

OM
KULFORBRUGET I FLAADENS SKIBE.

TRE FOREDRAG

HOLDTE I SØLIEUTENANTSSELSKABET 1884—85

AF

A. H. M. RASMUSSEN,

UNDERDIRECTEUR VED ORLOGSVÆRFTET.

TRYKT EFTER SØLIEUTENANTSSELSKABETS BESLUTNING.



KJØBENHAVN.

THIELES BOGTRYKKERI.

OM
KULFORBRUGET I FLAADENS SKIBE.

TRE FOREDRAG

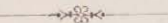
HOLDTE I SØLIEUTENANTSSELSKABET 1884—85

AF

A. H. M. RASMUSSEN,

UNDERDIRECTEUR VED ORLOGSVÆRFTET.

TRYKT EFTER SØLIEUTENANTSSELSKABETS BESLUTNING.



KJØBENHAVN.

THIELES BOGTRYKKERI.

1885.

De Resultater, vedrørende Kulforbruget i Flaadens Skibe, som kan udledes, naar Kulforbruget kjendes ved forskellige Hastigheder, er meget nær ens for alle vore Skibe, saa længe man kun holder sig til Spørgsmaal om Kulforbrugets relative Stigen og Falden, naar det er henført til forskellige Enheder, og ikke til dets Værdi i og for sig. Man kan derfor give en Fremstilling af dem for et enkelt Skibs Vedkommende. Paa Grund af de højst forskellige Hastigheder, hvormed man kan foretage Forsøg i Torpedobaade, kan man lettere drage Slutninger fra Prøver med disse; de samme Phænomener vil gjentage sig for andre Skibe, hvert efter sin Maalestok, og da der sidste Sommer har været Lejlighed til i Torpedobaaden »Hajen« under omtrent de samme ydre Omstændigheder og med ens Betjening af Maskinen at foretage nogle Prøver med Hensyn til Kulforbruget ved forskellige Hastigheder, skal jeg begynde med at anføre Resultaterne for denne Baads Vedkommende og derefter gaa over til en Omtale af Kulforbruget i Almindelighed i Flaadens Skibe, dels under Gang, dels under Opfyring og med bakkede Fyr.

Foredragene slutter med nogle Bemærkninger om Damprøver og disses Afholdelse.

Naar undtages Torpedobaadene, i hvilke jeg selv har været til Stede ved Forsøgene, har jeg for de øvrige Skibe benyttet de Oplysninger, som findes i Generalrapporter og Maskinmesterbøger, i Forbindelse med Mod-

tagelsesprøverne for de nyere Skibes Vedkommende. Ofte stemmer Opgivelserne ikke overens, hvilket dels skyldes Observationsfejl, dels kommer af, at Prøverne ikke er foretagne af de samme Personer og under de samme Forhold, særlig hvad Tilstanden af Skibets Bund, Dyb-gaaendet og Expansionsgradens Størrelse i Forhold til Damptrykket angaar. Hvor jeg har været i Tvivl om, hvilke Oplysninger der var rigtigst, har jeg benyttet Middelværdierne. Dette medfører, at man muligvis i enkelte Tilfælde kan komme til lidt afvigende Værdier for Kulforbruget, fra hvad jeg i det følgende anfører. Jeg har dog, saavidt muligt, undgaaet at gjøre Brug af Oplysninger, der kan tænkes under andre Forhold at ville give et væsentlig forskjelligt Resultat. Særlig for Kulforbrugets Vedkommende har jeg benyttet de Optegnelser, som er opgivne fra de senere Togter, og har foretrukket dem for Modtagelsesprøverne, naar jeg har troet, at de bedre svarer til de virkelige Forhold ombord.

I.

Kulforbruget i "Hajen".

Torpedobaadens Maskineri er ikke beregnet paa Økonomi; Hovedformalet er at opnaa den størst mulige Kraft ud af en given Vægt og Plads for Maskineriet, som begge er satte saa lavt som muligt, af Grunde, som imidlertid ikke umiddelbart vedrører Maskineriets Økonomi. Da Kjeldens Risteflade er stor, er Kullenes Forbrænding ved Hastigheder, som er forholdsvis lave for disse Baade, ufuldstændig, da Kullene vanskelig kan spredes i et jævnt Lag paa Risten; hertil bidrager ogsaa Kjeldrørens smaa Dimensioner, da de i høj Grad hindrer en kraftig Luftstrømning gennem Kjedlen, saa at en stærk Røgdannelse ofte er uundgaaelig. Afskæringen i Cylinderen falder sent, for at det bevægende Middeltryk ved fuld Kraft kan blive stort; derved bliver Expansionsforholdet lille trods det høje Damptryk i Kjedlen. I det hele taget virker Kjeldens og Maskinens store Dimensioner til en uøkonomisk Fremdrivning ved lave Hastigheder.

Det mindste Kulforbrug pr. H. K. blev ved Forsøgene i «Hajen» fundet at være 3,3 lbs.; dette indtræffer ved en Hastighed af $11\frac{1}{2}$ Knob, den hertil svarende Hestekraft er omtrent 90 (se Plan I, Curve A). 3,3 lbs. er et meget højt Kulforbrug; i almindelige Skibe med moderne Maskiner er det nu omtr. 2 lbs. Wales Kul, blandede med en Del Smul, benyttedes paa Prøverne.

Det er meget muligt, at Kulforbruget gennemgaaende kunde have været bragt noget længere ned, dersom man havde benyttet udsøgte Kul, og hvis Asken var bleven brændt med, hvilket ofte foretages paa Prøver i Udlandet; men man vilde i saa Tilfælde komme til et Resultat, som ikke altid passer, naar Baaden er paa Togt, og som altsaa er uden praktisk Betydning. Som et Exempel paa, hvilken Indflydelse Kullenes Beskaffenhed kan have paa Kulforbruget, skal jeg anføre Resultatet fra 3 Prøver med »Hajen«. Almindelige Wales Kul, tagne umiddelbart fra Kulbunkerne, gav et Kulforbrug af omtr. 180 lbs. i Timen; gode Wales Kul med noget Smul 120 lbs. i Timen og udsøgte Wales Kul 82 lbs. i Timen. Prøverne var foretagne under omtrent de samme Omstændigheder og ved den samme Hastighed.

Ved $11\frac{1}{2}$ Knob ligger altsaa den mest økonomiske Gang for Maskinens Vedkommende; fra denne Hastighed stiger Kulforbruget pr. H. K. til begge Sider. Jo lavere Hastigheden bliver under $11\frac{1}{2}$ Knob, des større bliver Kulforbruget pr. H. K. i et stigende Forhold, saa at det endog ved en Hastighed af 3,8 Knob, som er den mindste Hastighed, Baaden kan gaa med, naar man ikke vil udsætte sig for, at Maskinen gaar istaa midt under Prøven, er $11\frac{1}{2}$ lbs. pr. H. K. (se Plan I, Curve B). Aarsagen til et saa højt Kulforbrug er, foruden hvad der tidligere er berørt, tillige den, at man, for at Baaden kan gaa saa langsomt, maa knibe paa Stopventiler og Spjæld og expandere med Kvadranten saa meget, at Dampfordelingen bliver uheldig. Det store Kulforbrug ved lave Hastigheder kan ikke skyldes Kjleden alene; foruden Maaling af Kulforbruget paa Prøverne har jeg nemlig ogsaa paa enkelte af disse maalt Vandforbruget. Dette udførtes ved at lade den ene af Fødepumperne pumpe Vandet fra Varmtvandsbrønden ind i en Pøs; naar denne var fuld, blev den vejet, og Vandet derefter styrtet i en Beholder, fra hvilken den anden Fødepumpe

sugede og pumpede Vandet paa Kjleden. Det blev derved fundet, at ved lave Hastigheder fordampede 1 lb. Kul omtr. 9 lbs. Vand, hvilket maa anses for et særdeles godt Resultat. Ved forceret Fart bliver der derimod kun fordampet 5 til 7 lbs. Vand pr. lb. Kul.

Efter $11\frac{1}{2}$ Knob stiger Kulforbruget pr. H. K. ogsaa, dog ikke i saa høj en Grad. Ved en Hastighed af 18 Knob er det omtr. $4\frac{1}{2}$ lbs. pr. H. K. Her skyldes Stigningen i Kulforbruget pr. H. K. ogsaa en uøkonomisk Forbrænding, i det en stor Del af Kullene under den forcerede Fyring bliver blæst ud igjennem Skorstenen uden at være brændt.

En Curve for Kulforbruget pr. □ Fod Rist (Se Plan I, Curve C), findes ved at dividere Kulforbruget i Timen med Ristefladsen, udtrykt i □ Fod. Den har samme Form som en Curve for Kulforbruget i Timen og viser egentlig kun, til hvilken Grad Forceringen drives; dens Form er omtrent den samme som Hestekrafts-curvens; der er den Forskjel imellem dem, at medens Hestekraften aftager jævnt, efterhaanden som Baadens Fart bliver mindre, bliver Kulforbruget ikke mindre i samme Forhold, saa at det endog har en vis Størrelse, naar Hastigheden er Nul. Dette viser, at der, før Baaden i det hele taget kan gaa frem, maa brændes en vis Mængde Kul paa Risten, hvilket skyldes den mangelfulde Fyring og de forholdsvis større Tab ved Udstråling, Utætheder osv. ved ganske lave Hastigheder; Ristens Overflade maa, saavidt muligt, være dækket med Kul, og hertil fordres en vis Mængde Kul, som for »Hajen«'s Vedkommende er omtr. 40 lbs. i Timen, eller noget over 2 lbs. pr. □ Fod Risteflade.

Ligesom man ved at beregne det indicerede Drivtryk kan bestemme Maskinens Gnidningsmodstand, (hvorledes dette gjøres, vil blive omtalt senere), saaledes viser Curven for Kulforbruget pr. □ Fod Rist paa lignende Maade, at der for Kjleden er en constant Kulmængde, som maa forbrændes, før Maskinen i det hele taget kan

gaa rundt. Dette Kulforbrug kan ikke godt bestemmes ved at benytte Hastigheden som Abscisse, da Afstanden fra Nulpunktet til den mindste Hastighed, Baaden kan gaa med, er for stor til at give en paalidelig Retning for Curven under denne Hastighed. Med Hestekraften som Abscisse er den derimod let at bestemme, da den mindste Hestekraft, som Maskinen kan udvikle, er 5, og den største omtr. 350, saa at den ubekjendte Del af Curven er kort.

Inden for 12 Knob stiger Kulforbruget jævnt; men ved denne Hastighed drejer Curven for Kulforbruget pr. □ Fod Rist rask op efter i Lighed med Hestekraftcurven, til et Punkt, som i »Hajen« ligger noget nær ved 15 Knob, er naaet, hvorefter Curven faar en modsat Krumning. Ligesom de andre Curver viser denne altsaa ogsaa, at den egentlige forcerede Fyring begynder ved 12 Knob.

De to omtalte Curver er af mest Interesse for Maskinisten og Maskinconstructuren, thi for Baadens Fører er det af underordnet Interesse at vide, hvornaar Kulforbruget pr. H. K. er mindst, da det ikke er denne Factor alene, der bestemmer Baadens mest økonomiske Gang. Hvor mange Kul der brændes pr. H. K. eller pr. □ Fod Rist, er ligegyldigt for Fartens Vedkommende; denne er kun afhængig af Hestekraften; Curven for Kulforbruget pr. H. K. og Curven for Hestekraften maa derfor forenes for at give Kulforbruget pr. Kvml. (se Plan I, Curve D). Trods den ringe Hestekraft, som fordres til at drive Baaden frem ved lave Hastigheder, vil man dog paa Curven for Kulforbruget pr. Kvml. se, at dette ved langsom Gang er af en betydelig Størrelse; dette maa altsaa skyldes et stort Kulforbrug pr. H. K. Omvendt vil det ses, at ved store Hastigheder, hvor Kulforbruget pr. H. K. er forholdsvis lille, er den store Hestekraft, som her fordres til at drive Baaden frem, Aarsagen til et stort Kulforbrug pr. Kvml.

Denne Curve har to Vendepunkter, et ved omtr. 6 Knob og et ved omtr. 11 Knob. Ved det første Punkt naar Kulforbruget pr. Kvml. sin Minimumsværdi; her ligger altsaa den mest økonomiske Hastighed, i det man her med en given Kulbeholdning kan gennemløbe den største Vejlængde. Henset til den store Lethed, hvormed man i disse Baade kan opnaa en større Hastighed uden at anstrænge hverken Personalet eller Materiellet i videre Grad, er Hastigheden, som fortrinsvis benyttes i denne Baad paa Togterne, langt over 6 Knob. Fra denne Hastighed og op til 11 Knob stiger Kulforbruget kun langsomt. Naturlig Træk giver som Regel tilstrækkelig Luftforsyning til Kjedlen, saa at de Ubehageligheder, som den forcerede Fyring fører med sig for Opholdet paa Dækket, undgaas. 11 Knob er derfor den Hastighed, som fortrinsvis benyttes paa Togterne, og som altsaa omtrent falder sammen med Maskineriets mest økonomiske Hastighed; som det senere vil ses, er dette dog ikke en ren Tilfældighed.

Fra 11 Knob og op efter stiger Kulforbruget pr. Kvml. rask under den forcerede Fyring; dog er der for denne Curve ligesom for Hestekraftcurven et Vendepunkt, som antyder en forholdsvis Formindskelse i Kulforbruget, og som væsentlig hidrører fra Hestekraftcurvens Form, da Kulforbruget pr. H. K. fra 14 Knob og op efter praktisk taget er constant.

Ved Hjælp af denne Curve og Baadens Kulbeholdning (30 Tdr.) kan man construere en Curve for den Vejlængde, der kan gennemløbes med den givne Kulbeholdning ved forskellige Hastigheder (se Plan I, Curve E). Denne Curve giver væsentlig de samme Oplysninger som den sidste. Medens Baaden ved en Hastighed af 6 Knob kan gennemløbe 700 Kvml. i omtr. 117 Timer, kan den med en Hastighed af omtr. 18 Knob kun dampe 124 Kvml. i omtr. 7 Timer. »Hajen«'s Kulbeholdning er imidlertid forholdsvis mindre end vore

nyere Baades, og da disse frembyder betydelige Forbedringer, særlig i Retning af Kjedelens Størrelse, stiller Forholdene sig noget gunstigere i disse; saaledes kan »Delfinen« dampe over 1000 Kvml. ved en Hastighed af 7 Knob.

Da der i Torpedobaade altid benyttes Wales Kul, er Kulforbruget, som er anført ovenfor, mindre, end om Prøverne var blevne afholdte med den i Flaadens øvrige Skibe benyttede Blanding af halvt Wales og halvt Newcastle Kul; den sidste Kulsort kan ikke benyttes i Torpedobaade, fordi den efter nogle faa Timers Dampning fuldstændig vilde have tilstoppet de snævre Kjelderør med Sod.

II.

Kulforbruget i Almindelighed.

I Flaadens Skibe findes endnu Maskiner af de 3 Hovedtyper: Højtryksmaskinen, Lavtryksmaskinen og Høj- og Lavtryksmaskinen.

Højtryksmaskiner findes i vore ældre Kanonbaade og i Dampbarkasserne; Kulforbruget er selvfølgelig stort i disse. For Kanonbaadenes Vedkommende har jeg ikke Oplysninger om deres Hestekraft; derimod er der i en af vore Dampbarkasser (»Fyen«'s store Dampbarkas) taget Diagrammer paa en Fuldkraftsprøve. Resultatet var følgende: Fart 7,3 Knob, Omdrejninger 247 i Minuttet, I. H. K. 11,2, Kulforbruget pr. H. K. 7 lbs. Dette er et stort Kulforbrug, men det er næppe at vente, at det skulde være væsentlig mindre i Kanonbaadene.

Lavtryksmaskiner findes i vore ældre Træfregatter, i »Hejmdal«, »Absalon«, »Esbern Snare« og »Gorm«. Det mindste Kulforbrug pr. H. K. er omtr. 4½ lbs. i disse Skibe; kun »Hejmdal« synes at brænde endnu mere Kul, men Damptrykket, som jo har en væsentlig Indflydelse paa Kulforbruget, er ogsaa lavere i dette Skib end i de øvrige.

Høj- og Lavtryksmaskiner findes nu i alle vore nyere større Skibe, som er byggede efter »Gorm«. Denne Maskintype er, som bekendt, mere økonomisk end de to andre. Sammenlignende Forsøg mellem »Lind-

ormen», som har Høj- og Lavtryksmaskine, og »Gorm», som har Lavtryksmaskine, blev i sin Tid foretagne; paa disse viste det sig, at »Gorm's Kulforbrug var omtrent $1\frac{1}{2}$ Gange saa stort som »Lindormen's ved samme Hastighed. Disse Skibe og deres Maskiner er imidlertid ikke lige store, hvilket bidrager noget til at forringe Forsøgenes Værdi. Jeg skal derfor anføre et Forsøg med Torpedobaaden »Hajen«, hvor dennes Maskine prøvedes baade som Lavtryks- og som Høj- og Lavtryksmaskine. Resultatet var følgende:

	Tryk.	Va- kaum.	Omdr.	I. H. K.	Kulforbrug i lbs.	
					i Timen	pr. H. K.
Som Høj- og Lavtryk	80	29	200	48,6	174	3,58
Som Lavtryk	40	28	199	46,8	266	5,68

For at Maskinen i »Hajen« kunde arbejde som Lavtryksmaskine, blev Højtryksglideren udtagen, saa at Dampen fra Kjleden gik umiddelbart ind i Cylinderbeholderen og derfra til Lavtryksylinderen; der udrettedes derfor intet Arbejde i Højtryksylinderen. For ikke at faa for stort et Tryk i Lavtryksylinderen, holdtes Damptrykket ikke over 40 lbs., medens man paa Prøven som Høj- og Lavtryksmaskine holdt et større Damptryk for at opnaa omtrent den samme Hestekraft og samme Antal Omdrejninger paa begge Prøverne. Det vil ses, at Besparselsen ved at lade Maskinen arbejde som Høj- og Lavtryksmaskine er betydelig, i det Kulforbruget er over $1\frac{1}{2}$ Gange saa stort, naar man gaar med Lavtryksmaskinen alene, som naar Dampen udvides i to Cylinder. Naar som i dette Tilfælde Maskinen arbejder som Lavtryksmaskine, vil der være Damp af Kjledens Tryk paa begge Sider af Stemplet i Højtrykscylindren, hvilket dog ikke vil have nogen væsentlig Indflydelse paa Resultatet af Forsøget. Dette viser desuden, at man kan klare sig, selv om man har Havari paa Højtryksmaskinen; Maskinen har dog Vanskelighed ved at manøvrere med en Cylinder.

I de af vore Skibe, som har Høj- og Lavtryksmaskiner, findes enten Indsprøjtningcondensator eller Overfladecondensator. Kulforbruget er størst, hvor der er Indsprøjtningcondensator, som i »Lindormen«, »Tordenskjold« og »Fylla«. I »Tordenskjold« er det mindste Kulforbrug pr. H. K. omtr. $2\frac{1}{2}$ lbs.; noget større er det i »Lindormen«, og i »Fylla« er det mindste Kulforbrug pr. H. K. næppe under $3\frac{1}{2}$ lbs. Aarsagen til Forskjellen ligger for en stor Del i, at jo højere Damptrykket er, des større Expansion kan der benyttes, og des mindre vil Kulforbruget blive.

I Skibe, som er forsynede med Overfladecondensator, er det mindste Kulforbrug pr. H. K. fra 2 til $2\frac{1}{2}$ lbs.; for Maskiner af samme Type og samme Kjedeltryk er det i store Maskiner mindre end i smaa, hvilket tydeligere vil fremgaa af den efterfølgende Udvikling.

A. Kulforbruget i Timen.

Ligesom det var Tilfældet i »Hajen«, har jeg ogsaa for andre Skibe fundet, at Kulforbruget ikke falder saa hurtig som Hastigheden, saa at det har et vist Beløb ved en Hastighed af 0 Knob. Denne Kulmængde kalder jeg det constante Kulforbrug; den har følgende Værdier:

	Det constante Kulforbrug i Timen.	
	Antal Tdr.	lbs. pr. □ Fod Risteflade.
Tordenskjold	$2\frac{1}{2}$	2,4
Jylland	$2\frac{1}{2}$	2,8
St. Thomas	$1\frac{1}{4}$	1,8
Ingolf	$\frac{1}{2}$	2,0
Guldborgsund	$\frac{1}{3}$	3,2
Grønsund	$\frac{1}{3}$	3,2
Esbern Snare	$\frac{5}{6}$	2,9
Delfinen	$\frac{3}{2}$	2,5
Hajen	$\frac{1}{6}$	2,5

I ældre Skibe som »Jylland« og »Esbern Snare« er det constante Kulforbrug stort, hvilket skyldes de mange og rummelige Ildsteder, som var nødvendige i Lavtrykskjedler, i det det vistnok kan sluttes, at der for samme Risteareal skal en større Mængde Kul til at dække to Rister end en. Dette synes ogsaa at bekræfte sig, naar »Delfinen«'s og »Grønsund«'s constante Kulforbrug sammenlignes, i det Ristearealet er det samme, nemlig 30 □ Fod i begge, men »Grønsund« har 2 Ildsteder mod »Delfinen«'s ene. Det samme viser »Guldborgsund«'s constante Kulforbrug; denne Kanonbaad har nemlig 4 Ildsteder og et meget kulbesparende Maskineri. (»Tordenskjold«'s constante Kulforbrug antager jeg er noget mindre og »St. Thomas«'s noget større end de anførte Værdier. For at man kan komme til et nøjagtigt Udtryk for denne Størrelse, maa de Prøver ved de lavere Hastigheder, som benyttes til dens Bestemmelse, foretages meget nøjagtigt og ikke med Damp af højere Kjedeltryk og fra flere Kjedler, end der er nødvendigt til Fremdrivning alene, da man ellers faar et for stort Kulforbrug. Dette har saaledes vistnok været Tilfældet i »Tordenskjold«, hvis mange Hjælpemaskiner ogsaa kan have haft en Del Indflydelse, dels fordi de forbruger en Del Damp, dels fordi de ikke kan arbejde med et lavt Damptryk, da de er Højtryksmaskiner).

Kulforbruget stiger ikke stærkt op til 5 til 6 Knob, ofte ikke engang directe med Hastigheden; saaledes er det ved 6 Knob for de fleste af de Skibe, hvor jeg har undersøgt det, ikke mere end $1\frac{1}{2}$ Gange af hvad det er ved 3 Knob. At dette ogsaa maa være saaledes, har sin Grund i, at Modstanden imod et Skibs Fremdrivning ved saa lave Hastigheder kun stiger langsomt, og at Kulforbruget i Timen har en vis Værdi ved 0 Knob.

Indtil 7 til 8 Knob er Kulforbruget omtrent directe proportionalt med Hastigheden, men over disse Hastigheder

stiger det meget hurtigere, først med Kvadratet paa Hastigheden, og ved store Hastigheder med en endnu højere Potens. Som en almindelig Regel sætter man her Kulforbruget proportionalt med Hastighedens tredje Potens; dog afhænger Potensen meget af, i hvor høj en Grad Hastigheden drives op, sammenlignet med Skibets Størrelse. I ældre Skibe som »Hejmdal« og »Jylland«, der ikke drives op til nogen Hastighed, som kan siges at være stor i Forhold til Skibenes Størrelse, stiger Kulforbruget ikke meget højere end med Hastighedens anden Potens ved fuld Kraft, medens det dog i et Skib som »Esbern Snare« ved en Hastighed af $10\frac{1}{2}$ Knob, der er temmelig stor i Forhold til dette Skibs Størrelse, stiger noget højere end med anden Potens af Hastigheden. Paa »Helgoland«'s Sommertogt ifjor udvikledes der paa en 6 Timers Fuldkraftsprøve saa stor en Hestekraft, at Skibet vilde have løbet 14 Knob, hvis Bunden havde været ren; Kulforbruget var paa Prøven omtr. 32 Tdr. i Timen, medens det ved 7 Knob er $7\frac{1}{2}$ Tdr. eller praktisk taget $\frac{1}{4}$ af hvad det er ved 14 Knob; i dette Tilfælde er altsaa Kulforbruget steget med Hastighedens anden Potens, men 14 Knob er heller ikke nogen høj Hastighed for et Skib af »Helgoland«'s Størrelse.

Undersøger man derimod Stigningen i Kulforbruget i et Skib som »Grønsund«, vil man finde den langt større end for ovennævnte Skibe. Ved $11\frac{3}{4}$ Knob er Kulforbruget omtr. 4 Tdr. i Timen, ved 7 Knob $\frac{3}{4}$ Tdr.; det er her steget med Hastigheden i Potensen $3\frac{1}{2}$; og undersøger man endelig Forholdene i en Torpedobaad som »Delfinen«, er den Potens af Hastigheden, som angiver Stigningen i Kulforbruget, følgende:

Imellem 7 og 10 Knob er Potensen	1,83.
» 10 og 12 — » —	2,98.
» 12 og 14 — » —	6,37.
» 14 og 16 — » —	3,85.
» 16 og 18 — » —	2,43.

Over 16 Knob falder altsaa Kulforbruget forholdsvis paa Grund af Hestekraftens mindre Stigning i Forhold til Hastigheden, efter at man er kommen over den kritiske Hastighed.

Det maa imidlertid erindres, at den Potens af Hastigheden, som Kulforbruget følger, retter sig efter Størrelsen af den Hastighedsforskjel, som man har beregnet den for. Saaledes er i »Delfinen« Kulforbruget mellem 7 og 14 Knob proportionalt med Hastigheden i Potensen 3,1, medens det, som ovenfor anført, mellem 12 og 14 Knob følger en over 2 Gange saa høj Potens af Hastigheden. Man maa derfor altid samtidig med Potensen anføre de Hastigheder, mellem hvilke den er beregnet.

Der er mange oplysende Exempler paa Kulforbrugets stærke Stigning, naar man nærmer sig fuld Kraft.

Saaledes bruger »Tordenskjold«:

ved 12 Knob: 12 Tdr., ved $13\frac{3}{4}$ Knob: 27 Tdr. i Timen.

»Grønsund«:

ved 10 Knob: $1\frac{3}{4}$ Tdr., ved $11\frac{3}{4}$ Knob: $3\frac{7}{8}$ Tdr.

»Guldborgsund«:

ved $10\frac{3}{4}$ Knob: $1\frac{3}{4}$ Tdr., ved $11\frac{1}{2}$ Knob: $4\frac{1}{8}$ Tdr.

Trækkes det constante Kulforbrug fra det samlede Kulforbrug ved de forskjellige Hastigheder, faar man, hvad jeg vil kalde: det effective Kulforbrug, som man senere hen vil se er et bedre Udtryk for Stigningen i Kulforbruget med Hastigheden end det samlede Kulforbrug. Kulforbruget ved en hvilken som helst Hastighed kan altsaa tænkes sammensat af en constant Kulmængde og en Kulmængde, som er proportional med Hestekraften. Dette svarer fuldstændig til Fremstillingen af Skibsmodstanden ved det indicerede Drivtryk. Dette findes ved at dividere Hestekraften ved en hvilken som helst Hastighed med Skruens Hastighed eller Productet af Skruens Stigning og dens Omdrejninger i Minuttet ved

samme Hastighed. Da Hestekraften er et Arbejde, og Skruens Hastighed en Vejlængde, maa det indicerede Drivtryk være en Kraft, som maales i Pund, og som nærmest maa siges at fremstille den Kraft, der vilde være paa et Bugsertov, naar Skibet bugseredes ved den Hastighed, hvortil det indicerede Drivtryk er beregnet. Udregnes det indicerede Drivtryk for forskjellige Hastigheder, vil man, som først paavist af Mr. Froude, finde, at en Curve for det indicerede Drivtryk ikke gaar igjennem Begyndelsespunktet; eller med andre Ord: der maa først overvindes en Modstand, som ikke skyldes Fremdrivningen gjennem Vandet, før Skibet i det hele taget gaar frem.

Det constante Drivtryk maa derfor fremstille Maskinens Gnidningsmodstand og svarer, som omtalt, til det constante Kulforbrug, medens det effective Drivtryk, som er Forskjellen mellem det samlede og det constante Drivtryk, svarer til det effective Kulforbrug og altsaa er afhængigt af Hastigheden. De to Curver for det effective Kulforbrug og det effective Drivtryk har dog ikke noget directe med hinanden at gøre, i det Maskinens Gnidningsmodstand er uafhængig af, hvor mange Kul, der brændes paa Risten, om end Kulforbruget ikke kan falde saa hurtig som Hestekraften, saa at en Del af det constante Kulforbrug kan skyldes Maskinens Gnidningsmodstand; men ligesom Maskinen ikke kan drive Skibet frem, før den kan overvinde sin egen Gnidningsmodstand, saaledes kan Kjedlen ikke yde Damp til Maskinen, før der bliver brændt mindst saa mange Kul paa Risten, som svarer til det constante Kulforbrug.

Da Hestekraften, der er nødvendig til at drive Skibet frem ved en bestemt Hastighed, blandt andre Omstændigheder er afhængig af Skibets Dybgaaende, da dette betinger den Modstand, som Skibet møder ved at drives frem gjennem Vandet, er ogsaa Kulforbruget

afhængigt af Dybgaendet. Panserbatteriet »Gorm« afgiver et Exempel herpaa. Da dette Skib var nyt, brændtes der omtr. 9 Tdr. i Timen ved 10 Knob, medens Forbruget i Escadren 1882 var 18 Tdr.; altsaa var det dobbelte nødvendigt til at drive Skibet frem ved samme Hastighed. Denne forbavsende Forskjel i Kulforbruget skyldes dog ogsaa andre Aarsager, saa som Tilstanden af Skibets Bund; men det større Dybgaende, som Skibet nu har, maa have været Hovedaarsagen, da Kulforbruget pr. H. K. omtrent er det samme nu, som da Skibet blev bygget, saa at det større Kulforbrug i Timen ikke kan skyldes væsentlige Forandringer i Maskineriet.

Et andet Tilfælde, som belyser Dybgaendets Indflydelse paa Kulforbruget, kan tages fra Resultaterne af Fuldkraftspøven paa »Fylla«'s Grønlandstogt ifjor, i det Kulforbruget ved 9,3 Knob var 5 Tdr. i Timen, medens det paa tidligere Togter kun var 3 $\frac{1}{4}$ Tdr.; mindre gode Kul kan i første Tilfælde have haft nogen Indflydelse.

I Kanonbaaden »Guldborgsund« er der iaar foretaget nogle Prøver, som viser Indflydelsen af Dybgaendet og af Skibsbundens Tilstand paa Hestekraften og derfor ogsaa paa Kulforbruget.

	10 Knobs Hastighed.		Kulforbrug i Timen omtr. 2 Tdr.
	I. H. K.	Kulforbrug i Timen.	Hastighed.
Ren Bund ved Dybgaende 6' 7":	210	1 $\frac{1}{8}$ Tdr.	11,10 Knob.
Uren Bund ved Dybgaende 6' 7":	285	1 $\frac{7}{8}$ "	10,25 "
Ren Bund ved Dybgaende 7' 6":	258	1 $\frac{5}{8}$ "	10,49 "

Havde Kanonbaaden ligget nogle af Sommermaanederne i Flaadens Leje, før Prøverne med uren Skibsbund foretoges, vilde Formindskelsen i Hastigheden af denne Grund have været endnu større.

Det 11" større Dybgaende, som forøger Skibets Deplacement med 46 Tons (eller omtr. 22 Procent), formindsker Fuldkraftshastigheden med $\frac{3}{4}$ Knob (eller omtr. 6 Procent) og forøger Kulforbruget i Timen med mindst 1 $\frac{1}{4}$ Tdr. (eller mindst 30 Procent).

I Forbindelse med Dybgaendet kan nævnes Styrlastighedens Indflydelse paa Kulforbruget. Forandringer i Styrlastigheden indvirker paa de Strømlinjer, som Vandet følger langs Skibssiden, og forøger eller formindsker derved den Modstand, som Skibet møder ved at drives frem. Prøverne med den ny Søminekran afgiver et Exempel herpaa. Paa den første Prøve var Styrlastigheden 2 Fod, paa den anden derimod kun 6 Tommer, medens Deplacementet var 14 Procent større. Hastigheden var den samme paa begge Prøver, saa at altsaa den større Modstand, som skyldes Forøgelsen i Deplacementet, er bleven kompenseret af Formindskelsen i Styrlastigheden.

B. Kulforbruget pr. H. K. i Timen.

Som tidligere omtalt, bestemmes dette ved at dividere Kulforbruget i Timen, udtrykt i lbs., med Hestekraften, begge svarende til samme Hastighed. For »Hajen«'s Vedkommende varierede det fra 11 $\frac{1}{2}$ lbs. ved 3,3 Knob til 3,3 lbs. ved 11 $\frac{1}{2}$ Knob. En lignende Variation findes ogsaa i andre Skibe. Saaledes begynder Kulforbruget i Fregatten »Jylland« med at være 12,2 lbs. ved 3 Knob og falder derefter jævnt til 4 $\frac{1}{2}$ lbs. omtrent ved fuld Kraft. Det mindste Kulforbrug pr. H. K. findes som Regel ved en Hastighed, som er et Par Knob mindre end den, der svarer til fuld Kraft, altsaa ved den Hastighed, hvor den egentlige Forcering begynder. I Torpedobaadene, hvor Forceringen i Forhold til Fuldkraftshastigheden begynder tidligere end i andre Skibe, er Kulforbruget pr. H. K. som Regel et Minimum omtrent ved 12 Knob, ved hvilken Hastighed Forceringen indtræder.

Man hører ofte, at Kulforbruget bestemmes ved at multiplicere Hestekraften for den Hastighed, ved hvilken man ønsker at kjende det, med Kulforbruget pr. H. K., som er fundet ved en anden Hastighed. Man vil imidlertid af det ovenanførte se, at det, paa Grund af de vaxlende Værdier for Kulforbruget pr. H. K., ikke kan findes paa denne Maade. Deler man derimod Kulforbruget i det constante og det effective Kulforbrug, som ovenfor omtalt, lader det sig bedre gjøre. Man gaar da ud fra, at det constante Kulforbrug er uafhængigt af Hestekraften og kun afhængigt af Ristens Størrelse, medens det effective Kulforbrug er ligefrem proportionalt med Hestekraften. At dette er en Fremstillingsmaade for Kulforbruget, som er klarere og sikrere end den almindelige, vil kunne godtgjøres ved nogle Exempler.

I nedenstaaende Tabel er Kulforbruget pr. H. K. udregnet for »Tordenskjold«, »Grønsund« og »Delfinen«, ved at dividere Hestekraften ind baade i det samlede og i det effective Kulforbrug. Talstørrelserne er engelske lbs.

Samlet Kulforbrug pr. H. K. i Timen.

	Hastighed i Knob.									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tordenskjold ..	8,4	6,7	5,2	4,2	3,4	2,9	2,5	2,4	2,5	2,8
Grønsund	7,5	5,7	4,6	3,8	3,4	3,1	2,9	2,7	3,0	
Delfinen	11,2	9,5	7,9	5,7	4,4	3,8	3,3	3,0	2,9	2,5

Effectivt Kulforbrug pr. H. K. i Timen.

Tordenskjold...	1,8	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,9	2,5
Grønsund	2,5	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,7	
Delfinen	2,0	2,4	2,7	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3

Det vil af disse Exempler ses, at det effective Kulforbrug pr. H. K. fremtræder som en virkelig Constant; i ethvert Tilfælde er Værdien meget nær den samme for et langt større Antal Hastigheder end det

samlede Kulforbrug pr. H. K. Det vilde ogsaa være mærkeligt, om man for at udvikle Hestekraften i en Maskine, svarende til en vis Hastighed, maatte brænde en Mængde Kul, der ikke stod i tilnærmelsesvis det samme Forhold til Hestekraften, som ved en anden Hastighed, der ligger i Nærheden af den første. I »Tordenskjold« koster en Hestekraft f. Ex. ved 8 Knob 3,4 lbs. og ved 10 Knob 2,5 lbs. i Timen, medens man dog skulde slutte, saa længe man ikke kommer ind paa Forcering, at der ved disse to Hastigheder ingen egentlig Forskjel var i Bekostningen ved Dannelsen af Dampen i Kjederne. Da der til Udviklingen af en Hestekraft i Maskinen ved tæt paa hinanden følgende Hastigheder fordres fordampet en vis tilnærmelsesvis constant Mængde Damp og til Dannelsen af 1 lb. Damp en vis constant Kulmængde, skulde man tro, at Kulforbruget pr. H. K. maatte kunne fremstilles som en meget mere constant Størrelse, end det samlede Kulforbrug pr. H. K. er. Det forekommer mig derfor, at det effective Kulforbrug pr. H. K. bedre kan benyttes til Kulforbrugets Bestemmelse ved forskellige Hastigheder, saa længe disse ikke maa opnaas ved Forcering.

Det samlede Kulforbrug i Timen bliver da = det constante Kulforbrug i Timen + $k \times$ Hestekraften, hvor

k = det effective Kulforbrug pr. H. K.

For de 3 ovenanførte Skibe kan Kulforbruget altsaa bestemmes ved Formlerne:

»Tordenskjold«:

$$\text{Kulforbrug i Timen i Tdr.} = 2\frac{1}{2} \text{ Tdr.} + 1,7 \frac{\text{H. K.}}{330}$$

»Grønsund«:

$$\text{Kulforbrug i Timen i Tdr.} = \frac{1}{3} \text{ Td.} + 2,35 \frac{\text{H. K.}}{330}$$

»Delfinen«:

$$\text{Kulforbrug i Timen i Tdr.} = \frac{3}{12} \text{ Td.} + 2,3 \frac{\text{H. K.}}{330}$$

Disse Formler gjælder kun til den Hastighed, ved hvilken Forcingen begynder.

Det vil paa Listen over det effective Kulforbrug pr. H. K. ses, at dette ved lave Hastigheder har lidt vexlende Værdier; man maa imidlertid huske paa, at f. Ex. et 10 lbs. større Kulforbrug i Timen i »Delfinen« ved 5 Knob forandrer det effective Kulforbrug pr. H. K. fra 2,4 til 3,4 lbs., og en større Fejl end 10 lbs. i Timen, selv i et mindre Skib som »Delfinen«, kan selvfølgelig godt indtræffe paa en Prøve.

I »Tordenskjold« er den Fejl, man begaar ved at benytte ovennævnte Formel ved 5 Knob: $\frac{1}{6}$ Td., i det det virkelige Kulforbrug er $3\frac{1}{2}$ Tdr., medens Formlen giver $3\frac{1}{3}$ Tdr.; ved 12 Knob giver Formlen $10\frac{3}{4}$ Tdr., medens det virkelige Kulforbrug er $11\frac{1}{2}$ Tdr., altsaa er Fejlen $\frac{3}{4}$ Td.; begge er, i det mindste relativt, smaa Fejl. Mellem 5 og 12 Knob, hvor de almindeligst benyttede Hastigheder ligger, er Fejlen forsvindende lille.

Efter den Hastighed, ved hvilken Forcingen begynder, kan man ikke benytte Formlen uden at indføre en variabel Constant, thi denne stiger i Værdi, jo højere Hastigheden forceres op, og synes ikke at følge nogen Regel i sin Stigning; dette er heller ikke saa underligt, naar der henses til de højst forskellige Forhold, hvorunder Forcingen foregaar, og hvor vidt denne drives.

Selve Værdien for det effective Kulforbrug pr. H. K. afhænger selvfølgelig af Damptryk, Maskinens Art og Construction, Expansionsgraden o. s. v. Saaledes er det for

»Jylland«	3,9 lbs. (Kjedeltryk 16 lbs.)
»Esbern Snare«	3,4 " (" 25 ")
»Hajen«	2,7 " (" 120 ")
»Delfinen«	2,3 " (" 130 ")

Det er størst i de to førstnævnte Skibe, da disse har Lavtryksmaskiner med et lavt Kjedeltryk, medens »Hajen« og »Delfinen« har Høj og Lavtryksmaskiner med et højt Kjedeltryk.

Det effective Kulforbrug pr. H. K. er i ensartede Maskiner mindre i større end i smaa af samme Construction; dette skyldes forholdsvis langt større Tab i mindre Maskiner fremfor i store. Udstraaing fra Kjedlernes Overflade, fra Damp rør, Cylindre, Fortætning i disse, Utætheder mellem Rørsamlinger, Ventiler o. s. v. og andre uundgaelige Tab af lignende Beskaffenhed faar større Betydning i det mindre Maskineri, hvor Overfladerne er større i Forhold til Rumindholdene end i det større Maskineri.

Hvad endelig Størrelsen af det constante Kulforbrug i Timen vedrører, kan det, som tidligere anført, lettest henføres til Kjedlens Risteflade. Gaar man, saaledes som det har vist sig at være Tilfældet for mange af vore Skibe, ud fra, at det constante Kulforbrug i Timen svarer til Forbrændingen af $2\frac{1}{2}$ lbs. Kul pr. □ Fod Risteflade, kan man, f. Ex. for en Torpedobaad, sætte det samlede Kulforbrug i Timen, udtrykt i lbs.

= $2\frac{1}{2} \times$ Ristefladen + $2,3 \times$ Hestekraften,
for alle Hastigheder op til den, hvorved Forcingen begynder.

Modtagelsesprøverne, som fordres anstillede med Maskiner, leverede fra private Leverandeurer, bestaar hovedsagelig i en Fuldkraftsprøve og en Økonomiprøve. Kulforbruget maales paa begge Prøver, men kun paa Økonomiprøven indestaar Fabrikkerne for et bestemt Kulforbrug pr. H. K. Man gaar altsaa her ud fra, at Kulforbruget ved fuld Kraft er saa ubestemmeligt, at man ikke kan fordre af Fabrikkerne, at de skal garantere et Minimum af Kulforbrug, hvorfor man paa denne Prøve kun stiller Fordring til Udviklingen af den fastsatte Hestekraft paa en Prøve af 3 til 6 Timers Varighed.

Paa Økonomiprøven derimod stilles der bestemte Fordringer til Kulforbruget ved en Hestekraft, som i Almindelighed er lige under eller ved den Hastighed,

ved hvilken Forcingen begynder, og hvor Kulforbruget altsaa, som vi tidligere har set, er et Minimum; thi denne Størrelse kan i Forvejen bestemmes med nogenlunde Sikkerhed under Hensyn til Maskineriets Art og Construction, da den ikke er paavirket af Uregelmæssigheder ved Forcing af Hastigheden. Den Hastighed, ved hvilken Økonomiprøven afholdes, svarer omtrent til den Fuldkraftshastighed, som i Almindelighed benyttes paa Togterne.

Efter Indførelsen af kunstig Træk i Skibene er den ene af Modtagelsesprøverne bleven noget modificeret. Paa Fuldkraftsprøven, som nu afholdes med kunstig Træk, stilles ligesom tidligere kun Fordring til Udviklingen af en bestemt Hestekraft, medens Kulforbruget skal garanteres paa Økonomiprøven, der holdes ved den største Hastighed, som kan opnaas ved naturlig Træk alene, og som altsaa svarer til den tidligere Fuldkraftsprøve. Dette er maaske et Overgangsstandpunkt, som skyldes den Omstændighed, at man hidtil har benyttet den Hestekraft, som kan udvikles i Maskinen, naar naturlig Træk alene benyttes, som Udgangspunkt i sine Beregninger og ikke den Hestekraft, som Maskinen virkelig kan yde, naar kunstig Træk tages til Hjælp. Der er derfor Sandsynlighed for, at man, naar man er bleven mere fortrolig med kunstig Træk i Skibene og har faaet saa megen Erfaring i denne Retning, at man kan gaa ud fra Hestekraften paa Fuldkraftsprøven med kunstig Træk i alle Beregninger, vil komme tilbage til den tidligere Økonomiprøve, som saa vil blive afholdt ved Maskineriets mest økonomiske Hestekraft, og det uden Hensyn til, om Fabrikkerne paa Prøven benytter kunstig Træk eller ikke, naar blot det garanterede Kulforbrug holdes, og den kunstige Træk ikke drives ud over saadanne Grænser, at den virker ødelæggende paa Materiellet. Man opnaar da yderligere den Fordel at kunne indskrænke Aabningerne i Dækket, gennem hvilke

Luftforsyningen til Kjedlerne foregaar, til det mindst mulige.

C. Kulforbruget pr. Kvml.

Vi har set, at i »Hajen« var Kulforbruget pr. Kvml. et Minimum ved 5 til 6 Knob og voxede til begge Sider, dog ikke i lige høj Grad. Hvor Kulforbruget pr. Kvml. er et Minimum, ligger Skibets mest økonomiske Hastighed. Denne er for nedennævnte Skibe følgende:

Helgoland . . .	7 ¹ / ₂ Knob.	Grønsund	6 Knob.
Tordenskjold . .	8	Krieger	6
Odin	5 ¹ / ₂	Esbern Snare . .	6
Lindormen . . .	5 ¹ / ₂	Delfinen	7
Jylland	6	Fylla	6
Sjælland	5		

For de fleste af de nævnte Skibe ligger altsaa den Hastighed, med hvilken Skibet kan tilbagelægge den største Vejlængde med en given Kulbeholdning, ved 6 Knob; Kulforbruget pr. Kvml. varierer meget lidt ved Hastigheder i Nærheden af den mest økonomiske; selv en ringe Fejl i de Værdier for Kulforbruget, som jeg har benyttet til Bestemmelsen af Kulforbruget pr. Kvml., kan derfor godt medføre en Fejl af ¹/₂—1 Knob i de anførte Værdier for den mest økonomiske Hastighed; saaledes er denne for »Tordenskjold«s Vedkommende vistnok for høj. Andre Omstændigheder tyder, som tidligere omtalt, ogsaa hen paa, at Kulforbruget i »Tordenskjold«, som er nødvendigt til Fremdrivning alene, ved ganske lave Hastigheder maa være noget mindre, end de Oplysninger, jeg har benyttet, udviser.

Den mest økonomiske Gang ligger højere i store Skibe end i smaa; herfra maa dog undtages Skibe som f. Ex. Torpedobaade, der kan drives op til en høj Hastighed i Forhold til deres Størrelse.

Det kan her være af Interesse at anføre, hvad der i de engelske Instructioner og Reglementer findes om dette Punkt.

»Chefen skal benytte den første givne Lejlighed til at finde Skibets mest økonomiske Hastighed, ved under gode Vejrforhold at afholde Prøver, hver af mindst 6 Timers Varighed, ved forskellige Hastigheder; Resultatet af Prøverne bestemmer Kulforbruget pr. Kvml. og Middelhestekraften. Der drages omhyggelig Omsorg for, at Fyrenes Tilstand er den samme ved Slutningen som ved Begyndelsen af Prøven, for at Kulforbruget for hver Hastighed kan blive bestemt saa nøje som muligt. Naar den mest økonomiske Hastighed, som i næsten alle Tilfælde ligger mellem 4 og 7 Knob, er funden, skal al almindelig Sejlad og al Krydsen under Damp undtagen ved særlige taktiske Øvelser under Damp foretages ved denne Hastighed og med det tilsvarende Kulforbrug. Intet Skib, som ikke er et Panserskib, maa dampe, naar det har en god Vind, som kan give det en Hastighed af mellem 4 og 5 Knob, eller naar det har Modvind, og dennes Styrke hindrer det i at føre Bovenbramsejl, med mindre Skibet skal være i en bestemt Havn til en bestemt Dag, er i snævre og vanskelige Farvande, eller befinder sig under Omstændigheder, hvor Skibets Sikkerhed er udsat for Fare ved at følge denne Regel; i saadanne Undtagelsestilfælde maa Chefen handle efter bedste Skjøn o. s. v.

Vore Togter er som oftest saa korte, og der skal udrettes saa meget paa dem, at man vanskelig vilde kunne faa Lejlighed til paa et enkelt Togt at afholde 6 til 8 Dampprøver, hver af 6 Timers Varighed; men Afholdelsen af en eller to Prøver paa hvert Togt vil dog i Løbet af et Par Aar være tilstrækkelig til Bestemmelsen af Kulforbruget ved alle Hastigheder.

At gaa med en Hastighed under den mest økonomiske vil være urigtigt, da man i saa Tilfælde brænder mere Kul

pr. Kvml. og kommer langsommere af Sted end ved Hastigheder, som er større end den mest økonomiske. Paa vore Togter gaar man som Regel med en større Hastighed end den mest økonomiske; saa længe den heller ikke er for fjærn fra denne, er Stigningen i Kulforbruget ogsaa kun ringe, hvilket vil ses af nedenstaaende Tabel.

Kulforbrug pr. Kvml. i Tdr.

	Hastighed i Knob.					
	4	6	8	10	12	14
Helgoland.....	—	1,1	1,1	1,3	1,6	2,3
Fyen.....	—	—	0,7	0,9	1,2	—
Odin.....	1,1	1,0	1,1	1,2	1,7	—
Esbern Snare.....	0,3	0,3	0,3	0,6	—	—
Fylla.....	0,3	0,3	0,3	0,4	—	—
Delfinen.....	0,07	0,06	0,06	0,08	0,11	0,25

Det indtræffer ofte paa et Togt, at man skal tilbagelægge en given Vejlængde, men at man ikke har megen Tid hertil, saa at man maa gaa med en Hastighed, som er større end den mest økonomiske, men som dog ikke maa være saa stor, at Maskinpersonalet ikke kan udholde en længere Dampning, og at Materiellet lider der under; man vil med andre Ord ikke forcere, men alligevel komme nogenlunde hurtig af Sted. I saa Tilfælde maa Udtrykket

$$\frac{\text{Hastighed}}{\text{Kul pr. Kvml.}}$$

være et Maximum; thi jo større Hastighed man har, og jo mindre Kul man samtidig brænder, des bedre. Da

$$\text{Kulforbruget pr. Kvml.} = \frac{\text{Kulforbrug i Timen}}{\text{Hastighed}},$$

maa altsaa

$$\frac{\text{Hastighed}^2}{\text{Kulforbrug i Timen}}$$

være et Maximum, i hvilken Formel Hastigheden, som den vigtigste Factor, indgaar i anden Potens. Denne Størrelse er et Maximum ved de i nedenstaaende Liste anførte Hastigheder.

Helgoland . . . 11	Knob.	Fylla	8 ^{1/2}	Knob.
Tordenskjold . 10	"	Esbern Snare . .	8	"
Odin 10	"	Grønsund	8	"
Fyen 11	"	Krieger	9	"
Sjælland 9	"	Øresund	6	"
St. Thomas . . 11	"	Delfinen	10	"
Ingolf 8 ^{1/2}	"			

Denne Hastighed, som kan kaldes Hastigheden for størst Fart med forholdsvis mindst Kulforbrug, vil af Listen ses at være højere, jo større Skibet er, og navnlig jo højere den til fuld Kraft svarende Hastighed eller altsaa Forcingen er. I »Krieger« kunde den synes at være for høj, sammenlignet med i »Øresund«; »Krieger« bliver imidlertid ved fuld Kraft forceret langt mere end »Øresund«, i det man har opnaaet en stærk Træk og derfor en livlig Dampudvikling i den ved at lede Spildedampen til Skorstenen; endnu højere er Hastigheden for størst Fart med forholdsvis mindst Kulforbrug i Torpedobaadene; dette viser Fordelene ved at kunne forcere Hastigheden højt i et Skib. Det fremgaar i det hele taget af Forsøg og praktisk Erfaring, at et Skib, som kan drives op til en høj Hastighed ved Forcing, besidder et let betjeneligt og forholdsvis økonomisk Maskineri ved halv og ³/₄ Kraft. Der kan ligeledes ikke være Tvivl om, at det i Handels-skibe i Længden er langt mere økonomisk at have et saa stort Maskineri, at den almindelige Fuldkraftsgang kan opnaas uden videre Forcing, trods den højere Bekostning ved Anskaffelsen.

Under almindelige Omstændigheder bør man altsaa bestemme en Hastighed for Skibet, som ligger mellem den mest økonomiske Hastighed og Hastigheden for

størst Fart med forholdsvis mindst Kulforbrug. Er det af Vigtighed at gennemløbe den størst mulige Vej-længde med en given Mængde Kul, og man har tilstrækkelig Tid, nærmer man sig mere til den mest økonomiske Hastighed. Er derimod en stor Hastighed af Betydning, og man har rigeligt Kul, gaar man med Hastigheden for størst Fart med forholdsvis mindst Kulforbrug. Over denne Hastighed, som er lidt under den, hvorved Forcingen begynder, stiger Kulforbruget i meget høj Grad sammenlignet med Forøgelsen i Hastigheden*).

Selve Værdien for Kulforbruget pr. Kvml. er selvfølgelig afhængig blandt andet af Skibets Størrelse. For at forsøge paa at eliminere Indflydelsen af denne Factor kan man dividere Kulforbruget pr. Kvml. med Skibets Displacement, udtrykt i Tons; man kommer derved til en ny Constant, som kan kaldes:

D. Kulforbruget pr. Kvml. pr. Ton Displacement.

I Skibe med ensartede Former og ensartede Maskiner skulde man tro, at denne Størrelse havde samme Værdi ved samme Hastighed; dette er imidlertid langt fra Tilfældet. Ensartede Skibe har Flaaden ikke mange af; man maa derfor lade sig nøje med at undersøge For-

*) Tillægger man Hastigheden en endnu større Betydning, kunde man vælge at gaa med den Hastighed, hvor Udtrykket

$$\frac{\text{Hastighed}^3}{\text{Kulforbrug i Timen}}$$

er et Maximum. Dette Udtryk svarer til den tidligere meget benyttede Finhedscoefficient:

$$\text{En Constant} = \frac{\text{Hastighed}^3}{\text{I. H. K.}}$$

i hvilken Formel man forudsætter, at Modstanden mod Fremdrivning er proportional med Hastigheden i anden Potens. Den saaledes valgte Hastighed vil derfor omtrent falde sammen med den, hvor Finhedscoefficienten er et Maximum. Dette kan maaske benyttes som en Definition for den kritiske Hastighed.

holdene i Skibe med nogenlunde ensartede Maskiner; man kommer da til følgende Værdier for Kulforbruget pr. Kvml. pr. Ton Displacement.

Kulforbrug pr. Kvml. pr. Ton Displacement
i lbs.

	Hastighed i Knob.			
	6	9	11	14
Helgoland	0,07	0,07	0,09	0,14
Fyen	—	0,09	0,12	—
Lindormen	0,09	0,11	0,15	—
St. Thomas	0,12	0,14	0,15	0,34
Ingolf	0,13	0,17	0,25	—
Grønsund	0,16	0,22	0,39	—
Delfinen	0,33	0,37	0,48	1,37
Hajen	0,47	0,59	0,79	1,50

Denne Tabel viser, at Kulforbruget pr. Kvml. pr. Ton Displacement bliver større, jo mindre Skibets Displacement er; navnlig er Stigningen stor for Skibe under 1000 Tons Displacement. For at drive en Ton af et Skib frem ved en vis Hastighed fordres der altsaa brændt mere Kul i det mindre Skib end i det større; dette er altsaa mere økonomisk i Retning af Fremdrivning. Af de anførte Skibe er endda de mindste Skibe de mest moderne, i det de paa Grund af et højere Damptryk i Kjædlen har et mere økonomisk Maskineri; Forskjellen i Værdien af Kulforbruget pr. Kvml. pr. Ton Displacement vilde derfor fremtræde endnu tydeligere, naar Maskinen for de anførte Skibe havde været fuldstændig ensartede.

Man maa her skjelne imellem de Skibet og Maskineriet vedrørende Forhold. I dette Tilfælde er det det større Skib, der er mest økonomisk at fremdrive. Vi har tidligere set, at det større Maskineri ogsaa er det mest økonomiske, men det var af andre Grunde.

At det større Skib er lettere at drive frem end det mindre, maa tilskrives den Modstand, som Skibet møder gennem Vandet; denne Modstand er meget sammensat; særlig maa fremhæves Gnidningsmodstanden mellem Skibets Sider og Vandet, Bølgemodstanden, Hvirvelmodstanden og Modstande, som skyldes Skruens Virkemaade. Af disse maa Gnidningsmodstanden sikkert være afhængig af Skibets Størrelse og navnlig af Størrelsen af den Overflade af Skibet, som Vandet glider hen over. Bølgemodstanden maa ogsaa udøve en væsentlig Indflydelse; Theorien for denne er imidlertid saa indviklet, at jeg ikke skal omtale den nærmere her, særlig da den næppe oplyser meget om det foreliggende Spørgsmaal. Det synes, som om det mindre Skib danner en i Forhold til sin Størrelse langt sværere Sø, end det større; særlig er den Sø, som følger med Skibet, og som er den, hvis Dannelse koster saa meget af Maskinens Kraft, stor i det mindre Skib; dens Størrelse er navnlig let at iagttage i Torpedobaade, naar man med stor Hastighed løber tæt forbi en Gjenstand, som flyder paa Vandet. Bølgemodstanden er afhængig af Skibets Længde, Gnidningsmodstanden af dets Overflade; denne er større i det mindre Skib end i det store, fordi Overfladen voxer i et mindre Forhold end Rumindholdet, naar et Legeme gjøres større. Endnu en Grund til, at det lille Skib møder en større Modstand end det store, er, at Størrelsen af Ror, Skruer, Axelbærere, Slingrekjole o. s. v., som alle yder Modstand mod Fremdrivning ved Gnidning mellem deres Overflader og Vandet og ved Dannelsen af Hvirvler, ikke aftager i samme Forhold, som Skibet bliver mindre. Man kan tænke sig Størrelsen bestemt som en Constant + en Variabel, der er afhængig af Skibets Størrelse; de nævnte Gjenstande vil derfor være større og yde større Modstand i det mindre end i det større Skib.

Den omhandlede Betragtning kan sammentrænges i en Lov, nemlig »Froudes Sammenligningslov«. Denne siger, at for ensartede Skibe forholder Modstanden mod Fremdrivning sig som Deplacementet ved »svarende« Hastigheder. Kaldes Forholdet mellem to uligestore Skibes Deplacement n^3 , siges Hastighederne at svare til hinanden, naar Hastigheden af det store Skib forholder sig til Hastigheden af det lille som \sqrt{n} ; det vil altsaa sige, at det lille Skib lider ved en Hastighed, som er lavere end for det store Skib, relativt den samme Modstand som det store Skib.

Med den større Hastighed bliver ogsaa Kulforbruget pr. Kvml. pr. Ton Deplacement større. Afsættes det i Curveform med Deplacementet som Abscisse, (se Plan II, Curverne A og B), vil man ved høje Hastigheder faa det Indtryk, at Indflydelsen af Forskjellen i Skibenes Størrelse paa Kulforbruget, udtrykt ved denne Enhed, ikke er saa fremtrædende som ved moderate Hastigheder. Forskjellen i Kulforbruget i forskellige Skibe viser sig i det hele taget bedre ved almindelige Hastigheder, hvor Kulforbruget nogenlunde staar i Forhold til Skibets Størrelse, end ved højere Hastigheder. Et Exempel herpaa kan Torpedobaadene »Hvalrossen« og »Delfinen« afgive; den førstes Deplacement er et Par Tons større end »Delfinen«'s.

	Hastighed i Knob.						
	5	7	9	11	13	15	17
Hvalrossen	11	23	49	95	235	505	610
Delfinen	10	22	53	103	300	525	600

I denne Tabel er anført Hestekraften, svarende til forskellige Hastigheder. Da Kulforbruget i fuldstændig ensartede Maskinerier kun er afhængigt af Hestekraften, kan man fra Tabellen slutte, at Kulforbruget

ved Hastigheder mellem 9 og 15 Knob vil være større i den mindre Baad fremfor i »Hvalrossen«. Særlig ved 13 Knob, hvor Hestekraftscurvens Stigning er meget stor, er Forskjellen betydelig. Ved denne Hastighed kan en eller to Fod større Længde eller en ringe Forandring i Linjerne fuldstændig forrykke alle Beregninger, hvilket skyldes den endnu ikke nøjagtig kjendte Indflydelse af Bølgemodstanden paa den samlede Modstand mod Skibets Fremdrivning.

Da Kulforbruget pr. Kvml. pr. Ton Deplacement er større for mindre Skibe end for store, bør altsaa Kulbeholdningen ogsaa være størst i det lille Skib. Dette er ogsaa Tilfældet.

Forholdet mellem Kulbeholdningen og Deplacementet, eller altsaa Kulbeholdning pr. Ton Deplacement, er for nedennævnte Skibe følgende:

Helgoland	0,04
Tordenskjold	0,07
Lindormen	0,06
St. Thomas	0,12
Ingolf	0,15
Esbern Snare	0,12
Grønsund	0,16
Delfinen	0,15

»Ingolf« og »St. Thomas« har i Forhold til deres Størrelse meget store Kulbeholdninger; efter dem kommer »Fyen« og »Jylland«. De Skibe, som har forholdsvis mindst Kulbeholdning, er Kanonbaadene af »Falster«- og »Øresunds«-Typen, »Diana« og »Fylla«. For Kanonbaadenes Vedkommende er Kulbeholdningens Størrelse af mindre Vigtighed; derimod er »Diana« og »Fylla« paa Grund af de længere Rejser, disse Skibe sendes paa, temmelig uheldig stillede i denne Retning.

Curve C, Plan II giver en omtrentlig Størrelse for Kulbeholdningen i Forhold til Deplacementet for Flaadens Skibe.

Divideres Kulforbruget pr. Kvml. ind i Kulbeholdningen, faas den Vejlængde, som Skibet ved forskellige Hastigheder kan gjennebløbe. I Kulbeholdningen har jeg kun medtaget den Kulvægt, som Kasserne kan rumme, og ikke taget Hensyn til Vægten af Kul, som ofte, f. Ex. i »Diana« og »Fylla«, tages med ombord, da denne Størrelse er forskjellig for hvert Togt.

Vejlængde i Kvml., som kan gjennebløbes med fuld Kulbeholdning.

	Hastighed i Knob.				
	6	8	10	12	14
Fyen	—	2580	2130	1660	—
Jylland	2220	1770	1370	—	—
Sjælland	1930	1660	1300	—	—
Hejmdal	1200	910	630	—	—
Diana	—	1260	880	—	—
Fylla	1420	1300	920	—	—
St. Thomas	2300	2150	1950	1520	—
Ingolf	2780	2350	1800	—	—
Helgoland	1370	1370	1210	950	670
Tordenskjold	1840	1930	1820	1180	—
Odin	1090	1020	900	650	—
Gorm	1200	1100	800	425	—
Lindormen	1570	1330	1050	740	—
Grønsund	2300	1900	1270	—	—
Moen	370	300	200	—	—
Øresund	1100	620	—	—	—
Krieger	470	390	270	—	—
Hajen	700	600	500	370	220
Delfinen	1010	1020	790	550	240

Skibene er i denne Tabel ordnede gruppevis efter deres Type og Beskaffenheden af de Togter, de sendes ud paa. Den første Gruppe omfatter de Skibe, der kommer paa længere Rejser. Det fremgaar af Tabellen,

at »Fyen« kan gjennebløbe den største Vejlængde; dette skyldes ikke saa meget en stor Kulbeholdning — denne er 150 Tons større end »Jylland«'s, medens Deplacementet af dette Skib er over 200 Tons mindre end »Fyen«'s — som et mere kulbesparende Maskineri. Lavest staar »Hejmdal«. Kulforbruget i dette Skib synes at være steget i de senere Aar samtidig med, at det er blevet vanskeligere at opnaa den fulde Hestekraft udviklet i Maskinen; dette skyldes maaske et større Dybgaende, i det Skibets Træsider efterhaanden er blevne vandtrukne. »Diana« og »Fylla« kan udløbe omtrent den samme Distance, i det »Diana«'s mindre Kulbeholdning ikke faar saa megen Indflydelse, da Skibet har Overfladecondensator og derfor en mere økonomisk Maskine end »Fylla«.

I de af vore Skibe, som er forsynede med Rejsning, maa Kulforbruget paa Togtet undertiden ikke overskride en vis Grænse, som har været sat til det, der svarer til 3 Etmaals uafbrudt Dampning ved fuld Kraft om Maaneden. De Vejlængder, der med en saadan Kulmængde kan gjennebløbes ved 6 Knob, 8 Knob og fuld Kraft er for efternævnte Skibe følgende:

	3 Etmaal Kul. Tdr.	Distance gjennebløbet i Kvml.			Fuld Krafts Hastighed i Knob.	1200 Kvml. ved 8 Knob. Tdr.
		6	8	Fuld Kraft.		
Fyen	1660	—	2250	930	13	900
Sjælland	900	1070	930	720	10	1160
Fylla	470	1820	1650	790	11	350
Ingolf	400	1330	1120	750	10½	450

Med et Kulforbrug, som svarer til 3 Etmaals Dampning med fuld Kraft, kan, som det af ovenstaaende Liste vil ses, de 4 anførte Skibe udløbe omtrent den samme Vejlængde ved fuld Kraft, men rigtignok med meget forskellige Hastigheder. Med fuld Kraft gaar man jo saa godt

som aldrig paa et Togt; paa dette er 6 og 8 Knob de fortrinsvis benyttede Hastigheder, og ved disse er Forskjellen i de gennemløbne Vejlængder betydelig. Det er derfor rigtigere at fastsætte det maanedlige Kulforbrug saaledes, at Skibet kan gennemløbe en bestemt Vejlængde ved en Hastighed, som er ens for alle Skibe. Vælger man f. Ex. 1200 Kvml. ved 8 Knob, bliver det maanedlige Forbrug som anført i Listen. »Fyen» taber betydelig, medens »Sjælland» vinder 2—300 Tdr.

Der er imidlertid nogle Mangler ved denne Beregningsmaade; for det første er 8 Knob for høj en Gjennemsnitshastighed for mindre Skibe, medens den passer i et Skib af »Fyen»'s Størrelse. Dernæst er der ikke i Fastsættelsen af det maanedlige Kulforbrug taget Hensyn til de betydelige Kulmængder, som medgaar til Kabys og Bagerovn, til Destillation, elektrisk Belysning og i det hele taget til alle Smaamaskiner, men kun hvad der er nødvendigt til at drive Skibet frem ved en bestemt Hastighed, der imidlertid burde svare til Skibets Størrelse og dets Hovedegenskaber som Krigsskib og Dampskib. Jeg skal derfor anføre en anden Beregningsmaade, som tager Hensyn hertil.

Fra et Skibs tidligere Togter bestemmes den Hastighed, som fortrinsvis har været benyttet paa disse; (hvorledes dette kan gøres, skal blive omtalt senere). Er Skibet nyt, fastsættes Hastigheden efter Erfaring fra tidligere byggede Skibe. Dernæst bestemmes, ligeledes fra Skibets tidligere Togter, Middelkulfbruget i Timen; i dette er indbefattet de Kul, som bliver forbrugte udenfor hvad der er nødvendigt til Fremdrivning alene, og ligeledes er der taget Hensyn til, at Kulfbruget som Regel er noget større paa Togtet end det, der er strengt nødvendigt, naar Økonomi med Kulfbruget er Hovedspørgsmaalet. Forholdet stiller sig da saaledes:

	Middelhastighed paa Togt i Knob.	Kul til 1200 Kvml. ved Middelhastigheden. (Kul til Smaamaskiner osv. medregnet).
Fyen	8.0	1080 Tdr.
Sjælland	7.5	1060 "
Fylla	7.0	430 "
Ingolf	7.4	420 "

Den Distance, som kan gennemløbes med fuld Kulbeholdning, er selvfølgelig mindre i Panserskibene end i Skibene i første Gruppe, da vore Panserskibe ikke er beregnede paa at sendes paa længere Rejser. Kulbeholdningen i »Tordenskjold» er dog meget rigelig, hvilket i det hele taget er Tilfældet med vore nyere Skibe. Saaledes kan »Grønsund», som ved høje Hastigheder har et meget kulbesparende Maskineri, løbe en 6 Gange saa lang Distance med sin Kulbeholdning, som »Møen» kan med sin. Kanonbaaden »Guldborgsund» staar dog højest, i det den ved 10 Knob kan gennemløbe en Vejlængde af omtr. 2900 Kvml.

Torpedobaadernes Kulbeholdninger er heller ikke ringe ved almindelige Hastigheder. Ved 18 Knob derimod brænder »Delfinen» sin Kulbeholdning op i omtr. 8½ Time og har da kun gennemløbet 160 Kvml.

E. Kulfbruget pr. Omdrejning.

De hidtil benyttede Constanter for Kulfbruget, nemlig Kulfbruget pr. H. K. og pr. Kvml., er theoretisk rigtige Udtryk, som i Almindelighed benyttes til Sammenligning af Kulfbruget i Maskiner og Skibe. Dette er derimod ikke Tilfældet med Kulfbruget pr. Omdrejning. Denne Størrelse findes ved at dividere Kulfbruget i Timen, udtrykt i Pund, med Antallet af Omdrejninger i Timen; den mangler derfor den variable Factor: det bevægende Middeltryk i Cylindrene, for at give Kulfbruget pr. H. K., og Factorerne: Skruens Stigning og

Slip, for at give Kulforbruget pr. Kvml. Som bekendt kan Omdrejningernes Antal i en given Tid ikke tjene som Maal for en Maskines Størrelse; det er jo oven i Kjøbet saaledes, at jo mindre en Maskine er, des flere Omdrejninger gjør den, hvilket dels ligger i Vanskelighederne ved at opnaa en stor Slaglængde i et lille Skib, dels i, at Skruen i dette kan gjøre flere Omdrejninger, uden at man taber meget i Gnidningsmodstand, end i et stort Skib. I samme Skib er jo ogsaa Omdrejningernes Antal for den samme Hastighed meget paa-virket af ydre Omstændigheder, som Vind og Sø, om Skibsbunden er ren eller uren, om Maskinen er ny eller tilslidt o. s. v.

Alligevel er det Omdrejningernes Antal i Minuttet, som man i Praxis benytter til Bestemmelse af den Hastighed, et Skib gaar eller skal gaa med, og det vil ogsaa ses, at disses Anvendelse som Maal for Kulforbruget kan lede til paalidelige Slutninger, trods det i og for sig meningsløse ved at benytte en Variabel, der er den ene Factor i en anden Variabel: Hestekraften. Kulforbruget pr. Omdrejning har for neden-nævnte Skibe de anførte Værdier, angivne i engelske lbs.

	Hastighed i Knob.				
	4	6	8	10	12
Samlet Kulforbrug i Tordenskjold	0,65	0,52	0,50	0,53	0,79
Effectivt Kulforbrug i Tordenskjold	0,14	0,18	0,24	0,32	0,63
Fyen	—	—	0,68	0,81	1,00
St. Thomas	0,50	0,53	0,56	0,62	0,79
Delfinen	0,020	0,015	0,016	0,020	0,029

Skal man ved Hjælp af denne Tabel finde Kulforbruget i Timen, som f. Ex. i »Tordenskjold« ved 12 Knob,

multipliceres 0,79 med 60 og med Omdrejningernes Antal i Minuttet, som ved denne Hastighed er 82.

At Kulforbruget pr. Omdrejning ikke kan tjene til Sammenligning af Kulforbruget i forskellige Skibe, kan ses ved f. Ex. at sammenligne dette ved 10 Knob i »Fyen« og i »Delfinen«; Kulforbruget pr. Omdrejning er i den sidste $\frac{1}{40}$ af, hvad det er i »Fyen«, medens det virkelige Kulforbrug i disse to Skibe er henholdsvis 0,75 Tdr. og 9 Tdr. i Timen, saa at altsaa Kulforbruget i Timen i »Delfinen« er $\frac{1}{12}$ af »Fyen«'s.

Udregnes Kulforbruget pr. Omdrejning ved det effective Kulforbrug, saaledes som anført i Tabellen for »Tordenskjold«'s Vedkommende, kan man bedre iagttage Stigningen i Kulforbruget med Hastigheden, i det det, som tidligere omtalt under Kulforbruget pr. H. K., er det naturligste, at Kulforbruget stiger jævnt med Maskinens Omdrejningshastighed, da der skal udvikles en større og større Kraft i Cylindrene og derfor frembringes en tilsvarende Mængde Damp i Kjederne for hver Omdrejning, man sætter til. Det samlede Kulforbrug pr. Omdrejning er derimod et Minimum ved 8 Knob i »Tordenskjold«.

Ved Slutningen af et Togt udfærdiger Maskinmesteren en Opgjørelse over det samlede Kulforbrug under Opfyring, under bakkede Fyr og under Gang, ligeledes hvor mange Timer der er medgaaet til hver af disse og endelig det samlede Antal Omdrejninger paa Togtet. Divideres det samlede Kulforbrug under Gang med det samlede Antal Omdrejninger, faas Middelkulfbruget pr. Omdrejning paa Togtet, og divideres det samlede Antal Omdrejninger med det Antal Minutter, Maskinen i alt har været i Gang, faas Middelantallet af Omdrejninger i Minuttet paa Togtet. Man kan vel ikke ligefrem gaa ud fra, at den Hastighed, som kan bestemmes fra Middelantallet af Omdrejninger i Minuttet, har været den fortrinsvis be-

nyttede; thi det kan jo godt tænkes, at man undertiden gik med et større og til andre Tider med et mindre Antal Omdrejninger i Minuttet end Middeltallet, medens dette forbliver uforandret. Paa den ene Side bliver Middeltallet noget mindre end det virkelige under Gang paa Grund af Drejninger, Ankringer, Letninger o. s. v.; men paa den anden Side bliver det ogsaa hævet betydelig ved forcerede Hastigheder, f. Ex. ved den 6 Times Fuldkraftsprøve, der nu afholdes paa hvert Togt. Paa lignende Maade vil Middelkulforsbruget pr. Omdrejning blive noget mindre end det virkelige under Gang ved, at man ophører med at fyre nogen Tid før Ankringer, medens det hæves betydelig ved forcerede Fyringer paa Grund af den stærke Stigning i Kulforsbruget med Hastigheden. Fejlen, man begaar ved at gaa ud fra, at Middelomdrejningerne i Minuttet giver den fortrinsvis benyttede Hastighed paa Togtet og ved at benytte Middelkulforsbruget pr. Omdrejning til Bestemmelsen af Middelkulforsbruget i Timen for hele Togtet, vil, som det ogsaa af det Følgende fremgaar, dog næppe være stor, tilmed da det som oftest stemmer med Opgivelserne i Maskinmesterbogen.

Det Middelkulforsbrug i Timen, som paa denne Maade kan bestemmes, svarende til Togtets Middel-hastighed, vil man finde er større og for nogle Skibes Vedkommende endog betydelig større end det Kulforsbrug i Timen, som hidtil er blevet anført, og som er det, der medgaar alene til Skibets Fremdrivning. Aarsagen hertil kan ikke ligge i, at det Kulforsbrug i Timen, som jeg tidligere har anført og benyttet i Udregningerne, er mindre end det, der svarer til de factiske Forhold ombord; thi det er fundet ved Hjælp af Oplysninger, som er indsendte fra Togterne. Det kan heller ikke skyldes Indflydelsen af længere Dampning, thi saa maatte de to Opgivelser for Kulforsbruget i Timen stemme overens for Skibe, der kun damper en kortere Tid ad Gangen,

som vore Panserskibe, Kanonbaade, Torpedobaade o. s. v., og være særlig afvigende i Skibe, som vore Fregatter, Korvetter og Skonnerter, der ofte damper mange Dage i Træk. Netop det omvendte er snarere Tilfældet, som det senere vil ses.

Hovedaarsagen til Forskjellen er den, at det Kulforsbrug, der opgives nødvendigt til at drive Skibet frem ved en vis Hastighed, er rigtigt og tilstrækkeligt, naar man kan føre det fornødne Tilsyn med Fyringen og særlig have Opmærksomheden henvendt paa en økonomisk Fremdrivning; da dette imidlertid ofte ikke lader sig gjøre, bliver det virkelige Kulforsbrug større. Navnlig er dette Tilfældet i Skibe, som er i Escadre; det overordnede Maskinpersonale maa her hovedsagelig have Opmærksomheden henvendt paa at holde Maskinen i den befalede Gang og stadig være forberedt paa Maneuvrer med den, medens man paa Fyrpladsen maa have saa rigelig Damp og saa svære Fyr, at man paa kort Varsel kan gaa over fra en lavere til en højere Hastighed. Nogen Indflydelse kan maaske ogsaa søges i den Omstændighed, at man i de Skibe, som ikke kommer uden for vore egne Farvande, kan fylde Kul omtrent, naar og hvor man vil, medens man i de Skibe, som kommer paa længere Rejser, maa gaa ud paa at bringe Skibet over den størst mulige Vej-længde med dets Kulbeholdning samtidig med at være begrænset i Forsbruget af Kul paa Togtet.

Ugunstige Vejrforhold, Kuling og Sø bidrager til et større Kulforsbrug, — hvor meget, kan ikke bestemmes uden ved virkelige Forsøg. Forcerede Hastigheder vil ogsaa hæve Kulforsbruget over det, der svarer til Togtets Middel-hastighed, fordi Kulforsbruget, som tidligere omtalt, stiger i et langt større Forhold ved Hastigheder over Middel-hastigheden, end det falder for Hastigheder under denne. Forøgelsen i Kulforsbruget kan ogsaa for en Del være foraarsaget ved, at de Kul, som medgaar til

Kabys og Bagerovn, i flere af de Opgivelser, som jeg har benyttet for det samlede Kulforbrug, kan være medregnede heri; dette er imidlertid en forsvindende Mængde Kul, som kun kan faa lidt Betydning i mindre Skibe, hvor Kabysen er forholdsvis større end i et stort.

I vore nyere Skibe findes adskillige Hjælpemaskiner, som drives ved Damp; blandt disse er der Dampstyreapparatet, som er i næsten uafbrudt Bevægelse, naar Skibet er under Damp; dernæst Lysmaskiner, Ventilationsmaskiner, Dampumper, Destillationsapparater, Maskiner til Kanoners og Torpedoers Betjening o. s. v., som alle nu og da er i Virksomhed. Et af Særkjenderne for en Hjælpemaskine er, at den er alt andet end kulbesparende, da man i Constructionen af en saadan særlig har Opmærksomheden henvendt paa at gjøre den simpel, let at betjene og i det hele taget svarende til det Formaal, den er bestemt for; navnlig gjælder dette Brotherhoods 3-Cylindermaskiner, der benyttes meget til at drive Lysmaskiner, Vifter til kunstig Træk o. s. v. Ofte maa man lade Hjælpemaskinen arbejde som Højtryksmaskine, dels for at formindske Rørledningernes Antal og Længde, dels fordi man ikke altid har nogen Condensator, der er beregnet til at tage dens Spildedamp. Alle disse Maskiner sluger derfor en Del Kul, saa at de, naar de bruges meget, hæver Kulforbruget noget.

Som tidligere omtalt, faar Togtets Beskaffenhed betydelig Indflydelse paa Kulforbruget, særlig for Skibe i Escadre. Dette belyses bedst ved nogle Exempler. I Skonnerten «Fylla» er Resultaterne for de 3 sidste Togter samt Togtet ifjor til Grønland følgende.

	Middelkulforbrug i Timen paa Togt.	Middelhastighed paa Togt.	Kulforbrug svarende til Middelhastighed.
Middeltal for 3 Togter.	2 $\frac{1}{2}$ Tdr.	7 Knob	2 Tdr.
Togt 1884.	1 $\frac{2}{3}$ " "	6 " "	1 $\frac{1}{2}$ " "

Det vil ses, at Forskjellen mellem Middelkulforbruget paa Togtet og det til Middelhastigheden svarende Kulforbrug ikke er stor. Paa Togtet i 1884 til Grønland har Maskinen været over 880 Timer i Gang; dette er omtrent ligesaa længe som i Skibe paa et 6 Maaneders Vintertogt. Det oven for anførte Middeltal for Kulforbruget i Timen er derfor meget nøjagtigt, naar Skonnerten gaar med den samme Middelhastighed og har det samme Dybgaaende som paa Togtet ifjor.

Paa «Fyen»'s Togt ifjor var Middelomdrejningerne i Minuttet 48, den hertil svarende Hastighed 8 Knob; Middelkulforbruget paa Togtet var 7 $\frac{1}{4}$ Tdr. i Timen, medens Kulforbruget i Timen, svarende til 8 Knob, er 6 Tdr. Denne Forskjel (1 $\frac{1}{4}$ Tdr.) kan ikke anses for stor, henset til, at der i Skibet er mange Hjælpemaskiner, og to Fyrpladser; da de vandtætte Døre mellem disse indbyrdes og mellem den ene og Maskinrummet holdtes lukkede under Damp, var et virksomt Tilsyn med, at der ikke fyredes flere Kul paa Risten end netop nødvendigt for at kunne holde Maskinen paa den rette Gang, i høj Grad vanskeliggjort.

I «St. Thomas» var Middeltallet af Omdrejninger i Minuttet paa Togterne 1881 og 1881—82: 48,7, Kulforbruget pr. Omdrejning 0,65, hvilket giver et Kulforbrug i Timen af 5 $\frac{3}{4}$ Tdr.; Hastigheden, svarende til Middelomdrejningerne, 8,3 Knob, hertil svarende Kulforbrug i Timen 5 $\frac{1}{4}$ Tdr. Forskjellen er her altsaa aldeles forsvindende; dette skyldes for en Del, at «St. Thomas» ikke har mange Hjælpemaskiner; men tillige, at de Oplysninger, som er indkomne fra ovennævnte Togter, er meget paalidelige, i det Kulforbruget paa Togtet viste sig at stemme med Regnskabet. Det hændes jo som bekjendt ofte, at der ved Togtets Slutning enten er Over- eller Underskud paa Beholdningen af Kullene, og den Rettelse, der herfor maa gjøres i de Oplysninger, som Maskinmesterbogen skal indeholde,

kan ofte ikke foretages, før Bogen indleveres, da der kan medgaa nogen Tid, inden Størrelsen af den tilbageværende Kulbeholdning kan bestemmes ved Kullenes Udtagelse af Skibet.

De Skibe, for hvilke Kulforbruget paa Togtet ovenfor er anført, sendes ud paa Togter, uafhængige af andre Skibe; Chefen er derfor enebestemmende med Hensyn til Maskinens Benyttelse. Naar Dampen er oppe, vil der derfor ikke hengaa Tid af Betydning, inden Maskinen sættes i Gang, og naar denne har været benyttet, slukkes der af, eller Fyrene bakkes efter Omstændighederne. Det vil ses, at Middelhastigheden for disse Skibe er omtr. 8 Knob; det samme er Tilfældet med de fleste af vore større Skibe, som sendes ud paa selvstændige Togter af længere Varighed; ligeledes er Forskjellen mellem Middelkulforbruget i Timen paa Togtet og det til Togtets Middelhastighed svarende Kulforbrug i Timen gennemgaaende ikke stor.

Anderledes synes det at stille sig for Skibe i Escadre. Ofte véd man ikke ombord i hvert enkelt Skib, hvilken Fart man skal gaa med ved Øvelsernes Begyndelse og under disse; man maa derfor være forberedt paa alle Hastigheder og saaledes have svære Fyr i Kjederne; ofte kommer man til at ligge i længere Tid med fuld Damp i Kjederne, ventende paa Ordre til at gaa an eller til at slukke af eller bakke Fyrene. Dette, i Forbindelse med hyppige Forandringer i Maskinens Gang under Maneuvrerne, hæver selvfølgelig Kulforbruget paa Togtet betydelig. En Sammenligning mellem den Tid, der har været fuld Damp i Kjederne, og den Tid, Maskinen har været i Gang, stiller sig for »Absalon«'s Vedkommende saaledes:

	Selvstændigt Togt 1883.	Escadretogt 1884.
Kjederne under fuld Damp:	320 Timer.	268 Timer.
Maskinen i Gang:	309 "	108 "

I 1883 er Forskjellen forsvindende; i 1884, da Skonnerten var i Escadre, har Dampen derimod været oppe i 160 Timer, uden at Maskinen har været benyttet. Et noget lignende Resultat kommer man til ved en Undersøgelse af Forholdene i andre Skibe. For Panserskibenes Vedkommende kan man ikke opstille Forskjellen paa denne Maade, da Maskinmesterbogen ikke indeholder Oplysninger om, hvor mange Kjelder der er blevne benyttede ad Gangen.

	Middelkulforbrug paa Togtet i Timen.	Middelhastighed paa Togtet.	Kulforbrug i Timen, svarende til Middelhastighed.
Helgoland. Togt 1884.	14 Tdr.	7 ¹ / ₄ Knob	8 ³ / ₄ Tdr.
Tordenskjold. Togt 1884.	10 ¹ / ₂ "	7 ³ / ₄ "	4 ³ / ₄ "
Tordenskjold. Togt 1883.	8 ³ / ₄ "	8 "	4 ⁷ / ₈ "

For disse to Skibes Vedkommende vil Forskjellen mellem Middelkulforbruget paa Togtet og det til Middelhastigheden svarende Kulforbrug ses at være meget betydelig, særlig i »Tordenskjold«. Dette skyldes maaske, at »Helgoland« var Commandoskibet, saa at Ordre til Maskinen kunde udføres tidligere der ombord end i det underlagte Skib. Til Sammenligning er anført Kulforbruget i »Tordenskjold« i 1883, da dette Skib var paa selvstændigt Togt. Kulforbruget pr. Omdrejning var paa dette Togt mindre end paa Escadretogtet ifjor. Ved Hjælp af det samlede Antal Omdrejninger, som Maskinen gjorde paa Escadretogtet ifjor, har jeg beregnet, at Kulforbruget paa Grund af, at Skibet var i Escadre, har været omtr. 160 Tdr. større, end om det havde været paa selvstændigt Togt. Det samlede Kulforbrug, som under Gang paa Togtet ifjor var omtr. 880 Tdr. i

»Tordenskjold« og omtr. 1520 Tdr. i »Helgoland«, for-
deler sig saaledes:

	Tordenskjold	Helgoland
1. Til ved Togtets Middelhastighed at drive Skibet frem den Vejlængde, som i alt er dampet paa Togtet, fordres	400 Tdr.	860 Tdr.
2. Forøgelse i Kulforbruget, som skyldes dets Stigning ved højere Hastigheder og sværere Fyr end nødvendigt til Maskinens Gang, Damp til Pumpe, Styreapparater o. s. v.	320 "	} 660 "
3. Forøgelse i Kulforbruget paa Grund af, at Skibet har været i Escadre	160 "	
Det virkelige Kulforbrug under Gang paa Togtet	880 "	1520 "
4. Kulforbrug til Opfyring	240 "	464 "
5. — - bakkede Fyr	103 "	273 "
6. — - Kabys og Bagerovn	84 "	46 "
7. — - elektrisk Belysning	110 "	457 "
8. — - Dampbarkasser, Maskiner til Kanoners Betjening o. s. v.	33 "	20 "
Samlet Kulforbrug paa Togtet	1450 "	2780 "

Gjennemsnitshastigheden var paa Escadretogtet ifjor mellem 7 og 8 Knob; i Forhold til Skibenes Størrelse er dette ikke nogen høj Hastighed, naar man sammenligner den med den tidligere anførte Hastighed, ved hvilken man opnaar størst Fart med forholdsvis mindst Kulforbrug, thi denne var for »Helgoland« 11 Knob og for »Tordenskjold« 10 Knob. I Kanonbaadsescadren i 1883 var Gjennemsnitshastigheden for Øresundsklassens Skibe henved 6 Knob, hvad der for saa smaa Skibe er en forholdsvis høj Hastighed; Hastigheden af »Helgoland« er i Forhold til dets Størrelse, sammenlignet med »Øresund«'s ved 6 Knob, over 10 Knob.

Dersom man multiplicerer Middelhastigheden paa Togtet med det Antal Timer, Maskinen har været i Gang, faar man tilnærmelsesvis den Vejlængde, som Skibet i alt har dampet paa Togtet; divideres denne med det Antal Dage, Kommandoen har været hejst, faar man tilnærmelsesvis det Antal Kvml., som Skibet i Gjennemsnit har dampet om Dagen, ligesom man af disse Størrelser kan udlede, hvor mange Timer Maskinen i Gjennemsnit har været benyttet om Dagen. I Steden for Togtets Varighed havde det været bedre, om man havde brugt det Antal Dage, Maskinen havde været benyttet; dette har jeg imidlertid ikke haft Lejlighed til at kjende.

	Aar.	Vejlængde, dampet paa Togtet i Kvml.	Maskinen i Gang i Timer pr. Dag.	Antal Kvml. dampet om Dagen.
Lindormen, (Escadre)	1882	970	3,2	22
Gorm —	1882	1150	3,5	26
Helgoland, —	1884	780	2,4	17
Tordenskjold, —	1884	800	2,3	18
Fyen	1884	2450	3,0	23
Sjælland	1882—83	3630	3,0	22
	3 sidste			
Hejmdal, (Middeltal)	Togter	1240	2,3	14
St. Thomas	1881—82	8750	6,4	53
	3 sidste			
Diana, (Middeltal)	Togter	5400	4,0	30
Fylla	1884	5720	7,4	48
Delfinen, (Escadre)	1883	1280	4,7	54
Torpedobaad Nr. 6. (Bramsnæsvig)	1884	630	2,6	26
Torpedobaad Nr. 4. (Med Tordenskjold)	1884	220	0,5	5

Denne Tabel giver en Oversigt over, hvor meget Maskinen har været benyttet i vore Skibe i de sidste Aar. Det synes naturligst, at Maskinerne i de Skibe,

der har Sejlrejsning, blev benyttet mindst, og at der ligeledes blev dampet den mindste Vejlængde pr. Dag i dem. Naar undtages »Hejmdal«, som, da det er Cadetskib, hyppigst benytter Sejl som Fremdrivningsmiddel, er imidlertid det modsatte Tilfældet, i det Maskinerierne i Panserskibene kun benyttes 2—3 Timer om Dagen, i Skibene med Rejsning derimod 3—7 Timer om Dagen. For en stor Del er dette selvfølgelig begrundet i, at man i Escadrer fortrinsvis kun damper om Dagen. Torpedobaade i Escadrer og under selvstændig Commando staar højest i Retning af den gennemløbne Vejlængde; herfra maa dog undtages »Tordenskjold«s Torpedobaade, der paa Escadretogtet ifjor kun dampede i Gjennemsnit $\frac{1}{2}$ Time om Dagen.

Gjennemsnitshastigheden paa Togtet synes at være i jævn Stigning i nogle af Flaadens Skibe; selvfølgelig retter dens Størrelse sig efter Togtets Beskaffenhed. I »Esbern Snare«, som har Station i Bramsnæsvig den største Del af Togtet, er den 5 Knob, i Stationsskibe som »Grønsund« 6 Knob. Paa saadanne Togter kan man, som rimeligt er, ikke spore nogen Forandring i Hastigheden; dette er man derimod i Stand til i flere af de Skibe, hvis Togter er af en ensartet Natur, som f. Ex.

Helgoland	1879	6,3	Knob.
»	1881	6,6	»
»	1884	7,25	»
Hejmdal	1883	6,0	»
»	1884	6,3	»
Øresund	1878	5,0	»
»	1883	6,0	»

Muligvis er dette dog kun Tilfældigheder, skjønt det synes naturligt, at man, da Bestræbelserne jo for Øjeblikket gaar ud paa at gjøre Skibenes Fart saa stor som mulig, ogsaa bør kunne spore en Stigning i Hastigheden paa Togterne.

III.

Opfyring.

Den Mængde Kul, som medgaar i Timen til Opfyring, retter sig efter Opfyringens Varighed, Kjedelvandets Varmegrad o. s. v. Har man nylig haft Damp i Kjedlerne, saa at Kjedelvandet er nogenlunde varmt, kan man have Damp i en til to Timer; fra koldt Vand har man derimod ikke Damp i mindre end to til fire Timer. Vejret og Vinden har selvfølgelig ogsaa betydelig Indflydelse paa Luftforsyningen til Kjedlerne. Nogen almindelig Regel for, hvor megen Tid der medgaar til Opfyring, kan derfor ikke godt gives, navnlig da Vandmængden i Kjedlerne er saa højest forskjellig. I Kjedler, som har en forholdsvis stor Vandmængde, som »Ingolf«s og »Fyen«s, medgaar der mere Tid og flere Kul til Opfyring end i Skibe som Torpedobaade, hvis Kjedler indeholder lidt Vand.

Gjennemsnitkulforbruget til Opfyring er lidt over 9 lbs. pr. □ Fod Rist for alle vore Skibe, regnet fra indkomne Oplysninger for Togterne i de 3 sidste Aar, hvad der i vore større Skibe omtrent svarer til Kulforbruget i Timen ved 9 Miles Fart. I de fleste ældre Træskibe er det noget mindre paa Grund af Lavtryksskjedlernes større Nyttevirkning som Dampdannere.

Hurtig Opsætning af Dampen. Hvor man, som det endnu er Regel i vore Skibe, ikke kan forøge

Trækken i Kjedlerne ved Anvendelse af kunstige Midler, kan Opfyringen ikke forceres meget; der vil derfor som Regel medgaa i det mindste et Par Timer, inden man har Damp. Ved Indførelsen af kunstig Træk ombord i et Skib har man derimod gjort sig uafhængig af Vindens og Vejrets Indflydelse paa Kjedlernes Forsyning med Luft til Kullenes Forbrænding. Saa vel under Opfyringen som under langsom Gang af Maskinen og med daarlige Fyr i Kjedlerne kan man ved at blæse rigelig Luft ind paa Fyrpladsen i kort Tid have fuld Damp; dette er af stor Betydning i Krigsskibe, navnlig i Torpedobaade.

Den Hurtighed, hvormed man i Torpedobaade have den fulde Hastighed til sin Raadighed, afhænger selvfølgelig af, i hvilken Tilstand Kjedlen og Maskinen er, naar Ordren til hurtigst muligt at sætte Dampen op gives. Man kan her tænke sig følgende Hovedtilfælde:

1) Lad os antage, at Baaden ligger til Ankers uden at have Damp i Kjedlen, men at Maskinen har været benyttet en eller to Dage i Forvejen, saa at Vandet i Kjedlen er varmt! Et Forsøg, som afholdtes sidste Sommer i »Hajen«, gav følgende Resultat. Vandet stod $\frac{2}{3}$ af Glassets Højde i Kjedlen.

Kl. 5 ^t 30 ^m :	Tændte Fyr.
» 6 ^t 0 ^m :	Damp begyndte at vise sig.
» » 5 ^m :	Dampens Tryk 15 lbs.; sætte Viftmaskinen i Gang.
» » 10 ^m :	Dampens Tryk 25 lbs.
» » 15 ^m :	» » 50 »
» » 20 ^m :	» » 75 »

50 Minutter efter, at Ordren var given til at sætte Damp op, kunde Maskinen altsaa gaa med fuld Kraft.

2) Man kan dernæst tænke sig, at Kjedelvandet naar Ordre gives til at sætte Dampen op, er koldt, fordi der i længere Tid ikke har været Damp i Kjedlen. Med

Vandet staaende $\frac{3}{4}$ af Glassets Højde i Kjedlen gav et andet Forsøg i »Hajen« følgende Resultat:

Kl. 5 ^t 30 ^m :	Tændte Fyr.
» 7 ^t 0 ^m :	Damp begyndte at vise sig.
» » 10 ^m :	Dampens Tryk 15 lbs. Satte Viftmaskinen i Gang.
» » 15 ^m :	Dampens Tryk 25 lbs.
» » 30 ^m :	» » 75 »

I dette Tilfælde hengik der altsaa 2 Timer, efter at Ordren til at sætte Dampen op blev given, inden Maskinen kunde gaa med fuld Kraft.

Kjedlerne i vore nyere Torpedobaade er saaledes indrettede, at man for at paaskynde Dampopsætningen kan lede Damp ind i dem fra et andet Skib hvorved Vandet hurtigt opvarmes og bringes i livlig Strømning. Fra det Damprør, som leder Dampen ind i Kjedlen, udgaar et mindre Damprør til Viftmaskinen; denne sættes derfor samtidig i Gang. Man kan paa denne Maade paa en god halv Time have fuld Damp i Kjedlen.

3). Man kan fremdeles gaa ud fra, at Baaden ligger med bakkede Fyr i Kjedlen eller gaar med en ganske lav Hastighed, saa at kunstig Træk ikke benyttes; Fyrene vil i begge Tilfælde være døde, og Damptrykket antages at være lavt. Hvis der nu bliver givet Ordre til hurtigst muligt at bringe Maskinen op paa fuld Kraft, vil dette kunne naas i Løbet af omtr. 10 Minutter, saaledes som nedenstaaende Forsøg med »Hajen« udviser.

Klokkeslet.	Damptryk.	Hastighed.
11 ^t 53 ^m	40 lbs.	7,0 Knob
» 55 ^m	50 »	7,7 »
» 58 ^m	70 »	11,5 »
12 ^t 1 ^m	90 »	13,0 »
» 3 ^m	90 »	15,0 »
		4*

Der blev taget Diagrammer ved hvert Klokkeslet for gjennem Hestekraften at bestemme Farten nøjagtig.

4) Skal man angribe en Fjende med en Torpedobaad, vil man holde et højt Damptryk, f. Ex. 100 lbs., i Kjleden. Ved at blæse Damp fra Kjleden directe til Condensatoren, hvis Damptrykket skulde nærme sig den Spænding, hvortil Sikkerhedsventilerne er beregnede, vil man, for at undgaa at blive bemærket, kunne forhindre at Dampen blæser ud igjennem disse. Svære Fyr holdes, og Gnister fra Skorstenen vil kunne undgaaes ved at have denne indrettet som Gnistfanger. Forsøg i vore Torpedobaade har da godtgjort, at der intet er til Hinder for øjeblikkelig at sætte fuld Kraft paa Maskinen, naar Viftmaskinen samtidig sættes i hurtig Gang for at fremskaffe en livlig Forbrænding.

Jeg skal her omtale et Forsøg, foretaget i Torpedobaaden »Hajen«, som har Betydning ved natlige Torpedoangreb, nemlig hvor længe Maskinen kan gaa, uden at der fyres friske Kul paa Risten.

Kl. 9^t 30^m fyredes der op med 40 til 50 \bar{r} Kul; Damptrykket i Kjleden var da 50 lbs; derefter fyredes ikke mere. Kl. 10^t 45^m var Trykket gaaet ned til 5 lbs., og Maskinen havde i den Tid gjort 13300 Omdrejninger, hvilket svarer til over en Times Gang med en Hastighed af 10 Knob. Da Prøven ophørte, gjordes der Forsøg paa at manøvrere Maskinen (Damptrykket var 5 lbs.), hvilket lykkedes. Lignende Forsøg i Torpedobaadsescadren i 1882, hvor Prøverne begyndte med Damp af 130 lbs. Spænding og endte med et Tryk af 30—40 lbs., gav omtrent det samme Udslag, nemlig en udløben Vej længde af 8 til 10 Kvml. med en Hastighed af omtr. 10 Knob.

Ved Angreb om Natten er det af Vigtighed, at Torpedobaadene kan nærme sig Fjenden saa meget som muligt uden selv at blive set. Medens selve Baaden

paa Grund af sin smalle Form og lave Højde over Vandet sammen med en passende Maling af Skroget og med Skærme over alle Aabninger i Dækket, hvor igjennem Lys kan skinne ud, vil næsten kunne gøres usynlig selv paa korte Afstande, er der dog to Omstændigheder, som let bevirker en for tidlig Opdagelse af Baaden; den ene er Dannelsen af det høje Bovvand, og den anden Udstrømning af Gnister gjennem Skorstenen. Hvad den sidste angaar, har nogle Forsøg i »Hajen« vist, at den kan undgaaes ved Anbringelse af en Gnistfanger i Skorstenen, hvis Construction skyldes en tysk Ingenieur. Skorstenen bestaar af en indre cylindrisk Del og en ydre Kappe, hvis Form er som en omvendt Kegle. Et Bælte er bortskaaret af den indre cylindriske Del, og her er en Kegle, med Spidsen vendt nedefter, anbragt i Skorstenens Midtlinje. Paa denne Kegle findes faste vifteformede Skærme, som slynger de Kulpartikler i Røgen, der støder mod dem, ud i Mellemlummet mellem Skorstenens to Dele, hvor der opsamles og nu og da kan bortfjærnes gjennem to smaa Døre, anbragte i Skorstenens ydre Del. Da Røgen saaledes møder en betydelig Modstand i denne fremfor i en almindelig Skorsten, fordres der en stærk Træk, hvor dette Apparat er anvendt. Medens Lufttrykket i en almindelig Skorsten kun er $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ “, naar Lufttrykket paa Fyrpladsen er 3—5“, er den i en Skorsten, hvor Gnistfangeren er anbragt, 1—2“. Dette taler saaledes imod dens Anvendelse, men paa den anden Side viste det sig ved Natforsøgene, at den sikkerlig standsede Gnisterne. Selv om en enkelt Gnist en Gang imellem viste sig, slukkedes den dog strax, hvilket tyder paa, at de store Gnister, som skyldes Forbrændingen af forholdsvist større Stykker Kul, er blevne standsede af Gnistfangeren. Efter at Viften var tagen ud og Skorstenen saaledes virkede paa almindelig Maade, viste

det sig ogsaa, at den overvejende Mængde Gnister var blevne standsede af Apparatet.

En Ulempe ved Gnistfangerapparatet er dets Vægt. Denne er 315 *H*, medens den almindelige Skorsten kun vejer 220 *H*; dette gjør Baaden noget uroligere, da Vægten virker højt over Baadens Tyngdepunkt.

IV.

Bakkede Fyr

Kulforbruget i Timen med bakkede Fyr er for Flaadens Skibe i Gjennemsnit (beregnet for Togter efter 1880) omtrent $\frac{1}{8}$ af Kulforbruget i Timen under Opfyring og altsaa lidt over 1 lb. pr. □ Fod Rist i Timen. Da der i Gjennemsnit medgaar 2 til 3 Timer til Opfyring, kan man altsaa regne, at Kulforbruget til en Opfyring er det samme som Kulforbruget med bakkede Fyr i 16 til 24 Timer, alt efter den Hurtighed, hvormed Dampen kan sættes op. Der er derfor, naar man skal bruge Damp den næste Morgen, for Kulforbrugets Vedkommende ikke vundet meget ved at slukke af om Eftermiddagen, i Steden for at blive liggende med bakkede Fyr. Derimod er der andre Omstændigheder at tage med i Betragtning ved Afgjørelsen af, hvad man i hvert enkelt Tilfælde skal vælge. Saaledes tilstoppes Kjedelrørene hurtig, naar man ligger med bakkede Fyr; det kan derfor være nødvendigt at slukke af om Eftermiddagen for at kunne rense Rørene, inden man gaar an den næste Dag. Skal man have Damp til elektrisk Belysning for en længere Del af Etmaalet, har man som Regel størst Fordel af at tage Damp fra to Kjedler, selv om én Kjedel var tilstrækkelig, for at ikke Kjedelstensdannelsen i en enkelt Kjedel skal blive for betydelig. Paa Grund af de store Afvexlinger i Varme-

graden, som Materialiet i Kjedlerne undergaar, naar der slukkes af og stikkes Fyr, er det heldigst for dets Holdbarhed at holde den samme Varmegrad i Kjedlen saa længe som muligt, altsaa foretrække at ligge med bakkede Fyr fremfor at slukke af og nogle Timer derefter stikke Fyr, naar man har et saa stort Maskinpersonale, at dette ikke overanstreges.

Spørgsmaalet om, hvor mange Kjedler man skal holde Damp i for at gaa med en given Fart, afhænger selvfølgelig først og fremmest af, hvor mange Kjedler man har, og hvor stor Farten er, og dernæst af de locale Forhold ombord. Ved lave Hastigheder er et mindre Antal Kjedler, f. Ex. Halvdelen, det sparsomligste; ved højere Hastigheder maa man derimod hellere benytte alle Kjedlerne, da det altid er det mest besparende for Kulforbruget at gaa med mange Kjedler ved magelig Fyring fremfor at maatte forcere Fyringen i et færre Antal Kjedler; naturligvis spiller den Tid, man skal dampe, en Rolle, thi er det kun for nogle faa Timer, faar de Kul, som medgaar til Opfyring, en væsentlig Indfyldelse. Selve Kjedelarrangementet ombord bestemmer, hvilke Kjedler man skal benytte, naar man ikke vil bruge dem alle. Det vil lette Tilsynet med Fyringen at vælge et Sæt Kjedler, som har fælles Fyrplads; tillige opnaar man herved den Fordel, da hvert Sæt Kjedler som Regel har sine egne Rørledninger, at Pasningen af Maskineriet lettes. Da man saaledes ved lavere Hastigheder bør gaa med det halve Antal Kjedler og ved højere Hastigheder med alle Kjedler, maa der for hvert Skib være en Hastighed, hvor det er ligegyldigt, om man gaar med det halve Antal eller med alle Kjedler; denne Hastighed, som f. Ex. i »Fyen« ligger ved 8 Knob, maa findes ved Forsøg.

For omtrent 20 Aar siden blev der i Panserbatteriet »Rolf Krake« afholdt en Del Dampprøver, af hvilke to gik ud paa at bestemme Lavmaalet af Kulforbrug,

naar Maskinen gik med det mindste Antal Omdrejninger. Prøverne, som hver varede 10 Timer, gav følgende Resultat:

	Tryk.	Omdrejninger.	Fart.	Kulforbrug i Timen.
Med 1 Kjedel og bakkede Fyr under den anden Kjedel.	7 lbs.	38	4,5	2,45 Tdr. 0,25 " for bakkede Fyr
Med Fyr under to Kjedler.....	7 "	38	4,6 3,10 "

Disse Forsøg oplyser, at naar man skal holde Søen i længst mulig Tid med sit Kulforraad, uden at man lægger Vind paa stor Hastighed, som f. Ex. paa en Blocadestation, vil man have størst Fordel af at anvende én Kjedel og have bakkede Fyr under den anden, i det man derved næppe har $\frac{4}{5}$ af Kulforbruget med Damp paa begge Kjedler og dog vil kunne have fuld Damp paa disse i omtrent den samme Tid.

V.

Om Dampprøver.

A. Dampprøver, som afholdes paa Togter, gaar som Regel ud paa at finde Kulforbrugets Størrelse, svarende til forskellige Hastigheder. Selv om Prøverne imidlertid har været afholdte med den største Omhu, kan de dog ikke give et Kulforbrug, som passer under alle Forhold blot med en rimelig Nøjagtighed, naar man kun har Resultaterne fra nogle enkelte Prøver og betragter disse som afholdte ved Prøvernes Hastighed, da Kulforbrugets Størrelse afhænger af saa mange Omstændigheder, at disse saagodtsom aldrig er ens ved Prøver, foretagne ved samme Hastighed. For at man kan blive i Stand til at give nogenlunde paalidelige Værdier for Kulforbruget, er det nødvendigt at benytte et andet Udgangspunkt for Prøverne end Hastigheden, og desuden maa man være i Besiddelse af Resultaterne fra talrige Prøver med Angivelse af alle Enkeltheder. Hvor stor en Rolle disse sidste spiller, vil, foruden af det tidligere anførte, fremgaa af det følgende.

Ved Kulforbrugsprøver er der tre Factorer, som det særlig gjælder om at faa saa nøjagtig som muligt bestemte: Hastigheden, Hestekraften og Kulforbruget. Den første kan findes ved Vinkelmaaling, Løb paa udmaalte Afstande eller paa lignende Maader; den er hovedsagelig kun paavirket af Dybgaandet og af Tilstanden af Skibets

Bund. Der er desuden intet til Hinder for at bestemme dens Forhold til Hestekraften ved en Kurve for Hestekraft og Hastighed, som en Gang for alle er funden for Skibet ved Løb paa en maalt Mil; denne Fremgangsmaade vil blive omtalt senere.

Hestekraften kan bestemmes temmelig nøjagtig, naar der ikke indtræffer større Uregelmæssigheder i Maskinens Gang under Prøven.

Kulforbruget er derimod paavirket af langt flere og som oftest uberegnelige Omstændigheder: hertil kommer, at det i det hele taget er vanskeligt at bestemme ombord, da man ofte savner den fornødne Plads og Personale til at veje Kullene nøjagtig og derfor maa nøjes med at maale disse. Et Moment, som særlig gjør det indlysende, at man ofte ikke kan benytte Resultaterne fra en enkelt Prøve til Bestemmelse af Kulforbruget ved Prøvens Hastighed, er, at det er muligt at opnaa den samme Hestekraft og derfor som Regel ogsaa den samme Hastighed ved at benytte Dampen paa højst forskellige Maader. Skal Maskinen gaa f. Ex. med halv Kraft, kan dette gjøres ved enten at gaa med et lavt, f. Ex. det halve, Kjedetryk og skære sent af i Cylindren, eller ved at gaa med et højt Damptryk og udvide Dampen meget i Cylindren, eller fremdeles ved at gaa med et højt Damptryk, knibe paa Stopventiler og Spjæld, saa at Damptrykket formindskes betydelig, inden Dampen naar Cylindrene og derefter skære sent af; endelig kan man gaa med et Damptryk og et Expansionsforhold, som svarer til hinanden. Kulforbruget og derfor ogsaa Vandforbruget er særlig paavirkede af disse Forhold. Jo større Damptrykket er, des mindre kan Kulforbruget blive; det samme er til en vis Grad ogsaa Tilfældet med Expansionsforholdet; men til ethvert Damptryk svarer der dog et Expansionsforhold, som er det bedste. Udvides Dampen mindre end dette, drager man ikke den fulde Nytte af den, i det den da ved et højt Tryk strømmer

ind i Condensatoren. Benytter man et større Expansionsforhold end det ovennævnte, fortættes en stor Mængde Damp i Cylindren, som, naar der aabnes til Condensatoren, med den udstrømmende Damp bliver ført ind i denne uden at have gjort nogen Nytte. Man vil derfor faa højest forskjellige Værdier for Kul- og Vandforbruget efter den Maade, hvorpaa Dampen benyttes.

Den Indflydelse, som Kullenes Beskaffenhed, deres Fugtighedsgrad, Kulstykkernes Størrelse, Tilstedeværelsen af Støv o. s. v., har paa Kulforbruget, er saa bekjendt, at den ikke skal omtales her.

For at komme til Kundskab om Damptrykkets og Expansionsforholdets Indflydelse paa Kulforbruget, er der i Torpedobaaden »Hajen« for 2 Aar siden afholdt nogle Prøver, som jeg skal omtale nærmere. Paa disse blev Maskinens Vandforbrug bestemt, da man derved kunde nøjes med Prøver af kortere Varighed, end naar man kun maaler Kulforbruget. Ved Vandforbruget kan der, naar der ikke indtræffer større Overkog, kun indløbe Fejl ved, at Vandstanden i Kjedlen ikke er den samme ved Slutningen som ved Begyndelsen af Prøven; dette kan man imidlertid, særlig hvor man har Overfladecondensator, temmelig let sikre sig imod. Sammenligner man derimod Kulforbrugets Størrelse pr. Time paa en længere Kulforbrugsprøve, vil man finde, at den er meget foranderlig; som Regel er den større end Prøvens Middelkulforbrug i den første Time, hvilket kommer af, at Fyrene sjælden er i Orden, før Prøven begynder. Den falder derefter under Prøvens Middelkulforbrug, indtil man kommer til det Øjeblik, da Kjedlerørene begynder at snavses til, Mellemmrummene mellem Ristestængerne forstoppes af Klinker o. s. v., saa at Fyrene trænger til at renses; Kulforbruget begynder da at stige. Prøver af et Par Timers Varighed er derfor upaalidelige som Kulforbrugsprøver.

Paa Prøverne i »Hajen« maales Vandforbruget, som tidligere omtalt, ved at veje Vandet, før det pumpedes ind i Kjedlen. Forsøgene kunde ikke udstrækkes til højere Hastigheder end 10 Knob, da Vandforbruget over denne Hastighed er saa stort, at der ikke bliver Tid til at maale det, inden der er Brug for Vandet i Kjedlen.

Nr.	Tryk.	Omdrejninger.	I. H. K.	Vandforbrug pr. H. K. i Timen.	Anmærkninger.
1.	79,2	100	27,7	65,2	Stopventil aaben; stor Expansion.
2.	80,5	105	17,0	62,0	Stopventil næsten lukket; fuld Kvadrant; derfor ringe Expansion.
3.	25,3	102	17,0	88,0	Stopventil næsten aaben; ringe Expansion; lavt Damptryk.
4.	50,1	100	16,6	37,1	Expansionsforholdet svarende til Damptrykket.
5.	51,2	142	19,5	35,2	Baadens Hastighed 7½ Knob; ellers som Prøve 4.
6.	77,9	197	57,5	29,3	Baadens Hastighed 10 Knob; ellers som Prøve 4.

De første 4 Prøver er foretagne, medens Torpedobaaden var fortøjet i Flaadens Leje. Om end dette har nogen Indflydelse paa Vandforbrugets Størrelse, kan man dog, hvor det gjælder om at sammenligne Resultaterne fra Forsøg, som har forskellige Expansionsforhold og Damptryk men ellers er afholdte paa samme Maade, uddrage Slutninger, som ogsaa holder Stik, naar Baaden har Fart. Maskinen gik paa disse Prøver med meget nær det samme Antal Omdrejninger i Minuttet, medens Expansionsforhold og Damptryk var forskellige. I Prøve 1 var Damptrykket 79 lbs., Stopventilen holdtes fuldt aaben, medens man med Kvadranten skar meget tidlig af i Cylindren, saa at Expansionsforholdet blev meget stort i Forhold til Damptrykket, hvilket viser sig ved, at Vandforbruget blev stort, nemlig omtrent 65 lbs. pr. H. K. i Timen. Kun lidt mindre blev det,

naar man, som i Prøve 2, med samme Damptryk skærer sent af i Cylindren og næsten lukker Stopventilen til; i dette Tilfælde tabes der ved, at Dampen traadtrækkes, da dens Begyndelsestryk i Cylindren af denne Grund formindskes til mindst $\frac{1}{4}$ af Kjedeltrykket, uden at noget tilsvarende Arbejde udrettes. En mærkelig Omstændighed er det, at man paa disse to Prøver med omtrent samme Damptryk og Omdrejninger i det ene Tilfælde udviklede omtrent 28 H. K. og i det andet kun 17. Aarsagen hertil skal omtales senere.

Størst blev dog Vandforbruget, naar, som i Prøve 3, et Damptryk af kun 25 lbs. benyttedes, da det viste sig at være 88 lbs. pr. H. K. i Timen. Dette Forsøg viser Fordelen ved Anvendelsen af et højt Damptryk, i det, som omtalt, et stort Vandforbrug og et stort Kulforbrug følges ad.

I Prøve 4 var Damptrykket 50 lbs., der betragtedes som passende til Maskinens Gang paa disse Prøver, saa at et Expansionsforhold, som svarede til Damptrykket, kunde anvendes. Vandforbruget var derfor ogsaa mindst paa denne Prøve, endog langt under det halve af Forbruget paa Prøve 3.

Hvad selve Værdien af Vandforbruget i ovennævnte Prøver angaar, maa bemærkes, at den maaske er lidt for stor, da Kjedelrørene var noget fortærede, saa at der muligvis har sivet lidt Vand ud imellem dem og Rørpladerne; men da dette maa have fundet Sted paa alle Prøverne, og da Vandforbruget ifølge det tidligere anførte i sig selv maa være stort ved saa lave Hastigheder, kan Værdien godt benyttes til indbyrdes Sammenligning.

Gaar man ud fra, at udsøgte Wales Kul var blevne benyttede paa Prøverne, kan man, naar Forbrændingen har været fuldstændig, antage, at 1 lb. Kul kan fordampe 9 lbs. Vand. I saa Tilfælde vilde Kulforbruget paa de 5 første Prøver have været henholdsvis $\frac{7}{12}$, $\frac{1}{3}$,

$\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$ og $\frac{1}{4}$ Tdr. i Timen, medens det opnaaede Resultat er omtrent det samme paa alle Prøverne.

Vandforbruget bliver ofte bestemt ved Maaling af Slutningstrykket paa Indicatorgrammet. Naar Lavtrykstempleet er ved eller tæt ved Enden af Slaget, er Lavtrykscylindren fyldt med Damp af ringe Spænding, som, naar Glideren aabner for Adgangen til Condensatoren, strømmer ind i denne. Kjender man Trykket af denne Damp, hvilket kan findes ved Maaling paa Diagrammet, kan man ved Hjælp af Formler eller Tabeller finde, hvor stort Rumfanget af 1 lb. Damp er ved dette Tryk; som Regel gaar man ud fra, at Dampen er tør ved Enden af Slaget. Da Maskinen for hvert Slag tømmer et Rumfang Damp, lig med Lavtrykscylindrens Rumindhold, ind i Condensatoren, bliver Vægten af Damp- eller Vandforbruget pr. Omdrejning lig med 2 Gange Lavtrykscylindrens Rumindhold, divideret med Rumfanget af 1 lb. Damp, svarende til Slutningstrykket i Cylindren. Multipliceres denne Størrelse med Omdrejningernes Antal i en Time og divideres den med Hestkraften, faas Vandforbruget pr. H. K. i Timen efter Indicatorgrammet. I Prøve 4 var det 23 lbs; Forskjellen mellem det saaledes fundne og det virkelige Vandforbrug er altsaa meget betydelig.

Grunden til, at de to Bestemmelsesmaader for Vandforbruget ikke giver det samme Resultat, er følgende: Naar Dampen fra Kjedlen strømmer ind i Cylindren, kommer den i Berøring med dennes Sideflade og Ender, og da disse har en langt lavere Varmegrad end Dampen, fortættes en stor Del af denne, og en tynd Hinde af Vand vil derfor lejre sig paa Cylindrens Vægge. Under Expansionen falder Dampens Varmegrad, fordi dens Tryk bliver mindre, og da det fortættede Vand har en højere Varmegrad, nemlig den samme som Dampens, da denne strømmede ind i Cylindren, vil en Del af Vandet fordampe. Naar der nu ved Enden af Slaget aabnes til

Condensatoren, vil Dampens Tryk i Cylindren næsten pludselig falde til det, der er i Condensatoren. Resten af Vandet, som hidrører fra Dampens Fortætning ved Berøringen med Cylindrens kolde Sider, foruden det Vand, som har samlet sig ved Dampens Fortætning paa Grund af det udrettede Arbejde i Cylindren, vil da pludselig tage Dampform og strømme ind i Condensatoren uden at have gjort Nytte. Denne Dampmængde vil ingen Indflydelse faa paa Størrelsen af Diagrammets Slutningstryk og derfor ikke indgaa i Vandforbruget, naar dette bestemmes ved Diagrammet, medens den selvfølgelig er indbefattet i det virkelige, maalte Vandforbrug. Forskjellen mellem disse, som i Prøve 4 var 14 lbs. pr. H. K., er derfor et ligefremt Tab af Kul, som kaldes »Udstømningstabet«; det er større i smaa Maskinerier end i store, hvilket er en af Hovedaarsagerne til at de sidste er mere økonomiske.

For at finde Forskjellen i Vandforbruget, naar Baaden er fortøjet, og naar den har Fart, afholdtes Prøve 5 i Sundet under de samme Omstændigheder for Maskineriets Vedkommende som i Prøve 4 (saavidt muligt holdtes samme Damptryk i de to Prøver). Med omtrent samme Hestekraft gjorde Baaden paa Prøve 5: 42 Omdrejninger flere i Minuttet, end da den var fortøjet. Maskinen havde saaledes for samme Kraft en større Stempelhastighed; denne virker til at formindske Udstømningstabet, i det den giver Dampen mindre Tid til at fortætte sig i Cylindren; Vandforbruget var derfor ogsaa noget mindre.

Ligesom det var Tilfældet med Kulforbruget pr. H. K., er Vandbruget pr. H. K. mindre, jo større Hastigheden bliver, i ethvert Tilfælde indtil en vis Grænse er naaet. Saaledes er Vandforbruget i Prøve 6 naaet ned til $29\frac{1}{2}$ lbs. pr. H. K. i Timen og nærmer sig mere og mere til Vandforbruget, bestemt ved Diagrammet, som paa denne Prøve var 18,7 lbs. Der kan dog næppe være Tvivl om, at Vandforbruget ved højere Hastigheder

vil være endnu mindre end det var paa Prøve 6, da Expansionsforhold og Damptryk kan stille sig endnu gunstigere for hinanden end paa denne Prøve.

Maskinens Gnidningsmodstand er ved lave Hastigheder i høj Grad afhængig af Damptrykket, da dette har en væsentlig Indflydelse paa Trykket mellem Maskinaxlen og Lejerne. Paa Prøve 1 var Omdrejningerne 100 og Hestekraften 27,7, medens Damptrykket var 79 lbs.; paa Prøve 3 var Omdrejningerne 102, Hestekraften 17 og Damptrykket 25 lbs. Baaden vilde saaledes have gjort næsten samme Fart paa de to Prøver, da Omdrejningernes Antal var omtrent ens. Imellem den paa de to Prøver udviklede Kraft i Maskinen var der derimod en Forskjel af omtr. 11 H. K. Denne Kraft er anvendt til paa Prøve 1 at overvinde Maskinens store Gnidningsmodstand og kommer saaledes ikke Fremdrivningen til Gode, foruden at den bidrager til et Spild af Kul. Dette skyldes det høje Damptryk, hvilket tillige bevirker en uregelmæssig Gang af Maskinen, i det denne paa Grund af det høje Tryk paa Stemplet har Vanskelighed ved at komme over Dødpunktet. Prøve 2 giver det samme Resultat i denne Retning som Prøve 3, da Damptrykket i Kjleden ved Traadtrækning er faldet til mindst $\frac{1}{4}$ ved Indstrømningen i Cylindren.

Ved meget lave Hastigheder er det altsaa fordelagtigst at gaa med et lavt Damptryk i Kjleden, da man derved formindsker Gnidningsmodstanden i Maskinens Hovedlejer betydelig. Skal man gaa med højere Hastigheder, falder dette Hensyn bort; her gjælder det for en god Økonomi med Kullene at benytte det bedste Expansionsforhold, svarende til Kjedeltrykket.

B. Gaar man ud fra Maskinens Hestekraft, kan man stille følgende 3 Spørgsmaal:

- 1) hvor længe Hestekraften kan holdes,
- 2) hvad den koster,
- 3) hvad den udretter.

Dampprøver tjener til at besvare disse Spørgsmaal; de kan derfor inddeles i 3 Hovedklasser.

1) Den Tid, Maskinen kan holdes gaaende med fuld Kraft, afhænger dels af Personalets Udholdenhed, dels af den Lethed, hvormed Kjedlerne kan levere Damp til Maskinen, dels af Kjedlernes Antal. Det indtræffer sjældent, at Maskinen ikke kan forbruge den Damp, som Kjedlerne kan yde; med et indøvet Maskinpersonale er det derfor Kjedlernes Antal og Størrelse, der sætter Grænsen for den højeste Kraft, Maskinen kan udvikle, og for den Tid, Maskinen kan gaa med fuld Kraft. For samme Størrelse af Kjedler er det imidlertid højst forskjelligt, hvor meget Damp der fordres udviklet af dem. Medens man i Handelsskibe af Hensyn til Kulforbruget ikke gaar ud paa at forcere Fyringen og ikke er nøjeregnende med Maskinens Vægt, er man i Orlogsskibe nødt til at udvikle en langt større Kraft for samme Maskinvægt, medens Kulforbrugets Størrelse ved fuld Kraft er af en mere underordnet Betydning.

Ved Constructionen af et Orlogsskib gaar man som bekjendt ud fra dettes beregnede Deplacement ved Fordelingen af Vægten til Maskinen, Artilleriet, Panseret o. s. v.; da Vægtsummen af alle Skibets Dele er constant, kan man ikke forøge Vægten af en Del, uden at det gaar ud over noget andet, ligesom man ved at spare paa Vægten af f. Ex. Maskinen kan forøge sit Artilleri, sin Kulbeholdning o. lign. Constructeurerne gaar derfor ud paa at faa det mest mulige af Skibets enkelte Bestanddele udrettet med den mindst mulige Vægt af disse, dels ved at vælge passende Materialier for dem, dels ved at give dem en saadan Construction, at overflødig Vægt undgaas. Skibsconstructeurerne søger at finde det Materiale for Panserplader, som forener den

største Modstandsevne med den mindst mulige Vægt. Man foretrækker den Kanon, som, samtidig med at kunne udskyde det sværeste Projectil med den største Begyndeshastighed, har den mindste Egenvægt. Indtil for faa Aar siden arbejdede Maskinconstructeurerne i samme Retning paa at formindske Maskinens Vægt, indtil Torpedobaadene gav Stødet til en almindelig Indførelse af kunstig Træk i alle Kampskibe, hvorved det i mange Tilfælde er lykkedes at forøge Maskinens Kraft med mindst 50 p.Ct. for samme Maskinvægt. Jo højere Lufttryk man kan anvende, des flere Kul kan man brænde pr. \square Fod Rist, og des større Kraft er man derved i Stand til at faa udviklet af sit Maskineri.

Det er imidlertid ofte aldeles umuligt at bestemme Størrelsen af de Kræfter, en Maskindel kan blive udsat for; kun Fuldkraftsprøver kan afgjøre, om man har givet den tilstrækkelig Styrke. Selv de bedst ud tænkte Formler for Dimensionerne af en Maskines enkelte Dele er værdiløse, naar de ikke indeholder en Coefficient, som er bygget paa Erfaring fra Maskiner, der har arbejdet godt og paa Fuldkraftsprøver vist sig at være tilstrækkelig stærke; men hvad der forstaaes herved, er forskjelligt i de forskjellige Klasser af Skibe. I Torpedobaadene er man nødsaget til at gaa til Ydergrænsen i Maskinens Vægt; i disse er derfor den Belastning, som man byder Materialierne, langt større end i Panserskibe, Krydsere o. lign., da Vægtspørgsmaalet i de sidstnævnte ikke er af saa overvejende Betydning som i Torpedobaadene. Man kan imidlertid bøde paa Nødvendigheden af en ringe Vægt ved at bruge særlig gode Materialier og ved at anvende stor Omhu paa Maskindelens Forfærdigelse. Det er ogsaa i denne Retning, de fleste Fabrikanter af Torpedobaadsmaskiner for Øjeblikket arbejder og ikke i en Forøgelse af Lufttrykket, i det at man søger at nøjes med et Lufttryk af kun 2"—3" Vandtryk paa Fyr-

pladsen for at opnaa fuld Kraft, da det har vist sig, at det Luftryk, man oprindelig benyttede (5"—6"), virkede ødelæggende paa Materiellet.

Selv om Maskineriet er stærkt nok konstrueret, kan Havarier selvfølgelig ogsaa indtræde paa Grund af Skødesløshed særlig ved Maskineftersyn; disse Dampprøver faar derfor ogsaa Betydning ved afgive Bevis for, at Maskinen er i Orden, efter at have været eftersat eller repareret.

Fuldkraftsprøver afholdes omtrent paa samme Maade, og de samme Observationer tages, som paa Kulforbrugsprøver (se neden for); medens man dog paa disse saa vidt muligt holder Maskinen paa den samme Gang, søger man paa Fuldkraftsprøver at opnaa det højeste Antal Omdrejninger, som Maskinen i hvert enkelt Øjeblik kan gaa med, saa at Omdrejningshastigheden paa disse Prøver er variabel. I enhver Maskine kan man for en kort Tid forcere Gangen udover den, der svarer til normal fuld Kraft; men Kjederne vil være i en Slags ustadig Ligevægt: et pludselig indtrædende Overkog, en Uregelmæssighed i Fyringen, Luftforsyningen o. lign., vil foraarsage et betydeligt Fald i Damptrykket. Paa længere Fuldkraftsprøver bør man derfor passe, at Maskinens Dampforbrug begynder med at være mindre end den Dampmængde, som Kjederne kan yde; man kan da efterhaanden forøge Maskinens Hastighed. Lader man derimod Maskinen faa Overhaand over Kjederne, falder Damptrykket, og der skal da megen Øvelse til at bringe disses Dampudvikling op til den, der svarer til fuld Kraft, naar man ikke vil forandre paa Maskinens Gang. Er kunstig Træk til Raadighed, har man bedre Herredømmet over Kjedernes Dampudvikling; dog bør ogsaa i dette Tilfælde pludselige Forandringer saa vidt muligt undgaaes, særlig naar man ophører med Forceringen.

Har man mange Kjeder, kan Fyr, Rør o. s. v. renses under Gangen; har man derimod kun en Kjedel med et

Fyrsted, som i Torpedobaade, vil Tilstopning af Kjederørene og Mellemmrummene mellem Ristestængerne efter nogle Timers Forløb meget vanskeliggjøre en Vedligeholdelse af Fuldkraftshastigheden. Jo flere Kjeder, man har, des bedre vil man derfor være i Stand til at vedligeholde Fuldkraftshastigheden.

2) Det andet Hovedspørgsmaal, som Dampprøverne skal besvare, er Maskinens Kulforbrug. Den paa Togterne afholdte 6 Timers Fuldkraftsprøve giver Oplysninger dels om dette, dels om Personalets Indøvelse, Materiellets Tilstand o. s. v. og henhører derfor ogsaa under de først omtalte Dampprøver.

Kulforbrugsprøver maa ikke paabegyndes, før Maskinen er i den paabudte Gang, og Fyrene er i Orden; ligesom Maskinens Gang ikke maa forandres under Prøven. Inden denne begynder, bør man, hvor det kan lade sig gjøre, afveje det nødvendige Kvantum Kul i Sække; disse bringes ned paa Fyrpladsen, efterhaanden som der er Brug for dem.

Fyrenes Tilstand og Vandstanden i Kjederne bør være ens ved Begyndelsen og Slutningen af Prøven. Man maa saavidt muligt undgaa at dreje krappt under Prøven, for ikke ved Drejningen at paavirke Maskinens Omdrejningshastighed. Tællemaskinens Visning optegnes, baade naar Prøven begynder, og naar den slutter. Hestekraften beregnes efter Middelantallet af Omdrejninger i Minuttet efter Tællemaskinen og Middeltallet af Middeltrykkene, fundne ved Diagrammerne. Disse tages med 20 til 30 Minutters Mellemløb; saavidt muligt tages Højtrykdigrammet samtidig med Lavtryksdiagrammet for samme Maskine.

Hastigheden maales undertiden ved at gennemløbe en længere Distance (da Prøverne ofte falder sammen med Skibets Route), uden at Strømmens Hastighed er kjendt. Den paa denne Maade fundne Hastighed er derfor mindre paalidelig. Bedre er det at bestemme den

ved at løbe frem og tilbage over en kort Distance, hvis Længde nøjagtig vides, som f. Ex. den maalte Mil ved Vedbæk. Dette gjøres nu paa de officielle Modtagelsesprøver af Maskinerier, i det Milen gennemløbes 8 til 12 Gange paa Prøven. Middeltiden paa Milen giver Prøvens Middelhastighed. Under Løbene maa Maskinens Gang selvfølgelig ikke forandres.

Der kan dog tænkes Tilfælde, hvor den paa denne Maade fundne Hastighed ikke fremstiller Prøvens Middelhastighed nøjagtig. Foretages f. Ex. et Løb, hvis Varighed ved højere Hastigheder kun er 3 til 5 Minutter, samtidig med, at der indtræffer et Overkog, som paavirker Maskinens Gang, men som kun varer f. Ex. 5 Minutter, vil Hastigheden fra Løbene blive noget mindre end Prøvens Middelhastighed. Thi tages der eksempelvis 12 Løb paa en 6 Timers Prøve, vil det uheldige Løb faa en Indflydelse af $\frac{1}{12}$ paa Løbenes Middelhastighed, medens Overkoget kun har varet $\frac{1}{72}$ af hele Prøven, altsaa er dettes Indflydelse paa Prøvens Middelhastighed 6 Gange mindre end det uheldige Løbs paa Løbenes Middelhastighed. Man bør derfor paa saadanne Prøver foretage saa mange Løb som muligt, for at disses Middelhastighed saa nær som muligt kan svare til Prøvens Middelhastighed.

Paa Torpedobaadens Modtagelsesprøver, som afholdes paa Themsen, altsaa hvor der er svær Strøm, findes først ved 6 Løb paa den maalte Mil ved »Long Reach« det Antal Omdrejninger, som Maskinen maa gjøre for at drive Baaden 1 Kvml. frem i stille Vand. Da Slippen varierer betydelig ved højere Hastigheder, bør Prøverne paa Milen afholdes ved den samme Hastighed og navnlig ikke ved en højere end den, Baaden skal have paa den 3 Timers Fuldkraftsprøve. Naar Baaden ikke er større, end at den kan dreje rundt paa det Sted, hvor Milebaakerne er anbragte, kan man foretage Løbene paa Milen samtidig med Fuldkraftsprøven;

man maa da kun sørge for, at Maskinens Gang ikke forandres under Løbene. I 1ste Klasse Torpedobaade er man derimod nødsaget til at tage Løbene paa Milen uafhængigt af Fuldkraftsprøven. Som Regel tages der 3 Løb før og 3 Løb efter Fuldkraftsprøven, for at Middeldybgaaendet for Løbene saa nær som muligt kan falde sammen med Fuldkraftsprøvens Middeldybgaaende. Efter at have fundet Tiden for Løbene og Antallet af Omdrejninger paa disse kan man ved en Formel, som vil blive omtalt senere, bestemme det Antal Omdrejninger, som i stille Vand er nødvendigt til at drive Baaden 1 Knob frem ved Fuldkraftshastigheden. Divideres dette Antal Omdrejninger ind i det samlede Antal Omdrejninger paa den 3 Timers Fuldkraftsprøve, faar man den paa denne gennemløbne Vejlængde; $\frac{1}{3}$ af denne er Hastigheden i Knob.

3) Dampprøver kan dernæst gaa ud paa at finde Maskinens Kraftudvikling, svarende til forskellige Hastigheder. Tidsvarigheden af hver Prøve er i dette Tilfælde af liden Betydning, naar man blot med Nøjagtighed bestemmer den Maskinkraft og den Hastighed, som hører sammen. De foretages derfor bedst ved under gode Vejrforhold at gennemløbe en nøjagtig udmaalt, kort Strækning, f. Ex. den maalte Mil ved Vedbæk. Der maa tages mindst 2 Løb paa modsatte Courser ved hver Hastighed. Som Regel er Løb ved 6 forskellige Hastigheder tilstrækkeligt; blandt disse vælges den laveste og den højeste Hastighed, Maskinen kan gaa med; de øvrige Hastigheder vælges med saadanne Mellemløb, at Forskjellen i Hestekraften mellem de forskellige Hastigheder er omtrent constant (f. Ex. $3\frac{1}{2}$, 6, 8, $9\frac{3}{4}$, 11 og 12 Knob). Damptrykket i Damprøret maa passe nogenlunde til Hestekraften af Hensyn til Maskinens Gnidningsmodstand. Afsættes Hestekraften som Ordinat, svarende til Hastigheden, kan man, ved at trække en jævn Curve gennem de saaledes fundne Punkter, finde den til alle Hastig-

heder svarende Hestekraft. Paa lignende Maade kan man construere en Curve for Omdrejninger og Hastighed. Det er kun nødvendigt for hvert Skib en Gang for alle at construere saadanne Curver. Under andre Omstændigheder, som f. Ex. et andet Dybgaende, uren Skibsbund, en Forandring i Rejsningen o. lign., kan man nøjes med at finde 2 til 3 ny Punkter, da man gennem disse let kan trække Curver, som er ligedannede med de først construerede.

Prøver paa maalt Mil bør som Regel ikke foretages, naar Vindens Styrke er over 3; særlig gjælder dette Løbene ved de lavere Hastigheder. Mellem Løbene bør Skibet dampe et Stykke bort fra Mærkelinjerne, for at man kan være sikker paa, at Skibet har den til Maskinens Kraft svarende Hastighed, naar det er kommet tilbage til disse.

Det maa omhyggelig paases, at Maskinens Kraftudvikling ikke forandres under Løbet. Giver man Ordre til, at Maskinen under et Løb skal gaa med et bestemt Antal Omdrejninger, f. Ex. 60 i Minuttet, maa man paa Fyrpladsen holde det Damptryk constant, som Dampen har, naar Maskinen er paa den befalede Gang. Skulde det under Løbet vise sig, at Maskinen kun gør f. Ex. 58 Omdrejninger i Minuttet, maa der ikke forandres paa Expansion eller Spjældets Stilling, efterdi det er ligegyldigt, om man faar et Punkt paa Curverne for Omdrejninger og Hestekraft, som svarer til 58 Omdrejninger i Steden for 60. Rettes der derimod paa Maskinens Gang under Løbet, vil det opnaaede Middeltal ikke være correct, fordi Omdrejninger og Hestekraft ikke er ligefrem proportionale med Hastigheden.

Der maa saavidt muligt tages to fuldstændige Sæt Diagrammer fra alle Cylindrene under hvert Løb, et Sæt lidt efter, at Løbet er begyndt, og et, lidt før Løbet er til Ende. Omdrejningerne bestemmes ved Tællemaskinen for hele Løbet.

Særlig vigtigt paa disse Prøver er en nøjagtig Op-givelse af Dybgaendet, da dette har den væsentligste Indflydelse paa Skibsmodstanden, ligeledes Tilstanden af Skibets Bund, om Rejsningen var omhøug eller ikke, og i det hele taget Oplysninger, som vedrører Modstanden imod Skibets Fremdrivning.

Er der ingen eller kun ringe Strøm, benyttes Middeltallet af de paa de to sammenhørende Løb tagne Observationer. Er der derimod Strøm, maa Hastigheden bestemmes saaledes: Anvendes en Tid af T Timer til at udløbe Afstanden mod Strømmen, og t Timer med Strømmen; kaldes Skibets Hastighed i Knob F , Strømmens Hastighed f og er Afstanden mellem Mærkerne P , bliver

$$(F - f) T = P$$

$$\text{og } (F + f) t = P,$$

hvilke Formler giver

$$F = \frac{P}{2} \frac{T + t}{Tt}.$$

Er Afstanden mellem Mærkerne 1 Knob og udtrykkes T og t i Secunder, er Skibets Hastighed given ved Formlen

$$F = 1800 \frac{T + t}{Tt}.$$

De Omdrejninger, som er nødvendige til at drive Skibet 1 Knob frem i stille Vand ved Prøvens Hastighed, findes saaledes: Er

x = Antal af Omdrejninger pr. Knob i stille Vand,

N = — " — — mod Strømmen,

n = — " — — med —

bliver $N = x(1 + fT)$

$$\text{og } n = x(1 - ft).$$

Elimineres x mellem disse Ligninger, bliver

$$f = \frac{N - n}{nT + Nt},$$

som indsat i

$$x = \frac{N}{1 + fT},$$

giver

$$x = \frac{nT + Nt}{T + t}.$$

Denne Formel bruges til at finde Antallet af Omdrejninger pr. Knob i stille Vand ved Torpedobaades Modtagelsesprøver i England.

Et Skibs kritiske Hastighed kan findes ved at beregne Slippen for forskellige Hastigheder og afsætte den i Curveform. Er Skruens Stigning p Feet og Antallet af Omdrejninger i Minuttet o , bliver Skruens Stigning

$$= \frac{op - v}{op},$$

hvor v er det Antal Feet, som Skibet er bevæget frem gennem Vandet i Minuttet, og som findes ved at multiplicere Hastigheden i Knob med 101,8.

De ved Vedbæk anbragte Mærker for en maalt Mil bestaar af to Stænger med sort Ballon ved Aggershvilte og to Stænger med hvid Ballon ved Vedbæk By. De ved disse Mærker bestemte Linjer er parallele; da Afstanden mellem Mærkelinjerne saaledes overalt er ens, er det unødvendigt at bruge Langmærker. Coursen lodret paa Mærkelinjerne er retv. N. 29 V.; Afstanden mellem dem er 5879,8 danske Fod. Da 1 Kvml. er 5900 danske Fod, er Afstanden mellem Mærkelinjerne lidt mindre end 1 Kvml. Den Fejl, man gjør ved at betragte Afstanden som 1 Kvml., er ved en Hastighed af 15 Knob kun $\frac{1}{20}$ Knob og er saaledes i de fleste Tilfælde uden praktisk Betydning.

Skal Hastigheden bestemmes med stor Nøjagtighed, gaar man frem saaledes: Naar Skibet passerer Mærkelinjerne, pejles de tilsvarende Balloner, for at man kan finde den Vinkel, som Mærkelinjerne danner med Linjen lodret paa Coursen. Er Middeltallet af de to Vinkler 5° , bliver Længden af Courslinjen, som afskæres af de to Mærkelinjer, netop 1 Kvml. Hastigheden findes nu ved at dividere Tidsforløbet, udtrykt i Secunder, ind i den i nedenstaaende Tabel ved forskellige Vinkler mellem

Mærkelinjerne og Linjen lodret paa Coursen anførte Talstørrelse. Er f. Ex. Vinklen 4° , og Tiden for et Løb $5^m 43^s = 343^s$, bliver Hastigheden

$$= \frac{3596,1}{343} = 10,48 \text{ Knob.}$$

Rubrik A er Vinklen mellem Mærkelinjerne og Linjen lodret paa Coursen, og Rubrik B er den Constant, som, divideret med Tidsforløbet i Secunder, giver Hastigheden.

A.	B.	A.	B.
0	3587,3	$7\frac{1}{2}$	3618,3
1	3587,9	8	3623,6
2	3589,5	$8\frac{1}{2}$	3627,2
3	3592,3	9	3632,0
4	3596,1	$9\frac{1}{2}$	3637,3
5	3601,1	10	3642,7
$5\frac{1}{2}$	3603,9	$10\frac{1}{4}$	3645,8
6	3607,1	$10\frac{1}{2}$	3648,4
$6\frac{1}{2}$	3610,5	$10\frac{3}{4}$	3651,4
7	3614,3	11	3654,4

Som tidligere omtalt, bestemmer progressive Prøver Forholdet mellem Maskinens Kraft og Skibets Hastighed og yder saaledes en Bedømmelse af, om Skibets Dimensioner og Linjer er passende til de Hastigheder, Skibet kan opnaa, i det man forudsætter, at Maskinens og Skruens Nyttevirkning er ens i forskellige Skibe.

Disse Prøver er derfor mest til Nytte for Teknikeren. Det er ved Resultaterne fra dem blevet muligt at bestemme, hvad Hestekraften skal være i et nyt Skib, svarende til en bestemt Hastighed. Desuden kan man ved dem finde Maskinens Gnidningsmodstand, Skibsmodstandens relative Stigen og Falden med Hastigheden, Styrlastighedens og Dybgaaendets Indflydelse paa denne o. s. v. En nærmere Redegjørelse herfor ligger dog uden for det valgte Æmne.

Som bekendt misbruges ofte i Udlandet de Resultater, som kan opnaas ved Løb paa en maalt Mil, i det man som »Skibets Hastighed» anfører den Hastighed, man kan opnaa ved at forcere Maskineriet ud over den Grænse, hvortil det er construeret og ved at afholde Prøven ved et let Dybgaaende. Selvfølgelig kan det have sin Interesse at vide, hvor stor en Hastighed man for en kort Tid kan opnaa, naar Omstændighederne er de gunstigst mulige, men det rigtigste er dog som hos os at betragte »Skibets Hastighed» som den Hastighed, Skibet har paa en flere Timers Modtagelsesprøve ved fuld Kraft. Siden Bestemmelsen om, at der paa hvert Togt skal afholdes en 6 Timers Fuldkraftsprøve, er udgaaet, har det vist sig, at denne Hastighed i de fleste af vore Skibe med Lethed kan opnaas paa Togtet.

Modtagelsesprøverne, der, som tidligere omtalt, bestaar i en Fuldkrafts- og en Økonomiprøve, afholdes ved Tegningens Dybgaaende. Man har tidligere ladet Maskinfabrikanten garantere en bestemt Hastighed paa Fuldkraftsprøven. Men dels fordi Forholdet mellem Hestekraften og Hastigheden ene er afhængigt af Skibets Form og Dimensioner, dels fordi man kan udsætte sig for, at der i Constructionen af Skruen ikke tages fornødent Hensyn til Maneuvreevnen, har man frafaldet Fordringen om Opnaaelse af en bestemt Hastighed og betinger kun, som tidligere omtalt, en bestemt Hestekraft udviklet i Cylindrene. Paa Modtagelsesprøverne, som de nu afholdes, er Bestemmelsen af Hastigheden derfor af en mere underordnet Betydning.

Det vilde være bedre, om man kunde stille Fordring til Udviklingen af en bestemt effectiv Hestekraft, da det er denne, der kommer Fremdrivningen til Nytte, medens man nu bedømmer Maskinens Kraft efter dens effective Hestekraft + Tabene i Maskinen ved Gnidningsmodstand o. lign.; Fabrikanterne vilde da lægge Vind

paa at formindske de sidste saa meget som muligt ved en god Construction og ved Anvendelse af passende Materialier. Man har dog endnu ikke fundet noget Apparat til directe Maaling af saa store Kræfter, som der her er Tale om.

Det vilde ogsaa være rigtigere at bestemme Maskinens Økonomi ved dens Vandforbrug i Steden for som nu ved Kulforbruget. Ganske vist er det i Praxis Kullene, som forbruges, men til at bedømme f. Ex. Fortrinnet af en Maskintype fremfor en anden, er det maalte Kulforbrug for upaalideligt; dertil er det, som ofte omtalt tidligere, for meget afhængigt af tilfældige Omstændigheder. Dette er ikke Tilfældet med Vandforbruget, fordi man ved dette er uafhængig af Varmeudviklingen i Ildstedet. Paa meget store Maskiner nær kan Vandforbruget maales med stor Nøjagtighed, uden at der fordres noget videre Apparat dertil. Det vil dog yderligere være nødvendigt at afholde en Kulforbrugsprøve for at bestemme Ildstedets Nyttetvirkning.

C. Foruden Resultaterne fra Modtagelsesprøverne af et Skibs Maskineri er der for de nyeste Skibes Vedkommende ogsaa foretaget progressive Prøver, og Resultatet fra disse i Curveform er afsat i Maskinmestrebøgerne.

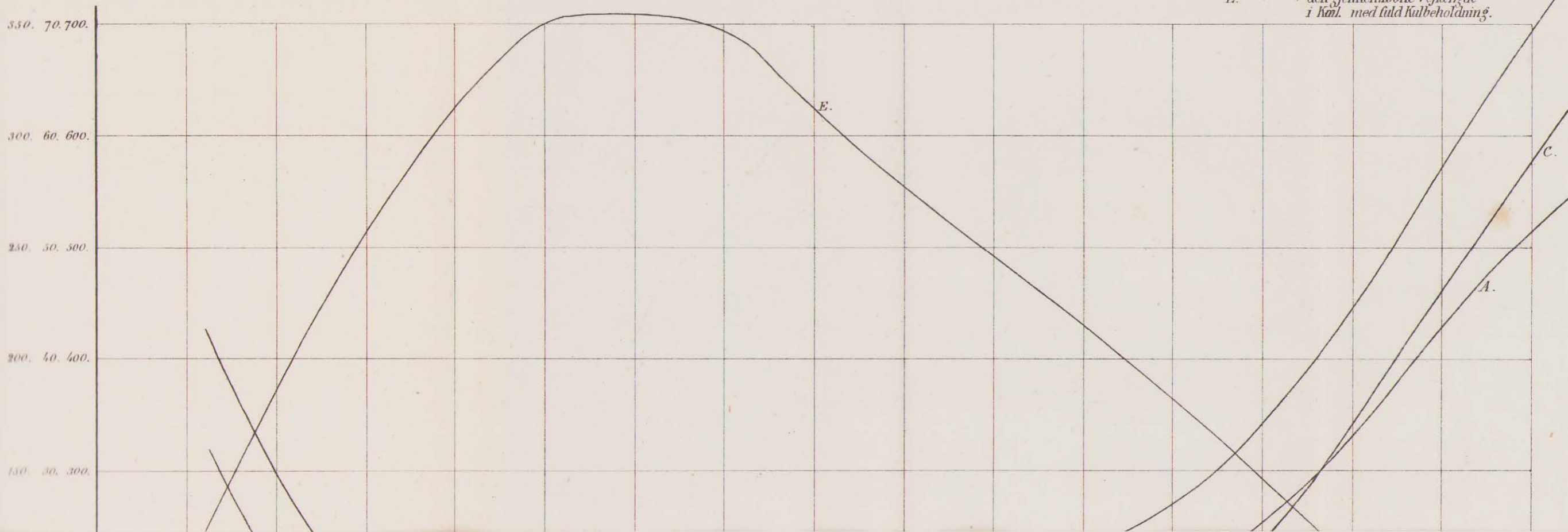
Ved Hjælp af Curven for Omdrejninger og Hastighed kan man ved at prøve sig frem finde en Constant, som divideret ind i Omdrejningernes Antal i Minuttet giver Hastigheden i Knob. Den saaledes fundne Hastighed stemmer med den virkelige med saa stor en Nøjagtighed, som behøves i Praxis; man kan dog ikke benytte denne Fremgangsmaade for Hastigheder, som er større end den kritiske. Constanten er for »Fyen», »Tordenskjold», »Guldborgsund» og »Delfinen» henholdsvis 6,0, 6,65, 16,2 og 20,0.

Plan I.

Curver for I.H.K., Kulforbrug og gjennemløbne Vejlængde for Torpedobaaden „Hajen“.

I.H.K. lbs. Kml.

- A. Curve for I.H.K.
- B. " " Kulforbrug pr I.H.K. i Timen i lbs.
- C. " " " " □ Fod Rist i Timen
- D. " " " " Kml.
- E. " " den gjennemløbne Vejlængde i Kml. med fuld Kulbeholdning.



Plan II.

A. Curve for Kulforbrug pr. Kml. pr. Ton Depl. ved 9 Knob for Flaadens Skibe.
 B. " " " " " " " " " " 14 " " " "
 C. " " Kulbeholdningens Størrelse i Forhold til Depl. " " "
 Alle Curverne giver kun Middelværdier.

