



RAPPORT

Datum:
2012-01-09

SSPA Rapport Nr.:
2011 6090-1

Projektledare:
Peter Ottosson

Författare:
Linus Aldebjer
linus.aldebjer@sspa.se
031 772 9077

Göteborgs Hamn AB
Port Development & Sustainability
SE-403 38 GÖTEBORG

Referens:
Fredrik Ternström

Älvsborgshamnen – Manöversimuleringar

En studie ha gjorts i syfte att undersöka tillgängligheten för en ombyggd kaj 713 vid Älvsborgshamnen. För att utreda detta har realtidssimuleringar av ett RoRo fartyg som anlöper den tänkta kajen genomförts för olika lastkonditioner, vindstyrkor och vindriktningar. Denna rapport visar resultaten av dessa simuleringar.

SSPA Sweden AB

SSPA Sweden AB

Jim Sandkvist
Vice President
Maritime Operations

Peter Ottosson
Projektledare
Maritime Operations

SSPA SWEDEN AB – YOUR MARITIME SOLUTION PARTNER

HUVUDKONTOR: Box 24001 · 400 22 Göteborg · Sverige · Tel: 031-772 90 00 · Fax: 031-772 91 24
BESÖKSADRESS: Chalmers Tvärgata 10 · 412 58 Göteborg · Sverige
REGIONKONTOR: Fiskargatan 8 · 116 20 Stockholm · Sverige · Tel: 031-772 90 00 · Fax: 08-31 15 43
INTERNET: www.sspa.se · E-MAIL: postmaster@sspa.se · ORG NR/VAT NO: SE556224191801

Sammanfattning och rekommendationer

En studie har genomförts för att bedöma tillgängligheten för en kaj med avseende på ett 230-meter långt och 40.5 meter brett RoRo fartyg. Studien genomfördes genom att man körde realtidssimuleringar där DFDS befälhavare tillsammans med bogserbåtsbefälhavare manövrerade fartyget under olika vindstyrkor och vindriktningar.

Resultat från simuleringar är:

- Det är, oavsett vindriktning, möjligt att både angöra och avgå med ett lastat fartyg vid vindar upp till 14 m/s utan bogserbåtar, och upp till 22 m/s med bogserbåtar.
- Sydvästliga och sydliga vindar ansågs värst. Vid dessa vindar låg gränsen för ett lastat fartyg vid 14 m/s utan bogserbåtar, 18m/s med en bogserbåt och 22 m/s med två bogserbåtar. För den ballastade båten minskade vindgränserna i allmänhet med 4 m/s.
- Det fanns precis tillräckligt utrymme att manövrera med två bogserbåtar i hamnen. Bogserbåtarna kan dock känna sig "instängda" då marginalerna minskar, t ex vid för höga vindar. De värsta förutsättningarna är här nordliga/nordostliga vindar då man med hjälp av en 20 meters lina drar fartyget mot vinden. Dessa vindar är dock relativt ovanliga, särskilt högre styrkor av dem.
- Det ansågs mycket positivt att inloppet breddats. Det extra utrymme detta skapade användes flitigt och ansågs vara en förutsättning för att man skulle kunna manövrera in säkert med de vindgränser som anges i den här rapporten.

Innehållsförteckning

Sammanfattning och rekommendationer	2
1 Inledning	4
2 Fartygsdata	5
2.1 Predicerade standard manöver	8
2.2 Bogserbåtar.....	8
2.3 Vindförhållanden.....	8
2.4 Nautiska experter.....	9
3 Utformning av ny Älvsborgshamn	10
3.1 Approximationer i simuleringarna	10
3.1.1 Vind	10
3.1.2 Ström	10
4 Resultatet av realtidssimuleringar i SSPA's CBS	13
4.1 Simulation test program	13
4.2 Kommentarer av experter.....	14
4.2.1 Fartyget.....	14
4.2.2 Förändringarna av hamnen.....	14
4.2.3 Vindgränser	14
4.3 Bedömningen av experter	16
4.4 Plottning av samtliga körningar	19
5 Rekommendationer och slutsatser.....	20
6 Referenser.....	21

Appendix 1 Track plots och tidshistorier

1 Inledning

I dagsläget finns i Älvsborgshamnen fyra kajplatser: 710, 711, 712 och 713. För att öka tillgängligheten till 713, både med avseende på vindstyrkor samt tonnage undersöker man att flytta kajen 30 meter söderut, samt bredda inloppet till kajen. Man vill dessutom muddra så att hela hamnen får ett djup av 11 meter. För att undersöka effekten av dessa ändringar vill man genomföra simuleringar av den nya layouten på hamnen.

Syftet med studien är att undersöka tillgängligheten vid den nya kajen vid olika vindstyrkor. Man vill också undersöka om ett tänkt framtida 230-meters RoRo fartyg har möjlighet att komma till kajen.



Figur 1: Fotomontage över Älvsborgshamnen

2 Fartygsdata

Simuleringarna har gjorts med en fartygsmodell som representerar ett ännu inte byggt fartyg, men det har dimensioner som kan tänkas stämma överens med det största fartyg som kan tänkas vara aktuellt för kajplatsen.

I ett möte med DFDS Seaways visades hur ett sådant tänkbart fartyg kan se ut. Exemplet hade en storlek kring 230m x 40.8m x 8.4m och var utrustat med ett flap roder, en propeller och två trustrar.

I dagsläget finns det inga fartyget i den storlek som Göteborgs hamn har förslagit. Däremot trafikeras Arendalshamnen och västra Älvsborgshamnen av Tor Lines Blombåtar: Tor Begonia, Tor Ficaria, Tor Freesia, Tor Magnolia, Tor Petunia och Tor Primula. De tre förstnämnda fartygen har en längd på 230,43 meter, en bredd på 26,50 meter och ett djupgående på 7,35 meter.



Figur 2: En förlängd Tor Ficaria, källa: (Andersson, 2010)

I detta projekt har två olika fartygsmodeller tagits fram, de representerar det tänkta nya fartyget i fulllast och ballast.

Fartygsparameter	Dim	Storlek	
		230 m	
		Fullast	Ballast
Längd över allt	m	230.0	
Perpendikellängd	m	212.0	
Bredd	m	40.8	
Djupgående, akt.	m	8.5	6.9
Djupgående, för	m	8.5	6.1
Displacement	m ³	45495	30949
Tyngdpunktsläge i långskeppsled rel L/2	m	-8.3	-6.1
Vertikalt tyng- punktsläge relativt baslinjen – KG	m	12.1	13.44
Metacenterhöjd GM	m	1.26	3.10
Lateral vindarea	m ²	4971	6382
Transversell vindarea	m ²	1081	1345

Tabell 1: Fartygsdata – Huvuddimensioner

Fartygsparameter	Dim	Storlek	
		230 m	
		Fullast	Ballast
Antal roder och typ av roder	-	1 x Flap roder	
Total roderarea	m ²	25.4	
Max rodervinkel	°	45	
Max roder-vinkelhastighet	°/s	3.8	

Tabell 2 Fartygsdata – Roderdata

Fartygs-parameter	Dim	Storlek	
		230 m	
		Fullast	Ballast
Effekt – bogpropeller	kW	2 600	
Långskeppsp. rel L/2	m	90.0	
Effekt – sternpropeller	kW	1 760	
Långskeppsp. rel L/2	m	-84.0	

Tabell 3 Fartygsdata – Bogpropellerdata

Fartygsparameter	Dim	Storlek	
		230 m	
		Fullast	Ballast
Maskineffekt MCR	kW	24 000	
Designfart	knop	22.0	
Varvtal vid designfart	rpm	120	
Antal oc typ av propellrar	-	1 x CP	
Propellerdiameter	m	7.0	
Designstigning	-	0.95	

Tabell 4 Fartygsdata – Maskin- och propellerdata

2.1 Predicerade standard manöver

Predikerade standard manöver har utförts för fartyget i ett tidigare projekt. De inkluderar girprov, zig-zag prov, crash stop test och en sammanfattning av vindkrafter som verkar på fartyget. Fartyget uppfyller IMO's kriterier för manöverförmågan. För ytterligare information se Hüffmeier (2010).

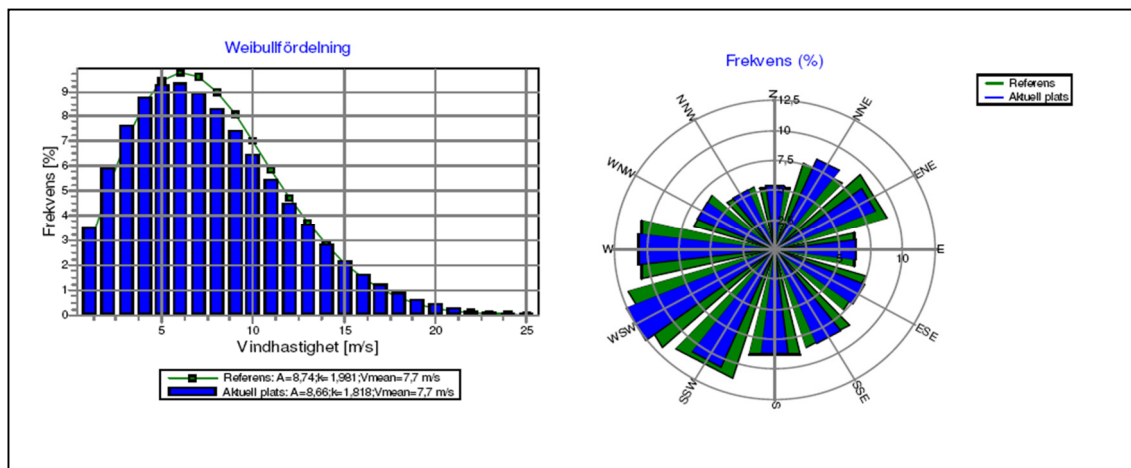
2.2 Bogserbåtar

I en del av simuleringar har det används upp till två bogserbåtar. De har valts efter typiska data för Göteborg i överenskommelse med de inblandade nautikerna. Bogserbåtarna är av traktor typ och har en längd av 36.5m med en bollard pull på 55 tons. De körs i direkt mode med en wire av 20m längd.

2.3 Vindförhållanden

Vindstatistiken för Göteborg visas i Figur 3. Utifrån den och utifrån bedömningarna av mest kritiska vindriktningar har det gjorts ett

körningsprogram med olika vindförhållanden. Figurerna visar att dominanta vindriktningen är WSW och att det blåser 20m/s kring 1% av tiden eller mer.



Figur 3: Vindförhållanden i Göteborg

2.4 Nautiska experter

Följande nautiska experter har utfört simuleringarna:

Thomas Rubensson, DFDS

Kristian Elofsson, DFDS

Hans Nordström, Boa Tugs

Johan Pettersson, Boa Tugs

Närvarande från hamnen och stadsbyggnadskontoret under en del simuleringar var:

Jörgen Wallroth, Hamnkapten, Göteborgs Hamn (GHAB)

Fredrik Ternström, Manager Port Development, Göteborgs Hamn (GHAB)

Personal från SSPA:

Peter Ottosson, Linus Aldebjer

3 Utformning av ny Älvsborgshamn

En hamnmodell har tagits fram baserat på ritningar från GHAB. Ändringarna i den nya hamnen gentemot den gamla är att hamnbassängen har breddats 30 meter genom att kaj 713 förflyttas söderut. Hamnbassängen kommer också enligt förslaget att muddras för att bli 11 meter djup överallt.

Inloppet till hamnen kommer också breddas och få ett djup på 11 meter. Se Figur 5, Figur 5, Figur 6 och Figur 7 för en illustration av ändringarna.

3.1 Approximationer i simuleringarna

3.1.1 Vind

Vinden har i simuleringarna antagits vara likadan överallt. Ingen hänsyn är alltså tagen till lä-effekt av eventuellt kringliggande fartyg, terräng eller byggnader.

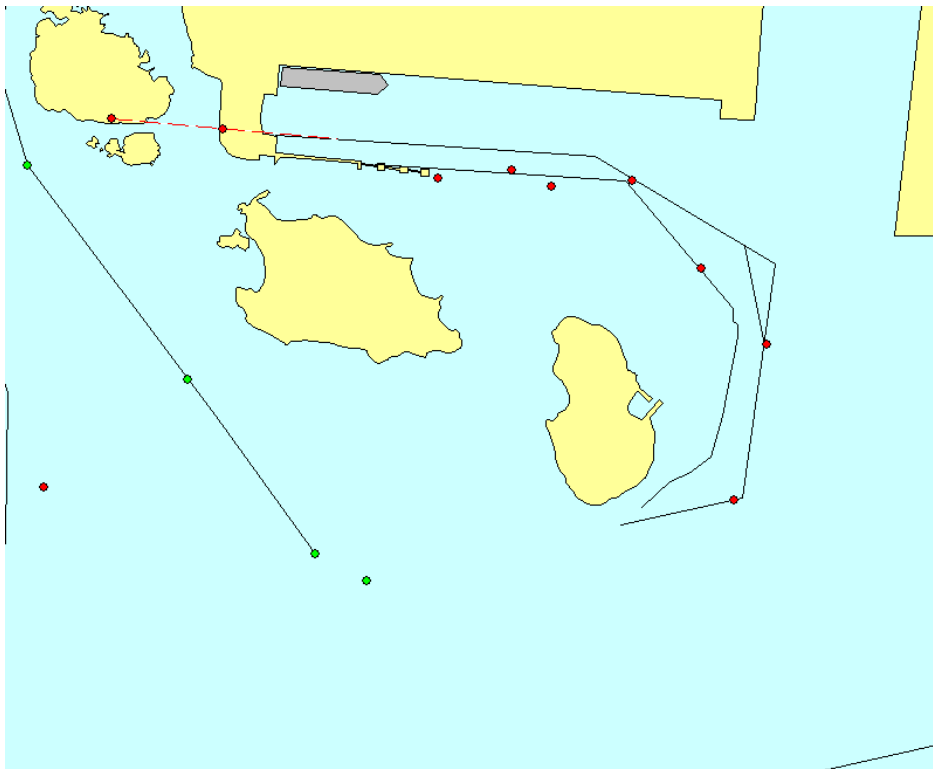
Den besvärligaste, och vanligaste, vindriktningen är sydväst. Eftersom det i den riktningen inte skapas lä i någon större grad så antas inte denna approximation förändra de begränsningar i tillgänglighet som kommer av vindstyrka.

3.1.2 Ström

Enligt tidigare beräkningar, Hüffmeier (2010), är strömmarna små innanför Nya Älvsborgs fästning. De har i simuleringarna här antagits vara 0.1 knop innanför och 0.5 knop utanför, alltid i västlig riktning.



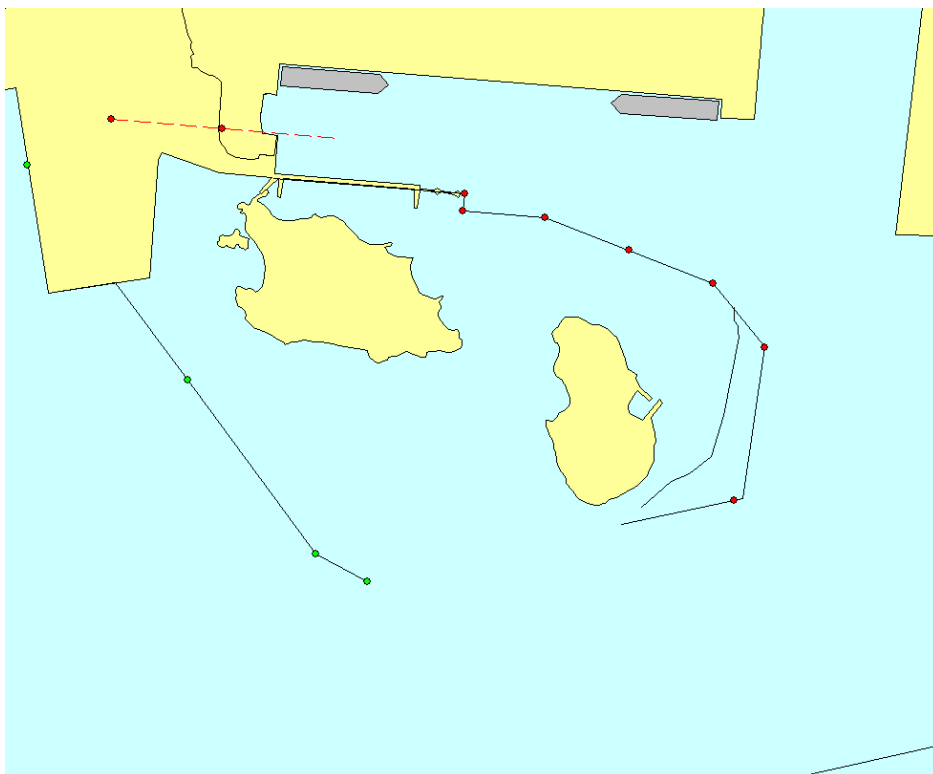
Figur 4: Flygfoto av nuvarande hamn



Figur 5: Nuvarande hamn i Portsim



Figur 6: Flygfoto med montage av simulerad hamn



Figur 7: Framtida hamn i Portsim

4 Resultatet av realtidssimuleringar i SSPA's CBS

4.1 Simulation test program

Totalt 28 simuleringar genomförs under två dagar. Under första dagen användes en fartygsmodell som representerade ett fullastat fartyg. Under denna dagen vande sig befälhavarna med simulatören och de flesta försöken kördes utan bogserbåt. Under andra dagen testades gränserna för tillgänglighet med en ballastad båt och två bogserbåtar.

Eftersom man backade in ansågs det i allmänhet vara lika svårt eller svårare att anlöpa än att avgå från hamnen. Därför simulerades endast anlöp och det antas att likadana vindgränser gäller för avgångar.

Simuleringarna dokumenterades med så kallade track plots och tidshistorier, som bifogas i Appendix 1.

I Tabell 5 visas hela körningsprogrammet.

Simulation nr	Lastkondition	Vind
1	lastat	0
2	lastat	SW5
3	lastat	SW10
4	lastat	SW14
5	lastat	S10
6	lastat	S14
7	lastat	SE14
8	lastat	S18
9	lastat	SW18
10	lastat	SW22
11	lastat	W22
12	lastat	N14
13	lastat	NE14
14	lastat	NE18
15	lastat	N18
16	ballast	N22
17	ballast	N18
18	ballast	NE18
19	ballast	NE22
20	ballast	E22
21	ballast	SE22
22	ballast	S22

Simulation nr	Lastkondition	Vind
23	ballast	W22
24	ballast	SW22
25	ballast	SW22
26	ballast	SW18
27	ballast	NW22
28	ballast	NW20

Tabell 5: Körningsprogram

4.2 Kommentarer av experter

4.2.1 Fartyget

Fartyget ansågs av nautikerna vara för brett för sin längd. Bogpropellern ansågs också vara underdimensionerad.

Vid simuleringarna visade det sig vara en relativt stor skillnad mellan en ballastad båt och en fullastad. I allmänhet så klarade en lastad båt vindar som var 3-4 m/s högre än vad en ballastad klarade.

4.2.2 Förändringarna av hamnen

Det ansågs mycket positivt att farleden in till hamnbassängen hade breddats. Beroende av vindriktning användes olika delar av infarten för att manövrera fartyget in i hamnbassängen på ett sätt som medgav marginaler. Man kan tydligt se detta på banplotten i Figur 13.

Hamnbassängens bredd ansågs vara precis tillräcklig för att manövrera tillsammans med bogserbåtar (kopplade med 20 meter lång lina). Vissa farhågor fanns för att bogserbåtarna vid höga vindstyrkor skulle känna fara för sin egen säkerhet och i värsta fall lämna området och det bogserade fartyget.

I de fall det låg fartyg på andra sidan hamnbassängen så ansågs detta framförallt innebära en stor risk om något skulle gå fel.

4.2.3 Vindgränser

4.2.3.1 Sydväst / Nordost

De besvärligaste vindarna är de som kommer från sydväst. Dels så begränsar de infarten då man har vinden på tvärs, och dels så vrider de fartyget när det skall in eller ut från kaj. Vid den här vindriktningen gavs följande gränser för vindstyrkan för en lastad båt.

Samma begränsningar kan anses gälla vindar från nordost, men dessa är i allmänhet mycket lägre på grund av lä i den riktningen. De är också mindre vanliga.

Tabell 6: Vindgränser vid Sydväst / Nordost

Bogserbåtar	Gräns (lastad)	Gräns (ballast)
0	14	
1	18	
2	22	18

4.2.3.2 Syd / Nord

Sydliga och nordliga vindar ansågs också vara besvärliga, här ligger den främsta i att komma till kaj då vinden hamnade tvärs. Även här ansågs stora nordliga vindar vara ovanliga.

Tabell 7: Vindgränser vid Syd / Nord

Bogserbåtar	Gräns (lastad)	Gräns (ballast)
0	14	
1	18	
2	22	18

4.2.3.3 Nordväst / Sydost

Nordvästliga och sydostliga vindar ansågs relativt oproblematiska och simulerades endast under ballast kondition och med två bogserbåtar

Tabell 8: Vindgränser vid Nordväst / Sydost

Bogserbåtar	Gräns (lastad)	Gräns (ballast)
2		20

4.2.3.4 Väst / Öst

Västliga och östliga vindar ansågs oproblematiska. Under simuleringarna fanns en bogserbåt med som säkerhet men den användes inte.

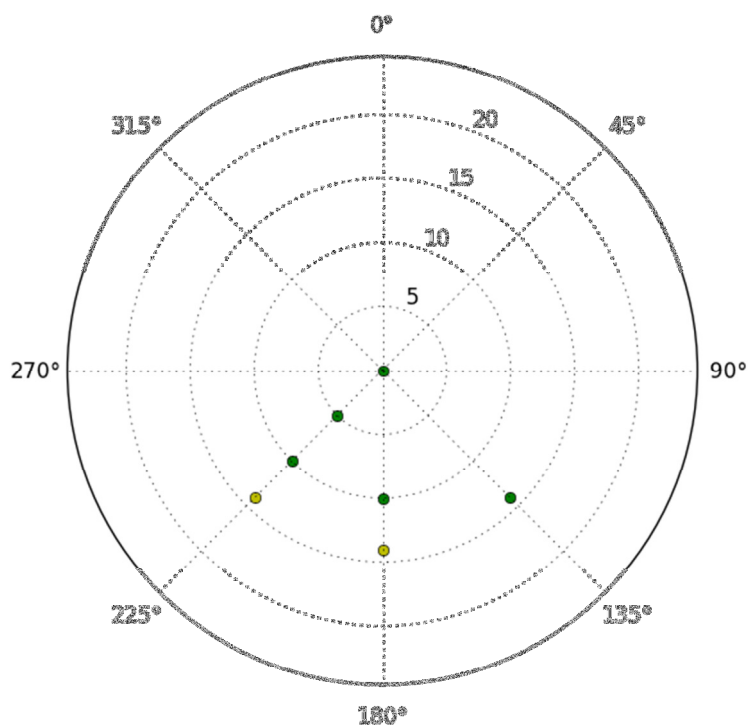
Tabell 9: Vindgränser vid Väst / Öst

Bogserbåtar	Gräns (lastad)	Gräns (ballast)
0	22	

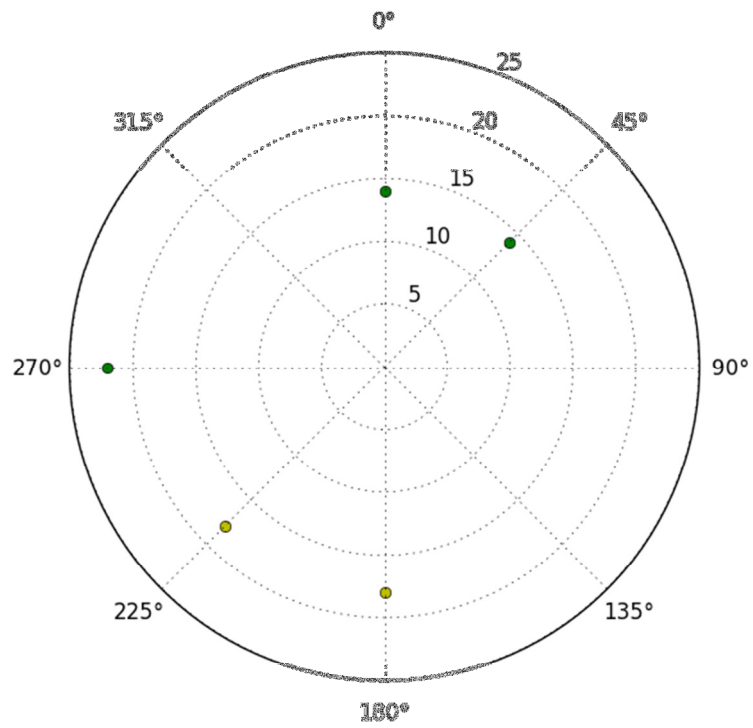
4.3 Bedömningen av experter

För varje simulering har gjorts en nautisk riskbedömning i tre klasser. Bedömningskriterier har varit enligt följande schema:

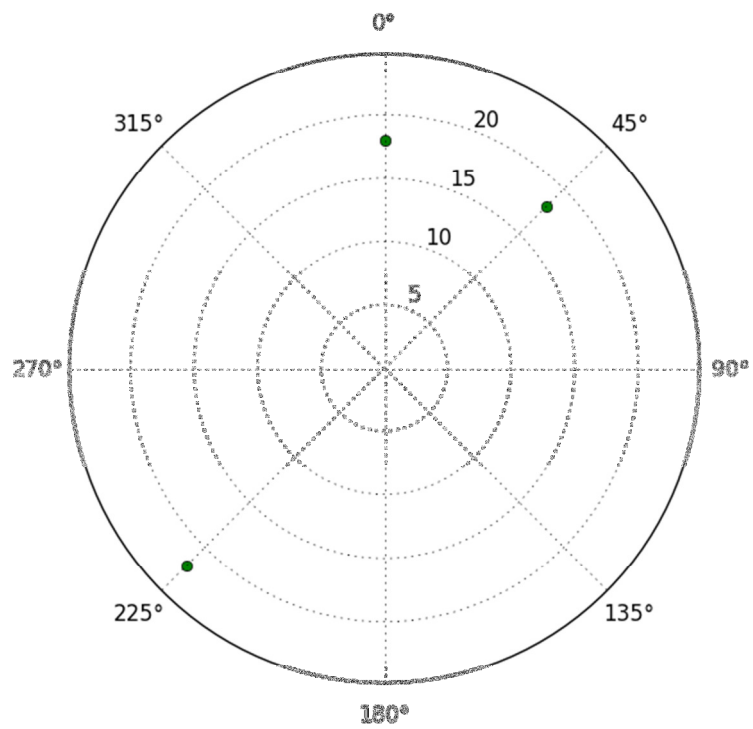
- **Grön markering**
Godkänd angöring/avgång: utan några problem
- **Gul markering**
Gränsfall: t ex utnyttjat bogserbåt 100% under längre tid eller max rodervinkel under längre tid, etc.
- **Röd markering**
Underkänd angöring/avgång: t ex ej klarat att komma in till kaj på grund av för mycket vind, gått på grund, etc.



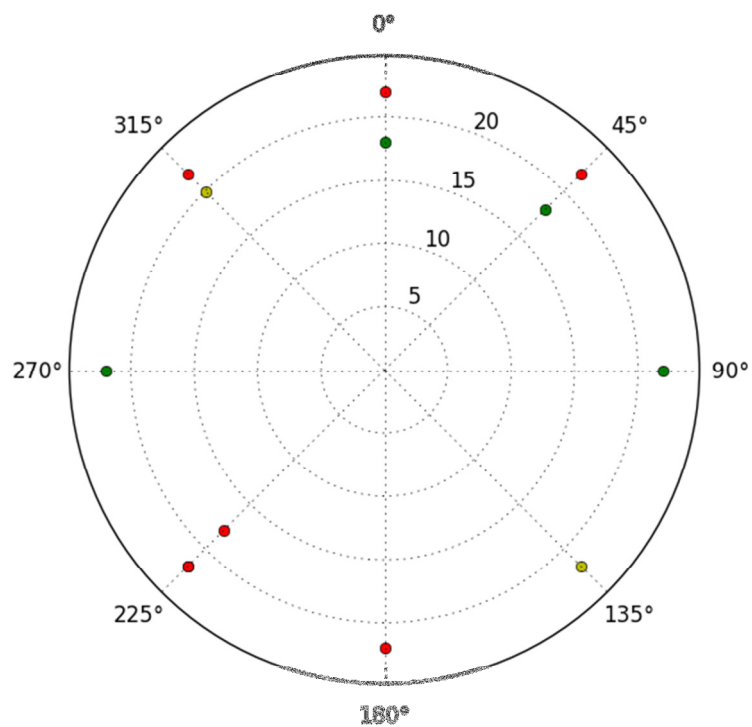
Figur 8: Lastad, inga bogserbåtar



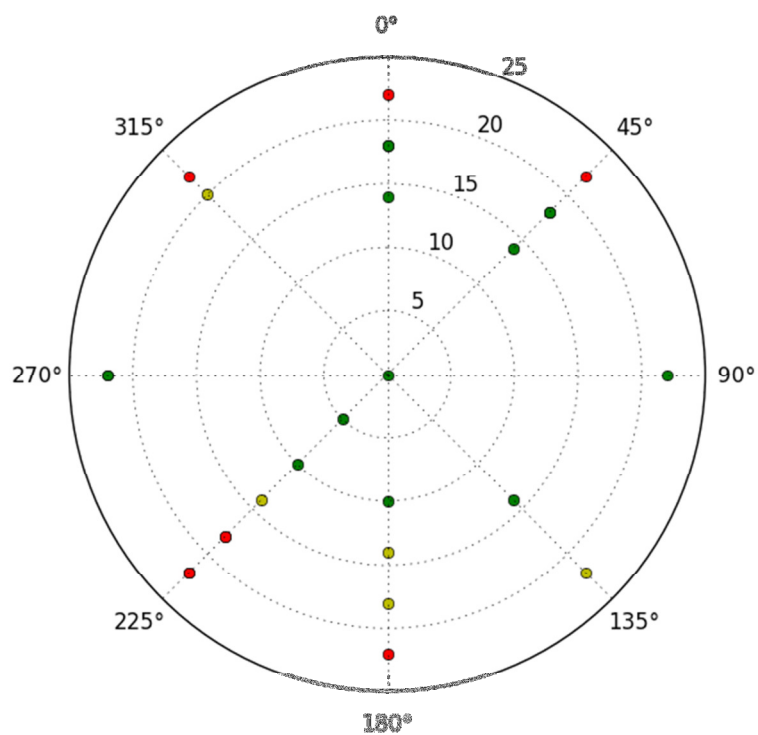
Figur 9: Lastad, 1 bogserbåt



Figur 10: Lastad 2 bogserbåtar

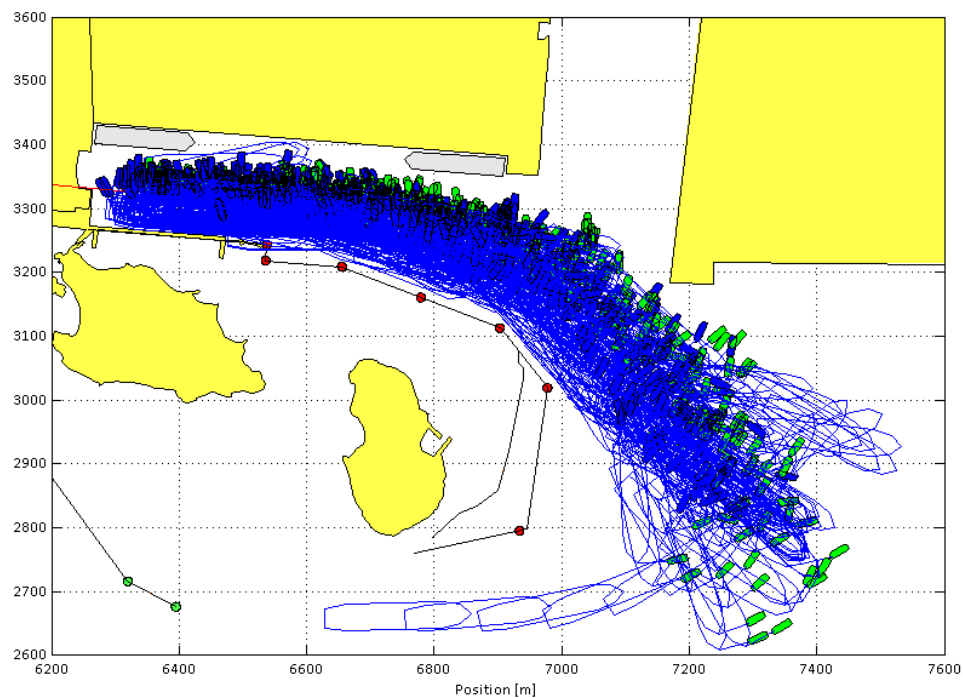


Figur 11: Ballast 2 bogserbåtar



Figur 12: Det värsta utfallet från körningar med olika lastkonditioner och bogserbåtskonfigurationer. För en mer detaljerad bild se Figur 8-11 och Tabell 4.2.3.1 – 4.2.3.4.

4.4 Plottning av samtliga körningar



Figur 13: Envelop diagram av av samtliga simuleringar

Superponerar man det geografiska tillståndet för samtliga simuleringar får man Figur 13. Där kan man alltså se hur mycket av den tillgängliga ytan som användes under manövrarna.

Värt att notera är att det är relativt lite utrymme mellan bogserbåtar och de fartyg som ligger vid nordliga kajen. Detta kan upplevas som obehagligt av bogserbåtsförarna, men är i övrigt tillräckligt för att manövrera in fartyget till kaj.

Man kan också se i Figur 13 att det breddade inloppet till hamnen användes flitigt, och de deltagande nautikerna upplevde det som att marginalerna ökades.

5 Rekommendationer och slutsatser

En studie har genomförts för att bedöma tillgängligheten för en kaj med avseende på ett 230-meter långt och 40.5 meter brett RoRo fartyg. Studien genomfördes genom att man körde realtidssimuleringar där DFDS befälhavare tillsammans med bogserbåtsbefälhavare manövrerade fartyget under olika vindstyrkor och vindriktningar.

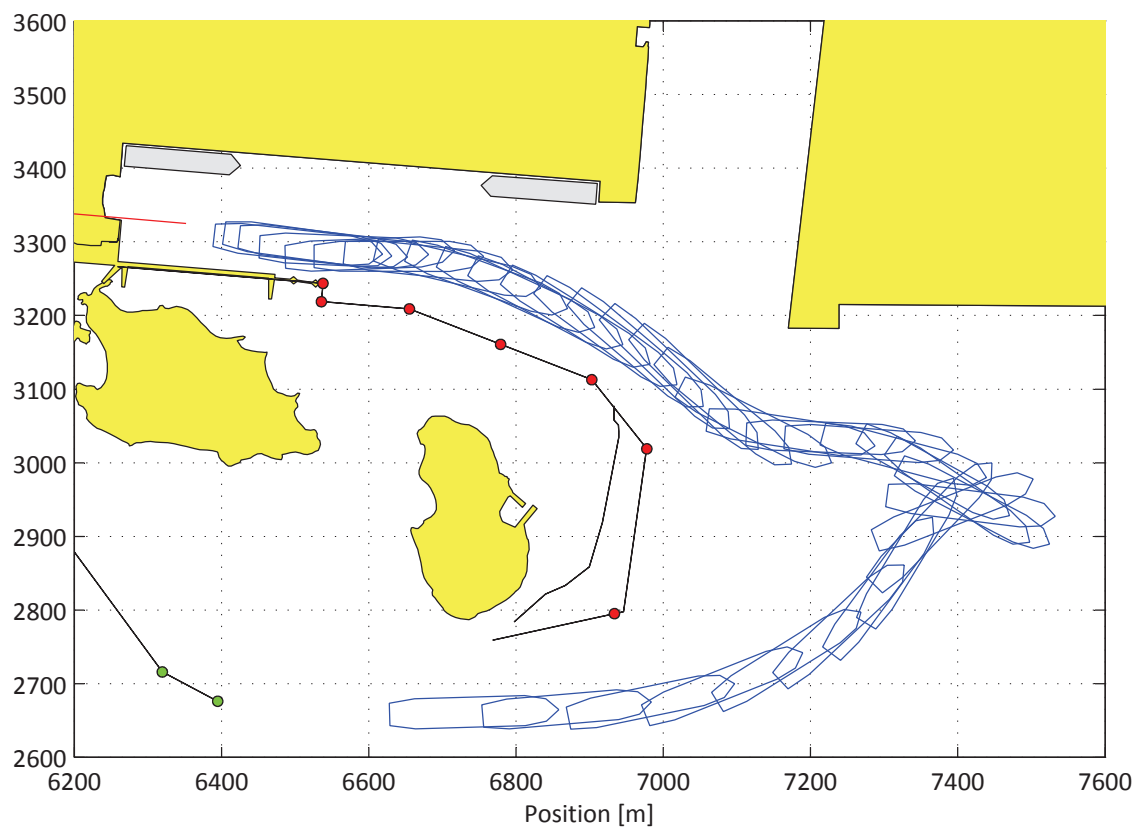
Resultat från simuleringar är:

- Det är, oavsett vindriktning, möjligt att både angöra och avgå med ett lastat fartyg vid vindar upp till 14 m/s utan bogserbåtar, och upp till 22 m/s med bogserbåtar.
- Sydvästliga och sydliga vindar ansågs värst. Vid dessa vindar låg gränsen för ett lastat fartyg vid 14 m/s utan bogserbåtar, 18m/s med en bogserbåt och 22 m/s med två bogserbåtar. För den ballastade båten minskade vindgränserna i allmänhet med 4 m/s.
- Det fanns precis tillräckligt utrymme att manövrera med två bogserbåtar i hamnen. Bogserbåtarna kan dock känna sig "instängda" då marginalerna minskar, t ex vid för höga vindar. De värsta förutsättningarna är här nordliga/nordostliga vindar då man med hjälp av en 20 meters lina drar fartyget mot vinden. Dessa vindar är dock relativt ovanliga, särskilt högre styrkor av dem.
- Det ansågs mycket positivt att inloppet breddats. Det extra utrymme detta skapade användes flitigt och ansågs vara en förutsättning för att man skulle kunna manövrera in säkert med de vindgränser som anges i den här rapporten.

6 Referenser

Hüffmeier, J. (2010) *Arendal 2 – Manöversimuleringar*. SSPA rapport: 2010 5621_1.

Figure: 1.1



Comments: Trög

Figure: 1.2

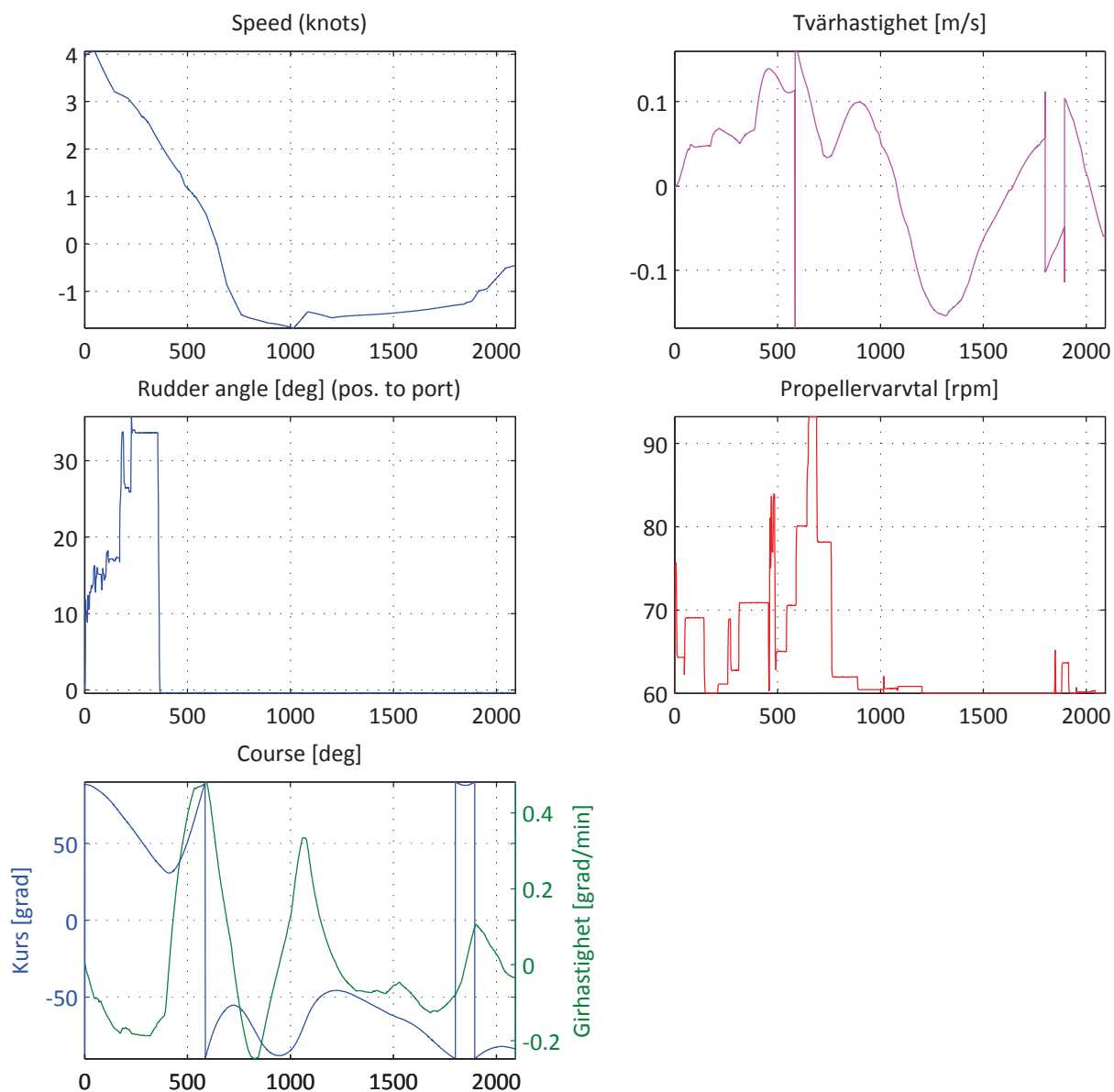
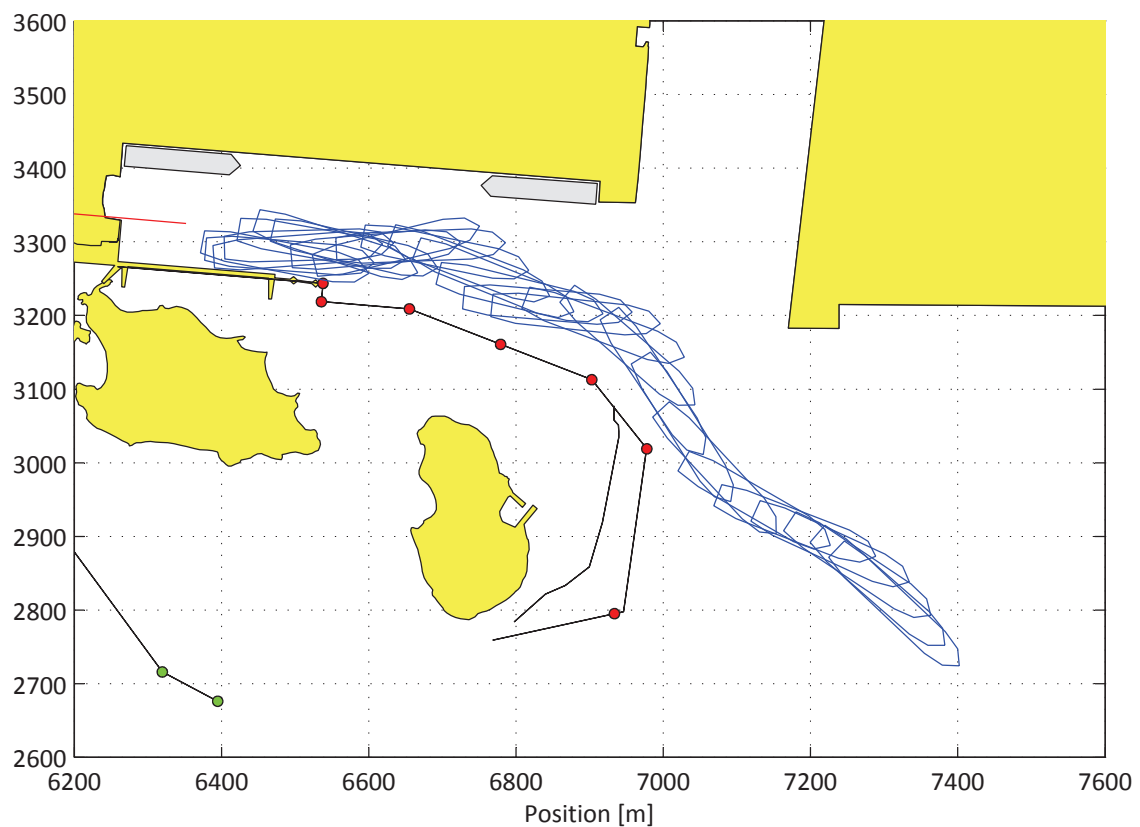


Figure: 2.1



Comments: Ny utgångspunkt. Konstigt att jobba med bogtruster, häcken vrids upp mot vinden.

Figure: 2.2

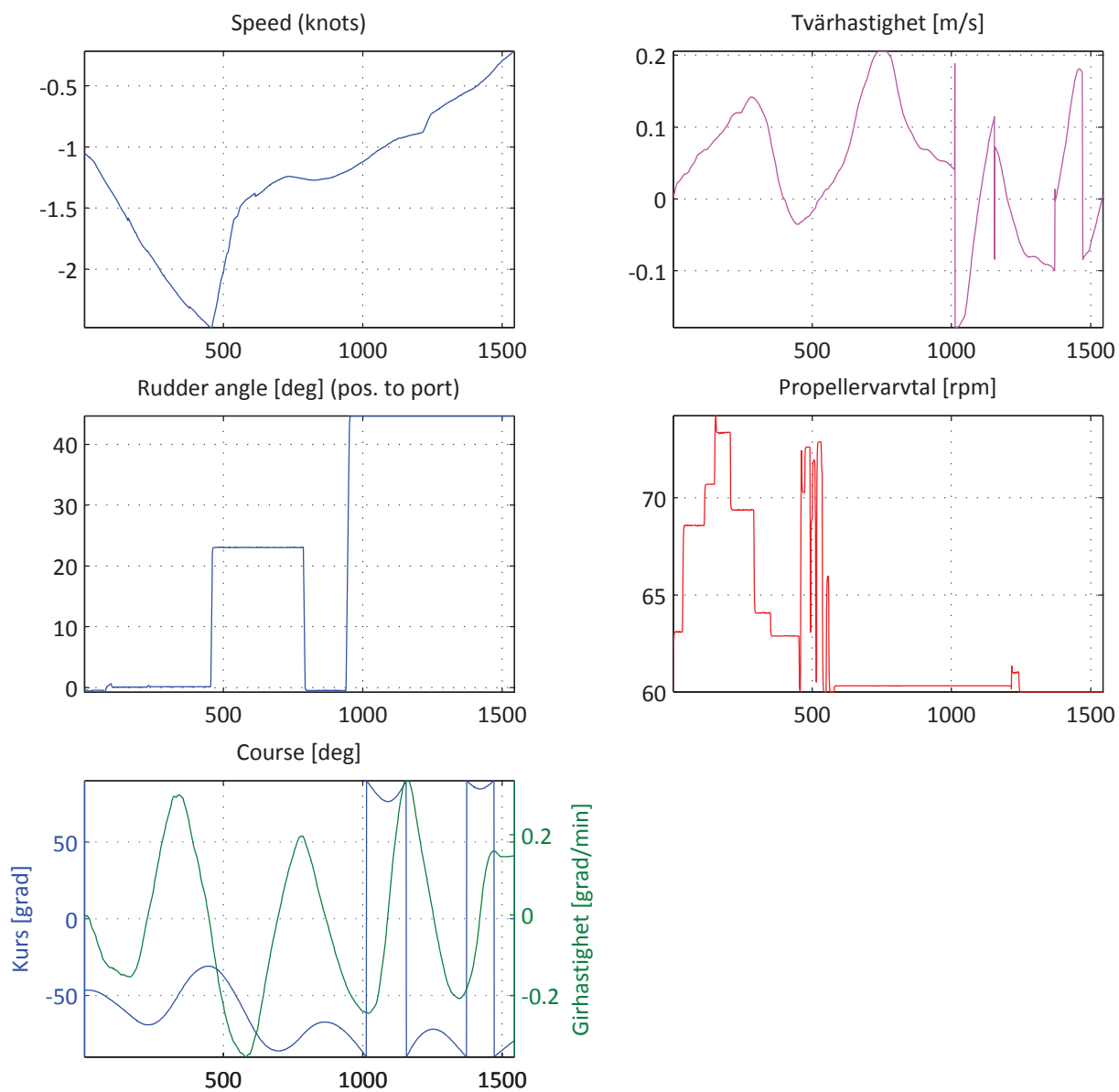
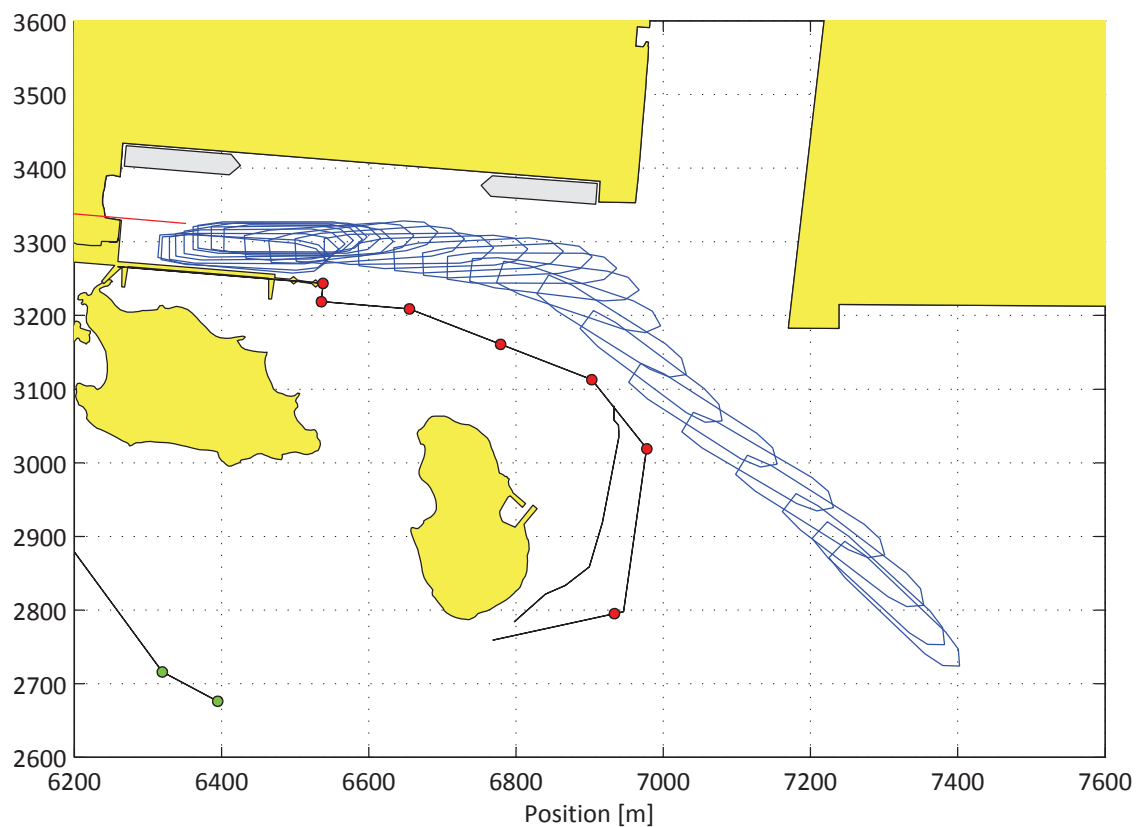


Figure: 3.1



Comments: Akterliga trustor arbetade hela tiden. Här är gränsen

Figure: 3.2

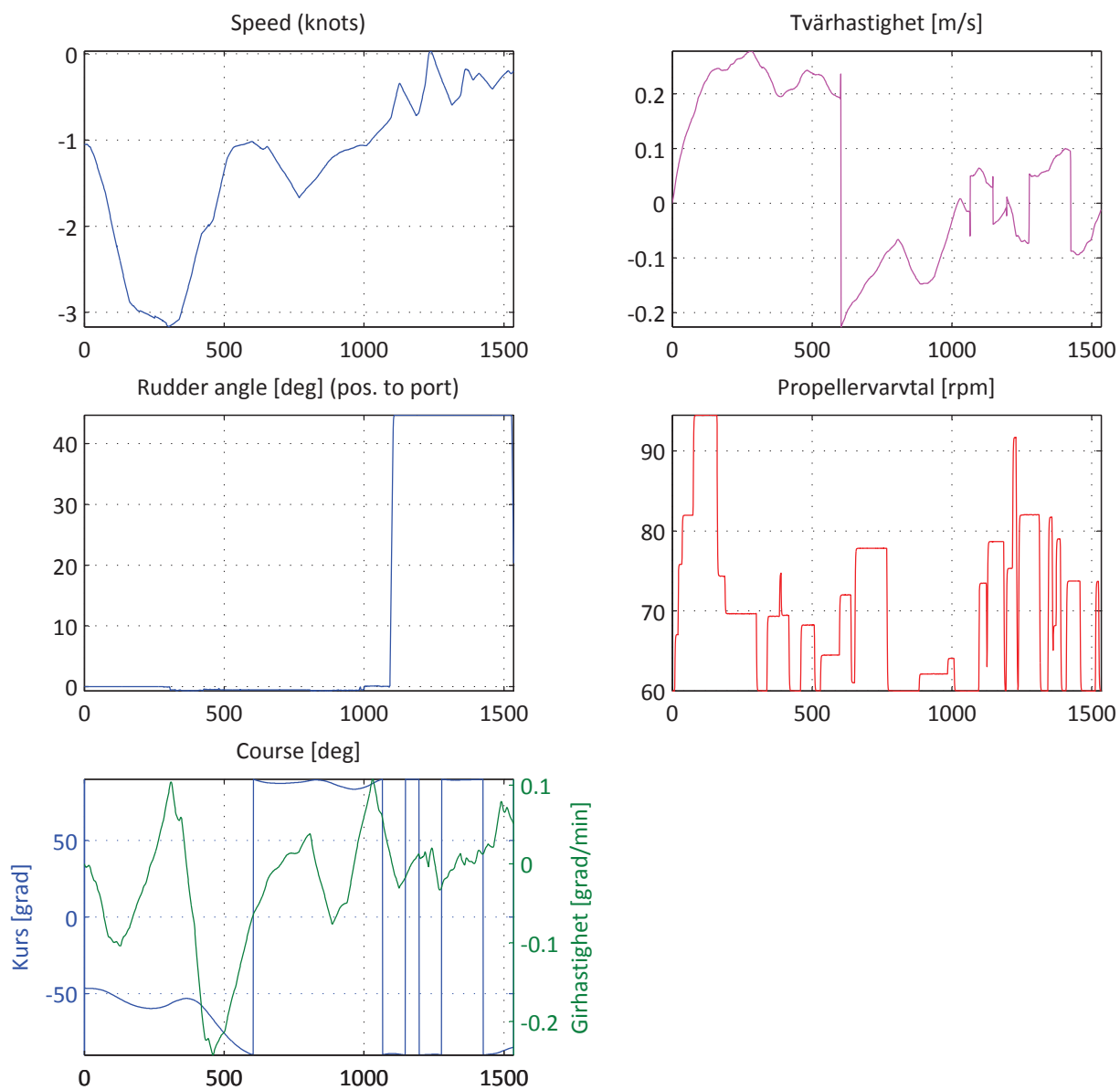
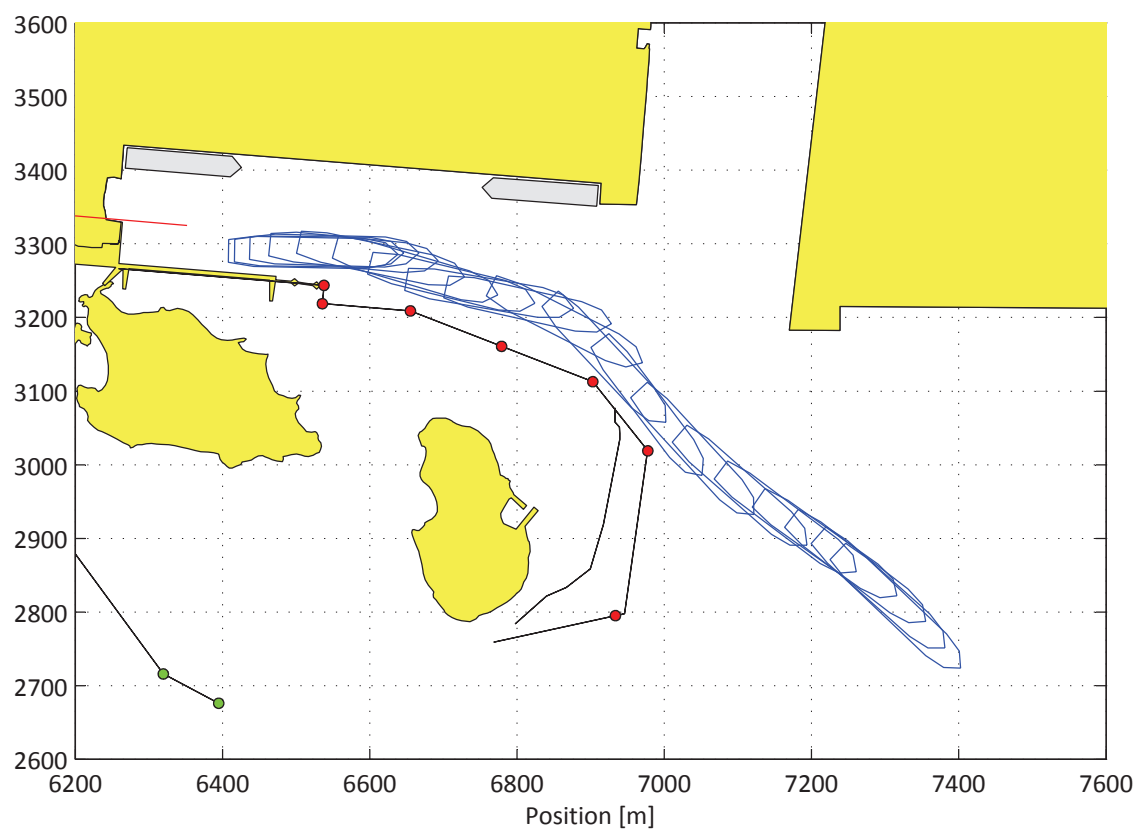


Figure: 4.1



Comments:

Figure: 4.2

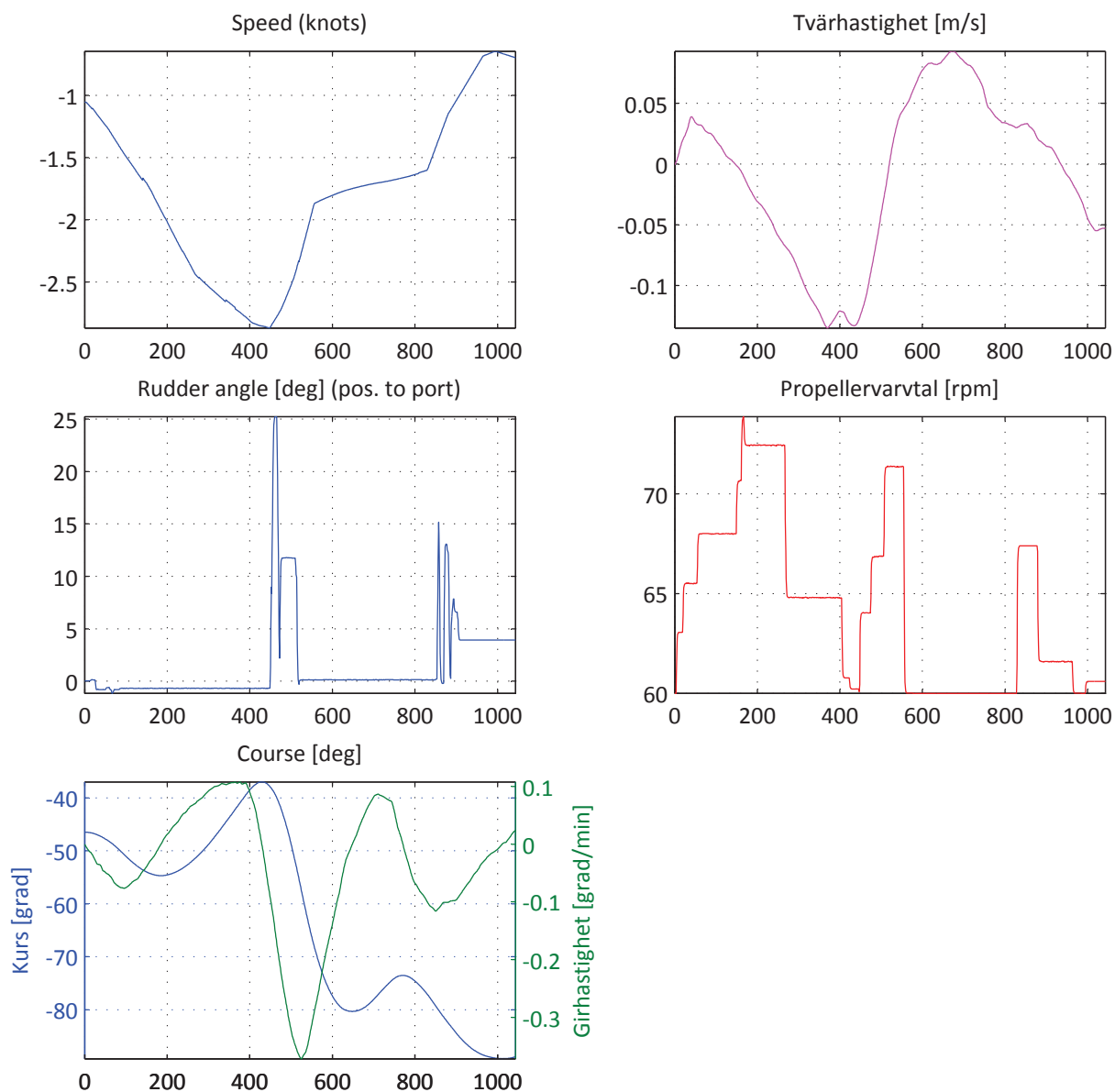
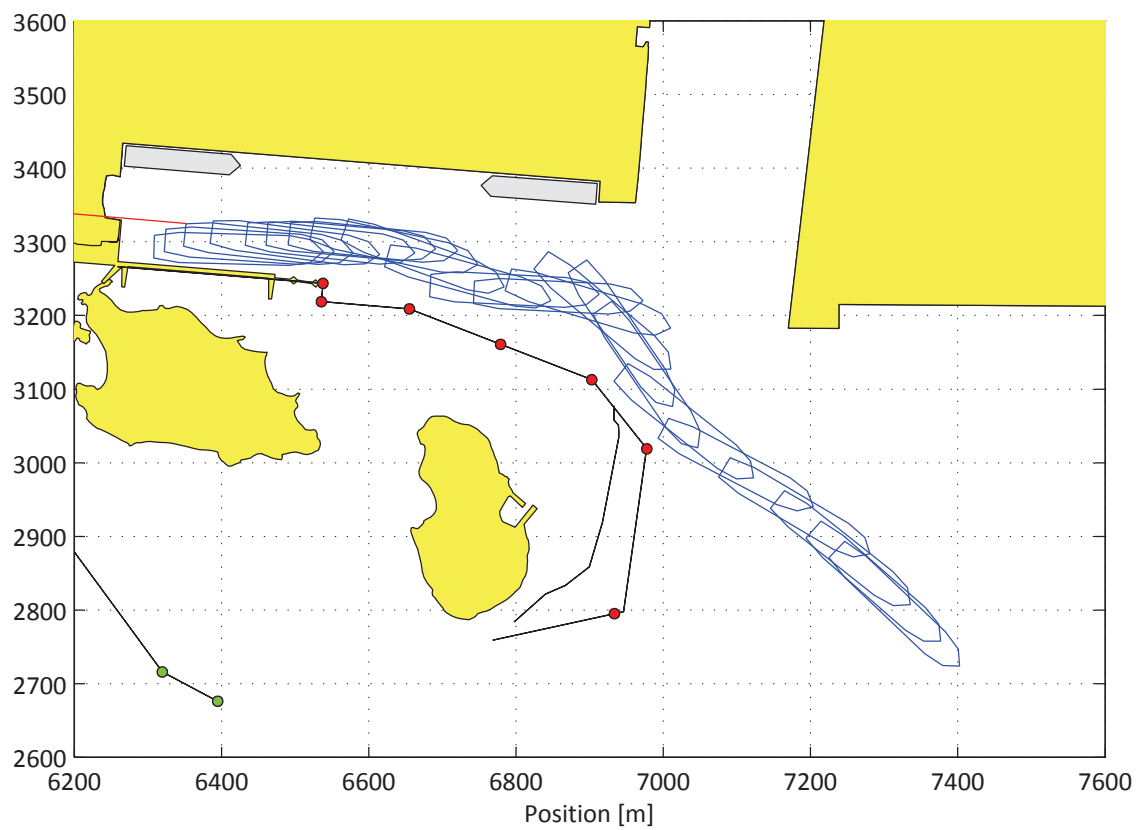


Figure: 5.1



Comments: Precis på gränsen

Figure: 5.2

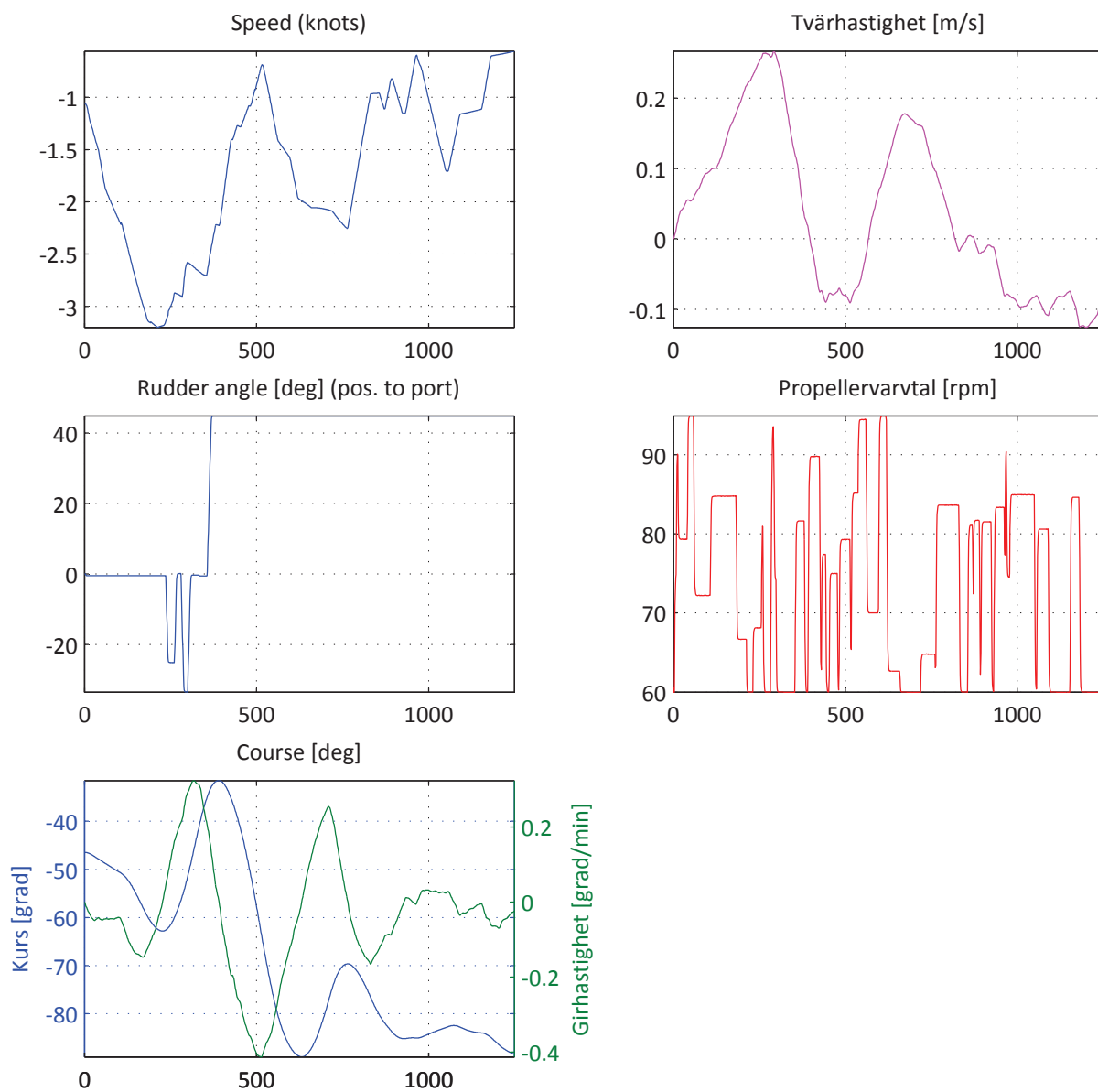
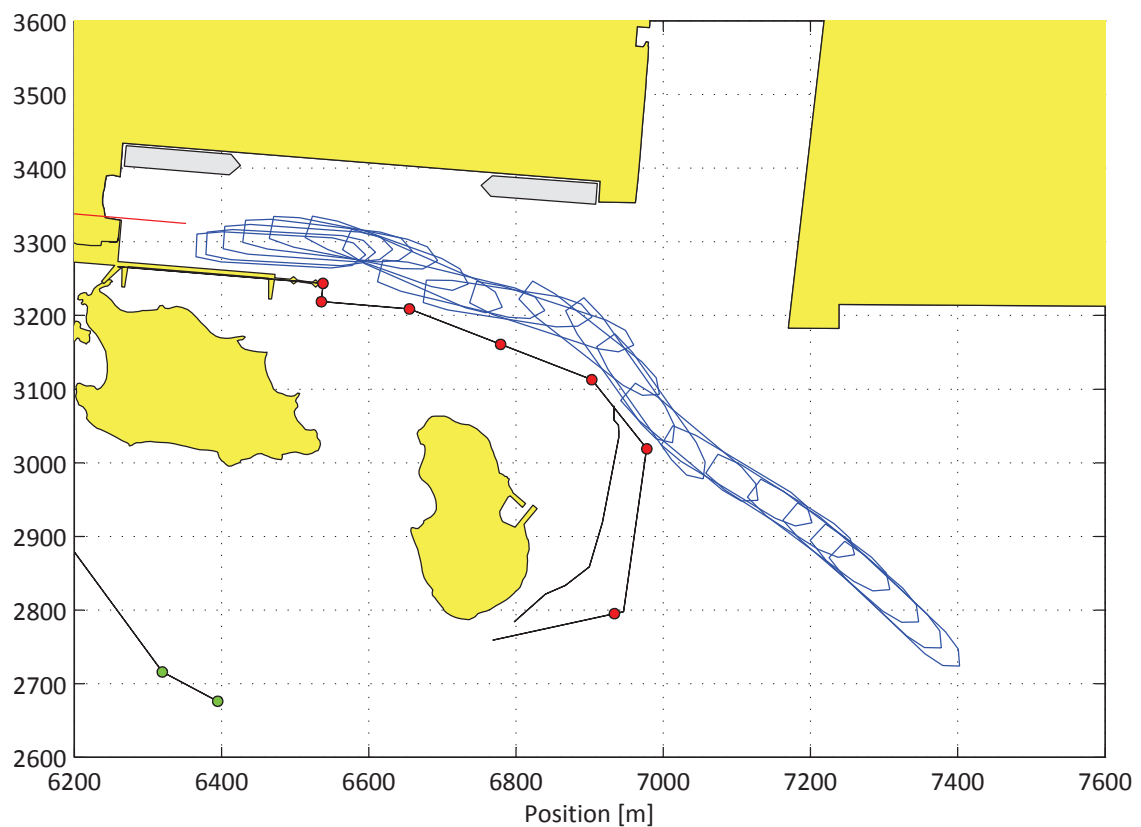


Figure: 6.1



Comments:

Figure: 6.2

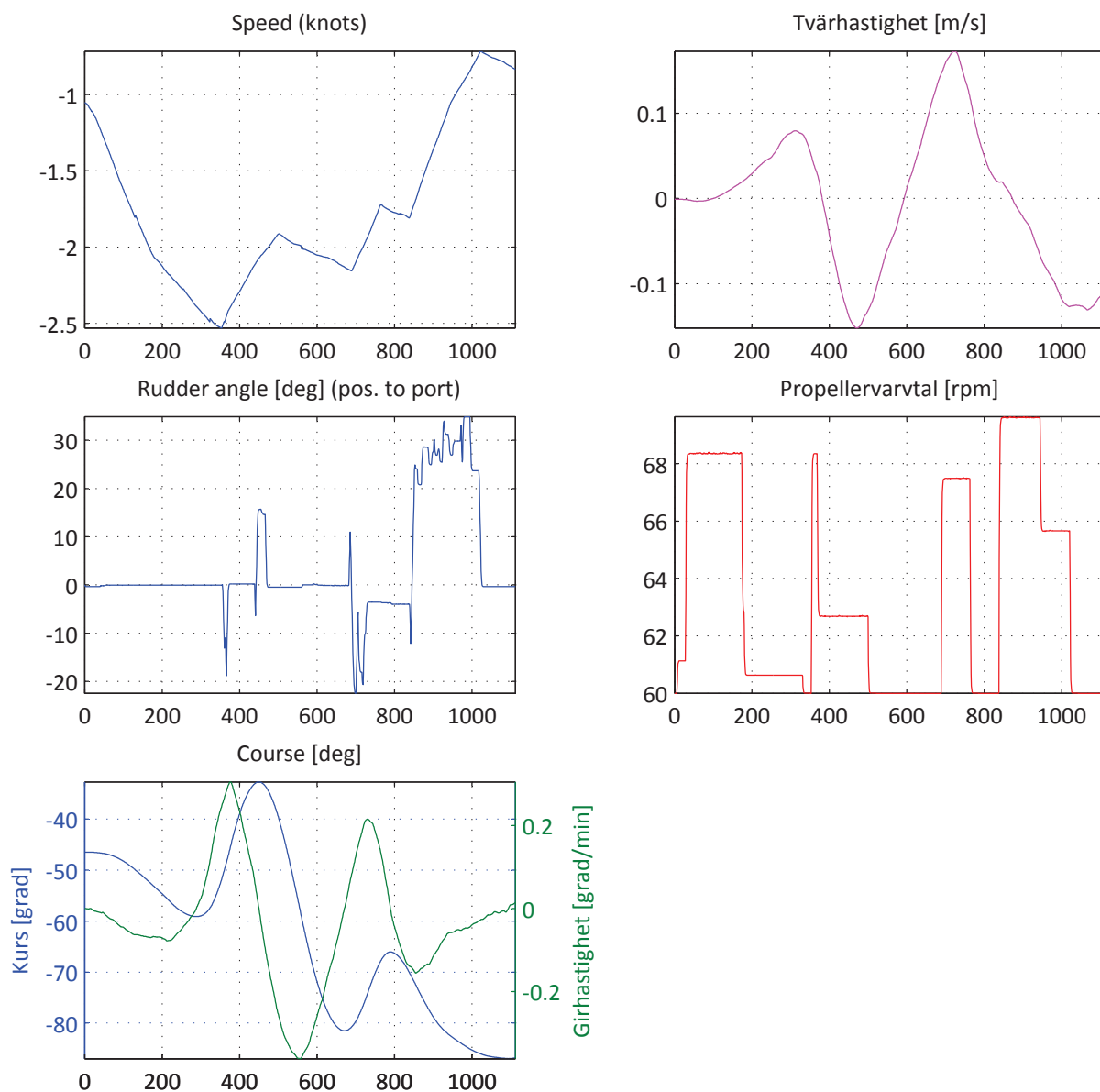


Figure: 7.1

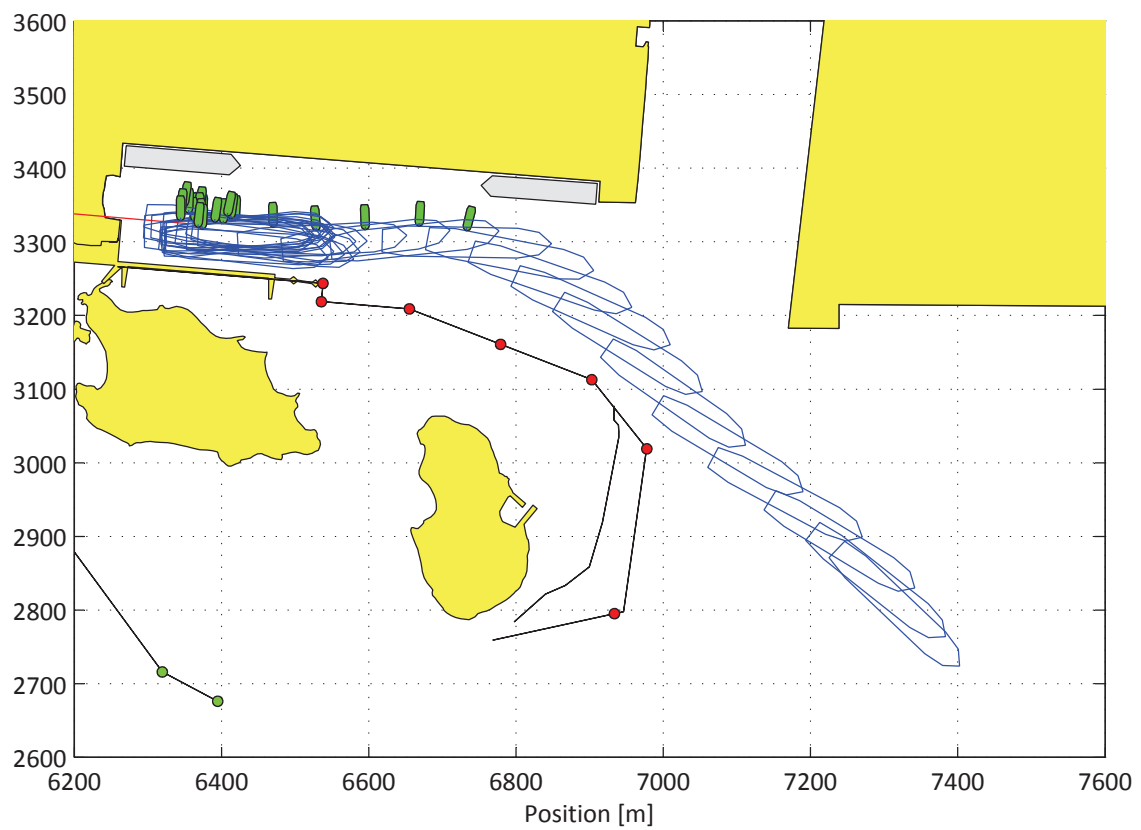


Figure: 7.2

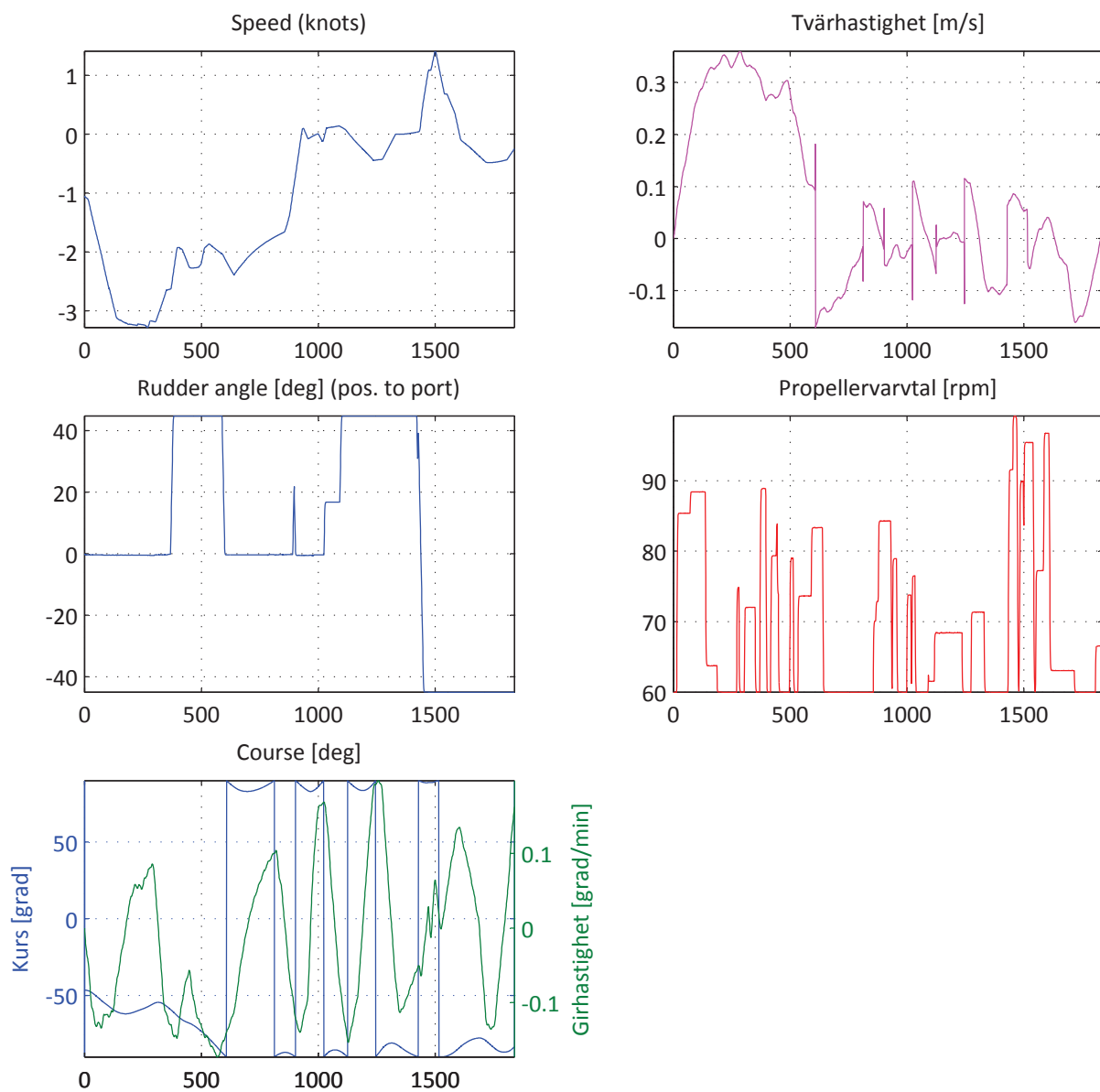
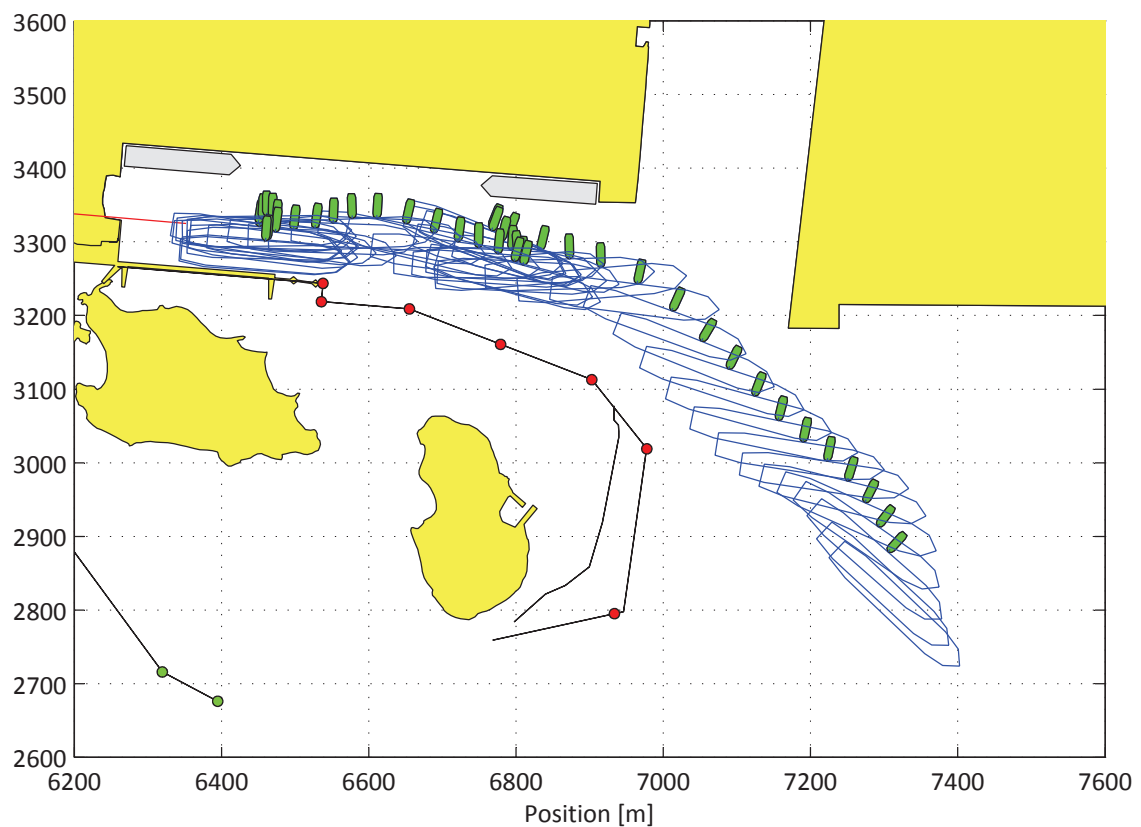


Figure: 8.1



Comments: En bogserbåt

Figure: 8.2

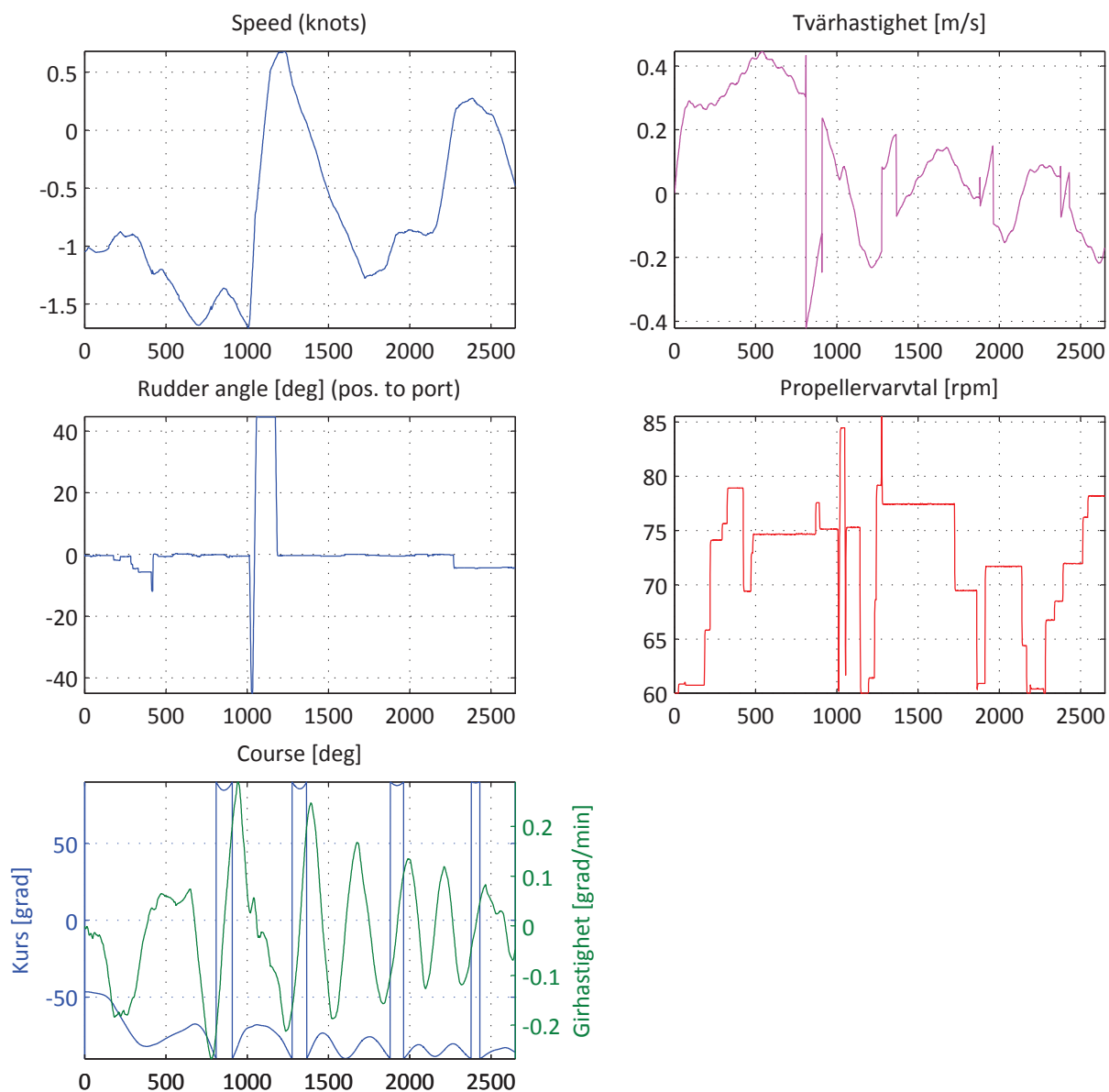
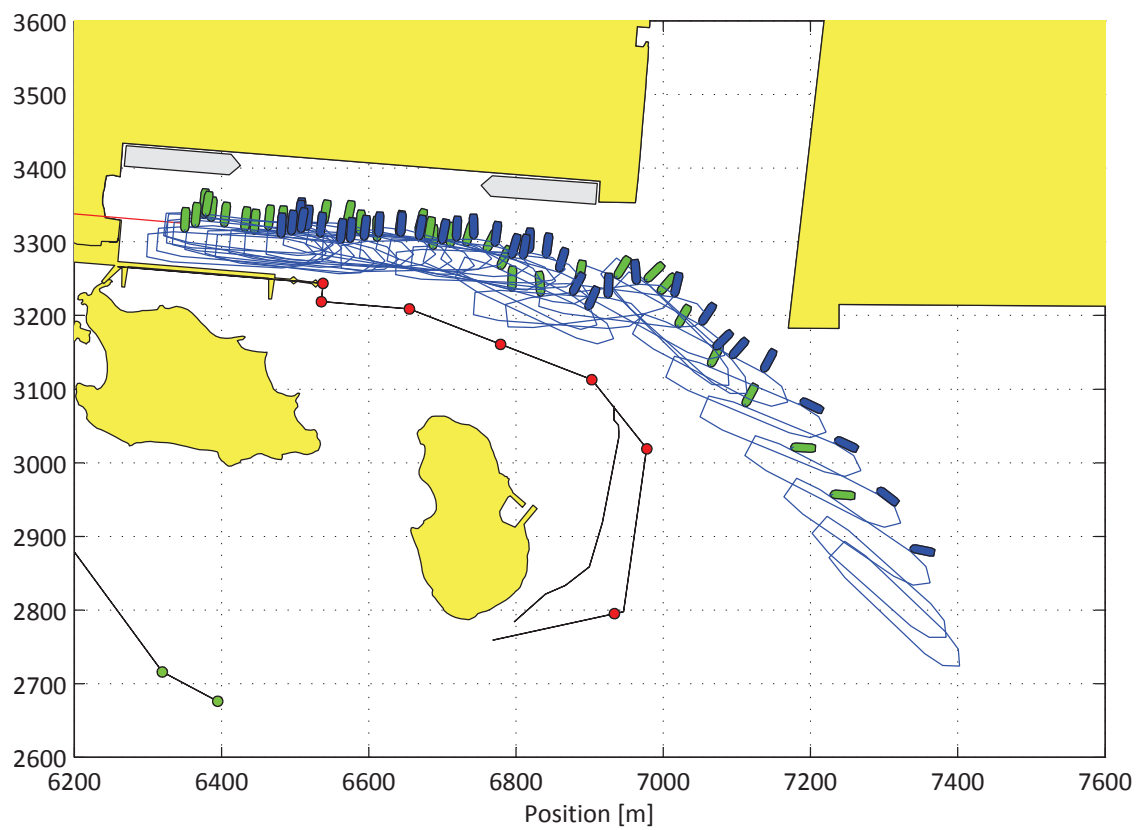


Figure: 9.1



Comments: Två bogserbåtar

Figure: 9.2

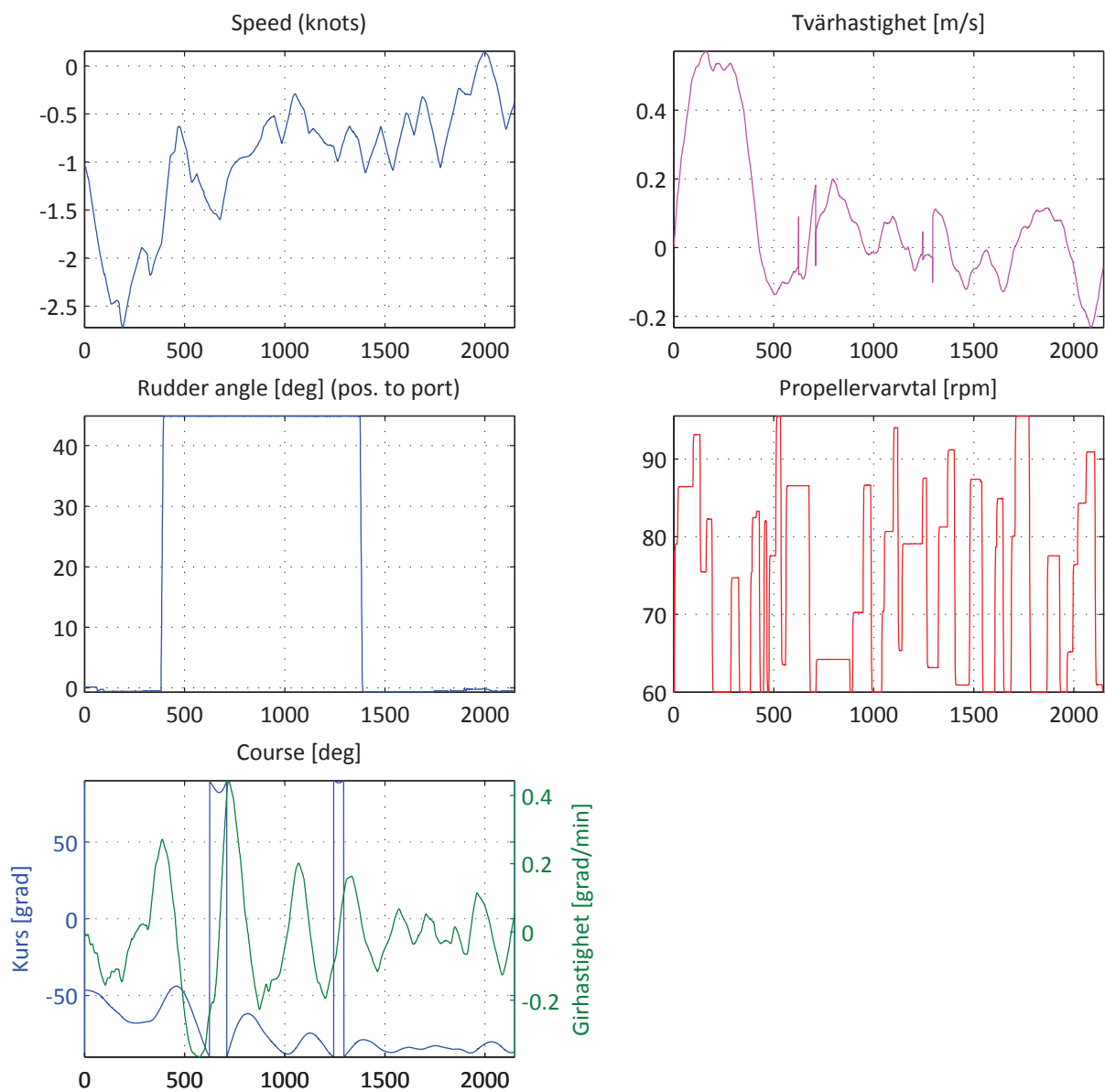
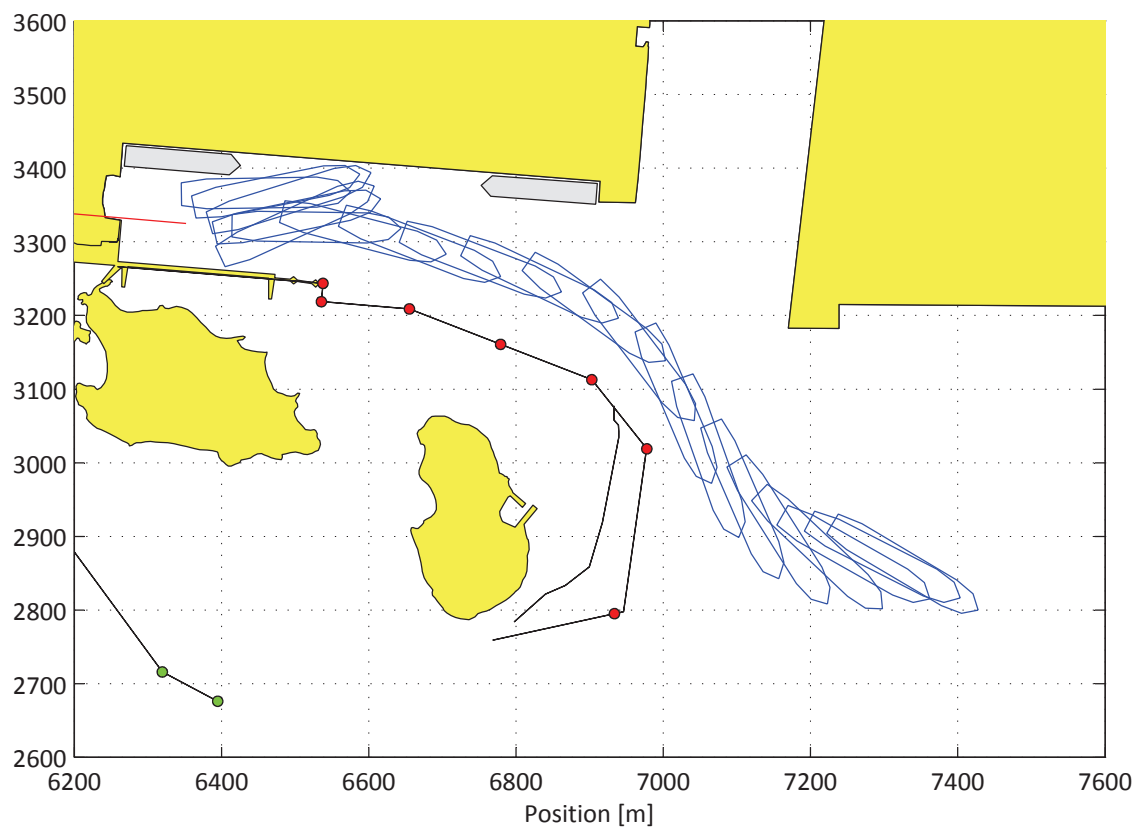


Figure: 10.1



Comments: En bogserbåt

Figure: 10.2

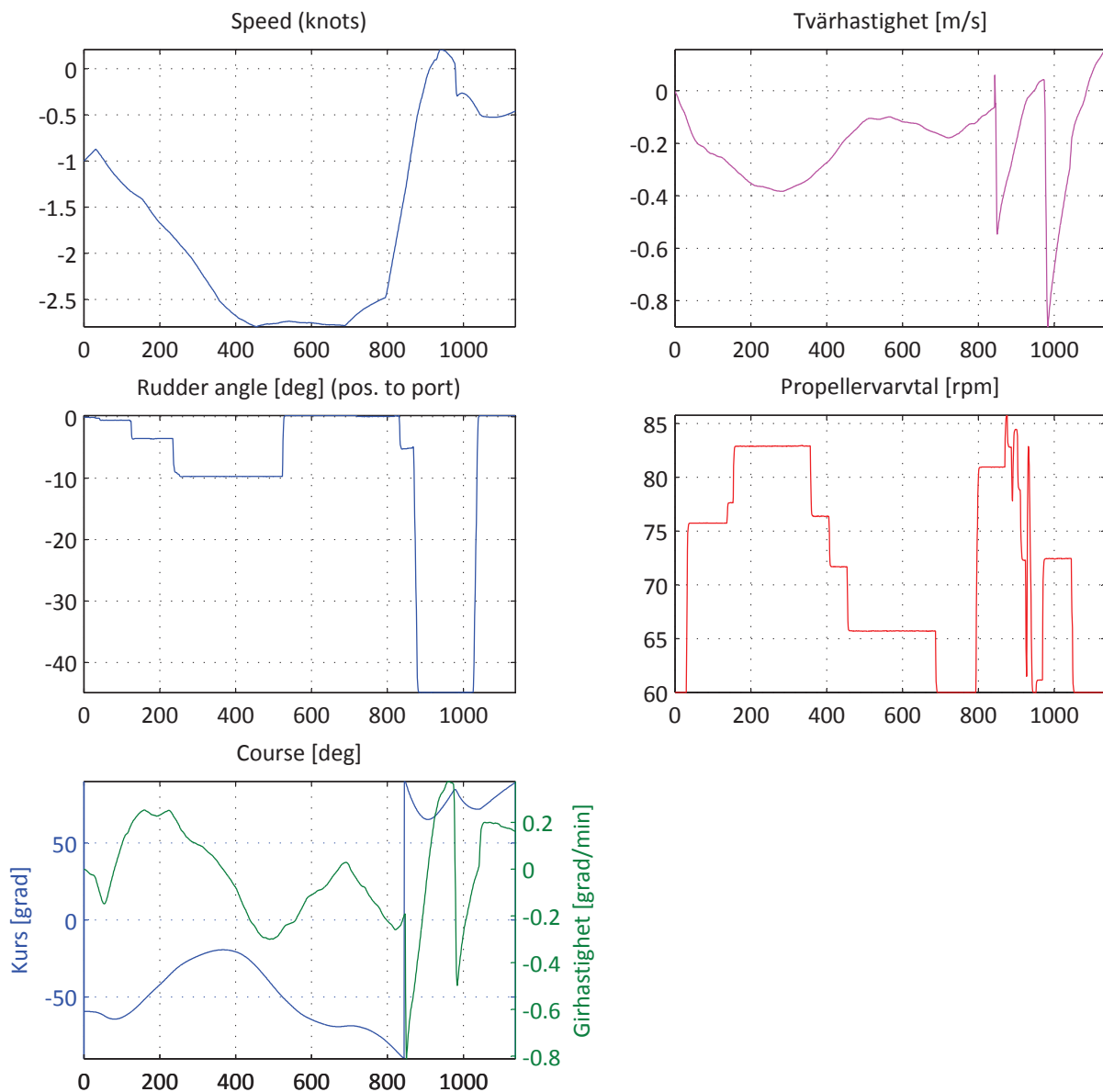
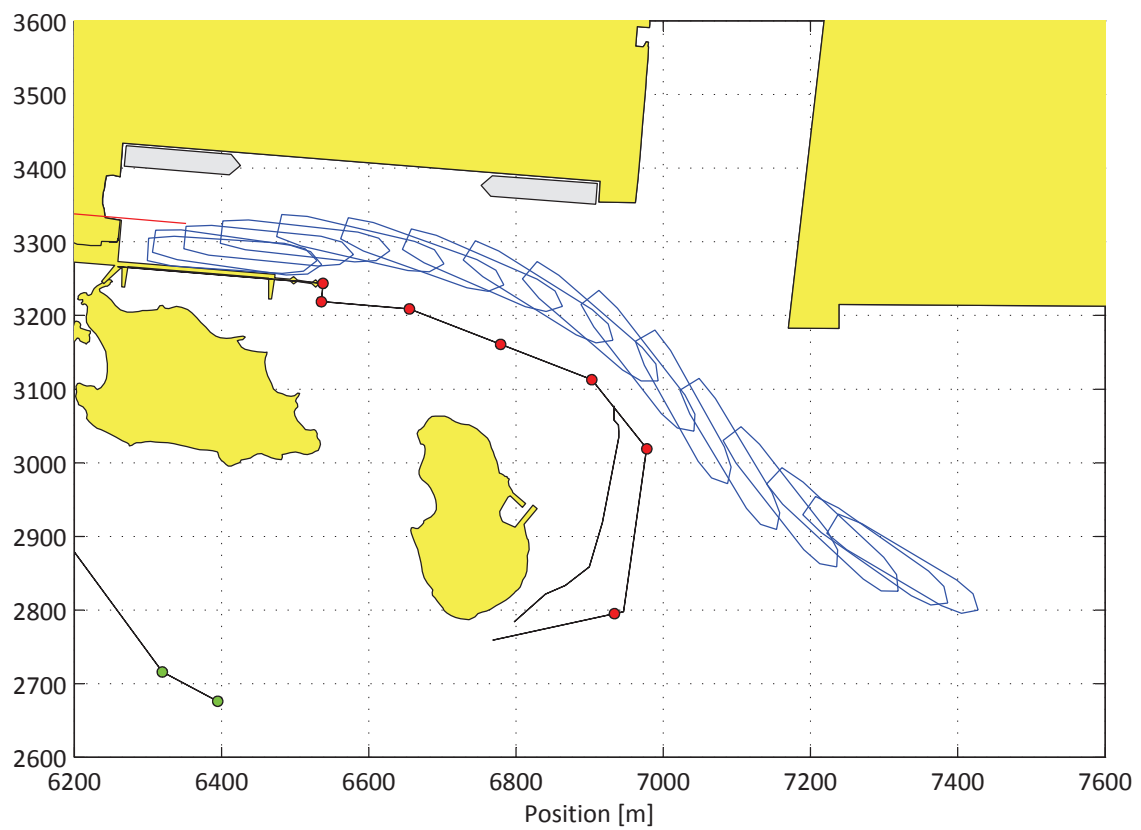


Figure: 11.1



Comments:

Figure: 11.2

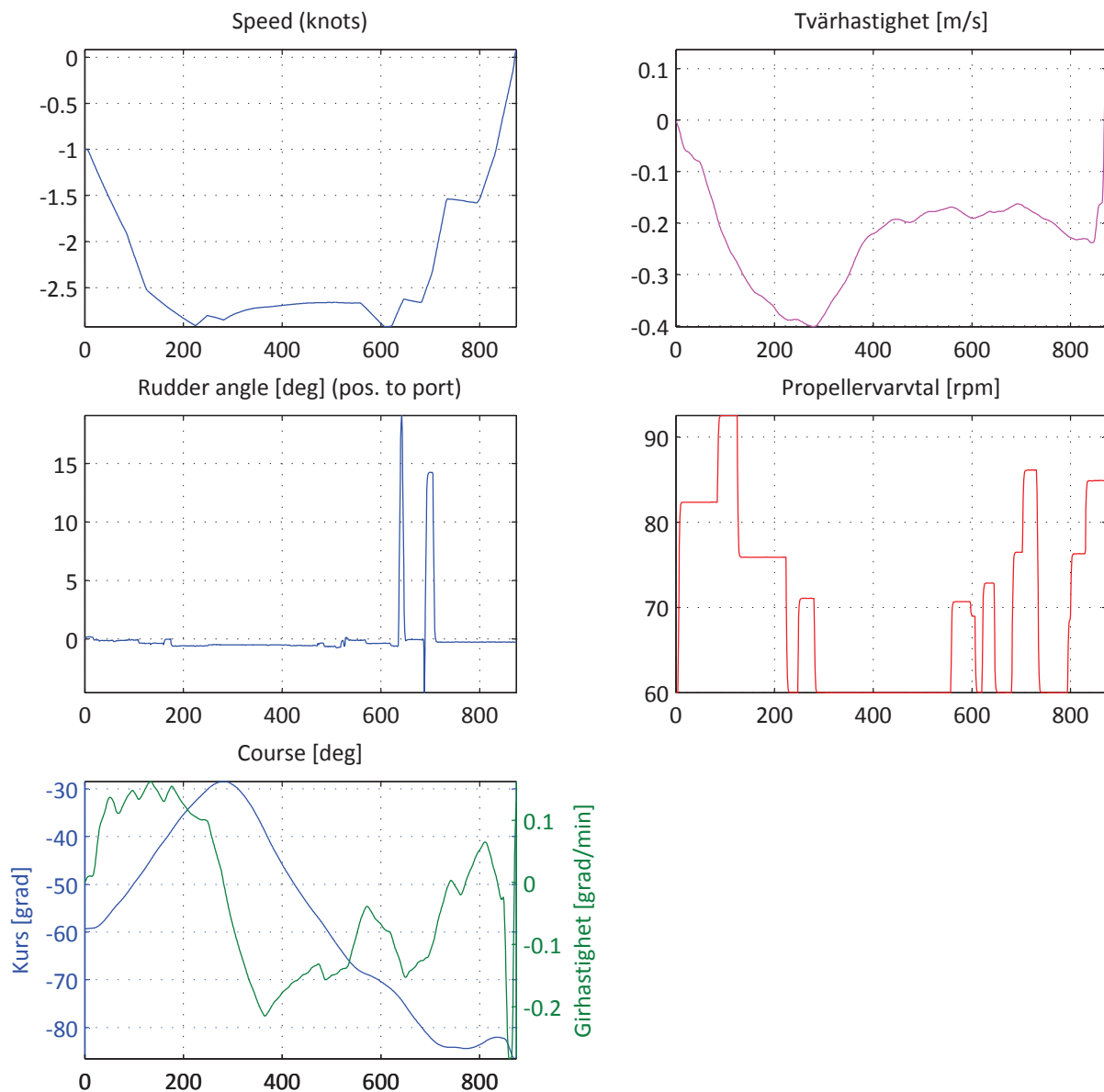
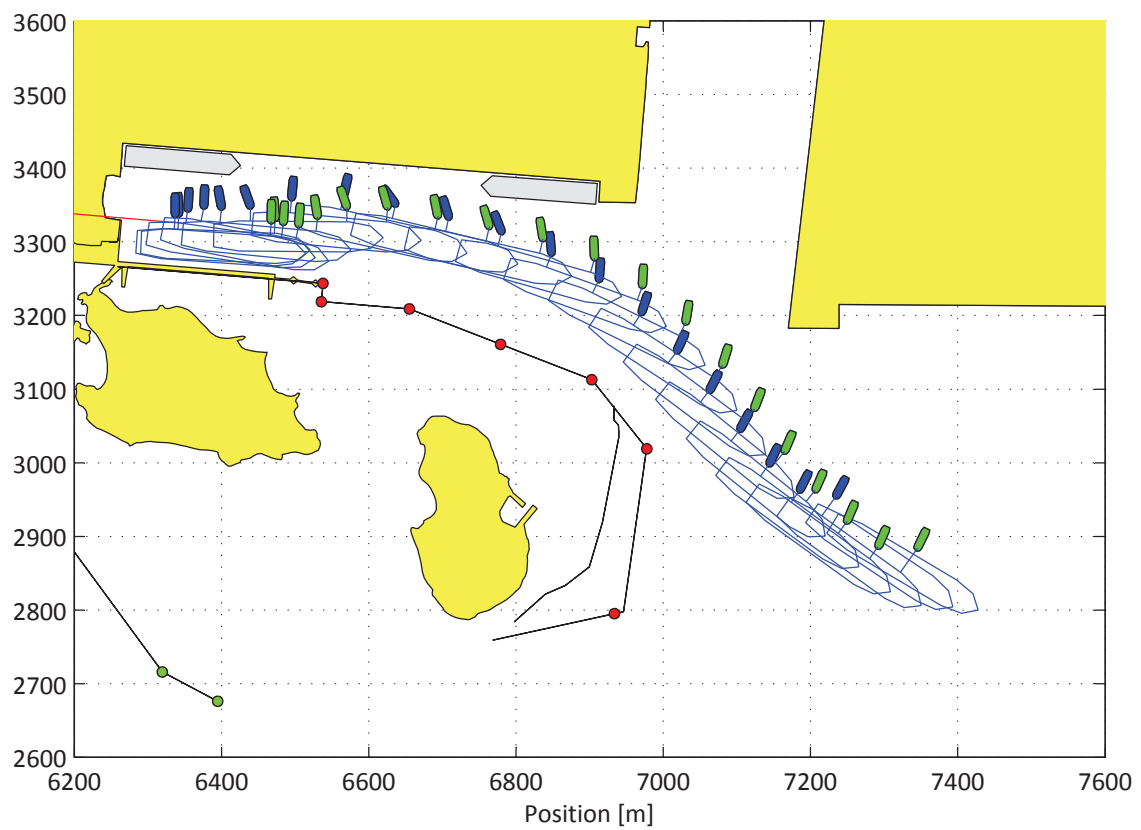


Figure: 12.1



Comments:

Figure: 12.2

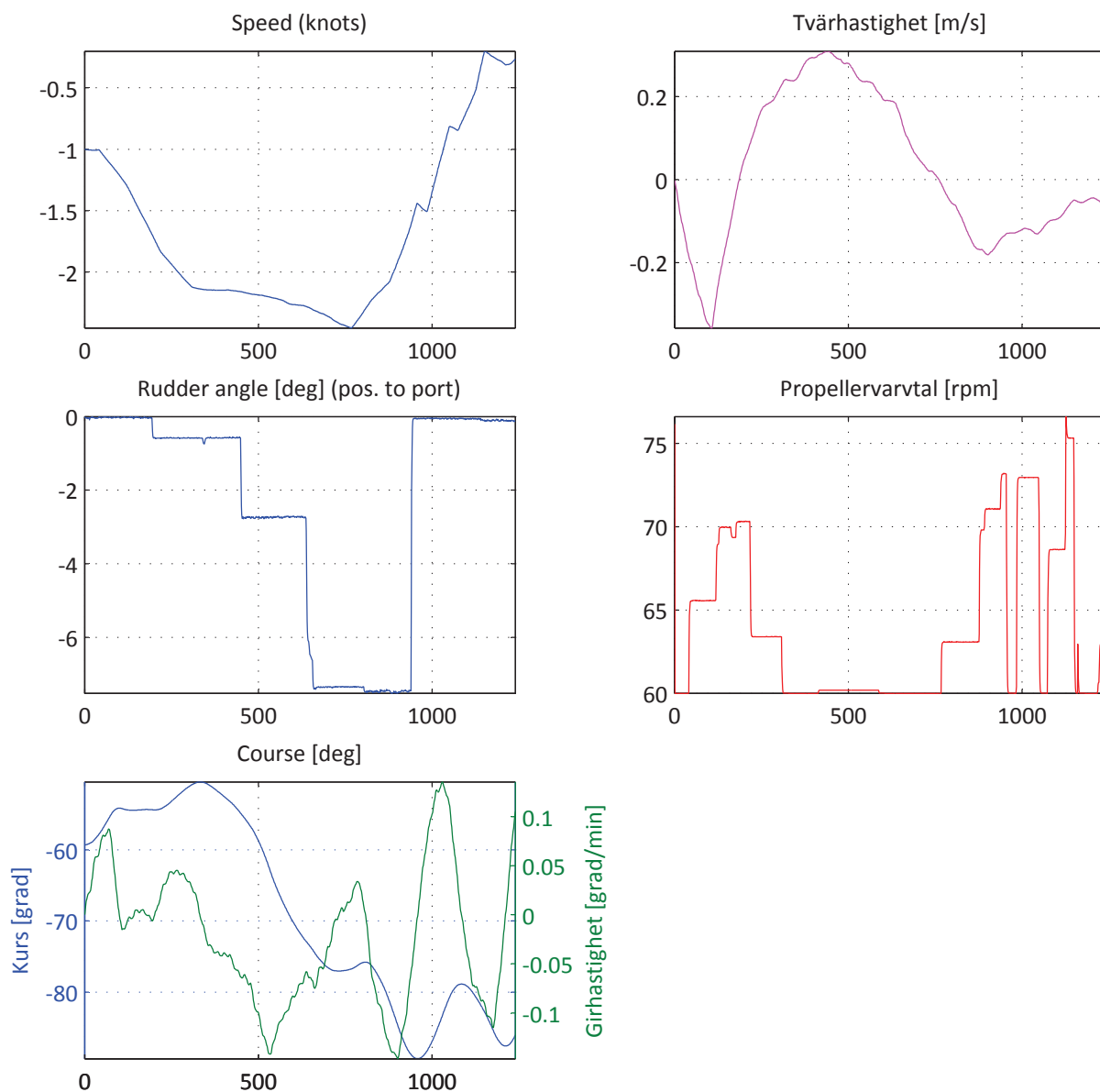
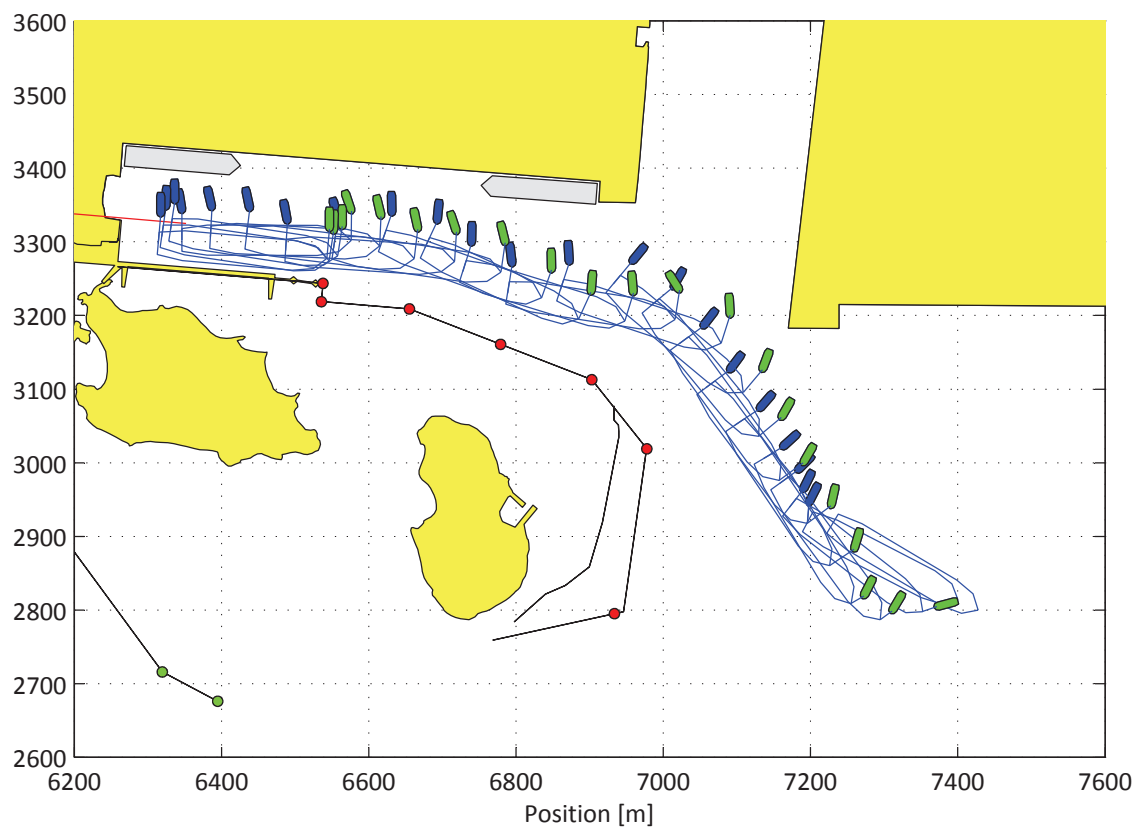


Figure: 13.1



Comments:

Figure: 13.2

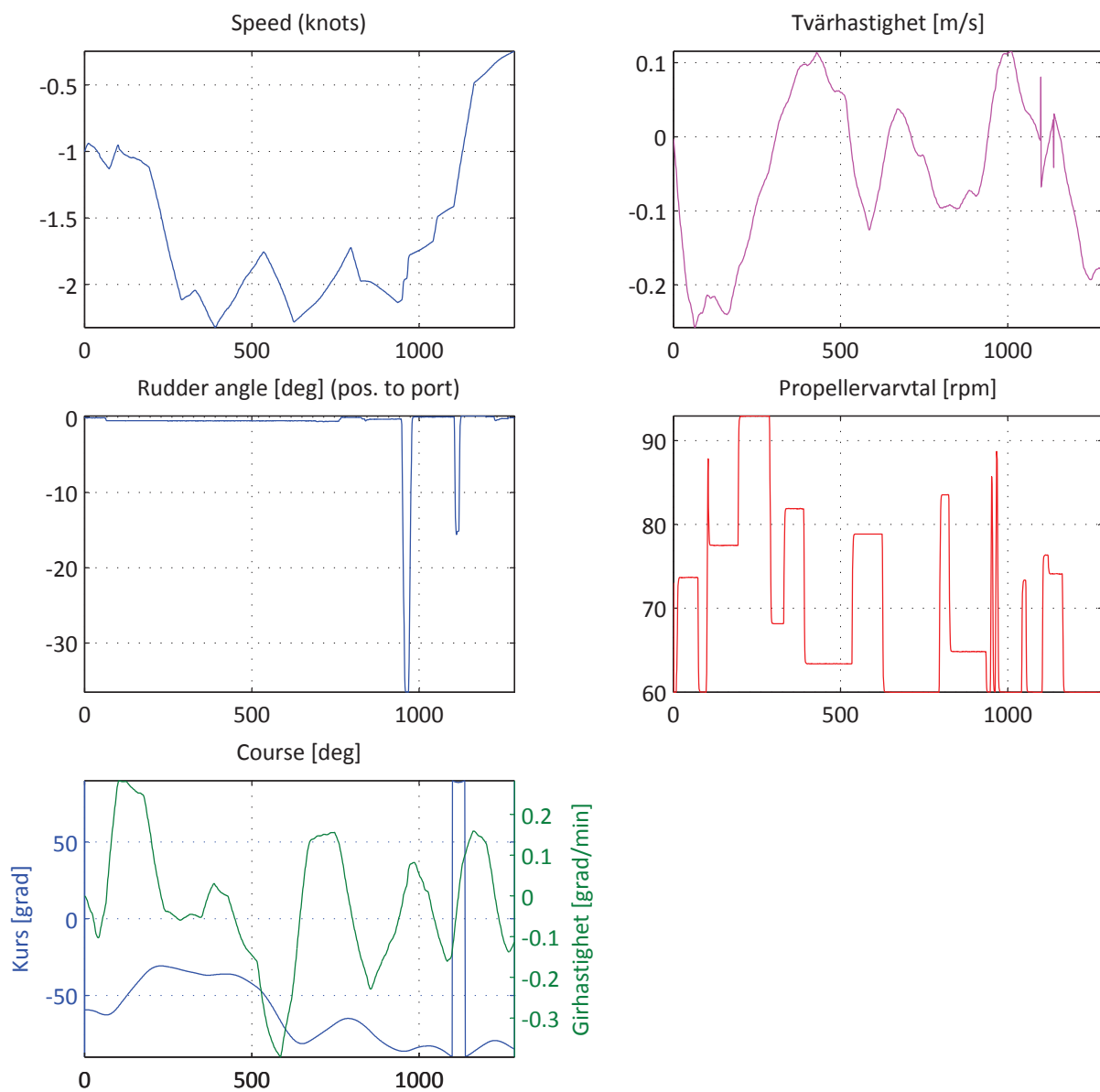
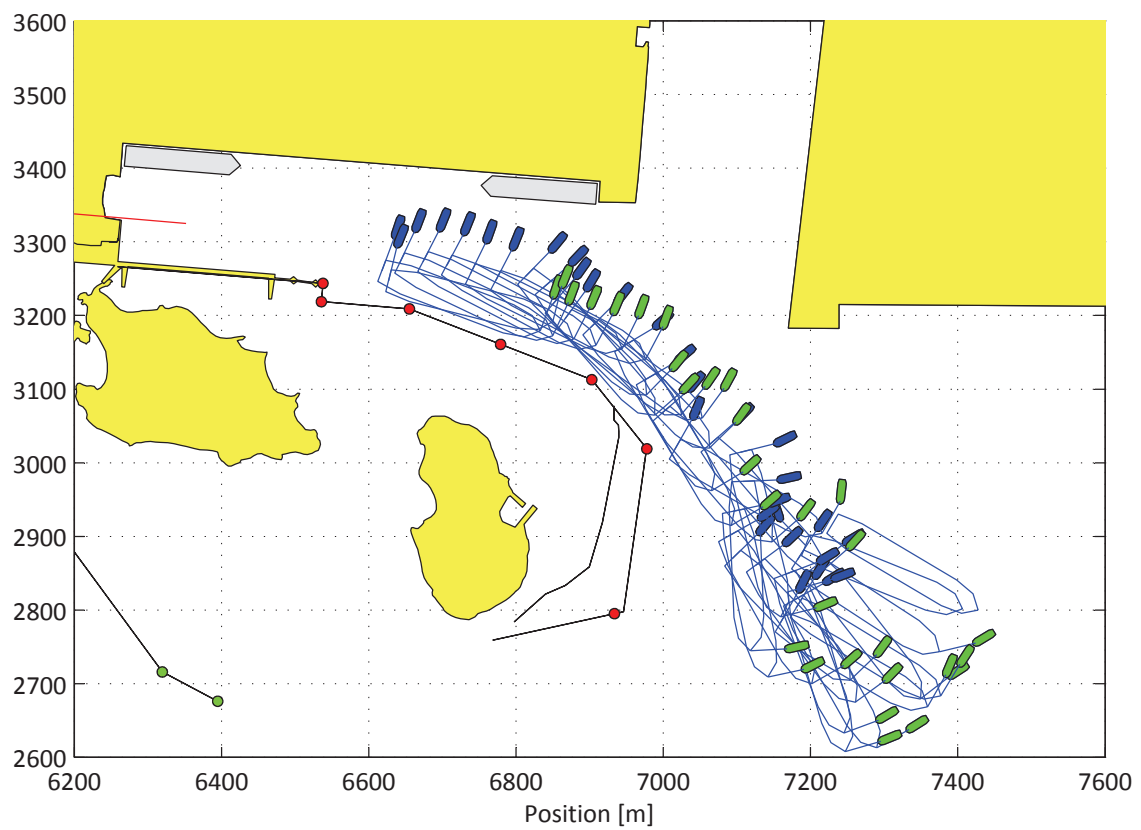


Figure: 14.1



Comments:

Figure: 14.2

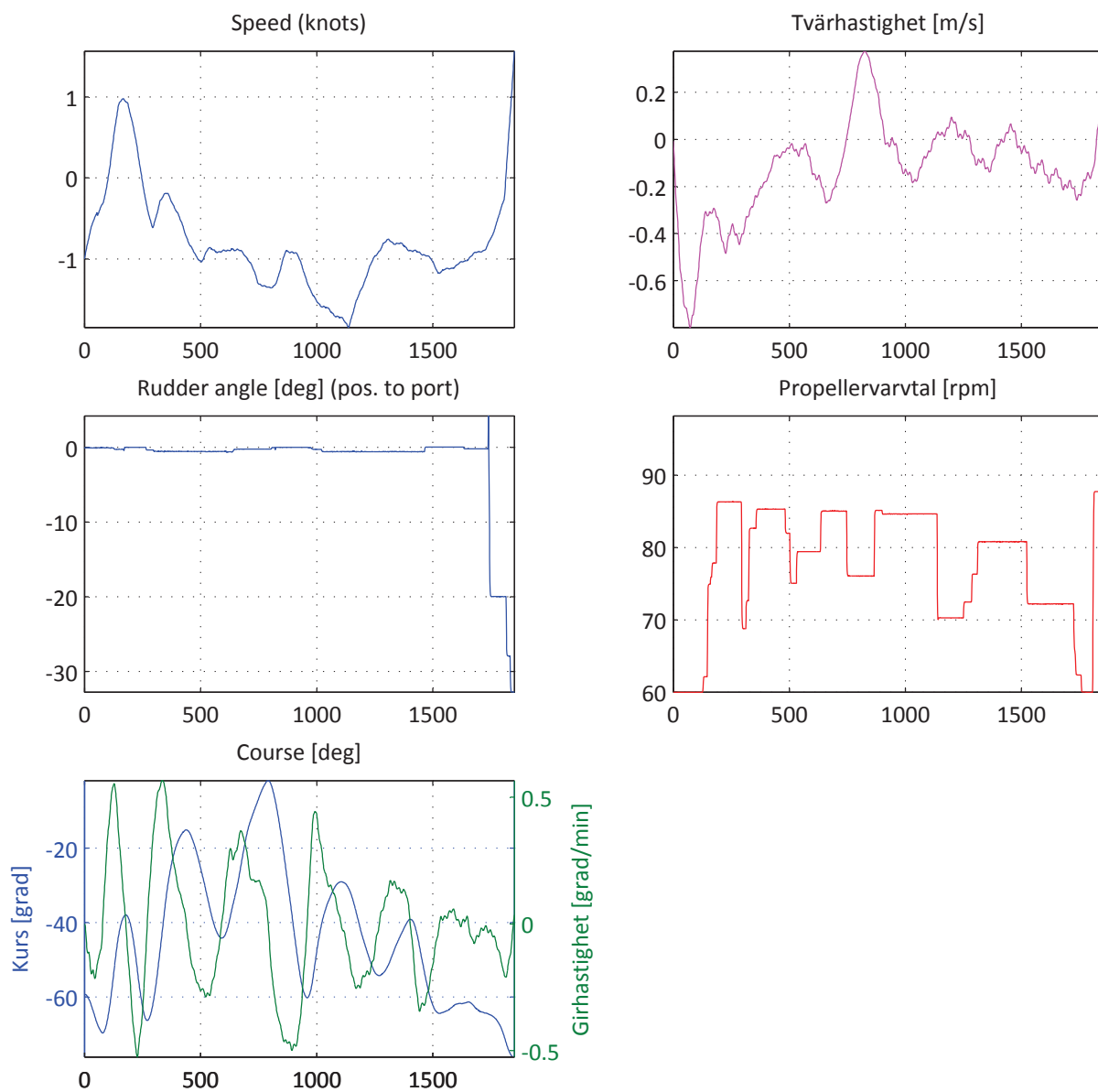
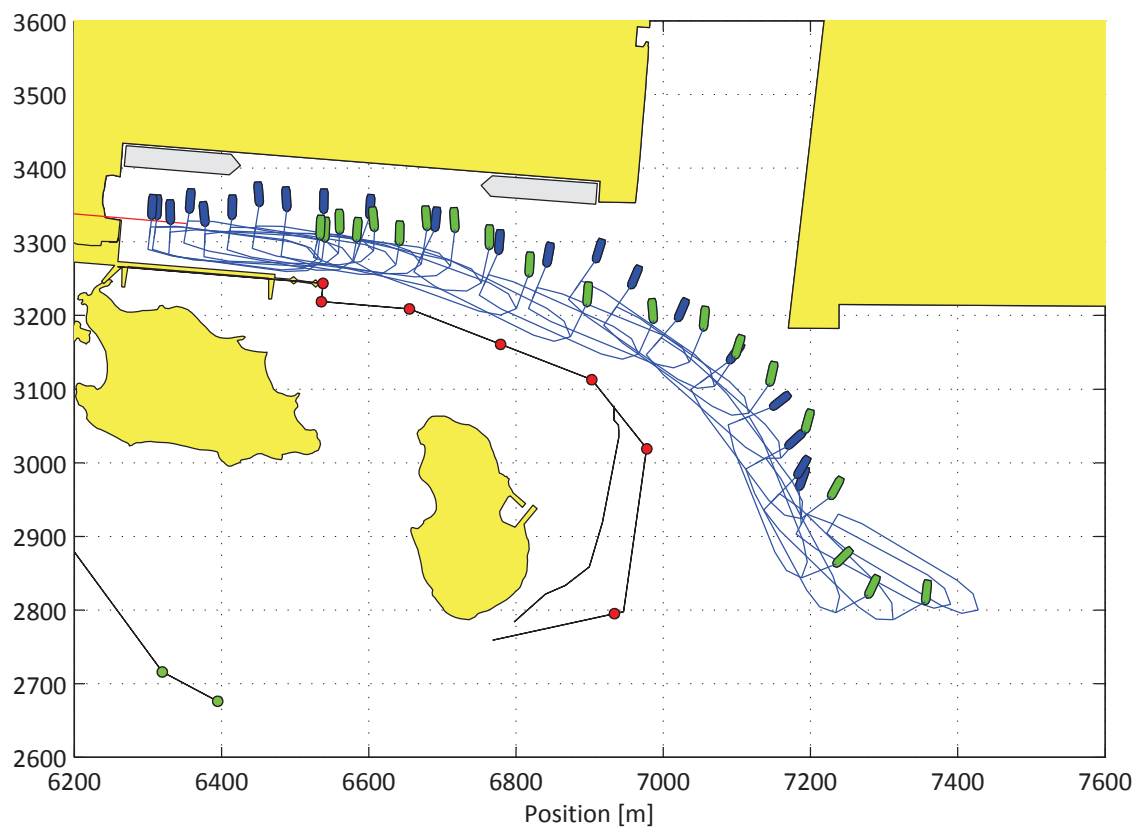


Figure: 15.1



Comments:

Figure: 15.2

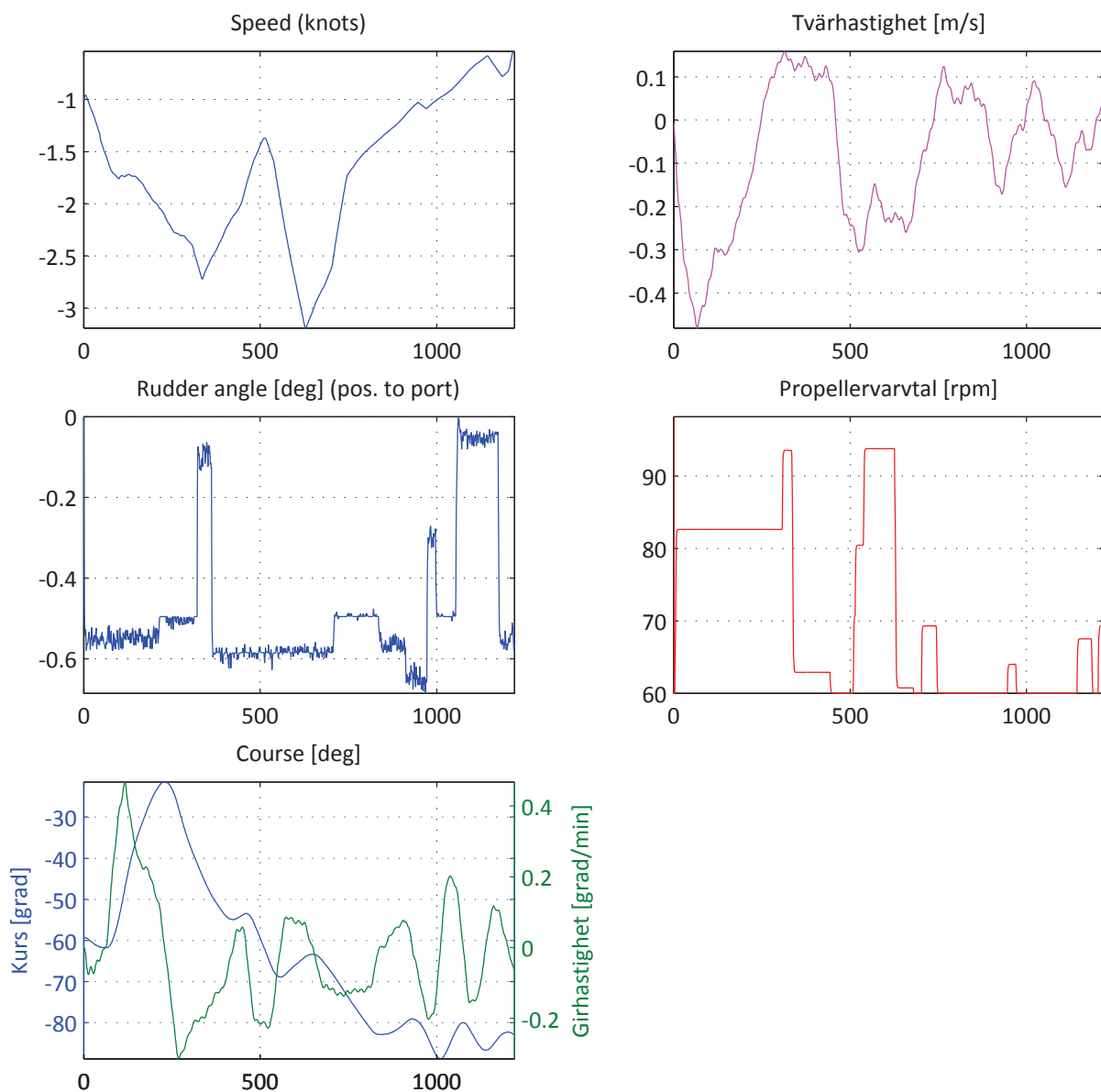
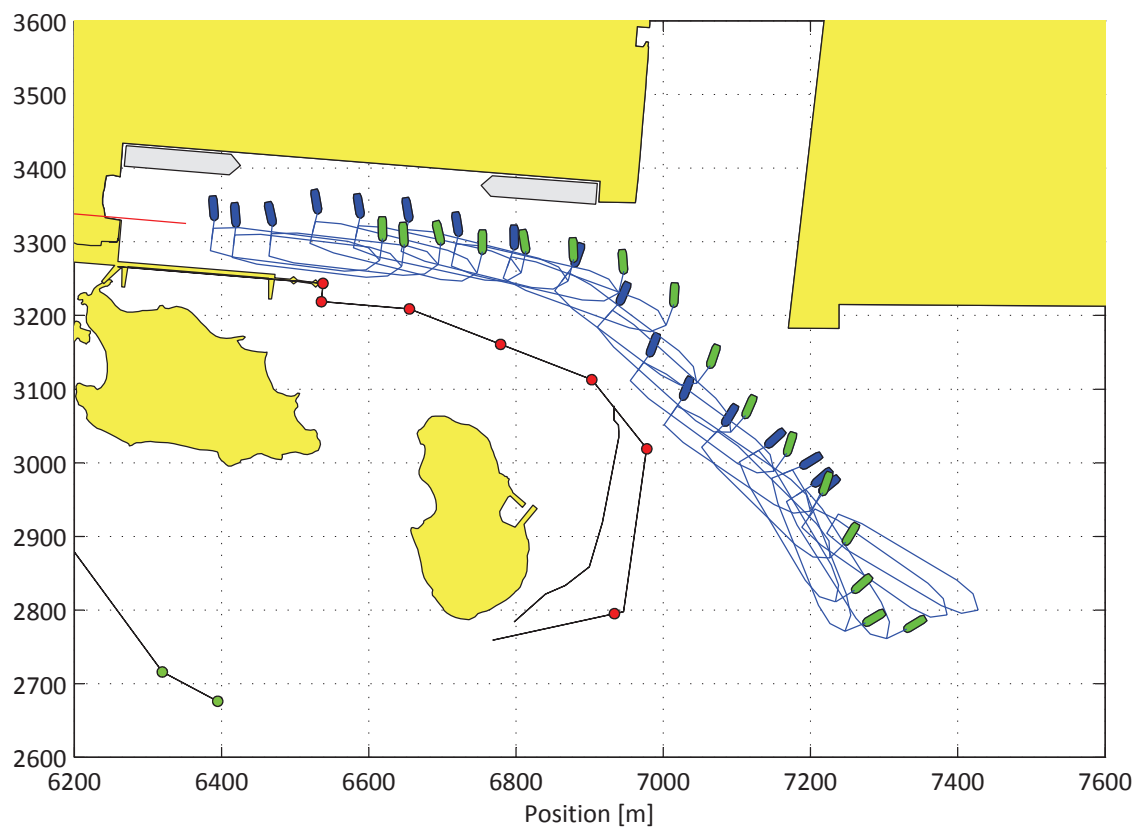


Figure: 16.1



Comments:

Figure: 16.2

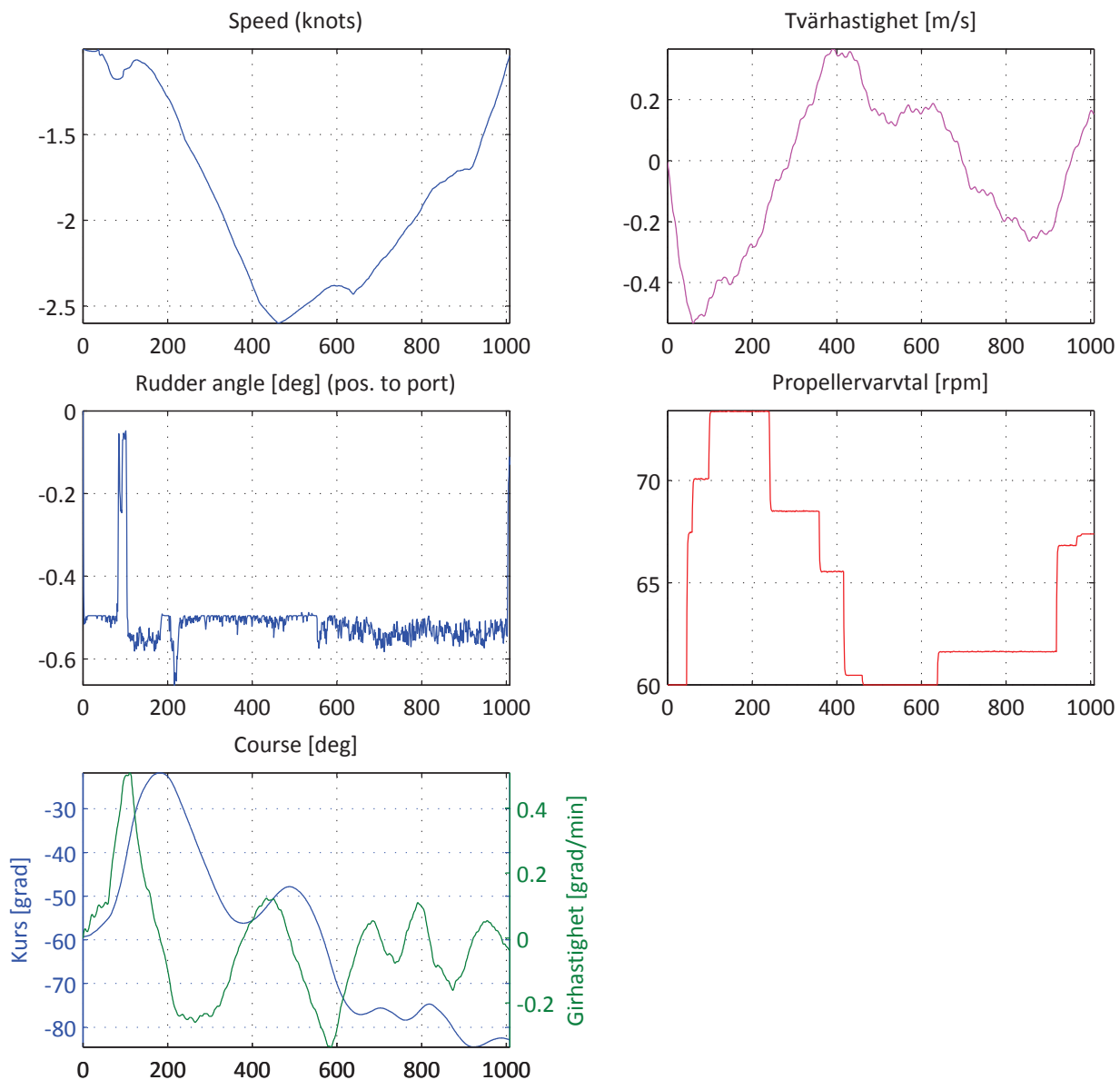
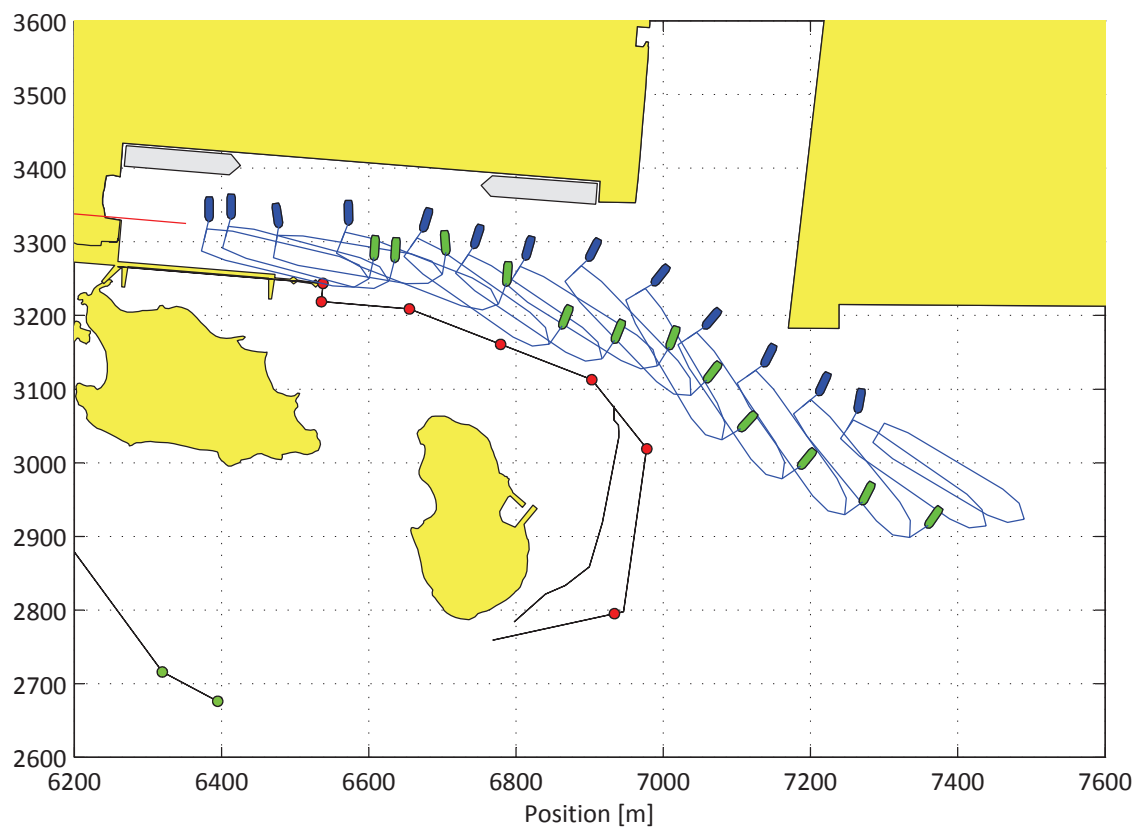


Figure: 17.1



Comments:

Figure: 17.2

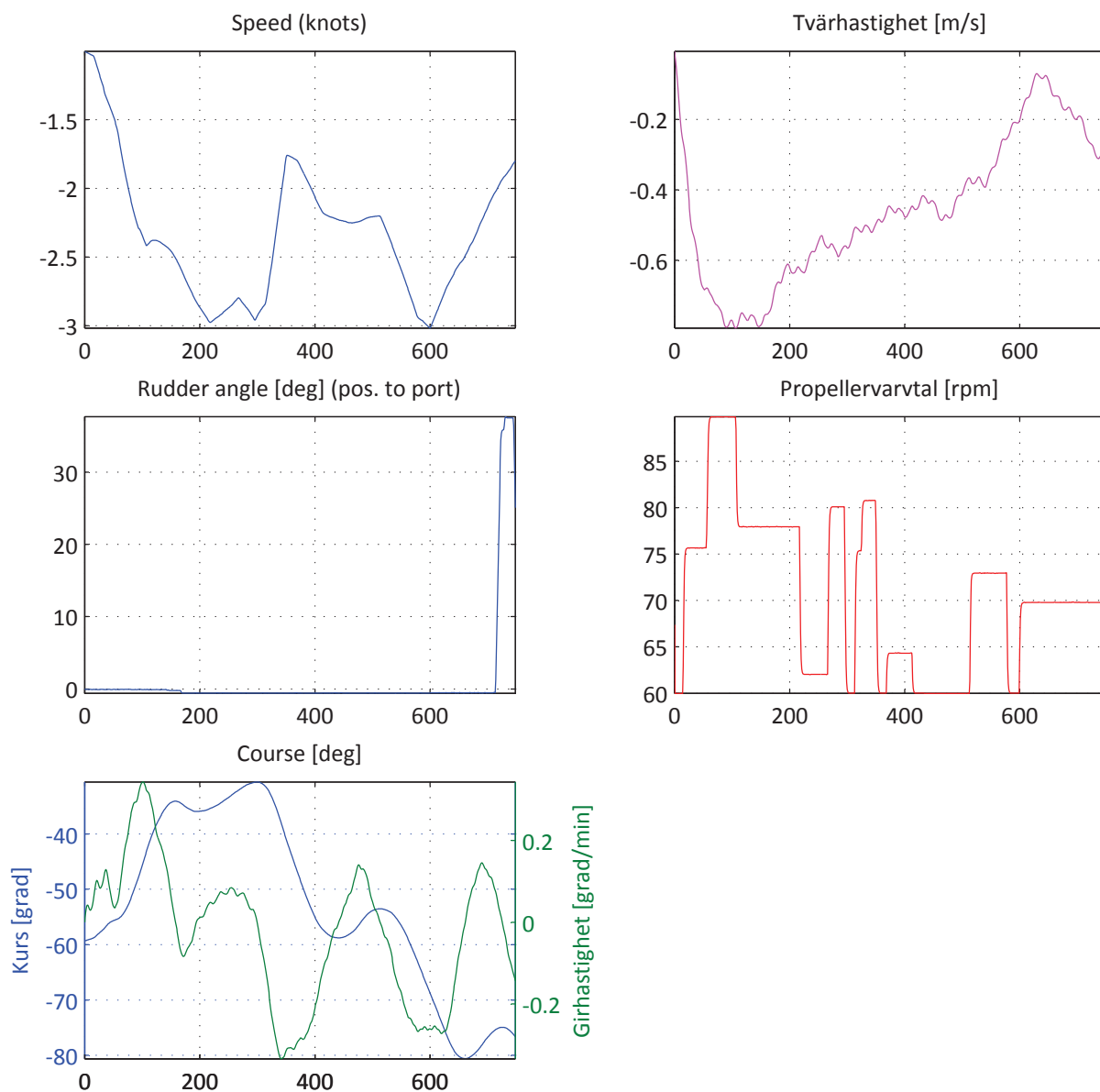
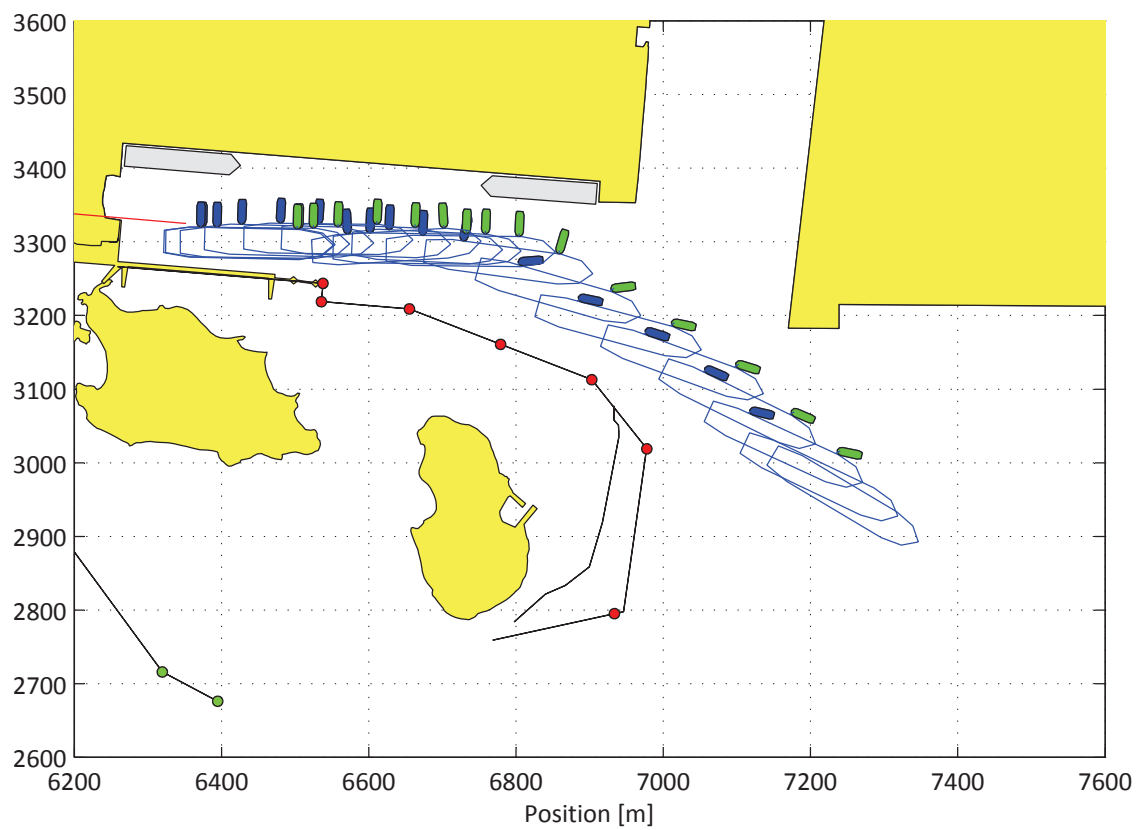


Figure: 18.1



Comments:

Figure: 18.2

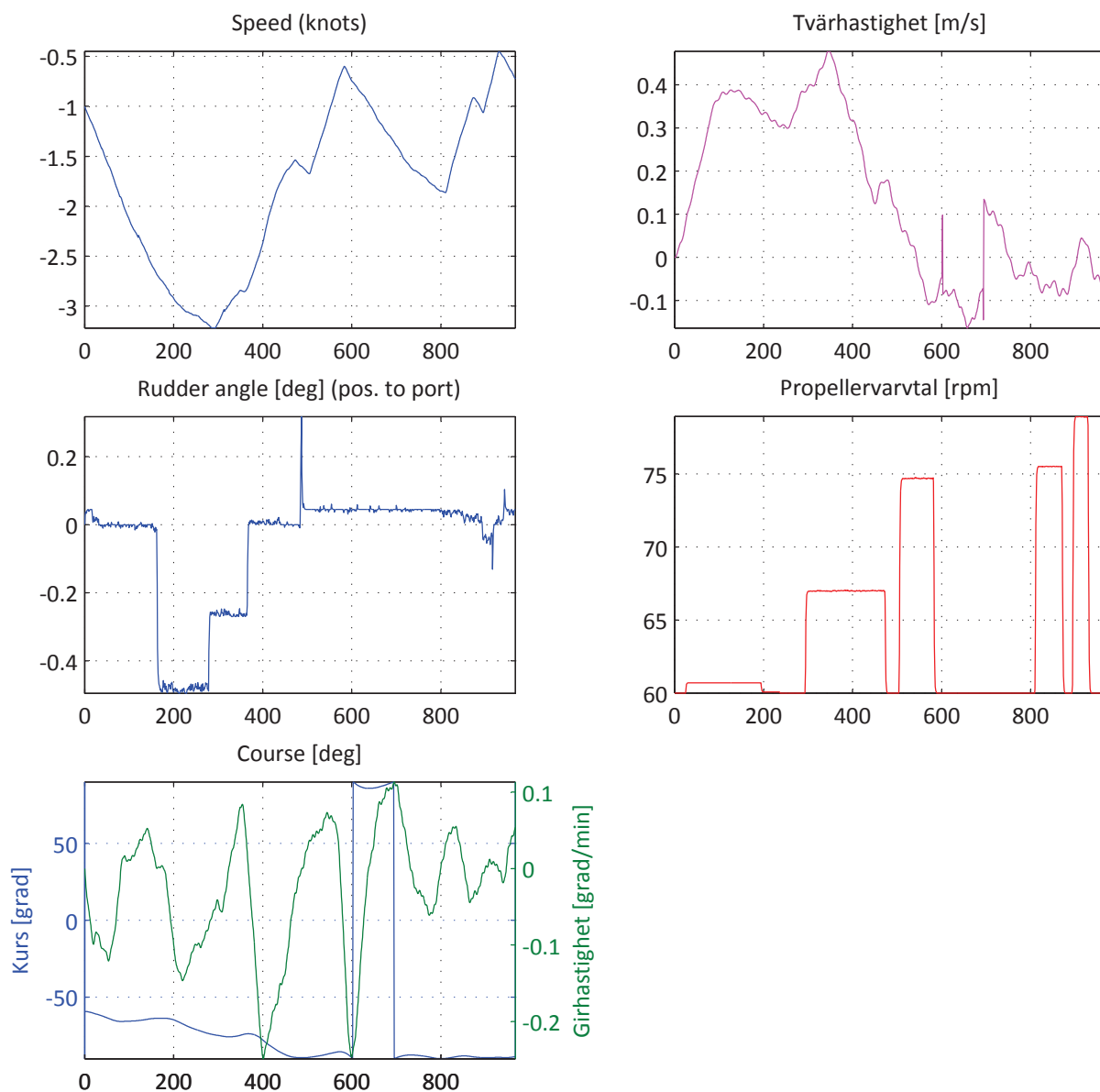
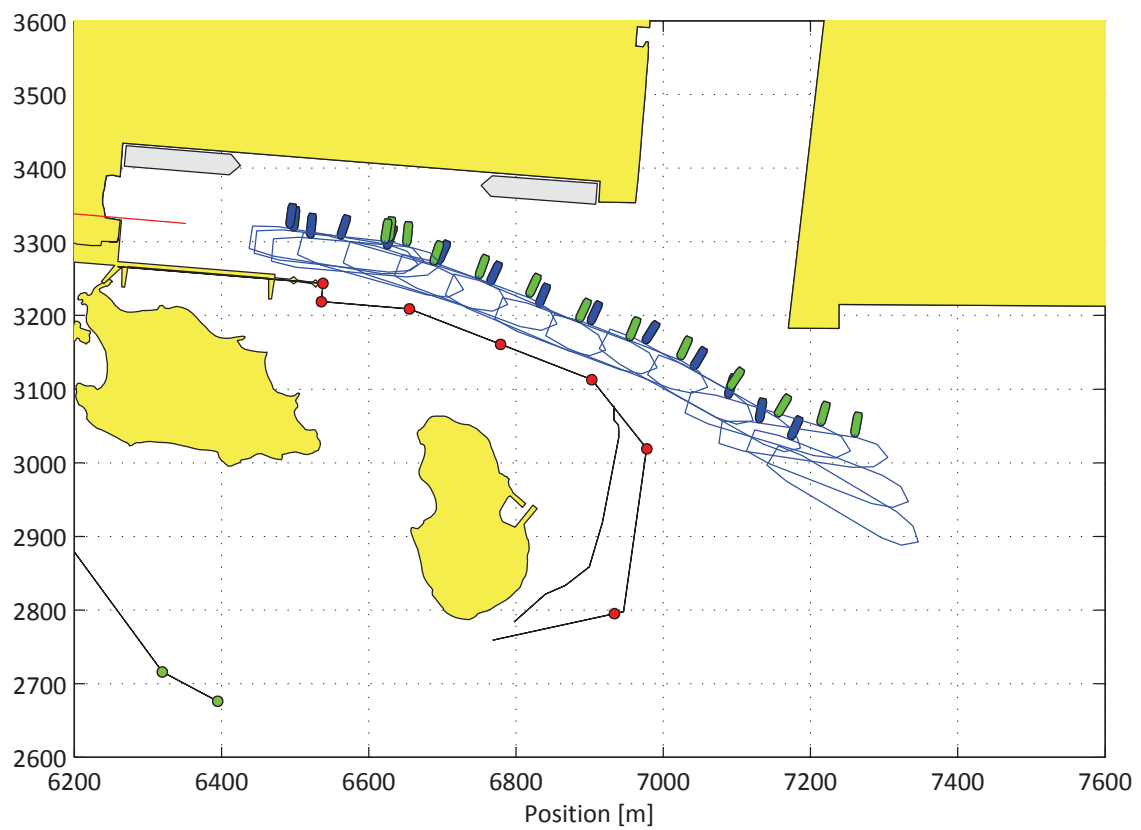


Figure: 19.1



Comments:

Figure: 19.2

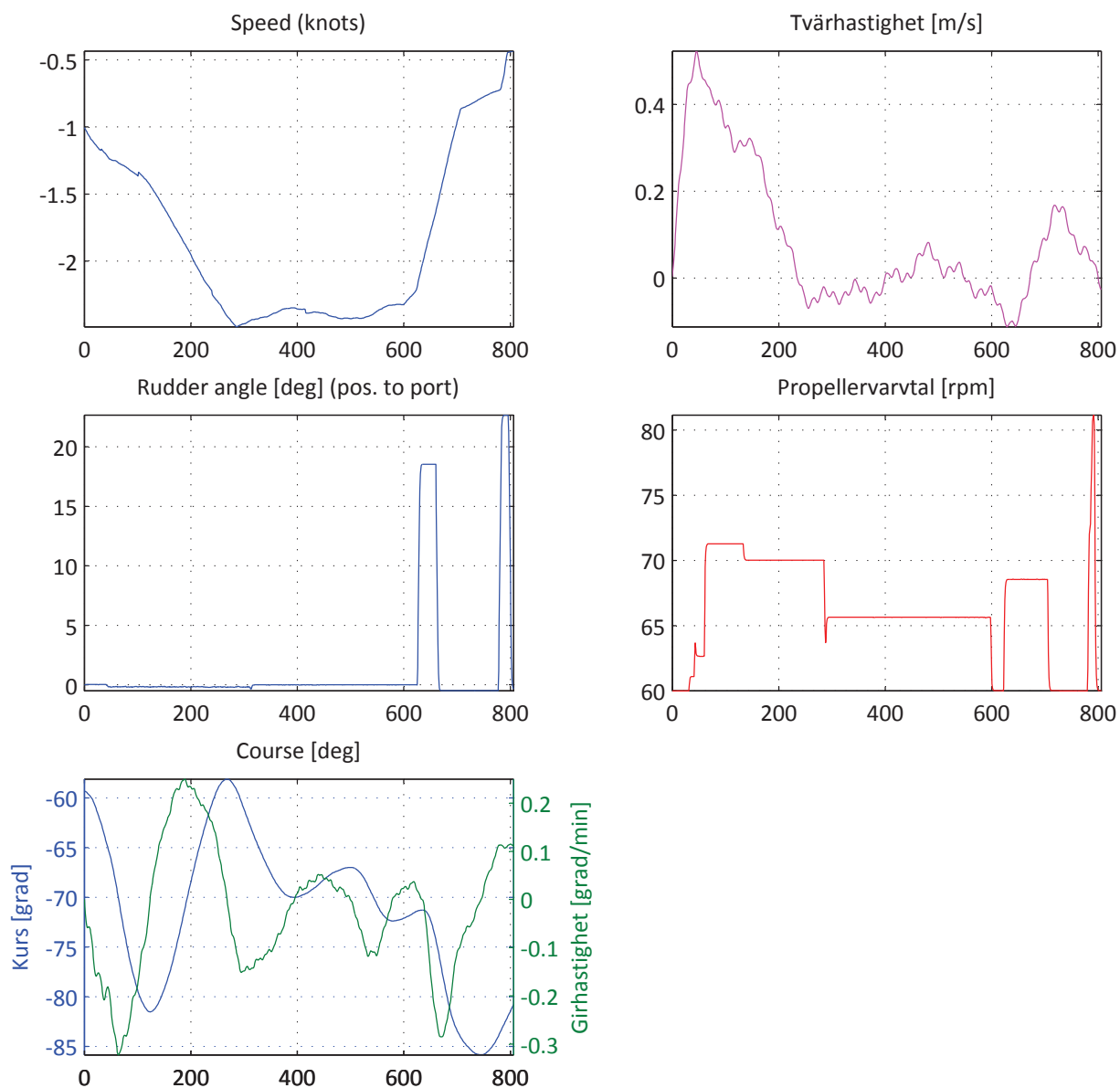
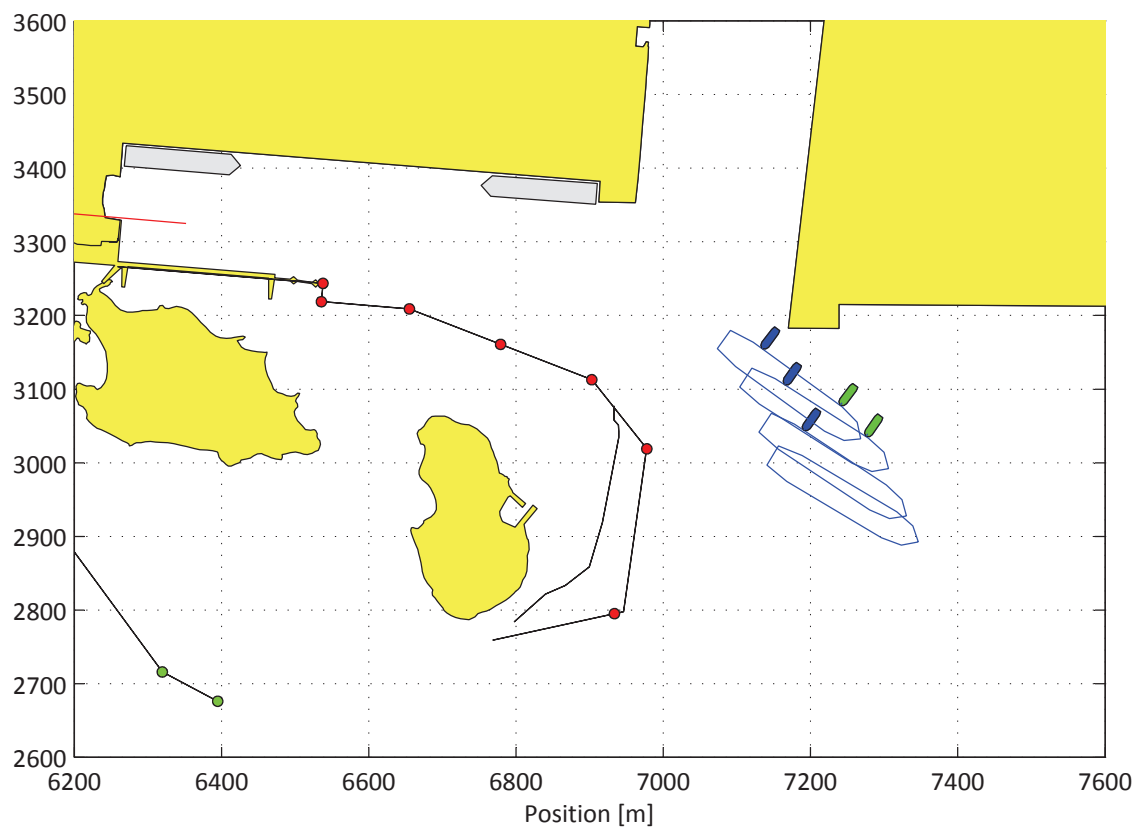


Figure: 20.1



Comments:

Figure: 20.2

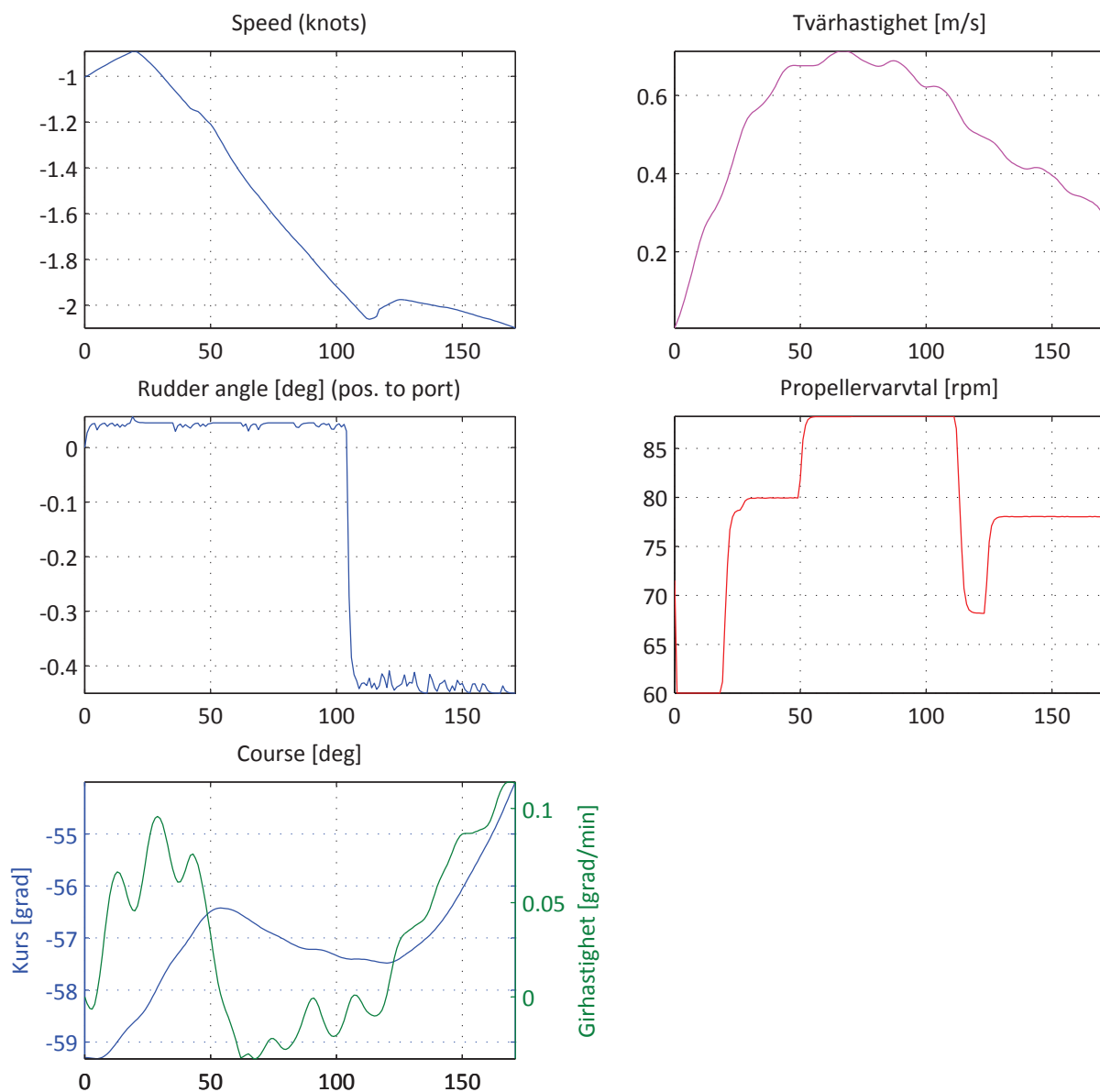
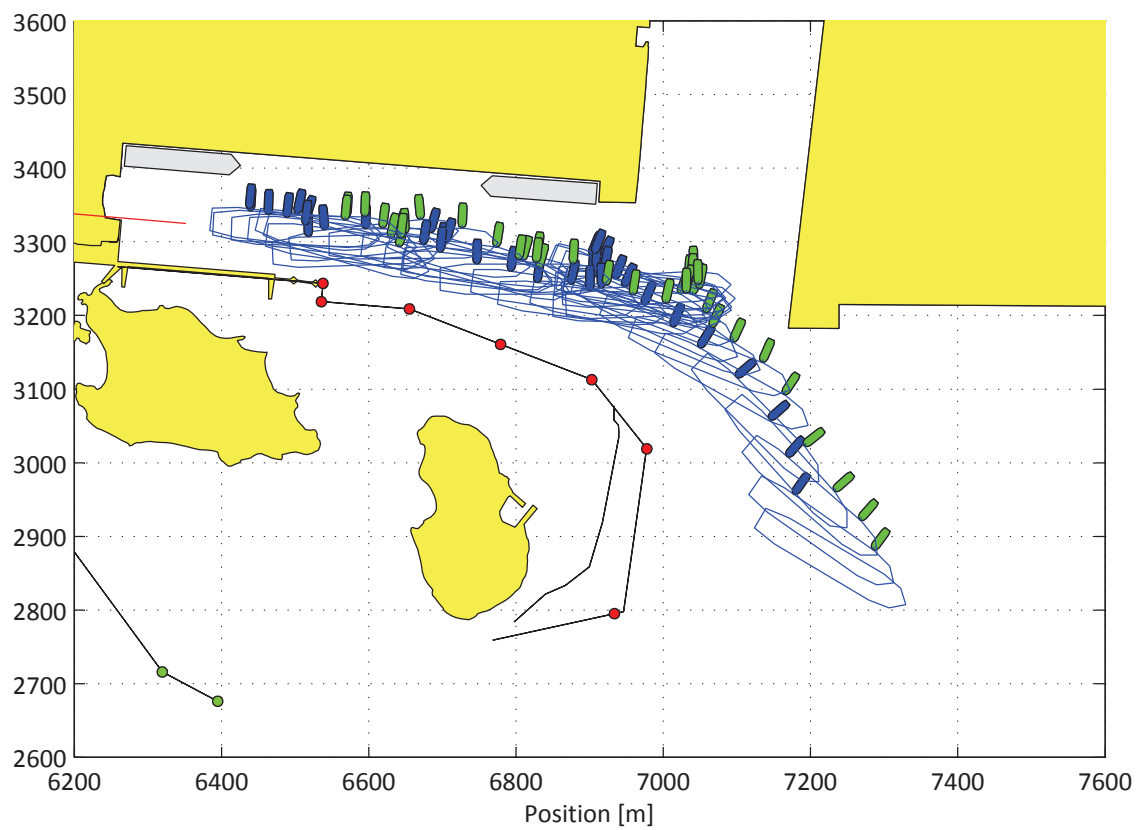


Figure: 21.1



Comments:

Figure: 21.2

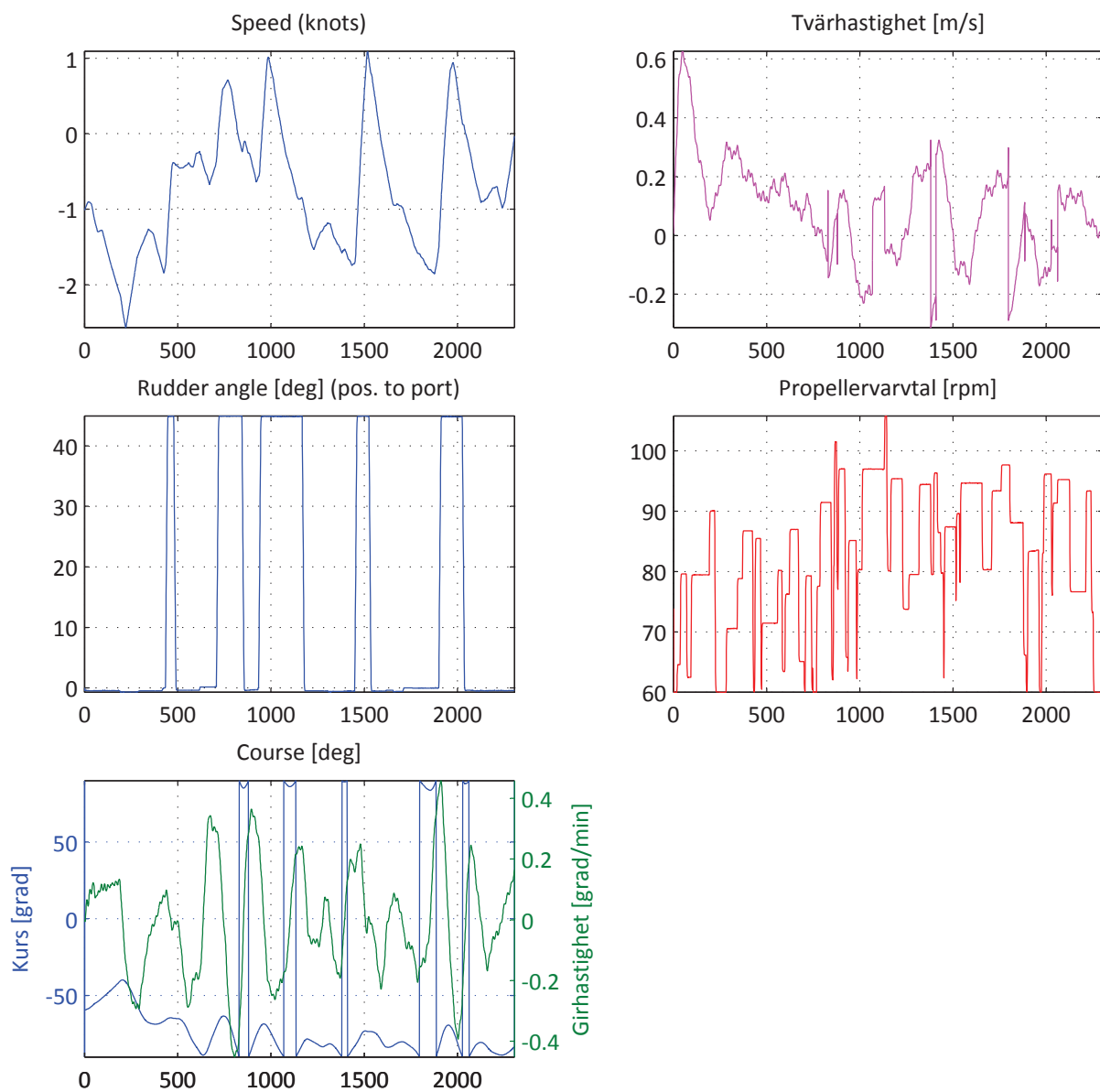
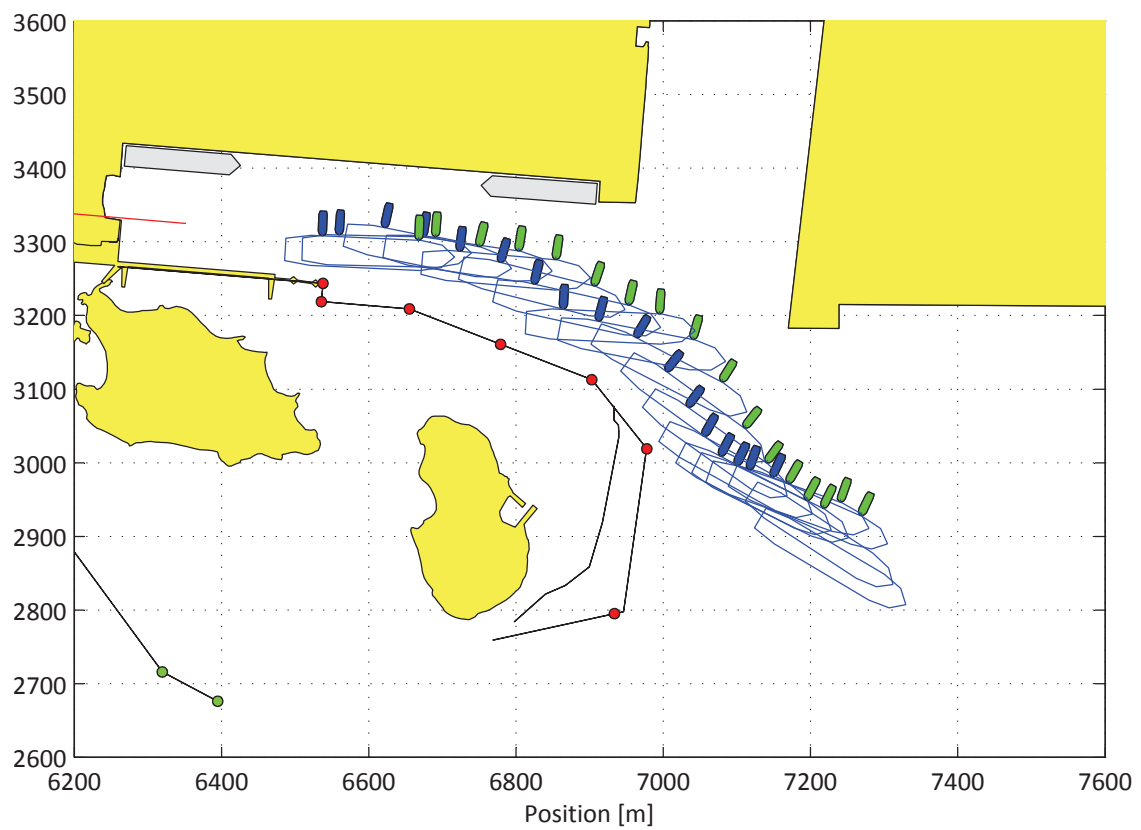


Figure: 22.1



Comments:

Figure: 22.2

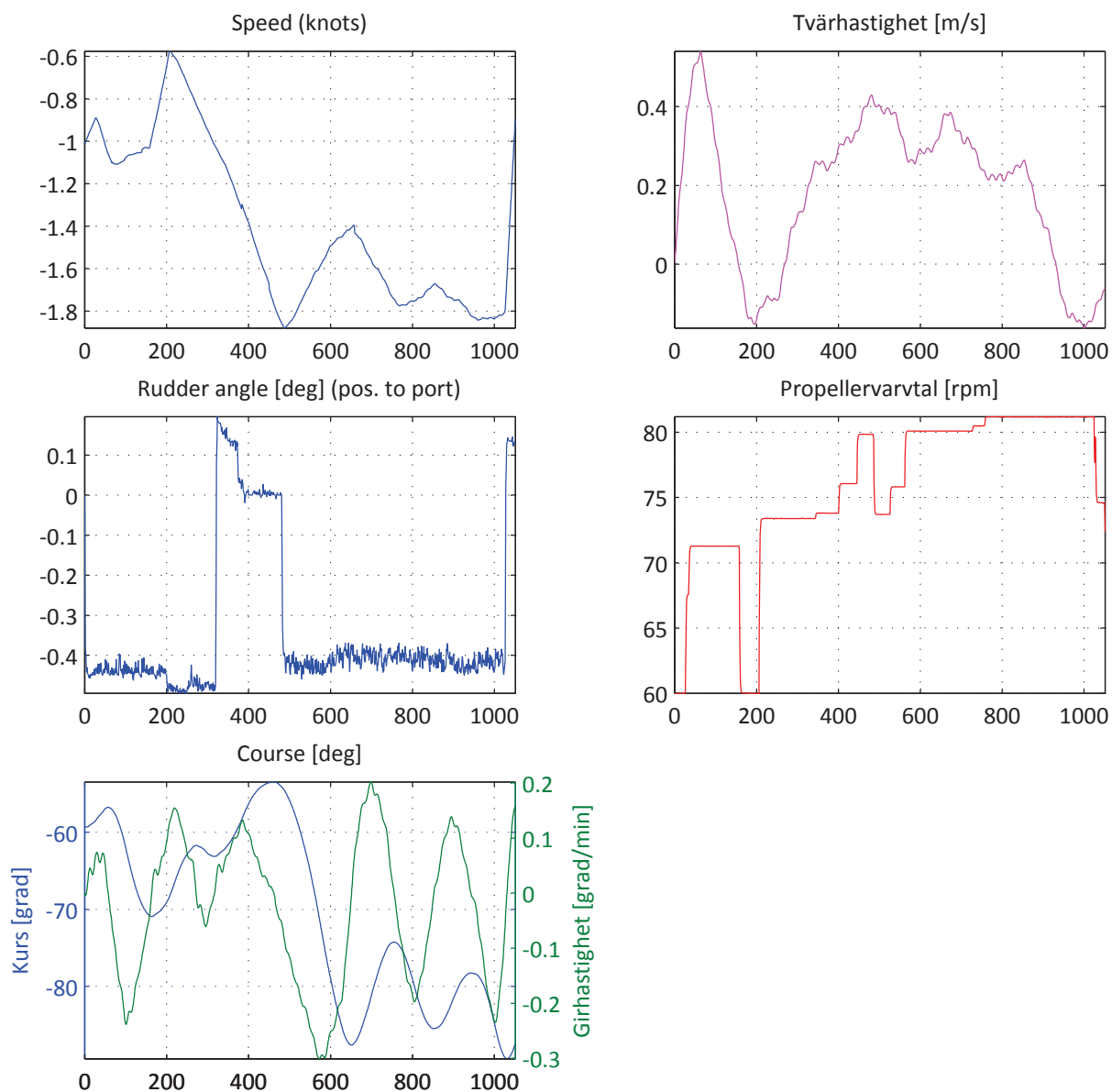
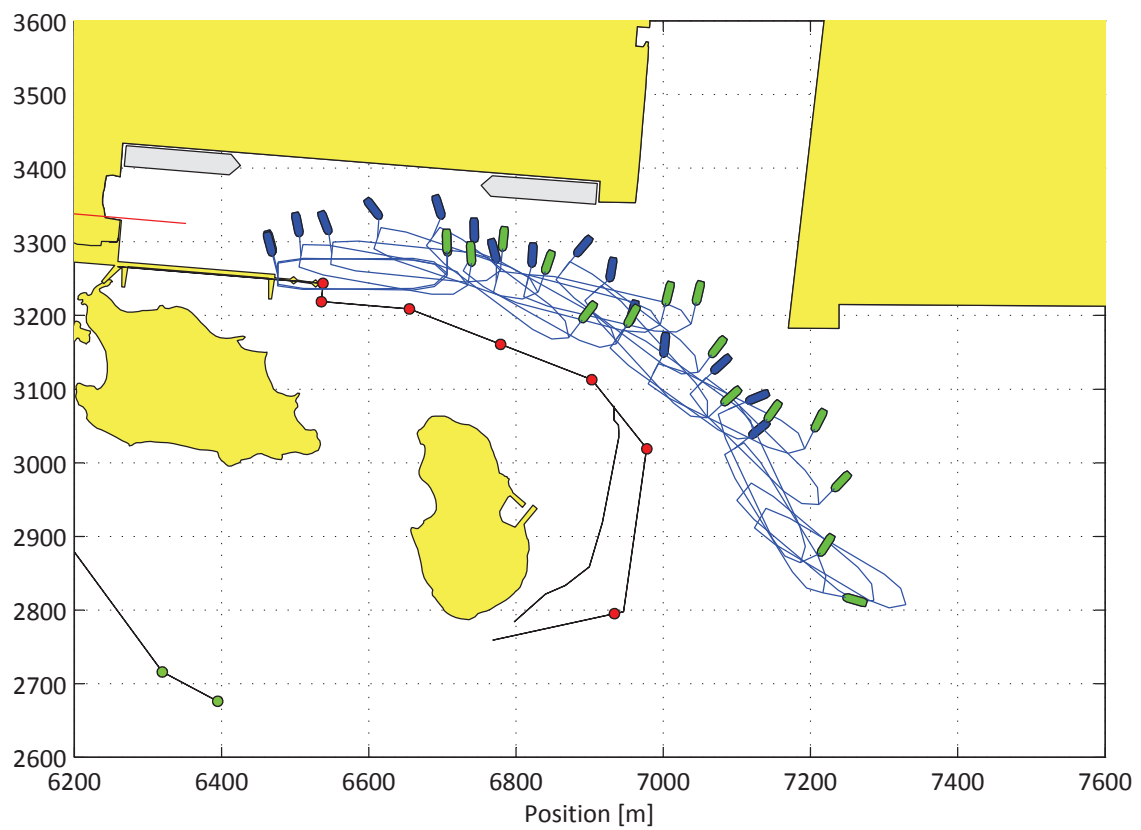


Figure: 23.1



Comments:

Figure: 23.2

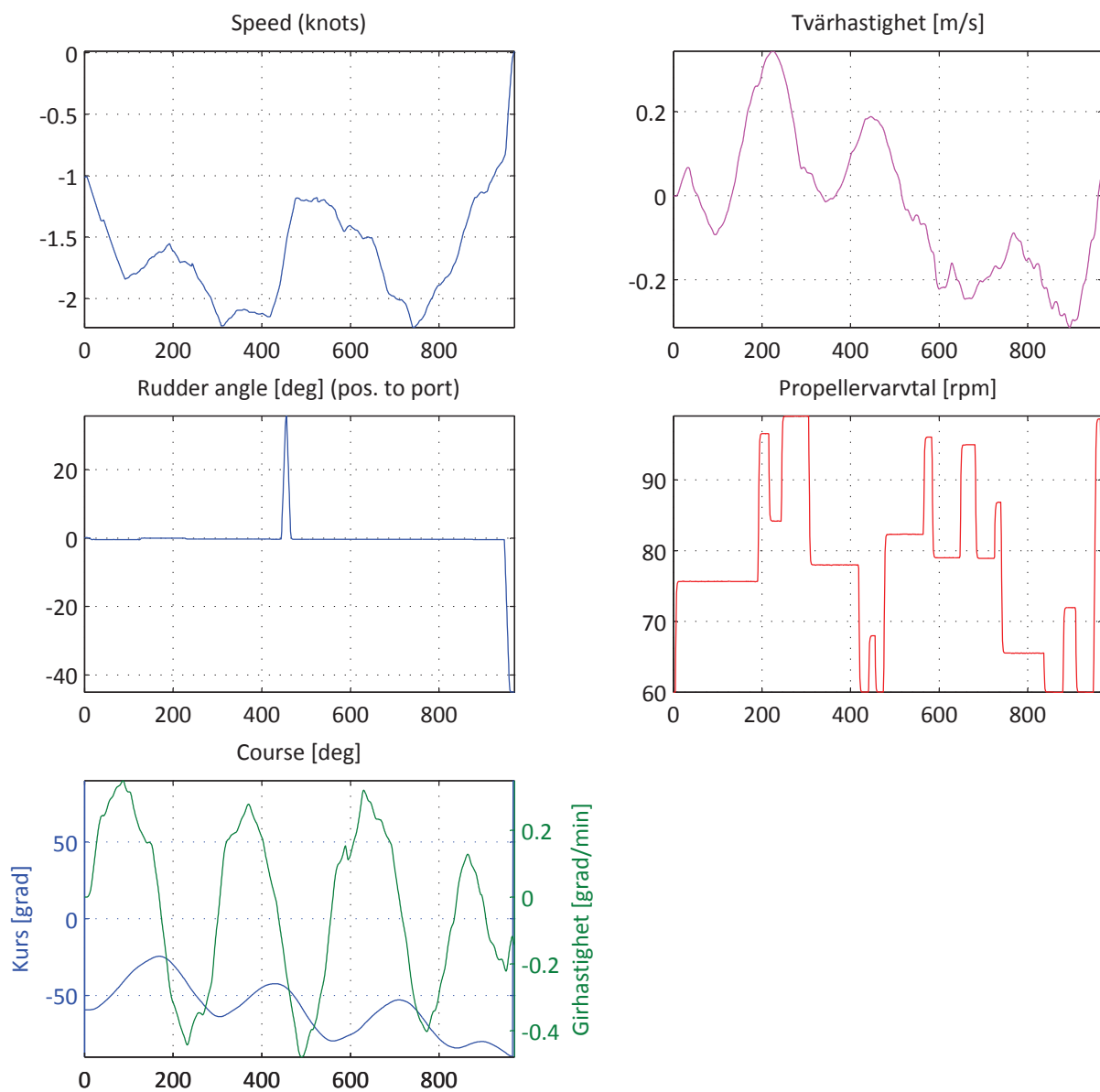
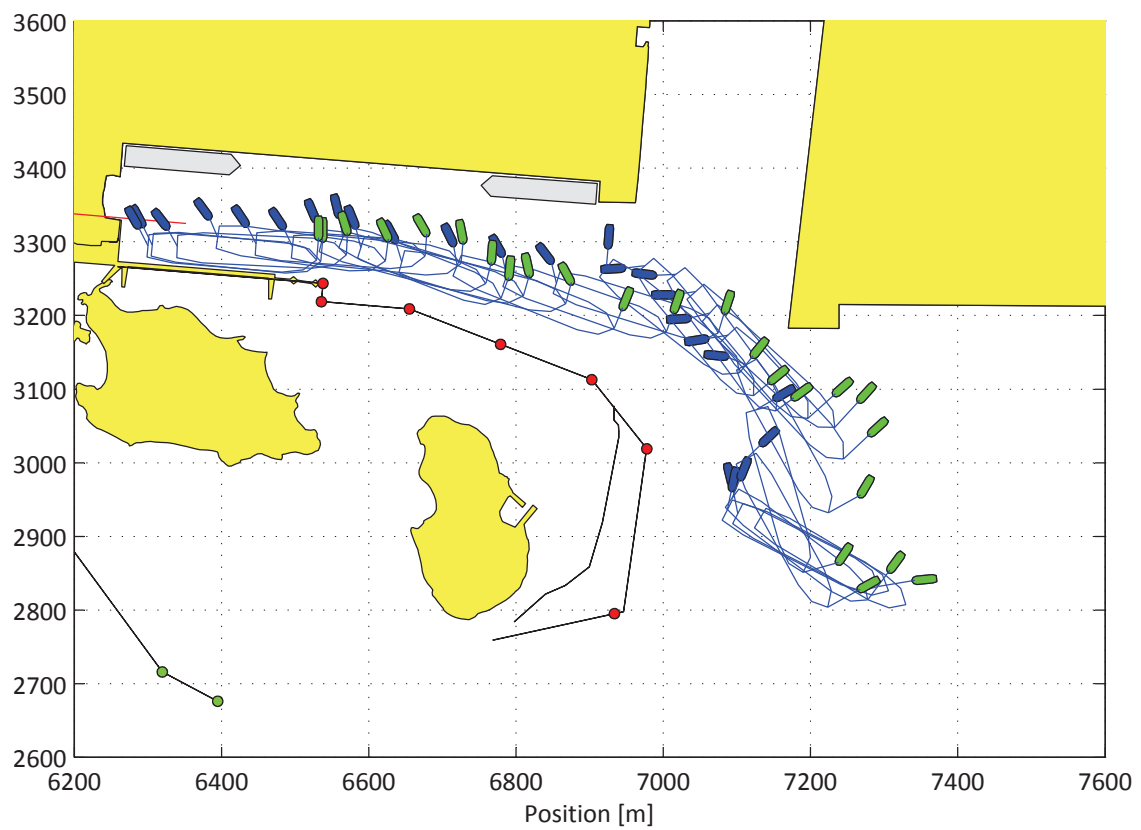


Figure: 24.1



Comments:

Figure: 24.2

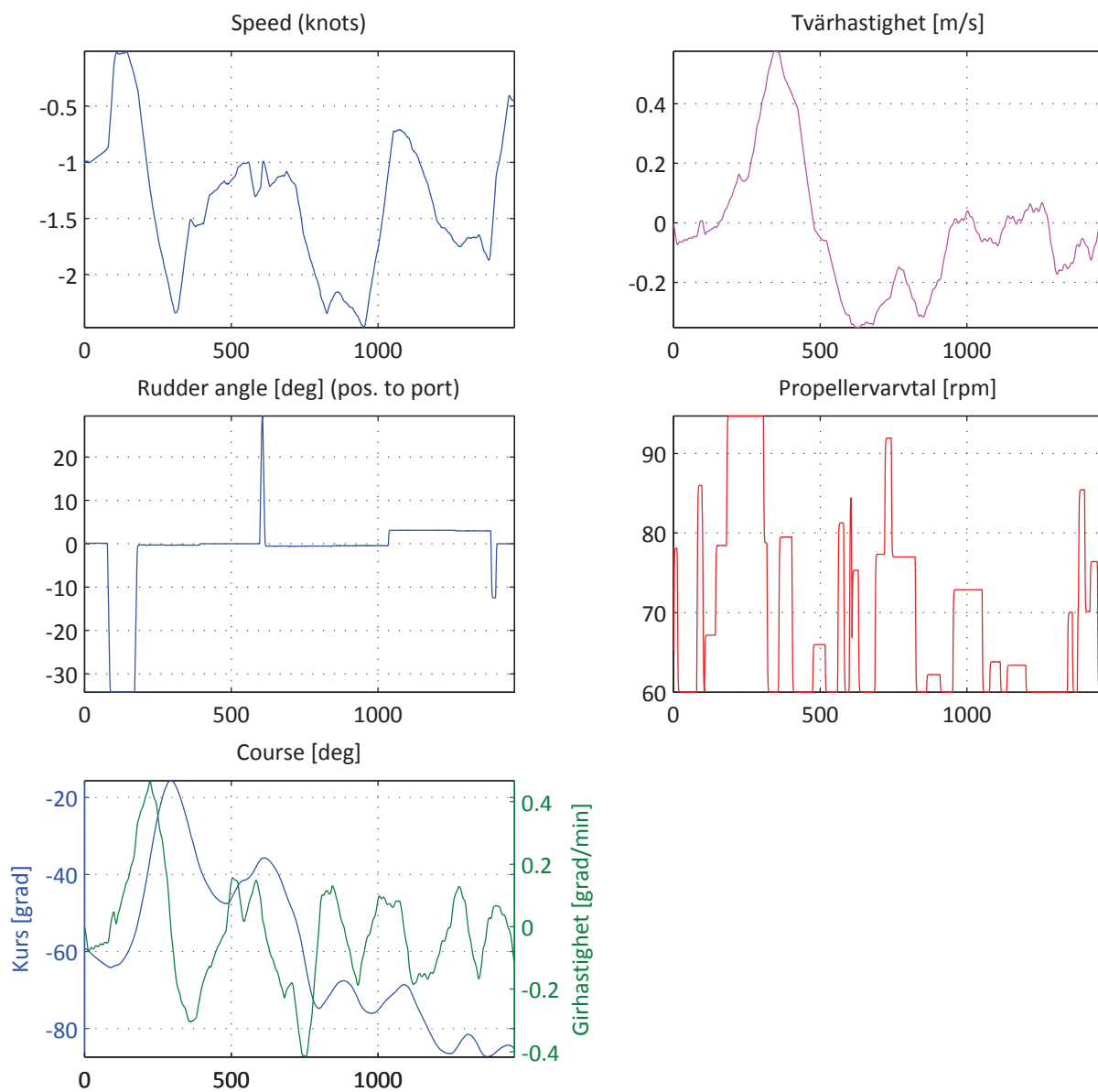
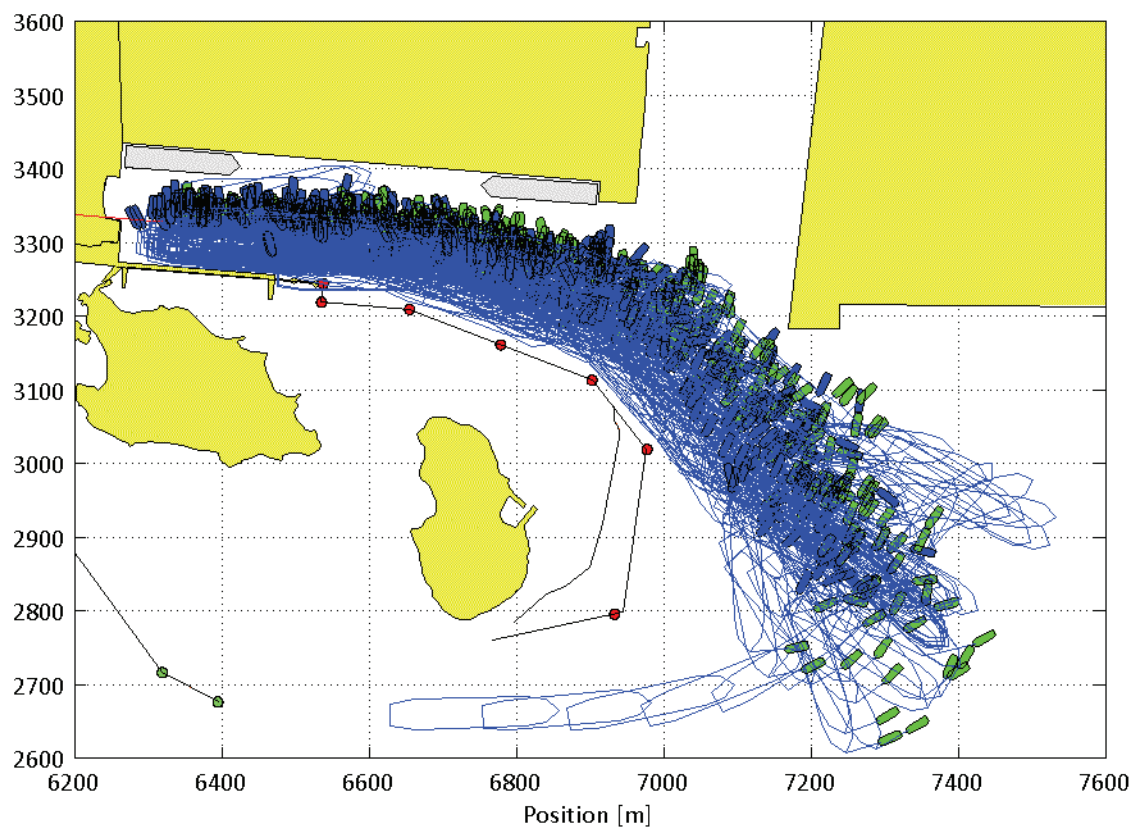


Figure: 25.1



Comments: