

FÖRSVARSHÖGSKOLAN

C-UPPSATS

Författare Örlogskapten Leif Hansson	Förband 3.y.sflj	Kurs ChP T 02-04
FHS handledare Övlt Jan Hindorf och Ulekt Ragnar Ottoson, MTI		
Uppdragsgivare FHS, KVI	Beteckning 19 100:2068	Kontaktman Övlt Jan Hindorf, MTI

Interoperabilitet vid marina internationella insatser.

Sammanfattning:

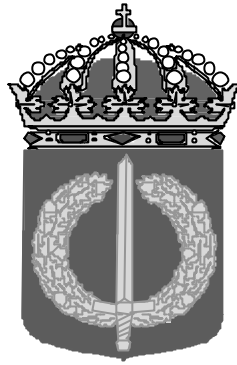
Förmågan att hantera konflikter och kriser har blivit en huvuduppgift för många av Europas försvarsmakter. Marinstridskrafternas förmåga att kunna operera med andra nationer ställer krav på interoperabilitet. Att kunna kommunicera med varandra och kunna delge information i realtid är av yttersta vikt för att undvika vådabekämpning vid internationella insatser.

Denna uppsats syftar till att ge en sammanställd beskrivning av tre taktiska datalänkar för marint bruk. Vidare skall uppsatsen kunna ligga till grund för ett framtida val av datalänk. Inledningsvis görs en redovisning av de interoperabilitetsmål som Sverige ingått med Nato samt erfarenheter från internationella övningar där svenska marina förband deltagit. De länkar som ligger till grund för den tekniska beskrivningen är: 8000-systemet, Link 11 samt Link 22. I analysen jämförs dessa länkar med de avtal som Sverige ingått med Nato samt mot de erfarenheter som svenska marina förband gjort vid internationella övningar. Därefter besvaras frågeställningarna om tekniska möjligheter att byta länk samt vilka taktiska fördelar och nackdelar detta innebär för marinen. Slutligen genomförs en diskussion och förslag till fortsatt arbete.

Uppsatsen visar att det finns två vägar att gå för att byta länk. Dels att använda sig av en översättare från befintligt format till Link-format. Dels att man från början konstruerar ledningssystemen för länkformat. De taktiska nackdelar som ett byte innebär är kopplat till Link 11 och dess begränsade EW och C² funktionalitet. Vidare visar det sig att sambandsreglementen måste skrivas om samt att utbildning måste genomföras. Fördelarna är att Sverige uppnår den högsta nivån av interoperabilitet samt att även den nationella interoperabiliteten ökar vid ett byte till Nato-länk.

Bilaga 1	Förkortningsförteckning
Bilaga 2	8000 meddelanden inlagda i tillhörande hanteringsprocess
Bilaga 3	M-serie meddelande som används i Link 11
Bilaga 4	M-serie meddelande inlagda i tillhörande grupp
Bilaga 5	Link 22 meddelanden

Nyckelord: 8000, Link 11, Link 22, Interoperabilitet



Swedish National Defence College

RESEARCH PAPER

Author Lieutenant Commander Leif Hansson	Unit 3.Surface Warfare Flotilla	Programme Advanced Command Course Electronic Warfare
SNDC mentor LtCol Jan Hindorf and Lecturer Ragnar Ottoson, Department of Military Technology		
Commissioned by SNDC/ Dept. of Military Technology.		
<h3>Interoperability in Naval International Operations</h3>		
<p>Abstract: The ability to handle conflicts and crises has become a main goal for many of the European defence forces. The Naval Forces' ability to operate together with other nations puts demands on interoperability. To be able to communicate in real time is of major importance in international operations to avoid blue on blue engagement.</p> <p>This research paper's aim is to compile a description of three tactical data links for naval purposes. Furthermore, it will be one of the bases for a future data link choice. To begin with, this research paper describes the interoperability goal that Sweden has entered with NATO and lessons learned from Swedish naval forces participating in international exercises. The links that this paper is based on are: 8000-format, Link 11 and Link 22. In the analysis these links are compared to the agreement that Sweden has made with NATO and with the lessons learned. Finally, these questions are answered - What are the technical possibilities of changing link? and What tactical advantages and disadvantages would they have for the Swedish Naval Forces?</p> <p>This paper shows that there are two ways of implementing a NATO link. The use of a translator or to reprogram the command and control system for link format. The tactical disadvantage is connected to Link 11 and its limited EW and C² functionality. It shows furthermore that enhanced education and training is needed. The advantages are that Sweden will reach the highest level of NATO interoperability and a raised national interoperability with a new NATO Link.</p>		
Key words: 8000, Link 11, Link 22, Interoperability		

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	1
BILAGEFÖRTECKNING	2
FIGUR- OCH TABELLFÖRTECKNING	3
UPPHOVS RÄTT.....	3
FÖRORD	4
1 INLEDNING	5
1.1 INTRODUKTION.....	5
1.2 BAKGRUND TILL VALT ÄMNE.....	5
1.3 SYFTE.....	7
1.4 PROBLEMFÖRMULERING.....	7
1.5 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT.....	8
1.6 AVGRÄNSNINGAR.....	10
1.7 CENTRALA BEGREPP.....	10
1.8 TIDIGARE ARBETEN INOM OMRÅDET.....	12
2 SVENSK INTERNATIONELL VERKSAMHET	13
2.1 PARP ÅTAGANDEN.....	13
2.1.1 <i>Bakgrund</i>	13
2.1.2 <i>PARP processen</i>	13
2.1.3 <i>PARP målen</i>	14
2.2 ERFARENHETER.....	15
2.2.1 <i>Flag Officer Sea Training</i>	15
2.2.2 <i>Lessons Learned</i>	16
3 TEKNISKA BESKRIVNINGAR	17
3.1 8000-SYSTEMET.....	17
3.1.1 <i>Allmänt</i>	17
3.1.2 <i>Systemuppbyggnad</i>	17
3.1.3 <i>Meddelandeformat</i>	18
3.1.4 <i>Meddelandeprioritet</i>	21
3.1.5 <i>Meddelandetyper</i>	21
3.1.6 <i>Mediaaccess</i>	21
3.2 NATO LINK 11.....	23
3.2.1 <i>Allmänt</i>	23
3.2.2 <i>Systemuppbyggnad</i>	23
3.2.3 <i>Meddelandeformat</i>	24
3.2.4 <i>Meddelandeprioritet</i>	25
3.2.5 <i>Meddelandetyper</i>	25
3.2.6 <i>Mediaaccess</i>	25
3.3 NATO LINK 22.....	31
3.3.1 <i>Allmänt</i>	31
3.3.2 <i>Systemuppbyggnad</i>	32
3.3.3 <i>Meddelandeformat</i>	35
3.3.4 <i>Meddelandeprioritet</i>	36
3.3.5 <i>Meddelandetyper</i>	36
3.3.6 <i>Mediaaccess</i>	37
4 ANALYS	40
4.1 ALLMÄNT.....	40
4.2 MEDDELANDEFORMAT.....	40
4.3 MEDDELANDEPRIORITET.....	40
4.4 MEDDELANDETYPER.....	41

4.5	MEDIAACCESS.....	41
4.6	NÄTADMINISTRATION.....	42
4.7	INTERNATIONELLA ÅTAGANDEN.....	43
4.8	LESSONS LEARNED.....	43
4.9	SAMMANSTÄLLNING.....	44
4.10	SLUTSATSER.....	45
5	AVSLUTNING.....	46
5.1	SVAR PÅ FRÅGESTÄLLNINGEN.....	46
5.2	DISKUSSION.....	47
5.3	FORTSATT ARBETE.....	48
	KÄLLFÖRTECKNING.....	49
	TRYCKTA KÄLLOR.....	49
	OFFENTLIGT MATERIAL.....	49
	STANDARDER.....	50
	OPUBLICERAT MATERIAL.....	50
	INTERNET.....	50
	ÖVRIGT.....	51

BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga 1	Förkortningsförteckning
Bilaga 2	8000 meddelanden inlagda i tillhörande hanteringsprocess
Bilaga 3	M-serie meddelande som används i Link 11
Bilaga 4	M-serie meddelande inlagda i tillhörande grupp
Bilaga 5	Link 22 meddelanden

FIGUR- OCH TABELLFÖRTECKNING

- Figur 1: Deltagande nationer i Baltops 2004 (Källa: <http://www.pims.org/Resources/Topics/DOD/BALTOPS/Library/library.html>)*
- Figur 2: Uppsatsens metodmodell*
- Figur 3: Interoperabilitetsnivåer (Källa: SAAB Tech, Presentation av Bengt Månsson jan 04 för ChP 02-04T samt 03-05)*
- Figur 4: Principskiss över 8000-länk (Källa: SLRM)*
- Figur 5: HDLC-ramens uppbyggnad. (Källa: FMV GYS8000)*
- Figur 6: Kontroll -fältets uppbyggnad avseende Poll/Final biten (Källa: FMV GYS8000)*
- Figur 7: INFO-fältets uppbyggnad (Källa: FMV GYS8000)*
- Figur 8: Uppbyggnad av en sändning i datapaket (Källa: FMV GYS8000)*
- Figur 9: Fördelning av informationstyper på prioritet (Källa: FMV GYS8000)*
- Figur 10: Schematisk bild över nätstrukturen i ett marint stridsledningsnät (Källa: SLRM)*
- Figur 11: Link 11 utrustning består av ett datorsystem, kryptoutrustning, dataterminal och tillhörande radio. (Källa: Understanding Link 11)*
- Figur 12: Exempel på uppbyggnaden av ett Link 11 meddelande (Källa: STANAG 5511)*
- Figur 13: Felkontroll och felrättningsbitarna skall appliceras enligt bild (Källa: STANAG 5511)*
- Figur 14: Sammanställning av informationsbitarnas påverkan på paritetsbitarna (Källa: STANAG 5511)*
- Figur 15: Integrationsintervallet är den centrerade delen av ramen där signalen är garanterad stabil (Källa: Understanding Link 11)*
- Figur 16: Link 11 signal (Källa: <http://myweb.hinet.net/home4/sferix/hfasia/files/Link-11.html>)*
- Figur 17: 2-bitars ord som är associerad med fasdifferensen (Källa: Understanding Link 11)*
- Figur 18: Net Synchronization består av en kontinuerlig serie av preamble (Källa: Understanding Link 11)*
- Figur 19: Net Test sändningen består av preamble, fas referens , och en sekvens test ord (Källa: Understanding Link 11)*
- Figur 20: Tre sändningstyper förekommer under Roll Call (Källa: Understanding Link 11)*
- Figur 21: Broadcast är en sändning från en PU till alla medlemmar av nätet. Den är identisk med en Reply från en PU. (Källa: Understanding Link 11)*
- Figur 22: Principbild över ett Link 11 nät (Källa: Sweden – US Interoperability Planning Meeting 17-18 november 2003)*
- Figur 23: Utveckling av den nya seriestructuren (Källa: SAAB tactical data link seminar presentation 8 oktober 2003)*
- Figur 24: Schematisk bild över ett exempel på NCS med 8 användare (Källa: STANAG 5522)*
- Figur 25: Principskiss över ett Link 22 system (Källa: STANAG 5522)*
- Figur 26: Tolkning av meddelande i Link 22 (Källa: STANAG 5522)*
- Figur 27: Schematisk bild över ett supernät (Källa: http://www.stasys.co.uk/networks_technology/link_22.htm)*
- Figur 28: Multinätverksoperation (Källa: STANAG 5522)*

Tabell 1: PG 2004 och föreslagen förändring.

Tabell 2: Snabb och långsam datatakt finns som val i Link 11.

Tabell 3: Funktionstabell över Link 22 meddelanden.

Tabell 4: Jämförelse mellan olika länkar.

Upphovsrätt

Figur 3 presenterad efter tillstånd av SAAB Tech

Figur 10 presenterad efter tillstånd av Försvarets Bildbyrå

Figur 23 presenterad efter tillstånd av SAAB Tech

Figur 29 presenterad efter tillstånd av SAAB Tech

FÖRORD

Att skriva en C-uppsats under ett års tid är en resa i sig själv. Att få ägna sig åt ett ämne som intresserar är en förmån. Detta har även inneburit att familj och vänner fått mindre uppmärksamhet än de förtjänar. Under C-uppsatsperioden har jag varit i kontakt med flera personer inom såväl Försvarsmakten som industrin, även dessa personer skall ha sin beskärda del av min tacksamhet. Att gå Chefsprogrammet med teknisk inriktning under två och ett halvt år har varit såväl inspirerande som jobbigt. Det finns många som hjälpt mig både med stort och smått under den tid jag varit borta. Dessa vill jag tacka allra ödmjukast. Men mest av allt är jag tacksam mot min familj som stått ut med att jag varit borta under dessa år. Utan ert stöd hade det inte gått att få ihop detta alster.

Leif Hansson

1 INLEDNING

1.1 *Introduktion*

De marina stridskrafternas främsta uppgift har traditionellt sett varit att genomföra sjökriget till havs. För svensk del gällde att den sovjetiska Östersjöflottan skulle bekämpas på Östersjön för att förhindra eller fördröja en sovjetisk kustinvasion. Efter det kalla krigets slut har sjökriget förlorat sin roll. Risken för ett krig i Europa anses som liten, men fortfarande pågår det inomstatliga konflikter i Europa.

Förmågan att hantera konflikter och kriser har blivit en huvuduppgift för många av Europas försvarsmakter. Tidigare var det främst markstridskrafter som var aktuella för fredsbevarande uppgifter i Förenta Nationernas (FN)¹ regi. Då de geografiska områdena och den internationella ambitionen har expanderats kommer även marinstridskrafter att kopplas till denna uppgift. Marinstridskrafternas förmåga att kunna operera tillsammans med andra nationer kommer att ställa krav på interoperabilitet.

1.2 *Bakgrund till valt ämne*

Inför *Baltic Operations 2004*² (Baltops) sammankallade de ansvariga för arbetsgruppen för kommunikationsfrågor till ett arbetsmöte i London. Syftet var att diskutera kommunikationsstrukturen inför den kommande övningen. Mötet var representerat av deltagare från USA, Frankrike, Polen, Danmark, Tyskland, Storbritannien samt Sverige. Vid genomgång av de deltagande enheternas inskickade *Communication Equipment Population Survey* (CEPS), uppmärksammades att minsta gemensamma medel för kommunikation, som alla kunde utnyttja, var VHF, UHF samt HF, alla med ej krypterat tal. Det enda datakommunikationsmedel som fanns att tillgå var det som i dagligt tal kallas för PC-Net³. Detta system har använts i en allt större omfattning i olika internationella övningar sedan 1998. Programmet är ett textöverföringsprogram i Windows miljö, vilket innebär att möjligheten att överföra taktisk information är mycket begränsad. Dessutom har systemet inget krypto vilket innebär att informationen mycket lätt kan tolkas.

En återkommande fråga som togs upp var om övningen har antagit en mera koalitionslik karaktär och om vi i så fall skall bygga ett koalitionsnät, eller är vi kvar i *Partnership for Peace* (PfP) övningar med enklare moment vilket inte kräver samma robusthet⁴ i sambandsstrukturen. En mycket intressant fråga då man, för att skapa ett robust nät, utnyttjar samtliga tillgängliga resurser i ett koalitionsnät för att säkerställa att informationen kommer fram till rätt adressat. Vid övningar i andan av PfP använder man de resurser som alla kan nyttja,

¹ Förkortningar se bilaga 1

² Baltops är en USA ledd övning i Östersjön, den bedrivs "in the spirit of PfP" och genomförs för 28 året i rad.

³ PC-Net är ett datorbaserat program för att överföra textmeddelanden på HF

⁴ System som tål påfrestningar väl p.g.a. sin grova och föga förfinade konstruktion.

prioriteten ligger i att alla kan kommunicera med varandra och inte på robusthet.

Det som beslutades i London var att alla *Commander Task Unit* (CTU) och PfP nationer som deltar i övningen skall utrustas med PC-Net. Värt att notera är att när övningen startar så är det bara Sverige samt Ryssland som är PfP nationer, då de baltiska länderna ansluter sig till Nato under mars månad 2004 (se figur 1).



Figur 1: Deltagande nationer i Baltops 2004

(Källa: <http://www.pims.org/Resources/Topics/DOD/BALTOPS/Library/library.html>)

Under tre dagar i februari genomfördes *Main Planning Conference* (MPC) på Berga örlogsskolor. Tanken med MPC är att uppdatera och genomföra gruppvisa arbeten så att strukturen på övningen tar en fastare form [20]. Uppgiften för kommunikationssyndikatet är att arbeta fram sambandskapitlet, eller Annex S [22], till *Operations Order 4001* (OPORD 4001).

Under MPC hade *Chief of Staff* (COS) ett möte med kommunikationssyndikatet där han påtalade vikten av robusthet och förmåga till att upprätta en gemensam lägesbild [30]. Dessutom var han mycket intresserad av att mäta *Command and Control*⁵ (C²), för att ha ett underlag till framtida kravställningar på nya system. Målet var att på sikt skapa ett system som kan användas vid övningar eller skarpa insatser i en internationell miljö. Efter de tre dagarna så var fördelningen av 19 PC-Net stationer, till olika fartyg, klar. Koncept för hur nätet skulle styras var framtaget samt frekvensfördelningen till de olika stridsgrupperna hade påbörjats.

Således försöker man inom marina internationella övningar att överbrygga de problem som uppstår då olika nationer skall kommunicera med varandra. Fortfarande saknas det ett gemensamt system för datakommunikation mellan nationer. Att inte utnyttja krypterade länkar fungerar i en övning men kommer inte att fungera i en skarp insats. Av detta skäl är det intressant att studera möjliga taktiska datalänkar för svenskt vidkommande.

⁵ Den svenska tolkning för Command and Control är Ledning

1.3 Syfte

Syftet med denna uppsats är att skapa en gemensam beskrivning av 8000-systemet, Link 11 och Link 22. Genom att beskriva systemens för- och nackdelar skall uppsatsen kunna ligga till grund för val av system inom gemensam datakommunikation, såväl nationellt som internationellt. Genom att beskriva deras funktion och uppbyggnad skall uppsatsen kunna merutnyttjas som undervisningsmaterial för officerare som vill veta hur dessa länkar fungerar. Av denna anledning är teknikkapitlet omfattande.

1.4 Problemformulering

För att genomföra gemensamma operationer (joint operations), t.ex. under ett FN mandat, kommer det att krävas att de deltagande nationerna kan kommunicera med varandra [5]. En viktig del för att lyckas i sin uppgift är att man har en gemensam lägesbild inom operationsstyrkan. För att göra det möjligt att skapa en gemensam lägesbild inom operationsområdet, *Area of Operation* (AOO), krävs att alla enheter har möjlighet att bidra med sin del till alla övriga deltagande enheter. En gemensam datalänk med överföring av bl.a. måldata kommer att vara ett krav.

Sverige har, för att öka sin interoperabilitet med Nato, tecknat ett bilateralt avtal. Detta finns dokumenterat i det som kallas *Nato Partnership Goals* (PG) [13], vilken i sin tur är nedbruten till *Military Interoperability Requirements* (MIR) och *Military Tasks for Interoperability* (MTI).

Under de flertal internationella övningar sedan början av 1990-talet, där Sverige har deltagit med sjöstridskrafter, har ett gemensamt datasamband för att skapa en gemensam lägesbild saknats. Då denna möjlighet saknas återstår endast *voice procedures*⁶ som metod för att överföra information (måldata, text, SIS bäringar etc.). Det har vid varje internationell övning gjorts försök med olika lösningar för att kunna överföra digital information mellan olika nationers ledningssystem. Vissa förband har genomfört egna prov och försök på bilateral basis⁷.

Vid såväl nationella som internationella insatser är det av största vikt att alla har samma lägesbild (gemensam lägesbild). Denna bild måste kunna distribueras snabbt, varmed menas på storleksordningen sekunder. *Voice procedures* är en metod som inte medger detta, då tiden för att läsa över den taktiska lägesbilden är alltför lång (> 10-tals sek). Att på detta sätt överföra lägesinformation innebär, förutom tidsaspekten, även att risken för mänskliga misstag ökar.

En viktig parameter som i datakommunikationssammanhang måste beaktas är krypto. Alla nationer har egna avdelningar eller myndigheter vars uppgift är att ta fram kryptonycklar och/eller konstruera kryptoapparater, för att på så vis

⁶ Talöverföring

⁷ Under bl.a. övning LOVISA, som är en bilateral övning mellan Sverige och Finland och genomförs årligen har man tagit fram en lösning med bl.a. ARTE 740 och Maria

skydda nationell sekretessbelagd information. Att få tillgång till Nato krypto för en nation som inte är medlem av Nato kräver politiska beslut, både i Sverige och inom Nato. Att Sverige vid utbildning och övning i hemmafarkvatten har ett eget kryptosystem är inte kontroversiellt. Problem uppstår då Sverige skall delta i en internationell insats. Våra enheter måste då utrustas med nytt krypto eller kryptonycklar anpassade för insatsen.

Svenska förband, däribland även sjöstridskrafter, är anmälda till olika styrkeregister. Syftet är att dessa skall kunna utnyttjas, tillsammans med andra nationer, i fredsbevarande⁸ eller fredsframtvängande⁹ internationella insatser. Kravet på att våra enheter som deltar i sådana insatser bidrar till att snabbt kunna skapa en gemensam lägesbild ökar. Om svenska enheter inte har möjlighet att bidra till denna lägesbild kommer de heller inte att vara intressanta för en *Force Commander* (FC) i en kvalificerad operation.

Förutom att skapa en gemensam beskrivning och jämförelse mellan länkarna skall denna uppsats svara på följande frågeställningar.

- *Vilka tekniska möjligheter finns det att införa en Nato-länk?*
- *Vilka taktiska fördelar respektive nackdelar fås vid ett byte till Nato-länk?*

1.5 Tillvägagångssätt

I och med Försvarmaktens alltmer internationella prägel har frågan om dataöverföring kommit att se dagen. För marinens del är dataöverföring en vital förmåga för att kunna bygga upp en gemensam lägesbild.

Uppsatsen är till sin natur deskriptiv [1] och uppdelad i tre delar. Den valda metoden är gjord då syftet är att skapa en gemensam sammanställd beskrivning av olika taktiska datalänkar. Materialet som utnyttjats är tekniska specifikationer, offentliga rapporter samt ingångna avtal. Nackdelen med valt material är att den politiska ambitionen och eventuella politiska agendor inte har behandlats. Den pågående förhandlingen inom *Planning And Review Process* (PARP) har inte heller utnyttjats då den vid skrivande stund inte är färdigförhandlad. Detta har inverkan på de åtaganden som Sverige ingår i PARP.

Första delen presenterar de åtaganden som Sverige åtagit sig inom PARP, för att på så vis sätta in tekniken i ett större sammanhang (**Kapitel 2**). Även de erfarenheter som svenska förband har dragit genom sitt deltagande vid framförallt *Flag Officer Sea Training* (FOST) kommer att behandlas.

Uppsatsens fortsätter med att beskriva de taktiska datalänkarna: 8000-systemet, Link 11 och Link 22 (**Kapitel 3**). Den tekniska beskrivningen av datalänkarna kommer genomgående att följa samma struktur. Inledningsvis kommer en kortare beskrivning av systemuppbyggnad för att därefter beskriva de olika

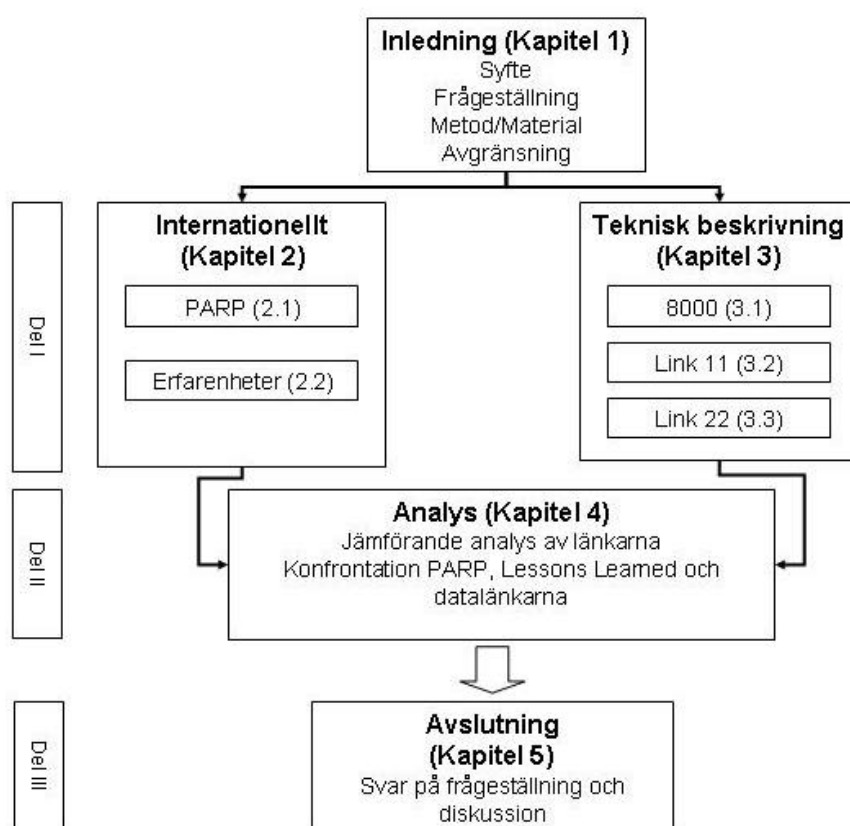
⁸ Peace Keeping Operation

⁹ Peace Enforcement Operation

länkarna utifrån meddelandeformat, meddelandeprioritet, meddelandetyper samt mediaaccess.

I uppsatsens andra del, analys (**Kapitel 4**), genomförs en jämförelse mellan de olika datalänkarna. Här kommer den tekniska beskrivningens kriterier att utnyttjas som värderingskriterier. I detta kapitel kommer de olika länkarna att konfronteras med de åtaganden som Sverige gjort inom PARP samt även mot den internationella beprövade erfarenhet som svenska marina förband har gjort.

I den sista delen, del tre (**Kapitel 5**), kommer svaren på frågeställningarna att redovisas samt föra en diskussion om vad författaren själv anser är den väg som Sverige skall ta samt rekommendationer till fortsatt arbete (se figur 2).



Figur 2: Uppsatsens metodmodell

Uppsatsens andra kapitel är byggt runt det avtal som Sverige har med Nato samt de erfarenheter som svenska marina fartygsförband har dragit efter genomförda internationella övningar. Fakta till kapitel tre är främst hämtat ur de *Standardization Agreement (STANAG)* som finns för Link 11 och Link 22. För 8000-systemet har FMV gränsytespecifikation (GYS) i huvudsak nyttjats. Det underlag som uppsatsen är uppbyggd kring får anses som tillförlitliga då grunden är fastställda avtal samt tekniska specifikationer.

De värderingskriterier som valts är gjord utifrån Natos definition av interoperabilitet. Gemensamt format för meddelanden är en av de basförmågor som ingår i Nato kärninteroperabilitet (se centrala begrepp). Dessa kriterier får anses som reliabla i det avseende att de utgör grunden för ett meddelandes uppbyggnad.

1.6 Avgränsningar

I händelse av att Sverige avdelar sjöstridskrafter för internationell tjänst kommer kryptoproblematiken att aktualiseras. De politiska beslut som krävs för att våra enheter skall tilldelas nytt krypto eller nya kryptonycklar måste vara förberedda, t.ex. genom att teckna *Communications and Information Security Memorandum Of Agreement (CIS MOA)*, *Release in Principal (RIP)* och *Release in Specific (RIS)* överenskommelser [11]. Uppsatsen kommer inte att behandla dessa beslut, då vi kan använda nationellt krypto och vid en ev. insats blir tilldelade nya krypton, om den politiska viljan finns.

På den internationella arenan och i synnerhet inom Nato finns det ett stort antal typer av datalänkar. De två länkar som uppsatsen avser att titta närmare på är dels en gammal väl beprövad och spridd länk, Link 11, samt en framtida kommande länk med modern teknik, Link 22. Att dessa länkar valts beror på att det är länkar för sjöoperativ verksamhet samt att de stora sjönationerna, med *US Navy* som ledande nation, är medlemmar av Nato. Därmed borde det vara dessa länkar som blir aktuella för de svenska marina sjöstridskrafterna. Uppsatsen kommer inte att avhandla andra länkar som t ex *Variable Message Format (VMF)*, Link 14 eller Link 16.

Då uppsatsen avhandlar svenska sjöstridskrafter kommer moder som kräver fysisk punkt - punkt förbindelse (tråd/kabel) inte att beskrivas. Uppsatsen kommer inte heller att ta upp meddelande som endast är avsedda för punkt - punkt meddelanden (tråd/kabel).

Anledningen är att sjöstridskrafternas naturliga miljö är på havet och då är radio det primära sambandsmedlet.

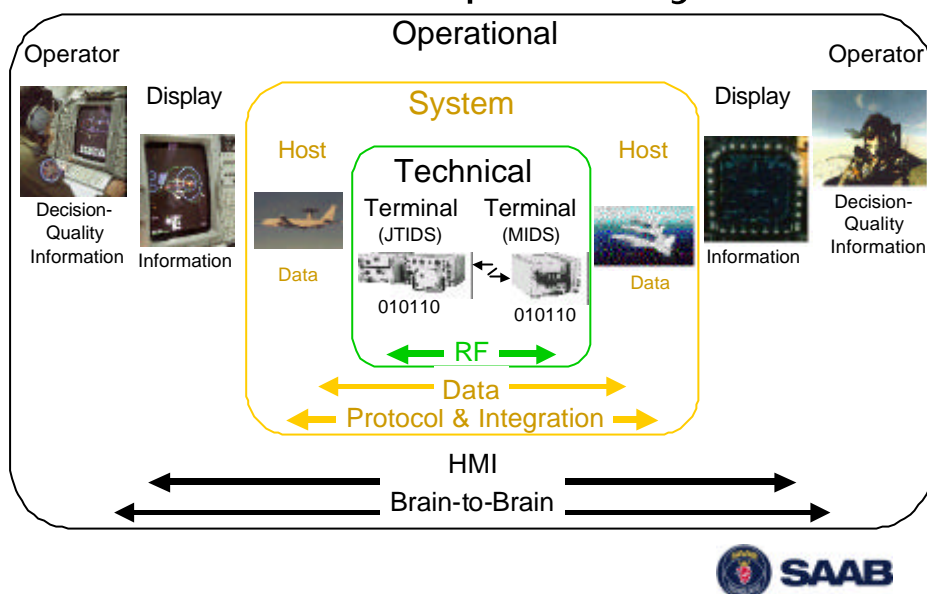
Avseende språk så är det mesta materialet på engelska. Där det saknas en bra svensk översättning kommer uppsatsen att använda sig av engelska uttryck och förkortningar.

1.7 Centrala begrepp

Interoperabilitet

Det finns flera olika mer eller mindre användbara tolkningar av begreppet interoperabilitet. Det finns dels mjuka faktorer, såsom procedurer, terminologi och språk, dels hårda faktorer, dvs. teknisk interoperabilitet. Ett sätt att se på interoperabilitet utgår från ett system av system tänkande. Figur 3 visar en schematisk bild över de ingående delar som kan finnas i ett sådant system där datalänken är en delmängd.

Levels of Interoperability



Figur 3: Interoperabilitetsnivåer

(Källa: SAAB Tech, Presentation av Bengt Månsson jan 04 för ChP 02-04T samt 03-05)

Inom Försvarsmakten finns det ingen fastställd tolkning utan det förekommer flera olika tolkningar [19]. Det finns även olikheter i tolkningen av begreppet mellan Sverige och Nato.

I *NATO glossary of terms and definitions* (AAP-6) har interoperabilitet definierats som:

"The Ability of Allied Forces, and when appropriate, forces of Partner and other nations, to train, exercise and operate effectively together in the execution of assigned operations and tasks." [17]

Nato Standardization Agency (NSA) har delat in interoperabilitet i tre olika delar [19]. Högst prioritet har Kärninteroperabilitet och utgör basförmågan för en operation. Till denna nivå hör:

- kunskap hur försvarsmakterna tänker och opererar
- vanliga värderingar och prioriteringar i förhållande till operationen
- gemensamt språk och terminologi
- gemensam strategisk och operativ doktrin
- gemensamma format för meddelanden, kryptering och frekvenser.

Nästa nivå av interoperabilitet är Interoperabilitetsfaktorer, som är till för att förbättra effekten i en operation till en viss nivå.

Den sista nivån har till syfte att validera nivån av interoperabilitet och försöker förbättra nivån i förhållande till kärninteroperabiliteten. De två centrala delarna

i denna nivå är träning samt feedback och erfarenheter från övningar och operationer.

I denna uppsats kommer Natos definition på interoperabilitet att användas. Betoningen kommer att ligga i den femte strecksatsen - Gemensamma format för meddelanden, kryptering och frekvenser.

Internationella marina insatser

Multinationella insatser i kris- och krigsdrabbade områden. Insatserna görs av stridskrafter som i huvudsak opererar på havet eller stridskrafter som baseras på plattformar som opererar på havet.

Taktiska fördelar och nackdelar

Med taktiska fördelar menas den förmåga som en plattform får som ökar dess möjligheter till att verka i en multinationell miljö. Med nackdelar menas sådana egenskaper som gör att ett fartyg inte kan verka internationellt eller att det blir en försämring av befintlig nationellt förmåga.

1.8 Tidigare arbeten inom området

Innan arbetet med denna uppsats påbörjades genomfördes en eftersökning av vad som tidigare hade skrivits om taktiska datalänkar för svenska sjöstridskrafter. Resultatet av denna eftersökning visade att det inte har genomförts någon undersökning, forskning eller sammanställning på området. HKV KRI Sjö genomför under 2004 en interoperabilitetsstudie för att beskriva var vi står idag och vad som är det framtida behovet för svenska marinen. Första delrapporten väntas bli klar till sommaren 2004.

I angränsande områden genomförde KRI Luft, år 2002, en interoperabilitetsstudie avseende Link 16 [11].

Mj Hagenbo har i sin C-uppsats, Interoperabilitet, administration och ledning av radiosambandsystem TARAS relativt JTIDS/MIDS, gjort en jämförande analys av TARAS och Link 16 [3].

Studien vid KRI Sjö kommer under året att följas för att på så vis öka författarens kunskaper inom området. Som ett led i detta har författaren under året deltagit i arbetsmöten och där presenterat valda delar av uppsatsen.

Vid Försvarshögskolan pågår ett arbete som är en del av den krigsvetenskapliga institutionens bidrag till Försvarshögskolans samordningsgrupp för NBF-frågor. Huvudrapportens fokus ligger på att diskutera internationell interoperabilitet. Studien inriktar sig mot svenska förband i internationella operationer. Rapporten har därmed fått ett arméfokus. Vidare studeras de teknologiska delarna inte närmare i rapporten. Den remissutgåva som gavs ut i juni har bidragit till definitionen av begreppet interoperabilitet.

2 SVENSK INTERNATIONELL VERKSAMHET

2.1 *PARP åtaganden*

2.1.1 Bakgrund

Sverige har sedan lång tid tillbaka varit engagerat i internationella uppdrag. Det har främst varit inom ramen för FN. Första gången det skedde var 1948 i Palestinakonflikten då Sverige sände obeväpnade observatörer till området. Beväpnad trupp har sänts till olika delar av världen. Första gången var i Suezkonflikten 1956 [19].

Sverige har de senaste åren ökat sitt internationella engagemang på den militära sidan. Deltagande i den gemensamma europeiska utrikes- och säkerhetspolitiken (GUSP) är ett exempel.

Andra exempel är att våra förband anmäls till olika styrkeregister, med avsikt att kunna användas för fredsskapande och fredsbevarande operationer tillsammans med andra nationer [24].

Generellt anmäls samma förband till flera olika styrkeregister. De styrkeregister som svenska förband idag är anmälda till är Nato/PfP, EU HFC¹⁰, UNSAS¹¹, Shirbrig¹² samt Nordcaps¹³ [19].

2.1.2 PARP processen

Det som särskiljer Nato från övriga register är att formerna kring en anmälan är mer utvecklade. Till exempel finns det styrdokument, standarder, policy osv. för att beskriva hur förbandet skall kunna ingå i en sammansatt styrka.

Processer som hanterar detta är bl.a. PARP, Planning And Review Process, som reglerar hur förband görs interoperabla med övriga Nato/PfP-länders förband [24].

Sverige är sedan 1994 medlem i PfP.

1995 antogs de första målen, som då var 10 st. så kallade interoperabilitetsmål, vilka byggdes på till 35 st. 1997. På detta stadium var det färre mål som hade påverkan på materielförsörjningsprocessen än vad fallet är idag med de 63 Partnerskapsmål (PG=Partnership Goal) Sverige antog 2002 [13].

Dessa mål kan ses i olika indelningar: huvudmål och underordnade mål. Huvudmål utgörs av anmälda förband, ett mål är t.ex. att år 2003 göra två korvetter och ett stödfartyg samt en ubåt med en landbaserad stödenhet tillgängliga inom 30 dagar för PfP-operationer.

¹⁰ EU Helsinki Force Catalogue

¹¹ United Nations Stand-by Arrangement System

¹² Stand By High Readiness Brigade for United Nations Operations

¹³ Nordic Coordinated Arrangement for military Peace Support

Delmålen karaktäriseras av i vilka aspekter dessa skall vara interoperabla (hur man kommunicerar, vilken drivmedelsutrustning, identifikationssystem m.m.).

En annan indelning är att målen är grupperade i G-General, L-Land forces, M-Maritime forces och A-Air forces. De generella målen gäller för samtliga förband medan övriga gäller försvarsgrensvis.

Processen är cyklisk med intervallet två år dvs. den återkommer vartannat år. Målen som föreslås för nästkommande period tas fram i olika fora av Nato och Sverige, varefter Sverige har några månader på sig att analysera innebörden och ta ställning till om målen slutligen skall antas, ändras eller förkastas. Därefter fattar Regeringen beslut och målen skall realiseras. Tidshorizonten för detta är fem år framåt, dvs. de mål som antogs 2002 skall implementeras under tiden 2003-2008, vilket nu pågår [24].

2.1.3 PARP målen

I PARP processen har Försvarsmakten i en skrivelse [7] till Regeringskansliet föreslagit vissa förändringar. Föreslagna förändringarna är av fyra olika slag [12]:

- 1) Målet behålls i nuvarande omfattning
- 2) Målet uppdateras
- 3) Målet föreslås utgå
- 4) Nytt (studie-) mål föreslås

I tabell 1 redovisas de interoperabilitetsmål som Sverige har åtagit sig, vilka har en påverkan på svensk marin datakommunikation. Av de tre PG mål som redovisas nedan är det endast PG 2842 som har med teknisk interoperabilitet att göra.

Tabell 1: PG 2004 och föreslagen förändring.

Nr	Rubrik	Målets omfattning i stort	Uppdrag
PG M 0001 1)	Maritime operations – Basic training	1. Fortsätta att säkerställa att förband som avdelats för Pfp-operationer har förmåga att genomföra grundläggande taktiska manövrer i forme ringar med Nato-fartyg samt förmåga att vidmakthålla en marin yt-, undervattens- och luftlägesbild i erforderlig utsträckning för individuella enheters förmågor. 2. Fortsätta att säkerställa att förband som avdelats för Pfp-operationer är bekanta med minröjningsoperationer, strid mot ubåtar, ytmål och luftmål.	Implementera målet med stöd av STRA och OPIL. Medverka i planering och genomförande av övningar och stabstjänst-övningar inom ramen för Pfp. Delta i marinspecifika övningar såsom FOST, JMC och Open Spirit.

Nr	Rubrik	Målets omfattning i stort	Uppdrag
PG M 0002 2)	Maritime operations – Advanced training	Fortsätta att träna alla marinförband som avdelats för PfP-operationer att bedriva verksamhet i enlighet med Nato doktriner och procedurer relaterade till ledning samt <i>joint</i> och <i>combined</i> marina operationer.	Implementera målet med stöd av STRA och OPIL. Medverka i planering och genomförande av övningar och stabstjänst-övningar inom ramen för PfP. Genomför CJTF-kurser.
PG M 2842 1)	Maritime communications	Vid år 2003 slut ha säkerställt att marinförband avdelade för PfP-operationer har förmåga att kommunicera med Nato förband, åtminstone på UKV och KV, samt att de kan förses med kryptoutrustning för att säkerställa förmåga till signalskyddad kommunikation.	Genomför provverksamhet Link 11 och utarbeta underlag för beslut om anskaffning och anpassning av plattformar.

(Källa: HKV 01 800:76618, 2003-11-10 svensk ledningssystemutveckling mot internationell interoperabilitet 2004.)

Försvarsmakten visar på en ökad ambition avseende taktiska datalänkar och då främst den i världen mest spridda, nämligen Link 11. Genom att redan idag skapa en kunskap om datalänkar kan framtida ledningssystem förberedas för att på ett enkelt sätt implementera det nya formatet. Genom att öka ambitionen kan Sverige i framtiden öka sina åtaganden inom ramen för PARP. Sverige kommer på så vis att bli mer intressant som nation vid en multinationell insats. Denna ambitionshöjning kan ses som en förlängning av försvarsberedningens rapport avseende materiell utveckling [6]. Som en direkt åtgärd har chefen för krigsförbandsledningen (C KRI) under hösten 2004 beslutat om att svenska förband, som är anmälda till internationella styrkeregister, skall utrustas med Link 16 [8]. Dessutom skall man införa J-serieformatet på meddelande (se 3.3.1).

2.2 Erfarenheter

2.2.1 Flag Officer Sea Training

Som ett led i Försvarsmaktens internationalisering har marinen under ett antal år genomfört utbildning och träning av fartygsbesättningar vid FOST. Det är en brittisk organisation, inom *Royal Navy*, som är särskilt uppbyggd för sjöträning. Marinen använder sig av FOST i sina förberedelser inför uppsättande av internationella beredskapsförband.

Den träning som bedrivs vid FOST är huvudsakligen inriktad mot grundläggande träning av enskilda fartygsenheter inom ramen för ett tredimensionellt hot. Denna träning sker i farvattnen utanför Plymouth. Vid FOST finns även en enhet som har till uppgift att bedriva taktisk träning av fartyg och förband. Denna träning, *Joint Maritime Course (JMC)*, genomförs tre gånger per år i farvattnen utanför Skottland [9].

Målsättningen med JMC är att genomföra träning i ett flerdimensionellt hotscenario där flera nationer (*multinational*) och försvarsgrenar (*joint*) deltar. Syftet med utbildningen är att förbereda styrkorna så att de kan ingå i en multinationell insatsstyrka.

För att efterlikna skeendet vid en eventuell insats, med förflyttning från hemmabas till operationsområdet och därefter insats, är övningen indelad i två faser, en *Work Up Phase* (WUP) och en *Combat Phase* (CP). Under WUP genomförs övningar momentvis medan CP är ett tillämpat skede.

2.2.2 Lessons Learned

De erfarenheter som dragits under svenskt deltagande i JMC berör media, förbindelseofficerare, ledning, bordning samt logistik. De största utmaningarna som fartygen hade var identifiering av mål och samband. Inom Nato nyttjas olika ledning- och länksystem för att bland annat skapa en gemensam lägesbild. De svenska enheterna kan inte kommunicera med dessa lednings- och länksystem. Bristen på möjligheter att kunna överföra data medförde att de svenska enheterna upplevde att de befann sig i ett ordervakuum [9].

Under JMC 2002 betonades vikten av att kunna skapa en gemensam lägesbild. För ytstridsfartygens del omfattar detta framför allt förmåga att skapa en *Recognised Maritime Picture* (RMP) samt *Recognised Air Picture* (RAP). Då mållägen enbart rapporterades via Natolänkar medförde detta att de svenska enheternas lägesbild var oklar. Behov av att snabbt avgöra identiteten på ett fartyg eller flyg är avgörande för att undvika vådabekämpning s.k. *blue on blue* [9].

Sammantaget är erfarenheterna från internationella övningar samstämmiga i behovet av ett förbättrat kommunikationssystem för svenska marina enheter. Detta understryks av erfarenheterna från JMC 2002.

"För att delta fullt ut och ge möjlighet att utnyttja svenska kunskaper, taktik och stridsteknik bör kommunikationsfrågan lösas på ett bättre sätt." [9]

För att Sverige skall kunna bidra till att skapa en gemensam lägesbild i framtida insatser krävs att Sverige anskaffar en ny datalänk.

3 TEKNISKA BESKRIVNINGAR

3.1 8000-systemet

3.1.1 Allmänt

Svenska marinen har sedan början på 1980-talet haft möjlighet att kunna utväxla stridsledningsdata av mer kvalificerad typ inom den svenska marinen. Detta skedde då marinen moderniserade torpedbåtarna till robotbåtar. Projekt YA 81 som industrin kallade det nya ledningssystemet var det som gjorde det möjligt att kommunicera, dock endast med varandra. Om kommunikation skulle ske med andra ytstridsenheter, såsom patrullbåt, var man tvungen att använda ELPLO¹⁴ länk. Denna länk hade mycket begränsad funktionalitet avseende kvalificerad stridsledningsinformation. I princip kunde man överföra målläge utan tilläggsinformation såsom typ, klass m.m.

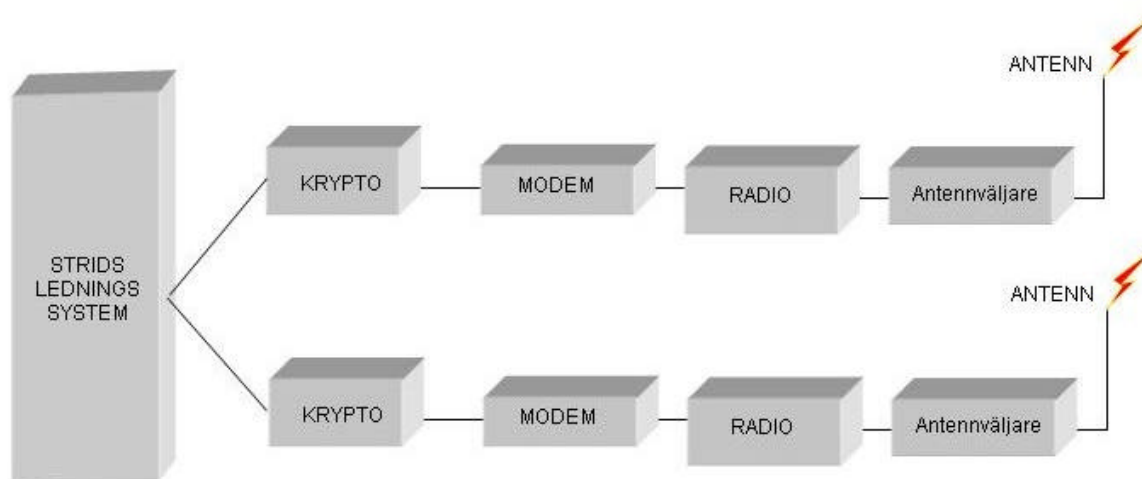
I och med att kraven på en gemensam länk inom marinen uppmärksammades togs 8000-systemet fram. Det man gjorde var att ta alla meddelandetyper som fanns i gamla system och använde dessa i det nya formatet. Samtidigt implementerades PS 870 kommunikation i 8000-systemet [31].

Att få ett enhetligt dataformat inom den svenska Försvarsmakten verkar vara svårt i dagsläget. För att komma en bit på vägen har man i samband med Visbyprojektet och CETRISTM utvecklat ett internt kommunikationsspråk som kallas *alfa*. I detta språk har samtliga svenska meddelandetyper som förekommer använts. I gränssnittet har man utvecklat en översättare som har möjlighet att ta ut information ur *alfa*-språket och konvertera till gällande format, t.ex. 8000-formatet.

3.1.2 Systemuppbyggnad

I svenska marinen finns ett antal olika stridsledningssystem. Det är allt från relativt enkla PC system till mer komplexa ledningssystem typ CETRISTM. Det som är gemensamt för dessa system är att datalänken är en integrerad del i systemet. Ett generellt 8000-system består av ett stridsledningssystem, krypto, modem, radio samt i förekommande fall antennväljare (se figur 4). Stridsledningssystemet är kärnan i 8000-systemet. Till denna kopplas sensorer av olika slag, såsom radar, signalspaning (SIS), positionssystem och ett antal operatörer.

¹⁴ Elektroniskt Plottingbord



Figur 4: Principskiss över 8000-länk
(Källa: SLRM)

Data som skall distribueras till andra enheter paketeras av stridsledningssystemet, krypteras och sänds till andra enheter enligt vald sändlista. Vid mottagning dekrypteras det mottagna datat och om man är adresserad tar stridsledningssystemet hand om meddelandet, i annat fall kommer meddelandet att förkastas.

Systemet har möjlighet att kommunicera på HF (3-30 MHz), VHF (100-160 MHz) och UHF (225-400 MHz) banden. Det som skiljer kommunikationen på de olika frekvensbanden är modulationstypen.

3.1.3 Meddelandeformat

Allmänt

I 8000-systemet överförs data som datameddelanden vilka läggs in i HDLC-ramar (High-level Data Link Control). Styrning av hur detta görs påverkas av:

- vald kommunikationsmod
- regler för aktuell informationstyp/sekvens
- regler för prioritering mellan olika meddelanden.

Vid vissa typer av moder finns även regler för hur meddelanden skall grupperas i varje paket. Meddelanden i 8000-systemet är byteorienterade¹⁵ där första byten används för att definiera meddelandetyper. Antalet meddelandetyper som är möjliga blir då $2^8 = 256$ st. Då meddelandenummer "8000" inte används blir det totala antalet meddelandetyper 255 st. [18]

¹⁵ 1 byte = 8 bitar (1B = 8 bit)

Övriga bytes används för att överföra information som t.ex. målnummer, koordinater, bäring etc. Alla möjliga meddelanden är storleksmässigt definierade upp till maximala 22 byte.

En checksumma används för att kontrollera om samtliga bitar i en HDLC-ram har överförts korrekt. I händelse av att fel upptäcks kommer alla data i HDLC-ramen att förkastas [14].

HDLC ramen

Utvecklingen av HDLC började med att IBM i mitten av 1970-talet utvecklade *Synchronous Data Link Control* (SDLC). När IBM hade utvecklat SDLC släppte de det till olika standardiseringsorganisationer. *The International Organization for Standardization* (ISO) modifierade det och skapade på så vis HDLC [2].

Varje ram som använder grundkonfigurationen av formatet innehåller följande fält [14] (se figur 5).

Flagga	Adress	Kontroll fält	INFO-fält	Checksumma	Flagga
8 bit	8 bit	8 bit	N*8 bit (max 128*8)	16 bit	8 bit

Figur 5: HDLC-ramens uppbyggnad.
(Källa: FMV GYS8000)

Kontrollfältet

Kontrollfältet indikerar typ av kommando och innehåller där så behövs sekvensnummer. Kontrollfältet skall användas för att:

- beordra en adresserad station att utföra en specifik operation, eller
- svara på ett sådant kommando.

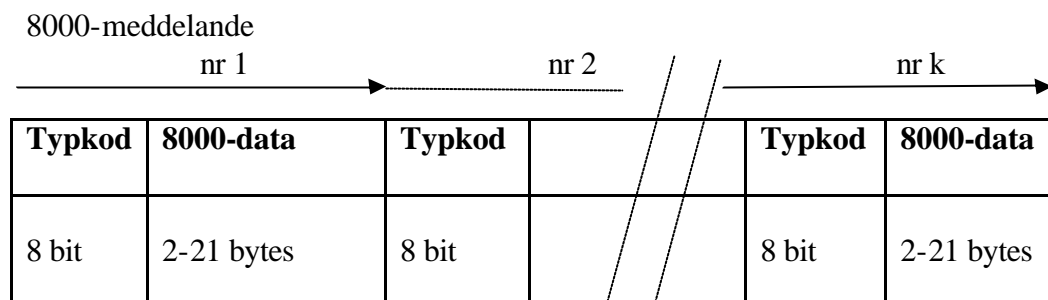
Kontrollfält bitar							
1	2	3	4	5	6	7	8
				P/F			

Figur 6: Kontroll - fältets uppbyggnad avseende Poll/Final biten
(Källa: FMV GYS8000)

Bit 5 i kontrollfältet används för att markera slutet på ett paket (se figur 6) [14].

INFO-fältet

Antalet meddelanden som kan sändas i en HDLC-ram (k) begränsas av den maximala längden på INFO-fältet (se figur 7). Längden på ett 8000-meddelande är 3-22 bytes (inkl. typkoden) beroende på meddelandetyp. Det är typkoden som entydigt definierar meddelandelängden [18].



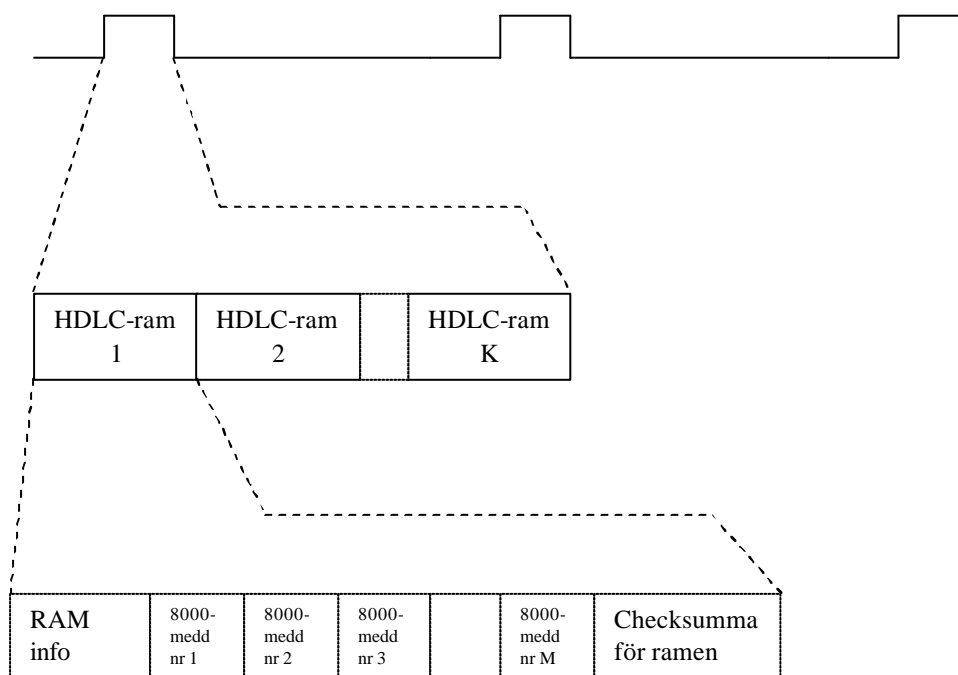
Figur 7: INFO-fältets uppbyggnad (Källa: FMV GYS8000)

Paket

Vid kommunikation läggs data i HDLC-ramar och packas därefter ihop till ett eller flera paket. Ett paket består då av en eller flera HDLC-ramar. Antalet ramar bestäms av antingen max tillåten sändningstid i luften¹⁶ eller max paketstorlek¹⁷ (se figur 8).

Ett paket får endast bestå av meddelandetyper av samma prioritetsgrad.

Den sista ramen i varje paket markeras genom att P/F-biten i HDLC-ramens kontrollfält sätts till "1" [18].



Figur 8: Uppbyggnad av en sändning i datapaket (Källa: FMV GYS8000)

¹⁶ Utgångsvärde vid start är 20 s. Variationsområde är 5-200 s i steg om 1 s.

¹⁷ Operatörsstyrd parameter. Väljs mellan 24-4128 bytes.

3.1.4 Meddelandeprioritet

Eftersom radio som överföringskanal har en begränsad kapacitet måste olika informationstyper fördelas genom en prioriteringslogik. Utformningen är sådan att varje typ av information tilldelas en prioritet mellan 0 – 3 där ”0” är högst prioritet (se figur 9). Genom parametrar kan varje prioritetsnivå få en viss del av den totala sändningskapaciteten.

Information med prioritet ”0” är av sådan tidskritisk typ att all annan pågående sändning av meddelanden med annan prioritet omedelbart skall avbrytas [18].

Prioritet 0	Prioritet 1	Prioritet 2	Prioritet 3
Alarmmeddelanden	Realtidsinformation	Icke Realtidsinformation	Övrig information

Figur 9: Fördelning av informationstyper på prioritet
(Källa: FMV GYS8000)

3.1.5 Meddelandetyper

Antalet möjliga typer av meddelanden som 8000-systemet kan hantera är som nämnts tidigare 255 st. I dagsläget är det endast ett 50-tal av dessa möjliga meddelanden som är definierade. Varje meddelande kan grupperas beroende på vilken hanteringsprocess som meddelandet tillhör [18].

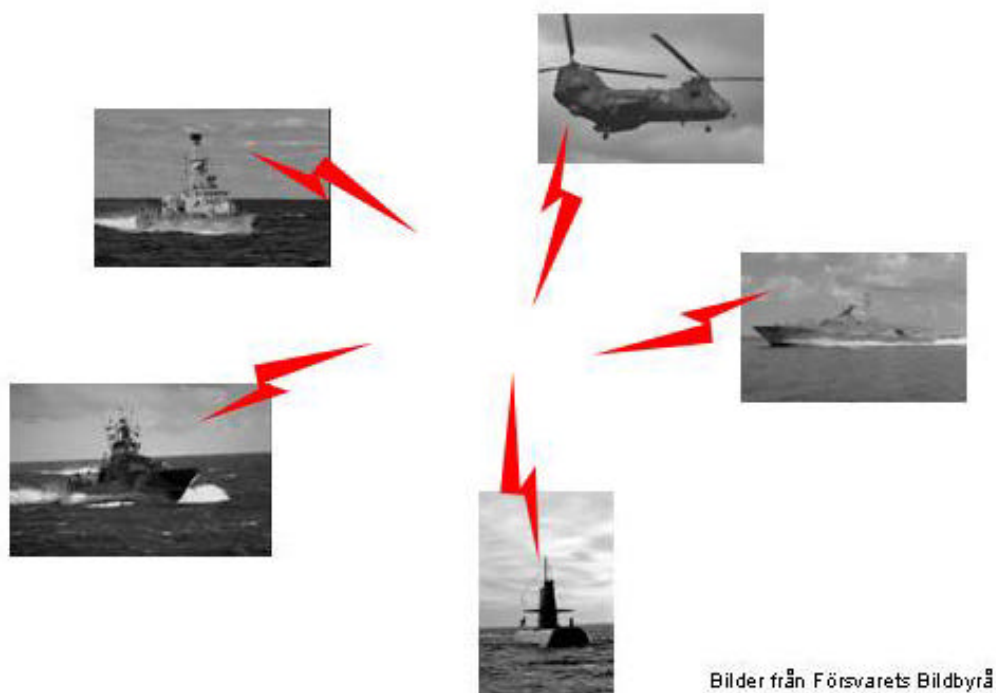
Varje meddelande har döpts till 8xxx, där 8 indikerar att meddelandena är byteorienterade. De efterföljande siffrorna är typkoden som tidigare beskrivits.

Samtliga meddelanden börjar med avsändare och mottagaradress, därefter följer meddelanden enligt den informationstyp som valts (se bilaga 2).

. /2

3.1.6 Mediaaccess

Datasambandet inom marinen är att betrakta som ett okontrollerat nät. Med detta menas att det inte finns någon överordnad enhet som styr nätet (se figur 10). För att bli en enhet i nätet krävs endast att man har rätt frekvens och modulation [21], samt att man har rätt kryptonyckel. Hur lyssning och sändning skall gå till regleras i förutbestämda instruktioner [10].



Figur 10: Schematisk bild över nätstrukturen i ett marint stridsledningsnät
(Källa: SLRM)

I instruktionerna ingår vilket telesändningsalternativ (TSALT) som för tillfället råder. I och med detta kan vissa fartyg vara radiotysta och ändå motta datainformation från andra fartyg eller från Operativa Insatsledningen (OPIL). För att kunna ta emot ett meddelande krävs att man är adresserad. Det finns även möjlighet till broadcastsändning till samtliga.

3.2 NATO LINK 11

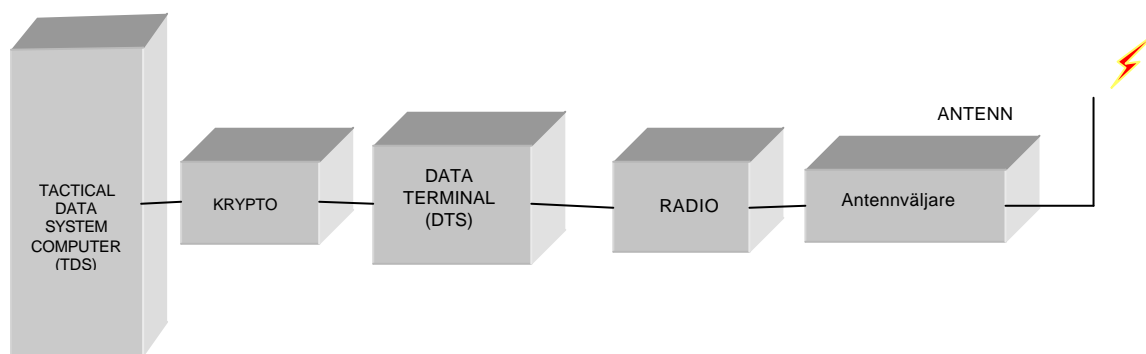
3.2.1 Allmänt

Link 11 är baserad på teknik från 1960-talet och är en relativt långsam länk. Link 11 använder sig av en så kallad *Poll* teknik där en *Net Control Station* (NCS) anropar och "pollar" en enhet (PICKET) i taget på deras data. Som tillägg till denna *Roll Call* mod kan Link 11 opereras i *Broadcast* mod där en eller flera datasändningar görs av en enhet. Link 11 är, på grund av detta, en halv duplex länk. Den är krypterad men inte störtålig [27].

Link 11, eller *Tactical Digital Information Link A* (TADIL A), använder sig av en nätverkskommunikationsteknik och en standardiserad meddelandehantering för att kunna utbyta digital information mellan luft, land och sjögående stridsledningssystem. Link 11 datakommunikation är möjlig på både HF och UHF bandet. När man utnyttjar Link 11 på HF bandet har man en täckning om ca 300 NM och vid utnyttjande av UHF blir täckningen mellan fartyg - fartyg ca 25 NM och mellan fartyg och flyg ca 150 NM [27].

3.2.2 Systemuppbyggnad

Det finns många olika Link 11 konfigurationer på markanden. I figur 11 redovisas en representativ konfiguration. Systemet består av ett datorsystem (TDS), ett krypto, en dataterminal (DTS) samt en eller flera radioapparater med tillhörande utrustning [4].



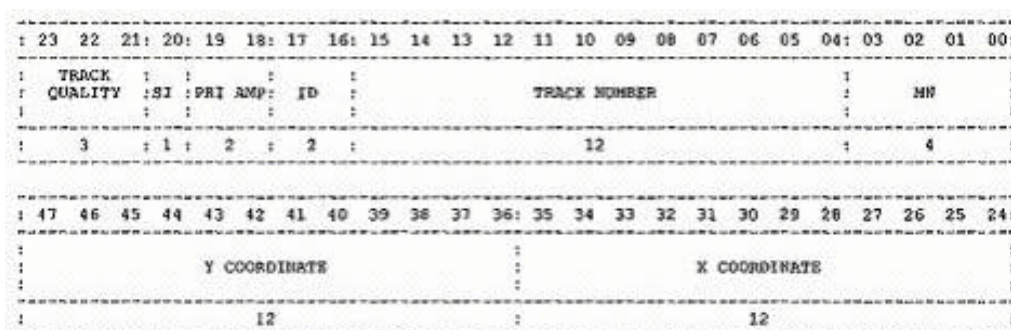
Figur 11: Link 11 utrustning består av ett datorsystem, kryptoutrustning, dataterminal och tillhörande radio. (Källa: *Understanding Link 11*)

TDS tar emot data från sensorer såsom radar, positionssystem och operatörer. För att kunna dela med sig av dessa data med andra TDS så måste informationen formateras till olika väl definierade meddelandeformat. Order och annan administrativ information formateras också till meddelanden för att kunna distribueras till andra enheter. Stridsledningsdata som skickas från TDS krypteras för att sedan skickas till DTS. I DTS konverteras det nu krypterade stridsledningsdatat från det digitala formatet till en analog audiosignal. Det är

sedan denna signal som skickas via radiosystemet till de andra enheterna i kommunikationsnätet [4].

3.2.3 Meddelandeformat

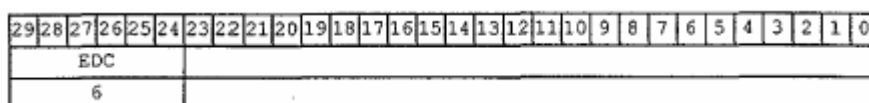
Varje meddelande består av 60 bitar grupperade på ett förutbestämt sätt så att automatisk tolkning är möjlig. De 60 bitarna är arrangerade i två ramar om 30 bitar varav 6 bitar är tilldelade för felkontroll och felrättning (EDAC). De övriga 24 bitarna per ram är tillgängliga för kodad information. Följden blir att ett meddelande definieras med 48 bitar taktisk data [15]. De fyra första bitarna i varje meddelande är *Message Number* (MN). Detta talar om för systemet vilken typ av meddelande som övriga databitar skall tolkas som (se figur 12).



Figur 12: Exempel på uppbyggnaden av ett Link 11 meddelande (Källa: STANAG 5511)

Felrättning

Hamming är en process där ett antal extra bitar adderas till informationsbitarna för att möjliggöra felkontroll och felrättning [21]. Varje 24-bitars ord är processat genom dataterminalens Hamming krets, vilket resulterar i ett 30-bitars dataord (se figur 13). Det är sedan detta ord som kodas och sänds i luften (se 3.2.6).



Figur 13: Felkontroll och felrättningsbitarna skall appliceras enligt bild (Källa: STANAG 5511)

Vid mottagning demoduleras 30-bitars ordet i Hammingkretsen. Denna process använder de 6 Hammingbitarna för att kontrollera om den förekommer något fel. Om det endast är ett fel rättar systemet detta och skickar datat vidare till ledningssystemet. Om två fel eller mer har inträffat kan Hammingavkodningen endast bestämma att ett fel har inträffat men inte vilka bitar som är fel [15] (se figur 14).

	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25				X	X		X		X		X		X		X		X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X
26			X					X	X			X	X		X	X		X	X			X	X		X	X	X	X	X	X
27		X				X	X					X	X	X	X			X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
28	X				X	X	X	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
29	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figur 14: Sammanställning av informationsbitarnas påverkan på paritetsbitarna (Källa: STANAG 5511)

3.2.4 Meddelandeprioritet

Link 11 har ingen inbyggd funktion för att hantera prioritet mellan meddelanden [15].

3.2.5 Meddelandetyper

Standardiserade meddelandeformat och koder används för att automatiskt utbyta digital information mellan taktiska ledningssystem.

Meddelandestandarder måste i någon omfattning harmonisera med de krav och möjligheter som de deltagande enheternas system har. Link 11 har i sin meddelandestruktur endast 4 bitar för att beskriva vilket meddelandennummer eller typ av meddelande som sänds. Detta innebär att i Link 11 finns $2^4 = 16$ stycken definierade meddelandeformat (se bilaga 3).

./3

Det finns åtta olika grupper eller delmängder av meddelanden som används för att skilja på olika behov av procedurer och överenskommelser om hur en typ av meddelande skall användas (se bilaga 4). Dessutom så har vissa överenskommelser specifikationer som måste följas för att säkerställa ett logiskt och sammanhängande informationsutbyte [15].

./4

3.2.6 Mediaaccess

Ramstruktur

I Link 11 finns det två förutbestämda datatakt, snabb och långsam. Snabb datatakt opererar med en hastighet av 75 ramar per sekund medan långsam

datatakt använder sig av $\frac{1000}{22} = 45,4545\dots$ ramar per sekund. Tiden det tar att

skicka en ram vid snabb datatakt är $\frac{1}{75} s$. Varje ram innehåller 30 bitar av

information, därför blir bithastigheten $75 * 30 = 2250$ bps.

Motsvarande tid vid långsam datatakt blir $\frac{22}{1000} s = 22ms$. Vid långsam

datatakt blir bithastigheten $\frac{1000}{22} * 30 = 1363,6363\dots$ bps, vilket approximativt

är 1364 bps (se tabell 2).

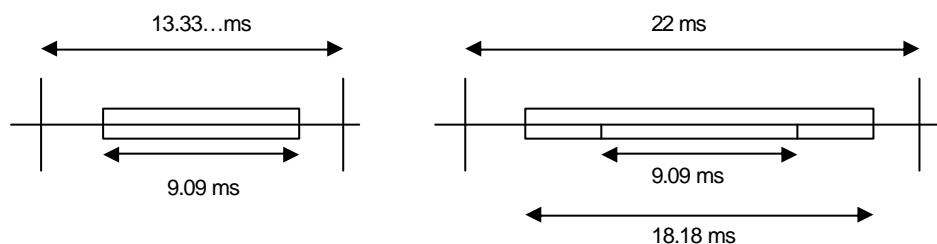
Tabell 2: Snabb och långsam datatakt finns som val i Link 11.

Datatakt	Ramtid (msek)	Integrationsintervall	Ramar / sek	Datahastighet (bps)
Snabb	13,33...	9,09	75	2250
Långsam	22,0	9,09/18,18	45,4545...	1364

(Källa: Understanding Link 11)

Med integrationsintervall menas den tid inom centrum av ramen där data är stabilt (se figur 15). Det är inom denna tid som data tas för att processas vidare. Integrationstid för snabb datatakt är 9,09 ms. För långsam datatakt finns två integrationstider som val, 9,09 ms samt 18,18 ms.

Den långa integrationstiden vid långsam datatakt medför att dubbelt så mycket signal kan behandlas vilket ger en ökning av signal-till-brus förhållandet (S/N) med 3 dB.



Figur 15: Integrationsintervallet är den centrerade delen av ramen där signalen är garanterad stabil (Källa: Understanding Link 11)

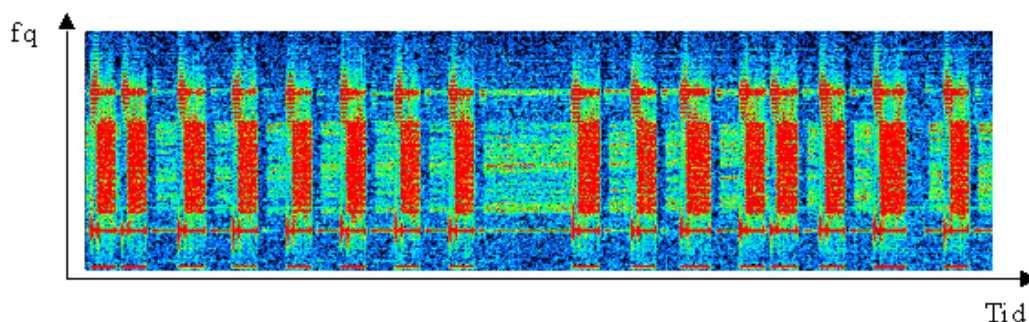
Conventional Link Eleven Waveform (CLEW)

Link 11 audiosignal är uppbyggd av frekvenser som är udda multiplar av 55 Hz. Det vill säga att skillnaden mellan två frekvenser är 110 Hz.

När en Link 11 sändning skall starta börjar den med en *preamble*, denna består av en 605 Hz ($11 \cdot 55 = 605$) och en 2915 Hz ton ($53 \cdot 55 = 2915$).

2915 Hz tonen skiftar fas med 180° mellan varje ram. Tiden mellan dessa skiften, under vilken fasen är konstant, beror på vald datatakt. 605 Hz tonen används för att bestämma om det finns ett frekvensfel eller dopplerskift i den utsända signalen. För att en signal skall kännas igen måste båda dessa toner finnas.

Fasreferensramen som följer omedelbart efter *preamble* innehåller referensfasen för de toner som innehåller data i kommande ramar. Skillnaden mellan fasreferensens fas för en ton, och fasen i nästa ram definierar fasskillnaden för tonen. Det finns bara en fasreferensram i en sändning. Varje påföljande dataram agerar som fasreferens för efterkommande ram.



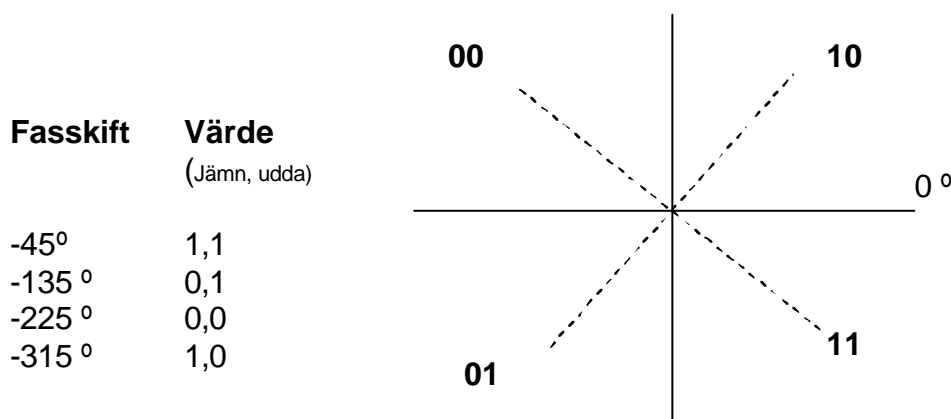
Figur 16: Link 11 signal
(Källa: <http://myweb.hinet.net/home4/sferix/hfasia/files/Link-11.html>)

Dataramen består av en 16-tons audiosignal. Femton av tonerna används för att koda det binära datat. Fasen hos varje ton representerar 2 bitar data. Fasen hålls konstant under ramtiden, vid slutet av ramen skiftar fasen till det nya värde som skall representeras. Den 16:e frekvensen är 605 Hz tonen och den hålls konstant under hela sändningen (se figur 16) [4].

Datakodning

Informationen i Link 11 är kodad enligt en princip som kallas *differential quadrature phase-shift keying modulation* (DQPSK).

Under en ram har varje frekvens sin egen fas. Denna fas ändras från en ram till nästa. Graden av fasförändring, eller fasdifferens, avgör värdet av varje 2-bitars ord. Det finns fyra möjliga kombinationer 00, 01, 10 samt 11. Varje kombination är associerad med en fasdifferens motsvarande 45° , 135° , 225° samt 315° . Varje vinkel markerar centrum i en kvadratur, illustreras i figur 17. Varje kvadrant tilldelas ett 2-bitars ord. Vilken fasdifferens som faller inom denna kvadrant representerar detta binära värde. Ordet "11" kommer att bli kodad genom en fasförändring om -45° (figur 17).



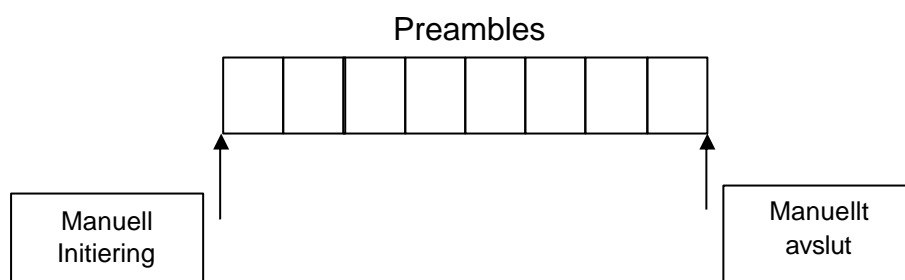
Figur 17: 2-bitars ord som är associerad med fasdifferensen
(Källa: *Understanding Link 11*)

Värt att notera är att denna typ av kodning tolererar ett fasfel på upp till 45° före det att ett bitfel inträffar. Ett fasfel som är större än 45° men mindre än 135° kommer att resultera i att fasvinkeln hamnar i en närliggande kvadrant, vilket innebär att det endast blir en bit som blir fel [4].

Moder

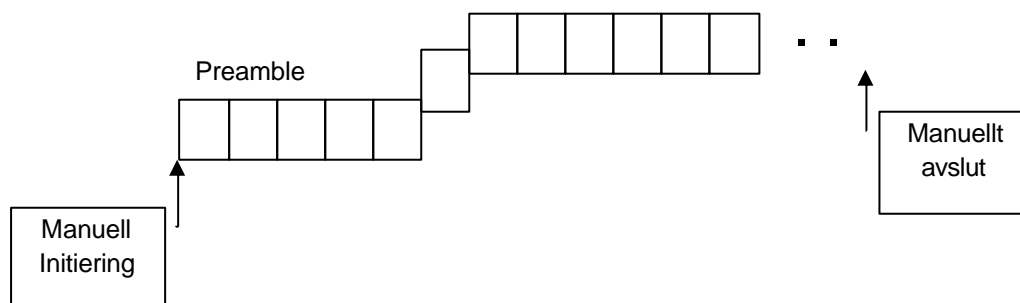
Link 11 kan operera i 5 olika moder nämligen: *Net Synchronization*, *Net test*, *Roll Call*, *Short Broadcast* samt *Broadcast*.

I *Net Synchronization* sänds en kontinuerlig serie av *preamble* ramar (se figur 18). Denna mod initieras och stoppas manuellt av en operatör. Moden används ofta för att verifiera kontakten mellan enheter.



Figur 18: *Net Synchronization* består av en kontinuerlig serie av *preamble* (Källa: *Understanding Link 11*)

Net Test sändningen börjar med fem ramar *preamble* och en fasreferensram, detta följs sedan av 21 stycken dataord i ett testmönster (se figur 19). *Net Test* mod används för att kontrollera kontakten mellan enheter samt för att kalibrera signalnivåer på DTS.

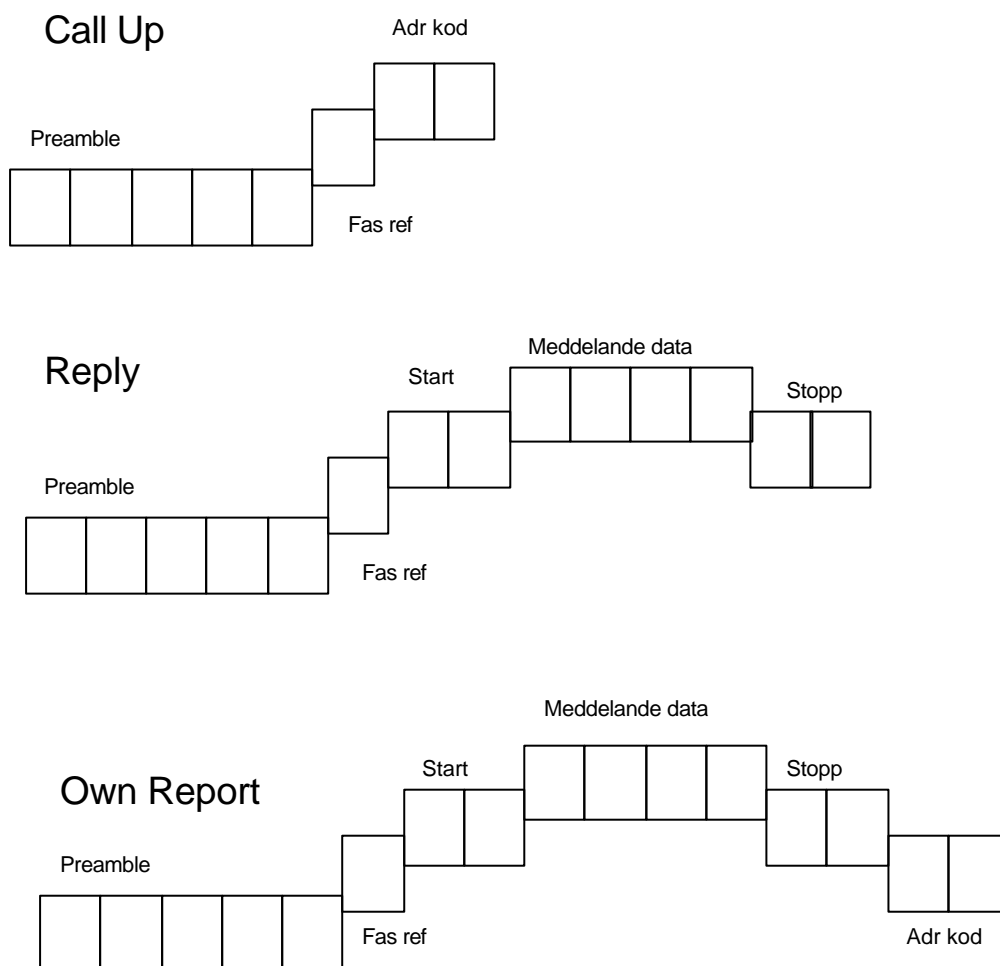


Figur 19: *Net Test* sändningen består av *preamble*, fas referens , och en sekvens test ord (Källa: *Understanding Link 11*)

Den normala driftmoden för Link 11 är den så kallade *Roll Call* moden. I denna mod fungerar en station som *Net Control Station* (NCS). De övriga deltagande enheterna kallas för *Picket stations* eller *Participating Units* (PU). Det är DTS på NCS som kontrollerar och styr i vilken ordning som enheterna skall bli uppkallade för att få tillstånd att sända sina meddelanden. Denna metod kallas för Pollning [4].

Sändningstyper som förekommer under *Roll Call* är: uppkallning (*Call up*), svar (*Reply*) samt NCS rapport (*Own Report*) (se figur 20).

Under resterande tid i en cykel kommer en PU att ta emot meddelanden från övriga PU. När en nätcykel är genomförd avslutar NCS med att sända sin egen information till övriga PU. På detta sätt kommer taktisk data att distribueras mellan alla deltagande enheter [4].



Figur 20: Tre sändningstyper förekommer under Roll Call
(Källa: Understanding Link 11)

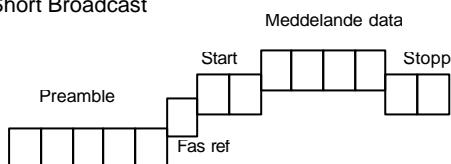
I tillägg till denna *Roll Call* mod kan Link 11 även utnyttja en *Broadcast* mod från en enhet till alla övriga enheter.

Det två varianterna av *Broadcast* är *Short Broadcast* samt *Broadcast*.

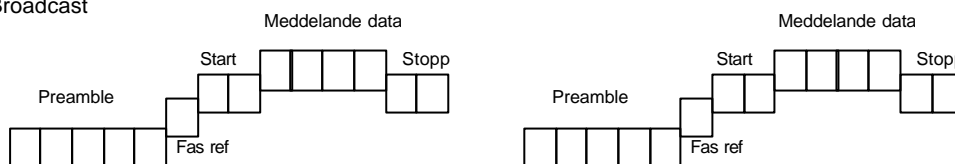
Short Broadcast är en datasändning till alla medlemmar av nätet från en enhet som kan agera som NCS eller PU. Sändningen är manuellt initierat av en operatör (se figur 21).

Broadcast är en kontinuerlig serie av *Short Broadcast* med ett uppehåll av två ramtider. Denna mod pågår tills dess att den avbryts manuellt av en operatör [4].

Short Broadcast



Broadcast

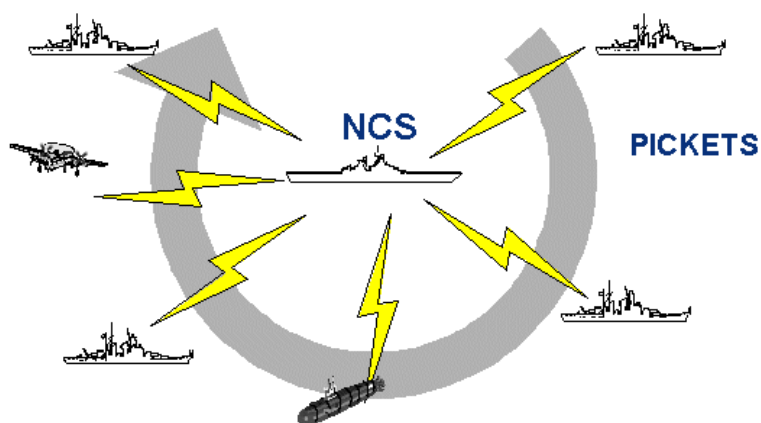


Figur 21: Broadcast är en sändning från en PU till alla medlemmar av nätet. Den är identisk med en Reply från en PU. (Källa: Understanding Link 11)

Det finns även en radiotyst mod som kan användas. En PU i denna mod kommer endast att ta emot data från övriga PU, men kommer inte att besvara ett anrop från NCS [4].

Link 11 stödjer utbyte av måldata hos luft-, yt- samt undervattensmål (se figur 22). Den har även stöd för utbyte av telekrigsdata och begränsad ledningsdata mellan C^2 enheter.

Dock har Link 11 inget stöd för utbyte av information avseende flygledning eller andra krigföringsområden [27].



Figur 22: Principbild över ett Link 11 nät (Källa: Sweden – US Interoperability Planning Meeting 17-18 november 2003)

3.3 NATO LINK 22

3.3.1 Allmänt

Dagens Link 11 system har i den hotmiljö som nu existerar några signifikanta operativa begränsningar. Sedan dess tillkomst under 1960-talet, har det skett en dramatisk ökning av den informationsmängd som måste överföras mellan fartyg för att bl.a. koordinera vapeninsatser.

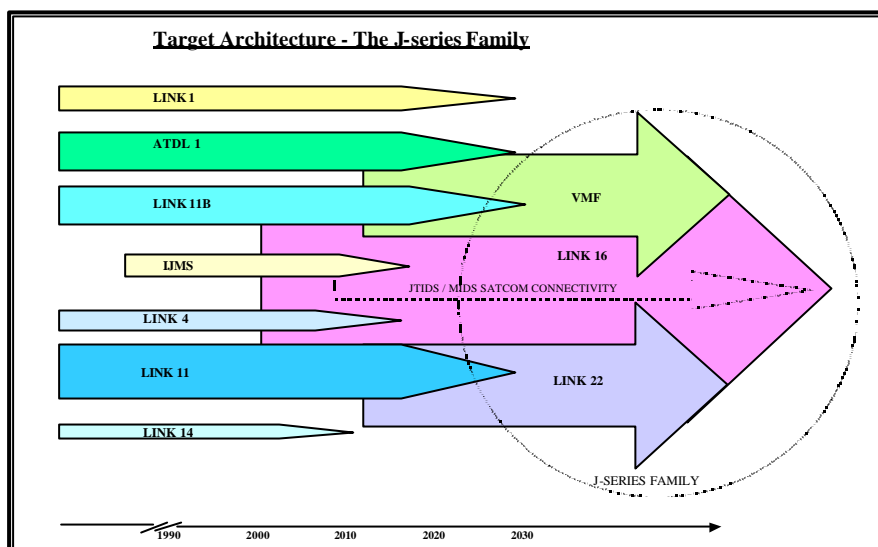
Det ökade hotet mot kommunikationen kopplat till den minskade förvarning och reaktionstid som dagens hot ger har indikerat att Link 11 har ett antal brister, nämligen: [25]

- avsaknad av EPM
- otillräcklig kapacitet avseende meddelandemängd
- otillräcklig robusthet
- otillräcklig EDAC
- oflexibel och långsam datalänkprocedur
- begränsningar i meddelandestandard
- routing begränsning.

För att råda bot på detta så började man i mitten av 1990-talet att utveckla ett nytt förbättrat Link 11, *Nato Improved Link Eleven* (NILE) eller Link 22 som namnet inom Nato är idag [28].

Link 22 är något av en hybrid mellan Link 11 och MIDS Link 16 [3]. Link 22 är ett störtåligt, *Beyond Line Of Sight* (BLOS), taktiskt datakommunikationssystem som kan använda fast frekvens likväl som hoppfrekvensteknik inom HF bandet och UHF bandet. Vid användande av HF så är systemet konstruerat för att ha en täckning om 300 NM. På UHF bandet så är man begränsad till *Line of Sight* (LOS), ca 25 NM. Både HF och UHF täckningen kan utökas genom användande av relästationer, s.k. *dataforwarding* [16].

J-seriefamiljen är en benämning på ett antal taktiska datalänkar inom NATO som i framtiden skall utgöra grunden för taktisk datakommunikation [29]. Link 22 ingår i J-seriefamiljen av datalänkar tillsammans med STDL, S-TADIL, Link 16 och VMF. Som sådan kan 72-bitars meddelandestandard bära inbäddade Link 16 meddelanden, känd som FJ-serien, liksom det nydefinierade Link 22 F-serien meddelande [28] (se figur 23).



Figur 23: Utveckling av den nya seriestrukturen
(Källa: SAAB tactical data link seminar presentation 8 oktober 2003)

De sju nationerna – Kanada, Frankrike, Tyskland, Italien, Nederländerna, Storbritannien samt USA – har följts åt vid design och utveckling av Link 22 sedan 1996. Tidpunkt för införande av systemet skiljer sig åt mellan länderna men i nuläget kommer driftsättning enligt vissa källor att ske mellan 2006-2007 [29]. Andra källor annonserar driftsättning framåt 2009 [28].

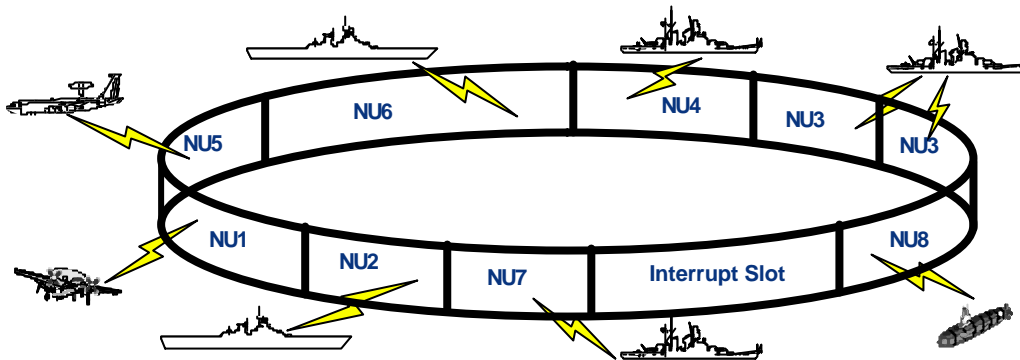
3.3.2 Systemuppbyggnad

Den arkitektur som används är antingen *Time Division Multiple Access* (TDMA) eller dynamisk TDMA, vilket ger en ökad flexibilitet och en minskad nätadministrativ overhead [16].

TDMA protokollet delar upp systemtiden i miniluckor. Storleken på en minilucka är mediaberoende. Ett antal miniluckor grupperas tillsammans för att på så vis bilda en sändningsmöjlighet kallad *timeslot* eller tidslucka. Tidsluckorna kan vara av olika storlek beroende på det förväntade sändningsbehovet.

De flesta tidsluckorna är avsedda som tilldelade luckor. Dessa är utdelade till individuella *NILE Unit* (NU). Det är endast den enhet som fått en tilldelad lucka som får använda denna lucka till att sända data på nätet. En begränsad del av tidsluckorna är avsedda som *Interrupt slots*, avbrottsluckor. Avbrottsluckor kan användas av vilken NU som helst för att sända data med hög prioritet eller för en *Late Network Entry* (LNE). Dock sker sändning i en avbrottslucka utan styrning [16].

Tidsluckorna är ordnade i en periodiskt återkommande sekvens (se figur 24). Tiden det tar för denna periodiska sekvens kallas *Network Cycle Time* (NCT). Alla aktiva NU har minst en tilldelad lucka i en NCT. Tilldelningen av tidsluckor och avbrottsluckor och tilldelning av luckor till NU kallas för *Network Cycle Structure* (NCS) [16].



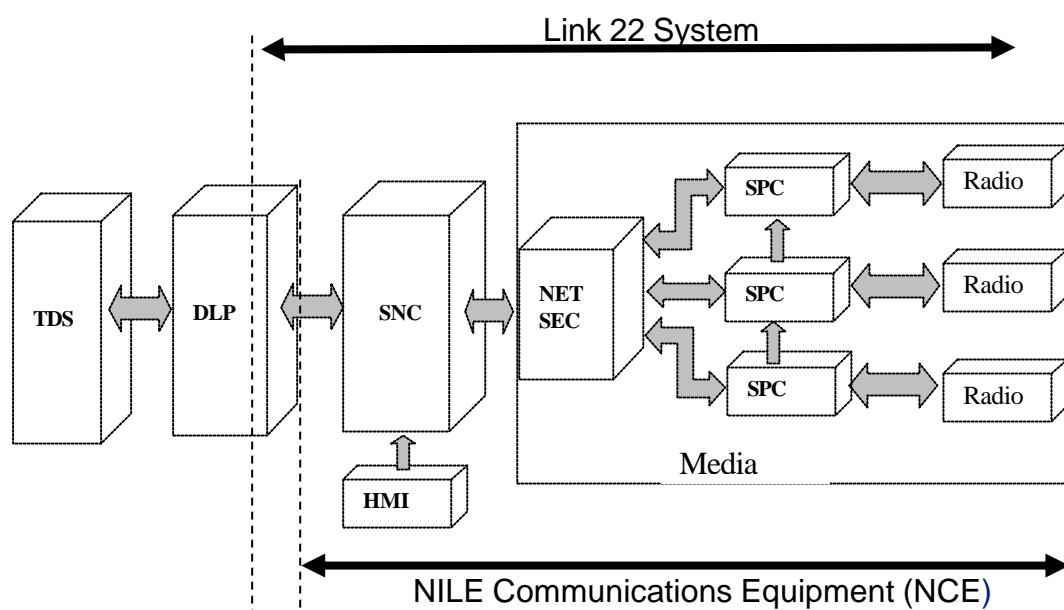
Figur 24: Schematisk bild över ett exempel på NCS med 8 användare
(Källa: STANAG 5522)

Dynamisk TDMA tillåter att NCS modifieras utan någon betydande påverkan på nätverket. En NU som behöver mer sändningstid kan begära detta från de NU som har överkapacitet. Protokollet tillåter enheterna att begära ytterligare sändningstid för att tillgodose sina behov.

En NU som mottar en sådan begäran kommer att uppskatta sin förmåga att tillgodose behovet och om möjligt överlåta några av sina tidsluckor. Denna process kan ske utan inblandning av en *Network Management Unit* (NMU) [16].

Ett Link 22 nätverk är en samling NU som utbyter information med varandra enligt fastställda procedurer i ett medium med en unik uppsättning nätverksparametrar [16]. En grupp av sammankopplade nätverk kallas för *Super Network*. I *Super Network* användning så kan man använda en blandning av media för kommunikation. Som minst skall alla NU kunna operera i ett nätverk, men det förväntas att de flesta NU skall kunna operera i flera nätverk samtidigt [16].

Den funktionella arkitekturen hos ett Link 22 system består av fyra undersystem nämligen: *Data Link Processor* (DLP), *System Network Controller* (SNC), *Human Machine Interface* (HMI) samt Media (se figur 25). SNC, HMI samt media är det som i dagligt tal kallas för *NILE communication equipment* (NCE) [16].



Figur 25: Principskiss över ett Link 22 system
(Källa: STANAG 5522)

DLP är interfacet mellan TDS och Link 22 systemet. Funktioner som DLP sköter är bl.a. generering och tolkning av taktiska datameddelanden, tilldelning och uppdatering av meddelandeprioriteter samt val av andra *quality of service* krav. DLP är även ansvarig för *dataforwarding* till andra enheter.

SNC är ansvarig för följande funktioner [16]:

- välja en effektiv sändningslösning
- välja och paketera meddelanden för varje tidslucka i vilken den kan sända data
- kommunicera med DLP om begränsningar i att kunna utföra begärda uppgifter
- generering och tolkning av icke taktiska meddelanden
- prioritering och efterföljande uppgradering av icke taktiska meddelanden
- upprätthålla en uppdaterad NCS
- nätverkskontroll och förvaltning
- spridning av mottagna meddelanden
- reläa meddelanden inom nätverket (*Intranetwork relay*) och mellan nätverk (*Extranetwork relay*).

HMI sköter om kontroll, initiering och återinitiering av nätverkets operativa moder, protokoll och radioutrustning. Vidare så kan man isolera fel och genomföra diagnostik i nätverket både på enhetsnivå som nätverksnivå. Från HMI kan man även övervaka och förvalta nätverket [16].

De tre segmenten i Link 22 mediasystem är: nätverkssäkerhet (NETSEC), *Signal Processing Controller* (SPC) samt radiodelen. NETSEC sköter om kryptering och dekryptering av meddelanden, både vid sändning och vid mottagning. SPC utför följande funktioner [16]:

- EDAC enligt lämpligt EDAC schema
- modulering och demodulering
- tidkontroll- upprätthåller nätverkssynkronisering
- radioutrustningsövervakning
- övervakning av frekvenshopp.

Radioutrustningen är den fysiska utrustning som varje plattform är utrustad med. Den kan bestå av en kombination av de fyra olika Link 22 medierna (HF fix, HF ECCM, UHF Fix och UHF ECCM).

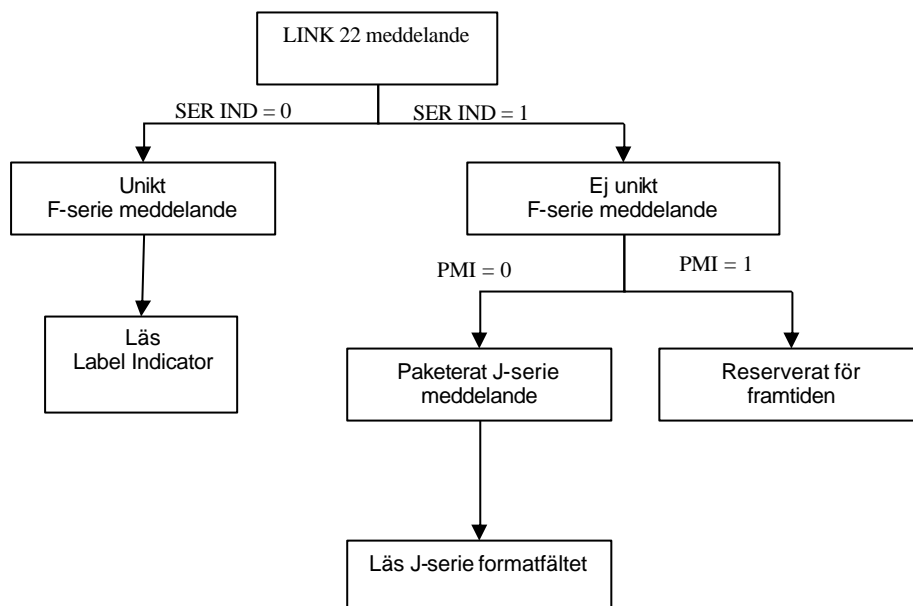
3.3.3 Meddelandeformat

Link 22 meddelanden är funktionsorienterade. De består av upp till åtta 72-bitar ord. Dessa ord formateras till nätverkspaket av SNC. Paritetsbitar för *Forward Error Correction* (FEC) tillförs på paketnivån. Ett meddelande börjar med ett initieringsord som kan följas av en eller flera tilläggsord. Det kan förekomma flera Link 22 meddelanden, med olika funktion, inom en tidslucka. Varje Link 22 meddelande sänds normalt inom en tidslucka även om det kan finnas tilläggsinformation som sänds i en annan tidslucka [16].

Link 22 använder F-serieformatet i sina meddelanden. Detta format inkluderar meddelanden ur den unika F-serien, som har konstruerats för Link 22, och som inte har någon exakt motsvarighet i fältarrangemanget i några andra taktiska datalänkar, samt FJ-serien som efterliknar de 70-bitarna i J-serien som används i Link 16 men paketerats i F-serieformatet [16].

Link 22 ord identifieras genom det inledande "F". Den minst signifikanta biten (LSB) i varje ord innehåller *Serie Indicator Code* (SER IND) som indikerar om meddelandet skall tolkas som ett unikt F-serie meddelande, som styrs av *Label Indicator*, eller som ett inbäddat meddelande som styrs av *Packet Message Indicator* (PMI).

Om SER IND är satt till "0" så är meddelandet ett unikt F-serie meddelande och de efterföljande 71 bitarna skall tolkas enligt standardiserat format [16]. Om LSB är satt till "1" så följer ett inte unikt F-seriemeddelande. I det senare fallet måste PMI tolkas för att bestämma om det efterföljande datat skall tolkas enligt FJ-serieformatet eller något annat format (se figur 26) [16].



Figur 26: Tolkning av meddelande i Link 22
(Källa: STANAG 5522)

3.3.4 Meddelandeprioritet

Link 22 har en dynamisk tilldelning av prioritet för sina meddelanden. Alla Link 22 meddelanden är tilldelade ett prioritetsvärde mellan 1 och 4 där 1 är högst prioritet. NCE skall välja vilka meddelanden som skall sändas på basis av denna prioritet. Grundprioriteten för varje meddelande är specificerad i sändnings- och mottagningsregler för varje enskilt meddelande.

I en situation där kö uppstår hos en NU, för att dess sändningskapacitet överskrids, kommer meddelanden med lägre prioritet att få vänta. Efter att ha väntat en fördefinierad tid utan att meddelandet har blivit sänt, så kommer dessa meddelanden att få status *late* och prioritetsvärdet kommer att minska med 1 (dvs. att man antar nästa högre prioritet). Om ett sent meddelande får vänta ytterligare en definierad tid så blir det *excessively late* och dess prioritetsvärde minskas ytterligare med 1 [16].

3.3.5 Meddelandetyper

Link 22 meddelanden kan delas in i 10 olika funktioner (se tabell 3). Dessa inkluderar även de inbäddade Link 16 meddelanden, s.k. FJ-meddelanden, som Link 22 kan bära (se bilaga 5). Funktionerna är starkt beroende av varandra och de flesta uppgifter kräver att man använder flera funktioner.

Tabell 3: Funktionstabell över Link 22 meddelanden.

SYSTEM INFORMATION EXCHANGE AND NETWORK MANAGEMENT	INFORMATION MANAGEMENT
PARTICIPANT LOCATION AND IDENTIFICATION (PLI)	THREAT WARNING
SURVEILLANCE	WEAPONS COORDINATION AND MANAGEMENT
ELECTRONIC WARFARE	PLATFORM AND SYSTEM STATUS
INTELLIGENCE	RESPONSE MESSAGE

(Källa: STANAG 5522)

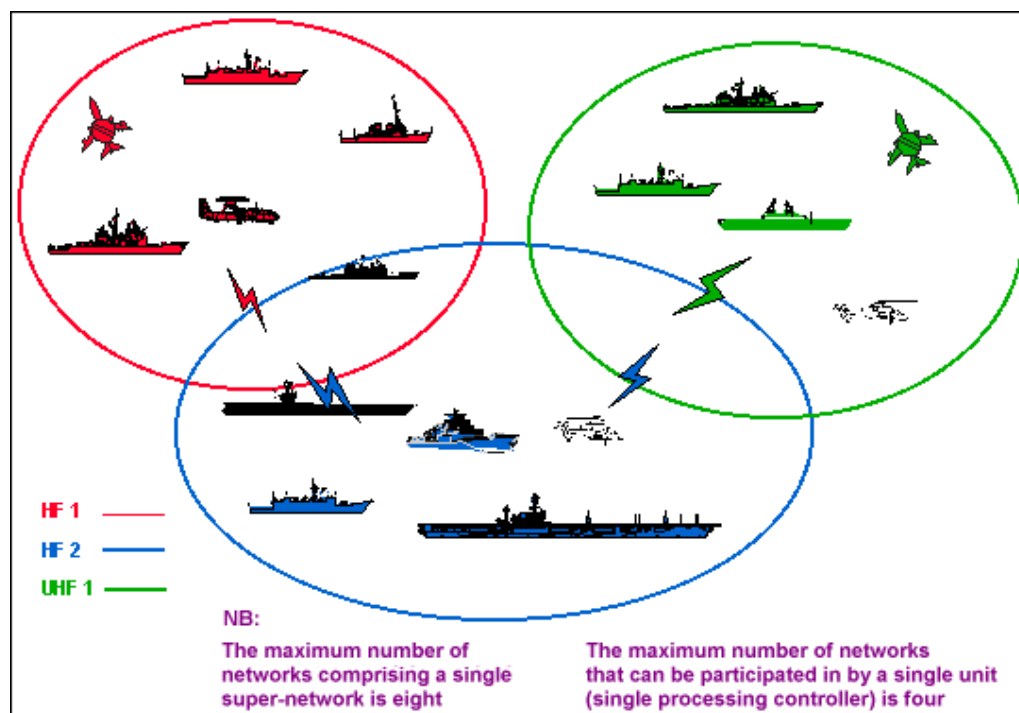
System Information Exchange and Network Management, *PLI*, och *Information Management* funktionerna är absolut nödvändiga för att man skall kunna använda övriga funktioner. *Surveillance* funktionerna kräver alla samma uppsättning av stödande funktioner medan bredare funktioner såsom *Weapons Coordination and Management* kräver en varierad grad av stöd från nästan alla övriga funktioner [16].

3.3.6 Mediaaccess

Link 22 arbetar i tre olika nivåer: NU nivån, nätverksnivån samt supernätverksnivån. Inom varje nivå finns det olika moder som Link 22 kan befinna sig i. På NU nivån kan följande moder antas [16]:

- *Engineering mode* – endast sändning av tekniska meddelanden
- *Normal operations mode* – användande av befintlig NCS för kommunikation
- *Radio silent mode* – NU i operativ mod men begränsar sin sändning enligt order
- *Listen only mode* – NU i operativ mod men pga. uppdrag eller andra begränsningar inte förväntas sända och har därför inte tilldelats en tidslucka.

En NU som opererar i flera nät kan vara i olika moder i olika nät, t.ex. *Normal Operation mode* i ett nät och *Radio Silent mode* i ett annat.



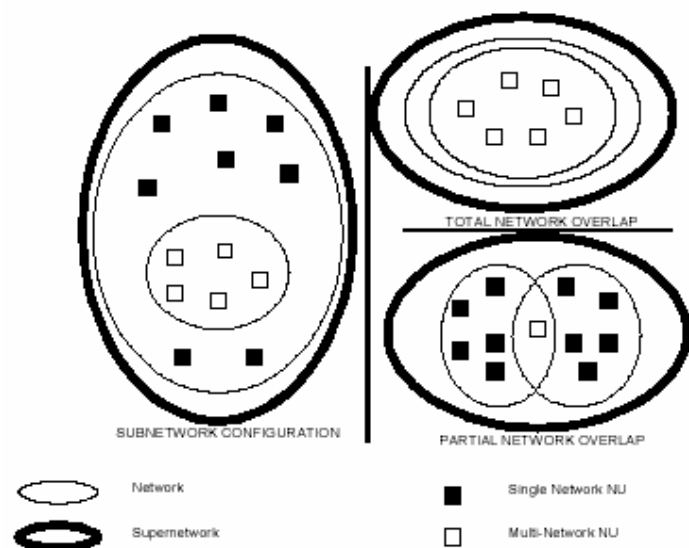
Figur 27: Schematisk bild över ett supernät
(Källa: http://www.stasys.co.uk/networks_technology/link_22.htm)

Ett Link 22 nät kan befinna sig i en av tre olika moder. I *Engineering mode* så befinner sig alla nätverksanvändare i *Engineering mode*. I *Normal operations mode* så är minst en användare i *Normal operations mode*. Om alla användare är i *Radio Silent mode* så är även nätet i denna mod [16].

På samma sätt som nätets mod bildas av användarna så bildas supernätets mod av de ingående nätens mod. Således befinner sig ett supernät i en av tre moder beroende på de ingående nätens moder.

Link 22 konceptet förutser ett supernät som består av en eller flera nät. Där ett supernät består av fler nät så skall delnäten kunna kopplas ihop för att på så vis bilda en väg mellan alla NU i supernätet (se figur 27). Nätverksförbindelserna kan vara av tre olika huvudkategorier: total nätverksöverlappning, partiell nätverksöverlappning samt subnät (se figur 28).

Nätverk som bildar supernät kommer att vara kapabla att genomföra *intranetwork* och *extranetwork* informationsutbyte. *Extranetwork relay* utförs av en dedikerad NU som har till uppgift att ta emot meddelanden från ett nät och återutsända dem på ett annat nät [16].



Figur 28: Multinätverksoperation
(Källa: STANAG 5522)

Link 22 systemet kommer att användas av deltagande Nato länder för att stödja maritima operationer. Det kommer att ge styrkechefen en pålitlig, säker taktisk realtidsbild och det medel som behövs för att leda stridande enheter [16].

Link 22 kommer att vara en av många möjliga taktiska datalänkar som används inom en styrka för att hantera uppkomna situationer. Link 22 kommer som en av dessa länkar att bidra till den taktiska bilden och vara ett interface mellan andra taktiska datalänkar [16].

4 ANALYS

4.1 Allmänt

I detta avsnitt skall uppsatsen jämföra de tidigare beskrivna delarna i de tre datalänkarna. Efterhand som jämförelsen görs kommer slutsatser att dras för att ta med inför den avslutande delen. Dessutom kommer systemen att jämföras mot de internationella åtaganden som Sverige gjort gentemot PARP samt de internationella erfarenheter som svenska marina förband gjort.

4.2 Meddelandeformat

Meddelandeformaten hos de olika systemen skiljer sig åt i det avseende att formatet i 8000-systemet är byteorienterat (8 bitar), medan både Link 11 och Link 22 är bitorienterade med meddelandelängder på 24 respektive 72 bitar. Detta innebär i sig endast på vilket sätt som meddelandena skall tolkas. 8000-systemet bygger sina meddelanden på ett antal block om 8 bitar för att konstruera meddelandet där de första 8 bitarna talar om vilken typ av meddelande som följer. Link 11 har endast 4 bitar för detta ändamål. Link 22 är lite mer flexibel i detta avseende då den första biten indikerar om det är ett inbäddat Link 16 meddelande eller ett unikt F-serie meddelande.

Både Link 11 och Link 22 har meddelandelängder som är delbart med 8 ($24/3 = 8$) samt ($72/9 = 8$). Att översätta meddelanden från 8000-systemet till Link 11 eller Link 22 kräver att varje del i ett länkmeddelande stämmer överens med 8 bitar. Om så inte är fallet måste man redan från början konstruera meddelanden i valt länkformat. Således måste de svenska ledningssystemen redan från början vara konstruerade för att hantera länktrafik.

Det finns dock en möjlighet att man kan utnyttja den översättare som idag används i CETRIS™-systemet för att konvertera från *alfa*-format till ett länkformat. Dock måste dagens format, 8000 eller *alfa*, utvecklas till att kunna hantera den information som behövs för att kunna skapa ett länkmeddelande. Dessutom måste systemen kompletteras med en DTS (Link 11) eller DLP (Link 22) för att hantera själva länken.

Ett byte till Nato länkformat innebär att marinen uppfyller den tekniska delen av Nato kärninteroperabilitet, vilket är en basförmåga för en operation. Dessutom får marinen förmågan att bidra till en gemensam lägesbild i realtid samt att bidra till att undvika vådabekämpning.

4.3 Meddelandeprioritet

Både Link 22 och 8000-systemet har en inbyggd meddelandeprioritet. Skillnaden är att i Link 22 så ökas prioriteten hos ett meddelande om det har blivit köat en förutbestämd tid för att på så vis undvika att ett meddelande blir

fast i kön.

8000-systemet har en fast prioritet för alla meddelanden och det är endast prioritet 0 (högst prioritet) som avbryter annan sändning. Link 11 har ingen funktion för prioritet av meddelanden.

I ett modernt datalänksystem kommer mängden information att öka. I en *Force Protection* situation kommer kraven på att alla vet var alla är att vara centralt, detta för att inte riskera *blue on blue* situationer. Om det då inte finns någon prioritet är risken att meddelanden fastnar uppenbar. Ytterligare fördelar kan uppnås om systemet har möjlighet att utnyttja dynamisk prioritering.

4.4 Meddelandetyper

Antalet möjliga meddelandetyper som länkarna kan överföra skiljer sig högst markant åt. Link 11 är en gammal länk och har en begränsad mängd typer av meddelanden som den kan nyttja. Både 8000-systemet och Link 22 har i detta avseende fler möjliga typer av meddelanden som kan användas. Nya krav på meddelanden kommer att öka då dagens hotmiljö är annorlunda än den som fanns då de konstruerades. Det kommer även i fortsättningen finnas nationella behov och avvikelser även i en internationell kontext.

Link 11 kommer inte att utvecklas vidare. De meddelanden som finns är de som kan användas med den begränsning som det innebär.

8000-systemet har kapacitet för att definiera nya meddelanden om så behövs, då det idag endast är ca 50 som är definierade. Link 22 är å andra sidan under konstruktion och möjligheten finns att konstruera nya typer av meddelanden om så behövs.

Då alla länkarna är byggda för sjöoperativt bruk har de meddelandetyper som väl stämmer överens med varandra. Det är framför allt mängden av olika meddelanden som på senare år har ökat. Att byta länk till Link 11 innebär begränsningar i vilka meddelandetyper som kan användas. Begränsningen ligger framför allt i C^2 och EW funktionen.

Ett byte till Link 22 innebär inte några begränsningar för svenskt vidkommande. Om Sverige dessutom tidigt medverkar i processen så kan svenska särintressen tillvaratas. En viktig bonuseffekt av Link 22 är möjligheten till att använda inbäddade Link 16 meddelanden. Detta innebär att marinen och flygvapnet på ett lättare sätt kan utbyta datainformation med varandra, när implementeringen av Link 16 är gjord.

4.5 Mediaaccess

Då de beskrivna länkarna är från tre olika tidepoker är skillnaderna i nätstruktur högst avsevärda. Det svenska konceptet med uppdragstaktik och ett förhållandevis litet antal enheter återspeglas i det koncept som 8000-systemet

har. Styrning av nätet sker genom förutbestämda instruktioner och valt telesändningsalternativ.

Link 11 är ett helt styrt nät där en utsedd NCS styr vem som skall sända. Tiden mellan möjliga sändningstillfällen är beroende av antalet deltagande enheter. Redundansen är att man i förutbestämda instruktioner tilldelar vilken enhet som är *backup* i de fall då NCS faller ifrån.

Link 22 är en modern länk där TDMA teknik utnyttjas och ingående enheter tilldelas en viss tidslucka för sin sändning. Den möjlighet som finns för en enhet att ansluta sig till ett befintligt nät, utan några avbrott för synkronisering, gör systemet flexibelt.

Ett eventuellt byte till en Nato länk kommer att få stor påverkan inom strukturen. Oavsett vilken länk som anskaffas så kan viss radioutrustning och övrig utrustning återanvändas. Men för styrning av nätet måste marinen dock införskaffa ny utrustning. På den mjuka sidan måste ett helt nytt sambandsreglemente tas fram, vilket är anpassad för Natolänk. Genom att ta fram ett nytt sambandsreglemente som är anpassad för Natolänk kommer marinen även att höja nivån avseende Natos interoperabilitetsfaktorer. Möjligheterna för svenska enheter att delta i internationella insatser ökar om vi anpassar vår struktur till Nato (Interoperabilitetsfaktorer).

4.6 Nätadministration

Sedan utvecklingen av datalänkar började har en markant ökning av informationsmängden skett. Då administrativ *overhead*¹⁸ inte medger att någon essentiell information överförs kommer ett nät med stor *overhead* att uppfattas som trögt.

Den nätadministrativa *overheaden* hos ett 8000-system är mycket liten då all sändning sker då en enhet har information som den vill/skall delge. Om en ny enhet vill ansluta sig till systemet så sker detta helt utan någon inblandning av andra enheter. Det räcker med att man har rätt frekvens, modulation samt kryptonyckel för att kunna bli en delmängd i nätet.

Den nätadministrativa *overheaden* som Link 11 systemet har medfört att mycket av den trafik som går i luften inte har något värde för den taktiska bilden. För varje PU som "Pollas" så är det en *overhead* om 23 ramar. Den totala *overheaden* (O) för ett nät med N antal PU kan uttryckas som $O = 23 * N + 5$ [4].

Link 22 har en liten *overhead* i och med sin TDMA teknik. Det är endast vid uppstart av nätet som en viss trafik sker för bl.a. initiering av nätet. På så sätt har man minskat den nätadministrativa *overheaden* och man kan utnyttja systemet mer effektivt.

¹⁸ Trafik för att en nätverksfunktion skall fungera.

4.7 Internationella åtaganden

För att nå de PG mål som Sverige antog 2002 behöver inte marinen byta länk. Det ända kravet är att vi skall kunna kommunicera på UHF och HF samt att utrustningen kan anslutas till ett krypto.

Försvarsberedningen skriver i sin rapport att

”det är viktigt att befintliga vapen- och materielsystem kan ges nätverksfunktionalitet och att utvecklingen går i takt med den internationella utvecklingen inom området. Svenska särlösningar som minskar vår interoperabilitet måste undvikas” [6].

Med detta som inriktning skall Sverige inte vidareutveckla egna system som inte är kompatibla med andra nationer eller organisationer och då främst Nato. För att Ledningsinspektören (LI) skall få en möjlighet att uppnå anmälda interoperabilitetsmål samt för att ge ett underlag för att kunna påverka den internationella ledningssystemutvecklingen mot ett flexibelt insatsförsvar ger Ledningsinspektören årligen ut ”Svensk ledningssystemutveckling mot internationell interoperabilitet”. Syftet med dokumentet är att beskriva det internationella ledningssystemarbetet för att skapa underlag för styrning, samordning och inriktning av den internationella ledningssystemverksamheten.

I underlaget för 2004 ger LI uppdrag om att det skall genomföras provverksamhet med Link 11 och att underlag för beslut om anskaffning och anpassning av plattformar skall utarbetas [7].

8000-systemet är ett system som endast finns i den svenska marinen.

Link 11 är utan jämförelse den mest spridda länken av de tre länkarna. I dagsläget ser man att länken kommer att vara operativ även efter 2015, vilket ger en fingervisning om vilka svårigheter som uppstår när man vill ta ett nytt tekniksprång.

Link 22 som är ett utvecklingsprojekt har endast 7 medlemsländer men har den fördelen att den ingår i det som kallas J-seriefamiljen.

4.8 Lessons Learned

För svenskt vidkommande är det av största vikt att ett byte av länk genomförs. Alla erfarenheter från de övningar där Sverige deltagit påvisar att den mesta trafiken avseende taktisk trafik och mållägen går via datalänk. I multinationella operationer är det gemensamma målläget av vital betydelse för att undvika vådabekämpning. Link 11 skulle kunna ge Sverige möjlighet att delta i multinationella operationer och även kunna ansvara för en del av den gemensamma lägesbilden. Nackdelen med denna länk är just bristen på möjlighet till C^2 och även till viss del EW.

Link 22 kommer att möjliggöra för svenska enheter att få ta del av en större mängd information. Detta är inte odelbart positivt, risken för *information overflow* får inte underskattas. Ett problem är dock att Link 22 är under utveckling och kommer inte att vara operativ förrän tidigast 2006.

Detta innebär att de svenska enheter som idag är anmälda till diverse styrkeregister inte kommer att uppfylla Nato kärninteroperabilitet förrän tidigast efter 2006. Fördelen med Link 22 är att förmågan att bidra till att upprätta och hålla en RMP kommer att öka. Förbanden behöver inte vara i ett ordervakuum då Link 22 stödjer fler typer av meddelanden som förbanden kan ta del av.

4.9 Sammanställning

I tabell 4 redovisas en översiktlig sammanställning av jämförelsen av de tre taktiska datalänkarna. I stort så är det ca två årtionden mellan varje länk (Link 16 = 1960-tal, 8000-systemet = 1980-tal och Link 22 = 2000-tal). Detta avspeglar sig inte minst i antalet meddelanden och meddelandelängder som respektive länk kan hantera. De första länkarna konstruerade under det kalla kriget, vilket också avspeglar sig på mängden information som skulle överföras. Nya hot och nya miljöer har gjort att informationsmängden och typen av information har förändrats. Ett steg mot interoperabilitet är just det som kallas J-seriefamiljen. Där har man definierat VMF, Link 16 samt Link 22 som de format som bär mot framtiden.

Tabell 4: Jämförelse mellan olika länkar.

Objekt	8000-systemet	LINK 11	LINK 22
Antal möjliga meddelanden	255 (ca 50 definierade)	15 grundmeddelanden (meddelande 8 används som kompletterande information till ett grundmeddelande)	99 definierade (74 unika meddelanden i F-serien och 25 inbäddade Link 16 meddelande.
Format	Byte	Bit	Bit
Max Meddelandelängd (antal * bitar)	22*8 = 176	2*24 = 48	8*72 = 576
Prioritet	Ja (Fast definierat för alla meddelanden)	Nej	Ja dynamisk (ändras för meddelanden som har köats en viss tid)
Nätstruktur	Ej maskinstyrt (Instruktionsstyrt)	Styrt av NCS (Poll teknik)	Styrt via tilldelade tidsluckor (TDMA)
Administrativ overhead	Ingen	$O = 23 * N + 5$	Liten
Internationella åtaganden	Uppfyller ej	Uppfyller idag	Uppfyller på sikt
Skapa gemensam lägesbild	Nationellt Ja Internationellt Nej	Nationellt Ja Internationellt Ja	Nationellt Ja Internationellt Ja
Undvika vådabekämpning	Nationellt Ja Internationellt Nej	Nationellt Ja (inom marinen) Internationellt Ja	Nationellt Ja Internationellt Ja
Samtrafikering andra länkar	Nej	Nej	Ja med Link 11 och Link 16
Internationell spridning	Nationell	Stor	Idag 7 länder med implementering från 2006.

(Källa: Jämförelser och slutsatser i uppsatsen)

4.10 Slutsatser

I följande avsnitt sammanställs de slutsatser som framkommit i analysen.

Inledningsvis konstateras att en fortsatt svensk utveckling av 8000-systemet inte är aktuell då Förvarsberedningens rapport påtalar att nationella särlösningar i det längsta skall undvikas.

Vid ett byte av länkformat måste dagens befintliga ledningssystem programmeras om. Dessutom måste utrustning för nätstyrning införskaffas och en omfattande utbildning genomföras. En möjlighet till att minska de tekniska ingreppen i befintliga system är att skapa en översättare från befintligt format till önskat länkformat. Men trots detta så återstår det utrustning för nätstyrning, utveckling av t.ex. *alfa*-formatet m.m.

Om man väljer Link 11 måste man vara medveten om de begränsningar i C^2 och EW som länken har. Fördelen med Link 11 är att den är mycket spridd inom Nato och även till länder utanför Nato (exempelvis Australien och Nya Zeeland).

Ett byte till Link 22 innebär inga begränsningar avseende antalet möjliga meddelanden. Det finns möjlighet att införa nationella krav.

I en miljö där informationsmängden ökar så bör det finnas en funktion för meddelandeprioritet. Dessutom så kommer den ökade informationsmängden som skall överföras att ställa krav på den administrativa *overhead* som det valda systemet har. En *overhead* minskar länkens totala överföringskapacitet.

Vid byte av länk kommer det att finnas ett stort behov av ny utrustning, vidare måste alla sambandsreglementen uppdateras. Möjligheten till deltagande i internationella insatser ökar om svensk struktur överrensstämmer med Nato (Interoperabilitetsfaktorer).

När och om Sverige och den svenska marinen beslutar sig för att byta länk, tar man ett stort steg mot interoperabilitetsmålen. Vidare ökar möjligheten till nationell interoperabilitet vid ett byte till Nato länk. Detta kan synas märkligt men faktum är att den internationalisering som präglat Försvarmakten har gjort att nationell interoperabilitet helt kommit i skymundan. Ett byte till Link 11 eller Link 22 innebär att Sverige tar ett stort steg mot Natos kärninteroperabilitet och då avseende den hårda interoperabiliteten. Vidare kan Sverige öka sina åtaganden inom PARP och på så vis bli en mer intressant nation för internationella insatser.

För att Sverige skall kunna delta i marina internationella insatser måste en anskaffning av ett nytt datalänksystem ske i närtid. Svenska enheter måste kunna bidra till att undvika vådabekämpning. Det naturliga valet idag är Link 11 då vi kan uppfylla Natos kärninteroperabilitet och på så vis kunna delta i en insats i närtid. För att på sikt kunna bli nationellt interoperabla så är Link 22 den länk vi skall sikta på för nästa generations fartyg då den ingår i J-seriefamiljen och kan utbyta meddelanden med Link 16.

5 AVSLUTNING

5.1 Svar på frågeställningen

I denna sista del kommer uppsatsens frågor att besvaras, därefter kommer författaren att genomföra en diskussion runt problematiken som kan uppstå då Sverige skall välja framtidens datalänk. Dessutom kommer kapitlet att föreslå områden där ytterligare arbeten behöver göras för att bredda förståelsen för teknikens roll i det stora sammanhanget.

Vilka tekniska möjligheter finns det att införa en Nato-länk?

Det framkommer att det finns två vägar att gå vid ett byte av länksystem. Dels att man utnyttjar en översättare från befintligt format till länkformat. Detta innebär att befintligt format måste kompletteras med nya meddelanden samt att man måste ta fram ett konverteringsverktyg för översättaren. Det andra alternativet är att man från början implementerar länkformat i ledningssystemen. Detta innebär att befintliga system måste programmeras om.

Vilka taktiska fördelar respektive nackdelar fås vid ett byte till Nato-länk?

De fördelar som är gemensamma för datalänkarna är att marinen blir interoperabel på den högsta Nato nivån. Svenska örlogsfartygs förmåga att bidra till RMP innebär att risken för vådabekämpning minskar.

De gemensamma nackdelarna som ett byte av länk innebär är kopplat till ett initialt utbildningsbehov samt framtagande av nytt sambandsreglemente. En paradox är att en övergång till ett nytt sambandsreglemente innebär en ökad nivå av Natos interoperabilitetsfaktorer.

De taktiska fördelar som marinen uppnår med ett byte till Link 11 är att marinen uppfyller Nato kärninteroperabilitet. Dessutom kan svenska marinen bli en attraktiv part i internationella insatser då vi har möjlighet att bidra till RMP. Dessutom är systemet operativt idag vilket innebär att en implementering kan ske relativt snabbt på våra registerförband.

Nackdelar för Link 11 ligger i den begränsade EW och C² funktionaliteten. Antalet möjliga meddelande kommer inte att utvecklas vidare utan de som idag finns kommer att leva vidare intill avveckling av systemet. Vidare innebär ett byte till Link 11 att nationell interoperabilitet inte blir möjlig.

Till de fördelar som Link 22 bidrar till hör förmågan att kunna upprätta och hålla en RMP. Svenska enheter behöver inte vara i ett ordervakuum utan kan delta i insatser utan begränsningar. Vidare så kommer den nationella interoperabiliteten att öka när flygvapnet implementerar Link 16.

Nackdelen med Link 22 är att det inte är ett operativt system idag. Första system beräknas vara i drift tidigast 2006. Detta innebär att Sverige inte kommer att vara interoperabla på den högsta Natonivån förrän tidigast 2006, troligen framåt 2009 då övriga länder har driftsatt sina system.

Valet för marinen är mellan att bli interoperabla både nationellt som internationellt längre fram i tiden, eller om marinen skall bli internationellt interoperabla i närtid.

5.2 *Diskussion*

Den studerade litteraturen omkring internationella insatser, applicerad på svenska Försvarsmakten, är begränsad. Detta har inneburit att kapitel 2 till största delen hanterat två källor. Vidare finns det endast ett fåtal skrivna erfarenheter från marina förband som genomfört internationella övningar. Dock är bedömningen att erfarenheterna inte skiljer sig från andra nationella erfarenheter.

Svenska marinen har idag inte tillgång till en internationell taktisk datalänk. Detta gör att vi kommer att få svårt att delta i mer kvalificerade insatser. Vår förmåga att bidra till en RMP är i dagsläget begränsad. Inte på grund av våra sensorer utan på grund av den tid det tar att med *voice procedures* överföra en taktisk lägesbild.

I HKP 14 projektet är det beställt Link 11, vilket i sig kan tyckas underligt. Vem skall de utbyta information med? Inte med den svenska marinen i alla fall. Ytterligare påpekanden kan i detta ärende göra sig gällande. För att kunna ackreditera systemet måste det vara två av varandra oberoende system till helikoptersystemet. Dvs. man väljer innan uppdrag vilken länk som skall användas och installera den hårdvara som följer med beslutet.

Flygvapnet håller som bäst på med att utprova Link 16 för JAS. Detta är faktiskt en rejäl ambitionshöjning från flygvapnets sida. Nu är det marinens tur att ta ett steg framåt för att kunna bli interoperabla med andra nationer och då tänker jag framför allt på Nato. Även om Sverige, på kort sikt, inte får tillgång till krypton, så innebär detta inte att vi inte kan konstruera egna. Genom att följa de STANAG som definierar en datalänk kan man föregå framtida problem. Genom att byta format och nätstruktur uppnår vi många av de krav som Nato har definierat som kärninteroperabilitet.

På kort sikt kan Link 11 vara den lösning som marinen skall välja. Man får då en länk som är spridd i hela världen samt att HKP 14 systemet kommer att utrustas med denna. Man kan då öva tillsammans och faktiskt så blir vi interoperabla mellan marinen och helikoptersystemet, men det är vi ju redan idag med 8000-systemet. På lite längre sikt anser jag dock att en övergång till Link 22-format är det mest effektiva. Möjligheten till samtrafikering med Link 16 gör att flygvapnet och marinen kan utbyta datainformation med varandra, något som vi inte kan idag. För att de landbaserade styrkorna ska följa utvecklingen måste man utforska VMF-formatet ytterligare. Detta format ingår som sagt i J-serien tillsammans med Link 16 och Link 22.

Den stora vinsten som kan göras ligger i att idag välja en länk som når framtiden. Frågan är om vi har råd att vänta på nästa generations länk eller om

vi skall köpa föregående generations. En väg att gå är att följa helikopter-systemet och införskaffa Link 11 till våra enheter. Möjligheten finns då att vi kan lära oss administrera en taktisk datalänk som är maskinstyrd och inte instruktionsstyrd. Dock kommer detta att begränsa vår förmåga till C² och EW, två områden som är viktiga i den hotmiljö som idag råder. Link 11 är sagd att vara i drift minst intill 2015, troligen mycket längre med tanke på dess spridning och kostnaden för att installera ett nytt länksystem.

Link 22 är, som presenterats, en utveckling av Link 16 och dessa har möjlighet att utbyta meddelanden med varandra. Båda systemen ingår i Nato J-seriefamiljen och har presenterats som framtiden. Kostnaden för ett sådant projekt är hög. Systemen kommer inte att vara i drift förrän tidigast 2006. Om Sverige trots dessa kostnader och tider för införande är beredd att gå med i projektet så tror jag att man har lagt en bra grund för Sveriges deltagande med marina stridskrafter i internationella insatser. Vi kommer att vara interoperabla inte bara på den mjuka sidan utan också på den hårda tekniska.

Som en interimslösning skulle en möjlig väg vara att anskaffa både Link 16 och Link 11 till marinen. Link 16 för fartygsbruk innebär att någon form av flygande relästation måste vara tillgänglig för att fartygen skall kunna kommunicera med varandra. Utvecklingen av DLP innebär att flera länkar kan implementeras och med hjälp av översättare kan meddelanden från olika system sändas till varandra.

Flera gånger under arbetet har frågan ställts om vilken länk marinen skall satsa på. Min uppfattning har under arbetet skiftat ett antal gånger. Min åsikt är dock att en ny datalänk måste anskaffas i närtid. Det självklara valet blir då Link 11. Den politiska viljan avspeglar sig framför allt i valet. Internationella insatser är en huvuduppgift för Försvarsmakten. Vi måste därför anskaffa system som möjliggör för svenska enheter att kunna verka i operationsområdet med minimal risk för vådabekämpning. Det är bara Link 11, av taktiska datalänkar för marint bruk, som har denna förmåga idag.

5.3 Fortsatt arbete

Denna uppsats har haft som målsättning att vara en del av ett framtida utbildningsunderlag. Syftet att få en sammanställd beskrivning av både svensk datalänk och Nato länkar härrör sig från författarens egna erfarenheter från sin tid ombord på svenska ytstridsfartyg. Många använder begrepp såsom Link 11 utan att för den skull veta vad det innebär, det har blivit en synonym för interoperabilitet. För att ytterligare berika detta ämne finns det en rad punkter som måste penetreras djupare. Följande områden har författaren sett som viktiga att göra studier om.

- Hur skall den svenska infrastrukturen iland hanteras vid ett byte av länk?
- Vilka enheter skall ha länk?
- En svensk supernod, interoperabilitet flygvapnet – marinen - armén.

KÄLLFÖRTECKNING

Tryckta källor

- [1] Ejvegård Rolf, *Vetenskaplig metod*, Andra upplagan, Lund: Studentlitteratur, 1993 och 1996.
- [2] Ewert Magnus, *Datakommunikation Nu och i framtiden*, Studentlitteratur, Lund 2001.
- [3] Hagenbo, Mikael, *Interoperabilitet, administration och ledning av radiosambandssystem TARAS relativt JTIDS/MIDS*, FHS, 2002-12-02, FHS beteckning 19 100:2050.
- [4] Naval Sea Systems Command, *Understanding LINK 11 A Guidbook for Operators, Technicians, and Net Managers*, Washington D.C. April 1990. (Understanding Link 11)
- [5] Rekkedal, Nils Marius (red.) (2004), *Operationskonst – essäer om operativt tänkande och operationskonst*, (Reviderad utgåva), Försvarshögskolan, Stockholm.

Offentligt material

- [6] Försvarsdepartementet, *Försvar för en ny tid*, Ds 2004:30, 1 juni 2004
- [7] Försvarsmakten, *Försvarsmaktens förslag på förändringar av antagna partnerskapsmål*, HKV, 2003-10-02, HKV beteckning 23 250:74725.
- [8] Försvarsmakten, *Interoperabilitet avseende ledningssystem – CKRI Beslut i Stort (BIS)*, HKV, 2004-09-15, HKV beteckning 09 100:73873.
- [9] Försvarsmakten, *Rapport efter deltagande i JMC 022*, 2.ytstridsflottiljen, 2002-10-10, 2.ystflj beteckning 01 800:10231.
- [10] Försvarsmakten, *Stridsledningsreglemente för marinen (SLRM)*, OPL, datum, OPL beteckning H 02 112:61443. (SLRM)
- [11] Försvarsmakten, *Sweden Interoperability Program Preliminary Report: Headquarters Summary Report Program Deliverable #13*, HKV, 2003-08-25, HKV beteckning 15 670:70772.
- [12] Försvarsmakten, *Svensk ledningssystemutveckling mot internationell interoperabilitet 2004*, HKV, 2003-11-10, HKV beteckning 01 800:76618.

- [13] Regeringen, Fö 2002/422/S1 *Uppdrag till Försvarsmakten i samband med antagande av partnerskapsmål inom ramen för Partnerskap för Fred.*

Standarder

- [14] International Standard, *Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - High-level data link control (HDLC) procedures ISO/IEC 13239:2002*, Geneva, 2002
- [15] Nato Standardization Agency NSA, *STANAG 5511 C3 (EDITION 4) - TACTICAL DATA EXCHANGE – LINK11/LINK 11B*, NATO/OTAN, Brussels, 2003-01-13. (STANAG 5511)
- [16] Nato Standardization Agency NSA, *STANAG 5522 (EDITION 1) - TACTICAL DATA EXCHANGE – LINK 22*, NATO / OTAN, Brussels, 3rd Draft. (STANAG 5522)
- [17] Nato Standardization Agency NSA, *Allied Administrative Publication (AAP-6, Nato Glossary of Terms and Definition) 2003*, NATO/OTAN, Brussels, 2003.

Opublicerat material

- [18] FMV, *GYS8000 rev AG.1/021210 Pärm 1, föreslagen öppen del*, FMV FUNKTION H 12 870:96/02. (FMV GYS8000)
- [19] Försvarshögskolan, *Flexibel interoperabilitet för internationella insatser REMISS*, Försvarshögskolan KVI/FoU, 2004-06-30.
- [20] Försvarshögskolan, *Handbok Operativ Planering*, KVI-U Utgåva 4
- [21] Försvarshögskolan, *Telekommunikation*, Stockholm, Kurskompendium av Ragnar Ottoson, u-lektor MTI.
- [22] NATO, *Guidelines for Operational Planning GOP*, 1999 Draft 1

Internet

- [23] <http://myweb.hinet.net/home4/sferix/hfasia/files/Link-11.html> 2004-11-26
- [24] <http://www.fmv.se> 2004-11-26
- [25] http://www2.janes.com/janesdata/yb/jav/jav_9709.htm 2004-11-26
- [26] <http://www.pims.org/Resources/Topics/DOD/> 2004-11-26

[BALTOPS/Library/library.html](#)

- [27] http://www.stasys.co.uk/networks_technology/link_11.htm 2004-11-26
- [28] http://www.stasys.co.uk/networks_technology/link_22.htm 2004-11-26

Övrigt

- [29] Månsson, Bengt, Presentation för ChP 02-04 T samt 03-05, FHS 14 januari 2004.
- [30] Prothero, David Capt, US Navy CoS Commander Carrier Group Two (CCG2), Berga 12 februari 2004.
- [31] SAAB Tech, Möte med Bengt Månsson et. al., Järfälla 24 februari 2004.
- [32] SAAB Tech, Presentation vid seminarium "Tactical Data Link", Järfälla 8 oktober 2003.

Förkortning	Innebörd	Sid
AAP	Allied Administrative Publication	11
(D)TDMA	(Differential) Time Division Multiple Access	32
AOO	Area of Operation	7
BLOS	Beyond Line of Sight	31
C ²	Command and Control	6
C ³	Command, Control and Communication	17
CEPS	Communication Equipment Population Survey	5
CETRIS™	Omskrivning av C ³ IS	17
CIS	Communication and Information System	10
CIS MOU	Communication and Information Security Memorandum of Understanding	10
COS	Chief of Staff	6
CP	Combat Phase	16
CTU	Commander Task Unit	6
DLP	Data Link Processor	33
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying	27
DTS	Data Terminal Set	23
ECCM	Electronic Counter Counter Measures	35
EDAC	Error Detection and Correction	24
ELPLO	Elektroniskt Plottingbord	17
EPM	Electronic Protective Measures	31
EU HFC	EU Helsinki Force Catalogue	13
EW	Electronic Warfare	41
FC	Force Commander	8
FEC	Forward Error Correction	35

FMV	Försvarets Materielverk	9
FN	Förenta Nationerna	5
FOST	Flagg Officer Sea Training	8
GUSP	Gemensamma Utrikes och Säkerhetspolitiken	13
GYS	Gränsytespecifikation	9
HDLC	High-level Data Link Control	18
HF	High Frequency (3-30 MHz)	5
HMI	Human Machine Interface	33
ISO	The International Organization for Standardization	19
JMC	Joint Maritime Course	15
JTIDS	Joint Tactical Information Distribution System	12
KRI	Krigsförbandsledningen	12
LI	Ledningsinspektören	43
LINK 11	Link 11 är en medelhastighets, standard Nato, HF/UHF taktisk datainformationslänk	8
LINK 14	Link 14 är en 75 bps, ej realtids, broadcast HF radiofjärrskrifts (RATT) länk för marina enheter	10
LINK 16	Link 16 är en högkapacitets, ECM-resistent kommunikationslänk för alla försvarsgrenar	8
LINK 22	Link 22 (även känd som NATO Improvement to Link Eleven (NILE) Programme), är en säker, ECM-resistent, taktisk datakommunikationssystem	8
LNE	Late Network Entry	32
LOS	Line of Sight	31
LSB	Least Significant Bit	35
MIDS	Multifunctional Information Distribution System	12
MIR	Military Interoperability Requirements	7
MN	Message Number	24

MOU	Memorandum of Understanding	10
MPC	Main Planning Conference	6
MTI	Military Tasks for Interoperability	7
NCE	NILE Communication Equipment	33
NCS	Net Control Station	23
	Network Cycle Structure	33
NCT	Network Cycle Time	33
NETSEC	Network Security (Link 22)	35
NILE	New Improved Link Eleven	31
NM	Nautical Mile (1852 m)	23
NMU	Network Management Unit	33
Nordcaps	Nordic Coordinated Arrangement for military Peace Support	13
NSA	NATO Standardization Agency	11
NU	NILE Unit	32
OPIL	Operativa Insatsledningen	22
OPORDER	Operations Order	6
PARP	Planning And Review Process	8
PfP	Partnership for Peace	5
PG	Partnership Goals	7
PMI	Packet Message Indicator	35
PU	Participating Unit	28
RAP	Recognised Air Picture	16
RIP	Release in Principle	10
RIS	Release in Specific	10
RMP	Recognised Maritime Picture	16
S/N	Signal to Noise Ratio	26

SDLC	Synchronous Data Link Control	19
SER IND	Serial Indicator Code	35
Shirbrig	Stand By High Readiness Brigade for United Nations Operations	13
SIS	Signal Spaning	7
SNC	System Network Controller	33
SPC	Signal Processing Controller	35
S-TADIL	Satellite Tactical Digital Information Link	31
STANAG	Standardization Agreement	9
STDL	Satellite Tactical Data Link	31
TADIL	Tactical Digital Information Link	23
TARAS	Taktiskt Radiosystem	12
TDS	Tactical Data System	23
TSALT	Telesändningsalternativ	22
UHF	Ultra High Frequency (225-400 MHz)	5
UNSAS	United Nations Stand-by Arrangement System	13
VHF	Very High Frequency (100-160 MHz)	5
VMF	Variable Message Format	10
WUP	Work Up Phase	16

Tabell 1: 8000 meddelanden inlagda i tillhörande hanteringsprocess

INFORMATIONSTYP	0	1	2	3	4	5	6
MÅLDATAHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8192 Måldata	8203 Målnummer + Text	8226 Inmätningstid	8179 Byt Målnummer	8214 Radera Målnummer
PLOTTDATAHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8201 Position X,Y	8202 Position IK	8208 Hjälpbäring	8226 Inmätningstid	
MÅLANGIVNING/VAPENINSATS	8176 Avsändare	8182 Adress	8193 Målangivning	8195 Am/vapeninsats	8211 Eldorder	8213 Verkan	8215 Radera Eldorderdata
TABLÅDATAHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8197 Tablådata				
PEKSYMBOLHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8191 Peksymbol				
ALARMDATAHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8191 Peksymbol				
POSITIONSENSNING	8176 Avsändare	8182 Adress	8191 Peksymbol				
OMRÅDESDATAHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8114 AF-Område				
TIDHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8183 Tidsensning	8226 Inmätningstid			
SIS-DATAHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8235 SIS del 1	8230 SIS del 2	8236 SIS del 3	8232 SIS del 4	8237 SIS del 5
ROBOTDATAHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8229 Robotinsats del 1	8228 Robotinsats del 2	8227 Robotinsats del 3		
STÖRBÄRINGSCHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8097 Störriktning	8226 Inmätningstid			
KARTDATAKOMMUNIKATION	8176 Avsändare	8182 Adress	8190 Kartbild	8226 Inmätningstid			
ORDERTABLÅKOMMUNIKTION	8176 Avsändare	8182 Adress	8116 Standardorder				
TEXTHANTERING	8176 Avsändare	8182 Adress	8216 Textrad				
RELATIVA FÖLJEDATA	8176 Avsändare	8182 Adress	8223 Följedata Ubåtsjakt				

(Källa: FMV GYS8000)

Tabell 1: M-serie meddelanden som används i Link 11

M.0	Test message	M.6D	Electronic Warfare Coordination and Control message
M.1	Data Reference Position message	M.9A	Management message (Information)
M.81	Data Reference Position Amplify message	M.9B	Management message (Pairing Association / Correlation)
M.2	Air Track Position message	M.9C	Management message (Pointer)
M.82	Air Position Amplify message	M.9D	Management message (Link 11 Monitor)
M.3	Surface Track Position message	M.9E	Management message (Supporting Information)
M. 83	Surface Position Amplify message	M.9F(0)	(AC=O) Area of Probability Basic message
M.4A	ASW Primary message	M.89E	(AC=O) Area of Probability Basic Amplify message
M.84A	ASW Amplify message	M.9F(1)	(AC=1) Area of Probability Secondary message
M.4B	ASW Secondary message	M.9G	Data Link Reference Point Position message
M.4C	ASW Primary Acoustic message	M.10A	Aircraft Control message
M.84C	ASW Primary Acoustic Amplify message	M.11B	Aircraft Mission Status message
M.4D	ASW Bearing message	M.11C	ASW Aircraft Status message
M.84D	ASW Bearing Amplify message	M.11 D	IFF/SIF message
M.5	Special Points Position message	M.11M	EW/Intelligence message
M.85	Special Points Amplify message	M.811M	EW/intelligence Amplify message
M.6A	ECM Intercept Data message	M.12	National message
M.6B	Electronic Support Measures Primary message	M.12.31	Timing message
M.86B	Electronic Support Measures Amplify message	M.13	Worldwide National message
M.6C	Electronic Support Measures Parametric message	M.14	Weapon / Engagement Status message
M.86C	Electronic Support Measures Parametric Amplify message	M.15	Command message

(Källa: http://www2.janes.com/janesdata/vb/jav/jav_9709.htm)

Tabell 1: M-seriens meddelanden inlagda i tillhörande grupp

INFORMATIONSTYP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SYSTEM INFORMATION	M.0	M.1	M.81	M.5	M.85	M.9	M.12.31			
AIR SURVEILLANCE	M.2	M.82	M.11D	M.9A	M.9E					
SURFACE SURVEILLANCE	M.3	M.83	M.11D	M.9A						
AIR CONTROL	M.9A	M.9B	M.9E	M.10A	M.11B					
WEAPON CONTROL	M.5	M.9A	M.9E	M.10A	M.11B	M.14	M.15			
INFORMATION MANAGEMENT	M.5	M.85	M.9A	M.9B	M.9C					
ELECTRONIC WARFARE	M.5	M.6A	M.6B	M.86B	M.6C	M.86C	M.6D	M.9A	M.11M	M.811M
SUBSURFACE SURVEILLANCE	M.4A	M.84A	M.4B	M.4C	M.4D	M.84D	M.9A	M.11C		

(Källa: STANAG 5511)

Tabell 1: F-seriens meddelanden

F00.0 NU	Performance	F00.4-3	EW co-ordination emission control
F00.1-0	EW bearing initial	F00.7-0	Frequency allocation
F00.1-1	EW fix initial	F00.7-1	Network media parameters
F00.1-2	EW position	F00.7-3	Network management order
F00.1-3	EW amplifying	F00.7-3P	Network management order with parameters
F00.2-0	EW area of probability initial	F00.7-5	Radio silent order
F00.2-1	EW area of probability	F00.7-6	Network status
F00.3-0	EW emitter and ECM	F007-7	MASN
F00.3-1	EW frequency	F00.7-7	Network status
F00.3-2	EW PD/PRF/scan	F00.7-7C	MASN create
F00.3-3	EW platform	F00.7-7M	MASN modify
F00.4-0	EW co-ordination initial	F00.7-10	Key roll-over
F00.4-1	EW association	F01.0-0	IFF
F00.4-2	EW co-ordination ECM	F01.4-0	Acoustic Brg/Rng resolved

F01.4-1	Acoustic Brg/Rng ambiguous	F02.5-0	Land point PLI continuation
F01.5-0	Acoustic Brg/Rng amplification	F02.5-1	Land point PLI additional mission correlator
F01.5-1	Acoustic Brg/Rng sensor	F02.6-0	Land track PLI course/speed
F01.5-2	Acoustic Brg/Rng frequency	F02.6-1	Land track PLI mission correlator
F01.6-0	Basic command	F02.7-0/7	ANFT TBD
F01.6-1	Command extension	F03.0-0	Reference point initial
F01.6-2	Air co-ordination	F03.0-1	Reference point position
F02.0-0	Indirect PLI amplification	F03.0-2	Reference point course/speed
F02.1-0	PLI IFF	F03.0-3	Reference point axis
F02.2-0	Air PLI course and speed	F03.0-4	Reference point segment
F02.2-1	Air PLI additional mission correlator	F03.0-5	Reference point anti-submarine
F02.3-0	Surface PLI course and speed	F03.0-6	Reference point friend weapon danger area
F02.3-1	Surface PLI mission correlator	F03.0-7	Reference point theatre ballistic missile
F02.4-0	Subsurface PLI course and speed	F03.1-0	Defence emergency point initial
F02.4-1	Subsurface PLI mission correlator		

F03.1-1	Emergency point position	F1-1	PLI position
F03.4-0	ASW contact information	F2	Air track position
F03.4-1	ASW contact confirmation	F3	Surface track position
F03.5-0	Land track/point initial	F4-0	Subsurface track position
F03.5-1	Land track/point position	F4-1	Subsurface track course and speed
F03.5-2	Land non-realtime track	F5-0	Air track course and speed
F03.5-3	Land track/point IFF	F5-1	Surface track course and speed
F1-0	Indirect PLI position	F6	EW emergency

(Källa: STANAG 5522)

Tabell 2: FJ-seriens meddelanden

FJ3.0	Reference point message	FJ8.0	Unit designator message
FJ3.1	Emergency point message	FJ8.1	Mission correlator change message
FJ3.6	Space track message	FJ10.2	Engagement status message
FJ6.0	Intelligence message	FJ10.3	Handover message
FJ7.0	Track management message	FJ10.5	Controlling unit change message
FJ7.1	Data update request message	FJ10.6	Pairing message
FJ7.2	Correlation message	FJ13.0	Airfield status message
FJ7.3	Pointer message	FJ13.2	Air platform and system status message
FJ7.4	Track identifier message	FJ13.3	Surface platform and status message
FJ7.5	IFF/SIF management message	FJ13.4	Subsurface platform and system status message
FJ7.6	Filter management message	FJ13.5	Land platform and system status message
FJ7.7	Association message	FJ15.0	Threat warning message
		FJ28.2(0)	Text message

(Källa: STANAG 5522)