	47
29	61	Kontrollera genom visuell inspektion om det under en simulering går att se en grafisk presentation av ROV:ens orientering i en 3D-miljö.	1	PC med simuleringsmiljö	JA, MJ	47
30	26, 57	Testa att simuleringar kan köras med Hardware-in-the-loop. Koppla upp ROV mot simuleringsmiljön och kör en hardware-in-the-loop simulering. Inga fel ska uppstå under körningen och resultatet ska likna en ren simulering. Kontrollera att motorernas styrsignaler skickas till simuleringssystemet.	4	ROV, extern PC	JA, MJ	46
31	51	Testa så att delsystemet Sensorfunktion sparar data från sensorer på den interna PC:n. Detta görs genom att ROV:en orienteras för hand. Därefter testas så att man kan komma åt datan från orienteringsändringen från den externa PC:n.	2	ROV, extern PC	MJ, JA	42
32	66	Testa att bilder från kameran kan skickas till den externa PC:n. Visuellt test att kamerabilden syns på externa PC:n.	2	ROV, extern PC	MJ, JA	47

4 Prestandatester

Nedan listas de tester som ska kunna verifiera de krav som är ställda på ROV:ens prestanda.

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
33	(18), 20	Testa hur mycket ROV:ens elektronik och motorer påverkar magnetometern. Detta görs genom att ROV:en först sänks ner i en bassäng där den hålls stilla med motorerna avstängda. Värdet på magnetometern läses av och sedan startas motorerna en och en och värdet läses av efter varje motorstart. Därefter jämförs magnetometerns värden som erhöles då motorerna var igång med värdet som erhöles då samtliga motorer var avstängda och det teoretiska värdet på jordens magnetfält för att avgöra hur mycket elektroniken från respektive motor påverkar magnetometern och hur mycket som kommer från elektroniken. Mätningen görs även med alla motorer samtidigt.	4	ROV, extern PC, bassäng	EN, SLC	41
34	36, (68)	Testa med den decentraliserade regulatören att ROV:ens geometriska centrum inte förflyttas mer än 0,1 m då ROV:en roterar kring sitt geometriska centrum i 10 000 ms. Kontroll av geometriska centrums translation i z -led sker m.h.a logga z -koordinaten och i xy -planet sker kontrollen m.h.a en markering (cirkel) som ROV:en ej får åka utanför. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	3	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	42
35	38, (67)	Testa med LQ-regulatören att ROV:ens geometriska centrum inte förflyttas mer än 0,1 m då ROV:en roterar kring sitt geometriska centrum i 10 000 ms. Kontroll av geometriska centrums translation i z -led sker m.h.a logga z -koordinaten och i xy -planet sker kontrollen m.h.a en markering (cirkel) som ROV:en ej får åka utanför. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	3	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	47
36	32, 37, (68)	Testa att vinkelhastigheten avviker maximalt 0,02 rad/s då ett steg från 1 rad/s till 2 rad/s med en maximal avvikelse på 1 500 ms görs i bassäng. Den decentraliserade regulatören ska användas. Plotta vinkelhastigheterna och kontrollera att dessa uppfyller kravet. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	4	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	42

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
37	39, 44, (67)	Testa att ROV:en vid användning av LQ-regulatorn kan hålla ett skattat djup som maximalt avviker 0,1 m från referensvärdet vid ett steg från 2 m till 1 m. Insvängningstiden får maximalt vara 2 500 ms. Detta görs genom att göra det nämnda steget i bassäng och plotta värdena på det skattade djupet. Detta jämförs sedan med referensdjupet. Kontrollera skattningarna på pitch- och yawvinklar så att dessa inte rör sig mer än 5 °. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	2	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48
38	40, 45, (67)	Testa att ROV:en håller en skattad yaw-vinkel som avviker maximalt 5° från referensvärdet vid ett steg från 0° till 90° med LQ-regulatorn. Insvängningstiden får maximalt vara 2 500 ms. Detta görs i bassäng genom att göra det nämnda steget och plotta den skattade yaw-vinkeln och referensvärdet och sedan jämföra dessa. Kontrollera skattningarna på pitchvinkeln och djupet för att se så ROV:en inte rör sig mer än 5 ° respektive 0,1 m. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	2	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48
39	41, 46, (67)	Testa att ROV:en håller en skattad pitch-vinkel som avviker maximalt 5° från referensvärdet vid ett steg från 0° till 30° med LQ-regulatorn. Insvängningstiden får maximalt vara 1 500 ms. Detta görs i bassäng genom att göra det nämnda steget och plotta den skattade pitch-vinkeln och referensvärdet och sedan jämföra dessa. Kontrollera skattningarna på yawvinkeln och djupet för att se så ROV:en inte rör sig mer än 5 ° respektive 0,1 m. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	2	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48
40	42, (67)	Testa med LQ-regulatorn så att ROV:en arbetar för att återgå till sin referensorientering vid en yttre störning. Detta görs genom att en referensorientering ställs in och ROV:en störs genom att den flyttas från denna och hålls kvar. Det kontrolleras så att ROV:en kör rätt motorer för att motverka störningen och gå tillbaka till referensorienteringen. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	1	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
41	43, (67)	Testa med LQ-regulatorn så att ROV:en kan styras i pitch- och yawled samtidigt utan att den driver mer än 0,1 m. Testa att den följer referenser i pitch-, yaw- och djupled samtidigt med korrekt insvängningstid. Detta görs i bassäng genom att flera referenssteg sätts samtidigt. Stegen är enligt krav 39-41. Kontroll av geometriska centrums translation i z-led sker m.h.a att logga z-koordinaten och i xy-planet sker kontrollen m.h.a en markering som ROV:en ej får åka utanför. Insvängningstiderna kontrolleras genom att de skattade tillstånden studeras. Detta ska testas 10 gånger och för godkänt resultat ska minst 9 av dessa 10 test klaras.	4	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48
42	52	Testa så att ROV:ens vinklar i roll-, pitch- och yawled kan skattas med en noggrannhet på 3° då ROV:en stått stilla i bassäng under minst 1 000 ms. Detta görs genom att hålla ROV:en stilla i kända orienteringar och jämföra de skattade vinklarna med de uppmätta.	4	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48
43	53	Testa att ROV:ens vinkelhastighet kan skattas med en noggrannhet på 3°/s då ROV:en haft konstant rotationshastighet under minst 1 000 ms. Detta görs i yawled genom att med tidtagarur räkna ut rotationshastigheten då ROV:en svänger runt fem varv och jämföra med den skattade hastigheten. Att hastigheten är konstant testas genom att en person noterar varvtiderna för de fem varven och ser om den är inom 5% från genomsnittsvarvtiden. I pitch-led görs mätningar under en kortare rörelse, -30° till 30°. Detta görs under fem test med samma konstanta pitchvinkelhastighet. I roll-led utförs liknande experiment, men då ROV:en inte kan styras i roll-led får den roteras fem varv manuellt.	8	ROV, extern PC, bassäng	OG, SL	41
44	54	Testa så att ROV:ens djup kan skattas med en noggrannhet på 0,05 m när ROV:en stått still i minst 1 000 ms. Detta görs genom att mäta ROV:ens djup och jämföra med skattningen.	2	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	48
45	62	Testa så att simuleringar av modellen inte avviker mer än 10 % i djup eller orientering mot verkliga tester av ROV:en. Detta testas genom att göra simuleringar som motsvarar prestandatesterna för regulatorerna och sedan jämföra resultaten mot de verkliga testerna.	8	PC med simuleringsmiljö	JA, MJ	48

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
46	63, 64	Testa att simuleringsmiljön har samma prestanda som det verkliga systemet. Samtliga prestandatest som gjorts med ROV:en simuleras och resultaten jämförs både med kraven och resultaten från prestandatesten på det verkliga systemet.	30	ROV, extern PC	JA, EN,DF	47

5 Säkerhetstester

Nedan listas de tester som ska kunna verifiera de krav som är ställda på ROV:ens säkerhet.

Test nr	Krav nr	Testbeskrivning	Tid	Resurser	Ansv.	V.
47	76, 77	Testa så att ROV:en kan detektera om kontakten till användargränssnittet bryts. Detta görs genom att låta ROV:en köra i bassäng på ett visst djup och därefter bryta kontakten. ROV:en ska då ta sig upp till ytan.	2	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	42
48	78	Testa så att knappen för att få ROV:en att stiga upp till ytan med horisontell orientering fungerar. Testas genom att låta ROV:en köra på ett visst djup och sedan trycka på knappen och se om ROV:en stiger upp till ytan med rätt orientering.	1	ROV, extern PC, bassäng	EN, DF,SL	42

6 Fullbordan av övriga krav

Leveranskraven, delleranskraven och de ekonomiska kraven i kravspecifikationen [1] anses vara triviala att verifiera. Därför behöver inga specifika tester utformas för att bekräfta att dessa krav är uppfyllda vid projektets slut.

Referenser

- [1] TSRT10 Projektgrupp ROV, Oscar Wyckman m.fl. (2014) *Kravspecifikation Remotely Operated Underwater Vehicle*.
- [2] J. Bernhard, P.Johansson, *Remote control of a remotely operated underwater vehicle*. Institutionen för systemteknik (ISY) LiU, Examensarbete, 2012.
- [3] Martin Lindfors, *Teknisk rapport, Remotely Operated Underwater Vehicle*. Institutionen för systemteknik (ISY) LiU, 2013.