



Försvarets Historiska Telesamlingar

Marinen



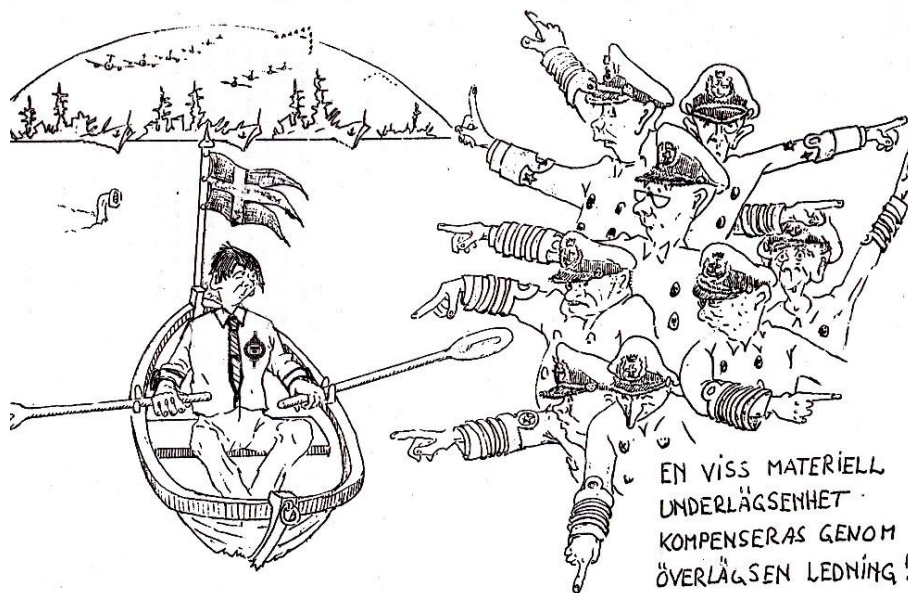
2017-11-05

Ledningssystem i marinen under 50 år

En kortfattad genomgång

Malte Jönson

M 02 / 2017



Sammanfattning

Skriften utgör en kortfattad redovisning av huvuddelen av de strids- och eldledningssystem som tagits fram för Flottan och Kustartilleriet under nittonhundratalets andra hälft. System för robot och minläggning har dock ej tagits med och ej heller de system som av författaren beskrivits i andra FHT-skrifter.

Författaren till detta dokument har en bakgrund som mariningenjör och har tjänstgjort inom FMV under lång tid och bl a varit chef för sektionen Marina ledningssystem på dåvarande Elektronikavdelningen och chef för Fartygselektronikbyrån på dåvarande Fartygsavdelningen. Författaren gick i pension 1996 och har sedan dess medverkat i FHT och även ingått i styrelsen för det försvarshistoriska museet Teleseum i Enköping.

Bilden på framsidan lär vara ritad av förre kommandörkaptenen Rolf Dahl.

Strids- och eldledningssystemen i marinen från 1940-talet till 1990-talet. En kortfattad genomgång.

Innehåll

Avgränsning.....	4
Allmänt om teknikutvecklingen efter andra världskriget	4
Stridsledning på 40- och 50-talet på ytstridsfartygen	5
Stridsledningssystemen utvecklas. Elektronisk plotting införs.	5
Nästa steg på ytfartygssidan, ARTE 726.....	10
Modernisering av Norrköpingsklassen	14
Stridsledning för kustkorvett typ Stockholm.....	16
Kkv typ Göteborg, SESYM.....	17
Ledningssystem för korvett typ Visby	19
Stridsledning i kustartilleriet, STRIKA	20
Ledningssystem på örlogsbas/ marinkommandonivån. MASIK.....	24
SUMP.....	24
KAFUS	26
Artillerieldledningar för flottan	27
Torpedledningar för flottan	32
Torpederna utvecklas	34
Eldledning på helikopter.....	35
AURA och MARIL 920	36
Eldledning för au-granater och au-raketer	37
Eldledningar för sjömålsbekämpning i kustartilleriet	38
Arte 719, Mareld	42
Eldledning för luftvärn i KA.....	48
Minröjning.....	49
Avslutning.....	51

Avgränsning

Ledningssystemområdet kommer här att begränsas till att omfatta de olika strids- och eldledningssystem som tagits fram och utnyttjats inom marinen under efterkrigstiden fram till slutet av seklet. Redogörelsen gör inte anspråk på att vara fullständig. Den utgör ett axplock ur minnet av den utveckling som skett under denna tid kombinerat med uppgifter ur sparade dokument, broschyrer och tidskrifter och uppgifter hämtade i Krigsarkivet.

Redovisningen är kanske något ojämn till sitt innehåll och några system har fått mer utrymme än andra. Vissa delar har dokumenterats av författaren i tidigare FHT-skrifter och upprepas därför inte här. Detta gäller sjöbevakningscentraler med STINA, strids- och eldledningssystemen för ubåtar, kustartilleriets franska centralinstrument och datakommunikation för order och stridsledning. Vissa områden kommer inte att beröras alls. Detta gäller bl a robot- och minsystem. Stridsledning och eldledning kommer i vissa delar att beskrivas i separata avsnitt eftersom dessa funktioner var materiellmässigt åtskilda fram till sextioalet och först därefter började realiseras i en och samma utrustning.

Allmänt om teknikutvecklingen efter andra världskriget

De militära behoven har genom tiderna varit pådrivande för teknikutvecklingen inom de flesta områden. Så har också tidigare gällt inom datamaskinområdet och de militära behoven drev fram en snabb och accelererande utveckling inom detta område efter kriget. Med början på 1980-talet ökade emellertid kraven från den civila sidan så kraftigt att utvecklingen inom IT-området nu helt sker på dess villkor. Den militära sidan slipper därmed att gå i bräschen för och bekosta teknikutvecklingen men kan dra nytta av den fullt ut.

Redan före andra världskriget fanns mekaniska analogmaskiner som bl a användes ombord på krigsfartyg för eldledningsberäkningar men det var stora och långsamma maskiner med mycket begränsade prestanda. Den programmerbara digitala räkne-maskinen, den vi i dag kallar dator, var ännu inte uppfunnen. Den kom fram först efter krigets slut och arbetade då med elektronrör. Transistorn, som ju var föregångaren och förutsättningen för dagens integrerade kretsar uppfanns först 1947. Långt in på 50-talet

var emellertid de analoga räknemaskinerna förhärskande men utgjordes inte enbart av mekaniska maskiner utan även elektroniska analogmaskiner baserade på olika principer utvecklades. Transistoriserade analogmaskiner började komma fram i början av 60-talet liksom även transistoriserade datorer. Mikroprocessorn lanserades i början av 70-talet och har tillsammans med utvecklingen av halvledarminnena lagt grunden för den accelererande utveckling av datortekniken som vi i dag upplever.

Stridsledning på 40- och 50-talet på ytstridsfartygen

På 40-talet sköttes stridsledningen ombord och även i land helt med manuella hjälpmedel. Det var plottingbord, kartor, linjaler och vaxpennor som utnyttjades för planering och uppföljning av läget. Även under 50-talet var detta det normala och först en bit in på 60-talet började egentligen lite mer kvalificerade system komma i bruk.

Jagare typ Halland och Östergötland, som projekterades i slutet av 40-talet och på 50-talet utrustades med för den tiden normal stridsledningsmateriel. PPI:er av olika slag visade den aktuella situationen så som radarn såg den och sammanställningar och utvärderingar gjordes på plottingbord och plottingtavlor.

De plottingbord som utnyttjades var så kallade automatiska plottingbord av engelsk tillverkning. Eget fartygs kurs och fart matades automatiskt in till bordet och eget fartygs läge visades som centrum i ett spindelvävsdiagram som underifrån projicerades upp på bordsskivan. Bordsskivan var av glas och täckt med ritpapper eller ett någorlunda genomskinligt sjökort. En eller två plottare ritade in egen förflyttning och erhållna mållägen och gjorde erforderliga utvärderingar och beräkningar på bordet. Mållägen lästes normalt till plottet från PPI:er anslutna till fartygets spaningsradar.

Även torpedbåtarna av typ Plejad och Spica I som anskaffades under 50-talet resp i början av 60-talet försågs med plottingbord som stridsledningsutrustning.

Stridsledningsmaterielen utvecklas. Elektronisk plotting införs.

Först en bit in på 60-talet började man inse vikten av att effektivisera stridsledningssystemen ombord och ta modern teknik till hjälp. De första stegen härvidlag togs inom ubåtsområdet vid utvecklingen av Näckens ledningssystem. Detta finns beskrivet i FHT-skriften *Strids- och elledning på ubåt*. Här behandlas utvecklingen på ytfartygssidan.

I målsättningen för torpedbåt typ Norrköping (eller Spica II som den till en början kallades) var de taktiska kraven på stridsledningen relativt allmänt formulerade. Materielen skulle medge snabb och korrekt presentation som underlag för taktiska beslut och vapeninsats, radarinformation skulle visas på PPI för målangivning till artilleri och torped, sammanställningar skulle kunna göras i taktiska och operativa plott och en anpassning till en eventuell länköverföring borde eftersträvas. Som tekniskt krav hade angivits att utrustningen skulle utformas i likhet med Spica I, dock att ersättning av plottingbordet borde närmare undersökas.

Inom materielverket studerades därför inför anskaffningen olika principlösningar, bl a följande

- konventionellt plottingbord med peksymboler (denna typ hade införts i au-eldledningen aue 662 på jagare typ Halland)
- konventionellt plottingbord med PPI-tillsats. (Detta innebar att en PPI-bild med eget fartyg i centrum projicerades upp mot bordsskivan tillsammans med spindelvävsdiagrammet)
- självskrivande plottingbord. (Det speciella här var att all information som automatiskt skulle skrivas ut måste tryckas från undersidan eftersom plottaren måste kunna stå och hänga över plottingbordet och göra sina egna noteringar och beräkningar i plottet)
- vertikalt plott för manuell plotting med peksymboler utlagda från stridslednings-PPI, (systemet fanns bl a på de tyska robotbåtarna av typ S143)
- horisontellt plott där målspåren graverades på film och projicerades upp på bordet tillsammans med eventuellt kartunderlag
- elektroniskt plottingsystem.

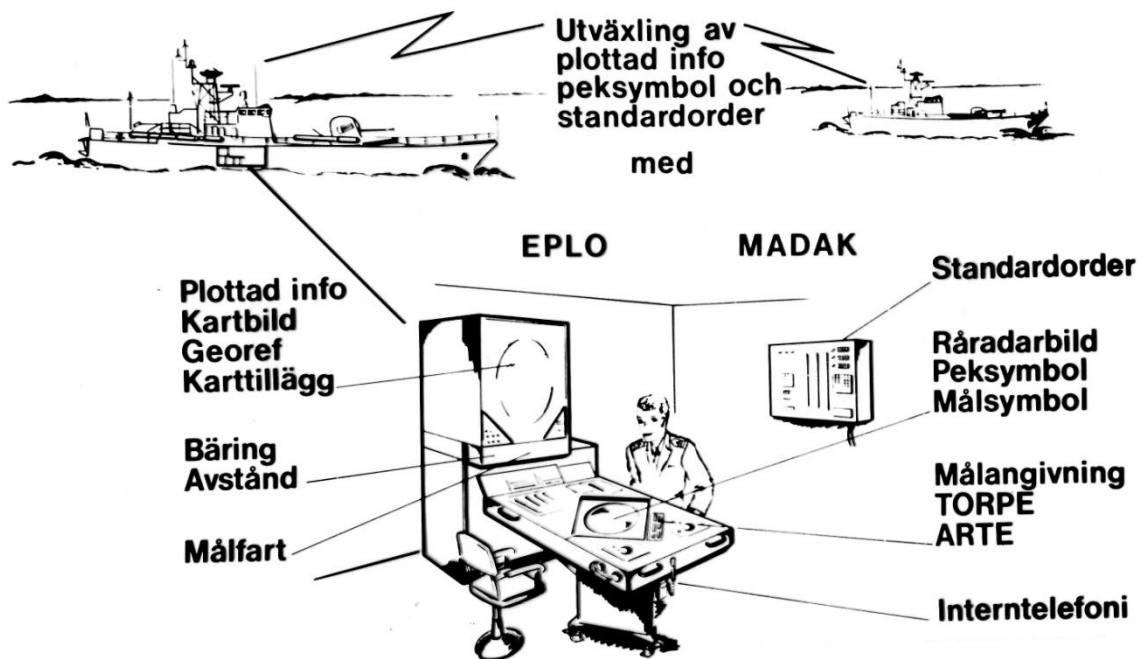
Man kan konstatera att de flesta lösningarna utgjordes av mer eller mindre sofistikerade utvecklingar av det mekaniska plottingbordet och visar på att elektroniken vid denna tid ännu inte hade trängt in i medvetandet hos dem som sysslade med denna typ av materiel. Det enda förslag som utnyttjade elektronik fullt ut, det elektroniska plottingsystemet, kom sent in i bilden som ett förslag från dåvarande Standard Radio (senare Stansaab, Datsaab, Ericsson osv) i samband med diskussioner om PPI för en mer konventionell lösning. Förslaget byggde på principer och teknik som utvecklats av företaget för luftstridsledning och flygtrafikledning. Förslaget, som fick projektnamnet EPLO (elektroniskt plottingsystem), uppvisade ett flertal intressanta och viktiga

egenskaper som övriga förslag saknade och hade genom den elektroniska lösningen en flexibilitet och utvecklingsmöjlighet som bedömdes som mycket värdefull. Många var dock tveksamma och kände oro inför den nya tekniken men beslutet blev ändå att satsa på detta moderna system för Spi II. Beställning lades i juli 1969 till en kostnad av 500 kkr/st för leverans under 1972. Utöver anläggningar för de tolv torpedbåtarna beställdes även en utbildningsanläggning för placering på Berga örlogsskolor.

När beslutet tagits följde ett intensivt skede då systemets utformning i detalj specificerades i intimt samarbete mellan materielverket, marinstaben och tillverkaren. Många och viktiga delfunktioner tillkom först under detta skede, bl a datakommunikationen och den elektroniska kartpresentationen. De för stridsledningssystemet avsatta medlen var emellertid låsta och fick ej överskridas och en mycket hård och svår prioritering bland alla önskvärda funktioner var därför nödvändig att göra.

EPLO, eller som beteckningen inom marinen kom att lyda ELPLO 875, bestod av tre större enheter:

- en horisontell 16" PPI med manöverbord (stridsledningsindikator, SLI)
- en vertikal 24" PPI (taktisk plottingindikator, TPI)
- en minnes- och terminalenhet



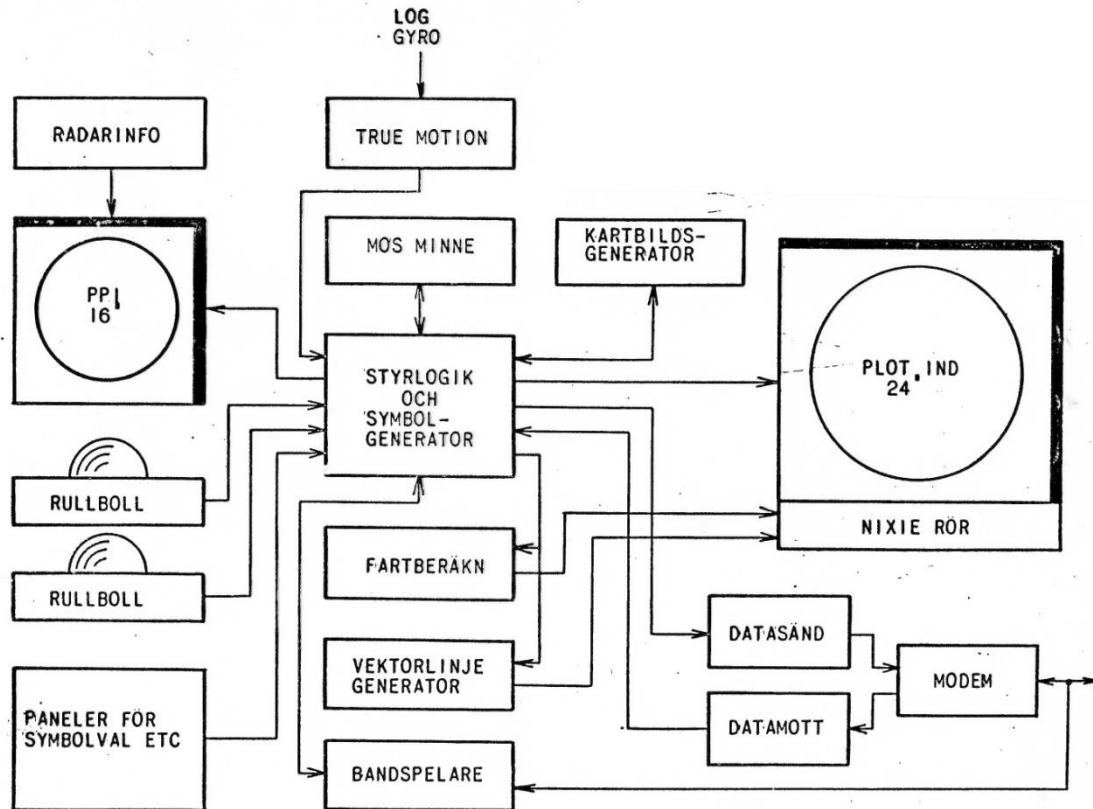
På SLI visades dels rå radarbild, dels viss syntetisk information. På TPI visades enbart syntetisk information. Denna utgjorde av en elektronisk karta, målspar med mål-beteckningar samt tilläggsinformation av olika slag. Minnes- och terminalenheten var obetjänad och innehöll merparten av elektroniken i utrustningen.

Systemet hade följande huvudfunktioner:

- manuell målföljning av 18 mål
- lagring av målinformation och presentation av en taktisk översiktsbild bestående av mållägen och målspar jämte syntetisk kartbild, tilläggsinformation mm
- utvärdering av målfart för följda mål
- möjlighet till överföring av peksymboler och målinformation i dataform över radio till och från andra fartyg eller land (datalänk)
- målangivning till artilleri- och torpedledningarna ombord.

Utrustningen betjänades normalt av två man – en operatör jämte fartygets stridsledningsofficer. Även fartygschefen hade normalt sin plats vid utrustningen. Alla tre satt grupperade kring den horisontella PPI:n och manöverbordet.

ELPLO var en helt digital utrustning men ej baserad på en dator. Detta innebar att alla funktioner var bestämda från början och inbyggda i hårdvaran. Motivet härför var rent ekonomiskt. Redan i samband med detaljspecificeringen av utrustningen framkom starka önskemål om att förse den med en programmerbar dator. Detta skulle ha medgivit att många fler av de funktioner som önskades skulle ha kunnat införas och skulle ha gjort utrustningen flexibel för framtida förändringar på ett helt annat sätt än vad som nu blev fallet. Det visade sig emellertid att kostnaderna, för en datorlösning skulle ha blivit betydligt högre än för den ursprungligen föreslagna lösningen och någon ändring kom därför inte till stånd.



Blockschema för ELPLO

Erfarenheterna från drift och utnyttjande av ELPLO på torpedbåtarna blev mycket goda. Torpedbåtspersonalen lärde sig snabbt att utnyttja materielen och den innebar en väsentlig höjning av torpedbåtarnas förmåga att snabbt skaffa sig och bibehålla en klar bild av det taktiska läget, att kunna operera teletyst i betydligt högre grad än tidigare och att kunna med större säkerhet genomföra samordnade operationer.

En konsekvens av dessa prestandaökningar inom torpedbåtsförbandet, som snabbt kom i dagen när materielen började utnyttjas, var att flottiljledaren kom på efterhand. Behovet av att hos denne ha materiel med minst samma prestanda blev uppenbart. För jagare typ Halland, som utnyttjades som flottiljledare, gjordes därför en tilläggsbeställning av ELPLO. Det var dock synd att inte en mer kvalificerad stridsledningsutrustning då kunde anskaffas. Förutom de fördelar detta skulle inneburit för stridsledningsfunktionen ombord och inom förbandet skulle en sådan utrustning, som då givetvis skulle innehållit en dator, varit av stort värde för utvecklingen av materiel och metoder för stridsledning på våra ytfartyg. Nu kom denna utveckling i stället att ske i samarbete mellan danska marinen och leverantören Stansaab, men mer om detta senare.

Totalt anskaffades 17 anläggningar. Utöver de tolv för torpedbåtarna och två för Halland och Småland installerades en anläggning på Berga Örlogsskolor och två avsågs för service vid örlogsbaserna i ost och syd. För framtiden finns en anläggning bevarad på jagaren Småland vid Maritiman i Göteborg.



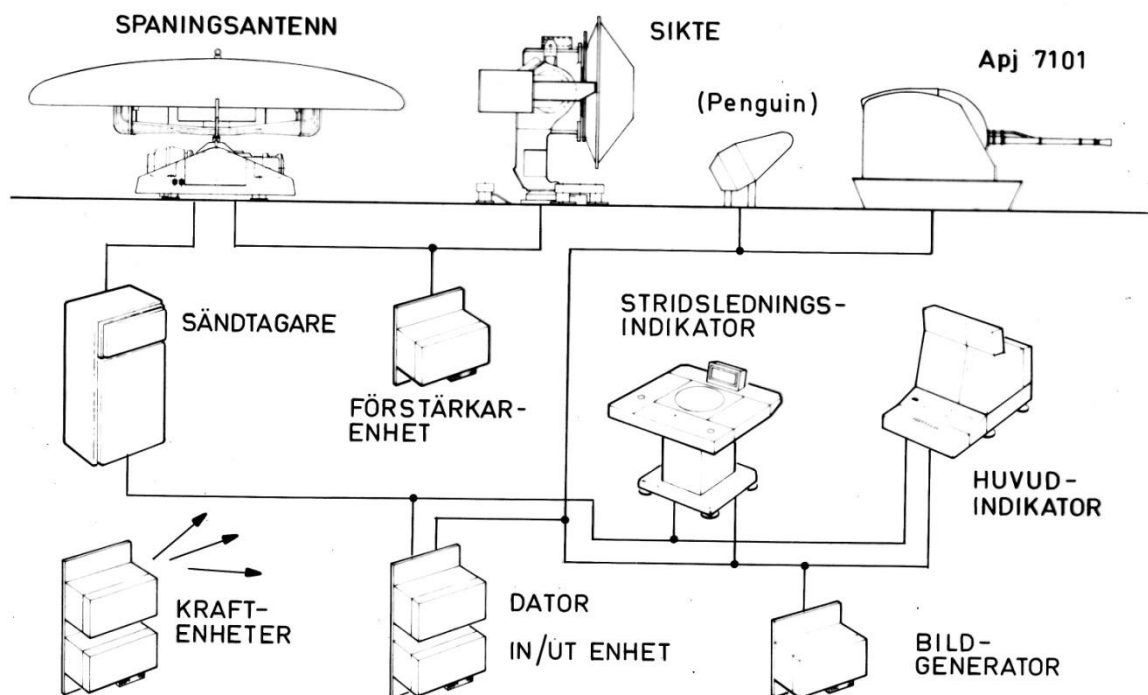
*Stridsledningscentralen på jagaren Småland. ELPLO t.v och gammalt plottingbord t.h i bakgrunden.
(foto författaren)*

Nästa steg på ytfartygssidan, ARTE 726

Nästa, större anskaffning av stridsledningsmateriel för ytfartyg kom i och med patrullbåtarna. Materielen härför blev aktuell att beställa 1973. Sedan beställningen av ELPL0 875 gjordes hade utvecklingen inom elektronikområdet gått mycket raskt. Packningstätheten i integrerade kretsar hade ökat, så att betydligt komplexare funktioner kunde realiseras i samma volym samtidigt som kostnaderna radikalt sjönk. Nya komponenttyper, speciellt på minnessidan hade kommit i bruk och centralenheter med mikroprogrammering började utnyttjas. Det var därför naturligt att en ny stridsledningsutrustning skulle vara datoriserad.

De krav på stridsledningen som CM ställde upp i målsättningen för fartyget, var emellertid mycket modesta. I princip skulle en PPI med rörelseriktig bild på vilken manuell plotting kunde ske, vara tillfyllest. Fartygschefens behov av målanalys skulle tillgodoses med hjälp av artillerieldledningen. Dock hade angivits att fartygets stridsledning så långt möjligt skulle integreras med dess artillerisystem. Det senare blev också vad som skulle komma att gälla, och därmed "på köpet" ge möjlighet till en mer kvalificerad stridsledning. Det system som valdes var ARTE 726, ett integrerat spanings-, strids- och eldledningssystem, som utvecklades och tillverkades av Philips Elektronikindustrier. Här kom alltså stridsledningen och eldledningen ombord att integreras i ett och samma system, en utveckling som hade börjat med NIBS för Näckenubåtarna och som skulle komma att bli regel i de flesta kommande system.

Arte 726-systemet omfattade spaningsradar, sikte med eldledningsradar och TV, huvudindikator för eldledningen, stridsledningsindikator, dator och viss kringelektronik.



Arte 726 systemblockschema

Stridsledningen i arte 726 hade följande huvudfunktioner

- presentation på PPI av rå radarbild jämte viss syntetisk information (målsymboler, beteckningar, vektorer, bildtillägg mm – dock ej karta)
- möjlighet att behandla upp till 30 mål
- automatisk målföljning av 16 mål (ytmål)
- sändning och mottagning av mållägen och peksymboler i dataform över radio. Systemet var helt kompatibelt med det som gällde för ELPLO 875, vilket innebar att patrullbåtarna kunde utväxla stridsledningsinformation även med torpedbåtarna.
- målangivning till artillerieldledningen och målanalysutrustningen ombord.
- automatisk framräkning av eget fartygs läge (ABR-funktion)
- presentation på alfanumerisk indikator av ett antal tabeller i vilka olika data kunde avläsas eller matas in. Exempel på data som kunde avläsas numeriskt var utvärderade kurs- och fartvärden för mål, avstånd och bäring till mål och eget fartygs och måls läge i georef-koordinater.

Den betjänade delen av stridsledningen utgjordes av ett horisontellt manöverbord med en 16" PPI i centrum och den alfanumeriska indikatorn vertikalt placerad på bortre kanten. Kring bordet kunde tre operatörer sitta. Manöverorganen var placerade längs två sidor av bordsytan, senare tre, och vid dessa hade normalt fartygschefen och en stridsledningsoperatör sina platser. I fartygschefens manöverbord placerades även vissa kontroll- och manöverorgan för fartygets robotsystem och på stridsledningsindikatorn kom för robotskjutningen erforderlig presentation att läggas ut.

Eldledningsfunktionerna i arte 726 beskrivs senare i texten.

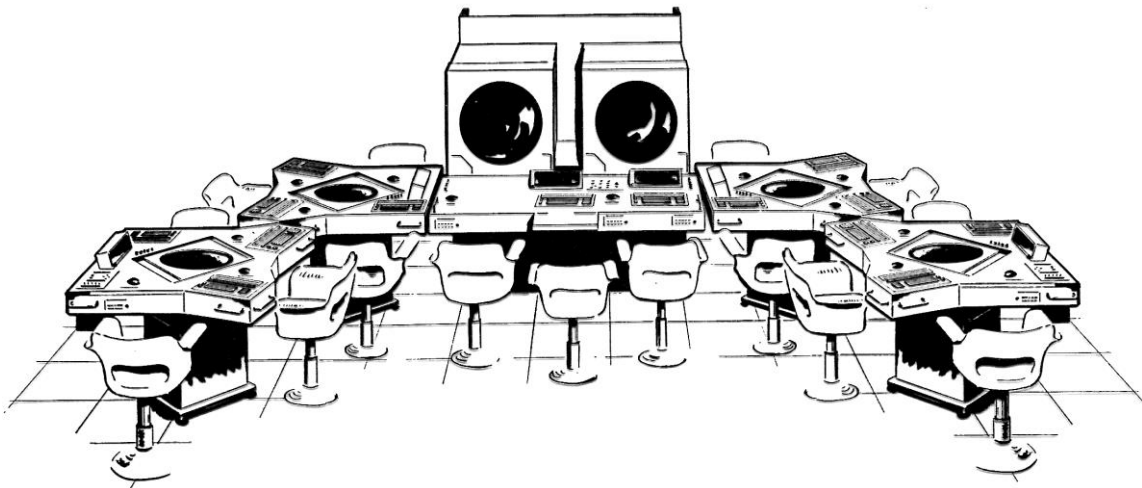


Arte 726 stridsledningsindikator på patrullbåt (okänd fotograf)

Vidareutveckling för danska marinen

Några år efter det att svenska marinen tagit fram torpedbåtarna av typ Norrköping anskaffade danska marinen sin Willemoes-klass. Dessa fartyg, som till stor del liknar Norrköpingsklassen, försågs, liksom Norrköping, med stridsledning från Stansaab. Utrustningen var i stort sett lika med EPLO dock med viss anpassning till de danska kraven och fick benämningen DEPLO (danska EPLO). En av skillnaderna utgjordes (naturligt nog) av kodningen av datakommunikationen så det gick inte att tjuvlyssna på och tolka varandras stridsledningsmeddelanden eller plötsligt samverka inom detta område.

Nästa steg i vidareutvecklingen av EPLO togs även det för danska marinen som skulle modernisera fregatterna Peder Skram och Herluf Trolle. Dessa krävde dock en betydligt kraftfullare stridsledning samtidigt som man gärna ville gå vidare på DEPLO-konceptet. Resultatet blev CEPLO (computerised EPLO), en utrustning med betydligt större omfattning som nu var helt datoriserad och innehöll ett antal nya funktioner.



CEPLO

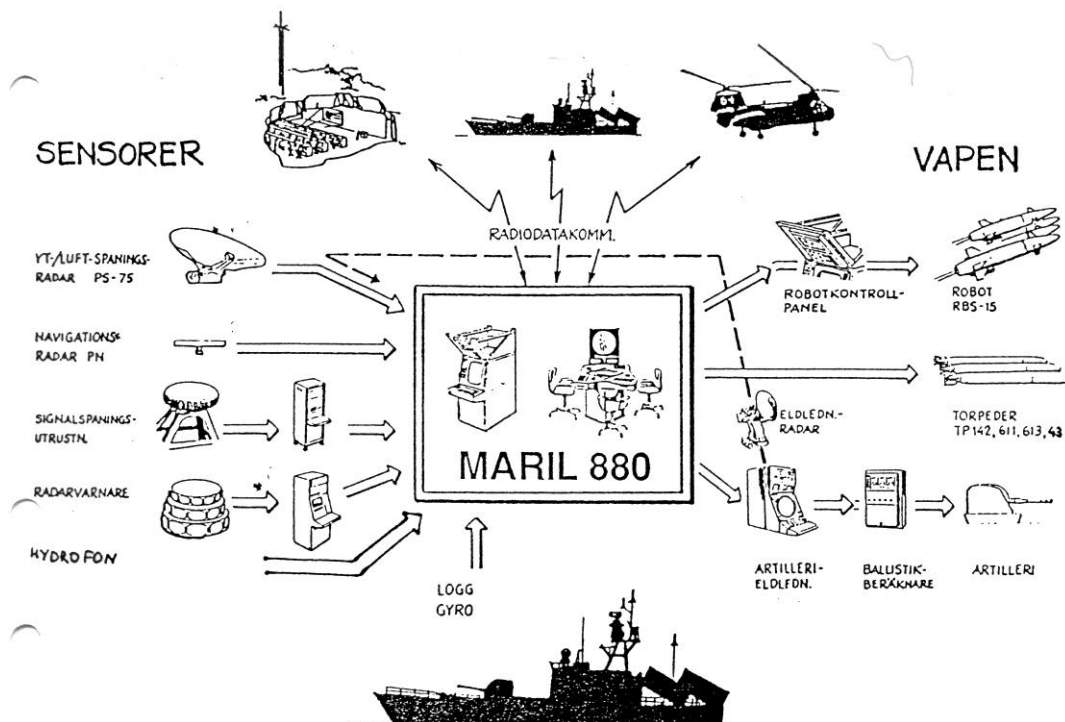
Modernisering av Norrköpingsklassen

I början av 80-talet blev det aktuellt att förse torpedbåtarna av typ Norrköping med robotbestyckning och göra om dem till robotbåtar. Detta innebar givetvis att stridsledningen måste uppgraderas. Nu kom den danska vidareutvecklingen av DEPLO till CEPLO väl till pass. Många av de funktioner som krävdes i en ny stridsledning fanns redan utvecklade för CEPLO och kunde direkt implementeras i en ny utrustning för Norrköping. Men som så ofta förr (och än mer nu) så var ekonomin begränsad och en kompromiss mellan en helt ny stridsledning och en modernisering av EPLO fick göras. De två indikatorerna SLI och TPI i EPLO behölls därför medan manöverbord och innehållet i elektronikskåpet blev helt nytt. Stridsledningen blev nu givetvis datoriserad och ett antal nya funktioner tillkom. Vid ett av de första projektmötena för att i detalj definiera alla funktioner och egenskaper togs också, efter en intensiv brain-storming, det nya namnet på utrustningen fram, MARIL (marint ledningssystem). Senare tillkom tillägget 880 eftersom MARIL kom att bli en generell benämning för ledningssystem i marinen på samma sätt som ARTE står för artillerieldledningssystem.

Huvudfunktionerna i MARIL 880 var

- insamling, bearbetning och presentation av data från fartygets radar, signalspaningssystem, varnare och övriga sensorer
- syntetisk översiktsbild med karta och presentation av följda mål och information som överförts via datalänken
- målangivning till och återvisning från fartygets eldledningar för artilleri, torped och robot
- datakommunikation över flera dubbelriktade kanaler
- registrering av data

En viktig förändring som gjordes var att spaningsradarn ombord, som ingick i artillerieldledningen, (arte 722, beskrivs nedan), byttes ut mot PS-75 (Sea giraffe) från Ericsson. Denna var en pulsdopplerradar som arbetade på C-bandet till skillnad mot den tidigare som var en X-bands hoppfrekvensradar. Den nya radarn hade en större lobvinkel i höjddled som gav erforderlig täckning vid varje radarvarv och innebar goda möjligheter att upptäcka anfallande flyg och sea skimmers, dvs missiler på låg höjd.



I samband med konverteringen av Norrköpingklassen till robotbåt erfordrades även en uppgradering av torpedeldledningen ombord. Det visade sig då att den ekonomiskt bästa lösningen var att ersätta den gamla utrustningen Torpe 696 (se nedan) med en helt ny och beställningen av denna gick till leverantören av MARIL (som just då hette SRA) och blev en del av MARIL-leveransen. Operatörsplatsen för torpedeldledningen fick benämningen vapenindikator (VI). Ovanpå denna kom senare att monteras en separat roboteldledning och vid denna operatörsplats skötes sedan vapeninsats av såväl torpeder som robot.



Vapenindikatorn (foto författaren)

En liten teknisk finess hos vapenindikatorn kan förtjäna nämnas. På indikatorn skulle presenteras såväl råradarbild som tabeller med textinformation. Radarbilderna kräver lång efterlysning på bildskärmen, texttabellerna kort efterlysning för att texten inte skall bli smetig när den ändras. SRA lyckades få fram ett bildrör där de övre fyra femtedelarna av ytan var belagd med ett långsamt skikt och den nedersta femtedelen med ett snabbt. På det viset lyckades man åstadkomma en presentationsenhet som samtidigt kunde visa såväl en bra radarbild som en tydlig tabell med text.

Stridsledning för kustkorvett typ Stockholm

Kort efter det att MARIL-projektet kommit igång beslöts att tidigarelägga anskaffningen av nästa serie av ytattackfartyg, Ya 81, det som kom att bli kustkorvett typ Stockholm. Tiden för att projektera en ny stridsledningsutrustning var då mycket knapp och beslutet blev därför att gå vidare med det man just höll på med och anskaffa MARIL även till de nya fartygen. Dock kom systemet att anpassas i viss utsträckning för de nya krav som gällde för Stockholm bl a genom ändrade gränssytor, utökning för ubåtsjakt och tillkomsten av ytterligare en indikator benämnd ledningsindikator och avsedd för divisionschef ombord.

Totalt togs 18 stycken MARIL 880-anläggningar fram, 16 stycken genom konvertering av elplo och 2 stycken genom nytillverkning. Stockholm och Malmö fick de nytillverkade. Övriga anläggningar gick till robotbåtarna (12 st), Carlskrona (1 st), Berga Örlogsskolor (2 st) och en blev serviceanläggning. Leverans av systemen skedde under första hälften av 1980-talet.

En liten extra knorr i MARIL kan vara rolig att nämna. Det var ett roulettprogram som tagits fram av Kjell Johansson, en av de skickliga programmerarna på Datasaab. Kjell var tvungen att göra stor del av programmeringen för CEPLO på danska sjövärnets anläggning i Fredrikshamn. Under de många och långa överfarterna med färjan mellan Göteborg och Fredrikshamn utnyttjade han tiden till att skriva detta program som senare skänktes och implementerades i såväl de danska som svenska anläggningarna. Efter middagar och fester ombord kunde man dra sig ner till stridsledningscentralen och spela roulett på MARIL i stället för att följa mål på havet. Ett mycket uppskattat nöje ombord.



Maril för kustkorvett (foto SRA)

Kkv typ Göteborg, SESYM

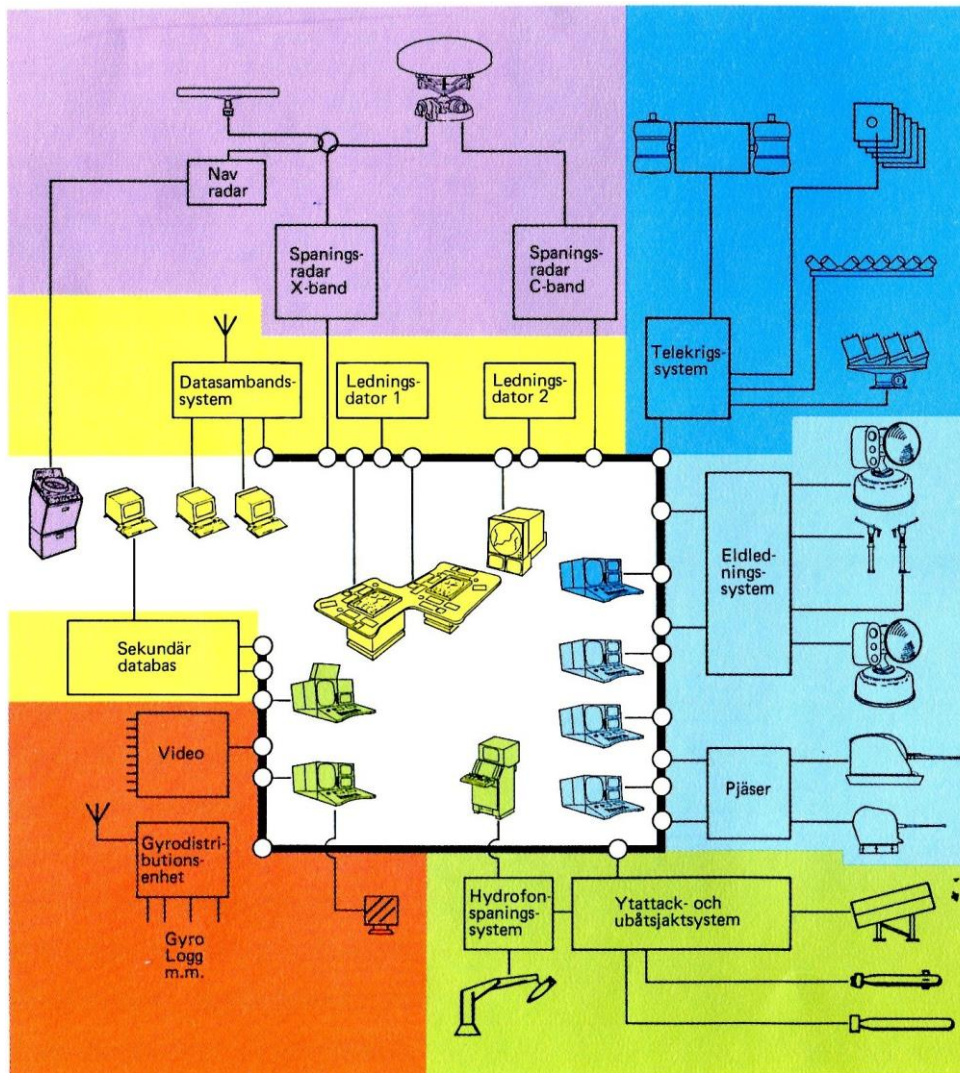
Inför nästa typ av ytattackfartyg, som gick under benämningen kkv 90, igångsattes 1981 omfattande studier och specifikationsarbete för hela ledningssystemet. Projekteringen av själva fartyget krävde successiva och alltmer detaljerade avrapporteringar över hur ledningssystem, sensorer mm skulle utformas. Tidplanen bedömdes som väldigt komprimerad och man beslöt därför att lägga ut studieuppdrag på de två stora svenska företagen Philips Elektronikindustrier och Ericsson som parallellt fick ta fram systemlösningar som underlag för fortsatt specifikationsarbete. Baserat på en därefter framtagen kravspecifikation, fortfarande delvis i samverkan med industrin, fick företagen lämna anbud i konkurrens. Efter utvärdering av anbuden blev resultatet att Philips valdes som huvudleverantör av ledningssystemet men med ingående delar från många underleverantörer. Så valdes t ex spaningsradar från Ericsson. Samtidigt hade materielverket beslutat att utnyttja huvudleverantörsprincipen fullt ut och teckna avtal på hela fartyget med byggnadsvarvet. Detta innebar att det blev Karlskronavarvet som kom att sluta avtalet med Philips. Varvet hade emellertid ingen djupgående kompetens inom lednings- och elektronikområdet så i praktiken var det Elektronikavdelningen inom FMV som var motpart till Philips i hela det omfattande och komplicerade detaljutförningsarbete som följde efter beställningen. Men mer om detta nedan.

Inom Philips pågick vid denna tid utvecklingen av en ny generation av lednings- och elledningssystem och det var den som man nu baserade det offererade systemet på. Det nya kallades för Bassystem 2000 och skulle bli plattformen för kommande produkter. Det byggde på en helt ny systemerings- och utvecklingsteknik och en

nyutvecklad distribuerad och strikt modulariserad struktur. De viktigaste ingående enheterna var D85, ett nytt datorsystem konstruerat för att klara många samverkande datorer i ett distribuerat koncept, LAN85, ett dubblerat höghastighetsnätverk baserat på Ethernet och GOC85, en ny modulärt uppbyggd generell operatörsplats.

Programmering skulle initialt ske i språket RTL2 men ändrades efter en kort tid till ADA, som var det språk som då ansågs skulle bli framtidspråket för alla professionella tillämpningar. Läs mer om detta i FHT-dokumentet *Philips i Järfälla, Från lokal tillverkare av apparater till systemleverantör på världsarenan*.

Beställning på ledningssystemet till Göteborg lades i slutet av 1985. Det fick namnet SESYM (strids- och eldledningssystem för ytattack i marinen). Det byggdes upp runt ett lokalt nätverk med gränssytor till ett stort antal operatörsplatser, datorer, sensorer, eldledningssystem, vapen mm. Se bild.



Det integrerade elektroniksystemet för kustkorvetterna typ Göteborg.

När beställningen väl var lagd börjat ett intensivt arbete med att i detalj definiera och specificera systemets funktioner, tekniska gränssytor, operatörsgränssytor mm. Eftersom allt var nytt, många funktioner bara grovt definierade i kravspecifikationen, basystem 2000 inte helt färdigutvecklat kom arbetet att bli väldigt omfattande och kräva en mycket stor arbetsinsats från såväl leverantören som materielverket. Dessutom hade man vid den här tiden börjat tillämpa principen att alla specificerade krav och funktioner måste vara spårbara och kunna verifieras vilket ledde till ett omfattande dokumentationsarbete och ökande slitningar mellan leverantör och kund. Hela arbetet drog ut kraftigt på tiden och ledde till stora förseningar. Leverans skulle enligt kontraktet ske omkring 1990 men ett fullt godkänt system fanns inte framme förrän långt in på 1990-talet. Dock hade detta föregåtts av ett antal delleveranser av programsystem med ökande funktionsinnehåll. SESYM blev dock när det sent omsider väl blev klart ett mycket kvalificerat och välfungerande ledningssystem för kustkorvetterna.

Ledningssystemet var utformat för att ge operatörerna en god överblick över läget och ge dem möjlighet att hantera alla förutsebara situationer. Systemet innehöll en hög grad av redundans och bl a kunde flera av operatörsplatserna utnyttjas för olika funktioner.

Spaningsradarn på C-bandet, PS 76, levererade ett stort antal luft- och ytmål och även störbärningar till ledningssystemet och X-bandsradarn PS 722 underlag för följning av ytmål. Luftförvarssystemet i SESYM var ett i hög grad automatiserat system för eldrörsluftvärn, passiva och aktiva motmedel och fartygsmanöver. Det innehöll funktioner för hotutvärdering och insatsoptimering, förslag till girar, eldinsats och tidsordning för insats av olika åtgärder samt verkansutvärdering. I systemet ingick två sikten utrustade med radar, TV- och IR-kamera samt laseravståndsmätare. Bestyckningen på sikten kunde dock variera något.

I SESYM ingick även elledning för ytmålsbekämpning med artilleri och funktioner för ledning av robotinsats mot ytmål och för ubåtsjakt med lätta torpeder och augranatkastare.

Ledningssystem för korvett typ Visby

Redan innan SESYM var levererat påbörjades anskaffningsarbetet för nästa system till de kommande Visby-korvetterna. Här tog nu FMV ett fast grepp om specifikationsarbetet och skrev den kravspecifikation för ledningssystemet som skulle bli underlag för den kommande upphandlingen. Mycket baserades givetvis på erfarenheterna från SESYM men också på de erfarenheter som vunnits från försöken med testtriggen Smyge.

Det nya systemet gavs namnet Cetriz. Inriktningen var från början att göra upphandlingen i konkurrens men kom att ändras till att bli en riktad upphandling hos samma leverantör som för SESYM, som nu efter företagssammanslagningar och ägarbyten hette CelsiusTech.

Cetriz kan funktionsmässigt ses som vidareutveckling av SESYM. Tekniskt är det dock ett nytt system med ny maskinvara till stor del uppbyggd med kommersiella produkter (COTS) och baserat på windowsteknik och med ett nytt operativsystem mm.

I samband med kontraktsförhandlingarna gjordes försök att samordna upphandlingen av Cetriz med anskaffningen av **MARIL 2000**. Detta senare var ett projekt för att ersätta Maril 880 på robotbåtarna. Bedömningen var att Maril 880 inte skulle gå att vidmakthålla ytterligare ett antal år. Någon samordning med Cetriz kom dock ej till stånd, främst av kostnadsskäl, utan Maril 2000 blev ett PC-baserat system som beställdes från företaget YDAB i Härnösand men som efter diverse problem ändå kom att slutföras och levereras av CelsiusTech, som då övertagit YDAB. Maril 2000 installerades kring sekelskiftet på de sex robotbåtar som då ännu inte uttrangerats. Systemet finns i dag bevarat på robotbåten Ystad.

Stridsledning i kustartilleriet, STRIKA

Kustartilleriet förlitade sig länge på manuella metoder för uppföljning av läget till sjöss. I ledningscentralerna fanns ofta stora horisontella eller vertikala plott eller kartor med spindelvävsdiagram och rutnät där rapporter om mål lades ut och från vilka underlag för insats hämtades. Rapporterna som kom från radarstationer, optiska mätstationer eller andra källor hade oftast passerat flera mellanled och led både av tidsfördröjningar och onoggrannheter som uppkommit på vägen. Men eftersom stridsförloppen ofta var långsamma accepterades detta.

I mitten av 70-talet började dock röster höjas för att modernisera verksamheten och under slutet av 70-talet kom idéer till systemlösningar och provverksamhet fram. Det dröjde dock fram till 1980 innan verksamheten kom igång på allvar. Då gjordes försök vid KA radarskola i Göteborg med inlånad materiel från Philips och Datasaab för att studera hur man skulle kunna utforma ett modernt system och vilka krav som skulle ställas på ett sådant. Systemet gick då under namnet KA Lägre eftersom inriktningen i början var att lösa problemen för förband på lägre nivå. Proven gav underlag för såväl målsättning som kravspecifikation för kommande upphandling. I målsättningen angavs som övergripande krav att systemet skulle

- säkerställa ett snabbt och säkert informationsutbyte mellan spaningskällor och marina stridsledningscentraler (insamling, bearbetning, presentation, rapportering/delgivning)
- säkerställa att skilda vapensystem kommer till insats i rätt tid med avsedd effekt
- säkerställa samverkan med sjögående förband och angränsande marina förband
- underlätta vissa moment av stabernas rutinmässiga arbete

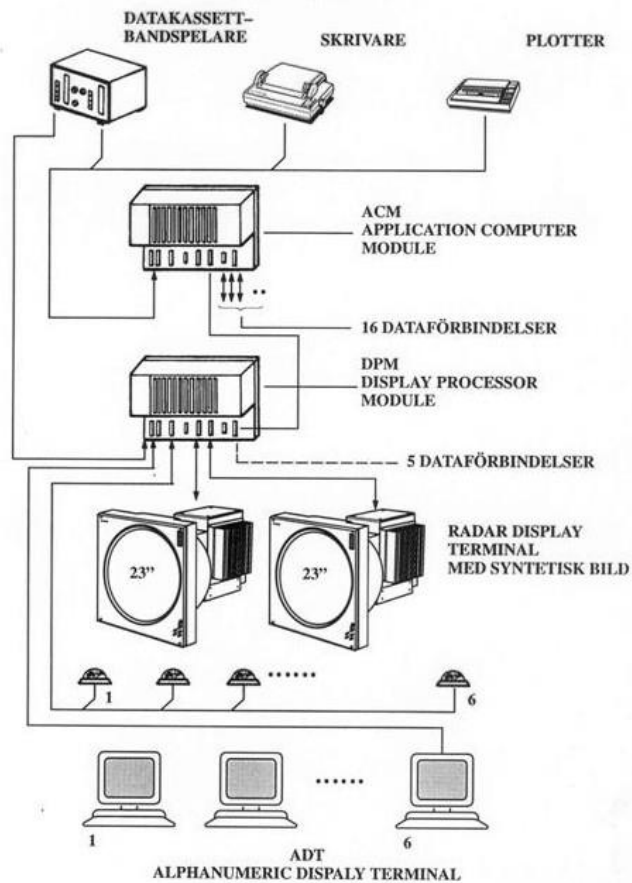
Upphandlingen, som baserades på en därefter framtagen kravspecifikation, genomfördes under första halvåret 1982 och blev en hård kamp mellan de två svenska företagen Philips och SRA (som Datasaab hette det året) som kämpade med näbbar och klor om ordern. SRA vann kampen, och beställning på systemet, som fick namnet STRIKA 85, lades sommaren 1982 för utrustningar till KA:s rörliga 12/80 förband. Beställningen utökades senare med materiel till de fasta förbanden och totalt kom beställningen att omfatta ett stort antal anläggningar för att kunna täcka i stort sett hela kustartilleriets behov. Leveranserna påbörjades under 1985 (men då hette företaget ERA).

STRIKA byggdes hårdvarumässigt upp av datorsystem, stora grafiska bildskärmar, alfanumeriska terminaler kallade ADT och viss kringutrustning och konfigurerades på olika sätt för olika förband. Exempel på omfattningen framgår av bilderna nedan. I en brigad eller bataljonsstab fanns normalt två grafiska bildskärmar och framför var och en tre operatörspatser med ADT och sambandsutrustning mm. Ute vid en enkel mätstation kunde det räcka med enbart en ADT.

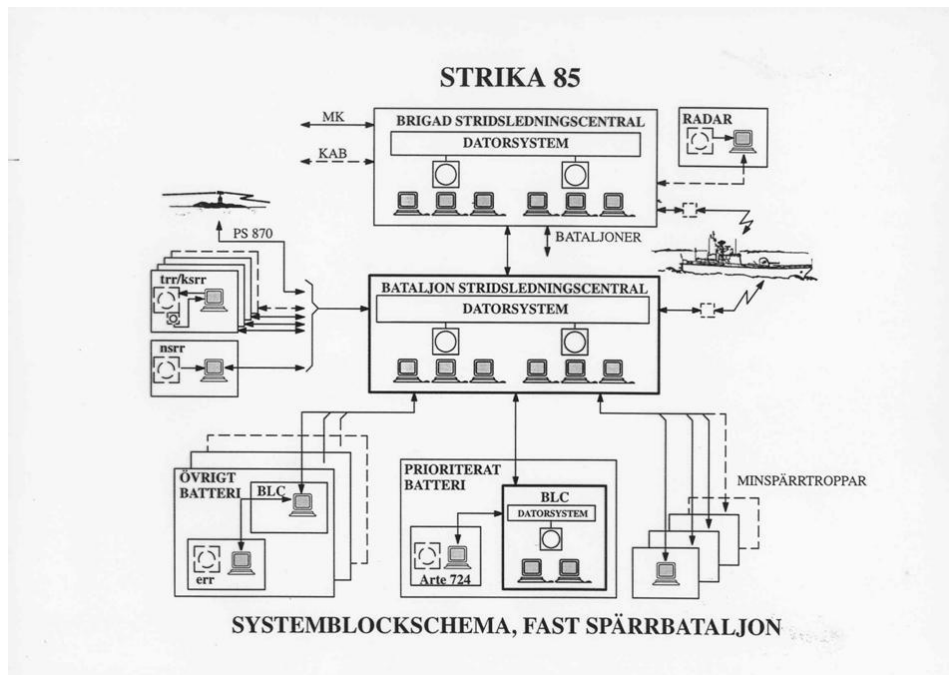
I systemet fanns funktioner för

- operatörskommunikation
- måldatabehandling
- ledning
- order och tablåpresentation
- datakommunikation
- registrering och simulering

På de stora grafiska bildskärmarna kunde presenteras kartinformation, mållägen med nummer, identitet, fart och kurs mm, predikteringar, skjutområden, begränsningsområden och mycket annat. På ADT kunde visas kompletterande uppgifter om mål i måldatablåer, ordertablåer, delgivningstabeller, anropssignaler, beredskap, hotbibliotek mm.



STRIKA maskinvara. Ingående delar





Bemannad stridsledningscentral, t v sammanställning av målläge m m, t h ledningspersonal i form av chef, vakthavande befäl, artilleriofficer



Ex på operatörsplats i stridsledningscentral

ADT

Leverans av all utrustning skedde i hög takt från fabriken och alla enheter fyllde snart Systembolagets stora tömda förråd vid Norrtull i Stockholm som hyrts in för ändamålet. Installationerna i KA:s många anläggningar drog dock ut på tiden beroende på många fortifikatoriska problem med att få in och få plats med materielen, tillgången på kunnig installationspersonal, att få allt runtomkring att fungera, att testa, att göra systemprov mm mm. Men i början av 90-talet fanns merparten av utrustningarna installerade, personal utbildad och materielen användes mer och mer och blev snart till ett mycket effektivt ledningssystem för hela kustartilleriet. Men bara tio år senare lades hela kustartilleriet ner, anläggningarna skrotades, bergrummen förseglades med betong och STRIKA blev historia. Sorgligt men sant.

Hela STRIKA-projektet från början till slut har ingående beskrivits av Bengt Olofsson i FHT-skriften *Kustartilleriets stridsledningssystem STRIKA 85*.

Ledningssystem på örlogsbas/marinkommandonivån. MASIK

Uppföljning av läget till sjöss och övergripande ledning av fartygsförbanden skedde i land i ledningscentraler på örlogsbaserna eller marinkommandona. Tidigt skedde det med helt manuella metoder med utnyttjande av kartor, plott och tablåer. Under 70- och 80-talet inrättades sjöbevakningscentraler på marinkommandona med modernare utrustning. Detta finns beskrivet i FHT-dokumentet *Sjöbevakningscentraler med Stina* och beskrivs inte närmare här. Planer fanns dock på ett mer kvalificerat system för örlogsbaschefens eller marinkommandochefens ledningsverksamhet som skulle kunna samverka med ledningssystemen ombord och med kustartilleriets ledningssystem. Studier och utredningar påbörjades i slutet av 70-talet. Dessa gick under namnet MASIK, marinens stridsledning i krig. Parallellt med detta studerades även behoven på sambandssidan under projektnamnet MASAM. Studier, utredningar, provverksamhet och framtagning av underlag för anskaffning pågick under hela 80-talet men varje gång man var klar att starta upphandlingen sköts beslutet framåt i tiden på grund av bristande ekonomi och en bit in på 90-talet lades hela projektet MASIK ner. Många mantimmar och många kronor i konsultarvoden hade då plöjts ner i projektet till ringa nytta. MASAM ledde dock fram till omfattande moderniseringar inom sambandsområdet.

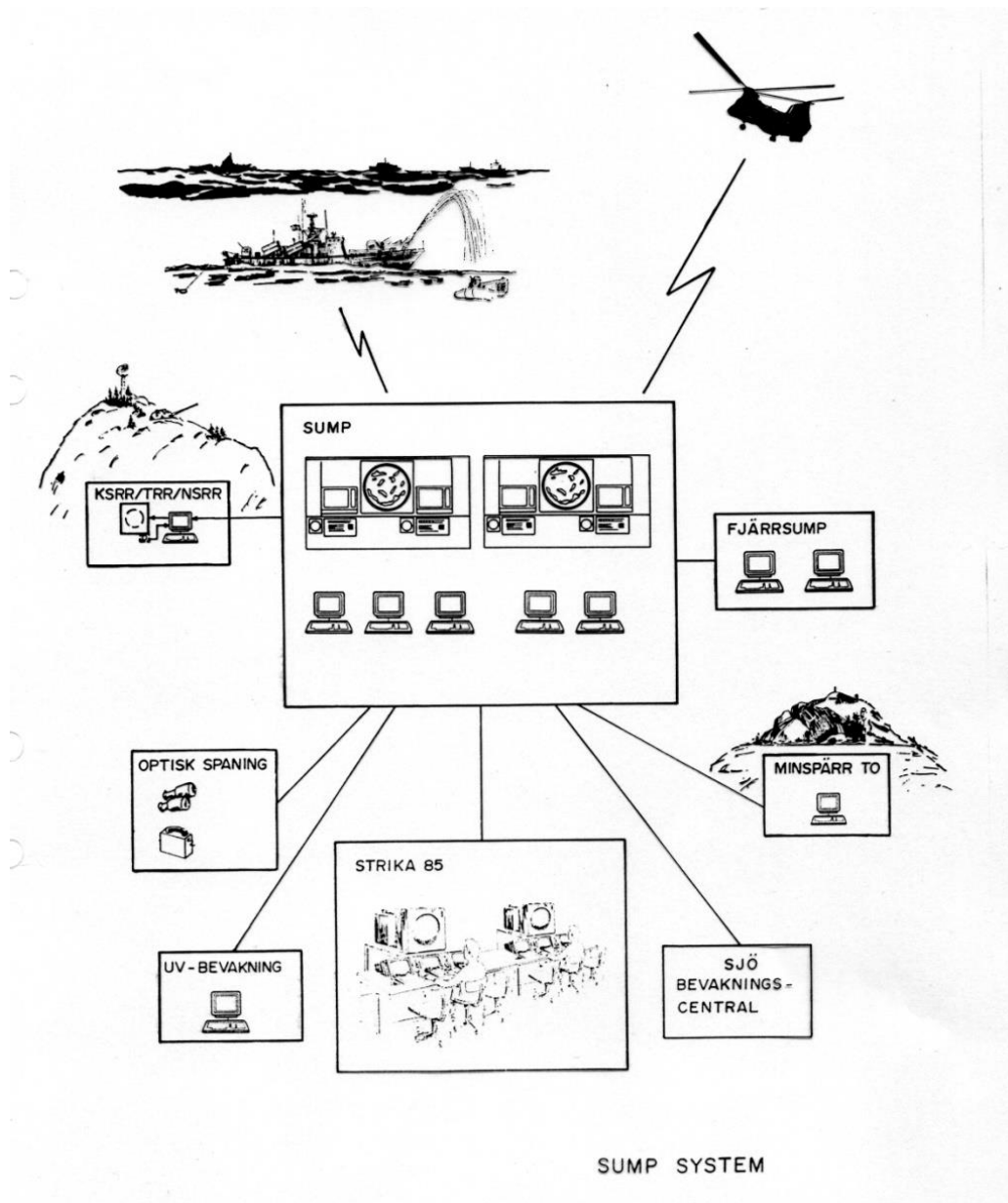
I väntan på MASIK fungerade sjöbevakningscentralerna med Stina som marinkommandonas ledningscentraler men under 90-talet blev det nödvändigt att uppgradera även dessa och ett PC-baserat ledningssystem med utökad funktionalitet togs fram. Namnet på detta blev **STRIMA** och en första utrustning kallad **LEMKO** installerades på Muskö för utprovning i samband med försvarsmaktsövningen 1993. Principerna i Strima kom sedan att ligga till grund för den vidare utvecklingen av Ledningssystem i marinen LIM.

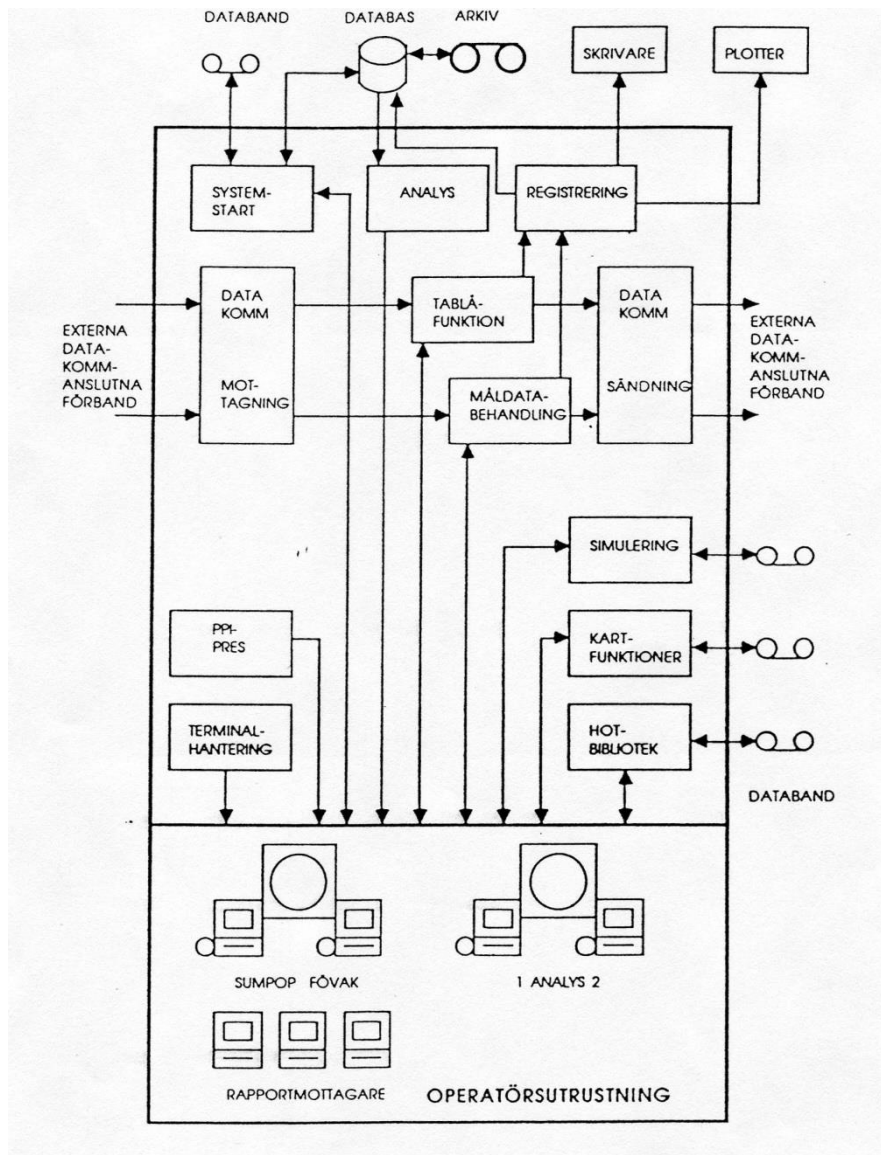
SUMP

I samband med det ökande antalet ubåtsincidenter en bit in på 80-talet ställdes krav på ett system för bättre uppföljning och ledning av just ubåtsskyddsverksamheten på marinkommando/örlogsbasnivån. Ett system för detta togs fram i två exemplar och installerades i ÖrlbO och ÖrlbS med början 1988 i ÖrlbO. Systemet kallades SUMP (sammanställning av ubåtsinformation i marint plott) och det byggde hårdvarumässigt

på STRIKA men med anpassad programvara. Systemet möjliggjorde snabb sammanställning, bearbetning, analys, presentation och delgivning av mottagen information från ett stort antal informationskällor av olika slag. För analysarbetet fanns tillgång till en databas med lagrad information och med möjlighet till sökning med ett antal olika sökbegrepp och selekteringsmöjligheter.

Bilderna nedan visar översiktligt informationskällorna och hur de operativa funktionerna var konfigurerade.



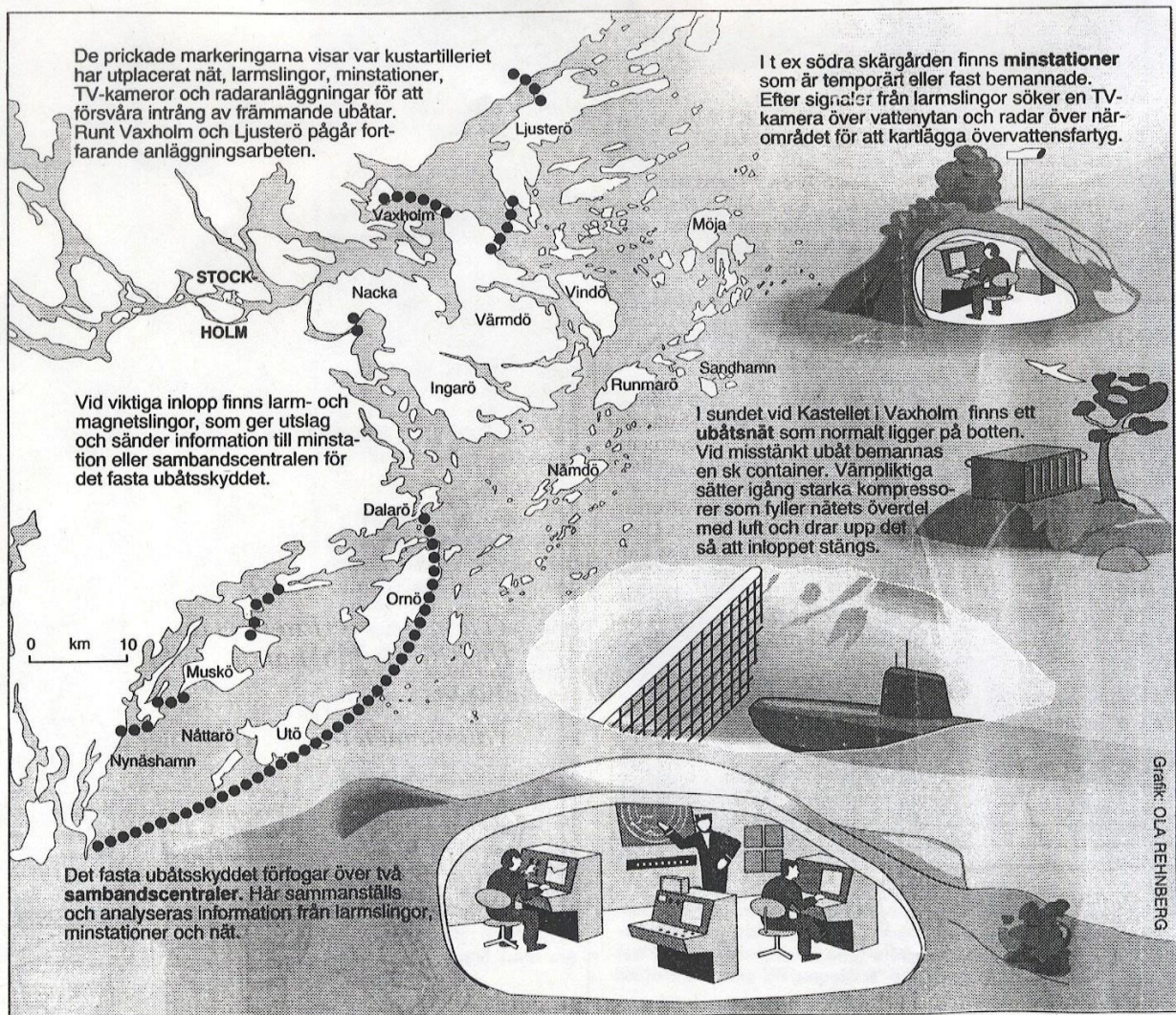


Systemblockschema SUMP

KAFUS

Även inom KA-försvaren fanns behov av ett lednings- och presentationssystem för ubåtsskyddsverksamheten. Ett sådant togs fram och installerades i Vaxholm, på Mälsten och på Kungsholmen utanför Karlskrona omkring 1990. Systemet kallades KAFUS (Kustartilleriets fasta undervattensbevakningssystem) och i detta sammanställdes information från olika undervattenssensorer, från minstationer, radar, TV, olika optiska spaningsmedel och från andra informationskällor allt för att ge en entydig bild av vad som föregick under vattenytan och för att kunna medge minutaktuell ledning av den fasta ubåtsjakten. Registrerings- och återuppspelningsfunktioner ingick även i systemet. Nedanstående teckning, som är tagen från en dagstidning, visar hur systemet var utformat i Stockholmsområdet.

Ubåtsskydd i Stockholms skärgård



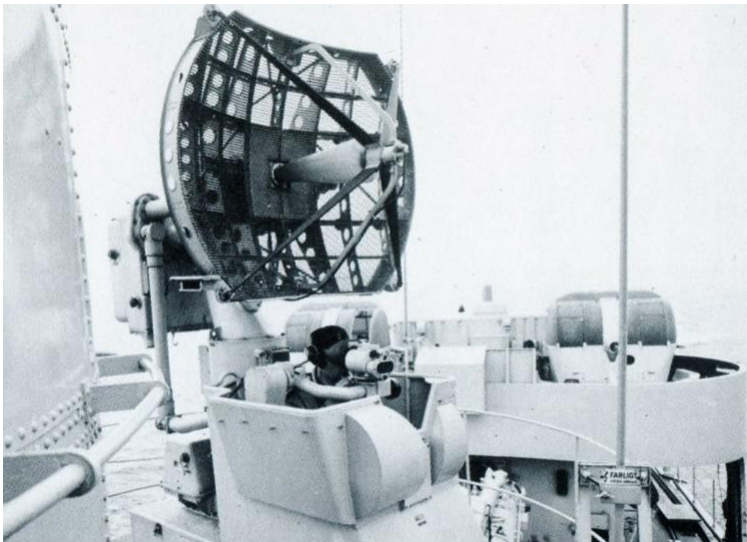
Artillerieldledningar för flottan

Redan före andra världskriget utrustades en del större krigsfartyg med instrument för artilleriet ombord. Jagarna Ehrensköld och Nordensköld var de första och fick sådan materiel redan 1929. Pansarskeppet Gustaf V fick 1931 en luftvärnseldledning tillverkad av Zeiss och pansarskeppen Sverige och Drottning Victoria fick något senare eldledningar från Hazemeyer i Holland.¹

¹ Amiralitetskollegiets historia del V, sid 45

Under kriget förelåg svårigheter att skaffa materiel från utlandet och jagaren Mjölner och kryssaren Gotland utrustades med svensktillverkade eldledning. Kryssarna Göta Lejon och Tre Kronor samt flera andra fartyg utrustades med en eldledning från ASEA som fick beteckningen **arte m/48**.

Efter kriget fanns dock bättre utrustningar att tillgå utomlands och till många av de nya fartygen skaffades eldledning från Hollandse Signaalapparaten (HSA) i Holland. Till jagare typ Halland anskaffades **arte m/50** som eldledning för 57 mm pjäsen och **arte m/53** för 12 cm pjäserna. Samtliga pjäser kunde användas mot såväl luft- som ytmål. Östergötlandsklassen fick **arte m/53B** för sina 12 cm pjäser och till kryssarna anskaffades **arte m/54** som allmålseldledning för 57 och 40 mm pjäserna. Som eldledning för 40 mm pjäserna på såväl Hallands- som Östergötlands- och Ölands-klassen skaffades **arte m/55**. Siktet för arte m/55 kompletterades senare med utrustning som medgav skjutning av rb 07 Seacat från Östergötlandsjagarna.



Arte m/55 sikte med Seacat-skytt (från boken Jagare)

Alla dessa eldledning hade bemannade sikten med optisk inriktning i sida och höjd och med radar för avståndsbestämning och alla var stora och tunga och ofta skrymmande mekaniska analogmaskiner som gick att ha på stora fartyg men som passade sämre för mindre.

Omkring 1950 anskaffades dock från LM Ericsson en luftvärnseldledning till kryssarna som arbetade efter andra principer. Denna blev dock inte godkänd och avvecklades snabbt.

Arte m/48 kom efter ett antal år på vissa fartyg att kompletteras med en radar-målföljare kallad **Prosit** varigenom systemet som helhet fick betydligt utökade prestanda. Prosit var i grunden samma utrustning som Ratsi (se nedan).

Såväl arte m/53 som arte m/48 och Prosit finns bevarade ombord på jagaren Småland vid Maritiman i Göteborg.



Prosit på Småland (foto författaren)



*Arte m/48 på jagaren Småland
(foto författaren)*



*Del av arte m/53 på jagaren Småland
(foto författaren)*

En enkel eldledning som monterades på 40 mm pjäser ombord var det så kallade **gyrosiktet**. Det var ett optiskt sikte som monterades på pjäsen och som innehöll ett gyro som förställdes siktlinjen mot målet för att kompensera för dess hastighet i sid- och höjdled och medförde att pjäsen riktades mot framförpunkten. Ett större antal gyrosikten anskaffades i början av 50-talet från England och fanns ombord på många fartyg.

Under senare delen av 50-talet pågick förberedelser inför det som senare kom att bli torpedbåt typ Spica. En nyutvecklad digital eldledning från HSA fanns då med som

tänkbart system för fartygets 57 mm kanon. HSA hade ju dittills under efterkrigsperioden varit "huvudleverantör" av alla artillerieldningar till fartyg och det var naturligt att fortsätta på den vägen. Marinförvaltningen beslöt emellertid att för utprovning anskaffa en prototypeldledning från det franska företaget CSF för att se om detta skulle kunna vara ett alternativ. Eldledningen hette CM 451. CSF hade något tidigare fått en stor beställning på eldledningar för kustartilleriet och hade en intressant ny analog räkneteknik². CM 451 installerades på en av Östergötlandsjagarna och provades där. Proven utföll väl men marinförvaltningen började dock inse att digitaltekniken var framtiden och förhandlade vidare med HSA. När HSA sedan listade ut att CSF fanns med som konkurrent sänktes deras pris så kraftigt att sänkningen betalade hela CSF-ordern. Till Spica serien anskaffades därefter **arte m/62** från HSA. Systemet blev lätt igenkännbart genom den stora radomen för radarantennerna (kulan) ovanför däckshuset.



Torpedbåt typ Spica (foto marinen)



Arte m/62. "Innehållet" i kulan (foto författaren)

Arte m/62 var en digital eldledning baserad på den tidens teknik med kärnminnen och fast programmering. I radomen (kulan) sitter en stabiliserad kombination av en roterande spaningsradar nedtill och en följeradar upptill.

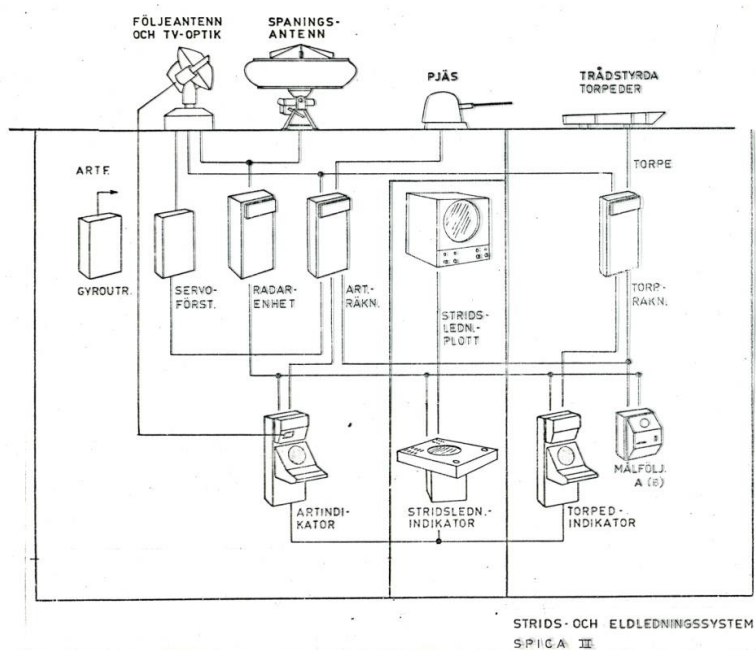
² se FHT-dokumentet Kustartilleriets franska eldledningar



Arte m/62 (foto författaren)

Skjutelement kan samtidigt beräknas för ett luftmål och ett sjömål men med bara en pjäs kan bara ett mål åt gången bekämpas. Spaningsradarn utnyttjas även av torpedeldledningen ombord. Arte m/62 fungerade bra men var svår att underhålla. 14 exemplar anskaffades och installerades förutom på Spicaserien även på jagarna Halland och Småland, fregatterna Visby och Sundsvall och på minfartygen Älvsborg och Visborg.

När eldledningsupphandlingen i slutet av 60-talet skulle göras för de efterföljande torpedbåtarna av Norrköpingklass stod valet mellan att fortsätta med arte m/62 eller beställa eldledning i Sverige från Philips Teleindustrier som hade utvecklat och förfinat sin analogteknik. Bl a hade en hydraulisk motor för siktesstyrning tagits fram som höll mycket höga prestanda och som bidrog till att hela eldledningssystemet fick mycket hög noggrannhet. Valet föll på den svenska utrustningen, **arte 722** eller 9LV200 som den hette inom PTAB. Att den svenska marinen satsade på denna utrustning kom att få stor betydelse för företaget, som med 9LV200 fick stora framgångar på den internationella marknaden. I och med detta bröts också "traditionen" att köpa eldledningar från HSA i Holland och Philips i Sverige kom i stället att bli marinens "huvudleverantör".



Strids- och eldledning på tb typ Norrköping.

Arte 722 till vänster i bilden, elplo i mitten och torpe 696 till höger

Arte 722 omfattade en spaningsradar med hoppfrekvensmagnetron som arbetade på X-bandet, ett sikte med en K_u-bandsradar och TV, en manöverenhet och några elektronikskåp. Se bild ovan. Bilden visar förutom arte även torpedeldledningen som anskaffades samtidigt från Philips. Stridsledningens enheter i mitten av bilden är elplo.

De delar som tillhörde artillerieldledningen blev kvar ombord även efter det att torpedbåtarna konverterats till robotbåtar. Som nämnts ovan byttes dock vid det tillfället radarn ut mot en C-bandsradar och torpedeldledningen ersattes av en ny kombinerad med Maril 880.

I början av 70-talet var det dags att skaffa materiel till patrullbåtarna och som eldledning för dessa anskaffades **ARTE 726**. Detta system har beskrivits ovan i avsnittet *Nästa steg på ytfartygssidan*. Arte 726 var en vidareutveckling av arte 722 med modernare byggteknik och nu datoriserad. Funktionerna var dock i princip de samma men radarantennen hade ändrats för att ge bättre höjdtäckning. Datoriseringen innebar en verklig teknisk utmaning med dåtidens teknik i kombination med höga noggrannhetskrav och en plattform som hela tiden rör sig.

Arte 726 anskaffades även till jagarna Halland och Småland men Smålands anläggning blev aldrig installerad där. Dessa två anläggningar hamnade senare på minfartygen Älvsborg och Visborg. Även kustkorvetterna typ Stockholm utrustades med arte 726 men nu med ännu modernare byggteknik. Benämningen blev nu **ARTE 726E**.

För korvett typ Göteborg skaffades, som nämnts ovan, ledningssystemet SESYM och i detta ingick nu även eldledning för fartygets artilleri med väsentligt utökad funktionalitet och förbättrade prestanda (se ovan).

Torpedeldningar för flottan

Inledningsvis tas här upp eldledningar för tunga torpeder (53 cm) avsedda att sättas in mot ytfartyg. I begynnelsen var det jacket i mösskärmen som gällde, dvs man visste av erfarenhet hur mycket vid sidan av målet man behövde sikta för att torpeden skulle träffa. Det var korta skjutavstånd och oftast kända förhållanden.

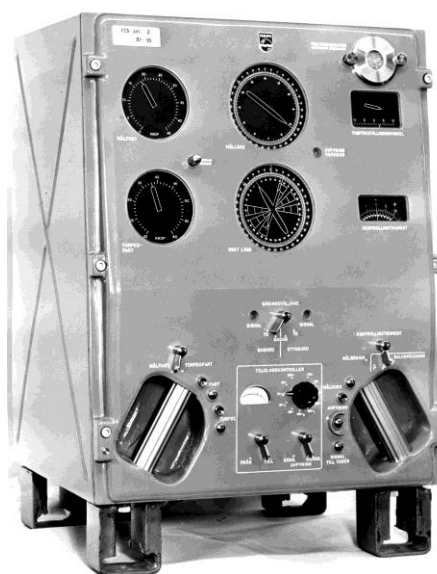
Motortorpedbåtarna hade från början av 50-talet ett **mekaniskt torpedsikte** som var monterat på den öppna bryggan. Instrumentet fanns också som reservinstrument på torpedbåtarna av Plejadklassen. Det tillverkades av Philips. Siktet användes för att rikta in fartyget på rätt kurs för skjutning av raktorpeder mot en beräknad framförpunkt. Det

betjänades av fartygschefen. När väl radar tillförts fartygen togs ett nytt eldledningsinstrument fram som fick namnet **Ratsi** (radartorpedsyfte). Kontrakt på utveckling av detta tecknade 1950 med Philips i Stockholm. Utrustningen var avsedd för motor-torpedbåtarna men installerades också på torpedbåtarna i Plejadserien och på jagarna Öland och Uppland. Instrumentet var en elektromekanisk analogräknare som utnyttjade resolverar, faskänsliga likriktare, mekaniska differentier och precisionsmotstånd för beräkningarna. Det baserades på radarinmätning av målet (track while scan) varvid målet presenterades för operatören på en B-indikator (dvs en "lupp" runt aktuellt målläge). Operatören hade att genom inställningar av olika målfaktorer få ekot på B-indikatorn att ligga stilla i centrum. När detta lyckades beräknade instrumentet värden för skjutning av torpederna mot en framförpunkt.

Ungefär samtidigt utvecklade Philips också en eldledning för ubåtsbruk kallad **TCI** (se FHT-skriften *Strids-och eldledning på ubåt*). Något senare kom utrustningen **TCA** fram som installerades på jagare. Även här var det Philips som var leverantör.



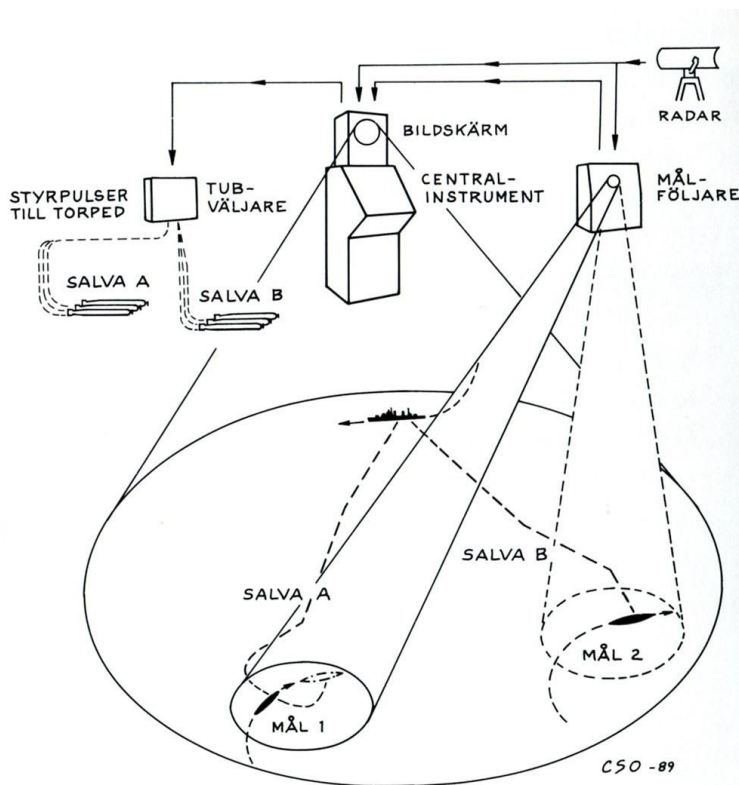
Ratsi (foto författaren)



TCA (foto Philips)

Torpederna utvecklas

I slutet av 50-talet utvecklades systemet för fjärrstyrning av torpeder och därmed krävdes nya eldledningar som möjliggjorde att torpederna kunde styras under hela sin bana fram till träff i målet. Till jagarna anskaffades **Torci 101 (torpe 675)** som var ett elektronrörsbestyckat instrument. Detta betjänades av två man, torpedofficeren (TO) och en målföljaroperatör. TO betjänade huvudinstrumentet och en PPI på vilken radarbild och torpedensymboler visades och kunde styra torpederna på olika sätt mot målet. Målföljaroperatören utvärderade målfaktorerna för det valda målet med hjälp av målpresentation på en B-indikator, i princip på samma sätt som man gjort i Ratsi men med underlättat handhavande.

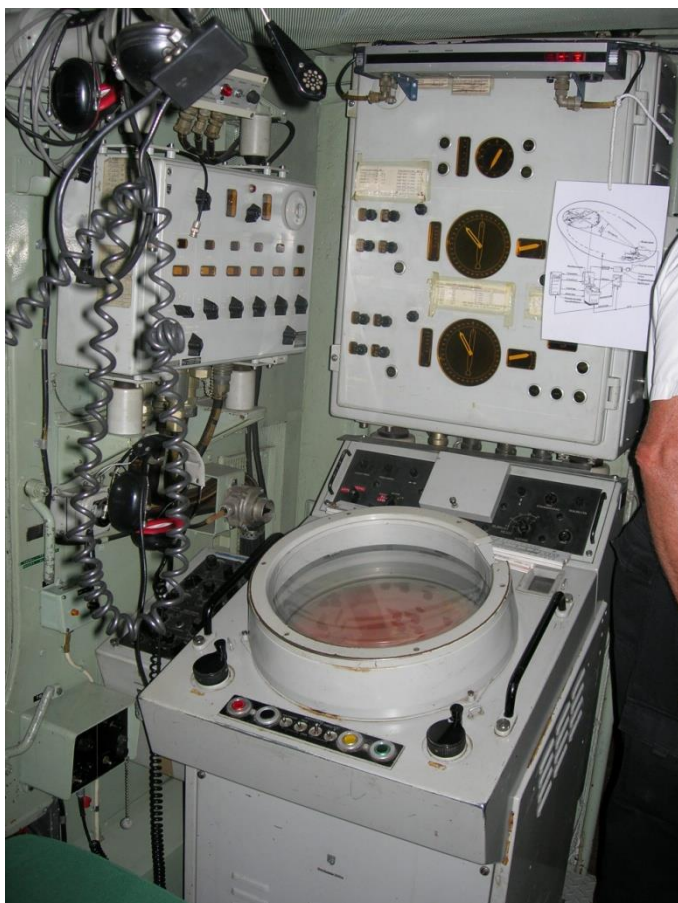


Torci 101, princip



*Torci 101 centralinstrument
(foto författaren)*

Några år senare kom **Torci 104 (torpe 677)** som var en transistoriserad utveckling av Torci 101. Både Torci 101 och 104 togs fram av Philips Teleindustri i Stockholm som kommit att bli marinens "huvudleverantör" av torpedeldledning. Torci 104 installerades på halva serien av torpedbåtar typ Plejad och på Spica-serien. Instrumentet sattes senare ombord även på jagare typ Östergötland och ersatte då Torci 101. Torci 104 hade en PPI från Philips i Holland men var i övrigt svensktillverkat.



Torci 104 huvudinstrument och PPI (foto författaren)



Målföljaren (foto författaren)

Nästa steg i utvecklingen blev **Torci 204 (torpe 696)** som togs fram för torpedbåt typ Norrköping men också tillfördes de Plejadbåtar som inte fått Torci 104. Torci 204 beställdes 1968 och var i grunden lika med 104 men byggt med modernare teknik. Torci 204 blev kvar på Norrköpingsserien fram till dess att dessa fartyg konverterades till robotbåtar. Då byttes, som nämnts ovan, Torci ut mot en ny torpedeldledning integrerad med ledningssystemet MARIL 880 och därmed bröts Philips långa svit som leverantör av torpedeldledning till Marinen. I och med SESYM kom dock Philips tillbaka inom detta område.

Eldledning på helikopter.

Marinens tunga helikoptrar hkp 4 hade möjlighet att bära lätta torpeder (40 cm) för insats mot ubåtar. Som eldledning för detta fanns ombord på helikoptern en eldledning kallad **torpe 733** tillverkad av Philips. Helikoptern kunde vid ubåtsjakt arbeta ensam eller tillsammans med en annan helikopter. Underlag för torpedinsats kom antingen från den egna sonaren eller via datalänk från den samverkande helikoptern. Eldledningarna arbetade i ett lokalt koordinatsystem som lades fast genom inmätning

med radar av en fixpunkt och samverkande helikoptrars läge. Eldledningen beräknade data för styrning av torpeden mot målet och kunde även utnyttjas för sjunkbombfällning.

AURA och MARIL 920

När torpedbåtarna konverterades till robotbåtar kom önskemålet upp att kunna utnyttja hkp 4 med sin radar för målinmätning på långa avstånd som underlag för robotskjutning och detta ställde då bl a krav på bättre navigeringssystem i helikoptern. Utredningar och försöksverksamhet under begreppet AURA startades och skedde under 1979 - 81. Detta resulterade så småningom i modifiering av torpe 733, anskaffning av ny radar, radarextraktor, digitalt PPI, förbättrad navigering och datakommunikation mm och som nu blev nytt ledningssystem på helikoptern med namnet Maril 920 och som nu kunde användas både som eldledning för torpeder och för målinmätning på långa avstånd.

Bilden nedan visar MARIL 920 på plats i helikoptern *(okänd fotograf)*.

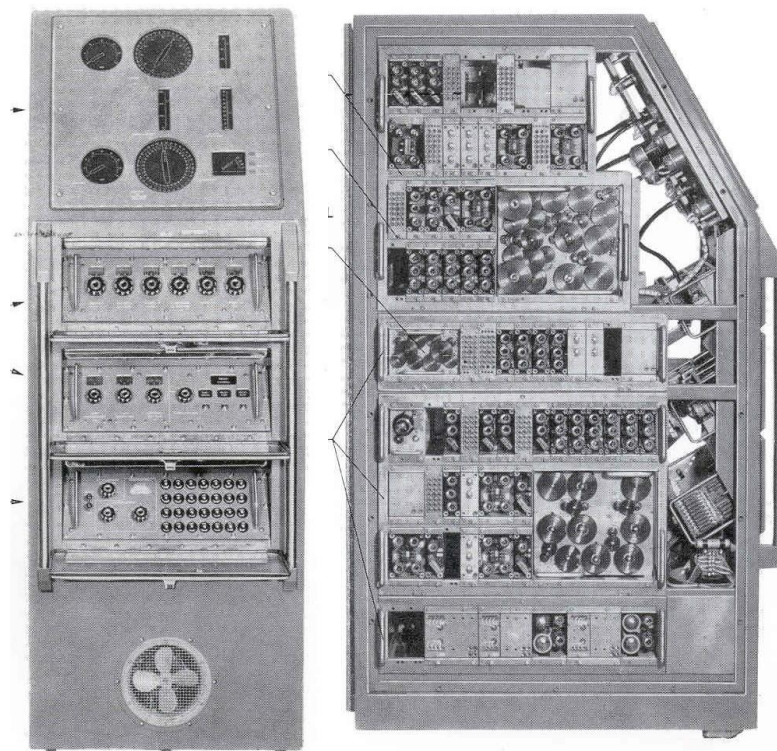


De lätta torpederna var främst avsedda för användning på ubåtar och helikoptrar. För att förstärka ubåtsjaktförmågan utrustades dock även några ytfartyg på 90-talet med lätt torped och med en eldledning kallad **Manet**. Manet togs fram vid CTV i Motala. Två kustkorvetter typ Göteborg fick tillfälligt denna liksom två patrullbåtar i Kaparenklassen.

De eldledningar som har funnits på våra ubåtar för såväl lätta som tunga torpeder har redovisats i FHT-dokumentet *Strids- och eldledning på ubåt* och tas därför inte med här.

Eldledning för au-granater och au-raketer

Jagarna av typ Östergötland och även äldre fregatter var utrustade med den engelska augranatpjäsen Squid. Till denna fanns ingen speciell eldledning utan den avfyrades på underlag direkt från sonaren. Jagarna Halland och Småland liksom fregatterna Visby och Sundsvall beväpnades med auraketpjäser m/50 från Bofors. Som eldledning för dessa anskaffades under 1960-talet en eldledning från Philips som hette **Aue 662**. Detta var ett elektronrörsbestyckat analogiinstrument med mycken finmekanik av samma generation som Torci 101. Till eldledningen hörde ett plottingbord från Nedinsco i Holland på vilket eget läge och målläget projicerades upp underifrån. Till eldledningen hörde också en analog ljudbaneindikator som utvecklats på Philips. Detta var ett för den tiden avancerat instrument som på ett katodstrålerör kontinuerligt kunde rita upp en stor skara ljudbanor från en sonar vars djup man kunde variera. Beräkningen av ljudbanorna baserades på ljudutbredning i vattnet som ställdes in i form av ett stiliserat bathythermogram med tre skikt. Ljudbaneindikatorn var till god hjälp för att bedöma möjligheterna att med sonaren upptäcka en ubåt på visst djup och avstånd eller för att inse inom vilket skikt en ubåt kunde dölja sig.



Aue 662 (foto Philips)

Eldledningar för sjömålsbekämpning i kustartilleriet

En tidig utrustning för eldledningsberäkningar var **Cig 701**, vanligen kallad trädgårdsmöbeln. Detta instrument anskaffades i slutet av 30-talet och fanns i krigsorganisation ända in på 60-talet. Det bestod av skjutbord, korrektionsbord och korrektörer och var helt mekaniskt och krävde många mans betjäning. Indata kom från optiska mätinstrument av olika slag.



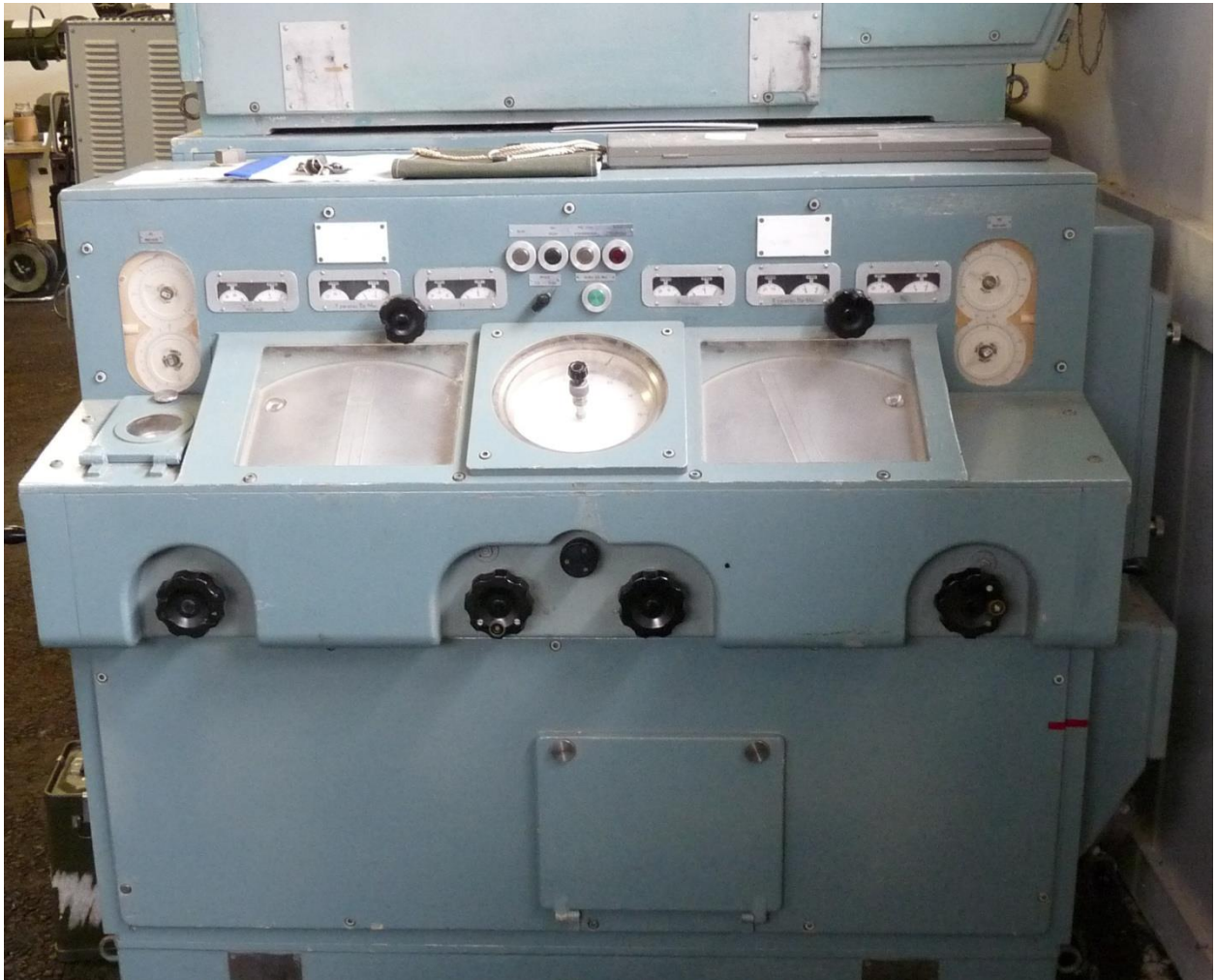
Cig 701 på KA4 museum (foto författaren)

Förkortningen **cig** står för centralinstrumentering. Man har dock övergått till att använda benämningen arte i st f cig och utrustningarna nedan heter därför numera arte 702, arte 703 osv.

På 50-talet insåg man behovet av bättre utrustning och flera nya instrument anskaffades. **Cig 702** köptes från Arencó i Stockholm, **cig 703 och 704** från CSF i Frankrike och **cig 709** från HSA i Holland. Cig 702, 704 och 709 var alla avsedda för

medelsvårt artilleri. 702 och 709 var mekaniska analogmaskiner medan 704 utnyttjade en mycket speciell elektrisk analogiteknik. Cig 703 var avsett för luftvärn och byggt i samma teknik som 704. Cig 703 och 704 har beskrivits i FHT-dokumentet *Kustartilleriets franska centralinstrument* och berörs därför inte mer här.

Tolv anläggningar cig 702 anskaffades och installerades framför allt i 15,2 cm batterier.



Cig 702 mätelementsberäknare (KA 4 museum) (foto författaren)

De **Cig 709** som anskaffades tillfördes de tre fasta 10,5 cm batterierna m/50 i Stockholms skärgård. Varje batteri omfattade två pjäser och två eldledningar med sikte och radar PA-39. Cig 709 ersattes på 70-talet med arte 719 och senare med arte 724. Cig 709 finns bevarad i batteriet på Arholma.



Cig 709 centralinstrument (foto författaren)



Cig 709 periskop huvud (foto författaren)

I slutet av 1950-talet började ett antal nya 7,5 cm batterier m/57 tas fram. De anskaffades i tre serier där serie ett och två utrustades med eldledningen **cig 710** och serie tre med arte 719. Serie 1 omfattade åtta batterier, serie 2 tio och serie 3 tolv batterier och de färdigställdes successivt från början av 60-talet fram till mitten av 70-talet.

Eldledningen cig 710 tillverkades av Arenco. Det var ett kombinerat centralsikte och centralinstrument och betjänades av två man, en sidriktare och en avståndsriktare. Instrumentet var elektromekaniskt och försett med ett periskop som utnyttjades både för målfångning och målföljning. Periskopets vinkelvärde gick direkt in i instrumentet. Eldledningen utnyttjade radar PA-39 både för invisning och för följning i avstånd och även i bäring när sikten var dålig. Vid följning användes B-indikatorpresentation av målet. Skjutelement beräknades för tre pjäser grupperade inom 500 m från eldledningen.

Cig 710 finns i dag kvar i några försvarsanläggningar som bevarats, bl a på Hemsö och i Femörefortet i Oxelösund.



Cig 710. Periskopets nederdel syn upptill till vänster i bilden. (foto författaren)

Arte 719, Mareld

I mitten av 60-talet var det dags för en ny stor anskaffning av eldledningsinstrument för att ersätta en del av de äldre utrustningarna för sjömålsartilleri. FMV utarbetade en kravspecifikation som sändes ut till ett antal tänkbara leverantörer såväl inom Sverige som utomlands. Beställningen togs till slut hem av Philips Teleindustrier i Sverige i hård konkurrens med Selenia i Italien. Kontraktet tecknades 1965 och avsåg 38 radarbaserade eldledningssystem för såväl fast som rörlig installation. I beställningen ingick 117 ballistikräknare och pjäsanpassningar fanns för 7,5 cm fasta och rörliga pjäser, 10,5 cm pjäs m/50, 15,2 cm fasta och rörliga pjäser samt 21 cm rörlig pjäs.

Ansvarig för framtagningen av kravspecifikationen och projektledare i FMV var chefen för radarsektionen Åke Carlestam. Han ville lätta upp den torra tekniska texten i specifikationen och infogade därför här och var några passande citat ur litteraturen. Redan i inledningen stod det:

Polonius: what do you read, my lord

Hamlet: words, words, words

Polonius: though this be madness yet there is method in it

och i avsnittet där kraven sammanfattades på vad systemet skulle kunna citerades några rader ur en fransk visa från 1868:

cet animal est très méchant, quant on l'attaque il se defend

(översatt: detta är ett elakt djur, när det blir anfallet försvarar det sig)

Philips nappade på utmaningen och infogade på liknande sätt lämpliga citat i olika kapitel sin offert. Det blev en uppskattad "kulturduell".

I arte 719 ingick en hoppfrekvensradar på X-bandet med en rundsvepande antenn. Målföljning skedde genom track while scan, dvs målläget observerades varje gång radarn svepte över det och dess läge och rörelse utvärderades med hjälp av en manuell målföljare. Två målföljare ingick så två mål kunde följas samtidigt. I utrustningen ingick också en PPI för målinvisning och översikt. Vid god sikt kunde sedan kikare eller TV och laser utnyttjas för noggrannare bestämning av målfaktorerna. Lasern, som var den första som togs fram i Sverige, levererades av LM Ericsson i Mölndal i konkurrens med ASEA. Laser fick benämningen AML 701 och var en rubinlaser. På den transportabla hyddan för arte 719 satt laser och TV monterade på hyddans tak. I de fasta förbanden med arte 719 användes den fristående mätstationen AML 701. I arte 719 ingick också ett måldatainstrument (placerat på S-platsen) för att ta emot lästa mållägen (sjömål och markmål) från framför allt AML 701 (sjömål) och kunna förse ballistikenheterna vid pjäserna med målläge som en reservmetod.

En hydda med arte 719, laser och radar finns bevarad i Teleseum i Enköping och finns sparad även på andra ställen.



Arte 719 i hydda (foto Philips)

AML 701 var egentligen namnet på den första avståndsmätande laser som skaffades till Kustartilleriet men har också använts som benämning på hela den mätstation i vilken lasern ingick. Mätstationen utnyttjades i rörlig spärrbataljon. Lasern fanns också monterad tillsammans med en TV på taket av arte 719 hyddorna.

Lasern kom fram i slutet av 1960-talet och var en rubinlaser, dvs med en våglängd inom det synliga området. Räckvidder upp till 30 km kunde uppnås vid riktigt klart väder och mätnoggrannheten var 10 meter.

Lasern tillverkades av Ericsson i Mölndal.



AML 701 (foto författaren)

Arte 724

När de nya ERSTA-batterierna i början av 70-talet skulle tas fram undersöktes möjligheten att fortsätta med arte 719 som eldledning. Detta bedömdes som lämpligt men samtidigt gick den tekniska utvecklingen hela tiden framåt och kraven på eldledningen ökade successivt så det som så småningom beställdes blev en ny datoriserad eldledning som fick benämningen arte 724. Leverantör var fortfarande Philips Teleindustrier och stora likheter med arte 719 fanns kvar men prestanda var utökade och bl a kunde fler mål följas samtidigt och eldledningen kunde även användas för markmålsbekämpning. Pjäserna kunde vara placerade på stort avstånd från själva eldledningen och var därför försedda med separata pjäsdatorer. Arte 724 kunde lämna måldata till andra batterier och även ta emot måldata från andra eldledningar i området. Den radar som hörde till eldledningen var i princip samma som i arte 719 men antennen var nu fällbar och fick ett kraftigt skydd. Radarn kunde fällas upp och göras startklar på mindre än en minut. I systemet ingick också en simulator för övningsändamål.

16 st arte 724 anskaffades varav 8 var avsedda för ERSTA-batterierna, 3 för utbildning, 3 för ersättning av cig 709 i 10,5 cm batterierna m/50 och 2 för 15,2 cm batterier m/51.



Arte 724 i Hemsöbatteriet (foto författaren)



Arte 724 radarantenn i uppfällt läge (från boken Stockholms kustartilleriförsvär 1914-2000)

Arte 727 var i princip en rörlig variant av arte 724 men nu byggd med modernare komponenter. Arte 727 ingick i kustartilleriets 12/80-förband.

Den ingående spaningsradarn var nu en K_u -bands hoppfrekvensradar på en släpkärra. Antennen var placerad på en hydrauliskt uppfällbar mast och på denna fanns även ingående optronik. Övergången från X- till K_u -band gjordes för att skapa högre rörlighet genom att antennen blev mindre. Samtidigt introducerades cirkulärpolarisation för att kunna få bra följeegenskaper även i kraftigt regn. Radarn kunde placeras på långt avstånd från eldledningen och alla data överfördes på fiberoptiska kablar. Automatisk målföljning av 30 mål kunde ske. Måldata kunde också erhållas från Strika.

12 system anskaffade och leverantör var liksom tidigare Philips.



Radare till arte 727 (fotograf okänd)

Arte 728 var en rörlig mätstation för Ersta och för 12/80-förbanden. Den innehöll två kikare och en laser. I arte 728 ingick ett målfilter som utvärderade rörelsen i bäringsled styrde siktet så att operatören bara behövde övervaka och göra eventuella korrigeringar när siktet följde väl.

Arte 728 togs fram av PEAB.

Den ingående lasern var av typ Nd-Yag med våglängden $1,06 \mu\text{m}$ och pulslängden 20 ns. Räckvidden kunde uppgå till 20 km vid goda siktförhållanden. Lasern hade benämningen **AML 702** och tillverkades av Ericsson.

Totalt anskaffades 23 st arte 728.



Arte 728 (foto författaren)

Arte 734

På 1990 talet togs den bärbara mätstationen arte 734 fram. Denna var avsedd för amfibiebataljonen för att leda eld mot sjö- och markmål.

Mätstationen bestod av två delar, en sensorenhet och en beräkningsenhet. Sensor-enheten bestod i grunden av en kikare med integrerad Nd-Yag laser kompletterad med en bildförstärkare samt en manöverenhet innehållande fältmätfunktioner och ett gyro för nordsökning. Beräkningsenheten byggdes på en ruggad PC-plattform som förutom eldlednings- och fältmättningsfunktionalitet fick en gränsyta mot det då nya radiosystemet RA800.

12 st. arte 734 beställdes från Celsius Tech och 200 beräkningsenheter. Underleverantör av sensorenheten var det schweiziska företaget Teldix. Beräkningsenheterna kom att användas som gränsyta mellan befintliga arte (719, 724, 727, 728) och pjäser, granatkastare samt radiosystemet RA800, därav det stora antalet. Rb 17 lasersensor kunde användas som sensorenhet till beräkningsenheten i arte 734 och invisning från arte 734 till rb 17 kunde göras.

Arte 734 med den då nya Ra800 var interoperabel med arméns artillerisystem med Dart-funktionalitet och kunde leda eld med arméns system för indirekt eld (haubits och granatkastare).



Arte 734 sensorenhet och beräkningsenhet

Eldledning för luftvärn i KA

I mitten av 1950-talet anskaffades ett stort antal luftvärnseldledningar med benämningen **cig 703** från det franska företaget CSF avsedda för lv-troppar utrustade med 40 mm akan m/48. Dessa har beskrivits i FHT-dokumentet *Kustartilleriets franska eldledningar* och överhoppas därför här.

Under 1970-talet bedömdes det dock nödvändigt att omsätta och modernisera kustartilleriets luftförsvar. Efter studier och utredningar blev så småningom beslutet att som eldledning anskaffa **arte 725** även kallad Kalle (KA lätta luftvärnseldledning) som då blev en del av kustartilleriets nya luftvärnssystem LVS 75 M. Arte 725 beställdes från Philips Teleindustrier men systemet kom att bestå av delar från tre olika företag, Philips, SAAB och Ericsson. 53 system inköptes och av dessa var 18 mobila. I systemet ingick en siktesdel med TV, laser och IR-följare och en eldledningsdel med presentationsorgan. Saab svarade för siktet med TV och IR-följare, Ericsson för lasern och Philips för eldledningen och systemsammanhållningen. Arte725 fanns i såväl fast som rörligt utförande.



Arte 725 i hydda. Från KA-museet på Aspö (foto författaren)



Arte 725 sikte (bild från Bunkerboken)

Arte 725 var förberett för att ta emot data från en IR-spanare för invisning av mål. Framtagning av en sådan beställdes från SAAB i Linköping och bedrevs som ett utvecklingsprojekt. Utvecklingsarbetet präglades av mängder av utmaningar och problem och kom att pågå under mycket lång tid. En av flera utmaningar var till exempel att kunna skilja flygplan och helikoptrar från insekter på nära håll.

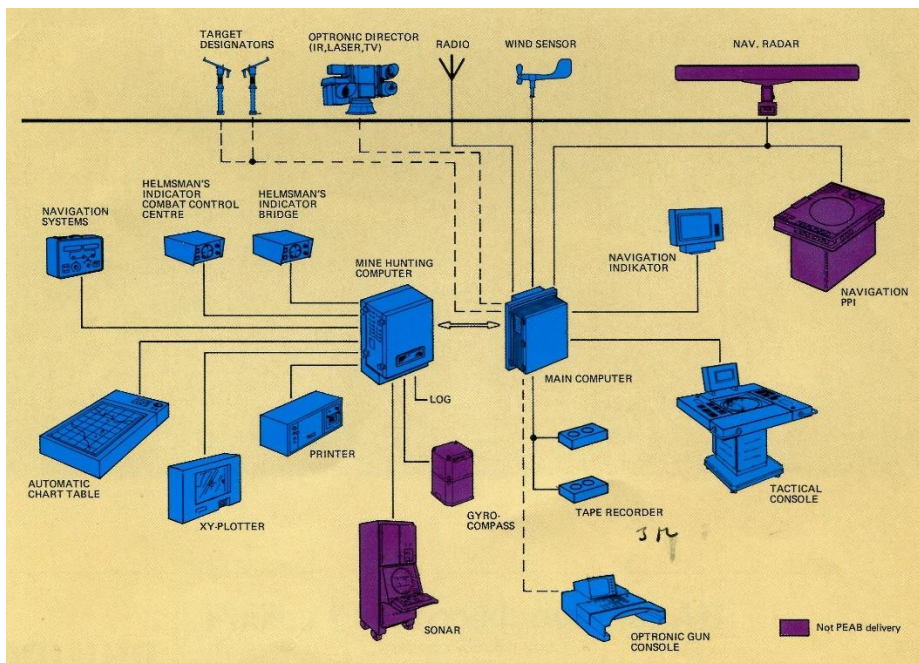
När leverans av beställda system till slut kunde ske hade man kommit fram till den tidpunkt då hela kustartilleriet lades ner och IR-spanaren kom därför aldrig till någon riktig användning. IR-spanaren hade namnet **IRS 725**. Cirka 20 exemplar levererades.

Minröjning

Minröjning har genom åren främst skett med hjälp av minsvepare utrustade med olika typer av minsvep. Tidigare fartyg var inte utrustade med någon speciell ledningsmateriel. I början av 80 talet togs dock fram sju fartyg som gick under benämningen minjaktfartyg. Första fartyg i serien var **Landsort** som gav namn åt typen. Fartygens huvuduppgift var minjakt och minsvepning men skulle även kunna utnyttjas för kustnära spaning och insats mot ubåtar. Fartygen utrustades med minjaktsonar och fjärrstyrda obemannade undervattensfarkoster för identifiering och förstöring av minor. Alla dessa uppgifter ställde krav på ett ledningssystem och som sådant anskaffades ett minjaktssystem från Philips som fick benämningen **Maril 890**.



Maril 890 på Landsort (okänd fotograf)



Maril 890 blockschema (de enheter som är anslutna med streckade linjer ingick inte)

Senare, i mitten av 90-talet, anskaffades en serie mindre minröjningsfartyg där första fartyget fick namnet **Styrsö** och därmed gav namn åt den klassen. Dessa skulle kunna utföra minsvepning, minjakt, sjöövervakning mm. Här gick beställningen av ledningssystemet till företaget Erisoft i Luleå, ett dotterbolag till Ericsson, som tog fram detta tillsammans med det danska företaget Eiva, specialiserat på hydrografi och undervattensteknik. I systemet ingick funktioner för navigering, kartpresentation, ledhantering, hantering av svep och släpsonar, ROV-styrning, datakommunikation, registrering, bildanalys mm. Systemet kallades av leverantören för Erimis.

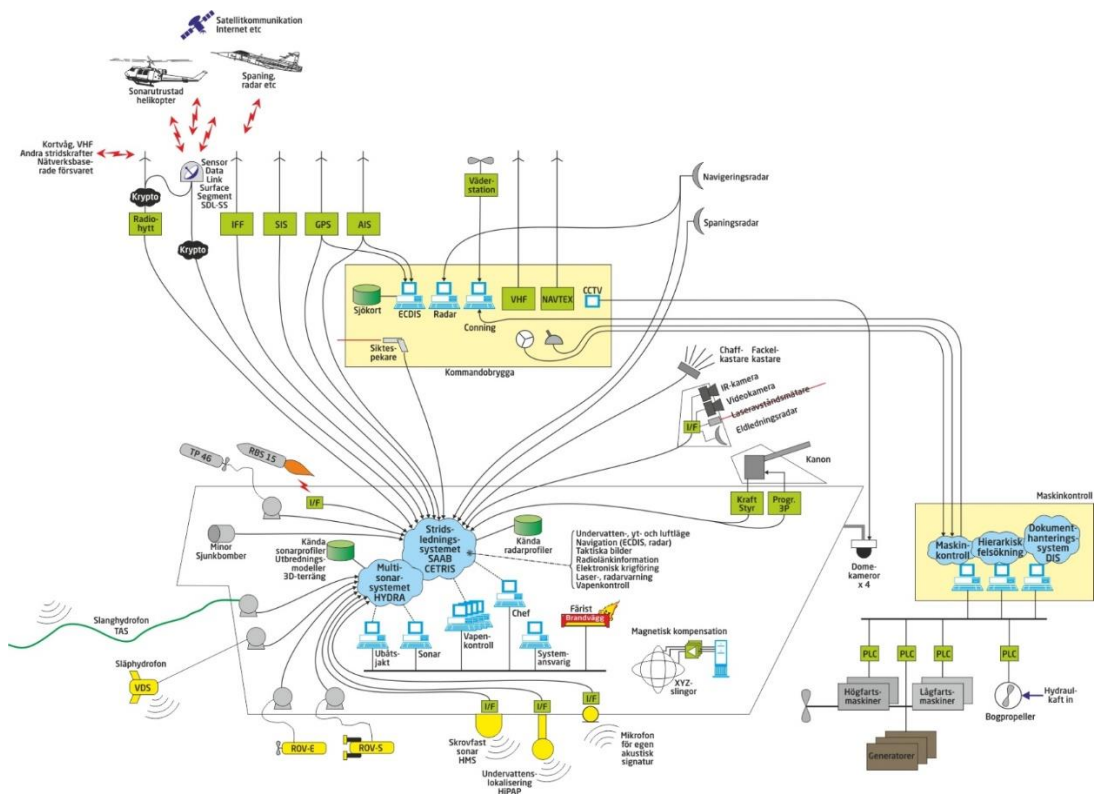


HMS Styrso och ledningssystemet ombord (foto Marinen)

Avslutning

Genom åren har, som framgått av texten, ett stort antal olika ledningssystem tagits fram för användning inom marinen. Systemen har oftast legat på teknikens framkant när de specificerats och börjat tillverkas, varit moderna när de levererats men börjat bli ålderstigna redan när de väl kommit i praktiskt bruk och användarna lärt sig hantera dem. Teknikutvecklingen inom det här området går väldigt snabbt. Ledtiderna för framtagning av försvarssystem är också oftast långa. Som exempel kan nämnas att tiden från det att ett stridsfartyg börjar projekteras till dess att det kan överlämnas i färdigt skick till användarna oftast är minst tio år och ingående delsystem har ofta måst läsas till mått och vikt och prestanda i ett tidigt skede.

Utvecklingen allmänt inom datorområdet drevs länge av försvarsindustrin i världen och de militära kraven. Under 70-80-talet tog dock behoven från den civila marknaden mer och mer över och i dag drivs utvecklingen helt av de civila behoven och försvarsindustrin utnyttjar färdigutvecklade produkter (COTS) till mycket stor del. I stället är det nu programvaran som genererar de höga kostnader som fortfarande är förknippade med försvarsmaterielen.



2000-talssystem

Ledningssystem i marinen under 50 år. En kortfattad genomgång.

FHT/M 02/2017