

Testprotokoll

Remotely Operated Underwater Vehicle

Version 1.0

Kristoffer Bergman
2013-12-19



Status

Granskad	KM	2013-12-13
Godkänd	Isak Nielsen	2013-12-13

Projektidentitet

E-postlista till gruppen: tsrt10rov@googlegroups.com

Hemsida: <http://www.isy.liu.se/edu/projekt/reglerteknik/2013/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.derelov@saabgroup.com

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

Projektledare: Malte Moritz
Telefon: 070 - 515 07 66
E-post: malmo541@student.liu.se

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

Gruppledmedlemmar

Namn		Ansvar	Telefon	E-post
Malte Moritz	(MM)	Projektledare	070 - 515 07 66	malmo541
Kristoffer Bergman	(KB)	Testansvarig	073 - 847 31 51	kribe606
Johan Karlén	(JK)	Modellansvarig	070 - 992 32 35	johka641
Per-Erik Karlsson	(PK)	Mjukvaruansvarig	073 - 899 49 85	perka625
Martin Lindfors	(ML)	Designansvarig	070 - 264 08 01	marli984
Tobias Magnusson	(TM)	Dokumentansvarig	073 - 443 81 72	tobma696
Katarina Mollén	(KM)	Informationsansvarig	070 - 926 18 91	katmo425
Jacob Svensson	(JS)	Hårdvaruansvarig	073 - 613 58 36	jacsv832
Fredrik Söderstedt	(FS)	Kommunikationsansvarig	072 - 727 70 01	freso273

Dokumenthistorik

Version	Datum	Ändringar	Utförda av	Granskad
1.0	2013-12-13	La till resultat från testerna 2013-12-06 på Saab	TM	KM
0.4	2013-12-05	Fjärde utkastet	Alla	JK, FS
0.3	2013-12-04	Tredje utkastet	KM, TM	Alla
0.2	2013-12-03	Andra utkastet	KB	ML
0.1	2013-11-29	Första utkastet	KB	MM

Innehåll

1 Inledning	1
2 Översikt	1
2.1 Struktur för testprotokollet	1
2.2 Presentation av tester	1
3 Generella tester för systemet	1
4 Funktionella tester	3
5 Prestandatester	5
6 Säkerhetstester	20
7 Krav som ej verifierats	22

1 Inledning

Detta dokument innehåller en djupare beskrivning av de tester som har genomförts under projektets gång och utfallet av testerna. Testerna är utformade på ett sådant sätt att de ska kunna verifiera att kraven från kravspecifikationen [1] är uppfyllda. Testerna är hämtade från testplanen [2].

2 Översikt

2.1 Struktur för testprotokollet

Först i testprotokollet presenteras de tester som har genomförts under projektets gång enligt kapitel 2.2. Efter presentationen av alla tester som utförts, listas de krav som det inte har utförts några tester för, samt en motivering till varför de ej har verifierats i testprotokollet.

2.2 Presentation av tester

Testerna kommer att presenteras enligt:

Testnummer: Vilket test som utförts.

Kravnummer: Vilka krav som testet är kopplat till.

Testformulering: Vad testet ska verifiera.

Försöksnummer: Hur många gånger testet utförts.

Testbeskrivning: Beskrivning hur testet genomfördes.

Testresultat: Resultat av test.

Godkänt: Om kravet är uppfyllt eller ej.

Utfört av: Vem/vilka som utfört testet.

Datum: När testet genomfördes.

3 Generella tester för systemet

Testnummer: 3.

Kravnummer: 1

Testformulering: Insamling av data för att kunna skatta dämpningskoefficienter.

Försöksnummer: 1.

Testbeskrivning: ROV:n gavs en vinkelhastighet i yaw- respektive pitchled och läts sedan inbromsas av vattendämpningen. Under den fasen loggades IMU-data för skattning av dämpningskoefficienterna för yaw och pitch. Dämpningskoefficienten för roll togs fram genom att släppa ROV:n från vila med en ursprungsvinkel på ungefär 60 grader och logga IMU-data under tiden den återgick till statisk jämvikt. Data till dämpningskoefficienterna för translation erhålls genom att accelerera ROV:n i x -, y - respektive z -led och logga IMU-data under inbromsningsfasen.

Testresultat: Data för skattning av dämpningskoefficienter erhöles.

Godkänt: Tillsammans med test nr. 9 är det visat att kravet är uppfyllt.

Utfört av: JK, FS, ML, TM.

Datum: Testet utfördes i två etapper, rotationsdelen utfördes 2013-11-05 och translationsdelen utfördes 2013-11-25.

Testnummer: 5.

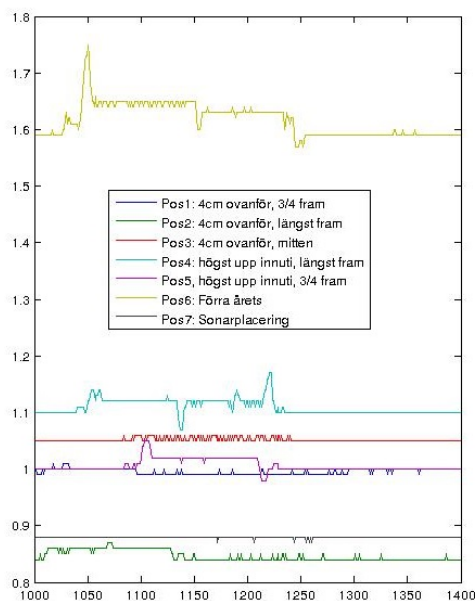
Kravnummer: 4, 40.

Testformulering: Testa hur den inre elektroniken i ROV:n påverkar störningar hos magnetometern i nuvarande IMU:n.

Försöksnummer: 1.

Testbeskrivning: IMU:n placerades på ett antal olika positioner inuti ROV:n. Under testet hölls ROV:n i en fix position så att det är säkerställt att magnetfältet är konstant. Testet skedde på land då motorerna "burstades" med hög spänning under en kort period.

Testresultat: Figur 1 visar hur magnetometrarna i IMU:n påverkas av ROV:ns elektronik och motorer. Position fem valdes som den mest lämpliga.



Figur 1: Absolutbeloppet av de tre magnetometrarna vid olika positioner

Utfört av: JS.

Datum: 2013-10-18.

Godkänt: Kravet är uppfyllt.

Testnummer: 6 respektive 7.

Kravnummer: 5 respektive 6.

Testformulering: Under testet kontrollerades både att Arduinon inte blev överbelastad samt att trycksensordata skickades till den externa PC:n

Försöksnummer: 1.

Testbeskrivning: Testet genomfördes på land. ROV:n startades från den externa PC:n. I den externa PC:ns GUI presenterades sedan om Arduinon tappade kontakt med den interna PC:n, samt om mätdata från trycksensorn förmedlades hela vägen från Arduino till externa PC:n.

Godkänt: Kraven är uppfyllda.

Testresultat: Allting fungerade som förväntat, Arduinon tappade inte kontakten med interna PC:n.

Utfört av: TM, JS.

Datum: 2013-10-18.

Testnummer: 9.

Kravnummer: 1

Testformulering: Utgående från den framtagna modellen av ROV:n, samt identifikationsdata framtaget

i test 3, skattades dämpningskoefficienter i MATLAB.

Försöksnummer: 1.

Testbeskrivning: Modellen skrevs som ett `idnlgrey`-objekt och `pem` användes för att skatta parametrarna.

Godkänt: Tillsammans med test nr. 3 är det bevisat att kravet är uppfyllt.

Testresultat: Modellen gick att anpassa till ROV:ns uppmätta dynamik med endast kvadratisk hydrodynamisk dämpning.

Utfört av: JK, FS, ML

Datum: 2013-11-07

Testnummer: 18

Kravnummer: 3

Testformulering: Testa att ROV:n kan styras med hjälp av xbox-kontrollen.

Försöksnummer: 1

Testbeskrivning: Testet utfördes i vattnet. ROV:n startades i manuellt läge, med xbox-kontroll-knappen markerad i GUI:t. Sedan kontrollerades att alla motorer kunde styras var för sig.

Testresultat: Lyckat resultat, alla motorer kunde styras.

Godkänt: Kravet är uppfyllt.

Utfört av: ML

Datum: 2013-11-05

4 Funktionella tester

Testnummer: 10-15.

Kravnummer: 2, 11-14, 16, 18, 29-34, 36-39, 41-43

Testformulering: Ett övergripande test för att säkerställa att information från de olika delsystemen distribuerades på rätt sätt.

Försöksnummer: 1

Testbeskrivning: Testet utfördes på land, med både IMU och trycksensor i kopplade. ROV:n startades från externa PC:n, med reläerna avstängda och loggning av data påslaget. Sedan skickades styrsignaler från xbox-kontrollen till motorerna, ROV:ns läge ändrades från manuellt till stabiliserad styrning och regulator ändrades från LQ till decentraliserad med hjälp av Send Mode-knappen i GUI:t. Till sist stängdes ROV:n av och loggdata från nodernas callbackfunktioner undersöktes för att säkerställa önskad distribution av information.

Testresultat: Lyckat resultat, alla delsystem skickade och tog emot den data som förväntades. Mjukvaran är implementerad med ROS vilket innebär att alla noder (delsystem) automatiskt kan prata med varandra. Om mjukvaran kan köras utan problem är alla kommunikationskrav trivialt uppfyllda.

Godkänt: Kraven är uppfyllda.

Utfört av: TM, KB, KM

Datum: 2013-10-24.

Testnummer: 16.

Kravnummer: 19.

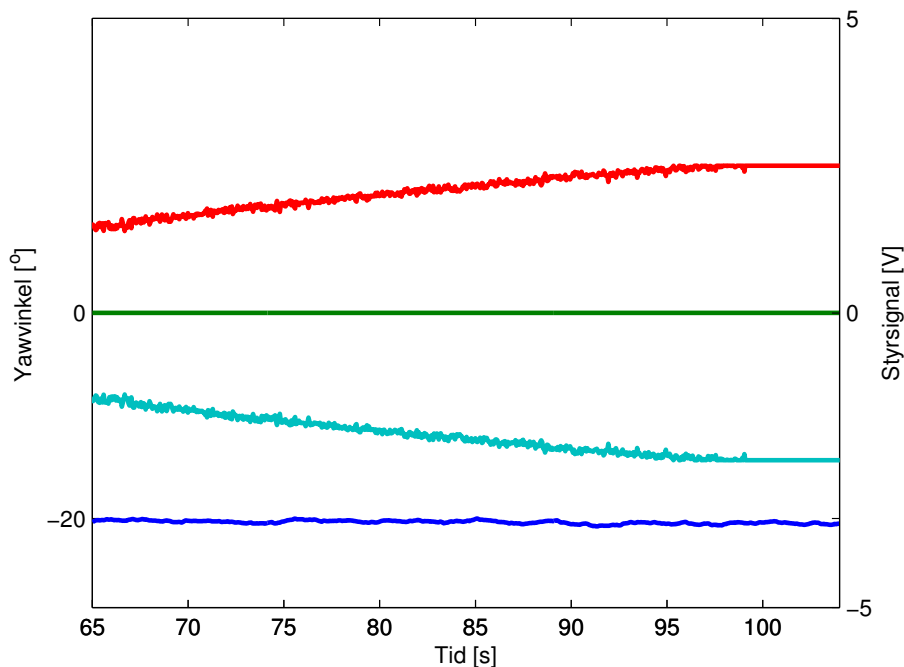
Testformulering: Test av att LQ-regulatorn har integralverkan i yaw- och pitchvinkel.

Försöksnummer: 1.

Testbeskrivning: ROV:n startades på land, sedan ställdes LQ-regulatorn in med referenssignalen satt till noll. IMU:n hölls sedan i en fix vinkel som avvek från referensvärdet. Om integralverkan finns implementerad kommer då styrsignalerna öka kontinuerligt fram till att styrsignalbegränsningarna nås.

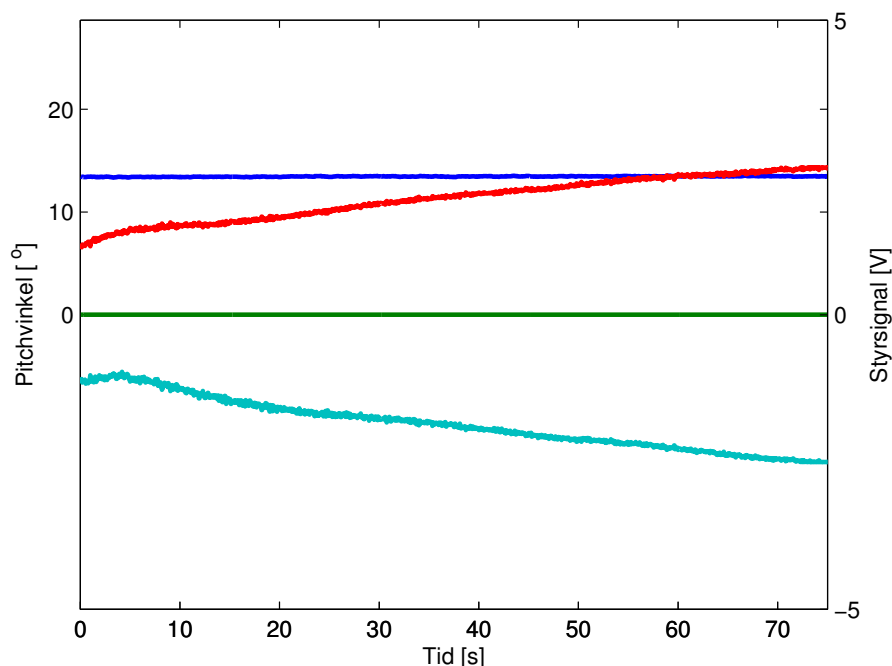
Testresultat: Först fixerades IMU:n på en fix yawvinkel, skiljt från noll. Alla regulatorparametrar sattes till noll, förutom de som skulle reglera yawvinkel. Sedan slogs LQ-regulatorn på med en referenssignal

satt till noll. Styr signaler, skattad och referensyawvinkel ses i figur 2 nedan. Eftersom styr signalerna för de horisontella motorerna ökade kontinuerligt med tiden visade det att integralverkan fanns.



Figur 2: Skattad yawvinkel (blå), referensvinkel (grön) och styr signaler (turkos samt röd) till de horisontella motorerna plottade mot tiden

För att testa integralverkan i pitchvinkel fixerades istället IMU:n i en fix pitchvinkel skiljt från noll. Regulatorparametrarna för de övriga referenssignalerna sattes till noll. Sedan slogs LQ-regulatorn på med referenssignal för pitchvinkel till noll. Styr signaler samt skattad och referenspitchvinkel ses i figur 3. Eftersom styr signalerna för de vertikala motorerna ökade kontinuerligt med tiden visade det att integralverkan finns.



Figur 3: Skattad yawvinkel (blå), referensvinkel (grön) och styr signaler (turkos samt röd) till de vertikala motorerna plottade mot tiden.

Godkänt: Kravet är uppfyllt.
Utfört av: KB, TM
Datum: 2013-12-04

5 Prestandatester

Testnummer: 22a.

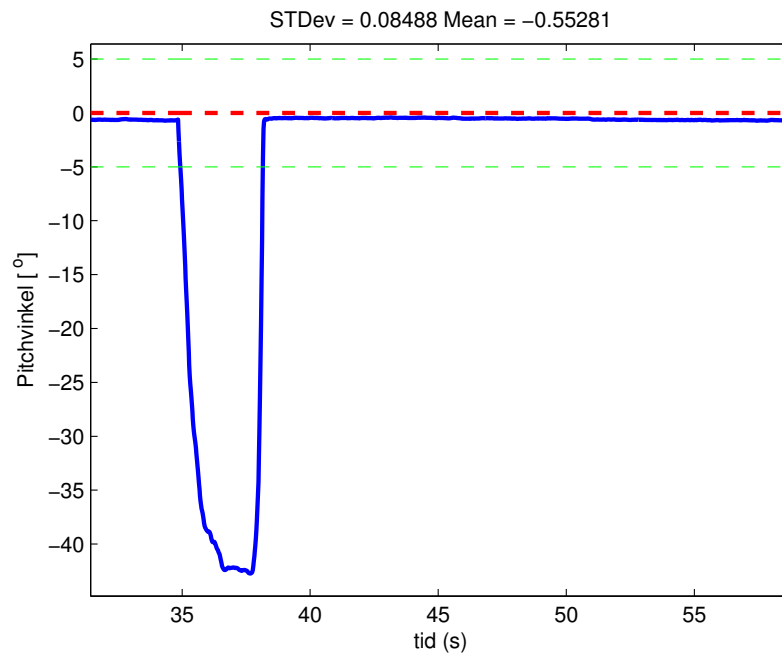
Kravnummer: 44, 50.

Testformulering: Test av att delsystem Sensorfusion kan estimera vinklar för ROV:n enligt de prestandakrav som finns.

Försöksnummer: 2

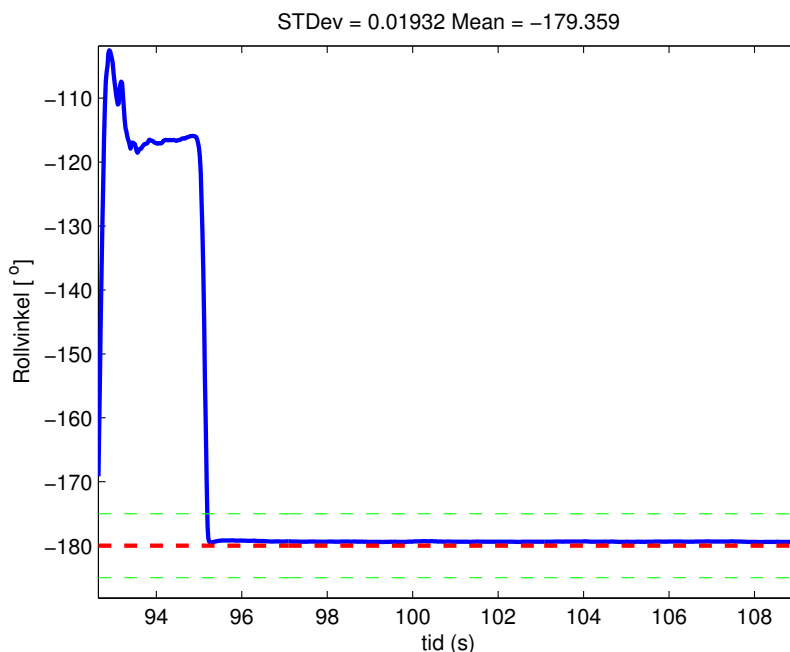
Testbeskrivning: Testet utfördes på land, olika test för varje vinkel. ROV:n placerades i en fix position där den sanna vinkeln mättes med hjälp av gradskiva för pitch och roll. Därefter jämfördes skattad vinkel med den sanna. Det första försöket var också lyckat men innehöll inte ett transientsvar, varför testen var tvungna att upprepas.

Testresultat: För pitchvinkeln testades vinkeln 0° i pitchledd vilket uppmättes med hjälp av att placera IMU:n på en platt yta. Den skattade vinkeln finns i figur 4. Som syns i figurerna kan delsystemet skatta en fix vinkel med ytterst liten varians. Medelvärde för de skattade vinklarna i figur 4 är -0.55° med en standardavvikelse på 0.084.



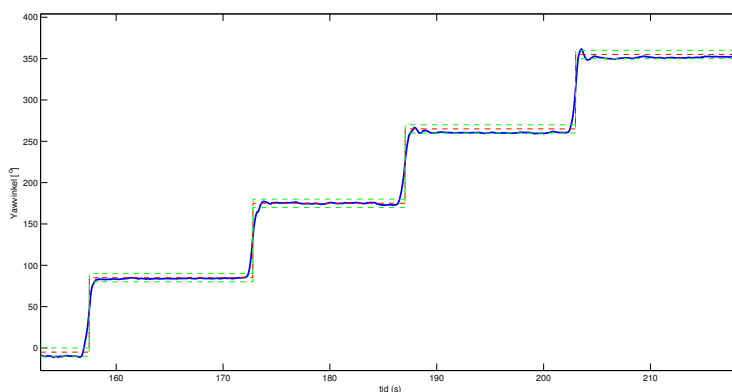
Figur 4: Den skattade pitchvinkeln i ett försök där ROV:n fixerades vid 0° i pitchledd efter att ha släppts från -40° .

För rollvinkeln testades vinkeln $\pm 180^\circ$ i rolledd vilket uppmättes med hjälp av att placera IMU:n på en platt yta. Den skattade vinkeln finns i figur 5. Som syns i figurerna kan delsystemet skatta en fix vinkel med ytterst liten varians. Medelvärde av de skattade vinklarna i figur 4 är -179.4° med en standardavvikelse på 0.019.



Figur 5: Den skattade rollvinkeln i ett försök där ROV:n fixerades vid $\pm 180^\circ$ i rolled efter att ha släppts från -120° .

För yawvinkeln, så ställdes ROV:n riktad norrut ($\approx 0^\circ$), sedan österut ($\approx 90^\circ$), söderut ($\approx 180^\circ$), västerut ($\approx 270^\circ$), och slutligen norrut igen. Efter ett varv (360°) var skillnaden mellan vinklarna $\leq 0.5^\circ$. Resultaten återfinns i figur 6.



Figur 6: Den skattade yaw-vinkeln i ett försök, samt kravintervall (grön), och önskad skattning (röd). Den önskade skattningen är korrigerad med -5° på grund av mätfel i ground-truth.

Godkänt: Tillsammans med test nr. 22b anses det visat att kraven är uppfyllda.
Utfört av: KB, TM, PK.
Datum: 2013-11-27.

Testnummer: 22b.

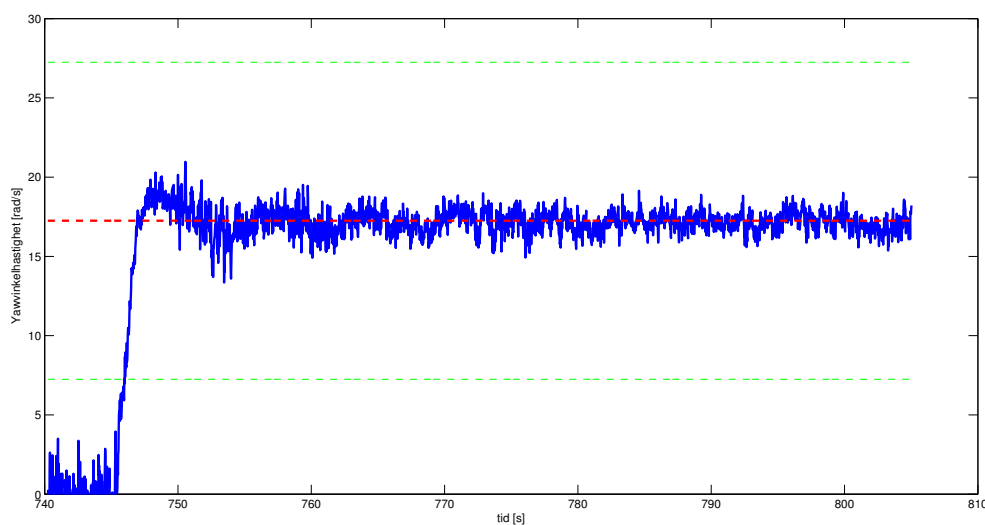
Kravnummer: 44, 51.

Testformulering: Test av att delsystem Sensorfusion kan estimerade vinkelhastigheter för ROV:n enligt de prestandakrav som finns.

Försöksnummer: 1

Testbeskrivning: Testet utfördes i bassäng. I decentraliserat läge ställdes en önskad vinkelhastighet in. Efter att ROV:n fått upp önskad hastighet startades ett tidtagarur för att mäta den sanna vinkelhastigheten. ROV:n låts köra med konstant hastighet i två varv.

Testresultat: ROV:n roterade två varv på 41.7 sekunder, vilket innebär en vinkelhastighet på 0.301 rad/s. Den decentraliserade regulatorn var inställd på att rotera med 0.3 rad/s, dvs 17 °/s. I figur 7 syns den skattade vinkelhastigheten under försöket. Standardavvikelsen under mätningen var 0.69 °/s.



Figur 7: Delsystem Sensorfusions skattning av yawvinkelhastighet då yawvinkelhastigheten hölls konstant vid 17 grader/s. Uppmätt medelhastighet från ca. 760-800 s är rödstreckad, och gränser är grönstreckade.

Godkänt: Tillsammans med test nr. 22a anses det visat att kraven är uppfyllda.

Utfört av: TM, KB, MM, ML, JS, KB

Datum: 2013-12-02

Testnummer: 23.

Kravnummer: 45, 52.

Testformulering: Test av att delsystemet Sensorfusion kan estimerade djup för ROV:n enligt de ställda prestandakraven.

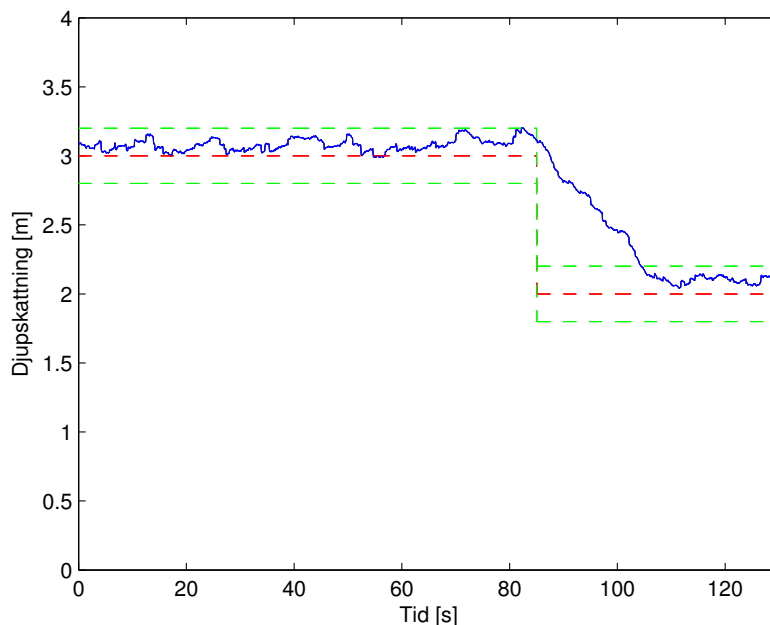
Försöksnummer: 1

Testbeskrivning: ROV:n hölls på plats på känt djup med handkraft. Djupet mättes med hjälp av måttband. Det sanna djupet jämfördes med skattat djup. Testet utfördes med ROV:n på 3 och 2 meters djup.

Testresultat: I figur 8 ses när ROV:n först hölls på 3 meters djup och därefter på 2 meters djup. Djupskattningen för 3 meter hade ett bias på 0.08 m och en standardavvikelse på 0.04 m. För 2 meter hade skattningen ett bias på 0.09 m och en standardavvikelse på 0.03 m.

Biasfelet har troligtvis två anledningar. Under kalibreringen ska ROV:n ligga i ytläge och mäta in trycket vid 0 meters djup i 10 sekunder. Om trycksensorn ligger några centimeter under vattennivån kommer

detta att vara nollnivån. Referensmätningen skedde genom att ett måttband fästes i höjd med trycksensorn. Om måttbandet fästes någon centimeter fel bidrar det till att referensmätningen blir något fel.



Figur 8: Skattning av djup (blå) då ROV:n hölls konstant på först 3 meter och därefter 2 meter. De streckade gröna linjerna är maximal tillåten avvikelse (± 15 cm).

Godkänt: Kraven är uppfyllda.

Utfört av: TM, KB, ML, MM, PK, JS

Datum: 2013-12-02

Testnummer: 24.

Kravnummer: 10, 24-27, 56

Testformulering: Test av LQ-regulatorn i bassäng. Kontroll av att prestandakrav gällande positionering och orientering har uppfyllts.

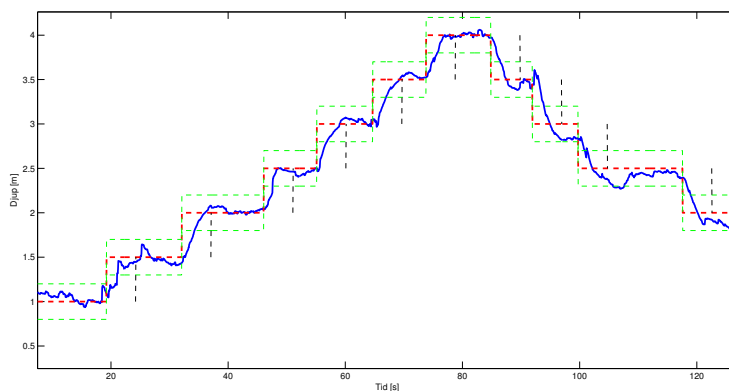
Försöksnummer: 1

Testbeskrivning: ROV:n startades i bassäng och LQ-regulatorn ställdes in. Olika referenssignaler i djup, pitchvinkel respektive yawvinkel ställdes in till regulatorn via den externa PC:n. Sedan jämfördes de skattade tillstånden med referenssignalerna för att validera prestandakraven.

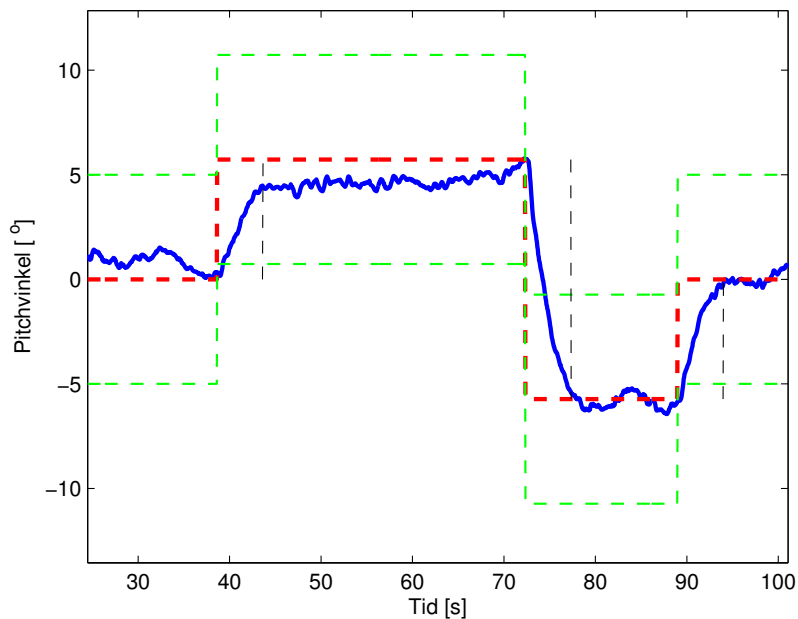
Testresultat: Först genomfördes tester för att ställa in önskat djup. Ett antal olika steg skickades skickades till ROV:n från den externa PC:n. Sedan hölls den konstant i cirka 10 sekunder, så att ROV:n hann stabilisera sig på önskat djup. Resultatet av testerna presenteras i figur 9.

Vid test av rotation i pitchledd gavs ett antal olika steg i referenssignalen. Referenssignalen läts vara konstant tillräckligt länge för att undersöka om prestandakraven för insvängningstiden uppfylldes. Resultatet kan ses i 10 - 12 nedan.

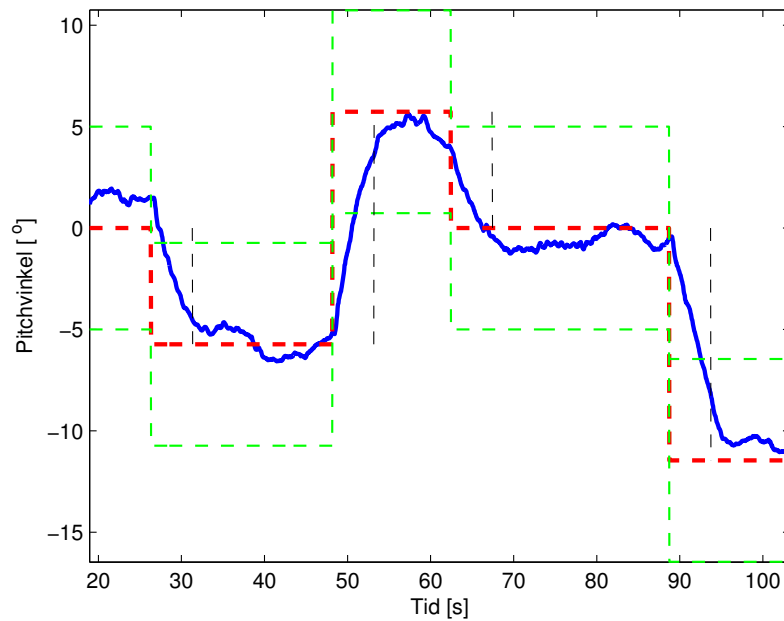
Vid rotation i yawled ställdes steg ut på $\pm 90^\circ$ till ROV:n, se figur 13. Kraven uppfylldes inte då en för stor översläng samt insvängningstid erhöles.



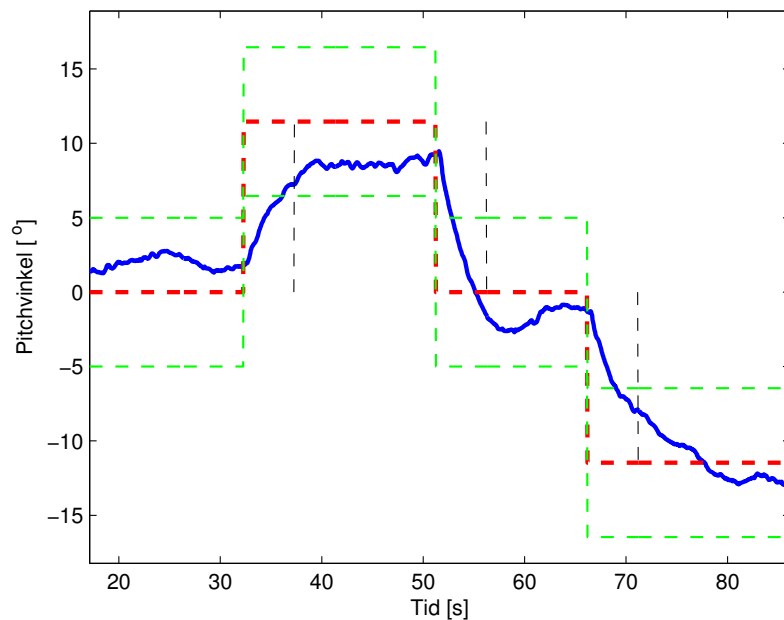
Figur 9: ROV:ns djup då LQ-regulatorn är aktiv och reglerar djupet (skattat djup, blått) med referenssignal (streckad, röd). Den gröna streckade linjen är precisionsgränsen och den svarta stigtidsgränsen. Försök 1-10.



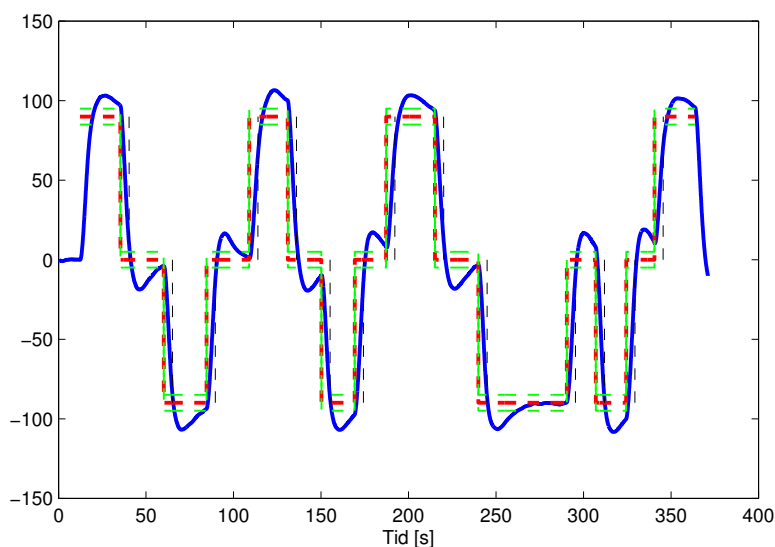
Figur 10: ROV:ns pitchvinkel då LQ-regulatorn är aktiv och reglerar pitchvinkel (skattad pitchvinkel i blått) med referenssignal (streckad, röd). Den gröna streckade linjen är precisionsgränsen och den svarta stigtidsgränsen. Försök 1-3.



Figur 11: ROV:ns pitchvinkel då LQ-regulatorn är aktiv och reglerar pitchvinkeln (skattad pitchvinkel, blått) med referenssignal (streckad, röd). Den gröna streckade linjen är precisionsgränsen och den svarta stigtidsgränsen. Försök 4-7.



Figur 12: ROV:ns pitchvinkel då LQ-regulatorn är aktiv och reglerar pitchvinkeln (skattad pitchvinkel, blått) med referenssignal (streckad, röd). Den gröna streckade linjen är precisionsgränsen och den svarta stigtidsgränsen. Försök 8-10.



Figur 13: ROV:ns yawvinkel då LQ-regulatorn är aktiv och reglerar yawvinkeln (skattad yawvinkel i blått) med referenssignal (streckad, röd). Den gröna streckade linjen är precisionsgränsen och den svarta stigtidsgränsen. Försök 1-15.

Godkänt: Kraven vid reglering av pitchvinkel och djup av ROV:n är uppfyllda. Kraven uppnåddes inte vid reglering av yawvinkel.

Utfört av: KB, ML, KM

Datum: 2013-12-03 (pitch), 2013-12-06 (yaw)

Testnummer: 25.

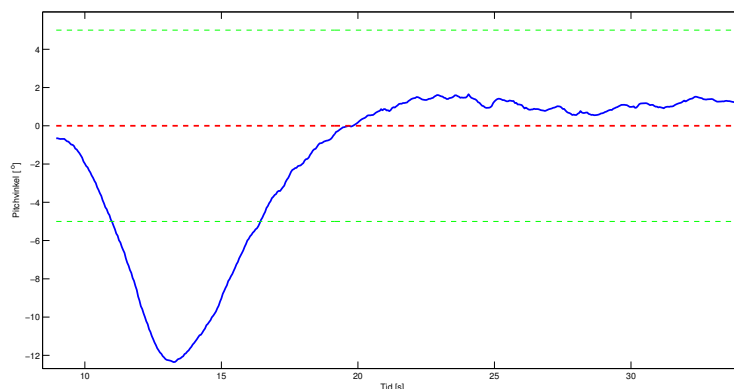
Kravnummer: 10, 23.

Testformulering: Test av LQ-regulatorn i bassäng. Kontroll av att ROV:n kan återföras till ursprungsläge efter att den störts minst 15°

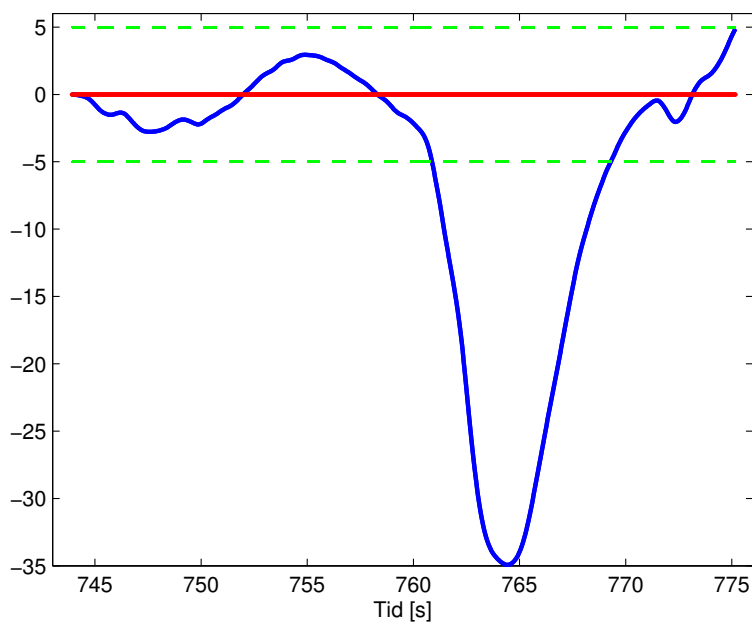
Försöksnummer: 1

Testbeskrivning: Detta genomfördes genom att först starta ROV:n i vattnet, ställa in LQ-regulator och låta referenssignalen vara noll. Sedan knuffades och släpptes ROV:n, och tiden för att återföra ROV:n enligt de ställda prestandakraven noteras.

Testresultat: För pitchvinkel återställs ROV:n till ursprungspositionen, vilket kan ses i figur 14. Även i yawvinkel tycks ROV:n återgå till ursprungsläget, även om ROV:n tycks driva något, se figur 15.



Figur 14: ROV:ns pitch då LQ-regulatorn är aktiv och reglerar pitchen (skattad pitch, blått) med referenssignal (streckad, röd), när ROV:n blir störd vid ca. 9 s och släpps vid ca. 13 s.



Figur 15: ROV:ns yawvinkel då LQ-regulatorn är aktiv och reglerar yawvinkeln (skattad yawvinkel i blått) med referenssignal (streckad, röd), när ROV:n blir störd vid ca. 760 s och släpps vid ca. 764 s.

Godkänt: För reglering av störning i pitchledd uppfylls kraven. För reglering av störning i yawledd uppfylls ej kraven.

Utfört av: ML, KB, KM

Datum: 2013-12-03 (reglering av pitchvinkel), 2013-12-06 (reglering av yawvinkel)

Testnummer: 27

Kravnummer: 9, 15, 17, 20, 21, 57

Testformulering: Test i bassäng att den decentraliserade regulatorn uppfyllde de prestandakrav som

var ställda i kravspecifikationen

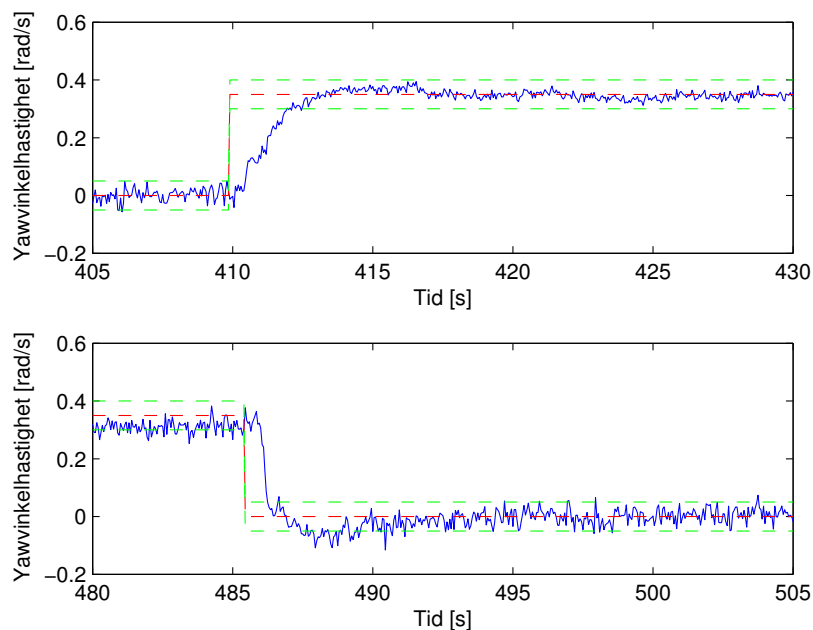
Försöksnummer: 1

Testbeskrivning: ROV:n startades i bassängen. Sedan ställdes ROV:n in i stabilt läge och decentraliserad regulator från den externa PC:n. Från GUI:t ställdes först alla referenssignaler till noll. Sedan skickades ett steg på 0.3 rad/s i yawvinkelhastighet, medan de andra referenssignalerna fortfarande var noll. Denna referenssignal hölls i ca 20 sekunder, för att säkerställa att krav på stationaritet uppfylldes.

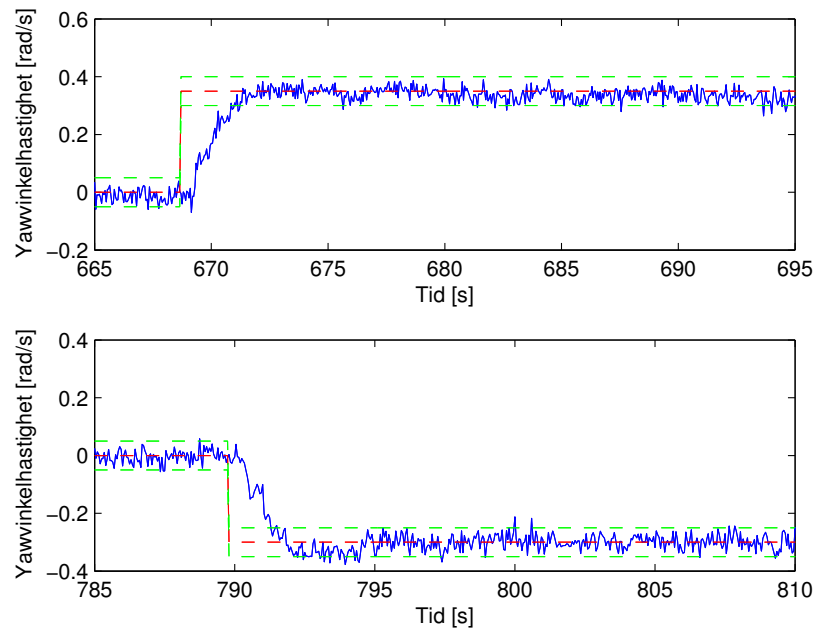
Testresultat: Den decentraliserade regulatorn implementerades med en PID-regulator för yaw- respektive pitchrotation samt öppen styrning för linjär rörelse.

Resultatet från båda vinkelhastighetstesterna valideras med hjälp av loggdata från referenssignaler till den decentraliserade regulatorn, samt loggdata från de skattade tillstånden som delsystem Reglering erhålls. Figur 16 nedan visar referenssignal och skattad yawvinkelhastighet plottat mot tiden. Övriga referenssignaler var noll under hela denna period.

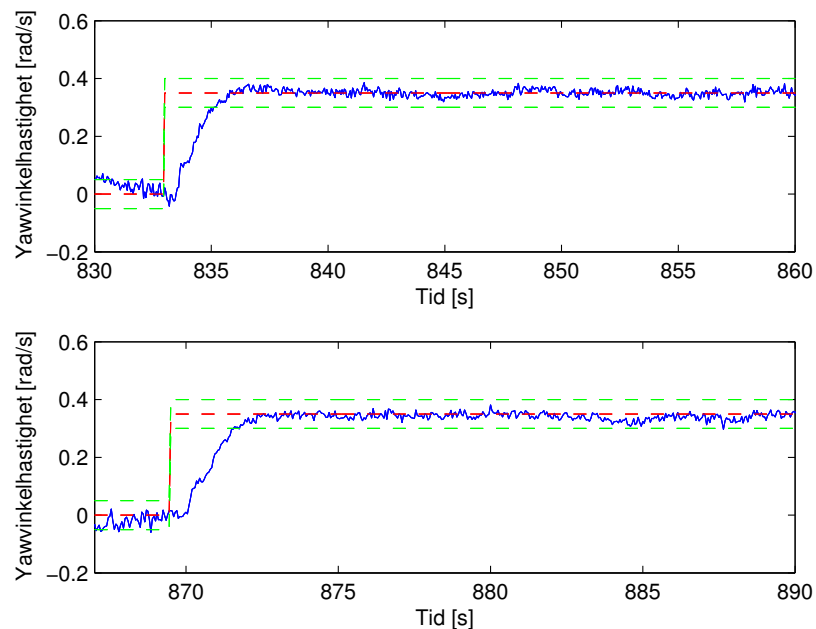
Testet utfördes 10 gånger där referenssignalen växlade mellan 0 och olika vinkelhastigheter. Resultatet finns i figur 16, 17, 18, 19 och 20. Utifrån plottarna fås att resultatet av testet var lyckat.



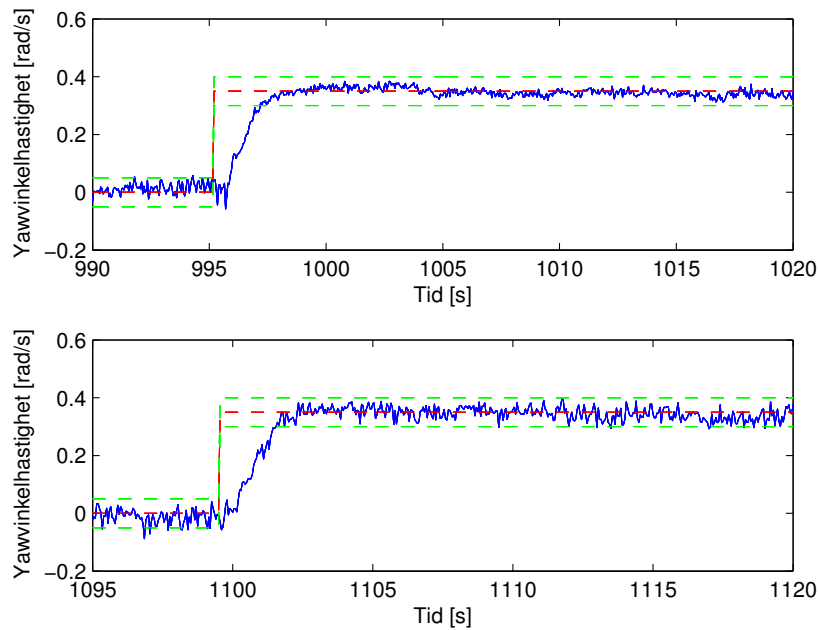
Figur 16: Den blåa kurvan är uppmätt yawvinkelhastighet, röd streckad är referenssignalen och grön streckad är tillåten avvikelse (± 0.05 rad/s) för yawvinkelhastighet.



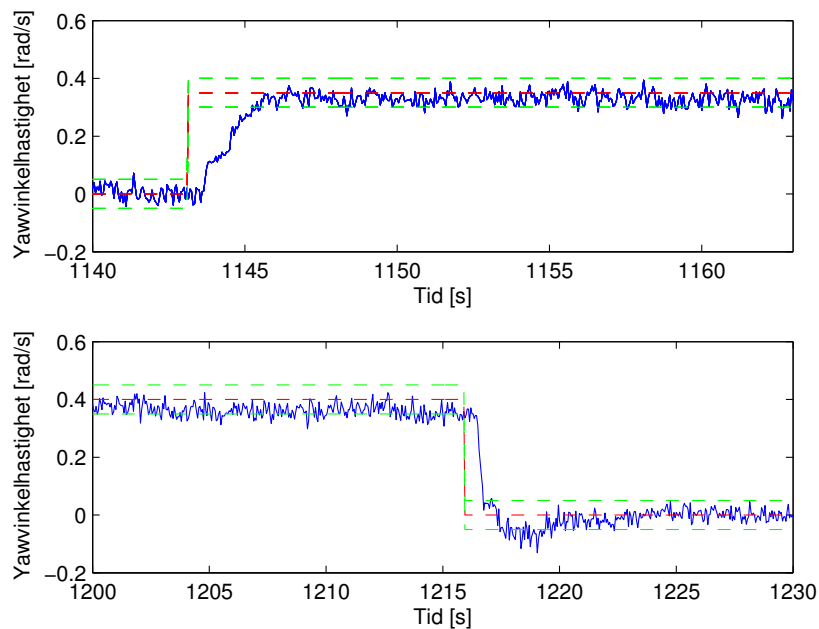
Figur 17: Den blåa kurvan är uppmätt yawinkelhastighet, röd streckad är referenssignalen och grön streckad är tillåten avvikelse (± 0.05 rad/s) för yawinkelhastighet.



Figur 18: Den blåa kurvan är uppmätt yawinkelhastighet, röd streckad är referenssignalen och grön streckad är tillåten avvikelse (± 0.05 rad/s) för yawinkelhastighet.



Figur 19: Den blåa kurvan är uppmätt yawvinkelhastighet, röd streckad är referenssignalen och grön streckad är tillåten avvikelse (± 0.05 rad/s) för yawvinkelhastighet.



Figur 20: Den blåa kurvan är uppmätt yawvinkelhastighet, röd streckad är referenssignalen och grön streckad är tillåten avvikelse (± 0.05 rad/s) för yawvinkelhastighet.

Godkänt: Kraven är uppfyllda.

Utfört av: TM, MM, KM, PK
Datum: 2013-11-28

Testnummer: 17, 30

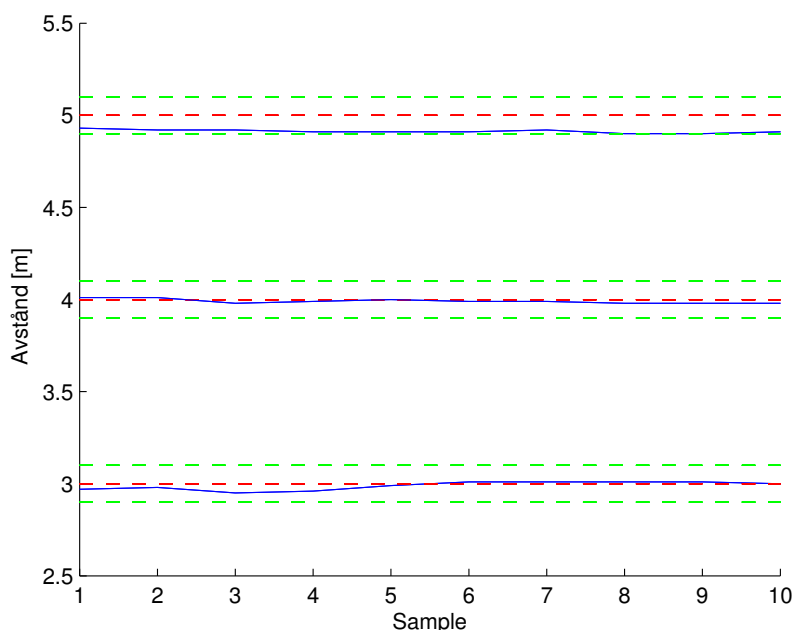
Kravnummer: 8, 48, 53

Testformulering: Test av avståndsskattning till framförvarande objekt med hjälp av SONAR.

Försöksnummer: 1

Testbeskrivning: ROV:n placerades i vattnet. Sedan ställdes SONAR:en ett visst avstånd från bassängkanten, uppmätt med hjälp av ett måttband. Till sist jämfördes avståndsskattningen från SONAR:en med det uppmätta avståndet.

Testresultat: Det uppmätta avståndet till bassängkanten stämde väl överens för tre samt fyra meter. Vid fem meter var det ett biasfel på 10cm. Beror troligen på att uppmätningen med måttbandet inte var helt korrekt. Figur 21 visar de uppmätta avstånden.



Figur 21: De blå linjerna är de skattningar för avståndet till bassängkanten för 5m, 4m och 3m (sett uppifrån till ner). De röda streckade linjerna är de uppmätta värdena och de gröna streckade linjerna är gränserna för kraven.

Godkänt: Kraven är uppfyllda.

Utfört av: JS, PK

Datum: 2013-12-02

Testnummer: 31

Kravnummer: 46, 48, 54

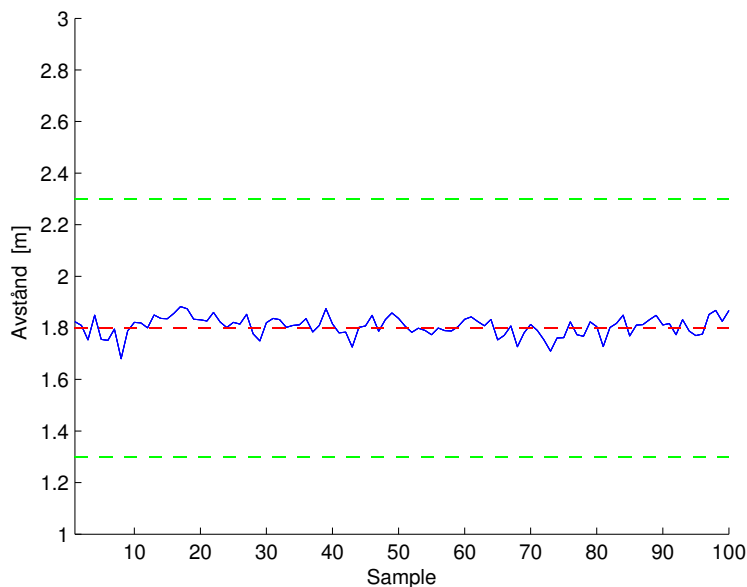
Testformulering: Test av skattning av relativ positionering hos ROV:n med hjälp av delsystem Sensorfusion.

Försöksnummer: 1

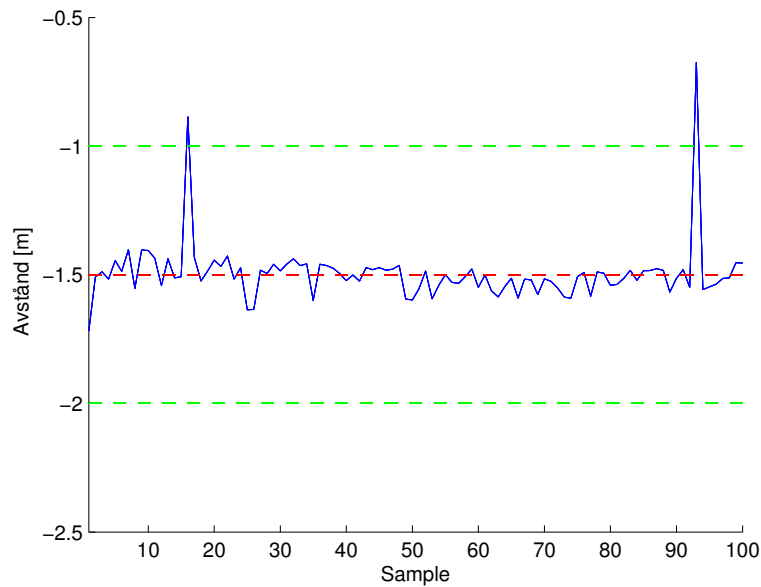
Testbeskrivning: SONAR:en placerades riktad mot ett känt hörn. Skattningen gjordes med hardware-

in-the-loop med inspelad data från DeltaT.exe.

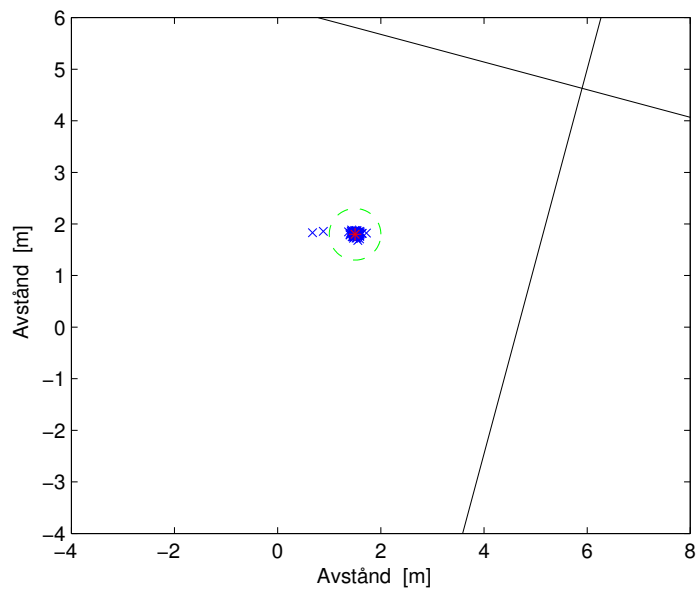
Testresultat: Positionsskattningen var stabil över flera mätningar från sonaren med en standardavvikelse på 11 cm. Figur 22 och 23 visar de skattade positionerna relativt bassängens mitt. Figur 24 visar motsvarande skattade positioner i 2D. Spikarna i E-positionen beror troligtvis på ekon från sonaren som gått igenom förfiltreringen. Datan från DeltaT.exe är inte tidsindexerad så positionsskattningen är indexerad över antalet samples. Samplingsfrekvens är uppskattningsvis 5 Hz.



Figur 22: Skattad position i N-led för stillastående ROV. Den blå linjen är skattad position, de röda streckade linjerna är uppmätt position och de gröna streckade linjerna är gränserna för kraven.



Figur 23: Skattad position i E-led för stillastående ROV. Den blå linjen är skattad position, de röda streckade linjerna är uppmätt position och de gröna streckade linjerna är gränserna för kraven.



Figur 24: Positionering med hjälp av SONAR riktad mot ett bassänghörn. Svarta linjer är bassängkanter, blå kryss är skattade positioner, röd stjärna är uppmätt position och grön streckad linje är gränserna för kraven. Kartans origo motsvarar mitten av bassängen.

Godkänt: Kraven är uppfyllda.

Utfört av: PK, JS

Datum: 2013-12-02

6 Säkerhetstester

Testnummer: 28.

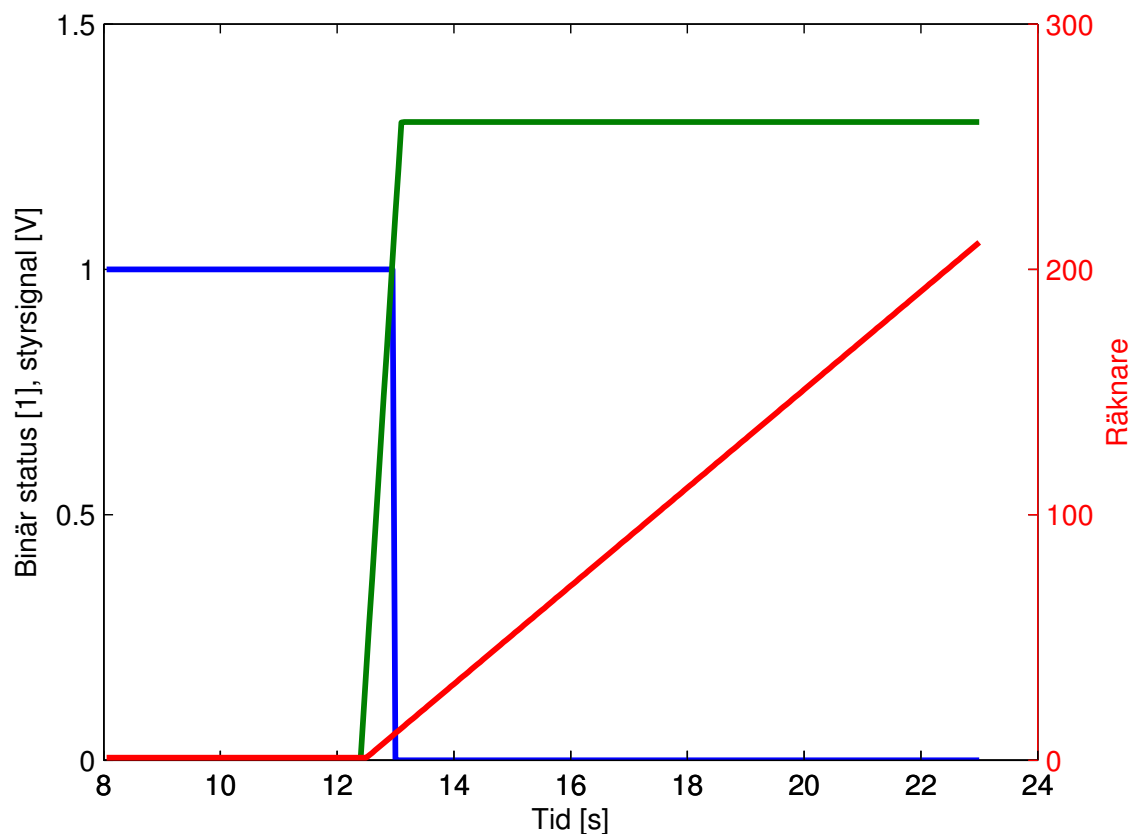
Kravnummer: 60, 61.

Testformulering: Testet ska faställa att ROV:n kan detektera bruten kontakt med användargränssnittet och ställa ut korrekta styrsignaler i detta fall.

Försöksnummer: 1.

Testbeskrivning: Testet genomfördes på land. Ethernetkabeln drogs ut från externa PC:n varpå ROV:ns status och styrsignalerna till motorerna lästes av i GUI:t.

Testresultat: När sladden drog ur gick ROV:n in i nödläge och styrsignalerna som ställdes ut till motorerna motsvarade en translation uppåt. I figur 25 syns det att räknaren börjar öka och när den passerar 10 togglar mode-signalen till nödläge. Samtidigt börjar regulatorn att styra ut styrsignaler som motsvarar en translation uppåt. Dessa styrsignaler är korrekta, enligt tillhörande krav. Därmed anses testet lyckat.



Figur 25: Den blå signalen är den binära mode-signalen, den röda är en räknare i ROV:n som räknar hur många loopar som den inte har blivit pingad av GUI:t och den gröna är styrsignalen till de vertikala motorerna

Godkänt: Kraven är uppfyllda.

Utfört av: TM.

Datum: 2013-11-27.

Testnummer: 29.

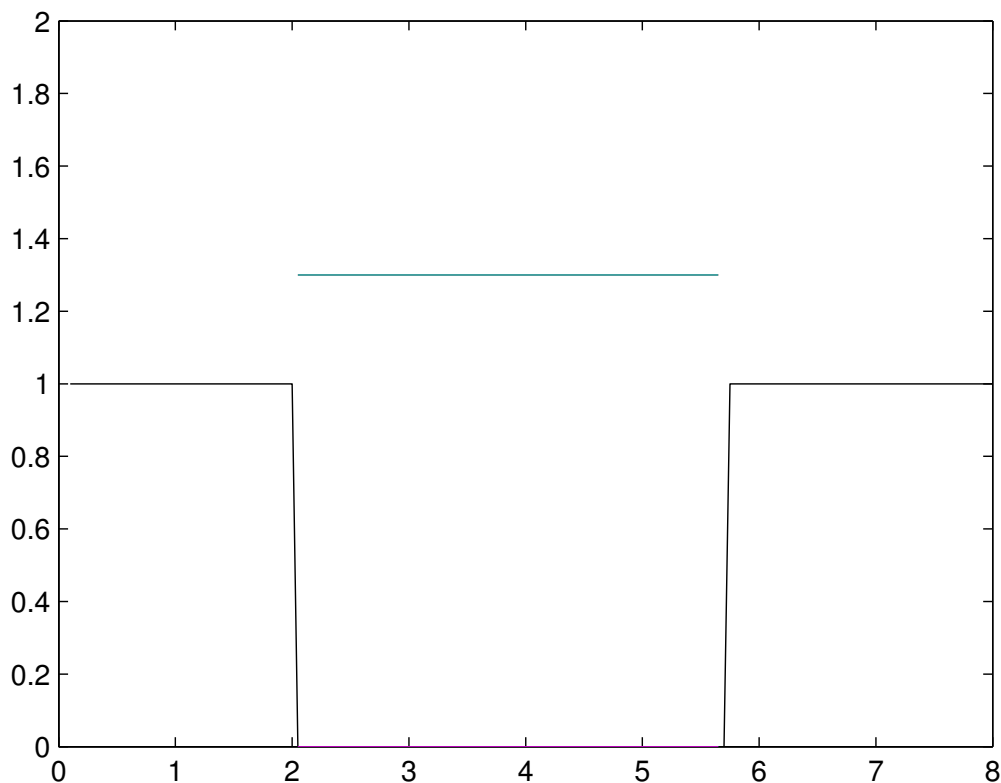
Kravnummer: 62.

Testformulering: Testa att knappen för att få ROV:n stiga upp till ytan horisontellt i användargränssnittet fungerar.

Försöksnummer: 1.

Testbeskrivning: Testet genomfördes på land. Nödlägesknappen trycktes på i GUI:t varpå ROV:ns status och styrsignalerna till motorerna lästes av i GUI:t.

Testresultat: När nödeslägenknappen trycktes på i GUI:t gick ROV:n in i nödläge och styrsignalerna som ställdes ut till motorerna motsvarade en translation uppåt. I figur 26 syns att då mode-signalen (svart) togglar från 1 till 0 (manuell till nödläge) börjar regulatorn att styra ut en nödsignal till motorerna (1.3V till de vertikala). När mode-signalen sedan byter tillbaka till manuell slutar regulatorn att styra ut nödsignaler. Därför syns inga styrsignaler från regulatorn i tidsintervallen $[0, 2]$ och $[5.5, 8]$. Figuren påvisar ett lyckat testresultat.



Figur 26: Den binära mode-signalen i svart och styrsignalen till de vertikala motorerna i turkos

Godkänt: Kravet är uppfyllt.

Utfört av: TM.

Datum: 2013-11-27.

7 Krav som ej verifierats

Nedan listas de krav som inte har verifierats i testprotokollet samt en motivering till varför de ej verifierats

Krav	Motivering
7	Valde SONAR-spåret istället
22, 23b, 24b, 25b, 27	Prio 2-krav
28	Prio 2-krav
35	Prio 2-krav
47	Prio 2-krav
49	Valde SONAR-spåret istället
55	Prio 2-krav
58-59	Krav gällande ekonomi
63-71	Krav gällande leveranser
72	Nedprioriterades då tidsbrist uppstod

Referenser

- [1] TSRT10 Projektgrupp ROV, Malte Moritz m.fl. (2013), *Kravspecifikation Remotely Operated Underwater Vehicle*.
- [2] TSRT10 Projektgrupp ROV, Kristoffer Bergman m.fl. (2013), *Testplan Remotely Operated Underwater Vehicle*.