



# HOGERE ZEEVAARTSCHOOL ANTWERPEN

ONDERWIJSEENHEID 1 – NAVIGATIE EN NAVIGATIEMIDDELEN

## **Moderne Navigatie**

**De beste stuurlied staan aan wal. Fictie of realiteit?**

**Rob Follon**

Verhandeling voorgedragen tot  
het behalen van de graad van  
Licentiaat in de Nautische Wetenschappen

Promotor: Patricia Van Langenhoven

Academiejaar 2007 - 2008

## **Woord vooraf**

Bij het beëindigen van mijn studies als licentiaat in de Nautische Wetenschappen en bij het voltooien van dit eindwerk, houd ik eraan alle docenten van de Hogere Zeevaartschool Antwerpen te bedanken voor de steun en voor de kennis die ze hebben overgedragen. Zij hebben mij de ogen geopend voor een wereld die nog boeiender is dan ik me voordien kon indenken. Zij hebben mij erg gemotiveerd. Ik kijk er al naar uit om wat ik geleerd heb in de praktijk te mogen toepassen aan boord van zeeschepen.

Het geeft ook een goed gevoel dat ik, na deze interessante tijd aan de Zeevaartschool, een boeiende toekomst tegemoet zal gaan. Mijn keuze voor de Zeevaartschool was de juiste. Hier ben ik voor 100% van overtuigd.

De keuze van het onderwerp voor mijn eindscriptie is dan ook niet toevallig. Ik wou een beter inzicht krijgen in de evolutie van onze taak als officier op de brug aan boord van de oceaanreuzen.

Net als de uitvinding en de introductie van de astronavigatie, het kompas, de tijds klok, de radar en het gps tot op heden een belangrijke invloed hadden op de navigatieactiviteiten aan boord, zo zullen ook de nieuwe spitstechnologische navigatie- en communicatiesystemen en de digitalisering het reilen en zeilen in de scheepvaart weer grondig wijzigen.

Ik denk hierbij aan technologieën voor sensoren, radars, kaartwerk, breedband-datatransmissie, internet, enz., maar ook aan de steeds verder doorgedreven integratie van deze systemen en de steeds krachtigere navigatie- en communicatiesoftware. Hun invloed op de dagtaken van de officier en hun globale impact op de maritieme sector mag niet onderschat worden. Als afgestudeerden aan de Hogere Zeevaartschool, zullen we dagelijks met deze nieuwe toepassingsmethoden te maken krijgen.

### **Staan binnen tien jaar de beste stuurlied aan wal?**

Na het lezen van deze eindscriptie zal de lezer een beter inzicht hebben in de technologische trends en in de manier waarop onze dagelijkse werkzaamheden op de brug zouden kunnen evolueren. Hij zal tevens een zicht krijgen op hoe deze vernieuwing in de praktijk zal aanvaard worden. Opent de digitalisering van de brug nieuwe mogelijkheden of is het een bedreiging?

Bij de opbouw van mijn eindwerk heb ik in een eerste stap getracht om gegevens te verzamelen via fabrikanten van navigatie-instrumenten en brugsystemen. Dit heeft mij heel wat tijd gekost en is maar in zeer beperkte mate gelukt. Ergens wel begrijpelijk, door het specifieke karakter van mijn vragen. Voor gegevens over toekomstige producten liet men niet graag in zijn kaarten kijken.

Dan ben ik via alternatieve wegen beginnen werken, door contact op te nemen met specialisten binnen de verschillende scheepvaartbedrijven. Hier heb ik zeer bereidwillige medewerking gevonden. Bovendien heb ik daardoor ook een bijzonder waardevol netwerk van professionele contacten en vrienden kunnen opbouwen.

Mijn bijzondere dank gaat uit naar Kapitein Niels Vanlaer en ICT Vessels Manager Marc Van der Auwera bij Exmar Ship Management, Project Manager Geert Goossens van Euronav Ship Management en Shore Captain Nicolas Verbraeken en ingenieur Ruben Delille van Jan De Nul. Met hen heb ik zeer interessante gesprekken gehad. Zij hebben mij bijzonder waardevolle informatie bezorgd en via hun kanalen hebben ze mij ook in contact gebracht met verschillende relevante bedrijven.

Bovendien wil ik zeker mijn promotor Kapitein Patricia Van Langenhoven bedanken voor de professionele en zorgvuldige begeleiding.

Tot slot wil ik mij even richten tot mijn ouders. Zij wisten welke toekomst ik wou. Zij waren mijn grootste supporters. Hun geweldige steun en motivatie hebben mij gebracht tot waar ik nu sta. Dit zal ik niet vergeten.

**Bedankt!**

Rob Follon – Lier, mei 2008

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	I
Lijst van figuren .....	IV
Lijst van tabellen en grafieken.....	VI
Lijst van afkortingen .....	VII
Inleiding .....	1
1 Navigatietechnieken.....	3
1.1 Positiebepaling: "Waar ben ik?" .....	4
1.1.1 Is gps perfect? .....	4
1.1.2 eLoran, de beste back-up voor GNSS .....	5
1.1.3 Definitie van eLoran.....	8
1.1.4 Servicestructuur van eLoran.....	9
1.1.5 eLoran-planning op langere termijn.....	10
1.2 Radars.....	11
1.2.1 Evolutie naar coherente radars .....	11
1.2.2 Nieuwe-Technologie-radars.....	12
1.2.3 Op halfgeleiders gebaseerde <i>transmitters</i> .....	14
1.2.4 Digitale Signaal Processing (DSP) .....	15
1.2.5 Welke impact zal de invoering van NT-radars hebben?.....	17
1.2.6 SharpEye van Kelvin Hughes.....	18
1.2.7 Is de <i>active-array radar</i> de volgende stap?.....	20
1.2.8 <i>Dual Band Radar</i> van Raytheon .....	23
1.2.9 Exmar-enquête over radars .....	25
1.3 Kaartwerk .....	28
1.3.1 Het gebruik van ECDIS.....	28
1.3.2 Euronav ECS / ECDIS - onderzoek .....	31
1.3.3 Digitalisering van de kaarten.....	32
1.3.4 Kaartupdates .....	34
1.3.5 Evolutie van de kaartsystemen .....	35
1.4 Deelbesluit navigatietechnieken.....	37
2 Digitalisering & communicatie .....	39
2.1 Breedbandcommunicatie .....	40
2.1.1 Evolutie van de datatransfer tussen schip en wal .....	40
2.1.2 De gebruikte services voor gegevenstransfer.....	43

2.1.3	Service-evolutie volgens Inmarsat .....	44
2.1.4	Service-evolutie volgens Intelsat .....	56
2.1.5	Breedband volgens Radio Holland .....	58
2.1.6	Service-evolutie volgens de gebruikers .....	62
2.2	Invloed van internet .....	64
2.2.1	Trends en vereisten .....	65
2.2.2	Simultaan gebruik van nieuwe toepassingen.....	66
2.2.3	<i>Crew calling</i> anno 2007 .....	69
2.3	Evolutie van de software .....	71
2.3.1	Het belang van eenvoud en gebruiksvriendelijkheid.....	71
2.3.2	Kwetsbaarheid en veiligheid .....	75
2.4	Deelbesluit digitalisering en communicatie .....	76
3	Integratie .....	79
3.1	Productinnovatie: een overzicht.....	80
3.1.1	Productfilosofie in de maritieme sector tot de jaren '80 .....	80
3.1.2	Productevolutie sinds de jaren '80: tijdslijn tot vandaag .....	81
3.1.3	Trend naar verdere integratie.....	82
3.1.4	Welke is de volgende innovatie? .....	83
3.2	Op weg naar het multifunctionele werkstation .....	86
3.2.1	Convergentie van navigatie-informatie .....	86
3.2.2	Volledige integratie.....	87
3.2.3	Invloed van de integratie op de activiteiten van de officier.....	92
3.3	Kwetsbaarheid en veiligheid .....	94
3.4	Bemanning overboord?.....	96
3.5	Deelbesluit integratie .....	98
4	Nieuwe toepassingen .....	100
4.1	Location services – LRIT .....	100
4.1.1	Reglementering en toepassing .....	101
4.1.2	De LRIT-servicestructuur .....	103
4.1.3	Verhoogde veiligheid door LRIT .....	105
4.2	e-Navigatie.....	106
4.2.1	e-Navigatie beoogt harmonisatie op drie verschillende vlakken ..	107
4.2.2	De verschillende aspecten van e-Navigatie .....	108
4.2.3	Samenvatting van de objectieven van het e-Navigatie-concept ..	110
4.2.4	De S-mode .....	111

4.2.5	e-Navigatie praktisch bekeken.....	113
4.2.6	e-Navigatie: vooruitzichten en planning .....	114
4.3	Ontwikkeling van elektronische AtoN-services.....	115
4.3.1	AIS als <i>Aid to Navigation</i> .....	117
4.3.2	AIS voor <i>Traffic Monitoring</i> en <i>Traffic Services</i> .....	118
4.3.3	AIS voor <i>Search &amp; Rescue</i> en milieubescherming .....	119
4.3.4	Het gebruik van MIO's.....	119
4.3.5	De toekomstige ENC-standaard .....	122
4.4	Deelbesluit nieuwe toepassingen .....	124
5	Veilige navigatie .....	127
5.1	Hoe veilig is het op zee?.....	127
5.1.1	Scheepvaartstatistieken over veiligheid .....	127
5.1.2	Door 'technologie' geassisteerde aanvaringen en strandingen? ...	131
5.1.3	Een weeradviesstelsel aan boord? .....	133
5.2	Andere factoren die invloed hebben op de veiligheid.....	134
5.2.1	Ijsbergen en <i>freak waves</i> .....	134
5.2.2	Piraterij en terrorisme .....	136
5.3	Permanente opleiding .....	138
5.3.1	Het toenemende belang van simulatoren .....	138
5.3.2	De keuze van instrumenten en werkmethoden.....	139
6	Eindbesluit .....	141
	Bibliografie .....	145

## Lijst van figuren

Figuur 1 – Evolutie in drie dimensies .....	1
Figuur 2 – Indeling van de verhandeling .....	2
Figuur 3 – eLoran-antenne.....	7
Figuur 4 – Servicestructuur van eLoran .....	9
Figuur 5 – eLoran-structuur voor maritieme services .....	9
Figuur 6 – NT-radar op basis van halfgeleider <i>transmitters</i> .....	14
Figuur 7 – Pulscompressie .....	16
Figuur 8 – Het SharpEye logo van Kelvin Hughes .....	18
Figuur 9 – Concept van een <i>phased-array radar</i> .....	20
Figuur 10 – <i>Phased-array radar beam</i> .....	21
Figuur 11 – De antennes van de <i>Dual Band Radar</i> in de DDG 1000 .....	23
Figuur 12 – Simultane functies van de <i>Dual Band Radar</i> in de DDG 1000.....	24
Figuur 13 – Status van de wereldwijde ENC-productie .....	33
Figuur 14 – Het belang van weer en lading bij routebepaling met ECDIS .....	36
Figuur 15 – <i>Footprint</i> van Inmarsat-4-satellieten .....	46
Figuur 16 – De nieuwe Inmarsat-XL / Alphasatsatelliet .....	47
Figuur 17 – Strategisch plan van Inmarsat.....	51
Figuur 18 – JRC FleetBroadbandterminal.....	54
Figuur 19 – Logo Intelsat.....	56
Figuur 20 – Het Broadband Global Maritime netwerk van Intelsat.....	57
Figuur 21 – Hardwareconfiguratie voor ‘Connector by Radio Holland’ .....	59
Figuur 22 – Connector, Footprint Ku-band.....	61
Figuur 23 – Connector, Footprint C-band .....	61
Figuur 24 – Het internetgebruik.....	64
Figuur 25 – Simultaan gebruik van nieuwe toepassingen.....	67
Figuur 26 – Het balanceren van de dimensies van bruikbaarheid .....	73
Figuur 27 – Evolutie in drie dimensies .....	79
Figuur 28 – Productfilosofie tot de jaren ‘80 .....	80
Figuur 29 – Productevolutie sinds de jaren ‘80.....	81
Figuur 30 – De eerste geïntegreerde navigatiesystemen .....	82
Figuur 31 – Integratietrend.....	82
Figuur 32 – De BlackBerry® 8800, een multifunctioneel toestel .....	83
Figuur 33 – De TDS Nomad, een robuust en veelzijdig toestel.....	84

Figuur 34 – Cockpit van een C130 vergeleken met die van een Airbus A320 ....	85
Figuur 35 – Convergentie van navigatie-informatie.....	86
Figuur 36 – Het multifunctionele werkstation van Sperry Marine.....	87
Figuur 37 – VisionMaster FT en breedband satellietverbinding.....	89
Figuur 38 – BridgeLink –gebruiksvoorbeelden (deel1).....	90
Figuur 39 – BridgeLink –gebruiksvoorbeelden (deel2).....	91
Figuur 40 – Een VisionMaster FT-geïntegreerd brugsysteem .....	92
Figuur 41 – Interactie met de instrumenten - Schematische voorstelling .....	92
Figuur 42 – Gegevensintegratie – Het versmelten van de informatie.....	93
Figuur 43 – Nieuwe werkmethode op de brug .....	93
Figuur 44 – Redundantie met behulp van multifunctionele displays.....	95
Figuur 45 – De LRIT-werkstructuur .....	104
Figuur 46 – Beschrijvend model voor e-Navigatie.....	107
Figuur 47 – Het virtueel markeren van een wrak.....	118
Figuur 48 – Het gebruik van MIO's op ECDIS.....	120
Figuur 49 – Voorbeeld van een gedetailleerde kaart met ijs- <i>overlay</i> .....	121
Figuur 50 – Voorspelde evolutie van het Noordpoolijs .....	135



## Lijst van tabellen en grafieken

Tabel 1 – IMO-vereisten voor operaties in havens en kustgebieden.....	8
Tabel 2 – Vooropgestelde specificaties van het eLoran-systeem .....	8
Tabel 3 – eLoran langetermijnplanning .....	10
Tabel 4 – Karakteristieken van Inmarsatsatellieten.....	45
Tabel 5 – Vergelijking tussen de operationele satellietgeneraties van Inmarsat.	45
Tabel 6 – Overzicht van de satellietsservices van Inmarsat .....	48
Tabel 7 – Inmarsat FleetBroadbandterminals.....	53
Tabel 8 – Bandbreedtes aangeboden door 'Connector by Radio Holland' .....	61
Tabel 9 – <i>The 5 E's of Usability</i> .....	73
Tabel 10 – ' <i>The Laws of Simplicity</i> ' van John Maeda .....	74
Tabel 11 – Aspecten van harmonisatie volgens de definitie van e-Navigatie ...	108
Tabel 12 – Evolutie van het toekomstige navigatielandschap .....	126
Grafiek 1 – Kans op detectie van een 10 m <sup>2</sup> target met de SharpEye radar .....	19
Grafiek 2 – Kans op detectie van een 0,5 m <sup>2</sup> target met de SharpEye radar .....	19
Grafiek 3 – Voorkeur om naar NT-radars over te schakelen .....	26
Grafiek 4 – Belangrijkheid van radarkenmerken volgens Exmar-enquête .....	27
Grafiek 5 – Introductiesnelheid AIS versus ECDIS .....	28
Grafiek 6 – Euronav-onderzoek naar het vertrouwen in ECDIS .....	31
Grafiek 7 – Problemen met ECS aan boord van Euronav-schepen .....	32
Grafiek 8 – Evolutie van datatransfer tussen schip en wal .....	40
Grafiek 9 – Primaire satellietsservices aan boord .....	43
Grafiek 10 – Geactiveerde communicatieterminals aan boord.....	43
Grafiek 11 – Risicoverschuiving ten gevolge van software en internet .....	72
Grafiek 12 – Volledig verloren schepen >500GT (% van wereldvloot).....	127
Grafiek 13 – Volledig verloren schepen >500GT (totaal aantal) .....	128
Grafiek 14 – Oorzaken van totaal verlies van schepen >500GT .....	128
Grafiek 15 – Aantal incidenten met schepen >500GT.....	129
Grafiek 16 – Oorzaken van de incidenten met schepen >500GT .....	129
Grafiek 17 – Oorsprong van menselijke fouten bij aanvaringen .....	130
Grafiek 18 – Oorsprong van menselijke fouten bij strandingen .....	131

## Lijst van afkortingen

ABS	<i>Automatic Beam Switching</i>
ACIA	<i>Arctic Climate Impact Assessment</i>
AESA	<i>Active Electronically Scanned Array</i>
AIS	<i>Automatic Identification System</i>
ANIS	<i>Aids to Navigation Information Service</i>
AOR	<i>Atlantic Ocean Region</i>
APC	<i>Adaptive Pulse Compression</i>
ARCS	<i>Admiralty Raster Chart Service</i>
ARPA	<i>Automatic Radar Plotting Aid</i>
ASP	<i>Application Service Provider</i>
AtoN	<i>Aid to Navigation</i>
BGAN	<i>Broadband Global Area Network (Satelliet service van Inmarsat)</i>
C-band	<i>Frequentieband van 4 tot 8 GHz</i>
CCTV	<i>Closed-Circuit Television</i>
CF	<i>CompactFlash</i>
CHRIS	<i>Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems (IHO-subcomité)</i>
CIR	<i>Committed Information Rate (Contention Ratio)</i>
Colregs	<i>Collision Regulations</i>
COMSAR	<i>Radiocommunications and Search and Rescue (IMO-subcomité)</i>
CRT	<i>Cathode Ray Tube</i>
CSP	<i>Communication Service Provider</i>
dBW	<i>decibel watt</i>
DBR	<i>Dual Band Radar</i>
DDP	<i>Data Distribution Plan (LRIT)</i>
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i>
DSP	<i>Digital Signal Processing</i>
dvd	<i>Digital Versatile Disc</i>
e-ANSI	<i>Electronic Aids to Navigation Service Information</i>
e-Navigatie	<i>Elektronische Navigatie</i>
ECDIS	<i>Electronic Chart Display and Information System</i>
ECS	<i>Electronic Chart System</i>
EIRP	<i>Effective Isotropic Radiated Power</i>

eLORAN	<i>enhanced LOnG-RAnge Navigation system, radioplaatsbepalingssysteem</i>
ENC	<i>Electronic Navigational Chart</i>
EPIRB	<i>Emergency Position Indicating Rescue Beacons</i>
ERNP	<i>European Radio Navigation Plan</i>
ESA	<i>European Space Agency</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FKNMS	<i>Florida Keys National Marine Sanctuary</i>
FT	<i>Fusion Technology (Sperry Marine)</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
Galileo	<i>Europees satellietplaatsbepalingssysteem, vernoemd naar de Italiaanse wetenschapper Galileo Galileï</i>
GLA	<i>General Lighthouse Authorities of the United Kingdom and Ireland</i>
GLONASS	<i>GLObalnaja NAVigatsionnaja Spoetnikovaja Sistema, Russisch satellietplaatsbepalingssysteem (ГЛОУАСС)</i>
GMDSS	<i>Global Maritime Distress and Safety System</i>
GNMS	<i>Global Network Monitoring System (Intelsat)</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
gps	<i>Global Positioning System, Amerikaans satellietplaatsbepalingssysteem</i>
gsm	<i>Global System for Mobile communication, vroeger: Groupe Spéciale Mobile</i>
GT	<i>Gross Tonnage</i>
HEA	<i>Harbor Entrance and Approach</i>
HF	<i>High Frequency, frequentieband van 3 MHz tot 30 MHz</i>
HGMIO	<i>Harmonisation Group for Marine Information Objects (IHO-subcomité)</i>
IALA	<i>International Association of Lighthouse Authorities</i>
IBS	<i>Integrated Bridge System</i>
IC-ENC	<i>International Centre for ENCs</i>
ICT	<i>Informatie- en Communicatietechnologie</i>
IDE	<i>Internationale Data Exchange (LRIT)</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IHO	<i>International Hydrographic Organization</i>

ILA	<i>International Loran Association</i>
IMB	<i>International Maritime Bureau (piracy reporting centre)</i>
IMO	<i>International Maritime Organisation</i>
Inmarsat	<i>International Maritime Satellite</i>
Intelsat	<i>International Telecommunications Satellite Consortium</i>
internet	<i>Interconnected networks</i>
IOR	<i>Indian Ocean Region</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPDS	<i>Inmarsat Packet Data Service</i>
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network, digitale telefonie</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	<i>Informatietechnologie</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
IUMI	<i>International Union of Marine Insurance</i>
JCOMM	<i>Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology</i>
JRC	<i>Japan Radio Company</i>
kbps	<i>Kilobits per seconde</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
Ku-band	<i>Frequentieband van 12 tot 18 GHz</i>
L-band	<i>Frequentieband van 1 tot 2 GHz</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LES	<i>Land Earth Station</i>
LMIU	<i>Lloyd's Marine Intelligence Unit</i>
LNB	<i>Low Noise Block</i>
LORAN	<i>LONg-RANge Navigation system, radioplaatsbepalingssysteem</i>
LRIT	<i>Long Range Identification and Tracking</i>
MAIA	<i>Marine Accident Inquiry Agency</i>
MF	<i>Medium Frequency, frequentieband van 300 kHz tot 3000 kHz</i>
MFD	<i>Multifunctioneel display</i>
MHz	<i>Megahertz</i>
MIO	<i>Marine Information Overlay, vroeger: Marine Information Object</i>
MMIC	<i>Monolithic Microwave Integrated Circuit</i>
MMSE	<i>Minimum Mean-Square Error</i>
MPA	<i>Marine Protected Area</i>

mp3	<i>MPEG audio layer 3, digitale audiocompressiestandaard</i>
MPDS	<i>Mobile Packet Data Service</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
MRCC	<i>Maritime Rescue Coordination Centre</i>
MSC	<i>Maritime Safety Committee (IMO-subcomité)</i>
NAV	<i>Sub-Committee on Safety of Navigation (IMO-subcomité)</i>
NBB	<i>Network BroadBand (Maritieme Service van Intelsat)</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NT-radars	<i>Nieuwe-Technologie-radars</i>
OCIMF	<i>Oil Companies International Marine Forum</i>
OOB	<i>Out-Of-Band, buiten de frequentieband gelegen</i>
OOW	<i>Officer Of the Watch</i>
PABX	<i>Private Automatic Branch eXchange, privé telefooncentrale</i>
pc	<i>Personal computer</i>
PNT	<i>Positioning, Navigation &amp; Timing</i>
POR	<i>Pacific Ocean Region</i>
PSTN	<i>Public Switched Telephone Network, wereldwijde telefonienetwerk</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
racon	<i>Radar beacon</i>
radar	<i>Radio Detection And Ranging</i>
RF	<i>Radio Frequency</i>
RNC	<i>Raster Navigational Chart</i>
S-band	<i>Frequentieband van 2 tot 4 GHz</i>
SA	<i>Selective Availability (programma van gps)</i>
SAR	<i>Search And Rescue</i>
SART	<i>Search And Rescue Transponder</i>
SBAS	<i>Space Based Augmentation System</i>
SCADA	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>
SCAP	<i>Shared Corporate Allowance Package</i>
SD	<i>Secure Digital</i>
SENC	<i>System ENC</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
SMA	<i>Ship Management Applications</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
SOLAS	<i>Safety Of Life At Sea, regelgevende conventie van de IMO</i>

SPOS	<i>Ship Performance Optimisation System</i>
SPS	<i>Standard Positioning Service (van gps)</i>
SSAS	<i>Ship Security and Alert Systems</i>
TCP	<i>Transfer Control Protocol</i>
TDS	<i>Tripod Data Systems</i>
TEU	<i>Twenty foot Equivalent Unit, maat voor containers</i>
TMSA	<i>Tanker Management Self Assessment</i>
TR	<i>Transmitter-Receiver</i>
TSMAD	<i>Transfer Standard Maintenance and Application Development</i> (werkgroep van het IHO-subcomité CHRIS)
UKHO	<i>United Kingdom Hydrographic Office</i>
USCG	<i>United States Coast Guard</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>
VAD	<i>Voice-Activated Dialing</i>
VDAB	<i>Vlaamse Dienst voor Arbeidsbemiddeling</i>
VDR	<i>Voyage Data Recorder</i>
VHF	<i>Very High Frequency, frequentieband van 30 MHz tot 300 MHz</i>
VMS	<i>Vessel Monitoring System</i>
VoIP	<i>Voice over IP, telefonie over internet</i>
VPN	<i>Virtual Private Network,</i> een beveiligd en volledig gesloten computernetwerk
VSAT	<i>Very Small Aperture Terminal</i>
VSR	<i>Volume Search Radar</i>
VTS	<i>Vessel Traffic Service</i>
WGS-84	<i>World Geodetic System 1984, datum referentie voor gps en ENC's</i>
WIFI	<i>Wireless Fidelity, logo gebruikt voor draadloos ethernet</i>
WWRNS	<i>World Wide Radio Navigation System</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
X-band	<i>Frequentieband van 8 tot 12 GHz</i>

# Inleiding

*" The world we have created is a product of our thinking.  
It cannot be changed without changing our thinking. "*

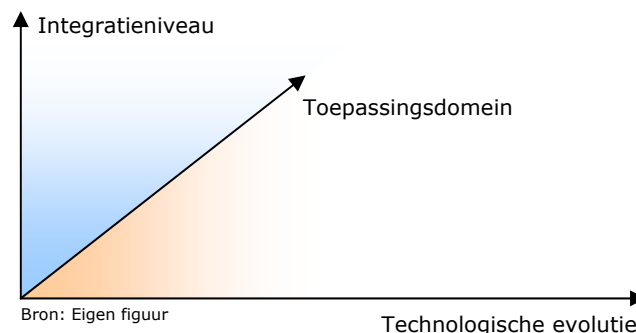
**Albert Einstein**

De subtitel van deze verhandeling, 'De beste stuurlied staan aan wal. Fictie of realiteit?' is vrij suggestief. Hij trekt in elk geval de aandacht.

Iedereen zal ermee akkoord gaan, dat de technologie in de laatste decennia een enorme evolutie heeft gekend. De impact op de scheepvaart kan dus niet worden genegeerd. Daarnaast zal ook de evolutie van de wereldhandel hierop zijn stempel drukken.

Om een beeld te krijgen van de technologische trends en van de manier waarop onze dagelijkse werkzaamheden op de brug zouden kunnen evolueren, zijn we op zoek gegaan naar een goede werkstructuur. Tijdens gesprekken met specialisten binnen de scheepvaart en de technologische wereld, zijn we tot het inzicht gekomen dat de evolutie eigenlijk drie dimensies kent.

**Figuur 1 – Evolutie in drie dimensies**

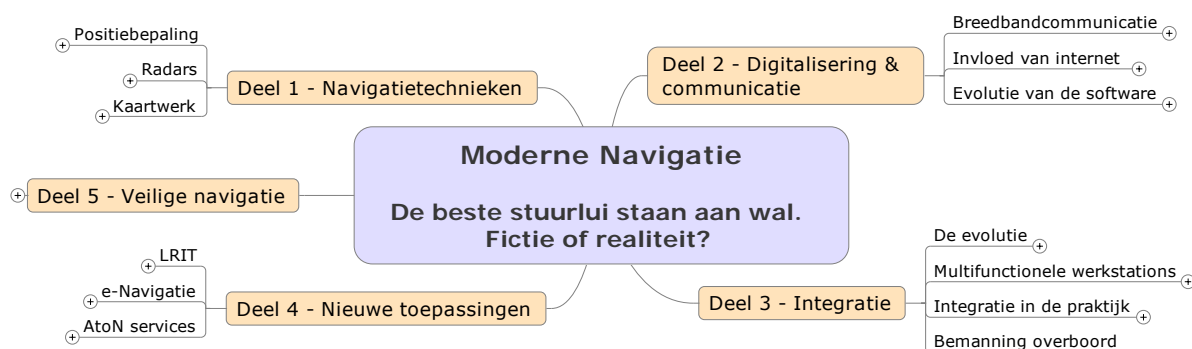


De basis is de technologische evolutie. Dit is de evolutie van de (navigatie)-bouwstenen. Aanvankelijk waren deze bouwstenen vrij elementair. Ze hadden een enkelvoudige functie. Het magnetische kompas is een goed voorbeeld hiervan. Naarmate de technologie verder evolueerde, stegen ook de mogelijkheden om functies te combineren. En deze integratie creëerde op zich nieuwe mogelijkheden, waardoor nieuwe toepassingen ontstonden. Zo ontstond bijvoorbeeld ARPA. In elke dimensie wordt er steeds sneller vooruitgang geboekt.

De precisie en betrouwbaarheid van de nieuwe sensoren zijn ongeëvenaard, de digitalisering is niet meer te stoppen. De evolutie van technologie, van verdere integratie en van nieuwe toepassingen versterken elkaar. De bouwstenen worden alsmaar groter en steeds meer functies worden erin gecombineerd. Dit opent ongekende mogelijkheden voor de scheepvaart.

Met behulp van Mindmaptechnieken<sup>1</sup> hebben we de hoofdstructuur van onze verhandeling laten overeenstemmen met deze drie dimensies.

**Figuur 2 – Indeling van de verhandeling**



Om de technologische evolutie duidelijker weer te geven, hebben we een onderscheid gemaakt tussen navigatietechnieken (deel 1) en digitalisering en communicatie (deel 2). In deel 1 gaan we in op baanbrekende technieken voor zuivere navigatieactiviteiten. Deel 2 bevat de 'andere' nieuwe technologieën die een steeds grotere invloed zullen uitoefenen op de activiteiten op de brug.

In deel 3 behandelen we de (r)evolutie van de integratie; de oude en nieuwe filosofie voor het benaderen van producten en oplossingen van de fabrikanten en diegene die de integratie verzorgen. We proberen een voorzichtige inschatting te maken van de toekomstige werkomgeving op de brug. We verliezen hierbij echter de potentiële nieuwe risico's en de kwetsbaarheid van de nieuwe systemen niet uit het oog.

In deel 4 geven we een aantal voorbeelden van nieuwe toepassingen die de volgende jaren ingang zullen vinden op de brug van talrijke schepen.

Omdat goede navigatie bepalend is voor de veiligheid op zee, wijden we hieraan een apart deel. We gaan in dit laatste deel dieper in op de oorzaken van incidenten en het belang van brugsimulatoren bij de opleiding.

Veel leesplezier!

<sup>1</sup> Mindjet Mindmanager Pro 7 © Mindjet LCC, USA - <http://www.mindjet.com>



# 1 Navigatietechnieken

Zonder enige twijfel, zal de toenemende nauwkeurigheid van de nieuwe sensoren een grote bijdrage leveren aan de doeltreffendheid van onze navigatie-activiteiten. Het is echter niet onze bedoeling om alle mogelijke sensoren de revue te laten passeren.

We verkennen in dit deel voornamelijk de technologische evolutie in het navigatiedomein die de functionaliteit, de betrouwbaarheid en de veiligheid ten goede zullen komen of die een verandering zullen teweeg brengen in de taken die moeten uitgevoerd worden op de brug.

We werken rond twee thema's: "Waar ben ik?" en "Waar zijn de anderen?"

In de eerste paragraaf hebben we het over de (on)verwachte evolutie op het gebied van positiebepaling. Kunnen we het ons veroorloven om enkel te vertrouwen op gps? Waar ben ik als er door omstandigheden geen gps beschikbaar is?

In een tweede paragraaf gaan we in op de radar: "Waar zijn de anderen?"

De radar is de ruggengraat van elk degelijk maritiem navigatiesysteem. Op het vlak van targetdetectie, zelfs in de moeilijkste omstandigheden, is er op technologisch vlak een revolutionaire verandering te verwachten. Nieuwe-Technologie-radars (NT-radars) zullen in de loop van de volgende vijf jaar op de brug verschijnen en de radarprestaties drastisch verbeteren. En dit is zeker niet het einde van de evolutie, want door de ontwikkeling van *active array radars* voor militaire spitstechnologische schepen, verdwijnt zelfs de draaiende antenne.

Tenslotte gaan we in op het kaartwerk. Met de moderne digitale technieken zou ECDIS moeten helpen beide hierboven vermelde vragen te beantwoorden. We trachten onder meer de redenen te achterhalen waarom ECDIS minder snel doorbreekt dan men had verwacht. We gaan in op de evolutie van kaartupdates en op de toekomst van elektronische kaartsystemen.

## 1.1 Positiebepaling: “Waar ben ik?”

### 1.1.1 Is gps perfect?

Gps heeft nauwkeurige en vrijwel altijd beschikbare bepaling van plaats en tijd mogelijk gemaakt. Dit heeft geleid tot het wijd verspreid gebruik van het systeem, tot toegenomen populariteit en tot talloze nieuwe toepassingen. Het heeft echter eveneens geresulteerd in een toegenomen afhankelijkheid van de *Global Navigation Satellite Systems (GNSS)*<sup>2</sup>.

Navigatie is nooit gemakkelijker geweest dan vanaf het moment dat gps operationeel werd. En door het wegnemen van de *Selective Availability (SA)*<sup>3</sup> in 2000 en het introduceren van *Space Based Augmentation Systems (SBAS)*<sup>4</sup> is de nauwkeurigheid van gps buitengewoon. Door de steeds verbeterende kwaliteit van gps heeft men lange tijd gedacht dat gps, en gps alleen, de toekomst zou zijn voor op radiogolven gebaseerde plaats- en tijdsbepaling.

Gps is echter niet ongevoelig voor storingen. Het gebruikt slechts 200 Watt zendvermogen voor 1/3 van het aardoppervlak.

**gps is een ‘Single point of failure’ !**

Durven we afhankelijk te zijn:

- Van één enkel systeem voor kritische toepassingen?
- Van een systeem dat eigendom is van en gecontroleerd wordt door de Amerikaanse overheid?

Een back-up is noodzakelijk, zeker omdat veiligheid, economie en milieu in het geding zijn.

Gelukkig hebben ‘wij’ straks Galileo, hoort men zeggen.

---

<sup>2</sup> GNSS bestaat uit het Amerikaanse gps, het Russische GLONASS en het toekomstige Europese Galileo systeem. Ze maken allen gebruik van navigatiesatellieten.

<sup>3</sup> Tot mei 2000 werd de nauwkeurigheid van de *Standard Positioning Service (SPS)* van gps door de Amerikaanse overheid met opzet gedegradeerd tot 100 m horizontaal onder het zogenaamde SA-programma om redenen van nationale veiligheid.

<sup>4</sup> SBAS gebruiken een netwerk van grondstations om differentiaal correcties te bepalen en de signaalkwaliteit te meten. De gegevens worden dan verzonden naar de gps-gebruikers om zo de precisie en de betrouwbaarheid van de positie te verhogen.

De Europese Commissie geeft aan dat Galileo in 2013 operationeel kan zijn. Maar is het probleem dan opgelost? Door gps + Galileo kunnen we beroep doen op meer satellieten. Hierdoor nemen de nauwkeurigheid, de beschikbaarheid en de integriteit toe.

Een dubbele of zelfs driedubbele uitrusting voor positiebepaling levert met een zekerheid van nagenoeg 100% een correct resultaat. De schepen zullen er binnen een aantal jaren van voorzien worden.

Maar Galileo lijkt bijzonder veel op gps, met als gevolg dat de kwetsbaarheid blijft. We mogen ervan uitgaan dat de systemen niet zullen gevrijwaard blijven van problemen. Als er problemen gaan optreden met één enkele toepassing, zouden ook de andere toepassingen wel eens kunnen falen.

En hoe voorkomen we hacken, of vermijden we de gevolgen van terroristische acties? Moeten we wachten tot het probleem er is voor men tot actie overgaat?

Er is dus een ander (niet-satelliet)systeem nodig. Een systeem waarvan de foutkarakteristieken verschillen van die van GNSS.

### **1.1.2 eLoran, de beste back-up voor GNSS**

Een in 2001 uitgebrachte Volpe-studie<sup>5</sup>, en het in 2004 voorgestelde *European Radio Navigation Plan* (ERNP)<sup>6</sup> suggereren verrassend een oplossing op basis van het vrijwel vergeten radioplaatsbepalingssysteem, nl. Loran-C.

Loran-C verschilt in grote mate van gps door het gebruik van pulsen met een lage frequentie en een hoge energie. De combinatie van Loran-C en gps heeft daarom het voordeel dat het veel robuuster is dan elk van de systemen afzonderlijk. De specificaties van het uit 1958 stammende Loran-C systeem zijn echter niet toereikend om te voldoen aan de zware eisen van de modernste toepassingen. Laagfrequente grondgolven ondergaan een vertraging ten gevolge van de grondgeleidbaarheid, de topografie, de seizoenen en het weer.

Indien deze vertragingen niet gecompenseerd worden, kunnen opmerkelijke positiefouten ontstaan. De nauwkeurigheid van Loran-C is volgens de

---

<sup>5</sup> De Volpe-studie belicht de kwetsbaarheid van gps (en vergelijkbare GNSS-systemen) ten gevolge van onbedoelde of opzettelijke storingen door interferentie. Het stelt Loran voor als mogelijke oplossing.

Bron: <http://www.navcen.uscg.gov/archive/2001/Oct/FinalReport-v4.6.pdf>

<sup>6</sup> Bron: [http://www.helios-tech.co.uk/ERNP/documents/P377D006-3\\_0\\_ERNP.pdf](http://www.helios-tech.co.uk/ERNP/documents/P377D006-3_0_ERNP.pdf)

specificaties 1/4 mijl (463 meter). Maar gelukkig is de technologie geëvolueerd en is er heel wat mogelijk met laagfrequente radioplaatsbepaling.

In het proefschrift *New Potential of Low-Frequency Radionavigation in the 21<sup>st</sup> Century*<sup>7</sup> gaat Dr. ir. Wouter J. Pelgrum hier uitgebreid op in.

Door gebruik te maken van referentiestations en plaatsafhankelijke correctietabellen, een *augmentation system* vergelijkbaar met dat van GNSS, beschikbaar gesteld aan de gebruikers via een gegevenskanaal, kunnen de positiefouten gereduceerd worden. De resulterende positienauwkeurigheid is 20 meter, met een betrouwbaarheid van 95%.

Verder onderzoek en toepassing van onder andere *re-radiation* detectiealgoritmen<sup>8</sup> zouden het mogelijk maken een positienauwkeurigheid te behalen die beter is dan 10 meter.

Na een grondige technische evaluatie<sup>9</sup> werd in maart 2004 besloten om zich op deze technologie te baseren om de impact van gps-serviceonderbrekingen op te vangen. Door de hernieuwde interesse in Loran-C heeft men de naam van het systeem veranderd naar 'eLoran', waarbij de 'e' staat voor 'enhanced'.

- eLoran gebruikt de laatste receiver-, antenne- en transmissietechnologie om als volwaardig back-upstelsel voor GNSS te kunnen doorgaan. De prestaties zijn in belangrijke mate verbeterd tegenover Loran-C.
- eLoran voldoet zowel aan de voorwaarden voor *Harbour Entrance and Approach* (HEA)<sup>10</sup> als voor *Universal Time Coordinated* (UTC), de vereisten voor een onafhankelijke tijdsbron.
- eLoran is een internationaal gestandaardiseerde *Positioning, Navigation and Timing service* (PNT-service).

eLoran transmissie-infrastructuur werd de afgelopen jaren geïnstalleerd in de Verenigde Staten en een variant ervan is in Noordwest-Europa operationeel.

---

<sup>7</sup> Proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor aan de Technische Universiteit Delft, 28 november 2006.  
Bron: <http://www.pelgrum.org/radionavigation/>

<sup>8</sup> *Re-radiation* detectiealgoritmen maken het mogelijk lokale verstoringen te detecteren, wat een tijdige waarschuwing voor potentieel foutieve positie-informatie mogelijk maakt.

<sup>9</sup> Technische evaluatie door de *Federal Aviation Administration* (FAA), Verenigde Staten, maart 2004.  
Bron: [http://www.navcen.uscg.gov/loran/Loran\\_Tech\\_Eval\\_Final\\_Report\\_March\\_2004.pdf](http://www.navcen.uscg.gov/loran/Loran_Tech_Eval_Final_Report_March_2004.pdf)

<sup>10</sup> De absolute positienauwkeurigheid moet 20 m of beter zijn.

Men verwacht dan ook dat eLoran in de toekomst wereldwijd zal ingevoerd worden en dat er geïntegreerde eLoran/GNSS-ontvangers zullen beschikbaar komen.

Aangezien eLoran gebruik maakt van laagfrequente pulsen met hoge energie (geen microwatt en microgolven zoals GNSS), is het zeer onwaarschijnlijk dat het door dezelfde oorzaak gestoord of onderbroken wordt als GNSS-signalen.

Dit betekent dat goedkope eLoran-ontvangers, ingebouwd in GNSS-eenheden, de impact van onderbrekingen in GNSS kunnen opvangen. Meer zelfs, eLoran kan dingen doen die GNSS niet kan, zoals functioneren als statisch kompas.

**Figuur 3 – eLoran-antenne**



Bron: SI-TEX

Deze eLoran-antenne<sup>11</sup> integreert gps, Loran en hun *augmentation systems* in één enkel pakket. De *'crossed loop'* antenne levert ook kompasfunctionaliteit tot op 1 graad nauwkeurig.

De combinatie van GNSS en eLoran zal een belangrijke bijdrage leveren aan een nieuw concept van navigatie op zee. *'Enhanced'* navigatie wordt ontwikkeld om maximaal voordeel te halen uit de verschillende nieuwe technologieën.

E-Navigatie stelt zeer hoge eisen aan de betrouwbaarheid van positie-, navigatie- en tijdsgegevens. In paragraaf 4.2 blz. 106 gaan we dieper in op e-Navigatie.

---

<sup>11</sup> Bron: <http://www.si-tex.com/html/e-loran.html>

### 1.1.3 Definitie van eLoran

Het eLoran-systeem werd beschreven in een definitiedocument<sup>12</sup>.

Het principiële verschil tussen eLoran en de traditionele Loran-C is de toevoeging van een gegevenskanaal<sup>13</sup> (*data channel*) aan de uitgezonden signalen.

Correcties, waarschuwingen en signaalintegriteitgegevens worden via dit kanaal aan de eLoran-ontvangers bezorgd. Hierdoor kan eLoran voldoen aan de zeer strenge vereisten<sup>14</sup> van de International Maritime Organisation (IMO) om bvb. bij slechte zichtbaarheid, een schip veilig een haven te laten binnenvaren.

**Tabel 1 – IMO-vereisten voor operaties in havens en kustgebieden**

<i>Accuracy</i>	10 meter (95%)
<i>Availability</i>	0,998 over 2 jaar
<i>Time to Alarm</i>	10 seconden
<i>Service reliability</i>	0,9997 over 3 uren

**Tabel 2 – Vooropgestelde specificaties van het eLoran-systeem**

<i>Accuracy</i>	8 – 20 meter
<i>Availability</i>	0,999 – 0,9999
<i>Integrity</i>	0,999999 ( $1 \times 10^{-7}$ )
<i>Continuity</i>	0,999 – 0,9999 over 150 seconden

Maar ook andere mogelijkheden liggen door deze hoge precisie binnen het bereik van eLoran. De uiterst accurate tijd<sup>15</sup> kan bvb. gebruikt worden voor *Automatic Identification Systems* (AIS) en voor het synchroniseren van navigatielichten. Hiervoor moeten nog wel standaarden uitgewerkt worden door de IMO, de *International Electrotechnical Commission* (IEC) en de eLoran serviceproviders. Deze zullen ook de interfaces beschrijven tussen de eLoran ontvangers en de navigatieapparatuur aan boord, zoals ECDIS en AIS.

<sup>12</sup> Het eLoran definitiedocument werd opgesteld in november 2006 in het *United States Coast Guard* (USCG) *Navigation Center* door een internationaal team onder de leiding van de *International Loran Association* (ILA). Zie [http://www.loran.org/news/eLoran\\_Definition\\_Document\\_0\\_1\\_Released.pdf](http://www.loran.org/news/eLoran_Definition_Document_0_1_Released.pdf)

<sup>13</sup> De Loran *data channel* communicatie maakt gebruik van '*9<sup>th</sup> Pulse Modulation*'. Zie [http://www.navcen.uscg.gov/loran/ldc\\_v1-3\\_mod1\\_20061020.pdf](http://www.navcen.uscg.gov/loran/ldc_v1-3_mod1_20061020.pdf)

<sup>14</sup> IMO heeft in december 2003 de vereisten voor navigatieprestaties gebundeld in de *World Wide Radio Navigation System* (WWRNS) resolutie A.953(23). Deze zijn van toepassing bij het naderen en binnenvaren van havens (HEA) en op kustgebieden met veel scheepvaart of met verhoogde risico's.

<sup>15</sup> De tijdscharacteristiek van een primaire referentieklok moet voldoen aan de *International Telecommunications Union* (ITU) G.811 standaard. Deze ITU-standaard specificeert een relatieve fasestabiliteit van  $1 \times 10^{-11}$ .

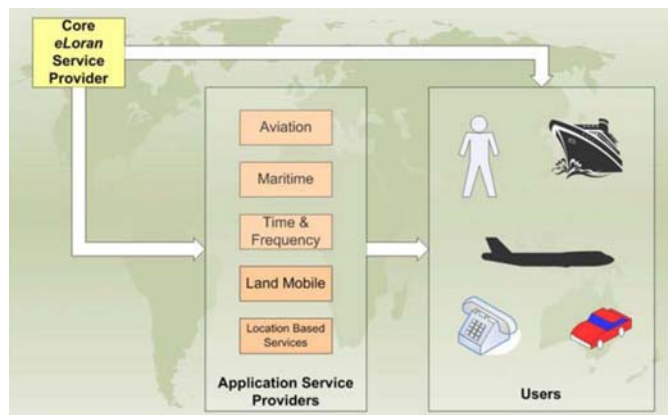
### 1.1.4 Servicestructuur van eLoran

eLoran-services worden geleverd door een *Core* eLoran serviceprovider en verschillende *Application* serviceproviders:

- De *Core* eLoran serviceprovider levert het uiterst precieze 'core'-signaal en zorgt daardoor voor de synchronisatie van de signalen die door de verschillende transmissiestations uitgezonden worden.
- De *Application* serviceproviders leveren de applicatiespecifieke gegevens, bvb. de differentieelgegevens of *skywave*-waarschuwingen.

Naast services voor de scheepvaart zullen er eLoran-services worden uitgewerkt voor de luchtvaart, voor *location based services*, enz.

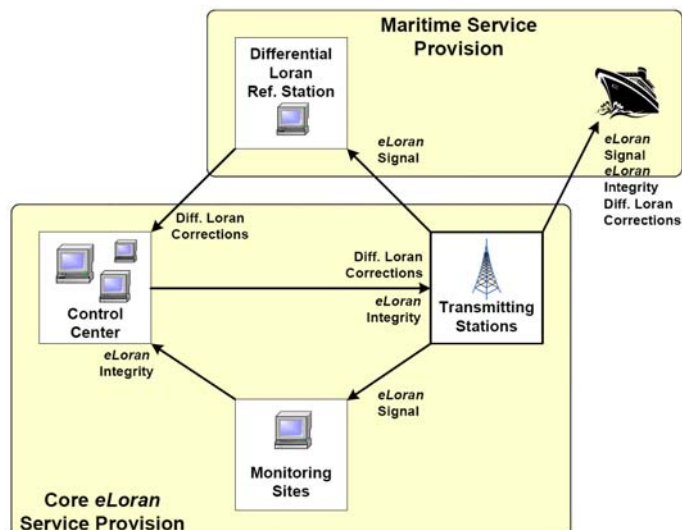
**Figuur 4 – Servicestructuur van eLoran**



Bron: ILA

De Core eLoran-service wordt opgebouwd uit een netwerk van moderne controlecentra, transmissiestations en *monitoring sites*, volledig onafhankelijk van GNSS.

**Figuur 5 – eLoran-structuur voor maritieme services**



Bron: ILA

### 1.1.5 eLoran-planning op langere termijn

In Europa zou, volgens Dr. Sally Basker, *Director of Research & Radionavigation* van de GLA<sup>16</sup>, de termijnplanning er als volgt kunnen uitzien<sup>17</sup>:

**Tabel 3 – eLoran langetermijnplanning**

2004-2007	Onderzoek en ontwikkeling van de technologie Beproeving van het concept
2007-2010	Vorbereiding voor initiële service: - Opstarten van langetermijninvesteringen - Afspraken rond standaardisatie - Opzetten van de service-infrastructuur - Ontwikkeling van boordinstrumenten
2010-2012	- Initiële service en transitie naar eLoran
2012-2015	- Wereldwijde indienststelling eLoran service

Met de hernieuwde interesse in Loran besliste Frankrijk in 2004 om de huidige Loran-C infrastructuur te onderhouden tot minstens 2015.

Men ziet eLoran als een belangrijke aanvulling van het Galileo project.

In de Verenigde Staten zag men al vroeg het belang in om een back-upstelsel te ontwikkelen en zich te beschermen tegen de kwetsbaarheid van gps.

De laatste 8 jaar werd er 160 miljoen dollar<sup>18</sup> geïnvesteerd voor het ontwikkelen en uittesten van eLoran en voor de modernisering van de 24 Loran-transmissie-stations. Toch werden in januari 2007 de verdere investeringen voor eLoran door de overheid in vraag gesteld, want voor de verdere modernisering van de infrastructuur zou nog eens 65 miljoen dollar nog zijn. Op een rondvraag, georganiseerd door de *Federal Register*, kwam een overvloed aan reacties, zowel vanuit de maritieme- als vanuit de luchtvaartsector. 90% hiervan pleitte voor de voortzetting van het programma.

Op wereldvlak mogen we aannemen dat de ontwikkelingen in de andere regio's achterlopen ten opzichte van Europa, behalve dus in de Verenigde Staten.

---

<sup>16</sup> GLA staat voor *General Lighthouse Authorities of the United Kingdom and Ireland*.

Bron: [http://www.loran.org/Meetings/Meeting2006/Session\\_1\\_-\\_Loran\\_Status\\_around\\_the\\_World/s1n2.pdf](http://www.loran.org/Meetings/Meeting2006/Session_1_-_Loran_Status_around_the_World/s1n2.pdf)

<sup>17</sup> Op basis van gegevens gepresenteerd tijdens het 35<sup>ste</sup> technisch symposium, georganiseerd door de *International Loran Association* van 22 tot 25 oktober 2006 in Groton, Connecticut.

<sup>18</sup> Volgens Mitchell J. Narins van de *Federal Aviation Administration - Navigation Services*.

Bron: [http://www.loran.org/Meetings/Meeting2006/Session\\_1\\_-\\_Loran\\_Status\\_around\\_the\\_World/s1n1.pdf](http://www.loran.org/Meetings/Meeting2006/Session_1_-_Loran_Status_around_the_World/s1n1.pdf)



## 1.2 Radars

Sinds de introductie van de radar in de commerciële scheepvaart zo'n 60 jaar geleden, werden talrijke verbeteringen doorgevoerd. Het geproduceerde radarbeeld werd duidelijker, stabilisatie- en oriëntatiemogelijkheden werden eraan toegevoegd, kleurenschermen met hoge resolutie werden ingevoerd. Ook ARPA-functies en AIS waren zeer nuttige aanwinsten. *Target tracking*, *scan-to-scan*-correlatie en zelfs elektronische kaartoverlays werden voorzien.

We evolueerden dus van elementaire radars met vrij beperkte weergave op CRT-schermen<sup>19</sup> naar zeer gesofistikeerde radar/ARPA-systemen van hoge kwaliteit.

Door de technologische vernuftigheid is het detectievermogen van de huidige radars in belangrijke mate verbeterd.

Toch moeten we vaststellen dat na meer dan een halve eeuw, al deze systemen voor het genereren van de radarpulsen nog steeds werken op basis van magnetrons. De mogelijkheden tot verbetering van deze technologie zijn echter uitgeput, bijvoorbeeld voor betere targetdetectie bij *clutter*. Tijd dus voor belangrijke vernieuwingen.

### 1.2.1 Evolutie naar coherente radars

De belangrijkste technologische eigenschappen van de conventionele radars kunnen we als volgt samenvatten:

- We spreken in termen van kilowatt en kilovolt. De elektromagnetische microgolven worden aangemaakt in een magnetron die hiervoor een speciale vacuümbuis, zeer hoge voltages en een sterk magnetisch veld gebruikt. Het spreekt voor zich dat er een groot verschil in capaciteit is tussen een 4 kW- en een 25 kW-systeem.
- Voor korte- en langeafstandsdetectie moeten pulslengte en pulsinterval verschillend zijn. Korte pulsen zijn nodig om de terugkerende signalen op te splitsen in kleine '*range cells*'. Bij 50 nanoseconden, de kortste pulslengte die gebruikt wordt bij de conventionele radar, hebben die '*range cells*' een lengte van 15 meter. Enerzijds zouden kortere pulsen een

---

<sup>19</sup> CRT staat voor Cathode Ray Tube, een beeldbuis van de oudere generatie radars.

onacceptabele 'out-of-band' (OOB) interferentie<sup>20</sup> veroorzaken, anderzijds is deze pulslengte noodzakelijk om voldoende energie te bevatten en om aanvaardbare detectieresultaten te halen.

- De korte pulsen zijn bovendien moeilijk te genereren. De frequentie en de fase van de geproduceerde pulsen variëren op een relatief ongecontroleerde manier en kunnen verschillen van puls tot puls.

Technisch worden deze conventionele radars 'niet-coherente radars' genoemd. Bij 'coherente radars' zullen de hierboven vermelde concepten fundamenteel veranderen. De resultaten van deze zogenaamde Nieuwe-Technologie-radars zijn spectaculair. Een NT-radar van 100 watt zal een betere targetdetectiecapaciteit vertonen dan de conventionele 25 kW-radar die we tot nu toe gebruikten. Vooral targetdetectie bij *clutter* zou in belangrijke mate verbeteren. Hoe is dit mogelijk?

### 1.2.2 Nieuwe-Technologie-radars

De nieuwe concepten, gebruikt bij coherente radars<sup>21</sup>:

- Wanneer radarpulsen weerkaatst worden door een bewegende target, zal de frequentie van het gereflecteerde signaal veranderen in lijn met de beweging van de target. Dit fenomeen is gekend als het Dopplereffect.
- Door gebruik te maken van pulsen met gecontroleerde frequentie- en fasekarakteristieken kunnen de frequentieveranderingen van de gereflecteerde signalen zeer accuraat gemeten worden.
- Met behulp van Fourieranalyse<sup>22</sup> kunnen de gegevens voor target-detectie uit de 'range cells' gehaald worden. Korte pulsen zijn daarvoor zelfs niet nodig. De ontvangen gereflecteerde golven worden omgezet in informatie, die gelijkwaardig is aan de gegevens die aan de hand van korte pulsen zouden geproduceerd zijn. Deze techniek staat bekend als pulscompressie omdat het een lange puls in een korte omzet.

---

<sup>20</sup> Door de karakteristiek van de korte pulsen ontstaan signalen die buiten de frequentieband van de radar liggen. Hierdoor ontstaan storingen in de andere communicatiesystemen, ook OOB-interferentie genoemd.

<sup>21</sup> Bronnen: <http://www.vectorsite.net/ttradar.html> en <http://sharpeye.biz/sharp/>

<sup>22</sup> Fourieranalyse is een wiskundige techniek voor de ontleding van complexe golfmodellen. Door Fourieranalyse kunnen pulsen ontbonden worden in een reeks van afzonderlijke frequenties. De resulterende reeks geeft de signaalbandbreedte (spectrum) van de puls weer.

Coherente systemen werken dus met langere pulsen maar door de gebruikte compressietechniek zijn die pulsen in theorie zelfs korter dan deze van de magnetron. Bovendien bevatten langere pulsen veel meer energie.

De gebruikte technieken maken het mogelijk *targets* en *sea clutter* van elkaar te onderscheiden. Dit is mogelijk omdat, door de weerkaatsing, de frequentievariëaties ten gevolge van de bewegende golven die het *clutter*-signaal vormen, verschillend zijn van de frequentievariëaties veroorzaakt door de *targets*.

Door een betere keuze van de vorm van de uitgezonden signalen is er ook beduidend minder '*out-of-band*' interferentie dan bij het uitzenden van de equivalente korte pulsen bij de niet-coherente radars.

Volgens Professor Andy Norris<sup>23</sup> zijn de potentiële voordelen ten gevolge van *Doppler processing* en pulscompressie bij coherente NT-radars opmerkelijk. Ze leiden tot onmiddellijke verbeteringen die, in vergelijking met de niet-coherente radars, een meer dan tien keer betere zichtbaarheid geven van *targets* bij *clutter*.

En met verdere ontwikkelingen en verbeteringen van de analysemethoden kunnen ze mogelijk honderd keer beter worden.

De productie van coherente NT-radars wordt mogelijk gemaakt door twee belangrijke technologische ontwikkelingen:

- Op halfgeleiders gebaseerde transmitters
- Digitale signaalprocessing

Omdat de technologie betaalbaar wordt, mogen we binnen afzienbare tijd een belangrijke doorbraak verwachten. Dit is een interessante evolutie. Laten we er daarom dieper op ingaan.

---

<sup>23</sup> Professor Andy Norris werkt als consultant in de internationale maritieme sector.

Hij is voorzitter van het Technisch Comité 80 van de *International Electrotechnical Commission* (IEC) en is, in nauwe samenwerking met de IMO, verantwoordelijk voor het definiëren van de internationale standaarden voor maritieme navigatie- en radiocommunicatieapparatuur.

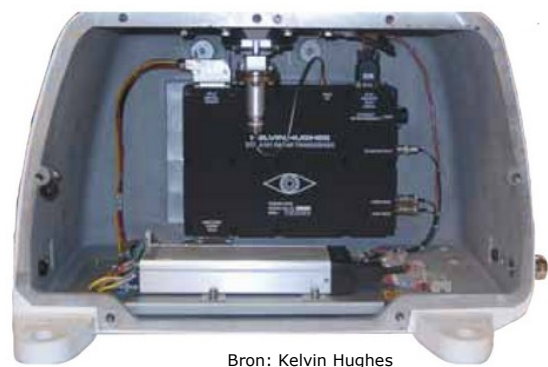
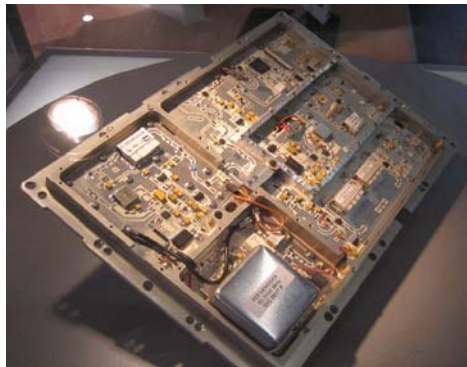
Tevens is hij professor navigatietechnologie aan de universiteit van Nottingham, UK.

### 1.2.3 Op halfgeleiders gebaseerde *transmitters*

De op halfgeleiders gebaseerde *transmitter*technologie werd oorspronkelijk ontwikkeld voor de ruimtevaart en voor militaire doeleinden. Hiervoor werd zeer veel onderzoek verricht en de technologie was dan ook extreem duur. Maar door de snelle groei van de mobiele telefonie, die ook met microgolven werkt, kwamen de ontwikkelingen in een stroomversnelling en door de grote afzetmarkt werd de technologie betaalbaar.

Betaalbare op halfgeleiders gebaseerde *transmitters*, die kunnen opereren in de 3GHz radarband, zijn nu beschikbaar.

**Figuur 6 – NT-radar op basis van halfgeleider*transmitters*<sup>24</sup>**



Bron: Kelvin Hughes

Een belangrijke vaststelling is, dat op halfgeleiders gebaseerde *transmitters* voor hun werking slechts 20 tot 50 volt nodig hebben en dat ze een verwachte levensduur hebben van meer dan 100.000 uren. Dit in tegenstelling tot de magnetrons die hiervoor 10.000 volt nodig hebben en een verwachte levensduur van 10.000 uren.

In vergelijking met magnetrons kunnen halfgeleiders geen piekvermogens aan, wat wel het geval is bij de conventionele radar. Dit betekent dat NT-radars met langere pulsen op lager vermogen moeten werken en dat speciale technieken nodig zijn voor het berekenen van de gegevens die bij de conventionele systemen uit de korte pulsen gehaald worden.

In tegenstelling tot magnetrons werken NT-radar*transmitters* als versterkers. Het signaal wordt eerst op laag niveau gegenereerd, daarna versterkt en dan naar de radarantenne gestuurd.

---

<sup>24</sup> Model tentoongesteld door Kelvin Hughes op de Internationale *Shipbuilding, Machinery & Marinetechnology-exhibition* in Hamburg (SMM *exhibition*) - 26 september 2006

De complexe golfvormen die nodig zijn voor de coherente radars kunnen zeer precies gegenereerd worden door gebruik te maken van digitaal aangestuurde microcircuit signaalgeneratoren. De uitgezonden golfvorm zou in principe zelfs continu kunnen zijn, dus zonder pulsen, maar hierdoor zou de ontvanger overstemd worden door het permanent uitgezonden signaal. De methode met pulsen is dus beter en meer flexibel. Hierdoor is het mogelijk lengte en vorm van de pulsen te laten variëren, om zo het detectievermogen bij verschillende omstandigheden te verbeteren.

Wanneer de pulslengte van een conventionele radar in de orde van microseconden ligt, gaat het bij de coherente radar over milliseconden. Het piekvermogen kan dus 1000 keer lager liggen om dezelfde hoeveelheid energie uit te zenden. Zuiver mathematisch zou een 10 kW conventionele radar dus te vervangen zijn door een 100 watt NT-radar. In werkelijkheid zijn de prestaties zelfs nog beter. Omdat conventionele radars geen frequenties kunnen determineren, benutten ze slechts de helft van de energie van de gereflecteerde signalen. Bovendien beschikt de NT-radar over betere detectietechnieken.

Een 100 watt NT-radar wint het gemakkelijk  
van een 25KW conventionele radar.

Maar lange pulsen kunnen het detectievermogen op kortere afstanden verminderen, omdat de uitzending van de puls nog bezig is terwijl de echo's van de targets al ontvangen worden. Er is daarom een mechanisme nodig om dit probleem op te lossen.

#### 1.2.4 Digitale Signaal Processing (DSP)

Door gebruik te maken van op halfgeleiders gebaseerde *transmitters* en relatief lange pulsen, is de gereflecteerde energie door de targets zeer zwak. Het is daarom nodig om door middel van pulscompressie<sup>25</sup> alle gegevens uit deze energie te verzamelen en te concentreren om een target te kunnen identificeren.

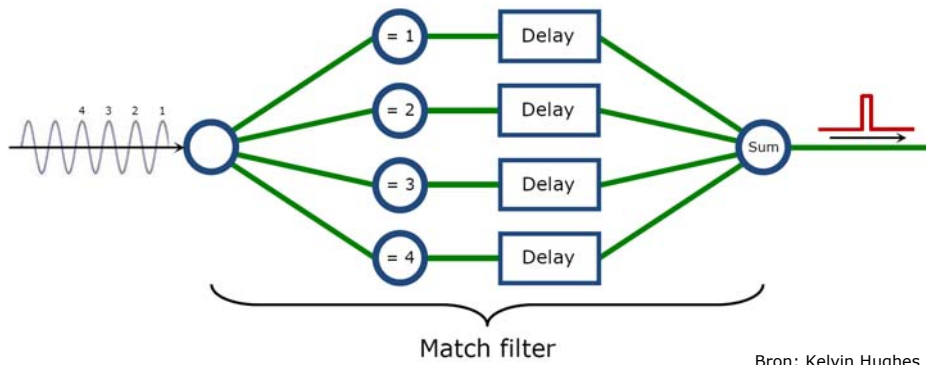
---

<sup>25</sup> Voor aanvullende technische informatie:

- [http://www.vectorsite.net/ttradar\\_3.html#m5](http://www.vectorsite.net/ttradar_3.html#m5)
- [http://www.ittc.ku.edu/workshops/Summer2004Lectures/Radar\\_Pulse\\_Compression.pdf](http://www.ittc.ku.edu/workshops/Summer2004Lectures/Radar_Pulse_Compression.pdf)
- <http://www.radartutorial.eu/08.transmitters/tx17.en.html>

Dit is enkel mogelijk door zeer snelle en gesofisticeerde digitale verwerking van deze signalen. Door de recente ontwikkelingen op het vlak van micro-elektronica en digitale computertechnologie beschikken we tegenwoordig over betaalbare, uiterst krachtige microprocessors en software om dit te realiseren.

**Figuur 7 – Pulscompressie**



Bron: Kelvin Hughes

Conceptueel werkt pulscompressie met behulp van correlatietechnieken: een replica van de uitgezonden puls wordt over het gereflecteerde signaal geschoven tot er een overeenkomst (*match*) gevonden wordt. Hieruit kunnen we dan de afstand afleiden. Het is een complex proces omdat het gereflecteerde signaal vervormd wordt door ruis. Ook kunnen er valse correlaties ontstaan waarbij grote targets zich kunnen voordoen als kleine targets op andere afstanden. Dit effect wordt '*range side lobes*' genoemd en is gelijkaardig aan de valse targets ten gevolge van antenne *side lobes*.

Door uitgekende signaalvormen en pulsen van verschillende lengtes te gebruiken kunnen deze effecten erg geminimaliseerd worden.

Zeerecente ontwikkelingen op basis van *Adaptive Pulse Compression*<sup>26</sup> (APC) zouden de radargevoeligheid en de detectie van targets op korte afstand verder verbeteren en zo voordien onmogelijk te detecteren targets zichtbaar maken.

<sup>26</sup> Door de receiverfilter aan te passen aan het ontvangen signaal met behulp van de '*Minimum Mean-Square Error*' (MMSE) methode kunnen de *range side lobes* worden onderdrukt tot het niveau van ruis.

Bron: [http://www.nrl.navy.mil/Review05/images/05Simulation\(Blunt\).pdf](http://www.nrl.navy.mil/Review05/images/05Simulation(Blunt).pdf)

De technieken worden nog steeds verder verfijnd. Shannon Blunt, Ph.D. in Electrical Engineering en verbonden aan de universiteit van Kansas en Karl Gerlach van de radardivisie van het Naval Research Laboratory van de VS spelen hierin een sleutelrol. Recente publicaties over deze ontwikkelingen zijn terug te vinden bij IEEE (o.a. nummers 1642573 en 4250295). De resultaten van hun onderzoek hebben ook geleid tot verschillende patenten op hun namen (o.a. US Patenten #7,286,079 en #7,212,150).

### 1.2.5 Welke impact zal de invoering van NT-radars hebben?

#### **Invloed op de radarbetrouwbaarheid:**

Omwille van het kleinere vermogen en de lagere voltages die nodig zijn voor een op halfgeleiders gebaseerde *transmitter*, worden de radarsystemen niet alleen compact maar ook zeer betrouwbaar. Ze gebruiken geen componenten meer met een korte operationele levensduur. Bij continu gebruik is de gemiddelde levensduur van een magnetron in een conventionele radar slechts iets meer dan een jaar. De zeer hoge voltages die nodig zijn stellen de elektronica van de *transmitter* erg op de proef. Hierdoor verhoogt de kans op falen. Bij NT-radars is dit probleem verleden tijd.

#### **Invloed op de radarreglementering:**

Het is niet verwonderlijk dat de IMO, aangezet door de verschillende voordelen, de ontwikkeling en het gebruik van coherente radars in de 3 GHz band (S-band) aanmoedigt. De IMO was zelfs bereid om hiervoor een toegeving te doen.

Door het feit dat NT-radars relatief lange pulsen uitzenden op een zeer laag signaalniveau, is het mogelijk dat racons en andere gelijkaardige instrumenten niet meer geactiveerd worden door een NT-*radar beam*.

De NT-radar heeft daarom aanleiding gegeven tot een herziening van de huidige radarspecificaties. Een nieuwe reglementering zal van kracht worden vanaf juli 2008<sup>27</sup>. Deze verhoogt de normen voor targetdetectie en schrapt de vereisten voor het detecteren van o.m. *radar beacons* (racon) en *Search And Rescue Transponders* (SART) met de S-band radar. Voor de 10 GHz band (X-band) radar blijven deze vereisten wel geldig.

Om op te lijnen met de radarevolutie zijn er nieuwe normen aangekondigd voor racons. De oplossing is hier mogelijk gebaseerd op AIS (zie paragraaf 4.3 'Ontwikkeling van elektronische AtoN-services' blz. 115).

---

<sup>27</sup> De nieuwe IMO reglementering met de herziene radarspecificaties zal van kracht worden op 1 juli 2008. IEC 62388 werd uitgevaardigd in het 4<sup>de</sup> kwartaal van 2007 en bevat de internationale standaard voor niet op magnetrons gebaseerde NT-radars. Het IEC Technical Committee 80 is verantwoordelijk voor de uitwerking hiervan. Zie [http://www.iec.ch/online\\_news/etech/arch\\_2007/etech\\_0707/focus.htm](http://www.iec.ch/online_news/etech/arch_2007/etech_0707/focus.htm)

### 1.2.6 SharpEye van Kelvin Hughes

Tijdens de SMM *exhibition* in Hamburg op 26 september 2006 kondigde Kelvin Hughes de SharpEye™ aan. Volgens hen de meest revolutionaire innovatie sinds de introductie van de commerciële radar in de jaren '40.

**Figuur 8 – Het SharpEye logo van Kelvin Hughes**



Kelvin Hughes gebruikt hierbij NT-radartechnieken, zoals uitgelegd in de vorige paragraaf, met alle bijbehorende voordelen:

- Het is een S-band radar die gebruik maakt van een '*mono-static pulse-Doppler solid-state transceiver*'.
- Het heeft een piek uitgangsvermogen van 170 W en produceert daarmee meer energie dan een 30 kW magnetronstelsel.
- Door de gebruikte nieuwe technologie zal de betrouwbaarheid maximaal zijn en het onderhoud minimaal. De radar meet continu zijn eigen werking. Indien de resultaten niet binnen de vooropgestelde normen liggen, zal het systeem automatisch alarmeren. Periodieke controles zijn dus niet meer nodig.
- Met betrekking tot radarbakens beweert Kelvin Hughes, dat de gepatenteerde SharpEye technologie het mogelijk maakt om toch de bestaande racons en SART's te kunnen aansturen. Men wil geen verdere informatie geven over hoe ze dit realiseren, maar men zegt dat de technologie onder licentie kan beschikbaar gesteld worden voor andere radarfabrikanten.

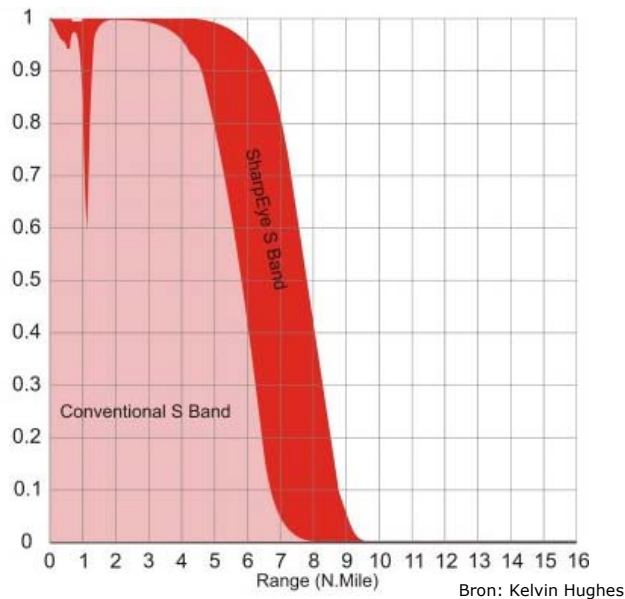
Het betekent wel dat er niet moet gewacht worden op de nieuwe reglementering voor de installatie en het gebruik van deze NT-radar.

Volgens Kelvin Hughes zouden de voor SharpEye ontwikkelde innovatieve componenten de basis kunnen vormen voor radarsystemen van andere producenten. Ze maken de vergelijking met wat Intel doet op de pc-markt.

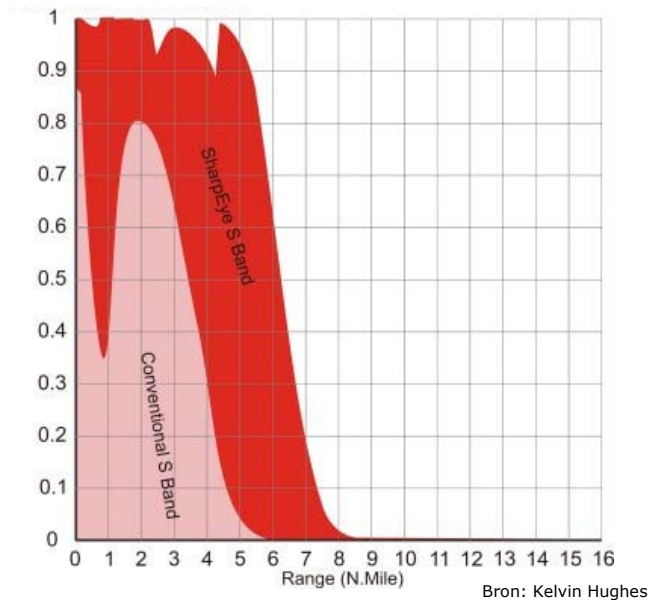


Grafieken 1 en 2 geven een duidelijk beeld van het verschil in detectievermogen tussen de conventionele radar en de SharpEye radar, die beiden gebruik maken van de S-band. De gegevens<sup>28</sup> zijn geldig bij *Sea State 5* en bij zware *clutter*-condities. Grafiek 1 geeft de kans op detectie van een 10 m<sup>2</sup> target weer, grafiek 2 op detectie van een 0,5 m<sup>2</sup> target. (1 op de verticale as = 100% kans)

**Grafiek 1 – Kans op detectie van een 10 m<sup>2</sup> target met de SharpEye radar**



**Grafiek 2 – Kans op detectie van een 0,5 m<sup>2</sup> target met de SharpEye radar**



De *S-band up-mast SharpEye transceiver* (DTX-100) werd gecertificeerd in april 2008 (*European type approval*). Ook een X-band versie zou gepland zijn.

<sup>28</sup> Bron: Kelvin Hughes. Zie <http://www.kelvinhughes.com> en <http://sharpeye.biz/sharp/>

### 1.2.7 Is de *active-array radar* de volgende stap?

Tot nu toe gebruiken alle radars in de scheepvaart een mechanisch gestuurde draaiende antenne. Het is echter technisch ook mogelijk om de *radar beam* elektronisch te laten draaien zonder fysisch bewegende delen.

Door bij een aantal vast gerichte antennes de fase van de uitgaande golven geleidelijk te laten stijgen, kan men de *beam* van rechts naar links verplaatsen. Door de fase te laten dalen verplaatst de *beam* zich van links naar rechts.

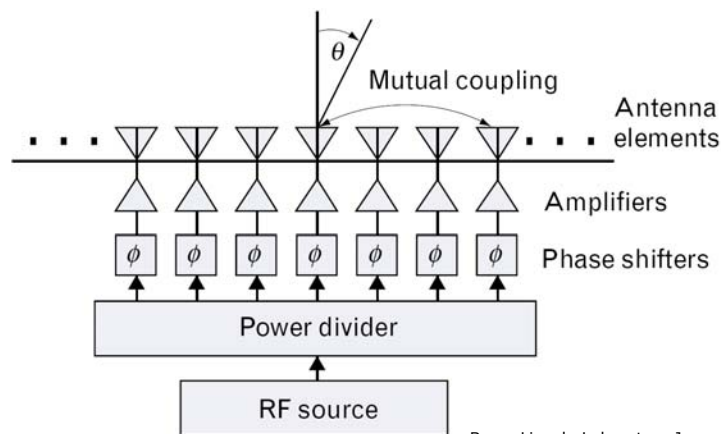
Deze techniek staat bekend als '*electronic steering*' of '*phased-array*'<sup>29</sup>.

Echter zeer recente spijstechnologische ontwikkelingen gaan nog een stap verder en worden toegepast voor militaire doeleinden: de '*active electronically scanned array*' (AESA). Dit is mogelijk de volgende stap in de evolutie van radars voor de scheepvaart.

#### ***Phased-array radars***

In het concept van een '*phased-array*' antenne worden een reeks elementen elektronisch gecombineerd in een netwerk om een globale radar *beam* in één en dezelfde richting te verkrijgen.

**Figuur 9 – Concept van een *phased-array radar***



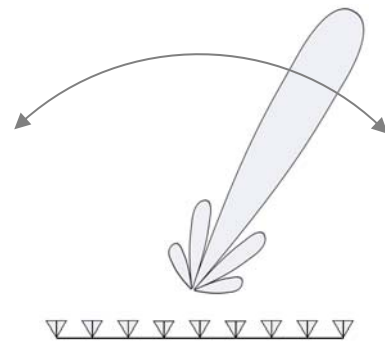
De radiofrequentiebron (*RF source*) produceert golfvormen die opgesplitst worden via individuele kanalen (*element channels*). Deze beschikken elk over een faseverschuiver (*phase shifters*) en een versterker (*amplifier*).

De antenne gebruikt dus faseverschuivers om de radar over de te scannen sector te laten 'bewegen'.

<sup>29</sup> *The Development of Phased-Array Radar Technology, Lincoln Laboratory Journal Vol. 12 –number 2 – 2000.*  
Zie [http://www.ll.mit.edu/news/journal/pdf/vol12\\_no2/12\\_2devphasedarray.pdf](http://www.ll.mit.edu/news/journal/pdf/vol12_no2/12_2devphasedarray.pdf)

**Figuur 10 – Phased-array radar beam**

Wanneer alle faseverschuiers van de reeks perfect zijn opgelijnd, produceren ze een elektronisch beweegbare *main beam* in de gewenste richting.



Bron: Lincoln Laboratory Journal

En zoals meestal het geval is bij antennes, is ook de werking van een *phased-array* antenne wederkerig. De faseverschuiers brengen de weerkaatste golven van een object terug in fase om het te kunnen detecteren.

Een *phased-array* heeft over het algemeen een gezichtsveld van ongeveer 120° en kan de *beam*positie in enkele microseconden wisselen. Voor een dekking van 360° worden dus drie *arrays* in een driehoek geplaatst.

Het concept van *phased-array* radars is niet nieuw. Ze werden oorspronkelijk ontwikkeld door de Amerikanen en de Duitsers tijdens WO II. Het nadeel van een *phased-array* radar is zijn enorme complexiteit, waardoor de kostprijs erg hoog is. Ze werden daarom enkel gemaakt voor gespecialiseerd gebruik waarbij de kostprijs geen rol speelt. De moderne technologie drukt stilaan de kosten.

### ***Active-array radars***

De laatste nieuwigheid in multifunctionele radars voor de luchtvaart in de 21<sup>ste</sup> eeuw is een vervolg op het concept van de *phased-array*, bekend als de '*active electronically scanned array*' (AESA).

De traditionele 'passieve' *phased-array* antenne bestaat uit een netwerk van antenneonderdelen. Een AESA gaat hierin nog een stap verder. Deze maakt gebruik van een netwerk van duizenden kleine '*transmitter-receiver*' (TR)-modules die verbonden zijn door hogesnelheidsprocessors.

Deze TR-modules zijn in staat om verschillende taken in parallel uit te voeren. Hun rol kan dynamisch worden toegewezen (bvb. het leveren van meer uitgangsvermogen of het vergroten van de ontvangstgevoeligheid).

Samen kunnen ze een zeer krachtige radar vormen.

De op AESA-technologie gebaseerde *active-array radar* biedt een paar zeer belangrijke voordelen:

- Het systeem kan aangepast worden aan vorm en beschikbare plaats van het platform waarop het moet gemonteerd worden. Het heeft niet de beperkingen zoals bij traditionele draaiende radarantennes. Geïnstalleerd op een gevechtsvliegtuig bijvoorbeeld bevat een op AESA gebaseerde radar ongeveer 2000 TR-modules. Zijn bereik is 125 nautische mijl.
- Elke TR-module die stuk gaat, kan apart uitgeschakeld en genegeerd worden terwijl de andere TR-modules overnemen. Dit verhoogt gevoelig de bedrijfszekerheid van de radar en maakt het onderhoud gemakkelijker. De radar bevat bovendien geen enkel bewegend onderdeel meer.

De productie van TR-modules is door de ontwikkelingen van nieuwe materialen en door de technieken voor miniaturisering enorm geëvolueerd.

De eerste generatie TR-modules hadden de grootte van een baksteen ('*brick*').

De nieuwe TR-modules hebben de grootte en vorm van een kleine ceramische tegel ('*tile*') van amper 5 cm. Eén zijde bevat de antenne (*radiator spike*), die niet groter is dan een kleine spijker, de andere zijde bevat de elektronica die gebaseerd is op '*monolithic microwave integrated circuits*' (MMIC's)<sup>30</sup>.

MMIC's werden oorspronkelijk gemaakt van gallium arsenide (GaAs) omwille van zijn bijzondere eigenschappen voor de snelle geleidbaarheid bij hoog frequente signalen. Door recente technische ontwikkelingen zijn nu ook op silicium (Si) gebaseerde MMIC's geschikt voor dergelijke toepassingen. De MMIC's worden hierdoor niet alleen kleiner, ze hebben ook een hoger vermogen en de productiekosten zijn aanzienlijk lager.

Het formaat van de TR-modules hangt af van de frequentieband waarvoor ze moeten dienen. Voor de X-band worden zeer compacte *arrays* geproduceerd die toelaten om radars met hoge resolutie te bouwen voor gevechtsvliegtuigen, terwijl minder compacte *arrays* geproduceerd worden voor de lagere frequentie L- en S-band. Deze dienen voor langeafstandsdetectie. De lengte van de antenne op de TR-module bepaalt de werkingsfrequentie van de AESA. Hoe korter de antenne, hoe hoger de frequentie.

---

<sup>30</sup> *Monolithic Microwave Integrated Circuits* of MMIC's maken het mogelijk om microgolfsystemen met frequenties tot 300 GHz te miniaturiseren, terwijl de prestaties van die systemen toenemen.

Ze werden oorspronkelijk alleen toegepast in militaire - en ruimtesystemen. Maar door het veelvuldige gebruik ervan in bijvoorbeeld gsm's is de technologie ondertussen volwassen en betaalbaar geworden.

### 1.2.8 *Dual Band Radar van Raytheon*

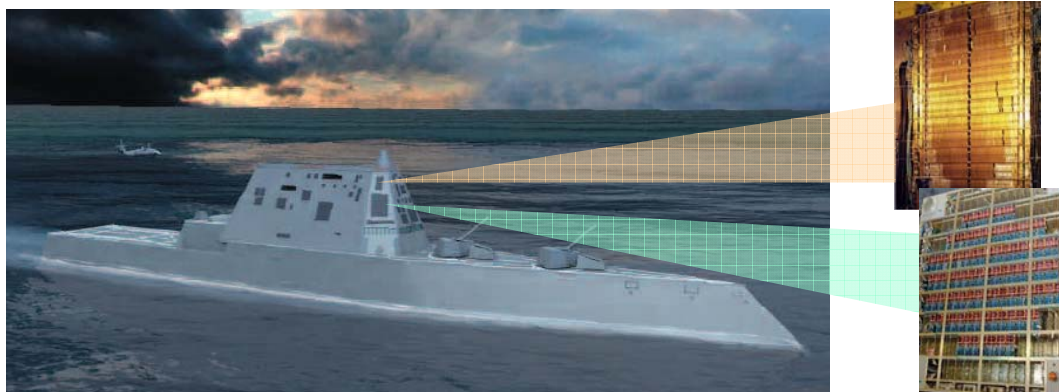
De *Dual Band Radar* (DBR) in ontwikkeling voor het spitstechnologische DDG 1000 Zumwalt oorlogsschip<sup>31</sup> is een perfecte illustratie van de technische evolutie, beschreven in de vorige paragrafen. Het is een voorbeeld van wat mogelijk binnen 10 à 15 jaar in de maritieme industrie gebruikt zal worden.

Raytheon<sup>32</sup> gaat zelfs nog een stap verder dan de technologie die we tot nu toe beschreven. Deze *Dual Band Radar* gebaseerd op AESA en coherente radar-technologie, combineert bovendien de functionaliteit van een X-band Multifunctionele Radar (AN/SPY-3) met een S-band *Volume Search Radar* (VSR).

De X-band zorgt voor een voortreffelijke precisie, zowel voor detectie als voor *tracking* van targets. De S-band zorgt voor zeer effectieve zoekmogelijkheden, ongeacht de weersomstandigheden.

Bovendien vereist de DBR Zumwalt nagenoeg geen onderhoud. Hij gebruikt op halfgeleiders gebaseerde *transmitter-receivers* en de antenne werkt zonder bewegende delen. In plaats van meerdere draaiende antennes zijn er in totaal 6 *array* antennes voorzien, 3 voor de X-band en 3 voor de S-band, verbonden via één interface met het commando- en controlesysteem van het schip. Men kan ze van binnenuit onderhouden.

**Figuur 11 – De antennes van de *Dual Band Radar* in de DDG 1000**



Bron: Raytheon

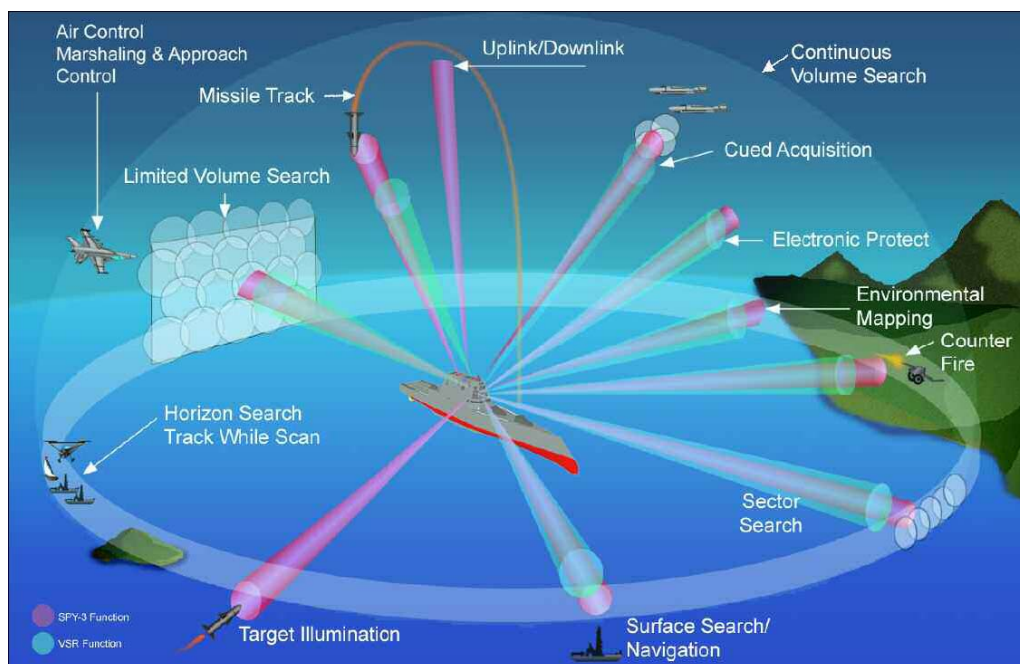
<sup>31</sup> De DDG 1000 Zumwalt Class Destroyer is de nieuwste 'multi-mission, naval destroyer' van de VS. Op 23 november 2005 werd de start gegeven voor de bouw van het schip en volgens de plannen zou de Zumwalt worden opgeleverd in 2013. Zie <http://peoships.crane.navy.mil/DDG1000/default.htm>

<sup>32</sup> Raytheon is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de elektronische systemen aan boord van dit revolutionaire oorlogsschip. Dit omhelst ook de ontwikkeling van de *Dual Band Radar* die volgens de plannen zou moeten klaar zijn in 2010. Zie [http://www.raytheon.com/products/ddg\\_1000/tech/dbr/index.html](http://www.raytheon.com/products/ddg_1000/tech/dbr/index.html)

Door de mogelijkheid om in één systeem zowel de X- als de S-band functioneel samen te brengen, gecoördineerd door één beheersysteem, kan de DBR Zumwalt prestaties leveren die niet mogelijk waren met eerdere generaties land- en marineradars:

- Door de combinatie van verschillende frequenties kan de radar beter het hoofd bieden aan moeilijke omstandigheden, zoals bij problemen met *multipath*<sup>33</sup> of bij vertraagde voortplanting van golven.
- Door de combinatie van de 2 banden kan de radar meerdere functies automatisch en simultaan uitvoeren met een ongeëvenaarde snelheid. Taken kunnen optimaal over beide banden verdeeld worden.
- Door de extreme vereisten voor militaire doeleinden zijn de functies in de DBR verregaand geautomatiseerd. Hierbij worden ook de (trage) reacties eigen aan manuele interventies en mogelijke menselijke fouten die ermee gepaard gaan, uitgesloten. Er zijn alleen nog manuele ingrepen nodig voor onderhoud.
- De radar maakt gebruik van zeer complexe signaalprocessing (DSP). Opmerkelijk is dat deze processing volledig gedaan wordt met behulp van commercieel beschikbare computers.

**Figuur 12 – Simultane functies van de *Dual Band Radar* in de DDG 1000**



Bron: Raytheon

<sup>33</sup> *Multipath propagation*: Vervormde ontvangst van radiogolven, weerkaatst via verschillende routes.

### 1.2.9 Exmar-enquête over radars

In hoeverre zijn de officieren aan boord van de huidige schepen zich bewust van de voortschrijdende technologische mogelijkheden? Wordt het niet allemaal te mooi voorgesteld? Misschien staan ze zelfs weigerachtig of sceptisch tegenover de vernieuwingen.

Een interne enquête<sup>34</sup>, uitgevoerd bij Exmar, kan ons helpen om een beter inzicht te krijgen in hoe vernieuwingen in de praktijk aanvaard worden.

Voor de modernisering van de radarapparatuur aan boord van hun schepen had Exmar beslist, rekening te houden met de ervaringen en wensen van de crews aan boord. Er werden daarom achtereenvolgens twee enquêtes georganiseerd.

Een eerste enquêteformulier werd verstuurd naar schepen met recente radartypes aan boord. De bedoeling was om op die manier gebruikerservaring te verzamelen en zo een voorselectie te kunnen maken van een aantal radartypes.

De tweede enquête werd daarna naar de overige schepen verstuurd. Ze vertrekt van een lijst met kenmerken die op de voorgeselecteerde radars voorkomen. Er werd gevraagd aan elk kenmerk op de lijst een score te geven op een schaal van 1 (minst belangrijk) tot 5 (meest belangrijk). Bovendien werd gevraagd om de tien bestscorende kenmerken te rangschikken. Dit zou dan toelaten om uit de voorgeselecteerde radartypes rekenkundig de 'beste' te selecteren<sup>35</sup>. Met betrekking tot het onderwerp van deze eindverhandeling zijn we vooral geïnteresseerd in een aantal deelaspecten van beide enquêtes.

Uit de resultaten van de eerste enquête zien we dat men over het algemeen zeer tevreden is over de beschikbaar gestelde informatie op het scherm van de recente radars (overzichtelijk, vlot in gebruik, de juiste gegevens, ...). Ook AIS wordt veelvuldig gebruikt. De vereiste leertijd bij een eerste gebruik van de radar is meestal veel minder dan 1 uur.

---

<sup>34</sup> Het betreft een interne studie uitgevoerd door Exmar begin 2007. De eerste enquête bevatte 36 vragen en werd naar 13 schepen verstuurd, de tweede enquête bevatte 32 vragen en werd naar 18 schepen verstuurd. De lijsten werden ingevuld door de officieren; 1 lijst per schip. De antwoorden werden mij ter beschikking gesteld door Kapitein Niels Vanlaer.

<sup>35</sup> Ter informatie: de drie voorgeselecteerde radars waren de Radarplot 1100 van SAM Electronics, de NSC 34 van Raytheon en de FAR-28x7 van Furuno. De rekenkundig 'beste' keuze was de radar van Furuno.

Sommigen meldden af en toe problemen te hebben met het contrast. Dit is een eerste indicatie dat de kwaliteit van het scherm en het beeld van zeer groot belang zijn.

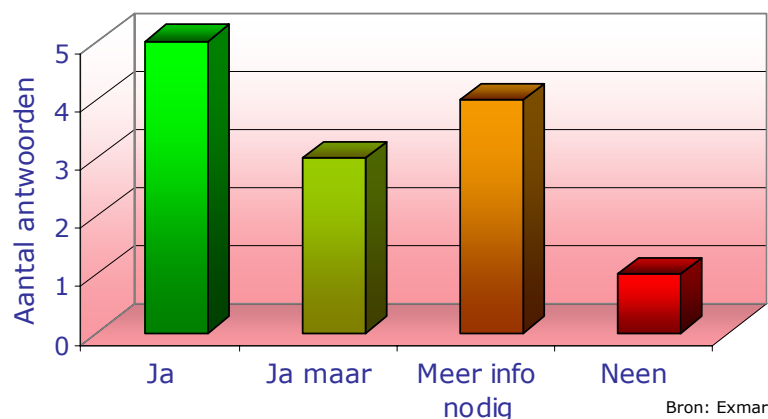
Anderen gaven het advies om voor de hele vloot op hetzelfde radartype over te schakelen. "Hierdoor krijgt men een veel diepgaandere kennis, wordt de kans op fouten verminderd en wordt de overdrachttijd ingekort," zo wordt vermeld.

Een bijzonder interessante vraag was:

"Kelvin Hughes heeft een nieuw type radar ontwikkeld zonder een magnetron. Dit type zal beschikbaar komen vanaf midden 2007. Onafhankelijk van andere functies die deze radar biedt, zou uw voorkeur naar dergelijke radar gaan?"

Hierop werden volgende antwoorden gegeven:

**Grafiek 3 – Voorkeur om naar NT-radars over te schakelen**



Alle niet zuivere ja of neen antwoorden vinden hun oorsprong waarschijnlijk in onwetendheid: "Ja indien dezelfde of betere functionaliteit.", "Ja indien de schermkwaliteit minstens even goed is." en "Geen opinie zonder verdere technische gegevens.". Ze twijfelen, of zijn niet goed op de hoogte van de recente technologische ontwikkelingen.

Bij de overige respondenten halen de vernieuwers het van de conservatieven.

Van de 32 vragen uit de tweede enquête hebben er 4 een score beter dan 4,5 op 5 en scoren er 6 anderen beter dan 4 op 5. De resultaten reflecteren een pragmatische visie:

- Men geeft de voorkeur aan een groot scherm met hoge resolutie.
- Men wil snel en vlot kunnen werken (*keys naar shortcutmenu's, trackball*).

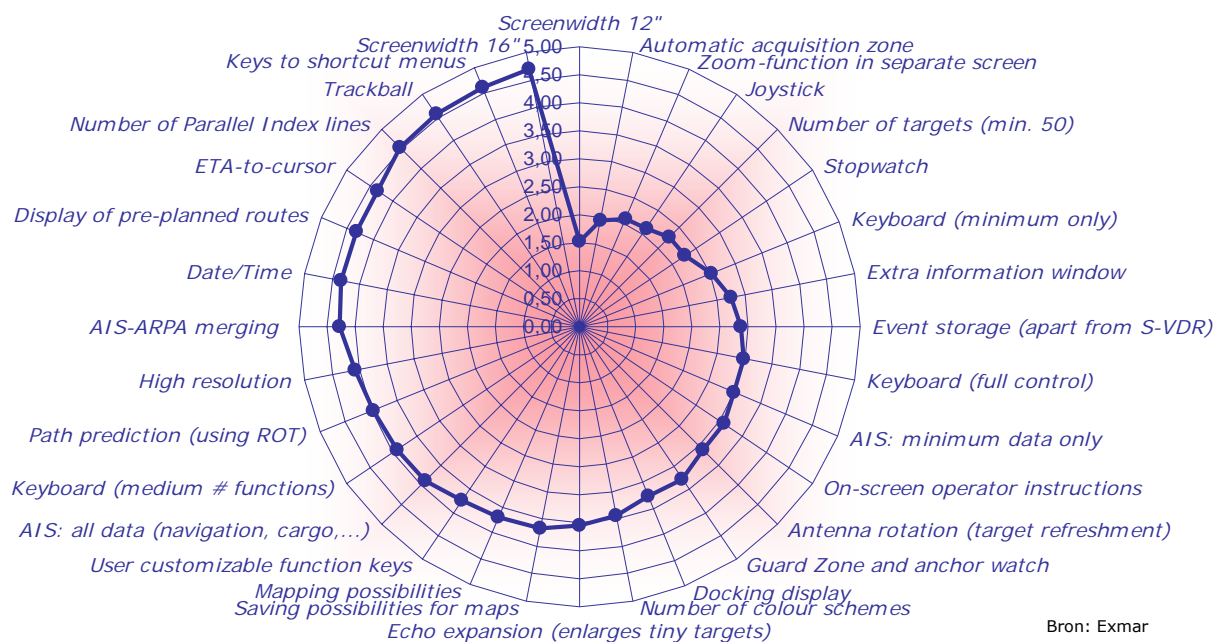


- Men wil functies die direct nuttig zijn bij de navigatieactiviteiten en die helpen een overzicht te verkrijgen over de situatie rondom het schip (*Number of parallel index lines, display of pre-planned routes, AIS / ARPA merging, path prediction, ...*).

Kort gezegd, men wil de essentiële gegevens die nuttig en nodig zijn voor navigatie, overzichtelijk, snel en vlot ter beschikking hebben om er optimaal mee te kunnen werken en daardoor bovendien meer aandacht te kunnen schenken aan veiligheid.

Grafiek 4 geeft de gemiddelde score voor elk van de 32 gestelde vragen op een gesorteerde en overzichtelijke manier weer.

**Grafiek 4 – Belangrijkheid van radarkenmerken volgens Exmar-enquête**



Buiten de specifieke doelstelling die Exmar zelf had met deze enquête, kan men globaal uit beide enquêtes besluiten dat officieren open staan voor verbeteringen en dus 'nieuwere' types radar, maar ze hechten anderzijds toch veel belang aan bewezen degelijkheid.

Officieren zijn omwille van hun zin voor verantwoordelijkheid geen 'early adopters'. Ze zijn zich daarom waarschijnlijk minder bewust van de potentiële vernieuwingen die in aantocht zijn.

## 1.3 Kaartwerk

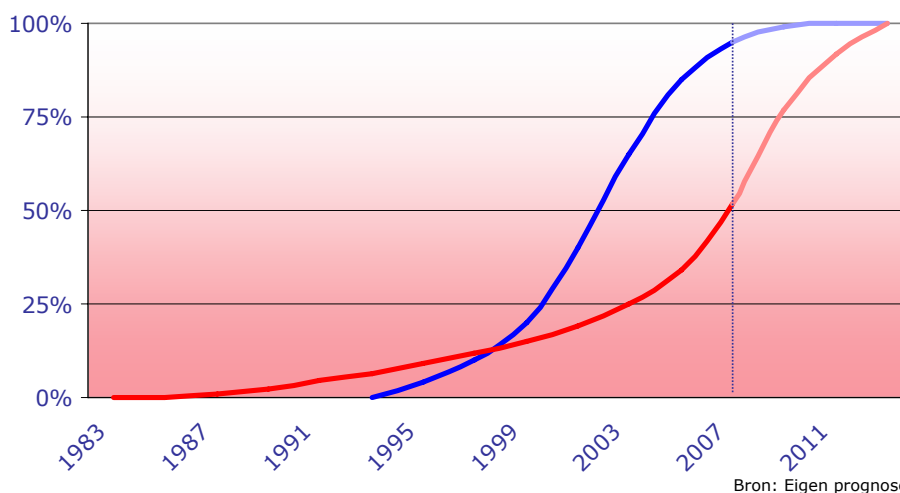
### 1.3.1 Het gebruik van ECDIS

**Hoe lang zal het nog duren vooraleer de maritieme industrie algemeen is overgeschakeld van papieren naar elektronische kaarten?**

Het idee dateert van het midden van de jaren '80. We zijn nu twintig jaar later en er is nog steeds een grote groep voorstanders van papieren kaarten.

Indien we ECDIS<sup>36</sup> en AIS vergelijken, dan zien we belangrijke verschillen tussen de snelheden waarmee de twee toepassingen hun ingang vinden. Het idee voor AIS kwam er meer dan tien jaar na dat van ECDIS, maar het gebruik ervan wordt veel sneller doorgevoerd.

**Grafiek 5 – Introductiesnelheid AIS versus ECDIS<sup>37</sup>**



Om op de vraag te kunnen antwoorden waarom er zoveel tijd overheen gaat bij ECDIS, moeten we eerst weten welke de drijvende krachten zijn die deze evolutie beïnvloeden. We zullen deze kort overlopen:

---

<sup>36</sup> Het *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS) is door de IMO gereguleerd. Het is gedefinieerd als een navigatie-informatiesysteem dat kan worden aanvaard als nautisch kaartstelsel aan boord van schepen, op voorwaarde dat het afdoende geback-up wordt.

- SOLAS V/2 bepaalt de nautische kaarten.
- SOLAS V/19 bepaalt de uitrusting van het systeem dat nodig is op de verschillende types van schepen.
- SOLAS V/27 specificeert de vereisten om de kaarten en de publicaties up-to-date te houden.

<sup>37</sup> Eigen prognose op basis van gegevens van verschillende bronnen (zowel constructeurs als organisaties).

- **Gps:** De integratie van ECDIS met gps draagt zeker bij in positieve zin. Papieren kaarten zijn niet zo gebruiksvriendelijk voor het plotten van posities afkomstig van de gps; ze werken minder nauwkeurig. Door de koppeling met ECDIS kunnen de gps-positiegegevens direct op de elektronische kaart getoond worden. Gps is waarschijnlijk één van de belangrijkste drijvende krachten geworden voor de introductie van ECDIS.
- **Veiligheid:** ECDIS draagt bij tot de veiligheid. Het is een hulpmiddel voor betere en snellere routeplanning en het geeft eigenlijk een extra paar ogen om veiliger te navigeren. We kunnen ervan uitgaan dat elk ongeval dat veroorzaakt wordt door navigatiefouten een extra stimulans is voor de verdere introductie van ECDIS.
- **Kennis en houding van de officieren t.a.v. het gebruik van ECDIS.**  
Hier spelen twee factoren een rol:
  1. Er is de trend om officieren bij steeds meer verschillende opdrachten aan boord in te zetten, waardoor er minder tijd overblijft voor het uitvoeren van kaartupdates of het uitwerken van een routeplanning op papieren kaarten.
  2. De jonge officieren zijn opgegroeid in de computer- en internetwereld van vandaag. Het gebruik van ECDIS en andere op computer gebaseerde navigatietoepassingen is een natuurlijke uitbreiding van hun ervaring met computers. Dit in tegenstelling met de oudere generatie zeevarenden.
- **De hydrografische diensten:** De digitale revolutie vergroot het belang van de hydrografische diensten. Nieuwe organisaties en structuren vormen een competitie met de gevestigde organisaties zoals Admiralty van het United Kingdom Hydrographic Office (UKHO). Dit heeft waarschijnlijk geleid tot enige terughoudendheid bij de gebruikers, maar het heeft ook een snellere productie van nieuwe kaarten in de hand gewerkt.

### **Waarom dan toch zo een trage vooruitgang?**

- De gebrekkige internationale reglementering heeft zeker tot in het begin van deze eeuw voor verwarring en terughoudendheid gezorgd. De nieuwe uitgave van SOLAS V in 2002 zou dit oplossen.
- Het slechts geleidelijk beschikbaar komen van *Electronic Navigational*

*Charts* (ENC's), en de eindeloze discussies over raster- en 'privé' vectorkaarten (voor het geval ENC's niet beschikbaar zijn) heeft waarschijnlijk de grootste groep van potentiële gebruikers ervan weerhouden om over te schakelen. Bovendien was de prijs van de elektronische kaarten aanzienlijk hoger dan die van de papieren kaarten.

- Als laatste reden is er de niet te onderschatten macht der gewoonte en het gebruikelijke conservatisme in de maritieme industrie.

De introductie van digitale kaarten vergt aanpassingen. Om over te schakelen moet men dus afstappen van het vertrouwde systeem.

Velen ervaren de traditionele methode met de papieren kaarten als betrouwbaarder. Dit geldt ook voor de organisatie van de kaartupdates. Nieuwe systemen kunnen falen en als er dan geen papieren kaarten aanwezig zijn, staat men voor grote problemen. Het nemen van risico's wordt niet aanvaard.

Zowel bij fabrikanten van ECDIS-apparatuur als bij verdelers, gebruikers, scheepseigenaars, wetgevende instanties, loodsen en havenautoriteiten heerst er nog steeds een belangrijke onzekerheid over de reglementering van de producten en de uitrusting die vandaag op de markt verkrijgbaar is. Meer bepaald de verschillende types van uitrusting en kaarten die aangeboden worden aan de gebruikers, zorgen voor onduidelijkheid en verwarring.

Als antwoord op deze vaststelling hebben IC-ENC en Primar Stavanger<sup>38</sup> in samenwerking met 7 landen, in een gemeenschappelijke werkgroep een publicatie uitgewerkt: '*Facts about electronic charts and carriage requirements*'. Een nieuwe editie, bestaande uit 5 delen, werd uitgebracht in mei 2007 en is een zeer waardevolle bron van informatie:

Deel 1 bevat informatie over de verschillende aspecten van elektronische kaarten en kaartdisplaysystemen in vraag-antwoord stijl. Er wordt voornamelijk ingegaan op wat moet gedaan worden om te voldoen aan de SOLAS-reglementering.

---

<sup>38</sup> IC-ENC is het Internationale Centrum voor ENC's dat de samenwerking ondersteunt tussen de nationale hydrografische organisaties voor de productie en distributie van kwaliteitsvolle officiële elektronische kaarten. PRIMAR Stavanger is een Internationale ENC-service, georganiseerd door de Norwegian Hydrographic Service (NHS). ENC's van PRIMAR voldoen aan de IMO SOLAS-standaarden. Het doel van deze non-profit organisaties is het bevorderen van de veiligheid op zee en het beschermen van de maritieme omgeving. De publicatie '*Facts about electronic charts and carriage requirements*' kan vrij geraadpleegd worden op <http://www.primar-stavanger.org> of <http://www.ic-enc.org>

Deel 2 bevat een overzicht over de aanvaarding van ECDIS als primair navigatiemiddel door de verschillende vlaggenstaten. Het vermeldt ook bijkomende details per vlaggenstaat. Hierin vallen twee zaken op:

- België komt niet voor in de lijst.
- De VS hebben ECDIS nog niet aanvaard. Er is wel een interim-akkoord voor buitenlandse schepen in VS-wateren. Hierin wordt vereist dat papieren kaarten aan boord zijn als back-up. Een voorstel voor definitieve reglementering werd aangekondigd tegen het einde van 2007, maar tot op heden werd nog niets door de USCG gepubliceerd.

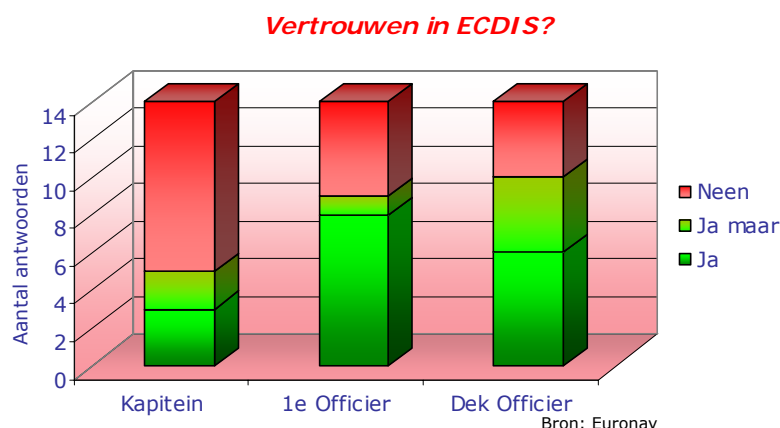
Deel 3 handelt over ECDIS-training, deel 4 geeft meer details over de technische aspecten en deel 5 bevat referentie-informatie.

### 1.3.2 Euronav ECS / ECDIS - onderzoek

Een studie<sup>39</sup> uitgevoerd door Euronav begin 2007 bij de bemanning van hun schepen, illustreert op treffende wijze een aantal van voorgaande stellingen.

Op de vraag: "Moest de rederij beslissen om over te schakelen op een 'full ECDIS system' (op de voorwaarde dat aan alle vereisten wordt voldaan en de overheidsinstantie dit goedkeurt), zou u zich comfortabel voelen om te varen met slechts een minimum aan papieren kaarten?", werden volgende antwoorden gegeven:

**Grafiek 6 – Euronav-onderzoek naar het vertrouwen in ECDIS**

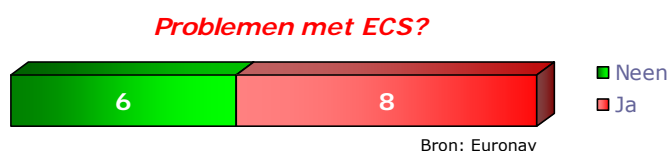


<sup>39</sup> Het betreft een interne studie uitgevoerd door Euronav in januari 2007. Een lijst met 13 vragen werd opgesteld en naar 14 schepen verstuurd. De lijst werd ingevuld door de kapitein en de officieren aan boord van elk schip. De antwoorden werden mij ter beschikking gesteld door ir. Geert Goossens. De systemen die Euronav nu aan boord heeft zijn ECS-systemen. Ze zijn dus niet redundant uitgevoerd. Alle schepen gebruiken rasterkaarten (RNC's van ARCS).

De belangrijkste redenen waarom men 'neen' antwoordt, is het gebrek aan vertrouwen in ECDIS. Nieuwe systemen vertonen soms problemen, en volgens de wet van Murphy<sup>40</sup> gebeurt dit dan natuurlijk op de meest ongelegen momenten. Eén van de kapiteins van Euronav vermeldde dat de ECS aan boord van zijn schip het liet afweten, precies op het moment dat ze de Straat van Gibraltar passeerden.

Een aantal onder hen was bereid om ECDIS te aanvaarden, maar slechts als de degelijkheid ervan kan bewezen worden. Dit is een begrijpelijke reactie, want op de vraag of er problemen zijn met het huidige ECS-systeem aan boord antwoordden 8 van de 14 schepen: "Ja".

**Grafiek 7 – Problemen met ECS aan boord van Euronav-schepen**



Het belang van training werd meermaals onderstreept in de verschillende commentaren bij de antwoorden op de vragen.

Men merkte op dat het bij het overwegen van de aankoop van ECDIS-systemen van groot belang is dat op alle schepen exact dezelfde systemen (merk/versie) worden geïnstalleerd. Dit voorkomt een 'trialperiode' telkens wanneer men op een schip aanmonstert. Deze opmerking is niet alleen belangrijk voor training, maar ook voor de veiligheid. We komen hier later in de verhandeling nog op terug (zie paragraaf 5.3.1 'Het toenemende belang van simulatoren' blz. 138).

### **1.3.3 Digitalisering van de kaarten**

#### **Evolutie van de kwaliteit**

Voor het maken van vectorkaarten moeten alle kaartgegevens ontleed worden tot punten en coördinaten om ze vervolgens om te zetten in vectorbestanden. Deze vormen dan de bouwstenen voor de vectorkaart. Dit was lange tijd een moeilijk en tijdrovend proces. De vectorkaarten misten bovendien ook het vertrouwde uitzicht van de papieren kaarten. Rasterkaarten daarentegen zijn gescande kopieën van papieren zeekaarten. De productie ervan is sneller en eenvoudiger, maar de rasterbestanden zijn veel groter dan de vectorbestanden.

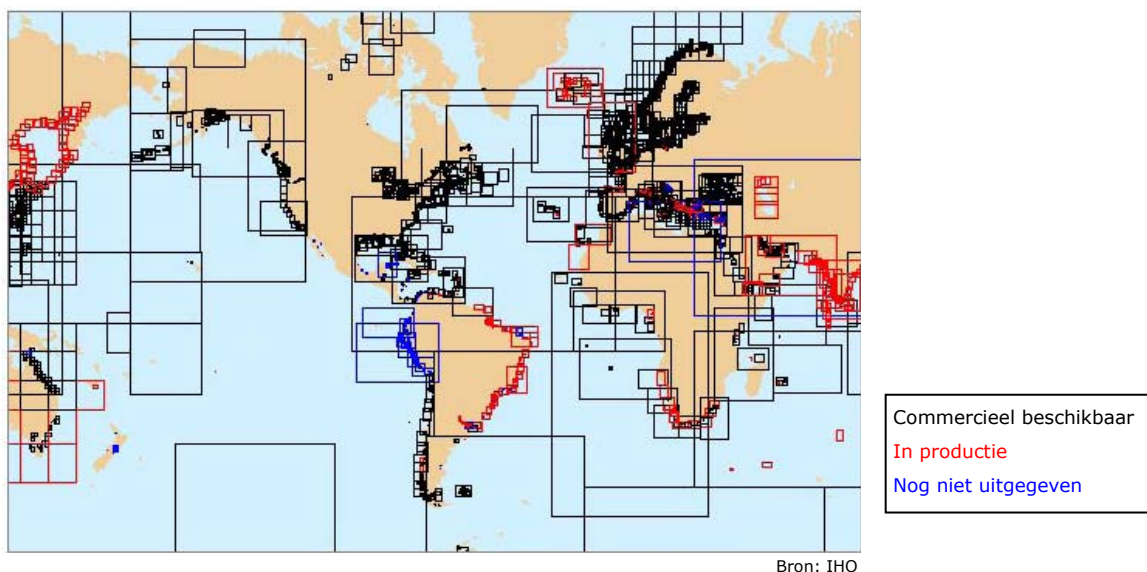
<sup>40</sup> E. A. Murphy's (1918 - 1990) 2<sup>de</sup> wet stelt dat een fout altijd op het meest onaangename moment gebeurt.

Tegenwoordig heeft men voor de aanmaak van ENC's<sup>41</sup> zoals de officiële vectorkaarten noemen, zeer krachtige software, waardoor de productie ervan veel sneller verloopt en hun uitzicht steeds meer vertrouwd overkomt (als een soort hybridekaarten). Maar ook rasterkaarten zijn al lang geen wazige scans van vergeelde originelen meer. Toch komt aan deze vertaalslag van papier naar computer wellicht een einde. Bij de nieuwe uitgaven van de hydrografische diensten zijn de papieren kaarten een afdruk van de digitale. In de toekomst zullen de 'gescande' rasterkaarten verdwijnen en zullen de steeds meer geavanceerde ENC's de bovenhand halen.

### De dekking van de ENC's

Het IC-ENC en de Internationale Hydrografische Organisatie (IHO) onderhouden interactieve webcatalogen<sup>42</sup> die de status weergeven van de wereldwijde ENC-productie. Ze verwijzen ook naar de officiële ENC-leveranciers en -verdelers.

**Figuur 13 – Status van de wereldwijde ENC-productie**



<sup>41</sup> ENC's zijn digitale kaarten waarvan het formaat voldoet aan S-57, de IHO-kaartdatatransfer-standaard. Ze gebruikt WGS84 als horizontale datumreferentie, zoals gps.

Bovendien moet een ENC voldoen aan volgende voorwaarden:

- De inhoud moet gebaseerd zijn op officiële gegevens van de verantwoordelijke hydrografische diensten.
- De ENC's kunnen enkel uitgegeven worden door de verantwoordelijke hydrografische diensten.
- De hydrografische dienst die de ENC uitbrengt, is verantwoordelijk en aansprakelijk voor de inhoud.
- DE ENC's moeten regelmatig up-to-date gehouden worden via digitale distributie.

Elke andere vectorkaart, zelfs als ze gemaakt is volgens de S-57-standaard, is niet officieel en voldoet niet aan de SOLAS-vereisten.

<sup>42</sup> Zie <http://services.ecc.as/ihocc/public>, <http://ih-net-www.hidrografico.pt/website/icenc/viewer.htm>, [http://iho.int/ECDIS/ENC\\_coverage\\_catalogue.htm](http://iho.int/ECDIS/ENC_coverage_catalogue.htm) en [http://www.ic-enc.org/page\\_coverage.asp](http://www.ic-enc.org/page_coverage.asp)

De catalogoog laat zien dat vele scheepsroutes ondertussen gedekt zijn door ENC's en, zoals reeds aangehaald werd, is de productie van de ontbrekende kaarten op volle snelheid.

### **Betrouwbaarheid**

De betrouwbaarheid van een ENC is in principe gegarandeerd indien ze uitgegeven werd door een officiële hydrografische dienst, conform de SOLAS-vereisten. Maar hoe weten we dat we met geldige ENC's te maken hebben?

Natuurlijk dient men enkel ENC's aan te schaffen via officiële distributeurs. Maar ook ECDIS kan dit onderscheid maken. Wanneer niet officiële ENC's gebruikt worden, zal ECDIS dit duidelijk kenbaar maken op het scherm, en dit zolang er genavigeerd wordt met een niet officiële kaart.

ENC's worden steeds meer beschermd door toepassing van encryptie en digitale handtekeningen. Hiervoor is een nieuwe standaard uitgewerkt: de S-63<sup>43</sup>.

De eindgebruiker heeft een speciale sleutel nodig om deze ENC's te kunnen gebruiken. De sleutels zijn uniek per kaart en werken slechts op één systeem. Ze worden afgeleverd door de distributeur van de kaarten. Eenmaal de sleutels zijn geïnstalleerd, gebeurt alles transparant voor de gebruikers van het ECDIS-systeem. Ook bij kaartupdates wordt de betrouwbaarheid gegarandeerd.

#### **1.3.4 Kaartupdates**

**C-MAP Dynamic Licensing**<sup>44</sup> is een goed voorbeeld van een revolutionair systeem voor kaartdistributie en kaartupdates. Het is een geïntegreerde service die de manier van werken met kaarten radicaal verandert. Het vereenvoudigt drastisch het bestellen en up-to-date houden van de kaarten.

Via een online updateservice en een intelligent kaartbeheersysteem wordt automatisch gecontroleerd welke kaarten er nodig zijn voor de geplande routes. Het zal hiervoor dan de nodige kaarten, kaartupdates en licenties ter beschikking stellen, zodat ze klaar zijn voor gebruik zonder ze op voorhand te moeten

---

<sup>43</sup> S-63: 'IHO Data Protection Scheme' is de standaard voor bescherming van ENC's door encryptie.

S-63 definieert de methoden en procedures voor encryptie, te gebruiken door de regionale coördinatiecentra en distributeurs. Het specificeert ook waaraan ECDIS-systemen zelf moeten voldoen.

De meeste ECDIS-fabrikanten hebben de decryptieprocedures al in hun systemen geïmplementeerd.

<sup>44</sup> Bron: <http://www.c-map.no/files/brochures/C-Map-Dynamic-Licensing.pdf>



bestellen zoals bij de traditionele methoden. Licenties kunnen verstrekt worden binnen enkele seconden. Updates gebeuren in real time.

De kosten worden gecontroleerd via een vooraf afgesproken budget. Het concept kan samengevat worden als *'pay as you go'*. Men betaalt enkel voor de kaarten die men gebruikt en voor de periode dat men ze nodig heeft.

Bovendien biedt C-MAP zijn gebruikers een *'Dual-fuel'* concept aan. Zolang de officiële ENC's geen volledige dekking hebben, biedt C-MAP kaarten aan uit hun eigen professionele kaartdatabase met een veel uitgebreidere dekking (15.000 kaarten in exact hetzelfde formaat als de ENC's). De ECDIS-systemen gebruiken dan de officiële ENC's op plaatsen waarvoor deze beschikbaar zijn en de C-MAP-kaarten op de andere plaatsen, zonder dat de gebruiker hier iets voor hoeft te doen. Presentatie en functionaliteit zijn gelijk. Beide kaarten worden ook door dezelfde online updateservice verzorgd.

Ook **ChartCo** beschikt over een volledig uitgewerkte Maritieme Data Service<sup>45</sup>. Het systeem verzorgt bulk dataleveringen, die door middel van satelliet-*broadcasting* rechtstreeks naar de schepen op zee verstuurd worden. Het maakt hiervoor gebruik van de bestaande Inmarsat B- of Fleet 77-terminal samen met een speciale ChartCo-decoder. ChartCo-data worden automatisch ontvangen. De ChartCo-service is onderverdeeld in vier groepen. Hiervan is **oceanXpress™** de updateservice die elektronische kaartupdates en digitale publicaties verzorgt.

### 1.3.5 Evolutie van de kaartsystemen

Men kan verwachten dat kaartsystemen binnen een jaar of tien eenvoudiger te bedienen zijn en tezelfdertijd heel wat meer functionaliteit zullen hebben. Evolutie mag voornamelijk verwacht worden met het oog op het verbeteren van de veiligheid en het optimaliseren van de taken op de brug.

Toegang tot meer details, bijkomende informatie, extra functionaliteit en hogere precisie worden mogelijk dankzij de toepassing van nieuwe (digitale) technieken en doorgedreven integratie. Deel 3 op bladzijde 79 is volledig gewijd aan integratie en in deel 4 op bladzijde 100 zullen we het ondermeer hebben over e-Navigatie. Hierin speelt het kaartstelsel uiteraard een sleutelrol.

Ook de ENC's zullen drastisch evolueren. Meer en meer wordt de noodzaak

---

<sup>45</sup> Bron: <http://www.chartco.com/services.htm>

ingezien voor het weergeven van dynamisch veranderende en bijkomende gegevens. De huidige S-57 ENC-standaard schiet daarin te kort. In paragraaf 4.3.4 op bladzijde 119 en paragraaf 4.3.5 op bladzijde 122 leggen we uit welke initiatieven genomen worden om dit op te lossen.

Hier volgt toch al een voorbeeld van wat een toekomstig kaartstelsel zou kunnen bieden:

We kennen de 'trialmanoeuvre'-toepassing van ARPA. Deze toepassing laat toe om verschillende alternatieven i.v.m. koers en snelheid uit te proberen. Zo kunnen we dan de beste optie kiezen voor het veilig navigeren tussen de schepen in de omgeving, om zo de kans op aanvaringen te minimaliseren.

Stel dat ECDIS zou beschikken over gedragskenmerken en toestand van schip en lading en dat bovendien permanent trafiek en weersinformatie zouden ingevoerd worden in het systeem. Mits krachtige software creëren we zo de mogelijkheid om, rekening houdend met de lading en het voorspelde weer, het dynamische gedrag van het schip (rollen, stampen, ...) te berekenen voor de gevolgde route. Met behulp van een ECDIS 'trialmanoeuvre' kunnen dan alternatieve koersen uitgetoetst worden. De officier beschikt hierdoor over een zeer krachtig en waardevol instrument en kan op die manier vervolgens de beste keuze maken en de route bijsturen.

Dergelijke systemen bieden naast een verhoogde veiligheid, ook economische voordelen. Maar hierover meer in deel 4 en 5.

**Figuur 14 – Het belang van weer en lading bij routebepaling met ECDIS**



Bron: Europort Maritime 2007

## ***1.4 Deelbesluit navigatietechnieken***

Spitstechnologisch onderzoek voor militaire doeleinden, precisienavigatie voor de luchtvaartsector, razendsnelle expansie van de mobiele telefonie, revolutionaire computertechnologie, ...

Ondermeer steunend op deze talrijke innovaties en technologische vernuftigheden, zijn er ook voor de scheepvaart een aantal belangrijke veranderingen te verwachten in de komende tien à vijftien jaar.

Op het vlak van positiebepaling zullen Galileo en eLoran de bestaande gps-service moderniseren. De precisie zal hierdoor verbeteren, maar men oogt vooral op een verhoogde betrouwbaarheid, want de kritische afhankelijkheid van gps wordt ernstig genomen.

eLoran lijkt op gps, gedraagt zich als gps, maar zal niet falen om dezelfde reden. Om de vereiste nauwkeurigheid en integriteit te bereiken werd tot nu toe alleen al in de VS ruim 160 miljoen dollar geïnvesteerd in eLoran. Bovendien zou er voor de modernisering van de infrastructuur nog eens 65 miljoen dollar nodig zijn. En dit is de grote uitdaging. Men ziet de voordelen wel, maar wie zal de kosten betalen? Beslissingsmakers beschouwen eLoran als een 'tertiair' systeem met een negatieve business case.

Tal van organisaties, zowel vanuit de maritieme- als vanuit de luchtvaartsector pleiten voor de voortzetting van het programma. Zij verdedigen de introductie van eLoran als een noodzakelijke en waardige back-up voor gps.

Volgens de huidige strategische plannen zou eLoran operationeel worden tegen 2015. Galileo zou operationeel zijn in 2013.

Nieuwe-Technologie-radars zullen hun weg vinden naar de koopvaardij. De komst ervan kan alleen maar toegejuicht worden. De verbeteringen zijn spectaculair.

De NT-radar brengt niet alleen een veel betere zichtbaarheid in *sea* en *rain clutter*, hij biedt ook een precies en extreem betrouwbaar systeem. Door over te schakelen naar NT-radars vermindert het onderhoud drastisch. Ze bevatten geen magnetron meer en hierdoor zullen ook de andere radarcomponenten minder zwaar belast worden. De gebruikte technieken hebben zich al een aantal jaren bewezen in militaire systemen.

Terwijl de NT-radar een eerste stap is in de radarevolutie, die men kan verwachten rond 2010, zou in een volgende stap de bewegende antenne vervangen worden door een vaste. Maar hierop is het waarschijnlijk nog wachten tot rond 2020. Radars op basis van deze *Active Electronically Scanned Arrays* worden anno 2007 ontwikkeld en zullen voor het eerst toegepast worden op militaire schepen in 2013. Bovendien worden zowel de X- als de S-band gecombineerd in een zogenaamde '*Dual Band Radar*' en dit geeft verschillende bijkomende voordelen, zowel functioneel als op het gebied van betrouwbaarheid.

De overschakeling van papieren naar elektronische kaarten verloopt trager dan men tien jaar geleden had verwacht. Toch zal ECDIS nu finaal doorbreken.

De toekomstige officieren zijn grootgebracht met computers en playstations. Logisch dat zij verwachten dat de systemen aan boord ook gecomputeriseerd zijn. Dus navigeren met behulp van computers is voor hen niets ongewoons. Toch moet ECDIS beschouwd worden als een intelligente assistent en niet als 'creatief speelgoed'. Enkel vertrouwen op het scherm kan niet. ECDIS kan nooit een vervanger zijn voor een constante *lookout*. Het is van vitaal belang om de aangeduide positie op het scherm steeds te verifiëren door visuele controle.

Met de nieuwe systemen kan wel heel wat tijd uitgespaard worden. De tijdrovende 'ouderwetse' positiebepaling is niet meer nodig en de positiegegevens moeten niet telkens genoteerd en op kaarten aangebracht worden. Met de evolutie naar dynamische kaartupdates behoren ook manuele kaartcorrecties binnenkort tot het verleden. Elektronische kaartsystemen zullen ook de tijd die nodig is voor het maken van de routeplanning erg reduceren. Met de mogelijkheid om de route te optimaliseren, kan bovendien op brandstof en kostbare reistijd bespaard worden.

De verbetering van de veiligheid door het steeds beschikbaar zijn van een actueel en accuraat beeld van de situatie rond het schip, is waarschijnlijk het grootste voordeel van de nieuwe navigatie-instrumenten. Het gebruik van foutieve of verouderde informatie, verkeerde inschattingen en het maken van menselijke fouten wordt daardoor in belangrijke mate beperkt.

Daartegenover staat dat we steeds afhankelijker worden van de technologie en bovendien bestaat het gevaar dat door de nieuwe methoden de traditionele navigatiekennis verloren zal gaan. Het blijft daarom van belang dat hieraan voldoende aandacht wordt besteed tijdens de opleiding.

## 2 Digitalisering & communicatie

Ooit waren we tevreden met fax, telex en gewone telefonie. Nagenoeg alles gebeurde op papier. Het *'onboard'* netwerk was simpel, het bestond gewoon niet. Als alles meezat beschikten we over één pc om telexen en faxberichten voor te bereiden... Toch was dat al genoeg om de positie van radio-officier te elimineren! Zo begon Adonis Violaris<sup>46</sup> van Hanseatic Shipping Co. Ltd zijn presentatie over *'How today's shipping companies use satcoms and software'* tijdens de 'Digital Ship' conferentie op 19 oktober 2006 in Athene.

In dit tweede deel van de verhandeling proberen we een zicht te krijgen op de invloed die nieuwe communicatiemiddelen, snelle datatransfer, nieuwe software-systemen en internettechnieken zullen hebben op de activiteiten op de brug. We hebben hiervoor eerst een aantal opzoekingen gedaan over het recente gebruik en de evolutie van datatransmissie op schepen. Vervolgens hebben we onderzocht welke nieuwe technieken en services zich aanbieden ten gevolge van de ontwikkelingen en welke problemen die met zich meebrengen.

We baseren ons voor deze studie op documentatie die we ontvangen hebben via Radio Holland, op technische documenten en brochures van fabrikanten en van serviceorganisaties. Bijzonder nuttige bronnen van informatie waren de aankondigingen en presentaties, gegeven op de verschillende maritieme congressen. Om de analyses een zo breed mogelijk draagvlak te geven, hebben we bovendien een aantal deskundigen geïnterviewd, zowel de aanbieders van de services als de deskundigen van IT- en telecommunicatiebedrijven en technische verantwoordelijken binnen de scheepvaartbedrijven.

Dat digitalisering en communicatie een steeds belangrijkere invloed zullen hebben bij het uitvoeren van de activiteiten op de brug zal U al gauw merken.

---

<sup>46</sup> Adonis Violaris is *Corporate Public Relations and Human Resource Manager* bij Hanseatic Shipping Co. Ltd. Zijn presentatie *'How today's shipping companies use satcoms and software'* kan je vinden op de volgende link: <http://www.thedigitalship.com/powerpoints/DSAthens/AdonisViolaris,HanseaticShipping.pdf>

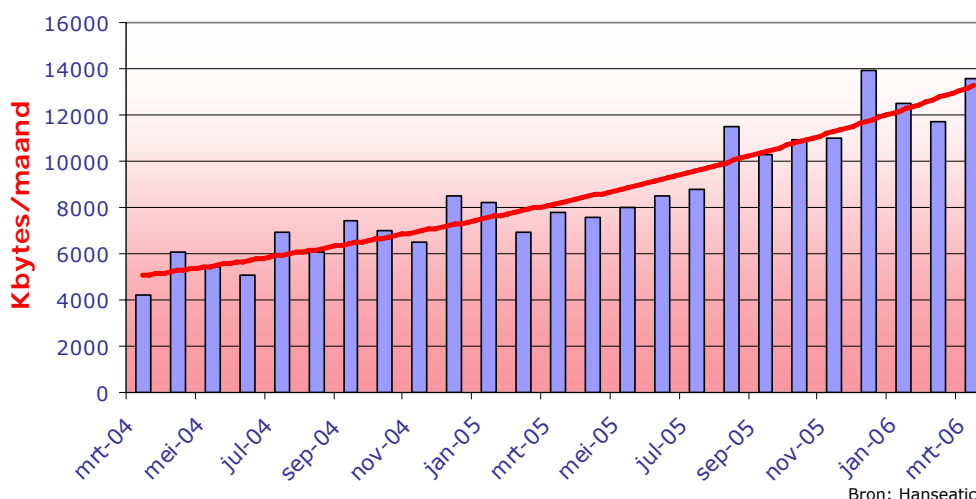
## 2.1 Breedbandcommunicatie

### 2.1.1 Evolutie van de datatransfer tussen schip en wal

Grafiek 8 werd tijdens de eerder vermelde presentatie van Hanseatic Shipping door Adonis Violaris getoond op de 'Digital Ship' conferentie.

De oorspronkelijk lineaire trendlijn werd vervangen door een exponentiële, daar deze een correcter beeld geeft van de evolutie.

Grafiek 8 – Evolutie van datatransfer tussen schip en wal



De absolute cijfers aangegeven in de grafiek, kunnen in vraag gesteld worden, maar de trendlijn geeft aan dat de datatransfer per jaar nagenoeg verdubbelt. Er zijn indicaties dat dit zelfs een voorzichtige prognose is.

Op 12 juni 2007 rapporteerde **Iridium Satellite** zijn groeicijfers van het afgelopen jaar en zijn prognoses<sup>47</sup>:

- Het aantal gebruikers van zijn mobiele satelliet-services steeg met 17%.
- De maritieme datatrafiek via satelliet groeide met 12%.
- Het aantal schepen waarop Iridiums *prepaid Crew Calling service* beschikbaar is, steeg met 22%.
- Maritieme dataservice groeide met 28%, 7x sneller dan de spraaktrafiek.

<sup>47</sup> Iridium Reports Growth for its Maritime Industry Mobile Satellite Services

Bron: <http://www.satnews.com/stories2007/4592/>

**Iridium** kondigde op 'Nor-Shipping 2007'<sup>48</sup> aan dat het in 2008 een *'enhanced bandwidth'* dataservice zal introduceren om aan de stijgende vraag te kunnen voldoen. Iridiums sterkste punt is dat ze de enige mobiele satelliet-service zijn met 100% dekking, inclusief de poolgebieden.

**Radio Holland** heeft een afdeling die zich specifiek bezig houdt met satcom, nl. Radio Holland Connect. Zij introduceerden in 2005 breedband satelliet-services met *'always on'* connectie<sup>49</sup> voor de maritieme industrie. Er is een gestage groei. Volgens Floris Slikker<sup>50</sup> is het evident dat een *'always on'* connectie van groot belang is voor de maritieme businessprocessen. Hij stelt vast dat er, naast businessredenen, een zeer belangrijke bijkomende reden is ontstaan waarom scheepvaartbedrijven geïnteresseerd zijn in deze service, nl. het welzijn van de crew. Een middel om dit te helpen realiseren, is hen internettoegang aanbieden.

Zo heeft bijvoorbeeld **BP** in 2006 beslist om zijn hele tankervloot (meer dan 50 schepen) met VSAT uit te rusten<sup>51</sup>. Hun woordvoerder bevestigde de door Slikker aangehaalde redenen om voor een *'always on'* breedbandverbinding te kiezen: *'There were business reasons obviously, but there were also the human interest issues like seafarer's welfare. We have to attract and retain the best crews for our vessels, and right now they are in short supply.'*

Recent gepubliceerde werkaanbiedingen bij BP worden inderdaad aantrekkelijk gemaakt met de belofte voor 24/7 toegang tot internet en twintig minuten per dag en per persoon kosteloos telefoneren voor de hele crew<sup>52</sup>.

Om een idee te krijgen over de mogelijke evolutie en de impact van de *state-of-the-art* breedbandtechnologie op de scheepvaart, vanuit het standpunt van een ontwikkelaar van telefonie- en datacommunicatienetwerken, zijn we te rade gegaan bij Edmond Osstyn van **Alcatel-Lucent**<sup>53</sup>.

---

<sup>48</sup> *International maritime trade show* die plaats vond van 12 tot 15 juni 2007 in Oslo.

<http://messe.no/en/ntf/Projects/Nor-Shipping/Home/>

<sup>49</sup> *'Always on'* betekent dat er permanente toegang is tot het internet (24 uur per dag /7 dagen per week).

<sup>50</sup> Floris Slikker is Managing Director van Radio Holland Connect

<sup>51</sup> Bron: Radio Holland en World Maritime News (nieuwsitem van 28 maart, 2006). Volgens het artikel is de installatie in handen van Telenor en het zou gaan om breedbandverbindingen met snelheden tot 2 megabits. Zie <http://www.marinelink.com/Story/BP+Selects+Telenor+for+Global+Communications-202567.html>

<sup>52</sup> Bron: <http://www.shiptalkjobs.com> (selecteer BP Maritime Services)

<sup>53</sup> Alcatel-Lucent is ontwikkelaar en marktleider voor ondermeer breedbandcommunicatie-infrastructuur. Edmond Osstyn is marketingexpert in de Applicaties Business Divisie.

## **Breedbandservice: eender waar, eender wanneer?**

*'Geostationaire satellieten maken het technisch mogelijk om eender waar van op het schip toegang te hebben tot het internet en dus tot moderne communicatieservices. Men dient wel rekening te houden met een iets tragere respons daar alle informatie telkens via satelliet passeert.*

*Wat we mogen verwachten is, dat de bestaande data- en spraakcommunicatie volledig zal versmelten met de wereld van internet. Bij die versmelting kan je ervan uitgaan dat men een set van functies zal samenbrengen om optimaal te communiceren en meerdere diensten te verzorgen. Deze zullen voor het grootste gedeelte op internettechnologie gebaseerd zijn. Meer dan ooit zal de communicatie naar schepen op een heel flexibele manier gebeuren.*

*Je mag ook verwachten dat de schepen zelf zullen uitgerust worden met een lokaal breedbandnetwerk (LAN), met inbegrip van WIFI<sup>54</sup>. Interne communicatie zal op VoIP<sup>55</sup> gebaseerd worden. Op een flexibele manier kunnen de gegevens van alle systemen bijeengebracht en verwerkt worden. Het lokale breedbandnetwerk op het schip zal op zijn beurt een permanente verbinding hebben met het internet. De technologie is er, de implementatie zal in stappen verlopen.'*

## **Hoe snel zullen we van deze technologie kunnen profiteren?**

*'Hierbij moeten we rekening houden met 3 aspecten:*

- 1. De kostprijs van de breedbandverbinding. Deze zal gevoelig dalen.*
- 2. Het definiëren van standaarden, nodig voor HW- en SW-interfaces.*
- 3. De ontwikkeling van de nodige betrouwbare, veilige, doeltreffende en gebruiksvriendelijke software. In een volwassen markt (bvb. bij de pc's) kan je alles op alles aansluiten en zijn de gebruikersinterfaces op elkaar afgestemd. Men staat er zelfs niet meer bij stil.*

*Het is pas als de serviceproviders met een volledige, simpel te installeren, betrouwbare en betaalbare oplossing voor de dag komen, dat er een doorbraak te verwachten is.*

*Men mag aannemen dat binnen maximum vijf jaar alle moderne schepen over een permanente breedbandverbinding en internet zullen beschikken.'*

Op een aantal van de in dit interview vermelde aspecten komen we later in dit deel nog terug.

---

<sup>54</sup> WIFI is het logo gebruikt voor draadloos ethernet. WIFI werkt volgens de standaard IEEE 802.11.

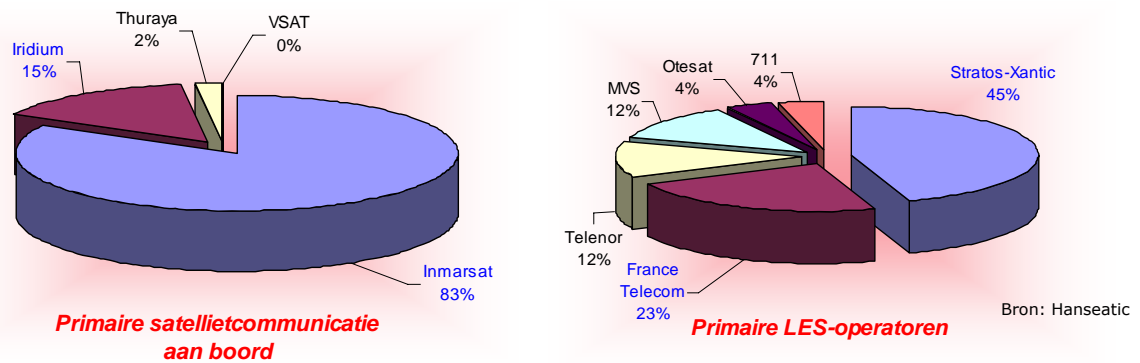
<sup>55</sup> VoIP staat voor Voice over IP: telefoongesprekken over het internet met behulp van het IP protocol.



## 2.1.2 De gebruikte services voor gegevenstransfer

Hieronder volgen opnieuw een aantal interessante grafieken die gebaseerd zijn op gegevens uit de presentatie van Hanseatic Shipping van oktober 2006.

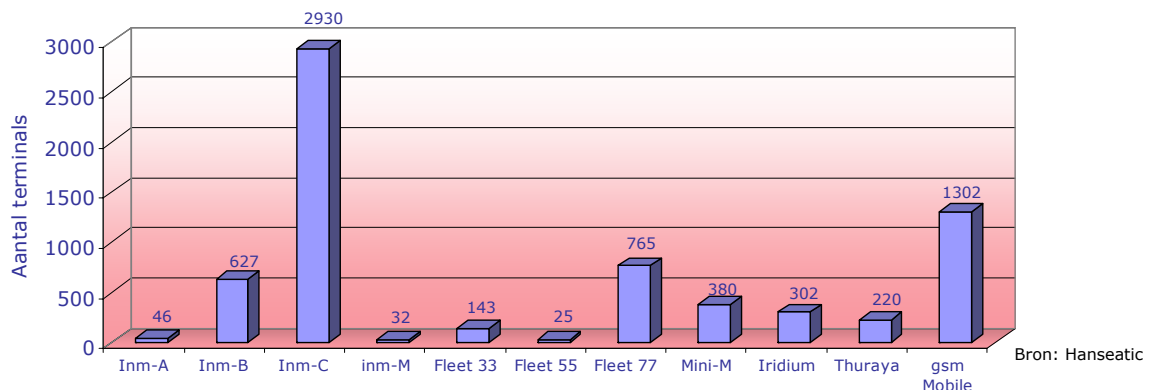
**Grafiek 9 – Primaire satellietdiensten aan boord**



Opmerkelijk in deze taartdiagrammen is het grote overwicht van Inmarsat als primaire satellietdienst. Een verklaring hiervoor is dat Inmarsat de enige satellietdienst is die voldoet aan de internationale reglementering voor GMDSS. Bovendien vindt Inmarsat zijn oorsprong in de maritieme sector.

Als *Land Earth Station* (LES) is Stratos-Xantic de belangrijkste operator.

**Grafiek 10 – Geactiveerde communicatieterminals aan boord**



Wat het rapport niet vermeldt, is welke evolutie er is in de gebruikte services en terminals voor gegevenstransfer.

Aan de hand van informatie ontvangen van Inmarsat, Intelsat en Radio Holland, van opzoeken via het internet en van gegevens verzameld bij een aantal verantwoordelijken voor de selectie en installatie van deze systemen op onze Belgische schepen (de gebruikers) trachten we in de volgende paragrafen een inzicht te geven in de verwachte evolutie.

### 2.1.3 Service-evolutie volgens Inmarsat

Inmarsat staat voor *International Maritime Satellite*<sup>56</sup>.

Het is een internationaal telecommunicatiebedrijf dat in 1979 oorspronkelijk opgericht werd als een intergouvernementele organisatie. Momenteel heeft ze 10 geostationaire telecommunicatiesatellieten en 29 grondstations. Sinds juni 2005 staat het bedrijf genoteerd op de beurs van Londen.

Inmarsat verleent wereldwijd telefonie- en datadiensten aan gebruikers via speciale terminals. Het verschaft betrouwbare communicatiediensten aan scheepvaart, overheden, militaire organisaties, hulpinstanties, mediabedrijven en ondernemingen die communicatie nodig hebben in afgelegen gebieden of op plaatsen waar geen betrouwbaar aards netwerk beschikbaar is.

Sinds juni 2006 wordt een deel van het dataverkeer van Inmarsat ondersteund door TelecityRedbus, een bedrijf in Amsterdam dat datacenterdiensten verzorgt. Hierdoor heeft Inmarsat toegang tot alle grote nationale en internationale netwerkserviceproviders, m.a.w. volledige toegang tot het internet.

Inmarsat is de belangrijkste leverancier van satellietdiensten voor de scheepvaart. Inmarsat is de enige satellietoperator die voldoet aan GMDSS. Indien men vaart in gebieden waar VHF- of MF-verbindingen niet mogelijk zijn (zeegebied A3) voldoet men nog steeds aan de internationale reglementering wanneer men een Inmarsat-terminal aan boord heeft.

De satellieten van Inmarsat bevinden zich in de 'Clarke Belt'<sup>57</sup>, dit is de geostationaire baan op 35786 km boven de evenaar. In deze baan hebben de satellieten een snelheid die overeenkomt met de draaisnelheid van de aarde. Hierdoor hangen de satellieten stil ten opzichte van een plaats op aarde, waardoor het gemakkelijk is om er antennes op te richten.

Er zijn wel twee nadelen hieraan verbonden:

1. De poolgebieden kunnen niet bediend worden vanuit deze baan, aangezien Inmarsat een dekking heeft tot ongeveer 70° noord/zuid.

---

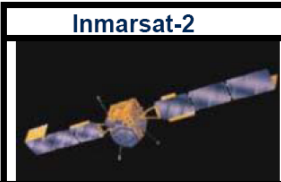
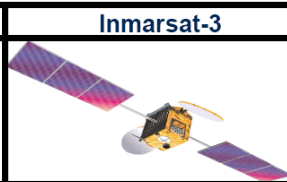

<sup>56</sup> De officiële Inmarsat website: <http://www.inmarsat.com/>

<sup>57</sup> Belt (baan of ring) genoemd naar Arthur C. Clarke, sciencefictionschrijver, die het concept in 1945 beschreef in een artikel van het blad "Wireless World". Zie <http://lakdiva.org/clarke/1945ww/>

2. Door de grote hoogte moeten de radiogolven een lange afstand afleggen. Dit geeft een vertraging van ongeveer 250 milliseconden.

Als we het satellietpark van Inmarsat bekijken, dan stellen we vast dat er 3 verschillende generaties operationeel zijn<sup>58</sup>.

**Tabel 4 – Karakteristieken van Inmarsatsatellieten**

	Inmarsat-2	Inmarsat-3	Inmarsat-4
			
<b>No. of Satellites</b>	3 (one deorbited)	4+1 spare	3 (3 <sup>rd</sup> to be launched)
<b>Coverage</b>	Global Beam	5 Wide Spots + Global Beam	228 Narrow Spots + 19 Wide Spots + Global Beam
<b>Mobile link EIRP</b>	39 dBW	49 dBW	67 dBW
<b>Channelization</b>	4 Channels between 4.5 & 7.3 MHz Bandwidth	46 Channels between 0.9 & 2.2 MHz Bandwidth	630 Channels at 200 kHz
<b>Solar Array Span</b>	14.5 m	20.7 m	48.0 m
<b>Satellite Dry Mass</b>	700 kg	1000 kg	3000 kg
<b>Total Launch Mass</b>	1500 kg	2050 kg	6000 kg
<b>Navigation Payload</b>	No	Yes	Yes

Bron: Inmarsat

Om de 7 à 8 jaar is er een nieuwe generatie. De evolutie is opmerkelijk:

**Tabel 5 – Vergelijking tussen de operationele satellietgeneraties van Inmarsat**

Inmarsat Generatie	Vergelijking	In gebruik sinds
I-2		1990
I-3	8x krachtiger dan Inmarsat-2-satellieten. Zendt zowel <i>global</i> als <i>spot beams</i> uit en hebben een navigatietransponder ingebouwd.	1997
I-4	60x krachtiger dan de Inmarsat-3-satellieten en ook de ontvangstgevoeligheid is 25x beter.	2005

<sup>58</sup> Bron: Presentatie 'BGAN, Its Extension And Evolution', gegeven door Inmarsat op 23 november 2006 in Seoul tijdens de 'International workshop for B3G/4G Satellite Communications'. <http://kosst.or.kr/data/Eval.pdf>

Een korte verklaring van de technische termen, gebruikt in de tabellen:

- Een *beam* is de bundeldekking van een satellietantenne. Een *global beam* bestrijkt 1/3 van het aardoppervlak. De *wide spots* en *narrow spots* bestrijken telkens een kleiner gebied.
- EIRP: De 'Effective Isotropic Radiated Power' is een indicator voor de signaalsterkte die op aarde ontvangen wordt van een satelliet. De EIRP varieert over de *footprint* (= gebied op aarde dat de satelliet kan bedienen).
- De *payload* is de module van de satelliet die de communicatiecapaciteit levert.
- Een navigatietransponder is tegelijk een zender (*transmitter*) en een antwoorder (*responder*). Hij antwoordt dus automatisch op ontvangen boodschappen.

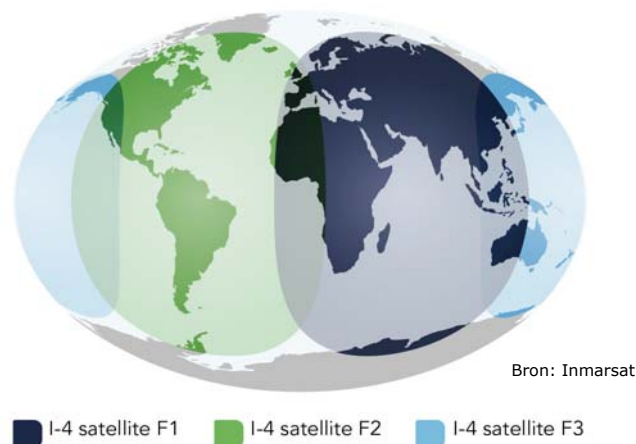
### We gaan even dieper in op de Inmarsat-4-satellieten (I-4):

- Ze zijn 12 maal efficiënter dan de vorige generatie Inmarsat-3-satellieten.
- De 19 *wide spot beams* garanderen een ononderbroken dekking.
- De I-4 verzorgt nog steeds de traditionele *circuit-switched services*, zoals *voice* en ISDN, om de reeds geïnstalleerde systemen nog te ondersteunen.
- De 228 *narrow spot beams* zijn nodig om de nieuwe breedbanddiensten te ondersteunen. Op een flexibele manier en in real time kan de richting van elke *spot beam* individueel worden aangepast om netwerkcapaciteit beschikbaar te stellen op die plaatsen waar er een grote vraag naar is.
- De I-4 is ontworpen met als belangrijkste doel het verwerken van *packet-switched* internet datatrafiëk. Hierdoor breiden ook de mogelijkheden uit voor verbeterde digitale mobiele communicatie. We bespreken dit verder in een aparte paragraaf (zie paragraaf 2.2 op bladzijde 64).

**De I-4 biedt een duidelijk migratiepad naar IP en breedbanddiensten!**

Er zullen drie van deze Inmarsat-4-satellieten in gebruik worden genomen. Twee satellieten werden al gelanceerd in 2005. Zij bestrijken de regio's IOR en AOR-west<sup>59</sup>. De 3<sup>de</sup>, voor de POR, werd verwacht in april 2008<sup>60</sup>, maar is opnieuw uitgesteld. In de IOR heeft de I-4 de I-2 al vervangen. Dit betekent dat er sinds de introductie van de Inmarsat-4-satellieten een zeer belangrijke capaciteitsverhoging plaats vond en dat er veel meer bandbreedte beschikbaar is.

**Figuur 15 – Footprint van Inmarsat-4-satellieten**



<sup>59</sup> IOR = Indische Oceaan Regio, AOR = Atlantische Oceaan Regio, POR = De Pacific (Stille) Oceaan Regio.

<sup>60</sup> Bron: [http://www.inmarsat.com/Downloads/English/Investors/Investor\\_Day\\_Presentation\\_25Sept2007.pdf](http://www.inmarsat.com/Downloads/English/Investors/Investor_Day_Presentation_25Sept2007.pdf)

De nieuwe I-4's zijn toptechnologische ontwikkelingen. Ze zijn grensverleggend in termen van transmissiekracht, capaciteit en flexibiliteit. Ze bieden een wereldwijde *footprint* behalve voor de poolgebieden (tot 76° N/Z). Technisch is Inmarsat klaar voor de introductie van breedband voor de scheepvaart.

**En de volgende generatie is al in aantocht: Inmarsat-XL!**

Op 20 juni 2007 kondigde Inmarsat en ESA de nieuwe Alphasat aan, waarvan een animatieafbeelding in Figuur 16.

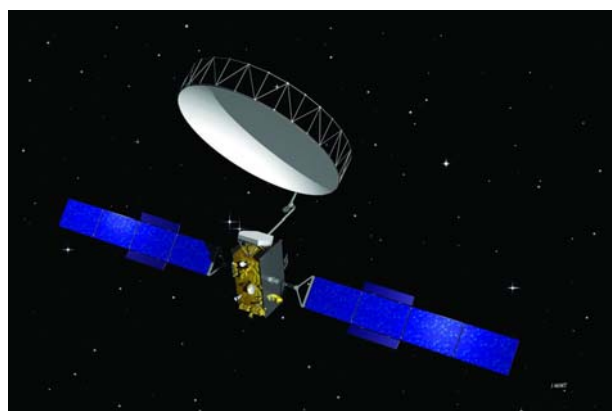
Dit zou de eerste satelliet zijn op basis van de Alphabus, het nieuwe Europese multifunctionele platform voor satellietcommunicatie, met opnieuw een belangrijke capaciteitstoename<sup>61</sup>. De satelliet biedt een verhoogde L-band operationele *payload* en zou nieuwe en geavanceerde services moeten mogelijk maken (Extended L-band = Inmarsat-XL).

Alphasat zal in 2013 gelanceerd en gepositioneerd worden op 25° oost met als *footprint* Afrika, Europa, het Midden-Oosten en een gedeelte van Azië<sup>62</sup>.

Inmarsat ziet deze stap als een verdere uitbreiding voor hun I-4-satellieten en wil zich op die manier tijdig organiseren voor de belangrijke stijging van de datatransmissiebehoeften via satelliet in de komende 10 à 15 jaar.

Een uitbreiding die zeker ook de maritieme sector ten goede zal komen.

**Figuur 16 – De nieuwe Inmarsat-XL / Alphasatsatelliet<sup>63</sup>**



Bron: ESA

<sup>61</sup> Bron: De reeds eerder aangehaalde Inmarsat-presentatie 'BGAN, Its Extension And Evolution' blz. 33 tot 37.

<sup>62</sup> Bron: [http://www.inmarsat.com/Downloads/English/Investors/Investor\\_Day\\_Presentation\\_25Sept2007.pdf](http://www.inmarsat.com/Downloads/English/Investors/Investor_Day_Presentation_25Sept2007.pdf)

<sup>63</sup> Bron: <http://telecom.esa.int/telecom/www/object/index.cfm?fobjectid=28411>

## De Inmarsatservices:

Een studie van de gecommmercialiseerde netwerkservices van Inmarsat leert ons dat er ook hier belangrijke veranderingen te verwachten zijn.

Maar eerst een kort overzicht van de beschikbaar gestelde services<sup>64</sup> van de voorbije 25 jaar. De evolutie-indicator is gebaseerd op gegevens van Inmarsat.

**Tabel 6 – Overzicht van de satellietservices van Inmarsat**

Netwerk-service	Sinds	Geleverde service	Snelheid [kbps]	Evolutie
Inmarsat A	1982	Analoog netwerk voor telefonie, fax & telex Zwak signaal → Vereist een grote antenne Service stopt einde 2007	9,6	↘ 0%
Inmarsat B	1993	De digitale opvolger van Inmarsat A Telefonie, fax & telex en 'High speed' data ( <i>mobile ISDN - dialup</i> )	9,6 64 – 128	↘
Inmarsat C	1991	Satelliettelefoon met lage snelheid Gebruikt kleine omnidirectionele antenne	0,3	↘
Inmarsat E		<i>Global maritime distress alerting service</i> gebruik makend van EPIRB Service werd gestopt in 2006 wegens te weinig interesse vanuit de maritieme sector		0 %
Inmarsat M en Mini-M	1997	'Low speed' digitale telefonie fax- en dataservice Kleine terminal ter grootte van laptop-pc	4,8 2,4	↘
MPDS		<i>Packet-switched</i> dataservice over gedeeld kanaal MPDS = <i>Mobile Packet Data Service</i> , voordien IPDS ( <i>Inmarsat Packet Data Service</i> ) genoemd	tot 64	↗↗
Fleet 33	2002	'Low speed' digitale telefonie, fax data ( <i>dialup</i> en MPDS)	9,6	-
Fleet 55	2003	= Fleet 33 + 'High speed' data ( <i>mobile ISDN - dialup</i> )	64	-
Fleet 77	2003	= Fleet 55 + 'High speed' data ( <i>mobile ISDN</i> aan 128 kbps) + Dataservice over gedeeld kanaal (MPDS) + noodcommunicatievoorzieningen voor GMDSS <sup>65</sup>	64 – 128 tot 64	↗↗

Bron: Inmarsat

In 2003 heeft Inmarsat de Fleet 77-service gelanceerd. Uit de groep van Fleet-netwerkservices is dit de service bedoeld voor de oceanvaart. Het is de opvolger voor de Inmarsat B-service en vindt nu volop ingang aan boord van de schepen.

<sup>64</sup> Inmarsat maakt voor zijn servicenetwerken steeds gebruik van haar eigen satellieten, maar heeft partners voor de uitbating van de grondinfrastructuur op aarde (LES). Zoals men kan vaststellen, ondersteunen de meeste netwerken meerdere services.

<sup>65</sup> 'Global Maritime Distress and Safety System' (GMDSS) zorgt voor reservatie en voorrangsbepaling van noodoproepen. GMDSS is voorzien als standaardtoepassing op de Fleet 77. Hierdoor is Fleet 77 het eerste systeem dat voldoet aan de laatste IMO-reglementering voor nieuwe nood-, urgentie- en veiligheidssystemen.

Volgens de bedrijfsresultaten, gepresenteerd door Inmarsat in september 2007, is de groei fenomenaal<sup>66</sup>.

Gedurende de eerste helft van 2007 zijn er 9989 Fleet 77-terminals verkocht, tegenover 8343 over het hele jaar 2006. Dus op een half jaar tijd werden er al meer terminals verkocht dan in 2006. Het financiële rapport laat een groei zien van 58% over 1 jaar. Als drijfveer voor de goede verkoop van Fleetterminals haalt Inmarsat 3 redenen aan:

- De grote groep klanten die hun verouderde SAT B-terminals vervangen.
- De groeiende vraag naar brugdata- en crewcommunicatie.
- GMDSS-ondersteuning en degelijkheid maken van Fleet de 'de facto'-oplossing voor de koopvaardij.

Maar is het inderdaad verstandig om nu al over te schakelen naar Fleet 77?

Hiervoor moeten we eerst uitzoeken welke de verwachte evolutie is van de twee services: 'mobile ISDN' en 'MPDS'.

### **Vergelijking tussen 'mobile ISDN' en 'MPDS':**

Voor beide services worden dezelfde satellietkanalen gebruikt. Bij Fleet 77 heeft elk kanaal een bandbreedte van 64 kbps, maar de kanalen worden wel op verschillende wijze gebruikt:

- ISDN staat voor '*Integrated Services Digital Network*'.  
De beschikbare kanalen worden geschakeld zoals bij traditionele telefoonlijnen (*circuit-switched*). Vanaf het moment dat men verbinding maakt, wordt er 1 kanaal exclusief gereserveerd (of 2 bij de 128 kbps ISDN-service) en men betaalt dan per minuut gebruik. Men beschikt hierdoor over een verbinding met een gegarandeerd serviceniveau.
- MPDS staat voor '*Mobile Packet Data Service*'.  
Met MPDS wordt de data in pakketten verdeeld wat toelaat om ze door te sturen over met andere gebruikers gedeelde kanalen (*package switched*). De gebruiker betaalt voor het aantal pakketten dat men verstuurt en niet per minuut. Dit laat toe om permanent online te zijn terwijl men enkel betaalt voor de hoeveelheid data die via de satellietverbinding wordt getransfereerd. De bandbreedte is niet gegarandeerd, ze hangt af van de bezettingsgraad van de andere gebruikers.

---

<sup>66</sup> Bron: [http://www.inmarsat.com/Downloads/English/Investors/Investor\\_Day\\_Presentation\\_25Sept2007.pdf](http://www.inmarsat.com/Downloads/English/Investors/Investor_Day_Presentation_25Sept2007.pdf)

Met betrekking tot Fleet 77 zijn de twee services vrij complementair<sup>67</sup>:

- ISDN is aanbevolen wanneer hoge bandbreedte, snelle toegang en een ononderbroken verbinding van groot belang zijn.  
Bvb. *Videoconferencing, videostreaming*, grote filetransfers en elke andere toepassing die effectief en ononderbroken gebruik maakt van de volledige bandbreedte. Dit is bijvoorbeeld relevant bij het ontvangen van kaartupdates, weerberichten en *telemedicine*<sup>68</sup>.
- MPDS is dan weer efficiënter wanneer er tussen het sturen van datapakketen grote periodes van inactiviteit zijn.  
Men heeft toegang tot internet, e-mail, het bedrijfsnetwerk (intranet),...  
Men moet er wel rekening mee houden dat tijdens het werken in MPDS-mode men geen inkomende ISDN-oproepen kan ontvangen.  
Het wordt aanbevolen zich te beperken tot e-mails van minder dan 500 kbytes en filetransfers tot 250 kbytes.

De evolutie naar pakketgebaseerde netwerken die men kon vaststellen voor de landelijke communicatienetwerken, zal waarschijnlijk ook van toepassing zijn voor de satellietnetwerkservices.

### **Migratie van geschakelde services naar pakketgebaseerde services**

Net zoals het internet, is ook MPDS gebaseerd op het IP-protocol.

Bijgevolg is MPDS perfect geschikt voor data en ondersteunt het op IP-gebaseerde toepassingen zoals die tegenwoordig gebruikt worden in het overgrote deel van de officesystemen.

MPDS maakt *'always on'* verbindingen op de brug mogelijk. Naargelang er meer bandbreedte ter beschikking komt, en door een actief beheer van de kanalen en de prioriteiten voor gegevensoverdracht (toepassing van *bandwidth policies* door de 'Inmarsat Netwerk Coördinatie Stations') valt het zozegde nadeel van MPDS (de niet gegarandeerde bandbreedte) geleidelijk weg. MPDS zal zelfs de

---

<sup>67</sup> Bron: <http://www.otesat-maritel.com/en/home.asp?id=173#N>

<sup>68</sup> Medisch apparaat dat kan gekoppeld worden aan een Fleet 77. Gegevens van een patiënt (bvb. hartslag, bloeddruk, enz.) kunnen doorgestuurd worden naar een medisch centrum, waar een arts in real time een diagnose kan stellen.



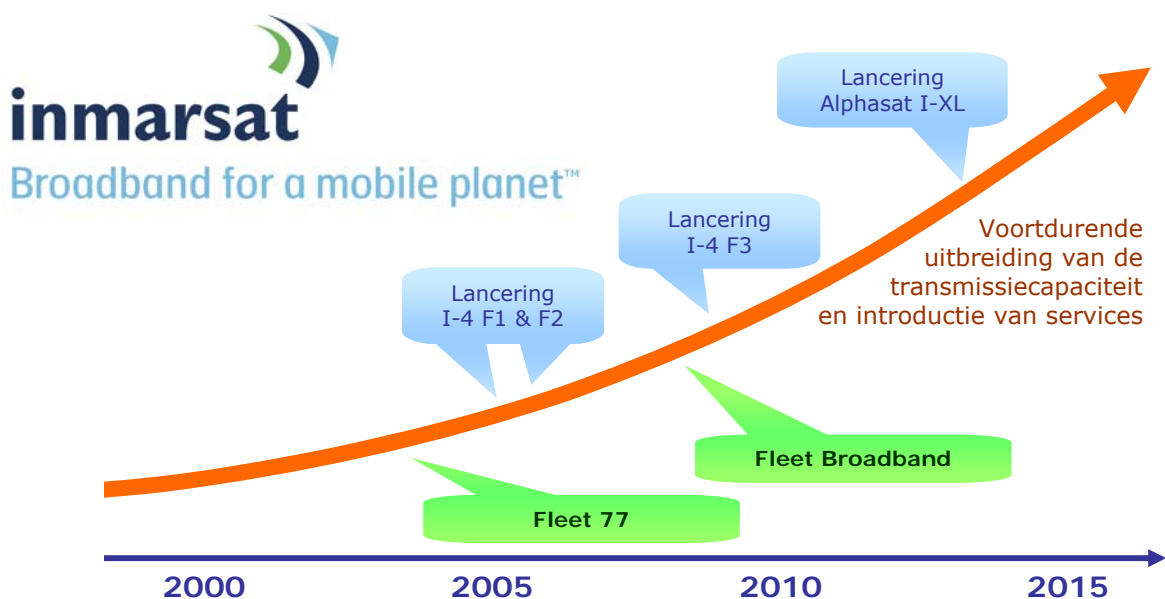
beschikbare bandbreedte helpen verhogen, want het maakt veel efficiënter gebruik van het netwerk. ISDN reserveert capaciteit, ook al wordt ze niet benut. MPDS ondersteunt op treffende wijze de moderne businessconcepten. Het laat veilige en efficiënte integratie toe met het bedrijfsnetwerk, omdat het de mogelijkheid biedt om aan boord te werken alsof men op kantoor is. In paragraaf 2.2 'Invloed van internet' op bladzijde 64 gaan we dieper in op de mogelijke nieuwe toepassingen.

Met de combinatie van MPDS en ISDN profiteert Fleet 77 van de compatibiliteit met internet en de bewezen betrouwbaarheid van de ISDN-satellietkanalen. Bovendien biedt het GMDSS, een service die overigens gratis is. Fleet 77 zit dus op de juiste koers, maar voor de toekomst is de beschikbaar gestelde bandbreedte voor MPDS veel te beperkt.

Inmarsat is zich hiervan bewust, want gedwongen door de concurrentie (VSAT, Iridium, Thuraya, ...) en de stijgende vraag naar grotere bandbreedtes voor onder meer nieuwe dataservices, wordt Inmarsat verplicht om mee te evolueren. Met hun nieuwe I-4-satellieten en MPDS is Inmarsat er technisch klaar voor.

Het recente Inmarsat-logo en hun strategisch plan geven een zeer duidelijke indicatie van de toekomstige evolutie.

**Figuur 17 – Strategisch plan van Inmarsat<sup>69</sup>**



<sup>69</sup> Figuur samengesteld aan de hand van gegevens uit verschillende documenten, ontvangen van Inmarsat.

Tijdens het voorjaar van 2007 kondigde Inmarsat aan, nog voor het jaareinde zijn services uit te breiden met de introductie van 'FleetBroadband' voor de maritieme sector en 'SwiftBroadband' voor de luchtvaart, beiden gebaseerd op de BGAN-technologie<sup>70</sup>.

Op 19 november 2007 heeft Inmarsat de FleetBroadbandservice commercieel gelanceerd<sup>71</sup>. Inmarsat haalde drie redenen aan om zo snel met deze nieuwe service uit te pakken:

- Het behouden van klanten: Ze willen weerwerk bieden tegen het vertrek van klanten naar VSAT. Ook willen ze *voicetraffiek* terugwinnen die nu onder andere naar Iridium of Thuraya gaat. Bovendien willen ze de markt actief begeleiden bij de overschakeling naar breedband, om zo maximaal mee te profiteren van de stijgende vraag.
- Ze willen gebruik maken van het huidige succes van Fleet en de nieuwe breedbandservice voorstellen als een natuurlijke evolutie; geen revolutie.
- FleetBroadband moet de geprefereerde optie zijn voor nieuwe schepen.

### Op weg naar FleetBroadband<sup>72</sup>

FleetBroadband is de nieuwe generatie maritieme service over de I-4-satellieten. Deze service is ontworpen met als doel op een kostenbesparende manier uiterst snelle datacommunicatie en telefonie te kunnen aanbieden:

- Standaard IP met een snelheid tot 432 kbps over een gedeeld kanaal. Bovendien wordt er een optie voorzien om op verzoek te beschikken over gegarandeerde datasnelheden tot 256 kbps.
- *Streaming data* aan snelheden tot 256 kbps.
- Traditionele (*circuit switched*) *voice & data* en *mobile ISDN* op 64 kbps om compatibel te zijn met bestaande op ISDN gebaseerde toepassingen.
- Geavanceerde toepassingen zoals mobiele telefonie op zee met behulp van de 'pico cell'-technologie<sup>73</sup>.

---

<sup>70</sup> BGAN is het 'Broadband Global Area Network' van Inmarsat en maakt volledig gebruik van de nieuwe I-4-satellieten die door Inmarsat zelf beheerd worden. De op IP gebaseerde services worden verzorgd via partners.

<sup>71</sup> Bron: <http://www.inmarsat.com/About/Newsroom/00023472.aspx?language=EN&textonly=False>

<sup>72</sup> Bron: <http://www.inmarsat.com/Services/Maritime/FleetBroadband>

<sup>73</sup> Een 'pico cell' is een *gsm-basestation* (lokale gsm-antenne) die het, gekoppeld aan de FleetBroadbandterminal, mogelijk maakt voor de crew om aan boord van het schip met persoonlijke gsm's te telefoneren.

Het systeem laat toe om gelijktijdig telefonie en datacommunicatie te doen. Dit betekent dat operationele systemen online kunnen zijn en dat men tegelijkertijd kan e-mailen, webbrowsen en telefoongesprekken kan voeren via dezelfde terminal. In parallel kunnen realtime-updates van elektronische kaart- en weergegevens uitgevoerd worden, heeft men *remote company* intranet- en internettoegang, enz... Een naadloze integratie met het office-netwerk aan wal wordt mogelijk. Inmarsat garandeert bovendien een 99,99% beschikbaarheid van het netwerk.

**Tabel 7 – Inmarsat FleetBroadbandterminals**

Volgens Inmarsat zouden er twee terminaltypes met een verschillende capaciteit beschikbaar komen<sup>74</sup>. Beide systemen gebruiken gestabiliseerde, directionele antennes die kleiner of vergelijkbaar zijn met de huidige Fleetterminals.

	FB250	FB500
<b>Data</b>		
Standard IP	Up to 284kbps	Up to 432kbps
Streaming IP	32, 64, 128kbps	32, 64, 128, 256kbps
ISDN	–	64kbps
<b>Voice</b>	4kbps and digital 3.1kHz audio	
<b>Fax</b>	Group 3 fax via 3.1kHz audio	
<b>SMS</b>	Standard 3G (up to 160 characters)	
<b>Antenna</b>		
Diameter from	25cm	57cm
Height from	28cm	68cm
Weight from	2.5kg	18kg

Bron: Inmarsat

### **Evolutie van Fleet77 naar FleetBroadband**

Op de *'Inmarsat end-user conference'*<sup>75</sup> in juni 2006 werd reeds een discussie gevoerd over de evolutie van Fleet 77 naar FleetBroadband. Welke aanpassingen zijn er vereist aan de bestaande Fleet 77 uitrusting aan boord?

Globaal werd er gesteld dat er geen impact is op de randapparatuur, de antenne-installatie en de bekabeling, maar wel op de *transceiver* en de *'below deck' unit*. Deze zullen moeten vervangen worden. Bestaande gebruikers van Fleet zouden dus alle andere onderdelen van hun installatie kunnen behouden. Tot nu toe bevestigt enkel JRC dat dit daadwerkelijk zo is.

Zowel JRC, Thrane & Thrane als Furuno kondigden aan dat ze FleetBroadband-terminals zullen leveren. Furuno echter pas in 2009.

Inmarsat hoopt dat de combinatie van verhoogde snelheid, lagere gebruikskosten en gemakkelijke installatie voldoende redenen zijn voor de bedrijven om over te schakelen.

<sup>74</sup> Bron: FleetBroadband overzichtsbroschure. Zie <http://www.inmarsat.com/Services/Maritime/FleetBroadband>

<sup>75</sup> Deze conferentie vond plaats op 7 juni 2006 in Athene. Eén van de besproken onderwerpen was: *'Are satellite communication companies meeting ship-owners' needs?'*

JRC<sup>76</sup> toonde op 'Nor-Shipping 2007' in wereldpremière zijn FleetBroadband-satellietcommunicatieterminal JUE-250. Sinds november 2007 is hij te koop.

**Figuur 18 – JRC FleetBroadbandterminal**



Bron: JRC

### **Prijsstrategie**<sup>77</sup>

Inmarsat zal voor FleetBroadband 'airtime'-tarieven<sup>78</sup> aanrekenen die bij onveranderd gebruik van data en *voice calls* t.o.v. SAT-B of Fleet een directe kostenverlaging zullen betekenen. De voordeelfactor zou vergelijkbaar zijn met die van bij de overschakeling van SAT-A naar Fleet.

Natuurlijk hoopt men bij Inmarsat dat, eerder dan kostenbesparing, de beschikbaar gestelde capaciteit en het voordeel van de grotere snelheden iets extra gaat opleveren. Maar de sleutel hiervoor ligt bij de beschikbaarheid van toepassingen die hiervan gebruik zullen maken. Finaal betekent dit een grotere operationele efficiëntie en gereduceerde kosten (ook voor crewcommunicatie) op de schepen.

Inmarsat suggereert dat, in vergelijking met bijvoorbeeld VSAT, FleetBroadband de juiste toekomstgerichte keuze is. Ze staan garant voor continuïteit en men voldoet ermee aan de standaarden voor de maritieme sector.

Om zich verder te weren tegen VSAT, stapt Inmarsat af van zijn 'pay-per-use' of 'pay-per-megabyte' model. Het nieuwe model bevat verschillende *airtime*-tarieven i.f.v. het gebruiksprofiel: laag of hoog gebruik, gebundelde services, serviceniveaus, ...

---

<sup>76</sup> Bron: <http://www.irc.co.jp/eng/index.html>

<sup>77</sup> Bron: Digital Ship November 2007. Zie <http://www.thedigitalship.com/DSmagazine/DSNov2007.pdf>

<sup>78</sup> 'Airtime' is de tijd dat je verbonden bent met de satelliet.

Het geeft een hoge graad van flexibiliteit en laat de gebruikers toe hun *'airtime'* te kopen volgens hun wensen. Maar het biedt tevens de mogelijkheid voor de klant om een strikte, realtimeopvolging te doen van het gebruik van de services en de gemaakte kosten.

Om de klant te helpen een juiste keuze te maken uit de aangeboden mogelijkheden heeft Inmarsat de software tool *'total cost of ownership'* gemaakt. Het brengt alle vereiste gegevens in kaart, gaande van investeringscriteria, het aantal en type schepen dat men beheert, het gemiddelde gebruik per service en de verwachte groei, alle huidige kosten (voor elk schip, service, onderhoud, ...), enz. Het splitst dan alle gegevens op volgens de nieuwe FleetBroadband service-indeling en doet tenslotte een voorstel met voldoende details. Dit geeft de klant een goede basis om de keuze te maken die het beste bij hem past. Interessant is de mogelijkheid om te kiezen voor totaalpakketten (*'Shared Corporate Allowance Packages'* = SCAP's), waarbij de servicerechten gedeeld worden door de verschillende schepen.

Inmarsat ziet VSAT als een geduchte breedbandconcurrent die duidelijk marktaandeel aan het winnen is in de maritieme sector. Maar ook Iridium met zijn werkelijk wereldwijd beschikbare telefonieservice snoept marktaandeel af. Waarschijnlijk zijn dit de belangrijkste redenen voor de snelle introductie van FleetBroadband, voor de grondig veranderende prijsstrategie en voor initiatieven rond nieuwe services. Het is daarom interessant om ook eens bij de concurrenten te gaan informeren.

## 2.1.4 Service-evolutie volgens Intelsat

Intelsat staat voor *International Telecommunications Satellite Consortium*<sup>79</sup>.

Intelsat werd opgericht op 20 augustus 1964 en lanceerde zijn eerste satelliet-communicatiesysteem voor commercieel gebruik in 1965. Het is door dit satellietstelsel dat we over heel de wereld de eerste man op de maan konden zien wandelen. Intelsat is uitgegroeid tot de grootste satelliet-serviceprovider met klanten in 200 landen. Ze beheert 51 satellieten en 8 *teleports*<sup>80</sup>.

Figuur 19 – Logo Intelsat



### De trends en vereisten volgens Intelsat:

- Evolutie naar hybride fiber/satelliet netwerkoplossingen<sup>81</sup> met steeds hogere datasnelheden, zowel regionaal als wereldwijd, om in staat te zijn:
  - De trend naar steeds omvangrijkere applicaties<sup>82</sup> te ondersteunen.
  - Het hoofd te bieden aan het toenemend gebruik van internet-, spraak-, draadloze- en veiligheidstoepassingen.
  - *Remote* operaties en analyses te kunnen laten uitvoeren door een gecentraliseerd team van specialisten in real time. Hiervoor zullen in de toekomst steeds grotere hoeveelheden data getransfereerd worden.
- Nieuwe platformtechnologieën zullen de beschikbare satellietbandbreedte effectiever gaan gebruiken. IP is het dominante protocol.
- De vraag naar *'always on'* breedband tegen een vaste prijs per maand.

Tijdens het 'Digital Ship' congres op 31 januari 2007 in Cyprus kondigde Intelsat<sup>83</sup> een VSAT-breedbandservice aan, toegespitst op de maritieme sector.

---

<sup>79</sup> De officiële Intelsat-website: <http://www.intelsat.com/>

<sup>80</sup> *Teleports* zijn grondstations met grote schotelantennes die de communicatie met de satellieten verzorgen.

<sup>81</sup> Oplossing waarbij het satellietnetwerk ondersteund wordt door een op glasvezel gebaseerd netwerk op aarde.

<sup>82</sup> Applicaties die met grote hoeveelheden gegevens werken.

Hoge datatransfersnelheden zijn vereist om de toepassingen tijdig van de vereiste gegevens te voorzien.

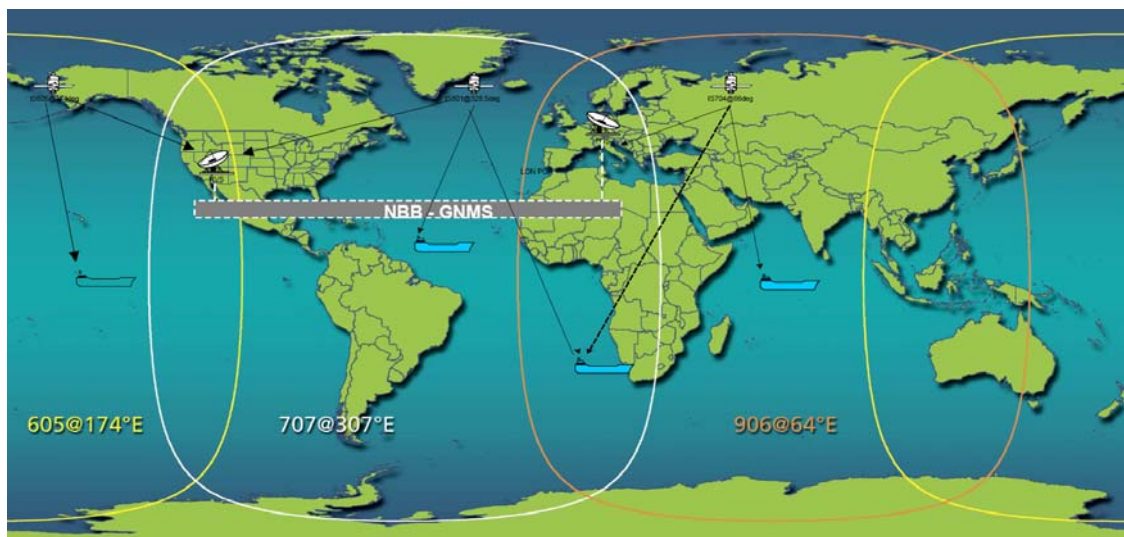
<sup>83</sup> Intelsat werd er vertegenwoordigd door Trevor Willoughby, Senior Sales Director.

Bron: <http://www.thedigitalship.com/powerpoints/cyp07/DSpts/Trevor%20Willoughby,%20Intelsat.pdf>

## Network Broadband Global Maritime Service van Intelsat:

- 'Always on' breedband internettoegang:  
De service is speciaal ontwikkeld voor schepen die met één platform eender waar en wanneer een permanente hogesnelheidsinternettoegang vragen voor spraak-, data- en internettoepassingen (VoIP, webbrowsen, e-mail, filetransfers), toegang tot het bedrijfsnetwerk, uitwisseling van informatie voor *fleet-* en *shipmanagement*, enz.
- Een VSAT-service met gedeelde toegang maar toch met gegarandeerde *Quality of Service (QoS)*<sup>84</sup> en *contention ratio*<sup>85</sup>:  
Er zijn verschillende gebruikersprofielen mogelijk, van 128 kbps tot 512 kbps, gebaseerd op een vaste maandelijkse servicekost per schip.
- Het wereldwijde breedbandnetwerk wordt gerealiseerd door:
  - 3 C-band satellieten bediend vanuit de Intelsat *teleports*.
  - Het *Global Network Monitoring System (GNMS)* van Intelsat.
  - *Automatic Beam Switching (ABS)* voor een naadloze service.

Figuur 20 – Het Broadband Global Maritime netwerk van Intelsat



Bron: Intelsat

<sup>84</sup> QoS geeft de mogelijkheid om een afgesproken minimum bandbreedte per gebruiker en in functie van de toepassingen te garanderen, door permanent en actief de karakteristieken van de communicatie te beheren. Men kan onder andere prioriteiten stellen in functie van de soort datatrafiëk.

Bvb. *video streaming* kan prioriteit krijgen boven webbrowsingverkeer.

<sup>85</sup> *Contention ratio* of ook *Committed Information Rate (CIR)* genoemd.

De bandbreedte, beschikbaar gesteld door de satelliet op één *carrier* (drager) wordt verdeeld over verschillende terminals. Een CIR van bvb. 7:1 betekent dat maximum 7 terminals dezelfde carrier kunnen gebruiken.

Om de nieuwe service aan te bieden heeft Intelsat een businessmodel uitgewerkt met een duidelijke verdeling van taken en verantwoordelijkheden:

De serviceprovider zorgt voor de eindgebruiker:

- Het samenstellen en configureren van de terminals volgens afgesproken service- en trafiekparameters.
- De installatie en het onderhoud van de terminals, zowel HW als SW.
- Eerstelijnsupport naar de eindgebruiker (level-1).
- Het beheer van contracten en de facturatie naar de eindgebruiker.

Intelsat zorgt voor de netwerkservices:

- Het opzetten en beheren van de capaciteiten van de carriers via het GNMS en de *teleports*, de internet *backbone*verbindingen<sup>86</sup>, enz.
- Algemene ondersteuning van de applicatie- en serviceplatformen.
- Permanente beschikbaarheid en 24/7 netwerksupport (level-2).

### 2.1.5 Breedband volgens Radio Holland

Radio Holland introduceerde in 2005 breedbandsatellietservices met 'always on'-connectie voor de maritieme industrie. Volgens Nicole Coeckelbergs<sup>87</sup> zit de evolutie meer in de radioapparatuur en minder in de navigatieapparatuur.

Radio Holland verwacht een zeer sterke groei naar 'always on' en snel internet. Enerzijds is dit nodig voor het ondersteunen van de evolutie van de maritieme businessprocessen en anderzijds zal het een belangrijke rol spelen voor het verhogen van het welzijn van de crew.

In een rol als serviceprovider, zoals beschreven in het businessmodel van Intelsat, introduceerde Radio Holland in juni 2007 'Connector by Radio Holland'<sup>88</sup>. Het gaat hier om een zeer interessant pakket met een veelbelovende service en een hoge kwaliteit. Het is een tot in de puntjes uitgewerkte VSAT-oplossing, kant en klaar voor gebruik, die perfect inspeelt op de door Intelsat aangegeven trends.

---

<sup>86</sup> Het *backbone*-netwerk verzorgt de hogesnelheidsnetwerkverbindingen tussen de landen en de continenten.

<sup>87</sup> Nicole Coeckelbergs is Sales Manager bij Radio Holland – België.

<sup>88</sup> [http://www.radioholland.nl/Airtime/CONNECTOR\\_by\\_Radio\\_Holland.aspx?rId=58](http://www.radioholland.nl/Airtime/CONNECTOR_by_Radio_Holland.aspx?rId=58)

'Connector by Radio Holland' is gelanceerd op Nor-Shipping op 12 juni 2007 voor de koopvaardij en op de Monaco Yacht Show op 19 juni 2007 voor *mega yachting*.



Om een idee te krijgen over hoe dit servicepakket zich verhoudt tot de FleetBroadbandservice van Inmarsat hebben we de technische realisatie en de commercialisering meer in detail bestudeerd.

### Connector by Radio Holland

'Connector by Radio Holland' biedt een 'always on'-breedbandcommunicatie-oplossing. Het is een VSAT-pakket met daarin hardware, *airtime* en leasing. Het voorziet internetacces en telefoonlijnen en biedt de keuze uit 3 bandbreedtes. Het systeem zou gemakkelijk te installeren zijn en het is wereldwijd beschikbaar bij alle Radio Holland-vestigingen die bij problemen ondersteuning garanderen.

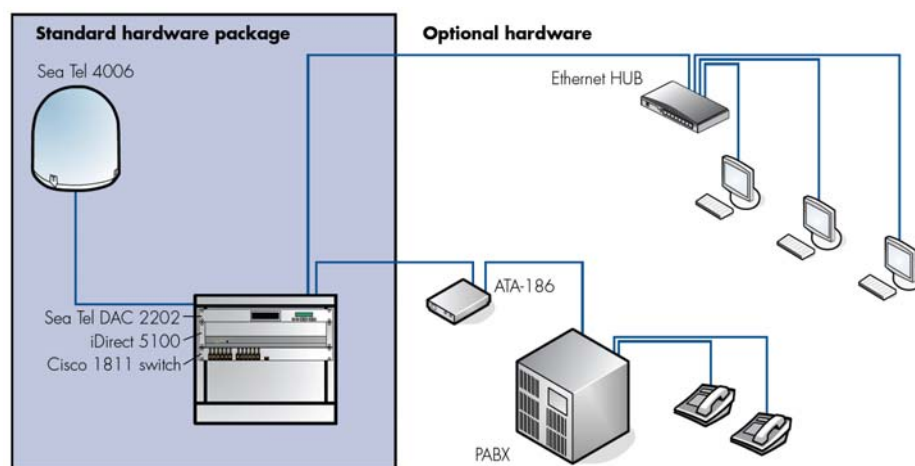
Het pakket biedt:

- 'Always on' onbeperkte internettoegang.
- Minimum 2 telefoonlijnen met toegang tot het publieke telefoonnetwerk.
- Ku-band<sup>89</sup> op alle belangrijke scheepsroutes en C-band<sup>90</sup> wereldwijd.
- Gegarandeerde *Quality of Service* en een *contention ratio* van 7:1.
- Installatie en onderhoud door een wereldwijd servicenetwerk.
- Mogelijkheid tot leasing van de installatie.

### Hardware

Voor de hardware maakt Radio Holland gebruik van Sea Tel, iDirect and Cisco.

**Figuur 21 – Hardwareconfiguratie voor 'Connector by Radio Holland'**



Bron: Radio Holland

<sup>89</sup> Ku-band: Frequentieband tussen 10,9 en 17 GHz waarvan een gedeelte is voorbehouden voor satellieten. De satellieten zenden op 12 GHz (*downlink*-frequentie) en ontvangen op 14 GHz (*uplink*-frequentie).

<sup>90</sup> C-band: Frequentieband tussen 4 en 8 GHz waarvan een gedeelte is voorbehouden voor satellieten. De Satellieten zenden op 4 GHz (*downlink*-frequentie) en ontvangen op 6 GHz (*uplink*-frequentie).

De Sea Tel<sup>91</sup> Ku-Band-antenne heeft een diameter van 1 meter. De antenne voor de C-band, die ook de Ku-band ondersteunt, heeft een diameter van 2,4 meter. Dit is wel enorm groot in vergelijking met de antennes die nodig zijn voor Inmarsat Fleet. Het is wel zeer betrouwbare technologie die over heel de wereld ondersteund wordt.

Voor *roaming* tussen de verschillende satelliet*footprints* (overschakelen naar een andere satelliet) wordt een iDirect 5100<sup>92</sup>-modem gebruikt.

De iDirect beschikt over zeer efficiënte technieken om optimaal gebruik te maken van bandbreedte en compressie van telefoonkanalen. Maar het grootste voordeel is dat het 8 ethernetpoorten heeft die *remote* kunnen beheerd en geconfigureerd worden.

Met een *wide band* LNB<sup>93</sup> op de ontvangstantenne en de mogelijkheid om nieuwe optiefiles te laden, zal de terminal van satelliet naar satelliet kunnen overschakelen zonder manuele tussenkomst. Dit proces is nu nog niet geautomatiseerd, dus voorlopig bestaat de procedure uit het verwisselen van de LNB, het herrichten van de antenne en het herstarten van de modem, om van een nieuwe satelliet gebruik te kunnen maken.

Een Cisco 1811-router<sup>94</sup> (met 24 ethernetpoorten) zorgt voor de LAN-verbinding en via een Cisco ATA 186<sup>95</sup> worden de telefoonlijnen hierop aangesloten.

De verbinding van het systeem met het wereldwijde telefonienetwerk gebeurt via de IP-naar-PSTN-gateway van het London Telehouse. Zij beschikken over fiberlinks naar alle belangrijke locaties op aarde.

---

<sup>91</sup> Sea Tel is gespecialiseerd in gestabiliseerde antennesystemen voor satellietcommunicatie.

Zie <http://www.seatel.com/>

<sup>92</sup> De iDirect 5100 is een flexibel netwerkplatform met een TCP/IP verwerkingscapaciteit van 18 Mbps downstream en 4,2 Mbps upstream. Het ondersteunt ook *Quality of Service*.

Zie [http://www.seanet.se/files/I-Direct%20Series\\_5000.pdf](http://www.seanet.se/files/I-Direct%20Series_5000.pdf)

<sup>93</sup> LNB staat voor *Low Noise Block*. Het is de versterker/*converter* aan de voet van de ontvangstantenne die het satelliet signaal omzet naar microgolven die via een kabel naar de receiver gestuurd worden. Met een optiefile kunnen de karakteristieken van de ontvangstantenne aangepast worden aan de gewenste satelliet.

<sup>94</sup> De Cisco 1811 *Integrated Services Router* biedt een breedbandtoegang met geavanceerde beveiliging.

Zie <http://www.cisco.com/en/US/products/ps6187/index.html>

<sup>95</sup> Met de Cisco ATA 186 *Analog Telephone Adaptor* kan een gewone telefoonset worden aangesloten op een IP netwerk → VoIP (Voice over IP).

Zie [http://www.cisco.com/en/US/products/hw/gatecont/ps514/products\\_data\\_sheet09186a008007cd72.html](http://www.cisco.com/en/US/products/hw/gatecont/ps514/products_data_sheet09186a008007cd72.html)

## Airtime

Zowel de satellietdiensten van Intelsat als van SES Global worden gebruikt.

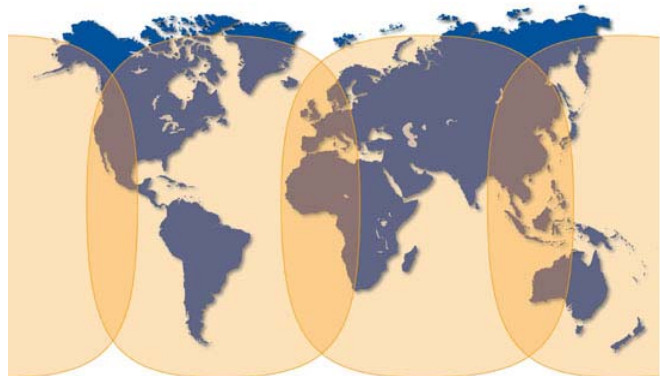
Voor de Ku-band-service maakt men gebruik van een combinatie van de *footprints* van beide services. Op deze manier verkrijgt men een *footprint* die het grootste deel van de aarde bestrijkt, inclusief het noorden van de Stille Oceaan en van de Atlantische Oceaan.

**Figuur 22 – Connector, Footprint Ku-band**



Bron: Radio Holland

**Figuur 23 – Connector, Footprint C-band**



Bron: Radio Holland

De C-band wordt verzorgd door drie Intelsat-satellieten. Zij geven een wereldwijde dekking met uitzondering van de poolgebieden.

**Er worden 3 verschillende bandbreedtes aangeboden:**

**Tabel 8 – Bandbreedtes aangeboden door 'Connector by Radio Holland'**

Level 1	128 kbps ship to shore / 128 kbps shore to ship	2 voice lines
Level 2	128 kbps ship to shore / 256 kbps shore to ship	4 voice lines
Level 3	256 kbps ship to shore / 512 kbps shore to ship	8 voice lines

Voor elk van de drie levels wordt een maximum *contention ratio* van 7:1 gegarandeerd. Hierdoor beschikt de eindgebruiker steeds over een minimum bandbreedte om minstens twee telefoongesprekken tegelijk te kunnen voeren op level 1. Meestal is deze ratio minder gunstig (tot 60:1).

Er wordt ook een *'Fair Access Policy'* toegepast: de totale bandbreedte per gebruik en per terminal wordt opgevolgd. In geval van buitensporig gebruik, kan de bandbreedte naar die terminal gelimiteerd worden om voldoende over te houden voor de andere terminals op de carrier.

### 2.1.6 Service-evolutie volgens de gebruikers

ir. Geert Goossens, projectmanager bij **Euronav** vertelde me dat ze onlangs hun schepen uitgerust hebben met Inmarsat Fleet 77. De kostprijs van de installatie was ongeveer 15000 € per schip. *'Dit is echter nog geen breedband. Ik verwacht dan ook dat we binnen enkele jaren zullen overschakelen naar een permanente breedband internetverbinding op onze schepen. Hiervoor zullen we de Fleet 77-installaties moeten aanpassen. Indien de upgrade of het gebruik ervan echter te duur is, zal dit niet snel ingevoerd worden,'* aldus nog Geert Goossens.

Volgens Nicolas Verbraeken, Shore Captain bij **Jan De Nul** zal de toepassing van breedbandtransmissie gedurende de volgende jaren een belangrijke evolutie kennen. *'De huidige schepen van JDN zijn recentelijk uitgerust met Fleet 77. Wanneer een baggerschip voor een langere periode in een gebied verblijft, wordt er overgeschakeld van Fleet 77 naar een lokale datacommunicatieverbinding. Dit is veel goedkoper dan via satelliet. De nieuwe schepen van JDN worden waarschijnlijk onmiddellijk uitgerust met de opvolger van Fleet 77.'*

Ook voor ICT Vessels Manager Marc Van der Auwera van **Exmar** is de eerste stap de introductie van Fleet 77. *'Rond eind 2007 zal op alle schepen van Exmar de Fleet 77 geïnstalleerd zijn. Het is de vervanger voor de Inmarsat-B. De datatransmissie bij de Fleet 77 kan 64 of 128 kbps zijn. In de praktijk blijkt dat we voor de 64 kbps-versie effectief slechts 35 kbps meten. De 128 kbps-versie kost dubbel zoveel als de 64 kbps-versie, de snelheid verdubbelt echter niet. De 64 kbps-versie is dus economischer in gebruik en wordt aan boord van onze schepen geplaatst. Dit is voldoende voor de uitwisseling van gegevens tussen schip en wal. De gebruikte methoden voor kaartupdates veranderen echter niet. Zelfs een verdubbeling tot 256 kbps is nog niet voldoende voor het doorsturen van grafische bestanden (kaarten, fotomateriaal, ...). De Fleet 77 wordt gebruikt voor spraak, fax en data tegen 64 kbps ISDN (5 à 6 \$/min). Voor pure spraakcommunicatie kost de Fleet 77 0,85 \$/min.'*

Informerend naar zijn mening over andere systemen en de evolutie naar breedband vervolgt hij: *'Exmar maakt geen gebruik van VSAT. VSAT wordt veel gebruikt op cruiseschepen om tegemoet te komen aan de vraag van de passagiers naar internet. De grote antenneafmetingen zijn het probleem.'*

*'Iridium wordt gebruikt voor spraak en data. Het probleem is echter dat er bij dit systeem compressie plaats vindt. Iridium biedt dus een minder goede kwaliteit. De installatiekost voor Iridium is 3500 \$ aan apparatuur. De spraakcommunicatie kost 0,75 \$/min. Iridium wordt als back-up-e-mailsysteem voor de Fleet 77 gebruikt. De Fleet 77 wordt daarom gebruikt voor commerciële doeleinden, Iridium voor persoonlijke doeleinden. Op deze manier wordt de Fleet 77 vrijgehouden van overload door persoonlijke communicatie.'*

*'De datatransmissie verloopt nu sneller, maar voorlopig gaat dit nog weinig invloed hebben op de manier waarop we met kaarten en navigatiesystemen aan boord omgaan. Indien we morgen over een breedbandverbinding met hoge snelheid zouden beschikken en we gebruiken deze voor alle datatransmissie tussen wal en schip (navigatie, communicatie, organisatie en planning, privé-gebruik, ...), dan zouden we een overschot hebben. Voorlopig is de capaciteit dus voldoende groot voor het doorsturen van alle vereiste gegevens en voor de communicatie. De methoden en toepassingen zullen slechts geleidelijk aangepast worden,'* besluit Marc Van der Auwera.

Volgens de enquêtes gepresenteerd door Hanseatic in oktober 2006 waren slechts 38% van de ondervraagden uit de maritieme sector op de hoogte van de komst van FleetBroadband van Inmarsat. En hoewel minder dan de helft (48%) geloofde dat breedband ook echt nodig was op hun schepen, antwoordde toch 64% dat ze zouden overschakelen van hun bestaande Sat-B- of Fleet 77-installatie naar FleetBroadband.

Tijdens een aantal andere kortere gesprekken over dit onderwerp viel het op dat de jonge officiers meer open stonden voor veranderingen. Zij zien de evolutie en de introductie van nieuwe systemen sneller verlopen. Zij bevestigden ook de statements van Radio Holland en BP in verband met *'always on'*-internet.

Uit deze rondvraag kunnen we besluiten dat er een belangrijke toename is in het gebruik van Fleet 77. Er is een duidelijke tendens richting breedband, hoewel er toch een zeker conservatisme merkbaar is. De evolutie naar breedband zal voor een groot gedeelte bepaald worden door de kostprijs en de gebruikskost van de toekomstig aangeboden services. De prijzenpolitiek en concurrentie tussen de serviceproviders zal een belangrijke rol gaan spelen.

## 2.2 Invloed van internet

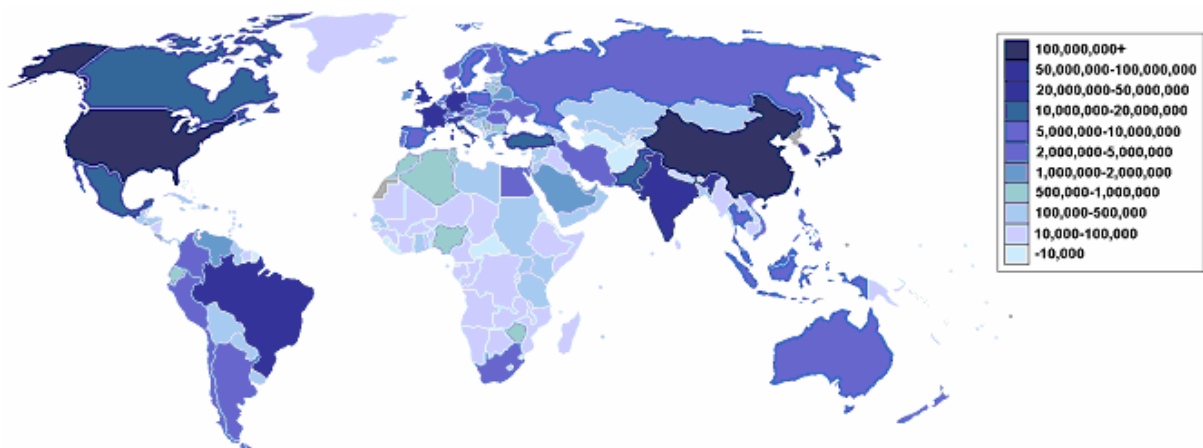
Bij telefonie duurde het 38 jaar om 50 miljoen gebruikers te bereiken.

Bij televisie duurde het 13 jaar om 50 miljoen gebruikers te bereiken.

Bij internet duurde het slechts 4 jaar om 50 miljoen gebruikers te bereiken.

Het internet kan beschouwd worden als één van de belangrijkste technologische uitvindingen van de afgelopen decennia. Anno 2007 zijn er al meer dan 1 miljard internetgebruikers.

**Figuur 24 – Het internetgebruik**



Bron: Central Intelligence Agency – The World factbook

Het internet biedt een reeks verschillende diensten aan, zoals e-mail, World Wide Web, FTP, enz. Het World Wide Web is samen met e-mail de internettoepassing die het populairst is. Bijgevolg worden de termen internet en World Wide Web dikwijls als synoniemen gebruikt.

Technisch gesproken is het World Wide Web een hypertextsysteem dat het internet gebruikt als transportsysteem. Het internet zelf bestaat uit een wereldwijd netwerk van miljoenen computers die zijn aangesloten op een aantal internationale verbindingen, de zogenaamde 'backbones'.

De communicatie tussen de computers op het netwerk gebeurt via het internet-protocol (IP) en maakt gebruik van *packet-switching*. De informatie wordt hierbij opgedeeld in pakketten die ieder voor zich van een IP-adres worden voorzien.

Het IP-protocol is verantwoordelijk voor de adressering van de datapakketten en voor de routing ervan. Voor het opsplitsen en terug samenstellen van de informatie wordt het Transfer Control Protocol (TCP) gebruikt.

Het internet maakt het mogelijk dat miljoenen mensen over de hele wereld communiceren en gegevens uitwisselen. Het is daarom misleidend om het internet uitsluitend te zien als een netwerk. De aan elkaar gekoppelde computernetwerken functioneren als transportmedium van informatie, maar het bijzondere van het internet is de ter beschikking gestelde informatie zelf.

Het succes van het internet ligt grotendeels bij de internetgebruikers zelf. Het internet wordt niet geregeerd door een land. Er is geen persoon of bedrijf die er zeggenschap over heeft. Er bestaat geen 'internetpolitie'.

Deze factoren maken het internet tot wat het momenteel is: superpopulair.

Welke invloed zal internet hebben op de scheepvaart?

### 2.2.1 Trends en vereisten

De realiteit is dat het internet ook de business efficiënter heeft gemaakt.

Door de mogelijkheden om direct te kunnen communiceren, door e-mail en door krachtige softwarematige procesondersteuning heeft internet zowel invloed op het businessproces zelf als op de efficiëntie van de transacties die ermee verbonden zijn. Bvb. *tradingpartner connectivity, business-to-business services*.

**→ Internet + Business = e-Business !**

Men mag er dus van uitgaan dat we op de brug steeds meer via deze weg zullen deelnemen aan deze processen.

**De trends en vereisten kunnen als volgt worden samengevat:**

- Toenemende vraag naar 'always on' breedbandinternet op de brug voor het permanent en simultaan ondersteunen van verschillende toepassingen.
- Een wereldwijd beschikbaar netwerk met een hoge betrouwbaarheid, met een gegarandeerde *Quality of Service* en zonder serviceonderbreking.
- Op IP gebaseerde services voor meer flexibiliteit en groeimogelijkheden.
- Internetservice tegen een vaste prijs per maand.

### 2.2.2 Simultaan gebruik van nieuwe toepassingen

Door de integratie van internet en breedbandsatellietcommunicatie ontstaan er heel wat nieuwe mogelijkheden. Het is dan ook te verwachten dat verschillende nieuwe toepassingen ontwikkeld zullen worden.

Globaal zullen de nieuwe toepassingen schip en kantoor dichterbij elkaar brengen door de ondersteuning van bedrijfsprocessen tot op de brug. Uiteraard zullen ook nieuwe navigatietoepassingen van de uitgebreide mogelijkheden gebruik maken. Vooral veiligheid en efficiëntie zullen hierdoor verbeteren. We komen hier in deel 3 en 4 nog op terug. Ook voor de crew aan boord zal deze evolutie een positieve invloed hebben, want door de uitgebreide communicatiefaciliteiten zullen zij gemakkelijker contact kunnen houden met het thuisfront.

We kunnen de verschillende toepassingen onderverdelen in 3 groepen:

#### **Communicatie:**

- *Remote* bedrijfsintranet- en internettoegang: Directe, snelle en beveiligde communicatie via private netwerken (zie VPN blz. 68).
- Grote filetransfers, real time filetransfers, ...
- Telefonie (gsm, VoIP) en video (*conferencing* en *store & forward video*).

#### **Fleet management:**

- Nieuwe generatie navigatiesystemen: e-Navigatie.
- Real time updates van elektronische kaarten en weerberichten.
- Informatie-uitwisseling over routes: weersroutering, LRIT, ...
- Ondersteund door centrale teams aan wal.

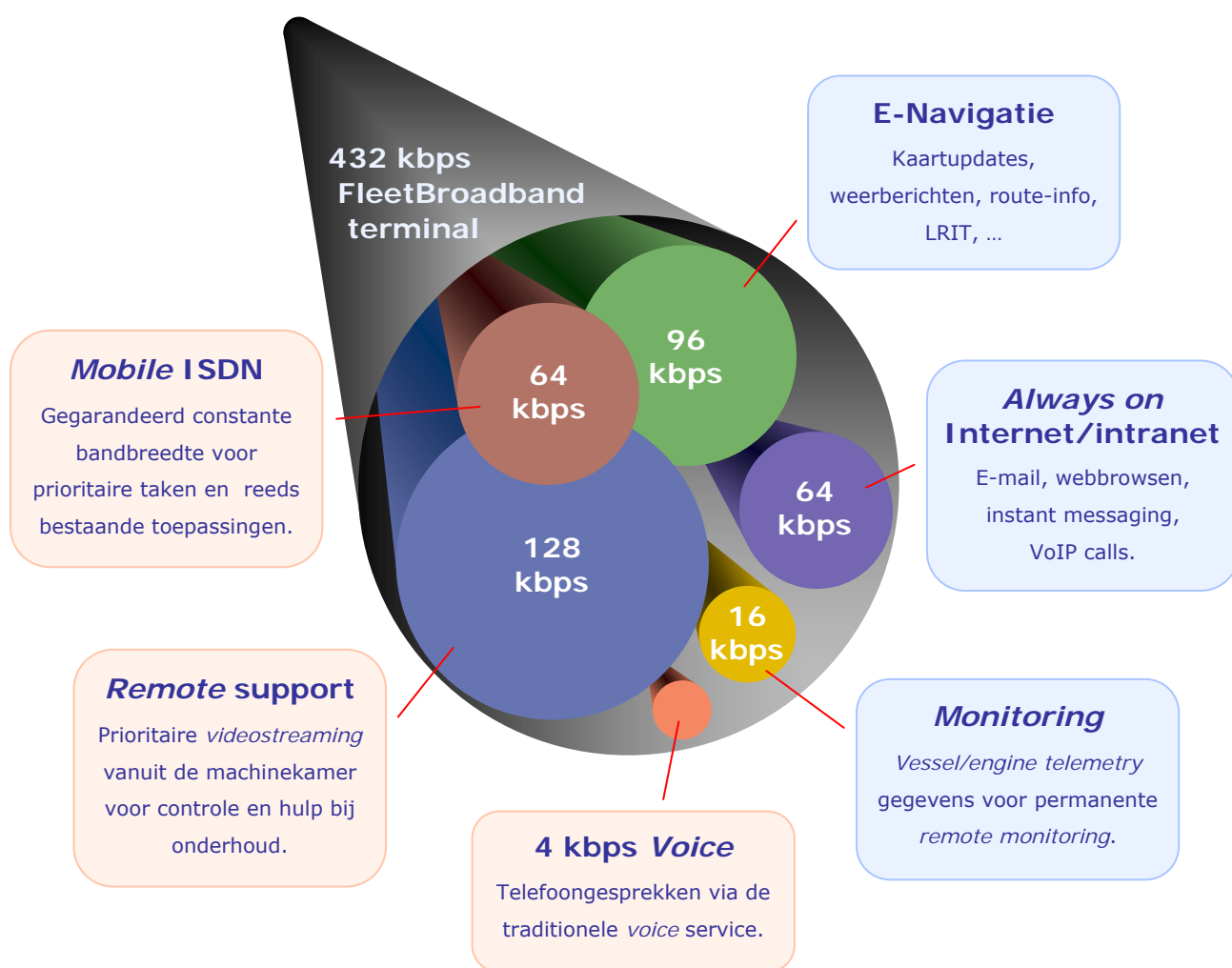
#### **Ship Management Applications (SMA):**

- Controle- en onderhoudsprocessen met *remote* ondersteuning:
  - *Vessel/engine telemetry*: machinealarmen en -prestaties.
  - Ladingsbehandeling en onderhoud van uitrusting (ook IT-infrastructuur).
  - Gecentraliseerde real time expertanalyses.
- Commerciële processen: Transparantie over de volledige transportketen, nl. cargodata, -opvolging, -boeking (verkoop, toelevering, logistiek), ...
- Andere veiligheids- en beheersaspecten:
  - Fysische beveiliging door *remote monitoring*.
  - Medische ondersteuning.
  - Rationaliseren van de exploitatie en toepassen van veiligheidsrichtlijnen.



Belangrijk is dat al deze toepassingen simultaan kunnen werken. Een goed beheer van de beschikbare bandbreedte is dan ook noodzakelijk. Zeker omdat zowel de crew aan boord als centrale teams aan wal samen aan deze processen deelnemen.

**Figuur 25 – Simultaan gebruik van nieuwe toepassingen**



Figuur 25 (gebaseerd op een idee uit een presentatie van JRC) geeft slechts een voorbeeld van een aantal toepassingen welke simultaan actief zijn. Ze maken allen gelijktijdig gebruik van de transmissiecapaciteit die door de satellietterminal ter beschikking gesteld wordt. Het is slechts een momentopname, want op ieder moment kan de bandbreedte die een toepassing gebruikt verschillend zijn (blauwe tekstvakjes), behalve voor die toepassingen die in een speciale categorie vallen (oranje tekstvakjes). Voor deze wordt de bandbreedte gegarandeerd, zoals bvb. *Mobile ISDN*, *videostreaming* of de 4 kbps *voice service*.

Een paar voorbeelden verder toegelicht:

### **VPN: Virtual Private Network**

Een VPN is een beveiligd en volledig gesloten intranet. Het gebruikt het publieke internet maar toch is het niet toegankelijk voor de rest van de wereld. Met een VPN kan men kantoorvestigingen en schepen veilig koppelen en daardoor sneller informatie uitwisselen tussen geografisch verspreide locaties.

### **RCM Voyager: Remote monitoring van schepen**

Deze software van RCM Marine<sup>96</sup> controleert permanent de vibratiepatronen van met sensoren uitgeruste scheepsonderdelen. Het registreert zogenaamde 'uitzonderingen' telkens de vibraties buiten de vooropgestelde normen vallen, waarbij het belangrijke waarschuwingen geeft voor scheuren en mogelijke schade. De informatie wordt via satelliet doorgestuurd naar een centraal punt aan wal, waar een team van specialisten de gegevens dan verder onderzoekt.

RCM Voyager is een goed voorbeeld van een 'Supervisory Control And Data Acquisition'-systeem (SCADA) en is bijzonder interessant voor het beheer van tankers. Men kan er een hele vloot mee uitrusten. Onderlegt personeel aan wal zou dan controle kunnen uitoefenen over de schepen van meerdere vloten tegelijk en zo een back-up zijn voor de staf aan boord. Op die manier kan men op tijd ingrijpen, schade en pollutie vermijden en kostbaar tijdverlies voorkomen.

### **KPI en TMSA voor meer productiviteit en een hogere veiligheid:**

- KPI staat voor Key Performance Indicator:  
Door de mogelijkheid om de gegevens van de sensoren te verzamelen en centraal te verwerken, kan zeer waardevolle informatie verkregen worden die kan helpen om de managementprocessen bij te sturen.
- TMSA staat voor Tanker Management Self Assessment:  
Het is een nieuwe industriële standaard die moet helpen om de veiligheid van tankeroperaties verder te verbeteren. Een belangrijke bevinding is dat een groot gedeelte van de incidenten en ongevallen met tankers hun oorzaak vinden in het operationele beheer van de schepen<sup>97</sup>. Om de kwaliteit ervan te verbeteren heeft het *Oil Companies International Marine Forum* (OCIMF) in 2004 het TMSA-programma gelanceerd<sup>98</sup>.

---

<sup>96</sup> Bron: <http://www.rcmmarine.com/products/voyager/index.php>

<sup>97</sup> Bron: Swedish Shipping Gazette #12, 2006

<sup>98</sup> Bron: [http://www.ocimf.com/custom.cfm?action=headlines&news\\_id=39](http://www.ocimf.com/custom.cfm?action=headlines&news_id=39)

### 2.2.3 *Crew calling* anno 2007

Op het vlak van crewcommunicatie zijn er hoge verwachtingen.

De revolutie van de moderne communicatiemogelijkheden kan niet langer worden gestopt aan de kustlijn. De crew aan boord kijkt uit naar dezelfde faciliteiten als aan wal. Ze wil telefonie, internet en e-mail voor slechts een paar eurocent.

Om aan hun wensen tegemoet te komen, proberen de maritieme telecom- en satellietoperatoren hun kosten te drukken door hun efficiëntie op te drijven en het volume aan datatrafiëk te verhogen. Een aantal operatoren heeft met succes de trafiëk kunnen verhogen door het invoeren van 'prepaid' telefoonkaarten. Dit is zeker zo voor Iridium, maar ook Telaurus Communications bedient al 1200 schepen<sup>99</sup>. Ze zijn daardoor zeer populair bij de bemanning.

Uit een enquête uitgevoerd door Inmarsat<sup>100</sup>, blijkt dat we er een hele stap op vooruit zijn gegaan vergeleken met 2001, toen slechts 50% van de kapiteins *crew calls* kon tolereren. Toch zijn er anno 2007 nog tussen de 10% en 20% van de scheepvaartbedrijven en kapiteins die niet willen dat de aandacht van hun bemanning wordt afgeleid door het communiceren met de wal.

Eén van de meest gehoorde klachten, zowel van scheepseigenaars als van kapiteins is, dat *crew calling* van op de brug moet gebeuren. Nochtans zijn er technische oplossingen beschikbaar om het anders te doen. Jammer genoeg is volgens de enquête slechts 32% van de scheepseigenaars hiervan op de hoogte.

Er is ook een zeer grote interesse bij de ondervraagden in gsm via satelliet.

97% van de bemanning zou het willen gebruiken terwijl 83% van de scheepseigenaars het zou toelaten.

Buiten telefonie is e-mail natuurlijk de meest populaire datatoepassing.

Ongeveer 70% van de bemanning aan boord van de schepen heeft toegang tot een computer. In meer dan de helft van de gevallen staat deze in de scheepsoffice of anders op de brug. Meestal kan de bemanning er gratis gebruik

---

<sup>99</sup> Bron: [http://www.ukho.gov.uk/content/corpAttachments/AW/et10\\_web\\_final.pdf](http://www.ukho.gov.uk/content/corpAttachments/AW/et10_web_final.pdf)

<sup>100</sup> Bron: 'Findings from Crew Calling III Market Survey' uitgevoerd door Inmarsat in de eerste helft van 2007. [http://www.thedigitalship.com/powerpoints/sing07/piers\\_cunningham\\_inmarsat.pdf](http://www.thedigitalship.com/powerpoints/sing07/piers_cunningham_inmarsat.pdf)

van maken maar men is wel beperkt tot e-mails zonder bijlagen om het datavolume beperkt te houden.

Tv-ontspanning is beschikbaar op ongeveer 50% van de schepen, en indien de bemanning zou kunnen kiezen dan zouden ze meer nieuws en actuele onderwerpen willen zien en minder films.

De algemene trend is dat er voor de scheepvaartbedrijven geen andere optie is dan goede communicatiemogelijkheden te voorzien voor hun personeel, tenminste als men als bedrijf aantrekkelijk wil blijven voor de jobmarkt.

Deze tendens wordt nog eens extra versterkt omdat bovendien de generatie jongeren, die nu kiezen voor een carrière op zee, opgroeien met een hele reeks nieuwe verwachtingen. Al dan niet kunnen communiceren met vrienden en familie wordt meer en meer een breekpunt bij het maken van hun keuze voor een bedrijf.

## 2.3 Evolutie van de software

*“The drive for progress, accompanied by a declining knowledge of science by the end users, can lead to irreversible disaster.*

*The more sophisticated and powerful a technological system becomes, so the more susceptible it is likely to be to breakdowns and subtle malfunctions. Similarly, the more far reaching will be the consequences of breakdowns.”*

**Arthur Clarke in zijn boek ‘Superiority’<sup>101</sup>**

### 2.3.1 Het belang van eenvoud en gebruiksvriendelijkheid

Door de technologische evolutie van de afgelopen decennia hebben we nu verschillende nieuwe systemen met een groot aantal functies, maar dikwijls werken ze vrij ingewikkeld en zijn ze weinig gebruiksvriendelijk. Elk systeem heeft zijn eigen specifieke interface. Dit maakt het niet alleen moeilijk om ze allemaal aan te leren maar het creëert ook onveilige situaties.

*‘De bemanning is zich dikwijls niet bewust van de mogelijke fouten. Zeker wanneer apparaten niet dezelfde referentie gebruiken en dus foutief zijn ingesteld, zoals groundspeed en seaspeed bij koppeling van gps, radar en ECDIS. Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties,’ aldus Nico Verbraeken van Jan De Nul.*

Bij nieuwe ontwikkelingen moet de focus verlegd worden naar eenvoud, uniformiteit, bruikbaarheid en gebruiksvriendelijkheid. Als de gebruikersinterface intuïtief is, zullen er mede door de natuurlijke (re)actie van de gebruiker minder fouten gemaakt worden. Bijkomend is dit ook de enige manier om ervoor te zorgen dat de trainingskosten niet oplopen tot dezelfde grootteorde als de kosten van de systemen zelf.

---

<sup>101</sup> ‘Superiority’ is een sciencefiction kortverhaal, geschreven door Arthur Clarke en gepubliceerd in 1951.

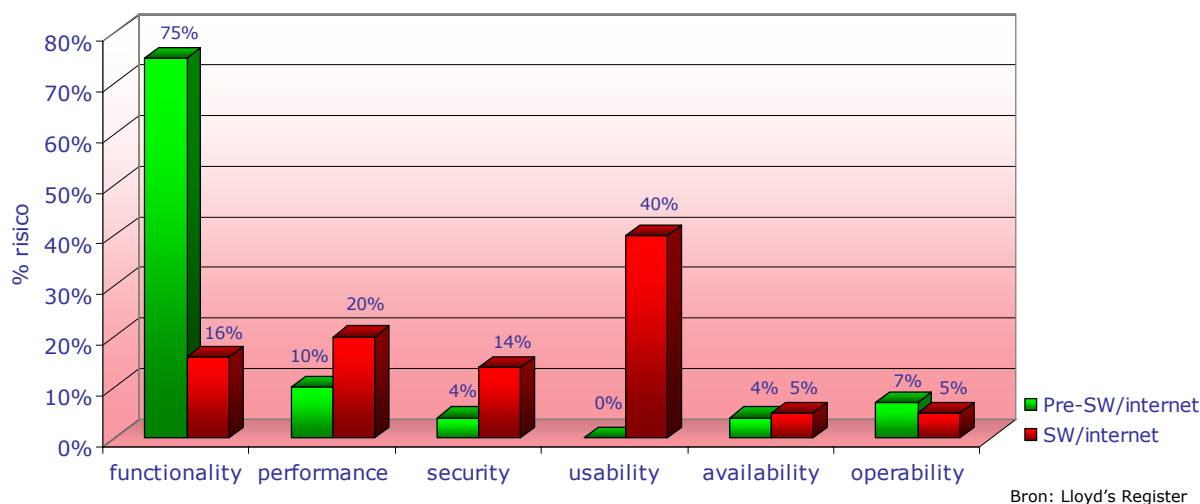
Het vertelt het verhaal van een onderlinge wapenwedloop. Ondanks zijn superioriteit wordt de groep die over de meest technologisch geavanceerde uitrusting beschikt, toch verslagen. Dit is te wijten aan eigen organisatorische problemen en aan de wil om nieuwe technieken te gebruiken zonder ze echt onder de knie te hebben.

Iedereen is het erover eens dat de systemen aan boord gemakkelijk in gebruik moeten zijn, maar meestal is dit niet het geval.

Volgens Marc Persoons van Persikal<sup>102</sup> zijn er slechts een beperkt aantal vrijheden bij de ontwikkeling van nieuwe systemen. *'Het probleem is, dat gegevens tussen toestellen uitwisselbaar moeten zijn. De IMO-standaarden zijn soms verouderd of gebaseerd op beperkende compromissen. Het proces om vernieuwing door te voeren verloopt traag en soms te theoretisch.'* Maar een oorzaak is waarschijnlijk ook dat de gebruikers, nl. de bemanning aan boord van de schepen, veelal niet betrokken worden bij deze processen.

Bovendien moeten we ons bewust zijn van de risicoverschuiving<sup>103</sup> die er optreedt met de invoering van instrumenten die gebaseerd zijn op de nieuwe technologieën (zie Grafiek 11). Terwijl voordien 75% van de risico's gekoppeld waren aan het (niet) functioneren van het toestel, is dit nu verschoven naar het gebruikaspect (*usability*: 40%). Merk ook de grote risicostijgingen op voor doeltreffendheid (*performance*: 20%) en veiligheid (*security*: 14%).

**Grafiek 11 – Risicoverschuiving ten gevolge van software en internet**



De ICT-managers die de zeevarenden vertegenwoordigen moeten eenvoud, uniformiteit en gebruiksvriendelijkheid steeds als zeer belangrijke criteria naar voren schuiven bij de evaluatie van nieuwe systemen. Maar ook bij de ontwikkelaars moeten we ernstig aandringen om hieraan prioriteit te geven.

<sup>102</sup> Periskal is actief in navigatietoepassingen voor de binnenvaart. Marc Persoons is één van de twee oprichters. Hun bekendste product is de Tresco Inland ECDIS Viewer die gebruikt wordt aan boord van meer dan 3000 binnenschepen in Europa. Zie <http://www.periskal.com/>

<sup>103</sup> Bron: <http://www.thedigitalship.com/powerpoints/ath07/Jonathan Earthy, Lloyds Register.pdf>

De '5 E's of Usability'<sup>104</sup> is een hulpmiddel dat ontwikkeld werd om de aandacht te vestigen op de verschillende aspecten van bruikbaarheid en gebruiksvriendelijkheid. Het kan worden toegepast bij het ontwerpen van nieuwe systemen maar het is ook zeer geschikt voor het maken van afwegingen bij het selecteren van systemen. Tabel 9 geeft een overzicht.

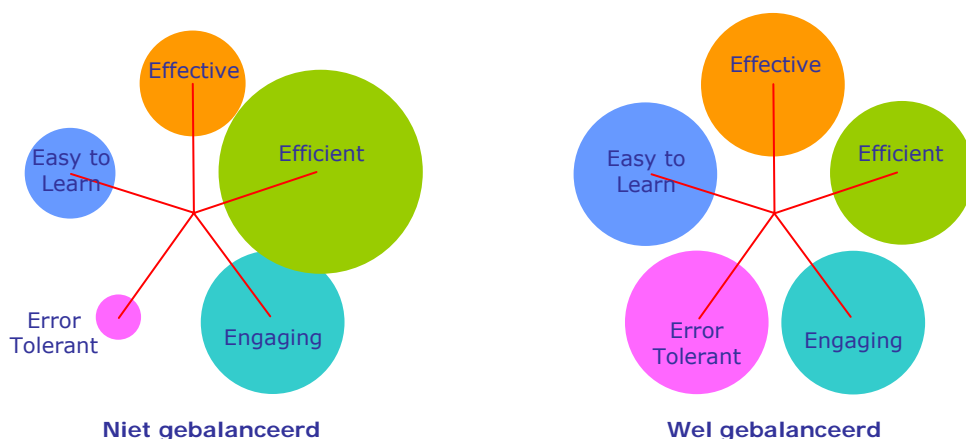
**Tabel 9 – The 5 E's of Usability**

<b>Effective</b>	Hoe doeltreffend, volledig en accuraat kan het werk gedaan worden?
<b>Efficient</b>	Hoe snel kan het werk gedaan worden?
<b>Engaging</b>	Hoe aangenaam is de gebruikersinterface? Hoe goed wordt de gebruiker betrokken bij de interactie?
<b>Error Tolerant</b>	Hoe goed wordt de gebruiker beschermd tegen het maken van fouten en hoe goed helpt het de gebruiker bij het rechtzetten van gemaakte fouten?
<b>Easy to Learn</b>	Hoe gemakkelijk leert men het product initieel gebruiken en hoe goed wordt daarna het permanent leren ondersteund?

Bron: Whitney Quesenbery

Het is de bedoeling om systemen zo te ontwikkelen dat ze een goede balans vormen tussen deze verschillende dimensies.

**Figuur 26 – Het balanceren van de dimensies van bruikbaarheid**



Bron: Whitney Quesenbery

Door rekening te houden met deze dimensies zullen de kosten niet stijgen. Er rekening mee houden is een kwestie van goede gewoonten aannemen.

<sup>104</sup> Bron: 'Using the 5 E's to Understand Users'. Zie <http://www.wqusability.com/>

Voor het aspect 'eenvoud' bestaan er ook een aantal richtlijnen. We denken hierbij bijvoorbeeld aan het boek *'The Laws of Simplicity'* van John Maeda<sup>105</sup>. De tien *'laws'* zijn een verzameling van verschillende aspecten waaraan aandacht moet worden besteed bij het ontwerpen van een gebruikersinterface.

**Tabel 10 – 'The Laws of Simplicity' van John Maeda**

<b>1. Reduce</b>	Bedachtzaam reduceren.
<b>2. Organize</b>	Door te organiseren vermindert het gevoel van complexiteit.
<b>3. Time</b>	Als men tijd kan besparen, lijkt het eenvoudiger.
<b>4. Learn</b>	Kennis maakt alles eenvoudiger.
<b>5. Differences</b>	Eenvoud en complexiteit hebben elkaar nodig.
<b>6. Context</b>	Zorg voor voldoende context en het juiste niveau van detail.
<b>7. Emotion</b>	Meer emotie is beter dan minder.
<b>8. Trust</b>	In eenvoud hebben we vertrouwen.
<b>9. Failure</b>	Sommige dingen kunnen nooit simpel gemaakt worden.
<b>10. The one</b>	Eenvoud is het wegnemen van het voor de hand liggende en het toevoegen van het betekenisvolle.

Bron: John Maeda

John Maeda haalt verschillende voorbeelden aan om zijn *laws* toe te lichten: dvd-spelers, iPod, Google, enz. Zijn *laws* zijn zowel bruikbaar voor het ontwerpen van een webpagina als voor de opstelling of schikking van de bedieningsknoppen van een toestel of van gebruikerssoftware.

---

<sup>105</sup> John Maeda is een grafisch designer, visueel artiest en computerdeskundige met wereldfaam. Hij is verbonden aan het MIT Media Lab en is een verkondiger van *'simplicity'* in het digitale tijdperk. Het boek beschrijft zijn *'10 laws of simplicity'*. Zie <http://lawsofsimplicity.com/>



### 2.3.2 Kwetsbaarheid en veiligheid

Door de evolutie naar een *'always on'* scheepsbrug met internet en talrijke nieuwe softwaretoepassingen ontstaat er duidelijk een nieuwe problematiek. We worden blootgesteld aan bedreigingen, veroorzaakt door virussen afkomstig van het internet of door een mogelijke softwarecrash, die het volledige systeem onbruikbaar kunnen maken. Dit creëert belangrijke nieuwe risico's.

De ernst van de bedreigingen mag niet onderschat worden.

Zo zal een niet tegen virussen beveiligde pc, aangesloten op het internet, gemiddeld binnen de 60 minuten geïnfecteerd zijn. En bij normaal gebruik van e-mail wordt maandelijks al gauw tot 20 Mb spam ontvangen (ongewenste e-mail). Indien men zich op een schip bevindt zal men voor zijn e-mails gebruik moeten maken van een satellietverbinding. Dit betekent dat de kosten voor nutteloze transmissies als spam kunnen oplopen tot honderden euro's.

MessageLabs Intelligence<sup>106</sup> rapporteerde voor juni 2007 volgende gegevens:

- 72,4% van de berichten op internet bevatten spam.
- 1 e-mail op de 127 bevat *malware*<sup>107</sup>.
- 1 e-mail op de 124 bevat *phishing attacks*<sup>108</sup>.

Bovendien zijn er nog andere gevaren zoals *spoofing* en *mail bombing*<sup>109</sup>.

De gevaren ten gevolge van de breedband internetevolutie zijn dus niet te onderschatten. Bedenk dat één bericht al voldoende is om een infectie aan boord te krijgen met mogelijk catastrofale gevolgen.

De systemen worden dus bijzonder kwetsbaar. Een doorgedreven bescherming ter beveiliging van het netwerk en tegen mogelijke softwarecrashes is noodzakelijk. Hierin gespecialiseerde diensten zijn dus onmisbaar.

---

<sup>106</sup> MessageLabs is bekend als marktleider op gebied van webbeveiliging.

Zie <http://www.messagelabs.com/intelligence.aspx> voor geactualiseerde informatie.

<sup>107</sup> *Malware* is de verzamelnaam voor schadelijke of kwaadaardige (*malicious*) software.

<sup>108</sup> *Phishing* is het ontfutselen van informatie. Het is een vorm van internetfraude waarbij de gebruiker wordt opgelicht, door hem naar een valse website te lokken die een kopie is van de echte. De nietsvermoedende gebruiker geeft al zijn gegevens vrij aan de fraudeur (bvb. kredietkaartnummer) met alle gevolgen van dien.

<sup>109</sup> *Spoofing* is het sturen van berichten onder de naam van iemand anders (fraude).

*Mail bombing* is het bestoken van een mailadres met duizenden e-mails tegelijk (sabotage).

## ***2.4 Deelbesluit digitalisering en communicatie***

De kracht en de beschikbaarheid van communicatiemiddelen is de afgelopen tien jaar opmerkelijk toegenomen. En hoewel maritieme communicatie nog een hele weg heeft af te leggen voor ze hetzelfde niveau zal bereiken als aan wal, zijn ook de mogelijkheden op zee revolutionair aan het veranderen.

De snelheid van de breedbandverbinding tussen wal en schip zal toenemen, terwijl de kosten voor het gebruik ervan relatief zullen dalen. Er zullen meerdere satellietssystemen ontvangen kunnen worden op dezelfde terminal en het overschakelen tussen satellieten zal automatisch verlopen. Dit levert wereldwijde en permanente beschikbaarheid zonder serviceonderbreking.

Dataverbindingen met snelheden van 512 kbps, 1 Mbps of meer worden in de loop van de volgende jaren gebruikelijk. En door de geplande capaciteitsuitbreiding van de satellieten zal de beschikbaar gestelde bandbreedte nog in belangrijke mate toenemen. Maar de verschillende nieuwe softwaretoepassingen zullen ook een steeds grotere bandbreedte vereisen. We mogen rekening houden met een jaarlijkse verdubbeling van de hoeveelheid getransfereerde data tussen schip en wal.

'Always on'-internet zal zijn intrede doen aan boord en IP wordt het dominante communicatieprotocol. Breedband internetverbindingen zullen binnen vijf jaar algemeen aanwezig zijn op de schepen. Ook het digitale netwerk aan boord wordt steeds uitgebreider. Dit zorgt overal op het schip voor internettoegang.

'Always on'-internet levert hechte verbindingen. Kantoor en schip zullen steeds dichter naar elkaar toe groeien. Alle schepen van een vloot zullen samen met de kantoren aan wal één groot digitaal bedrijfsnetwerk vormen, met nagenoeg dezelfde faciliteiten aan boord als aan wal. Door deze infrastructuur wordt de business efficiënter gemaakt. Men mag er dus van uitgaan dat we op de brug steeds meer via deze weg zullen deelnemen aan deze processen. Onze taken als officier zullen hierdoor veranderen. Dit levert enerzijds een aantal groeimogelijkheden, maar anderzijds moeten we ook rekening houden met een paar neveneffecten.

Door het toenemende gebruik van een alsmaar complexer wordend digitaal scheepsnetwerk, zullen we er ook meer en meer afhankelijk van worden.

Hierdoor zal er een groeiende vraag zijn naar gespecialiseerde kennis aan boord. Zullen we daarom binnen enkele jaren op ieder schip een IT-/netwerkbeheerder vinden? Om de digitale werkomgeving operationeel, veilig en up-to-date te houden, zal men waarschijnlijk beroep doen op gespecialiseerde bedrijven, zodat de officieren zich kunnen concentreren op schip en vracht.

Door de alsmaar groeiende hoeveelheden te transfereren data wil men tevens een strikte kostencontrole, en dit zonder verrassingen. De algemene trend in de maritieme sector is dan ook dat de scheepvaartbedrijven voor deze breedband-diensten een vaste prijs per maand willen betalen, het liefst onder de vorm van servicecontracten (SLA's) met de serviceproviders voor de hele vloot ineens.

Om historische redenen domineert Inmarsat nagenoeg de volledige maritieme sector. Fleet 77 is anno 2007 de meest verkochte satellietcommunicatieterminal. Mede geholpen door het ondersteunen van GMDSS schakelt het overgrote deel van de schepen over op Fleet 77. Maar toch is er een groeiend aantal scheepvaartbedrijven dat beslist om een breedband VSAT-terminal te installeren, met *'always on'*-internet en tegen een vaste prijs. Dit was tot voor kort niet het geval. Inmarsat heeft het signaal van de markt begrepen en heeft daarom in november 2007 FleetBroadband gelanceerd. Ook hun kostenmodel werd hierbij aangepast. De onderlinge concurrentie zal de kostprijs wellicht verder drukken en de geboden services verbeteren. Dit is een goede zaak voor de scheepvaartbedrijven.

En dan is er nog de evolutie van de softwaretoepassingen zelf. Door de steeds groter wordende functionaliteit zal de automatisering stijgen. Op IP gebaseerde services geven meer flexibiliteit en groeimogelijkheden. Zowel communicatie, *fleet management*- als *ship management*-toepassingen zullen hiervan profiteren. Voor hulp bij het uitvoeren van navigatie-, onderhouds- en controletaken kan men beroep doen op specialisten aan wal in real time. Al deze toepassingen zullen simultaan kunnen uitgevoerd worden dankzij de voortschrijdende digitalisering en de enorme communicatiemogelijkheden. Maar toch ontstaan er hierdoor belangrijke nieuwe gevaren. Software en internet brengen wel degelijk risico's met zich mee.

We moeten ons dus bewust zijn van de risicoverschuiving die er optreedt met de invoering van instrumenten die gebaseerd zijn op deze nieuwe technologieën.

Terwijl voordien driekwart van de risico's te maken hadden met het (niet) functioneren van de instrumenten, zullen deze risico's bij de nieuwe toepassingen verschuiven naar problemen met gebruik, doeltreffendheid en veiligheid.

Bij nieuwe ontwikkelingen en uitbreidingen van bestaande toepassingen moet de focus daarom verlegd worden naar bruikbaarheid en eenvoud. Als de gebruikersinterface intuïtief is zullen er, mede door de natuurlijke (re)actie van de gebruiker, minder fouten gemaakt worden. Dit zijn belangrijke selectiecriteria bij de aanschaf van nieuwe instrumenten of toepassingen.

Het is begrijpelijk dat voor de scheepvaartbedrijven het optimaliseren van de operaties aan boord en van de business de eerste prioriteit is bij de invoering en de toepassing van de technologische vernieuwingen die we in dit deel hebben besproken. Het is echter maar een kwestie van tijd, dat zeevarenden het als normaal zullen beschouwen dat ook zij van deze moderne communicatiefaciliteiten aan boord kunnen genieten. Dit zal hen toelaten om via VoIP, e-mail en *instant messaging* in contact te blijven met familie en vrienden terwijl ze op zee zijn. Toegang hebben tot deze faciliteiten zal een bepalende factor worden voor de sfeer en de motivatie aan boord. Biedt men deze mogelijkheid niet, dan lopen deze scheepvaartbedrijven het risico dat ze het meest ervaren en best getrainde personeel niet aan boord van hun schepen kunnen houden. Bij een aantal bedrijven is de trend om deze faciliteiten aan te bieden al ingezet en de behoefte wordt ook meer en meer algemeen erkend.

# 3 Integratie

Een zeeman vindt zijn weg op zee omdat hij over de vaardigheid beschikt om de gegevens van de navigatie-instrumenten die hij gebruikt te interpreteren.

Alleen dankzij die kunde kan hij bepalen waar hij zich bevindt en welke koers hij moet varen om zijn bestemming te bereiken.

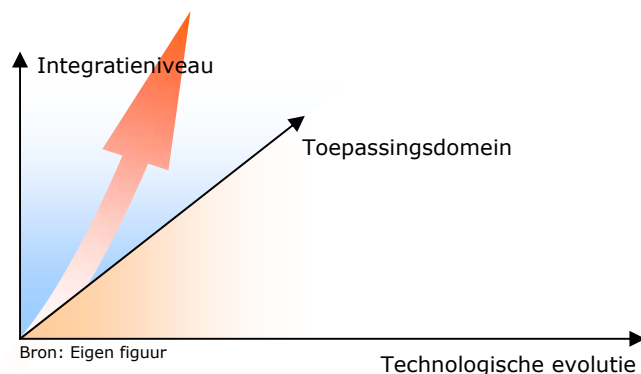
In de loop der tijden deed de techniek zijn intrede in de navigatie. De instrumenten die werden ontwikkeld, maakten de bepaling van plaats en koers steeds gemakkelijker en betrouwbaarder. Breedtebepaling werd mogelijk vanaf de 10<sup>de</sup> eeuw en lengtebepaling vanaf het midden van de 18<sup>de</sup> eeuw door de uitvinding van de tijdmetre. Zeekaarten vervullen temidden van al die hulpmiddelen al eeuwenlang een onmisbare functie.

Met de uitvinding van de elektriciteit geraakte de evolutie sinds het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw in een stroomversnelling. En door de krachtige communicatietechnieken en de digitalisering in de laatste drie decennia gaat het nog sneller.

Door de combinatie van de verschillende technieken werden de navigatiehulpmiddelen krachtiger en nauwkeuriger. De nieuwe technologieën creëerden dus de mogelijkheid om functies te combineren. En deze integratie creëerde op zijn beurt weer nieuwe mogelijkheden waardoor nieuwere en nog krachtigere toepassingen ontstonden. Zo evolueren we naar een steeds grotere integratie.

Na de bespreking van de technologische vernieuwingen in de twee vorige delen van deze verhandeling, gaan we in dit derde deel dieper in op de toenemende invloed van integratie op de moderne navigatiemiddelen.

**Figuur 27 – Evolutie in drie dimensies**



### 3.1 Productinnovatie: een overzicht

#### 3.1.1 Productfilosofie in de maritieme sector tot de jaren '80

Wanneer men navigatieactiviteiten ontleedt, dan komen we tot vier elementaire handelingen: de positie bepalen, de oriëntatie bepalen, de koers bepalen en de omgeving kennen. Indien men over weinig hulpmiddelen beschikt, is het vrij logisch dat de aandacht bij de ontwikkeling ervan zuiver gericht is op functionaliteit. Door de technische aspecten en het eigen karakter van elk instrument is er specifieke kennis vereist om het te gebruiken.

Figuur 28 – Productfilosofie tot de jaren '80



Radar   Kompas   Gyro   Stuurinrichting   Speed log   Sensoren   Communicatie

Bron: bewerking van illustratie van Rudi Joustra

Wanneer we alle instrumenten die tot in de jaren '80 beschikbaar waren overlopen, kunnen we hieruit volgende productfilosofie en conclusies destilleren<sup>110</sup>:

- Een afzonderlijke en eenzijdige aanpak per instrument:  
Instrumenten werden ontwikkeld met enkel aandacht voor hun functie.
- Weinig aandacht voor de gebruikersinterface:  
Vrij zware en complexe bediening en werkprocedures, die bovendien voor elk toestel verschillend waren.
- Elk instrument gebruikte afzonderlijke gegevens:  
Er werd geen eenduidigheid tussen de navigatietoestellen gegarandeerd.
- Veiligheid werd enkel gegarandeerd door de expertise van de bemanning.

<sup>110</sup> Bron: Presentatie 'Linking The Ship Bridge To Satellite Communications', gegeven door Rudi Joustra op 17 april 2007 in Dubai tijdens de 'Digital Ship' conferentie.

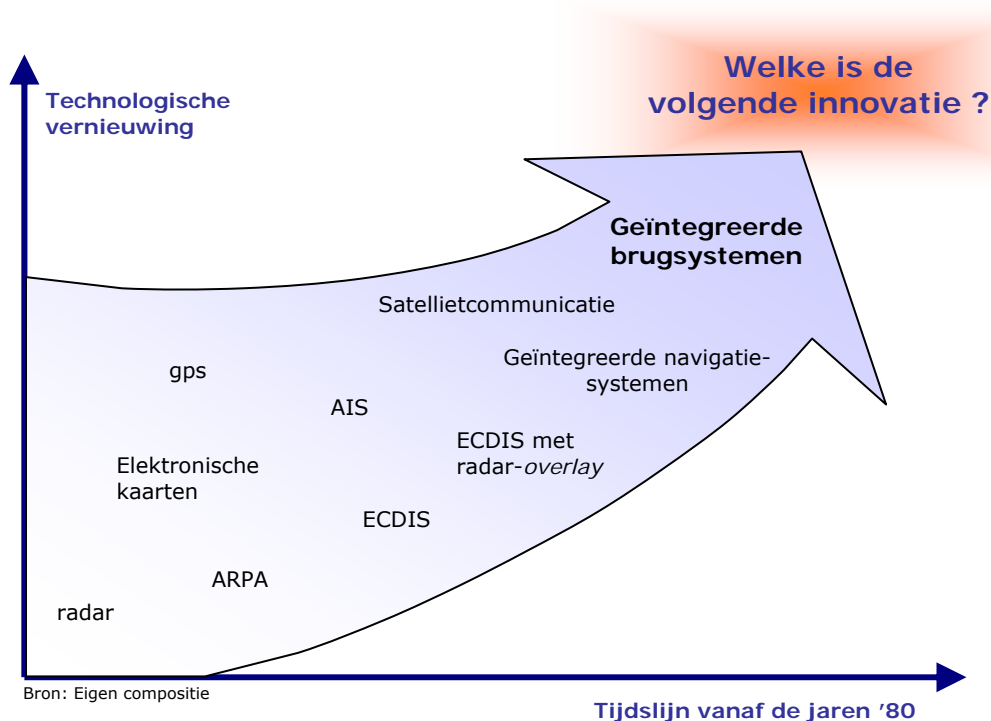
Zie [http://www.thedigitalship.com/powerpoints/dubai07/rudi\\_joustra\\_elcome.pdf](http://www.thedigitalship.com/powerpoints/dubai07/rudi_joustra_elcome.pdf)

### 3.1.2 Productevolutie sinds de jaren '80: tijdslijn tot vandaag

De belangrijkste trend is de steeds verder doorgedreven integratie van de navigatiehulpmiddelen. Deze wordt ondersteund door de evolutie in de elektronica en de chiptechnologie, door de digitalisering en door de nieuwe communicatiemogelijkheden. M.a.w. door het combineren van de verschillende technologische vernieuwingen ontstonden er nieuwe toepassingen met een eigen toegevoegde waarde. Steeds meer gesofistikeerde functies werden gecreëerd:

- Door radar aan gyrokompas te koppelen kon men radarbeelden oriënteren.
- Door ARPA kon de radar uitgebreid worden met *plotting*faciliteiten.
- Door VHF en gps-positie-informatie kon men AIS lanceren.
- Door gps kon de positie van het schip op het elektronische kaartstelsel getoond worden. Dankzij verdere integratie konden de radarbeelden over de elektronische kaarten gelegd worden. Ook AIS-informatie van andere schepen kon getoond worden op deze kaarten. Enzovoort...

Figuur 29 – Productevolutie sinds de jaren '80



Door de integratie van de verschillende instrumenten in één opstelling en het koppelen van alle sensoren die navigatiegegevens leveren, kon men de eerste geïntegreerde navigatiesystemen bouwen. Een belangrijke stap in de evolutie

van de navigatiehulpmiddelen op de brug werd gezet; nl. van onafhankelijk van elkaar werkende apparaten naar apparaten die met elkaar communiceren. De instrumenten die rond het begin van de jaren '90 gebouwd werden, hadden echter elk nog hun eigen gebruikersinterface en afzonderlijke werkprocedures.

**Figuur 30 – De eerste geïntegreerde navigatiesystemen**



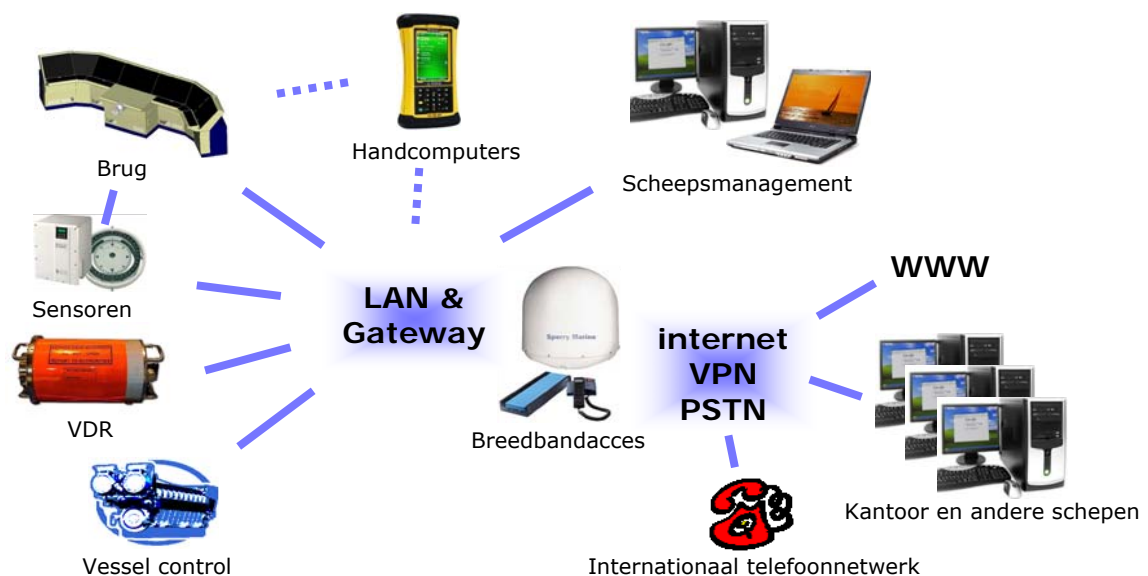
Bron: Sperry Marine

Gedurende de laatste tien jaar zijn er belangrijke stappen gezet om de bediening van de verschillende instrumenten meer eenvormig te maken. Ook de communicatiemogelijkheden werden uitgebreid. Dit heeft geleid tot de eerste echt geïntegreerde brugsystemen.

### 3.1.3 Trend naar verdere integratie

Van aparte systemen die elk opereren binnen hun eigen domein naar systemen die samen opereren in een netwerk.

**Figuur 31 – Integratietrend**



Bron: Bewerking van illustratie van Rudi Joustra



Integratie wordt mogelijk door de recente ontwikkelingen op het gebied van netwerktechnologie. De belangrijkste aspecten hierin zijn de standaardisatie op hardware interfaceniveau en de standaardisatie van de communicatie tussen de verschillende aangesloten apparaten. Ethernet is de facto de standaard voor LAN-netwerken, en voor communicatie zullen er verschillende protocols gebruikt worden in functie van de aangesloten toestellen. Men kan aannemen dat hier TCP/IP het dominante protocol zal worden, omdat op IP gebaseerde services meer flexibiliteit en groeimogelijkheden bieden. Dit betekent dus dat stelselmatig alle toestellen op het schip een eigen IP-adres zullen krijgen binnen het netwerk.

### 3.1.4 Welke is de volgende innovatie?

Om een onderbouwde voorspelling te doen, kijken we even buiten de scheepvaart.

In de moderne leefwereld valt naast de 'dot-com' boom van de afgelopen 15 jaar een andere belangrijke trend waar te nemen. Wou je 15 jaar geleden weten hoe laat het was, dan had je een horloge. Wou je een foto nemen, dan had je een fototoestel. Wou je muziek beluisteren, dan had je een radio of walkman. Wou je bellen, dan had je een gsm. Een afspraak noteerde je in een agenda.

Vandaag kan je een toestel kopen dat gelijktijdig gsm, fototoestel, radio, mp3-speler en *organizer* is. Je kan er ook op aflezen hoe laat het is, je e-mails mee raadplegen, *instant messaging* mee doen en surfen op het World Wide Web. En waarschijnlijk vergeet ik nog een aantal functies. We evolueren naar een tijd waar multifunctionele toestellen de normaalste zaak van de wereld zijn.

De BlackBerry<sup>®111</sup> is hier een goed voorbeeld van.

**Figuur 32 – De BlackBerry<sup>®</sup> 8800, een multifunctioneel toestel**



**Ondersteunde functies:**

*E-mail and Text Messaging*

*Instant Messaging*

*Advanced Phone Features*

*Voice-Activated Dialing (VAD)*

*Multi-Media Player*

*Web Browser*

*Organizer*

*gps*

*BlackBerry Maps*

*Tethered Modem*

Bron: BlackBerry

<sup>111</sup> De 8800, ontwikkeld door BlackBerry. Bron: <http://www.blackberry.com/>

Tripod Data Systems, een andere producent, heeft de TDS Nomad<sup>112</sup> ontwikkeld. Het gaat hier over een zeer krachtige, veelzijdige handcomputer.

Het bijzondere aan dit toestel is zijn robuustheid. Het voldoet aan militaire standaarden voor vallen, trillingen, vocht, hoogte en extreme temperaturen.

**Figuur 33 – De TDS Nomad, een robuust en veelzijdig toestel**



Bron: TDS

Het toestel beschikt over een touch screen grafisch scherm met hoge resolutie, *Secure Digital* (SD)-slots om externe apparatuur te kunnen aansluiten en een *CompactFlash* (CF)-geheugen. Het heeft een ingebouwde camera, gps, WIFI, Bluetooth en een barcodescanner. De gebruikersinterface is Windows Mobile<sup>®</sup> 6 zodat alle bekende softwaretoepassingen erop gebruikt kunnen worden.

De Nomad zou het bijvoorbeeld mogelijk maken om informatie te verzamelen, op te slaan en door te sturen van op eender welke plaats op het schip. De ingebouwde functies zouden gebruikt kunnen worden bij het uitvoeren van inspecties, onderhoud en herstellingswerken.

### **Laat ons ook even kijken in de luchtvaartsector.**

We stellen vast dat in de luchtvaartsector steeds meer belang wordt gehecht aan het visualiseren van informatie.

Om het ontstaan van kritische situaties te voorkomen is het zeer belangrijk dat men in iedere situatie permanent beseft wat er gebeurt. En wanneer er iets fout gaat is het noodzakelijk dat men onmiddellijk de relevante informatie over de crisis ter beschikking heeft. Dit is zeker het geval in de cockpits van vliegtuigen. Men noemt dit *situation awareness*.

Er is wetenschappelijk aangetoond dat het menselijke brein eerst de globale aspecten van een gebeurtenis in zich opneemt, vooraleer het de details bemerkt. Bijgevolg zullen de eerste indrukken meer invloed hebben bij het verwerken van de informatie. Dit gebeurt zelfs onbewust. Bvb. het herkennen van een gezicht

---

<sup>112</sup> Bron: [http://www.tdsway.com/binaries/nomad/docs/TDS\\_Nomad\\_data\\_sheet.pdf](http://www.tdsway.com/binaries/nomad/docs/TDS_Nomad_data_sheet.pdf)

gebeurt zonder er bewust te moeten over nadenken. Het zou dan ook logisch zijn dat informatiesystemen in de cockpit eerst een duidelijke representatie van de globale aspecten geven die dan vervolgens toelaten om verder in te gaan op meer gedetailleerde gegevens.

In de cockpits van oudere vliegtuigen gebeurde dit niet op deze manier. De controlepanelen stonden vol met klokvormige meters en knoppen, die allen gelijktijdig gedetailleerde informatie beschikbaar stelden. En door de digitalisering zijn de informatiesystemen zelfs nog sterk uitgebreid. Zo kon het niet verder. Gelukkig heeft diezelfde digitalisering ook de ontwikkeling van **multifunctionele displays** (MFD) toegelaten.

Multifunctionele displays zijn een oplossing voor het behouden van een overzicht over de te overvloedige stroom aan informatie. In de cockpit worden er ongeveer 6 van deze MFD's geplaatst die het mogelijk maken om eender welke gegevens grafisch op het scherm te plaatsen. Het is zelfs mogelijk, naast de normale vluchtgegevens, ook andere gegevens op te vragen zoals luchthaveninformatie, plannen en handleidingen van de apparatuur, enz. Elke beschikbare MFD biedt dezelfde mogelijkheden. Dit geeft niet alleen een grote flexibiliteit, maar biedt ook een oplossing voor de vereisten van een dubbele uitrusting.

**Figuur 34 – Cockpit van een C130 vergeleken met die van een Airbus A320**



Bron: Belgische luchtmacht



Bron: Airbus

De foto links toont de cockpit van de C130 met het grote aantal instrumenten. Vergelijk dit met de eenvoud en overzichtelijkheid van de moderne cockpit van een Airbus A320 op de foto rechts. De A320 beschikt over 6 uitwisselbare MFD's waarop alle beschikbare gegevens kunnen getoond worden.

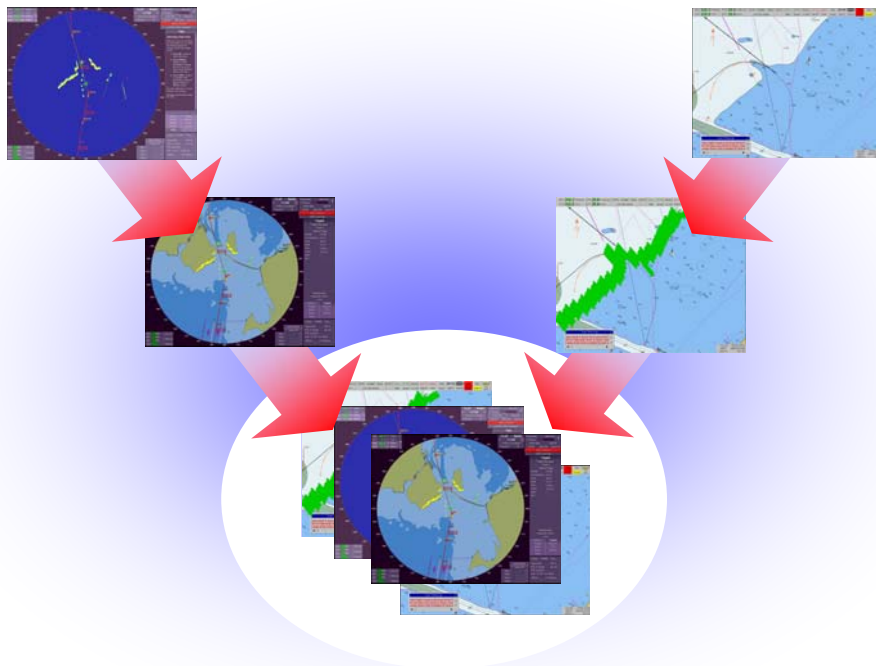
## 3.2 Op weg naar het multifunctionele werkstation

### 3.2.1 Convergentie van navigatie-informatie

Naar analogie met wat er gebeurde in de luchtvaart, zullen de trends uit de voorgaande analyse ook gelden voor de scheepvaart. Want ook hier hebben we te maken met grote hoeveelheden informatie. Het aantal sensoren groeit overigens nog steeds.

Tijdens het laatste decennium was de evolutie trouwens opmerkelijk. Er is een duidelijke convergentie van navigatie-informatie. Radar evolueerde naar *chart* radar, ECDIS evolueerde naar een combinatie met radar *overlay*, enz... In paragraaf 4.2 'e-Navigatie' op bladzijde 106 zullen we hier nog dieper op ingaan.

**Figuur 35 – Convergentie van navigatie-informatie**



Bron: Bewerking van illustratie van Rudi Joustra

Maar ook andere aspecten worden eraan toegevoegd, zoals veiligheidsaspecten bij navigatie, controle over de machines, controle van ladingconditie, enz...

Een zoektocht bij de leveranciers om de hypothese uit voorgaande paragraaf te ondersteunen, bracht ons ondermeer bij Sperry Marine.

Een verdere uitbreiding van de brug – of is het een vereenvoudiging? – met multifunctionele werkstations is in aantocht.

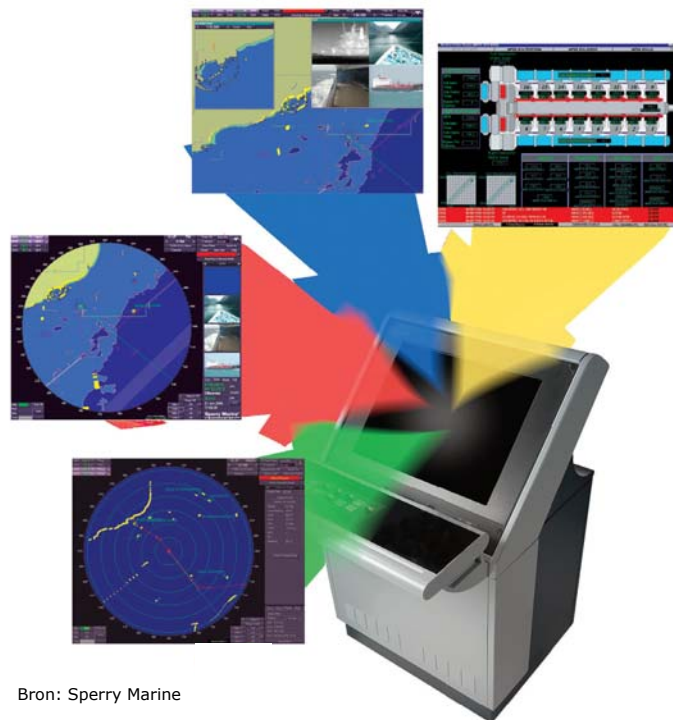
### 3.2.2 Volledige integratie

Onder de naam **VisionMaster FT**<sup>113</sup> werkt Sperry Marine actief aan de volledige integratie van alle informatie met als hoofddoel de efficiëntie en de veiligheid op het gebied van navigatie te verbeteren.

FT staat hierbij voor *Fusion Technology*. Door het 'versmelten' van alle informatie is men in staat een zeer flexibel brugsysteem te bouwen.

De VisionMaster FT kan gezien worden als een piramide van mogelijkheden, bestaande uit vier basisfuncties: radar, *chart* radar, ECDIS en het multifunctionele werkstation **TotalWatch**. TotalWatch staat aan de top van de piramide en neemt de plaats in van de traditionele afzonderlijke navigatie-instrumenten met enkelvoudige functie. Het is een 'echte' multifunctionele navigatieconsole, vergelijkbaar met deze in de cockpits van vliegtuigen.

**Figuur 36 – Het multifunctionele werkstation van Sperry Marine**



Bron: Sperry Marine

Naast de vier basisfuncties kan TotalWatch ook andere informatie weergeven zoals *machine monitoring*, alarmen en CCTV<sup>114</sup>. De gebruiker kan elk TotalWatch-werkstation configureren voor elke gewenste functie via de ingebouwde keuzemogelijkheid rechtstreeks op het scherm.

<sup>113</sup> Bron: VisionMaster FT - Productbrochure van Sperry Marine.

<sup>114</sup> CCTV staat voor Closed-circuit television = cameratoezicht.

De kapitein en de officieren kunnen hierdoor op elk moment de bruglay-out aanpassen aan de navigatiesituatie van dat ogenblik, zoals navigatie in open zee, navigatie in een havengebied, aanmeren of ankeren.

Alle watchkeepinghulpmiddelen zijn beschikbaar in één werkstation. Elk werkstation is taakgeoriënteerd configureerbaar en dubbele uitrusting voor alle vitale functies is ingebouwd. De VisionMaster brengt op een flexibele manier alle sensoren en navigatiesystemen samen in een moderne, efficiënte en ergonomische bruglay-out. Het *Integrated Bridge System* (IBS - geïntegreerde brugsysteem) geeft centraal toegang tot alle sensorinformatie. Hierdoor stijgt de operationele efficiëntie en verbetert de veiligheid.

**De kenmerken van deze geïntegreerde aanpak zijn:**

- **Grotere flexibiliteit:**

De brug kan ontworpen worden in functie van de specifieke noden van het schip. Van de simpelste radaruitrusting tot het meest volledige geïntegreerde brugsysteem met de mogelijkheid voor verdere groei.

- **Gemeenschappelijke en vereenvoudigde gebruikersinterface:**

Menu's en werkprocedures zijn over alle functies vergelijkbaar.

Er is minder training vereist die bovendien volledig kan gebeuren met behulp van simulatoren. Dit leidt tot hogere operationele efficiëntie.

- **Hogere veiligheid:**

Er ontstaat een grotere veiligheidsmarge omdat men sneller en efficiënter op mogelijk gevaarlijke situaties kan reageren en door de dubbele uitrusting verbetert de beschikbaarheid van het systeem.

- **Toekomstgericht:**

Het ontwerp van het VisionMaster FT-platform is gebaseerd op pc-computertechnologie en gebruikt een ethernetarchitectuur om de verschillende onderdelen in een netwerk te verbinden.

- **Onderhoud:**

Door een op webtechnologie gebaseerd 'ServiceNet' beschikt men over een werkelijk wereldwijde service voor installatie, onderhoud, beheer van reserveonderdelen en herstellingen aan boord. Er is bovendien nog steeds het traditionele (fysische) servicenetwerk.

Bovendien zijn de VisionMaster FT-producten geoptimaliseerd om perfect te kunnen samenwerken met een brede reeks van *fleet* en *vessel management*-toepassingen.

Toegevoegde waarde wordt gecreëerd door voordeel te halen uit de voorziene breedband satellietverbindingsmogelijkheid. Op deze manier kan men het schip beschouwen als een uitbreiding van de IT-infrastructuur aan wal.

**Figuur 37 – VisionMaster FT en breedband satellietverbinding**



Enkele voorbeelden van toepassingen:

- Automatische download van elektronische kaarten.
- Geïntegreerde weersroutering en brandstofbeheer.
- *Remote* diagnose en *monitoring* van de systemen aan boord.
- Software uploads voor de verschillende systemen aan boord.
- *Web-based* BridgeLink managementtool voor personeel aan wal.

Een belangrijk voordeel is, dat nieuwe toepassingen gemakkelijk kunnen worden toegevoegd aan de bestaande installatie op het schip.

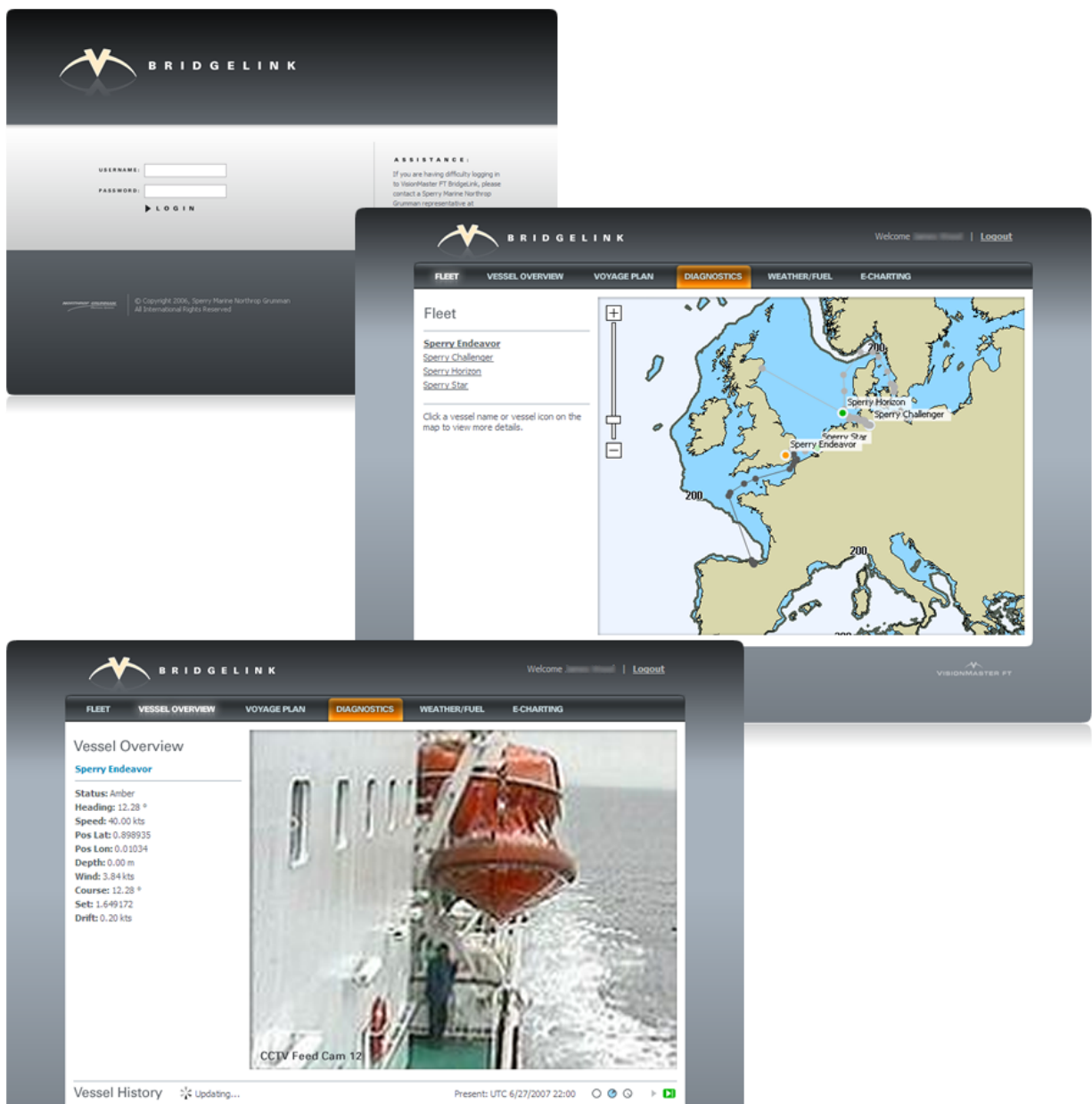
Voor de *web-based* **BridgeLink managementtool** voor ondersteuning van aan wal trekt bijzondere aandacht. Het is een exclusieve ontwikkeling voor Sperry Marine<sup>115</sup>. De tool gebruikt de recentste internetapplicatietechnologieën. Een behoorlijke hoeveelheid gegevens van het schip worden verzameld en doorgestuurd via satelliet. De gegevens worden in real time ingevoerd in de

<sup>115</sup> De tool werd ontwikkeld door Continue|Erkel Associates voor Sperry Marine. Bron: <http://continue.com/>

BridgeLink-toepassing voor verwerking, opslag en display. Via zogenaamde *'timeline controls'* kan men terug gaan in de tijd, waardoor men onmiddellijk toegang heeft tot alle historische gegevens.

In hun toekomstige werkomgeving op de brug zullen officieren dus meer en meer rekening moeten houden met deze virtuele 'assistenten'. Is dit een bedreiging of een welgekomen hulp?

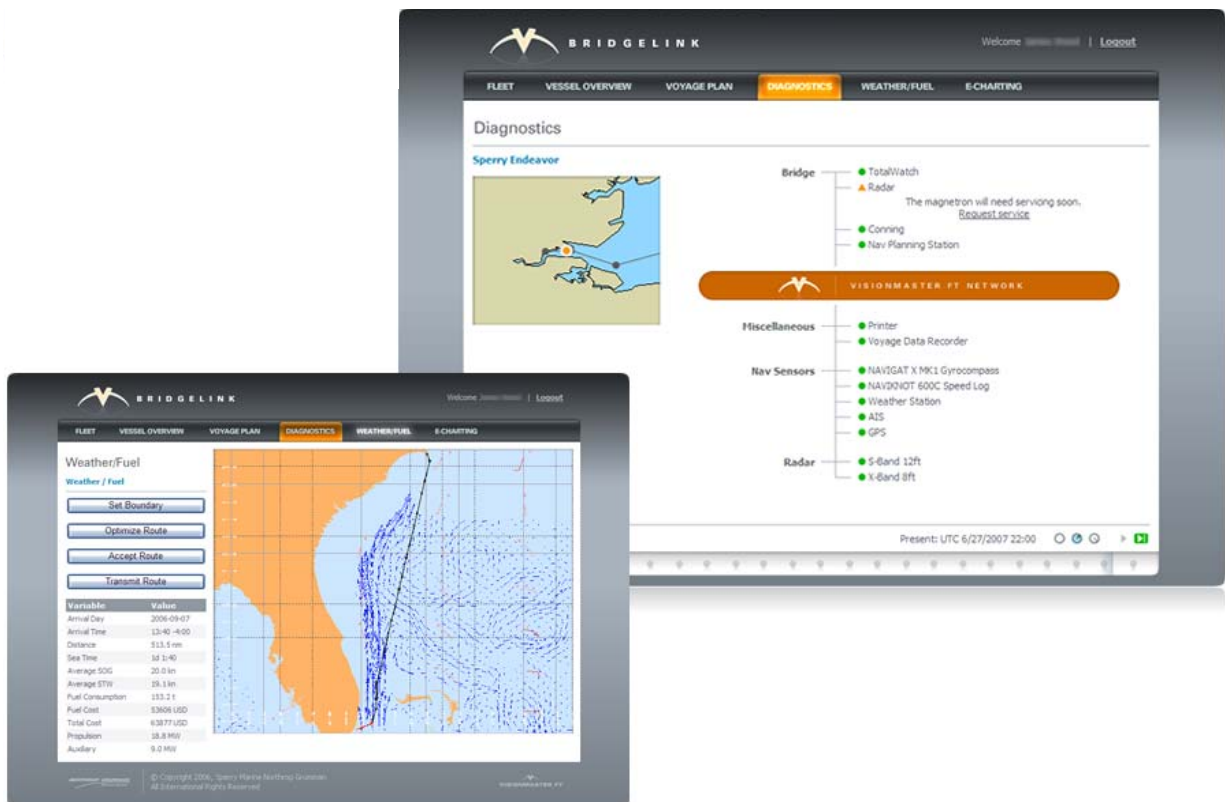
**Figuur 38 – BridgeLink –gebruiksvoorbeelden (deel1)**



Bron: Contenue|Erkel Associates



Figuur 39 – BridgeLink –gebruiksvoorbeelden (deel2)



Bron: Continue|Erkel Associates

BridgeLink biedt volgende mogelijkheden en functies:

- Weergave van de actuele positie van de schepen en hun routes op kaart.
- Ongelimiteerde toegang tot CCTV-video (cameratoezicht) aan boord.
- Diagnose en waarschuwingen bij problemen met de uitrusting.
- Toegang tot routeplaninformatie.
- Toegang tot continu geregistreerde gegevens van uiteenlopende aard.
- Real time downloads van kaartgegevens.

Vooraf het menu 'diagnose' geeft een verhelderend beeld over hoe dit domein wordt aangepakt. Men heeft dus zowel toegang tot de *bridge resources*, de verschillende navigatiesensoren en radars, als tot de gegevens van de *Voyage Data Recorder (VDR)*.

**Figuur 40 – Een VisionMaster FT-geïntegreerd brugsysteem**



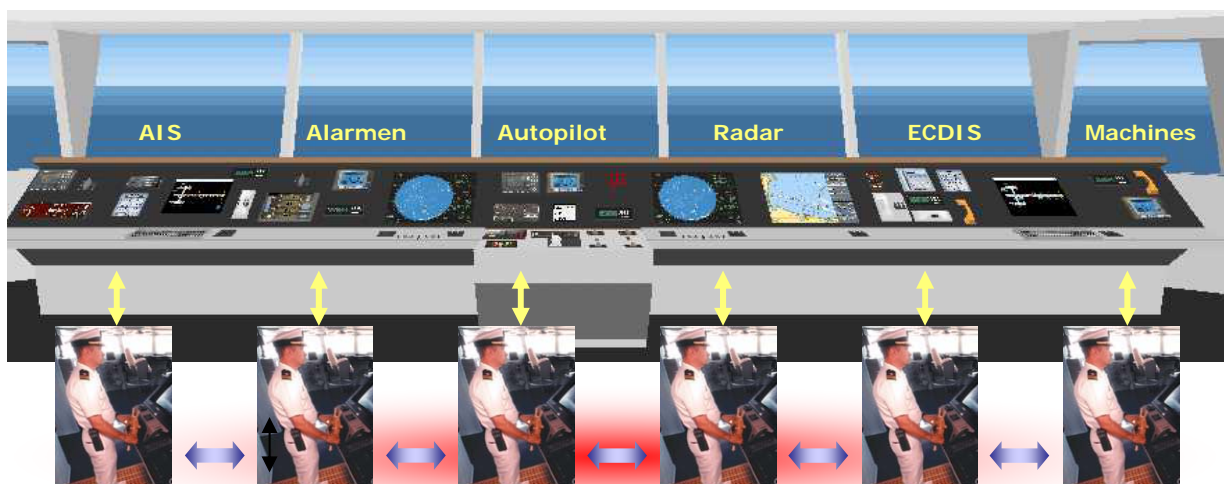
Bron: Sperry Marine

### 3.2.3 Invloed van de integratie op de activiteiten van de officier

Bij de huidige manier van werken op het overgrote deel van de schepen heeft elk instrument en elk toestel op de brug zijn specifieke gebruikersinterface. Dit is ook nog grotendeels zo bij de meeste geïntegreerde navigatiesystemen.

De officier van wacht werkt met elk van deze instrumenten, hij interpreteert de gegevens en legt de verbanden ertussen om hieruit de 'juiste' beslissingen te nemen.

**Figuur 41 – Interactie met de instrumenten - Schematische voorstelling**

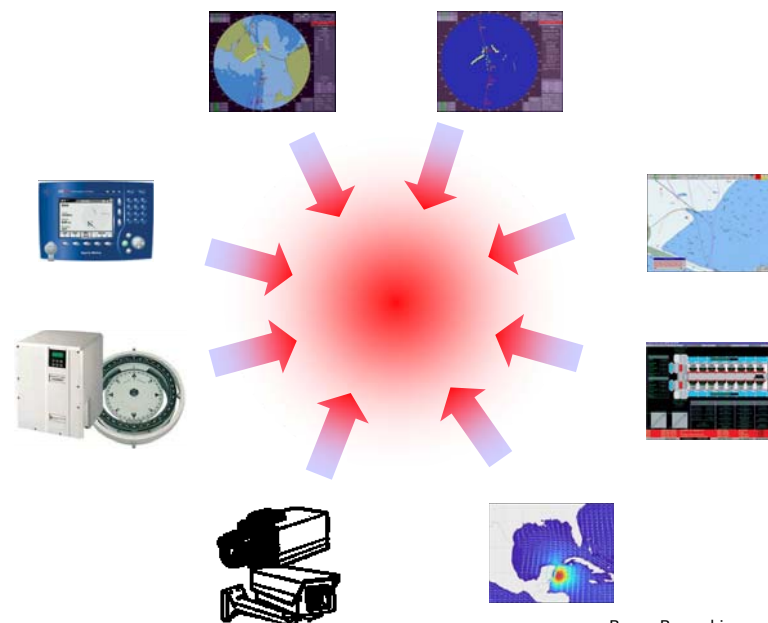


Bron: Bewerking van illustratie van Rudi Joustra

Het is de officier van wacht die zich aanpast aan de uitrusting. Hij is ook de enige die toegang heeft tot de gegevens. De veiligheid van schip en bemanning is gewaarborgd door zijn kundige bediening. Daarom wordt van de officier aan boord verwacht dat hij de instrumenten door en door kent en dat hij de nodige expertise heeft om de gevaren correct in te schatten.

Bij volledig geïntegreerde systemen is alle data versmolten tot één geheel. Alle gegevens zijn beschikbaar op het multifunctionele werkstation.

**Figuur 42 – Gegevensintegratie – Het versmelten van de informatie**



Bron: Bewerking van illustratie van Rudi Joustra

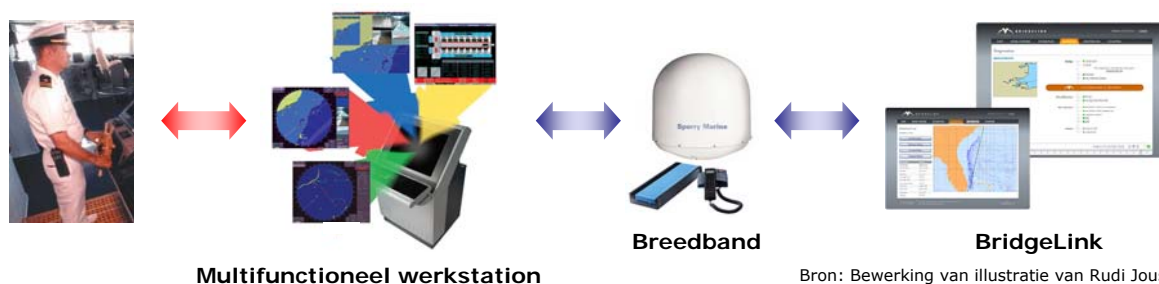
De gegevens kunnen allen via hetzelfde werkstation bekomen worden. De menu's en werkprocedures zijn vergelijkbaar voor alle functies. Dit verbetert de visualisatie van de informatie.

Net zoals in de luchtvaartsector wordt ook hier, met de invoering van de multifunctionele werkstations, de *'situation awareness'* vergroot. Dit leidt tot een grotere operationele efficiëntie en veiligheid.

We evolueren dus van de officier van wacht die zich aanpast aan de uitrusting naar de uitrusting die zich aanpast aan de officier van wacht.

Indien de scheepsbrug in real time via breedband satellietcommunicatie verbonden is met het bedrijfsnetwerk, kunnen ook centrale operatoren toegang krijgen tot alle informatie. Zij kunnen dan 'meekijken' en assisteren.

**Figuur 43 – Nieuwe werkmethode op de brug**



Bron: Bewerking van illustratie van Rudi Joustra

### 3.3 Kwetsbaarheid en veiligheid

Zoals blijkt uit voorgaande uiteenzetting heeft integratie een positieve invloed op de veiligheid. Doch, door alles aan elkaar te koppelen worden de systemen wel uitermate kwetsbaar.

Het uitvallen van slechts één component kan het geheel al onbruikbaar maken. *'Bij een totale black-out is er een groot probleem. Als officier heb je dan weinig middelen om in te grijpen,'* aldus Marc Persoons van Periskal. Bovendien moeten de nieuwe systemen hun robuustheid nog bewijzen. *'De huidige trend naar all-in-one oplossingen is nog vrij jong. Typisch voor een jonge markt is het gebruik van proprietary interfaces<sup>116</sup> waardoor men, om problemen te vermijden, geforceerd wordt om instrumenten van dezelfde leverancier te kopen,'* zegt Mark Oversloot van SAM-Electronics. Toch zijn volgens hem de geïntegreerde systemen stabiel en betrouwbaar, *'er treden bijna nooit fouten op'.*

Een geïntegreerd brugsysteem is volgens de IMO gedefinieerd<sup>117</sup> als een combinatie van onderling verbonden systemen met als doel:

- Gecentraliseerde toegang te hebben tot sensorinformatie.
- Aansturing te doen en controle te kunnen uitoefenen via werkstations.
- De efficiëntie van scheepsmanagement te verbeteren.
- De veiligheid te verhogen.

SOLAS V/19.6<sup>118</sup> definieert precies aan welke operationele vereisten de systemen moeten voldoen in geval van falen:

- Er dient onmiddellijk een auditief en visueel alarm gegeven te worden.
- Als er één subsysteem faalt, mag dit geen enkele aanleiding geven tot het falen van een ander subsysteem.
- Als er één enkel instrument faalt, zal het steeds mogelijk zijn om elk ander deel van de uitrusting, of gedeelte van het systeem, apart te gebruiken.

De systemen moeten zonder onderbreking beschikbaar blijven, men moet er 100% op kunnen vertrouwen. Minder kunnen we ons niet permitteren.

---

<sup>116</sup> *Proprietary interfaces* wijken af van afgesproken standaarden, of ze werden door de fabrikanten ontwikkeld bij gebrek aan standaardisatie.

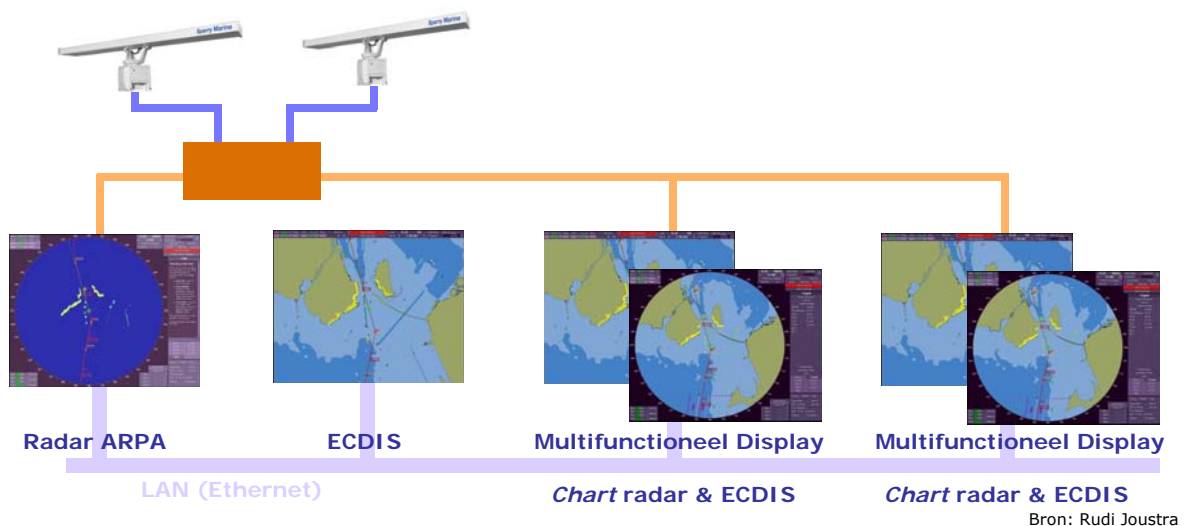
<sup>117</sup> De IMO-resolutie MSC.64(67) werd opgesteld in 1996.

<sup>118</sup> SOLAS V/19.6 werd opgesteld in 2000 en is in voege sinds juli 2002.

Het is dan ook zeer belangrijk dat bij de uitrusting van de systemen redundantie wordt ingebouwd, zodat er steeds back-upsystemen voorhanden zijn: dubbele uitrusting van sensoren, twee gescheiden netwerken, ...

Maar ook de invoering van multifunctionele displays kan helpen bij het creëren van redundantie. Zo kan bijvoorbeeld de TotalWatch van Sperry eender welke functie weergeven (radar, *chart* radar, ECDIS, *machine monitoring info*, ...). Het multifunctionele werkstation kan dus back-up zijn van alle andere instrumenten. Figuur 44 laat zien hoe we op die manier radar- en ECDIS-redundantie kunnen realiseren.

**Figuur 44 – Redundantie met behulp van multifunctionele displays**



*'Bij defecten is service cruciaal. Je moet de juiste specialist snel aan boord krijgen, en hiermee loopt het wel eens fout,'* zegt Ruben De Lille van Jan De Nul. Jan De Nul was een *'early adopter'* van volledige IBS-systemen. Men zag hierin een concurrentieel voordeel. Doch, door negatieve ervaringen en te grote afhankelijkheid van de leverancier heeft men gas teruggenomen en gaan ze zelfs gedeeltelijke desintegreren. Bovendien is, door integratie, de kostprijs van de navigatie-uitrusting de laatste tien jaar meer dan verdubbeld. *'Voorlopig worden de nieuwe schepen niet uitgerust met IBS. Er worden enkel nog toestellen aangekocht van de grote leveranciers. Het was een foute beslissing om met een te kleine integrator te werken. Wereldwijde en degelijke service is van zeer groot belang.'*

### **3.4 *Bemanning overboord?***

Door de modernisering van de scheepsuitrusting met nieuwe technologieën en automatische systemen is de crewgrootte de laatste halve eeuw al sterk verminderd. De vraag is of de technologie- en integratietrend uiteindelijk zal leiden tot onbemande, *remote* gecontroleerde schepen, gestuurd door computer-operatoren, met of zonder observatie vanuit een controlecentrum aan wal.

Betrouwbare communicatie is cruciaal voor elk *remote* gecontroleerd systeem. De moderne satellietcommunicatie is hiervoor een oplossing. Voor de *remote* controle zelf zijn drie elementen belangrijk: navigatie, machines en cargo.

We beschouwen twee technische oplossingen voor *remote* navigatie:

- De eerste is exacte positiebepaling: Geavanceerde gps-systemen bieden een afdoende nauwkeurigheid. Enkel bij aanmeren is er nog een probleem. Maar om volledige integriteit te garanderen is gps alleen niet voldoende.
- De tweede is kennis over de situatie rond het schip. Met de moderne radars, ARPA, AIS en ECDIS beschikken we over deze gegevens.

Wanneer alle gegevens doorgestuurd worden naar een controlecentrum aan wal kent men de positie van het schip en de status van de omgeving. Men kan bijkomend ook videobeelden en alle andere sensorgegevens doorsturen.

Gebruik makend van simulatietechnieken kunnen we op die manier een 'virtuele brug' creëren. Via een terugkoppeling naar het schip kunnen zelfs de boordinstrumenten bediend worden. Dus de controle over het schip zou kunnen verschoven worden naar het equivalent van een brugsimulator, bemand door een '*shore crew*', die met het schip manoeuvreren alsof ze aan boord zijn.

Maar waarom zouden scheepseigenaars of scheepvaartbedrijven een dergelijke radicale stap overwegen?

Naast technische aspecten spelen ook economische en veiligheidsaspecten een belangrijke rol. Veiligheidsoverwegingen zijn waarschijnlijk minstens zo belangrijk als crewkost. Anderzijds is het een feit dat het overgrote deel van de incidenten en ongevallen veroorzaakt worden door menselijke fouten. Bovendien zou het ook een oplossing kunnen zijn voor het probleem om voldoende ervaren en gekwalificeerde crews te vinden.

De impact zou drastisch kunnen zijn maar mogelijk zal het nooit zover komen.

Hoewel door de totale integratie *remote* controle technisch mogelijk wordt zal dit niet leiden tot een volledige *remote* besturing van het schip. Noch Periskal, SAM Electronics en Radio Holland enerzijds, noch Jan De Nul, Exmar en Euronav anderzijds geloven, dat er buiten experimenten, ooit schepen zonder bemanning zullen varen. *'De kostprijs van een ramp is zo groot, dat er waarschijnlijk nooit zonder bemanning zal gevaren worden,'* aldus Nicolas Verbraeken van Jan De Nul. *'De nieuwe mogelijkheden zullen voornamelijk gebruikt worden voor het oplossen van problemen, voor het controleren van de goede werking van de systemen en natuurlijk voor het verhogen van de veiligheid.'*

Precisie en betrouwbaarheid van de systemen zijn tot op vandaag nog steeds onvoldoende. Misschien kan het technisch werken in een experiment, maar niet alle schepen zullen gelijktijdig over de vereiste spitstechnologische systemen beschikken. En hoe manoeuvreert men dan in de omgeving van de conventioneel bemande schepen? Men zou voor dit doel een aparte infrastructuur en gescheiden routes kunnen aanleggen, doch een wereldwijde realisatie hiervan zou enorme investeringen vergen.

Om de veiligheid en de betrouwbaarheid te garanderen zouden de schepen volledig dubbel moeten uitgerust worden, wil men zich beschermen tegen het falen van de originele uitrusting. Dit zou een extreme extra kost zijn.

En dan is er nog het aspect van de beveiliging. Dit is waarschijnlijk nog het grootste probleem dat moet worden opgelost. Onbemande schepen zijn een prooi voor piraten. Bij het hacken van een schip zal alle controle over het schip verloren gaan, communicatie en commando's zullen worden onderschept en gemanipuleerd. Hacken kan gebeuren voor terroristische doelen of voor diefstal van cargo. De schepen beveiligen tegen alle mogelijke risico's zou grote sommen geld kosten.

Bovendien moet men zich organiseren om zeer snel interventies te kunnen doen. Wat zal er gebeuren als er bijvoorbeeld een brand uitbreekt aan boord? Niemand zal rechtstreeks in gevaar zijn, maar er zal ook niemand zijn om onmiddellijke in te grijpen om de schade te beperken. Als er iets misloopt is het risico groot dat het schip verloren gaat en stijgt het risico op pollutie van de omgeving dramatisch. Dit kan nooit worden aanvaard.

### ***3.5 Deelbesluit integratie***

Vroegere navigatiehulpmiddelen hadden weinig gemeenschappelijke kenmerken. De instrumenten hadden elk een specifieke functionaliteit en een complexe bediening die voor ieder toestel verschillend was. Bovendien gebruikte elk toestel zijn eigen afzonderlijke gegevens.

Door het combineren van technologische vernieuwingen ontstonden nieuwe instrumenten met een eigen toegevoegde waarde. En door de integratie van de verschillende instrumenten tot geïntegreerde navigatiesystemen ontstonden zeer krachtige navigatiehulpmiddelen. Men kan stellen dat door de evolutie, de navigatieactiviteit geleidelijk verschuift van de navigator naar een autonome 'machine' die positie, richting, snelheid en tijd aangeeft en ze bovendien direct op een kaart weergeeft. De gedetailleerde kennis voor correcte navigatie verschuift eigenlijk stap voor stap van de gebruiker (de officier van wacht) naar de ontwerper van de systemen.

Door de ontwikkelingen op het vlak van netwerktechnologie zullen stelselmatig alle toestellen op het schip een eigen IP-adres krijgen binnen het netwerk. Men kan verwachten dat dit geen tien jaar meer zal duren. Op die manier zullen de gegevens volledig toegankelijk worden. Bovendien zullen draadloos verbonden multifunctionele handcomputers het netwerk verder aanvullen. Het collecteren en doorsturen van informatie van op eender welke plaats op het schip wordt mogelijk. De ingebouwde functies kunnen inspecties, onderhoud en herstellingswerken ondersteunen. Het gevolg van deze evolutie is dat er een overvloed aan gegevens beschikbaar komt. Hierin schuilt het gevaar dat we het overzicht gaan verliezen. Het doel van alle technische vernieuwingen en integratiestappen is nochtans het verbeteren van de *'situation awareness'* van zowel de officier van wacht als van de kapitein en de andere bemanningsleden.

Ook in de luchtvaartsector kampte men met dit probleem van complexiteit en grote hoeveelheden sensorgegevens. Dit leidde tot de ontwikkeling en invoering van multifunctionele displays. Ze leveren een belangrijke bijdrage om een goed overzicht van de situatie te verkrijgen, om potentiële gevaren aan het licht te brengen en om snelle interventies mogelijk te maken.

Net zoals in de cockpit van vliegtuigen zal ook de brug op schepen deze evolutie



ondergaan. Een uitbreiding van de brug, of beter gezegd een vereenvoudiging, met multifunctionele werkstations zal ook hier de integratie-evolutie begeleiden. Het is een onontbeerlijk onderdeel op de onvermijdelijke weg naar totale integratie.

En dan zijn er nog de op het internet gebaseerde BridgeLink managementtools. Zij zullen een belangrijke invloed hebben. In hun toekomstige werkomgeving op de brug zullen officieren dus meer en meer rekening moeten houden met deze virtuele 'assistenten'. Is dit een bedreiging of een welgekomen hulp? De aanpassing is voornamelijk van psychologische aard.

Doch de kwetsbaarheid en de risico's verbonden aan de integratie-evolutie mogen niet onderschat worden. Het uitvallen van slechts één component kan een totale 'black-out' van het systeem veroorzaken. De nieuwe systemen moeten hun robuustheid trouwens nog bewijzen. De introductie ervan zal eerder voorzichtig op gang komen en zal vermoedelijk gespreid worden over een periode van ruim tien jaar.

Bij de evolutie van de werkmiddelen zal de interactie tussen de instrumenten en de officier van wacht systematisch wijzigen. We zullen evolueren van de officier die zich aanpast aan de uitrusting (hij alleen leest en interpreteert de individuele gegevens en legt de verbanden ertussen) naar de uitrusting die zich aanpast aan de officier van wacht. Alle gegevens zijn aan elkaar verbonden, de multifunctionele werkstations zullen de interactie vereenvoudigen en indien de brug in real time is verbonden met de wal kunnen ook centrale operatoren 'meekijken' en assisteren. Zowel de '*situation awareness*' als de operationele efficiëntie en de veiligheid zullen toenemen.

Staan binnen tien jaar de beste stuurlieders aan wal?

Zal totale integratie finaal leiden tot volledige *remote* besturing van het schip?

Zo'n vaart zal het waarschijnlijk niet lopen. Noch de producenten van de geïntegreerde systemen, noch de scheepvaartbedrijven geloven dat dit er ooit van zal komen. De wereld wordt bovendien geregeerd door economische principes. De additionele investeringen voor infrastructuur, beveiliging en veiligheidsvoorzieningen zijn enorm en zelfs dan zal men nog niet op alle situaties voorzien zijn. De conventionele methoden met een 'gewone' crew aan boord zullen nog lange tijd overleven.

# 4 Nieuwe toepassingen

In deel 4 zullen we het hebben over enkele nieuwe toepassingen (of services) die op dit ogenblik in volle ontwikkeling zijn. Ze zullen tijdens de volgende jaren ingang vinden op de brug van de schepen. Deze toepassingen worden mogelijk gemaakt dankzij de combinatie en de integratie van de verschillende nieuwe technologieën, die ontstaan zijn tijdens de afgelopen decennia, zoals besproken in de vorige delen van deze verhandeling.

En hoewel de technologieën beschikbaar zijn, valt het op dat de complexiteit van de standaardisatie, het maken van internationale afspraken en de tijd die nodig is voor het organiseren van de services, de bepalende factoren zijn voor de snelheid van hun introductie.

Het is niet zozeer de bedoeling om de toepassingen in de diepte uit te spitten dan wel om een overzicht te geven van het ontstaan, de structuur en de verwachte evolutie ervan. Het zijn onderwerpen die elk op zich interessant genoeg zijn om er een volledige eindverhandeling over te schrijven.

## 4.1 *Location services – LRIT*

LRIT staat voor *Long Range Identification and Tracking*. Zoals de naam aanduidt is het systeem bedoeld voor een wereldwijde identificatie en opvolging van schepen. LRIT werd door de *United States Coast Guard*<sup>119</sup> aan de IMO in London voorgesteld als één van de veiligheidsmaatregelen na de aanslagen van 11 september 2001. Uit veiligheidsoverweging drongen de Verenigde Staten aan op een systeem waarmee alle grote zeeschepen over de gehele wereld kunnen opgevolgd worden. Zelf eisten ze dat ze alle schepen zouden kunnen volgen die zich binnen een afstand van 2000 mijl van hun kusten bevinden. In de luchtvaart is het al lange tijd gebruikelijk dat men op ieder moment weet waar een toestel zich precies bevindt. Zowel uit veiligheidsoverwegingen als om milieuredenen kan de scheepvaart niet langer achterblijven.

---

<sup>119</sup> De *United States Coast Guard* (USCG) is een afdeling van het Amerikaanse leger en is betrokken bij maritieme rechtshandhaving, maritieme bijstand, zoek- en reddingsacties en nationale defensie.

#### 4.1.1 Reglementering en toepassing

Het IMO *Maritime Safety Committee* (MSC) heeft op zijn 81<sup>ste</sup> zitting in mei 2006 een aantal amendementen in verband met LRIT toegevoegd aan hoofdstuk V van de SOLAS-conventie<sup>120</sup>. Ook de functionele vereisten en de prestatiecriteria werden vastgelegd. Vervolgens werd een werkgroep opgericht om de verschillende technische aspecten verder uit te werken. Deze werden goedgekeurd tijdens het MSC 82 in december 2006, maar vooral de financiering van de vereiste infrastructuur was nog een knelpunt.

Tijdens het MSC 83 in oktober 2007 werden maatregelen genomen voor de tijdige introductie van het LRIT-systeem. Om het vooropgestelde werkschema niet in gevaar te brengen, gaf men aan een LRIT-expertengroep ad hoc de toelating om, indien nodig, toevoegingen of aanpassingen te doen aan de technische specificaties en standaarden.

De volledige reglementering voor LRIT is beschreven in SOLAS V/19-1.

Deze is van kracht sinds 1 januari 2008, en de LRIT-systemen (infrastructuur) moeten ten laatste op 30 december 2008 operationeel zijn.

LRIT zal verplicht worden op alle passagiersschepen, cargoschepen vanaf 300 ton en mobiele boorplatformen:

- Op nieuwe schepen vanaf 31 december 2008.
- Voor bestaande schepen die varen in de zeegebieden A1, A2 en A3<sup>121</sup>, ten laatste bij de 1<sup>ste</sup> controle van de radio-installatie na 31 december 2008. Indien het schip enkel in het zeegebied A4 vaart, is dit ten laatste bij de 1<sup>ste</sup> controle van de radio-installatie na 1 juli 2009.
- Schepen die uitgerust zijn met een AIS en die enkel varen in zeegebied A1, zijn ongeacht hun bouwdatum, niet verplicht een LRIT-uitrusting aan boord te hebben.
- De LRIT-gegevens die beschikbaar gesteld moeten worden door de schepen zijn: identiteit, positie en exact tijdstip van de positie.

---

<sup>120</sup> Bron: IMO *Maritime Safety Committee*. Zie [http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic\\_id=905](http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=905)

<sup>121</sup> Zeegebieden volgens de GMDSS/SOLAS IV/2.1.12.

De SOLAS-reglementering voorziet ook in een multilateraal akkoord voor het uitwisselen van LRIT-informatie voor veiligheids- en SAR-doeleinden (*search & rescue*), om tegemoet te komen aan de veiligheidseisen van de overheden die de SOLAS erkend hebben (de aangesloten overheden).

Er is geen directe relatie met AIS<sup>122</sup>:

- Er zal geen interface zijn tussen LRIT en AIS.  
De systemen zijn complementair.
- AIS is een *broadcasting* systeem. De ontvangst van de gegevens is enkel begrensd door het bereik van de VHF, dus enkele tientallen mijlen rond het schip. Iedereen in de omgeving kan de informatie ontvangen. Hierbuiten kan niemand de gegevens ontvangen.
- In tegenstelling tot AIS, kan men bij LRIT de gegevens eender waar ter wereld raadplegen, maar ze zijn slechts toegankelijk voor instanties die hiervoor een toelating hebben.

De LRIT-gegevens kunnen geraadpleegd worden:

- **Door vlaggenstaten:** Deze kunnen alle schepen die onder hun vlag varen opvolgen, waar ter wereld ze zich ook bevinden.
- **Door havens:** Wanneer een schip aankondigt een bepaalde haven te willen aandoen, hebben de havenautoriteiten recht op deze gegevens.
- **Door kuststaten:** Deze mogen gegevens opvragen over alle schepen die passeren op minder dan 1000 mijl van hun kust.
- **Bij SAR-acties:** Overheden die de SOLAS erkend hebben kunnen gegevens opvragen over schepen die zich in een gebied bevinden waar een SAR-actie bezig is.

---

<sup>122</sup> AIS volgens de SOLAS V/19.2.4.

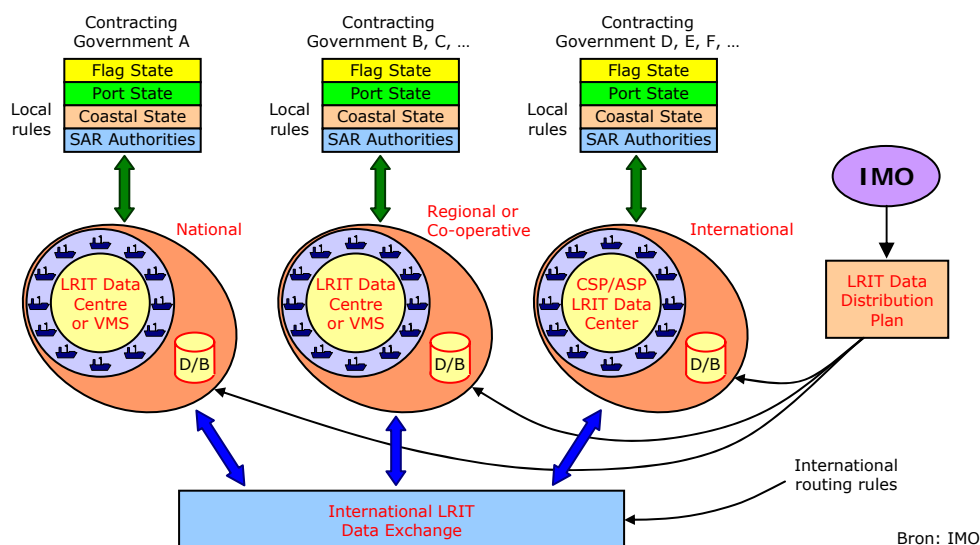
#### 4.1.2 De LRIT-servicestructuur

Het systeem zal bestaan uit volgende componenten:

- **Communication Service Providers (CSP):**  
De CSP zorgt voor de communicatie-infrastructuur en de service, nodig voor de communicatie tussen schip en wal. De LRIT-informatie uitgezonden door de schepen zal via deze weg bij een *Application Service Provider* aankomen.
- **Application Service Providers (ASP):**  
De ASP zal de ontvangen LRIT-informatie van het schip aanvullen met bijkomende informatie (lading, bestemming) en het uitgebreide bericht vervolgens doorsturen naar een *LRIT Data Center* waaraan het verbonden is. Het programmeren en communiceren van commando's naar de schepen gebeurt door de ASP.
- **LRIT Data Centers:**  
De *LRIT Data Centers*, inclusief eender welk hieraan verbonden *Vessel Monitoring System (VMS)*, stockeren alle LRIT-informatie van de aan hen toegewezen schepen. De toewijzing gebeurt door de overheden. *LRIT Data Centers* verspreiden en ontvangen informatie volgens een distributieplan.
- **LRIT Data Distribution Plan (DDP):**  
Het DDP bevat de regels die bepalen hoe de *LRIT Data Centers* de informatie moeten distribueren naar de verschillende instanties. Het bevat de geografische aanduidingen van de kustgebieden, de havens en de havenfaciliteiten, zoals bepaald door de overheden.  
Ook kunnen de overheden specifieke instructies geven. LRIT moet zich houden aan de reglementering van de vlaggenstaten inzake de bescherming van gegevens over de schepen, terwijl de kuststaten toch voldoende gegevens kunnen verkrijgen over de schepen die in hun territoriale wateren varen.
- **International LRIT Data Exchange (IDE):**  
De IDE helpt bij de uitwisseling van LRIT-berichten tussen de *LRIT Data Centers*. Het stuurt de berichten naar de desbetreffende *LRIT Data Centers*, zoals bepaald door het DDP. Het doet echter zelf niets met de LRIT-gegevens en het slaat ze niet op.

Het geheel is schematisch weergegeven in Figuur 45.

Figuur 45 – De LRIT-werkstructuur<sup>123</sup>



De LRIT-informatie wordt dus ter beschikking gesteld via een structuur van nationale, regionale en coöperatieve *LRIT Data Centers* die, indien nodig, gebruik maken van de *International LRIT Data Exchange*.

Een LRIT-coördinator zal de goede werking verifiëren via regelmatige controles in opdracht van de IMO en de aangesloten overheden. Elke overheid heeft de verantwoordelijkheid om een lijst van schepen die onder hun vlag varen en waarvoor LRIT-gegevens nodig zijn, door te geven aan een geselecteerd *LRIT Data Center*. Per schip moeten de nodige bijzonderheden gemeld worden en de gegevens moeten steeds zonder vertraging aangepast worden als er veranderingen plaatsvinden.

Volgens IMO-resolutie MSC.243(83) zullen, in afwachting van een definitieve huisvesting, de VS het *International LRIT Data Exchange (IDE)* ad interim organiseren voor de volgende 2 jaar.

Een nieuwe IMO-resolutie MSC.242(83) onderstreept nogmaals het belang van het gebruik van LRIT-informatie. De precieze kennis van positie en identiteit van de schepen zal een grote toegevoegde waarde hebben voor veiligheidsdoeleinden en voor de bescherming van het milieu.

<sup>123</sup> Figuur gebaseerd op de LRIT-architectuurtekening van de IMO.

Bron: [http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data\\_id%3D14540/LRITarchitecture.pdf](http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D14540/LRITarchitecture.pdf)

### 4.1.3 Verhoogde veiligheid door LRIT

Sinds april 2007 heeft de *US Coast Guard* zijn LRIT-systeem in gebruik genomen. Het controleert schepen binnen een afstand van 1000 zeemijl langs de kust van de Verenigde Staten. Dit is ruim een half jaar vroeger dan de streefdatum van 1 januari 2008 die de IMO hanteert. Voor de Verenigde Staten is LRIT dan ook van strategisch belang in de strijd tegen het terrorisme. Er wordt aangenomen dat dit slechts een eerste stap is naar nog meer gedetailleerde *monitoring* van de schepen op een nog grotere afstand.

Volgens de Europese Gemeenschap<sup>124</sup> zullen de ontwikkelingen van systemen zoals LRIT, die gebruik maken van satellietcommunicatie, zo evolueren dat zowel de reis van het schip als de vervoerde goederen op betrouwbare en veilige wijze over het volledige traject kan gevolgd worden. Ze geven aan dat er hierdoor minder nood zal zijn aan controles per land.

Hoewel bepaalde strekkingen in de maritieme industrie niet erg te vinden zijn om wereldwijde opvolging van schepen toe te laten, zou het niet erg verstandig zijn om zich te blijven verzetten tegen het invoeren van meer veiligheid.

De invoering van LRIT opent nieuwe perspectieven voor nieuwe services<sup>125</sup>. Dergelijke systemen, dikwijls gekoppeld aan *Ship Security and Alert Systems* (SSAS), waarmee elk SOLAS-schip nu moet uitgerust zijn, laten de scheepvaartbedrijven toe hun hele vloot op te volgen, waar de schepen zich ook bevinden. Zo doet bijvoorbeeld de in Londen gehuisveste Pole Star Space Applications Ltd. met zijn op het web gebaseerde PurpleFinder, permanente opvolging van meer dan 10000 schepen en offshore-installaties.

Wat is er op tegen om gegevens over het schip, de eigenaar, de lading, de crew en de reisroute ter beschikking te stellen in ruil voor meer veiligheid en een betere bescherming van het milieu?

Bedenk dat op open zee de zeevarenden grotendeels op zichzelf aangewezen zijn. In sommige internationale wateren opereren piraten en terroristen dikwijls ongestraft en vormen dan een nachtmerrie voor de crew aan boord. Piraten gebruiken de modernste wapens, navigatiehulpmiddelen en snelle boten.

---

<sup>124</sup> Bron: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0380:FIN:NL:PDF>

<sup>125</sup> Zo vermeldt 'ECDIS today' issue 10, uitgegeven door the United Kingdom Hydrographic Office. [http://www.ukho.gov.uk/content/corpAttachments/AW/et10\\_web\\_final.pdf](http://www.ukho.gov.uk/content/corpAttachments/AW/et10_web_final.pdf)

## 4.2 e-Navigatie

*“e-Navigation is the harmonised **collection, integration, exchange, presentation and analysis** of maritime information onboard and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services, for safety and security at sea and protection of the marine environment.”*

*IALA-definitie, 2007*

Zoals de recentste IALA-definitie hierboven aangeeft, is e-Navigatie een concept dat de harmonisatie van de maritieme navigatiesystemen beoogt.

Het voorstel voor de ontwikkeling van een e-Navigatie-strategie<sup>126</sup> werd in december 2005 door Groot Brittannië, Japan, de Marshall Eilanden, Nederland, Noorwegen, Singapore en de Verenigde Staten ingediend bij het IMO *Maritime Safety Committee*. Tijdens de 81<sup>ste</sup> zitting van het MSC in mei 2006 werd het voorstel aanvaard en de subcomités NAV (*Safety of Navigation*) en COMSAR (*Radiocommunications and Search And Rescue*) werden belast met de uitwerking van een strategie. In juli 2006 werd bovendien een IALA e-Navigatie Comité opgericht met de bedoeling een breder draagvlak te creëren door een organisatie met ervaring en technische expertise op het gebied van navigatie en *Vessel Traffic Services* (VTS) bij de werkgroepen te betrekken. Het strategische plan voor e-Navigatie moet ten laatste voorgesteld worden op de 85<sup>ste</sup> zitting van het MSC begin december 2008.

e-Navigatie is veel meer dan de ontwikkeling van een nieuw toestel. Het is een nieuw informatiesysteem dat de veiligheid en de beveiliging van de maritieme activiteiten op zee verbetert, een betere bescherming van het maritieme milieu nastreeft en de maritieme handel zal ondersteunen. e-Navigatie mag niet verward worden met de elektronische navigatiesystemen die er al bestaan. Gebaseerd op beschikbare en nieuwe technologieën is het de bedoeling dat e-Navigatie de gehele maritieme wereld bedient, zowel de zeevarenden, de scheepsexploitanten, de overheden als de bijhorende commerciële activiteiten.

Terwijl de ‘e’ in e-Navigatie staat voor elektronisch, zou ze ook kunnen staan voor efficiënt, essentieel of ‘*enhanced*’.

---

<sup>126</sup> Bron: [http://www.iho.shom.fr/INT\\_ORGS/MSC\\_81-23-10.pdf](http://www.iho.shom.fr/INT_ORGS/MSC_81-23-10.pdf)



#### 4.2.1 e-Navigatie beoogt harmonisatie op drie verschillende vlakken

- **De verdere ontwikkeling en integratie van de systemen aan boord:**

Hiermee bedoelen we de standaardisatie van de gebruikersinterface van de navigatiehulpmiddelen, de uitbreidingen met beveiligings- en bewakings-systemen, de verdere integratie van sensoren, de uitbreiding van navigatie-ondersteunende informatie, enz.

Het is de bedoeling om het brugteam en de loods actief te ondersteunen bij het analyseren van situaties en het uitvoeren van navigatieactiviteiten, menselijke fouten te reduceren en afleiding en overbelasting te voorkomen.

- **Het verbeteren van de ondersteunende systemen aan wal:**

Men beoogt een betere coördinatie tussen de betrokken diensten door een snellere toevoer en uitwisseling van relevante gegevens in formaten die vlug en gemakkelijker te begrijpen zijn door *shore-based* operatoren. Het is de bedoeling om de begeleiding van het scheepvaartverkeer en de gerelateerde services te verbeteren ter ondersteuning van de veiligheid en de efficiëntie.

- **De uitbouw van een geïntegreerde communicatie-infrastructuur:**

Men wil een naadloos communicatienetwerk realiseren, waardoor eenvoudig en efficiënt informatie kan uitgewisseld worden tussen alle partijen die bij de scheepvaart betrokken zijn. Dit zijn de schepen, de ondersteunende diensten aan wal en andere autoriteiten en instanties. Men wil vooral situaties vermijden die ontstaan door *'single person'* menselijke communicatiefouten.

**Figuur 46 – Beschrijvend model voor e-Navigatie**



Bron: Eigen compositie

#### 4.2.2 De verschillende aspecten van e-Navigatie

Om het verzamelen van de vereisten voor de harmonisatie van de navigatiesystemen te begeleiden, alvorens het strategische plan op te stellen, heeft het IALA e-Navigatie-comité een werkstructuur voorgesteld die steunt op de primaire noden voor navigatie. Dit zijn routeplanning, veilige navigatie, voorkomen van aanvaringen, manoeuvreren en besturen, communicatie en registratie van gegevens. Met deze primaire noden in gedachten zullen, via een uitgebreide consultatieronde waarbij alle partijen de kans krijgen hun input te geven, de vereisten voor harmonisatie opgesteld worden.

**Tabel 11 – Aspecten van harmonisatie volgens de definitie van e-Navigatie**

<b><i>Collection</i></b>	Het geharmoniseerd verzamelen van informatie van alle mogelijke bronnen, nodig voor het uitvoeren van de primaire taken. Bvb. sensorgegevens van gps, nautische publicaties, enz. Dit met de bedoeling om die gegevens te identificeren, waarvoor het voordelig zou zijn als ze van een enkelvoudige bron of in een gemeenschappelijk formaat beschikbaar zouden zijn.
<b><i>Integration</i></b>	De verzamelde informatie zal op een geharmoniseerde manier moeten geïntegreerd worden in één systeem om het te gebruiken samen met andere data. Hierbij moet rekening gehouden worden met hardware, software, protocols, enz.
<b><i>Exchange</i></b>	Geharmoniseerde data-uitwisseling, zowel tussen schepen onderling, tussen schip en wal als voor de verspreiding van gegevens.
<b><i>Presentation</i></b>	Het harmoniseren van de presentatie van de informatie die het nemen van (navigatie)-beslissingen verbetert. Dit behelst ondermeer het groeperen van informatie, het invoegen van presentatieopties zoals video of audio, voorkeur lay-outs voor gegevens en controleknoppen, en de voorziening van speciale vereisten voor specifieke gebruikersgroepen.
<b><i>Analysis</i></b>	Elke bijkomende functionaliteit die kan toegevoegd worden aan de systemen die een hulp zouden kunnen zijn bij de analyse van een situatie, voor het nemen van beslissingen of voor het snel en systematisch uitvoeren van routinetaken.

Bron: IMO / IALA e-Navigatie-comités

De verschillende trends die de maritieme operaties in toenemende mate zullen beïnvloeden zijn overduidelijk. De maritieme industrie kent een gestage groei en dit zal zo nog een tijdje doorgaan. De schepen worden groter en sneller en de vaarwegen worden alsmaar drukker. De business moet steeds efficiënter en sneller gebeuren en men wil daarenboven risico's zoveel mogelijk uitsluiten. Er heerst een groeiende bezorgdheid rond de beveiliging van schepen en lading. Haven- en kuststaatautoriteiten worden veeleisender en de wereldwijde aandacht rond milieu en maritieme ecosystemen groeit.

Uiteraard rekenen brugteams meer en meer op elektronische navigatiesystemen om in deze steeds complexere omgeving te opereren. Deze moderne systemen verminderen de manuele interventies en verhogen de doeltreffendheid.

De invoering van multifunctionele schermen (MFD) en geïntegreerde systemen, zoals besproken in paragraaf 3.2 blz. 86, versnellen het verzamelen van relevante informatie en het uitvoeren van navigatieacties.

Om deze kritische e-Navigatie-services te realiseren, zo concludeerde het IALA e-Navigatie-comité, zijn er drie fundamentele vereisten:

1. Een wereldwijde dekking van ENC's.
2. Een robuust en feilloos plaatsbepalingssysteem (met redundantie).
3. Een naadloos communicatienetwerk tussen schip en wal.

Dat er een wereldwijde dekking vereist is van uiterst precieze kaarten met veel details, zal niemand verwonderen. De aanmaak van ENC's gebeurt in hoog tempo (zie paragraaf 1.3.3 'Digitalisering van de kaarten' op blz. 32), maar er zullen vermoedelijk toch nog 3 à 4 jaar nodig zijn voor het zover is.

GNSS levert in principe uiterst nauwkeurige, betrouwbare en permanente positie- en tijdsinformatie. Maar zoals we in paragraaf 1.1.1 'Is gps perfect?' op blz. 4 besproken hebben, biedt GNSS alleen niet voldoende garantie. Door enkel te steunen op GNSS wordt e-Navigatie een kwetsbaar systeem zonder redundantie. De combinatie van GNSS en eLoran biedt deze garantie wel. De twee systemen werken onafhankelijk van elkaar maar leveren een gezamenlijke output. Door het introduceren van eLoran voldoet e-Navigatie dus volledig aan de vereisten van het IALA-comité en biedt het een bijzonder krachtige en betrouwbare oplossing voor positiebepaling.

Maar de vereisten en de invoering van e-Navigatie gaan ook gepaard met een aantal neveneffecten.

Zo zal er een toenemend volume aan informatie uitgewisseld worden tussen de schepen onderling en tussen de schepen en de ondersteunende diensten aan wal. Hiervoor zal men verder gebruik maken van VHF radiotelefonie en AIS, maar in toenemende mate zal er ook gebruik gemaakt worden van de breedbandcommunicatiemogelijkheden en het internet zoals we besproken hebben in Deel 2 'Digitalisering & communicatie' op blz. 39.

Ook de identificatie en opvolging van schepen zal verder moeten reiken dan de gebieden die vandaag onder supervisie staan van de *Vessel Traffic Services*. LRIT dat we besproken hebben in paragraaf 4.1 op blz. 100 zal hiervoor een oplossing zijn, maar ook AIS als AtoN dat we zullen bespreken in paragraaf 4.3 op blz. 115 zal zeker een bijdrage leveren. Overigens de VTS-services vormen een belangrijke schakel in het concept van e-Navigatie<sup>127</sup>.

#### **4.2.3 Samenvatting van de objectieven van het e-Navigatie-concept**

Aan de hand van de resultaten van de 53<sup>ste</sup> vergadering van het NAV-subcomité in juli 2007 kunnen de objectieven als volgt samengevat worden<sup>128</sup>:

- Het ondersteunen van veilige navigatie van schepen:
  - Door het vlot ter beschikking stellen van hydrografische, meteorologische en andere navigatie-informatie.
  - Door het tijdig aanwijzen van risico's en gevaren mogelijk te maken.
  - Door het beter ondersteunen van de observatie en het begeleiden van het scheepvaartverkeer vanuit kuststations.
- Het vergemakkelijken van de communicatie, met inbegrip van de uitwisseling van data, tussen schepen onderling, tussen schip en wal, tussen diensten aan wal en andere gebruikers. Dit ook om de efficiëntie van het vervoer en de logistiek te verbeteren.

---

<sup>127</sup> VTS is een service voor het begeleiden van het scheepvaartverkeer, meestal georganiseerd door de havenautoriteiten. De services zijn internationaal georganiseerd, maar bestrijken voornamelijk drukke zeeroutes en havengebieden. Voor meer achtergrondinformatie zie <http://www.maritime-vts.co.uk/background.html>, [http://www.navcen.uscg.gov/mwv/vts/vts\\_home.htm](http://www.navcen.uscg.gov/mwv/vts/vts_home.htm) en <http://www.vts-scheldt.net/>.

<sup>128</sup> IMO News No.3 2007 - [http://www.imo.org/includes/blastData.asp/doc\\_id=8520/IMO\\_News\\_No3\\_07\\_LOW.pdf](http://www.imo.org/includes/blastData.asp/doc_id=8520/IMO_News_No3_07_LOW.pdf)

- Het nastreven van een betere voorstelling van de navigatie-informatie (zowel voor gebruikers aan boord als aan wal). Een optimale gebruikersinterface moet mogelijke risico's door verwarring of verkeerde interpretatie van de kant van de gebruiker minimaliseren, de werklust voor de gebruikers beperken en snelle en correcte besluitvorming stimuleren.
- Het organiseren van wereldwijd gebruikte standaarden, procedures en onderling compatibele uitrusting met identieke voorstelling van de gegevens om potentiële conflicten en verwarring tussen gebruikers te voorkomen. Dit moet ook leiden tot een eenvormige internationaal bruikbare training.
- Het effectief ondersteunen van opsporings - en reddingsdiensten.
- Het bieden van een gepaste oplossing op maat voor het ondersteunen van alle potentiële gebruikers op zee.
- Bij het maken van strategische keuzes voor de ontwikkeling van functies moeten de gebruikersvereisten voorrang krijgen op de technologie.

#### **4.2.4 De S-mode**

Zeevarenden dringen erop aan om de dingen simpel te houden, benadrukken met klem het invoeren van standaarden en vragen om hogere prioriteit aan training te geven. Ze doen deze oproep voornamelijk uit veiligheidsbesef.

Tijdens conferenties over geïntegreerde brugsystemen in 2002 werd er al een debat gevoerd over de noodzaak en de voordelen van gestandaardiseerde controlepanelen en -displays enerzijds en de drang naar het invoeren van innovatieve navigatiefuncties anderzijds. Hoewel innovatie mogelijk veiligheid en efficiëntie verhogen, zullen verschillen tussen apparaten leiden tot een langere periode om ermee vertrouwd te geraken en in het slechtste geval bijdragen tot ongevallen.

Een goede balans vinden tussen deze twee objectieven is niet eenvoudig. Het resultaat van het debat was de vraag naar een door de IMO erkende standaardinstelling die eenvoudig en onmiddellijk kan worden opgeroepen.

Tijdens de e-Navigatie-werkvergaderingen wordt dit concept, nu omgedoopt tot S-mode, opnieuw bediscussieerd.

De S-mode is slechts één aspect van e-Navigatie, maar het is zeer belangrijk. Standardisatie van bedieningspanelen en navigatiedisplays op de brug door middel van de S-mode, zou de training vereenvoudigen en er voor zorgen dat loodsen en brugpersoneel onmiddellijk vertrouwd zijn met de bediening van de instrumenten, wanneer ze voor het eerst op een brug komen. Hierdoor kunnen ze zich sneller toeleggen op het nemen van de juiste (navigatie) beslissingen.

Bij het uitwerken van het concept van de S-mode kan men handig gebruik maken van de mogelijkheden die het multifunctionele display (MFD) biedt. Op een MFD kan men radar, kaarten en alle andere gegevens zonder beperkingen indelen en in eender welke vorm herschikken.

De S-mode zou vereisen dat alle navigatiesystemen (van eender welke fabrikant) over een duidelijk identificeerbare toets beschikken die het scherm in standaard-formaat brengt met gelijkvormige interface en met standaard bedieningsfuncties. Bij één druk op de toets zou bijvoorbeeld een standaard-scherm voor snelle interventies (voorkomen van een aanvaring) getoond worden of een ander (complementair) scherm voor routeplanning.

Training voor de S-mode zou over de hele wereld gestandaardiseerd kunnen worden en loodsen en officieren zullen zich comfortabel voelen bij elk systeem dat de S-mode ondersteunt, onafhankelijk van de fabrikant van het toestel. Ze kunnen de S-mode blijven gebruiken tot het moment dat ze zelf meer vertrouwd zijn met de speciale functies en uitbreidingen die eigen zijn aan dat apparaat.

De S-mode hoeft dus geen belemmering te zijn voor verdere innovaties. Nieuwe functies kunnen nog steeds door de fabrikanten ontwikkeld worden en een toegevoegde waarde zijn om hun producten te verkopen. En indien een functie effectief is en aanslaat bij een grote groep gebruikers, kan men onder controle van de IMO de S-mode hiermee uitbreiden.

De S-mode moet gezien worden als een internationaal consensusmodel, vooral bedoeld om de veiligheid te verhogen. Met de S-mode moet men onmiddellijk kunnen terugvallen op een universeel verstaanbare methode van opereren.

#### 4.2.5 e-Navigatie praktisch bekeken

Hoe zal de komst van e-Navigatie aan boord van de schepen ervaren worden en wanneer zal het ingevoerd worden?

e-Navigatie heeft grote verwachting gecreëerd.

De voorgestelde S-mode verdient bijzondere aandacht omdat dit waarschijnlijk het meest belangrijke aspect van e-Navigatie is. e-Navigatie biedt bovendien een verbeterd gebruik van de AtoN-infrastructuur en een oplossing voor de steeds toenemende behoefte aan informatie-uitwisseling tussen alle betrokkenen.

Maar e-Navigatie zal de traditionele navigatie niet vervangen. Het blijft een hulpmiddel dat de zeevarenden en de diensten aan wal in staat moet stellen om betere beslissingen te nemen, waardoor de veiligheid verhoogt en het risico op milieurampen verminderd.

Toch worden er tegelijkertijd ook een aantal zorgen geuit, zo blijkt uit de vele reacties van de verschillende gebruikersgroepen tijdens de consultatieronde, georganiseerd door de werkgroepen. Zo is er de vrees dat:

- Het brugpersoneel te zeer zal vertrouwen op de systemen en onvoldoende beroep zal doen op eigen waarnemingen en inschatting van de risico's.
- e-Navigatie zal gebruikt (misbruikt) worden ter rechtvaardiging voor een éénpersoonsbrug en het opheffen van de eis in de Colregs voor het handhaven van een *lookout*.
- e-Navigatie kan resulteren in navigatiebeslissingen gemaakt aan wal in plaats van op het schip door de kapitein, de OOW of de loods.
- De ontwikkeling van de systemen eerder gedreven zijn door technologie dan door de gebruiker (in die zin dat de technologie bvb. het *bridge resource management* omslachtig maakt).
- e-Navigatie een speeltje wordt voor een 'Game Boy'-generatie van gebruikers.

De degelijkheid van een systeem wordt mede bepaald door diegene die ermee werkt en door het doel waarvoor het gebruikt wordt (veilige en efficiënte navigatie). Het is niet omdat een nieuw systeem tal van nieuwe functies heeft (ontwikkeld door een aantal software-ingenieurs) dat al deze functies even bruikbaar of nodig zijn.

Indien een officier de keuze heeft, zal hij eerder vragen naar het verhogen van de betrouwbaarheid dan naar functionaliteit die slechts zelden gebruikt wordt. Ervaring heeft de zeevarenden ook geleerd om gebruik te maken van verschillende informatiebronnen (systemen, instrumenten en gewoonten). Ze kennen de mogelijkheden en beperkingen van de huidige en nieuwe navigatiesystemen. Dit was het geval voor radar/ARPA, elektronische kaarten, AIS en dit zal ook zo zijn voor e-Navigatie. Uiteindelijk zijn het de professionele zeevarenden, en niet de fabrikanten, de overheden of de internationale organisaties, die bepalen welke de beste combinatie is van de te gebruiken systemen op de brug en wanneer ze goed genoeg zijn om aan boord te gebruiken.

#### **4.2.6 e-Navigatie: vooruitzichten en planning**

Bij een onderzoek naar de vooruitzichten vonden we slechts beperkte informatie. Geen enkele betrokken werkgroep geeft een concrete langetermijnplanning voor e-Navigatie. Enkel het *draft* strategiedocument ter voorbereiding van de NAV 54-werkgroep vermeldt dat de introductie in 2 fasen zal verlopen (fase 1 tegen 2015 en fase 2 tegen 2030). Voor de 1<sup>ste</sup> fase vermelden ze 5 onderwerpen waaraan ze prioriteit willen geven: beschikbaarheid van ENC's (1), gestandaardiseerde gebruikersinterface voor aan boord (2) en voor VTS-services (3), verbeterde integriteit en betrouwbaarheid van de positiegegevens (4) en een robuuste communicatie-infrastructuur (5). Verdere planningsdetails ontbreken.

In een artikel in het tijdschrift *'Digital ship'* van april 2008 vertelt Dr. Andy Norris, voorzitter van het IEC Technisch comité 80, dat een resolutie voor de S-mode nog wel enkele jaren op zich zal laten wachten.

De ontwikkeling van e-Navigatie staat op dit moment nog maar in zijn kinderschoenen. De uitdaging voor de IMO- en IALA-werkgroepen bestaat erin om een uniforme strategie voor de vooropgestelde harmonisatie en integratie van de maritieme navigatiesystemen uit te werken en slechts daarna te starten met de ontwikkeling van de specifieke ondersteunende systemen<sup>129</sup>. Dit is geen gemakkelijke opdracht.

---

<sup>129</sup> De documenten en rapporten van de IMO NAV-subcomités voor e-Navigatie zijn samengebracht op volgende website: [http://www.iho.int/INT\\_ORGS/E-Nav.htm](http://www.iho.int/INT_ORGS/E-Nav.htm)



### 4.3 Ontwikkeling van elektronische AtoN-services

Met gps en eLoran krijgt men een antwoord op de vraag: "Waar ben ik?"

Met radar/ARPA krijgt men een antwoord op de vraag: "Waar zijn de anderen?"

Met AIS krijgt men een antwoord op beide vragen tegelijk.

Bovendien krijgt men ook antwoord op de vragen over welk schip het gaat, welke de route is, hoe snel het vaart, enz. De belangrijkste rol van AIS is het verhogen van de veiligheid. De mogelijkheden van AIS zijn echter nog lang niet uitgeput. AIS zal zich verder ontplooiën en een belangrijke bijdrage leveren als elektronische Aid to Navigation (AtoN) in het e-Navigatie-concept.

De *International Association of Lighthouse Authorities* (IALA)<sup>130</sup> ontwikkelt ondermeer richtlijnen en aanbevelingen over het gebruik van AIS als een AtoN, in het bijzonder over de wijze waarop men AtoN-informatie kan ondersteunen met behulp van op AIS gebaseerde netwerken aan wal.

Op de 16<sup>de</sup> IALA-conferentie<sup>131</sup> werd het zinken van het autovrachtschip Tricolor in het Kanaal voor de kust van Frankrijk aangehaald als voorbeeld. Ondanks het nemen van alle mogelijke maatregelen om aanvaringen te verhinderen, zijn er toch een aantal schepen tegen het wrak van de Tricolor gevaren en waren er verschillende 'bijna' aanvaringen. Gebrekkig uitgevoerde *watch-keeping*, het zich onbewust zijn van de situatie, slechts gedeeltelijke verwerking van navigatie-informatie en vermoeidheid droegen in belangrijke mate bij tot de incidenten.

En dan te bedenken dat de steeds groter en sneller wordende schepen nog vluggere reacties vergen. Wel moeten we bij de invoering van nieuwe toepassingen rekening houden met alle gebruikers van de zeeën en waterwegen. Want in de eerste plaats vormen de pleziervaartuigen en vervolgens de vissers-, kust- en werkvaartuigen de overgrote meerderheid van het verkeer, ver boven de SOLAS-schepen. De risico's stijgen bovendien met de drukte van het verkeer.

---

<sup>130</sup> IALA is internationaal erkend als 'Centre of Excellence' voor maritiem gebonden AtoN-services.

IALA heeft grote bevoegdheid op dit vlak. Het werkt hiervoor samen met deskundigen van toonaangevende universiteiten en onderzoeksinstituten. Het speelt een sleutelrol bij de ontwikkeling van nieuwe AtoN-diensten en e-Navigatie, en het leidt de harmonisatie en standaardisatie daarvan.

Bron: <http://site.ialathree.org/pages/accueil/IALA%20strategy%202006-2010.pdf>

<sup>131</sup> De 16<sup>de</sup> IALA-conferentie vond plaats in mei 2006 te Shanghai in de Volksrepubliek China.

Ze had als onderwerp 'Aids to Navigation in a Digital World'.

Het rapport kan je vinden op <http://www.puertos.es/export/download/puertos/1162227187015.pdf>.

Vanaf bladzijde 26 tot 45 wordt er uitgebreid verslag gegeven over initiatieven rond AIS als AtoN-service.

Ter ondersteuning van het toenemende scheepvaartverkeer en in functie van de risico's, verplicht SOLAS V/13.1 de overheden om afdoende maatregelen te treffen voor het veilig begeleiden van de scheepvaart.

Eén van de belangrijke initiatieven om hieraan tegemoet te komen is e-ANSI<sup>132</sup>, een voorstel van de IALA om automatisch en elektronisch realtime-informatie aan schepen te bezorgen over de positie en de status van de navigatiehulpmiddelen. Een volledig en op elk moment up-to-date overzicht van de situatie is essentieel voor de veiligheid van de scheepvaart en de bescherming van het maritieme milieu. e-ANSI is bedoelt als aanvulling op WWNWS (de IMO/IHO *World-Wide Navigational Warning Service*) en het levert een belangrijke bijdrage aan e-Navigatie voor de harmonisatie van de maritieme navigatiesystemen.

Het concept van e-ANSI is, dat een navigatiesysteem aan boord (via een ECDIS-scherm of een MFD) de nieuwe operationele status van een AtoN op de kaart toont aan de hand van de ontvangen informatie. Ook wanneer zich een incident voordoet, kan het systeem onmiddellijk de essentiële navigatie-informatie beschikbaar stellen om de nieuwe gevaren aan te duiden.

Het ligt voor de hand dat accurate positiegegevens (met behulp van gps, later ook van eLoran) en radar *beacons* (racons) strategische componenten zijn voor dit systeem. Maar vooral de mogelijkheden van AIS vormen de kracht van e-ANSI. Het is hierbij de bedoeling om verder te gaan dan het louter identificeren van schepen.

Ook de Europese Gemeenschap ondersteunt een breder gebruik van AIS. Een richtlijn uit 2002<sup>133</sup> verplichtte de lidstaten tegen 2007 een infrastructuur te installeren voor het uitsturen en ontvangen van AIS-informatie. Vanaf 2008 dient men deze informatie ook uit te wisselen tussen de nationale systemen van de lidstaten. De toelating om schepen op te volgen en er informatie over uit te wisselen, betekent dat AIS ook kan ingeschakeld worden voor het optimaliseren van de AtoN-toepassingen, voor VTS, voor de ondersteuning van SAR-acties en voor de bestrijding van pollutie. We zullen kort op elke toepassing ingaan.

---

<sup>132</sup> e-ANSI (Electronic Aids to Navigation Service Information) werd tot einde 2004 ANIS (Aids to Navigation Information Service) genoemd.

<sup>133</sup> Richtlijn 2002/59/EG heeft als doel een *monitoring-* en informatiesysteem in te stellen.

Zie <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:208:0010:0027:NL:PDF>

#### 4.3.1 AIS als *Aid to Navigation*

Dit is waarschijnlijk de belangrijkste toepassingsuitbreiding die mogelijk wordt dankzij AIS. De toepassing van AIS kan reëel of virtueel zijn:

- **Een reëel AtoN-station:**

Dit is een bestaand navigatiehulpmiddel (bvb. boei of vuurtoren), uitgerust met een AIS-eenheid. Via AIS kan de actuele status en beschikbaarheid van de AtoN gemeld worden. Het kan ook aanvullende meteorologische of hydrologische informatie verstrekken aan de omliggende schepen of de stations aan wal. Bvb. De actuele toestand van het getij en de lokale weersomstandigheden. Als het over een drijvend navigatiehulpmiddel gaat, kan zijn exacte positie en status steeds worden gecontroleerd. Wanneer het te moeilijk of niet te verantwoorden is om een AIS-station fysisch aan de AtoN te bevestigen, kan men een verbinding tussen de AtoN en een AIS-eenheid in de buurt maken en de gegevens van daaruit laten verzenden. We spreken in dit laatste geval van 'synthetische' AIS.

- **Een virtueel AtoN-station:**

In sommige gevallen kan het aangewezen zijn om een schijnbare of 'virtuele' AtoN op het scherm te tonen voor een bepaalde locatie, ook al is er geen fysieke AtoN aanwezig. Het creëren van zo'n virtuele AtoN met behulp van AIS, bijvoorbeeld in geval van een nieuw wrak, kan zeer snel gebeuren, zelfs vooraleer er waarschuwingsboeien zijn geplaatst. Dit zal het risico op aanvaringen in de vroegst mogelijke fase verminderen. Bijhorende informatie moet wel duidelijk maken dat het om een virtuele AtoN gaat en er moeten ook maatregelen ingebouwd worden tegen valse voorstellingen of het misbruiken van deze nieuwe mogelijkheid.

Men moet er ook rekening mee houden dat de effectiviteit van AIS als een virtuele AtoN vermindert op plaatsen dicht bij de grens van het zendbereik (op ongeveer 30 mijl van de uitzendmast).

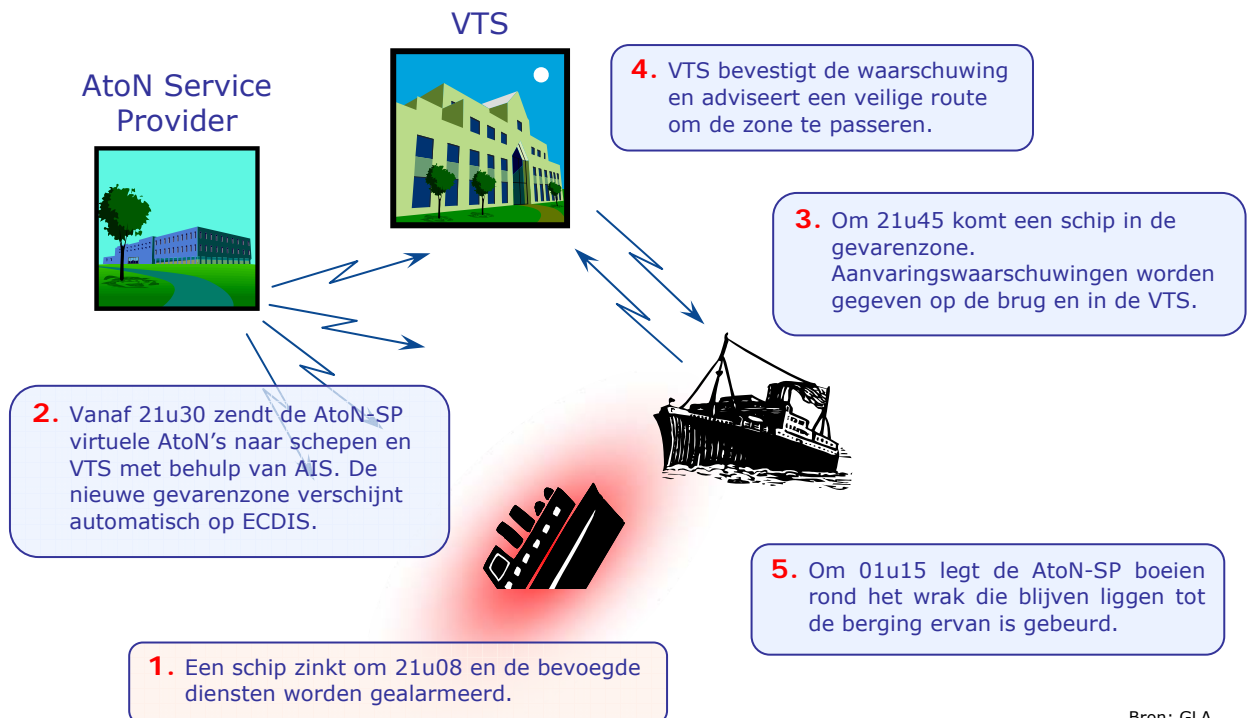
Het concept van virtuele AtoN biedt zelfs de mogelijkheid om permanente AtoN-diensten te organiseren. Mits het idee aanvaard wordt door de verschillende comités en landen, kan het gebruik ervan veralgemeend worden.

Het toepassen van deze strategie zal naar verwachting een aanzienlijke kostenvermindering voor fysieke AtoNs (boeien, lichten, enz.) betekenen. Bovendien kan het plaatsen van bijkomende installaties vermeden worden. Deze zouden

anders nodig zijn om te anticiperen op de steeds snellere en grotere schepen of om nieuwe of steeds veranderende vaargeulen aan te duiden.

De mogelijkheid om de traditionele AtoN te vervangen door efficiëntere, sneller inzetbare en kosteneffectieve elektronische systemen, is een zeer belangrijke stimulans voor de invoering van e-Navigatie, zoals uiteengezet in paragraaf 4.2.

**Figuur 47 – Het virtueel markeren van een wrak**



Bron: GLA

#### 4.3.2 AIS voor *Traffic Monitoring* en *Traffic Services*

AIS geeft een belangrijke impuls aan de effectiviteit van VTS. Het bereik van AIS strekt zich uit over een veel groter gebied dan radarstations. Het vermindert ook de afhankelijkheid van conventionele middelen voor het verkrijgen van de identificatiegegevens van schepen, op voorwaarde dat de gegevens gemakkelijk verder verspreid kunnen worden. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van AIS-relaisstations. De mogelijkheid om AIS-gegevens en radargegevens te integreren, geeft meer zekerheid dat het verkeer continu kan gevolgd worden, zelfs indien AIS-signalen of radartracks tijdelijk ontbreken. Dit is zeker nuttig voor gebieden met hoge verkeersdichtheid zoals bvb. Dover Strait en drukke havengebieden. Bovendien biedt de extra informatie voor de VTS-operator de mogelijkheid tot preciezere identificatie en meer doeltreffende waarschuwingen over mogelijke aanvaringen en strandingen.

### 4.3.3 AIS voor *Search & Rescue* en milieubescherming

Volgens het Britse departement voor transport vinden statistisch gezien ongeveer 90% van de SAR-activiteiten plaats binnen de 30-mijlszone. Dit is binnen het bereik van AIS.

Maritieme *Rescue* Coördinatiecentra (MRCC), uitgerust met schermen waarop AIS-gegevens getoond kunnen worden, zullen beter in staat zijn om acties te coördineren en daardoor efficiënter kunnen reageren op SAR- en pollutie-incidenten. Door AIS hebben ze een reële 'foto' van de omgeving ter beschikking. Ze kunnen de SAR-eenheden in actie op de voet volgen en hen live updates geven over de vorderingen die ze maken. Ook ter bestrijding van vervuiling is een steeds actuele oppervlaktefoto bijzonder nuttig. Men kan hierdoor sneller en efficiënter reageren op incidenten.

### 4.3.4 Het gebruik van MIO's

*Marine Information Objects* (MIO's) zijn berichtenpakketten met daarin kaart- en navigatiegerelateerde informatie die een aanvulling vormen op de gegevens van elektronische kaarten (ENC's volgens de IHO S-57-standaard). De gegevens uit MIO's kunnen gelijktijdig met de ENC op één ECDIS-scherm getoond worden. Ze gebruiken hiervoor nieuw gedefinieerde- en bestaande S-57 objectklassen<sup>134</sup>. Ze bevatten dus extra informatie die samenhangt met de systeem-ENC (SENC), maar ze zijn niet vervat in de ENC's zelf, ze vormen er geen integraal onderdeel van. Met MIO's wordt dus als het ware een laag extra gegevens over de oorspronkelijke ENC gelegd. MIO-gegevens moeten duidelijk onderscheiden kunnen worden van de SENC-gegevens en mogen deze niet degraderen.

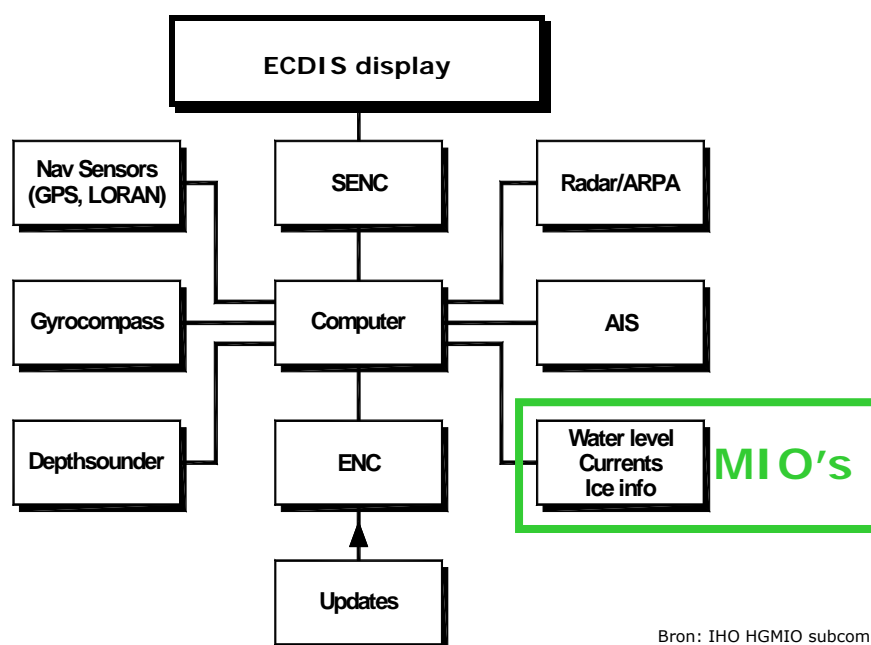
MIO's zijn dus zeer geschikt voor de verspreiding van dynamisch veranderende gegevens zoals de e-ANSI-gegevens. Gebruik makend van MIO's kan men snel reageren op een veranderde situatie en zo een aanvulling vormen voor de vaste gegevens van de ENC's. Er werd dan ook voor gekozen om een speciale MIO-categorie voor e-ANSI-berichten te definiëren.

---

<sup>134</sup> De MIO-standaarden worden vastgelegd door de harmonisatiegroep voor MIO's (HGMIO) en het *Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems* (CHRIS), beiden subcomités van de IHO, in samenwerking met het IALA en het IEC. Zie <http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/committees.htm> en <http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/CHRIS/CHRIS17/CHRIS17-07B Aids to Navigation.pdf>.

Het concept voor het tonen van e-ANSI-gegevens is gelijkaardig aan dat voor het tonen van radar- of AIS-gegevens op het ECDIS-scherm, maar dan met MIO's. De HGMIOWerkgroep definieerde overigens ook MIO's om de actuele situatie van een reeks andere nuttige gegevens op het scherm te tonen. Bijvoorbeeld voor ijsdekking, getijden en waterstand, actuele stroming en wind, meteorologische en oceanografische gegevens, maar ook maritieme habitats, milieubescherpende en archeologische informatie.

**Figuur 48 – Het gebruik van MIO's op ECDIS**



Bron: IHO HGMIOWerkgroep

De gegevens kunnen steeds in 'overlay' op ECDIS getoond worden. De werkgroep heeft daarom de afkorting MIO omgedoopt tot 'Marine Information Overlay'. Er werden al tal van initiatieven genomen en projecten gestart die gebruik maken van deze technieken.

Eén daarvan is de bescherming van koraalriffen. Het *Coral Reef Conservation Program*<sup>135</sup>, ondersteund door het NOAA, richt zich op de bescherming van de 'Florida Keys National Marine Sanctuary' (FKNMS)-koraalriffen voor de kust van Florida tegen fysieke vernietiging en verontreiniging door schepen. Meer dan 40% van de wereldvloot passeert jaarlijks de *Florida Straits*. Sinds 1984 zijn er 10 strandingen geweest en sinds 1997 gingen er al 17 schepen ten anker midden tussen de koraalriffen, telkens met schade uiteraard.

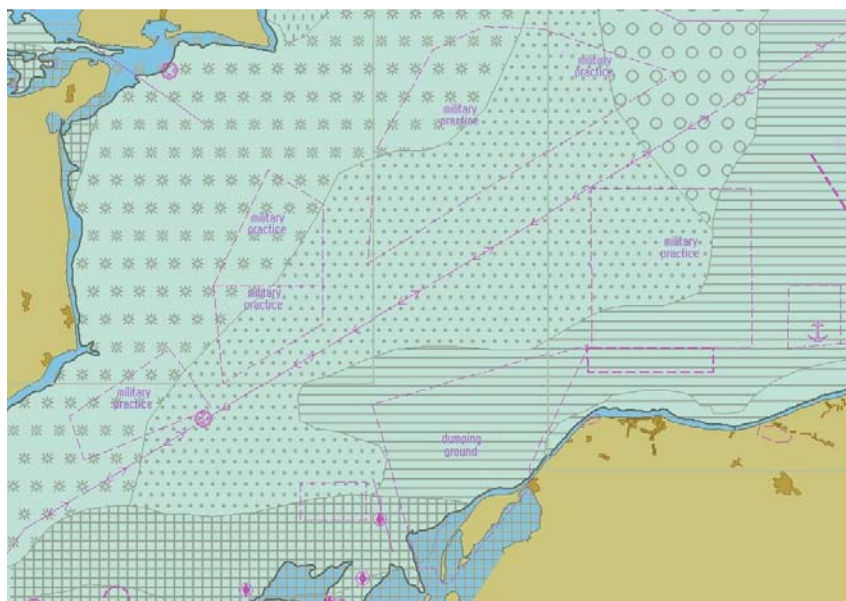
<sup>135</sup> Bron: <http://savingcoralandships.noaa.gov/>

De koraalriffen behoren nochtans tot de meest biologisch diverse ecosystemen op aarde. Ze zijn het woongebied van 25% van de bestaande vissoorten. Bovendien zijn de economische en toeristische activiteiten rond de koraalriffen in het Caribische gebied alleen al goed voor 250 miljoen euro per jaar. De economische schade bij een incident met een schip kan in de miljoenen lopen. Door specifieke gegevens over de koraalriffen en bijbehorende informatie over het te beschermen zeegebied (*Marine Protected Area* of MPA) te integreren in de elektronische navigatiesystemen, wil men de risico's op schade aan de koraalriffen door de scheepvaart minimaliseren. Met behulp van MIO's wil men in real time de kritische informatie ter beschikking stellen die dan automatisch op de ECDIS-systemen wordt getoond.

Ook voor dit doel werd dus een speciale '*Coral reef*' MIO-layer voorgesteld. Men streeft naar internationaal erkende normen voor het aanduiden van koraalriffen en MPA's, die ook rekening houden met de biologische aspecten. Men hoopt op het aanvaarden van de specificaties door de CHRIS in het najaar van 2008. Uiteraard geniet dit initiatief steun van landen als Australië, Cuba en Mexico.

Een ander heel mooi voorbeeld is ijsdekking. Het in real time op ECDIS tonen van de toestand van ijs en ijsbergen met behulp van speciale '*Ice coverage*' MIO's zal de OOW heel wat werk besparen. Het verhoogt de efficiëntie bij ijsnavigatie en het levert een belangrijke bijdrage tot meer veiligheid.

**Figuur 49 – Voorbeeld van een gedetailleerde kaart met ijs-overlay**



Bron: IHO HGMIO subcomité

Wanneer we de actuele verwachtingen rond het gebruik van elektronische navigatiemiddelen en de ondersteunende standaarden evalueren, is het duidelijk dat de S-57-kaartstandaard die ondertussen al ruim 15 jaar oud is, in de toekomst niet meer aan de verwachtingen zal voldoen. Er zijn wel beperkt aanpassingen gedaan in latere edities (S-57 3.1.1 is de laatste officiële editie), maar de standaard is te stroef en te statisch.

MIO's zijn een zeer nuttige tussenstap, maar ze zijn eerder een lapmiddel bij gebrek aan een goed doordachte standaard. Om die reden is aan een speciale werkgroep van het IHO gevraagd een toekomstgerichte standaard te definiëren.

#### 4.3.5 De toekomstige ENC-standaard

De S-101, de toekomstige IHO-kaartstandaard, is de eerste uit een nieuwe familie hydrografische standaarden die ontwikkeld wordt. De standaarden zullen allemaal gebaseerd zijn op de nieuwe *'IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data'*, publicatie S-100<sup>136</sup>. De S-100 is op zijn beurt gebaseerd op de ISO/TC 211 reeks van standaarden<sup>137</sup> voor het definiëren, beschrijven en beheren van geografische informatie.

Dit lijkt ingewikkeld, maar de bedoeling hiervan is dat alle toepassingen en sectorspecifieke standaarden olijnen met de ISO-normen voor geografische informatie. De S-100 bevat alle elementen om meerdere types gegevens, producten en services te ondersteunen.

De S-100 biedt bovendien een oplossing voor een aantal nadelen van de S-57. Zo worden bij de S-100 de gegevens, en dus ook de productspecificaties, onafhankelijk van de drager (bestandsformaten). In plaats van een bijzonder stroeve S-57-standaard komt er een krachtige en doordachte S-100-kern die verder kan uitbreiden zonder dat er nieuwe edities van productspecificaties nodig zijn. *'Plug & play'* updates worden hierdoor mogelijk. De opkomende ECDIS- en e-Navigatie-vereisten zullen hierdoor vlot ondersteund worden.

---

<sup>136</sup> De S-100 standaard wordt gedefinieerd door de *Transfer Standard Maintenance and Application Development Working Group* (TSMAD) van het IHO-subcomité CHRIS. Een kladversie van de S-100 is beschikbaar gesteld voor controle en commentaar. De periode loopt tot eind augustus 2008.

Bronnen: <http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/TSMAD/tsmadintro.htm>

<sup>137</sup> ISO/TC 211 is het *Technical Committee 211* van de *International Organization for Standardization* (ISO). TC 211 is verantwoordelijk voor de standaardisatie van digitale geografische informatie die direct of indirect met een locatie op de aarde te maken heeft. Het biedt een kader voor de ontwikkeling van sectorspecifieke toepassingen die gebruik maken van geografische gegevens. Zie <http://www.isotc211.org/>.



De S-100 biedt de mogelijkheid om sneller nieuwe toepassingen te ontwerpen of uit te breiden tegen een lagere kostprijs. Ze ligt in het verlengde van de *Geographic Information Systems (GIS)*-toepassingen. Men heeft hierdoor ook de mogelijkheid om gebruik te maken van *Commercial Off-the-Shelf (COTS)*-softwarecomponenten. Ook de datatransferbeperkingen, eigen aan het S-57-formaat, zijn opgelost.

Kortom, 10 jaar van uitgestelde S-57-correcties en -uitbreidingen worden ingevoerd in de S-100.

De nieuwe standaard zal ondermeer:

- Reële beelden en gerasterde gegevens kunnen verwerken.
- Gedetailleerde dieptegegevens en zeebodemclassificaties ondersteunen.
- Overweg kunnen met 3-D en in tijd variërende gegevens (dynamische ECDIS, MIO's, Marine GIS).
- Op het web gebaseerde services ondersteunen.
- Open staan voor het ondersteunen van nieuwe toepassingen.

De S-100 voorziet hiervoor ISO-conforme registers, centraal beheerd door het IHO, waarin een overzicht van functiegegevens en productfuncties bijgehouden wordt en dat flexibel beheerd en uitgebreid kan worden. Zo komen er dus aparte registers voor de verschillende gebruikersgroepen. De ENC S-101 is de eerste uit de reeks. Andere voorbeelden zijn nautische publicaties, inland ENC, dynamische ijsdekking, enz.

De nieuwe S-101 ENC-standaard zal alle S-57 3.1.1-gegevens incorporeren. In afwachting van de nieuwe standaarden zullen methoden met *data-overlay* zoals MIO's verder gebruikt en ontwikkeld worden.

Volgens de IHO zal de nieuwe ENC S-101-productspecificatie niet voor 2012 in voege treden. Zeker tot in 2010 is de basis, de S-100-standaard, in zijn ontwerp- en implementatiefase. Daarna moet de standaard nog goedgekeurd worden.

Men verwacht dat vanaf 2012 ECDIS en de andere systemen de S-101 zullen beginnen ondersteunen. Maar ECDIS-systemen die aangepast zijn voor gebruik met de nieuwe standaarden zullen ook de S-57-ENC's nog blijven ondersteunen.

#### **4.4 Deelbesluit nieuwe toepassingen**

De combinatie van nieuwe technologieën maakt het inderdaad mogelijk toepassingen te creëren die de groei van de maritieme industrie en de drang naar een steeds globalere aanpak ervan ondersteunen. Zowel de veiligheid van schepen en bemanning als de bescherming van het milieu, vormen naast efficiëntie van de maritieme operaties, de hoofdobjectieven van deze nieuwe toepassingen. Alles draait uiteindelijk rond het verzamelen en beheren van de vereiste gegevens om de *situation awareness* te verhogen en rond het kundige gebruik van de gegevens bij het nemen van navigatiebeslissingen.

Met LRIT wordt het mogelijk om wereldwijd de positie van elk schip op te volgen. LRIT is een antwoord op de steeds groter wordende terroristische bedreiging, maar zal zijn nut ook bewijzen bij het voorkomen en de bestrijding van pollutie. Door de mogelijkheid om zowel positie als lading van schepen uiterst precies op te volgen, kunnen vlaggenstaten, kuststaten en havens steeds gepaste maatregelen treffen in functie van de veiligheid. Ook SAR-acties kunnen hierdoor op de meest efficiënte manier verlopen.

Met e-Navigatie heeft de IMO de bedoeling een nauwkeurig, veilig en kosten-effectief systeem te ontwikkelen, waarbij bestaande en nieuwe elektronische navigatiehulpmiddelen worden geïntegreerd in één geharmoniseerd systeem. Hierin zitten zowel de systemen aan boord, de ondersteunende systemen aan wal als de communicatie-infrastructuur vervat. Deze geïntegreerde aanpak zou bijzonder positieve gevolgen hebben voor de algemene maritieme veiligheid en de bescherming van het milieu, en tegelijkertijd de efficiëntie van maritieme operaties verhogen en de lasten voor de navigator verminderen. Door de overkoepelende aanpak moet e-Navigatie een systeem worden voor wereldwijd gebruik door alle bij scheepsnavigatie betrokken personen en diensten. Het concept van e-Navigatie is waardevol en essentieel en verdient een brede steun. Ongeacht de inspanningen van de IMO en de e-Navigatiewerkgroepen is de opmars van 'elektronische navigatie' niet meer te stoppen. Ze wordt gedreven door commerciële ontwikkelingen. e-Navigatie geeft de kans om deze opmars te kanaliseren binnen een strategische visie. De uitdaging ligt in het beschikbaar maken en oplijnen van alle onderdelen van de puzzel. Hierin zijn de

beschikbaarheid van ENC's, een feilloos plaatsbepalingssysteem en een naadloos communicatienetwerk kritische factoren.

Eén van de belangrijkste initiatieven rond e-Navigatie is de invoering van de S-mode. Zeevarenden dringen erop aan om de dingen simpel te houden. Standaardisatie van bedieningspanelen en navigatiedisplays op de brug door middel van de S-mode, zou er voor zorgen dat loodsen en brugpersoneel onmiddellijk vertrouwd zijn met de bediening van de instrumenten wanneer ze voor het eerst op een brug komen.

De toepassingen met waarschijnlijk de grootste impact op korte termijn zijn de elektronische AtoN-services. Voor de ontwikkeling van deze e-ANSI-diensten maakt men gebruik van AIS-technologie en MIO's.

Kuststations uitgerust met AIS en verbonden in een netwerk verhogen in belangrijke mate de effectiviteit van VTS en SAR-operaties. Het concept van virtuele AtoN-stations maakt het mogelijk om in dringende gevallen zeer snel een AtoN op een ECDIS-scherm te tonen, ook al is er geen fysieke AtoN op die plaats aanwezig. Om deze dynamische gegevens samen met de normale kaartgegevens op de ECDIS-schermen te tonen, werden MIO's ingevoerd.

Deze marine-informatie-objecten vormen een aanvulling op de vrij stoeve en statische S-57-ENC's. Omwille van het dynamische concept worden MIO's ook voor verschillende andere doeleinden gebruikt. Ijsdekking en de bescherming van koraalriffen zijn slechts een paar voorbeelden.

Om de beperkingen van de S-57-ENC-kaartstandaard die ondertussen al 15 jaar bestaat op te heffen, is een speciale werkgroep van het IHO bezig een nieuwe toekomstgerichte standaard te definiëren. Deze hydrografische S-100-standaard zal een ruimer gebruik en een vlotte uitwisseling van hydrografische gegevens toelaten. Het zal op een flexibele manier de toekomstige navigatievereisten ondersteunen. Er wordt wel rekening mee gehouden dat de bestaande op S-57 gebaseerde ENC's in parallel ondersteund blijven, samen met de nieuwe S-101-ENC's op de toekomstige elektronische kaartnavigatiesystemen.

Verwacht wordt dat de wereldwijde introductie van e-Navigatie, elektronische AtoN-services en LRIT zullen bijdragen tot een aanzienlijke financiële besparing. Niet alleen omdat het aantal fysieke AtoN's stelselmatig kan worden verminderd, maar ook het vermijden van hoge kosten en milieurampen door navigatie-

incidenten en de mogelijkheid tot snelle interventie is een belangrijke economische stimulans. De betrokkenheid van de IMO, de IALA, de IHO's, de IEC en anderen is van cruciaal belang voor de succesvolle ontwikkeling van deze nieuwe systemen en services.

Wanneer we alle verwachtingen en vernieuwingen rond navigatietoepassingen samenbrengen in één tijdslijn, zou de evolutie van het toekomstige navigatielandschap voor de zeevarenden er als volgt kunnen uitzien<sup>138</sup>:

**Tabel 12 – Evolutie van het toekomstige navigatielandschap**

2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het e-Navigatie-strategievoorstel zal gepresenteerd worden tijdens de 85<sup>ste</sup> zitting van het MSC (eind november)</li> <li>• Start van het gebruik van AIS als AtoN</li> <li>• Op 30 december 2008 wordt LRIT operationeel</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De nieuwe S-100 <i>geospatial</i> standaard voor hydrografische data komt in voege</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiële eLoran-service operationeel</li> <li>• Wereldwijde dekking van ENC's</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De introductie van de S-mode</li> <li>• De eerste S-101-ENC's worden uitgegeven</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eerste volledig operationele virtuele AtoN-service</li> <li>• Modernisering van gps en indienststelling van Galileo</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De nieuwe GLA e-Navigatie-controlecentra zijn klaar</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wereldwijde indienststelling van eLoran</li> <li>• Initiële e-Navigatie-services beschikbaar</li> </ul>

<sup>138</sup> Tabel opgesteld aan de hand van alle besproken gegevens, aangevuld met informatie van Dr. Sally Basker van de GLA, gepresenteerd op 28 februari 2007 tijdens een forum rond e-Navigatie.

Om voorbereid te zijn op de verwachte veranderingen in de scheepvaartindustrie heeft de GLA zijn plannen voor de toekomst toegelicht in het document '2020 The Vision, Marine Aids to Navigation Strategy'.

Zie [http://www.trinityhouse.co.uk/pdfs/2020\\_the\\_vision.pdf](http://www.trinityhouse.co.uk/pdfs/2020_the_vision.pdf)

# 5 Veilige navigatie

Omdat goede navigatie bepalend is voor de veiligheid op zee gaan we ter afronding in dit deel van de verhandeling dieper in op de aspecten die hierop een invloed hebben. We doen dit aan de hand van een aantal studies naar de oorzaken van incidenten en van onderzoeksgegevens over mogelijk toekomstige bedreigingen. Welke rol spelen wij officieren hierin en wat kan eraan gedaan worden om de veiligheid in de toekomst te verbeteren?

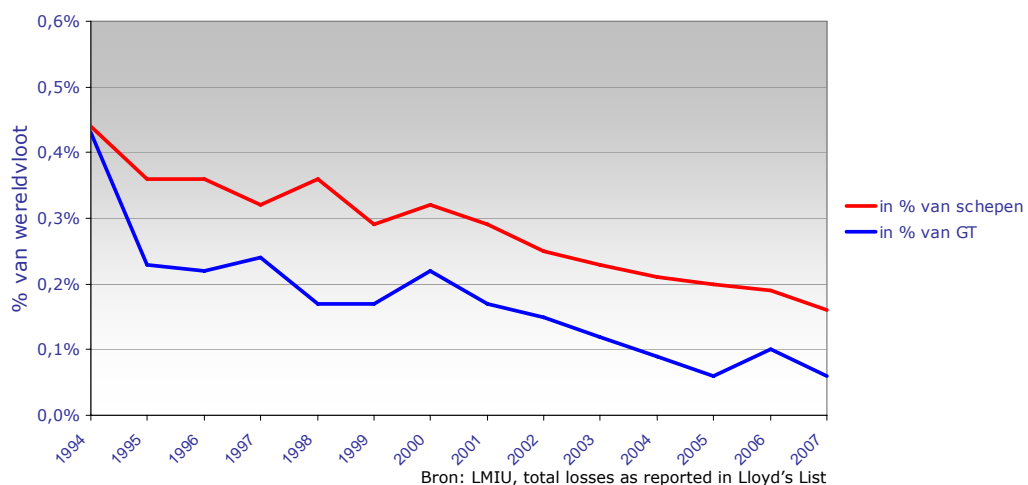
We sluiten af met een korte paragraaf over het belang van permanente opleiding en de rol die de brugsimulator kan spelen in het verhogen van de veiligheid.

## 5.1 Hoe veilig is het op zee?

### 5.1.1 Scheepvaartstatistieken over veiligheid

Een recent IUMI-rapport<sup>139</sup> met de scheepvaartstatistieken van de laatste twee decennia toont een continue neerwaartse trend van het aantal schepen dat volledig verloren ging per jaar. Uitgedrukt in % van de totale wereldvloot gaat de daling van 0,45% in 1994 naar 0,15% in 2007.

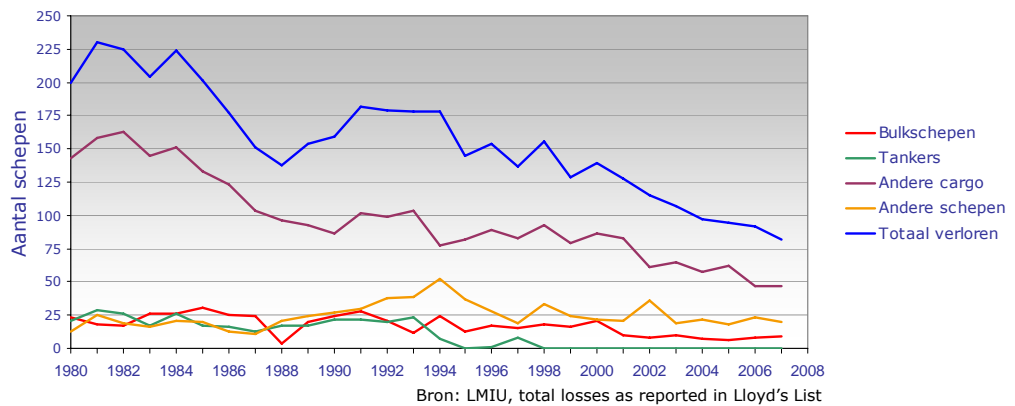
**Grafiek 12 – Volledig verloren schepen >500GT (% van wereldvloot)**



<sup>139</sup> *World Fleet Statistics 2007*, gepubliceerd door de *International Union of Marine Insurance (IUMI)* op basis van gegevens van de *Lloyd's Marine Intelligence Unit (LMIU)*. Zie <http://www.iumi.com/> en [www.lloydsmiu.com/](http://www.lloydsmiu.com/).

Wanneer we de trend uitdrukken in absolute getallen stellen we een daling vast van 176 verloren schepen in 1994 naar 92 in 2006. Tijdens diezelfde periode is de wereldvloot nochtans sterk toegenomen. De laatste 10 jaar is het aantal tankers, bulk- en containerschepen gestegen met 6000. De capaciteit is zelfs nog sterker toegenomen. Zo is de capaciteit van de containervloot verdrievoudigd tot 10,7 miljoen TEU in 2007 tegenover 3,7 miljoen TEU in 1998.

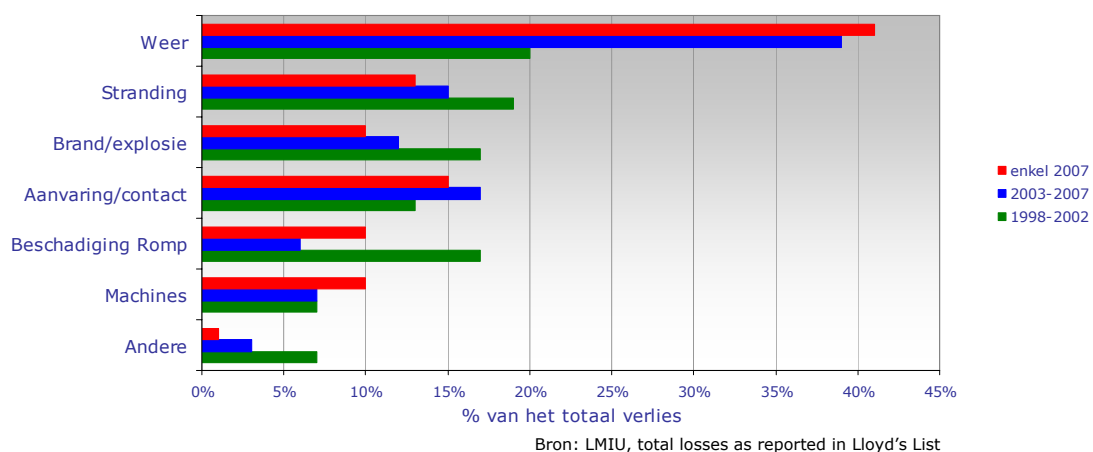
**Grafiek 13 – Volledig verloren schepen >500GT (totaal aantal)**



Wanneer we de leeftijd van de schepen in rekening brengen, stellen we vast dat tweederde van de verloren schepen ouder waren dan 20 jaar.

Deze gegevens duiden op een belangrijke algemene verbetering van de veiligheid, tenminste als het over volledig verlies van schepen gaat.

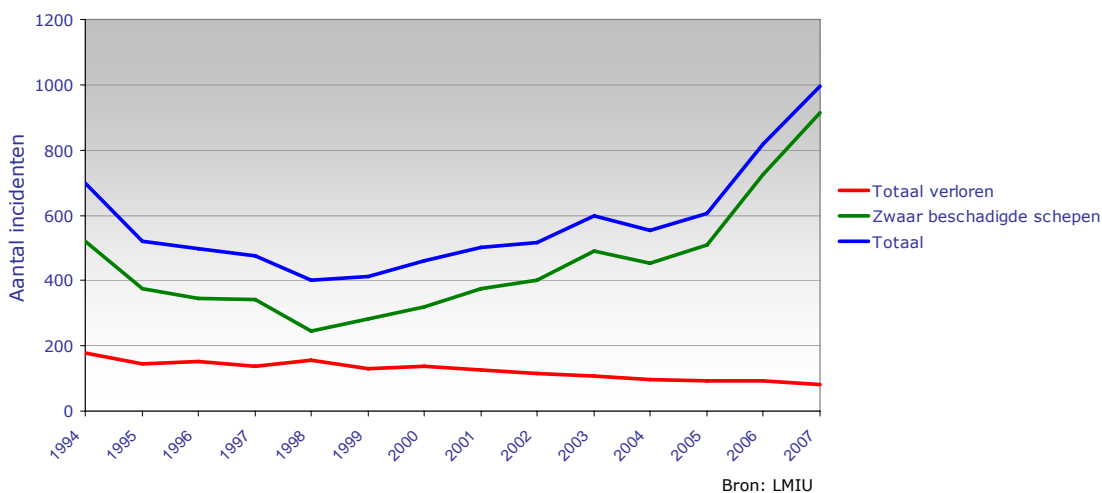
**Grafiek 14 – Oorzaken van totaal verlies van schepen >500GT**



Het weer is de voornaamste oorzaak van deze totale verliezen. Dit is zo in vier op de tien gevallen en deze factor neemt in verhouding nog steeds toe. Ze is verdubbeld op 10 jaar tijd. Verlies door aanvaringen heeft verlies door strandingen ingehaald als de volgende meest voorkomende oorzaak.

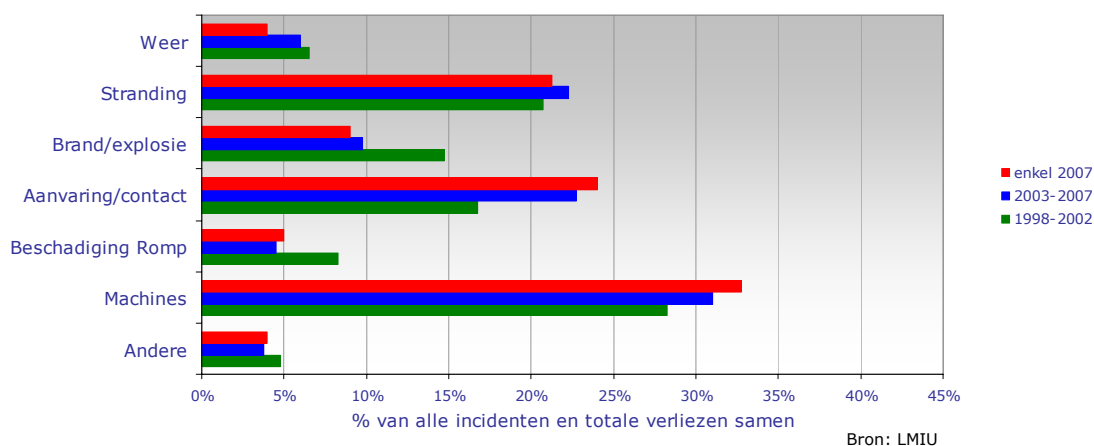
Maar terwijl het aantal schepen dat volledig verloren gaat daalt, stellen we vast dat het aantal incidenten met grote schade schrikwekkend toeneemt.

**Grafiek 15 – Aantal incidenten met schepen >500GT**



In 2007 werden 914 incidenten gerapporteerd ten opzichte van 247 in 1998. Dit is een toename met 270% op 10 jaar tijd. Ook relatief t.o.v. de toenemende wereldvloot is dit meer dan een verdubbeling. Maar nog het meest zorgbarende signaal uit deze grafiek is de toename tijdens de laatste drie jaar.

**Grafiek 16 – Oorzaken van de incidenten met schepen >500GT**

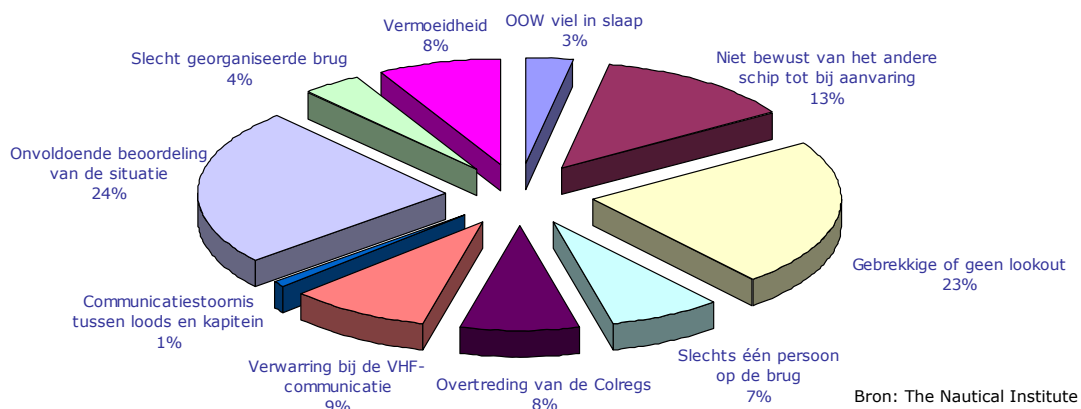


De analyse van de voornaamste oorzaken van incidenten en volledige verliezen samen geeft een verschillend beeld t.o.v. de conclusies uit Grafiek 14. Defecte of slecht functionerende scheepsinstallaties zijn nu met 30% de voornaamste oorzaak. Maar het zijn opnieuw aanvaringen en strandingen die als volgende belangrijkste oorzaken voorkomen. Ze zijn samen goed voor bijna de helft van de incidenten en hun aandeel neemt nog toe. Het weer als oorzaak valt hier terug naar amper 5%.

De voorzieningen voor een veilige navigatie zijn de laatste decennia nochtans aanzienlijk toegenomen. Waarom dan toch zoveel schade-incidenten ten gevolge van aanvaringen en strandingen?

'The Nautical Institute'<sup>140</sup>, gevestigd in het Verenigd Koninkrijk, heeft onderzoek gedaan naar de oorzaken van aanvaringen en strandingen van de afgelopen tien jaar. Het onderzoek spitste zich toe op de incidenten waarin menselijke fouten de belangrijkste oorzaak vormden. Deze vormen ongeveer 60% van alle incidenten. Met de overige 40%, als gevolg van mechanische en structurele tekortkomingen of ten gevolge van operaties met sleepboten, werd geen rekening gehouden. Het onderzoek gaf ook aan dat de meeste incidenten plaatsvonden buiten VTS-gebieden, waaruit blijkt dat VTS effectief werkt, zeker gezien het feit dat de kans op incidenten in deze druk bevaren VTS-gebieden het grootst is. Veel van de onderzochte incidenten werden toegeschreven aan meerdere oorzaken.

**Grafiek 17 – Oorsprong van menselijke fouten bij aanvaringen**



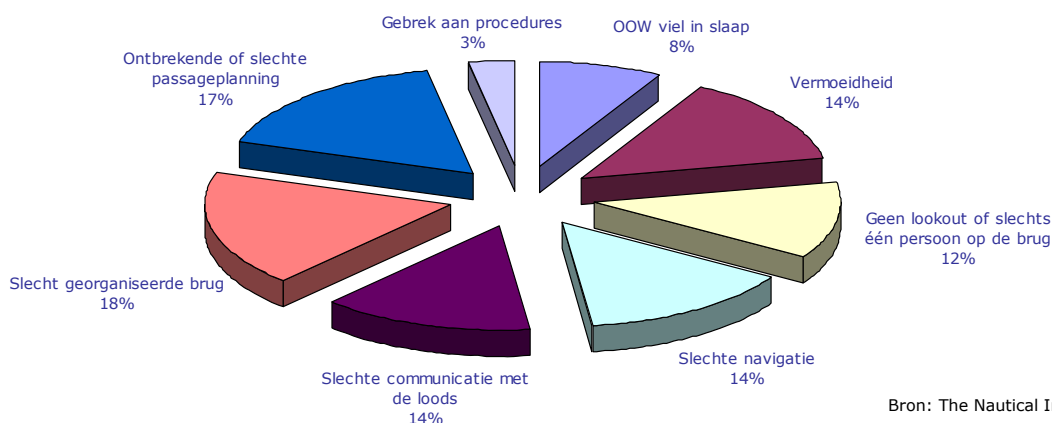
24% van de onderzochte aanvaringen, veroorzaakt door menselijke fouten, waren het gevolg van een onvoldoende beoordeling van de situatie, 23% ten gevolge van een gebrekkige of ontbrekende *lookout*, en belangrijker nog, in 13% van de gevallen was het brugpersoneel zich helemaal niet bewust van het andere schip tot op (of net voor) het moment van de aanvaring. Andere oorzaken waren te wijten aan verwarring bij de VHF-communicatie, overtredingen van de Colregs, vermoeidheid en inslapvallen van de OOW, slecht bridgemanagement en communicatiestoornissen tussen loods en kapitein.

<sup>140</sup> 'The Nautical Institute' (<http://www.nautinst.org/>) is een educatief/wetenschappelijk georiënteerde organisatie ter ondersteuning van de maritieme sector. Hun activiteiten richten zich op het verbeteren van de veiligheid en de efficiëntie van de scheepvaart. Ze publiceren o.a. het maandelijks tijdschrift 'Seaways'. De resultaten van hun onderzoek naar de oorzaken van aanvaringen en strandingen zijn gepubliceerd in de uitgave van juli 2007.



De onderzochte strandingen gebeurden in meer dan eenderde van de gevallen op een moment dat de brug slechts door één persoon bemand was, bij vermoeidheid of het inslaapvallen van de OOW. Bij 17% was er geen of een slechte passageplanning gemaakt en bij 18% lag de oorzaak bij een slecht georganiseerde brug. Foutieve navigatie en gebrekkige communicatie hebben beiden een aandeel van 14%.

**Grafiek 18 – Oorsprong van menselijke fouten bij strandingen**



Bovendien is het interessant om te noteren dat bij zo'n 70% van de onderzochte gevallen waarvan de zichtbaarheid in het rapport vermeld werd, de stranding effectief bij goede zichtbaarheid plaatsvond.

Ook de studies van het Japanse *Marine Accident Inquiry Agency (MAIA)*<sup>141</sup> bevestigen de trends uit de rapporten van de IUMI en *The Nautical Institute*.

### 5.1.2 Door 'technologie' geassisteerde aanvaringen en strandingen?

Een belangrijke vaststelling uit voorgaande studies en ook uit analyses van verschillende 'bijna'-incidenten, is dat de kwetsbaarheid gevoelig toeneemt wanneer er op de brug gewerkt wordt in isolement of wanneer degelijke werkprocedures ontbreken om de actuele navigatiesituatie in te schatten.

Bij 60% van de incidenten ligt een menselijke fout aan de basis en bovendien zijn er steeds nieuwe alarmerende berichten die melden dat dit aantal nog stijgt. Ook hier worden druk op de crew en gebrekkige kennis als oorzaken opgegeven. Het lijkt erop dat veeleer professionalisme dan wel innovatie een oplossing zal

<sup>141</sup> MAIA publiceert jaarlijks een 'Report On Marine Accidents'.  
Zie <http://www.mlit.go.jp/maia/12english/report2005.pdf>

zijn om het tij te doen keren. Met de nooit geziene precisie van de navigatiehulpmiddelen en de vooruitgang van de kwaliteit van opleidingen zoals BRM, staan we geen stap verder als het veiligheidsvoordeel dat men eruit kan halen volledig geneutraliseerd wordt door de brug met steeds minder personeel te bemannen, de druk op de crew op te voeren of door beperkte kennis of ervaring.

Toch moeten we deze cijfers enigszins relativiseren. In verhouding tot de massale hoeveelheid manoeuvres die dagelijks plaatsvinden, gebeuren zware aanvaringen slechts zeer zelden. De bestaande reglementering is dus goed. Aanpassingen hieraan zullen geen revolutionaire verbeteringen teweegbrengen. De winst zal dus gehaald moeten worden uit een betere planning van de brugactiviteiten, het gedisciplineerd toepassen van procedures en het uitvoeren van *watchkeeping* volgens de beproefde methoden. De aanwezigheid van iemand die controle uitoefent op de uitvoering van de navigatie-acties, zo blijkt nog uit studies, zou de kwetsbaarheid met een factor 10 verminderen.

De vraag is dan ook met welke bijkomende maatregelen of ontwikkelingen we een concreet antwoord geven op de bevindingen uit de studies. Zullen bijvoorbeeld de prioriteiten en het strategisch plan voor e-Navigatie, zoals we dat besproken hebben in paragraaf 4.2 op blz. 106, voldoende rekening houden met de lessen die we hier geleerd hebben?

In ieder geval is de IMO zich bewust van de uiterste kwetsbaarheid die ontstaat wanneer de wacht op de brug slechts door één persoon gebeurt. Om *'single person errors'* te minimaliseren heeft de IMO hiervoor een circulaire uitgevaardigd<sup>142</sup>. Indien ook e-Navigatie dit aspect zou kunnen ondersteunen door middel van goed ontworpen navigatiesystemen aan boord en een nauwere samenwerking met de verkeersbegeleidingssystemen, zullen de risico's op incidenten drastisch verminderen.

De nieuwe navigatiesystemen moeten automatisch de aandacht vestigen op mogelijke gevaren en de kans op afleiding minimaliseren. Een belangrijk hulpmiddel hierbij zullen de nieuwe elektronische AtoN-services zijn zoals we die besproken hebben op blz. 115. Ook een uitbreiding van de gebieden met VTS-ondersteuning zal verder bijdragen tot het voorkomen van incidenten.

---

<sup>142</sup> MSC Circular 878: *'A single person error must not lead to an accident. The situation must be such that errors can be corrected or their effect minimised. Corrections can be carried out by equipment, individuals or others. This involves ensuring that the proposed solution does not rely solely on the performance of a single individual.'*

De nieuwe systemen mogen niet tot gevolg hebben dat de rol van de navigator zich beperkt tot het toezicht houden op de systemen, maar ze moeten hem optimaal informeren en ondersteunen zodat hij een beter overzicht heeft op de situatie en de evolutie ervan. Dit houdt hem alert en zal hem toelaten adequate en tijdige acties te nemen voor een veilige navigatie.

Verder zal voldoende en goed uitgerust personeel op de brug en ook een goede training op basis van brugsimulators zeker een belangrijke bijdrage leveren. We bespreken dit op bladzijde 138.

### **5.1.3 Een weeradviesstelsel aan boord?**

Uit de statistieken leren we dat het weer in toenemende mate de voornaamste oorzaak is dat schepen volledig verloren gaan. Dit is zo voor bijna de helft van alle totale verliezen. Bovendien zijn er jaarlijks rond de 50 incidenten met grote schade die veroorzaakt worden door de weersomstandigheden.

Door de steeds toenemende economische druk en het principe *'time is money'* heeft men er alle belang bij de scheepsoperaties steeds sneller te laten verlopen. Door ondermeer LRIT (zie bladzijde 100) en de uitstekende communicatiemogelijkheden, kunnen de scheepsoperaties van heel nabij opgevolgd worden van overal ter wereld. Het gevaar ontstaat dan ook dat reders en bevrachters de druk om kortere vaarroutes te kiezen, sneller te varen en meer risico's te nemen nog zullen opvoeren.

Het weer heeft een grote impact op scheepsoperaties, niet enkel op het gebied van veiligheid, maar ook op economisch vlak.

Efficiënte weersrouting levert twee voordelen op die niet vanzelfsprekend samengaan. Het bespaart enerzijds op operationele kosten voor reder en bevrachter door efficiënter te varen (kortere vaartijden, lager brandstofverbruik) en anderzijds verhoogt het de veiligheid van bemanning, schip en lading.

Door slechte weersomstandigheden te vermijden of door erop te anticiperen voorkomt men overboord geslagen containers, olievervuiling, schade of zelfs volledig verlies van schepen.

Een dynamisch weeradviesstelsel aan boord, waardoor de officieren over een bijkomend navigatiehulpmiddel beschikken, is wellicht effectiever dan de werkwijze waarbij een voorgedefinieerde route opgelegd wordt van aan wal.

De officieren aan boord hebben immers een veel beter overzicht en kunnen de omstandigheden (specifieke condities van schip en lading) beter inschatten. Zo een dynamisch systeem biedt de officieren een middel om gegevens te collecteren, berekeningen (simulaties) uit te laten voeren en de consequenties van de keuzes te interpreteren vooraleer een definitieve route bepaald wordt. De bemanning aan boord (in plaats van meteorologen aan wal) verzorgen de weersrouting.

De huidige initiatieven zoals SPOS<sup>143</sup> zijn een belangrijke stap in deze richting, maar ze zijn slechts een begin. Met de evolutie naar de geharmoniseerde e-Navigatiesystemen, het gebruik van MIO's en de nieuwe S-100 geografische standaarden zullen de weeradviessystemen samen met nog andere navigatiehulpmiddelen in de toekomst één geïntegreerd geheel vormen.

## ***5.2 Andere factoren die invloed hebben op de veiligheid***

### **5.2.1 IJsbergen en *freak waves***

Wat zal de invloed zijn van de globale opwarming van de aarde? Zullen een aantal natuurverschijnselen ten gevolge van klimaatwijzigingen de scheepvaart in de toekomst onveilig maken? En kunnen we ons hiertegen wapenen?

In een rapport van de *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)*<sup>144</sup> becijferen wetenschappers dat het tempo waarin het noordpoolgebied opwarmt twee keer zo hoog ligt dan in de rest van de wereld. Wit ijs weerkaatst zonlicht terug de ruimte in. Hoe meer ijs er verdwijnt, des te meer zonnewarmte er dus wordt geabsorbeerd door de bodem en het zeewater. Zodoende versterkt de opwarming zichzelf. Dit zal er uiteindelijk toe leiden, zo concluderen ze, dat de temperatuur op de Noordpool nog deze eeuw met 4° C tot 7° C zal stijgen.

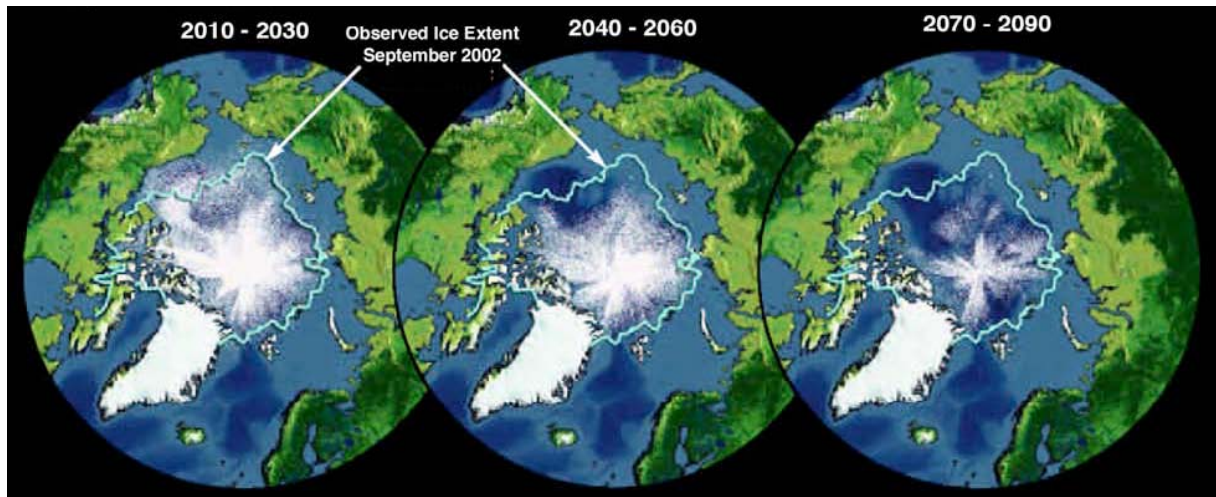
---

<sup>143</sup> SPOS (*Ship Performance Optimisation System*) is een dienst van *Meteo Consult* die aan de hand van gedetailleerde weersinformatie en operationele criteria van het schip optimaal routeadvies kan geven. Zie <http://www.spos.nl/>

<sup>144</sup> De ACIA was een internationaal project dat als doel had de invloed van klimaatwijzigingen op de Noordpool te bestuderen. De ACIA werkte in opdracht van de acht landen die grenzen aan de Noordpool. De resultaten werden gepresenteerd in IJsland in november 2004. Ze werden gepubliceerd in het rapport '*Impacts of a Warming Arctic*', te vinden op <http://www.acia.uaf.edu/>.

Naast een geleidelijke stijging van de zeespiegel, zal ergens tussen 2060 en 2090, het Noordpoolijs tijdens het zomerseizoen helemaal verdwijnen.

**Figuur 50 – Voorspelde evolutie van het Noordpoolijs**



Bron: ACIA

Binnen enkele tientallen jaren zal dus trans-Arctische scheepvaart mogelijk worden. Bovendien ligt zo'n 25% van de bekende olie- en gasvoorraad in het Arctisch gebied en door het smelten van het ijs kunnen we daar dan beter bij.

Maar door een toenemend aantal ijsbergen dat op drift is, zal de scheepvaart ook een stuk gevaarlijker worden. En ook het weer zou dramatisch kunnen veranderen. Over het algemeen maakt warmte de weersomstandigheden extremer. De hoeveelheid neerslag en het aantal en de hevigheid van de stormen zullen toenemen met de warmte. We zullen te maken krijgen met hogere golven en ook het complexe gedrag van getijden en stromingen zal veranderingen ondergaan. Vooral in kustgebieden moeten we dus rekening houden met belangrijke afwijkingen van de getijden en stromingen ten opzichte van de gegevens, vermeld in de officiële getijdentabellen.

Gemiddeld verdwijnt er iedere week minstens één schip, zo leerden we uit de statistieken van Lloyd's. De oorzaken ervan hebben we besproken. Hier zou volgens de nieuwste inzichten in de hydrodynamica wel eens een nieuwe oorzaak aan toegevoegd kunnen worden, nl. de uit het niets verschijnende *'freak waves'*.

De hypothese dat monstergolven van 25 of 30 meter hoogte maar eens om de 10000 jaar voorkomen, is achterhaald. Uit recente onderzoeken blijkt dat ze zó vaak voorkomen dat er een andere oorzaak aan de basis moet liggen dan

vroeger werd aangenomen. *Freak waves* zijn mogelijk de oorzaak van de verdwijning van zo'n 200 grote zeeschepen sinds het begin van de jaren '80. Zal dit fenomeen in de toekomst nog frequenter gaan voorkomen?

Omdat de huidige schepen niet tegen deze uitzonderlijke omstandigheden beschermd zijn, is het uiterst belangrijk om de kans op het ontstaan van *freak waves* te kunnen voorspellen zodat we uit hun buurt kunnen blijven. Het ontstaan ervan is afhankelijk van veel factoren en met de moderne golfprognose-systemen is het niet mogelijk ze te voorspellen. *Freak waves* kunnen ook niet direct gekoppeld worden aan bijbehorende weersomstandigheden. Gelukkig zijn verschillende universiteiten en onderzoekscentra<sup>145</sup> met dit fenomeen bezig en komen er hopelijk binnen niet al te lange termijn *'freak wave warning systems'*.

Net zoals bij de weeradviesystemen moet het de bedoeling zijn zowel accurate ijs-informatie als *freak wave*-waarschuwingen op de schermen van de geïntegreerde e-Navigatiesystemen te tonen. Bovendien is het te hopen dat er bij het ontwerp van nieuwe schepen meer en meer rekening gehouden wordt met het fenomeen van *freak waves*.

### 5.2.2 Piraterij en terrorisme

Van 'oude' piraterij was in de 19<sup>de</sup> en 20<sup>ste</sup> eeuw haast geen sprake meer, doordat de handelsschepen beter beschermd en de vaarroutes gecontroleerd werden en door de internationale wetgeving.

Maar piraterij is opnieuw brandend actueel. Bepaalde gebieden op aarde zoals de Golf van Aden, de Zuid-Chinese Zee, delen van Zuid-Amerika en de Indonesische wateren (Straat van Malakka) zijn werkelijk gevaarlijk. Tussen 1993 en 2003 is het aantal gevallen van piraterij verdrievoudigd<sup>146</sup>. De meeste schepen die aangevallen werden, waren tankers en bulkcarriers. Deze schepen varen relatief langzaam en hebben een lage vrijboord waardoor ze kwetsbaarder zijn.

---

<sup>145</sup> Verschillende universiteiten en onderzoeksinstituten organiseren regelmatig wetenschappelijke workshops waar ze dieper ingaan op deze materie. Ondermeer op de workshop *'Waves and Operational Oceanography'*, gehouden op 19 september 2007 in Brest, Frankrijk, werden presentaties gegeven door de *Waseda University* van Japan. Zie <http://www.oceanwave.jp/index.php?Freak%2FRogue%20Wave%20Prediction>.

<sup>146</sup> Volgens het IMB (*International Maritime Bureau*), het *piracy reporting centre* in Kuala Lumpur. Zie <http://www.icc-ccs.org/prc/overview.php>.

Maar het houdt niet op met piraterij alleen. Ook de navigatiesystemen aan boord en aan wal zijn gevoelig voor terroristische acties. De softwaretoepassingen en de netwerken aan boord kunnen gesaboteerd worden door computercriminelen en ook gps kan door zijn technische natuur eenvoudig uitgeschakeld worden.

Hoe kunnen we ons beschermen tegen deze piraterij van de 21<sup>ste</sup> eeuw?

Volgens SOLAS XI-2/6 moeten alle schepen van meer dan 500GT uitgerust zijn met een *Ship Security Alert System* (SSAS). Met dit systeem kan een 'stil' alarm uitgezonden worden wanneer er gevaar dreigt. Autoriteiten kunnen hierdoor gewaarschuwd worden en ingrijpen, maar hiermee kunnen de kapingen niet voorkomen worden.

In maart 2007 kondigde Sperry aan dat het een succesvolle demonstratie had gegeven van een *'Integrated multi-sensor situational awareness, surveillance and response system'*<sup>147</sup>, dat speciaal ontworpen werd om op piraterij en terroristische aanslagen te anticiperen.

Ook de toepassing van een *'dual channel'* radar kan een belangrijke bijdrage leveren om proactief op te treden. Met deze techniek zou de input van een bijkomende radarantenne op het radarsysteem toegelaten worden. Deze antenne mag zelfs honderden meters verder op het schip gezet worden. Blinde zones zoals onder de boeg of vlak achter het schip kunnen op die manier vermeden worden. Piratenboten kunnen via deze zones niet meer ongezien op het schip geraken.

Voor de beveiliging van computersystemen moet er op meerdere niveaus ingegrepen worden. De netwerken zijn bijzonder kwetsbaar.

Alle communicatie met de buitenwereld moet met een firewall, antivirus software en VPN's (zie blz. 68) beveiligd worden (*avoidance level*). Verder moet voor elke gebruiker die op het systeem wil werken de toegang gecontroleerd worden (*control level*). Gespecialiseerde bedrijven moeten hiervoor ingeschakeld worden. Via *remote services* zullen virus updates, software *upgrades*, enz. mogelijk zijn (zie paragraaf 2.3.2 blz. 75).

Als back-up voor gps kan eLoran ingevoerd worden (zie paragraaf 1.1.2 blz. 5). Door de laagfrequente grondgolven met hoog vermogen is eLoran in principe *'jam-proof'*.

---

<sup>147</sup> Zie [http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/news-and-press-releases\\_details.asp?qsIntNewsID=200](http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/news-and-press-releases_details.asp?qsIntNewsID=200)

## ***5.3 Permanente opleiding***

Het belang van permanente opleiding en bijscholing werd meermaals onderstreept door Nicolas Verbraeken, Shore Capitain bij Jan De Nul, tijdens een bezoek aan het VDAB Maritiem Opleidingscentrum te Zeebrugge.

De zeer geavanceerde brugsimulator<sup>148</sup> die in het opleidingscentrum aanwezig is, werd speciaal uitgerust voor het inoefenen van baggertechnieken. Wat betreft navigatie is bij baggerwerken een zeer hoge precisie vereist, tot op de decimeter nauwkeurig. De stand van de pijp en de zuigmond, zowel ten opzichte van het schip als ten opzichte van de bodem worden perfect gesimuleerd en kunnen bestuurd en gecontroleerd worden van op de brug. Ook de invloed van het baggeren op het gedrag van het schip (scheef trekken) wordt hierbij gesimuleerd.

### **5.3.1 Het toenemende belang van simulatoren**

Simulatoren zijn steeds meer representatief voor de werkelijke situatie. Dit wordt bevestigd door officieren die de vergelijking met de praktijk kunnen maken. De simulator van Zeebrugge is uitgerust met dezelfde apparatuur als aan boord van de schepen. Verschillende schepen kunnen gesimuleerd worden, niet enkel baggerschepen. De trend is dat de brugsimulatoren steeds sneller worden aangepast en dat nieuwe technieken en instrumenten zelfs eerst op de simulator worden geïnstalleerd, vooraleer ze op de werkelijke schepen worden geplaatst.

De training kan op voorhand gebeuren en door de erg getrouwe nabootsing van de werkelijke situatie, kan men zelfs correcties laten aanbrengen aan de instrumenten voor men ze in de praktijk gaat gebruiken.

De kostprijs van een simulator is bijzonder hoog, maar de voordelen zijn enorm:

- Zeer intensieve opleiding in zeer korte tijd.
- Getraind personeel komt aan boord en is vrijwel onmiddellijk productief.
- Door het intensief trainen en herhalen van moeilijke en gevaarlijke situaties en het simuleren van rampscenario's is men beter voorbereid om te anticiperen op mogelijke ongevallen. Ook zal men doeltreffender reageren als er zich toch nog een ongeval voordoet.

---

<sup>148</sup> De brugsimulator in Zeebrugge kwam er op initiatief van de Vlaamse Gemeenschap, Jan De Nul en Dredging International (DEME).



Naast een verhoging van de veiligheid werkt dit dus enorm kostenbesparend. Bovendien wordt het opleidingsaspect steeds belangrijker, want het verhoogt de efficiëntie van de operationele activiteiten gevoelig. In die mate zelfs dat het de keuze van instrumenten en gebruikte werkmethoden helpt bepalen.

### 5.3.2 De keuze van instrumenten en werkmethoden

De evolutie van de werkprocedures moet erop gericht zijn om de risico's systematisch te elimineren. Een juiste keuze van de toestellen kan hierbij zeker helpen. De bemanning is zich dikwijls niet bewust van de mogelijke fouten die ontstaan door de specifieke combinatie van de verschillende toestellen aan boord. Als deze bovendien op elk schip verschillend zijn, wordt het risico nog groter. Verschillende combinaties van radar, gps en ECDIS zijn hiervan een goed voorbeeld. Sommige toestellen herberekenen de gegevens wanneer ze gekoppeld zijn, bij andere moeten de instellingen aangepast worden.

Menselijke fouten zijn de belangrijkste oorzaak van incidenten en rampen. Door verbeterde werkmethoden en een goede keuze van instrumenten kunnen we de risico's op incidenten helpen verminderen:

- Het bijeenbrengen van praktijkervaring en het uittesten van de gebruikte methoden op de simulator leidt tot betere inzichten. Door ze om te zetten in procedures die rekening houden met deze *'best practices'* en ze te laten inoefenen tijdens de opleiding op de simulator, leidt dit tot beter opgeleid personeel. Potentiële incidenten door onervarenheid worden op die manier vermeden.
- Maximale standaardisatie van de bediening van de instrumenten.  
We hebben dit ook aangehaald tijdens de bespreking van de voorgestelde S-mode bij e-Navigatie (zie blz. 111).  
Bij overplaatsing naar een ander schip is men veel sneller vertrouwd met de nieuwe situatie. Bij dringende acties is de kans dat men de juiste reflex heeft dan ook veel groter.
- Uniformiteit van de installaties over de verschillende schepen.  
Dit is waarschijnlijk slechts mogelijk binnen de vloot van hetzelfde scheepvaartbedrijf. Maar door een identieke bruguitrusting zal het risico op fouten nog verder teruggedrongen worden. Bij overplaatsing naar een

ander schip is men hierdoor maximaal vertrouwd met de instrumenten en hun opstelling. Bovendien is in dit geval de investering in de simulator bijzonder effectief want ze is dan nuttig voor elk schip.

Ter afsluiting van het bezoek aan het opleidingscentrum onderstreept Nicolas Verbraeken nog eens het belang van een degelijke basisopleiding. Een grondige kennis van de traditionele navigatiemethoden is vereist vooraleer over te schakelen naar simulatoren met de nieuwe uitrusting. En wat betreft de verdere evolutie van de navigatiesystemen, zal de controle over de scheepssystemen nog verbeterd kunnen worden door de voortschrijdende integratie en door de mogelijkheden die er komen om navigatiegegevens en andere gegevens ook buiten de brug beschikbaar te stellen. Maar dan spreken we over een evolutie op langere termijn.

## 6 Eindbesluit

De evolutie van de maritieme sector en van onze taak als officier kunnen niet losgezien worden van de trends op wereldschaal. Want hoewel de maritieme sector een sleutelrol speelt in de wereldhandel, zijn er erg veel technologische en andere externe factoren uit het wereldgebeuren die het reilen en zeilen ervan in belangrijke mate beïnvloeden. Bij onze zoektocht viel het op hoe complex en uiteenlopend deze invloeden wel kunnen zijn. Ze zijn duidelijk niet allemaal technisch van aard. Het was dan ook een erg boeiende ervaring, om uit de grote hoeveelheid verzamelde gegevens de echt relevante informatie te selecteren en deze op een gestructureerde manier in de eindverhandeling te verwerken. Het idee om de analyse van de evolutie op te splitsen in drie dimensies was hierbij zeer nuttig. Het aantal voetnoten en de uitgebreide bibliografie zijn slechts een indicator van de veelzijdigheid van het onderwerp van deze verhandeling.

Tijdens onze ontdekkingsreis door het technologische landschap werden we verrast door een aantal opmerkelijke ontwikkelingen. Was u er zich van bewust dat het gps-systeem zo gemakkelijk te saboteren is en dat een systeem van een halve eeuw oud een oplossing kan bieden? Had u al gehoord van de moderne radartechnieken waarmee een target van slechts een halve vierkante meter op vijf zeemijl afstand van de bewegende golven kan worden onderscheiden? Of van de ontwikkeling van een nieuwe generatie digitale kaartstandaarden, omdat de huidige 15 jaar oude standaard niet toelaat te werken met dynamisch veranderende gegevens?

Dat de enorme vooruitgang op het vlak van communicatiefaciliteiten een grote rol zou spelen, is waarschijnlijk nog het minst verrassend. Maar het effect ervan op middellange termijn op onze taken als officier, zou wel eens behoorlijk onderschat kunnen worden. Want terwijl de maritieme business steeds groter wordt, wordt door de communicatiemogelijkheden de wereld steeds kleiner. Het digitaal universum groeide het afgelopen jaar 10% sneller dan verwacht. De digitale *'footprint'* op wereldschaal zou op vijf jaar tijd vertienvoudigen tot twee zettabyte (dit is tweeduizend miljard gigabyte).

Technologie en communicatie bieden dus nooit geziene mogelijkheden voor de ontwikkeling en de integratie van systemen. Bedrijfsnetwerken en *'always on'*-internet spelen hierbij een sleutelrol.

Zullen hierdoor kapitein en officieren op termijn slechts uitvoerders zijn van navigatiebevelen van aan wal? Zal hierdoor de eindbeslissing over de te varen route en daarmee ook de verantwoordelijkheid nog steeds bij de kapitein blijven? Met andere woorden, zullen de "beste" stuurloos aan wal staan? Of wordt het schip misschien zelfs helemaal van op afstand bestuurd?

Zo een vaart zal het niet lopen. Het schip zal zeker nooit van op afstand bestuurd worden. Toch zullen de bemoeienissen van aan wal toenemen en bestaat het gevaar dat de functie van de kapitein hierdoor meer en meer wordt gereduceerd tot een soort communicatieofficier. We stellen vandaag al vast dat er in verhouding meer tijd aan communicatie met de wal wordt gependeed dan tien of twintig jaar geleden.

Het staat als een paal boven water dat er in de toekomst heel wat zal veranderen op de brug. Alleen zal het niet zo snel gaan als de techniek het toelaat, want degelijkheid en conservatisme bepalen nog steeds in belangrijke mate de houding van de maritieme sector en in het bijzonder van de zeevarenden, en dit zal niet gauw veranderen.

De vernieuwingen op gebied van navigatiehulpmiddelen en communicatie zullen in de praktijk op de brug dus nooit op de voet gevolgd worden. En dit om velerlei redenen. Vooraleer de nieuwste technieken door iedereen, inclusief de IMO en de andere officiële instanties aanvaard worden, zullen zij hun degelijkheid moeten bewijzen. Een tweede reden is het prijskaartje dat eraan vast hangt. Scheepseigenaars zullen niet zomaar om de haverklap de dure nieuwste snufjes aan boord laten installeren, ook al zou dit de veiligheid ten goede komen (kosten/baten). Zij zullen slechts overtuigd zijn van het nut als het hen ook iets oplevert (tijds winst, minder risico's, ...), of als het via de internationale wetgeving verplicht wordt om aan boord gebruik te maken van bepaalde technieken of apparatuur.

Dit brengt ons bij het aspect veiligheid. De verbetering van de veiligheid door het steeds beschikbaar zijn van een actueel en accuraat beeld van de situatie rond

het schip, is waarschijnlijk het grootste voordeel van de nieuwe navigatie-instrumenten. Daartegenover staat dat we steeds afhankelijker worden van de technologie. Bovendien bestaat het gevaar dat door de nieuwe methoden de traditionele navigatiekennis verloren zal gaan.

De maritieme gemeenschap is op dit moment bezig met het bepalen van een strategie voor de invoering van e-Navigatie en elektronische AtoN-services. Dit moet het kader vormen voor de integratie van nieuwe technologieën voor navigatie aan boord en voor ondersteunende diensten zoals VTS aan wal. Het zal helpen de veiligheid van de scheepvaart over de hele wereld te verbeteren.

Maar er dreigen nog enkele andere gevaren. Wanneer we de trends overlopen, zijn er naast de technologische vernieuwingen ook andere factoren die een invloed zullen hebben op de veiligheid en dus ook op de toekomstige werkomgeving van de officieren.

De evolutie van de wereldhandel, nieuwe businessmodellen en winstbejag zullen de druk opvoeren. Op wereldvlak verwacht men belangrijke ontwikkelingen van de maritieme handel met China en volgens het Internationale Energieagentschap zou het energieverbruik tegen 2030 met 50% stijgen. Grotere en snellere schepen, nieuwe trafiekpatronen en dikkere scheepvaart zijn het gevolg. Als men bovendien hierbij ook nog wil besparen op de crewkosten zouden de risico's wel eens erg kunnen toenemen.

Uit de scheepvaartstatistieken van ondermeer de LMIU en studies van de IUMI zijn er duidelijke trends af te leiden. Het aantal incidenten met schepen stijgt de laatste jaren schrikwekkend. En wanneer hieruit blijkt dat menselijke fouten aan de basis liggen van 60% van deze incidenten en dat aanvaringen en strandingen de belangrijkste gevolgen zijn van de fouten, kan men zich de vraag stellen waartoe al die spitstechnologische heisa dient.

Menselijke fouten zullen nooit uitgesloten kunnen worden, maar het is wel mogelijk om ze, mits voldoende bemanning, juiste werkprocedures, efficiënte navigatiehulpmiddelen en ondersteunende diensten tot een minimum te beperken. De brugsimulator zal hierbij een steeds belangrijker hulpmiddel vormen om het brugpersoneel optimaal voor te bereiden. Maar het zijn vooral de wetgevende instanties als de IMO die op wereldschaal de verplichtingen moeten opleggen die nodig zijn om veilige navigatie te garanderen.

En dan is er nog de opwarming van de aarde. De aangekondigde klimaatswijzigingen zullen enerzijds nieuwe scheepvaartroutes mogelijk maken, maar anderzijds zal dit ook leiden tot een aantal oceanografische veranderingen.

De kans op ijsbergen in vaarroutes, extreme weersomstandigheden, mogelijk meer *freak waves* en afwijkende getijden en stromingen ten opzichte van de conventionele navigatietabellen (zeker voor navigatie in complexe kustwateren), zullen in toenemende mate onze aandacht opeisen op de brug. Prognoses over de gedragingen van oceanen en zeeën worden dus steeds belangrijker. Ontwikkelingen op het gebied van modellering van de gedragingen van oceanen en zeeën hebben geleid tot een radicale verbetering van de betrouwbaarheid van operationele voorspellingen over de zeespiegel, de oceaanstromingen en het weer. Door de moderne communicatiefaciliteiten, webservices tot op de brug en de evolutie van de technieken om dynamische gegevens op ECDIS-systemen te kunnen weergeven, zal men in de toekomst op de brug onmiddellijk over deze actuele informatie beschikken. Het is één van de belangrijkste troeven die e-Navigatie zal brengen.

Wanneer we een synthese maken van alle invloeden op onze taak als officier aan boord van de oceaanreuzen, wordt de evolutie waarschijnlijk bepaald door een compromis tussen veiligheid, winstbejag, milieubescherming, gedeeltelijke 'afstandsnavigatie' en oordeelkundige navigatie ter plaatse.

De kapitein en de officieren blijven waarschijnlijk het best geplaatst om de situatie ter plaatse in te schatten en de juiste beslissing te nemen. De nadruk ligt op geavanceerde navigatiehulpmiddelen en informatie (communicatie), in toenemende mate ondersteund (en gecontroleerd) door een netwerk van diensten aan wal.

Officieren zijn omwille van hun zin voor verantwoordelijkheid geen '*early adopters*'. Ze zijn zich daarom soms minder bewust van de potentiële vernieuwingen die in aantocht zijn. Het is ten slotte steeds belangrijk om te onthouden dat de nieuwe systemen niet moeten beschouwd worden als een '*pilot in a box*' maar als een '*aid to the pilot*'.

Ik hoop dat u bij het lezen hebt genoten van deze virtuele reis door de toekomst.

# Bibliografie

ACIA (2004), *Impacts of a Warming Arctic*, november, <http://www.acia.uaf.edu/>, 17 december 2007.

Alexander, L. en Huet, M. (2007), *Marine Information Objects (MIOs)*, 12 februari, [http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/CHRIS/SDI\\_Matters/Marine\\_SDI\\_Workshop\\_Havana\\_2007/Huet\\_MIOs.ppt](http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/CHRIS/SDI_Matters/Marine_SDI_Workshop_Havana_2007/Huet_MIOs.ppt), 12 januari 2008.

Alimchandani, M., IALA (2006), 16<sup>de</sup> IALA-conferentie *Aids to Navigation in a Digital World*, 22-27 mei 2006, Shanghai, <http://www.puertos.es/export/download/puertos/1162227187015.pdf>, 5 januari 2008

Allen, C., University of Kansas, U.S. (2004), *Radar Pulse Compression*, 17 juni, [http://www.ittc.ku.edu/workshops/Summer2004Lectures/Radar\\_Pulse\\_Compression.pdf](http://www.ittc.ku.edu/workshops/Summer2004Lectures/Radar_Pulse_Compression.pdf), 19 november 2007.

Basker, S., Last, D., Groton, Connecticut (2006), *The General Lighthouse Authorities' Loran Programme and Current Status in Europe*, 11 oktober, [http://www.loran.org/Meetings/Meeting2006/Session\\_1\\_-\\_Loran\\_Status\\_around\\_the\\_World/s1n2.pdf](http://www.loran.org/Meetings/Meeting2006/Session_1_-_Loran_Status_around_the_World/s1n2.pdf), 22 augustus 2007.

Blunt, S.D., Gerlach, K., Naval Research Laboratory, Philadelphia, Pennsylvania (2005), *Adaptive Radar Pulse Compression*, 2005 NRL review, [http://www.nrl.navy.mil/Review05/images/05Simulation\(Blunt\).pdf](http://www.nrl.navy.mil/Review05/images/05Simulation(Blunt).pdf), 19 november 2007.

Central Intelligence Agency (2007), *The World factbook*, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>, 15 oktober 2007

ChartCo Ltd, Essex, UK (2007), *Maritime Data Services*, , <http://www.chartco.com/services.htm>, 17 augustus 2007.

Clarke, A. C. (1945), *Peacetime Uses for V2*, *Wireless World*, februari 1945, p. 58, [http://lakdiva.org/clarke/1945ww/1945ww\\_058.jpg](http://lakdiva.org/clarke/1945ww/1945ww_058.jpg), 9 juli 2007.

Clarke, A. C. (1951), *Superiority*, *short story*, Magazine of Science Fiction & Fantasy

Contenue|Erkel Associates (2006), *Remote Fleet Management Solution*, <http://contenue.com/>, 13 juli 2007.

Cunningham, P., Inmarsat, Singapore (2007), *Findings from Crew Calling III Market Survey*, 18 september, [http://www.thedigitalship.com/powerpoints/sing07/piers\\_cunningham\\_inmarsat.pdf](http://www.thedigitalship.com/powerpoints/sing07/piers_cunningham_inmarsat.pdf), 23 december 2007.

Department for Transport, United Kingdom (2005), *UK Government Strategy for AIS*, <http://www.dft.gov.uk/pgr/shippingports/ports/modern/ais/ukgovernmentstrategyforais>, 10 januari 2008.

Dürsteler, J.C., InfoVis.net (2005), *Situation Awareness*, 28 november, <http://www.infovis.net/printMag.php?num=176&lang=2>, 16 juli 2007.

Earthy, J., Lloyd's Register, Athene (2007), *Making IT easy to use*, 23 oktober, [http://www.thedigitalship.com/powerpoints/ath07/Jonathan\\_Earthy\\_Lloyds\\_Register.pdf](http://www.thedigitalship.com/powerpoints/ath07/Jonathan_Earthy_Lloyds_Register.pdf), 22 december 2007.

Erdmann, J. (2007), *Maritime radar standards chart new course as internet technology goes to sea*, IEC E-TECH Online News, juli, [http://www.iec.ch/online\\_news/etech/arch\\_2007/etech\\_0707/focus.htm](http://www.iec.ch/online_news/etech/arch_2007/etech_0707/focus.htm), 25 augustus 2007.

Europese Gemeenschappen (2002), *Richtlijn 2002/59/EG*, 27 juni, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:208:0010:0027:NL:PDF>, 8 januari 2008

Federal Aviation Administration (FAA), Verenigde Staten (2004), *Loran's Capability to Mitigate the Impact of a GPS Outage on GPS Position, Navigation, and Time Applications*, 15 maart, [http://www.navcen.uscg.gov/eloran/Loran\\_Tech\\_Eval\\_Final\\_Report\\_March\\_2004.pdf](http://www.navcen.uscg.gov/eloran/Loran_Tech_Eval_Final_Report_March_2004.pdf), 26 augustus 2007.

Fenn, A.J., Temme, D.H. e.a., Lexington, Massachusetts (2000), *The Development of Phased-Array Radar Technology*, Lincoln Laboratory Journal Volume 12 - number 2 - 2000, p. 321-340, [http://www.ll.mit.edu/news/journal/pdf/vol12\\_no2/12\\_2devphasedarray.pdf](http://www.ll.mit.edu/news/journal/pdf/vol12_no2/12_2devphasedarray.pdf), 19 november 2007.

FleetBroadband - Pricing Plans (2007), *Digital Ship*, Vol 8 No 3, november 2007, pp. 12-13, <http://www.thedigitalship.com/DSMagazine/DSNov2007.pdf>, 22 december 2007.

GLA (2004), *2020 The Vision - Marine Aids to Navigation Strategy*, [http://www.trinityhouse.co.uk/pdfs/2020\\_the\\_vision.pdf](http://www.trinityhouse.co.uk/pdfs/2020_the_vision.pdf), 20 augustus 2007.

GLA (2006), *The Case for eLORAN*, 8 mei, [https://navcen.uscg.gov/loran/geninfo/press8971\\_file\\_1\\_thecaseforeloran.pdf](https://navcen.uscg.gov/loran/geninfo/press8971_file_1_thecaseforeloran.pdf), 26 augustus 2007

GLA (2007), *GLA Radio Navigation Plan*, [http://www.cil.ie/downloads/1175524681/2007\\_01\\_GLA\\_Radio\\_Navigation\\_Plan\\_Final\\_version.pdf](http://www.cil.ie/downloads/1175524681/2007_01_GLA_Radio_Navigation_Plan_Final_version.pdf), 23 oktober 2007.

Goebel, G., U.S. (2007), *Introduction To Radar Technology*, v2.1.1, *Modern Radar Technology*, 01 februari, <http://www.vectorsite.net/ttradar.html>, 19 november 2007.

Graff, J. (2007), *The role of operational ocean forecasting in e-navigation*, <http://transnav.am.gdynia.pl/proceedings/pdfs/118.pdf>, 18 december 2007.

Helios Technology Ltd e.a., United Kingdom (2004), *Recommendations towards the development of a European Union Radio Navigation Plan (ERNP)*, 25 oktober, p. 9-11, [http://www.helios-tech.co.uk/ERNP/documents/P377D006-3\\_0\\_ERNP.pdf](http://www.helios-tech.co.uk/ERNP/documents/P377D006-3_0_ERNP.pdf), 26 augustus 2007.

Hughes, T., International Maritime Consultancy (2007), *Background to Vessel Traffic Services*, <http://www.maritime-vts.co.uk/background.html>, 18 november 2007.

IALA (2006), *IALA Strategy 2006-2010*, [http://site.ialathree.org/pages/accueil/IALA\\_strategy\\_2006-2010.pdf](http://site.ialathree.org/pages/accueil/IALA_strategy_2006-2010.pdf), 5 januari 2008

IHO, CHRIS, HGMIO (2005), *Marine Information Objects, AtoN as a new work item for HGMIO*, 5 september, [http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/CHRIS/CHRIS17/CHRIS17-07B\\_Aids\\_to\\_Navigation.pdf](http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/CHRIS/CHRIS17/CHRIS17-07B_Aids_to_Navigation.pdf), 12 januari 2008.

IHO, HGMIO (2007), *Link naar alle documenten en rapporten van de HGMIO werkgroepen*, [http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/HGMIO/hgmio\\_intro.htm](http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/HGMIO/hgmio_intro.htm), 14 december 2007

IHO/IMO/IALA NAV-subcomités (2008), *Link naar alle documenten en rapporten van de e-Navigatie werkgroepen*, [http://www.iho.int/INT\\_ORGS/E-Nav.htm](http://www.iho.int/INT_ORGS/E-Nav.htm), 10 februari 2008

IHO, TSMAD (2007), *S-100 – Presentation on IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data*, juli, <http://www.iho.shom.fr/ECDIS/ImpactofS-100July07.ppt>, 26 januari 2008.

IHO, TSMAD (2008), *DRAFT S-100 Release*, februari, <http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/TSMAD/S-100-Feb08.zip>, 10 februari 2008.

IHO, TSMAD (2008), *Link naar alle documenten en rapporten van de TSMAD werkgroepen*, <http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/TSMAD/tsmadintro.htm>, 24 januari 2008.

IMB (2007), *piracy reporting centre in Kuala Lumpur*, <http://www.icc-ccs.org/prc/overview.php>, 29 december 2007.

IMO (2007), *Safety of Navigation sub-committee, 53<sup>rd</sup> session, IMO News, No.3 2007*, pp. 28-29, [http://www.imo.org/includes/blastData.asp/doc\\_id=8520/IMO\\_News\\_No3\\_07\\_LOW.pdf](http://www.imo.org/includes/blastData.asp/doc_id=8520/IMO_News_No3_07_LOW.pdf), 20 november 2007

IMO Maritime Safety Committee (2005), *Development of an E-Navigation strategy*, MSC 81/23/10, [http://www.iho.shom.fr/INT\\_ORGS/MSC\\_81-23-10.pdf](http://www.iho.shom.fr/INT_ORGS/MSC_81-23-10.pdf), 15 november 2007.

IMO Maritime Safety Committee (2006), *Long range identification and tracking (LRIT)*, [http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic\\_id=905](http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=905), 15 augustus 2007.

IMO Maritime Safety Committee (2006), *overzicht van de MSC zittingen*, [http://www.imo.org/Newsroom/mainframe.asp?topic\\_id=110](http://www.imo.org/Newsroom/mainframe.asp?topic_id=110), 15 augustus 2007.

Inmarsat (2007), *FleetBroadband overview brochure*, maart, <http://www.inmarsat.com/Services/Maritime/FleetBroadband>; 21 juli 2007.

Intelsat (2007), <http://www.intelsat.com/>, 10 juli 2007.



ILA, e.a., Verenigde Staten (2007), *Enhanced Loran (eLoran) Definition Document*, versie 0.1, 12 januari, [http://www.loran.org/news/eLoran\\_Definition\\_Document\\_0\\_1\\_Released.pdf](http://www.loran.org/news/eLoran_Definition_Document_0_1_Released.pdf), 4 november 2007.

ISO/TC 211 (2008), <http://www.isotc211.org/>, 26 januari 2008.

IUMI (2008), *World Fleet Statistics 2007*, <http://www.iumi.com/index.cfm?id=7165>, 11 februari 2008.

JCOMM, e.a., International Workshops on Wave Hindcasting and Forecasting, <http://www.waveworkshop.org/>, 27 december 2007.

Jeppesen Marine, Egersund, Norway (2007), *C-MAP Dynamic Licensing as part of C-MAP ENC service*, maart, [http://www.c-map.no/files/brochures/C-Map\\_Dynamic\\_Licensing.pdf](http://www.c-map.no/files/brochures/C-Map_Dynamic_Licensing.pdf), 11 juli 2007.

John A. Volpe National Transportation Systems Center, Verenigde Staten (2001), *Vulnerability Assessment of the Transportation Infrastructure relying on the Global Positioning System*, 29 augustus, pp. ES 6-7, <http://www.navcen.uscg.gov/archive/2001/Oct/FinalReport-v4.6.pdf>, 26 augustus 2007.

Joustra, R. Dubai (2007), *Linking The Ship Bridge To Satellite Communications*, 17 april, [http://www.thedigitalship.com/powerpoints/dubai07/rudi\\_joustra\\_elcome.pdf](http://www.thedigitalship.com/powerpoints/dubai07/rudi_joustra_elcome.pdf), 10 juli 2007.

Kelvin Hughes, U.K. (2006), *SharpEye Solid State Navigation Radar*, <http://sharpeye.biz/sharp/>, 26 mei 2007.

Lloyd's Marine Intelligence Unit (2008), <http://www.lloydsmiu.com/>, 11 februari 2008.

Maeda, J. (2006), *10 laws of simplicity*, Massachusetts, MIT Press books, <http://lawsofsimplicity.com/>, 7 juli 2007.

MAIA (2005), *Report On Marine Accidents*, <http://www.mlit.go.jp/maia/12english/report2005.pdf>, 20 december 2007.

MessageLabs Ltd. (2007), *MessageLabs Intelligence monthly reports*, <http://www.messagelabs.com/intelligence.aspx>, 14 juli 2007.

Meteo Consult (2007), *Ship Performance Optimisation System*, <http://www.spos.nl/>, 14 december 2007.

Miyashita, H., JRC, Athene (2007), *Fleet Broadband - JRC's development of INMARSAT service*, 24 oktober, [http://www.thedigitalship.com/powerpoints/ath07/Harry\\_Miyashita\\_JRC.pdf](http://www.thedigitalship.com/powerpoints/ath07/Harry_Miyashita_JRC.pdf), 12 december 2007.

Mori, N., Janssen, P. en Onorato, M. (2007), *Freak Wave Prediction from Spectra*, 11 november, [http://www.waveworkshop.org/10thWaves/Presentations/N4.hawaii2007\\_freakwave.pdf](http://www.waveworkshop.org/10thWaves/Presentations/N4.hawaii2007_freakwave.pdf), 27 december 2007.

Narins, M.J., Groton, Connecticut (2006), *The eLoran Evaluation and Modernization Program*, 24 oktober, [http://www.loran.org/Meetings/Meeting2006/Session\\_1\\_-\\_Loran\\_Status\\_around\\_the\\_World/s1n1.pdf](http://www.loran.org/Meetings/Meeting2006/Session_1_-_Loran_Status_around_the_World/s1n1.pdf), 11 november 2007.

The Nautical Institute (2007), *Improving navigational safety*, *Seaways*, juli 2007, pp. 4-8, <http://www.nautinst.org/>, 5 december 2007.

NOAA (2008), *NOAA's Coral Reef Conservation Program - Protecting Corals, Saving Ships*, 7 januari, <http://savingcoralandships.noaa.gov/>, 3 februari 2008.

Norris, A. (2008), *S-mode and standardised displays*, *Digital Ship*, Vol 8 No 7, april 2008, p. 27, <http://www.thedigitalship.com/DSmagazine/DSApr08web.pdf>, 2 april 2008.

OCIMF (2004), *Tanker Management and Self Assessment*, 3 juni, [http://www.ocimf.com/custom.cfm?action=headlines&news\\_id=39](http://www.ocimf.com/custom.cfm?action=headlines&news_id=39), 20 juli 2007.

Osnin, N.A., Maritime Institute of Malaysia (2006), *Long Range Identification And Tracking of ships (LRIT)*, december, [http://www.mima.gov.my/mima/htmls/papers/pdf/apandi/LRIT\\_FAQ.pdf](http://www.mima.gov.my/mima/htmls/papers/pdf/apandi/LRIT_FAQ.pdf), 15 augustus 2007.

Otesat-Maritel (2007), *FAQs -Inmarsat MPDS Service*, <http://www.otesat-maritel.com/en/home.asp?id=173#N>, 20 december 2007.

Pelgrum, W.J., Delft (2006), *New Potential of Low-Frequency Radionavigation in the 21<sup>st</sup> Century*, 28 november, <http://www.pelqrum.org/radionavigation/>, 26 augustus 2007.

Peterson, B., Dykstra, K., Lown, D., Shmihluk, K., Verenigde Staten (2006), *Loran Data Channel Communications using 9<sup>th</sup> Pulse Modulation*, versie 1.3 (mod1), 20 oktober, [http://www.navcen.uscg.gov/loran/ldc\\_v1-3\\_mod1\\_20061020.pdf](http://www.navcen.uscg.gov/loran/ldc_v1-3_mod1_20061020.pdf), 11 november 2007.

PRIMAR-Stavanger, IC-ENC (2007), *Facts about electronic charts and carriage requirements*, 2<sup>nd</sup> edition 2007, [http://www.ic-enc.org/page\\_news\\_articles2.asp?id=12](http://www.ic-enc.org/page_news_articles2.asp?id=12), 14 augustus 2007.

Quesenbery, W. (2007), *Using the 5Es to Understand Users*, <http://www.wqusability.com/articles/getting-started.html>, 6 juli 2007.

Radio Holland Group (2007), *CONNECTOR by Radio Holland*, [http://www.radioholland.nl/Airtime/CONNECTOR\\_by\\_Radio\\_Holland.aspx?rId=58](http://www.radioholland.nl/Airtime/CONNECTOR_by_Radio_Holland.aspx?rId=58), 11 juli 2007.

Radio Holland Group (2007), *CONNECTOR by Radio Holland brochure*, RHC-6212.mod0807, augustus, <http://212.153.67.116/Uploads/Brochures/RHConnect/RHC-6212 - Connector by Radio Holland.pdf>, 31 december 2007.

Raytheon Company, Waltham, Massachusetts (2007), *Zumwalt Class Destroyer Dual Band Radar (DBR)*, 22 maart, [http://www.raytheon.com/products/ddg\\_1000/tech/dbr/index.html](http://www.raytheon.com/products/ddg_1000/tech/dbr/index.html), 25 augustus 2007.

RCM Marine (2007), *RCM Voyager - overview*, <http://www.rcmmarine.com/products/voyager/index.php>, 14 augustus 2007.

Sperry Marine, Northrop Grumman (2006), *VisionMaster FT Product brochure*, September, <http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/Admin/Downloads/546/Product%20Brochure.pdf>, 12 juli 2007.

Sperry Marine, Northrop Grumman (2007), *Shipboard Protection Technology Demonstrated*, 27 maart, [http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/news-and-press-releases\\_details.asp?qsIntNewsID=200](http://www.sperrymarine.northropgrumman.com/news-and-press-releases_details.asp?qsIntNewsID=200), 18 juli 2007.

Sukawaty, A., Jilg, G. e.a., Inmarsat, London (2007), *Investor Day Presentation*, 25 september, [http://www.inmarsat.com/Downloads/English/Investors/Investor\\_Day\\_Presentation\\_25Sept2007.pdf](http://www.inmarsat.com/Downloads/English/Investors/Investor_Day_Presentation_25Sept2007.pdf), 23 december 2007.

Trachtman, E., Inmarsat, Seoul (2006), *BGAN, Its Extension And Evolution*, 23 november, <http://kosst.or.kr/data/Eyal.pdf>, 13 juli 2007.

UKHO (2006), *ECDIS today*, issue ten, [http://www.ukho.gov.uk/content/corpAttachments/AW/et10\\_web\\_final.pdf](http://www.ukho.gov.uk/content/corpAttachments/AW/et10_web_final.pdf), 20 mei 2007

U.S. Department of Defense, Washington (2006), *Navy Designates Next-Generation Zumwalt Destroyer*, 4 juli, <http://peoships.crane.navy.mil/DDG1000/default.htm>, 20 december 2006.

USCG Navigation Center (2006), *Enhanced Loran (eLORAN) Definition Document*, november, <http://www.navcen.uscg.gov/loran/overview.htm>, 26 augustus 2007

USCG Navigation Center (2007), *Vessel Traffic Services*, [http://www.navcen.uscg.gov/mwv/vts/vts\\_home.htm](http://www.navcen.uscg.gov/mwv/vts/vts_home.htm), 18 november 2007

Van der Stadt, K. (2008), *Digitaal universum groeit sneller dan verwacht*, *datanews*, 14 maart, p. 1.

Violaris, A., Hanseatic Shipping Co. Ltd., Athene (2006), *Are satellite communication companies meeting ship-owners' needs?*, 7 juni, [http://www.thedigitalship.com/powerpoints/DS\\_at\\_Posidonia\\_2006/Adonis\\_Violaris\\_Hanseatic\\_Shippingq.pdf](http://www.thedigitalship.com/powerpoints/DS_at_Posidonia_2006/Adonis_Violaris_Hanseatic_Shippingq.pdf), 21 juli 2007.

Violaris, A., Hanseatic Shipping Co. Ltd., Athene (2006), *How today's shipping companies use satcoms and software*, 19 oktober, <http://www.thedigitalship.com/powerpoints/DSAthens/AdonisViolaris,HanseaticShippingq.pdf>, 9 juli 2007.

Waseda University Japan (2007), *Freak / Rogue Wave Prediction*, <http://www.oceanwave.jp/index.php?Freak%2FRogue%20Wave%20Prediction>, 27 december 2007.

Willoughby, T., Intelsat (2007), *Digital Ship Cyprus*, 30 januari, <http://www.thedigitalship.com/powerpoints/cyp07/DSppts/Trevor%20Willoughby,%20Intelsat.pdf>, 10 juli 2007

Wolff, C., Neubrandenburg, Germany (2007), *Radar Basics*, <http://www.radartutorial.eu/html/start.en.html>, 19 november 2007.