



Statens haverikommission
Swedish Accident Investigation Board

ISSN 1400-5735

Rapport RS 2007:05s

**Olycka med fartyget PROSPERO
i Milford Haven i Storbritannien
den 10 december 2006**

Dnr S-147/06

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt.
Syftet med undersökningarna är att liknande händelser skall undvikas i framtiden.
SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar.

Det står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering eller annat ändamål använda allt material i denna rapport.

Denna rapport är en översättning från engelska språket och om det förekommer skillnader i text mellan engelska och svenska ska den engelska versionen anses vara den korrekta.

Rapporten finns även på vår webbplats: www.havkom.se

Rapport om utredningen av
förlust av manöverförmågan över produkttankern

Prospero

och fartygets därefter följande kraftiga kollision med en
kajanläggning i SemLogistics terminal Milford Haven,
10 december 2006

Statens haverikommission
Teknologgatan 8c
Box 125 38
102 29 Stockholm

Marine Accident Investigation
Carlton House
Carlton Place
Southampton
Storbritannien
SO 15 2DZ

Utdrag ur lagen

The United Kingdom Merchant Shipping

(Accident Reporting and Investigation)

Bestämmelser 2005 - Bestämmelse 5:

"Det enda syftet med utredning av olycka i enlighet med Merchant Shipping (Accident Reporting and Investigation) Regulations 2005 ska vara att förebygga framtida olyckor genom fastställande av dess orsaker och omständigheter. Utredningens ändamål är icke vare sig att fastställa ansvar eller, utom i den mån som krävs för att uppnå dess syfte, att fördela skuld.

ANMÄRKNING

Föreliggande rapport avfattas ej i och för väckande av talan och är i enlighet med bestämmelse 13(9) i Merchant Shipping (Accident Reporting and Investigation) Regulations 2005 ej tillämplig i rättsförfaranden med syfte eller för vilka ett av dess syften är att tillskriva eller fördela skuld eller ansvar.

Utredningsrapporten har tagits fram gemensamt av den brittiska haverikommissionen MAIB och Statens haverikommission (här nedan benämnd SHK). MAIB har i enlighet med the IMO Code for the investigation of Marine Casualties and Incidents (Resolution A.849(20) [IMO-koden för utredning av sjöolyckor och tillbud till sjöss (resolution A.849(20)] iklätt sig ledarrollen.

Förkortningar och uttryck	8
Rapport RS 2007:05	11
Sammanfattning	13
1 FAKTAREDOVISNING	15
1.1 Beskrivning av Prospero och olyckan	15
Uppgifter om fartyget	15
Uppgifter om olyckan	15
1.2 Bakgrundsinformation – rederi, operatörer och fartyg	16
1.2.1 Rederi och operatörer	16
1.2.2 Fartyget – Prospero	16
1.3 Väder	17
1.4 Föregående händelser – tidigare fel på podmanöversystemet	17
1.5 Olyckan	17
1.6 Vidtagna åtgärder och händelser omedelbart efter olyckan	23
1.6.1 Kvarbliven last från tidigare resa eller destination	23
1.6.2 Redare/Operatör	23
1.6.3 Hamnförvaltningen i Miford Haven	23
1.6.4 SemLogistics och Chevron	24
1.6.5 Klassningssällskapet	24
1.6.6 Hamnstatskontroll – The Maritime and Coastguard Agency	24
1.6.7 Siemens-Schottel-konsortiet	24
1.7 Provingar av SSP och resan till reparationsvarvet i Fredricia	24
1.8 Reparationerna i Fredericia	25
1.8.1 Stålarbeten	25
1.8.2 SSP:s manöversystem	25
1.8.3 Gaussignalsändaren	25
1.8.4 Donsötanks internutredning	26
1.9 Personal och bemanning	26
1.9.1 Befälhavaren	26
1.9.2 Lotsen	26
1.9.3 Däcksbefälet	28
1.9.4 Maskinbefälet	28
1.9.5 Bemanningförhållandena	28
1.10 Redare/operatörer hos Donsötank	29
1.10.1 Person med tilldelat ansvar iland	29
1.10.2 Tekniskt ledningsteam	29
1.11 Specialistutbildning i ny teknik	29
1.11.1 Utbildning i ny teknik – enligt IMO	29
1.11.2 Specialistutbildning hos Donsötank	29
1.12 Flaggstat – Det svenska sjöfartsverket (SMA)	30
1.13 Tillverkning och installation av framdrivningssystemet	30
1.13.1 Designers och tillverkare – Siemens-Schottel-konsortiet	30
1.13.2 Konstruktionsvarv och installatörer	31
1.14 Framdrivningssystemet	31
1.14.1 Översikt	31
1.14.2 Donsötanks systemval	32
1.15 Framdrivningsmanöversystemet	32
1.15.1 Översikt – framdrivningsmanöversystemet	32
1.15.2 Normala driftslägen	33
1.15.3 Nöddriftslägen	33

1.16	Manöverkonsoler och podreglage	34
1.16.1	Brygga – layout	34
1.16.2	PCS-reglage	36
1.16.3	Maskin- och podrumsreglage	37
1.16.4	Ergonomi och mänskliga faktorer	38
1.17	Garanti, servicesupport och reservdelar	39
1.17.1	Garanti och servicesupport	39
1.17.2	Reservdelar	39
1.18	SSP-manualer och SSP-dokumentation	40
1.19	Dataregistreringssystem	41
1.19.1	Färdskrivare	41
1.19.2	Larm- och dataloggningssystem	41
1.20	Riskerna med komplexa automationssystem	41
1.20.1	Programmerbara elektroniksystem för marint bruk	41
1.20.2	Internationella standardiseringsorganisationen och PES	41
1.20.3	Minskning av fel på grund av den mänskliga faktorn i automatiserade system	42
1.21	Podindustrin – speciella standarder	42
1.21.1	Podkvalitetforum	42
1.21.2	T-podkonferensen	43
1.22	Feleffektanalys	43
1.23	Tekniska standarder för podpropulsorer	44
1.23.1	Internationella sjösäkerhetsorganisationen – IMO	44
1.23.2	Praktisk tillämpning av SOLAS-standarder på podframdrivningssystem	44
1.23.3	Internationella klassningssällskaps samarbetsorganisation	44
1.24	Klassningssällskapet Det Norske Veritas	46
1.24.1	DNV:s regler för podpropulsorer	46
1.24.2	Dokumentation	46
1.24.3	SSP-samverkan människa – teknik	46
1.25	Säkerhetshantering	46
1.25.1	ISM-certifiering	46
1.25.2	Krav enligt ISM-koden	46
1.25.3	ISM-relaterade resultat	47
1.26	Krav från hamnförvaltningen i Milford Haven	47
1.26.1	Riktlinjer från hamnförvaltningen i Milford Haven beträffande användning av bogserbåtar	47
1.26.2	Allmänna direktiv 2006	48
1.27	Liknande olyckor med Prospero efter Milford Haven	48
1.27.1	Kajstuds efter förlust av podmanöverförmågan – Brofjorden, Sverige,	48
1.27.2	Grundstötning som följd av förlust av podmanöverförmågan – S:t Petersburg-kanalen 23 april 2007	49
1.28	Liknande olyckor med systerfartyg – Bro Sincero maj 2006	50
1.28.1	Översikt	50
1.28.2	Internutredning	52
1.28.3	Bro Sincero, för Prospero-fallet relevanta upptäckter	52
1.29	För Prospero relevanta olyckor med andra fartyg	53
1.29.1	Savannah Express	53
1.29.2	Red Falcon	53
1.30	Systerfartyg – Evinco	54
2	ANALYS	55
2.1	Syfte	55
2.2	Trötthet	55
2.3	Yttre omständigheter	55
2.4	Olyckan	55

2.5	Förlust av manöverförmågan över podpropulsorn	55
2.5.1	Podmanöversystemet	55
2.5.2	Larmsystemet	56
2.6	Fartygsmanövrar och lotsning med SSP-systemet	57
2.6.1	PCS-reglage	57
2.6.2	Utbildning	57
2.6.3	Övning i användningen av backupssystem	58
2.6.4	Bemanning på bryggan	58
2.6.5	Dokumentation ombord	59
2.6.6	MHPA:s riktlinjer för användning av bogserbåtar	60
2.7	Teknisk expertis ombord	60
2.7.1	Intyg om säker bemanning och det tekniska befälet	60
2.7.2	Behov av befäl med elektroteknisk utbildning	61
2.8	Lärdomar från tidigare olyckor	61
2.8.1	Bro Sincero – kollision i Antwerpen	61
2.8.2	Prospero – fel på podmanöversystemet före Milford Haven	62
2.8.3	Simens-Schottel-konsortiet	62
2.9	Donsötanks säkerhetsstyrningssystem (SMS)	63
2.9.1	Kvarvarande last från tidigare resa eller destination	64
2.10	SSP-systemets innovativa teknik	64
2.10.1	Hantering av riskerna med komplexa system	64
2.10.2	Rederiet	65
2.10.3	Dokumentation	66
2.10.4	SSP-konsortiet	66
2.10.5	Klassningssällskapet	68
2.10.6	Hamnstatskontroll – MCA	69
2.10.7	Flaggstat – SMA	69
2.10.8	Utveckling av aktuella standarder	69
3	UTREDNINGSRISULTAT	71
3.1	Säkerhetsproblem som direkt bidragit till olyckan och som lett fram till rekommendationer	71
3.2	Övriga säkerhetsproblem som identifierats under utredningen och som också lett fram till rekommendationer	71
3.3	Säkerhetsproblem som identifierats under utredningen som inte lett fram till rekommendationer men som påtalats.	71
4	VIDTAGNA ÅTGÄRDER	73
4.1	Donsötank har	73
4.1.1	som följd av olyckan med Prospero (10 december 2006) i Milford Haven	73
4.1.2	som följd av tillbudet med Prospero (10 mars 2007) i Brofjorden	73
4.1.3	som följd av tillbudet med Prospero (23 april 2007) i S:t Petersburg-kanalen	73
4.1.4	i samråd med DNV gett SSC i uppdrag att revidera vissa tekniska aspekter på SSP-systemet, närmare bestämt	73
4.2	Siemens har	74
4.3	DNV har	74
4.4	Hamnförvaltningen i Milford Haven har	75
4.5	Chevron Marine Assurance Group har	75
5	REKOMMENDATIONER	76
	Rederi AB Donsötank rekommenderas att	76
	Svenska sjöfartsverket rekommenderas att	77

BILAGOR (Ej översatt till svenska)

- Bilaga A Översikt: Prosperos förlust av podmanöverförmågan.
Finska viken, 20 september 2006
- Bilaga B Allmänna uppgifter om Siemens-Schottels propulsorsystem
- Bilaga C Diagram med översikt av funktionsenheter
- Bilaga D Introduktion till standarder för marina programmerbara system
- Bilaga E Utdrag ur dokumentet från Podkvalitetforum
- Bilaga F DNV:s memo MTPNO867/Kresse/22081-J-1102
- Bilaga G Siemens säkerhetskritiska information till SSP:s brev daterat 8
november 2007

Förkortningar och uttryck

Förkortning/Begrepp	Betydelse
AMS	Larm- och övervakningssystem
CHIRP	Konfidentiellt tillbudsrapporteringsprogram med redovisning av relevanta mänskliga faktorer
CSGC	China Shipbuilding Group Corporation
DNV	Klassningssällskapet Det Norske Veritas
DOC	ISM – dokument om godkänd säkerhetsorganisation
Dp	Dynamisk positionering (system för att bibehålla fartygets geostationära position)
DPA	Person med tilldelat ansvar iland
DWT	Dödsviktstonnage (fartygets totala displacement minus egenvikt)
ECR	Maskinkontrollrum
FMEA	Feleffektanalys
GMT	Greenwich Mean Time
HI	Samverkan människa-teknik
IACS	Internationella klassningssällskapens samarbetsorganisation
IMO	Internationella sjöfartsorganisationen
ISM Code	ISM-koden
ISO	Internationella standardiseringsorganisationen
Knop	Fart i sjömil per timme
kW	Kilowatt
LR	Klassningssällskapet Lloyds Register
MCA	Brittiska sjöfarts- och kustbevakningsmyndigheten (hamnstatsförvaltningen)
MHPA	Hamnförvaltningen i Milford Haven
MSB	Central eltavla
MSC	IMO:s sjöfartssäkerhetskommitté
OLM	Optisk länkmodul

OOW	Vakthavande styrman
P&S-enhet	Effekt- och fartenhet: styr drivrelaterade framdrivningsfunktioner
PCS	Framdrivningsmanöversystem
PEC	Intyg om lotsbefrielse
PES system	Programmerbara elektroniska
PMS	System för planerat underhåll
PQF	Podkvalitetsforum
PSM	Ständigt matad synkronmotor eller dito maskin
RA	Riskbedömning
RCU	Rodermanöverenhet
Rpm	Varv per minut
Schottel	Schottel GmbH & Co. KG
SHK	Statens haverikommission
Siemens	Siemens AG, Marine Solutions
SMA	Sjöfartsverket (flaggstatsmyndighet)
SMC	ISM – fartygets certifikat om godkänd säkerhetsorganisation
SMS	Säkerhetsstyrningssystem
SOLAS	Internationella konventionen om säkerhet för människoliv till sjöss 1974 (med ändring)
SSC	Siemens-Schottel-konsortiet (konstruktörer och tillverkare av SSP-systemet)
SSP	Siemens-Schottel-propulsorn (podframdrivnings-systemet)
Standby	Det formella beredskapsläget för en fartygsbesättning, maskineri och utrustning omedelbart före, och under, en viktig händelse som till exempel ankomst till eller avgång från hamn.
STCW	Internationella konventionen om normer för sjöfolks utbildning, certifiering och vakthållning 1978 (med ändring)
STW	IMO-kommitté om normer för vakthållningsutbildning

10

T	Ton
TCU	Enhet för vridmomentsmanövrering; styr konverterrelaterade funktioner
UMS	Obemannat maskinrum
VDR	Färdskrivare

Alla tider i denna rapport anges i GMT.

Rapport RS 2007:05

S-147/06

Rapporten färdigställd december 2007

<i>Fartyg; typ, reg.bet. signalbokstäver</i>	Kem-/produkttanker, IMO Nr 9212589 SLZU
<i>Certifikat</i>	Giltiga
<i>Ägare/innehavare</i>	Rederi AB Donsötank, Donsö, Sverige
<i>Nationalitet/Flaggstat</i>	Donsö, Sverige
<i>Klass</i>	Det Norske Veritas
<i>Tidpunkt för händelsen</i>	2006-12-10, kl. 00.38 i under mörker <i>Anm.:</i> All tidsangivelse avser svensk normaltid (UTC + 1 timme) /svensk sommartid (UTC + 2 timmar)
<i>Plats</i>	Pir nr 2, SemLogistics terminal, Milford Haven, Storbritannien
<i>Typ av fart/Verksamhet</i>	Europafart, kem-/petroleumprodukter
<i>Väder och sjöförhållanden</i>	Mörkt men klart väder, västlig vind 2B, ingen sjö, tidvatten 1,2 knop i 260 grader
<i>Antal ombord; besättning passagerare</i>	14 ~
<i>Personskador</i>	Inga
<i>Skador på fartyget</i>	Betydande
<i>Skador på last</i>	Inga
<i>Andra skador (miljö)</i>	Inga miljöskador. Stora skador på kajläggningen
<i>Befälhavaren: Kön, tid som befälhavare</i>	Man, 17 år
<i>Lots Kön, tid som lots</i>	Man, 14 år

Statens haverikommission (SHK) underrättades den 11 december 2006 om att en olycka med fartyget inträffat i Milford Haven, Storbritannien, den 10 december 2006 kl. 00:38.

Händelsen har undersökts av MAIB i samarbete med SHK, där MAIB har haft den ledande rollen.

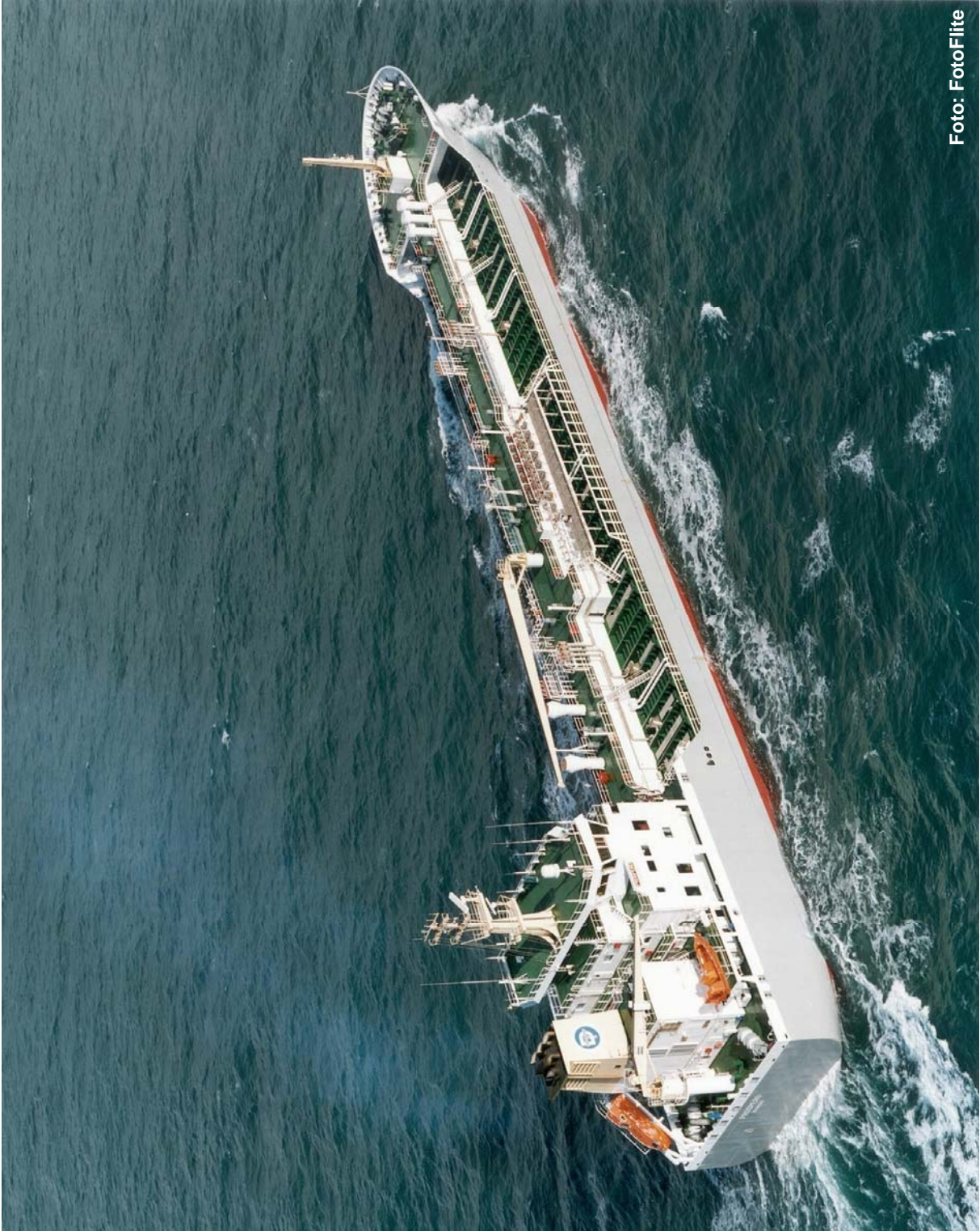


Foto: FotoFlite

Sammanfattning

Kl. 00:35 den 10 december 2006 närmade sig Prospero pir nr 2 i Semlogistics terminal, Milford Haven, då befälhavaren plötsligt och utan förvarning förlorade manöverförmågan över fartygets podpropulsorsystem. Detta gjorde att fartyget kom i kontakt med kajenanläggningen, vilket ledde till betydande skador på både kaj och fartyg, innan manöverförmågan kunde återvinnas.

Vid tiden för olyckan närmade sig Prospero slutet av en överfart från Dublin. Befälhavaren och en lots befann sig på bryggan; inga bogserbåtar hade beställts. När fartyget närmade sig kajen, flyttade befälhavaren över manöverkontrollen från mittkonsolen till babordskonsolen som förberedelse för att förtöja fartyget med babords sida mot kajen.

När Prospero befann sig inom 100 m från kajen med en hastighet av 1,2 knop, rörde sig manöverspaken på egen hand till omkring 70 % av full effekt. Eftersom podenheten hade ställts in för att hålla fartygets akter klar från kajen, ökade Prospero mycket snabbt farten och hennes bog svängde babord hän. Befälhavaren försökte dra tillbaka manöverspaken till noll, men effekten låg kvar på 70 %, och Prosperos förstäv slog emot kajens betongbeläggning. Strax därefter slog bogens övre del mot stöttor till stålställningen för kajens oljelastningsarmar.

Trots att befälhavaren inte hade kontroll över podenhetens dragkraft, hade han fortfarande kontroll över dess riktning och svängde enheten för att flytta fartygets för mot styrbord och slog på bogpropellern för att knuffa ut fartygets bog från kajen. Denna åtgärd lade fartyget parallellt med kajen men med driveffekten kvar på 70 %. Befälhavaren försökte återfå kontrollen genom att flytta tillbaka manöverkontrollen till mittkonsolen och välja tryckknappsalternativet för manövrering av driveffekten, men detta lyckades inte. Befälhavaren lät då fälla fartygets ankare och vred podenheten mot aktern för att minska fartygets fart framåt.

Kort därefter och utan någon uppenbar anledning återgick driveffekten till noll. Men medan befälhavaren fortfarande bedömde situationen, ökade dragkraften igen till 70 % och fartyget ökade farten bakåt mot kajen. Inte heller nu kunde befälhavaren återta kontrollen. Lotsen uppmanade personalen på kajen att lämna området, och strax därefter slog fartygets babordsläring kraftigt i den första av förtöjningsdykdalberna väster om kajen. Fartyget fortsatte sedan akteröver och kolliderade med den andra dykdalben, vilket ledde till betydande skador på både fartyget och förtöjningsdykdalberna.

Genom att flytta över podmanövreringen till maskinrummet och därefter tillbaka till bryggan kunde befälhavaren återvinna kontrollen över podenheten och stoppa fartyget till dess att bogserbåtar kom till assistans och Prospero flyttades till en närliggande kaj.

När det blev fel på Prosperos primära framdrivningsmanöversystem, blev inte befälhavaren uppmärksam på felet och upptäckte inte att systemet automatiskt hade kopplat över till ett backupmanöverläge. Vid sina därpå följande åtgärder kämpade han i viss utsträckning mot manöversystemet och kunde inte förhindra att fartyget två gånger kolliderade med kajen - en gång föröver och en gång akteröver.

När Prospero byggdes var framdrivningssystemet innovativt och rederiet hade utnyttjat en förlängd garanti. Dessa två faktorer ledde till att rederiet i hög grad var beroende av tillverkarna beträffande alla slag av produktsupport.

Konsekvenserna av att det inte fanns några egna underhållsrutiner, otillräckliga kunskaper om systemet både från fartygsbefälets sida och hos personalen i land samt bristfälligt SMS och undermålig systemdokumentation ombord adapterades till ett framdrivningssystem för vilket, när det introducerades, det inte fanns några systemanpassade tekniska standarder och ledde till att fartyget besatt en avsevärt försvagad återhämtningsförmåga mot defekter och nödsituationer.

Trots att tidigare olyckor och tillbud med Prospero och hennes systerfartyg, Bro Sincero, hade förebådat fel på manöversystemet som i vissa avseenden liknade det som inträffade vid denna olycka, hade dessa varningar inte uppfattats och inga förebyggande åtgärder som kunde mildra följderna hade vidtagits.

Prospero har råkat ut för två fel till på podmanöversystemet efter denna olycka och rederiet, tillverkarna och klassningssällskapet har var och en för sig och tillsammans inlett en serie åtgärder för att försöka förebygga ett upprepande; dessa framgår av Avdelning 4.

Inte desto mindre har rekommendationer framförts till fartygets redare, Don-sötank, om att:

- utbilda fartygets däcks- och tekniska personal i hur SSP-systemet ska handhas och underhållas,
- upprätta en service- och underhållsplan för sina SSP-utrustade fartyg,
- förbättra dokumentationen ombord,
- och, i samarbete med tillverkarna och klassningssällskapet, upprätta en feleffektanalys och i efterhand utvärdera Prosperos SSP-system mot de aktuella kriterier som gäller för fartyg med podpropulsorer.

Siemens AG Marine Solutions, som sedan många år ingår i Siemens-Schottel-konsortiet, har samarbetat i utredningen, medan Schottel GmbH & Co. KG avböjt att göra detta. Utredarna har därför inte helt kunnat lösa vissa av de identifierade tekniska frågeställningarna och kan därför inte uttala sig om säkerhetsaspekten när det gäller SSP-systemets Schottel-komponenter.

Den 26 oktober 2007 lämnade Siemens besked till MAIB om att Siemens-Schottel-konsortiet (SCS) inte längre var verksamt och att de två företagen utredde andra möjligheter till ömsesidigt samarbete med Siemens som ensam ansvarig huvudaktör.

1 FAKTAREDOVISNING

1.1 Beskrivning av Prospero och olyckan

Uppgifter om fartyget

Registrerad redare & tekniskt ansvariga	Rederi AB Donsötank, Donsö, Sverige
Registreringshamn & flaggstat	Donsö, Sverige
Typ	Kem-/produkttanker (IMO typ2 – 20 200 m3)
Byggd	2000, Shanghai, Kina
Klassningssällskap	Det Norske Veritas
Design	Stål, isklass 1B, dubbelt skrov, ett däck
Löa	145,7 meter
Bruttotonnage & dödvikt	GT 11793T, DWT 16800T
Maskineffekt och typ	Fyra dieselgeneratorsystem (totalt 5290kW) för drift i kraftstationsform försörjer ett diesel/elektriskt framdrivningssystem
Framdrivningssystem	Cyklokonvertermatad synkronmotor installerad som en enda dragande poddrivenhet roterbar 360 grader. Typ SSP 7 – 5100 kW vid 120 rpm
Servicefart	14,5 knop
Övriga relevanta uppgifter	1 x 620kW elektrisk bogthruster

Uppgifter om olyckan

Tid och datum	Kl. 00:38 söndagen den 10 december 2006
Plats för tillbudet	Pir nr 2, SemLogistics:s terminal, Milford Haven, Storbritannien
Antal personer ombord	14
Personskador/dödsfall	Inga
Skador/Utsläpp	Väsentliga skador på både fartyg och kaj, inga utsläpp.

1.2 Bakgrundsinformation – rederi, operatörer och fartyg

1.2.1 Rederi och operatörer

Prospero ägs av Donsö Shipping KB och drivs av Rederi AB Donsötank (i praktiken samma företag i och för denna utredning och benämns i hela denna rapport "Donsötank"). Företaget är registrerat 1953 och har för närvarande totalt omkring 120 anställda. Majoritetsägarna i Donsötank är fyra familjer varav de flesta härstammar från ön Donsö i Göteborgs skärgård. Donsötank har sex moderna fartyg, fyra tankfartyg och två för styckegods. Tre av tankfartygen är systerfartyg och drivs av Siemens-Schottel framdrivningssystem (SSP).

Familjerna har en lång tradition av att äga och driva fartyg. Flera medlemmar av grundarfamiljerna är sjökaptener och sjöingenjörer. De spelar fortfarande en betydande roll i ledningen av bolaget och följer fortfarande då och då med sina fartyg på en och annan resa. Rederi AB Donsötank har det tekniska ansvaret och administrerar personalen på Prospero, medan Broström Tankers AB är kommersiell operatör av Prospero och de andra tankfartygen i Donsötankflottan¹.

Donsötank var kund hos Siemens-Schottel konsortiet (SSC) som levererade Siemens-Schottel propulsor- (SSP) system; det fanns ingen annan affärsrelation mellan dessa båda företag.

1.2.2 Fartyget – Prospero

Prospero gick i första hand i trafik runt Nordeuropas kust inklusive Östersjön under vinterhalvåret och hon besökte regelbundet brittiska hamnar. Hon transporterade huvudsakligen rena petroleumprodukter och gick i regel inte med kemikalier.

Prospero var det ena i en klass av tre systerfartyg² utrustade med det nyutvecklade SSP-systemet som förenar funktionerna för framdrivning, styrning och akterthruster i en enhet. Prospero var ett exempel på "kraftstationskonceptet". Fyra dieselgeneratorer producerade fartygets hela energibehov som sedan fördelades och användes efter behov. Den elkraft som behövdes för framdrivning, lasthantering etc. var alltså integrerad i ett system. Kraftelektroniska system liknande dem som användes till SSP (men oberoende av dessa) användes för att driva och styra lastpumparna. Prospero inrymde flera mycket väsentliga innovationer och hon var det första av Donsötanks diesel-elektriska fartyg i drift, det första av Donsötanks fartyg med podpropulsor och det första fartyget som utrustades med det nyutvecklade SSP-systemet.

Prospero var också det första fartyget med podpropulsor som byggdes av Shanghai Edwards-varvet i Folkrepubliken Kina. De tre systerfartygen byggdes enligt separata kontrakt; de är mycket snarlika, men SSP-systemen skiljer sig något åt mellan de tre fartygen på grund av kontinuerlig produktutveckling.

Hela undervattensdelen av Prosperos SSP-enhet byttes ut i december 2002 som följd av kommersiella hänsynstaganden som uppkom efter provtur för godkännande av fartyget.

¹ Se <http://www.donsotank.se/> och <http://www.brostrom.se/Page89.aspx>

² Prospero (2001), Bro Sincero (2002) och Evinco (2005). Alla är svenskflaggade och DNV-klassade.

Prospero hade ett utmärkt hamnstatskontroll- (PSC) protokoll³, enligt vilket de tidigare företagna sex inspektionerna (vilka omfattade fartygets hela historia) före denna olycka endast lett till notering av en smärre brist. Hon var mycket ren, välmålad och gav ett utmärkt första intryck.

1.3 Väder

Vädret vid tidpunkten för olyckan var vackert och klart; det var mörkt.

Vind: västlig, Beaufort-styrka 2, lätt sjögång.

Tidvatten: 260°, 1,2 knop.

1.4 Föregående händelser – tidigare fel på podmanöversystemet

Vid tiden för olyckan i Milford Haven hade Det Norske Veritas (DNV) belagt Prospero med ett "klassvillkor" på grund av ett tidigare problem med SSP-systemet.

Det uppstod ett fel på podmanöversystemet den 19 september 2006, då Prospero var under gång i Finska viken; besättningen förlorade kontrollen av styrförmågan och ett larm hade utlöst. Besättningen rapporterade händelsen, och servicetekniker för SSP kom ombord tillsammans med en DNV-inspektör.

Den felaktiga enheten (gaussändaren⁴) skickades iland för reparation, men på grund av brist på tillgängliga reservdelar var man tvungen att utföra provisoriska reparationer för att fartyget skulle kunna fortsätta sina resor. Genom att använda befintliga backupsystem och vidta tillfälliga modifieringar på manöverspakarna på bryggan kunde serviceteknikerna justera manöversystemet för SSP. Resultatet blev en fungerande men mindre flexibel podenhet. Podenhets rotation begränsades till 180° åt babord eller styrbord från centerlinjen; det gick inte att kontinuerligt rotera podenheten 360°, men driveffekt/fart påverkades inte. En provtur genomfördes och efter inspektörernas godkännande (se bilaga A) kunde Prospero fortsätta sina resor i avvaktan på slutgiltiga reparationer.

1.5 Olyckan⁵

Prosperos överfart från Dublin till Milford Haven hade försiggått utan missöden: maskinrummet hade fungerat enligt driftsläget "obemannat maskinrum" (UMS), och framdrivningssystemet manövrerades från bryggan utan problem. Maskinchefen stod standby och kontrollerna före ankomst genomfördes utan anmärkning.

Klockan 23:29 den 9 december 2006 tog Prospero lots utanför Milford Haven för gång in till pir nr 2 i SemLogistics terminal, där hon skulle lasta petroleumprodukter åt oljebolaget Chevron. Det var mörkt och belysningen på bryggan, inklusive belysningen av manöverpanelerna och larmsystemet, hade dämpats till en mycket låg nivå.

³ Se <http://www.parismou.org>

⁴ En högfrekvent radiolänk som användes för att sända manöversignaler till och från podenhets roterande del och på så sätt få podenheten att rotera genom ett obegränsat antal varv.

⁵ Fotnot infogad av Statens haverikommission (SHK) i dess egenskap av medförfattare till denna rapport: Föreliggande redogörelse har avfattats med stöd av den skriftliga bevisning som varit tillgänglig för utredarna samt information på grundval av vittnesmål. Den utgör utredarnas bästa möjliga bedömning av händelseförloppet men bör ej i juridisk mening betraktas som en definitiv redogörelse av fakta.

När lotsen kommit ombord, diskuterade han planen över inseglingen till hamnen med befälhavaren; befälhavaren informerade i sin tur lotsen om fartyget och överlämnade ett Pilot Card. Inga bogserbåtar hade beställts inför förtöjningen.

Befälhavaren informerade inte lotsen om att fartygets SSP-enhet var underkastad ett "klassvillkor"; podenheten kunde inte roteras 360°, i motsats till vad som framgick av Pilot Card. Vidare hade befälhavaren också meddelat hamnmyndigheten att fartyget gick i ballast, trots att omkring 220 ton last från en tidigare resa fanns kvar ombord.

Inseglingen till Milton Havens hamn gick som planerat; befälhavaren skötte manövreringen av fartyget från mittkonsolen, medan lotsen lämnade råd och anvisningar. Vakthavande styrman (OOW) och överstyrman var kvar på bryggan till dess att fartyget närmade sig kaj och lämnade bryggan när besättningen kallades till sina standbystationer inför förtöjningen.

Maskinchefen hade vakten i kontrollrummet i maskin (ECR) under hela standbytiden inför ankomsten. Med enbart befälhavaren och lotsen på bryggan började så fartyget närma sig kajen. Befälhavaren flyttade då över till babords manöverkonsol som förberedelse för att börja förtöja fartyget med babords sida mot kajen. Lotsen flyttade sig över bryggan för att hjälpa befälhavaren och höll honom informerad om fartygets avstånd till en kranpråm som låg längs kajplats nr ett. Detta var särskilt viktigt, eftersom befälhavaren på grund av fartygets layout hade svårt att se fartygssidan (både föröver eller akteröver) från sin manöverplats.

Klockan 00:35 var Prospero ungefär 100 meter från kajplats nr 2 med en fart av 1,2 knop med mindre än 10 % SSP-effekt, när befälhavaren rörde manöverspaken för en lätt fartökning i syfte att förflytta fartyget vidare framåt. I detta läge föreföll manöverspaken plötsligt och utan förvarning att röra sig till omkring 70 % av full effekt, och med vridningsvinkel inställd för att flytta fartygets akter från kajen började Prospero att mycket snabbt öka farten och hennes bog började svänga åt babord mot kajen.

Befälhavaren försökte att dra tillbaka manöverspaken till noll, men effekten låg kvar på 70 %. Fartyget var nu så nära kajen att det slog i under gir mot babord. Prosperos förstäv slog hårt mot betongbeläggningen längst ut på kajen, innan bogens övre del kolliderade med stälställningarna för oljelastningsarmarna (se figur 1, 2, 3 och 4).



Fig 1. SemLogistics pir nr 2, Milford Haven



Fig 2. Skada på babords låring på Prospero från pirens hörn



Fig 3. Prosperos bog, bild på skada från pir och ställning

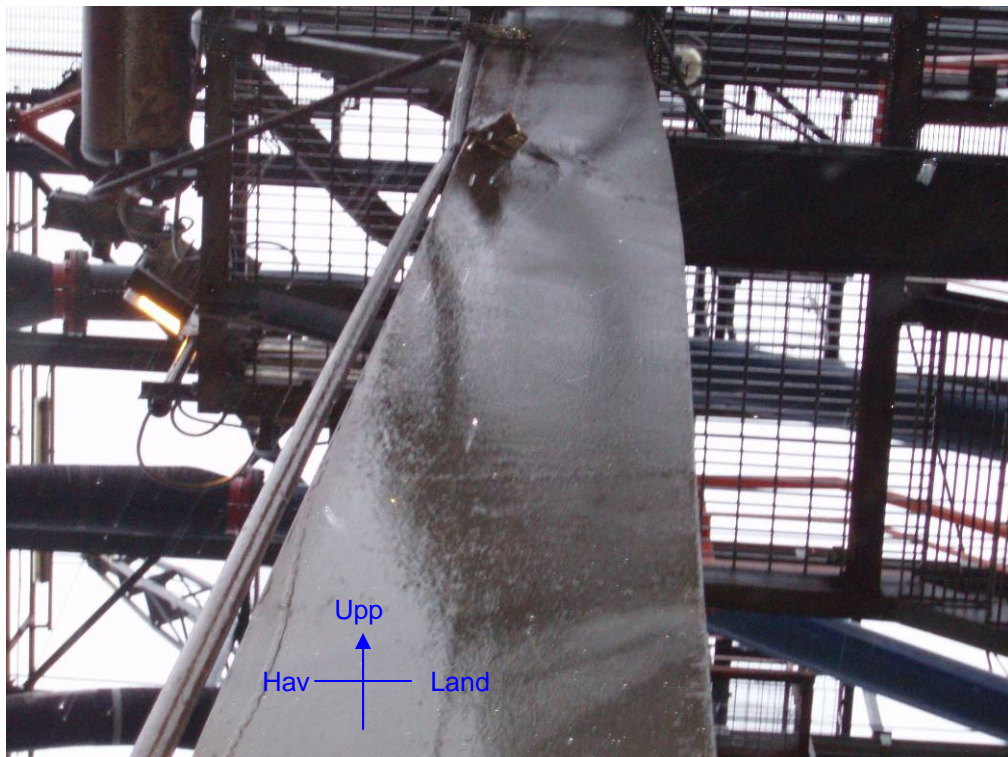


Fig 4. Skada på ställningens last arm från Prosperos bog

Befälhavaren insåg att han, trots att han inte kunde kontrollera driveffekten, fortfarande hade normal kontroll över vridningen av SSP. Han ändrade därför kraftens riktning för att flytta fartygets för åt styrbord och använde bogpropellern för att knuffa fartygets bog från kajen.

Befälhavaren lyckades att på så sätt flytta fartyget helt från kajen och få över bogen åt styrbord och placera fartyget parallellt med kajen. Prospero rörde sig emellertid fortfarande framåt.

I ett försök att återvinna fullständig kontroll över SSP flyttade befälhavaren tillbaka manövreringen till mittkonsolen och valde backupsystemet med tryckknappsmanövrering, men utan framgång. I det här läget fällde befälhavaren på lotsens inrådan ankaret och roterade SSP mot aktern för att minska fartygets ökande fart framåt. Detta var särskilt viktigt, eftersom det låg ett annat tankfartyg på kajplatsen framför och Prospero fortfarande inte var under kontroll.

Kort därefter sjönk effekten i systemet till noll, trots att befälhavaren inte kan minnas att han vidtog några manöveråtgärder. Men just som befälhavaren började värdera situationen och med rotationsriktningen fortfarande inställd mot fartygets akter, återgick effektinställningen till 70 % och fartyget började snabbt röra sig akteröver mot kajen.

Befälhavaren försökte än en gång minska effekten genom att dra tillbaka manöverspaken, men förgäves, och han försökte då att använda tryckknappsmanövreringen igen, också utan framgång. Fartyget rörde sig nu bakåt, om än med ett fällt ankare, men förblev utom kontroll. Lotsen varskodde personalen på kajen om situationen för att säkerställa att de skulle vara utom fara.

Strax efter detta andra, oavsiktliga, effektpåslaget kolliderade fartygets babordsläring kraftigt med den första av förtöjningsdykdalberna väster om kajen. Hon fortsatte sedan att röra sig akteröver och kolliderade också med den andra dykdalben, vilket ledde till betydande skador på både fartyg och förtöjningsdykdalberna (se figur 5a, 5b och 6).

Efter den andra kollisionen ringde befälhavaren till kontrollrummet (ECR) och talade med maskinchefen. De kom överens om att försöka återvinna SSP-kontrollen genom att flytta över manöverplatsen från bryggan till ECR och sedan omedelbart tillbaka igen till bryggan, i ett försök att återställa manöver-systemet för SSP. Detta lyckades och befälhavaren kunde sedan använda de normala manöverspakarna för att slå av SSP och stabilisera situationen, medan han väntade på de bogserbåtar som skulle hjälpa till att flytta fartyget till en lämplig säker kaj. Två bogserbåtar kopplades, innan denna förflyttning påbörjades. Trots de tidigare manöverproblemen användes podenheten under denna förflyttning och fungerade hela tiden normalt.



Fig 5a. Skada på Prosperos akter från pirens dykdalber, akterifrån

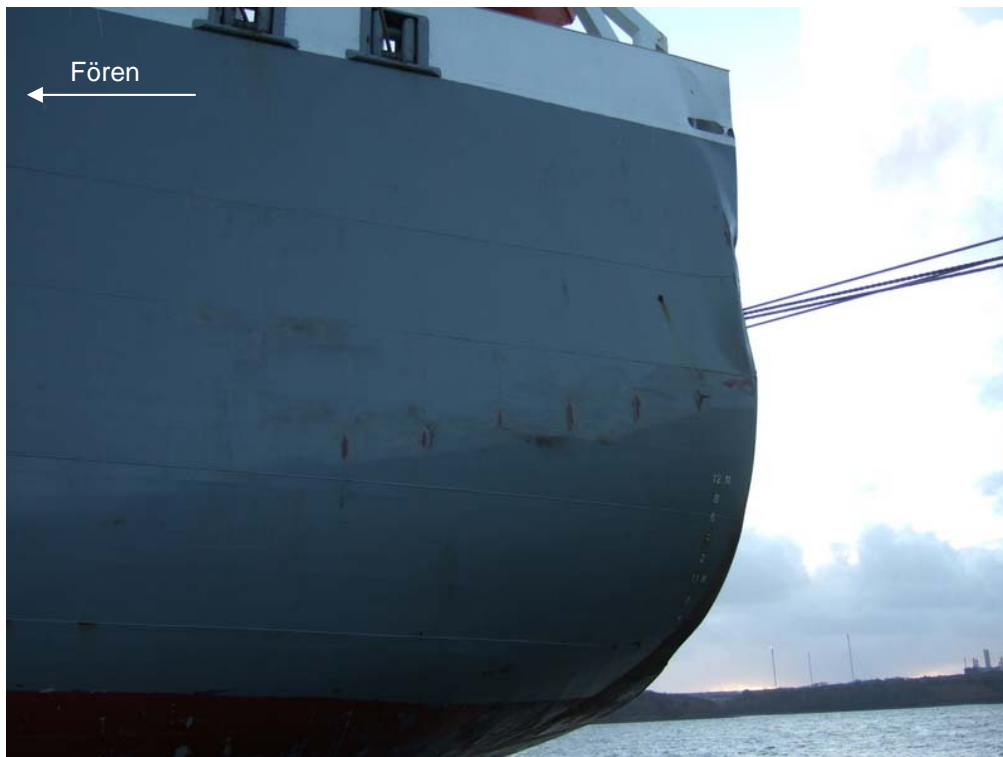


Fig 5b. Skada på Prosperos akter från pirens dykdalber, från babord

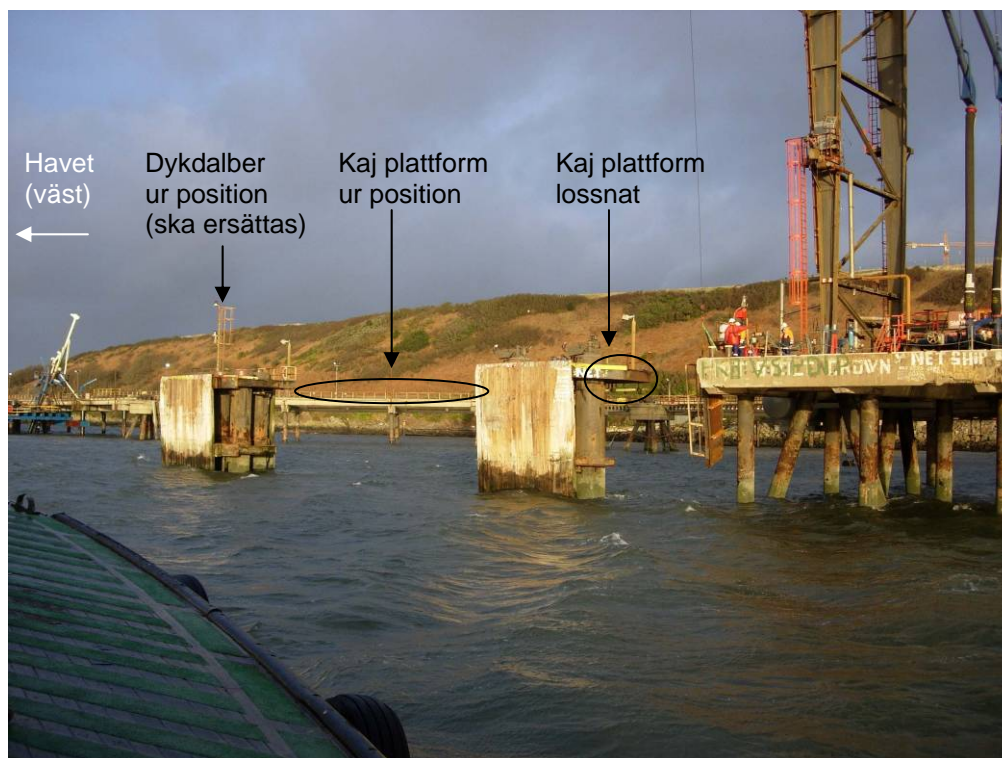


Fig 6. Skada på pirens dykdalber. Den ena kaj plattformen är ur position men fortfarande på plats, den andra har lossnat och sjunkit

1.6 Vidtagna åtgärder och händelser omedelbart efter olyckan

1.6.1 Kvarbliven last från tidigare resa eller destination

Tvåhundraåtta ton fotogen fanns kvar på Prospero vid tiden för olyckan, en last som hade blivit kvar från en tidigare resa. Till en början kände varken hamnmyndigheten eller fartygets redare/operatörer till denna last, även om fartygets personal, kommersiella operatörer och befraktare kände till att den fanns ombord, och befälhavaren och lotsen hade haft en diskussion om den kvarblivna lasten under lotsningen.

Förekomsten av lasten försenade Prosperos avgång från Milford Haven eftersom hon anmodades att lossa den till tankar i land, innan hon fick avgå till reparationsvarvet.

1.6.2 Redare/Operatör

Befälhavaren utlöste Donsötanks alarmeringsplan genom att ringa person med tilldelat ansvar på land (DPA). Beredskapsteamet på land samlades omedelbart på kontoret på Donsö och tog kontakt med samtliga intressenter.

Beredskapsteamet beslöt att Donsötanks tekniska ledning inte skulle åka till fartyget i Milford Haven utan vara kvar på kontoret för att samordna insatserna och ordna med reparationer; DPA reste därefter till Milford Haven för att inleda en internutredning.

1.6.3 Hamnförvaltningen i Milford Haven

Trafiken inom Milford Havens hamn avbröts tillfälligt medan tillbudet pågick. Företrädare för hamnförvaltningen i Milford Haven (MHPA) gick ombord i Prospero för att göra en utvärdering av tillbudet.

1.6.4 *SemLogistics och Chevron*

SemLogistics alarmeringsplan aktiverades. Företrädare för både SemLogistics och Chevron besökte olycksplatsen, varefter SemLogistics pir nr 2 förklarades oanvändbar och stängdes för reparation.

Kajen hade ursprungligen byggts för fartyg upp till 165.000 DWT men på grund av omfattningen av de skador som orsakats av kollisionen blev det nödvändigt att lägga en långsiktig restriktion för denna kajplats och begränsa förtöjningskapaciteten till 100.000 DWT.

1.6.5 *Klassningssällskapet*

En inspektör från Det Norske Veritas (DNV) gick ombord i fartyget. En noggrann inspektion av skrovskadan gjordes och de följande provisoriska reparationerna övervakades. Inspektören hade ingen erfarenhet av besiktning av podpropulsorer och begärde ingen provning av framdrivningssystemet och inte heller att någon provtur skulle utföras.

Prospero avgick från Milford Haven sedan ett "klassvillkor" och tre "klassmemon" påförts hennes protokoll på grund av olyckan i Milford Haven. Dessa memon täckte både podsystemet och skrovskadan.

De "klassmemon" som utfärdades beträffande SSP-systemet angav:

"Manöverplatsen på bryggvingen för fartygets huvudsakliga podframdrivnings-enhet får ej användas förrän manöversystemet provats på ett tillfredsställande sätt av tillverkarens representanter och felorsaken kartlagts på ett tillfredsställande sätt."

1.6.6 *Hamnstatskontroll – The Maritime and Coastguard Agency*

Två MCA-inspektörer varav en var hamnstats- (PSC) inspektör kom ombord och gjorde en översiktlig inspektion av Prospero och en noggrann undersökning av skadorna och de provisoriska reparationerna. Vid deras inspektion upptäcktes två brister⁶ utöver de som direkt härrörde från olyckan. Ingen av MCA-representanterna hade erfarenhet av podpropulsorer. De krävde inte att fullständiga provturer skulle genomföras, innan Prospero tilläts avgå till reparationshamnen.

1.6.7 *Siemens-Schottel-konsortiet*

Donsötank begärde att en serviceingenjör skulle komma ombord i Milford Haven. SSC meddelade emellertid att det inte fanns någon tillgänglig och man ordnade så att en serviceingenjör skulle komma ombord i reparationshamnen.

1.7 **Provningar av SSP och resan till reparationsvarvet i Fredricia**

Begränsade funktionsprovningar av SSP-systemet utfördes medan fartyget låg kvar i Milford Haven. Det gick inte att genomföra provningar i full omfattning på grund av kajplatsrestriktioner. De fel som uppenbarligen orsakat olyckan kunde inte återskapas under dessa provningar, och podenheten fungerade hela tiden normalt.

Efter genomförande av provisoriska reparationer på skrovet kom man överens om att Prospero, endast ballastad, skulle få göra en resa direkt till ett utsett reparationsvarv i Fredericia i Danmark.

⁶ PSC-databasen registrerade bristerna som: *brandsäkerhetsåtgärder, manövermöjligheter (öppning, pumpar) maskineriutrymmen.*

Efter vissa förhandlingar kunde den kvarvarande lasten ombord slutligen lossas iland och fartyget var klart att avgå. MHPA gav Prospero tillstånd att avgå, dock med hjälp av bogserbåtar som skulle vara kopplade till fartyget till dess det lämnat Milford Havens hamn.

Den planerade ruten förde Prospero runt Land's End och via Engelska kanalen och Doversundet till Danmark. Prospero avgick den 12 december 2006, men vädret hade försämrats till den grad att det inte gick att lämna av lotsen från Milford Haven efter att fartyget lämnat hamnen. Lotsen fick därför följa med mot Falmouth i Cornwall, där Prospero gick in mot land och lämnade av lotsen till en mötande båt som förde honom iland.

Därefter fortsatte resan som planerat utan vidare problem. Prospero anlände till Fredericia den 16 december 2006.

1.8 Reparationerna i Fredericia

1.8.1 Stålarbeten

Alla stålarbetsreparationer på skrovet genomfördes till DNV:s belåtenhet och motsvarande 'klassvillkor/klassmemon' avskrevs.

1.8.2 SSP:s manöversystem

Tekniker från Siemens utförde åtgärder på Prospero vid en särskild utryckning, eftersom det inte fanns något avtal om rutinmässigt underhåll eller "hälsokontroller" av systemet. De kontrollerade samtliga på bryggan belägna kablar till det fjärrstyrda manöversystemet och manöverreglagen (även kallat "det elektriska axelsystemet") Av teknikerns rapport framgick att en lös ledning hade hittats i anslutningarna till manöverspaken på manöverplatsen på styrbords bryggvinge. Denna ledning matade den elektriska axelns linjemotor för denna manöverspak. Flera andra anslutningar befanns vara lösa.

Siemens rapport angav: *Samtliga dessa kablar är externa och ingick inte i Siemens leverans [sic].* Denna kabling har levererats och installerats av varvet.

En fullständig systemprovning med påslagen full effekt genomfördes utan några synbara problem. Provningsen omfattade överföring av manövreringen inne på bryggan och manövrering från samtliga manöverplatser på bryggan. Backupsystemets manöverknappar provades också med tillfredsställande resultat.

Siemens ingenjörer monterade också ytterligare en data-/signal inspelningsutrustning på bryggan för att registrera utförda manöversignaler till systemet i syfte att underlätta eventuella framtida utredningar.

I Milford Haven utfärdade "klassmemon" avseende SSP-systemet ströks den 21 december 2006. DNV angav:

Podmanöverreglagen på bryggvingen kontrollerades noggrant av två serviceingenjörer från Siemens. Hela systemet befanns vara i sin ordning och ingen orsak till den eventuella felfunktionen kunde upptäckas.

1.8.3 Gaussignalsändaren

Gaussignalsändaren hade varit i land för reparation sedan september 2006. Den återbördades till Prospero under reparationsperioden och sattes åter på plats av SSP-ingenjören. Sändaren var emellertid fortfarande felaktig, varför

den åter togs i land för ytterligare reparation och den provisoriska lösningen återinfördes (se figur 7a och 7b).

1.8.4 *Donsötanks internutredning*

Donsötank slutförde sin internutredning den 21 december 2006. Utredningen fann att: det inte fanns några underhållsrutiner för kontroll av att kablarna i SSP-systemet var ordentligt anslutna; det fanns inga underhållsrutiner för manöverspakarna; befälhavaren var omedveten om att det blivit fel på manöversystemet till SSP (larmlamporna var alltför nedtonade) och att reservstyrningssystemet (knappar) hade aktiverats. Detta berodde på otillräckliga testrutiner och bristande omborddokumentation. Korrigerande åtgärder identifierades och fastställdes: underhållsrutiner och förbättringar enligt ISM skulle vara genomförda i december 2006, utbildning och övningar skulle slutföras före utgången av januari 2007.

Prospero var off-hire i tio dagar som följd av olyckan.

1.9 **Personal och bemanning**

1.9.1 *Befälhavaren*

Befälhavaren, en svensk medborgare, innehade sjökaptensexamen med behörighet STCW II/2 obegränsad), vilken han avlade 1970. Han befordrades till befälhavare 1974 och tillbringade senare 15 år som lots i Sverige, innan han återvände till sjöss 1995 som befälhavare på tankfartyg av liknande storlek som Prospero.

Befälhavaren anställdes av Donsötank 2004 och började arbeta på Prospero i september 2006. Detta var första gången han tjänstgjorde på ett SSP-utrustat fartyg. Innan han tog över befälet, fick han en vecka på sig för att bekanta sig med systemet genom att arbeta tillsammans med den befälhavare som han skulle avlösa; under denna tid anlöpte fartyget tre hamnar. Han hade inte fått någon annan specialistutbildning för fartyg utrustade med podpropulsorer. Befälhavaren hade kommit ombord vid ungefär samma tidpunkt som gauss-sändaren togs bort för reparation; han var emellertid generellt mycket nöjd med Prosperos manöverduglighet och han tyckte att fartyget var lättmanövrerat.

Befälhavaren arbetade efter ett rullande schema med en månad ombord och en månad iland och befann sig på sin andra period ombord efter att ha återupptagit sin tjänst på Prospero den 30 november 2006. Befälhavaren var förtrogen med hamnen i Milford Haven, eftersom han hade besökt den tidigare på ett antal olika fartyg.

Vid tiden för olyckan hade befälhavaren vilat tio timmar under de gångna 24 timmarna.

1.9.2 *Lotsen*

Lotsen innehade sjökaptensexamen med behörighet (STCW II/2 obegränsad) som han avlagt 1987. Han befordrades till befälhavare 1988 och blev lots i Milford Haven 1992; han fick behörighet som förstaklass lots 2000.

Han hade tjänstgjort som lots på Prospero och liknande systerfartyg vid fler än tio tidigare tillfällen och ansåg att fartyget var synnerligen manöverdugligt.

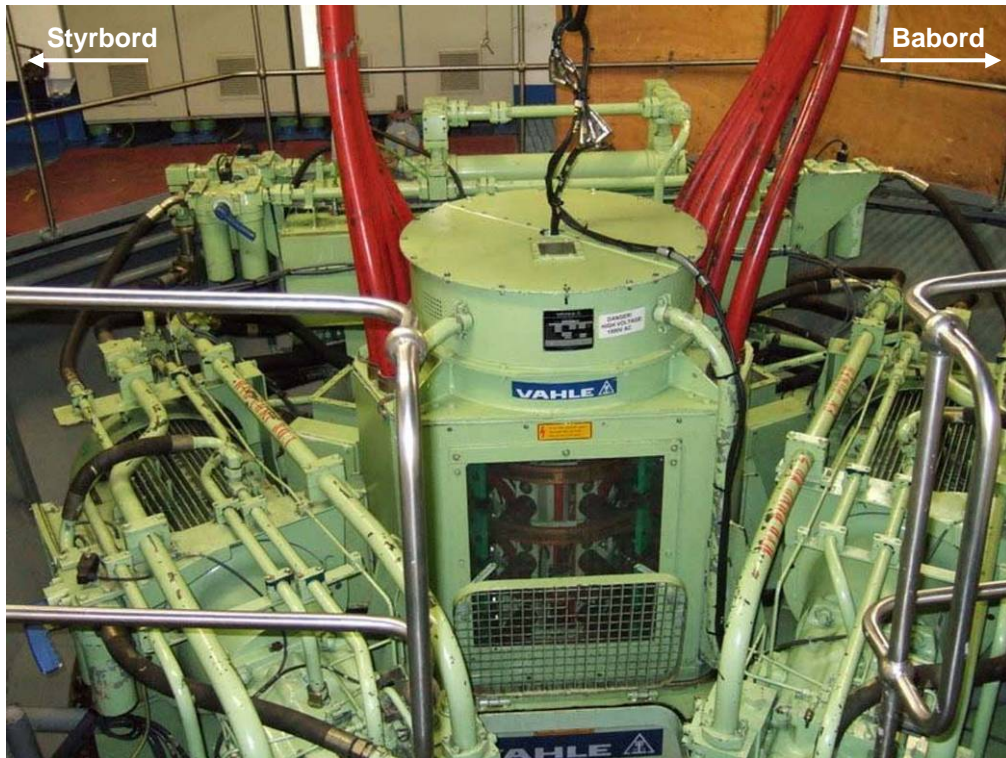


Fig 7a. Podrummet med bild på det provisoriska gaussändararrangemanget



Fig 7b. Närbild på det provisoriska gaussändararrangemanget

Han hade emellertid aldrig skött manövreringen av fartyget, eftersom de olika befälhavarna alltid valt att göra detta. Han hade också tjänstgjort som lots åt Prosperos befälhavare, när denne var kapten på andra fartyg som anlöpt hamnen. Lotsen hade inte fått någon specialistutbildning för fartyg utrustade med podpropulsorer.

Vid tiden för olyckan befann sig lotsen på sitt fjärde lotsningsuppdrag efter att ha inlett en 24 timmars tjänstgöringsperiod klockan 08:00 den 9 december. Han hade arbetat mellan 10:00 och 16:52 och hade därefter haft sex timmars paus, under vilken han kunde vila 3,5 timmar, innan han återgick till lotsstationen klockan 22:25 för att åka ut och borda Prospero. Lotsen hade haft två veckors ledighet innan han påbörjade den aktuella tjänstgöringsperioden.

1.9.3 *Däcksbefälet*

Vakthavande styrman vid fartygets ankomst till hamnen var andre styrman; när fartyget närmade sig förtöjningsplatsen, lämnade han emellertid bryggan och gick till sin avdelade tjänstgöringsstation för att förtöja fartyget.

Överstyrman var också på bryggan under infarten till hamnen men också han lämnade bryggan för att stå standby i området omkring manifolden, när fartyget närmade sig förtöjningsplatsen.

Detta var normal brygggrutin för standby på Prospero.

1.9.4 *Maskinbefälet*

Maskinchefen (med behörighet STCW III/2), en svensk medborgare, hade innehaft denna befattning i nio år. Han hade tjänstgjort i tre år hos Donsö-tank, varav mycket av tiden på tankfartyg. Han hade varit maskinchef på Prospero sedan januari 2006 och arbetade enligt ett schema med en månad ombord följt av en månads ledighet. Även om det inte var något krav för tjänstgöring på Prospero så hade maskinchefen därtill elektroteknisk utbildning som han skaffat sig genom självstudier.

I likhet med företagets övriga maskinbefäl hade maskinchefen inte fått någon specialistutbildning i SSP-systemet; han hade lärt sig genom erfarenheter ombord. Dessa erfarenheter hade vunnits genom en kombination av kunskapsinhämtning i samband med att han tagit över från sina företrädare, "titta och lära" när tillverkarens serviceingenjörer varit ombord för service, och information i samband med begäran om servicesupport.

1.9.5 *Bemanningsförhållandena*

Prospero översteg minimikraven för sitt certifikat för säker bemanning enligt svenska sjöfartsverkets⁷ (SMA) bestämmelser. Kravet var att besättningen skulle uppgå till minst 10 man; det fanns emellertid 13 besättningsmän ombord, samt en däckselev.

Däcksavdelningen bestod av en befälhavare, överstyrman, två andrestyrmän, en båtsman och två matrosar. Den tekniska avdelningen bestod av maskinchef, förste och andre maskinist samt en motorman. Det fanns också två köks- och serveringspersonal.

Det fanns inget bestämt krav om att någon i besättningen skulle ha formell specialistutbildning i podpropulsorsystem och inte heller att något befäl med elektroteknisk utbildning skulle ingå i besättningen.

⁷ Se http://www.sjofartsverket.se/default_603.aspx

De övervägande svenska befälen var anställda hos Donsötank; den filippinska besättningen var inhyrd via ett bemanningsföretag.

1.10 Redare/operatörer hos Donsötank

1.10.1 Person med tilldelat ansvar iland

Den utsedda personen iland (DPA) för Donsötankflottan var behörig sjökaptän; han hade arbetat ombord på rederiets fartyg i olika befattningar, inklusive som befälhavare ombord på de SSP-utrustade tankfartygen. Han hade inte fått någon formell utbildning i SSP-systemet.

1.10.2 Tekniskt ledningsteam

Det tekniska ledningsteamet hos Donsötank utgjordes av två behöriga maskinbefäl som båda hade tjänstgjort ombord i Donsös tankerflotta, även om ingen av dem var elektroingenjör. De hade följt bygget av Prospero och tjänstgjort ombord på fartyget under leveransresan från Kina till Sverige men hade inte fått någon formell utbildning/träning på SSP-systemet.

1.11 Specialistutbildning i ny teknik

1.11.1 Utbildning i ny teknik – enligt IMO

”Införandet av ny teknik ombord på handelsfartyg ger möjlighet till ökad effektivitet och förbättrad funktion vid vaktjänst och förbättrar säkerheten i driften. Med ny teknik följer emellertid ett behov av utbildning för att fysiskt kunna hantera de nya systemen liksom erforderlig utbildning för att besättningen ska kunna fatta bättre beslut”⁸.

1.11.2 Specialistutbildning hos Donsötank

De två befälhavare och de två överstyrmän som ursprungligen placerats för tjänstgöring på Prospero fick specialistutbildning för fartyg utrustade med podsystem i manöversimulatorn i Göteborg; denna utbildning anordnades av Donsötank och var inte något som tillhandahölls eller rekommenderats av SSC. Dessa befäl fann att det gick snabbt att lära sig grunderna i handhavandet av fartyg med podpropulsorer; även om manöverspaken var densamma som den som monterats på Prospero, så var simulatorn emellertid inte typspecifik för SSP.

Maskinbefälet fick ingen formell extern utbildning. De första maskinbefälen (inklusive den tekniska ledningen) fick det mesta av sina kunskaper från de garantiingenjörer från SSP som övervakade installationen, driftsättningen och under leveransresan. Donsötanks maskinbefäl och tekniska avdelning lärde sig ”under arbetets gång”.

Donsötank syftade till att upprätthålla kunskaper och erfarenheter genom att säkerställa att de fick behålla sina besättningar; de nöjde sig med att detta tillvägagångssätt hade varit framgångsrikt, och därför hade inga av deras nyanställda fått någon ytterligare formell extern utbildning på SSP-systemet eller podpropulsorer i allmänhet. Alla befälhavare och befäl skaffade sig kunskaper ”under arbetets gång”; en process under vilken man fick lära sig allt på en gång från sina företrädare i samband med normal överlämning.

⁸ IMO MSC/Circ.1091 2003 *Sakfrågor som bör övervägas vid införandet av ny teknik på fartyg.*

1.12 Flaggstat – Det svenska sjöfartsverket (SMA)

Den nationella myndighet som var ansvarig för Prospero var SMA. Olyckan rapporterades till dem av Donsötank. Inga inspektörer från SMA kom till Milford Haven med anledning av olyckan, eftersom olyckan vid den tidpunkten endast sågs som en kraftig kajstuds och de hade inga särskilda farhågor när det gällde SSP-systemet.

I likhet med många andra stater (inklusive Storbritannien) har SMA delegerat vissa inspektioner för föreskrivna certifikat till klassningssällskap. SMA har avtal med fem klassningssällskap (inklusive DNV) som bemyndigats att utfärda konstruktionssäkerhetscertifikat. SMA har behållit ansvaret för att utfärda utrustningssäkerhets- och ISM-certifikat.

Eftersom SSP-systemet inte behandlades som en ny framdrivningsanordning, innehöll SMA-dokumentationen för Prospero mycket litet information om detta system. SMA-dokumentationen för ISM-inspektionerna för både fartyg och besättning innehöll inget särskilt omnämnande av frågor som hade att göra med den nya framdrivningsanordningen eller handhavandet av därmed sammanhängande säkerhetskritisk utrustning.

1.13 Tillverkning och installation av framdrivningssystemet

1.13.1 *Designers och tillverkare – Siemens-Schottel-konsortiet*

Konstruktion och tillverkning av SSP-systemet hade utförts av ett konsortium bestående av Schottel GmbH och Co. KG och Siemens AG, Marine Solutions. Det har framgått att i grova drag var uppdelningen sådan att Siemens tog hand om kraftelektronik och framdrivningsmotorutrustning, medan Schottel ansvarade för de mer mekaniska aspekterna på det podarrangemang som användes för att montera SSP-systemet på fartyget, samt att vrida det. Ansvarsfördelningen var emellertid inte helt entydig, vare sig för utredarna eller för en del av Donsötanks personal.

I likhet med många komplexa system stod ett antal underleverantörer för specialkomponenter och expertis; det hydrauliska styrsystemet levererades till exempel av Hägglunds Drives AB och delar till manöversystemet av Stork Kwant BV. Av dokumentation framgår att de SSP-ingenjörer som utfört arbetet på Prospero har varit tvungna att sedan kalla in ingenjörer för olika slag av specialservice från båda dessa företag.

Utredarna kontaktade de avdelningar hos Siemens och Schottel som hade hand om SSP-systemet för att diskutera omständigheterna kring olyckan; alla frågor som ställdes till Schottel vidarebefordrades emellertid av dem till Siemens. Schottel uppgav att Siemens var det företag som ledde konsortiet och att det därför var Siemens som var talesman för konsortiet.

När utredarna deltog i ett möte med SSC på Siemens Hamburgkontor, skulle representanter för Schottel komma, men de ställde in sin närvaro med kort varsel. Trots flera framställningar hördes Schottel aldrig mer av under utredningen.

1.13.2 Konstruktionsvarv och installatörer

Kontraktet för framdrivningssystemet hade upprättats via SSC:s Norgedivision med skeppsvarvet, Edward Shipbuilding Co. Ltd, Shanghai, Folkrepubliken Kina. Detta företag är ett kinesiskt-tyskt samriskföretag i China Shipbuilding Group Corporation (CSGC).

SSP-systemet tillverkades i Tyskland och monterades sedan ihop i sin helhet och provkördes innan det skeppades till Kina och installerades av varvet. Teknisk personal från både SSC och Donsötank var närvarande under hela driftsättningen och provtureerna.

1.14 Framdrivningssystemet

1.14.1 Översikt

Podframdrivning skiljer sig från andra typer av mer traditionell framdrivning, en definition lyder: *framdrivnings- eller manöveranordning monterad utanför fartygets normala skrovform och som inrymmer en propeller som ger drivkraft*⁹.

En allmän översikt av Prosperos framdrivningssystem framgår av fotografiet av varvets modell (se figur 8).

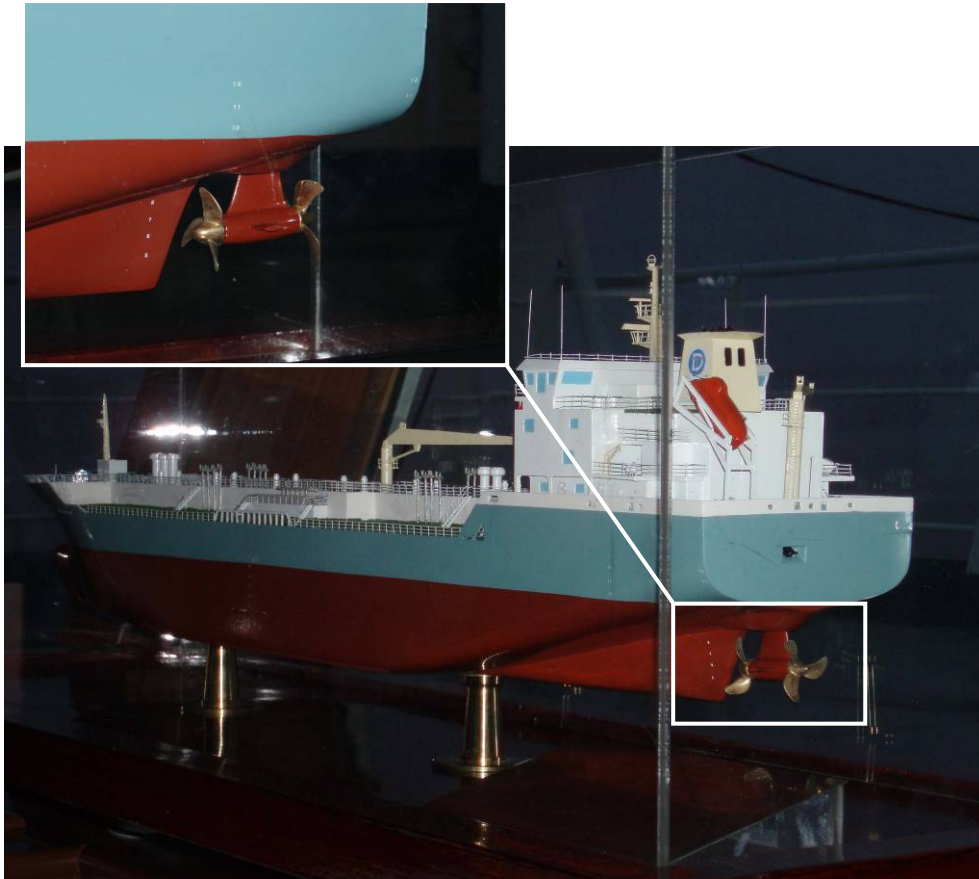


Fig 8. Varvets modell av Prospero

Alltsedan systemets tillkomst och utveckling i Finland i slutet av 1980- och början av 1990-talet har fördelarna med att använda eldrivna vridbara podpropulsorer istället för konventionella akterarrangemang blivit mycket attraktiva för såväl redare som skeppsvarv.

⁹ LR Rules and Regulations for the Classification of ships 2006 pt 5, Ch 23, S1.1.2

Tidiga versioner monterades vanligen på fartyg där man redan använt diesel-elektriska framdrivningssystem, och de problem som därvid uppkom är väl kända¹⁰. Dessa kunde kanske inte ha undvikits på grund av den snabba utvecklingen av denna ganska revolutionerande teknik.

Prosperos SSP-system bestod av en cyklokonverter som försörjde en ständigt matad synkronmotor (PSM) via släpningar. Denna PSM var ovanlig, eftersom den använde permanenta magneter istället för konventionella elektriska matningsarrangemang. Detta gjorde att podmotorers storlek och vikt kunde minskas. Tillverkarna hävdade att anordningen gav en förbättrad hydrodynamisk verkningsgrad på grund av kombinationen av två propellrar (monterade i vardera änden av en gemensam PSM-axel) och det kompakta podmotorhöljet. Minskad elförbrukning angavs också, eftersom det inte fanns något elektriskt matningssystem och PSM kylades direkt av det omgivande havsvattnet istället för genom extern luftkylning.

För att erhålla den redundans som krävdes för en enstaka podinstallation placerades de fyra huvudgeneratorerna separat, två i varje maskinrum. Det centrala kopplingskåpet kunde elektriskt indelas i två skilda system. Det centrala kopplingskåpet försörjde två separata cyklokonverter- och transformatoranläggningsrum. PSM bestod av två av varandra oberoende elsystem monterade på en gemensam axel, varigenom man fick en motorfunktion i reserv.

Ytterligare uppgifter om framdrivningssystemet återfinns på Donsötanks- och SSP:s webbsidor¹¹ och i SSP:s försäljningsbroschyr som utgör bilaga B.

1.14.2 *Donsötanks systemval*

Donsötank valde SSP-systemet, eftersom de tilltalades av SSC:s uppgifter om högre prestanda och bättre driftsekonomi, varom uppgifter återfinns i bilaga B.

1.15 **Framdrivningsmanöversystemet**

1.15.1 *Översikt – framdrivningsmanöversystemet*

Framdrivningsmanöversystemet (PCS) reglerade podenhetens driftslägen och skyddade den också genom att begränsa dess acceleration och retardation enligt av tillverkaren i systemet inprogrammerade parametrar. Avsikten med detta var att maximera podenhetens kapacitet samtidigt som podenheten (och fartyget) skyddades från skador av att podaggregatet opererades utanför sina konstruktionsmässiga begränsningar. Ett diagram med översikt av funktionsenheterna återfinns i bilaga C.

PCS samverkade också med effektstyrningssystemet för att säkerställa att effektbehovet från framdrivningssystemet anpassades till tillgängliga resurser. Detta minimerade risken för överbelastning av elsystemet och därav följande strömavbrott.

¹⁰ T.ex. *Experiences with electrically powered podded framdrivning units on cruise ships*, JW Hopkins. Samt *Podded Propulsors: Some results of Recent Research and Full Scale Experience*, JS Carlton, LR London, IMarEST 2006.

¹¹ Se <http://www.donsotank.se/> och http://www.industry.siemens.com/broschueren/pdf/marine/siship/en/2002-04-19_134848_SSP.pdf

1.15.2 Normala driftslägen

PCS gjorde det möjligt för användaren att välja olika driftslägen, vars parametrar av tillverkarna utformats för att passa operationella behov och begränsningar i fartygssystemen.

- Manöverläge (även kallat "hamnläge"). Manöverläget användes när fartyget gick med begränsad fart, till exempel vid förtöjning. Vid val av manöverläget var två styropumpar igång och podenheten kunde roteras genom 360°. För att säkerställa att podenheten drevs inom konstruktionens begränsningar (för såväl podenheten som fartygets struktur) var fartygets fart i detta läge begränsat till 10 knop¹² över vilken fart ett larm utlöstes. Vid val av manöverläget kopplades 'crash stop'-funktionen ur.
- Roderläge (även kallat "sjö"-läge). Roderläge användes under gång men kunde väljas vid vilken fart som helst. Vid detta läge var endast en styropump igång (vilken som helst av de båda kunde väljas). Vridningsvinkeln för podenheten var begränsad¹³ - på sätt och vis liknande konventionella framdrivnings- och roderarrangemang till normala roderbegränsningar i syfte att skydda podenheten och fartygets uppbyggnad. Autopiloten kunde endast väljas i roderläge.

Om fartyget gick i roderläge och minskade farten till under 10 knop, måste manöverläget väljas manuellt för att den andra styropumpen skulle starta automatiskt. Vid låg fart fanns inget larm som varnade operatören om att podenheten var i roderläge och inte kunde rotera 360°. Detta arrangemang hade föreskrivits av Donsötank när systemet beställdes.

Donsötanks SSP-system i hela deras flotta var arrangerade med dragande propeller: fartygets akter rörde sig i den riktning som SSP pekade.

1.15.3 Nöddriftslägen

Systemet var utrustat med två nöddriftslägen.

- Nödstoppläge. Vid nödstoppläge stängdes SSP-systemet av genom att huvudmatningsbrytarna öppnades medan effekten till styrsystemet bibehölls. Med bemannat maskinrum gick det att åter starta upp ganska snabbt från ett nödstopp; systemet måste nollställas genom att flytta över manövreringen till ECR, slå av larmen, ställa podmanöverspakarna på noll och starta sekvensen för normal återstart.
- Katastrofstoppläge. Katastrofstoppläge "Crash stop" var avsett att stoppa fartyget på kortast möjliga sträcka. När katastrofstoppknappen tryckts in, minskade podsystemet automatiskt podenhetens fart till noll och startade upp den andra styropumpen (om den inte redan var igång). Podenheten roterades sedan så att den pekade akterut och enhetens fart ökade till dess maxeffekt uppnåtts. När fartyget låg stilla, måste operatören minska podenhetens fart manuellt för att undvika att fartyget rörde sig akteröver.

¹² Denna begränsningshastighet programmeras av tillverkarna och varierar i enlighet med referensdokumentet.

¹³ Podrotationsbegränsningarna varierade i enlighet med det refererade dokumentet. De preliminära driftsinstruktionerna som fanns ombord angav +/-20°. Se senare kommentarer under punkt 1.18 om dokumentation och manualer.

1.16 Manöverkonsoler och podreglage

1.16.1 Bryggga – layout

Prospero hade en inbyggd brygga med en manöverkonsol längs centerlinjen, mittkonsolen, och en på babords respektive styrbords sida (se figur 9, 10 och 11). Mittkonsolen var den normala styrplatsen som var utrustad med en konventionell fartygsratt och rodervinkelindikator, autopilot och slavkompass.

Sikten mot fartygssidan från bryggvingens manöverkonsoler var begränsad av det nedanför liggande däckshusets utskjutande delar (se figur 12), och den person som manövrerade fartyget måste förflytta sig från manöverkonsolen till sidofönstren för att se fartygssidan bättre. Detta problem har korrigerats på nyare fartyg i samma klass.



Fig 9. Bryggans mittkonsol



Fig 10. Bryggans babordskonsol



Fig 11. Bryggans styrbordskonsol



Fig 12. Bild tagen framåt från bryggans babordskonsol, påvisar skymd sikt

1.16.2 PCS-reglage

Podreglagen på varje konsol var av identisk layout för att underlätta användningen (se figur 13). Denna figur visar också buntbanden som satt på podreglagespakarna som följd av felet på gaussändaren som inträffat den 19 september 2006. Samtliga podreglagespakar drevs elektriskt för att motsvara 'aktiverad' manöverspaks läge. Manöverspakar som inte var aktiva lämnade operatören fysisk feedback genom ökat motstånd vid användning och genom att automatiskt återgå till ursprunglig inställning när de släpptes. Det fanns därför inget behov av att ställa spaken på noll, innan manövreringen flyttades över, vilket istället åstadkoms genom en knapptryckning. Överflyttning av podmanövreringen mellan bryggan och kontrollrummet (ECR) gjordes också genom en knapptryckning.

Separat reglage och indikatorer fanns på plats för bogpropellern, vilken inte var integrerad med SSP-systemet.

Normalmanövrering

Normal PCS-manövrering skedde genom det "elektriska axelsystemet", en typgodkänd del som används av flera tillverkare av framdrivningssystem. Denna bestod av en gemensam manöverspak för podvridningen och poddefekt/fartmanövreringen, en på vardera av de tre manöverkonsolerna. Podenhetens riktning bestämdes genom att rotera reglagets fot, vilken var så utformad att den angav podenhetens "framåtände". En spak ovanför foten styrde podpropellrarnas hastighet. Denna spak kunde flyttas i riktning "framåt" eller "bakåt", men för att skydda podenheten var effekten "bakåt" begränsad till omkring 30 % av effekten "framåt". För att uppnå full effekt bakåt krävdes att podenheten roterades 180° så att den drog i riktning bakåt, och sedan slå på full effekt.

Sekundärmanövrering

Vid varje konsol fanns ett backupsystem med tryckknappar för manövrering av fart och vridning. Knapparna var kabelanslutna direkt till fart- och styrmanöverenheterna och var oberoende av den manöversignal som avgavs av de primära manöverspakarna. Vid val av backupsystemet (antingen automatiskt eller manuellt) förbikopplades podmanöverspakens signal och tryckknapparna hade företräde.

Larm

På Prospero var systemet arrangerat så att ett fel på en podmanöverspak utlöste ett akustiskt och optiskt larm både på bryggan och i ECR, PCS-manövreringen flyttades då automatiskt över till backupsystemets tryckknappar.

Medan en stor del av framdrivningssystemets larm- och manöversystem visades på en konventionell grafisk skärm, visades larmen för de kraftelektroniska systemen på av varandra oberoende larm-/felindikeringspaneler som visade larmen i form av koder. Vissa koder var emellertid med avsikt uteslutna från omborddokumentationen, eftersom de bara kunde tolkas av SSC-personal.



Fig 13. Närbild på podmanöverpanelen.

1.16.3 Maskin- och podrumsreglage

Podmanöverpanelen i ECR liknade bryggans utan podmanöverspak. På ECR-skärmen i maskinkontrollrummet kunde maskinisten följa podenhetens vridning och propellerns varvtal, men det fanns ingen redovisning av inmatningarna med podmanöverspaken och därför inget sätt att kontrollera att podenheten följde av bryggan givna manöverkommandon (se figur 14a och 14b). Arrangemanget var därför jämförbart med det som finns på fartyg utrustade med konventionella framdrivningssystem.

De nödmanöverreglage som fanns i podrummet medgav nödstyrning och var också mycket lika anordningarna på ett konventionellt fartyg.

1.16.4 Ergonomi och mänskliga faktorer

Larmpanelen var så utformad att samma lampa användes för både indikering (fast sken) och larm (blinkande sken). Ett akustiskt larm ljud samtidigt som det optiska larmet blinkade. Det blinkande optiska larmet kunde dämpas utan att det påverkade det akustiska larmets ljudnivå. Eftersom det gick att dämpa det optiska larmet så långt att det inte längre var synligt, uppfyllde emellertid inte larmlampans indikering IMO:s¹⁴ och DNV:s¹⁵ krav som var tillämpliga vid den tid då Prospero byggdes.

Larmet för "kritisk fart" vid byte från "manöverläge" till "roderläge" startade bara när fartygets fart ökade. Det gick därför att sakta ned till manöverfart, till exempel vid ankomst till hamn, men något larm utlöstes inte för att indikera att systemet fortfarande var inställt på "roderläge". DNV krävde emellertid inte att det skulle finnas ett sådant larm.



Fig 14a. Manöverkonsolen för ECR

¹⁴ IMO kod om larm och indikatorer 1992, bilaga till beslut A.686 (17)

¹⁵ DNV:s regler 1998:p. 6 – speciell utrustning och speciella system – tilläggsklass. Kapitel 3 – periodiskt utan tillsyn, maskinutrymme. AVDELNING 2 – systemordning C. Larmsystem. C 100 Allmänt. Larmindikatorernas ljusstyrka på bryggan bör inte sänkas under det sken som krävs i dagsljus.



Fig 14b. Manöverkonsolen för ECR, närbild på podreglagen

1.17 Garanti, servicesupport och reservdelar

1.17.1 Garanti och servicesupport

Eftersom Prospero var det första fartyget av denna typ, fick Donsötank fördelaktiga garantivillkor från SSP. Garantin för Prospero hade emellertid gått ut vid tiden för olyckan och inget löpande service/supportavtal hade tecknats.

Fartygets personal hade i regel direktkontakt med SSP:s service- och supportpersonal och höll samtidigt Donsötanks tekniska ledning informerad. Utredarna fann att det fanns en fungerande "journlinje"-funktion, där förfrågningar i första hand behandlades över e-post, en del av fartygets personal ansåg att Prospero inte kunde fortsätta att fungera utan e-post/telefonsupport.

Uppdelningen av ansvarsområdena inom SSC var i början något förbryllande för fartygets personal, men supportsystemet hade generellt genom regelbunden användning blivit rutin; frustrationen hos fartygets personal över att inte kunna lösa mer varaktiga problem var emellertid uppenbar.

Möjligheten till en "sista utväg" att återställa PCS, genom att flytta över manövreringen ned till ECR och sedan omedelbart tillbaka upp till bryggan igen hade fartygets personal lärt sig genom att se hur serviceingenjörerna gjorde; detta fanns inte i någon dokumentation. Efter olyckan har emellertid besked om att detta förfarande kan tillämpas bekräftats av SSC.

1.17.2 Reservdelar

Siemens hade inget centralt lagerstyrningssystem för reservdelar till SSP-systemet. Omkring 95 % av SSP-systemet bestod av Siemens standardkomponenter som fanns tillgängligt på företagets försäljningsställen runt om i världen. Siemens uppgav att de haft problem med att "motsvarande" delar från den "grå marknaden" användes. Det gick inte att avgöra huruvida några sådana delar hade monterats på Prospero.

Hur Schottels lager- och försäljningssystem av reservdelar fungerar är inte känt. Det fanns belägg för att det var problem att få tag i reservdelar för vissa komponenter; gaussignalsändaren (som kom från Schottel) saknades till exempel i månader på grund av brist på reservdelar.

Ur ett SSC-perspektiv rekommenderades starkt att kunder borde teckna ett service/supportavtal, eftersom detta säkerställde att anläggningen servades regelbundet, och medgav konsortiet möjlighet att teckna avtal med underleverantörer om leverans av reservdelar för underhållet. SSC fann också att avsaknaden av utbildning och erfarenheter hos Donsötanks personal försvårade för deras servicesupportpersonal vid försök att på distans diagnostisera problem.

1.18 SSP-manualer och SSP-dokumentation

Det var SSC:s uttalade avsikt att SSP skulle vara lätt att handha för fartygsbefälet genom att konsultera manualerna ombord. De flesta av SSP:s komponenter skulle vara lätt utbytbara om ett fel skulle uppstå, och med den inbyggda möjligheten till diagnostik och jourlinjen för servicesupport skulle det inte finnas något behov av någon genomgripande utbildning på systemet.

SSC uppgav att de levererat den "as built" dokumentationen i enlighet med avtalet. Donsötank hävdade emellertid att manualerna inte följde med fartyget och manualer enligt lämnad beskrivning fanns inte heller ombord på Prospero under utredningen. Fartygets maskinchef kunde inte visa upp någon schematisk översiktsritning över SSP-systemet, och det fanns ingen för bryggan avsedd bruksanvisning som beskrev hur befälhavaren och däcksbefälet skulle använda systemet.

Den typ av SSP-dokumentation och manualer som fanns ombord på Prospero bestod av många foldrar och broschyrer med komplexa elektriska ritningar med få översikter och väldigt lite text för att vägleda fartygets tekniska personal. Delarnas namn, akronymer och förkortningar var inte enhetliga och motsade ibland varandra. Schottels manualer beskrev till exempel hur systemet fungerade i "roderläge" eller "manöverläge" medan Siemens manualer hänvisade till "sjöläge" eller "hamnläge". I ett annat exempel hänvisade Schottels manual till att styrvinkelbegränsningarna för "roderläge" var begränsade till $\pm 20^\circ$, medan Siemens manual angav att "i sjöläge...är styrvinkeln begränsad till $\pm 35^\circ$ ". DNV:s utredningsrapport i bilaga A uppger att *det sjögående läget är begränsat till $\pm 30^\circ$.*

De tekniska beskrivningarna skulle enligt avtal vara på fartygets officiella operativspråk, som var engelska. Viss systemdokumentation fanns emellertid bara på tyska.

Det tekniska befälet ombord på Prospero hade tagit fram sina egna anvisningar för byte av vissa komponenter i cyklokonverterenheterna genom att spela in delar av samtalen över 'jourlinjen' och ta fotografier, medan arbetet utfördes. Dessa kompletterande instruktioner var skrivna på svenska.

Det fanns inget bevis för någon systematisk uppdatering av manualer och andra beskrivningar över ändringar i vare sig hårdvaru- eller mjukvarusystemen ombord på Prospero. Eventuella servicebulletiner och tekniska servicemeddelanden som kan ha tagits fram av SSC nådde uppenbarligen inte användarna ombord på fartyget. Den driftsmanual för podsystemet som användes ombord på Prospero cirka sex år efter att fartyget lämnat varvet var påstämplat "Preliminär!".

1.19 Dataregistreringssystem

1.19.1 Färdskrivare

Det fanns inget krav på att Prospero skulle vara utrustad med färdskrivare (VDR) och det fanns ingen installerad vid tiden för olyckan.

1.19.2 Larm- och dataloggningssystem

SSP-anläggningen var försedd med en särskild larm- och datainspelningsenhet som ingick i driftssystemet. Enheten var till för diagnostiska ändamål (i allmänhet av SSP-specialiserade serviceingenjörer eller av fartygets maskinister, när de "pratade igenom" den via "journalen") och var något som man var mycket beroende av. Efter olyckan laddade maskinchefen ned uppgifterna och skickade in dem till Siemens, eftersom det krävdes en särskild mjukvara för att tolka dem. Dessa data gav tydliga bevis som kunde användas för utredningen av olyckan.

"Telemaster", ett fjärrdiagnostiseringssystem som finns att tillgå från SSC och som andra fartyg utrustats med, var inte föreskrivet av Donsötank för deras flotta.

Larmsystemet för maskineriet var skilt från larmsystemet för SSP och var en känd konstruktion som finns på andra fartyg. Framdrivningsanläggningen visades på skärmar med konventionella avbildningar för normala driftssituationer.

1.20 Riskerna med komplexa automationssystem

1.20.1 Programmerbara elektronisksystem för marint bruk

Många moderna fartyg har blivit starkt beroende av programmerbara elektronisksystem (PES), till exempel för utrustning på bryggan, framdrivningsmaskineri och automatiseringen av lasthanteringssystem. I många fall är de olika PES integrerade med varandra. Risken för fel i PES och behovet av att en sådan risk kan hanteras har uppmärksammats liksom behovet av att förändra det sätt som sådana risker hanterats på tidigare. De svårigheter som man erfart när det gäller podframdrivningssystem, när flera lager av mjukvara kopplats ihop, har blivit föremål för en akademisk uppsats¹⁶. Denna uppsats beskriver behovet av noggrann provning i syfte att få bort periodiskt återkommande fel som kan inträffa under drift, ibland med allvarliga följder för säkerheten.

1.20.2 Internationella standardiseringsorganisationen och PES

Den internationella standardiseringsorganisationens (ISO) utgåva 17894:2005 lämnar en uppsättning föreskrivna principer, rekommenderade kriterier och därtill hörande anvisningar för framtagning och användning av driftsäkra PES ombord i fartyg:

Fartygs- och marinteknik – Datorapplikationer – Allmänna principer för framtagning och användning av programmerbara elektronisksystem i marina applikationer

ISO-dokumentet gäller för all utrustning ombord som innehåller programmerbara delar som kan påverka fartygets drift ur säkerhets- och funktionssynpunkt. En kort introduktion till denna 72-sidiga standard och tillhörande principer för marina PES finns i bilaga D.

¹⁶ Podded Propulsors: Some results of Recent Research and Full Scale Experience, JS Carlton, LR London, IMarEST 2006.

Säkerheten för PES är ytterst viktig; det måste finnas rutiner för konfigureringshanteringen och det måste gå att spåra mjukvaran. SSC kunde ta fram dokumentation om hur ändringar skulle hanteras. Donsötank hade emellertid inga rutiner på plats för hur den operationella mjukvaran skulle spåras och det fanns inget dokumenterat system som visade hur vare sig mjukvara eller hårdvara var konfigurerade.

1.20.3 Minskning av fel på grund av den mänskliga faktorn i automatiserade system

System blir mycket mer komplexa när en människa samverkar med en dator som sedan styr en maskin. Något som har betydelse för denna olycka är de resultat som MCA publicerat om forskningsprojekt 545: Framtagning av vägledning för minskning av fel på grund av den mänskliga faktorn i automatiserade fartygsburna system¹⁷. Nedan följer en sammanfattning:

Mot bakgrund av den ökande användningen av automatiserade system ombord i fartyg är det viktigt att ta hänsyn till den mänskliga faktorn vid såväl design, implementering som drift. Automatisering kan gynna operatörer av komplexa system när det gäller att minska arbetsbelastningen eller frigöra resurser till andra uppgifter ombord. Den kan emellertid också komma att försämra styrningen av systemet genom ökad risk för oavsiktligt fel på grund av den mänskliga faktorn som kan leda till olyckor och tillbud till sjöss.

Denna forskning har identifierat särskilda frågeställningar rörande design, urval, installation, användning, underhåll och uppdatering eller modifiering av automatiserade system som kan innebära problem. En uppsättning anvisningar har tagits fram för den som arbetar med att välja ut eller använda automatiserade system under ett fartygs hela livscykel. Dessa omfattar särskilt följande: landbaserad företagsledning, fartygsledning, besättningens användning av automatiserade system, utbildningsföretag.

1.21 Podindustrin – speciella standarder

1.21.1 Podkvalitetforum

Podkvalitetforum (PQF) tillkom på DNV:s initiativ 2003 och utgjordes av de tre största tillverkarna av podsystem, inklusive SSC. DNV tillhandahöll ett sekretariat för detta forum, vars uppgift var att förbättra podsystemens kvalitet och operationella tillförlitlighet¹⁸. PQF:s gemensamma kvalitetsanvisningar kompletterar klassningssällskapens föreskrifter och infördes som en branschstandard av medverkande podtillverkare.

PQF:s gemensamma kvalitetsanvisningar är generella och tar upp tre faser i ett systems livscykel:

- Produktion – tar upp tillverkningsmetoder, huvudkomponenter, delsystem, montering och sammansättning samt leveransprovning före installation.
- Efter tillverkningen - tar upp lagring, transport, installation, intrimning, leveransprovningar i hamn och till sjöss.
- Användning – tar upp kundsupport, tillsyn under systemets livscykel, utbildning, manualer, underhåll och övervakning.

¹⁷ Marine Information Note 261 (M), december 2006.

¹⁸ För mer information se: <http://www.dnv.com>

Det övergripande behovet av kvalitetsstyrning utgör sista delen av dokumentet.

Relevanta utdrag ur Gemensamma kvalitetsanvisningar¹⁹ finns i bilaga E.

1.21.2 T-podkonferensen

Den första T-Pod-konferensen i april 2004²⁰ samlade podtillverkare, skeppsvarv, operatörer, konstruktörer, provningsanstalter, klassningssällskap, tillsynsmyndigheter, forskare och andra intresserade parter för att diskutera och sprida uppgifter om framsteg inom podframdrivningstekniken. Bland de ämnen som diskuterades fanns: ny teknik, behovet av nya standarder samt utbildning och färdigheter. På konferensen diskuterades också inrättandet av en databas, där till podsystem knutna problem och svårigheter kunde tas upp till allas förkovran. Nästa T-podkonferens skall äga rum i Japan 2009.

1.22 Feleffektanalys

Syftet med feleffektanalys (FMEA) är att tillhandahålla en praktisk, realistisk och dokumenterad bedömning av typiska fel som kan uppstå i ett fartyg och dess komponentsystem. Syftet är att söka och studera de viktigaste omständigheterna kring hur fel kan uppstå i ett system²¹. Denna riskbedömningsteknik har tillämpats på olika fartyg, där de erfarenheter som krävs för att bedöma driftsäkerheten för nya typer av fartyg har saknats.

SSC genomförde en FMEA för Prosperos podpropulsor, den första i sitt slag. DNV uppgav att det inte fanns något specifikt krav i deras (vid den tiden tillämpliga) regler om att en FMEA skulle underkastas DNV:s godkännande. SSC har emellertid visat upp ett exemplar av detta dokument som har stämplat som godkänt av DNV i oktober 1999.

FMEA för det SSP-system som installerats på Prospero visar att:

- Fel på inställningen av hastigheten hos pod (podhastighetsstyrning) skulle utlösa ett larm och automatisk omkoppling till fartmanövrering via backup-systemet.
- Fel i rodervinkeln i den elektriska axeln skulle medföra automatisk aktivering av nödroderstyrningen, men FMEA anger inte om något larm skulle utlösas.
- Fel (på grund av komponentfel, saknade anslutningar eller trasig ledning) i den podaxelns lägesgivare (aktuellt fartvärde) visade att följden skulle bli en nedstängning av hela framdrivningssystemet; framdrivningen kunde endast återställas genom manuell omkoppling till den andra axelomkodaren och att starta om framdrivningssystemet.

FMEA behandlade inte sammankopplingen av SSP-systemet (som den största elförbrukaren ombord) och övriga generatorer via effekthanteringssystemet. Det centrala framdrivningssystemet på ett dieselelektriskt fartyg skulle till exempel förväntas anpassa sitt behov av elkraft genom en minskning av framdrivningseffekten i händelse av att det fanns ett otillräckligt antal generatorer tillgängliga i syfte att minska risken för elavbrott. Det fanns inget krav på att FMEA skulle styrkas genom provtur, varför inga sådana företogs.

¹⁹ PQF Common Quality Instructions, V2.0 September 2004.

²⁰ Se <http://pod.ncl.ac.uk/>

²¹ Till exempel se IMO High Speed Craft (HSC) Code, Annex 4 *Procedures for failure mode and effects analysis*

FMEA-dokumentet fanns inte ombord eller på bolagets kontor vid SHK:s besök kort efter olyckan. Donsötanks ledning var inte helt klar över FMEA för Prospero.

Ett liknande FMEA-dokument upprättades för Prosperos systerfartyg Bro Sincero och fanns ombord; det var inte stämplat av DNV som godkänt. Denna FMEA hade inte heller kontrollerats genom provtur. FMEA på Prospero och Bro Sincero uppvisade viktiga skillnader. Medan backupsystemet med podmanöverknappar på Prospero aktiverades automatiskt vid fel på primärmanövreringen, aktiverade samma fel på Bro Sincero endast ett larm för operatören som då var tvungen att välja backupreglagen manuellt.

SSC uppgav att dessa ändringar gjorts som följd av de erfarenheter som vunnits från den första anläggningen som installerades på Prospero. Dessa ändringar begärdes av Donsötank och godkändes av DNV.

1.23 Tekniska standarder för podpropulsorer

1.23.1 *Internationella sjösäkerhetsorganisationen – IMO*

De grundläggande kraven för installation av framdrivning och styrning härrör från SOLAS-konventionen. Dessa hade utarbetats med stöd av erfarenheter från konventionella framdrivningssystem och innehåller därför inga speciella krav för podpropulsorer. SOLAS:s krav avser i allmänhet framdrivnings- och styrningssystemets prestanda och kapacitet och inte fartygets manöverförmåga.

Värdefulla rekommendationer och anvisningar kan hämtas från andra IMO-publikationer²² av vilka flera fanns utgivna när SSP-systemet konstruerades.

1.23.2 *Praktisk tillämpning av SOLAS-standarder på podframdrivningssystem*

En uppsats har publicerats som diskuterar svårigheterna med att på podpropulsorer tillämpa från SOLAS härrörande krav på prestanda på konventionella axelburna propeller-roder-arrangemang²³. Uppsatsen beskriver de potentiellt skadliga överbelastningsförhållanden som kan uppstå när podpropulsorer provas i enlighet med dessa krav.

1.23.3 *Internationella klassningssällskaps samarbetsorganisation*

Internationella klassningssällskaps samarbetsorganisation (IACS) har publicerat ett gemensamt krav för ombordanvändning och tillämpning av programmerbara elektroniksystem; dessa ska emellertid endast tillämpas på nya fartyg²⁴.

Det är inte alla anslutna sällskap som har särskilda regler för podframdrivningsenheter. De som på senare tid publicerats av Lloyds Register²⁵ ger emellertid ett exempel på vissa klassningssällskaps förebådade krav:

²² International Code of Safety for High-Speed Craft 1994 (Typindelning, användning av sannolikhetsprincip och rutiner för feleffektanalys); The IMO Code on Alarms and Indicators (konstruktion av larmsystem) 1992; MSC/Circ.891 1998 Guidelines for the on-board use and application of computers (fel-till-säker, systemintegrering, användarsamverkan, övning och provning); MSC/Circ. 1091 2003 Issues to be considered when introducing new Technology on board Ship (standardisering, simulatorträning, mänskliga faktorn).

²³ Aspects of the Hydro-Mechanical Interaction of Relation to Podded Propulsor Loads, JS Carlton & N Rattenbury, LR London

²⁴ UR E22 (december 2006) Skall endast tillämpas på sådana system på nya fartyg som byggs efter 1 januari 2008 av IACS-sällskap.

Se: http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Unified_requirements/PDF/UR_E_pdf150.PDF

FMEA

För fartyg där en enstaka podframdrivningsenhet utgör det enda framdrivningssystemet kommer en utvärdering att ske ur ett detaljerat teknisk och säkerhetsrelaterat hänseende. Denna utvärderingsprocess kommer att inbegripa bedömning av en feleffektanalys (FMEA) för att kontrollera att tillräckliga redundans- och övervakningsnivåer finns inbyggda i podframdrivningsenhetens viktigaste hjälpsystem och manöverutrustning.

FMEA ska identifiera komponenter där ett enda fel kan orsaka förlust av all framdrivnings- och/eller styrförmåga och förslag till åtgärder för att förhindra och mildra följderna av ett sådant fel.

FMEA ska:

- (a). identifiera utrustningen eller delsystemet och driftsläget;*
- (b). identifiera potentiella fel tillstånd och deras orsaker;*
- (c). utvärdera effekterna på systemet av varje fel tillstånd;*
- (d). identifiera åtgärder för att minska de risker som hänger samman med varje fel tillstånd;*
- (e). identifiera åtgärder för att förebygga fel; och*
- (f). identifiera provningar och tester som krävs för att bekräfta slutsatserna.*

Dokumentation

Alla podframdrivningsenheter ska levereras med ett exemplar av tillverkarens installations- och underhållsmanual som gäller för den aktuella utrustningen. Den erforderliga manualen...ska placeras ombord och innehålla följande information:

- (a). Beskrivning av podframdrivningsenheten med detaljerade uppgifter om driftsbegränsningar med avseende på funktion och konstruktion. Den ska också innehålla uppgifter om hjälpsystem som till exempel smörjning, kylning och system för tillståndsovervakning.*
- (b). Identifiering av alla komponenter tillsammans med detaljerade uppgifter om dem som har en känd maximal operativ livslängd.*
- (c). Installationsanvisningar för enhet(er) ombord i fartyg med detaljerade uppgifter om eventuell erforderlig specialutrustning.*
- (d). Anvisningar för driftsättning vid första installation och efterföljande underhåll.*
- (e). Underhålls- och serviceanvisningar ska omfatta kontroll/utbyte av lager, tätningar, motorer, släpningar och andra viktiga komponenter. Vidare ska ingå uppgift om monteringsförfaranden, särskilda omgivningsförhållanden, mått med särskilda spel och toleranser och smörjoljebehandling, där så är tillämpligt.*

²⁵ LR Rules and Regulations for the Classification of Ships 2006, del 5, kapitel 23.

(f). Åtgärder som erfordras i händelse av upptäckt av förhållanden som kan innebära risk för fel/avbrott.

(g). Försiktighetsåtgärder som ska iakttas av installations- och underhållspersonal.

1.24 Klassningssällskapet Det Norske Veritas

1.24.1 DNV:s regler för podpropulsorer

Prospero var det första SSP-fartyg som klassades av DNV. DNV hade inga föreskrifter som var särskilt anpassade till podpropulsorinstallationer; deras krav på SSP-systemet hämtades från samtliga deras existerande föreskrifter och tillämpades alltefter tillämplighet på det aktuella systemet.

1.24.2 Dokumentation

DNV hade inga regelkrav på föreskrifter som täckte leverans av tillverkarens installations- och underhållsmanualer för podpropulsorer; denna fråga kom därför inte upp för klassbedömning.

1.24.3 SSP-samverkan människa – teknik

Vid tiden för byggandet av Prospero hade DNV inget särskilt regelkrav med avseende på samverkan människa-teknik. Följaktligen gjordes ingen formell bedömning av mänsklig samverkan med SSP-systemet.

1.25 Säkerhetshantering

1.25.1 ISM-certifiering

SMA behöll ansvaret för ISM-inspektion och utfärdade Donsötanks ISM-dokument om överensstämmelse (DOC) den 24 maj 2002, vilket var i kraft till den 10 juli 2007. En mellaninspektion utfördes av SMA den 1 september 2005.

Prosperos ISM-baserade säkerhetsstyrningscertifikat (SMC) utfärdades den 10 oktober 2005 med giltighet till den 31 oktober 2010 med förbehåll för periodisk kontroll och att företagets DOC förblir i kraft. SMA utförde en ISM-baserad mellaninspektion den 2 januari 2007, omkring tre veckor efter olyckan i Milford Haven. Tre mindre brister upptäcktes; två i dokumenteringen och en procedurmässig brist. Ingen av dem var relevant för den aktuella olyckan.

SMA krävde inga särskilda förutsättningar inom säkerhetsstyrningssystemet (SMS) i betraktande av att det SSP-system som monterats på Prospero var det första i sitt slag. Av protokoll framgår att inga resultat från efterföljande kontroller med avseende på såväl DOC som SMC hade någon särskild bäring på vare sig SSP-systemet eller olyckan.

1.25.2 Krav enligt ISM-koden

ISM-koden infördes 1998, innan Prospero hade beställts. Mycket av ISM-koden är relevant för olyckan; följande avsnitt kan emellertid noteras här som hänvisning:

10.3 Företaget bör inom SMS inrätta rutiner för att identifiera utrustning och tekniska system som, om de drabbas av plötsliga driftsfel, kan orsaka riskfyllda situationer. SMS bör inbegripa särskilda åtgärder ägnade att säkerställa att sådan utrustning eller sådana system blir tillförlitliga. I dessa åtgärder bör ingå regelbunden provning av standby-arrangemang och utrustning eller tekniska system som inte används kontinuerligt.

1.25.3 ISM-relaterade resultat

Donsötanks ISM-system beskrivs i en administrativ företagsmanual (QMA) och en ombordmanual (QMS) för varje fartyg.

QMS-manualen ombord på Prospero innehöll standardrutiner för bryggan och förfaranden i nödsituationer samt instruktioner för navigationsarbetet. Rutiner för upplärning av ny personal var väl dokumenterade och följande checklistor fanns att tillgå för personalen på bryggan: Instruktion för arbetet på bryggan, instruktion för däcksbefäl samt instruktion för befälhavare. Dessa checklistor innehöll inga detaljerade företagsrelaterade krav med avseende på driften av SSP-systemet eller kontrollrutiner för att bedöma faktiska kunskaper om och förståelse av grundläggande funktioner i SSP-systemet, det vill säga förståelse av skillnaderna mellan olika driftslägen som till exempel ”katastrofstopp” och ”nödstopp”. De operationella förfarandena för maskinrummet innehöll mer detaljuppgifter beträffande korrekt hantering av strömavbrott/black out. Sammantaget gav emellertid QMS ingen bild av att framdrivningssystemet var av en ny typ, det första i sitt slag som tagits i bruk av Donsötank.

I QMA-manualen föreskrevs ett företagsinternt krav på riskbedömning. På företagsnivå beskrevs riskbedömningen på ett mycket vagt sätt men det fanns inom QMS ett mer detaljerat utformat krav om riskbedömning ombord. Enligt detta skulle en riskbedömning utföras vid en förändring i de normala driftsrutinerna, det vill säga andra reparationer än av rutinkaraktär eller en potentiellt farlig åtgärd. Det tycktes inte finnas någon specifik riskbedömning för SSP-systemet.

1.26 Krav från hamnförvaltningen i Milford Haven

1.26.1 Riktlinjer från hamnförvaltningen i Milford Haven beträffande användning av bogserbåtar

MHPA utfärdar riktlinjer²⁶ om det antal bogserbåtar som fartyg av angiven storlek måste använda vid ankomst och avgång:

Användning av bogserbåt för tillägning:

Upp till 100.000 DWT	Minst två bogserbåtar
100.000 till 150.000 DWT	Minst tre bogserbåtar
Över 150.000 DWT	Minst fyra bogserbåtar

Det måste noteras att ovanstående endast utgör allmänna riktlinjer och är föremål för lotsens bedömning beroende på väder och kända begränsningar hos fartyget. Antalet bogserbåtar kan minskas beroende på fartygets utrustning, det vill säga bog- och akterthrusters, dubbla propellrar, high-lift-roder, dp-kapacitet etc. Antalet bogserbåtar kan också minskas vid avgång om lotsen medger detta.

För alla rörelser över 25.000 DWT (eller LPG över 20.000 m³) ska, oavsett förekomst av thrusters, minst en bogserbåt bistå.

²⁶ The Milford Haven – Entry and Departure Guidelines (Seventh Edition 11/2006)

1.26.2 Allmänna direktiv 2006

MHPA har också utfärdat följande allmänna direktiv i januari 2006:

Direktiv 10, bryggbemanning (bilaga 2)

Enligt denna anvisning måste fartyg över 50 meter i längd, när de navigerar i Milford Havens hamn, ha bemanning på bryggan eller annan manöverplats bestående av minst två personer varav en ska vara befälhavaren eller person med intyg om lotsbefrielse (PEC) och den andra ska vara en medlem av besättningen som kan överta befälet över fartyget eller ta emot och handla enligt kommandon från en lots, när så är tillämpligt.

1.27 Liknande olyckor med Prospero efter Milford Haven

1.27.1 Kajstuds efter förlust av podmanöverförmågan – Brofjorden, Sverige,

10 mars 2007

Prospero höll på att avgå från Brofjorden (en raffinaderihamn i Sverige) under ledning av en erfaren befälhavare, och överstyrman och lotsen fanns också på bryggan. Kontroller före avgång hade utförts och allt var normalt; dock hade en bogserbåt beställts på grund av fel på en bogpropeller. Under lotsningen förlorade befälhavaren manöverförmågan över fartyget vid två tillfällen; ett vittne uppgav: *"podenheten levde sitt eget liv"* och uttryckte oro över operatörernas möjligheter att ha full kontroll över SSP-systemet.

Vid avgången inträffade en lätt kontakt med kajen; en allvarigare olycka förhindrades kanske genom bogserbåtens ingripande och befälhavarens användning av nödsystemen. Liksom i Milton Haven återställdes manöverförmågan genom en "omstart" av framdrivningssystemet.

Roderfunktionsläget fungerade normalt när det andra tillbudet inträffade; autopiloten var inkopplad och podenheten svängde 90°. Efter detta gick Prospero med bogserbåten kopplad akterut som eskort och gick till en ankarplats utanför Malmö i avvaktan på utredning och reparationer på SSP-systemet. Inga skador eller utsläpp förekom.

En serviceingenjör från Siemens och en DNV-inspektör kom ombord. Efter tre dagars utredningar befanns orsaken till förlusten av manöverförmågan vara en reservdel som hade monterats efter det tidigare inträffade felet på gaussystemet. Den ej injusterade delen hade felaktiga mjukvaruinställningar, vilket hade lett till att podenheten vridit sig oberoende av operatörens kommandon, eftersom den saknade en korrekt positionsreferens. Efter omkalibrering av båda signalsystemen fungerade SSP-systemet normalt.

Ett andra problem togs upp till behandling; konfigurering av podaxelns rotationslägesgivare till podaxeln (en vital del i manöversystemet för kraftförsörjningen till podenheten) medförde att SSP-systemets automatiska reservkapacitet var kraftigt reducerad. FMEA för fel på ifrågavarande axellägesgivare (aktuell fartnivå) utvisar att följderna skulle bli en nedstängning av hela framdrivningssystemet. Framdrivningen skulle endast kunna återställas genom ett manuellt ingripande genom att koppla över till den andra axellägesgivaren och sedan starta om framdrivningssystemet.

Gaussignalsändaren som ursprungligen tagits bort i september 2006 sattes tillbaka.

DNV utfärdade ett inspektionsmemo och två klassvillkor som följde av detta tillbud:

- Enligt memot krävdes modifieringar för att förbättra SSP-anläggningens larmsystem.
- Enligt det första klassvillkoret krävdes stora ändringar på delar av manöversystemet för kraftförsörjningen till SSP-anläggningen för att säkerställa att det alltid fanns ett backupsystem att tillgå och som kunde kopplas in inom 30 sekunder. DNV krävde också att dokumenterade förfaranden vid förlust av styrnings- och framdrivningsförmågan skulle införas och regelbundet övas.
- Enligt det andra klassvillkoret togs klassnotering EO (UMS) bort och därmed måste Prosperos maskinrum vara kontinuerligt bemannat; detta skulle vara i kraft till dess att det första villkoret strukits.

En utredning från Donsötanks sida fann att grundorsaken till tillbudet var att företagets SMS-rutiner beträffande underhåll av viktig utrustning inte hade följts:

”Endast vederbörligen kvalificerad personal har tillstånd att handha viktig utrustning med avseende på drift, underhåll och reparationer samt att ändra parametrar som till exempel att ändra larminställningar.”

Korrigeringsåtgärder fastställdes och skulle vara slutförda före mars 2007.

Experter som deltog/utredde detta haveri noterade att Schottels servicepersonal hade reparerat gaussändarsystemet; de hade sedan tagit bort gausssystemets nöd-förbi-kopplingar från fartyget. Dessa kablar skulle emellertid ha varit kvar ombord som del av SSP-systemets reservkapacitet. De har sedermera återbördats till fartyget.

Den datainspelningsenheten på bryggan som Siemens monterade i Fredericia i december 2006 var ingen succé. På grund av den låga avsökningshastigheten blev inte rörelser inspelade på rätt sätt och vissa av de använda avsökningspunkterna var lämpligare för provtur än för utredning av olyckor. Dessutom kördes fartyget på fyra olika elektroniska ”klocktider”, eftersom de inte synkroniserats av besättningen.

1.27.2 Grundstötning som följde av förlust av podmanöverförmågan –

S:t Petersburg-kanalen 23 april 2007

Efter avgång med last från S:t Petersburg och med lotsen fortfarande kvar ombord fick Prospero problem med styrningen; symtomen var att SSP-enheten inte kunde bibehålla vridningsläget, inte ens med två hydrauliska styrypumpar igång. SSP följde inte givna kommandon, varken med autopiloten inkopplad eller vid handstyrning, varför Prospero grundstötte. Inga skador eller utsläpp förekom.

Prospero fortsatte till redde utanför Simrishamn (sydöstra Sverige) och ankrade där den 25 april, där hon bordades av representanter för SMA, DNV, SSC och rederiet. Prospero belades med ett av SMA utfärdat ”nyttjandeförbud”.

Serviceingenjörer från både Siemens och Schottel kom ombord; under en fyradagarsperiod provade de SSP-systemet på olika sätt och hittade till slut ett fel i vridningsdrevets hydrauliksystem. När Prospero hade ökat farten över omkring sex knop i manöverläge (det vill säga att två styrypumpar var igång), hade de hydrodynamiska krafterna på podenheten överskridit det felaktiga

styrsystemets tillgängliga kapacitet, vilket lett till att podenheten hade roterat på ett okontrollerat sätt.

Specialingenjörer inom hydraulik från Hägglunds (tillverkarna av denna del av systemet) kom ombord för att genomföra erforderliga provningar och reparationer. Ett fel hittades i hydraulpumpens ventilhus; den felaktiga enheten byttes ut mot en ny.

Hägglunds serviceingenjör uppgav att skadan berodde på anläggningens drifttid. Han rekommenderade att man skulle ha ett ventilhus i reserv ombord, eftersom *"sådana fel kan uppstå plötsligt efter årtal i drift"*.

En utredning från Donsötanks sida fann att de grundläggande orsakerna var otillräckliga provningsförfaranden efter servicearbete som utförts under den tidigare reparationsperioden samt att det inte fanns några planerade underhållsrutiner för regelbunden kontroll av trycket i det hydrauliska styrningssystemet. Korrigeringsåtgärder fastställdes och skulle vara slutförda före maj 2007.

1.28 Liknande olyckor med systerfartyg – Bro Sincero maj 2006

Prosperos systerfartyg Bro Sincero (det andra i denna klass av tre tankfartyg utrustade med SSP-system) var inblandat i en kollision med det norska ro-ro-fartyget Elektron i Berendrecht-slussen, Antwerpen, klockan 12:15 den 6 maj 2006.

Eftersom denna olycka inte utreddes vare sig av SHK eller SMA, har nedanstående information hämtats från rapporter från DNV, Donsötank och SSC.

1.28.1 Översikt

Vid manövrering fram till slussen körde Bro Sincero hårt in i Elektron:s akter och tryckte Elektron in i slussportarna. Det uppstod skrovsador på Bro Sincero och slussportarna och betydande skador på Elektron (se figur 15, 16 och 17). Inga personskador eller utsläpp förekom; inga bogserbåtar var kopplade till Bro Sincero vid tiden för olyckan.

Sammanfattningsvis blev befälhavaren konfunderad över huruvida podlägesindikatorn (motsvarande en rodervinkelindikator på ett konventionellt fartyg) var felaktig och därför inte angav podenhetens verkliga läge, eller om själva podenheten inte roterade på rätt sätt. Detta gjorde att han förlorade kontrollen över SSP; inget försök gjordes att återvinna kontrollen med hjälp av backupsystemets tryckknappar, 'crash stopp-', eller 'nödstopp'-knappen.

En inspektör från DNV gjorde en skrovskaideinspektion. Skadeinspektionsrapporten handlade om skrovsador; ingen inspektion eller utredning av SSP-systemet företogs. Vid tiden för denna olycka ansåg inte DNV att denna olycka motiverade några motsvarande åtgärder på systerfartyg. I ljuset av deras senare erfarenheter med Prospero har situationen numera 'omvärderats' av DNV.

Serviceingenjörer för SSC kom ombord och fartyget flyttades till en ankarplats vid Flushing, medan undersökningarna genomfördes; en serviceingenjör från Stork Kwant BV (tillverkare av podmanöverspakarna) deltog också. Felloggar indikerade ett fel på podmanöverspaken (det elektriska axelsystemet). Ett kontaktfel upptäcktes i skåpet för den elektriska axeln; efter reparation fungerade systemet tillfredsställande.



Fig 15. Skada på Elektrons akter från kollision med Bro Sinceros bog



Fig 16. Skada på Elektrons bog från kontakten med slussportarna



Fig 17. Skada på Bro Sinceros bog från kollisionen med Elektrons akter

1.28.2 Internutredning

Denna olycka var föremål för en gemensam olycksfallsutredning av Donsö-tanks tekniska chef och säkerhets- och sjöfartschefen vid Broström Tankers AB (Bro Sinceros kommersiella operatörer); en försäkringsrepresentant kom också ombord.

Donsötank angav att den grundläggande orsaken till olyckan var att befälhavaren inte använt SSP-systemets backupsystem på ett riktigt sätt. Åtgärder för att förebygga ett upprepande fastställdes utan angivande av datum när de skulle vara genomförda. Angivna åtgärder omfattade inte kontroll av motsvarande kabelanslutningar på systerfartygen.

1.28.3 Bro Sincero, för Prospero-fallet relevanta upptäckter

Som del i utredningen av olyckan med Prospero besökte utredarna Bro Sincero i Falmouth under mars 2007. Befälhavaren var insatt i både denna olycka med sitt fartyg och den med Prospero i Milford Haven. Bro Sincero var bemannad på samma sätt som Prospero och det fanns inget befäl med elektroteknisk utbildning ombord.

På grund av kontinuerlig produktutveckling skilde sig Bro Sinceros SSP-system något från Prosperos. Det mest framträdande var att medan Prospero hade en högfrekvent radiolänk för gaussignalsändaren så hade Bro Sincero en andra uppsättning släpningar för att överföra manöversignalerna till/från podenhetens roterande del. SSC uppgav att denna ändring var mer kostnadseffektiv och inte berodde på problem med radiofrekvens eller andra störningar; manöversystemets signaler var robusta. Prospero uppgraderades inte med denna nya anordning när det blev fel på hennes gaussignalsändare.

Efter leverans av fartyget hade Bro Sincero fått problem med att autopiloten och manuella styrfunktioner kopplades ur automatiskt. Detta hade pågått i över tre år och gett befälhavaren stora bekymmer; felet hade varit föremål för ett mycket stort antal e-postmeddelanden mellan fartyget och konsortiet. Den lösning som SSC till en början tillhandahöll var att i efterhand montera ett

extra larm. Detta löste inte problemet men varskodde vakthavande styrman om att något var fel. Långt senare byttes antalet elektronikkort i manöverpanelerna, vilket uppenbarligen löste problemet.

Dämpningen av belysningen i larmsystemet och anordningen för det akustiska larmet var av samma typ som monterats på Prospero.

Bro Sinceros SSP-manualer och systemdokumentation var generellt bättre än de som sattes ombord på Prospero, särskilt de från Siemens. Fartygets personal hade emellertid försökt att få fram engelska manualer från Schottel alltsedan leveransen, och vissa av de manualer som användes ombord var märkta som om Prospero ursprungligen fått dem till sin första podenhet. Denna brist på manualer innebar att Schottels serviceavdelning i sina försök att på ett korrekt sätt identifiera olika komponenter i systemet var tvungna att be fartygets tekniska personal skicka dem fotografier med e-post på vilka personalen pekade på de relevanta delarna. Donsötank har inte tecknat något löpande service-/reservdelsavtal för Bro Sincero.

1.29 För Prospero relevanta olyckor med andra fartyg

1.29.1 Savannah Express

Resultaten från MAIB:s utredning om maskinhaveriet på det tyskflaggade containerfartyget Savannah Express och hennes därefter följande kollision med ett linkspan i Southhamptons hamn den 19 juli 2005 publicerades som rapport nummer 8/2006 i mars 2006²⁷.

Olyckan inträffade på grund av fel i en ny typ av komplext elektroniskt manöversystem som monterats på huvudmaskinen. Fartygets besättning hade inte fullständiga kunskaper om systemet på grund av bristande utbildning och erfarenheter; det förelåg också problem med att få fram reservdelar.

Efter utredningen fick Brittiska sjöfarts- och kustbevakningsmyndigheten rekommendationer²⁸ om att:

”För IMO:s utskott om standarder för utbildning och vakthållning framlägga en utförlig redogörelse för att få till stånd översyn av utbildningsbehovet för sjöingenjörer inom STCW. Denna bör redovisa den löpande utvecklingen inom framdrivningsteknik, särskilt då det i huvudframdrivningssystemen ingår integrerade mekaniska, elektriska, elektroniska och hydrauliska system som är väsentliga för det övergripande systemets riktiga och kontinuerliga funktioner.”

Efter MCA:s inlägga till IMO kommer personalen inom elektroteknik och elektronik att granskas ur kompetenssynpunkt som del i den ”genomgripande översyn av STCW-konventionen och STCW Code²⁹ som STCW-kommittén nu företar”.

1.29.2 Red Falcon

Resultatet från MAIB:s utredning om det brittiskflaggade passagerarfartyget Red Falcons kontakt med ett linkspan i Southhampton den 10 mars 2006 publicerades som rapport nummer 26/2006 i mars 2006³⁰.

²⁷ Se: http://www.maib.gov.uk/publications/investigation_reports/2006/savannah_express.cfm

²⁸ MAIB recommendation number 2006/136

²⁹ STW 38/12/4

³⁰ Se: http://www.maib.gov.uk/publications/investigation_reports/2006/red_falcon.cfm

Utredningen identifierade följande sakfrågor som är relevanta för Prospero-fallet:

- Fartygets framdrivningssystem användes inte i sitt normala driftsläge; ett sekundärläge användes och fartygets befäl var inte helt förtrodda med detta läge. Fartygsbefälet hade bristande utbildning i och erfarenheter av att framföra fartyget i detta sekundärläge, och SMS lyckades inte finna och korrigera denna brist.
- Det signalsystem som fanns installerat för att informera operatören om att fartyget inte framfördes i normalläge fungerade inte tillräckligt bra för att uppmärksamma operatören om vilket läge som var inställt; följden blev att framdrivningssystemet inte uppförde sig som förväntat.

Denna rapport ledde inte till några rekommendationer, eftersom fartygets operatörer omedelbart genomförde följande korrigerande åtgärder:

- Rapporteringssystemet för alla övningar och all utbildning ombord ändrades så att man införde en konkret månadsrapport till företaget från den av fartygets befälhavare som hade längst tjänstgöringstid.
- Checklistor för vaktövertagande och kritiska arbetsmoment gjordes om till lätthanterliga arbetsblad som var lättillgängliga för däcksbefälet.
- Kravet att granska och riskbedöma åtgärder och insatser i vilka en felande utrustning kan påverka fartygets driftssäkerhet upprepades för rederiets personal på alla nivåer. Behovet av att övervaka införda rutiner för att säkerställa ovanstående underströks också igen.
- Rätta förfaranden vid ovanliga och/eller viktiga arbetsmoment upprepades för all personal.
- En extern, av MCA genomförd, granskning av ISM-rutinerna på Red Falcon genomfördes framgångsrikt.
- Oberoende konsulter anlätades för att granska och kontrollera åtgärderna på Red Falcon genom att gå igenom en databas som omfattade över 800 fartyg.
- En ny förste befälhavare utnämndes för tjänstgöring på Red Falcon för att tillföra incitament och ledarskap i arbetet med att återuppbygga processer och rutiner ombord efter olyckan.
- Ett antal möten hölls med fartygens personal för att granska detaljerna kring olyckan för att säkerställa att viktiga lärdomar sprids till samtliga fartyg i flottan.
- En genomgång av filosofin bakom och den designmässiga avsikten med styrsystemen för synkronisering/desykronisering företogs tillsammans med designers/tillverkare.

1.30 Systerfartyg – Evinco

Utredarna har inte haft möjlighet att besöka Evinco, det tredje fartyget i serien, och har inte fått någon relevant information om detta fartyg. SSP-systemet för Evinco åtnjöt garanti från tillverkarna fram till september 2007.

2 ANALYS

2.1 Syfte

Syftet med analysen är att fastställa de bidragande orsakerna till och omständigheterna kring olyckan som utgångspunkt för rekommendationer för att förebygga liknande olyckor i framtiden.

2.2 Trötthet

Befälhavarens, lotsens och maskinchefens trötthet bedömdes med hjälp av MAIB:s mjukvara för utvärdering av trötthet; trötthet ansågs inte vara en bidragande faktor till olyckan.

2.3 Yttre omständigheter

Vädret ansågs inte ha bidragit till olyckan.

2.4 Olyckan

Den grundläggande orsaken till det initiala felet på podreglagen har inte hittats; man misstänker emellertid att signaler med överskridna värden i PCS gav upphov till att systemet automatiskt bytte från de primära manöverspakarna till backupsystemets tryckknappar.

När det blev fel på Prosperos primära framdrivningsmanöversystem, blev inte befälhavaren uppmärksam på felet och upptäckte inte att systemet troligen hade kopplat över till ett backupmanöverläge automatiskt. I sina därpå följande åtgärder kämpade han i viss utsträckning mot manöversystemet och kunde inte förhindra att hans fartyg två gånger kolliderade med kajen, en gång förut och en gång akterut.

När Prospero byggdes var fartygets framdrivningssystem innovativt och rederiet hade dragit nytta av en förlängd garanti. Dessa två faktorer medförde att rederiet var starkt beroende av tillverkarna för alla former av produktsupport. Följderna av att det saknades egna underhållsrutiner, fartygsbefälets och den iland baserade personalens bristande kunskaper om systemet och bristfällig SMS och systemdokumentation adderades till ett framdrivningssystem, för vilket det från första början inte hade funnits några egna tekniska standarder och resulterade i ett fartyg, vars återhämtningsförmåga från defekter och nödsituationer i väsentlig omfattning försvagats. Trots att den tidigare olyckan med Bro Sincero hade förbättrat ett podmanöverfel med liknande följder som det som inträffade vid denna olycka, hade inte dessa varningar uppfattats, och inga förebyggande åtgärder som kunde ha minskat skadeverkningarna hade vidtagits.

2.5 Förlust av manöverförmågan över podpropulsorn

2.5.1 Podmanöversystemet

Medan Prospero höll på att lägga till i Milford Haven nattetid, uppstod ett fel på den primära podmanövreringen. All larmbelysning hade dämpats, varför befälhavaren till en början inte var medveten om att det hade uppstått ett fel. Befälhavaren hade inga fullgoda praktiska kunskaper om backupmanöversystemet och i sina försök att avvärja en olycka kunde han inte förhindra att först bogen på hans fartyg kolliderade med kajen och att det därefter backade in i

förtöjningsdykdalberna akterut. Befälhavaren kunde inte på ett verkningsfullt sätt använda nödmanövreringen för att stoppa fartyget.

Orsakerna till de två opåkallade kommandona om 70 % fart framåt under tillbudet i Milford Haven har inte klarlagts. Den första effektökningen inträffade antingen medan eller omedelbart efter att befälhavaren bytte manöverplats från mitt- till babordskonsolen; ingen förklaring till detta falska kommando har fastställts. Ytterligare ett effektmanöverproblem inträffade när befälhavaren försökte att nollställa manöverreglagen från babordskonsolen, men systemet gav åter det oönskade kommandot om 70 % fart framåt. Detta kunde förklaras om PCS-manövreringen inte framgångsrikt flyttats över från mitt- till babordskonsolen. Befälhavaren trodde att han hade kontroll över podenhetens vridning från babordskonsolen, men ingen effektkontroll. Det är möjligt att systemets effektmanövrering hade kopplats över till backupanläggningens tryckknappssystem som gav ett kommando, och att elektriska axel-systemet därför försökte att synkronisera babordskonsolens spak med det oönskade kommandot om 70 % effekt. Den andra oönskade effektpåslagningen (som ledde till skadorna på Prosperos akter) från 0 till 70 % har inte kunnat förklaras.

SSC har uppgett att de lösa kablar som senare upptäcktes i konsolen på styrbords bryggvinge inte var orsak till förlusten av manöverförmågan över SSP-systemet från babords konsol. Utredningen har emellertid visat att ett tillsynes liknande fel inträffade på systerfartyget Bro Sincero, vilket också ledde till förlorad manöverförmåga över podsystemet med jämförbara följder. Vid tiden för den olyckan ansåg den tillkallade serviceingenjören från SSC att de lösa kablarna var orsak till förlusten av manöverförmågan.

Om de lösa kablarna/trasiga ledningarna som upptäcktes i manöverskåpen till podenhetens manöverspak på både Prospero (se punkt 1.8.2) och Bro Sincero inte var orsak till problemet, så fanns det andra väsentliga defekter i SSP-systemet som fortfarande är olösta.

Eftersom Prospero inte var utrustad med vare sig VDR eller en inspelningsmanöverskrivare på bryggan, är det osannolikt att den exakta orsaken till den initiala förlusten av podmanöverförmågan kommer att kunna fastställas.

2.5.2 Larmsystemet

Belysningen i manöverpanelerna och larmsystemet på bryggan kunde dämpas till en punkt där de blev osynliga, och det akustiska läret var inte högt nog för att kunna urskiljas i det omgivande bullret. Befälhavaren blev därför inte uppmärksam på att det primära manöversystemet hade fallit ur. Det är därför lätt att förstå hans förvirring och därav följande reaktioner.

Det finns, på natten, en naturlig tendens att minimera belysningen på bryggan för att bevara mörkerseendet. Därför dämpas all permanent belysning till sin lägsta nivå. Genom att använda samma lampor för att indikera funktioner med fast sken och larm, försämrade den sänkta belysningen med fast sken den vaktansvariges möjligheter att upptäcka den blinkande larmindikeringen. Vidare borde det inte ha varit möjligt att sänka larmlampans sken under synlig nivå så att det blev svårt för befälhavaren att se läret om "elektrisk axel-fel", vilket indikerade att PCS-manövreringen automatiskt slagit över till backup-systemets tryckknappar. Om lamporna med fast sken och larmlamporna hade varit åtskilda, kunde man ha begränsat sig till att bara dämpa knapparna med fast sken.

Donsötank reagerade på detta problem genom att ändra sin före-ankomst checklista och bestämde att personalen på bryggan skulle vrida upp nivån på larmsystemets belysning så att den alltid var synlig. Mot bakgrund av de potentiella följderna av detta fel och att det föreligger på mer än ett fartyg, skulle en permanent lösning som att skilja lampfunktionerna åt och höja volymen för det akustiska larmet vara mer effektivt.

2.6 Fartygsmanövrar och lotsning med SSP-systemet

Det fanns en mycket hög grad av tillit till PES och SSP:s hårdvara ombord på Prospero; när systemet fungerade på rätt sätt, var det så förledande lätt för operatören att svåra fartygsmanövrar blev bedrägligt enkla. Befälhavaren var illa rustad för att reagera på ett primärt PCS-fel av ett flertal skäl:

- PCS-reglagen medgav inte någon lätt förståelse av hur systemet fungerade eller var konfigurerat.
- Ingen av brygg- eller maskinbefälen hade fått någon formell utbildning på systemet och dess backupfunktioner.
- Det fanns inget krav på däcksbefälet från företagets sida att styrka sin kunskap om användningen av backupfunktionerna.
- Befälhavaren var det enda befälet på bryggan när olyckan inträffade.
- Även om däcksbefälet hade velat sätta sig in i de sekundära systemen på egen hand, så fanns det ingen dokumentation ombord för detta ändamål.
- Inga bogserbåtar var kopplade till Prospero vid olyckstillfället.

2.6.1 PCS-reglage

I primärläge var PCS relativt enkelt att använda och en tillträdande befälhavare kunde skaffa sig grundkunskaper genom att se hur hans företrädare gjorde. Den dåliga funktionen hos indikatorlamporna och det stora antalet driftslägen, av vilka en del kunde ställa in sig automatiskt, gjorde det svårt för operatören att övervaka systemet, medan han var koncentrerad på att lägga till. Avsaknaden av ett effektivt akustiskt larm som kunde fästa hans uppmärksamhet på en förändring i podsystemet, minskade ytterligare möjligheterna för en operatör att upptäcka ett fel.

Det verkar som om det primära systemet var så enkelt att använda att ingen hade tänkt sig in i de svårigheter en operatör skulle möta när han använde backuplägena.

Arrangemanget för samverkan människa-teknik borde idealt sett utvecklas så att den blev mer användarvänlig. Innan detta blir verklighet, skulle bättre utbildning kunna bidra till att mildra bristerna.

2.6.2 Utbildning

STCW:s utbildning är inriktad på konventionella framdrivningssystem, och under utbildningen är det ofta ren tur om däcksbefäl under träning kan tillägna sig mer än rena baskunskaper om andra framdrivningssystem.

Behovet av särskild utbildning av däcksbefäl på ovanliga eller för särskilt ändamål avsedda fartyg har sedan länge varit uppenbart i vissa delar av sjöfarten, till exempel ifråga om höghastighetsfartyg och dynamiskt positionerade (dp) fartyg. Sådan utbildning är vanligen inriktad på befälhavaren och överstyrman men omfattar också OOW i någon grad.

Utan en strukturerad och grundlig utbildning i alla SSP-systemets möjligheter och begränsningar (inklusive driftslägen för backup- och nödfunktioner) kunde befälhavaren bara lita på att framdrivningssystemet skulle fungera på rätt sätt.

Operatörer av podframdrivningssystem bör överväga hurvida den behöriga personalens grundläggande färdigheter behöver kompletteras genom specialistutbildning på den framdrivningsanläggning som de är satta att använda och, i så fall, se till att det upprättas en lämplig utbildningsplan.

2.6.3 *Övning i användningen av backupssystem*

I ett bra SMS-system bör ingå att däcksbefäl och maskinbefäl regelbundet prövar användningen av backupmanövreringen. Likaväl som de måste ha full kännedom om nödfunktionerna hos det system de använder, måste operatören ha både självförtroende och kompetens för att skifta mellan den primära manövreringen av framdrivning och styrning och backupsystemen.

Vid det här tillfället upptäckte inte befälhavaren att systemet troligen automatiskt slagit över till det backupbaserade manöversystemet, men inte heller inledde han, när det väl stod klart att systemet inte följde hans kommandon, en serie väl inövade åtgärder för att återvinna kontrollen över systemet. Ännu allvarigare är att han, när han fann att han inte hade manöverförmåga över fartyget, inte aktiverade "nödstoppet". Så snart han hade gett order om att fälla ankaret, skulle denna åtgärd åtminstone ha förhindrat den andra serien av kollisioner. I valet att inte aktivera 'nödstoppet' var han påverkad av maskinchefen som var så osäker om följderna av att använda denna funktion, att han före olyckan hade varnat kaptenen för att använda det.

"Sista utvägen"-alternativet att återställa PCS genom att flytta över manövreringen till maskinrummet och sedan omedelbart tillbaka igen till bryggan hade inte heller använts eller övats.

MAIB blir allt mer uppmärksammat på olyckor som inträffat därför att fartygspersonalen antingen inte insett att ett system automatiskt kopplat in ett backupmanöverläge eller är så oerfarna i användningen av backuplägen att de inte kunnat manövrera fartyget på ett effektivt sätt. I detta avseende är likheterna med Red Falcon-olyckan, till vilken hänvisas i punkt 1.29.2, slående.

Det faktum att det inte fanns något SMS-krav på att däcksbefäl och maskinbefäl skulle ha utbildning i, och öva, backupmanöverlägen innebar att Prosperos däcksbefäl och maskinbefäl, när SSP-systemet upphörde att fungera i primärläge, inte kunde återvinna faktisk kontroll över fartyget.

2.6.4 *Bemanning på bryggan*

Trots att MHPA:s allmänna direktiv nummer 10 krävde att teamet på bryggan skulle bestå av minst två personer som kunde sköta manövreringen av fartyget, fanns inga andra personer som ingick i vakten på Prosperos brygga vid tiden för olyckan. Befälhavaren var därför ensam när han försökte hantera förlusten av podmanöverförmågan.

I enlighet med normal standbyrutin ombord hade vakthavande styrman begett sig till sin förtöjningsstation och överstyrman hade gått till manifoldrarna på huvuddäck för att kontrollera att fartyget förtöjdes i rätt läge. Det var inte bara det att detta inte var den bästa användningen av tillgänglig arbetskraft, utan en kontroll av de lokala bestämmelserna borde ha föranlett en ändring i rutinerna som gjort att en behörig vakthavande styrman hade funnits kvar på bryggan.

Lotsen hade ingen formell utbildning i eller erfarenheter av podframdrivningssystem och kunde därför inte vara till någon direkt hjälp för befälhavaren, även om han kunde ge råd och minimera faran för andra. Lotsar anlitas emellertid för sin kännedom om och erfarenhet av lokala förhållanden, inte för att framföra fartyget åt befälhavaren. En lots kan inte förväntas vara expert på alla framdrivningssystem och fartygens personal kan inte förlita sig på honom för denna uppgift.

Om en vakthavande styrman med utbildning i och erfarenheter av drift av SSP-system hade stannat kvar på bryggan tillsammans med befälhavaren, är det möjligt att felet med manöverspakarna och åtföljande automatiska omkoppling från manöverspaken till tryckknapparna hade uppmärksamats. Mer sannolikt är att lämpliga nödgärder hade vidtagits för att återfå kontrollen över fartyget.

Efter denna olycka har Donsötank omprövat sin bryggbemanningpolicy på samtliga fartyg i sin flotta för att säkerställa att teamet på bryggan består av minst två behöriga personer vid ankomst och avgång. Detta bör också leda till att ytterligare ett befäl kan skaffa sig erfarenheter av att hantera fartyget och företa manövrer vid tilläggning och på så sätt bli bättre på att bistå befälhavaren eller ingripa i en nödsituation.

2.6.5 Dokumentation ombord

Ur ett SSC-perspektiv var den dokumentation som Prospero fått, troligen tillräcklig för installationsingenjörerna under den första driftsättningen liksom för reparationstekniker under den följande garantiperioden. De olika medlemmar av SSC:s tekniska personal som kom ombord hade den detaljerade systemdokumentation som de behövde och i ett format som de var vana vid och förtrogna med.

Dokumentationen bidrog emellertid inte till fartygspersonalens förståelse av systemet. Det fanns inga manualer tillgängliga för däcksbefälet att studera för att lära sig systemets olika funktioner och dess begränsningar. På den tekniska sidan hade fartygets personal fått sammanställa egna manualer genom att dokumentera arbete som utförts på systemet.

När Prosperos garanti löpt ut och utan att ett support-, service- och underhållsavtal hade tecknats, föll ansvaret för att hålla igång systemet på fartygets tekniska personal. Bortfallet av det hydrauliska styrningssystemet den 23 april 2007 som ledde till att fartyget grundstötte i S:t Petersburg-kanalen kunde direkt tillskrivas bristen på ett planerat underhåll för systemet.

Med sin språkblandning, motsägelsefulla och i vissa fall fullständiga avsaknad av instruktioner, var inte dokumentationen ombord till någon hjälp när det gällde att framföra fartyget på ett säkert sätt.

2.6.6 MHPA:s riktlinjer för användning av bogserbåtar

Även om MHPA:s riktlinjer anger kravet för fartyg som Prospero till minst två bogserbåtar, medges ett mindre antal om fartyget anses ha en mycket bra manöverförmåga. Beslutet att inte anvisa bogserbåtar till Prospero vid detta tillfälle grundades på det faktum att hon framförts på ett säkert sätt vid tidigare besök och erfarenheter från fartyg med liknande podsystem som besökt hamnen. Trots att befälhavaren inte hade informerat lotsen om Prosperos ”klassvillkor” är det inte troligt att detta skulle ha förändrat lotsens syn på användningen av bogserbåtar. Beslutet att inte anvisa bogserbåtar till Prospero när hon anlöpte Milford Haven den 10 december 2006 var därför inte orimligt.

Generellt kan man dock göra den anmärkningen att hamnar är starkt beroende av att befälhavare informerar dem om begränsningar eller inskränkningar i tillförlitlighet som kan vara av betydelse för fartygets ankomst och förtöjning, särskilt när händelser som kan påverka dessa hänsynstaganden inträffat efter fartygets senaste besök.

MHPA:s aktuella riktlinjer för användning av bogserbåtar ger ingen klar beskrivning av det förfarande som skulle ha följts vid övervägandet av en minskning av antalet bogserbåtar för fartyg som Prospero. Det borde finnas otvetydiga riktlinjer för det förfarande som leder fram till ett beslut att sänka kravet på bogserbåtar för ett visst fartyg, och sådana beslut bör protokollföras och regelbundet omprövas.

Genom att kräva att två bogserbåtar skulle användas vid Prosperos avgång från hamnen efter olyckan, minimerade MHPA riskerna för sina intressenter.

2.7 Teknisk expertis ombord

2.7.1 Intyg om säker bemanning och det tekniska befälet

Även om SSP-systemet utvecklats med tanke på enkelt handhavande, var det ändå ett mycket komplext system som krävde att de som manövrerade och underhöll det hade genomgripande kunskaper om dess begränsningar såväl som om dess kapacitet. Dessa kunskaper saknades ifråga om det SSP-system som installerats på Prospero.

Prosperos framdrivningssystem var innovativt och komplext genom att det ingick elektromekaniska hybridsystem som låg utanför utbildning och erfarenheter hos majoriteten av alla fartygs tekniska befäl. Även om maskinisternas kunskaper om ett sådant system skulle ha förbättrats genom en utrustningsspecifik kurs, så var anläggningen på Prospero av sådan art att det skulle ha varit lämpligt att ha med ett befäl med elektroteknisk utbildning, åtminstone på det första av fartygen i klassen.

Maskinister och teknisk personal på fartyg med podsystem behöver ha en genomgripande förståelse av de mekaniska, hydrauliska, elektroniska och elektriska principer som ligger bakom konstruktionen av och som krävs för att underhålla framdrivningssystemet. Sådana kunskaper kan inte inhämtas genom en störtflod av information i samband med övertagandet av en tjänst och genom att vara med när leverantörens specialister arbetar med systemet. Det är inte heller sannolikt att de grundläggande momenten i STCW:s utbildning för tekniskt befäl skulle ge dem nödvändiga kunskaper för att driva en anläggning av detta slag.

Om Prosperos tekniska befäl hade fått en mer fullständig utbildning, så skulle de ha varit bättre förberedda för att rutinmässigt driva, prova och underhålla

SSP-systemet. De skulle vidare ha varit tillräckligt förtrogna med SSP-systemet och haft tillit till sin egen förmåga för att säkerställa att driftslägena för backup- och nödsystemen regelbundet övades och varit bättre i stånd att lämna råd till befälhavaren när PCS slogs ut.

Deltagande i en av tillverkaren anordnad kurs i de system som installerats ombord bör vara ett standardkrav för tjänstgöring på fartyg med nyutvecklade eller ovanliga framdrivningssystem. Rederier och fartygsbefäl bör noga överväga om det inte behövs en sådan kurs för att framföra fartyget på ett säkert sätt.

Donsötank och SMA bör ompröva nu gällande bemanning för tekniskt befäl ombord på denna typ av fartyg i syfte att höja den elektrotekniska kompetensen hos besättningen eller åtminstone säkerställa att fartygets tekniker genomgår en typspecifik utbildning på SSP-systemet.

2.7.2 *Behov av befäl med elektroteknisk utbildning*

De alltmer komplicerade framdrivningssystemen på moderna fartyg kräver en hög grad av kunskap om datorbaserad automation, elektriska manöverutrustningar och elektroniska system, särskilt för dieselelektriska fartyg utrustade med podenheter eller konventionella elektriska framdrivningsmotorer.

En följd av denna trend mot allt mer komplicerad teknik har blivit att rederierna efterfrågar befäl med särskild elektroteknisk utbildning som kan arbeta både med drift och med feldiagnostik. Flera olika utbildningsinstitutioner har visat intresse för denna efterfrågan, men ännu finns det ingen gemensam standard för denna typ av befälsutbildning eller krav inom STCW på någon särskild elektroteknisk inriktning vid utbildningen av specialiserad teknisk personal.

Efter MAIB:s utredning av olyckan med Savannah Express i Southampton den 19 juni 2005 rekommenderade MAIB att MCA skulle ta upp denna fråga med IMO, vilket också skett³¹. Behovet av rekommenderade förändringar har förstärkts genom denna olycka.

2.8 **Lärdomar från tidigare olyckor**

Även om det inte finns någon direkt teknisk koppling mellan de enskilda olyckor som diskuteras i denna rapport, så var inte olyckan i Milford Haven första gången som Prospero förlorade podmanöverförmågan och inte heller första gången som ett av Donsötanks fartyg fått skador på grund av förlust av kontrollen av SSP-systemet. Utöver omedelbara reparationer hade emellertid lärdomarna från dessa tidigare olyckor inte följts upp ordentligt av rederiet, flaggstaten, klassningssällskapet eller tillverkarna av utrustningen.

Prospero har förlorat podmanöverförmågan ytterligare två gånger efter olyckan den 10 december 2006 i Milford Haven, även om ingen av dem lyckligtvis medfört några allvarliga skador.

2.8.1 *Bro Sincero – kollision i Antwerpen*

I efterhand står det klart att om större uppmärksamhet hade ägnats olyckan med Bro Sincero den 6 maj 2006, så hade den efterföljande olyckan med Prospero i Milford Haven kunnat undvikas eller åtminstone följderna av den minimerats.

³¹ Se punkt 1.29.1

För det första kunde inte befälhavaren återta kontrollen över systemet, sedan det blivit fel på manöverspaken till podsystemet. Detta borde ha utvisat att Bro Sinceros befälhavares kunskaper om nödatgärder och backuplägen var otillräckliga. Orsaken till denna brist kunde ha varit avsaknad av utbildning i hanteringen av en nödsituation, otillräcklig övning av åtgärder i en nödsituation eller bristande uppföljning av förfarandet vid hanteringen av en nödsituation. Allt detta saknades när Prospero kolliderade med kajen i Milford Haven; ändå skulle de sex månader som förflutit mellan olyckan med Bro Sincero och den med Prospero i december ha varit fullt tillräckliga för att täppa till denna lucka.

För det andra, att en enstaka trasig anslutning uppenbarligen (enligt de service rapporter som utfärdades av den SSC-representant som utförde reparationen på Prospero vid den tiden) kunde få så allvarliga följder borde ha fått varningsklockorna att ringa hos tillverkarna (SSP-konsortiet), rederiet (Donsötank) och klassningssällskapet (DNV). Om konsortiet gått vidare med utredningen, utfärdat en produktvarning, och Donsötank ett säkerhetsmeddelande till samtliga sina fartyg, kunde andra SSP-operatörer ha blivit uppmärksammade på ett allvarligt fel, vilket hade minskat risken för ytterligare olyckor.

Oavsett skälen till den bristande aktiviteten från rederiets, tillverkarnas och klassningssällskapets sida efter Bro Sinceros kollision, framstår det ändå som sannolikt att en bättre rapportering av inträffade olyckor och uppföljningsrutiner från vilken som helst av dessa parter kunde ha förhindrat den efterföljande olyckan med Prospero.

När det gäller Bro Sinceros långvariga problem med autopiloten och funktionen för styrlägena slumpvis kopplade ur sig själva, var befälhavarens envisa jagande av SSC efter en slutgiltig lösning lovvärt. Donsötanks tekniska ledning borde emellertid ha tagit itu med detta problem på fartygets vägnar och felet borde inte ha fått bestå under så lång tid.

2.8.2 *Prospero – fel på podmanöversystemet före Milford Haven*

Eftersom grundorsaken till det första PCS-felet inte har fastställts, går det inte att dra några avgörande slutsatser, men det tidigare felet på gaussignalsändaren, de provisoriska reparationerna och det klassvillkor som ålades på grund av detta hade troligen ingen avgörande betydelse för olyckan i Milford Haven. När detta väl sagts, kan det konstateras att kravet på att ta hänsyn till inskränkningarna i podsystemets funktion mycket väl kan ha ökat den press som befälhavaren stod under (se punkt 2.10.4).

Det faktum att gaussignalsändarenheten var obrukbar under så lång tid tyder emellertid på att rederiet hade problem att ordna löpande produktservice och produktsupport.

2.8.3 *Simens-Schottel-konsortiet*

Det finns SSP-system i bruk hos flera andra redare. SSC måste säkerställa att lärdomar som vunnits från drift, underhåll och reparation av alla SSP-system dokumenteras och redovisas för operatörer av liknande SSP-system.

2.9 Donsötanks säkerhetsstyrningssystem (SMS)

Många av de brister som redovisats ovan skulle inte ha funnits eller åtminstone ha minimerats om Donsötanks ISM-system för driften av Prospero hade fungerat, närmare bestämt:

- **Resurser och personal:** Enligt ISM koden krävs att befälhavare är vederbörligen kvalificerade att föra befäl. Det kan diskuteras huruvida Prosperos befälhavare, utan formell utbildning i driften av SSP-systemet, var vederbörligen kvalificerad. Närmare bestämt var han ur stånd att reagera korrekt eller effektivt på den nödsituation som uppstod när framdrivningssystemet slogs ut.
- **Planering av åtgärder ombord och beredskap för nödsituationer:** Donsötanks SMS fungerade inte när det gällde att förbereda åtgärder mot en förutsebar förlust av manöverförmågan över SSP-systemet eller kräva genomförande av träning och övningar inför en sådan situation. Det faktum att träning och övningar inte genomfördes som de borde upptäcktes inte av vare sig företaget eller genom flaggstatens kontrollförfaranden.
- **Rapporter om och analys av olyckor och riskfyllda händelser:** Även om det fanns belegg för detaljerad analys av enskilda olyckor och tillbud, hade inte Donsötanks SMS varit framgångsrikt i sin uppgift att förbättra säkerheten i hela flottan. Särskilt noteras att trots ett antal andra olyckor och tillbud med liknande grundorsaker hade Donsötank inte till samtliga fartyg utfärdat några säkerhetsmemon med varning för felen eller anvisningar om hur följderna av dem skulle begränsas.
- **Underhåll av fartyg och utrustning:** I första hand beroende på den dåliga kvaliteten på tillverkarnas dokumentation av SSP-systemet som var tillgänglig ombord säkerställde inte Donsötank, eller kunde kanske inte säkerställa, att framdrivningssystemet underhölls på rätt sätt. Kraven under punkt 10.3 i ISM koden om regelbunden provning av förfarandena vid standby (avseende backup- eller nödsystemen) låg emellertid inom deras kontroll men implementerades inte på ett funktionellt sätt.
- **Dokumentation:** Kontroll av att dokumentation med avseende på nya versioner och förändringar i SSP-systemet var inte effektiv. Manualer märkta Prospero hittades ombord på Bro Sincero; dokumentation märkt "preliminär" användes cirka sex år efter att fartyget byggts.

Av ovanstående lista framgår att trots att Donsötank hade infört SMS som uppfyllde ISM:s krav ombord på Prospero och därmed uppfyllt gällande bestämmelser, så uppdaterades den inte genom vunna erfarenheter och var inte till fullo funktionell och effektiv.

Donsötanks ISM-system bör underkastas revision av både företaget och SMA för att fastställa att det i tillräcklig omfattning motsvarar de operationella kraven för fartygen i rederiets flotta och åtgärder upptäckta brister. ISM-systemet måste kunna säkerställa att åtgärder för att rätta till brister genomförs och att datum för när de ska vara slutförda protokollförs; en metodik som kan bli föremål för revision bör användas genomgående.

Flaggstatens ISM-revision är av nödvändighet stickprovsbaserad; det är allmänt accepterat att alla områden inte kontrolleras vid varje inspektion, och en fullständig revision av ett SMS genomförs sällan. Bristerna i Donsötanks SMS

med avseende på denna olycka upptäcktes inte under SMA:s ISM-revisioner. Eftersom många av problemen hänför sig direkt till införandet av en fullständigt ny teknik i Donsötanks fartyg, borde de emellertid rimligen ha kunnat förutses.

Mot bakgrund av antalet brister hos SMS som inte upptäcktes vid tidigare ISM-revisioner bör man överväga att genomföra en flaggstatsrevision av Donsötanks samlade företags-SMS med särskild uppmärksamhet riktad mot de områden som lyfts fram i denna rapport.

2.9.1 *Kvarvarande last från tidigare resa eller destination*

Bruket att ha kvar last ombord och ta med den till annan hamn hade utvecklats till en informell kutym mellan befraktarna och de kommersiella operatörerna ägnad att underlätta logistikåtgärder. I det här fallet hade lasten blivit kvar ombord på grund av otillräckligt tankutrymme i en tidigare hamn.

Även om det inte direkt påverkade omständigheterna kring olyckan, hade det faktum att både rederiet/operatörerna av fartyget och hamnmyndigheten var ovetande om att lasten fanns kvar ombord kunnat få säkerhets- och miljömässiga konsekvenser. Efter olyckan begränsade de 220 tonnen fotogen som var kvar ombord på vilket sätt fartyget hanterades i hamnen och under vilka villkor hon fick avgå till reparationsvarvet. När Prospero väl hade fått tillstånd att, med endast ballast, genomföra en enstaka resa, utgjorde kravet att först lossa den kvarvarande lasten en ökad risk i hamnen och gav upphov till försening.

Donsötanks ISM-anknutna SMS bör innehålla lämpliga instruktioner i syfte att minimera de risker som uppstår med anledning av kvarbliven last.

2.10 **SSP-systemets innovativa teknik**

2.10.1 *Hantering av riskerna med komplexa system*

Under senare år har kravet att sänka kostnader och minimera utsläpp medfört att ett antal innovativa marina framdrivningssystem har introducerats. Gemensamt för dessa har varit: utveckling av nya generationer av dieselelektrisk generering och tung kraftelektronik, ökad användning av datorer för manöversystem, och introduktion av podframdrivningssystem. Motivationen att utveckla och introducera ny teknik kommer sannolikt inte att avta, alltefterstom debatten om den globala uppvärmningen ökar i intensitet och sjöfartens koldioxidutsläpp hamnar i det politiska strålkastarljuset.

En nackdel med att övergå till ny teknik är att beslutsfattarna har föga underlag i form av kunskaper, erfarenheter och tillgänglig sakkunskap för vägledning. Allt eftersom tekniken mognar, vinner man nya erfarenheter av dess svagheter. Om dessa är oöverstigliga eller avskräckande dyra att åtgärda, tynar produkten bort. Om svagheter kan lösas, byggs förbättringarna in i senare varianter och installeras kanske i efterhand i befintliga fartyg. Problemet för branschen är att minimera risken för att innovativa, ej tillförlitliga system sätts i drift.

I fallet Prospero fungerade det obeprövade och ej utprovade podframdrivningssystemet till en början väl. När defekterna började visa sig, saknades emellertid de styråtgärder som behövdes för att motverka dem.

2.10.2 Rederiet

När rederiet, Donsötank, beslöt att förvärva Prospero, var de starkt påverkade av SSP:s försäkringar om systemet (se bilaga B) och den förlängda garanti som erbjöds. Rederiet vidtog därför inte de vanliga åtgärderna att utveckla egen expertis för och dokumentation av systemet, upprättade inte något serviceavtal eller någon serviceplan eller ordnade med formell utbildning av sitt befäl i den nya tekniken.

Följden blev att fartygets tekniska personal tog direktkontakt med konsortiet när det uppstod behov av teknisk sakkunskap eller assistans och fick support antingen via besök på plats av SSP:s tekniker eller 'leddes genom' reparation av felet via telefon. Utan tillgång till tekniska manualer eller utbildning lärde sig fartygets maskinister det de kunde av detta förfarande genom osmos. Arten av detta arrangemang innebar att istället för att stå för besluten så hamnade Donsötanks tekniske chef utanför felsökningsprocessen. Utan detta engagemang och utan praktiska kunskaper om SSP-systemet försämrades allvarligt den tekniske chefens förmåga att identifiera trender och utnyttja lärdomar från olyckor och tillbud på ett fartyg och föra dem vidare till andra fartyg i klassen.

En annan följd av Donsötanks begränsade förmåga att ge teknisk support på SSP-systemet och dess starka beroende av SSC:s serviceingenjörer var att Prosperos planerade underhållssystem för vissa delar av SSP-systemet hade försämrats till föga mer än underhåll vid fel (se punkt 2.6.5). Sälunda ansåg Schottel att felet på gaussystemet berodde på att det saknades rutinemässigt underhåll och kontroller som skulle ha avslöjat de slitna lagren. Garantin för Donsös samtliga tre SSP-fartyg kommer snart att upphöra; effektiva service- och supportprogram som genomförs i rätt tid (som täcker planerat underhåll och "hälsokontroller" av systemet såväl som support vid fel) krävs, antingen från SSC eller från annat håll. Andra operatörer av liknande system har insett behovet av denna förmåga, och en anledning till att SSP:s servicetekniker inte fanns till hands för Prospero i Milford Haven var att de var upptagna med avtalsenlig service på annat håll.

Genom sitt beslut att inte investera i typspecifik utbildning för sin däck- och maskinpersonal hade inte Donsötank på ett tillfredsställande sätt klargjort eller minskat de risker som deras SSP-fartyg löper under hela sin livslängd. Även om den riskinriktade ISO17894:2005 inte hade publicerats när Prospero och hennes SSP-system konstruerades, så gäller dess principer i föreliggande fall genom att systemteknisk metodik används för att hantera risker och för att kunna leverera system som är tillförlitliga och möjliga att spåra - genom anläggningens hela livscykel. Dessa principer har numera antagits av vissa klassningssällskap och marknadsförs som en extra service till deras kunder³². Detta nya sätt att bedöma komplexa system kan tillämpas på både nya och befintliga installationer.

Mot bakgrund av resultaten av denna utredning bör (i den mån det är praktiskt genomförbart) en riskbaserad bedömning tillämpas retrospektivt på PES som används i de SSP-system som installerats på Donsötanks fartyg i syfte att begränsa riskerna med och följderna av fel på podframdrivningssystemet.

Utöver de tekniska lösningar som krävs bör bedömningarna omfatta analys av systemets layout på bryggan och i ECR med särskild uppmärksamhet riktad

³² Till exempel Lloyd´s Register (LR) "Dependable Systems Review" som ett alternativt tillvägagångssätt vid uppfyllandet av vissa av LR:s klassningskrav.

mot olika alternativ för både displayer och manövrering ur ett perspektiv inriktat på samverkan människa-teknik.

2.10.3 Dokumentation

Systemdokumentation måste tillhandahållas för att vägleda och instruera operatörer och underhållspersonal i säker och effektiv hantering ur alla aspekter av systemen ombord.

SSC uppgav att alla intressenter erhållit tillfredsställande dokumentation. Vad skälet än är till den bristande SSP-dokumentationen ombord på Prospero vid tiden för olyckan, så har Donsötank försummat behovet att säkerställa att det fanns en tillfredsställande dokumentation ombord. Detta krav återstår att uppfyllas från Donsötanks sida, tillsammans med SSC.

Det faktum att det varit nödvändigt att i både LR:s ”regler för podsystem” och PQF föreskriva att podtillverkare måste tillhandahålla tillfredsställande manualer och dokumentation för sina system utgör bevis på att Donsötanks problem med systemdokumentation är mer utbredda.

Att sjöfarten står inför svåra utmaningar och många problem med fartygsmanualer och dokumentation är ett välkänt faktum; mycket har redan skrivits i ämnet³³. De problem och tillhörande risker som uppstår på grund av undermålig dokumentation och bristfälliga manualer uppfattas som endemiska inom sjöfarten i allmänhet och är förvisso inte begränsade till SSP-systemet; de allvarliga försummelse som upptäckts i detta fall lyfts emellertid fram, eftersom de bidragit till olyckan. Prosperos SSP-system var i själva verket en prototyp; dokumentationen ombord på det andra fartyget, Bro Sincero, var bättre men uppfyllde ändå inte kraven för trygg och säker drift av en så komplex och säkerhetskritisk utrustning.

Manualerna ombord var till stor del författade av engelskspråkiga tyskar och tänkta att i första hand användas av engelsktalande skandinaver; de befäl som kunde tyska och engelska och dessutom andra språk var bättre i stånd att ta till sig information i den form den presenteras. Hur som helst ökade sannolikheten för fel, antingen genom feltolkning av den information som fanns att tillgå eller så blev förfarandet så svårt och tröttsamt att SSP-underlaget inte användes alls, vilket uppmuntrade en överdriven tillit till jourlinjen via e-post och telefon. Inte desto mindre är det synnerligen viktigt för säker och effektiv drift att fartygsmanualer finns tillgängliga på alla relevanta platser ombord och avfattade på ett arbetsspråk som besättningen förstår.

2.10.4 SSP-konsortiet

I likhet med en del andra podframdrivningssystem hade SSP tillverkats av ett konsortium. Det finns vissa belägg för att konsortiets arrangemang i detta fall inte fungerade fullt ut som det skulle. Som exempel kan nämnas tillhandahåll-

³³ t.ex. CHIRP rapport: *Marine Operating and Maintenance Manuals – are they good enough?* <http://www.chirp.co.uk/main/Downloads/pdfs/CHIRP%20Operating%20&%20Maintenance%20Manuals%20Final.pdf> och IACS: rekommendation 71 *Guide for the Development of Shipboard Technical Manuals* på: http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Guidelines_and_recommendations/PDF/REC_71_pdf211.pdf IMO MSC.1/Circ. 1253 Shipboard Technical Operating and Maintenance Manuals (publicerad oktober 2007), se http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D20329/1253.pdf IMO MSC.1/Circ. 1253 Shipboard Technical Operating and Maintenance Manuals (publicerad oktober 2007), se http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D20329/1253.pdf MCA MIN 312 Shipboard Technical Operating and Maintenance Manuals (publicerad november 2007) se <http://www.mcga.gov.uk/c4mca/312.pdf>

landet av SSP-dokumentation, den tid det tog att få fram en reservdel för att reparera gaussändaren och underhåll som försenades medan ansvaret för problemlösning bollades mellan huvudleverantörerna och vidare till underleverantörer.

När det gäller ämnet systemdokumentation är det inte klarlagt huruvida tillräcklig dokumentation hade tillhandahållits från början och sedan kommit bort eller om den dokumentation som fanns ombord var till stöd för SSP:s tekniker och inte för fartygets personal. I vilket fall var dokumentationen ombord på Prospero vid tiden för olyckan bristfällig.

Den under lång tid "nödriggade" kabeldragningen till gaussändaren som ersättning för slipringssystemet begränsade podenhetens rörelsefrihet. Under normal drift skulle buntbanden på bryggkonsolerna ha räckt till för att påminna däcksbefälet om att inte "linda upp" kablarna genom att hela tiden rotera podenheten åt samma håll. När befälhavaren försökte återvinna kontrollen över fartyget, måste emellertid behovet av att tänka på denna begränsning av podrörelsen bara ha ökat den press han stod under. Felet på gaussändaren hade inte förutsetts och ingen reservdel fanns tillgänglig. På Bro Sincero användes ett annat system för gaussändaren vilket man dock inte införde i efterhand på Prospero. Istället för att införa stabilt och tåligt alternativ lät man den tillfälliga reparationen övergå till att bli en halvpermanent men undermålig lösning.

Det finns vissa belägg för att SSC inte ens under garantitiden kunde tillhandahålla effektivt produktsupport. Vid ett flertal tillfällen blev Prosperos tekniska personal invecklad i långdragna reparationer genom kontakt på telefon och med e-post; i själva verket fungerade de som systemteknikernas ögon och händer, eftersom teknikerna uppenbarligen var för upptagna för att själva komma till fartyget. Vid andra tillfällen tog det lång tid att isolera relativt enkla fel, därför att varje leverantör var tvungen att kontrollera att just hans del i systemet var felfri, innan nästa del kunde undersökas. Medan detta förfarande kan vara oundvikligt i vissa sofistikerade system förvärrades i detta fall genom SSC:s dispositioner och avsaknaden av specialistutbildning hos den tekniska personalen ombord på Prospero. Detta var särskilt besvärligt för fartygets tekniska personal som hade problem med att identifiera vilken teknisk expert som de skulle konsultera. Utredarnas erfarenheter av att ha att göra med Schottel som partner inom SSC var otillfredsställande med alla förfrågningar som skickades över till den ledande medlemmen av konsortiet (Siemens) för åtgärd trots att frågeställningen låg inom Schottels fackområde.

Till SSC:s försvar kan anföras att Donsötank, när garantin utlöpt, inte tecknade något löpande serviceavtal med konsortiet. Följden blev en minskning av tillgängliga resurser för Donsötanks servicesupport.

Utan driftshistorik fanns ingen kännedom om typ av och frekvens för olika fel; det fanns inga säkra felsökningsprotokoll och tillgången på reservdelar kunde inte bedömas korrekt. Dessa problem kunde emellertid ha förutsetts och åtgärder vidtagits för att minska dem.

Den 26 oktober 2007, när denna rapport gjordes klar för publicering, fanns inte Siemens-Schottel-konsortiet kvar. Båda företagen undersökte andra möjligheter till ömsesidigt samarbete med Siemens som ensam ansvarig ledare.

2.10.5 Klassningssällskapet

SSP-systemets innovativa karaktär ledde till svårigheter också för fartygets klassningssällskap, DNV.

Den besiktningsman från DNV som kom ombord Prospero i Milford Haven koncentrerade sig på skrovskadorna och ägnade föga uppmärksamhet åt att kontrollera de maskinella system som plötsligt gett upphov till skadan. Utan praktiska kunskaper om SSP-systemet och dess potentiella feltyper tilläts Prospero att avgå till Fredericia utan att först genomgå manöverprover och därefter fullständiga provturer utanför Milford Haven. Risker för en upprepning av felet hade inte kvantifierats eller minskats innan Prospero tilläts att segla vidare, först till Falmouth och därefter fortsätta till Danmark via Dover-sundet. Det vore orimligt att kräva att besiktningsmän och inspektörer som kommer ombord ska ha allsidiga kunskaper om alla framdrivningssystem som de kan träffa på. De bör emellertid vara uppmärksamma på de problem som kan uppstå och ha enkel tillgång till expertrådgivning som kan vägleda dem genom de åtgärder de bör vidta för att säkerställa att ett fartyg förblir driftsdugligt i enlighet med klassningssällskapets regler.

Trots att DNV vid den tid då Prospero togs i drift inte hade en samlad uppsättning regler för klassning av fartyg med podframdrivningssystem så gjorde de bedömningar i enlighet med andra motsvarande standarder; så till exempel angav FMEA att det kunde uppstå fel på den valda axellägesgivaren och att detta skulle leda till fullständig framdrivningsförlust och att det då skulle krävas manuella åtgärder för att återvinna framdrivningsförmågan. Trots att problemet hade identifierats av ursprunglig FMEA, hade det emellertid uppenbarligen inte följts upp och provats av DNV som del i en godkännandeprocess, och ingen provtur hade genomförts för att styrka resultatet enligt FMEA.

Ett fel på axellägesgivaren ger utslag på rpm-manövreringen, inte på vridningsmanövreringen av podenheten, varför fel på den valda axellägesgivaren inte ansågs ha bidragit till olyckan med Prospero i Milford Haven. Det var först efter hennes därefter följande olycka i Brofjorden som hon belades med ett "klassvillkor". Någon fullständig redovisning av Prosperos tidigare "manöverproblem" kunde inte hittas, och det är möjligt att DNV inte kände till dem. Likafullt hade Bro Sincero råkat ut för en olycka, och Prospero för två, innan ett klassvillkor utfärdades och felen i manöversystemet utreddes.

Med tanke på senare tids driftserfarenheter av Donsötanks SSP-utrustade tankerflotta och som en följd av de olyckor som diskuteras i denna rapport bedöms att klassningssällskapets nuvarande standarder för fartyg utrustade med endast ett podframdrivningssystem bör tillämpas (där så är praktiskt genomförbart och lämpligt) retrospektivt på de av Donsötank opererade befintliga SSP-fartyg. En detaljerad teknisk och säkerhetsbetingad utvärdering av SSP-systemen bör genomföras. En ny genomgång bör göras av befintlig FMEA och resultaten därifrån utvärderas för att kontrollera att tillräckliga redundans- och övervakningsnivåer införlivas med podframdrivningsenhetens viktigaste supportsystem och driftsutrustning. Resultatet från utvärderingen bör kontrolleras genom provtur. Denna åtgärd, och den dokumentation som bör tas fram som en följd därav, bör formellt godkännas av aktuellt klassningssällskap.

De reviderade FMEA-dokumenterna bör kompletteras genom en analys av mänskliga-teknik-samverkan med SSP-systemet.

2.10.6 Hamnstatskontroll – MCA

De besiktningsmän från MCA som kom ombord Prospero i Milford Haven befann sig i liknande situation som klassningssällskapets besiktningsman genom att de saknade specialistutbildning i och erfarenheter av podpropulsorer och inte hade tillgång till expertrådgivning. De koncentrerade sitt arbete till skrovetts sjövärdighet, medan riskerna för en upprepning av manöverproblemet inte beaktades i tillräcklig omfattning.

2.10.7 Flaggstat – SMA

Flaggstatsförvaltningen stod också inför stora svårigheter när det gällde att utvärdera det innovativa SSP-systemet. Man kan emellertid hävda att deras problem var större, eftersom de hade att utvärdera systemet för att kunna utfärda intyg om säker bemanning och ISM. De förväntades bedöma den fullständiga integreringen av det tekniska systemet med människor i egenskap av operatörer och ledning utan att besitta fullständiga kunskaper om SSP-systemets tekniska aspekter. Som följd därav hade de ingen norm mot vilken de kunde bedöma om Donsötanks tilltänkta bemanning var tillräcklig (se punkt 2.7.1). Ännu allvarigare är att de luckor i Donsötanks SMS som redovisas i punkt 2.9 undgick upptäckt. När ISM-granskningar inte lyckas fastställa svagheter i SMS, är den vanliga reaktionen att granskningen bara är en stickprovskontroll som inte kan och inte förväntas kunna påvisa alla avvikelser. Det kan emellertid hävdas att den bristande dokumentationen ombord, svagheter i kunskaperna om systemet och frånvaron av en uppsättning nödrutiner för att åtgärda maskinfel, borde ha upptäckts.

SMA är inte ensam om att delegera många slag av viktigt tekniskt arbete till klassningssällskap. Eftersom det delegerade arbetet utförs för flaggstatsförvaltningens räkning, behöver denna administration emellertid besitta tillräcklig egen expertis för att övervaka effektiviteten i klassningssällskapets arbete samt också på ett funktionellt sätt kunna fullgöra de uppgifter som den har behållit.

2.10.8 Utveckling av aktuella standarder

Det har under årens lopp kommit ett stort antal tekniska innovationer, däribland dp, i aktern placerade roterbara driftsaggregat och framdrivningsenheter av typ Voith-Schneider som har tvingat branschen att anpassa sig och sprida aktuella standarder för att säkerställa att de nya systemen kan opereras på ett säkert sätt. I vissa fall har det tagit många år att mogna tillräckligt, innan systemen åtnjöt fullt förtroende. Det är därför en besvikelse att den nya podframdrivningstekniken inte blev föremål för mer rigorösa standarder från första början. PQF tillkom inte förrän 2003 och de har därefter tagit fram standarder som respons på de problemställningar som uppstått allt eftersom man vunnit nya erfarenheter av den nya teknikens mognad. I många fall har problemställningarna emellertid varit desamma som de som uppstod och åtgärdades för årtal sedan av den traditionella framdrivningsindustrin.

Om de standarder som PQF nu upprättat hade tillämpats när SSP-systemet utvecklades, installerades och driftsattes, skulle många av de sakfrågor som nu blivit problem kunnat undvikas. Det står klart att det nu varken är möjligt eller lämpligt att fullt ut tillämpa alla delar av PQF-standarderna på befintliga anläggningar. Att i efterhand tillämpa aktuella PQF-standarder på SSP-systemet skulle emellertid ge en granskningsbar referensstandard mot vilken SSP-anläggningar i drift och tillhörande supportsystem kunde bedömas.

Utredarna hade förväntat sig att DNV (som PQF:s sekretariat) skulle ha kunnat genomföra en granskning av SSC. Den 26 oktober 2007 fick MAIB genom ett brev från Siemens som en del i konsultationsprocessen veta att:

"Siemens-Schottel-konsortiet har upphört"

En granskning av konsortiet är uppenbarligen inte längre möjlig.

Under denna utredning har noterats en viss motvillighet mot att utbyta information och erfarenheter av driften av podpropulsorer; liknande problem har tidigare noterats i diskussioner vid T-Podkonferensen. Detta är ofta fallet med en ny teknik: det förekommer systemvarianter, kommersiella fördelar måste skyddas och beskrivningar blir begränsade när det kan leda till avtalsbrott och rättstvister. Detta bör emellertid inte hindra klassningssällskapen från att ta fram breda riktlinjer som kan tillämpas på alla nya eller innovativa system för att säkerställa att de är säkra och ägnade för sitt ändamål. Ett exempel är kravet på att presentera en FMEA som sedan provas och godkänns. Redan själva arbetet med att färdigställa denna FMEA skulle tvinga fram en förståelse av den nya tekniken som skulle ge flaggstaten, klassningssällskapet och rederierna information som underlättar beslut om bemanning, utbildning och dokumentation, samt support.

3 UTREDNINGSRISULTAT

3.1 Säkerhetsproblem som direkt bidragit till olyckan och som lett fram till rekommendationer

1. Praktiska erfarenheter av drift av SSP-systemet ombord visade att befintlig layout för visning av larm- och backupreglagen på SSP-systemet kunde förvillna en operatör som inte hade fullständig utbildning på SSP-systemet. [2.4, 2.5, 2.6]
2. Befälhavaren hade inte fått någon särskild utbildning på SSP-systemet och var inte tillräckligt förtrogen med användning av backupreglagen och nödrutiner. [2.5, 2.6]
3. Prosperos tekniska personal hade inte fått vare sig allmän utbildning (STCW) på podpropulsorer eller för SSP systemspecifik utbildning; det fanns inga befäl med elektroteknisk utbildning. De var därför illa rustade för att ge råd om hur systemet fungerade eller övervaka underhåll och reparationer på SSP-systemet. [2.6, 2.7, 2.10]
4. Donsötanks SMS hade ett antal brister som inte upptäcktes under gängse flaggstatsrevisioner. I detta fall påvisades inte SMS-avvikelserna genom "stickprovsprocessen". [2.6, 2.9]
5. Bättre rutiner vid olyckor och rapportering efter Bro Sinceros kollision den 6 maj 2006 kunde troligen ha förhindrat den olycka som därefter drabbade Prospero. [2.8]
6. Manualerna och dokumentationen ombord på Prospero var inte tillfyllest som underlag för säker drift av fartyget. [2.6, 2.10]
7. Donsötanks personal i land hade inte fått tillräcklig utbildning för att kunna stödja drift och underhåll av SSP-systemet. [2.10]

3.2 Övriga säkerhetsproblem som identifierats under utredningen och som också lett fram till rekommendationer

1. När Prospero byggdes var de standarder mot vilka hon utvärderades otillfredsställande. De förbättrade standarder och metoder som nu gäller för podpropulsorindustrin bör i efterhand tillämpas på av Donsötank opererade SSP-fartyg. [2.10]

3.3 Säkerhetsproblem som identifierats under utredningen som inte lett fram till rekommendationer men som påtalats.

1. Larmet fungerade inte tillräckligt väl för att uppmärksamma befälhavaren på att det primära manöversystemet hade slagits ut eller att backupsystemet automatiskt hade kopplats in. [2.5]
2. Manöverpanelernas och larmsystemets belysning på bryggan kunde dämpas till en potentiellt farlig nivå. Det akustiska larmet var ineffektivt. [2.5.2]
3. Befälhavaren hade inte någon OOW till sin hjälp på bryggan när Prospero närmade sig sin förtöjningsplats i Milford Haven. [2.6.4]

4. Befälhavaren underrättade inte lotsen om att Prospero var belagd med ett 'klassvillkor' på grund av begränsningar i SSP-systemets förmåga. [2.6.6]
5. Prospero tilläts gå in i Milford Haven utan bogserbåtar, men skälen till detta beslut dokumenterades inte på ett tillfredsställande sätt. [2.6.6]
6. Nu gällande STCW-krav på allmän utbildning av fartygens tekniska personal är otillräckliga för denna typ av komplex anläggning. [2.7.2]
7. MHPA hade inte informerats om att Prospero hade en betydande kvantitet last kvar ombord. [2.9.1]
8. Konsortiets sätt att behandlakonstruktion, tillverkning och kundsupport av SSP-systemet hade en negativ inverkan på underhåll och reparation av fel ombord på Prospero. [2.10.4]
9. De besiktningsmän och inspektörer som kom ombord i fartyget hade inga erfarenheter av podframdrivningssystem och lät därför Prospero lämna Milford Haven utan en genomgripande systemkontroll och fullständiga provturer. [2.10.5, 2.10.6]

4 VIDTAGNA ÅTGÄRDER

4.1 Donsötank har

4.1.1 som följd av olyckan med Prospero (10 december 2006) i Milford Haven

- kompletterat med två gånger per år återkommande PMS-rutiner för regelbunden kontroll och åtdragning av kablar i SSP-systemets manöverskåp.
- kompletterat med PMS-rutiner för SSP-systemets manöverskåp.
- infört rutiner inom SMS för att omkoppling till manöverstationerna på bryggvingen ska inbegripa funktionsprovningar.
- reviderat "före-ankomst"-checklistan så att den upptar kontroll av larmens ljud- och ljusnivån i manöverpanelerna på bryggan.
- granskat sin bryggbemanningpolicy för samtliga fartyg i sin flotta för att säkerställa att bryggan är bemannad av minst två behöriga personer vid an- göring och avgång från hamn.
- Ändrat sin ISM-betingade SMS så att den upptar anvisningar beträffande de förfaranden som krävs när last som blivit kvar ombord avsiktligt inte lossats i destinationshamnen. Dessa nya anvisningar har gått ut till samtliga fartyg i företagets tankerflotta.

4.1.2 som följd av tillbudet med Prospero (10 mars 2007) i Brofjorden

- distribuerat ett bolagsbrev till samtliga fartyg i sin flotta i vilket betonas korrekta (inom Donsötanks SMS angivna) rutiner för drift, underhåll och reparationer (inklusive ändring av parametrar som till exempel larmnivåer) för kritisk utrustning.
- granskat bolagets rutiner för teknisk övervakning av kritisk utrustning.

4.1.3 som följd av tillbudet med Prospero (23 april 2007) i S:t Petersburg-kanalen

- granskat rutiner för provning och godkännande av kritisk utrustning.
- i hela sin flotta infört PMS-rutiner beträffande provning av hydrauliska styrningsutrustningar; varje tendens till tryckminskning ska rapporteras och åtgärdas,

4.1.4 i samråd med DNV gett SSC i uppdrag att revidera vissa tekniska aspekter på SSP-systemet, närmare bestämt

- De till Schottels podsystem anslutna larmen ska revideras och ledas över larmsystemet för PCS och automationssystemet; denna revision krävs för att uppfylla FMEA-kraven för gaussändaren.
- Manöverreglagen till framdriftsconvertrarna och därtill hörande system har reviderats för att säkerställa att PCS, om convertrarna stängs av på grund av fel i fartlägesgivaren, automatiskt slår över till den andra fartlägesgiva- ren. Denna automatiska omkoppling kommer att registreras. Dock kommer den manuella omkopplingen att finnas kvar.

- Den automatiska omkopplingen från podmanöverspaken till backupsystemets fartmanöverknappar (i händelse av fel på fartinställningen) ska tas bort och ändras till manuell omkoppling när ett larm har utlöst. Larmrangenget har ändrats och inbegriper nu signaler till både SSP:s larmsystem och fartygets centrala automationssystem. Nivåinställningsförfarandet har modifierats så att den sista inställningen lagras i händelse av fel.

4.2 Siemens har

- samtyckt till att erbjuda Donsötank ett tekniskt utbildningspaket för SSP-systemet.
- tagit fram tekniska modifieringar av Prosperos SSP-system som krävs för att uppfylla aktuella klasskrav.
- samtyckt till att säkerställa att en full uppsättning SSP-systemdokumentation ställs till Donsötanks förfogande; all dokumentation kommer att tillhandahållas på engelska.
- samtyckt till att PES inom Prosperos SSP-system revideras (i den mån detta är praktiskt genomförbart för ett system som redan tagits i bruk) mot ISO-dokument 17894:2005 eller motsvarande klassningssällsstandard.
- samtyckt till att tillämpa aktuella standarder för att sammanställa en reviderad FMEA för SSP-systemet på Prospero. Systemanalysen kommer att inbegripa samverkan människa-teknik. Verifieringsprocessen kommer att underkastas DNV:s godkännande och kommer att inbegripa de provningar och tester som krävs för att styrka erhållna resultat.
- samtyckt till att distribuera relevant säkerhetskritisk information – ”gjorda lärdomar” till alla redare/operatörer av driftsatta SSP-system (se bilaga F).

4.3 DNV har

- utfärdat ytterligare besiktningsskott och två klassvillkor för Prospero. Enligt dessa skott krävs förändringar för att förbättra larmsystemet för SSP. Enligt det första klassvillkoret krävs betydande förändringar av delar av SSP:s effektmanöversystem i syfte att säkerställa att ett backupsystem alltid står klart att sättas in och kan vara i drift inom 30 sekunder. DNV har också krävt att skriftliga rutiner för åtgärder vid bortfall av styrning och framdrivning ska upprättas och regelbundet övas. Enligt det andra klassvillkoret, giltigt till dess det första villkoret stryks, upphävdes klassnotering EO (UMS) och föreskrev således att Prosperos maskinrum skulle vara kontinuerligt bemannat.
- utfärdat ett internt memo till sina besiktningsskott för att påminna dem om att de, när de bevisar fartyg för besiktning av skador, bör beakta alla aspekter på tillbudet inom klassengagemangets omfattning.
- utfärdat ett memo med uppgift om förändringar som skett i DNV:s krav och förfaranden för godkännande, certifiering och installation och provning av podenheter och därtill hörande manöver-/automationssystem (se bilaga G).

- föreslagit förändringar i sina föreskrifter för fartygsklassning som ska förbättra hanteringen av förändringar i manöversystemet ombord på fartyg i drift. Besiktning av manöver- och övervakningssystem kommer att utökas och inbegripa större fokus på hur förändringar i manöversystemen hanteras. En "förändringslogg" kommer att förvaras av en ansvarig person ombord på fartyget, och förändringshanteringsprocessen ska kunna spåras.
- granskat den omfattande utredningen och provningen ombord på Prospero utanför Simrishamn (25 april – 1 maj 2007) och bedömer detta som en praktisk motsvarighet till en FMEA-granskning av fartyget.

4.4 Hamnförvaltningen i Milford Haven har

- granskat sina riktlinjer beträffande användning av bogserbåtar för ankomst och avgång. De reviderade riktlinjerna klargör tillvägagångssättet för anvisning av bogserbåtar till tankfartyg av alla storlekar som anlöper Milford Haven.
- utfärdat ett operationellt memo enligt vilket fartyg som är nya för hamnen och därför inte tidigare utvärderats av lots måste "flaggas upp" till den biträdande hamnkaptenen. Detta kommer att fästa uppmärksamheten på besök av nybyggda fartyg, inklusive sådana som använder ny framdrivningsteknik.

4.5 Chevron Marine Assurance Group har

- slutat befrakta Prospero och hennes systerfartyg, tills dess att denna rapport har publicerats och fram tills dess att koncernen är nöjd med de riskbegränsningsåtgärder som vidtagits på de av Donsötank opererade SSP-fartyg.

5 REKOMMENDATIONER

Rederi AB Donsötank rekommenderas att

2007/193 revidera sina nuvarande lednings- och driftsrutiner för att säkerställa att:

- specialinriktad, av SSP-systemets tillverkare officiellt godkänd, teknisk utbildning tillhandahålls all teknisk personal som är involverad i drift, underhåll och reparationer av SSP-system som driftsatts av Donsötank.
- specialinriktad, av SSP-systemets tillverkare officiellt godkänd, utbildning i manövrering tillhandahålls all nautisk personal som är involverad i av Donsötank driftsatta SSP-system. Utbildningen bör lägga särskild vikt vid användning av backup- och nöddriftslägen.
- korrekta, fullständiga manualer och dokumentation finns tillgängliga ombord på sina med SSP-system utrustade fartyg.
- klara anvisningar lämnas med avseende på åtgärder som behöver vidtas av fartygens personal närhelst ett 'klassvillkor' utfärdas. De ändrade rutinerna bör inbegripa behovet av att informera hamnförvaltningar och lotsar före ankomst eller avgång från hamn.
- säkerhetskritisk information utan dröjsmål skickas ut till alla fartyg i Donsöflottan. Ett positivt feedbacksystem bör införas för att kontrollera att säkerhetskritisk information har mottagits av målgrupperna.
- fartyg i företagets flotta utrustade med SSP-system bemannas på vederbörande sätt. Behovet av att inkludera befäl med elektroteknisk utbildning ombord bör ingå som en del i varje översyn av bemanningen.

2007/194

upprätta formella avtal för ett kontinuerligt service-support-/underhållspaket och för detta ändamål använda lämpliga experter som är fullt förtrodda med alla aspekter av SSP-systemet.

2007/195

i alla avseenden underlätta för och samarbeta med de olika projekten för förbättring och validering av PES, FMEA och interface för samverkan människa-teknik; som skall genomföras med tekniskt bistånd av DNV och Siemens-Schottel i enlighet med avdelning 4 ovan.

Svenska sjöfartsverket rekommenderas att

2007/196

Ompröva nuvarande krav avseende säker bemanning på Donsötanks fartyg med komplexa, dieselelektriska och podpropulsordrivna system med beaktande av behovet av specialiserad elektroteknisk expertis på dessa speciella fartyg.

2007/197

Företa en granskning av företaget Donsötank ISM-system och alla de med SSP-system utrustade fartygen, med särskild uppmärksamhet riktad mot de förhållanden som tagits upp i denna rapport.

Marine Accident Investigation Branch Statens haverikommission

december 2007

Säkerhetsrekommendationer ska utformas på ett sådant sätt att de inte ger upphov till en förmodan om skuld eller ansvar.

Synopsis: *Prospero's* loss of pod control, the Gulf of Finland 20th September 2006



DET NORSKE VERITAS
SURVEY REPORT

Rev. [1]

Name of vessel PROSPERO		Name of owner Partrederiet för M/T "Prospero"	DNV id. no. 22081	Job Id.
			IMO no. 9212589	

Pod control system failure

This is to confirm that the following has been carried out:

Surveys

Survey Code	Survey Name	Result
MACHDAM.O	Machinery damage occasional -	Complete

Conditions and Memoranda - Given		Due Date
CC 12	Pod control transmitting unit (gauss) to be repaired. Finding(s): [Propulsion pod, azimuth A > Control and monitoring system A] Malfunction	2006-12-21
MO 13	As long as the CC related to pod control is in force, the crew are to perform and log regular inspections of stoppers fitted to pod control levers and condition of control cables in the pod and in the pod room.	

Station x	Place of survey	Survey started 2006-09-20	Survey completed 2006-09-21	Stamp
Lead surveyor's name	Lead surveyor's signature			
Surveyor's name	Surveyor's signature			

If any person suffers loss or damage which is proved to have been caused by any negligent act or omission of Det Norske Veritas, then Det Norske Veritas shall pay compensation to such person for his proved direct loss or damage. However, the compensation shall not exceed an amount equal to ten times the fee charged for the service in question, provided that the maximum compensation shall never exceed USD 2 million. In this provision "Det Norske Veritas" shall mean the Foundation Det Norske Veritas as well as all its subsidiaries, directors, officers, employees, agents and any other acting on behalf of Det Norske Veritas.

Name of vessel PROSPERO	Name of owner Partrederiet för M/T "Prospero"	DNV id. no. 22081	Job Id..
-----------------------------------	---	-----------------------------	----------

Survey Observations and Findings

Propulsion pod, azimuth A

As reported by crew, the vessel was eastbound in Gulf of Finland in early 20.09.2006, when an alarm of pod control unit fault 1&2 was raised, consequently the pod control was inoperative. Upon investigation, the fault was detected to be the device transmitting control signals from the turning pod to the control units, later called as gauss. Short emergency cables provided as spares onboard were connected in order to by-pass the gauss thus making the manoeuvring possible though limited in terms of pod steering angle. Vessel proceeded towards Hanko, last stage with tug assistance and anchored in Hanko Roads.

Vessel was attended 20.09. midnight together with two engineers from the pod maker Schottel Siemens. After investigation, the engineers agreed the fault being the defected gauss, which was dismantled and sent to the factory for inspection. Decision if it can be repaired or a new one to be produced is not yet done. New four meter long cables were fitted by-passing the gauss.

On attendance late evening 21.09. installation was finished. The pod control was tested from all positions (down inside the pod, local in pod room, ECR console, bridge console and both bridge wings). From local control at pod room was tested the pod turning full 360 degrees in both ways. Transformers local control panels 1&2 were clean of alarms. The control levers in bridge console, bridge wings and ECR console were fitted with mechanical stoppers in order to prevent the pod turning more than 180 degrees and signboards fitted besides all control positions. A short sea trial was done while pilot onboard incl. full turning the vessel. All installation and testing was satisfactory.

The modification done is creating a limitation to the pod operation; now the pod can not be turned around full turns 360 degrees unlimited times due to the cables being then twisted and damaged. Noted that only the manoeuvring mode is concerned, the sea going mode is limited anyway to +/- 30 degrees. Since the operational way is deviating from the original design, the modification was deemed as a temporary one and a CC was issued for permanent repairs (or alternatively seeking approval of the modified system of transmitting control signals from the pod). Additionally, a MO was issued for the crew to perform and log regular inspections of the control lever stoppers and control cable condition under cover.

Findings

[Control and monitoring system A]

Malfunction

[Issued as part of CC 12]



Final assembly. Cables coming through a pipe in center and continuing to the control units.

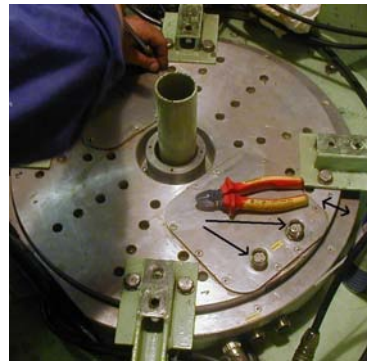


Control lever stoppers and signboard seen in stbd bridge wing, typical for all control positions.

Name of vessel PROSPERO	Name of owner Partrederiet för M/T "Prospero"	DNV id. no. 22081	Job Id..
-----------------------------------	---	-----------------------------	----------



As original. Arrow on the right showing the control cables coming from underneath the pod and connected to the gauss. Arrow on the left showing the control cable connected to the otherside of the gauss and continuing to control units.



Indicator baseplate taken off. Arrows on the left showing the control cable plugs on the gauss fixed part. Arrow on the right showing the contact surface of the gauss turning part.

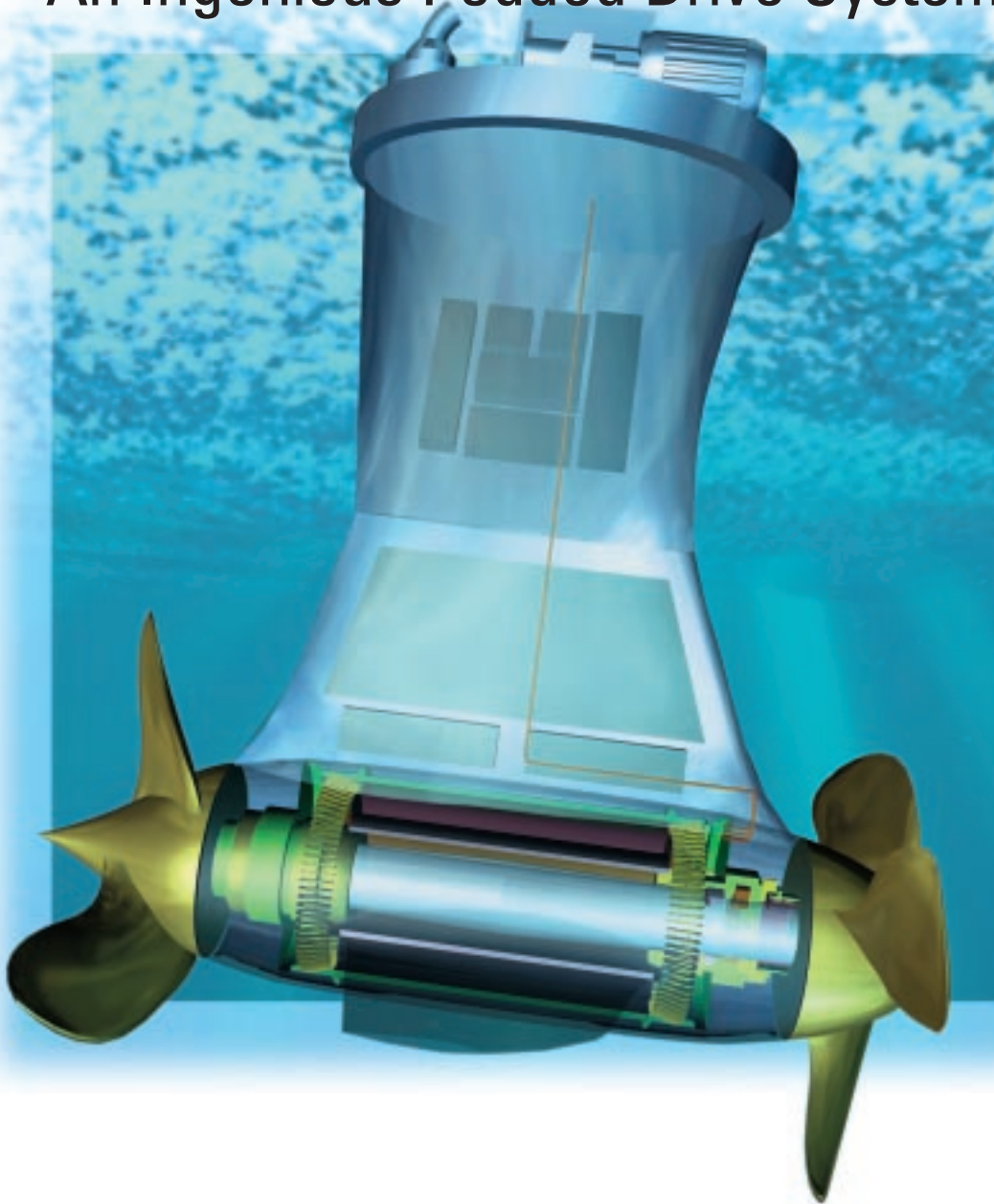


Assembly as original (cover taken off) above pod room deck.

General details of the Siemens-Schottel propulsor system

The SSP Propulsor

An Ingenious Podded Drive System



C O N S O R T I U M S S P

SIEMENS



The SSP Propulsor – a concept of genius, the most efficient podded drive available

The **CONSORTIUM SSP**, a consortium of **SCHOTTEL GmbH & Co. KG** and **Siemens AG, Marine Solutions**, has developed a new podded azimuthing diesel-electric propulsion system for power outputs in the range of 5 to 20 MW per unit.

Thanks to optimum hydrodynamic design and the new permanently-excited propulsion motor, the **SSP Propulsor** is the first diesel-electric drive system which proves significantly more efficient than a conventional diesel-direct drive system or azimuth thruster. These benefits, combined with the proven excellent manoeuvrability of an azimuthing drive, explain the new system's attraction to cost-conscious ship owners.

The new podded diesel-electric azimuth drive is especially suitable for all kinds of vessels requiring high electric power demands aboard and high manoeuvrability. It is also suitable for vessels with frequent changes of power output, such as cruise ships, large ferries and passenger vessels, medium-sized cargo vessels (feeder container vessels and chemical tankers, for instance), ice-going vessels, offshore vessels and structures of all kinds, plus navy vessels.

As already proven by tank tests and full-scale tests, the **SSP Propulsor** can guarantee energy savings of more than 10% over conventional diesel-direct systems or azimuth thrusters.



Nils Holgersson

Lübeck

FRESH WATER

VOID

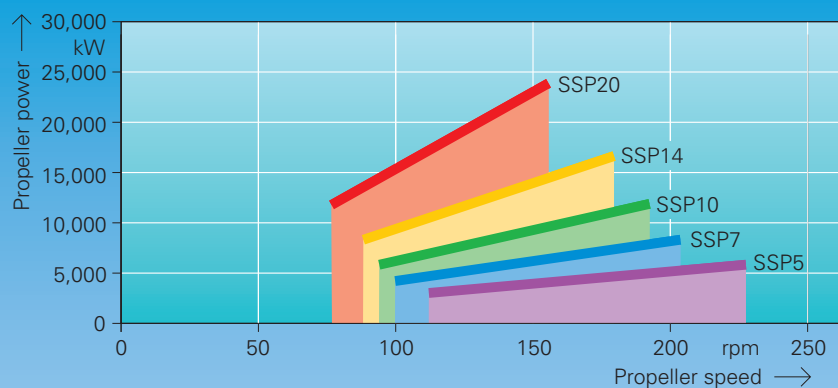


Consider the enormous benefits of SSP

Main benefits

- Efficiency increased up to 10% and more in optimum cases
- No external cooling necessary
- Elimination of rudder, shaftline, bossings, aft tunnel thrusters
- Suitable for a wide variety of stern hull designs
- No cooling systems or cooling air ducts and fans, which saves space and simplifies installation
- Flexible design options for stern and engine room
- Increased cargo space
- The modular design principle allows installation of the propulsion module just before the vessel is launched
- Mounting and dismounting of the propulsion module is possible while the vessel is afloat
- Optimum manoeuvrability without additional stern thrusters, especially at low vessel speed
- Minimized crash stop-time
- Increased safety and easier handling of the vessel
- High on-board comfort on account of extreme low noise and vibration levels
- Low service and maintenance costs due to minimized number of parts
- Reduced exhaust gas emission at rated vessel speed as a result of lower power consumption and optimum manoeuvrability

SSP power ranges



What are the differences?

Steerable azimuth drive systems with single propeller are available with mechanically geared power transmission up to about 8 MW and, at present, with electrical power transmission up to 20 MW per unit. In general, these azimuth drives are as efficient as conventional shaft line systems.

The improved efficiency of the **SSP Propulsor** results from its twin propeller technology, combined with the hydrodynamically optimized propulsion module, and from the permanently-excited propulsion motor.

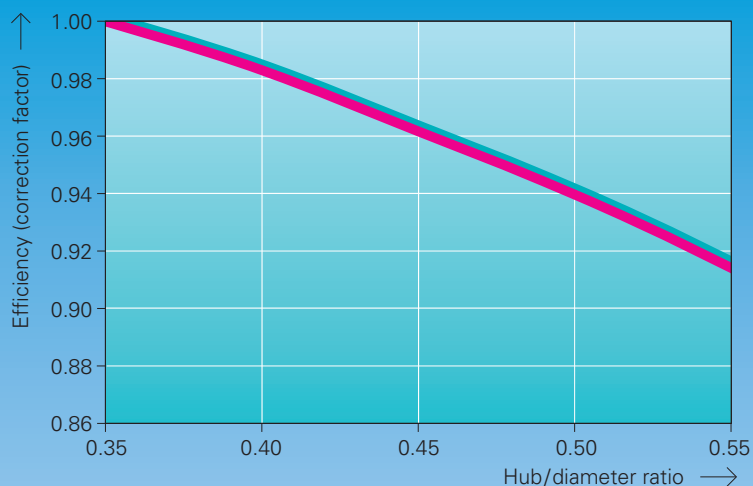
The twin propeller technology comprises two propellers on a common shaft. These two three-bladed propellers rotate in the same direction and are located in front and behind the propulsion module, which includes the permanently-excited propulsion motor. This configuration has the advantage of sharing the load between the propellers with maximum productivity from both. The two fins mounted between the propellers on the propulsion module also increase the overall efficiency, along with the propulsor's strut by gaining back the swirl energy.

The diameter and weight of the newly-developed, permanently-excited synchronous propulsion motor are significantly lower compared with conventional, electrically-excited synchro-

nous motors. It has therefore been possible to reduce the diameter of the propulsion module that accommodates the motor. As a result, the housing/propeller diameter ratio can be reduced to 35–40%, which has a dramatic effect on the overall efficiency of the **SSP Propulsor**.

Furthermore, the permanently-excited propulsion motor itself is about 2% more efficient because there is no electrical excitation or associated equipment, and no external air-ventilation. According to its design, the motor needs no brushings, sliprings and ventilators.

Efficiency correction for propeller hub/diameter ratio



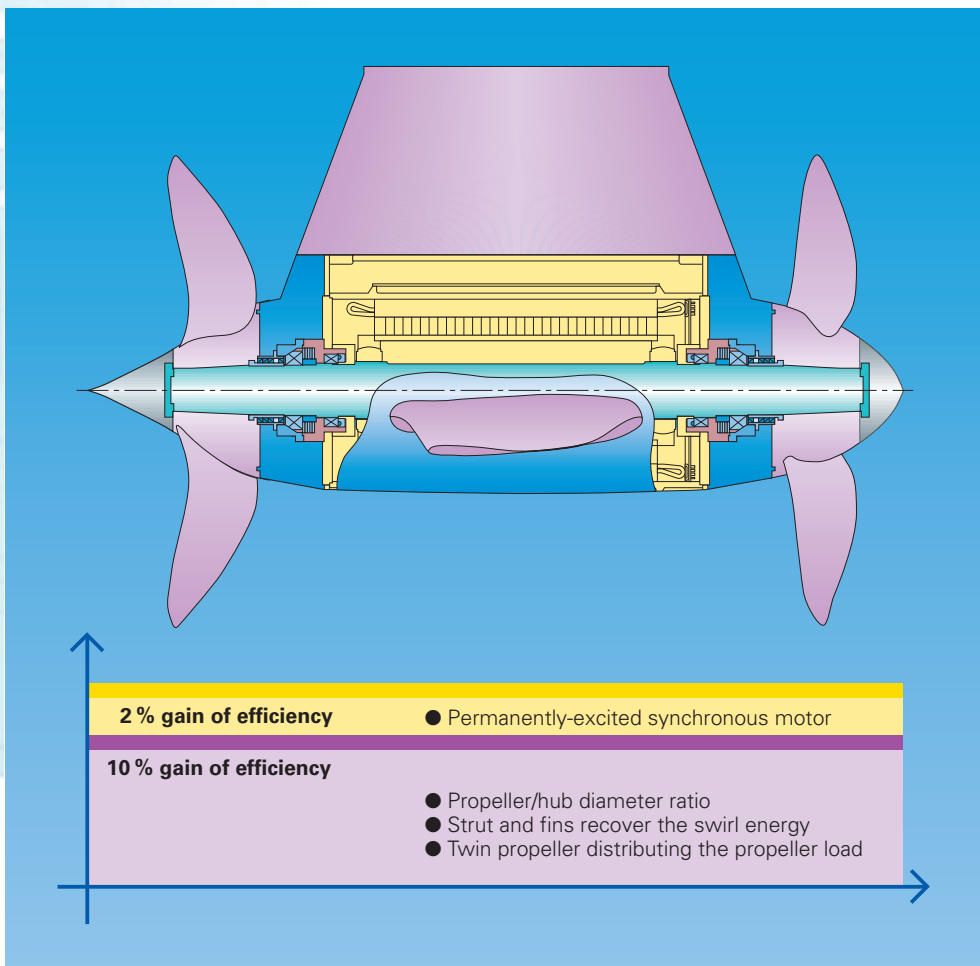
Test results

The hydrodynamic basis of the SSP is the twin propeller concept developed by SCHOTTEL.

Extensive tests are carried out in advance with various ship designs in order to prove the outstanding values of efficiency and noise inductions.

The tests comprise cruise liners in different executions as well as RoRo ferries, conventional cargo vessels and offshore applications.

The tests in general show hydrodynamic efficiency improvements of up to 10% and more in optimum cases. The risk of cavitation and noise inductions are reduced to a minimum.



The efficiency



Mechanical design

The **SSP Propulsor** is based on a unique modular design. Two main modules – the azimuth module and the propulsion module – are flanged together at the ship's hull line.

Azimuth module

The azimuth module consists of a cone-type support flanged onto the vessel's structure and is made from shipbuilding steel. The following items are installed in the azimuth module:

- Slipring unit to allow unlimited azimuth steering
- Electric/hydraulic azimuth steering system
- Local indicators
- Propeller shaft seal high tank
- Activation system for the emergency seals
- Hydraulic system for the blocking brake
- Bearing lubrication system
- Monitoring system.

Propulsion module

The propulsion module has a cast housing. Two aero-plane-type fins are flanged onto its surface and together with the strut gain rotational energy from the forward propeller. The unit is designed in such a way to allow the mounting/dismounting of the underwater propulsion module while the vessel is afloat. Optionally, a proper underwater mounting is possible for offshore structures.

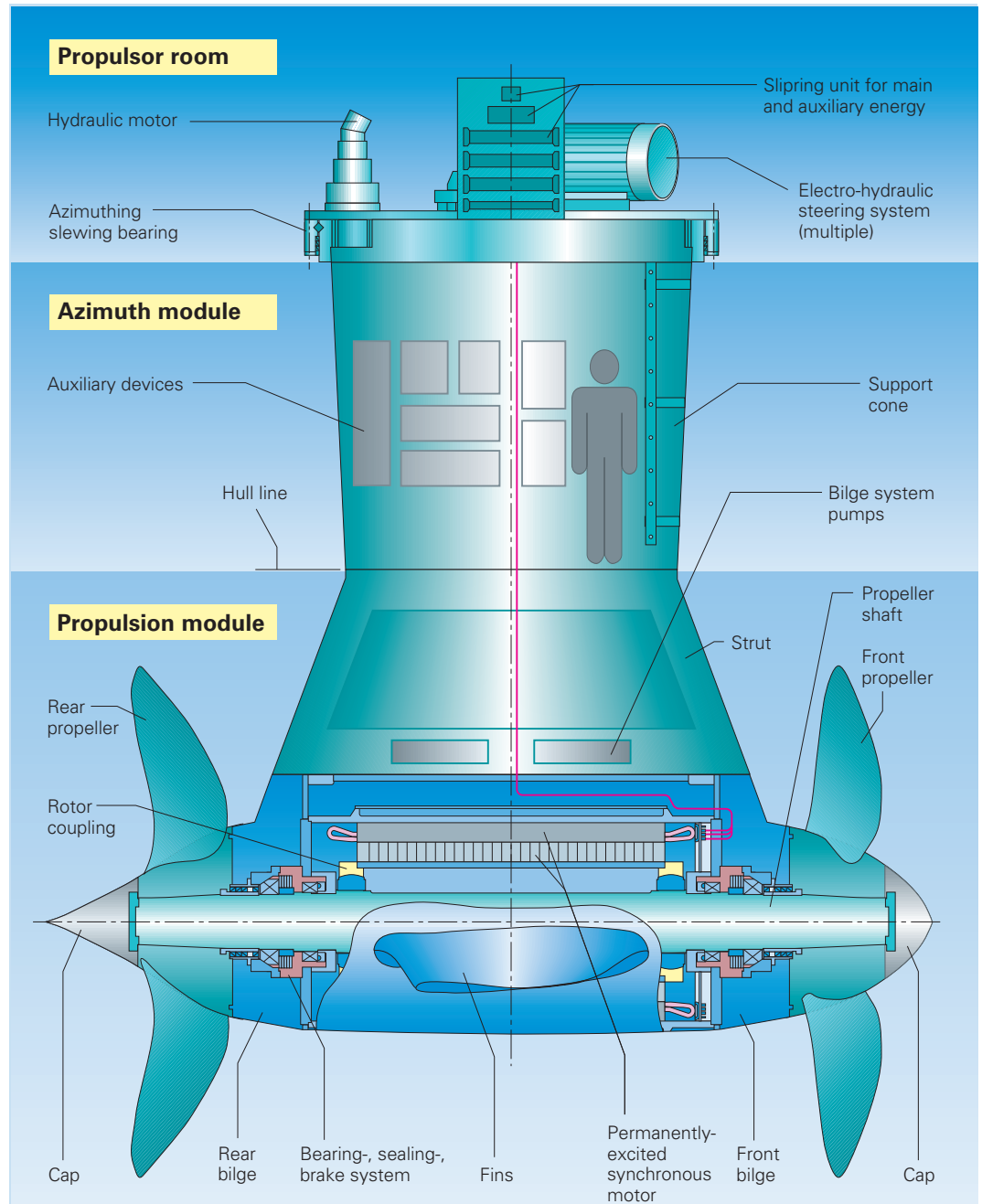
The following items are installed in the propulsion module (underwater part):

- Propeller shaft
- Shaft sealing system

- Bearing system
- Emergency sealing system
- Shaft blocking system
- Propulsion motor
- Bilge system/pumps
- Alarm and monitoring sensors for motor, bearings and sealing systems.



Steering gear plate



Electrical drive system

Only the permanently-excited synchronous motor is capable of satisfying the rigorous technical and economic requirements placed on the drive system.

In this machine, the magnetic flux is generated by high-performance permanent magnets. These well-proven standard magnets are arranged on the rotor of the motor and take the place of conventional excitation windings and auxiliaries, such as sliprings and rectifiers. This arrangement makes it possible to significantly reduce the volume and weight of the power unit. A further advantage of the permanently-excited motor is its enhanced efficiency resulting from the elimination of core, winding and ventilation.

Continuous excitation causes the motor to behave as an under-excited synchronous machine. Self-commutated converters such as the cycloconverter have been selected for optimum economic and technical performance. To suit the given load requirements, the **SSP Propulsor** will be available with cycloconverter.

The active elements of the rotor, i.e. laminated yokes and magnetic elements, are arranged on the external surface of the hub. The rotor will be banded and completely impregnated for maximum strength.

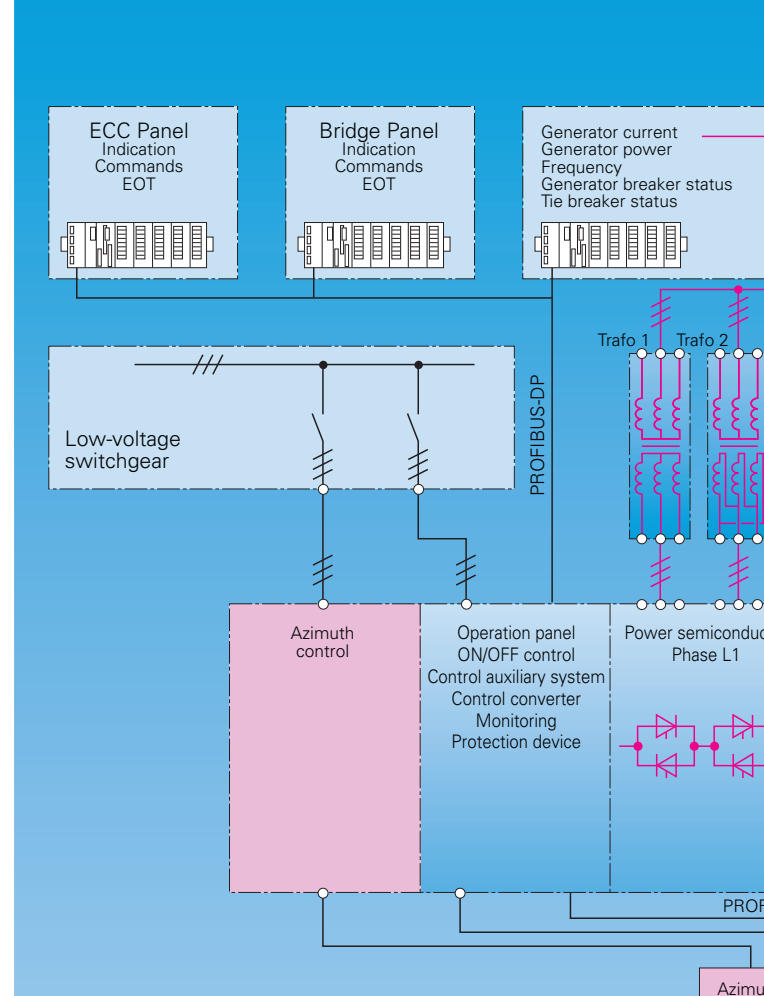
As the working flux of the motor is constant with respect to time, small core losses are generated in the rotor surface as a result of mutual induction in direct proportion to rotor speed. These losses are dissipated by convection across the air gap, laminated stator core and housing directly to the surrounding seawater.

The entire rotor structure is mounted directly on the propeller shaft.

The electrically active parts of the stator do not differ significantly from those of a conventional synchronous motor. In this design, however, the stator is reduced to the laminated stator core and windings. The completely impregnated stator is shrunk directly into the lower housing for maximum heat dissipation.

The winding overhangs of the stator windings are cast with a heat-conducting compound, so as to establish a firm mechanical connection with the lower housing and achieve low heat resistance. Here, too, all current-induced heat losses will immediately be dissipated to the surrounding seawater.

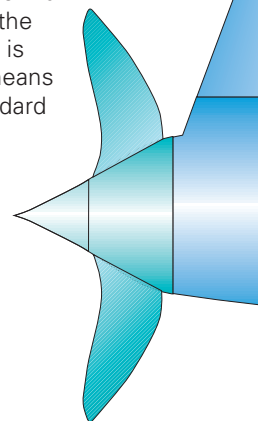
The motor will be designed with one or two independent winding systems according to the demands placed on the propulsion system. The individual



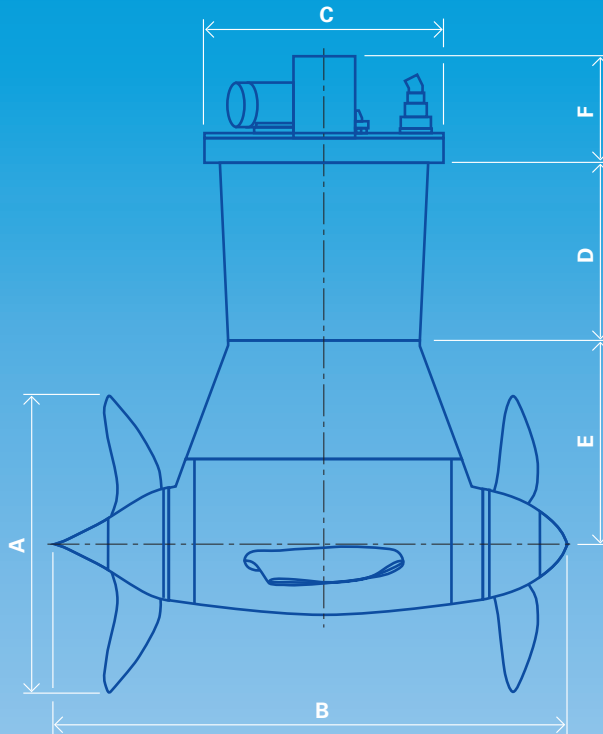
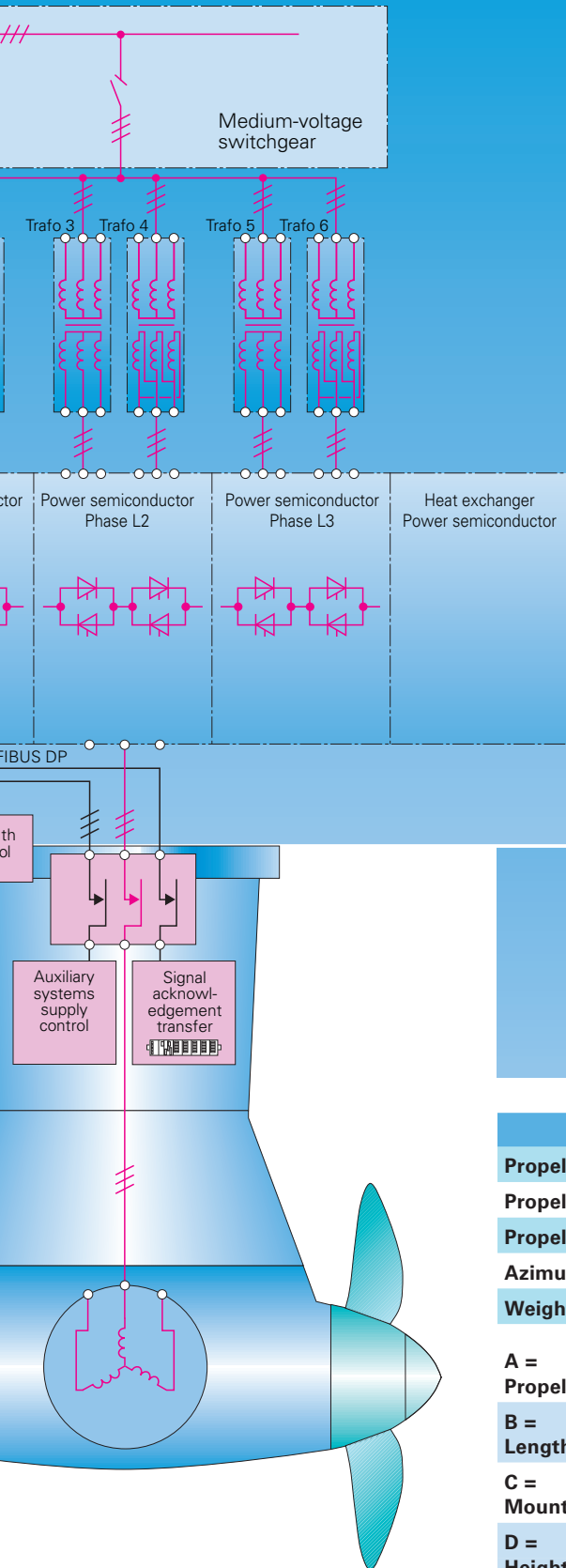
system windings are finished into a star configuration. For connection of the supply cables, the remaining 3 or 6 winding ends are brought out into the stern of the lower housing via a cable duct. Terminals inside the lower housing will be avoided.

By reducing the diameter of the motor the design measures have made it possible to meet the hydrodynamic demands. In comparison to a conventional synchronous motor, the diameter of a permanently-excited motor can be reduced by 40%, without increasing the length of the active elements in the axial direction. At the same time, a weight reduction of 15% can be achieved.

The supply cables between converter and propulsion motor will be short-circuit tested and installed accordingly. The stator current is transferred by sliprings, also used for the transmission of monitoring signals from the motor and the mechanical equipment. Thermal monitoring of the stator winding is achieved by means of built-in standard resistance temperature detectors.



Technical data



	Unit	SSP5	SSP7	SSP10	SSP14	SSP18	SSP20
Propeller power	Pp [kW]	5000	7000	10,000	14,000	18,000	20,000**
Propeller speed	np [rpm]	190	170	160	150	145	130
Propeller torque	Mp [kNm]	251	393	597	891	1185	1469
Azimuth speed	na [rpm]	2	2	2	2	2	2
Weight (twin version)	mssp [t]	95	125	170	230	280	310
A = Propeller diameter	[mm]	3750	4250	4750	5250	5800	6250
B = Length propulsion module	[mm]	6625	7500	8380	9260	10,590	11,000
C = Mounting flange diameter	[mm]	3000	3500	3800	4200	4800	5000
D = Height support cone	[mm]	2100 – 2750 (standard height 2500)					
E = Height propulsion module*	[mm]	2100	2975	3325	3675	4000	4375
F = Installation height propulsion room	[mm]	1630	1675	1720	1760	1800	1850

* Valid for standard propeller diameters.

** Higher propeller power available on request. Dimensions are based on standard types. Adaptions will be made to project requirements.



The SSP Propulsor can optimize your vessel design

Drive concepts

Due to electrical characteristics identical to those of a conventional synchronous motor, the permanently-excited motor can easily be integrated into established drive system concepts without restriction. The availability improvement achieved in this way will result in significantly increased security of the entire vessel.

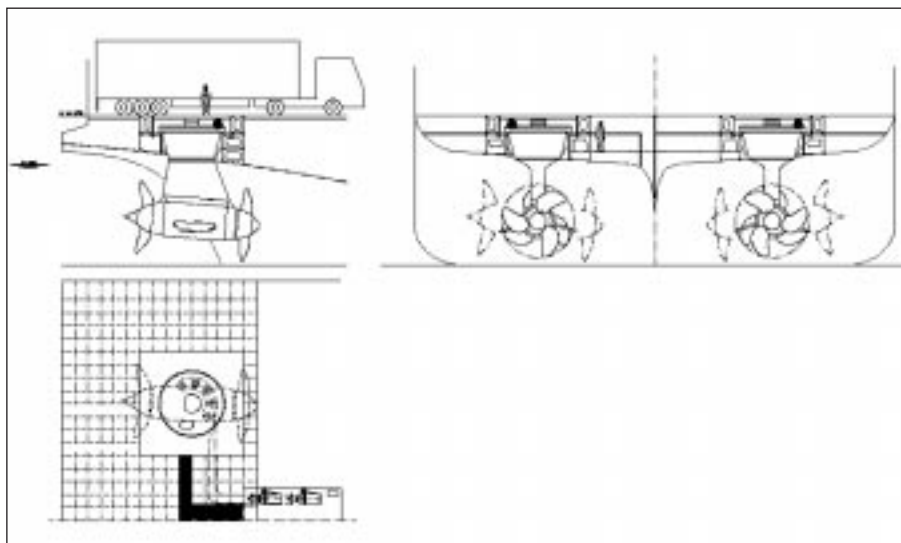
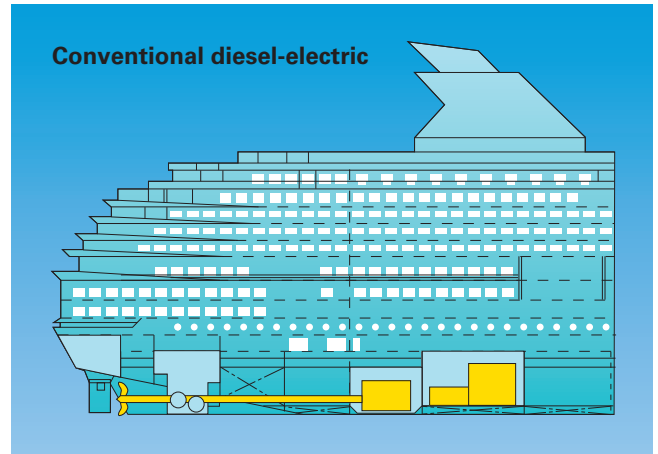
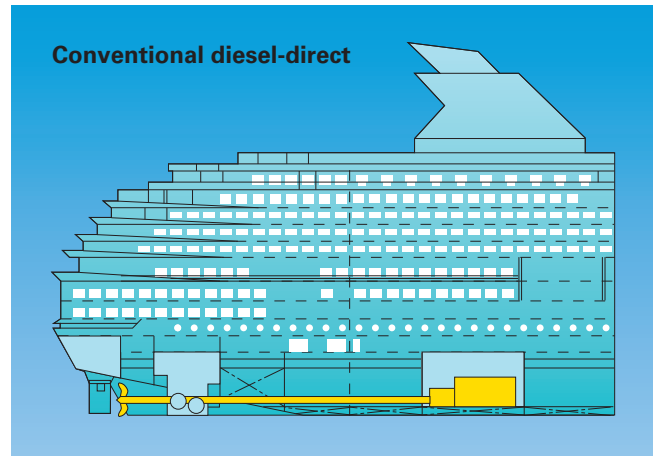
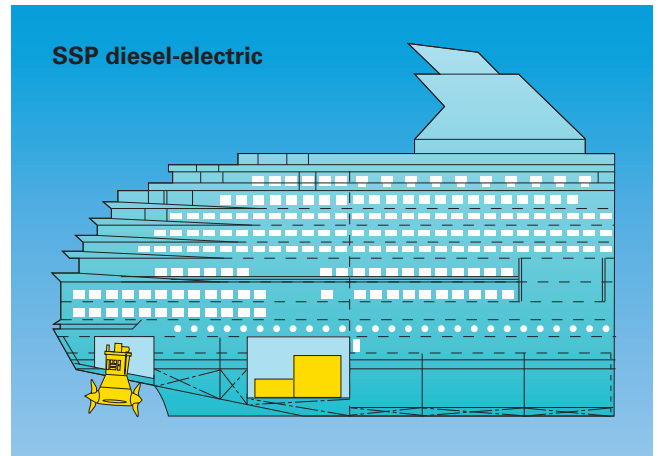
Installation

As our drawings show, **SSP Propulsor** offers major vessel design benefits.

Diesel-mechanical drive systems are the most space-consuming marine propulsion systems. Because of the layout dictated by the main diesels, gears, shaft line systems, rudders and so on, all other machinery and the hull shape have to be designed accordingly.

Diesel-electric drive systems allow more design flexibility because there is more latitude in the placing of the diesels in the engine room. However, the major disadvantages of shaft line systems, rudders, etc. remain and the hull shape is still largely predetermined.

Only podded azimuthing diesel-electric propulsion systems offer a maximum of flexibility of hull and engine room design, resulting either in extended cargo capacity at given vessel dimensions, or reduced vessel dimensions as compared with the alternatives already mentioned.



Convincing advantages

More usable aft deck space is available due to the fact that a large-scale cooling system is not necessary. No disturbing noises are emitted by cooling fans etc.

All auxiliary units are located inside or on top of the **SSP Propulsor**. Therefore the designer has a greater scope for planning the aft ship.

The system is inclined to allow optimum water flow to the propellers. The **SSP Propulsor** and the design of the aft ship are matched for optimum hydrodynamic efficiency.



References

The SSP proving its versatility
in a variety of applications:



2 chemical product tankers

*For Donsø Tank Rederi AB, Sweden
1 unit SSP7 each tanker*



2 RoRo ferries

*For TT-Line GmbH & Co, Germany
2 units SSP10 each vessel*



2 heavy lift carriers

*For COSCO, P.R. of China
2 units SSP5 each vessel*

International patents pending
© Siemens AG 2001
All rights reserved

C O N S O R T I U M S S P

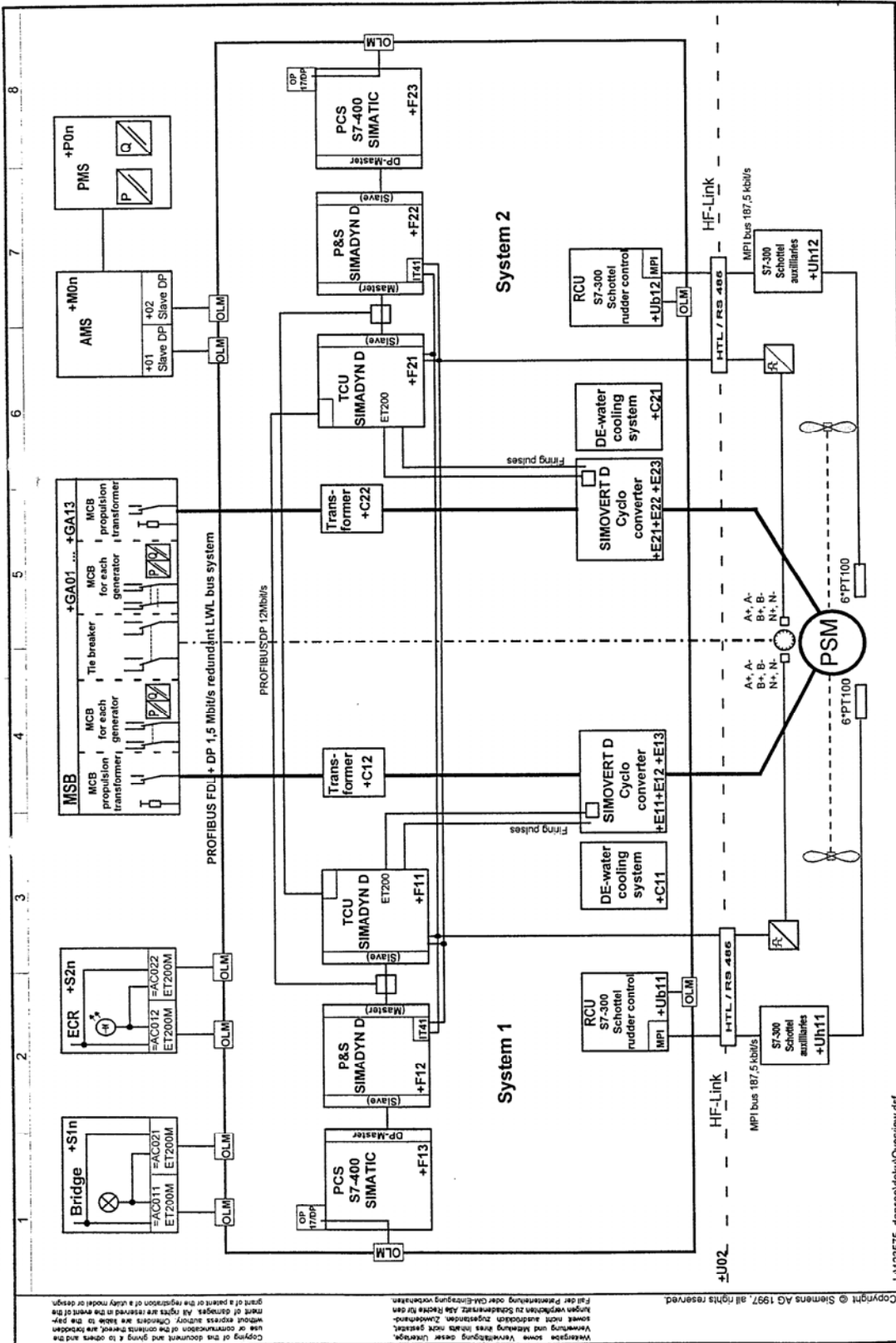
SIEMENS

Siemens AG
Industrial Solutions and Services
Marine Solutions, Podded Drive Systems
P.O. Box 10 56 09
D-20038 Hamburg
Germany
Tel.: +49 (40) 28 89-32 85
Fax: +49 (40) 28 89-27 34
E-mail: marine.solutions@hbg.siemens.de
www.marine-solutions.de



SCHOTTEL GmbH & Co. KG
Mainzer Straße 99
D-56322 Spay
Germany
Tel.: +49 (26 28) 61-0
Fax: +49 (26 28) 61-3 00
E-mail: info@schottel.de
www.schottel.de

Diagram showing overview of function units



Copyright © Siemens AG 1997, all rights reserved.
 Verwendete sowie Verwendungsrechte vorbehalten.
 Soweit nicht ausdrücklich zugeordnet, Zurechnungs-
 Vermerk und Markenung sind nicht geschützt.
 Alle Rechte vorbehalten. Alle Rechte für den
 Fall der Patentierung oder Gebrauchsmarkung vorbehalten.
 Copying of this document and giving it to others and the
 use of communication of the contents thereof, are forbidden
 without express authorisation. Changes are made to the
 content of drawings. All rights are reserved in the event of any
 grant of a patent or the registration of a utility model or design.

1 2 3 4 5 6 7 8

L:\123575_donsoetank\Overview.dxf		Siemens AG		Overview of function units	
Datum:	99-09-13	SESC HULL 118 Donsoetank		ATD IS3-123575	
Bearb.:	Wieloska	SIMAR DRIVE SSP			
Gepr.:	Hoes	Urspr./Ers.f./Ers.dE10231-K1016-S143 F4E Typical 26.05.99 Wieloska			
Zustand:	Norm				
Ardenung					
				Blatt 1 Bl	

Introduction to Standards for Marine Programmable Systems
Copyright BSI 2007

Introduction to Standards for Marine Programmable Systems

Ships and marine technology — Computer applications — General principles for the development and use of programmable electronic systems in marine applications^[SR1]

Systems which include programmable electronic systems (PES) are not exact substitutes for the electromechanical systems and/or crew tasks which they replace. A new technology is involved, which can provide opportunities for integration of traditional system components (including crew tasks) and more complex behaviour. This allows increases in efficiency and safety through improved monitoring, better situational awareness on the bridge, etc. However, PES are complex products and, like all products, they can contain defects. These defects cannot be seen. Software does not respond to traditional engineering methods for the testing of soundness. The combination of complexity, replacement of a combination of mechanical and crew functions with computer hardware and software, and industry practice in developing and maintaining marine PES leads to a wide range of potential defects which cannot be guarded against by prescriptive standards.

The use of a PES in the management, monitoring or control of a ship may have several effects:

- Potential to enhance the ability and efficiency of the crew;*
- Changes in the organization of work through the automation of lower-level tasks;*
- Integration of systems through use of several systems by one seafarer;*
- Shift in the role of the crew towards the management of many linked, complex PES;*
- Shift of the crew's perception of the ship to that presented by the interfaces of the PES;*
- Layers of embedded and/or application software interposed between the crew and the ship;*
- Physical interconnection of ship systems through the use of computer networks.*

The overall effect of the use of PES is that the ship becomes one total system of inter-linked PES and crew which work together to fulfil the operator's business goals for the ship. In order for this total system to be dependable, both the design of the PES and the management of its use have to support the safe and effective performance of the crew as a critical component of the total system. Such a human-centred approach has to be based on a thorough knowledge of the particular skills, working environment and tasks of the crew using the PES.

In the traditional approach to maritime safety, ship systems are built to and operated against precise, prescriptive standards. These standards were developed in response to feedback about incidents or risky behaviour of previous ship systems. This approach is appropriate for relatively simple systems in a time of slow technical innovation. However, suppliers and operators nowadays want to innovate with complex, new solutions. In addition, the base technologies for PES are evolving very quickly. The assurance of dependability in this case cannot rely on knowledge of previous systems. The solution is for the developer and operator to assess the risks from and to the particular ship, its systems, crew and its operating philosophy, and to address these specific risks in the design and operation of the PES. Components of the system can then either be redesigned or operated in such a way as to minimize these risks. The quality of construction, operation and maintenance of the system to be sure of the achievement of a required level of dependability of the PES is also defined. This International Standard is based on best practice in PES development as stated in existing marine, electrical and electronic, IT, ergonomics and safety standards. It is not intended to replace any of these standards. It presents a synoptic view of the requirements of these standards as a framework of principles for the development of dependable PES.

Product principles for marine PES_[SR2]

The PES shall be demonstrably suitable for the user and the given task in a particular context of use. It shall deliver correct, timely, sufficient and unambiguous information to its users and other systems. The hardware and software of the PES shall respond correctly throughout its life cycle. This can be achieved if the following principles are fulfilled by the PES and its associated elements throughout its life.

- P1 The PES shall be free from unacceptable risk of harm to persons or the environment.
- P2 In the event of failure the PES shall remain in or revert to the least hazardous condition.
- P3 The PES shall provide functions which meet user needs.
- P4 Functions shall be appropriately allocated between users and PES.
- P5 The PES shall be tolerant of faults and input errors.

- P6 The PES shall maintain specified levels of accuracy, timeliness and resource utilisation when used under specified operational and environmental conditions.
- P7 Unauthorised access to the PES shall be prevented.
- P8 The PES shall be acceptable to the user and support effective and efficient operation under specified conditions.
- P9 The operation of the PES shall be consistent and shall correspond to user expectations of the underlying process.
- P10 The interaction between the PES and the user shall be controllable by the user.
- P11 The PES shall support proper installation and maintenance, including repair and modification.

Life cycle principles for marine PES^[SR3]

The successful realization and use of a dependable marine PES requires a systematic approach throughout the life of the PES. The key requirements for any approach which aims to meet the product principles given in above are described below.

- L1 All PES lifecycle activities shall be planned and structured in a systematic manner.
- L2 The required level of safety shall be realised by appropriate activities throughout the lifecycle.
- L3 User centred activities shall be employed throughout the lifecycle.
- L4 Verification and validation activities shall be employed throughout the lifecycle.
- L5 All parties involved in lifecycle activities shall have and use a Quality Management System.
- L6 Existing requirements for marine systems shall be taken into account throughout the lifecycle.
- L7 Suitable documentation shall be produced to ensure all PES lifecycle activities can be performed effectively.
- L8 Persons who have responsibilities for any lifecycle activities shall be competent to discharge those responsibilities.
- L9 The PES configuration shall be identified and controlled throughout the lifecycle.

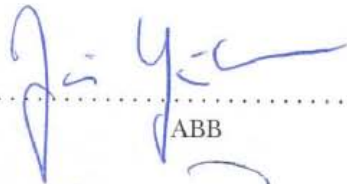
Excerpts from Pod Quality Forum Document

Common Quality Instructions


Version 2.0

13 September 2004




.....
ABB


.....
Rolls-Royce AB

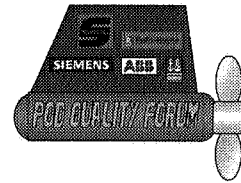

.....
Siemens


.....
Schottel

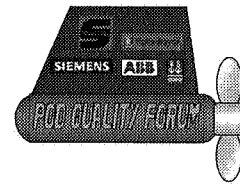

.....
DNV

List of content

List of content	1
1 Introduction	3
2 Production phase quality instructions	4
2.1 General	4
2.2 Testing / Inspection	4
2.3 Materials	4
2.4 Manufacturing methods	4
2.4.1 Welding	4
2.4.2 Castings	4
2.4.3 Machining	5
2.4.4 Coating / Corrosion protection	5
2.5 Main components	5
2.5.1 Propeller and propeller shaft	5
2.5.2 Bearings	5
2.5.3 Sealing system	6
2.5.4 Pod housing	6
2.5.5 Propulsion motor	6
2.5.6 Steering gear	7
2.5.7 Slip ring unit.....	7
2.6 Sub systems	7
2.6.1 Lubrication systems.....	7
2.6.2 Cooling system	7
2.6.3 Drainage system.....	7
2.6.4 Hydraulic steering system	8
2.6.5 Auxiliary piping system and hoses.....	8
2.6.6 Monitoring and alarm system	8
2.7 Assembly and work shop installation	8
2.7.1 General.....	8
2.7.2 Assembly instructions.....	8
2.7.3 Electrical installations	8
2.7.4 Bolted connections	8
2.7.5 Shrink fit connections	9
2.8 Workshop acceptance testing.....	9
2.9 Final product.....	9
3 Post production phase quality requirements	11
3.1 Storage	11
3.1.1 General.....	11
3.1.2 Indoor storage	11
3.1.3 Outdoor storage	11
3.1.4 Long term storage	11
3.2 Transportation	12
3.2.1 Logistics	12
3.2.2 Transportation instructions	12
3.2.3 Documentation of deliveries	12
3.2.4 Confirmation of deliveries	12
3.2.5 Transport protection	12
3.3 Installation	13



3.3.1	Safety	13
3.3.2	Pre-requirements	13
3.3.3	Supervision.....	13
3.3.4	Environment and protection.....	13
3.3.5	Equipment	13
3.4	Commissioning	14
3.4.1	Safety	14
3.4.2	Pre-requirements.....	14
3.4.3	Environment and protection.....	14
3.4.4	Connection and testing of systems.....	14
3.5	Harbour acceptance test.....	15
3.5.1	Pre-requirements.....	15
3.5.2	Functional tests	15
3.5.3	Oil replacement	15
3.6	Sea trial acceptance test	15
3.6.1	Pre-requirements.....	15
3.6.2	Monitoring.....	15
4	Operational phase quality requirements	17
4.1	Customer support	17
4.1.1	24-hours service	17
4.1.2	Certified service personnel	17
4.2	Life cycle management.....	17
4.2.1	Contingency plan (unexpected failures)	17
4.2.2	Spare parts	17
4.2.3	Modernisation / upgrading	18
4.3	Training.....	18
4.3.1	Crew training	18
4.3.2	Pod maker personnel training.....	18
4.4	Manuals	18
4.4.1	Operation instructions.....	18
4.4.2	Safety manuals.....	19
4.5	Maintenance	19
4.5.1	Scheduled maintenance program.....	19
4.5.2	Condition based maintenance	19
4.6	Monitoring.....	19
4.6.1	Local monitoring	19
4.6.2	Monitoring by inspections	20
4.6.3	Approval of monitoring system	20
5	Quality management.....	21
5.1	Quality system	21
5.2	Quality plan.....	21
5.3	Documentation	21



3.5 Harbour acceptance test

3.5.1 Pre-requirements

- In order to secure the system functionality before tests, the pod manufacturer shall establish checklists specifying the pre-requirements before the harbour acceptance test can commence.
- In order to optimise the supplier's participation, the pod manufacturer shall require that a plan (time and resources) for harbour acceptance test is established by the ship yard. This plan is to be presented to the supplier in due time prior to the test.
- In order to make the tests efficient, the roles during the tests must be clear and communicated to all involved parties. Although this is coordinated by the yard, the pod manufacturer shall actively contribute to ensure this.

3.5.2 Functional tests

- During the harbour acceptance test, a complete system functional test shall be carried out, in order to verify the systems prior to the sea trial acceptance test (see 3.6). The functional tests shall be carried out according to a procedure, specified by the pod manufacturer.

3.5.3 Oil replacement

- Debris (particles) might have entered the system during testing. Hence, lubrication oil is to be replaced after the harbour acceptance test
- If adequate means are provided to supervise the debris content, the above may be waived when supervision results provides for it.
- This is to be communicated clearly to the yard in the applicable instructions.

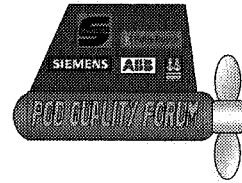
3.6 Sea trial acceptance test

3.6.1 Pre-requirements

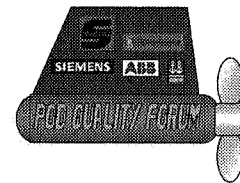
- In order to secure the system functionality before tests, the pod manufacturer shall establish checklists specifying the pre-requirements before the sea trial acceptance test can commence.
- In order to optimise the supplier's participation, the pod manufacturer shall require that a plan (time and resources) for sea trial acceptance test is established by the ship yard. This plan is to be presented to the supplier in due time prior to the test.
- In order to make the tests efficient, the roles during the tests must be clear and communicated to all involved parties. Although this is coordinated by the yard, the pod manufacturer shall actively contribute to ensure this.

3.6.2 Monitoring

- The first monitoring values from the unit in operation shall be recorded during sea trials. These will be the basis for further monitoring and for adjustments during sea trial acceptance test.



- The monitoring shall be carried out according to the pod manufacturer's specification.



4 Operational phase quality requirements

4.1 Customer support

4.1.1 24-hours service

- In order to give the operators technical staff sufficient support in case of problems exceeding scope of manuals (and thereby prevent failures or unscheduled maintenance), the pod manufacturer shall have established a system for 24-hours service ("Hotline").

4.1.2 Certified service personnel

- The pod manufacturer shall ensure that certified service engineers are available within reasonable response time.
- Such personnel must be familiar with the pod specific requirements.
- The personnel shall undergo a certain amount of training, specified by the pod maker, prior to the certification.

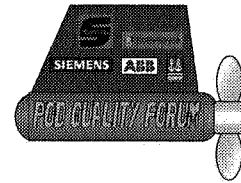
4.2 Life cycle management

4.2.1 Contingency plan (unexpected failures)

- In order to ensure that both maker and operator are aware of possible failures, the maker shall see to that a contingency plan can be provided. Such a plan shall be in form of an agreement between maker and operator.
- In addition to possible failures, the contingency plan shall include:
 - o Possible causes of failures
 - o Effect of failures
 - o Standard solutions to most likely or most critical problems that may arise.
 - o List of necessary spare parts (see 4.2.2)
- Contingency plan is normally to be based upon a Failure Mode Effect Analysis (FMEA).
- Necessary preparations shall be done at both maker and operator with respect to the optimisation of logistics, spare parts, training, definition of responsible personnel, etc.

4.2.2 Spare parts

- A list of necessary spare parts shall be available, and preferably a part of the contingency plan.
- Pod manufacturer (including sub-suppliers) and operator shall agree upon the necessary degree of availability for all spare parts, based on expected component lifetimes and a consideration of operational profile.



4.2.3 Modernisation / upgrading

- In order to keep the pods in operation on the best technical standard and to guarantee the availability of spare parts to the operator, the pod manufacturer shall ensure that technical information regarding hardware and software updates is available.
- Pod manufacturer shall also recommend on proactive upgrading, in case of pending risks learned from other applications.

4.3 Training

4.3.1 Crew training

- In order to ensure that there are qualified people available to operate the pod system, the pod maker shall offer theoretical and practical training of the ships crew or owner/operators office staff.
- The training shall comprise function related lessons (for nautical, technical and office staff) held by manufacturers.
- Theoretical training can be given in makers or operators office, while practical training may be given directly on the system.

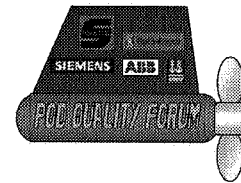
4.3.2 Pod maker personnel training

- In order to ensure that qualified people are available from maker on site or on phone, the pod maker shall see to that proper training of service engineers and office staff at the makers service department is carried out.
- For service engineers the training shall include product & safety aspects.

4.4 Manuals

4.4.1 Operation instructions

- Pod manufacturer shall ensure that operation and maintenance instructions are available, by means of manuals. The manuals shall aim to give the operator the best possible overview of functionality and possible malfunctions of the system.
- The manuals shall give technical personnel detailed information about:
 - o The function of all systems and sub-systems
 - o How to react on failures
 - o How to maintain the systems
- The manuals shall give nautical personnel global information about:
 - o The main function of the major systems
 - o Recommendations on how to react on failures
- The manuals shall comprise graphical explanations showing what, when and how to do.



4.4.2 Safety manuals

- Safety items are of superior importance, and the pod manufacturer shall ensure that safety manuals are available on board, either as separate manuals or included in ordinary manual.
- A very compact *Bridge handbook* is recommended to be available for nautical staff, focusing on interaction of propulsion system and ship safety system. It shall give a short overview of possible consequences of possible failures, as well as recommended reactions.

4.5 Maintenance

4.5.1 Scheduled maintenance program

- The pod manufacturer shall ensure that a plan defining maintenance and exchange intervals by time (e.g. classification periods) or operation hour intervals is available on board.
- The maintenance plan is to be defined from design and operational profile.
- The maintenance plan shall clearly define what maintenance item has to be executed at what time / operation interval, as well as who is carrying it out.
- The operator must be instructed by the pod manufacturer that maintenance work shall be traceable.

4.5.2 Condition based maintenance

- In order to ensure a high availability and prevent unexpected incidents, such as failures or breakdowns, the pod manufacturer shall ensure that the maintenance plan identifies the maintenance items that are not dependent from time/ operation intervals, but from machine condition. Condition based maintenance is also connected to the monitoring program (see 4.6).

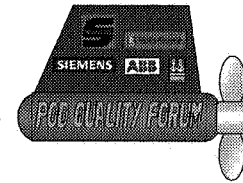
4.6 Monitoring

The intention for all the monitoring requirements is:

- Prepare data for condition based maintenance measures.
- Prevent unscheduled maintenance and breakdown.
- To allow condition-based maintenance or replacement of components.

4.6.1 Local monitoring

- The pod manufacturer shall see to that local monitoring of vital parameters is possible. E.g., such parameters are:
 - o Bearing condition / bearing lubricant condition
 - o Condition of propulsion motor (temperature)
 - o Vibration level (bearings)
 - o Leakage rate in sealings



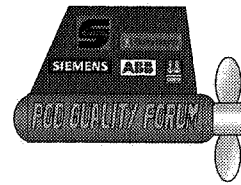
- The values from the local monitoring system shall continuously or regularly be recorded from the automation system or by visual read-out or measuring/gauging.
- Monitoring recordings/analysis shall be evaluated against given limitations by makers' experts.

4.6.2 Monitoring by inspections

- The pod manufacturer shall provide the necessary features in order to allow monitoring of slow-changing (mainly wear related) machine condition by visual checks. Such checks could be videoscope inspection or wear gauging.

4.6.3 Approval of monitoring system

- The monitoring system is to be approved by the pod manufacturer.
- It must be clearly communicated to the yard and ship operator that no additional monitoring system must be installed inside the pod without the approval of the manufacturer.



5 Quality management

5.1 Quality system

- The quality system shall comprise description of production inspection processes, assembly check lists as well as inspection procedures and records.

5.2 Quality plan

- A project specific quality plan shall be established for each project.
- All major tests and inspections are to be carried out in own workshop or at sub-supplier shall be identified. Tests that are to be carried out during installation and commissioning shall be described as well.
- In the quality plan all main components of the pod shall be dealt with, describing the following:
 - o Test methods and specifying documents
 - o Where the tests shall be carried out
 - o Who is responsible for each task and who shall be informed

5.3 Documentation

- The following documents shall be described in the quality plan:
 - o Production check lists
 - o Measurements and inspection records
 - o Records of all tests
 - o Classification certificates
- No document is valid without formal approval. Approval is to be clearly marked in document, including possible comments.
- Pod manufacturer is responsible for obtaining classification of the whole pod system, including components from sub-suppliers.

Rederi AB Donsötank

P.O. Box 19
430 82 Donsö
SWEDEN

Name	
Department	I&S OGM MAS LCM
Telephone	
Fax	
E-mail	
Your letter of	
Our reference	O-09300121-U-01/S1-si
Date	November 8, 2007

MT Prospero, MT Bro Sincero & MT Evinco, here: Safety Critical Information for SSP

Dear

The following bulletin refers to the operating of your SSP drives:

Due to past inducement we advise you, not to dim the lights in the bridge console of the conning stations under the visibility level since this would render alarm lights invisible.

Sincerely yours,

Siemens AG

Division: Oil, Gas, Marine Solutions
Head: Otto Soeberg, Head Business Admin.: Thomas Liegl
Group: Industrial Solutions and Services
Group Executive Management: Joergen Ole Haslestad, Group President;
Bernd Euler, Hans-Joerg Grundmann, Joachim Moeller

Postal address:
Siemens AG
I&S OGM MAS LCM
P.O. Box 10 56 09
20038 Hamburg

Office address:
Lindenplatz 2
20099 Hamburg
Tel: +49 (40) 28 89-0
Fax: +49 (40) 28 89-22 10

Siemens Aktiengesellschaft: Chairman of the Supervisory Board: Gerhard Cromme
Managing Board: Peter Loescher, Chairman, President and Chief Executive Officer; Heinrich Hiesinger, Joe Kaeser, Rudi Lamprecht,
Eduardo Montes, Juergen Radomski, Erich R. Reinhardt, Hermann Requardt, Uriel J. Sharef, Peter Y. Solmssen, Klaus Wucherer
Registered offices: Berlin and Munich; Commercial registries: Berlin Charlottenburg, HRB 12300, Munich, HRB 6684
WEEE-Reg.-No. DE 23691322

SCF 2007-03

File: I:\projekte\LM7=Kunden\Donsoetank\SSP-Bulletin_DONSOE_071108.doc

DNV memo MTPNO867/KRESSE/22081-J-1102
Changes made in DNV's requirements and procedures to approval,
certification and shipboard installation and testing of pods
and associated control and automation systems

MEMO TO:
Whom it may concern

MEMO NO. : MTPNO867/KRESSE/22081-J-1102
FROM : Machinery Ships in Operation
DATE : 2007-05-21
PREP. BY :

Copy:

CHANGES MADE IN DNV'S REQUIREMENTS AND PROCEDURES TO APPROVAL, CERTIFICATION AND SHIPBOARD INSTALLATION AND TESTING OF PODS AND ASSOCIATED CONTROL- AND AUTOMATION SYSTEMS

DNV has during the past years taken several steps to further evolve the classification activities related to complex machinery installations with its associated control and monitoring systems. Different measures have been initiated both in terms of work process alterations, extended training of surveyors and rule amendments as indicated below.

.....
Work process alterations, control and monitoring

A completely revised Instructions to Surveyor, IS III D-7.2, was released in April 2004. These Instructions provide clearer assignment of responsibilities and improved quality assurance of both approval and certification of control and monitoring systems in general. The Instructions contain extensive check lists for approval and survey of control and monitoring systems. Together with amended rules they also provide guidelines on expected contents of certification survey test programme.

In addition, DNV has during the recent years turned the focus more towards multi-disciplinary handling of cases, and are currently running pilot projects on organising complex projects with a new co-ordinator position – System project manager with a specific job-instruction

Further, the ICT tools are developed and improved to facilitate rapid and stable sharing of documentation on the intranet as well as implementation of a new production system (Nauticus) providing a common electronic access to all relevant project information to the whole DNV organisation.

Training, control and monitoring

A course was developed and made mandatory in 2004 for all approval engineers and surveyors involved with approval and certification of control and monitoring systems. The main focus in the course is the work process related to certification of control and monitoring systems and experience exchange related to i.a. technical and procedural challenges.

The Veritas Qualification Scheme Class ensures that relevant personnel have undertaken necessary training related to handling control and monitoring systems.

In addition, a course covering electrical installations has been introduced and has been attended by many of the electrical surveyors.

Rule, control and monitoring

- The Rules for control and monitoring systems have been developed on several areas, and have during the recent years been (or is about to be) amended on i.a. the following areas: Quality assurance of software development and change handling
- Response to failures
- Alarm handling and presentation
- User interface / man – machine interface
- Integrated systems / network challenges
- Independency between systems and verification of back-up functions

(Some Rule References of relevance:

Pt.4 Ch.9 Sec.1

A 300 Alterations and additions

Requiring a controlled and traceable way of handling SW changes during the operational phase.

Pt.4 Ch.9 Sec.1 D Tests and Pt.4 Ch.9 Sec.2 C Back – up functions (rule proposal)

Verification of emergency means of control of essential systems

Pt.4 Ch.9 Sec.3 System Design (rule proposal)

Clarified requirements for independency between safety functions and other functions

Pt.4 Ch.9 Sec.4 System Design (rule proposal)

Improved requirements for data communication links including wireless communication

Pt.4 Ch.9 Sec.6 User interface (rule proposal)

Major update of the requirements)

The steering gear requirements have been strengthened i.a. on the following issues:

- Identification of failure modes in a separate document (Pt.4 Ch.14 Sec.1A)
- Response to failure in the feedback-loop preventing unexpected rudder behaviour upon feedback failure (Pt.4 Ch.14 Sec.1A)

Rules, mechanical

Also the rules related to the mechanical aspects, given in Pt.4 Ch.5, of the pods have been subject to further evolvement as outlined below.

Jan.01

The manufacturer shall submit information about any operational limitations, design criteria and load assumptions (A200).

Leakage detection for slewing seal at hull penetration has been added (B504).

Function testing is required for all hydraulic systems (D103).

Detailed requirements with respect to static and dynamic stresses in pod stay (B501).

Extended requirements for lubricating oil systems (B800).

Azimuth thrusters shall be mounted in a watertight compartment unless the penetration through the hull is situated above the deepest loaded waterline (F104).

July 05

For single pod installations the steering gear torque capacity should be 2x100% (B402).

The thrusters/pods shall be prevented from sudden turning in the case of power failure, failure in the steering control system or any other single failure, except failure in steering column and support bearings (B404).

Sub-assemblies carried out the yard to be verified by surveyor (H103).

Extended requirements for seatrial testing (I100).

More detailed requirements for documentation for steering gear and for documentation of electrical motor control system for thrusters driven by electric motor (A200).

The following rule paragraphs where introduced:

B103: shielding of POD internals

B104: hydraulic components (and for piping arrangement)

B105: cooling of podded thrusters

B202: duplication of shaft seals for single unit installations

B203: rope guard

B416: control system for electro mechanical steering gear with respect to acceleration and shock load

B417: rating for electro motor driving the steering gear

Siemens Safety Critical Information for SSP
dated 8 November 2007

B505: bilge system for podded thrusters

B802: separate lubrication systems for installations with a limited volume of oil sump

E105: duplication of sensors not easily replaceable

F104: boundary to sea

F203: steering gear emergency power supply

Guidance note has been added covering:

B803: lubrication oil cleanliness

July. 07 (coming into force)

Under Sec.1 E300, **TMON** for podded propulsion has been withdrawn.

Rules, electro

The Rules for Electrical Propulsion in Pt.4 Ch.8 have been modified as follows:

2001:

Frequency converters certification, requirements modified:

- Added requirements to protection and monitoring in line with requirements in Pt.4 Ch.5/Pt.4 Ch.9
- Added/clarified requirements to testing of converters and scope of verification work.

- o0o -