

# En jämförelse mellan en ASD bogserbåt och en konventionell bogserbåt

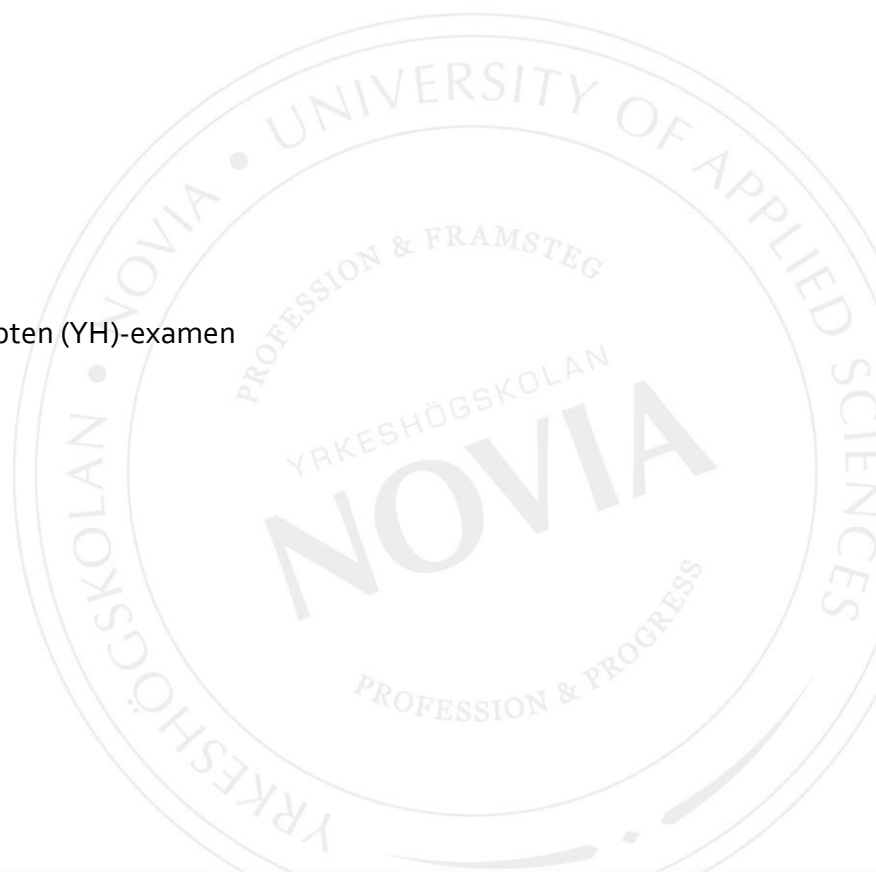
En simulator studie

Johan Henriksson

Examensarbete för Sjökapten (YH)-examen

Utbildning i Sjöfart

Åbo 2020



## EXAMENSARBETE

Författare: Johan Henriksson

Utbildning och ort: Utbildning i sjöfart, Sjökapten (YH)- Åbo

Handledare: Ritva Lindell, Tony Karlsson, Peter Björkroth

Titel: En jämförelse mellan en ASD bogserbåt och en konventionell bogserbåt- En simulatorstudie

---

Datum 26.11.2020 Sidantal 23

Bilagor

---

### Sammanfattning

Syftet med mitt examensarbete är att med hjälp av Aboa Mares simulator utreda om det är någon skillnad på effektiviteten mellan en ASD (Azimuth Stern Drive) och en konventionell bogserbåt. Jag kommer i detta slutarbete gå igenom vilka metoder jag använde mig av samt slutresultatet av testet. Jag kommer även att ytligt gå igenom skillnaderna på dessa två typer av bogserbåtar samt teorin bakom deras egenskaper.

Jag utförde två olika simulatortester med båda bogserbåtsmodellerna. I första testet hade jag de konventionella bogserbåtarna kopplade i för och akter och i det andra testet var de konventionella bogserbåtarna på fartygets utsida för att trycka. Samma tester utfördes sedan av ASD bogserbåtarna på nytt. Jag valde att mäta effektiviteten genom att se hur mycket bogserbåtarna med full kraft kunde dra eller trycka ett fartyg åt sidan, medan fartyget gjorde framfart med två knop.

---

Språk: Svenska

Nyckelord: Bogserbåt, navigationssimulator

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Johan Henriksson

Koulutus ja paikkakunta: Merenkulun koulutusohjelma, Merikapteeni AMK- Turku

Ohjaaja(t): Ritva Lindell, Tony Karlsson, Peter Björkroth

Nimike: Vertailu ASD hinaajan ja perinteisen hinaajan välillä- Simulaattoritutkimus

---

Päivämäärä 26.11.2020

Sivumäärä 23

Liitteet

---

### Tiivistelmä

Tutkimusprojektini tavoitteena on ollut Aboa Maren simulaattorin avulla selvittää, onko ASD: n (Azimuth Stern Drive) ja perinteisen hinaajan välillä eroja tehokkuudessa. Tässä lopputyössä selvitetään käyttämiäni menetelmiä ja testin lopputulosta. Lisäksi tarkastellaan näiden kahden erityyppisten hinaajien eroja ja niiden suorituskykyyn liittyvää teoriaa.

Suoritin kaksi eri simulaattorikoetta molemmilla hinaajatyypillä. Ensimmäisessä kokeessa kaksi perinteistä hinaajaa siirsi alusta vetämällä sekä perästä että keulasta. Toisessa kokeessa samat hinaajat olivat kyljellä työntämässä. Vastaava koe tehtiin seuraavaksi kahdella ASD hinaajalla. Mitattiin miten pitkälle hinaajat kykenevät siirtämään avustettavaa alusta sivusuunnassa, kun avustettava alus etenee kahden solmun etuvauhtia ja hinaajat vetävät tai työntävät täydellä teholla tietyn ajan.

---

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Hinaaja, laivasimulaattori

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Johan Henriksson

Degree Programme: Bachelor of Marine Technology- Turku

Supervisor(s): Ritva Lindell, Tony Karlsson, Peter Björkroth

Title: A comparison between an ASD tugboat and a Conventional tugboat- A simulator study

---

Date 26.11.2020 Number of pages 23

Appendices

---

### **Abstract**

The aim of this thesis has been to use the Aboa Mare ship simulator to determine if there is any difference in the efficiency between an ASD (Asimuth Stern Drive) and a conventional tugboat. In this thesis I will go over the methods I used and the results of the test. Will also go superficially through the differences between these two types of tugs and the theory behind their performance.

I performed two different simulator tests with both tugboat models. In the first test I had the conventional tugboats connected in the bow and aft. In the second test the conventional tugs pushed on the outside of the ship. The same tests were then performed by the ASD tugs. I chose to measure the efficiency by seeing how far they could push or pull the ship at full power for a certain amount of time, while the ship was making headway at a speed of two knots.

---

Language: Swedish

Keywords: Tugboat, shipsimulator

---

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
1.1	Problemformulering.....	1
2	Teoretisk bakgrund .....	1
2.1	Grundprinciperna inom fartygsassistans .....	1
2.2	Konventionell bogserbåt.....	2
2.2.1	Kopplad konventionell bogserbåt.....	3
2.2.2	Konventionell bogserbåt på utsidan för att skuffa.....	4
2.3	ASD Bogserbåt.....	5
2.3.1	Kopplad ASD bogserbåt.....	6
2.3.2	ASD på utsidan för att skuffa.....	7
2.4	Avgörande skillnader .....	7
2.4.1	Framdrivning.....	8
2.4.2	Bogseringspunkten .....	9
2.5	Tidigare forskning .....	9
3	Metoder och tillvägagångssätt.....	10
3.1	Simulatortestet .....	11
3.2	Bogserbåtarna.....	11
3.2.1	Konventionella bogserbåten 50t BP .....	12
3.2.2	ASD bogserbåten 53t BP .....	13
3.3	Första försöket.....	14
3.4	Andra försöket.....	15
3.4.1	Test 1, trycka med konventionell bogserbåt .....	16
3.4.2	Test 2, kopplad konventionell bogserbåt.....	17
3.4.3	Test 3, trycka med ASD bogserbåt .....	18
3.4.4	Test 4, kopplad ASD bogserbåt.....	19
4	Resultat och tolkning.....	19
5	Kritisk granskning och diskussion.....	21
6	Källförteckning .....	22
7	Bilagor .....	23

# 1 Inledning

Jag har arbetat de tio senaste åren på ett av Finlands största bogserbåtsbolag, så jag bestämde mig för att göra något som involverade bogserbåtar. Min första tanke var att göra en instruktionsbok för fartyg hur man bäst och säkrast utnyttjar hamnbogserare, men mina handledare tyckte att det redan fanns så många slutarbeten som handlar just om det ämnet. De föreslog sedan detta simulatortest och jag tyckte det lät väldigt intressant eftersom det är något man inte kan göra i arbetet när det alltid finns för många variabler inblandade.

## 1.1 Problemformulering

Frågor som arbetet kommer att söka svar på:

- Vilka är de fysiska skillnaderna på konventionella och ASD bogserbåtar
- Är det över huvud taget vara någon skillnad på dessa två bogserbåtsmodellens prestanda
- Fungerar testet med bogserbåtarna i simulatoren

## 2 Teoretisk bakgrund

I detta kapitel beskriver jag skillnaderna mellan ASD (Azimuth Stern Drive) och den konventionella bogserbåten

### 2.1 Grundprinciperna inom fartygsassistans

För att assistera ett fartyg så effektivt som möjligt så vill man rikta bogserbåtens kraft så vinkelrät som möjligt till det assisterade fartygets skrov. Detta gäller oavsett man är kopplad eller på utsidan för att trycka. Man vill även att bogserbåtens propellerström ska få strömma så fritt som möjligt och inte träffa det assisterade fartygets skrov.

Det assisterade fartygets framfart försvårar bogserbåtens förmåga att rikta kraften vinkelrät till fartyget eftersom hydrodynamiska krafter jobbar emot bogserbåtens förmåga att vara

vinkelrät mot det assisterade fartyget. Dessa krafter blir större vart efter som farten stiger och bogserbåten hamnar att använda mera kraft till att hålla sig i önskad position, vilket i sin tur är bort från kraften till att assistera fartyget. Om farten stiger för mycket så kommer slutligen all kraft att gå till att hålla bogserbåten i önskad position och i värsta fall så stiger farten så mycket att bogserbåten inte ens orkar hållas i position.

När man bogserar med tross d.v.s. kopplad blir det svårare att hålla bogserbåten vinkelrätt till det assisterade fartyget. Idealet skulle förstås vara att ha trossen i en linje med bogserbåtens långskeppslinje, men när fartyget börjar göra framfart så blir man tvungen att börja styra bogserbåten i samma riktning som det assisterade fartyget. Detta gör att kraften från bogsertrossen inte längre är i bogserbåtens långskeppslinje utan har förflyttat sig mer tvärskepps, vilket i sin tur har ett stort krängande moment på bogserbåten. Här är det igen det assisterade fartygets fart som avgör hur mycket kraft man blir tvungen att använda för att hålla sin önskade position samt hur mycket krängande moment det blir.

## 2.2 Konventionell bogserbåt

Den konventionella bogserbåten har en eller två propellrar, med fast tunnel och roder eller styrbara tunnlrar. Bogseringspunkten, som egentligen är lite som en sorts pivot point när bogserbåten är kopplad ligger oftast  $0.45 \times \text{LWL}$  (Längd av vattenlinjen) räknat från aktern, med andra ord så ligger bogseringspunkten oftast just akter om midskepps. Bogseringspunktens läge gör att bogserbåten kan svänga med kopplad bogsertross. Om bogseringspunkten skulle vara längre akterut så skulle bogserbåten inte kunna svänga medan bogsertrossen är tajt eftersom kraften från bogsertrossen snabbt överskrider lyftet från rodet. Eftersom bogseringspunkten ligger så nära midskepps så blir det krängande momentet stort om kraften från bogsertrossen blir tvärgående.

Konventionella bogserbåtar brukar oftast ha en svängbar bogserkrok som man fäster ena ändan av bogsertrossen på, den andra ändan går till fartyget. Det hjälper en aning mot det krängande momentet eftersom hävarmen blir kortare (se fig. 1)

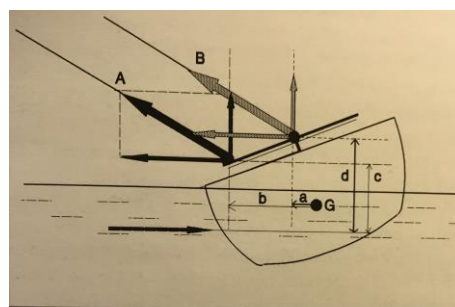
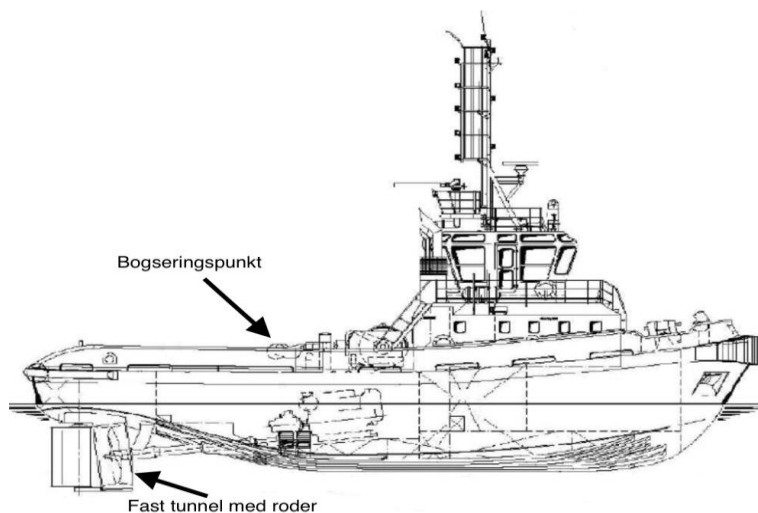


Fig. 4.11 The effect of a radial hook  
With a radial hook the heeling lever arm  $c$  is shorter than with the  
towing point in the center line of the tug (lever arm  $d$ ). With a radial

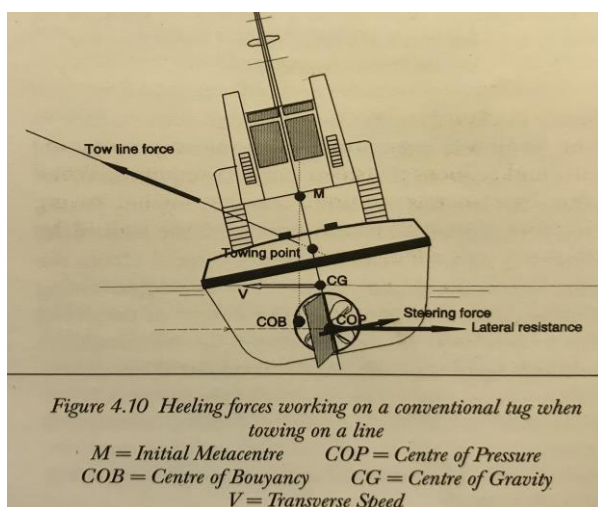
Figur 1: Hur bogserkroken hämmar det krängande momentet. (Tug use in port 2nd edition.)



Figur 2: Översiktsbild på en konventionell bogserbåt. (Egen bild)

### 2.2.1 Kopplad konventionell bogserbåt

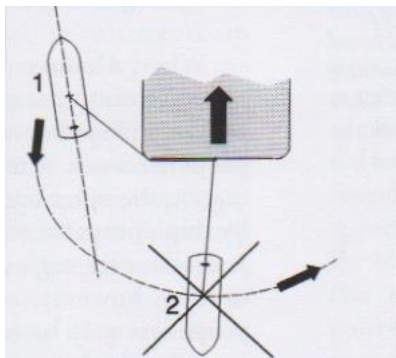
Den konventionella bogserbåten är effektivast när den bogserar med bogsertröss och det assisterade fartyget inte har framfart. Bogserbåtens utförande försämras när farten överskrider tre knop eftersom den då måste börja svänga fören i samma riktning som det assisterade fartyget är på väg vilket i sin tur har en negativ effekt på dragkraften. När bogserbåten kör i samma riktning som fartyget, men litet på sidan om fartyget fungerar även skrovet som ett sorts extra roder för fartyget. Detta kallas indirekt bogsering och kan bli väldigt farligt om farten stiger eftersom de hydrodynamiska krafterna (se figur 2) blir så stora att bogserbåten inte då kanske orkar styra upp sig i linje med fartyget och kan bli som ett drivankare till fartyget.



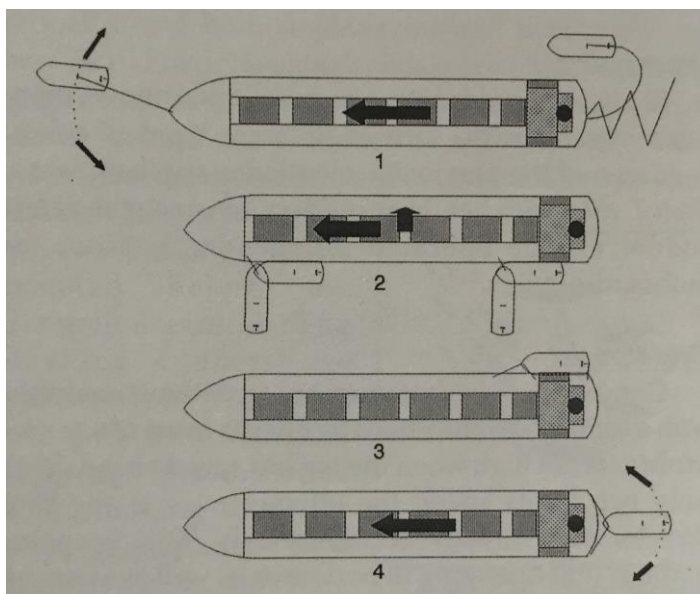
Figur 3: Krängande moment på en konventionell bogserbåt. (Tug use in port 2nd edition.)



Om bogserbåten är kopplad i aktern och farten överskrider tre knop så kan den endast assistera på endera styrbord eller babords sida och kan inte heller sakta ner farten på det assisterade fartyget på grund av ovannämnda orsaker.



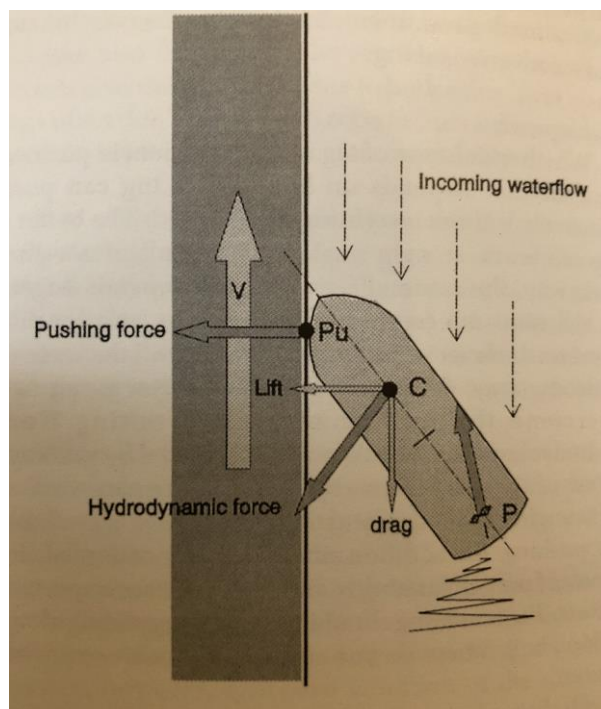
Figur 4: (Tug use in port 2nd edition.)



Figur 5: Assisteringsmetoder med konventionell bogserbåt. (Tug use in port 2nd edition sid. 18.)

### 2.2.2 Konventionell bogserbåt på utsidan för att skuffa

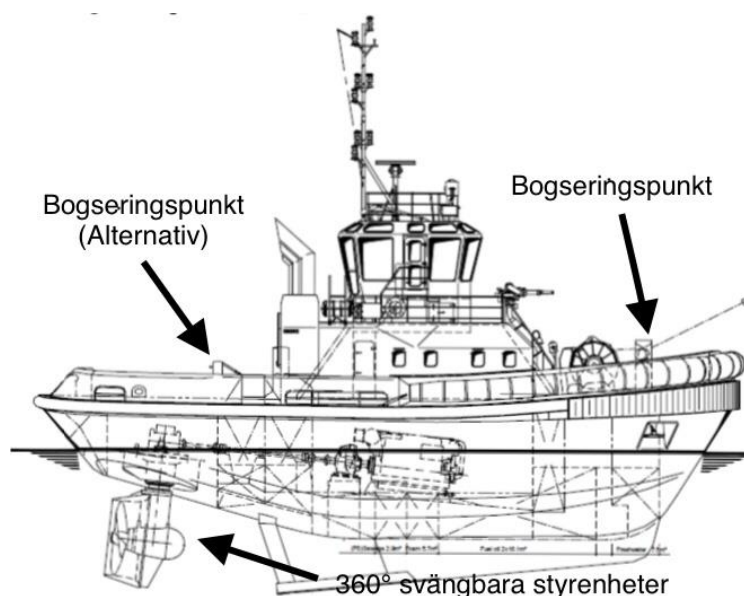
En konventionell bogserbåt är också relativt effektiv när den skuffar på utsidan av ett fartyg, men här kommer åter igen det assisterade fartygets fart emot. Vid farter högre än två knop så måste bogserbåten koppla en tross från fören till fartygets sidopollare för att inte glida längs utsidan när den börjar trycka. Efter tre knop börjar utförande försämrats drastiskt och efter fyra knop så orkar inte rodet svänga bogserbåten till skuffande läge längre. Bogserbåtens längd, kraft och rodertyp spelar även en liten roll i utförandet, så även dyning och ström.



Figur 6: Hydrodynamiska krafter får bogserbåten att börja glida längs utsidan.  
(Tug use in port 2nd edition sid. 56)

### 2.3 ASD Bogserbåt

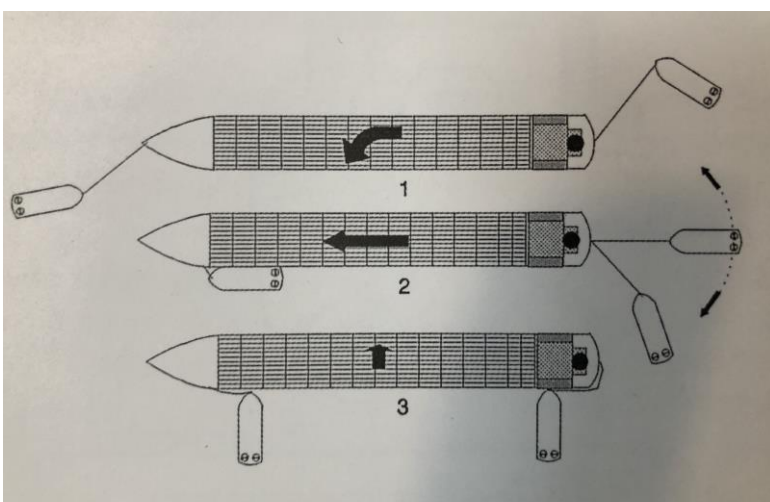
Azimuth Stern Drive eller ASD är en mycket mångsidig bogserbåt och har två 360° svängande styrenheter med tunnlar i aktern, vilket betyder att inget roder behövs. En ASD har i princip lika mycket kraft framåt som bakåt med endast 5-10% bortfall bakåt på grund av skrovets utformning. Bogseringspunkten ligger i fören vilket gör den relativt smidig när den är kopplad eftersom styrenheterna är i aktern. Bogsertrossen är på en kraftig vinsch som gör det möjligt att ändra på längden av bogsertrossen vid behov. Många ASD:n brukar även ha en till bogseringspunkt på samma ställe som de konventionella t.o.m aningen mer akterut, men används sällan tack vare de försämrade styregenskaperna.



Figur 7: Översiktsbild på en ASD. (Egen bild)

### 2.3.1 Kopplad ASD bogserbåt

ASD:n är en väldigt säker bogserbåt att assistera med. Detta tack vare att den har bogserpunkten så långt föröver, detta eliminerar nästan helt risken för kapsejning eftersom kraften från bogsertrossen går långskepps men i sin tur så har man inte hjälp av skrovet på samma sätt som med en konventionell. Tack vare sina 360° svängande styrenheter så kan man vid farter under fyra knop dra fartygets för åt sidan genom antingen dra bakåt och fungera som en spring eller dra framåt i någondera av bogens riktning, samma princip gäller även i akten. I aktern kan den även utföra indirekt bogsering vid farter över fyra knop.



Figur 8: Några assisteringsmetoder med en ASD. (Tug use in port 2nd edition. Sid.27)

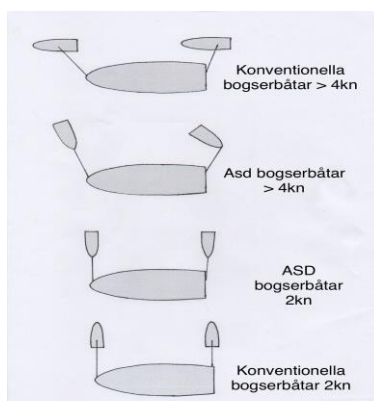
### 2.3.2 ASD på utsidan för att skuffa

Eftersom ASD:n har svängbara styrenheter och inte roder som försämrar propellerns drift så passar den sig ypperligt för att trycka på utsidan. Den har även ett så kallat "skegg" (en sorts köl) som ger extra lyft tack vare hydrodynamiska krafter vid högre farter, det är i princip bogserbåtens stabilitet och fribord som avgör i hur hög fart bogserbåten kan vara på utsidan för att skuffa. Största problemet är att om man skuffar på ett utgående fartyg och farten blir för hög så blir de hydrodynamiska krafterna och suget från fartyget så stort att bogserbåten inte orkar styra bort från utsidan längre och bogserbåten kan i värsta fall kapsejsa.

### 2.4 Avgörande skillnader

- ASD:N har svängbara styrenheter medan den konventionella måste förlita sig på rodet, som även hämmar propellerströmmen.
- Bogseringspunkten, ASD:n har den i fören och den konventionella har den midskepps.
- Den konventionella drar mer i static bollard pull/hk

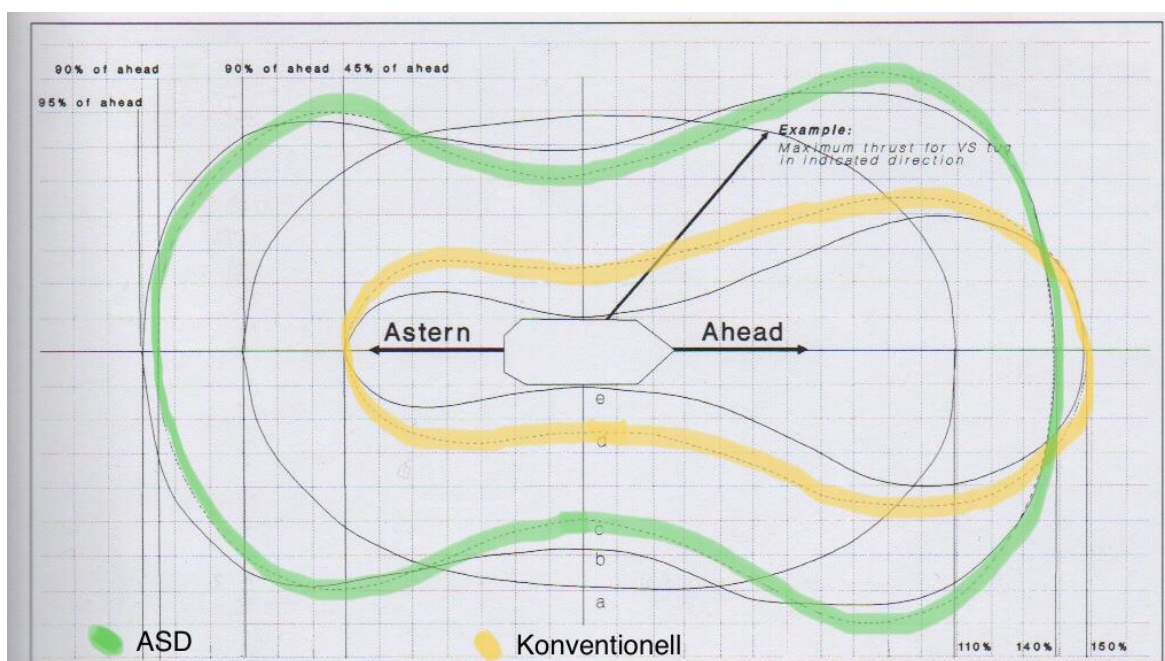
En av de större skillnaderna mellan dessa bogserbåtars utföranden medan de är kopplade är vinkeln i vilken dom bogserar i lite högre farter. Den konventionella bogserbåten måste ha fören mera i färdriktningen medan ASD:n håller sig nästan i samma vinkel som bogsertrossen och på så sätt får mera dragkraft. Desto snabbare ett fartyg rör sig desto mer kraft går till att flytta bogserbåten i samma riktning som fartyget.



Figur 9: Egen skiss på bogseringsvinklarna

### 2.4.1 Framdrivning

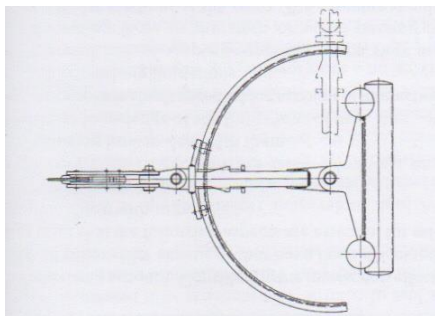
Den konventionella bogserbåten har roder som hämmar propellerströmmen medan ASD:n har svängbara styrenheter som gör att vattnet får strömma fritt från propellrarna. Fördelen med svängbara styrenheter är att man får kraften fördelad relativt jämt åt alla riktningar och ger en ganska rund kraftkurva medan en konventionell bogserbåt har all sin kraft förut och nästan ingen kraft bakåt, tack vare propellerns utformning. Tack vare skrovform, tunnel- och propellerform samt den raka axeln till motorn så brukar den konventionella bogserbåten dra mer i static bollard pull än en ASD. En konventionell brukar dra 1,25-1,5ton/100hk medan en ASD brukar dra 1,15-1,35ton/100hk. Detta är som sagt static bollard pull, vilket betyder att objektet som bogserbåten drar är stillastående.



Figur 10: Kraftdistributions diagram mellan konventionell och ASD med samma kraft (hk). (Tug use in port 2nd edition. Sid 31)

### 2.4.2 Bogseringspunkten

Den konventionellas bogseringspunkt är oftast just akter om midskepps och består oftast av en svängbar bogseringskrok vilket gör att bogseringspunkten kan förflytta sig med 180° vilket underlättar svängandet av bogserbåten när den är kopplad.



Figur 11: 180° svängande bogserkrok. (Tug use in port 2nd edition. Sid 94)

ASD:n har sin bogseringspunkt så långt föröver som möjligt och kan med sina styrenheter som är i aktern svänga sig nästan vart som helst. Bogseringspunkten skiftar inte och drar fören alltid i färdriktning om man t.ex. skulle få ett maskinhaveri, i motsatt mot den konventionella som har en tendens att lägga sig med sidan till i sådant tillfälle. Eftersom bogseringspunkten ligger långt ute i fören så är det svårt att få någon hjälp av skrovet.

## 2.5 Tidigare forskning

Hittade ingen tidigare forskning om just konventionell bogserbåt mot ASD bogserbåt där man testat att trycka eller dra ett fartyg. Dock hittade jag tester mellan andra typer av bogserbåtar. Ett av dessa tester är gjort av Ron Burchett i Kanada som har gjort radiostyrda miniatyrmodeller av ASD och Voith Schneider bogserbåtar. Bogserbåtarna är gjorda i 1:25 skala med korrekt stabilitet, fungerande vinschar och realistiska manöverspakar. Enda problemet med skalensmodeller är den accelererade tidsfaktorn. En 1:25 nerskalad bogserbåt rör sig 5 gånger saktare än en riktig bogserbåt, så även vind och ström.

### 3 Metoder och tillvägagångssätt

Simulatorkörningarna gjordes under en dag och varje test utfördes två gånger. För att få fartyget att röra sig så rakt i sidled som möjligt så ville jag använda mig av två bogserare, vilket gjorde det omöjligt att använda sig av simulatorns egen automation. Detta betydde i sin tur att jag var tvungen att använda tre bemannade simulatorer för utförande. Jag körde själv ena bogserbåten och till andra bogserbåten fick jag en person med över trettio års erfarenhet av hamnbogsering. Till fartyget som egentligen inte behövde göra något annat än göra framfart med två knop, fick jag en person som jobbar som befälhavare på en förbindelsebåt.

Min målsättning var att sätta två olika bogserbåtsmodeller med samma storlek och kraft på prov för att se vilken modell som klarade arbetet bättre. I simulatorprogrammet fanns det en konventionell bogserbåtsmodell med 50 ton bollard pull och en ASD bogserbåtsmodell med 53 ton bollard pull. ASD bogserbåten hade då direkt en 3 tons fördel vilket jag var tvungen att räkna bort i mina sluträkningar.

Jag ville hålla testen så enkla som möjligt, så jag valde att fartyget skulle ha sin framfart direkt och bogserbåtarna skulle vara kopplade eller färdigt på utsidan när simulatorprogrammet startade. Fartyget höll rodret midskepps för att inte styra till någon bogserbåts fördel. Bogserbåtarna hade full kraft från början till slut. Mitt mål var att se hur många meter bogserbåtarna kunde trycka eller dra fartyget i sidled under två minuter. Varje test utfördes i ca: fem minuter. Två minuters tidsgränsen satte jag i ett senare skede när jag granskade mina resultat i simulatorns kontrollrum.

Jag valde att endast använda mig av de två vanligaste modellerna av hamnbogserare, konventionell och ASD (Azimuth Stern Drive). Jag valde även att lämna bort vind och havsström för att få ett så exakt resultat som möjligt. Det assisterade fartygets fart begränsades till endast två knop eftersom simulatören gjorde det omöjligt att hållas på utsidan av fartyget vid högre farter, även vid två knops fart var det nödvändigt att använda sig av bogsertröss för att hålla sig i position när man skuffade.

### **3.1 Simulatortestet**

Simulatortesten gjordes i Aboa Mares simulatorer och till testen användes bryggorna Alfa och Delta. Dessa två bryggor har manöverspakar för både ASD och konventionella bogserbåtar, så det var lätt att växla mellan två olika styrsystem.

Mitt mål var alltså att trycka och dra ett fartyg vars framfart var fyra knop, men simulatorns program gjorde det omöjligt för oss att hållas på utsidan när vi skuffade vid den farten. Jag valde att sänka farten till två knop för att få testet att fungera. Jag märkte också i ett tidigt skede att utformningen på fartygets för och akter skapade hydrodynamiska krafter som gjorde att fartyget började gira i motsatt riktning av förliga bogserbåtens krafter. Jag valde att inte ha fartyget att styra emot detta eftersom det skulle vara svårt att räkna ut kraften som fartygets roder utgör i varje enskilda test. Jag bestämde mig för att använda två minuter till tidsintervall eftersom fartyget då ennu hölls bra på kursen.

### **3.2 Bogserbåtarna**

Tyvärr så hade simulatorprogrammet inte konventionella och ASD bogserbåtar med precis samma bollard pull, utan det blev ett litet kast på 3ton per bogserbåt till ASD:ns fördel. Jag beaktade denna fördel vid analysen.



### 3.2.1 Konventionella bogserbåten 50t BP

**Tug 2 Info : Conventional twin screw tug 2 (bp 50t)**
[-] [x]

**View**



Type of engine High Speed Diesel (2 x 1472 kW)  
 Type of propeller CPP  
 Thruster bow None  
 Thruster stern None

**General information**

Vessel type Conventional twin screw tug 2  
 Displacement 518.0 t  
 Max speed 12.5 knt

**Dimensions**

Length 29.6 m  
 Breadth 9.3 m  
 Bow draft 3.7 m (0.0 m ext.)  
 Stern draft 3.7 m (0.0 m ext.)  
 Height of eye 5 m

**WHEELHOUSE POSTER**  
 Ship's name Conventional twin screw tug 2 (bp 50t) TRANSSAS 2.31.26.0, Call sign N/A, Gross tonnage N/A, Net tonnage N/A, Load Condition Full load, Displacement 518 tons, Deadweight N/A tons

DRAFTS IN PRESENT CONDITION		STERLING PARTICULARS		ANCHORS INFO	
Forward	1.0 m	Type of rudder	1	Anchor(s) (No./types)	2 (Portbow / Sbd/bow)
Forward extreme	1.0 m	Maximum rudder angle	35 degrees	No. of shackles	10 / 9
Aft	1.0 m	Head over to wind extent (12 points)	31 and 18 sec.	Min. amt. of heaving, m/min	30 / 30
Aft extreme	1.0 m	Normal effect angle	0 degrees	(1 shackle -27.4 m / 15 fathoms)	
		Flanking Rudder	0		

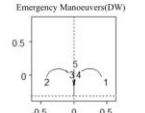
PROPELLER PARTICULARS		THRUSTER EFFICIENCY	
Type of Main Engine	High speed diesel	Number of propellers	2
No. of Main Engines	2	Propeller rotation	Inward
Min. speed in port shaft	2 x 1472 kW	Propeller type	CPP
Maximum power	78.83 % ahead	Min. RPM	5.17
Time limit astern	N/A	Emergency FAH to FAS	23.25 seconds

Engine order	Speed, knots	Engine power, kW	RPM	Pitch ratio
"FAH"	12.5	2740	219.6	1.1
"FAH"	11.3	1326	176.2	1.1
"HAH"	9	549	132.8	1.1
"SAH"	6.4	153	87.7	1.1
"DSAH"	4.4	76	87.8	0.56
"DSAS"	-3.4	90	87.8	-0.29
"SAS"	-5	268	87.6	-0.6
"HAS"	-7.4	921	132.6	-0.6
"FAS"	-9.1	2195	176.1	-0.6

**Emergency Manoeuvres (DW)**



**STOPPING CHARACTERISTICS**

Maneuver	Time (s)	Head reach (cbls)	Advance (cbls)	Transfer (cbls)	Tactical diameter (cbls)
FAH to FAS	24.25	0.41	0.41	0.41	0.41
HAH to HAS	23.25	0.33	0.33	0.33	0.23
SAH to SAS	23.25	0.23	0.23	0.23	0.43

**MAN OVERBOARD**  
 BRUSH-LESS MANOVER THE SEQUENCE OF ACTION TO BE TAKEN:  
 • TO TAKE A BRUSH  
 • TO GIVE THE HELM ORDER  
 • TO KEEP THE ALARM  
 • TO KEEP THE LOOK OUT  
 Approximate Manoeuvring Program

Time: Set rudder 15 SBD/W Star  
 0: All stop course altered  
 10: 12 degrees from initial  
 Set rudder 15 PORT. War all engines ahead to 170 degrees from initial.  
 Turn AP star.  
 100: The difference between AP course and initial course must be 180 degrees.


**PILOT CARD**

Ship name	Conventional twin screw tug 2 (bp 50t) TRANSSAS 2.31.26.0 *	Date	06.06.2013
IMO Number	N/A	Call Sign	N/A
Lead Condition	Full load	Year built	N/A
Displacement	518 tons	Draft forward	3.65 m / 12 ft 0 in
Deadweight	N/A tons	Draft forward extreme	3.65 m / 12 ft 0 in
Capacity		Draft after	3.65 m / 12 ft 0 in
Air draft	21.7 m / 71 ft 4 in	Draft after extreme	3.65 m / 12 ft 0 in

**Ship's Particulars**

Length overall	29.6 m	Type of bow	-
Breadth	9.3 m	Type of stern	Multiple skeg
Anchor(s) (No./types)	2 ( Portbow / Sbd/bow )		
No. of shackles	9 / 9		(1 shackle -27.4 m / 15 fathoms)
Max. rate of heaving, m/min	30 / 30		

**Steering characteristics**

Steering device(s) (type/No.)	- / 2	Number of bow thrusters	N/A
Maximum angle	35	Power	N/A
Rudder angle for neutral effect	0 degrees	Number of stern thrusters	N/A
Hard over to overt(2 pumps)	16 seconds	Power	N/A
Flanking Rudder(s)	0	Auxiliary Steering Device(s)	N/A

Stopping		Turning circle	
Description	Full Time	Head reach	Ordered rudder: 35 degrees
FAH to FAS	24.25 s	0.41 cbls	0.41 cbls
HAH to HAS	23.25 s	0.33 cbls	0.23 cbls
SAH to SAS	23.25 s	0.23 cbls	0.43 cbls

**Main Engine(s)**

Type of Main Engine	High speed diesel	Number of propellers	2
Number of Main Engine(s)	2	Propeller rotation	Inward
Maximum power per shaft	2 x 1472 kW	Propeller type	CPP
Astern power	78.83 % ahead	Min. RPM	5.17
Time limit astern	N/A	Emergency FAH to FAS	23.25 seconds

**Engine Telegraph Table**


Engine order	Speed, knots	Engine power, kW	RPM	Pitch ratio
"FAH"	12.5	2740	219.6	1.1
"FAH"	11.3	1326	176.2	1.1
"HAH"	9	549	132.8	1.1
"SAH"	6.4	153	87.7	1.1
"DSAH"	4.4	76	87.8	0.56
"DSAS"	-3.4	90	87.8	-0.29
"SAS"	-5	268	87.6	-0.6
"HAS"	-7.4	921	132.6	-0.6
"FAS"	-9.1	2195	176.1	-0.6

Figur 12: Wheelhouse Poster och Pilot Card på den konventionella bogserbåten. (Skärmdump från simulatoren)

### 3.2.2 ASD bogserbåten 53t BP

Tug 1 Info : Z-drive tug 1 (bp 53t)
[-] [x]

**View**



Type of engine High Speed Diesel (2 x 1566 kW)  
 Type of propeller Z-Drive FPP  
 Thruster bow None  
 Thruster stern None

**General information**

Vessel type Z-drive tug 1 (bp 53t)  
 Displacement 366.0 t  
 Max speed 12.5 knt

**Dimensions**

Length 25.3 m  
 Breadth 10.4 m  
 Bow draft 2.7 m (0.0 m ext.)  
 Stern draft 3.9 m (0.0 m ext.)  
 Height of eye 7 m

---

**WHEELHOUSE POSTER**

Ship's name Z-drive tug 1(bp 53t)TRANSAS 2.31.36.0 Call sign N/A  
 Gross tonnage N/A, Net tonnage N/A, Load Condition Full load, Displacement 366 tonnes, Deadweight N/A tonnes

DEBITS IN PRESENT CONDITION		STEERING PARTICULARS		ANCHOR CHAIN	
Forward extreme	2.4 m	Type of rudder	Z-Drive	Port	3 shackles
Aft	3.9 m	Maximum rudder angle	100 degrees	Starboard	3 shackles
Aft	3.9 m	Normal effect rudder	20 sec/20 sec	Stem	N/A shackles
		Flanking Rudder	0 degrees	(1 shackle = 27.5 m / 15 fathoms)	

**PROPELLION PARTICULARS**

Type of Main Engine	High speed diesel/number of propellers	2
No. of Main Engines	2	
Max. power per shaft	2 x 1566 kW	
Propeller rotation	Inward	
Min. RPM	1189	
Emergency FAH to FAS	10.05 seconds	

**THRUSTER EFFECT**

Thruster (t)	No. of power units (kW)	Time delay for full (seconds)	Time delay to reverse full (seconds)	Not effective (hours)
1	1566	20	20	

**SHIP'S PARTICULARS**

Length overall	25.3 m	Type of bow	-
Breadth	10.36 m	Type of stern	U-shaped
Anchor Chain(Port)	7 shackles		
Anchor Chain(Starboard)	7 shackles		
Anchor Chain(Stern)	N/A shackles	(1 shackle = 27.5 m / 15 fathoms)	

**TURNING CIRCLES**

Deep Water: [Diagram showing turning circles in deep water]

Shallow Water\*: [Diagram showing turning circles in shallow water]

**STOPPING CHARACTERISTICS**

Emergency Manoeuvres(DW)	Emergency Manoeuvres(SW*)
1: 131 (100) 8.25 s / 0.22 cbls	1: 131 (100) 8.25 s / 0.22 cbls
2: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls	2: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls
3: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls	3: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls
4: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls	4: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls
5: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls	5: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls

**STEERING CHARACTERISTICS**

Steering device(s) (type/No.)	Z-Drive / 2	Number of bow thrusters	N/A
Maximum angle	180	Power	N/A
Rudder angle for neutral effect	0 degrees	Number of stern thrusters	N/A
Hard over to over 20 power units	20 seconds	Power	N/A
Flanking Rudder(s)	0	Auxiliary Steering Device(s)	Auxiliary Steering Device(s): N/A

**Stopping**

Description	Full Time	Head reach	Ordered Engine: 100%, Ordered rudder: 35 degrees
FAH to FAS	8.25 s	0.2 cbls	Advance 0.37 cbls
HAS to HAS	9.25 s	0.18 cbls	Transfer 0.15 cbls
SAH to SAS	10.25 s	0.15 cbls	Tactical diameter 0.32 cbls

**TURNING circle**

Description	Full Time	Head reach	Ordered Engine: 100%, Ordered rudder: 35 degrees
FAH to FAS	8.25 s	0.2 cbls	Advance 0.37 cbls
HAS to HAS	9.25 s	0.18 cbls	Transfer 0.15 cbls
SAH to SAS	10.25 s	0.15 cbls	Tactical diameter 0.32 cbls

**Main Engine(s)**

Type of Main Engine	High speed diesel	Number of propellers	2
Number of Main Engine(s)	2	Propeller rotation	Inward
Maximum power per shaft	2 x 1566 kW	Propeller type	Azimuth FPP
Astern power	100 % ahead	Min. RPM	7
Time limit astern	N/A	Emergency FAH to FAS	10.05 seconds

**Engine Telegraph Table**

Engine order	Speed, knots	Engine power, kW	RPM	Pitch ratio
"FSAH"	12.8	1870	290.4	0.96
"FAH"	11.2	1189	252	0.96
"HAH"	9.2	656	206	0.96
"SAH"	7.1	313	160	0.96

**PILOT CARD**

Ship name	Z-drive tug 1 (bp 53t) TRANSAS 2.31.36.0 *	Date	09.10.2012
IMO Number	N/A / Call Sign N/A	Year built	N/A
Load Condition	Full load		
Displacement	366 tonnes	Draft forward	2.74 m / 9 ft 0 in
Deadweight	N/A tonnes	Draft forward extreme	2.74 m / 9 ft 0 in
Capacity		Draft after	3.89 m / 12 ft 9 in
Air draft	12 m / 39 ft 5 in	Draft after extreme	3.89 m / 12 ft 9 in

**Ship's Particulars**

Length overall	25.3 m	Type of bow	-
Breadth	10.36 m	Type of stern	U-shaped
Anchor Chain(Port)	7 shackles		
Anchor Chain(Starboard)	7 shackles		
Anchor Chain(Stern)	N/A shackles	(1 shackle = 27.5 m / 15 fathoms)	

**TURNING CIRCLES**

Deep Water: [Diagram showing turning circles in deep water]

Shallow Water\*: [Diagram showing turning circles in shallow water]

**STOPPING CHARACTERISTICS**

Emergency Manoeuvres(DW)	Emergency Manoeuvres(SW*)
1: 131 (100) 8.25 s / 0.22 cbls	1: 131 (100) 8.25 s / 0.22 cbls
2: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls	2: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls
3: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls	3: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls
4: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls	4: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls
5: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls	5: 145 (100) 9.25 s / 0.18 cbls

**STEERING CHARACTERISTICS**

Steering device(s) (type/No.)	Z-Drive / 2	Number of bow thrusters	N/A
Maximum angle	180	Power	N/A
Rudder angle for neutral effect	0 degrees	Number of stern thrusters	N/A
Hard over to over 20 power units	20 seconds	Power	N/A
Flanking Rudder(s)	0	Auxiliary Steering Device(s)	Auxiliary Steering Device(s): N/A

**Stopping**

Description	Full Time	Head reach	Ordered Engine: 100%, Ordered rudder: 35 degrees
FAH to FAS	8.25 s	0.2 cbls	Advance 0.37 cbls
HAS to HAS	9.25 s	0.18 cbls	Transfer 0.15 cbls
SAH to SAS	10.25 s	0.15 cbls	Tactical diameter 0.32 cbls

**TURNING circle**

Description	Full Time	Head reach	Ordered Engine: 100%, Ordered rudder: 35 degrees
FAH to FAS	8.25 s	0.2 cbls	Advance 0.37 cbls
HAS to HAS	9.25 s	0.18 cbls	Transfer 0.15 cbls
SAH to SAS	10.25 s	0.15 cbls	Tactical diameter 0.32 cbls

**Main Engine(s)**

Type of Main Engine	High speed diesel	Number of propellers	2
Number of Main Engine(s)	2	Propeller rotation	Inward
Maximum power per shaft	2 x 1566 kW	Propeller type	Azimuth FPP
Astern power	100 % ahead	Min. RPM	7
Time limit astern	N/A	Emergency FAH to FAS	10.05 seconds

**Engine Telegraph Table**

Engine order	Speed, knots	Engine power, kW	RPM	Pitch ratio
"FSAH"	12.8	1870	290.4	0.96
"FAH"	11.2	1189	252	0.96
"HAH"	9.2	656	206	0.96
"SAH"	7.1	313	160	0.96


Figur 13: Wheelhouse Poster och Pilot Card på ASD bogserbåten. (Skärmdump från simulatoren.)

### 3.3 Första försöket

Jag började med de konventionella bogserbåtarna och hade fartygsmallen ”Ro-Ro passager ferry 8” till första testet.

**OS 1 Info : Ro-Ro passager ferry 8 (Dis.21104t)**

View



Type of engine Medium Speed Diesel (2 x 11520 kW)

Type of propeller CPP

Thruster bow Yes

Thruster stern None

**General information**

Vessel type Ro-Ro passager ferry 8 (Dis.:

Displacement 21104.0 t

Max speed 21.5 knt

**Dimensions**

Length 182.6 m

Breadth 25.5 m

Bow draft 6.5 m

Stern draft 6.5 m

Height of eye 29 m

---

**WHEELHOUSE POSTER**

Ship's name: Ro-Ro Passenger Ferry 8 (Dis.21104t) TRANSSAS\_231.9.0 - Call sign: SJRX

Gross tonnage: N/A, Net tonnage: N/A, Load Condition: Full load, Displacement: 21104 tonnes, Deadweight: 3209 tonnes

DRAFT IN PRESENT CONDITION		STEERING PARTICULARS		ANCHOR CHAIN	
Forward	6.5 m	Type of rudder	Becker's rudder	No. of shackles	Rate of heaving
Forward extreme	6.5 m	Maximum rudder angle	42 degrees	Pair	14 shackles / 11.4 m/min
Aft	6.5 m	Draft over to bank/weight	22 pumps / 4" pipe/21 mm	Shackle	14 shackles / 11.4 m/min
Aft extreme	6.5 m	Neutral effect angle	9 degrees	Shackles	N/A shackles / N/A m/min
		Flanking Rudder	0	Shackles	27.5 (15 shackles)

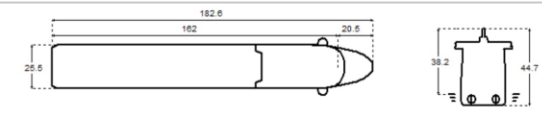
PROPELLER PARTICULARS		THRUSTER EFFECT	
Type of Main Engine	Medium speed diesel	Thrust	16.75
No. of Main Engines	2	No. of Propellers	2
Max. power per shaft	2 x 11520 kW	Time delay to Max effective	4
Astern power	85% ahead	Time delay to Max effective	4
Time limit astern	N/A	Emergency FAH to FAS	21.2 seconds

**PILOT CARD**

Ship name	Ro-Ro Passenger Ferry 8 (Dis.21104t) TRANSSAS_231.9.0 *	Date	13.01.2012
IMO Number	9138783	Call Sign	SJRX
Year built	2004		
Load Condition	Full load		
Displacement	21104 tonnes	Draft forward	6.5 m / 21 ft 4 in
Deadweight	3209 tonnes	Draft forward extreme	6.5 m / 21 ft 4 in
Capacity		Draft after	6.5 m / 21 ft 4 in
Air draft	38.21 m / 125 ft 8 in	Draft after extreme	6.5 m / 21 ft 4 in

**Ship's Particulars**

Length overall	182.6 m	Type of bow	Bulbous
Breadth	25.5 m	Type of stern	Transom
Anchor Chain(Port)	14 shackles		
Anchor Chain(Starboard)	14 shackles		
Anchor Chain(Stern)	N/A shackles	(1 shackle =27.5 m / 15 fathoms)	



**Steering characteristics**

Steering device(s) (type/No.)	Becker's rudder / 2	Number of bow thrusters	2
Maximum angle	65	Power	1000 kW / 1000 kW
Rudder angle for neutral effect	0 degrees	Number of stern thrusters	N/A
Hard over to over(2 pumps)	23 seconds	Power	N/A
Flanking Rudder(s)	0	Auxiliary Steering Device(s)	N/A

**Stopping**

Description	Full Time	Head reach	Ordered Engine: 100%	Ordered rudder: 35 degrees
FAH to FAS	168.7 s	4.17 cbls	Advance	2.21 cbls
HAS to HAS	205 s	3.68 cbls	Transfer	0.91 cbls
SAH to SAS	211.6 s	2.38 cbls	Tactical diameter	2.29 cbls

**Main Engine(s)**

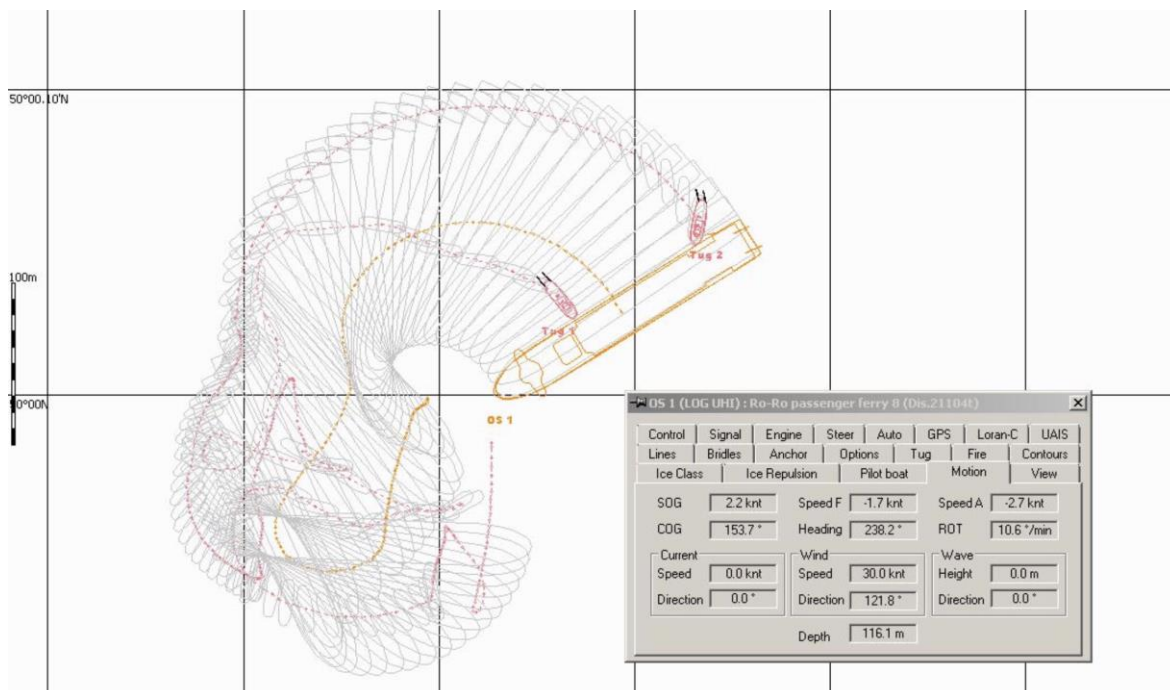
Type of Main Engine	Medium speed diesel	Number of propellers	2
Number of Main Engines	2	Propeller rotation	Outward
Maximum power per shaft	2 x 11520 kW	Propeller type	CPP
Astern power	85 % ahead	Min. RPM	130
Time limit astern	N/A	Emergency FAH to FAS	21.2 seconds

**Engine Telegraph Table (Available regimes: ConstRPM/Comby)**

Engine order	Speed, knots	Engine power, kW	RPM	Pitch ratio
100 %	21.5 / 21.5	10714 / 10714	130 / 130	1.26 / 1.26
80 %	17.7 / 20.5	5615 / 5615	130 / 110	0.98 / 1.22
60 %	13.6 / 14.4	2440 / 2440	130 / 102	0.72 / 0.83
40 %	8.6 / 7.9	1620 / 1620	130 / 100	0.43 / 0.44
20 %	4.7 / 5.7	1345 / 1345	130 / 97	0.24 / 0.19
-20 %	-2.5 / -3.1	2590 / 2590	130 / 97	-0.22 / -0.34
-40 %	-5.1 / -6.8	6880 / 6880	130 / 128	-0.52 / -0.69
-60 %	-7.6 / -7.7	7915 / 7915	130 / 128	-0.82 / -0.8
-80 %	-10.2 / -10.2	9100 / 9100	130 / 130	-1.14 / -1.14

Figur 14: Wheelhouse Poster och Pilot Card på första fartygsmodellen. (Skärmdump från simulatörn.)

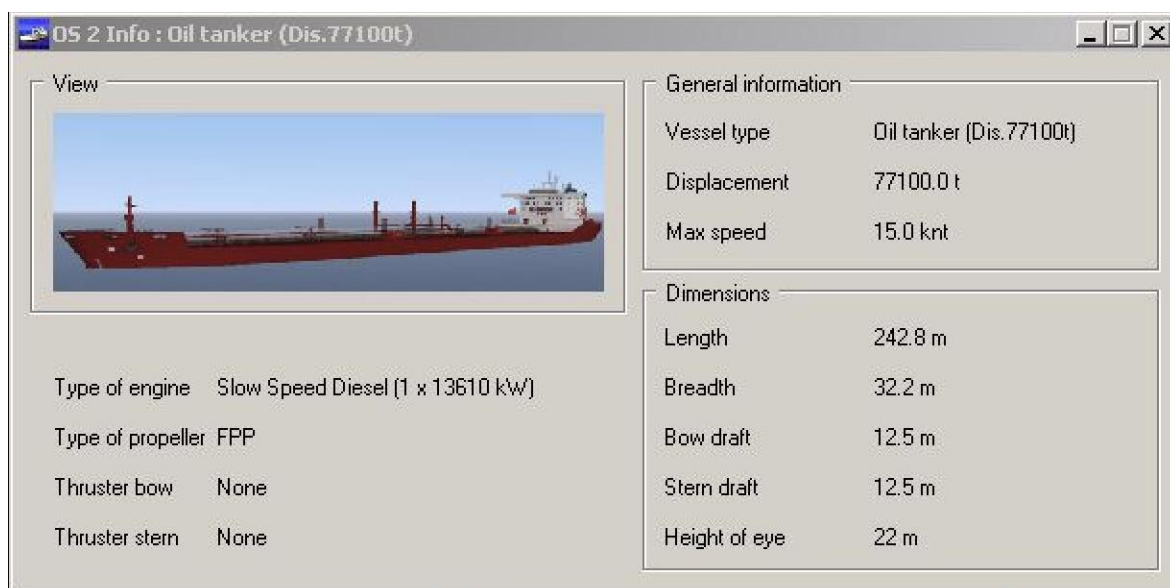
Jag konstaterade efter de två första försöken att fartyget var för litet och blev relativt okontrollerbart. Vi hade även svårigheter att hållas på utsidan eftersom fartyget girade kraftigt.

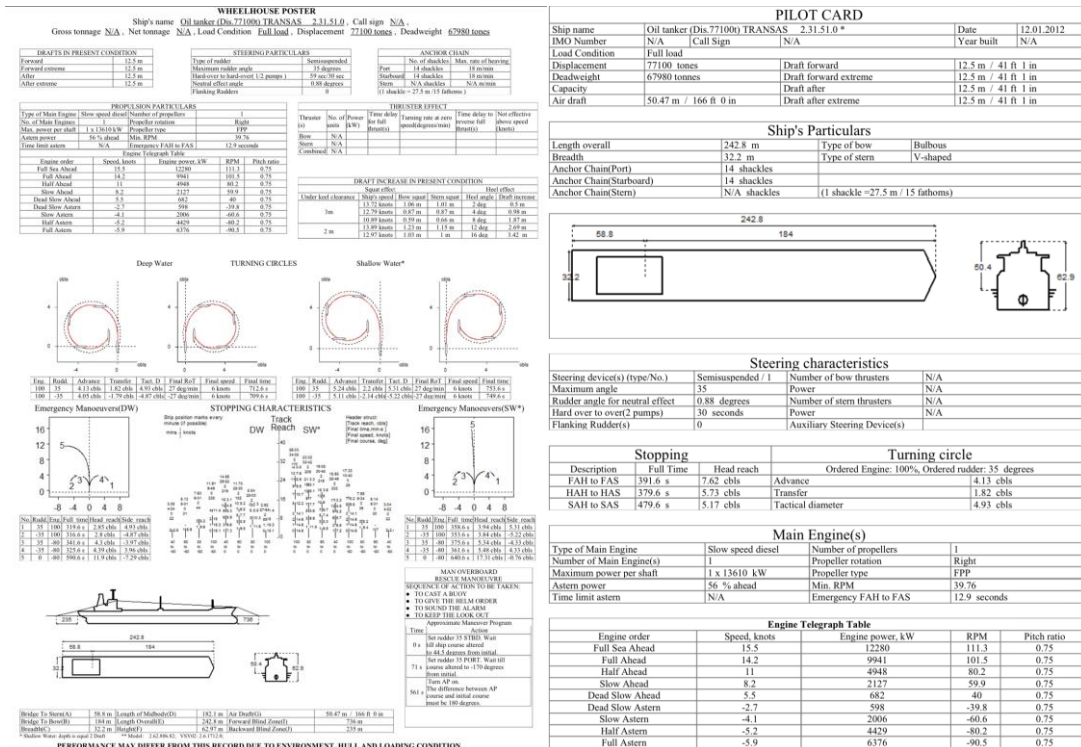


Figur 15. Första försöket att skuffa med konventionella bogserbåtar på RoRo fartyget. (Skärmdump från simulatörn.)

### 3.4 Andra försöket

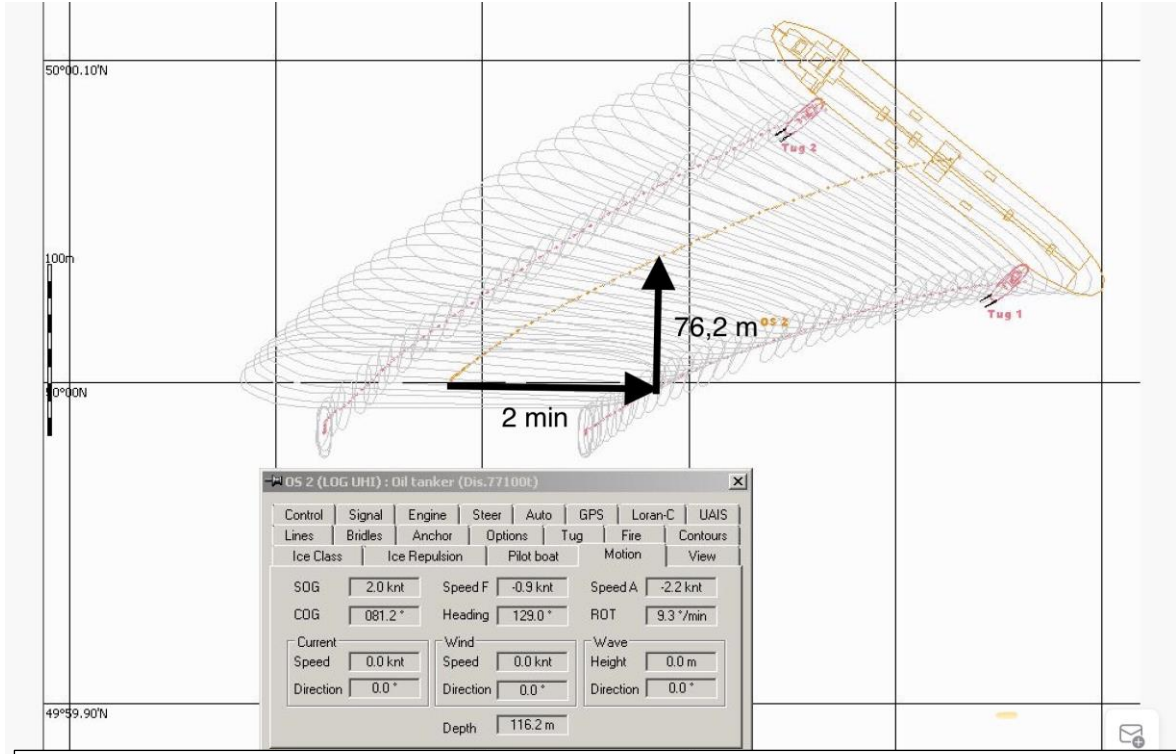
Jag bytte fartygsmodell till "Oiltanker" för att få det hela lite stabilare och med bytet fick vi möjligheten att koppla fast fören till fartyget medan vi tryckte på utsidan så att vi hölls i position och inte gled omkring längs utsidan.





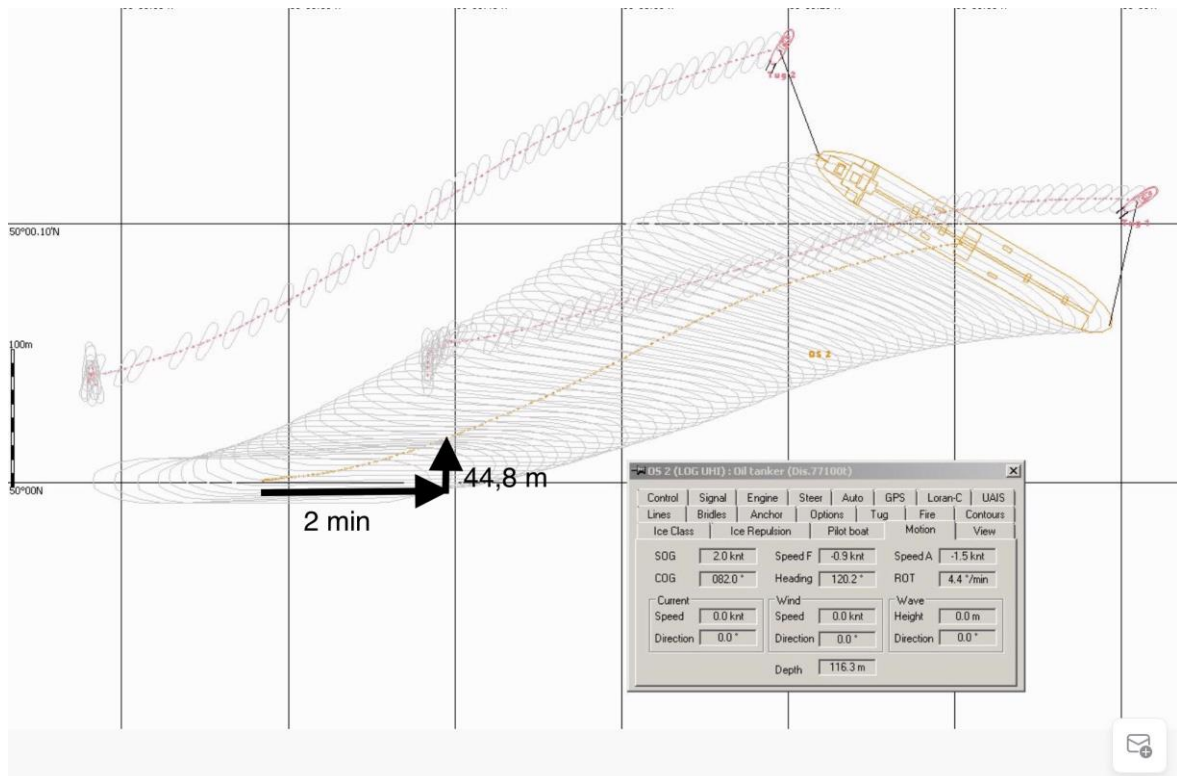
Figur 16. Wheelhouse Poster och Pilot Card på Oljetankern. (Skärmdump från simulatörn.)

3.4.1 Test 1, trycka med konventionell bogserbåt



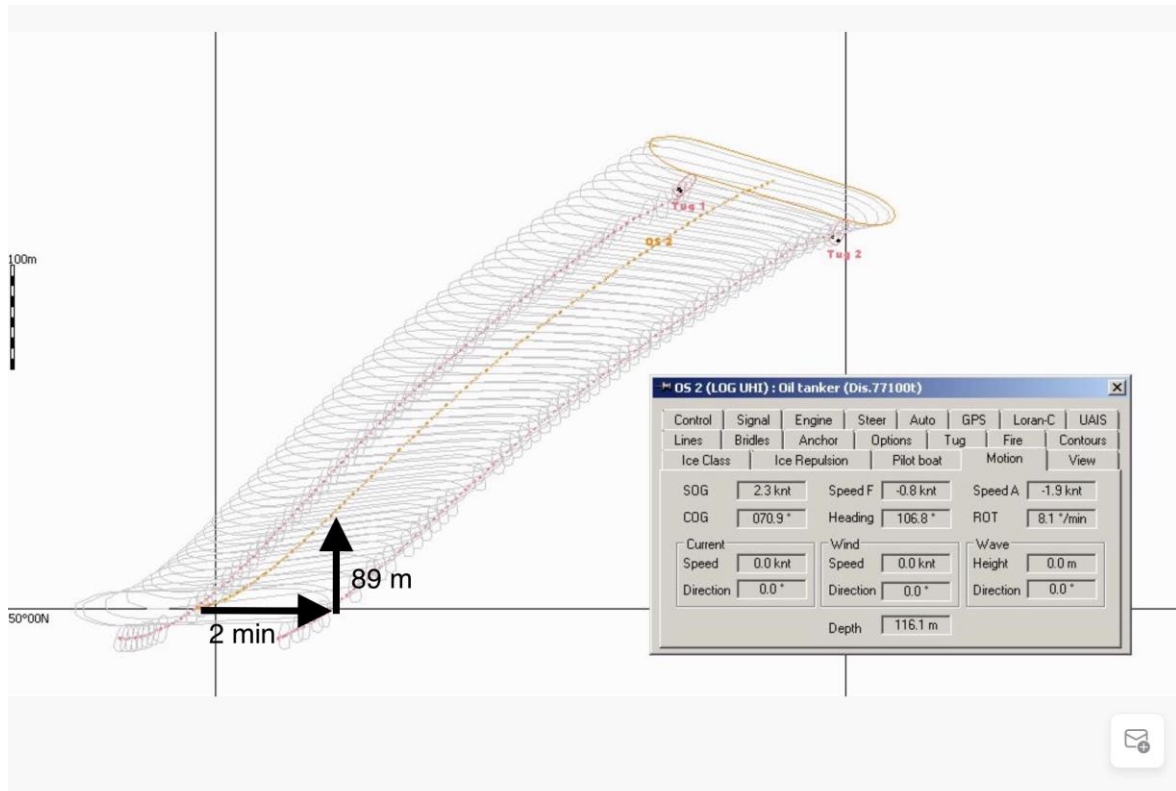
Figur 17. (Skärmdump från simulatörn.)

### 3.4.2 Test 2, kopplad konventionell bogserbåt



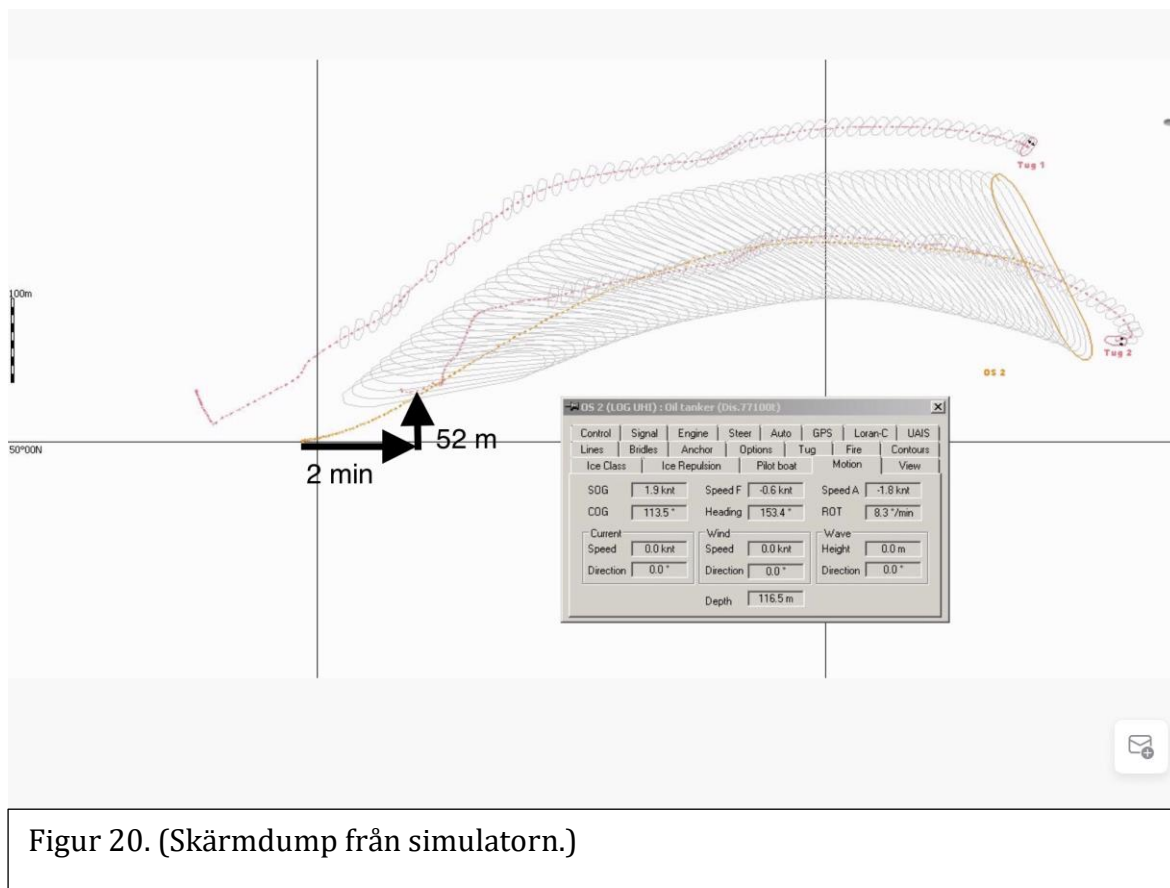
Figur 18. (Skärmdump från simulatörn.)

### 3.4.3 Test 3, trycka med ASD bogserbåt



Figur 19. (Skärmdump från simulatörn.)

### 3.4.4 Test 4, kopplad ASD bogserbåt



Figur 20. (Skärmdump från simulatorn.)

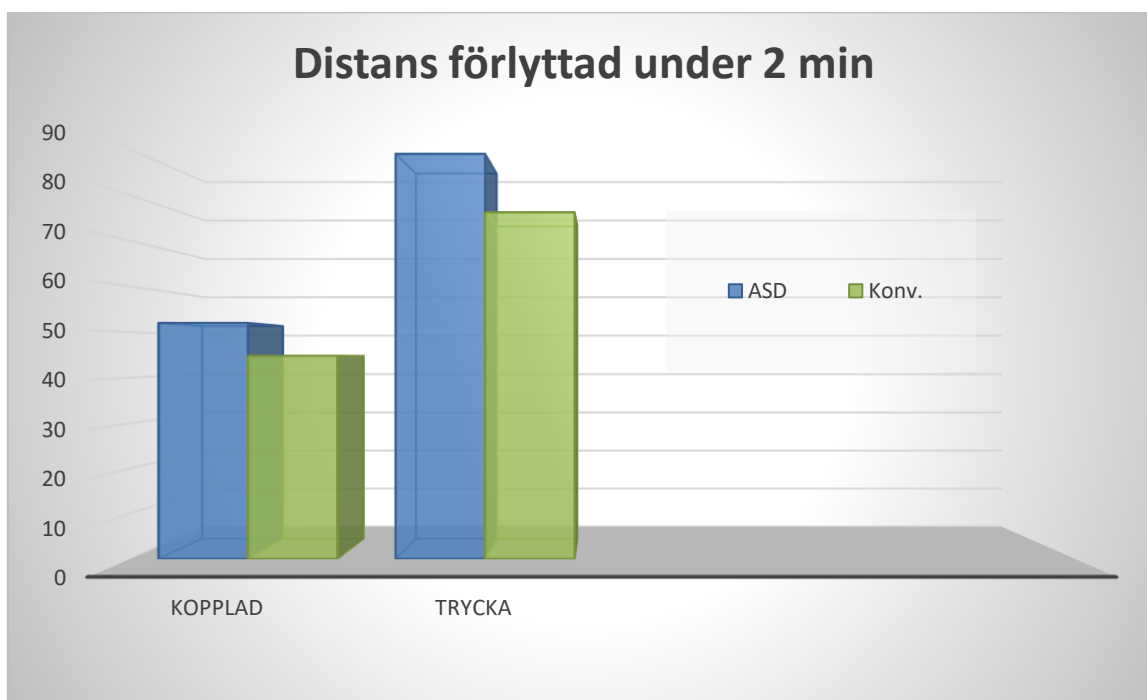
## 4 Resultat och tolkning

Enligt simulatortesten så var de skuffande ASD bogserarna effektivast och förflyttade fartyget 89 meter i sidled. På andra plats kom de skuffande konventionella bogserarna som



förflyttade fartyget 74,2 meter i sidled. På tredje plats kom de kopplade ASD bogserarna som förflyttade fartyget 52 meter i sidled. På fjärde plats kom de kopplade konventionella bogserarna som förflyttade fartyget 44,8 meter i sidled.

Enligt min analys lönar det sig att sätta bogserbåtarna på utsidan för att skuffa om man vill använda bogserbåtarna på det mest effektiva sätt samt välja en ASD bogserbåt före en konventionell fast de har samma statiska BP.



Figur 21. (Tabell på hur många meter bogserbåtarna förflyttade fartyget under 2min.)

Som tabellen visar, så ser man ganska tydligt att det är en skillnad på effektiviteten mellan bogserbåtarna och assisteringsmetoden. Det är den konventionella bogserbåtens roder som hämmar dess utförande. Enligt boken: Tug Use in Port- 2nd edition, sid. 16, så kan en rodevinkel på 30° minska propellerns drivkraft med upp till 40%. I testet använde vi rodevinklar från 0°- 15°, vilket korrelerar ganska bra med resultatet.

Skillnaden mellan att vara kopplad och att trycka beror på att man inte får bogserbåtens kraft lika vinkelrät till fartyget när man är kopplad som när man är på utsidan och trycker. Även bogserbåtens propellerström träffar fartygets skrov och försämrar bogserbåtens drag effektivitet när bogserbåten är kopplad. Med andra ord så drar bogserbåten fartyget åt ena hållet medan bogserbåtens propellerström skuffar fartyget åt andra hållet.

## 5 Kritisk granskning och diskussion

Under mitt examensarbete har jag blivit varse om att det är svårt att få bort alla störande faktorer och variabler från ett experiment som det här.

Tyvärr fungerade det inte att ha högre fart än två knop i simulatoren vilket just är den högsta farten man kan hålla med en konventionell och ännu bogsera vinkelrätt till fartyget. Detta betyder att jag inte fick ett helt verklighetstroget resultat från mina test med bogserbåtarna kopplade eftersom de båda drar nästan lika mycket när fartyget är stilla eller nästan stilla.

Det krävs troligen ganska mycket mer programvara till simulatorerna för att få sådana saker att fungera problemfritt. Det skulle även ha varit roligt och lättare ifall man hade haft lika kraftiga bogserbåtar till alla test. Med det sagt, så tycker jag ändå att jag fick ut ganska mycket från experimentet. Hade tippat på lite andra resultat baserat på egna erfarenheter.

Eftersom båda bogserbåtarna började dra eller skuffa direkt med 100% och fartyget hade direkt från start två knop så tror jag att samtliga test blev så konsekventa som möjligt, fartyget började gira först i ett senare skede efter min tidsintervall så det borde inte heller ha påverkat slutresultatet.

## 6 Källförteckning

Henk Hensen.(2003). *Tug Use in Port – 2nd edition*

Henk Hensen/Markus van der Laan.(2016). *Tug Stability- A Practical Guide to Safe Operations*

European Tugowners Association – Guidelines for safe harbour towage operations.  
<http://eurotugowners.com/wp-content/uploads/2017/11/STP-Guidelines-First-Edition-February-2015.pdf> (Hämtat 24.03.2020)

## **7 Bilagor**