

Nyere aspekter i krigsskibsbygning

Af Kommandørkaptajn Urban H. Gad

623.82

Indledning.

Det er ofte sagt, at den tekniske udvikling sker i hastigt tempo, således at eksisterende materiel hurtigt forældes. Hastigheden er dog af relativ størrelse. Ny opfindelser kommer måske i hurtig rækkefølge målt i måneder og år, men når disse opfindelser skal føres ud i det praktiske liv, er tempoet væsentlig langsommere, idet det nye materiel skal fremstilles og indpasses i organisationen, og personellet skal uddannes i betjening o. s. v. I vore dage må man regne med, at der går mellem 5 og 10 år mellem den første streg på tegnebordet og opstilling ombord. Enhver marines materiel må derfor nødvendigvis være en blanding af gammelt og nyt.

Den tekniske udvikling følger i princippet to linier, dels en gradvis forbedring af, hvad der i dag populært kaldes konventionelle våben og hjælpemidler, dels springvis i form af fremkomsten af noget nyt og hidtil ukendt. Det medfører dog sjældent fuldstændig bortfald af noget af det gamle, snarere tilføjelse af et nyt område.

Inden for krigsskibsbygningen er det i særlig grad atomenergien og de elektroniske hjælpemidler, der præger udviklingen. Atomenergien — både som våben og som drivmiddel — har medført nye konstruktioner og indførelsen af særlige former for beskyttelse.

Som våben har det store virkningsområde medført ændrede forudsætninger for taktikken.

De elektroniske hjælpemidler har bevirket, at modstanderen kan lokaliseres, selv om han ikke kan ses, f. eks. i mørke og tåge, og også under vandet.

Ligesom tidligere har nye våben ført til nye hjælpemidler. Stort set har kampen mellem midler og hjælpemidler været jævnbyrdig. Ingen nye våben har kunnet erstatte søstridskræfter, og der er heller ingen tegn på, at disses betydning er aftagende, men forudsætningerne for deres optræden er ændret.

Den slags søslag, som udkæmpedes mellem flådestyrker under første verdenskrig og tildels under anden verdenskrig, er utænkelige i dag. Dette skyldes først og fremmest luftfartøjerne, som nu spiller en vigtig rolle i søkrigen. Luftfartøjer kompletterer søstridskræfter i kampen om herredømmet på havet, idet de dels tjener til at fremføre visse våben, og dels til rekognoscering.

Den voksende u-båds-trusel samt luftfartøjerne, der har overflodiggjort det svære skibsbårne artilleri, har bevirket, at de fleste marinere, såvel store som små, lægger hovedvægten inden for byggeprogrammerne på lettere skibe, såsom jagere, eskortefartøjer, minestrygere og u-både.

I det følgende skal omtales nogle enkelte af de problemer, som konstruktion af sådanne skibe giver anledning til, men endnu er det for tidligt at komme ind på, hvorledes disse problemer vil blive søgt løst i flådens nye skibe.

Stabilitet og flydeevne.

Krigsskibe må siges at have en forbavsende modstandskraft overfor kampskader. Især i Tyskland interessererede man sig tidligt for dette emne, og opnåede også fremragende resultater, hvilket tydeligt demonstreredes såvel under første som anden verdenskrig. Men også andre marinere har gjort en stor indsats på området. Et eksempel fra anden verdenskrig vil vise, hvor vidt man er nået:

En krydser blev ramt af en luftfartøjstorpedo i det i styrbords side liggende maskinrum, medens den havde 30° krængning til bagbord. Der skete derved brud på styrbords skrueaksel ved gearet, og på grund af farten gennem vandet blev akslen trukket 6 fod agterover, hvorved skodpakdåserne beskadigedes. Agterste maskinrum vandfyldtes som følge af denne beskadigelse, og de 3 foranfor liggende maskinrum vandfyldtes ligeledes på grund af tryk- og sprængstykkevirkning. Det skønnedes, at metacenterhøjden var reduceret til $\div 1,9$ fod 5 minutter efter eksplosionen. I de følgende to døgn lænsedes 1600 tons vand, og 120 tons ovenbords vægte kastedes overbord, hvilket øgede metacenterhøjden til $+ 4,5$ fod. I denne situation blev skibet truffet af endnu en torpedo, men tak-



ket være de anstrengelser, der var gjort for at forbedre stabiliteten, overlevede skibet denne træffer.

Adskillige jagere fik bortsprængt for- eller agterskib ved at løbe på miner, og blev dog hjærget. Fig. 1 viser et eksempel. Det ses, at hele agterskibet inklusive bagbords skrueaksel og agterste kanontårn er bortsprængt.

Det vigtigste middel til begrænsning af skader er en effektiv vandtæt inddeling, og for maskinanlæggenes vedkommende spredning på flere enheder. (Maskinanlæggene vil blive omtalt i et følgende afsnit.)

Et skibs flydeevne sikres dels ved det såkaldte reservedeplacement, d. v. s. den vandtætte del af skrogel, som befinder sig over vandlinien, og dels ved vandtætte tværskibs skodder. For en destroyer kan reservedeplacementet være 110 % eller mere af konstruktionsdeplacementet, og normalt kræves der så mange skodder, at den vil kunne flyde med 3 hovedrum i fri forbindelse med søen, uden at skoddækket noget sted kommer under vand.

De vandtætte skodder bør endvidere placeres med en sådan indbyrdes afstand, at der selv med 2 og om muligt 3 hovedrum i fri forbindelse med søen er positiv metacenterhøjde. Ældre lærebøger i skibsbygning angiver, at en metacenterhøjde på $1\frac{1}{2}$ —2 fod er passende for torpedoboot-destroyers. Det ovenanførte strenge krav til lækstabiliteten medfører, at der må anvendes betydelig større metacenterhøjde. At tilvejebringe så stor metacenterhøjde er ikke noget lille problem, idet skibene i vore dage har en tendens til at vokse opefter. Grundene hertil er flere. For det første kræves der mere plads til beboelse for besætningerne, og for det andet gøres de rum, der er nødvendige for skibets ledelse, stadig større, idet det af hensyn til overskueligheden er ønskeligt at placere det materiel, disse rum indeholder, på en måde, der ikke er særlig hensigtsmæssig, når det gælder udnyttelse af pladsforholdene.

Situationen kan i korthed karakteriseres således:

a. De »militære« vægte kræver mere plads pr. ton, og anbringes højere i skibet. Pladskravet pr. ton kan i et raketbevæbnet skib være mere end det dobbelte af pladskravet i et skib fra begyndelsen af sidste krig.

b. Forbedrede beboelsesforhold kræver mere plads. Forøgelsen kan beløbe sig op til 50 % af, hvad der fandtes i skibe fra sidste krig.

c. Besætningerne er vokset, og antallet af officerer og underofficerer er vokset forholdsvis mest.

Disse krav til plads er noget forholdsvis nyt for krigsskibskonstruktører, der har været vant til at betragte vægten som den begrænsende faktor. Skibenes aftagende »vægtfylde« bevirker, at det nu i mange tilfælde er stabiliteten, der sætter grænsen — hvilket dog naturligvis ikke betyder, at man kan se bort fra Arkimedes' lov —.

Den fornødne begyndelsesstabilitet kan dog tilvejebringes uden større vanskelighed ved at øge vandliniearealet, og dette behøver ikke at få nogen uheldig indflydelse på fremdrivningsforholdene. Til gengæld må middelspantkoefficienten gøres forholdsvis lille, og dette har uheldig indflydelse på stabiliteten ved større krængning. Hertil må dog bemærkes, at overbygningerne bidrager til stabiliteten, når de strækker sig fra borde til borde — vel at mærke, når de er vandtætte.

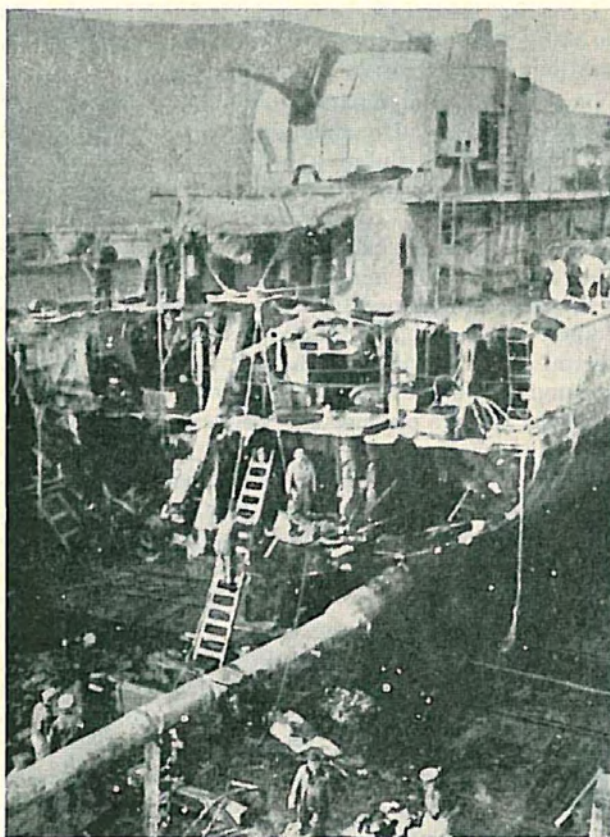


Fig. 1. Jager beskadiget af mine.

Iøvrigt kan det være nødvendigt at gøre metacenterhøjden større end skibets stabilitet kræver for at modvirke tendensen til krængning under drej med høj fart. Jo højere tyngdepunktet ligger, jo større må metacenterhøjden være. Det er sjældent, at handelskibe foretager krappe drej med høj fart, men for krigsskibes vedkommende er god manøvrevevne et miljært krav. Anvendelse af stabilisatorer vil muligvis have en gunstig indflydelse på disse forhold.

For skibe, der skal operere i nordlige farvande, må der desuden tages hensyn til faren for overisning. Denne kan medføre en betydelig reduktion af reservedeplacementet, og — som det fremgår af fig. 2 — vil samtidig arealet under stabilitetskurven samt stabilitetens udstrækning formindskes; tillige reduceres største tilladelige krængende moment, og dette indtræffer ved mindre krængningsvinkel, hvilket alt sammen er udtryk for en svækkelse af stabiliteten. For skibe af jagerstørrelse vil et islag på 15 cm tykkelse betyde en stærkt nedsat modstandsevne overfor vindens og søens påvirkninger, og jo mindre skibet er, jo større

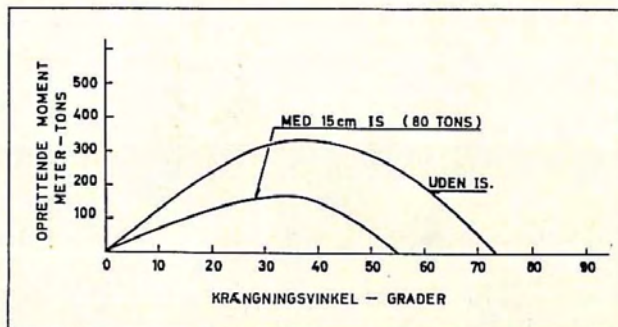


Fig. 2. Stabilitetskurver for eskortejager.

er faren for kæntring. Ved projektering af søværnets nye skibe, der skal stationeres i grønlandske farvande, tages der særligt hensyn til denne fare.

Vandtæt inddeling og stabilitet er dog ikke i sig selv nok til at sikre god modstandsevne. Med henblik på lænsning og brandslukning forsynes skibene med et veludbygget system af pumper med tilhørende rørledninger, ventilkasser og afspærringsmidler. Der kan her anvendes to forskellige principper: En hovedledning strækkende sig gennem hele skibet (i større skibe en ringledning) med tilslutning fra samtlige skibets pumper, og en gruppeinddeling, således at forstå, at hvert af skibets større rum har sit eget, af andre rum uafhængige, pumpesystem. Fordelen ved det første princip er, at alle pumper kan sættes ind på een gang, og der haves reserve, selv om en eller flere pumper skulle falde ud. Til gengæld får man lange rørledninger med deraf følgende øget fare for beskadigelse. Ledningen må derfor forsynes med mange afspærringsmidler, skodventiler o. s. v., hvilket komplicerer betjeningen og stiller større krav til personellens uddannelse.

Ved det andet system undgås skodgennemføringer, og betjeningen simplificeres, men til gengæld kræves der flere pumper, og der haves ikke de samme reserve-muligheder.

I skibe af den størrelse, søværnet anvender, vil man formentlig foretrække det første system, idet man øger sikkerheden mest muligt ved spredning af de fast installerede pumper og medgivelse af et passende antal transportable pumper.

Beskyttelse mod radioaktivitet og gas.

Atomvåben og gas stiller særlige krav til skibenes konstruktive udformning. Der må lægges yderligere vægt på modstandsevnen overfor tryk- og chokpåvirkninger, og besætningen må beskyttes mod stråling, ra-

dioaktivitet og gas, hvilket fordrer, at skibet kan lukkes ovenbords, således at det indre kan isoleres fra den omgivende luft. Skibene opdeles derfor i gasfrie rum og såkaldte gascitadeller. I de gasfrie rum skal alle ventilationsåbninger kunne lukkes. I gascitadellerne skal ventilationssystemerne tillige være således indrettet, at luften kan recirkulere, renses, tilsættes ilt og temperaturreguleres. For at hindre indtrængen af farlige luftarter i gascitadellerne, må disse holdes under et lille overtryk, som tilvejebringes af særlige ventilatorer, der suger fra yderluften gennem gasfiltre. — For maskineriets vedkommende indfører man fjernkontrol og fjernbetjening fra en særlig gas- og lydtæt kabine, d. v. s. at den fjernbetjeningsteknik, der anvendes på kraftcentraler i land, nu er ved at vinde indpas i skibene.

For at hindre, at radioaktive partikler og kemiske krigsmidler bliver liggende, må skibene ovenbords forsynes med et sprinkler- eller overrislingssystem. Forsøg, som er foretaget, såvel herhjemme som i udlandet, synes at vise, at overrisling er at foretrække, idet der ved sprinkleranlæg er en vis fare for, at vandet blæser væk uden at væde de tilsigtede flader. For at få fuld nytte af systemet må der sørges for frit afløb overalt, således at der ikke noget sted kan dannes ansamlinger af vand; tillige må dækkene og overbygninger udformes med afrundede hjørner og kanter, og enhver form for porøse materialer, som f. eks. trædæk, må undgås.

Fig. 3 og 4 viser 2 skibe bygget henholdsvis 1945 og 1956. De forannævnte forholds indflydelse på skibenes udformning fremgår klart af disse billeder.

Beboelsesforhold.

Ethvert skib er et kompromis mellem mange modstridende krav, og i krigsskibe har man ganske naturligt givet de militære krav forret på bekostning af de ikke militære, hvilket kunne have en uheldig indflydelse på bl. a. beboelsesforholdene. I erkendelse af, at gode beboelsesforhold ikke blot kan have betydning for rekrutteringen af personel, men også kan bidrage til, at besætningerne er udhvilede og veloplagte, hvilket sidste er af vital betydning for skibets kampkraft, må det nu betragtes som fastslået, at gode beboelsesforhold er et militært krav på linie med de øvrige militære krav. Men at tilfredsstille dette nye »militære« krav er ingenlunde nogen let sag. Det er allerede nævnt, at pladskravene er vokset.

Grundene hertil er flere:

Skibenes besætninger er vokset betydeligt, hvilket først og fremmest skyldes de mange lette våben og andet materiel, som installeres nu om dage; endvidere har kravet om et konstant, højt beredskab, der er en følge af luftfartøjers anvendelse i søkrigen, medført, at der må haves personel til afløsning på klartskibsposterne, hvor det før var tilstrækkeligt med een mand. — Paradoksalt nok er der altså i en tid,



Fig. 3. Amerikansk jager bygget 1945.



Fig. 4. Canadisk fregat bygget 1956.

hvor mennesker erstattes af maskiner, behov for mere personel; det er muligvis et overgangsfænomen, men for øjeblikket er det absolut et problem af betydning —.

For at gøre sagen endnu vanskeligere, er besætningspladskrav steget kraftigere, end man kunne forvente ud fra det blotte antal. Dette skyldes for det første, at det mere komplicerede materiel kræver bedre uddannet personel, således at det i første række er antallet af officerer og underofficerer, der vokser, og disse personelgrupper er sædvanligvis de bedst underbragte. For det andet tvinger den voksende levestandard marinerne til at give bedre komfort og dermed mere plads til de menige og lavere underofficerer.

Men der er flere ting, der bidrager til vanskelighederne. Under krigen viste det sig, hvor farlige åbentstående vandtætte døre kan være for skibets flydeevne. Antallet af døre er derfor blevet stærkt indskrænket, og en marine gik endda så vidt helt at udelade dem. Jo større krav, der stilles til den vandtætte inddeling, jo færre vandtætte døre bør der forefindes, men dette vanskeliggør i tilsvarende grad trafikken om læ.

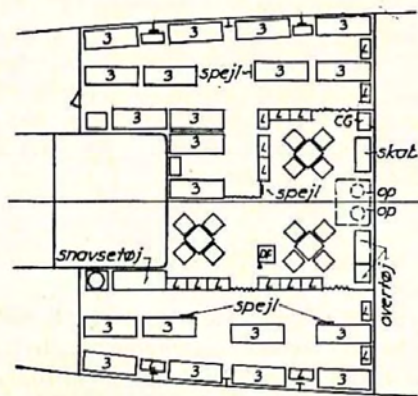
Andre forhold af betydning er udeladelsen af køjer, og frem for alt den højere temperatur, der er en følge af, at der alle vegne om læ opstilles elektrisk og elektronisk materiel, der virker som varmekilder, da kun en ringe del af den tilførte energi omsættes til nytte-virkning.

Så godt som alle mariner har udeladt køjer for at øge skibenes modstandsevne overfor kampskader, men de bidrog i høj grad til personellens velbefindende. De manglende køjer medfører større krav til ventilationsanlæggene, og at rummene virker triste og indelukkede, hvis der ikke træffes særlige foranstaltninger til at imødegå dette.

I betragtning af, at der i nutidens krigsskibe installeres 2—4 gange så stor elektrisk effekt som i skibe af tilsvarende størrelse bygget før krigen, er det indlysende, at uønsket varmeudvikling er blevet et stort problem. Det er derfor ikke mærkeligt, at der foruden ventilationsanlæg må installeres luftkonditionering i stadig større udstrækning. Hensynet til gastæthed skærper kravene yderligere. Nedenstående tabel vil give et begreb om forholdene:

	8000 tons krydser 1936	8500 tons krydser 1957
Antal ventilatorer	46	162
Indblæst luft, m ³ /time	95.000	250.000
Udsuget luft, m ³ /time	41.000	260.000
Recirkuleret og kølet luft, m ³ /time	13.500	115.300
Antal kalorier fjernet pr. time ved køling	35.000	500.000
Længde af ventilations- kanaler i m	1.700	8.800

Det fremgår klart af disse tal, at ventilationsanlæggene har taget et sådant omfang, at der allerede på et tidligt stadium af projekteringen må tages hensyn til dem. Det er nødvendigt nøje at planlægge forløbet af ventilationskanaler, rørledninger og elektriske kabler i hvert enkelt rum, hvilket kræver lang tid og mere personel på tegnestuerne. Søværnet installerer i sine



L = skab
DF = drikkekumme
CG = rengøringsgrej

Fig. 5. Beboelsesområde for menige.

nye skibe ventilationsanlæg af højtrykstypen, hvilket pladsmæssigt skulle medføre en forbedring, samtidig med at risikoen for udbredelse af brand nedsættes.

Selv om det ikke vil være muligt at nå op på den komfort, der bydes besætningerne i handelsflåden, gøres der dog i de fleste mariner — og også i den danske — en stor indsats for at forbedre levevilkårene ombord. Det mest bemærkelsesværdige i denne henseende er afskaffelsen af de traditionelle hængekøjer og indførelsen af faste køjer, hvilket for så vidt er ejendommeligt i betragtning af hængekøjernes mange fordele. Til søs i dårligt vejr er de absolut et behageligere opholdssted end de faste køjer, der i visse tilfælde snarere har karakter af katapulter, de er lette, og de har gang på gang bevist deres egnethed som lækstopningsmiddel. Der må altså have været andre og tungtvejende grunde til de faste køjers indførelse. Den vigtigste er, at de begrænser beboelsetætheden. For var det altid muligt at finde en plads til et par mand ekstra eller noget mere materiel, med det resultat, at beboelsesrummene blev mere og mere overfyldt. Det er sikkert ikke for meget sagt, at beboelsesforholdene ombord i 1940 var ringere end på Nelsons tid.

De faste køjer — ganske vist normalt i 3 lag — sikrer, at hver mand får sit veldefinerede område, hvor han kan sove og opholde sig, og dette område kan ikke tages fra ham. Fig. 5 viser et eksempel på, hvorledes man nu om dage indretter besætningens beboelsesområder.

Samtidig er bespisningen af besætningen henlagt til et særligt rum — en slags kantine. Fig. 6 viser et eksempel på et sådant arrangement.

I visse mariner anvendes dog et helt andet system.

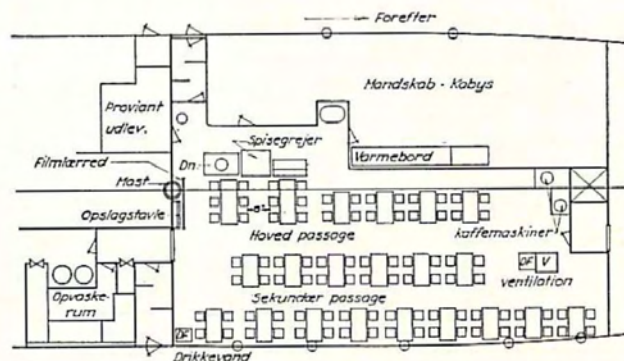


Fig. 6. Kantinearrangement i mindre skibe.

For at øge beredskabet og modstandsevnen til det yderste, deles skibet i indbyrdes uafhængige afdelinger. Besætningen, såvel officerer som mandskab, opdeles tilsvarende, således at alt til en afdeling hørende personel arbejder, spiser og sover her. Det førnævnte kantinearrangement kan derfor ikke anvendes. I stedet bringes maden til besætningen, der således aldrig behøver at fjerne sig ret langt fra klartskibsposterne. Systemet har selvsagt kun betydning i skibe af en vis størrelse og betyder et afgørende brud med de hidtidige traditioner, men det må erkendes, at det kan have sin værdi, hvor der stilles særlig høje krav til beredskabet, som f. eks. for søværnets vedkommende, hvis skibe så at sige uafbrudt vil befinde sig i kampzonen og derfor altid må være klar til øjeblikkelig ildåbning.

Beboelsesforholdene kræver ganske anseelig plads og vægt. Når alt inkluderes — kabys, sanitære installationer, ferskvand o. s. v. — kan der regnes 2,8 m² dørkareal og 1 ton pr. mand. Tages der også hensyn til indflydelsen af denne vægt på maskineriets og brændstofbeholdningens størrelse, vokser skibets displacement med flere gange den ene ton pr. mand. Da prisen for et skib meget vel kan beløbe sig til 20.000 kr. pr. ton displacement, og da besætningens størrelse formentlig er den faktor, der bestemmer skibets størrelse, er det indlysende, at der ved projekteringen bør tilstræbes reduktioner i antallet af besætningsmedlemmer. En reduktion på f. eks. 15 mand i en jager vil kunne medføre en mærkbar formindskelse i både byggepris og driftsomkostninger.

Fremdrivningsmaskineri.

I almindelighed stilles der følgende krav til krigsskibes maskinanlæg:

driftssikkerhed,
lavt brændstofforbrug ved krydsfart kombineret med
høj topfart,
lille vægt,
lille rumfang, heri inkluderet lille højde,
fåtaligt betjeningsmandskab,
lang drifttid mellem kortvarige periodiske eftersyn,
modstandsdygtighed overfor chok,
ringe støj,
hurtig start og
egnethed for fjernbetjening.

Før den anden verdenskrig var valget af fremdrivningsmaskineri en forholdsvis simpel proces: damp-turbiner, når der var tale om stor hestekraft, dieselmotorer til små fartøjer, og enten dampstempelmaskiner eller turbiner for mindre skibe, hvor der ikke var særligt stort krav til hestekraft.

Maskineri til fregatter.

Som tidligere omtalt bygges der efter krigen hovedsageligt mindre skibe, såsom fregatter, minestrygere o. lign., og dermed befinder vi os kraftmæssigt i et område, hvor dampturbiner, gasturbiner og dieselmotorer kan konkurrere med hinanden. Tilhængere af dieselmotorer har fremhævet disses lave brændstofforbrug, fortalene for gasturbiner har påpeget disses ringe vægt- og pladskrav, og de mere konservative tilhængere af dampturbiner har ment, at det ved forbedringer af disse ville være muligt at opnå begge fordele.

For dampturbinernes vedkommende er man nu nået op på damptryk mellem 40 og 50 kg/cm², og damp-

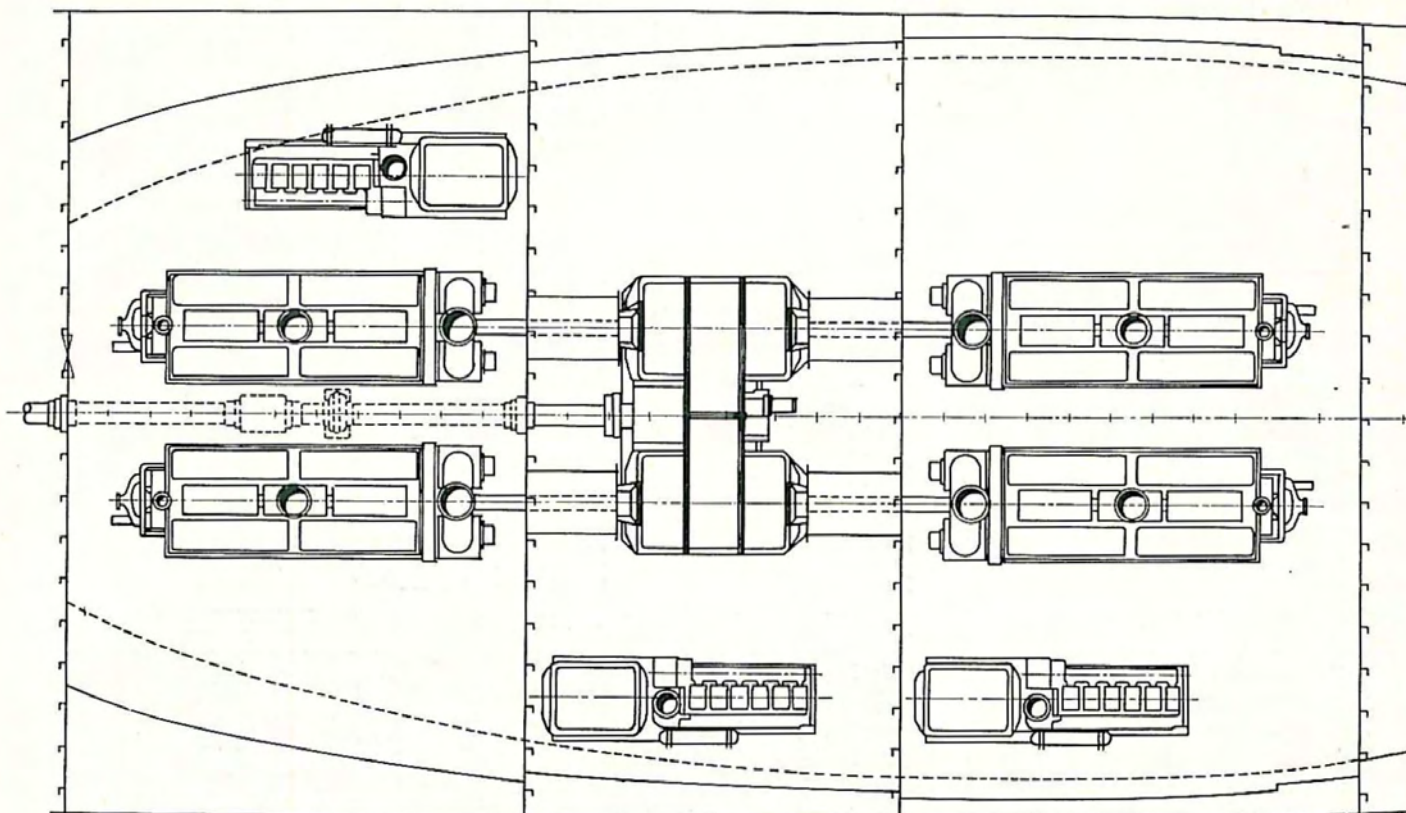


Fig. 7. Maskinarrangement i nye inspektionsskibe.

temperaturer på omkring 700°. Anvendelsen af tryk op til 85 kg/cm² har været undersøgt, men der synes ikke at være meget at vinde ved disse høje tryk. Derimod stiger prisen for maskinerierne voldsomt.

Nedenstående tabel giver nogle data for et anlæg fra midten af 1950-erne, som formentlig kommer det optimale meget nær.

HK	6000	11540	17100	30000
damptryk	50	49	48	40
damptemperatur, °C	715	715	715	635
dampforbrug kg/HK-time	3,03	2,85	2,89	3,46

Indtil videre har gasturbiner som eneste fremdrivningsmiddel ikke vundet indpas i større skibe, hovedsageligt på grund af for stort brændstofforbrug. Der kan i nogen grad rådes bod herpå ved anvendelse af et kompliceret kredsløb med regeneratore o. s. v., men dette medfører, at vægt- og pladskrav nærmer sig dieselmotorernes. Gasturbiner med simpelt kredsløb, som har stor ydelse i forhold til vægten, men som til gengæld har lavere termisk virkningsgrad synes i højere grad at have en fremtid for sig. Et eksempel på denne maskintype vil blive nærmere omtalt i det følgende.

Inden omtalen af de dieselmotoranlæg, der nu anvendes, skal nævnes et forslag til torpedobådsmaskiner fremsat i 1941 af daværende underdirektør E. L. Barfoed. Forslaget gik ud på anvendelse af B. & W. 2-takts direkte omstyrebare trunk-motorer, direkte koblet til skrueerne. Motorernes omdrejningstal var 450 O/M. Underdirektøren lagde i sit forslag vægt på, at der anvendtes gennemprøvede motorer, og at der ved et sådant system opnåedes god manøvreve, hurtigt start og økonomisk drift ved machfart.

Den daværende direktør N. K. Nielsen ved orlogsværftet fremførte en del indvendinger mod forslaget, hvoraf den vigtigste var, at maskinerier bestående af sådanne motorer ville være væsentlig tungere end dampurbiner.

Under og efter krigen har dieselmotorer i nogen grad vundet indpas i krigsskibe, men som regel anvendes noget mindre, ikke helt så langsomtgående motorer, som i et antal af 2 eller 4 kobles til samme skrueaksel. Der opnås herved en særdeles god driftsøkonomi, idet et til farten svarende antal motorer kan kobles ind — dette forudsætter dog, at der anvendes probellere med drejebblade —, og fordelingen af effekten på flere enheder, der kan opstilles i adskilte vandtætte rum, giver tillige stor modstandsdygtighed overfor skader. Eksempelvis kan nævnes maskinanlæggene til søværnets nye inspektions- og opmålingsskibe. Fig. 7 viser disses maskinarrangement.

Som det fremgår af figuren, vil de 4 motorer blive opstillet i 2 maskinrum, der er adskilt af et gear-

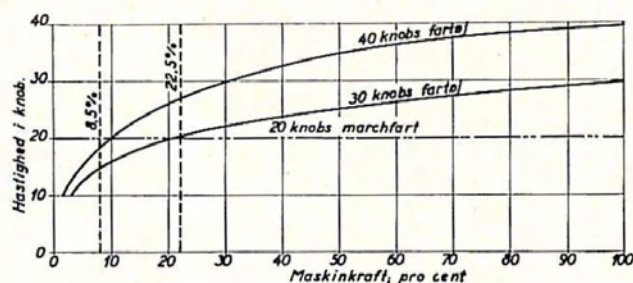


Fig. 8. Effekt/fartkurve for 40 henholdsvis 30 knob skibe.

rum. Motorerne er gennem et fælles reduktionsgear koblet til skrueakslen, og der vil blive anvendt skrue med drejebblade. Det er hensigten at benytte General Motors dieselmotor type 567-C, der også benyttes af statsbanerne i disses nye My-lokomotiver. Denne motor, der er to-takts, har 16 cylindre anbragt i V-form, og leverer 1600 HK ved 800 O/M.

Den amerikanske marine anvender i fregatterne af »Cloud Jones«-klassen et lignende maskinarrangement; og i de engelske fregatter af »Leopard«-klassen har man 2 skrueakslar med hver 4 motorer, som tilsammen leverer 8000 HK ved 920 O/M.

Det er tidligere sagt, at skibene har tendens til at vokse i højden, og at dette har uheldig indflydelse på stabiliteten. Man søger derfor at gøre maskinrummene lavere for at få placeret hoveddækket og dermed tyngdepunktet længere nede og er derved kommet ind på at undersøge mulighederne for anvendelse af kombinerede anlæg, idet de ovenfor omtalte rene dieselanlæg nok tilfredstiller kravet om lille maskinrumshøjde men vanskeligt kan bringes til at præstere tilstrækkelig effekt. Erfaringer fra sejlads såvel under fred som under krig har vist, at krigsskibe til forskel fra handelskibe kun anvender fuld kraft i forholdsvis korte perioder, i nogle tilfælde ikke i mere end 5 % af skibets levetid. Ved krydsfart er der kun behov for en brøkdel af den effekt, der kræves ved topfart, således som nedenstående eksempel vil vise:

Tænker man sig 2 ens skibe med en maksimum-fart på henholdsvis 40 og 30 knob, og skal begge skibene

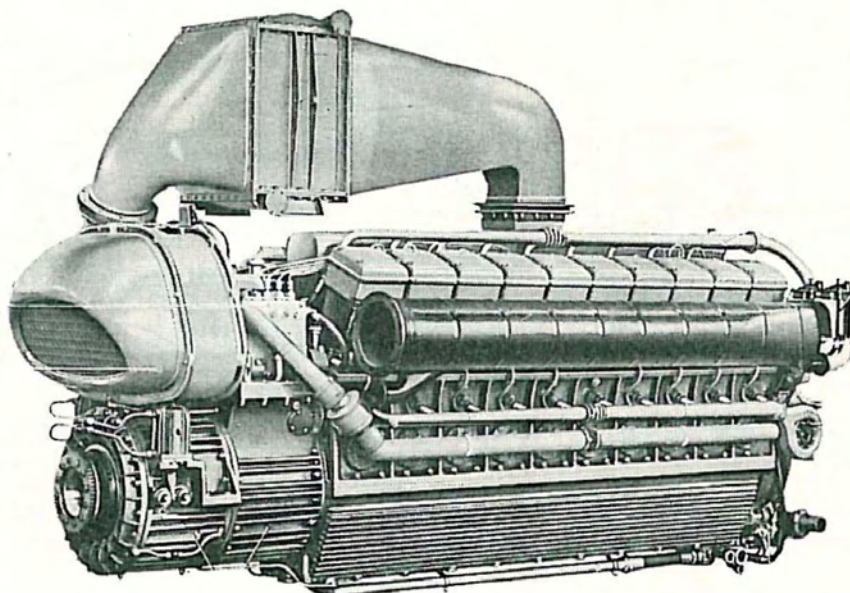


Fig. 9. Daimler Benz motor, type 518.

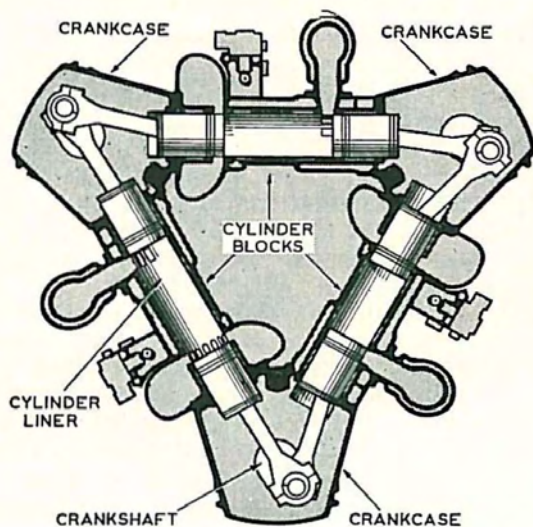


Fig. 10. Principskitse af »Deltic«-motor.

have en marchfart på f. eks. 20 knob, vil der for det første skibs vedkommende til denne fart kun kræves ca. 8 % af den maksimale effekt. For det andet skibs vedkommende ca. 22 %. Forholdet er illustreret på Fig. 8. Det er derfor en nærliggende tanke at installere en eller anden form for maskineri, der ikke fylder for meget, til at tage spidsbelastninger, således at det mere robuste hovedmaskineri kan gøres mindre.

Problemet kan løses ved en kombination af damp-turbiner og gasturbiner, således at damp-turbinerne leverer den for marchfart fornødne effekt, og gasturbinerne kobles til, hvis der skal gøres højere fart. Dette system vil blive anvendt i den engelske marines nye fregatter af »Tribal«-klassen, der så vidt vides vil få én skrue med en maksimal effekt på 22500 HK. Der følger nødvendigvis komplikationer med, som f. eks. automatisk virkende koblinger til gasturbinerne. Til gengæld kan man, når der findes 2 af hinanden uafhængige kraftkilder, reducere antallet af reserveinstal-

lationer, der normalt haves af hensyn til dampanlæggets sikre funktionering. For at kunne udnytte denne fordel fuldt ud, er det dog nødvendigt, at installere bakgear eller drejebordspropellere, således at skibet også kan manøvreres med gasturbinerne alene.

Dieselmotorer og gasturbiner kan også kombineres, således at det i dette tilfælde er dieselmotorerne alene, der benyttes ved marchfart. Eksempelvis kan nævnes de vesttyske fregatter »Emden« og »Köln« der på hver af de to skrueakslar har 2 MAN 16-cylindrede dieselmotorer og 1 Brown Boveri gasturbine. Det opgives, at den samlede hestekraft er 32000.

Motorlorpedobåde.

For disse bådes vedkommende er kravet om stor effekt og mindst mulig vægt, særligt fremtrædende, hvilket medfører, at der må anvendes motorer med meget høje omdrejningstal.

I udlandet har man i mange år anvendt versioner af flymotorer, hvilket dog er en lidet tiltalende løsning på grund af den store brandfare ved benzin.

Da søværnet efter krigen fik sine først motortorpedobåde, gik man, bl. a. af den grund, ind for en tysk type forsynet med dieselmotorer af Daimler Benz fabrikat. Disse, der oprindeligt var udviklet med henblik på anvendelse i zeppelinere, er senere videreudviklet med trykladning og øget omdrejningstal, således at den nu anvendte version, der har 20 cylindre i V-form, maksimalt yder 3000 HK ved 1720 O/M, og kontinuerligt 2275 HK ved 1580 O/M. Motorernes vægt er knapt 6 tons. Bådene har 3 sådanne motorer, der gennem reduktionsgear driver hver sin skrue. Den maksimale fart er over 40 knob.

I tidens løb er der dog fremkommet andre hurtiggående dieselmotorer. Her skal nævnes den af firmaet Napier and Son Ltd. fremstillede »Deltic«-motor. Denne ret ejendommelige 2-takts motor har modgående stempler, og cylindrene er anbragt i trekant, således at der i hvert hjørne af trekanten findes en krumtapaksel. De 3 krumtapaksler er gearret til en fælles driv-

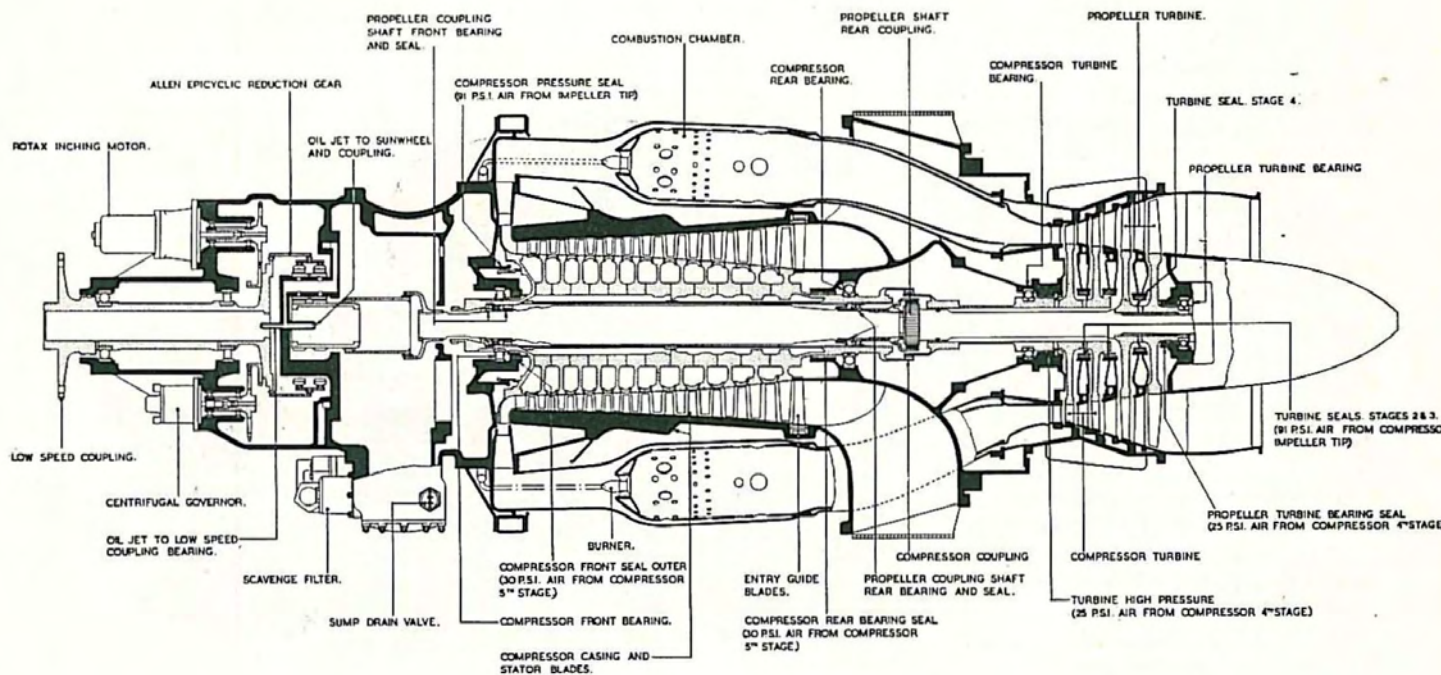


Fig. 11. Marine »Proteus« gasturbine.

aksel. Motoren er trykladet og bygges med 9 eller 18 cylindre. Den 18-cylindrede udgave, som er bygget specielt til motortorpedobåde, yder maksimalt 3100 HK ved 2100 O/M. Kontinuerligt ydes 2400 HK ved 1800 O/M. Vægten er 5370 kg eller 2,2 kg/HK.

Motoren er meget kort og kompakt. Den er derfor let at installere og udtage, hvilket er af betydning for fartøjer, hvor der forlanges højt beredskab, men den kompakte konstruktion bevirker tillige, at der ikke kan foretages egentligt eftersyn om bord.

I de seneste år har gasturbiner begyndt at vinde indpas som fremdrivningsmaskineri for motortorpedobåde. Det er tidligere nævnt, at der findes 2 typer gasturbiner, en tung type med forholdsvis høj virkningsgrad og en let type, karakteriseret ved stor effekt pr. kilo vægt. Forskellige forsøg synes at vise, at den lette type er bedst egnet til brug i krigsskibe. Som et eksempel kan nævnes Bristol Siddeleys »Marine Proteus« Mark 1270. Denne motor er udviklet af »Proteus« propelturbinen. Indretningen af turbinen er vist på fig. 11. Motorens data fremgår af nedenstående skema. Som brændstof anvendes normalt gasolie.

	Max	Kontinuerligt
HK	4320	3450
Kompressor O/M	11750	11250
Gastemperatur for turbine °C	852	787
Brændstofforbrug g/HK/time	257	273
Brændstofforbrug ved tomgang kg/time	160—180	
Max turbine O/M	11600	
Vægt kg	1496	
Vægt kg/HK	0,35	

Fig. 12 viser det påbyggede planethjulsgeær, der nedsætter drivturbinens omdrejningstal fra 11000 til 5000 O/M.

På fig. 13 er vist et eksempel på installationen af Proteus gasturbiner i en motortorpedobåd. Der anvendes her et såkaldt V-gear, der samtidig fungerer som reduktions- og baggear. Propellerne er superkaviterende, med hvilke omdrejningstallet kan holdes så højt som 1800—2500 O/M, således at man undgår, at gearene bliver urimeligt store og tunge. Den samlede vægt af motoren incl. V-gear, luftindtag, udstød, smørelolie med tilhørende tank samt startarrangement er

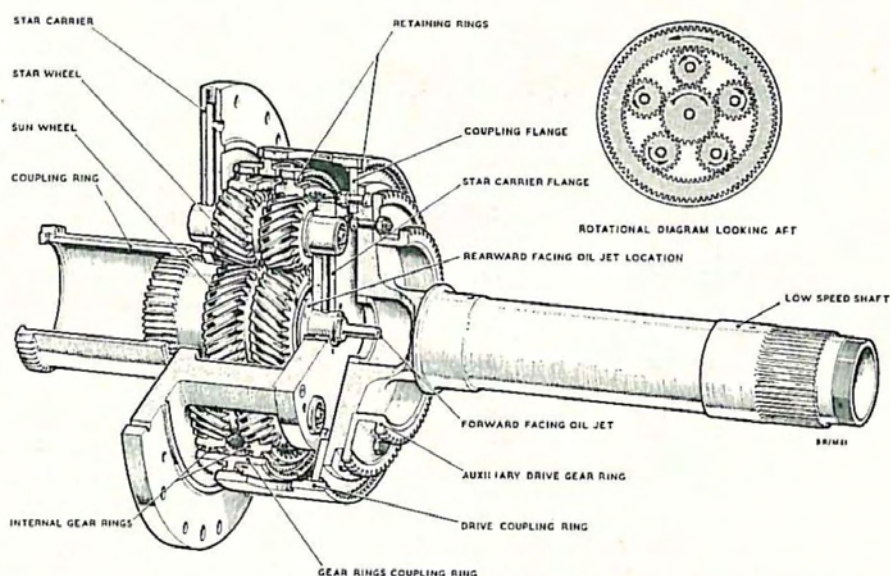


Fig. 12. Reduktionsgear til »Proteus« gasturbine.

kun ca. 3,9 tons, altså væsentlig mindre end selv for en meget hurtiggående dieselmotor med tilsvarende effekt. Som det fremgår af det ovenfor anførte skema, er brændstofforbruget en del større end for dieselmotorer, men en undersøgelse vil vise, at for aktionsradier op til 600 sømil vil gasturbinerne give større fart og aktionsradius end de hurtiggående dieselmotorer, når det forudsættes, at vægten af maskinanlæg + brændstof er den samme i begge tilfælde. Den engelske motortorpedobåd »Brave Borderer«, hvis maskinanlæg består af 3 sådanne motorer, har opnået en fart på over 50 knob.

Der er dog andel og mere end den store effekt og den ringe vægt, der gør denne maskintype tiltrækkende. Den i sammenligning med dieselmotorer simple konstruktion giver grund til at håbe, at gasturbiner af den her omtalte type vil være driftsikre og lette at vedligeholde, således at der for eksempel kan spares maskinpersonel.

De synes endvidere at være egnet som kraftkilde i ministrygere, hvor det specielt er af vigtighed, at skibets magnetfelt er så svagt som muligt, og der ikke udsendes for megen støj. F.eks. er de fri for lavfrekvensstøj, som er vanskelig eller umulig at eliminere,

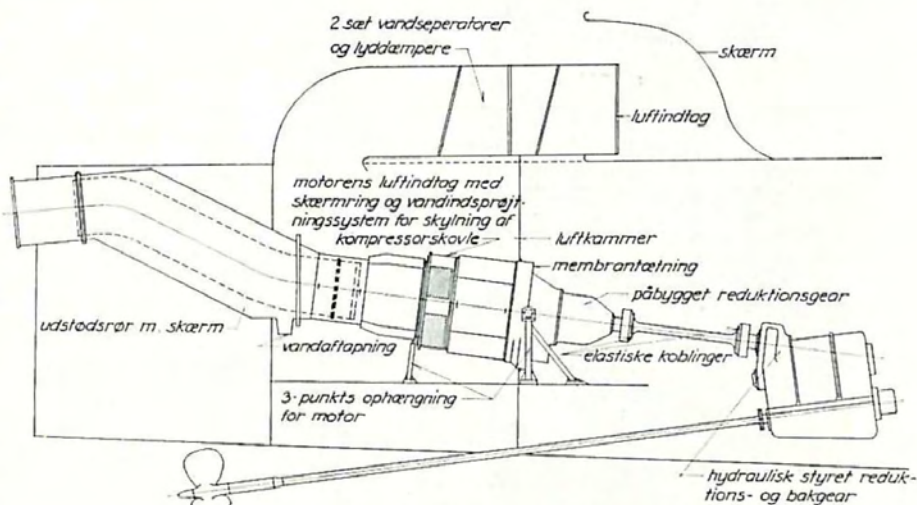


Fig. 13. Installation af gasturbine i motortorpedobåde.

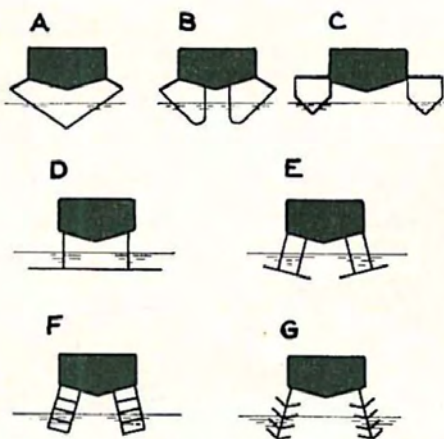


Fig. 14. Bæreplaner til bæreplansbåde.

når der er tale om stempelmaskinerier. Formentlig ville man kunne opnå endnu bedre resultater i denne henseende, hvis man anvendte dem som propelturbiner, hvorved tillige skruestøjen ville bortfalde, samtidig med at magnetfeltet under skibet yderligere ville reduceres på grund af den høje placering.

Denne motortype synes også at kunne finde anvendelse som spidsbelastningsmaskinerier til større skibe.

Indskudsvis skal her anføres et par bemærkninger om bæreplansbåde. Den vigtigste fordel ved disse både er deres forholdsvis ringe effektbehov, der gør det muligt med eksisterende motorer at opnå farter mellem 60 og 100 knob. I den lavere del af dette fartområde anvendes kavitationsfri bæreplaner; i den højere del superkaviterende bæreplaner. Den øvre fartgrænse må derfor tages med forbehold, da der endnu ikke foreligger tilstrækkelige erfaringer med de sidstnævnte bæreplanstyper, men af styrkemæssige grunde forekommer denne grænse sandsynlig. Bæreplansbådene har hovedsagelig været anvendt i mere lukkede farvande, hvor der ikke stilles så store krav til deres sødyg-

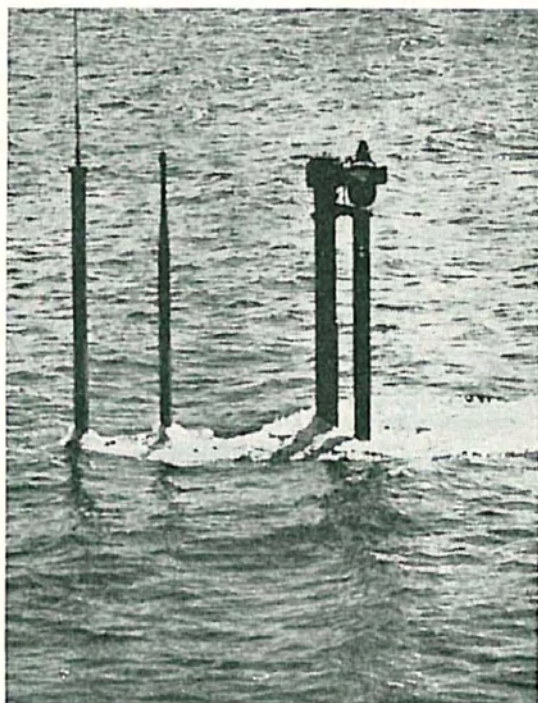


Fig. 15. Snorkel.

tighed; det ser dog ud til, at søgenskaberne i mange tilfælde er bedre end konventionelle både. Det har vist sig, at så længe bølgenes højde ikke er større end 2 gange afstanden mellem vandoverflade og skrog, er det muligt at gå med nærlig fuld fart. Desuden har bådene roligere og blødere bevægelser end rundspants- og glidebåde. Oprindeligt var manøvrevevnen overordentlig dårlig, men denne vanskelighed synes nu overvundet. Bådene har vundet en del indpas i passagertrafik, men endnu er det for tidligt at spå om bådernes muligheder til militære formål. Der foregår en ret livlig forsøgsvirksomhed i flere lande, og først når resultater herfra foreligger, vil det være muligt at sige noget endeligt. På forhånd kan der gøres et par enkelte indvendinger mod bådene: Da skroget jo er helt ude af vandet, når der gås med høj fart, udgør det et forholdsvis stort mål, og ved langsom fart bliver dybgangen meget stor på grund af de nedragende bæreplaner.

Undervandsbåde.

Konventionelle u-både er udstyret med dieselelektrisk maskineri samt akkumulatorbatteri, der leverer strøm ved neddykket sejlads. Før krigen og i de første krigsår var det nødvendigt, at bådene var uddykket, medens der opladedes batterier. Radarens voksende effektivitet og anvendelse af fly tvang i de sidste krigsår u-bådene bort fra havets overflade, og dermed så det en overgang ud til, at u-bådstrusen een gang for alle var elimineret, idet aktionsradien ved sejlads på batterier alene var meget begrænset. Som det er gået så ofte før, varede det dog ikke længe, før de nye våben havde fremkaldt nye modmidler, og allerede under krigen fremkom den såkaldte snorkel, en slags luftmast, der gjorde det muligt for u-båden at sejle neddykket med dieselmotorerne i gang og at lade batterierne op uden at dykke ud.

Samtidig arbejdedes der med planer om maskinerier, der var uafhængige af luftens ilt, og som skulle give større neddykket fart og længere aktionsradius, end der kunne opnåes med akkumulatorbatterier. Den tyske marine byggede nogle enkelte u-både med såkaldte Walther-turbiner. Som »brændstof« anvendes her stærkt koncentreret brintoverile og olie. Ved spaltning af brintoveriltten dannes vanddamp og fri ilt, samtidig med at varme frigøres. Blandingen ledes til et forbrændingskammer, hvor olie og vand indsprøjtes. Forbrændingsprodukterne — vanddamp og kuldioxid — driver kraftturbinerne og ledes derefter overbord, hvor kuldioxiden absorberes af vandet. Der kunne med dette system opnåes væsentlig større hestekræfter end med de batteridrevne elektromotorer, men aktionsradien var stadig utilstrækkelig. Forsøgene fortsattes derfor efter krigen i England og U.S.A., men uden større begejstring, da vanskelighederne var mange ved det meget komplicerede maskineri, og brintoveriltten var overordentlig farlig at arbejde med, da den på grund af sin store villighed til at afgive ilt let kunne give anledning til brande af eksplosionsagtig karakter.

Tyskerne eksperimenterede endvidere med dieselmotorer med lukket kredsløb, d. v. s. at udstødningsgasserne recirkuleres under tilsætning af ilt. Systemet synes at rumme større muligheder end Walther-turbinerne, men på grund af tilstedeværelsen af ren ilt er brandfaren stadig stor, og iltflaskerne betyder en ikke ringe vægtforøgelse.

I de store mariner er disse systemer nu helt forladt

til fordel for atommaskineri, der har givet u-bådene helt ny og uanede muligheder. Alle i drift værende reaktoranlæg er af trykvandstypen, hvor der som primært kølemiddel anvendes vand under tryk på 120 kg/cm², medens damptemperaturen i det sekundære system er ca. 275°.

Atomenergi.

Fordelene ved atomenergi er uafhængighed af svinde olieforsyninger, kraftig forøgelse af aktionsradius og uafhængighed af luftens ilt. De to sidste egenskaber bevirker, at atomdrift, som allerede nævnt, er af særlig interesse for u-både, men det synes givet, at atomenergi vil fortrænge olie som kraftkilde også i større overfladeskibe, akkurat som olien i sin tid fortrængte kullene, idet man ved atomenergiens hjælp vil kunne opnå en bevægelsesfrihed, der helt vil ændre tempoet i søkrigsoperationerne og gøre konventionelle krigsskibe håbløst forældede. Processen er allerede godt igang, og den traditionelle modstand mod nye ting viger hurtigt overfor de sidste års overbevisende demonstrationer af atomenergiens muligheder.

Foreløbig er atomdrift uden interesse for søværnet, dertil er skibene for små, og der er kun for ganske enkelte skibes vedkommende behov for virkelig stor aktionsradius. Derimod kan den meget vel få betydning for handelsflåden, idet der må regnes med, at den stigende anvendelse efterhånden vil bringe priserne på anlæg og brændsel til at falde så meget, at konkurrencen kan tages op med konventionelle anlæg, i hvert fald for store skibes vedkommende. Der er dog endnu lang vej igen; det kan således nævnes, at reaktoren til det amerikanske N/S »Savannah«, hvis maskinkraft er 20.000 HK, koster 9,87 mill. \$. Desuden er der meget store sikkerhedsproblemer.

Telemateriel.

I søkrigsførelsen er det — som iøvrigt i al anden krigsførelse — af vigtighed at kunne bringe egne styrker i gunstig position. For at opnå dette kræves hurtige og pålidelige kommunikationsmidler, desuden varslingsmateriel, ved hjælp af hvilke fjendens bevægelser til stadighed kan følges — helst uden at egne bevægelser røbes — samt materiel til registrering og bearbejdning af de indsamlede måldata.

Kommunikationsmateriel.

Trængslen i frekvensbåndet har medført, at der i dag må stilles meget store krav til nøjagtigheden af såvel sendere som modtagere, samt at man må finde på udveje til at begrænse det frekvensspektrum, som hver enkelt sender optager, og desuden må kommunikationerne kunne udføres hurtigere, end det tidligere var tilfældet.

Det militære krav er desuden, at kommunikationerne kan gennemføres så vidt muligt til trods for tilsigtede eller utilsigtede forstyrrelser.

Tendensen har som følge af ovenstående været at få styretrinen i radiosendere til at arbejde med en nøjagtighed, der er tilstrækkelig stor til, at forbindelsen umiddelbart kan etableres, uden at telegrafisterne skal søge i længere tid.

Til civil brug er krystalstyring af sendere efterhånden det almindeligste, og en krystalstyring kan i hensigtsmæssig udformning opnå nøjagtigheder på f. eks. 1×10^{-6} .

Til militært brug er krystalstyring imidlertid ikke altid tilstrækkelig. I LF-, MF- og HF-områderne må senderens frekvens kunne varieres i de tilfælde, hvor en forstyrrelse optræder på den normale arbejdsfrekvens. Ligeledes stiller det meget store antal kommunikationskanaler krav om, at senderne kan anvendes på en lang række frekvenser, således at krystalstyring i mange tilfælde af den grund er uanvendelig.

Til nogle af de vigtigste sendere indføres efterhånden såkaldte Frequency Synthesizers, bestående af en meget stabil krystalstyret oscillator, hvis frekvens deles flere gange — f. eks. i forholdet: 10, 100, 1000 o.s.v.

Ved passende kombination af de således fremkomne frekvenser kan enhver ønsket senderfrekvens med tilstrækkelig stabilitet udtages.

Til visse kommunikationer, specielt til luftfartøjer, er det nødvendigt at tage hensyn til Doppler-effekten. (Som eksempel kan nævnes, at radiofrekvensen fra et luftfartøj, der med en hastighed på 600 knob bevæger sig imod en landstation, vil ændre sig ca. 1×10^{-6}).

Der stilles sædvanligvis krav om større udgangseffekt til militært udstyr end til civilt, og for at begrænse forbruget af frekvenser, er der til visse formål blevet indført Single-Side-Band på telefoni.

Kravet om hurtigere overførelse af meddelelser imødekommes ved at anvende radiofjernskrivning, toneskift på VHF og UHF, og frekvensskift i de andre bånd.

Denne maskinelle modtagning er dog kun et led på vejen til overføring af en del af meddelelserne i digital form.

Ønsket om et stort antal kommunikationskanaler samt behovet for frekvenser i VHF-området til civile formål — f. eks. fjernsyn — har medført, at en stor del af den taktiske, militære kommunikation er flyttet til UHF-området, d. v. s. frekvenser fra ca. 200—ca. 400 Mc/s.

Udviklingen kan illustreres yderligere ved at nævne, at i et skib af fregatstørrelse er det ikke ualmindeligt at anvende op til 4 radiorum, hvor der tidligere kun blev anvendt 1 rum.

De 4 rum er:

Modtagerstation.

Senderum, anbragt i nogen afstand fra modtagerstationen, f. eks. agter.

Nødradiorum.

VHF- og UHF-station.

I større skibe kan antallet være højere end her nævnt.

Den samlede installerede elektriske effekt for radiomateriel i en fregat er ca. 15 kw mod tidligere 2—5 kw.

Varslingsmidler.

De nye våben, som kan virke på større afstande end tidligere — samt de meget højere fart, der i dag opereres med, har stillet krav om varslings på større afstande.

Som bekendt blev radar indført under 2. verdenskrig, men udviklingen af radar-materiel har i de godt 15 år, der er gået, bevirket en udpræget specialisering.

Medens små skibe på grund af vægt, plads- og personforhold stadig må klare sig med en kombineret varslings- og navigationsradar, vil der i skibe af fregatstørrelse blive installeret:



Fig. 16. Interior fra kampinformationscentral.

Luftvarslingsradar,
overfladevarslingsradar,
navigationsradar og
artilleriradars.

De oplysninger, der fæses fra radaren, skal imidlertid kunne filtreres og bearbejdes i løbet af kortest mulige tid, hvilket stiller store krav til den såkaldte kampinformationstjeneste.

Det meget store antal informationer, der kan indhentes ved hjælp af radar, kan i større skibe efterhånden ikke overkommes blot ved manuel registrering, hvorfor der i disse større skibe indføres forskellige mekaniske og elektroniske regneapparater, der til stadig-

hed kan holde rede på de forskellige mål og bearbejde målenes data.

For at gøre radartjenesten så sikker som mulig imod tilsligtede eller utilsigtede forstyrrelse, stilles der stigende krav til radaranlæggets udgangseffekt, og til mulighederne for at skifte frekvens, og kravene om bedre opløsning og større rækkevidde giver sig også udtryk i ønsket om snævrere udstråling fra antennerne. Dette medfører bl. a., at antennedimensionerne vokser, samt at antennen af hensyn til rulning må stabiliseres.

Rent konstruktivt kan disse krav kun løses på bekostning af vægten, og som eksempel kan nævnes, at en stabiliseret antenne til luftvarsling på kortere afstande vejer ca. 1200 kg.

Også materiel til varsling under vandet skal findes i et moderne skib.

Under 1. og 2. verdenskrig udvikledes ASDIC-anlæg til lokalisering af u-både, men disse anlæg er i høj grad blevet specialiseret i løbet af de senere år, og afhængig af skibenes opgaver installeres der nu anlæg til varsling adskilt fra anlæg til angrebsformål.

Anlæggene arbejder efter samme princip som de kendte ekkolod, men kan udsende lydenergi i vandret eller skrå retning.

I et skib af fregatstørrelse vil der sædvanligvis være afsat 2 rum specielt til dette formål.

Teleteknikkens udvikling har væsentlig øget mulighederne for at indhente oplysninger om begivenheder, der finder sted på stor afstand. Dette har muliggjort og også nødvendiggjort en centralisering af føringen. Udviklingen af kommunikationsmateriellet har endvidere bevirket, at man er mere frit stillet med hensyn til valg af kommandoplads. Operativ føring behøver ikke nødvendigvis at foretages fra et skib, den kan snarere med fordel henlægges til et hovedkvarter i land, da det herved bliver lettere at koordinere samarbejdet mellem styrker, som opererer langt fra hinanden, og mellem styrker fra forskellige værn. Muligvis kan de i forvejen store krav til skibenes kommandocentraler derved begrænses noget.

Artilleri.

Kanonen er alderspræsident blandt søkrigens våben. Den hævder sig dog godt i konkurrencen med de nyere våben, først og fremmest på grund af dens mange anvendelsesmuligheder. Den kan således anvendes mod alle slags mål, såvel på havets overflade som i luften.

Inden for skibsartilleriet går udviklingen mod en mere gennemført automatisering, d. v. s. sigtning, retning af pjecerne og ildafgivelse foretages alt sammen automatisk. Dette skyldes først og fremmest, at der kun er kort tid til rådighed til engagement af luftfartøjer, men også for de rene søkamps vedkommende er tempoet voksende.

Det største kaliber, der anvendes i de lette skibe, der efterhånden udgør hovedbestandsdelen af skibsmateriellet i de fleste marinere, ligger omkring 120—130 mm med en projektilvægt på 25—30 kg.

For at få et indtryk af, hvilke krav der stilles til artilleriets ydeevne, kan man betragte et engagement af et angribende fly.

Lad os antage, at flyet kan kaste sine bomber, raketter c.l. på en afstand af 3000 m efter en sigtetid på 10 sek. Lad os endvidere antage, at flyets hastighed er 300 m/s (= 1080 km/t = 600 knob).

LV-ARTILLERI

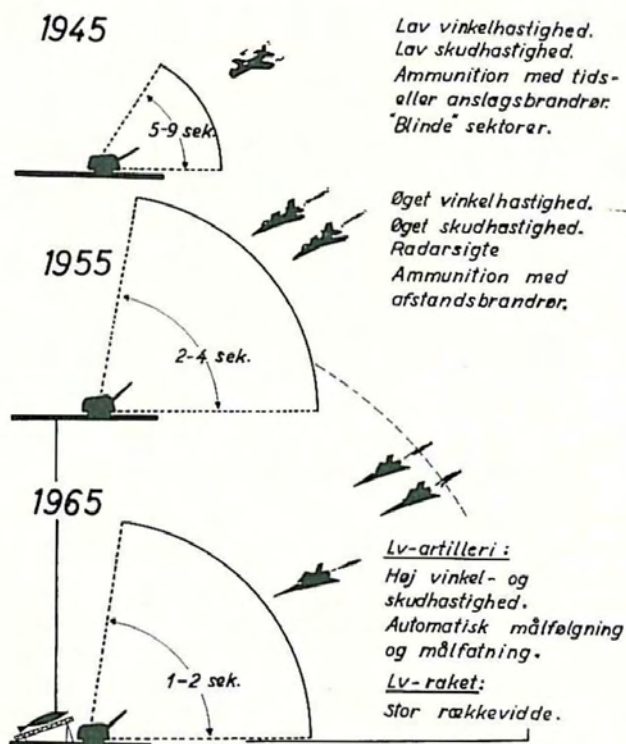


Fig. 17. LV-artilleri.

Under flyets anflyvning kan det manøvrere således, at muligheden for at beregne det punkt, der skal skydes mod — den fremtidige position — er så ringe, at man bl. a. af hensyn til ammunitionsforbruget må afholde sig fra at åbne beskyddningen, før flyet går ind i en nogenlunde retlinet bane under sigtningen.

I fig. 18 angiver flyvetidskurven I sammenhængen mellem projektilens afstand fra kanonmunden og den tid, det har været om at tilbagelægge denne afstand.

Fly-linien angiver, hvorledes flyets afstand til sigtepunktet aftager i sigleperioden.

Det fremgår af figuren, at flyets retlinede bane begynder på afstand ca. 9000 m i punktet S og ender ved bombeslippunktet B på afstand 3000 m. Beskyddningen påbegyndes i S og vedvarer, indtil flyet i B drejer af. Kanonerne skyder altså i 10 sek., men da det første projektil og flyet først mødes i T, er flyet kun under beskyddning i perioden fra T til B, i eksemplet altså i ca. 2,5 sek.

På grund af dobbler-effekt møder flyet dog så mange projektiler, som kan affyres i et tidsrum, der svarer til intervallet DB, altså ca. 5,6 sek.

Det fremgår endvidere af figuren, at kun hvis kombinationen bombeslipafstand/sigtetid ligger til venstre for flyvetidskurven kan man overhovedet anvende »følgende« beskyddning, d. v. s. skyde hvert skud i den hensigt at ramme.

For at ild skal kunne åbnes imod flyet, når dette passerer punktet S, skal følgende funktioner forinden være udført:

a. Flyet skal være »set« af skibets luftvarslingsradar, hvis horisontalt smalle og vertikalt brede stråle kontinuerligt afsøger lufrummet.

b. Radaroperatøren skal erkende tilstedeværelsen af et mål.

c. Målet skal identificeres som et fjendtligt fly.

d. Artilleriradarens snævre stråle skal bringes på målet.

e. Ildledelsesapparatet skal følge målet og kontinuerligt beregne skuddata til kanonerne under hensyntagen til projektilens begyndelseshastighed, vind, lufttryk, temperatur m. v.

f. Skuddata skal overføres til kanonerne, som skal indstilles efter disse data uden forsinkelse.

Den tid, der er nødvendig for udførelse af ovennævnte funktioner, afhænger af den grad af automatisering, der anvendes.

Den afstand, på hvilken målet skal opfanges første gang, afhænger dels af ovennævnte tid, dels af målets fart. Da vi er uden indflydelse på flyets fart, og da dette ved lav anflyvning længe kan holde sig under radarhorisonten, må man — specielt i den danske flåde, der opererer i områder, hvor nævnte anflyvningsform er mulig og sandsynlig — lægge den største vægt på nedbringning af omhandlede tider og dermed af den nødvendige varslingsafstand. Ved anvendelse af automatisering er det muligt at begrænse kravet til detektionsafstand til størrelsesorden 30 km, såfremt skibet som sådant iøvrigt er klar til øjeblikkelig aktion.

I sammenligning med luftmålsbekæmpning er sømålsbekæmpning en principielt meget enklere opgave,

dels fordi målfarterne er 10—100 gange lavere, dels fordi problemet kun er 2-dimensionalt.

I det følgende skal antydes nogle af de veje, man går for at løse de meget vanskelige — og meget vigtige — opgaver, der påhviler artilleriet.

Måleudpegning og målfølgning.

Da artilleriradarens stråle har ganske ringe udstrækning, er det nødvendigt alene af tekniske grunde at anvende særlige måleudpegningssystemer til at bringe artilleriradaren på målet.

Måleudpegning og målfølgning automatiseres i den grad, at indgriben udefra kun er nødvendig ved processens start, nemlig ved angivelsen af det mål, der ønskes beskyddt. Dette led kunne selvfølgelig også automatiseres, men da der her er tale om en taktisk proces, anser man det stadig for ønskeligt at have et menneskeligt led til at foretage vurdering og beslutning.

Skudtabelberegning.

Skudtabelberegning forudsætter udførelse af følgende regneoperationer:

Differentiation og integration,

løsning af trigonometriske ligninger,

løsning af ligninger med af hinanden afhængige variable,

udførelse af ballistiske »tabelopslag«.

Beregningsresultaterne skal foreligge kontinuerligt og uden forsinkelse.

Beregningerne foretages ved hjælp af specielle regnemaskiner, der hidtil overalt har været af analog-typen.

Man skelner mellem mekaniske, elektro-mekaniske og elektro-elektriske regneapparater.

Den førstnævnte type anvendes nu næppe mere. De to andre typer udmærker sig ved brug af servokredse med elektroniske forstærkere. Regneelementerne i de elektromekaniske anlæg er mekaniske elementer. Et eksempel på et sådant element ses i fig. 19, der viser

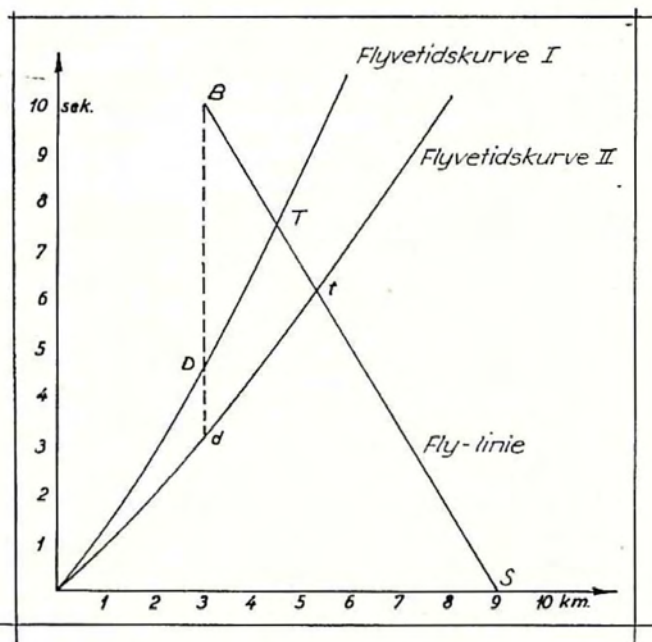


Fig. 18. Engagement af angribende fly.

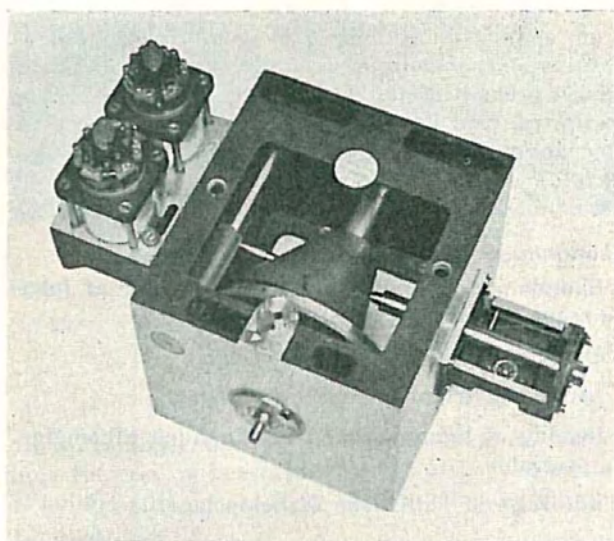
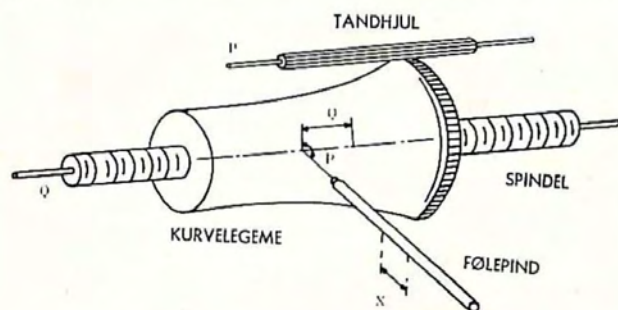


Fig. 19. Kam-mekanisme i regnemaskine.

en meget anvendt »3 dimensional« kam-mekanisme. To indgangsværdier, f. eks. lodret og vandret afstand til målet, forskyder, henholdsvis drejer kammen, hvorved en følepinds vandring bliver et mål for f. eks. den til positionen svarende flyvetid.

Man er i stand til at fremstille kammen svarende til helt vilkårlige funktioner af to variable, og fordelene ved regneelementer af denne type er, at de er lidt påvirkelige af temperatur-, fugtigheds-, frekvens- og spændingsvariationer, men de er til gengæld ret tunge og kostbare.

I elektro-elektriske regneapparater foretages beregningerne ved hjælp af elektriske komponenter, i reglen ved hjælp af specielt udformede kondensatorer og potentiometre. Produktionsmæssigt er der også her tale om finmekanisk præcisionsarbejde. Elementerne er dog i reglen billigere at fremstille og er af noget mindre dimensioner end de mekaniske. Da beregningernes resultat er afhængigt af kredsenes impedansforhold, stilles der store krav til spændingskildens frekvensstabilitet og til elementernes upåvirkelighed af temperaturvariationer m. v.

Analogimaskinernes regnenøjagtighed afhænger i væsentlig grad af regneelementernes fysiske størrelse, der imidlertid begrænses af vægt- og pladsforholdene om bord. Med stigende målfarter øges det område, hvori beregningerne skal udføres, og man synes derfor nu at vende sig mod cifferregnemaskiner, der ikke er bundet af analogien mellem beregningsstørrelser og egen størrelse. Hertil kommer, at man med transistorteknik kan opnå en besparelse i vægt og effektkrav, endvidere at man lettere end med analogianlæg kan ændre programmet, hvilket f. eks. kan have betydning ved anvendelse af forskellige typer ammunition etc.

Som tidligere nævnt skal beregningsresultaterne foreligge kontinuerligt og uden forsinkelse. Da ciffermaskinerne imidlertid regner intermitterende, må regnefrekvensen være høj og specielle udjævrende interpolationsmekanismer anvendes.

Skuddataoverførelse til skytset.

Indstilling af skytset foretages nu så godt som udelukkende ved »fjernretning«, d. v. s. ved hjælp af et servostyret drivmaskineri.

Det er nok berettiget at sige, at den udvikling, der er sket på servoteknikkens område, for en stor del skyldes det arbejde, der under krigen er blevet nedlagt på dette felt.

Kravene til et skytssystemes servokredse er store. En pjece, der måske vejer 70 tons, skal med stor hastighed kunne bringes til en vis stilling. Den skal med en nøjagtighed af få bueminutter kunne følge skud-data, der er overlejret af hurtigt vekslende stabiliserings-signaler, nødvendiggjort af det flydende underlags bevægelser. Der anvendes herved drejehastigheder på 30—90°/sek. og accelerationer på 30—120°/sek.².

Der anvendes enten elektrohydrauliske eller rent elektriske drivsystemer.

I det førstnævnte system kontrollerer servoforstærkerens udgangsspænding via en hydraulisk forstærkning et trinløst hydraulisk gear, som er indskudt mellem drivmotor og pjece.

Fig. 20. viser et eksempel på et sådant gear (Bofors). Det består af en stempelpumpe (A-enden) med variabelt slagvolumen koblet til drivmotoren og en med pumpen sammenbygget motor (B-enden) koblet til pjece.

Ved hjælp af styrestemplet kan yoket drejes og derved regulere pumpens ydelse. Væsken pumpes over i motoren, hvis omdrejningsretning og hastighed derved kan reguleres trinløst.

I de rent elektriske drivsystemer anvendes forskellige styresystemer, f. eks. elektronrørs- eller amplitudynforstærkere (fig. 21).

Kanonerne.

Sammenhængen mellem projektilens flyvetid og muligheden for at beskyde målet i sigteperioden er tidligere nævnt.

Det fremgår af fig. 18, at en nedbringning af flyvetid vil bidrage væsentligt til at øge artilleriets effektivitet.

Det ses, at vi ved anvendelse af flyvetidskurve II opnår:

Mulighed for beskydning af flere sigtetid/bombeslip-kombinationer,

kortere flyvetid for projektilerne fra affyring til træfning og dermed større nøjagtighed i skud-databeregningen,

længere effektiv beskydningstid, nemlig dB mod DB.

For at opnå så korte flyvetider som muligt må projektilernes begyndelseshastighed, v_0 , øges. Hertil kræves større ladningsrum, høje tryk og lange kanonrør, alt sammen bidragende til at øge systemets vægt og inertimomenter, hvad der igen stiller krav om blandt andet kraftigere drivmaskineri. Hertil kommer, at slidet på kanonrørets indre øges med højere v_0 .

For at muliggøre konstruktion af kanoner, der opfylder nutidens krav uden at blive urimelig tunge, har

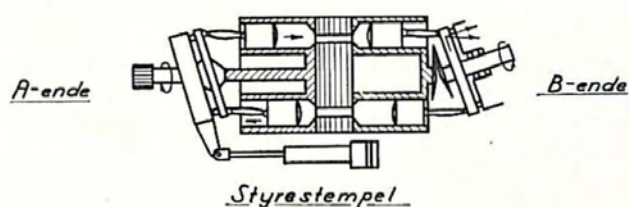


Fig. 20. Trinløst hydraulisk gear.

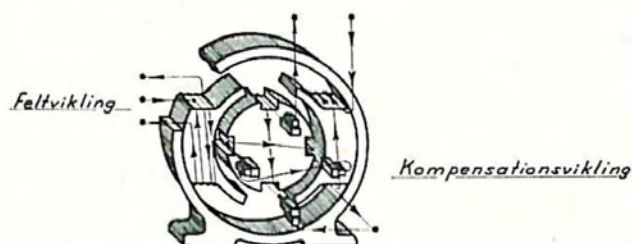


Fig. 21. Amplidyn.

det været nødvendigt at skaffe sig øget kendskab til sådanne faktorer som krudtets forbrændingsmekanisme, tryk- og styrkeforhold i kanonrøret, udslidningens årsager o. s. v., forhold som tidligere var så godt som udelukkende empirisk bestemt.

Man er derved blevet i stand til at producere krudt med ringe udslidende effekt og med et kontrollabelt og reproducerbart trykforløb. Stålkvaliteter med proportionalitetsgrænser på indtil 80 kg/mm² og godtagbar sejhed anvendes til kanonrørsfremstilling.

Man har ved forbedret måleteknik fået bedre oplysninger om spændings- og styrkeforhold i kanonrøret under skudafgivelse og har derved kunnet reducere sikkerhedsfaktorerne, der tidligere måtte være ganske store og derfor resulterede i unødigt tunge konstruktioner. Ikke desto mindre er moderne kanoner tunge.

Da det bl. a. af displacements- og stabilitetsmæssige grunde er nødvendigt at begrænse antallet af pjecer pr. skib, må man, for alligevel at kunne afgive et betragteligt antal skud i det korte tidsrum, som er til disposition for effektiv beskydning, kræve størst mulig skudhastighed. Moderne skyts er derfor automatiseret i den grad, at ammunitionen uberørt af menneskehånd føres fra magasinet op til kanonerne og der affyres. Det kan således nævnes, at de svenske 12 cm Bofors-kanoner, som anvendes i både svenske og hollandske jagere, har en skudhastighed pr. rør på ca. 40 skud pr. min. Kanoner af lignende kaliber med endnu større skudhastighed findes eller er under udvikling.

Som illustration af udviklingen kan nævnes, at en dobbeltløbet 12 cm automatpjecce af Bofors-fabrikat pr. tidsenhed kan bortskyde en lige så stor ammunitionsvægt som vort gamle artilleriskib NIELS JUEL med sine 10 stk. 15 cm kanoner. Vægten af NIELS JUELS kanoner var ca. 3 gange så stor som 12 cm tårnets!

Større missiler.

Som tidligere nævnt kan man kun bekæmpe mål i sigteperioden, og kun, hvis punktet »B«, fig. 18, ligger til venstre for flyvetidskurven. Ved

samtidige angreb kan man derfor — hvis overhovedet — kun bekæmpe et mål med hvert ildsystem (= kanon + ildledning).

Ønsker vi at bekæmpe mål, hvis bombeslippunkt ligger til højre for flyvetidskurven, eller at påbegynde bekæmpningen af målene på stor afstand for derved at nå flere engagementer med hvert ildsystem, må projektilens bane efter affyringen kunne ændres.

Dette er grunden til, at styrede missiler nu på større skibe begynder at erstatte luftskyts. Fra et snævert økonomisk synspunkt må det beklages, at det har været nødvendigt at gå denne vej, thi medens man ved konventionelt artilleri kun udskyder den del af våben-systemet, som skal virke mod målet, nemlig granaten, og beholder kraftmaskinen (kanon) og ildledelsen, forsvinder med hvert affyret missil foruden granat også kraftmaskinen (raketmotor e.l.) og en betragtelig del af ildledelsen.

Det er derfor nødvendigt i hvert enkelt tilfælde meget nøje at analysere, om det er taktisk rigtigt at anvende missiler i stedet for kanoner. Særligt vigtigt er det i vore farvande, hvor en udnyttelse af den store rækkevidde, som raketdrevne missiler giver mulighed for, af geografiske grunde ikke altid kan udnyttes.

Det vil her føre for vidt at gå i detaljer vedrørende de motortyper, styresystemer etc., som anvendes. Derfor skal kun omtales de forhold, som har betydning for skibets konstruktion.

Varslings-, identifikations- og måludpegningsudstyr adskiller sig ikke væsentligt fra kanonartilleriets tilsvarende komponenter. Blot må rækningen være betydeligt større, hvis man skal kunne udnytte missilets egenskaber.

Den skibsbårne del af styresystemet kræver i reglen betydeligt større radarantennor end nødvendigt for ildledelsen til kanonartilleri.

Medens selve den rampe, hvorfra missilet udsendes, i reglen er noget lettere end en kanon, er hele »handling & launching«-systemet et meget kompliceret og tungt system. Som eksempel kan nævnes det til det amerikanske luftværnsmissil, TALOS konstruerede anlæg til brug i nye krydsere. Ildlederen kan ved et trykknapsystem angive, hvilken type missil (m. h. t. sprængladningstype etc.), som ønskes anvendt, hvorefter systemet selv opsøger et klargjort eksemplar, bringer det op til rampen, lader og indstiller denne og affyrer missilet. Vægten af dette system — uden missiler — er ca. 350 tons.

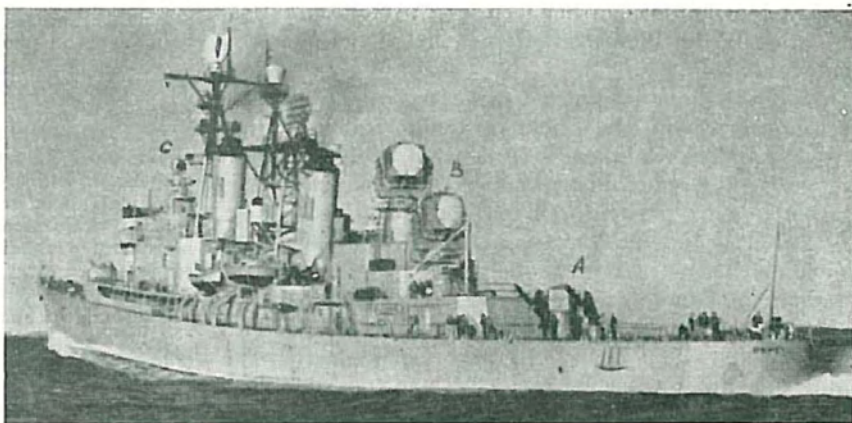


Fig. 22. Rakethevæbnet fregat. »A« er styret for luftværnsmissilet Terrier, hvorefter der ses 2 stk., »B« er de tilhørende guidance radars. Man sammenligne disse med artilleri-radarer »C« til almindeligt artilleribrug.

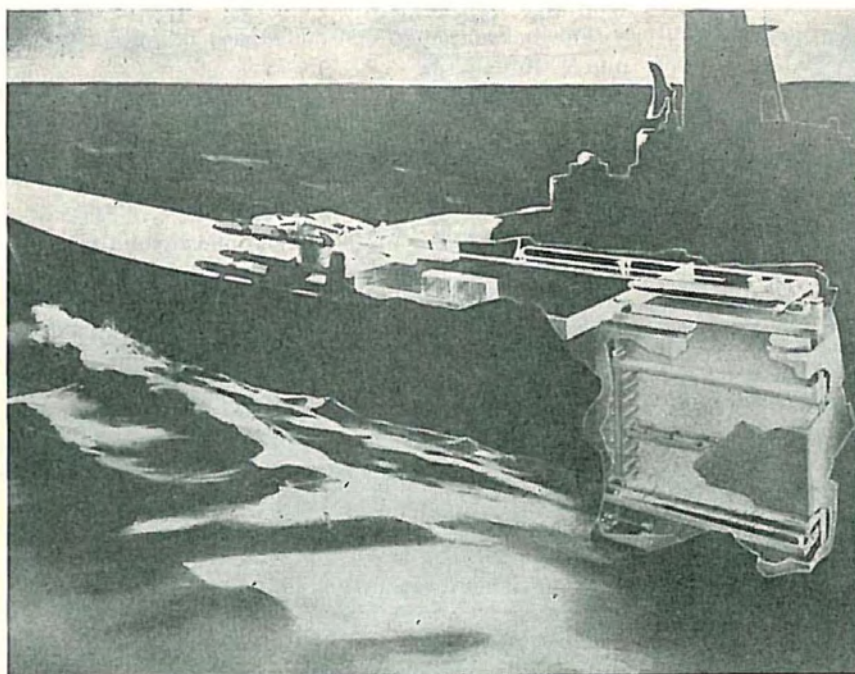


Fig. 23. »Handling & Launching«-system til TALOS-raketter. »Artist's impression« af elevatorerne, der bringer missiler op til øverste dæk, hvor de gennem et kontrolrum føres frem til styret, der lades i vandret stilling.

Såfremt man giver afkald på at bekæmpe mål på større afstande, men kun ønsker et missil, som på afstande inden for den konventionelle kanons aktionsradius, kan anvendes også mod manøvrerende mål med større træffesandsynlighed, kan missilerne gøres mindre og styresystemet enklere. Et sådant system er det britiske Sea-Cat-system, der vægtmæssigt svarer til en 40—57 mm pjece med tilhørende ildledning og ammunition. Systemer af denne art har særlig interesse, hvis flyet ved anvendelse af styrede missiler kun behøver meget kort eller ingen sigteperiode, og/eller kan anvende stor bombeslipafstand, altså kan holde sig til højre for konventionelt artilleris flyvetidskurve.

Afsluttende bemærkninger.

At vinde med i kappestriden på det tekniske område er i almindelighed svært for en lille marine, idet nybygningsprogrammerne her nødvendigvis må være af beskeden omfang, hvilket vanskeliggør bevarelsen af den fornødne kontinuitet i udviklingen, og uden en sådan kontinuitet er kapløbet på forhånd tabt. Specielt for den danske marine er situationen, hvad dette angår, alvorlig, da man her i en lang periode praktisk talt overhovedet ikke har haft nogen nybygningsvirksomhed.

Enhver flåde er i teknisk henseende yderst kompliceret, og krav om øget effekt og tempo indenfor næsten alle våbenteknikkens områder vil føre til endnu mere komplicerede konstruktioner. Teknisk set er der næsten ingen grænser for, hvad der kan nås — det, der sætter en grænse for bestræbelserne for at fremskaffe det bedste og mest moderne, er i almindelighed de økonomiske midler.

Det er klart, at jo mere kompliceret materiellet bliver, desto sværere bliver det at betjene og vedligeholde det. Kompliceret materiel kræver specialuddannede teknikere, og herved kommer vi til den anden begrænsende faktor: Personellets uddannelsesstandard. Sammen med de økonomiske midler sætter denne en

grænse for, hvilken teknisk standard, der kan holdes. Disse begrænsende faktorer frembyder et alvorligt problem. Da søværnet aldrig vil kunne gøre sig håb om at være modstanderen kvantitativt overlegen, bliver det uomgængeligt nødvendigt at tilstræbe kvalitativ overlegenhed, eller i det mindste kvalitativ paritet. En flåde, der som den danske, befinder sig i frontlinien, vil kun kunne gøre en meget beskeden indsats, hvis den er såvel kvalitativt som kvantitativt underlegen.

Det er lige så sandt i dag, som da det blev sagt første gang, at »ships do not fight, but men do«, men selv det bedste personel er handicappet, hvis de ikke har tillid til materiellet, og denne tillid kan kun baseres på bevidstheden om, at dette er førsteklasses.

Problemet i dag kan kort udtrykkes således: Med begrænsede økonomiske midler, begrænset tilgang

af kvalificeret personel og trods manglende kontinuitet i udviklingen at opbygge en flåde af høj teknisk standard.

B O G A N M E L D E L S E

Tritium. Af Walter G. Verly. Dosage, Préparation de Molécules Marquées et Applications Biologiques. International Atomic Energy Agency, Wien 1960. 56 sider, 3 figurer og 2 tabeller. Pris \$ 1.

Anvendelsen af tritium som tracer, specielt inden for de biologiske videnskaber, har i den seneste tid antaget et betydeligt omfang. Årsagen hertil er blandt andet, at der nu findes kommercielt tælleapparat i en prisklasse, som også for mindre velhavende institutioner bringer anskaffelsen inden for mulighedernes grænse.

I erkendelse af den voksende interesse for dette felt har IAEA ladet udgive en oversigt over emnet, udarbejdet af en af pionererne inden for området.

Oversigten indledes med et kapitel om tælling af tritiumholdige prøver. Det vises således, at tælling af faste prøver ikke kan anvendes til nøjagtige undersøgelser, hvorimod luftformige og flydende prøver kan tælles med betydelig nøjagtighed. Flydende prøver tælles med scintillationstæller, idet såvel prøver som scintillatoren er opløst i et passende opløsningsmiddel.

I næste kapitel beskrives metoder til fremstilling af tritiummærkede forbindelser. Der er grund til særlig at fremhæve den af Wilzbach udviklet metode, hvorved det med gasformig tritium er muligt at mærke et hvilket som helst organisk stof.

Tredie kapitel beskriver i koncentreret form et stort antal anvendelser af tritium inden for biologien. Det forklarer endvidere, hvorfor tritium i mange tilfælde er langt mere anvendelig end det tidligere så udbredte C-14.

Sidste kapitel omtaler kort den fare, der kan være forbundet med arbejdet med tritium. Det præciseres, at man foreløbig kun har en sikker viden om gasformig tritium og tritieret vand; det er givet, at en række tritierede stoffer er langt farligere end disse to.

Alt i alt giver bogen en aldeles fortræffelig oversigt over emnet; den er rigelig forsynet med litteratur henvisninger, hvoraf en del fra 1959. Bogen fortjener megen anerkendelse og vil sikkert inspirere mange til at drage nytte af tritium ved biologiske arbejder.

Bogen fås — som alle andre IAEA publikationer — gennem Ejnar Munksgaard.

K. Heydorn.