DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Rasmussen.

Skibsmaskinlær

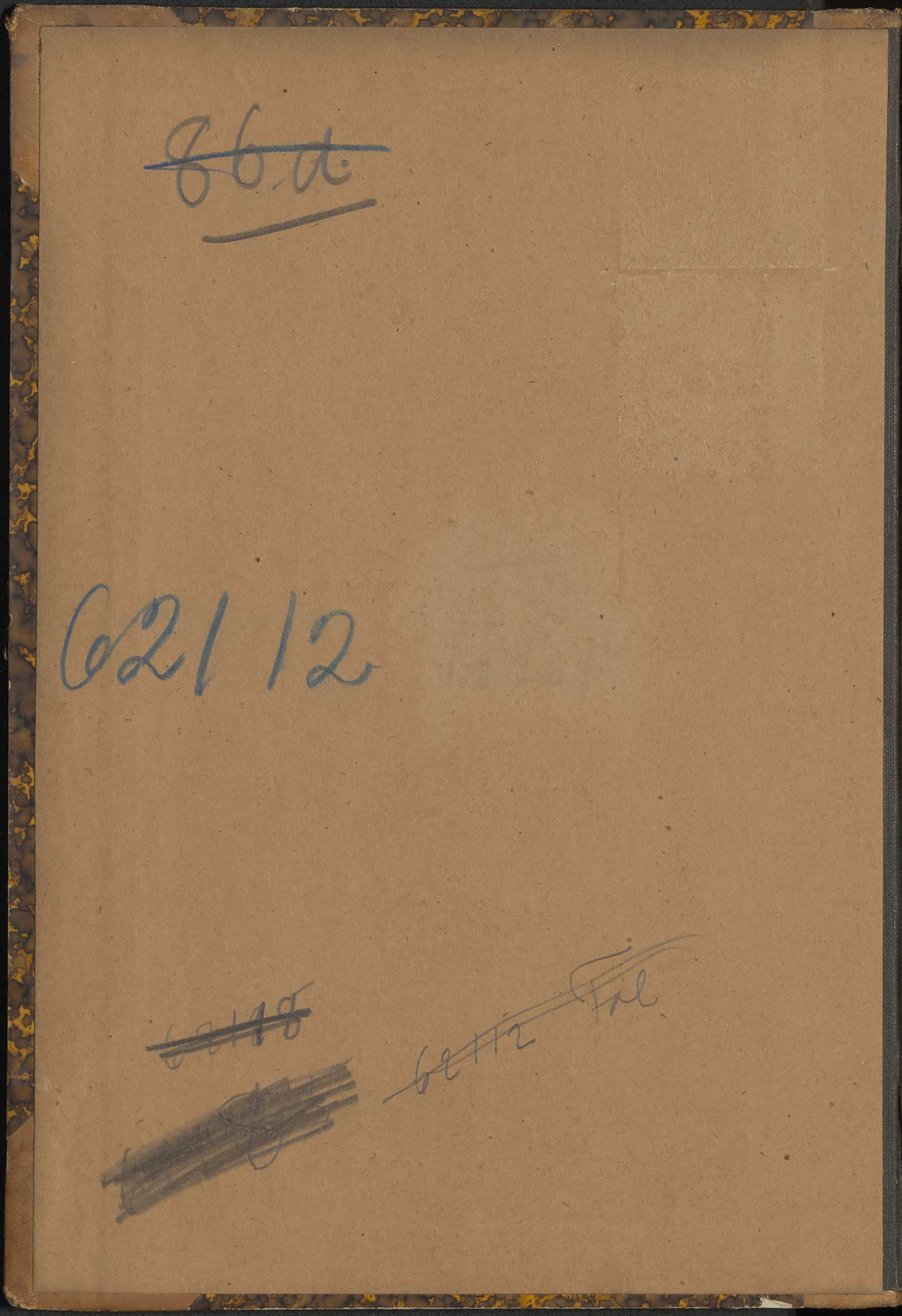
1892.

* 621 12. Folio.

INDUSTRI-
FORENINGEN.

DTB Danmarks Tekniske Bibliotek

KUN
til brug på
LÆSESAL



18-28-1
Atlas (A)

SKIBSMASKINLÆRE

UDARBEJDET TIL BRUG FOR

STYRMÆND OG SKIBSFØRERE

AF

A. H. M. RASMUSSEN
UNDERDIREKTØR VED ORLOGSVÆRFTET

TEXT

INDUSTRI-
FORENINGEN.

KJØBENHAVN
FORLAGT AF UNIVERSITETSBOGHANDLER G. E. C. GAD
TRYKT HOS NIELSEN & LYDICHE
1892

FORORD.

Skibsdampmaskinens Udvikling og Indførelsen af nye Maskin- og Kjedeltyper i Skibe nødvendiggjør jævnlig nye Lærebøger, som ere i Overensstemmelse med den seneste Praxis. Disse have vel særlig Betydning for Maskinister, men ogsaa Navigationsskolernes Elever have nu Brug for en ny Maskinlære, og denne bør da være i Overensstemmelse med Kravene i den Lov om Styrmandsexamen, som nu foreligger.

Paa Navigationsdirektørens Opfordring er nærværende Lærebog, der er udgiven med Marineministeriets Understøttelse, udarbejdet med det nævnte Formaal for Øje, saaledes at den indeholder alt, hvad en Skibsfører og Styrmand bør vide paa Maskinvæsenets og Skibsbyggeriets Omraade.

Bogens første Afsnit omfatter Hovedsætningerne i den mekaniske Fysik, Varmelæren samt Læren om Materialierne og deres Styrke i et saadant Omfang, at Eleven, efter at have tilegnet sig disse Forkundskaber, besidder fornødent fysisk og mekanisk Grundlag for at kunne forstaa Bogens øvrige Afsnit, vedrørende Indretningen, Behandlingen og Brugen af Skibets Hovedmaskineri samt de mekaniske Hjælpemidler paa Dækket og i Maskinen.

Foruden Skibets Hoveddele, Tonnagen, den vandtætte Inddeling, Lænsnings- og Slukningsmidler ere følgende Afsnit behandlede mere udførligt: Skibets Stabilitet, Sødygtighed og Fremdrivning, Skruens og

Rorets Virkning, Kulforbruget, Selvantændelse i Kulladninger, Skibsbundens Tilgroning, Pladernes Tæring ved Rustdannelse og ved lokale, galvaniske Strømme, Midlerne derimod o. s. v.

De til Bogen hørende Tegninger ere trykte særskilt paa 15 Blade, da det i høj Grad vilde fordyre Bogen at sætte dem i Texten; Bladene have en saadan Størrelse, at de kunne indbindes sammen med Texten.

Kjøbenhavn i April 1892.

A. H. M. Rasmussen.

INDHOLDSFORTEGNELSE.

Mekanisk Fysik.

	Side.
Legemer i Almindelighed	1.
Grundstoffer og sammensatte Stoffer	2.
Galvanisk Strøm	3.
Spændigheds- og Brudgrænsen	5.
Forandringer i Tilstandsformen	5.
Faste Legemers Bevægelse og Ligevægt	6.
Bevægelse	6.
Kræfter, Træghedens Lov	7.
Kræfters Sammensætning	9.
Kræfters Opløsning	10.
Kraner	11.
Tyngdepunktet	12.
Moment	12.
Parallele Kræfter	13.
Arbejde og Energi	14.
Loven for Energiens Uforgængelighed	16.
Maskiner	16.
Vægtstangen, Vinden	18.
Tandhjul	19.
Tridsen, Skraaplanet	20.
Kilen, Skruen, Dunkrafte	21.
Gnidningsmodstanden mellem faste Legemer	22.
Vædskers Ligevægt og Bevægelse	23.
Vædsketryk	23.
Pascals Vaser	24.
Den hydrauliske Presse	25.
Vægttab i Vædsker	25.
Vægtfylde	26.
Flydevægten	27.
Skibes Deplacement	27.
Skibes Hoveddimensioner	28.
Finhedskoefficienter	28.
Nedtrykningsvægten pr. Tomme	29.
Forandringer i Vandets Vægtfylde	29.
Skibes Stabilitet	30.
Metacentret	31.
Flytte, tilføje eller borttage Vægte i Skibet	32.
Stabilitetskurver	34.
Vædskers Bevægelse	35.
Bevægelsesmængde	36.
Gnidningsmodstanden mellem et fast Legeme og en Vædske	36.
Hvirvelmodstanden	37.
Luftarters Ligevægt og Bevægelse	38.
Luftarternes Egenskaber	38.
Barometre	39.
Lufttryk	40.
Trykmaalere	41.
Vakuummaalere	42.
Mariottes Lov	42.
Luftpumper	43.
Vandpumper	44.
Hæverter	46.
Luftmodstanden	47.

Varmelære.

Varmen og dens Virkninger	47.
Varmegrad	47.
Thermometre	48.
Varmemængde	50.

Side.

Faste Legemers Udvidelse ..... 51.
Vædskers Udvidelse..... 52.
Luftarters Udvidelse, Gay-Lussacs Lov ..... 53.
Mariotte-Gay-Lussacs Lov ..... 54.
Varmens Forplantning ..... 55.
Smeltning..... 57.
Størkning..... 58.
Kuldeblandinger..... 59.
Vanddamps Egenskaber, mættet Damp 59.
Overhedet Damp ..... 61.
Fordampning..... 62.
Kogning..... 63.
Fordampningsvarme og Totalvarme. 64.
Dampens Rumfang og Vægt..... 65.

Side.

Dampens Fortætning..... 66.
Leidenfrosts Forsøg ..... 67.
Varmekilder..... 67.
Varme og Arbejde..... 68.

Dampmaskinen..... 69.
Brændsel ..... 70.
Forbrænding ..... 74.
Naturlig Træk..... 75.
Kunstig Træk ..... 76.
Den udviklede Varmemængde ..... 78.
Varmens Forplantning til Kjedelvandet 80.
Dampens Arbejde i Maskinen ..... 82.
Midler mod Dampens Fortætning i Cylinderen ..... 85.

Materialier.

Jærn ..... 87.
Staal ..... 89.
Kobber, Tin, Zink, Bly..... 90.
Metalblandinger ..... 91.
Træ ..... 93.
Materialiernes Styrke ..... 94.

Skibets Hovedmaskineri.

Kjedlen..... 99.
Kjedlens Hoveddele..... 99.
Fyrkanalen..... 100.
Forbrændingskamret..... 101.
Kjedelrørene, Optræk, Skorsten.. .. 102.
Vandoverfladen, Damprummet..... 103.
Forskjellige Kjedeltyper..... 103.
Haner..... 104.
Ventiler..... 105.
Skydeventiler, Trykformindskere, Kingstonventiler..... 106.
Søforbindelserne..... 107.
Kjedelbeslagene ..... 107.
Vandstandsglas, Prøvehaner, Fødeventiler..... 108.
Skum- og Bundhaner, Sikkerhedsventiler..... 109.
Stopventiler, Straalefødere, Straalelænsere..... 111.
Dampfløjter, Redskaber ..... 112.
Kjedlens Opstilling ..... 114.
Kjedlens Rørledninger ..... 115.

Hovedmaskinen..... 116.
Cylinderen..... 117.
Krumtapmekanismen..... 119.
Glideren og dens Bevægelse..... 120.
Gliderstangen ..... 124.
Gangskiftningsapparater..... 125.
Dampigangsætningsapparater ..... 127.
Expansionsglidere ..... 128.
Indsprøjtningskondensatoren..... 129.
Overfladekondensatoren ..... 131.
Pumperne..... 134.
Axlerne..... 136.
Drivskruen..... 141.
Hovedmaskinens Tilbehør..... 144.
Spjæld og Regulator..... 144.
Smørelse og Smøreapparater..... 145.
Ledninger for Afkølingsvandet..... 148.
Talerør og Maskintelegraf..... 148.
Frem- og Bakviser, Tællemaskine .. 149.
Hovedmaskinens Hjælpemaskiner ... 149.
Dampkjedelpumpen..... 150.
Maskinens Opstilling, Rørledninger . 151.

Forskjellige Maskinerier..... 155.
Skruemaskiner ..... 155.
Simple Maskiner og Høj- og Lavtrykksmaskiner..... 157.

Side.

Tregangsmaskiner ..... 159.
Firgangsmaskiner ..... 160.
Hjulmaskiner ..... 160.
Maskinens Hestekraft ..... 164.
Indikatoren ..... 164.
Diagrammer ..... 166.
Den indicerede Hestekraft ..... 168.
Den anslaaede og effektive Hestekraft 170.
Den nominelle Hestekraft ..... 171.
Maskineriets Behandling ..... 171.
Pasning og Betjening ..... 171.
Vedligeholdelse ..... 178.
Eftersyn ..... 179.

Side.

Havarier ..... 181.
Fremdrivning og Kulforbrug ..... 184.
Skibsmodstanden ..... 184.
Drivskruens Virkemaade ..... 185.
Tab ved Fremdrivning ..... 188.
Hastighedsprøver ..... 188.
Fremdrivningsevnen ..... 191.
Skibets største Hastighed ..... 191.
Kulforbruget ..... 192.
Styreevnen ..... 198.
Manøvreevnen ..... 199.
Drejeevnen ..... 199.
Skruens Magt over Skibet ..... 205.

Skibet.

Skibets Hoveddele ..... 207.
Tegninger ..... 207.
Kjølen ..... 210.
Stævnene ..... 211.
Spanterne ..... 212.
Dækkene ..... 213.
Yderklædningen ..... 215.
Skibsmaalingen ..... 217.

Den vandtætte Inddeling ..... 219.
Vandtætte Skodder ..... 219.
Forskjellige Opbygninger ..... 224.
Forskjellige Handelsskibstyper ..... 225.
Vandtætte Døre ..... 225.
Vandballasttanke ..... 227.
Lænsningsmidler ..... 229.
Udpumpning af Last og Tanke ..... 232.

Skibsbundens Bevaring ..... 235.
Rustdannelse og lokal Tæring ..... 235.
Beskyttelsesmidler mod Rust ..... 238.
Skibsbundens Tilgroning ..... 242.

Skibets Hjælpemaskiner o. l. ..... 244.
Dampstyreapparater ..... 245.
Dampspil ..... 248.
Dampankerspil ..... 249.
Varmeapparater ..... 251.
Ventilation ..... 251.
Destillation ..... 251.
Elektrisk Belysning ..... 252.
Slukningsmidler ..... 255.
Kuls Selvantændelse og Gasexplosioner ..... 256.

Tillæg.

Maal og Vægt ..... 263.
Tabel over mættet Damps Tryk o. s. v. 265.

Lov om Tilsyn med Dampfartøjer .. 266.
Bekjendtgjørelse angaaende denne Lov 270.

Mekanisk Fysik.

Legemer i Almindelighed.

1. Ved et Legeme forstaas et af Stof udfyldt Rum; det har tre Dimensioner: Længde, Bredde og Tykkelse eller Højde. Legemet kan tænkes delt i et overordentlig stort Antal Smaadele, *Molekuler* (molecule*).

Alle Legemer have Vægt. Som *Vægtenhed* (unit of weight) benyttes her i Landet Pundet; i England er Vægtenheden: 1 pound (lb., i Flertal: lbs.), i det metriske System: 1 Kilogram (Kg.). *Længde-* og *Tidsenheden* er henholdsvis Foden og Sekundet; i England er Længdeenheden 1 foot, i det metriske System: Meteren. Angaaende de forskjellige Enheders indbyrdes Forhold henvises til Tabel I bag i Bogen. Hvor ikke andet er angivet, *benyttes i det Følgende det engelske samt det metriske System for Maal og Vægt.* Ved Pund, Fod o. s. v. forstaas altsaa et engelsk pound, en engelsk foot o. s. v.; 3′ 4″ er 3 feet 4 inches o. s. v., 2 m. betegner 2 Meter, 4 □ cm.: 4 Kvadrat centimeter o. s. v.

Legemernes Vægt er forskjellig og afhænger af Stoffet, hvoraf Legemet er dannet. Saaledes vejer en Kubikfod Jærn omkr. 480 Pund, 1 Kubikfod fersk Vand omtr. $62^1/_2$ Pund og 1 Kubikfod Luft omkr. 0,08 Pund. Legemets Vægt kan beregnes, naar man kjender dets Rumfang og dets *Vægtfylde* (specific gravity), hvorved forstaas det Tal, der er Forholdet mellem *Legemets Vægt og Vægten af det samme Rumfang Vand* (se senere herom i § 38). Saaledes er Jærnets Vægtfylde 7,7; Vægten af 1 Kubikfod Jærn bliver altsaa 7,7 Gange Vægten af 1 Kubikfod Vand, eller $7{,}7 \cdot 62{,}5 = 481$ Pund.

Legemerne forekomme i tre *Tilstandsformer* (state of aggregation), nemlig som *faste* (solid), *draabeflydende* (liquid) og *luftformige* (gaseous)

*) Ved de vigtigste tekniske Udtryk er den engelske Betegnelse anført mellem Klammer.

Legemer. Faste Legemer gjøre Modstand mod Sønderdeling; denne Modstand skyldes en Tiltrækning mellem Smaadelene, som kaldes *Sammenhængskraft* (cohesion). De draabeflydende Legemer, eller *Vædsker*, besidde kun Sammenhængskraft i ringe Grad, og luftformige Legemer mangle helt denne Egenskab; de besidde derimod *Udvidekraft* (expansibility), det vil sige: de udfylde ethvert Rum, de kunne faa Adgang til.

2. De fleste i Naturen forekommende Stoffer kunne ved forskjellige Midler adskilles i to eller flere forskjellige Stoffer, som maaske atter kunne adskilles i andre fra de første forskjellige Dele; men tilsidst vil man komme til Stoffer, som ikke ved noget kjendt Middel kunne deles i to fra hinanden forskjellige Dele; de kaldes *Grundstoffer* (elementary body), og der findes henved 70 saadanne.

Blandt de hyppigst forekommende Grundstoffer skal nævnes: *Kulstof* (carbon), *Svovl* (sulphur), de i fast Form forekommende *Metaller* (metal): *Jærn* (iron), *Bly* (lead), *Tin* (tin), *Kobber* (copper), *Zink* (zinc), *Guld* (gold), *Sølv* (silver) o. s. v., det ved almindelig Varmegrad flydende Metal: *Kviksølv* (mercury), Luftarterne: *Ilt* (oxygen), *Brint* (hydrogen), *Kvælstof* (nitrogen), *Klor* (chlorine) o. s. v.

Blandinger af to eller flere Grundstoffer kunne danne *sammensatte Stoffer* (compound body). Er Blandingens Molekuler uensartede, og kunne dens Bestanddele skilles fra hinanden ved mekaniske Midler, have vi en *mekanisk Blanding* (mechanical mixture). Blandes f. Ex. pulveriseret Svovl med fine Kobberspaaner, antager Blandingen en grønlig Farve. Ved Hjælp af et *Mikroskop* (microscope) vil man imidlertid finde Kobbersmaadelene liggende Side om Side med Svovlsmaadelene; det lettere Svovl kan skilles fra det tungere Kobber ved Udskylning i Vand. Den atmosfæriske Luft er en mekanisk Blanding af de to usynlige Grundstoffer Ilt og Kvælstof (omtr. 23 % efter Vægt af Ilt og 77 % af Kvælstof) foruden en ringe Mængde *Vanddampe* (water vapour) og *Kulsyre* (carbonic acid), der bægge ere sammensatte Stoffer.

Indvirke Grundstofferne saaledes paa hinanden, at man efter Blandingen faar et nyt Stof, hvis Egenskaber ere forskjellige fra Grundstoffernes, have disse indgaaet en *kemisk Forbindelse* (chemical action). Ilt f. Ex. har en stærk Tiltrækning eller Affinitet (affinity) til de fleste Grundstoffer. Udsættes saaledes Jærn for fugtig *Luft* (air), *iltes* det, og der dannes et nyt Legeme: *Rust* (rust), der er en kemisk Forbindelse af Jærn, Ilt og Vand. Vægten af den dannede Rust vil netop være lig Vægten af Jærnet, Ilten og Vandet, som Jærnet har optaget.

Den kemiske Forbindelse er ledsaget af en Varmeudvikling; er denne saa stærk, at der tillige udvikles Lys, foregaar der en *Forbrænding* (combustion). Ved Forbrændingen af *Kul* (coal) vil dettes Kulstof indgaa Forbindelse med Luftens Ilt under en betydelig Varmeudvikling, som

vi f. Ex. i Skibskjedlens Ildsted benytte til Dannelsen af *Damp* (steam); det nye, sammensatte Stof kan enten være *Kulilte* (carbonic oxide) eller Kulsyre; den dannede Kulilte eller Kulsyre vejer netop lige saa meget som Kulstoffet og den Iltmængde, der er forbrugt i det ene eller det andet Tilfælde.

Vand (water) er en kemisk Forbindelse af Ilt og Brint; blandes 2 Rumfang Brint med 1 Rumfang Ilt, vil den sammensatte Luftart, der kaldes *Knaldluft*, være en mekanisk Blanding; men tændes den, vil Ilten og Brinten ved en Explosion indgaa i kemisk Forbindelse og danne Vanddampe. I Naturen forekommer Vandet som *fersk Vand* (fresh water) i Brønde, Søer og Floder og som salt Vand eller *Søvand* (sea water) i Havene; *destilleret Vand* (destilled water) er kemisk rent Vand.

3. Nogle af de vigtigste kemiske Forbindelser ere *Syrerne* (acid), saasom Kulsyre, *Svovlsyre* eller Polervand (sulphuric acid), *Saltsyre* (hydrochloric acid), *Salpetersyre* eller Skedevand (nitric acid) o. s. v. Svovlsyre er dannet af Svovl, Ilt og Brint, Saltsyre af Klor og Brint, Salpetersyre af Kvælstof, Ilt og Brint o. s. v. Medens Kulsyre er en farveløs Luftart, ere de tre andre Syrer i ren Tilstand vandklare Vædsker.

Syrerne have en sur Smag; de kjendes paa, at de farve blaat *Lakmuspapir* (litmus paper) rødt.

I Modsætning til Syrerne have de saakaldte *Baser* (base) en skarp, *alkalisk* Smag og farve rødt Lakmuspapir blaat. Blandt Baserne skal nævnes: *Kali* (potassium oxide), *Natron* (sodium oxide), *Kalk* (lime), Jærnilte, Zinkilte o. s. v.

En Syre og en Base danne i Forening et *Salt* (salt), der har en saltagtig Smag og i Reglen forandrer hverken rødt eller blaat Lakmuspapir. Som Exempler paa Salte skal nævnes: *kulsurt Natron* eller Soda (soda-ash), *kulsurt Kali* eller Potaske (potashes), *svovlsur Kalk* eller Gibs (gypsum), *kulsur Kalk* (Carbonate of lime), der i Naturen forekommer som *Kalksten* (lime stone), *Kridt* (chalk), *Marmor* (marble) o. s. v.

4. Anbringes en Kobber- og en Zinkstang, uden at de berøre hinanden, i et Glas med *fortyndet* (diluted) Svovlsyre, d. v. s. Svovlsyre, der er blandet med Vand, og forbindes Stængernes øverste Ender med en Metaltraad, vil der opstaa en *elektrisk* eller *galvanisk Strøm* (galvanic current). Denne skyldes den kemiske Virksomhed, som foregaar; man vil nemlig finde, at Syren opløser Zinken og udskiller Brint paa Kobberet. Tages Metaltraaden bort, ophører Strømmen og den kemiske Virksomhed. Glasset med Syren og de to Stænger kaldes et *galvanisk Element* (voltaic element). Flere Elementer kunne sammensættes til et *Batteri* (voltaic battery), der tjener til at frembringe kraftige elektriske Strømme.

I Almindelighed vil der opstaa en elektrisk Strøm, naar to for-

skjellige Metaller ere nedsænkede i en Vædske, der kan lede Strømmen og opløse det ene af Metallerne. Kul kan erstatte det ene Metal.

Man skjelner mellem *positiv* og *negativ Elektricitet*. Strømmens Retning i et galvanisk Element angives ved den, hvori den positive Elektricitet bevæger sig. I det ovenfor beskrevne Element gaar Strømmen fra Zinken gjennem Vædsken til Kobberet. Det ene Metal angribes mest; dette ville vi kalde det *angrebne* (electropositive) Metal. Er Zink og Kobber nedsænket i Syre, vil Zinken være det angrebne Metal; erstattes Zinkstangen af en Jærnstang, bliver denne det angrebne Metal. Nedsænkes derimod Kobber og Kul i fortyndet Syre, vil Strømmen gaa fra Kullet gjennem Metaltraaden til Kobberet og fra dette gjennem Vædsken til Kullet; Kobberet vil nu blive det angrebne Metal.

Skæres Traaden over, ophører Strømmen; den Ende af Traaden, som udgaar fra det angrebne Metal, kaldes den *negative Pol* (pole), den anden Ende den *positive Pol*. I Zink-, Kobber-, Syre-Elementet er Zinken Elementets negative Pol, Kobberet dets positive Pol.

5. Den galvaniske Strøms Virkninger ere af stor Betydning. *Skibet* (ship) og dets *Maskine* (engine) er bygget af forskjellige Metaller, som ofte ere i Forbindelse gjennem en ledende Vædske, f. Ex. Søvand; en galvanisk Strøm vil opstaa mellem Metallerne, og det ene Metal angribes og fortæres mere eller mindre hurtig. Hvor stor en Indflydelse dette Forhold har paa Bevaringen af Skibets Plader, vil blive omtalt i et senere Afsnit (§ 283).

Ledes en kraftig elektrisk Strøm gjennem Vand, vil dette *spaltes* (split up): Ilten udvikles, hvor Strømmen træder ind i Vandet, og Brinten, hvor den forlader Vandet. Forholdet mellem Brintens og Iltens Rumfang vil være som 2 til 1, altsaa i samme Mængdeforhold, hvori de forbinde sig og danne Vand; Forholdet mellem Brintens og Iltens Vægt er som 1 til 8.

Spaltes paa samme Maade et sammensat Stof saasom *svovlsurt Kobberilte* eller Kobbervitriol (blue vitriol), vil Kobberet afsætte sig ved den ene Pol paa hele Overfladen af ethvert til Polen befæstet, ledende Legeme; herpaa beror Galvanoplastikken, Fornikling, Forsølvning o. s. v.

Befæstes Kulspidser til Polerne fra et kraftigt Batteri, vil en Flammebue: *det elektriske Lys* (electric light) vise sig mellem Kulspidserne, naar disse fjernes lidt fra hinanden.

Ledes en elektrisk Strøm forbi en *Magnetnaal* (magnetic needle), paavirkes denne saaledes, at den stræber at stille sig vinkelret paa Strømmens Retning. Paa denne Opdagelse, som skyldes H. C. Ørsted, beror Kjendskabet til *Elektromagnetismen*. Et Stykke *Staal* (steel) eller Jærn, omkring hvilket en elektrisk Strøm ledes, bliver magnetisk. *Elek-*

tromagneter finde Anvendelse i Telegrafapparater, elektriske Lysmaskiner, Telefoner o. s. v.

6. Forandrer et Legeme Form, naar det paavirkes af en ydre Kraft, og vender det tilbage til den oprindelige Form, naar Kraften ophører at virke, er Legemet *spændigt* eller elastisk (elastic), f. Ex. Staalfjedre og luftformige Legemer. Antager Legemet derimod en helt ny Form, er det *plastisk* (plastic), som f. Ex. blødt Ler. Formforandringen er oftest sammensat af en varig og en spændig Formforandring, saa at Legemet kun til Dels vender tilbage til sin oprindelige Form.

Udsættes et fast Legeme, f. Ex. en Staalstang, for en strækkende Kraft, vil det vende tilbage til sin oprindelige Form, altsaa være spændigt, naar Kraften ophører at virke, saafremt denne ikke overskrider en vis Grænse, *Spændighedsgrænsen* eller Elasticitetsgrænsen (elastic limit). Denne Grænse ligger for Staal til Skibsbrug ved 14 Tons paa □" (tons per sq. in.). Hænger man altsaa en Vægt, der er lig eller mindre end 14 Tons, paa Enden af en lodret ophængt Staalstang, hvis Tværsnitsareal er 1 □", vil Stangen strækkes, hvor meget, vil afhænge af Stangens Længde. Borttages Vægten, vil Stangen vende tilbage til sin oprindelige Længde.

Er den strækkende Kraft derimod større end den, der svarer til Spændighedsgrænsen, vil Legemet antage en varig Formforandring, og naar Kraften op til *Brudgrænsen* (limit of rupture), sønderbrydes Legemet. Belaster man saaledes en Staalstang med 28 Tons paa □", vil den sprænges.

Undergaar Materialet en betydelig Formforandring, inden det sønderbrydes, er det *sejt* (ductile), f. Ex. *blødt* Staal (mild steel); undergaar det en ringe Formforandring, er Legemet *skørt* (brittle), f. Ex. *Støbejærn* (cast iron). Kan et Legeme trænge ind i et andet, er det første mere *haardt* (hard) end det andet, f. Ex. en Fil (file) og Træ eller Metal.

I mange faste Legemer findes talrige smaa hule Rum, *Porer*, hvori Vædsker og Luftarter kunne trænge ind; de kaldes *porøse* (porous) Legemer. Disse finde bl. A. Anvendelse i *Filtre* (filter) til Rensning af Drikkevand. Udsættes tørt Tovværk for Fugtighed, bliver det kortere og tykkere, og en betydelig Kraft udfoldes under Sammentrækningen.

7. Ved Opvarmning kan et fast Legeme forvandles til et draabeflydende, *smelte* (fuse), og dette igjen til et luftformigt, *fordampe* (evaporate), f. Ex. Is, Vand og Damp.

Vædsker, f. Ex. Vand, ere næsten usammentrykkelige; de kunne være *tykflydende*, f. Ex. *Tjære* (tar), eller *tyndflydende*, f. Ex. *Stenolie* (petroleum). Ved Afkøling kunne de fleste Vædsker forvandles til faste Legemer.

Til luftformige Legemer høre Dampe, f. Ex. Vanddampe; de kunne ved Sammentrykning eller ved Afkøling eller ved bægge i Forening fortættes til Vædsker, f. Ex. Vanddampe til Vand.

Kunne de luftformige Legemer kun overmaade vanskelig fortættes til Vædsker, kaldes de *fuldkomne Luftarter* (permanent gas).

Faste Legemers Bevægelse og Ligevægt.

8. **Bevægelse.** Et Legeme, der ikke forandrer Plads i Rummet, siges at være i *Hvile* (rest); er det modsatte Tilfældet, vil Legemet være i *Bevægelse* (motion). Et Legeme siges at være i *Ligevægt* (equilibrium), naar det er i Hvile, uagtet der virker Kræfter paa det.

Bevægelsen er bestemt ved *Retning* (direction) og *Hastighed* (velocity). Retningen angives ved en ret Linie.

Hastigheden er *den Vejlængde, som Legemet tilbagelægger i Tidsenheden.* Som oftest maales Hastigheden i Fod (eller Meter) i Sekundet; en Undtagelse herfra er f. Ex. *Skibets Hastighed* (speed), som angives ved det Antal *Kvartmil* (nautical mile), Skibet gjennemløber i Timen.

$^1/_4$ Sømil = 1 Kvml. = 6075′
= 5900 danske Fod
= 1852 m.

I England er Enheden en »Admiralty knot« = 6080′; undertiden angives Hastigheden i »miles«; 1 Statute mile = 5280′. I Lande, hvor det metriske System er indført, regnes Kvartmilen for 1852 m. og en Kabellængde for 200 m.

Bevægelsen er *jævn* (uniform), *naar Legemet tilbagelægger lige lange Veje i lige lange Tider.*

Bevægelsen er *ujævn* (variable), *naar Legemet tilbagelægger ulige lange Veje i lige lange Tider.* Hastigheden kaldes *jævnt voxende* eller *jævnt aftagende*, naar den voxer eller aftager lige meget i hvert Sekund.

Lader man et Legeme falde i et lufttomt Rum, vil Faldbevægelsen være jævnt voxende; *Hastighedsforøgelsen i Sekundet kaldes Akcelerationen;* denne betegnes i det følgende ved g og er omtr. 32′. Varer Faldet t Sekunder, vil *Slutningshastigheden* v være:

$$v = gt. \ldots\ldots (1).$$

Den under Faldet gjennemløbne Vej kan man finde ved at multiplicere Sekundernes Antal med Middeltallet af Begyndelses- og Slutningshastigheden. Falder altsaa et Legeme i t Sekunder, vil den under Faldet gjennemløbne Vej h være:

$$h = \frac{0 + gt}{2} t = {}^1/_2 gt^2 \ldots\ldots (2)$$

Elimineres t mellem Ligningerne (L.) 1 og 2, faas:

$$v^2 = 2gh. \ldots\ldots (3)$$

9. Hastigheden kan være *ujævnt* voxende eller ujævnt aftagende, f. Ex. Skibets Hastighed gjennem Vandet, naar Skibet sættes i Bevægelse,

eller Farten tages fra det ved Bakning med Maskinen. Man kan i dette Tilfælde finde den gjennemløbne Vej, dersom man kjender Tidsforløbet og *Middelhastigheden* (mean velocity); denne vil være Middeltallet af de med bestemte Mellemrum fundne Værdier af Skibets virkelige Hastighed. I mange praktiske Opgaver vil man kunne sætte Middelhastigheden = Middeltallet af Begyndelses- og Slutningshastigheden.

Exempel: Naar Panserskibet »Iver Hvitfeldt« gaar med en Hastighed af 14 Knob, og Maskinen kastes om til fuld Kraft Bak, kan det standses i $1^m\ 40^s$, og Middelhastigheden under Manøvren er 6,0 Knob, medens Panserskibet udløber 3600′ i $8^m\ 30^s$, naar det gaar med samme Hastighed, og Maskinen kun stoppes. Hvad er den udløbne Distance i første Tilfælde og Middelhastigheden i andet Tilfælde?

Sættes 1 Knob til 6075′, bliver i første Tilfælde den udløbne Distance

$$= \frac{6 \cdot 6075}{60} \cdot \frac{5}{3} = 1012\ ^1/_2{}'.$$

Sættes i andet Tilfælde Middelhastigheden = X,

har man $$\frac{X \cdot 6075}{60} \cdot 8{,}5 = 3600$$

eller Middelhastigheden = 4,2 Knob.

10. **Kræfter.** Inertiens eller *Træghedens Lov* udsiger, *at et Legeme, som er overladt til sig selv, enten vil være i Hvile eller bevæge sig med jævn Hastighed i en ret Linie.*

Bliver et Legeme sat i Bevægelse, eller forandres dets Hastighed eller Bevægelsesretning, vil det være paavirket af en *Kraft* (force). *Tyngdekraften* (gravity) er den Kraft, som bevirker, at Legemerne falde til Jorden; *Vægten* af et Legeme er det Tryk, som Legemet udøver mod Understøtningen. Tyngdekraften er en konstant Kraft, hvorfor det faldende Legemes Bevægelse er jævnt voxende og, naar Legemet kastes lodret i Vejret, jævnt aftagende. Tyngdekraften maales ved Legemets Vægt; enhver anden Kraft kan ogsaa maales i Vægtenheder.

Ophænges et Legeme paa Enden af en lang Spiralfjeder (se Figur 15 paa Blad I*), vil Fjedren forlænges, indtil Fjederkraften holder Ligevægt med Legemets Vægt. Tager man Legemet bort og ophænger et andet Legeme af en anden, f. Ex. en større, Vægt, vil Fjedren strække sig

---

*) I det følgende vil Henvisningen til Figurer bestaa af to Tal, det første er Bladnumeret i Romertal, det andet Figurens Numer paa Bladet.

Høre flere Figurer sammen, have de samme Figurnumer; der skjelnes mellem dem ved Bogstaverne a, b, c o. s. v.

Omtales flere Figurer paa samme Blad i den samme Paragraf, anføres Bladnumeret kun for den Figur, som omtales først, medmindre et nyt Bladnumer forekommer.

Paa Maskintegninger skjelnes mellem de forskjellige Materialier ved Hjælp af Farver, dog som oftest kun, naar vedkommende Maskindel er vist i Snit, d. v. s. er tænkt skaaren igjennem med et Plan for at tydeliggjøre dens Indretning. Støbejærn males graat, Metal gult, blødt Staal og Smedejærn violet. Træ vises med Aarer. Hvor Farver ikke ere anvendte, ere Snittene skraverede.

endnu mere end første Gang, før der er Ligevægt til Stede. Spiralfjedren kan altsaa benyttes til Vejning af Legemer. Inddelingerne bestemmes ved Forsøg. Fjedervægten kan ogsaa anvendes som *Kraftmaaler* (dynamometer) til Bestemmelse af Kræfter i Almindelighed, idet man ved Hjælp af Fjedervægten maaler den Kraft, som kan holde den omspurgte Kraft i Ligevægt.

11. Bliver et Legeme paavirket af en Kraft fra et andet Legeme, vil det virke tilbage paa dette Legeme med en anden Kraft; de to Kræfter ere lige store og hinanden modsat rettede, eller: *Reaktionen er lig og modsat rettet Aktionen.*

Skal et Legeme sættes i Bevægelse eller standses, eller skal dets Bevægelse forandres, vil Legemet gjøre Modstand mod Bevægelsesforandringen: Legemet har *Inertie* (inertia). Ved Udskydningen af et Projektil vil dettes Modstand mod at sættes i Bevægelse bringe Kanonen til at rekulere. Uøvede Skytter falde ofte bagover ved Geværets Slag mod Skulderen, naar Skuddet gaar af. I Vædderskibe maa Kjedlerne holdes ned til deres Fundament ved solide Jærnbaand, og Stræbere anbringes mod deres Forende, for at hindre Kjedlerne i at forskydes under Vædderstødet. Standses en Vogn pludselig, maa man holde sig fast for ikke at blive slynget fremefter o. s. v.

Kræfter kunne virke som *Tryk* (pressure) eller som *Træk* (tension); i Maskiner kunne de fremskynde Bevægelsen, *Drivtryk* (driving pressure), eller hæmme Bevægelsen, *Modtryk* (back pressure).

Legemets Bevægelse kan hæmmes eller standses ved Kræfter, som vi kalde *Modstande* (resistance), f. Ex. *Gnidningsmodstande* (friction), *Luftmodstande* (air resistance), *Bølgemodstande* (wave resistance) o. s. v.

Vedbliver en Kraft at virke paa et Legeme i en Retning, der er forskjellig fra Bevægelsesretningen, vil Legemet gaa i en *krum Bane* (curved path). Kastebevægelsen er et Exempel herpaa. Kastes en Sten skraat i Vejret, eller udskydes et Projektil fra en Kanon, som er stillet med Elevation mod det vandrette Plan, vil Projektilet ikke følge Udskydningsretningen, men beskrive en krum Bane, idet Tyngden stadig trækker Projektilet nedad; lades Luftmodstanden ude af Betragtning, vil Banen være en Parabelbue.

Svinges en Sten, fastgjort til en Snor, rundt i en Cirkel, vil Snoren trække i Stenen med en Kraft, der kaldes den midtpunktsøgende Kraft eller *Centripetalkraften.* Stenens Reaktion imod denne kaldes den midtpunktflyende Kraft eller *Centrifugalkraften.* Slippes Snoren, vil Stenen flyve udefter langs Cirklens Tangent.

Drejes en Beholder, fyldt med Vædske, hurtig rundt, vil Vædsken paa Grund af Centrifugalkraften søge bort fra Omdrejningsaxen, Overfladen synker paa Midten og stiger langs Om-

kredsen, de tungeste Dele søge længst bort fra Axen. Herpaa beror Mælkecentrifugens, Centrifugalblæserens og Centrifugalpumpens Virkning (§ 59).

12. **Kræfters Sammensætning.** En Kraft, der virker paa et Legeme, er bestemt ved:

1) dens *Angrebspunkt* (point of application),
2) dens *Retningslinie* (line of action) d. v. s. den rette Linie gjennem Angrebspunktet, hvori den virker,
3) dens *Retning* (direction) i Retningslinien,
4) dens *Størrelse* (magnitude).

Retningen angives ved en Pil paa Retningslinien og Størrelsen ved Pilens Længde. Længden af den Vægtenhed, hvori Kraften angives, vælges efter praktiske Hensyn, f. Ex. 1 Ton = 1″ eller 1 Kg. = 1 mm. I Fig. I, 1 er AB en Kraft, virkende i Retningen fra A til B. AB er lige saa mange Længdeenheder lang, som Kraften er Pund, Tons o. s. v. i den valgte Maalestok.

Virker en Kraft paa et Legeme, vil dens Virkning være uforandret, hvor end Angrebspunktet er beliggende paa Retningslinien, forudsat Punktet er et Punkt paa Legemet, eller det er solidt forbundet til Legemet. Kraften kan altsaa flyttes til et hvilket som helst Sted paa Retningslinien.

Virke to lige store, men modsat rettede Kræfter paa et Legeme i samme Retningslinie, holde Kræfterne hinanden i Ligevægt.

Virke to Kræfter i samme Punkt af et Legeme, kunne de, hvad deres Virkning angaar, erstattes af, *sammensættes til*, en enkelt Kraft, *Resultanten* (resultant).

Virke to Kræfter i samme Retningslinie paa et Legeme, er Resultanten Kræfternes Sum eller Forskjel, eftersom Kræfterne virke i samme eller i modsat Retning.

Virke to Kræfter i samme Punkt, men i forskjellig Retning paa et Legeme, og man tegner et Parallelogram, der har de to givne Kræfter til Sider, vil deres Resultant i Størrelse og Retning være fremstillet ved den Diagonal i Parallelogrammet, som gaar gjennem Punktet. Parallelogrammet kaldes *Kræfternes Parallelogram* (parallelogram of forces). De to Kræfter kunne, ligesom Resultanten, holdes i Ligevægt af en enkelt Kraft, der er lig Resultanten, men virker i modsat Retning.

Er i Fig. 2 AB og AC de to Kræfter, trækkes BD ∓ AC og CD ∓ AB. AD vil da være Resultanten, virkende i Retningen fra A til D. Virker foruden de to Kræfter AB og AC en tredie Kraft DA af Størrelse som DA og i Retning fra D til A, vil Legemet være i Ligevægt.

Ere de to Kræfter vinkelrette paa hinanden, vil Resultanten være Hypothenusen i en retvinklet Trekant, hvis Katheter er lig Kræfterne.

Hastigheder kunne sammensættes ved *Hastighedernes Parallelogram* ligesom Kræfter, idet man fremstiller Hastighederne ved rette Linier og finder disses Resultant paa den ovenfor omtalte Maade.

Virke flere end to Kræfter i samme Plan paa et Legeme, og man skal bestemme deres Resultant, sammensættes først to af Kræfterne, idet man om fornødent forlænger deres Retningslinier, til disse skære hinanden, og flytter derefter Kræfterne i deres Retningslinier til disses Skæringspunkt. Derefter sammensættes de to første Kræfters Resultant og den tredie Kraft og saa fremdeles. Sammensætningen af fire Kræfter er vist i Fig. 4 a og b. ab fremstiller Kraften AB, bc : AC, cd : AD og de : AE. Resultanten af Kræfterne AB og AC er ac, af ac og AD er ad og af ad og AE: ae, som altsaa er de fire Kræfters Resultant.

13. **Kræfters Opløsning.** En enkelt Kraft, der virker i et Punkt paa et Legeme, kan erstattes af, *opløses i*, to andre Kræfter, *Komposanter* (component), hvis Retningslinier gaa gjennem Punktet, og som i Størrelse og Retning ere Sider i et Parallelogram, hvori den oprindelige Kraft er Diagonal. Er i Fig. I, 2 AD den enkelte Kraft, ville Siderne AB og AC i et hvilket som helst Parallelogram, der har AD til Diagonal, være to Kræfter, hvori AD er opløst, thi, sammensættes de, vil deres Resultant være AD.

Trækkes f. Ex. en Gjenstand i et skraatstillet Tov henad Dækket, vil Spændingen paa Tovet kunne opløses i en vandret Kraft, som giver Gjenstanden Bevægelse, og en lodret Kraft, som formindsker Gjenstandens Tryk mod Dækket. Skubber man derimod Gjenstanden foran sig med en Stang, vil den lodrette Komposant af Stangens Tryk virke til at forøge Trykket mod Dækket. Jo nærmere vandret Trækket eller Trykket virker, desto større bliver den vandrette Komposant i Forhold til den lodrette, og desto lettere bevæges Gjenstanden.

Virke tre Kræfter i det samme Punkt paa et Legeme, og de saavel i Størrelse som Retning kunne fremstilles ved Siderne i en Trekant, *tagne i Rækkefølge*, vil Legemet være i Ligevægt. Er i Fig. 3 a: Oa, Ob og Oc tre Kræfter, som ere proportionale med Siderne i Trekanten CAD i Fig. 3 b, trækkes i denne Figur AB ∓ CD og BD ∓ AC. Kræfter, fremstillede i Størrelse og Retning ved CA og BA, ville have en Resultant DA, virkende i Retningen D til A. Altsaa ville tre Kræfter, fremstillede ved CA, DC, der er = BA, og AD, holde hinanden i Ligevægt.

14. Vi skulle nu se, hvorledes Ovenstaaende lader sig anvende til Løsningen af praktiske Opgaver.

I Fig. I, 6 a er AC og BC to *Bjælker* (beam), som bære en Vægt W ved C; deres Rodender ere forbundne med *Baandet* (tie) AB. Punktet C vil være i Ligevægt under Paavirkning af tre Kræfter, nemlig Vægten W virkende lodret nedefter, Trykket S paa Bjælken AC og Trykket R paa Bjælken BC. De tre Kræfter kunne

altsaa fremstilles ved Siderne i en Trekant abc (Fig. 6, b), naar Siderne ere parallele med Kræfterne. For at finde Trykkene paa Bjælkerne maa man gaa saaledes frem:

En Linie ab trækkes parallel med Vægtens Retningslinie, og Stykket ab lader man i en eller anden valgt Maalestok fremstille Vægten; er denne f. Ex. 14 Tons, kan man lade $^1/_{12}$ " fremstille 1 Ton; ab skal da være $1^1/_6$ ". Dernæst trækkes ac ∓ AC og bc ∓ BC. Trykket S paa Bjælken AC vil da være fremstillet ved Længden af Linien ac, og Trykket R paa Bjælken BC ved Længden af Linien bc i samme Maalestok som ab fremstiller Vægten W. I det anførte Exempel vil S blive omtrent 7 Tons og R $11^1/_2$ Tons.

Ved smaa Hældninger ville Trykkene paa Bjælkerne blive større end Vægten.

Trækket H paa Baandet holder Bjælkerne i Vinkel. Det findes ved at betragte Kræfterne ved A og B. Ved A virker de tre Kræfter: S, der gjennem Bjælken AC overføres til A, dernæst den lodretvirkende Kraft P, udgaaende fra *Understøttelsen* (abutment), og det vandretvirkende *Sidetryk* (thrust) eller Trækket H paa Baandet. Trækkes i Fig. 6 b: cn ⊥ ab, vil Trekanten acn's Sider være parallele med Kræfterne ved A. Paa lignende Maade vil △ bcn's Sider være parallele med Kræfterne ved B. cn vil altsaa fremstille Sidetrykket H i samme Maalestok, som ab fremstiller Vægten W; det har samme Værdi ved A og B. Kræfterne P og Q i Understøttelsen ere fremstillede ved an og bn; tages der ikke Hensyn til Bjælkernes Vægt, maa Summen af P og Q være = Vægten W.

15. Kraner (crane) benyttes til Løftning af Vægte. En hyppig anvendt Konstruktion er vist i Fig. I, 5 a. AB er *Kranstammen* (crane post), CD er *Udlæggeren* (jib), AD *Baandet* (stay); *Bagstaget* (backstay) AF hjælper til at bære *Platformen* (platform) CE, som, tillige med *Modvægten* (counterbalance weight) P samt Udlægger og Baand, kan dreje omkring Kranstammen.

En Vægt W er ophængt ved D. Den vil virke dels til at sammentrykke Udlæggeren, dels til at strække Baandet. Da de tre Kræfter, Vægten, den sammentrykkende Kraft paa CD og den strækkende Kraft paa AD, alle virke i Punktet D og holde hinanden i Ligevægt, vil deres Størrelse kunne fremstilles ved en Trekants Sider, naar disse ere parallele med Kræfterne. I Fig. 5 b trækkes ab ∓ Vægtens Retningslinie altsaa lodret, og i en eller anden valgt Maalestok lader man Længden af ab fremstille Vægten W. Dernæst trækkes bc ∓ CD og ac ∓ AD. Længden af bc vil da fremstille den sammentrykkende Kraft paa Udlæggeren og Længden af ac den strækkende Kraft paa Baandet i samme Maalestok, som ab fremstiller Vægten W.

Den øverste Ende A af Kranstammen vil være i Ligevægt under Paavirkning af de tre Kræfter: Spændingen paa AD, virkende skøns opefter, Spændingen paa Bagstaget AF, virkende skøns nedefter, og det lodrette opadvirkende Tryk paa Kranstammen AB. Trækkes cd ∓ AF, ville Siderne i △ acd være parallele med Kræfterne ved A. Længden af cd fremstiller altsaa Spændingen paa Bagstaget og ad det lodrette Tryk paa Kranstammens Top. Modvægten P kan man bestemme saaledes, at den bliver lig den lodrette Komposant af Spændingen paa Bagstaget. Ved at trække ce lodret nedefter ∓ ab og de ⊥ ab, vil ce fremstille cd's lodrette Komposant, altsaa ogsaa Modvægten. Den vandrette Komposant d e forplantes gjennem Platformen til Kranstammens Fod, hvor den balanceres af den lige store, men i modsat Retning virkende, vandrette Komposant bf af Trykket bc paa Udlæggeren.

Tages ikke Hensyn til Kranens Vægt, bliver det lodrette Tryk nedefter paa Kranstammens Fod = Summen af Modvægten P og Vægten W, nemlig den lodrette Komposant cf af Trykket paa Udlæggeren og den lodrette Komposant a d af Spændingen paa Bagstaget, eller Modvægten c e + Vægten e f (= b d) + a d.

16. En trebenet Mastekran (sheer leg) er vist i Fig. 1, 7 a. De to lige lange Ben CD og CE kunne dreje omkring Linien DE, medens Rodenden A af Midterbenet AC kan bevæges vandret langs Linien AB, naar Vægtens Udlægning skal forandres.

Antager man, at der hænger en Vægt W ved C, gjælder det om at bestemme Kræfterne paa Benene.

Man gaar først ud fra, at Kranen kun har to Ben, nemlig Midterbenet AC og Benet BC. Tegnes en Trekant a b c (Fig. 7 b) med Siderne parallele med Kræfterne ved C og saaledes, at Siden ab i en valgt Maalestok fremstiller Vægten W, vil Længden af Siden bc fremstille Trykket R paa Benet BC og Siden ac Trækket eller Trykket S paa Midterbenet, eftersom Punktet C falder uden for eller inden for Linien DE.

Dernæst tegnes en Trekant CDE (Fig. 7 c), visende de to lige lange Ben, sete forfra. I en valgt Maalestok afsættes Trykket R = d e (Fig. 7 d) paa den lodrette Linie d e, og Linierne df og ef trækkes ⫩ henholdsvis CE og CD. Disse to Linier ville da fremstille de sammentrykkende Kræfter paa de to lige lange Ben CD og CE i Fig. 7 a.

17. **Tyngdepunktet** (centre of gravity) *er det Punkt, hvori Legemet maa ophænges for at være i Ligevægt i alle Stillinger.* Legemets Vægt kan derfor tænkes forenet i dets Tyngdepunkt. Legemet er i *stadig* (stable) Ligevægt, naar det, efter at være bragt lidt ud af Ligevægtstillingen og sluppet, atter vender tilbage til denne. Det er i *ustadig* (unstable) Ligevægt, naar det i samme Tilfælde søger en ny Ligevægtstilling. Det er i *ligegyldig* (neutral) Ligevægt, naar det forbliver i enhver ny Stilling, man giver det.

Et Legeme, ophængt i et Punkt: *Hvilepunktet* (point of suspension), vil være i stadig Ligevægt, naar Tyngdepunktet ligger lodret under Hvilepunktet, i ustadig Ligevægt, naar det ligger lodret over Hvilepunktet, og i ligegyldig Ligevægt, naar de to Punkter falde sammen.

Tyngdepunktets Beliggenhed i et Legeme kan man finde ved at hænge Legemet op i en Snor, mærke sig dennes Retningslinie, fastgjøre Snoren til et andet Punkt og bestemme den ny Retningslinie. Tyngdepunktet er Skæringspunktet mellem Snorens Retningslinier. I en Kugle ligger Tyngdepunktet i dens Centrum, i en rektangulær, tynd Plade i Diagonalernes Skæringspunkt, i en trekantet, tynd Plade i Medianernes Skæringspunkt o. s. v.

18. **Moment.** *Produktet af en Kraft og den vinkelrette Afstand fra et Punkt til Kraftens Retningslinie kaldes Kraftens Moment med Hensyn til Punktet.* Er i Fig. I, 8 Kraften fremstillet ved AB, og er OM den Vinkelrette fra Punktet O paa Kraften, hvilken Vinkelrette kaldes Kraftens *Arm* (arm), vil Momentet (moment) med Hensyn til O være AB . OM.

Det er i mange Opgaver fordelagtigt at flytte Kraften til en anden Arm; Kraftens Størrelse maa da forandres, for at Momentet kan forblive uforandret. Momentet AB . OM kan saaledes erstattes af et Moment, hvis Arm er $^1/_2$ OM, og hvis Kraft er 2 AB.

Kan et Legeme dreje om en Axe, og paavirkes det af Kræfter, ville disse ikke dreje Legemet, naar *Summen af Momenterne af de*

Kræfter, som stræbe at dreje Legemet den ene Vej, er lig Summen af Momenterne af Kræfterne, som stræbe at dreje Legemet den modsatte Vej, alle Momenterne tagne med Hensyn til Axen, d. v. s. Kræfterne multiplicerede hver med deres korteste Afstand fra Axen.

19. **Parallele Kræfter.** To parallele Kræfter, som virke i samme Retning, men i to forskjellige Angrebspunkter, kunne sammensættes til en Resultant. *Denne er parallel med Kræfterne og lig deres Sum*; dens Angrebspunkt ligger mellem Kræfternes Angrebspunkter, saaledes at *Kræfternes Momenter med Hensyn til det blive lige store.*

I Fig. I, 9 er AB og CD to parallele, ulige store Kræfter. De kunne sammensættes til en Resultant PR = AB + CD, og saaledes, at ab · AB = bc · CD.

Da Resultanten erstatter de to Kræfter, skal man faa det samme Resultat, naar der tages Moment omkring et andet Punkt; de tre Kræfter ville holde hinanden i Ligevægt, dersom man lader Resultanten virke i modsat Retning af Kræfterne. Vælges f. Ex. a, vil AB's Moment med Hensyn til dette Punkt være 0, fordi Armen er 0; Resultantens Moment bliver ab · PR og den anden Krafts ac · CD, altsaa maa

$$ab \cdot PR = ac \cdot CD \text{ eller}$$

$$ab\ (AB + CD) = (ab + bc)\ CD,$$

saa at $$ab \cdot AB = bc \cdot CD.$$

Virker Resultanten altsaa i et saadant Punkt, at denne Betingelse er opfyldt, og omskiftes dens Retning, ville Kræfterne holde hinanden i Ligevægt.

Ere de to Kræfter ulige store og parallele, men virke i modsat Retning, vil deres Resultant være lig Forskjellen mellem dem; Angrebspunktet findes paa den ovenfor omtalte Maade.

Ere de to Kræfter parallele, lige store og virke i modsat Retning, kunne de *ikke* sammensættes til en enkelt Resultant. De danne da tilsammen en *Svingkraft* (couple), hvis Arm er den vinkelrette Afstand mellem Kræfternes Retningslinier, og hvis Moment er Produktet af Armen og den *ene* Kraft.

En Svingkraft, som virker paa et frit Legeme, vil søge at dreje dette rundt; Omdrejningsretningen vil afhænge af Kræfternes Retning. To Svingkræfter i samme Plan, som søge at dreje et Legeme i modsatte Omdrejningsretninger, ville holde hinanden i Ligevægt, naar deres Momenter ere lige store.

Virker en Kraft P (Fig. 10) paa et Legeme, hvis Tyngdepunkt er O, vil Kraften virke dels til at dreje Legemet omkring dette Punkt, dels til at bevæge Legemet i Kraftens Retning. I O kan man nemlig tænke sig to Kræfter P_1 og P_2 virkende, hver lig og parallel med P, men virkende i modsatte Retninger. Disse to Kræfter ville holde hinanden i

Ligevægt og have saaledes ingen Virkning paa Legemet. Man kan nu sammensætte P med P_1; disse to Kræfter ere lige store, parallele og virke i modsatte Retninger; de danne altsaa tilsammen en Svingkraft, hvis Moment er P . ab. Der bliver altsaa Kraften P_2 tilbage. Svingkraften virker til at dreje Legemet, medens Kraften P_2 søger at bevæge Legemet i Kraftens Retning.

Virke flere Kræfter paa et Legeme, kan man paa den anførte Maade flytte dem alle til et Punkt, Tyngdepunktet vil sædvanlig være det bekvemmeste, og derefter findes Kræfternes Resultant samt Svingkræfternes Momenter. Er Resultanten lig 0, vil Legemet kun dreje omkring Punktet. Er derimod Summen af Momenterne af Svingkræfterne, som dreje Legemet til den ene Side, lig Summen af Momenterne af Svingkræfterne, som dreje Legemet til den anden Side, vil Legemet kun flyttes i Resultantens Retning. Er i sidste Tilfælde tillige Resultanten lig 0, vil Legemet være i Ligevægt.

20. **Arbejde.** *Naar en Kraft ved Overvindelsen af Modstande bevæger et Legeme eller forandrer et Legemes Form, Størrelse eller Bevægelse, udretter den et Arbejde* (work). Det udrettede Arbejde, eller *Arbejdsmængden, er Produktet af Kraften og den Vej, Legemet har bevæget sig i Kraftens Retning.* Hæves en Vægt, udfører man altsaa et Arbejde, som bliver Produktet af Vægten og Højden, hvortil den er hævet. Arbejdsmængder maales i *Arbejdsenheder* (unit of work), saa som Fodpund eller Kilogrammeter. Er en Vægt paa P Pund hævet h Fod, er det udrettede Arbejde altsaa Ph Fodpund.

Er Kraften foranderlig, udregnes en Middelværdi, som, multipliceret med Vejlængden i Kraftens Retning, giver det udrettede Arbejde. Som Exempel herpaa tjener Bestemmelsen af Dampens Arbejde i Cylinderen (§ 197).

Sætter en Kraft et Legeme i Bevægelse, vil Legemet ifølge Træghedens Lov udøve Modstand mod Bevægelsen; Kraften udfører altsaa et Arbejde. Er et Legeme i Bevægelse, maa der udføres et Arbejde for at bringe det til Hvile. Løftes en Vægt, maa Tyngdekraften overvindes. Sammentrykkes en Fjeder eller en given Luftmængde, maa Modstanden, som Fjedren eller Luften udøver mod Sammentrykning, overvindes.

21. Ved Bedømmelsen af det Arbejde, som udrettes i Maskiner, betjener man sig af en Enhed, som kaldes en Maskinenhed eller *Hestekraft* (horse power). Denne er et Maal for Maskinens *Arbejdsevne. Til en Hestekraft svarer et Arbejde paa 33000 Fodpund i Minuttet* eller i det metriske System: 75 Kilogrammeter i Sekundet.

Løfter en Maskine 1000 Pund til en Højde af 33 ', er det udrettede Arbejde 33000 Fodpund, og, naar Maskinen udfører det i 1 m, er Maskinen paa 1 Hestekraft; bliver det samme Arbejde udrettet i 1 s,

udvikler Maskinen 60 Hestekræfter. Det Antal Fodpund, en Maskine udretter i Minuttet, er Maskinens Hestekraft multipliceret med 33000.

Hestekraften er ikke, som Navnet antyder, Betegnelsen paa en Kraft; den er Udtrykket for et Arbejde, som man i sin Tid antog kunde udføres i 1 m af en stærk Hest.

22. *Et Legeme siges at have Arbejdsværdi eller besidde Energi* (energy), *naar det kan udrette Arbejde.*

Energi maales i de tidligere angivne Arbejdsenheder. Man skjelner mellem *Stillingsenergi* (potential energy) og *Bevægelsesenergi* (kinetic energy). Hvad der forstaas herved, vil bedst fremgaa af nogle Exempler.

Løftes en Vægt paa W Pund til en Højde h over Jorden, og lader man den falde, vil dens Hastighed v, naar den atter er ved Jorden, være given ved L 3 § 8, nemlig ved:

$$h = \frac{v^2}{2g}.$$

Multipliceres denne Ligning med W, faas:

$$Wh = \frac{W v^2}{2g} \quad \ldots\ldots (4)$$

Wh er det Arbejde, som maa udrettes for at løfte Vægten til Højden h. I sin hævede Stilling besidder Vægten Stillingsenergi, thi den er i Stand til at udrette Arbejde ved sit Fald; i en Mølledam er Vandet hævet over Afløbet fra Møllehjulet; naar Vandet fra Dammen fylder Hjulets spandeformede Skovle, vil det ved sin Vægt trykke Skovlene nedefter, hvorved Hjulet drejes rundt og udretter Arbejde i Møllen. En spændt Fjeder besidder Stillingsenergi; den kan f. Ex. bruges til at drive Værket i et Uhr. Sammentrykket Luft eller Damp besidder Stillingsenergi; den kan anvendes til at drive Maskiner. Alle Sprængstoffer have Arbejdsværdi; thi vi kunne benytte deres Stillingsenergi til f. Ex. at sprænge Stene eller give et Projektil Bevægelse. Brændbare Stoffer som Stenkul have Arbejdsværdi; ved Kullets Forbrænding udvikles Varme i Kjedlens Ildsted; Varmen bruges til at fordampe Vand; den dannede, sammentrykkede Damp benyttes i Maskinen til at udrette Arbejde.

Et Legeme, som er i Bevægelse, besidder Bevægelsesenergi og kan derved udrette Arbejde. Legemet kan f. Ex. ved sit Fald ramme Pæle i Jorden, hvorved Energien overvinder den Modstand, Jordmassen udøver mod Neddrivningen. Et Projektil besidder under Flugten Arbejdsværdi; thi dets Bevægelsesenergi kan udføre Arbejder; den kan f. Ex. anvendes til Gennembrydning af Panserplader. Et Skib i Bevægelse besidder Bevægelsesenergi; støder det under Fart sammen med et andet, kan det overvinde den Modstand, som det andet Skibs Plader udøve mod Sønderrivning o. s. v.

Legemets Bevægelsesenergi kaldes ogsaa dets *levende Kraft* (vis

viva); den er det halve Produkt af Kvadratet paa Hastigheden og Legemets *Masse* (mass), hvorved forstaas Legemets Vægt, divideret med Akcelerationen under Faldet. Med de ovenfor brugte Betegnelser bliver altsaa:

$$\text{Legemets Bevægelsesenergi} = \frac{W v^2}{2 g}.$$

Jo større Legemets Masse og Hastighed er, des større er dets levende Kraft; der er mere »Drøn« i store og hurtige Skibe end i smaa og langsomme. Da g er konstant, kan et Legemes Masse lige saavel som dets Vægt bruges som Maal for Mængden af Stof i Legemet.

23. Loven for *Energiens Uforgængelighed* (conservation of energy) udsiger, *at den Energi, et Legeme en Gang besidder, kan aldrig gaa tabt.* Energien kan antage en anden Form; Stillingsenergi kan f. Ex. gaa over til at blive Bevægelsesenergi. I det ovenanførte Exempel besidder Vægten Stillingsenergi i den hævede Stilling. Slippes Vægten, vil Stillingsenergien blive til Bevægelsesenergi; saa snart Vægten naar Jorden, besidder den ikke mere Stillingsenergi; denne er gaaet over til at blive Bevægelsesenergi alene; dennes Værdi kan findes af L. 4. Man skulde nu synes, at Energien er gaaet tabt, thi ved Stødet mod Jordfladen standses Vægten, og den besidder nu hverken Stillings- eller Bevægelsesenergi. Dette er dog ikke Tilfældet, Energien antager en anden Form: den bliver til Varme.

Gnides to Stykker tørt Træ mod hinanden, vil den ved Musklerne udviklede Energi ved Gnidningen omsættes til Varme, Træet bliver varmt, og det tænder, naar Gnidningen fortsættes tilstrækkelig længe.

Energien kan ogsaa blive til Elektricitet, Lys o. s. v., men i alle Tilfælde vil den samlede Energi, under hvilken Form den end optræder, forblive uforandret.

24. **Maskiner.** De Kilder, hvorfra man i det daglige Liv henter Energien, som behøves til Udførelsen af Arbejder, ere: [1]) Tyngdekraften (Vandhjul), [2]) Fjedre (Uhre), sammentrykket Damp (Dampmaskiner) eller Luft (Whiteheads Torpedoer), [3]) Sprængstoffer (visse Gasmaskiner), samt [4]) Mennesker (Haandspil) og Dyr (Hestegange). Den til Arbejdets Udførelse nødvendige Kraft udgaar fra *Motoren* (prime mover), hvor Energien virker. Sædvanligvis har hver Energikilde sin særlige Bevægelse og Virkning, medens Arbejdet skal udføres paa et andet Sted og under forskjellige Omstændigheder. Man maa derfor betjene sig af *en Maskine* (machine), *som er en Mekanisme, der overfører Energi og omdanner den til den Form, som passer bedst for det Arbejde, der skal udrettes.* I Skibsmaskinen bliver Cylinderen med dens Stempel og Dampen, som trykker paa dette, Motoren; det op- og nedgaaende Stempels Bevægelse forplantes gjennem Maskinens Mekanisme til Skruens omdrejende Be-

vægelse. I Værkstedet er *Kraftmaskinen* Motor; dennes Energi forplantes gjennem *Drivværket* til *Arbejdsmaskinerne*, hvor Delenes Tildannelse foregaar under Forbrug af Kraftmaskinens Energi.

Under jævn Bevægelse vil:

den udviklede Energi = det udrettede Arbejde.

Drives f. Ex. et Skib frem med jævn Hastighed, vil den af Dampen udviklede Energi netop medgaa til at overvinde dels den Modstand, Skibet møder under Fremdrivningen gjennem Vandet, dels de Modstande, som findes i selve Maskinen.

Ligger Skibet stille, og Maskinen sættes i Gang, vil den udviklede Energi i Begyndelsen være større end Modstanden; Energiens Overskud medgaar til at forøge Skibets Hastighed, der derfor vil voxe, indtil den udviklede Energi svarer til det udrettede Arbejde; Bevægelsen bliver nu jævn. Bliver derimod Energien mindre, sættes Maskinen f. Ex. paa en langsommere Gang, vil Modstandens Overskud virke til en Formindskelse af Hastigheden, indtil der atter er Ligevægt til Stede mellem Kræfterne.

25. Den Del af det udrettede Arbejde, som kommer til Nytte, *det nyttige Arbejde* (useful work), vil være mindre end den udviklede Energi, fordi en Del af denne medgaar til Overvindelsen af Modstande i Maskinen, særlig Gnidningsmodstande; denne Del kaldes *det tabte Arbejde* (lost work).

For en hvilken som helst Maskine under jævn Gang kan man derfor sætte:

Den udviklede Energi = det nyttige Arbejde + det tabte Arbejde.

Forholdet: $\frac{\text{det nyttige Arbejde}}{\text{den udviklede Energi}}$ kaldes Maskinens *Virkningsgrad* (efficiency). Denne er altid en ægte Brøk. For enhver Maskine bør Bestræbelserne gaa ud paa at gjøre Virkningsgraden saa stor som muligt. Da man ikke kan holde en Maskine gaaende, uden at der forbruges en Del Energi, selv om det er nok saa lidt, til Overvindelse af Modstandene i Maskinen, er et »Perpetuum mobile« en Umulighed.

Der er syv *simple Maskiner*: Vægtstangen, Vinden, Tandhjulet, Tridsen, Skraaplanet, Kilen og Skruen; disses Ligevægtsbetingelser skulle nu undersøges. Der gaas ud fra, at Maskinen skal løfte en Vægt, *Byrden* (load), og at der ikke findes Modstande i Maskinen. Den udviklede Energi er altsaa = det nyttige Arbejde, eller med andre Ord: *Kraftens Arbejde = Byrdens.* Da Arbejde = Kraft Gange Vejlængde i Kraftens Retning, maa Kraftens Vej være lige saa mange Gange større end Byrdens, som Byrden er større end Kraften. Man kan altsaa ved Hjælp af en Maskine løfte en stor Byrde med en lille Kraft, men denne vil da bruge lang Tid til det.

26. Vægtstangen (lever) er en ubøjelig Stang, som kan dreje om et Punkt, Hvilepunktet, og hvis Vægt antages saa lille, at den ikke faar Betydning. Fig. I, 11 fremstiller en *toarmet* Vægtstang, hvis Hvilepunkt er O. K er Kraften, B Byrden. Vægtstangen kaldes *enarmet*, naar Kraft og Byrde virke i modsatte Retninger paa samme Side af Hvilepunktet som i Fig. 12. Fig. 13 fremstiller en *Vinkelvægtstang*.

Den vinkelrette Afstand mellem Hvilepunktet og Kraftens eller Byrdens Retningslinier er deres Arm; den betegnes i de tre Figurer med a og b. Betingelsen for Ligevægt er:

$$a \cdot K = b \cdot B \quad \ldots\ldots \quad (5).$$

Er der flere end to Kræfter, maa Summen af Momenterne af Kræfterne, som virke til at dreje Vægtstangen den ene Vej, være lig Summen af Momenterne af Kræfterne, som virke til at dreje Stangen den anden Vej.

I Hvilepunktet virker et Træk eller Tryk paa Vægtstangens Understøttelse; det vil være Resultanten af de paa Stangen virkende Kræfter.

Vægtstangen benyttes til Maaling af Legemers Vægt. Ved den almindelige Vægtstang lægges Hvilepunktet midt imellem Ophængningspunkterne for Skaalene, og dens Tyngdepunkt ligger under Linien mellem Ophængningspunkterne. Naar Lodderne i den ene Skaal veje lige saa meget som Gjenstanden i den anden, staar Vægtstangen vandret. Er Vægtstangen *falsk* (false), lægges Sand, Hagl e. l. i den ene Skaal, til det balancerer Gjenstanden i den anden. Gjenstanden tages derefter op af Skaalen og erstattes af Lodder, til der atter er Ligevægt. Gjenstandens Vægt er da lig Loddernes.

Bismeren (common steelyard) er en uligearmet Vægtstang, hvis Lod kan forskydes langs den ene Arm, medens Gjenstanden hænger i en Krog paa den anden Arm. Bismeren bæres i en Bøjle, udgaaende fra Hvilepunktet.

Exempel: Arealet af en Sikkerhedsventil med indirekte Vægtbelastning (§ 132) er 4 □ "; det størst tilladelige Kjedeltryk er 180 Pund paa □ ", Vægtstangens Længde OC (Fig. I, 14) er 24 ". Afstanden OA fra Ventilen til Vægtstangens Omdrejningspunkt O er 3 ", Ventilens Vægt er 2 Pund, Vægtstangens Vægt er 10 Pund, dens Tyngdepunkt B ligger 8 " fra O. Find Størrelsen af den Vægt P, som maa anbringes paa Vægtstangens Ende C, for at Ventilen netop kan aabne, naar Trykket i Kjedlen er naaet til det størst tilladelige.

Vægtstangen er her enarmet, Damptrykket virker opad paa Ventilen, medens dennes og Vægtstangens Vægt samt Vægten P virke nedad.

Man vil derfor have:

$$180 \cdot 4 \cdot 3 = P \cdot 24 + 10 \cdot 8 + 2 \cdot 3 \text{ eller}$$
$$P = 86{,}4 \text{ Pund.}$$

27. Vinden (wheel and axle) eller Spillet (Fig. I, 16) er en Valse, der kan drejes om sin Axe, og hvis Tapper hvile i Taplejer; Byrden hænger i et Tov, som er viklet omkring Valsen. Kraften virker paa et Sving.

Vinden vil være i Ligevægt, naar Kraften Gange Omkredsen af den Cirkel, Kraften beskriver, er lig Byrden Gange Valsens Omkreds, thi Kraftens Arbejde vil da være lig Byrdens under en Omdrejning af Valsen. Man kan ogsaa sætte Kraftens Moment med Hensyn til Valsens Omdrejningsaxe lig Byrdens Moment med Hensyn til samme Axe.

Exempel: Diameteren af Kjædeskiven paa Gangspillet i Krydserfregatten »Fyen« er 2'. Hvor mange Mand behøves til at hive Ankeret hjem, naar Vægten af Anker og Kjæde sættes til 9000 Pund, og hver Mand trykker med en Kraft af 40 Pund paa Bommene $7^1/_2$' fra Spilstammens Midtlinie. Opdriften paa Anker og Kjæde lades ude af Betragtning.

Tages Moment med Hensyn til Kranstammens Midtlinie, har man:

$$1 \cdot 9000 = X \cdot 40 \cdot 7{,}5,$$

hvor x er Antallet af Mand. Ligningen giver:

$$x = 30.$$

28. Tandhjul (toothed wheel) arbejde sammen i Par; de ere lave Cylindre, paa hvis Omkreds der findes Tænder i Indgreb med hinanden. Omkring Tandhjulenes Centre kan tegnes to Cirkler, som altid røre hinanden under Hjulenes Omdrejning; de kaldes Tandhjulenes *Delecirkler* (pitch circle). Tandafstanden, eller *Delingen* (pitch), er Afstanden paa Delecirklen mellem et Punkt paa en Tand og det tilsvarende Punkt paa den næste Tand.

I Fig. I, 17 skal Kraften K, virkende paa Armen a, gjennem de to Tandhjul P og Q løfte Byrden B, virkende paa Armen b. Har det lille Hjul n Tænder, det store Hjul N Tænder, og drejes Hjulene en Tand, vil, da Kraftens Arbejde = Byrdens:

$$\frac{1}{n} \cdot 2\pi a \cdot K = \frac{1}{N} \cdot 2\pi b \cdot B \text{ eller}$$

$$K = \frac{n}{N} \cdot \frac{b}{a} \cdot B \ldots\ldots (6)$$

Til Overførelse af Kræfter fra en Axel til en anden benyttes, foruden Tandhjul (lige eller *koniske*), *Remskiver* (pulley) og *Drivremme* (belt). Er der ingen Glidning eller *Slip* (slip) mellem Drivrem og Remskiver, vil Drivremmens Hastighed være lig Hastigheden af Remskivernes Omkreds. *Remskivernes Omdrejningshastighed staar derfor i omvendt Forhold til deres Diametre.*

Til Løftning af Vægte benyttes *Dunkrafte* (rack and pinion); en saadan er vist i Fig. 18, hvor et *Drev* (pinion) er i Indgreb med en *Tandstang* (rack); denne kan betragtes som et Tandhjul af uendelig stor Diameter.

Exempel: Drevet i en Dunkraft har 40 Tænder. Tandrækkens Deling er 1", og Drevets Haandsving er 14" langt. Hvor stor en Vægt kan Dunkraften løfte, naar en Kraft paa 50 Pund virker paa Haandsvinget?

Under en Omdrejning af Haandsvinget vil Kraften have gjennemløbet en Vejlængde $2 \cdot \pi \cdot 14$" og Byrden x være løftet $40 \cdot 1$". Man har altsaa:

$$2 \cdot \frac{22}{7} \cdot 14 \cdot 50 = x \cdot 40 \text{ eller } x = 110 \text{ Pund.}$$

29. Tridsen (pulley) er en rund Skive med en Fure langs Omkredsen til Tovet; den drejer omkring en Bolt gjennem dens Centrum. Ved en *fast* (fixed) Tridse (Fig. I, 21) er *Kraft og Byrde lige store;* den kan benyttes f. Ex. som Vejviserblok til Forandring af Kraftens Retning. Ved en *løs* (moveable) Tridse (Fig. 22) er *Kraften det halve af Byrden*, thi denne vil hæves det halve af den Vej, Kraften gaar opefter. I en *Blok* (block) ere to eller flere Tridser samlede i det samme *Blokhus.*

Taljer og *Gier* (tackle) have en fast og en løs Blok, hvorimellem Løberen skæres (Fig. 23). Er der tre Skiver i hver Blok, og er Løberens Fastepart paa den faste Blok, ville Løberens sex Parter bære Byrden, og *Kraften vil derfor være* $^1/_6$ *af Byrden.*

Paa Grund af Gnidningsmodstande i Blokhuset og Løberens *Tovstivhed* (rope stiffness) behøves i Praxis en større Kraft til at hæve Byrden end angivet ved ovenstaaende Regler.

Naar Virkningsgraden bliver $\geqq {}^1/_2$, kan man bevise, *at Byrden ikke kan overhale Taljen*, men paa den anden Side behøves en større Kraft til Byrdens Løftning, end om Virkningsgraden var større. Slippes Løberen, vil Byrden altsaa blive hængende. Herpaa beror Indretningen af *Differenstaljen*, der ogsaa gaar under Navn af Patenttaljen eller Weston's-Taljen (differential pulley). Denne (Fig. 24) har foroven to ulige store, fast forbundne Kjædeskiver med Indhak til en *Kjæde uden Ende* (endless chain). Kjæden skæres mellem de to Skiver og den løse Blok, som Figuren udviser. Ere Kjædeskivernes Radier r og R, vil Kraftens udrettede Arbejde under en Omdrejning af de to Kjædeskiver være: $K \cdot 2\pi R$; samtidig vil der af den mindre Kjædeskive afvikles en Længde $= 2\pi r$, medens der paa den større Kjædeskive paavikles en Kjædelængde $= 2\pi R$. Byrden vil hæves den halve Forskjel mellem de paa- og afviklede Længder; man vil altsaa have:

$$K \cdot 2\pi R = B \frac{2\pi R \div 2\pi r}{2} \text{ eller}$$

$$K = \frac{R \div r}{2R} B \ldots\ldots (7)$$

Da $R \div r$ kan gjøres meget lille, kan man altsaa med Weston's-Taljen hæve en stor Byrde med en ringe Kraft.

30. Skraaplanet (inclined plane) er en skraat stillet, plan Flade, hvis Længde er AB (Fig. I, 25), og hvis Højde er BC. Byrden B vil søge at glide ned ad Skraaplanet, men kan holdes i Ligevægt af en Kraft, som udgaar fra en Vægt K, forbunden til Byrden ved en Snor, der ved B er ført over en fast Tridse. Kaldes Skraaplanets Vinkel med den vandrette Linie AC for α, vil Byrdens Vægt W, fremstillet ved Linien ad, kunne opløses i to Komposanter, hvoraf den ene ab $= W \sin \alpha$ søger

at bevæge Byrden nedad Skraaplanet, medens den anden $ac = W \cos \alpha$ udøver et Tryk mod Skraaplanet, hvad der fremkalder en Gnidningsmodstand mellem dette og Byrden (§ 34). Holdes foreløbig Gnidningsmodstanden ude af Betragtning, — Skraaplanet antages at være fuldkommen glat, — vil der være Ligevægt, naar:

$$K = W \sin \alpha = W \frac{BC}{AB} \ldots\ldots\ldots (8)$$

Ligevægtsbetingelsen er altsaa: *Kraften skal forholde sig til Byrden, som Skraaplanets Højde til dets Længde.* Er Kraften større, vil Byrden trækkes op ad Skraaplanet, er den mindre, vil Byrden glide ned ad det.

31. Kilen (wedge) benyttes til at løfte Byrder, adskille Legemer o. l. Ved flade Kiler er Gnidningsmodstanden saa betydelig, at den kan holde Kilen paa Plads; herpaa beror Kilens Anvendelse til Samling af Maskindele.

32. Skruen (screw) er en Cylinder med skrueskaaret *Snit* (thread) langs Omkredsen, svarende til Snittet i *Møtrikken* (nut). Byrden virker langs Skruens Axe, medens Kraften virker vinkelret paa denne Axe paa en *Skruenøgle* (spanner), et Haandsving, som i en *Skruepresse* (screwpress), eller paa en Tværstang, som i den i Fig. I, 19 viste *Skruedunkraft* (screwjack). Snittets *Stigning* (pitch) er den Vejlængde, Skruen forskydes i Axens Retning under en Omdrejning. Er Kraftens Arm a og Stigningen s, vil:

$$K \cdot 2\pi a = B \cdot s \text{ eller}$$

$$K = \frac{s}{2\pi a} B \ldots\ldots (9)$$

Er Stigningen lille, vil Skruen paa Grund af Gnidningsmodstanden mellem *Skruegængerne* (screwthread) forblive paa Plads, naar Kraften ophører at virke. Herpaa beror Skruens Anvendelse til Samling af Maskindele.

Fig. 20 viser en *Snækkedunkraft.* Kraften virker paa Enden af et Haandsving, hvis Axel har en *Snække* (worm), der er i Indgreb med et *Snækkehjul* (worm wheel); dette, som kan dreje rundt i en Aabning i Dunkraftens Legeme, danner Møtrik for en lang Skrue, som hindres i at dreje rundt ved, at en Knast paa dens nederste Ende er tvungen til at vandre i en Udskæring paa langs af Dunkraften. Er Snækkehjulet drejet en Gang rundt, vil Byrden være hævet en Vejlængde = Skruens Stigning, og Haandsvinget maa samtidig have gjort lige saa mange Omdrejninger, som Snækkehjulet har Tænder, men kun halvt saa mange Omdrejninger, dersom Snækken er toløbet.

Exempel I: I en Skruedunkraft er Kraften 20 Pund, dens Arm er 28″ og Snittets Stigning $^3/_4$″. Hvor stort et Tryk kan Dunkraften udøve?

Under en Omdrejning af Skruen gjennemløber Kraften en Vejlængde $= 2 \cdot \pi \cdot 28''$ og Byrden X løftes en Vejlængde = Skruens Stigning. Altsaa bliver:

$$2 \cdot \frac{22}{7} \cdot 28 \cdot 20 = X \cdot \frac{3}{4} \text{ eller } X = 4693^1/_3 \text{ Pund.}$$

Exempel II: Snækkehjulet i en Snækkedunkraft har 16 Tænder, og Skruens Stigning er 1". Haandsvinget paa den toløbede Snækkes Axel er 16" langt. Hvor stort et Tryk kan Dunkraften udøve, naar der virker 20 Pund paa Haandsvinget?

Under en Omdrejning af Snækkehjulet vil Kraften have gjennemløbet en Vejlængde $= 2 \cdot \pi \cdot 16 \cdot \frac{16''}{2}$, og Byrden X løftes en Vejlængde = Skruens Stigning. Altsaa bliver:

$$2 \cdot \frac{22}{7} \cdot 16 \cdot \frac{16}{2} \cdot 20 = X \cdot 1 \text{ eller } X = 16091^3/_7 \text{ Pund.}$$

33. **Gnidningsmodstanden** (friction) mellem *faste Legemer*, der glide paa hinanden, følger nedenstaaende ved Forsøg fundne Love:

1) *Gnidningsmodstanden er proportional med Trykket mellem Overfladerne.*
2) *Den er uafhængig af Berøringsfladernes Udstrækning.*
3) *Den er uafhængig af Hastigheden.*

Er Trykket mellem Fladerne P Pund, vil Gnidningsmodstanden F være:

$$F = f \cdot P \ldots\ldots (10),$$

hvor f er en Konstant, som afhænger af Legemernes Materiale og Berøringsfladernes Beskaffenhed, og kaldes *Gnidningskoefficienten* (coefficient of friction). Dens Værdi kan for Metal mod Metal sættes til $^1/_7$—$^1/_6$, for Træ mod Træ til $^2/_5$. Ved Gnidning mellem to Stykker Træ er Modstanden større, naar Fibrene ere parallele, end naar de gaa paa tværs af hinanden.

Gnidningsmodstanden formindskes ved *Smørelse* (lubricant) mellem Berøringsfladerne. Til Metaller anvendes Olie, til Træ Talg eller Blyant. Trykket mellem de smurte Overflader maa ikke være saa stort, at Smørelsen drives bort fra Fladerne.

Gnidningsmodstanden virker i den modsatte Retning af den, hvori Bevægelsen virkelig finder Sted. Den er noget større, naar Legemet skal sættes i Bevægelse, end naar det er i Bevægelse. Det ved Gnidningen tabte Arbejde vil være Produktet af Gnidningsmodstanden og dens Vej; det omsættes til Varme (§ 88). Varmeudviklingen sætter en Grænse for den Hastighed, hvormed Legemerne i Praxis kunne glide over hinanden.

Modstanden mod Rulning (rolling friction) *er proportional med Trykket mellem Hjulet og Underlaget og omvendt proportional med Hjulets Diameter.* Jo større Hjulet er, des mindre er Rulningsmodstanden. Denne er lille, sammenlignet med Gnidningsmodstanden mellem to glidende Flader.

Gnidningsmodstanden mellem et fast Legeme og en Vædske følger andre Love (§ 49).

Exempel: Til at overvinde Gnidningsmodstanden mellem et Legeme og en vandret Flade fordres en vandret Kraft, som er lig Legemets Vægt. Find den Vinkel, hvorved Legemet vil begynde at glide ned ad Fladen, dersom man gradevis stiller denne mere og mere skraat.

Af L. 10 har man: $F = f P$. Er Legemets Vægt W, vil ifølge Forudsætningen i Exemplet:

$$f = \frac{F}{P} = \frac{W}{W} = 1.$$

I Fig. I, 25 kan B fremstille Legemet paa den skraatstillede Flade, hvis Skraaning α er saa stor, at Legemet netop begynder at glide ned ad Fladen. Ifølge L. 10 og § 30 vil Gnidningsmodstanden F, som virker opefter langs AB, være:

$$F = f \cdot W \cos \alpha = 1 \cdot W \cos \alpha = W \cos \alpha.$$

Den Komposant af Legemets Vægt, som søger at bevæge dette ned ad Fladen, er ifølge samme §: $W \sin \alpha$. Er Legemet netop ved at glide ned ad Fladen, maa man have:

$$W \cos \alpha = W \sin \alpha, \text{ altsaa}$$
$$\operatorname{tg} \alpha = 1 \text{ eller } \alpha = 45^0.$$

Er Fladens Skraaning $\gtreqless 45^0$, vil Legemet altsaa glide ned ad Fladen, naar det sættes i Gang.

34. Gnidningsmodstanden hjælper til at holde en Byrde paa et Skraaplan i Ligevægt, medens den hæmmer Bevægelsen op eller ned ad Skraaplanet.

Overlades Byrden til sig selv, og er Skraaplanets Hældning α ikke større, end at Byrden netop er i Stand til at glide ned ad Skraaplanet, vil ifølge Exemplet i § 33 Byrdens Komposant i Retning af Skraaplanets Længde være lig Gnidningsmodstanden.

Af Skraaplanets Hældning eller Vinkel α kan Gnidningskoefficienten bestemmes, idet man forøger Skraaplanets Hældning, til Legemet netop begynder at glide, og maaler da Hældningen; Forholdet mellem Skraaplanets Højde og Grundlinie er da = Gnidningskoefficienten, som ogsaa er = tangens til den Vinkel α, *Gnidningsvinklen* (angle of friction), Skraaplanet i denne Stilling danner med det vandrette Plan.

Er Byrden overladt til sig selv, og Skraaplanets Hældning $\leqq$ *Gnidningsvinklen, vil Virkningsgraden være* $\leqq {}^1/_2$, *og Byrden vil være i Hvile paa Skraaplanet: Byrden kan ikke overhale Kraften.* Bliver Hældningen større end Gnidningsvinklen, kan Byrden overvinde Gnidningsmodstanden; den vil glide ned ad Skraaplanet, og Virkningsgraden er $> {}^1/_2$.

Vædskers Ligevægt og Bevægelse.

35. **Vædsketryk.** Der gaas i det følgende ud fra, at Vædskerne ere *fuldkommen flydende* d. v. s. Vædskedelene gjøre ingen kjendelig Modstand mod indbyrdes Forskydning.

Trykket paa en i en Vædske nedsænket Flade er Vægten af den Vædskesøjle, hvis Grundflade er Fladen, og hvis Højde er Fladens Dybde under Vædskens Overflade, regnet til Fladens Tyngdepunkt. Er Vædskens Vægtfylde f (§ 38), Fladens Areal A og dens Nedsænkning h Fod, vil Trykket være 62,5 · f · h · A Pund. Sædvanligt angives Trykket ved Trykket paa Fladeenheden, som Pund paa □" (lbs. pr. sq. in.) eller Kg. paa □cm.

Trykket er lige stort i alle Retninger. Paa en nedsænket Flade vil Trykket derfor være uafhængigt af Fladens Hældning; det er lige stort overalt i samme vandrette Plan og voxer med Dybden under Vædskens Overflade.

I et lukket Kar, der ikke er helt fyldt, og i aabne Kar vil Vædskens Overflade være vandret, naar Tyngdekraften alene virker paa Vædsken. Virker der et Tryk paa Overfladen af en i et Kar indelukket Vædske, forplantes dette Tryk ligelig gjennem hele Vædskemassen. Det samlede Tryk paa Fladeenheden af en nedsænket Flade vil være Summen af Trykket paa Fladeenheden ved Overfladen og Trykket paa Fladeenheden, som skyldes Nedsænkningen. Vædskens Tryk vil paa hver enkelt lille Flade af Karrets Sider og Bund virke normalt paa den betragtede Flade, enten Bunden eller Siderne ere plane eller krumme.

I en Skibskjedels Damprum virker Dampens Tryk normalt paa Fladerne, og dets samlede Størrelse voxer med Fladens Areal. I Kjedlens Vandrum vil der foruden Dampens Tryk paa Vandoverfladen tillige virke et Tryk, svarende til Vægten af Vandsøjlen over den paagjældende Flade.

Trykket paa Bunden af et Kar er uafhængigt af Karrets Form. Dette kan vises ved Forsøg med *Pascals Vaser* (Fig. I, 26). Disse ere Glaskar uden Bund og af forskjellig Form, som skaalformede, cylindriske og tilspidsede Glas. Vaserne kunne skrues paa en Ring i et fast Stativ; forneden lukkes de med en vandtæt sluttende Plade, der trykkes op mod Vasen af den ene Arm af en toarmet Vægtstang, hvis anden Arm har en Skaal til Vægtlodder. Skrues en af Vaserne paa Ringen, og fyldes Vand i den, efter at man har anbragt Lodder paa Skaalen, mærker man sig Vandhøjden i Vasen, naar Pladen slipper og lader Vandet løbe ud. Sætter man nu en Vase af en anden Form paa Apparatet, vil man finde, at Pladen slipper Vasen, naar der er de samme Lodder paa Skaalen, og Vandhøjden i Vasen er den samme som før. *Bundtrykket er altsaa alene afhængigt af Bundens Areal, Vædskens lodrette Højde over Bunden og Vædskens Vægtfylde.*

Exempel I: Hvad er Trykket paa □" ved Bunden af en Kjedel, naar Vandhøjden i denne er 12′, og Dampens Tryk er 160 Pund paa □"? Kjedelvandets Vægtfylde er 1,04.

Ifølge § 35 vil Trykket, som skyldes Fladens Nedsænkning, være

$$= 62{,}5 \cdot f \cdot h \cdot A \text{ Pund} = 62{,}5 \cdot 1{,}04 \cdot 12 \cdot \frac{1}{144} = 5{,}42 \text{ Pund paa } \square''.$$

Da det samlede Tryk = Summen af Trykket paa Overfladen og Trykket, som skyldes Nedsænkningen, alt henført til Fladeenheden, bliver det samlede Tryk:

$$= 160 + 5{,}42 = 165{,}42 \text{ Pund paa } \square''.$$

Exempel II: En Tank i et Skib er 4′ høj, og dens Bundflade er 36 □′. For at prøve Tankens Vandtæthed (§ 273) skrues et 6′ højt Rør til Tankens Top, og Tank og Rør fyldes med fersk Vand. Hvor stort bliver Trykket paa Tankens Bund?

Ifølge § 35 er Bundtrykket afhængigt af Bundens Areal, Vædskens lodrette Højde og Vædskens Vægtfylde. Det bliver altsaa:

$$= 62{,}5 \cdot 36 \cdot 10 \cdot 1 = 22{,}500 \text{ Pund.}$$

36. Som anført overføre Vædsker Tryk ligelig i alle Retninger. Herpaa beror Indretningen af *den hydrauliske Presse* (hydraulic press), som er vist i Fig. I, 27. I denne arbejder et Pumpestempel i en *Trykcylinder*, der ved en Rørledning er forbunden med en *Pressecylinder*, hvor et Pressestempel kan drives opad. Tæthed mellem Stempel og Cylinder skaffes til Veje ved Hjælp af *Lædermanchetter* (cup leather), som ere ringformede Læderpakninger af U-formet Tværsnit; jo større Tryk der er i Cylinderen, med des større Kraft presses Manchetterne ud mod dens Stempel og den cylindriske Flade. Pressestemplet har en stor Diameter, Pumpestemplet en lille. Da Trykket paa Fladeenheden er ens i bægge Cylindre, kan man altsaa med en lille Kraft paa Pumpestemplet løfte en stor Byrde eller frembringe et stort Tryk med Pressestemplet.

To Rør eller Kar, som forneden ere i Forbindelse med hinanden, kaldes *forbundne Rør eller Kar* (communicating pipes or vessels). Indeholde de den samme Vædske, vil denne staa lige højt i bægge Rør, naar Trykket paa Fladeenheden paa de to Overflader er lige stort. I en Skibskjedel vil Vandhøjden i Kjedlen og dennes Vandstandsglas (§ 130) derfor være ens, idet Dampen udøver det samme Tryk paa Vandets Overflade i Kjedlen og i Glasset.

Er Trykket paa Overfladerne forskjelligt, vil Vædsken staa højest i det Rør, hvor Trykket er mindst.

Fyldes to Vædsker af forskjellig Vægtfylde hver i sit Rør af forbundne Rør og holdes fra at blandes sammen, vil den Vædske staa højest, som har den mindste Vægtfylde. Vædskesøjlernes Højder ere omvendt proportionale med deres Vægtfylder.

37. **Vægttab i Vædsker.** Nedsænkes et fast Legeme i en Vædske, vil det optage en Del af Vædskens Plads og derved tabe i Vægt. Dette er udtrykt ved *Arkimedes' Lov*, som udsiger, at *et Legeme, der er nedsænket i en Vædske, lider et Vægttab, der er lig Vægten af den fortrængte Vædskemasse.* Dette Vægttab, der kaldes *Opdriften*, fremkommer ved, at Vædsken udøver et større opadvirkende Tryk mod Legemets Underside end nedadgaaende Tryk mod Oversiden, idet den fortrængte Vædske-

masse før blev baaren af den nedenfor værende Vædske. Opdriften virker altsaa lodret opad.

Er Legemets Vægt større end Opdriften, hvad der er det samme som, at Legemets Vægtfylde er større end Vædskens, vil Legemet synke til Bunds. Er Legemet ophængt i en Snor, vil Spændingen paa denne være større, naar Legemet hænger i Luften, end naar det er helt nedsænket i Vædsken; Forskjellen imellem Spændingerne vil være = Vægten af den fortrængte Vædskemasse.

Er Legemets Vægtfylde netop lig Vædskens, vil det være i Ligevægt overalt i Vædsken.

Flyder Legemet paa Vædskens Overflade, vil den Vædskemasse, det fortrænger, veje lige saa meget som selve Legemet.

Exempel: En Sten hænger i et Tov halvt nedsænket i Vand. Hvad er Spændingen paa Tovet, naar Stenens Rumfang er 6 Kubikfod, og dens Vægtfylde er 3?

Stenens Vægt = 6 · 3 · 62.5 Pund
Opdriften = 3 · 1 · 62,5 —

Spændingen paa Tovet bliver altsaa:

= 62,5 (6 · 3 ÷ 3 · 1) = 937½ Pund.

38. *Vægtfylden* er, som anført i § 1, *Forholdet mellem Legemets Vægt og Vægten af det samme Rumfang Vand ved 4° Celsius;* hvorfor netop denne Varmegrad er valgt, vil fremgaa af § 67. Skal man bestemme Vægtfylden af et fast Legeme, f. Ex. et Metal, ophænges det i en tynd Traad under den ene Vægtskaal af en Vægt og vejes. Man sætter derefter et Kar, fyldt med Vand, under Vægtskaalen og nedsænker Legemet i Vandet. Paa Grund af Opdriften vil Skaalen, hvorunder Legemet hænger, gaa til Vejrs; man maa derfor anbringe Lodder paa Skaalen, til Vægten atter staar i sin vandrette Stilling. Disse Lodder angive Vægttabet, eller Vægten af den Vandmasse, Legemets Rumfang kan rumme. Forskjellen mellem Lodderne i de to Skaale er Legemets Vægt i Vandet. Vejer f. Ex. et Stykke Jærn i Luften 39 Kg. og i Vand 33,9 Kg., bliver Vægtfylden $\frac{39}{5,1} = 7,7$.

Ifølge Definitionen bliver *Vægten af et Legeme Produktet af dets Vægtfylde og Vægten af det samme Rumfang destilleret Vand ved 4° Celsius.* Vægten af destilleret Vand er for nedenstaaende Rummaal følgende:

1 Kubikfod engelsk = 62,4 lbs. eller omtr. 62½ lbs.,
1 Kubikfod dansk = 61,8 danske Pund,
1 Kubikmeter = 1000 Kg. = 1 Ton i det metriske System.
1 Kubikdecimeter = 1 Liter (l; se Tillæget) = 1 Kg.

Vægtfylden angiver altsaa direkte Vægten i Kg. af 1 l. af Legemet eller Vægten i Tons (i det metriske System) af 1 Kubikmeter af Legemet. Vægtfylden er for:

Guld og Platin	omkr.	20.
Kviksølv	—	13,6.
Bly	—	11,4.
Kobber	—	9,0.
Jærn	—	7,7.
Granit	—	3.
Søvand	—	1,03.
Destilleret Vand		1.
Is	omkr.	0,9.
Olie	—	0,85.
Fyrretræ	—	0,6.
Kork	—	0,25.
Atmosfærisk Luft	—	$^1/_{800}$.

Til Bestemmelse af Vædskers Vægtfylde betjener man sig af en *Flydevægt* (hydrometer), vist i Fig. X, 29. Den bestaar af en tynd Stilk og to Beholdere, hvoraf den øverste, største, er fyldt med Luft, medens den nederste er massiv, naar Flydevægten er af Metal, men fyldt med Kviksølv eller Hagl, naar Flydevægten er af Glas. Anbringes Flydevægten i Vædsken, vil den stille sig lodret, og dens Nedsænkning vil afhænge af Vædskens Vægtfylde. Jo større denne er, des højere rager Stilken op over Vædskens Overflade. Størrelsen af Stilkens Inddelinger findes ved Forsøg.

Flydevægtens Anvendelse til Bestemmelse af Kjedelvandets Saltholdighed omtales i § 137.

Luftarters Vægtfylde angives i Reglen ved Forholdet mellem deres Vægt og Vægten af det samme Rumfang atmosfærisk Luft ved samme Varmegrad og Tryk (§ 55). Sættes Luftens Vægtfylde = 1, er:

Vægtfylden af Gas	omtr.	$^1/_2$
Vægtfylden af Brint	—	$^1/_{14}$

Undertiden henføres Luftarters Vægtfylde til Vand ligesom for Vædsker og faste Legemer.

Exempel: Hvor mange Liter Olie rummer en Tank, som er 1,3 m. lang, 0,57 m. bred og 1,85 m. høj, og hvor meget vejer den fyldte Tank i Kg., naar dens Egenvægt er 123 Kg. og Oliens Vægtfylde 0,93?

Tankens Rumfang er $1{,}3 \cdot 0{,}57 \cdot 1{,}85 = 1{,}37085$ cbm.

Den rummer altsaa 1370,85 l. (se Tillæget).

Den fyldte Tanks Vægt bliver $123 + 0{,}93 \cdot 1370{,}85 = 1397{,}9$ Kg.

39. **Skibes Deplacement.** *Naar et Skib flyder paa Vandet, vil den af Skibet fortrængte Vandmasse veje lige saa meget som Skibet.* Vægten af den fortrængte Vandmasse kaldes Skibets *Deplacement* (displacement), der angives i Tons, sjældnere ved Rumfanget i Kubikfod.

Ligger Skibet paa sin dybeste Vandlinie, kan dets Deplacement endnu forøges saa meget, som svarer til *Overskibets* Størrelse eller

Rumfanget af den ikke nedsænkede vandtætte Del. Dette Rumfang tjener som *Reserve-Bærekraft* (reserve of buoyancy), dels ved at give Skibet fornøden *Sødygtighed*, naar det flyder paa sin sædvanlige Vandlinie, dels ved at holde Skibet flydende, selv om et Rum i det skulde fyldes med Vand paa Grund af en Beskadigelse af Skibsbunden. Skibets *Dækshøjde* (freeboard) er et Maal for dette Rumfang. Det samlede Rumfang, som er indesluttet af *den vandtætte Inddeling* (§ 264), betinger Skibets *Flydeevne* (floating power). Skibets Deplacement er = Summen af dets *Egenvægt* (weight of structure) og *Ladningen* (weight of lading). Egenvægten bør ikke være større end absolut nødvendigt, *Bæreevnen* bør være saa stor som muligt.

Skibets *Hoveddimensioner* (principal dimensions) ere:

Længden mellem Perpendikulærerne (length between perpendiculars). Perpendikulærerne ere de to tværskibs Planer, som kunne tænkes lagte gjennem Skæringspunkterne mellem *øverste Vandlinie* (load water line) og *Spundingslinien* (rabbet line) paa For- og Agterstævnen. Den øverste Vandlinie er Skæringslinien mellem Skibsformen og *øverste Vandlinieplan* (load water plane), som er det vandrette Plan, der svarer til Skibets Vandlinie i fuldt udrustet Tilstand. I Jærnskibe forstaas ved Spundingslinien i Almindelighed Overkant af *Skinnekjølen* eller de *vandrette Kjølplader* (§ 245) og Stævnenes Inderkant. Skibets *Diametralplan* (middleline plane) er det langskibs Symmetriplan i Skibet.

Bredden (breadth moulded) maales paa *Middelspantet* (midship section) paa Spantets Yderside ved det bredeste Sted; dette er ofte, men ikke altid, i øverste Vandlinie.

Den største Bredde paa Klædningen (breadth extreme) maales paa Klædningens Yderside.

Dybgaaendet for (draught forward) maales paa forreste Perpendikulær fra øverste Vandlinie til en ret Linie, som danner Forlængelsen af Kjølens Underkant.

Dybgaaendet agter (draught aft) maales paa agterste Perpendikulær fra øverste Vandlinie til Underkant af Kjølen.

Middeldybgaaendet er den halve Sum af Dybgaaendet for og agter. Det er i Reglen sammenfaldende med *Dybgaaendet over Livet*, som er Middelspantets Dybgaaende.

Styrlastigheden (trim) er Forskjellen mellem Dybgaaendet agter og for.

40. Deplacementets *Finhedskoefficient* (coefficient of fineness) *er Forholdet mellem Skibets Deplacement i Kubikfod og det omskrevne Parallelopipedum*, hvis Længde er Skibets Længde mellem Perpendikulærerne, hvis Bredde er Skibets største Bredde i Vandlinien, og hvis Højde er Skibets Dybgaaende over Livet, regnet til Kjølens Overkant. Dette Forhold har forskjellige Værdier i de forskjellige Skibstyper. Saaledes er det:

i meget fine og hurtige Dampskibe .. 0,43 til 0,45
i almindelige, nyere Sejlskibe ..... 0,55 til 0,60
i Lastdragere med ringe Hastighed... 0,65 til 0,70

Finhedskoefficienten kan benyttes til tilnærmelsesvis at bestemme Deplacementet af et Skib, hvis Hoveddimensioner man kjender.

Exempel: En Torpedobaad er 104′ lang, 12′,2 bred, og Dybgaaendet over Livet er 3′,5. Hvad er dens omtrentlige Deplacement?

Sættes Finhedskoefficienten til 0,43 og Vægten af 1 Kubikfod Søvand til 64 Pund,

$$\text{bliver Deplacementet} = 104 \cdot 12{,}2 \cdot 3{,}5 \cdot 0{,}43 \cdot \frac{64}{2240}$$
$$= \text{omtr. } 55 \text{ Tons.}$$

41. Nedtrykningsvægten pr. Tomme (weight per inch of immersion). Naar et Skib flyder paa et givet Dybgaaende, vil den *Vægt, som udfordres til at trykke det dybere, være Vægten af det Bælte af Vand, som derved bliver uddrevet.* Er Bæltets Tykkelse kun ringe, vil dets Rumfang tilnærmelsesvis være = Vandlinieareal multipliceret med Tykkelsen. Den Vægt, som vil trykke Skibet en Tomme over Livet, kan saaledes sættes $= \frac{A \cdot 64}{12 \cdot 2240}$ Tons, hvor A er Vandlinieareal i □′. Denne Størrelse kaldes Nedtrykningsvægten pr. Tomme.

Exempel: Hvad er Nedtrykningsvægten pr. Tomme i Exemplet i § 40, naar Baadens Vandlinieareal er 885 □′?

$$\text{Nedtrykningsvægten pr. Tomme} = \frac{885 \cdot 64}{12 \cdot 2240} = 2{,}1 \text{ Tons}$$

Divideres Vandlinieareal med Arealet af Vandliniens omskrevne Rektangel, hvis Sider ere Skibets Længde og Bredde, faas *Vandliniens Finhedskoefficient*, som er 0,70 i fine Skibe, 0,78 i almindelige Skibe og 0,84 i fyldige Skibe. Den kan benyttes til at bestemme den omtrentlige Værdi af Nedtrykningsvægten pr. Tomme.

Exempel: Hvad er den omtrentlige Værdi af Nedtrykningsvægten pr. Tomme i Exemplet i § 40?

Sættes Vandliniens Finhedskoefficient til 0,70, bliver den omtrentlige Nedtrykningsvægt pr. Tomme:

$$= 104 \cdot 12{,}2 \cdot 0{,}70 \frac{64}{12 \cdot 2240} = 2{,}1 \text{ Tons.}$$

I mange Opgaver kan man med tilstrækkelig Nøjagtighed benytte følgende Regel:

$$\text{Nedtrykningsvægten pr. Tomme} = \frac{\text{Skibets Længde} \times \text{dets Bredde}}{560} \text{Tons} \quad . \quad (11)$$

Exempel: Et Skib, 250′ langt og 44′ bredt, kan kun passere over Doktærskelen, naar det lettes 8″ over Livet. Hvor mange Tons af Ladningen maa losses, inden Skibet kan gaa i Dok?

$$\text{Nedtrykningsvægten pr. Tomme} = \frac{250 \cdot 44}{560} = \text{omtr. } 20 \text{ Tons.}$$

Der maa altsaa losses $8 \cdot 20 = 160$ Tons.

42. Forandringer i Vandets Vægtfylde berøre Skibets Dybgaaende; Skibet ligger lettere i salt Vand end i mindre salt eller

fersk Vand. Er Skibets Deplacement D Tons, Vandlinieareal A □', Vandets Vægtfylde paa de to Steder S_1 og S_2 og Forandringen i Dybgaaende x', vil Rumfanget af Skibets nedsænkede Del paa det første Sted være:

$$V = \frac{D \cdot 2240}{S_1 \cdot 62{,}5} = \frac{D}{S_1} \cdot 36$$

Det andet Sted vil det være:

$$V + Ax = \frac{D}{S_2} \cdot 36$$

Subtraheres, faas:

$$Ax = 36 \cdot D \left(\frac{1}{S_2} \div \frac{1}{S_1} \right) \text{ eller}$$

$$x = 36 \frac{D}{A} \frac{S_1 \div S_2}{S_1 S_2} \ldots . (12)$$

Exempel: Er Vandets Vægtfylde i en engelsk Havn 1,025 og i Kjøbenhavns Havn 1,005, og en Damper, hvis Deplacement er 2500 Tons og Vandlinieareal 7500 □', har et Dybgaaende paa 15' i en engelsk Havn, spørges der om, hvad Dybgaaendet vil være i Kjøbenhavns Havn.

Ifølge L. 12 vil Forøgelsen i Dybgaaendet blive:

$$x = 36 \frac{2500}{7500} \frac{1{,}025 \div 1{,}005}{1{,}025 \cdot 1{,}005} = \text{omtr. } {}^1/_4'.$$

Dybgaaendet i Kjøbenhavns Havn bliver altsaa 15' 3".

43. **Skibes Stabilitet.** De Kræfter, som virke paa et Skib, naar dette flyder paa Vandet, ere:

1) dets Vægt, som virker lodret nedefter gjennem dets Tyngdepunkt, og
2) Vandets Tryk paa Skibets nedsænkede Overflade.

Vandets Tryk virker normalt paa Skibssiden; det kan opløses i en lodret Komposant, en langskibs vandret og en tværskibs vandret Komposant. Resultanten af de to sidste Komposanter maa være Nul, da de ikke give Skibet en vandret Bevægelse. Resultanten af de lodrette Komposanter er = Opdriften, som virker opefter og gaar gjennem Tyngdepunktet af Deplacementets Rumfang, der kaldes *Deplacementets Tyngdepunkt* (centre of buoyancy). Betingelserne for Ligevægt ere:

1) at *Skibets Vægt = Vægten af den uddrevne Vandmasse, Deplacementet*, og
2) at *Skibets Tyngdepunkt ligger i samme lodrette Linie som Deplacementets Tyngdepunkt.*

Skibets Vægt vil da virke i samme lodrette Linie som Opdriften, men i modsat Retning; de holde altsaa hinanden i Ligevægt.

Skibets Tyngdepunkt er et fast Punkt i Skibet; dets Beliggenhed vil kun forandres, naar Vægtfordelingen i Skibet forandres.

Den statiske Stabilitet (statical stability) *behandler Betingelserne for Skibets Ligevægt, naar det flyder rolig i en bestemt Stilling.* Bringes Skibet ud af Ligevægtstillingen ved Krængning, er *Stabiliteten*, eller Stivheden, *dets Evne til at vende tilbage til denne Stilling.*

I Fig. I, 28 er G Skibets Tyngdepunkt, hvori Skibets Vægt D kan antages at virke lodret nedefter. Opdriften virker lodret opefter i Deplacementets Tyngdepunkt B_1, naar Skibet ligger paa ret Kjøl.

Krænges Skibet over og holdes i denne Stilling f. Ex. af Vindens Tryk mod Sejlene, kan Vindens Resultanttryk fremstilles ved en vandret Kraft P og Vandets Modstand mod Skibets Afdrift til Siden ved en lige stor og modsat rettet Kraft P; disse to Kræfter danne tilsammen en Svingkraft. Ved Krængningen vil Deplacementets Tyngdepunkt flytte fra B_1 til B_2. Rumfanget af den uddrevne Vandmasse forbliver uforandret.

Den Linie, *Opdriftlinien*, hvori Opdriften virker, er B_2ZM; den skærer Opdriftlinien B_1GM for den oprejste Stilling i M. Dette Punkt kaldes *Metacentret* (metacentre). For Krængninger indtil 10° til 15° begaar man for almindelige Skibes Vedkommende ikke nogen Fejl af Betydning ved at antage, at alle Opdriftlinierne gaa gjennem Metacentret. Da Vægt og Opdrift ere to modsat rettede parallele Kræfter, danne de tilsammen en Svingkraft, hvis Arm er den vinkelrette Afstand GZ (Fig. 28 og 29) fra G paa B_2M; hver af Kræfterne er Skibets Vægt D. *Produktet af den ene af Kræfterne og Armen kaldes Stivhedsmomentet* (moment of statical stability). Dette Moment vil tvinge Skibet tilbage til den oprejste Stilling; holdes Skibet under en stadig Krængning f. Ex. ved Vindens Tryk paa Sejlene i Fig. 28, vil Momentet af den af Vindens Tryk P og Vandets vandrette Modstand mod Skibets Afdrift P dannede Svingkraft være = Stivhedsmomentet.

Ligger Skibets Tyngdepunkt G under Metacentret, er Skibet i stadig Ligevægt; det vil vende tilbage til den oprejste Stilling, naar det er blevet krænget over en lille Vinkel.

Ligger Skibets Tyngdepunkt over Metacentret, vil Stivhedsmomentet forøge Krængningen, naar Skibet er blevet krænget en lille Vinkel over; Ligevægten er altsaa ustadig.

Falder Skibets Tyngdepunkt sammen med Metacentret, vil Skibet være i ligegyldig Ligevægt, og, naar det er krænget en lille Vinkel, vil der ikke være nogen Tendens til at bringe det ud af Ligevægtstillingen: Stabiliteten er Nul.

44. Metacenterhøjden er Afstanden GM (Fig. I, 29) *mellem Skibets Tyngdepunkt og Metacentret.* Ved smaa Krængninger vil Skibets Stivhed afhænge direkte af denne Højde. Ved Konstruktionen af et Skib maa man derfor iagttage, at det faar saa stor en Metacenterhøjde, at Skibet besidder tilstrækkelig Stivhed. Der er imidlertid en Grænse for Stivheden, idet en stor Stivhed giver Skibet urolige Bevægelser i Søen. Et *stift* (stiff) Skib har en stor Metacenterhøjde, et *rankt* (crank) Skib en lille Metacenterhøjde og kan altsaa let krænges over. Ranke Skibe ere *roligere* (steady) i Søgang end stive Skibe.

Metacenterhøjden har følgende Værdier:

i Panserskibe uden Sejl ..... 6′ til 10′.
i Fregatter o. l. med Sejl ..... omkr. 3′.
i mindre Skibe uden Sejl..... — 2′.
Bugserbaade og Skibe til Kystsejlads..... 1′ til 2′.

Naar Forbrugsgjenstandene, som Proviant, Vand og Kul, ere opbrugte, er Metacenterhøjden i Reglen $^1/_2$′ til 1′ mindre end de ovenanførte Værdier, der svare til Skibene i fuldt udrustet Tilstand. For Handelsskibe kan Metacenterhøjden ikke angives som for Orlogsskibe, fordi Tyngdepunktets Beliggenhed i dem er højst forskjellig efter Ladningsforholdene. Den er i Reglen mindre end for Orlogsskibe. Dette har sin Grund i, at Handelsskibene føre Ladningen i Lasten, medens Orlogsskibene føre store Vægte, saasom Kanoner, Panser o. s. v., højt til Vejrs; for at besidde tilstrækkelig Stivhed maa de derfor have en større Metacenterhøjde, end dersom Vægtene laa lavt som i Handelsskibene.

Beliggenheden af Skibets Tyngdepunkt kan bestemmes ved en Beregning. Dette er imidlertid en langvarig og vanskelig Opgave, og da Metacentrets Beliggenhed kan findes med forholdsvis Lethed ved Hjælp af Skibets Tegninger, foretrækker man at bestemme dette Punkt og derefter ved *Krængningsforsøg* (inclining experiment) finde Metacenterhøjden. Dette Forsøg bestaar i, at man anbringer kjendte Vægte paa Dækket, naar Skibet er færdigbygget, og maaler Krængningen, naar Vægtene flyttes en kjendt Afstand i tværskibs Retning. Skibets Tyngdepunkt findes ved at afsætte Metacenterhøjden fra Metacentret nedefter paa Linien MGB_1.

45. Flytte, tilføje eller borttage Vægte i Skibet. Flyttes en Vægt i Skibet, forbliver dettes Deplacement og Metacentrets Beliggenhed uforandret, men Skibets Tyngdepunkt flyttes i samme Retning som Vægten. Flyttes Vægten opefter, bliver Metacenterhøjden mindre, flyttes den nedefter, forøges Metacenterhøjden.

Ved *Tilføjelsen af en Vægt* forøges Skibets Nedsænkning. Forøgelsen i Dybgaaendet kan bestemmes, naar Nedtrykningsvægten pr. Tomme kjendes. Anbringes Vægten under Vandlinien, vil Stabiliteten i almindelige Skibe forøges. Det samme er Tilfældet, naar en Vægt over Vandlinien borttages. Dersom en Vægt, anbragt under Vandlinien, borttages, eller en ny Vægt tilføjes over Vandlinien, formindskes Stabiliteten.

Ved *Flytning af en Vægt i langskibs Retning* forandres Skibets Styrlastighed. Ved Beregningen af Styrlastighedsforandringen benyttes det *langskibs Metacenter* (longitudinal metacentre), der faar samme Betydning ved Duvning som det tværskibs Metacenter ved Krængning.

Da Skibets tværskibs Stivhed er mindre end Stivheden under Hældninger i en hvilken som helst anden Retning, er den den vigtigste Faktor ved Undersøgelsen af et Skibs Sødygtighed. Medens den tværskibs Metacenterhøjde i Reglen ligger mellem 1′ og 10′, er den langskibs Metacenterhøjde ofte lig eller større end Skibets Længde. Det Moment, som behøves til at duve Skibet 1°, er derfor mange Gange større end Momentet, som behøves til at krænge Skibet 1°.

Kjendes Momentet, som udfordres til at forandre Styrlastigheden 1″ (moment to change trim one inch), kan man finde, hvor meget Styrlastigheden forandres ved Vægtens Flytning i langskibs Retning. I Panserskibet »Helgoland« f. Ex. er dette Moment 480 Fodtons. Flyttes altsaa en Vægt paa 5 Tons 96′ for- eller agterefter, vil denne Flytning formindske eller forøge Styrlastigheden 1″ uden Hensyn til, fra hvilket Sted i Skibet Flytningen foretages.

Ved Vægtens Flytning i langskibs Retning flyttes Skibets Tyngdepunkt for- eller agterefter i samme Retning som Vægten.

Kjendes ikke Momentet til at forandre Styrlastigheden 1″, og der haves Brug for denne Størrelse, kan man i mange Tilfælde benytte følgende Udtryk, som er rigtigt, dersom den langskibs Metacenterhøjde er lig med Skibets Længde, nemlig:

$$\text{Momentet i Fodtons til at forandre Styrlastigheden } 1'' = \frac{D}{12},$$

hvor D er = Deplacementet i Tons.

Indtages Vægte i Skibet, kan det nye Dybgaaende for og agter findes saaledes: Man tænker sig først Vægten anbragt over øverste Vandlinies Tyngdepunkt og finder Nedtrykningen over Livet som tidligere omtalt under: »Nedtrykningsvægten pr. Tomme.« Den øverste Vandlinies Tyngdepunkt ligger i Reglen nogle faa Fod, omtr. $^1/_{40}$ af Skibets Længde, agten for Midten af Skibets Længde i Vandlinien. Dernæst tænkes Vægten flyttet fra dette Punkt for- eller agterefter til sin bestemte Plads. Vægten multipliceres med Afstanden, som den tænkes flyttet. Tilføjes flere Vægte, findes Produkterne af Vægtene og Afstandene, som de flyttes for- eller agterefter; Forskjellen mellem Produkterne af de Vægte, der flyttes forefter, og af de Vægte, der flyttes agterefter, eller omvendt, dersom Summen af de sidstnævnte Produkter er størst, giver Momentet, som forandrer Styrlastigheden. Selve Styrlastighedsforandringen findes derefter som ovenfor omtalt.

Denne Fremgangsmaade kan dog kun benyttes, naar Vægtene ere smaa i Forhold til Skibets Deplacement. Er der Tale om betydelige Vægte, saasom større Dele af Ladningen i et Handelsskib, maa man finde deres Indflydelse paa Dybgaaendet, Styrlastigheden og Stabiliteten ved Beregninger fra Konstruktionstegningen.

Exempel: I »Helgoland« anbringes 10 Tons 120′ og 30 Tons 30′ foran for øverste Vandlinies Tyngdepunkt og 20 Tons 9′ agten for dette Punkt. Hvad bliver det nye Dybgaaende, naar det oprindelige Dybgaaende er 17′ 10″ for og 18′ 0″ agter? Nedtrykningsvægten pr. Tomme er 30 Tons, og Momentet til at forandre Styrlastigheden 1″ er 480 Fodtons:

Moment forefter..... $10 \cdot 120 = 1200$ Fodtons
— — ..... $30 \cdot 30 = 900$ —
Samlet Moment forefter..... 2100 —
Moment agterefter..... $20 \cdot 9 = 180$ —
Moment til at forandre Styrlastigheden ..... 1920 —
Moment til at forandre Styrlastigheden 1″ er 480 —,

altsaa bliver Styrlastighedsforandringen: $\frac{1920}{480} = 4''$.

Forøgelsen i Dybgaaendet over Livet er $\frac{10 + 30 + 20}{30} = 2''$.

Det oprindelige Middeldybgaaende er ..... 17′ 11″,
— nye — ..... 18′ 1″,
saa at det nye Dybgaaende bliver ..... { 18′ 2″ for. / 18′ 0″ agter.

46. Stabilitetskurver (curve of stability). Man fremstiller i Reglen Skibets Stabilitet grafisk paa følgende Maade. Paa en Grundlinie OX i Fig. I, 30 afsættes Skibets Krængninger i Grader fra Begyndelsespunktet O i en valgt Maalestok. I forskjellige Punkter oprejses lodrette Ordinater, og paa dem afsættes fra Grundlinien den til Krængningen svarende Værdi af Stivhedsmomentets Vægtstangsarm GZ (Fig. 29) i en valgt Maalestok. Gjennem de saaledes fundne Punkter trækkes en Kurve, der vil angive Skibets Stabilitet ved en hvilken som helst Krængning og derfor kaldes Stabilitetskurven. Hvor Kurven, som i Figuren, ligger over Grundlinien, virker Stabiliteten til at rejse Skibet; hvor den skærer Grundlinien, ophører Stabiliteten, og hvor den ligger under Grundlinien, virker Stabiliteten til at krænge Skibet videre over.

Ved *Stabilitetens Udstrækning* (range of stability) *forstaas Afstanden i Grader fra Skibets oprejste Stilling til det Punkt, hvor Stabiliteten ophører.*

I Fig. 30 er der afsat tre Stabilitetskurver, hvoraf den ene, mærket A, svarer til et Skib, der har god begyndende Stivhed, men ringe Udstrækning af Stabiliteten, medens Kurven B svarer til et Skib med ringe begyndende Stivhed, men stor Udstrækning af Stabiliteten. For den første Kurve ligger *Maximumstabiliteten* ved 25°, og Stabiliteten aftager ved 59°, for den anden Kurve ligger Maximumstabiliteten ved 45°, og Stabiliteten ophører ved 95°.

Dækshøjden, Skibets Bredde og Tyngdepunktets lodrette Beliggenhed har den største Indflydelse paa Stabilitetskurvens Form og Udstrækning. Særlig Dækshøjden er af Betydning, fordi Stabiliteten ophører hurtig, naar Vandet under Krængningen naar ind over Dækket. Jo

lavere Vægtene ligge i Skibet, des lavere vil Skibets Tyngdepunkt være beliggende, og des større er Stabiliteten. Et lavt liggende Tyngdepunkt bidrager til en stor Udstrækning af Stabilitetskurven og gjør altsaa Skibet sikkert selv for store Krængningsudslag.

Det er vanskeligt at bestemme, hvor megen Stabilitet et Skib bør besidde for at være tjenstdygtigt; man maa her sammenligne nye Skibe med ældre kjendte. Den punkterede Kurve C i Fig. 30 viser Stabilitetskurven for det engelske Orlogsskib »Captain«, som i September 1870 kæntrede under Sejl i aabent Hav. Et Skib med fuld Sejlføring har Brug for en Stabilitetskurve med større Udstrækning end et Dampskib uden Sejl; dog behøver et Skib med god begyndende Stivhed ikke saa stor en Udstrækning som et Skib med ringe begyndende Stivhed.

Skibets langskibs Stabilitet spiller ikke den samme Rolle for Sikkerheden som den tværskibs, da den altid er rigelig for dette Formaal.

47. **Vædskers Bevægelse.** *Vands Udstrømning.* Er der et Hul i Væggen af et Kar, der stadig holdes fyldt med Vand til samme Højde, vil Vandet strømme ud af Hullet med en Hastighed v, som er afhængig af Overfladens Højde, Vandets *Trykhøjde* (head) h, over Hullet. Er W Vægten af den Vandmængde, som i Sekundet strømmer ud af Hullet, vil Vandets Bevægelsesenergi være $\frac{Wv^2}{2g}$, naar det strømmer ud af Hullet. Denne Bevægelsesenergi har Vandet opnaaet ved at falde gjennem Højden h. For at Vandet stadig kan strømme ud med Hastigheden v, maa vi uafbrudt fylde i Karret lige saa meget Vand, som løber ud af det, og Vandet maa løftes Højden h, for at Vandniveauet kan holdes uforandret. Det hertil svarende udrettede Arbejde er Wh; forudsætter man, at der ikke finder Tab Sted ved Hvirvel- og Gnidningsmodstande, bliver:

$$\frac{Wv^2}{2g} = Wh$$

$$\text{eller } v^2 = 2gh \ldots\ldots (13).$$

Vandet strømmer altsaa ud med samme Hastighed, som det under det fri Fald mod Jorden vilde have opnaaet ved at falde gjennem Højden h (§ 8, L. 3).

I Hullet trækker Straalen sig sammen, saa at *Udløbsmængden* (discharge) i Sekundet ikke bliver Produktet af Hullets Areal A og Vandets *Udstrømningshastighed* (velocity of efflux), men noget mindre. Dette udtrykkes ved at sætte:

$$\text{Udløbsmængden} = cAv \ldots\ldots (14),$$

hvor c er *Udløbskoefficienten* (coefficient of discharge), som for et Hul i en tynd Væg kan sættes til 0,62.

Exempel: Vand strømmer ud af et Kar gjennem et Hul i en tynd Væg af Karret. Hullet er 4″ × 6″. Vandoverfladen er 9′ over Hullet. Hvor stor en Vandmængde i Tons udstrømmer der i Timen?

Udstrømningshastigheden $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 32 \cdot 9} = 24'$ i 1^s,

altsaa bliver Udløbsmængden $= \frac{0{,}62 \cdot 24 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 62{,}5 \cdot 60 \cdot 60}{144 \cdot 2240}$

249 Tons i 1^t.

48. Bevægelsesmængde (momentum). Træffer en Vandstraale et stillestaaende Plan af ubegrænset Størrelse i en Retning vinkelret paa Planet, vil Straalen spredes til alle Sider og blive fuldstændig standset i sin Bevægelse i den Retning, hvori den træffer Planet. Vandstraalen vil udøve et Tryk P mod Planet; dette Tryk kan ikke findes ved Arbejdsprincippet, fordi Planet er stillestaaende; vi kunne derimod finde det ved Hjælp af Vandets Bevægelsesmængde. *Produktet af et Legemes Masse og Hastighed kaldes dets Bevægelsesmængde*, hvilken ikke maa forvexles med Legemets Bevægelsesenergi, som er det halve Produkt af et Legemes Masse og Kvadratet paa dets Hastighed.

Vandstraalens Tryk mod Planet vil være givet ved:

$$P = \frac{W}{g} v \ldots\ldots (15),$$

hvor W er Vægten af den Vandmasse, som i Sekundet træffer Planet, $\frac{W}{g}$ er altsaa Vandets Masse og v dets Hastighed i Sekundet. Er A Vandstraalens Tværsnitsareal, vil man, dersom Straalen er Søvand, kunne sætte:

$$P = \frac{64}{32} Av^2 = 2Av^2 \ldots\ldots (16),$$

idet Vægten af en Kubikfod Søvand sættes til 64 Pund.

Strømmer Vand ud af en fyldt Beholder gjennem en Aabning i Siden, vil Vandets Reaktion under Udstrømningen søge at bevæge Beholderen i den modsatte Retning. Denne Reaktion vil ogsaa være given ved L. 16. Staar Beholderen paa en glat Flade, eller flyder den paa Vand, vil den bevæge sig i Retning fra Straalen, og des hurtigere jo større det udstrømmende Vands Bevægelsesmængde er. Er Aabningen i Beholderens Bund, vil Reaktionen virke lodret opefter og altsaa virke til at formindske Beholderens Vægt.

Efter dette Princip arbejde alle *Fremdrivningsmidler* (propeller) til Skibe. Hvad enten Vandet kastes agterefter med en Aare, et Skovlhjul eller en Skrue, vil det agterud strømmende Vands Reaktion være den Kraft, som driver Skibet frem. Det Fremdrivningsmiddel, der med mindst Tab kan kaste den største Vandmængde agterefter med den største Hastighed, vil være bedst egnet til at drive Skibe frem.

49. Gnidningsmodstanden mellem et fast Legeme og en Vædske følger nedennævnte Love:

1) *Gnidningsmodstanden er uafhængig af Trykket mellem Vædsken og Legemets Overflade*,
2) *den er ligefrem proportional med Udstrækningen af den i Vædsken nedsænkede Overflade*, og
3) *den er paa det nærmeste ligefrem proportional med Hastighedens Kvadrat.*

Bliver en i Vand helt nedsænket plan Flade af Areal S trukken med en Kant forrest gjennem Vandet med en Hastighed v, vil den Kraft, som udfordres hertil, altsaa være given ved:

$$P = fSv^2 \ldots\ldots (17),$$

hvor f er en Gnidningskoefficient, der afhænger af Overfladens Beskaffenhed. Ved Forsøg har man fundet, at for en ren ferniseret Overflade,

som en nylig malet Skibsbund, er Koefficienten 0,004, og for en Overflade som middelgroft Sandpapir 0,009, naar Enhederne i L. 17 ere henholdsvis engelske Pund, engelske Fod og Sekunder.

Forsøg over Gnidningsmodstanden mellem et fast Legeme og en Vædske ere blevne anstillede af Englænderen Froude; de have deres Interesse paa Grund af den store Indflydelse, denne Modstand har paa et Skibs Fremdrivning, særlig ved de lave Hastigheder. Plader af Træ, hvis Overflader bleve behandlede paa forskjellige Maader, bleve trukne kantvis gjennem Vand, og Modstanden maalt. Froude fandt, *at for korte Flader var Modstanden forholdsvis større end for lange Flader;* dette kan forklares saaledes: Lad i Fig. I, 31 AB være en Flade, som bevæges kantvis gjennem Vand med en Hastighed v. Paa Grund af Fladens Ujævnheder vil Vandet, der kommer i Berøring med Fladen, for en Del blive revet med af denne. Vandets Hastighed, relativt til Fladen, *den relative Hastighed*, vil altsaa ikke være ens over hele Fladens Længde. Ved den *førende* (leading) Kant A vil den relative Hastighed være lig Fladens *absolute* Hastighed v; men et kort Stykke fra Kanten vil den relative Hastighed v_1 være mindre end v, og jo længere Fladen er, des mere vil Indflydelsen af dens Ruhed gjøre sig gjældende. For en lang Flade vil Vandets relative Hastighed v_4 ved Fladens anden Ende B være betydelig mindre end Fladens Hastighed v.

Forsøgene gave det Resultat, at Gnidningsmodstanden ikke varierer saa hurtig som angivet ved Hastighedens Kvadrat, idet Exponenten kan sættes til 1,85, og Gnidningskoefficienten f er afhængig af Fladens Længde og er mindre, jo længere Fladen er.

Exempel I: Et Skibs af Vandet berørte Overflade er 7500 □′. Find Gnidningsmodstanden ved en Hastighed af 8 Knob og den Hestekraft, som behøves til at overvinde denne Modstand.

Ifølge L. 17 vil Gnidningsmodstanden være:

$$P = 0{,}004 \cdot 7500 \left(\frac{8 \cdot 6080}{60 \cdot 60}\right)^2 = 5468 \text{ Pund.}$$

Den Hestekraft, som behøves til at overvinde denne Modstand, bliver:

$$\frac{5468}{33000} \cdot \frac{8 \cdot 6080}{60} = 134.$$

Exempel II: Froudes Forsøg gav bl. a. det Resultat, at ved en Hastighed af 10′ i 1ˢ er Gnidningsmodstanden paa □′ for en 2′ lang Flade 0,41 Pund og for en 50′ lang Flade 0,25 Pund. Hvad er Gnidningsmodstanden, naar en Flade 2′ × 50′ trækkes med en Hastighed af 8 Knob gjennem Vandet, dersom Fladen bevæges 1) med en kort Kant forrest og 2) med en lang Kant forrest?

Til en Hastighed af 8 Knob svarer 13′,51 i 1ˢ.

I første Tilfælde er Fladen 50′ lang i Bevægelsesretningen. Da Fladen har to Sider, bliver Gnidningsmodstanden =

$$\left(\frac{13{,}51}{10}\right)^{1{,}85} \cdot 0{,}25 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 50 = 87 \text{ Pund.}$$

I andet Tilfælde er Fladen 2′ lang i Bevægelsesretningen; Gnidningsmodstanden bliver derfor =

$$\left(\frac{13{,}51}{10}\right)^{1{,}85} \cdot 0{,}41 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 50 = 143 \text{ Pund,}$$

altsaa betydelig større end i første Tilfælde.

50. Hvirvelmodstanden (eddy resistance). Trækkes en plan Flade gjennem Vand, i hvilket den er dybt nedsænket, i en Retning vinkelret paa Fladen, vil Vandet i Nærheden af Fladen blive sat i Bevægelse og

danne Hvirvler. Hertil medgaar en Del af den Energi, som udfordres til at trække Fladen gjennem Vandet, og Modstanden kaldes Hvirvelmodstanden.

Er Fladens Areal A □′ og dens Hastighed v′ i 1″, er denne Modstand i Pund given ved:

$$P = fAv^2 \ldots\ldots (18),$$

hvor f er en Koefficient, som i dette Tilfælde kan sættes til 1,25.

Trækkes et Legeme, hvis Form er et Parallelopipedum, gjennem Vandet under dettes Overflade, vil Hvirveldannelsen særlig finde Sted ved de to forreste Hjørner og agten for Agterfladen, som vist i Fig. I, 32. Ved Legemer af fulde Former med skarpe Hjørner er denne Modstand meget betydelig. Legemet bør derfor have for Fremdrivningen *gode Linier*, d. v. s. man skal undgaa pludselige og skarpe Overgange i den nedsænkede Overflade; denne bør have en jævn Krumning, og Legemet bør møde og slippe Vandet let. Hvirveldannelsen er særlig fremtrædende ved Legemer med plane eller svagt afrundede Agterflader. Forsøg have vist, at et pæreformet Legeme er sværere at trække gjennem Vandet, naar Stilken er forrest, end naar den vender agterefter.

Exempel: Trækkes en plan Flade 1) med Fladen forrest og 2) med en Kant forrest gjennem Vandet, hvor mange Gange er da Hvirvelmodstanden i første Tilfælde større end Gnidningsmodstanden i andet Tilfælde?

Forholdet vil være givet ved L. 18 og 17; det er altsaa:

$$\frac{1{,}25 \cdot A \cdot v^2}{0{,}004 \cdot 2 \cdot A \cdot v^2} = 156.$$

Luftarters Ligevægt og Bevægelse.

51. **Luftarternes Egenskaber.** Blandt de fuldkomne Luftarter er atmosfærisk Luft den vigtigste. Som et Lag omgiver den Jorden, og dens Tilstedeværelse er en nødvendig Betingelse for alt Liv.

Som alle andre Legemer har Luften Vægt. Arkimedes Lov gjælder ogsaa for Luftarter; herpaa beror Luftballonens Anvendelse; Luftballonen vil stige saa højt, at Vægten af den uddrevne Luftmasse er lig Ballonens Egenvægt.

Luftens Molekuler besidde indbyrdes fuldkommen Bevægelighed; Luften søger stadig at indtage et større Rumfang. Denne Egenskab, som vi have kaldt Udvidekraft, giver sig til Kjende ved, at Luften udøver et Tryk mod de Legemer, der begrænse dens Rumfang.

Ligesom det var Tilfældet med Vædsker, vil Luften forplante Tryk ligelig i alle Retninger; Trykket virker normalt paa Overfladen og er ligefrem proportionalt med dennes Areal. Tages Hensyn til Luftens

Vægt, vil Trykket i en med Luft fyldt Beholder tiltage ovenfra nedefter ligesom ved Vædsker, men Trykforøgelsen er kun meget lille paa Grund af Luftens ringe Vægtfylde.

Atmosfærens Tryk ved Jordens Overflade er Vægten af en Luftsøjle, hvis Grundflade er Fladeenheden (□', □" e. l.), *og hvis Højde er Atmosfærens.* I samme vandrette Plan vil Lufttrykket være lige stort, medens det aftager opefter.

Lufttrykkets Størrelse kan bestemmes ved Hjælp af et *Torricelli-Rør.* Dette er et omkr. 3' langt Glasrør, *Barometerrør*, som er lukket i den ene Ende, og hvis Lysning er omkr. $^1/_4$". Efter at være blevet fyldt med Kviksølv, lukkes den aabne Ende med Fingeren, Røret vendes om og sættes ned i en Skaal med Kviksølv. Fingeren tages fra, og Kviksølvet vil nu synke saa meget i Røret, at Kviksølvsøjlens Top staar omkr. 30" over Kviksølvets Overflade i Skaalen. Rummet i Rørets øverste Ende over Kviksølvsøjlen er lufttomt, saa at der ikke hviler noget Tryk paa Søjlens Overflade i Røret. Paa Overfladen af Kviksølvet i Skaalen hviler derimod Atmosfærens Tryk, og da Rør og Skaal ere to forbundne Kar, maa Vægten af Kviksølvsøjlen svare til Atmosfærens Tryk. Bliver Lufttrykket mindre, vil Kviksølvets Overflade i Røret synke, bliver det større, stiger Kviksølvsøjlen.

52. Barometre (barometer) benyttes til Maaling af Luftens Tryk; man anvender forskjellige Konstruktioner. Fig. I, 33 fremstiller et Torricelli-Rør, hvis nederste Ende er bøjet opad og blæst ud til en Kugle, der er aaben foroven. Da Atmosfærens Tryk, eller Kviksølvsøjlens Højde: *Barometerstanden,* (height of the barometer), er foranderlig, vil Kviksølvets Overflade i Kuglen stige eller falde, eftersom Lufttrykket bliver mindre eller større, og da Kviksølvsøjlens Højde skal maales fra denne Overflade, maa Maalestokken, hvorpaa Barometerstanden aflæses, kunne flyttes. Før Aflæsningen stilles Maalestokkens Nulpunkt derfor ved Kviksølvoverfladen i Kuglen.

Glasrørets Lysning maa ikke være for lille, da Overfladen af Kviksølvet i snævre Rør nedtrykkes noget paa Grund af *Haarrørsvirkningen* (capillarity). Ved Vædsker, som ikke befugte det Rør eller Kar, der indeslutter dem, f. Ex. Kviksølv i Glas, er Overfladen krum, som vist i Fig. 35, og Vædsken staar lavere, jo snævrere Røret er. Dersom Vædsken derimod befugter Karret, f. Ex. Vand eller Olie i et Glasrør, bliver Overfladen nedhvælvet, som vist i Fig. 36, og Vædsken staar højere i Røret, jo snævrere dette er.

Indretningen af *Aneroidbarometret*, der er det til Søs hyppigst benyttede Barometer, er vist i Fig. 37. Det bestaar af en cylindrisk Metalkasse, hvoraf Luften er udpumpet. Den ene Endebund, eller bægge, bestaar af en tynd, bølget, spændig Metalplade; bliver Lufttrykket større,

trykkes Endebundene indefter; bliver det mindre, bule Bundene udefter, hjulpne af en Fjeder, som ikke er vist i Figuren. Endebundenes Bevægelse forplantes gjennem Stænger og Snore til en Viser; Snoren holdes tot af en Spiralfjeder omkring Viserens Axel. Instrumentet inddeles ved Sammenligning med et Kviksølvbarometer.

Bourdons Metalbarometer er i Hovedsagen af samme Indretning som Bourdons Trykmaaler (se nedenfor).

53. Lufttryk. Da Barometerstanden er foranderlig, benyttes en Middelværdi, *Middelbarometerstanden* (standard atmosphæric pressure) som Udtryk for Atmosfærens Tryk. Ved Maskinvæsenet anvendes som oftest den i England valgte Middelbarometerstand: en 30″ høj Kviksølvsøjle. 1 Atmosfæres Tryk bliver da:

$$1 \cdot \frac{30}{12} \cdot 62{,}5 \cdot 13{,}6 = 2125 \text{ Pund paa } \square'$$

eller 14,7 Pund paa □″ (14,1 Pund paa □″, dansk Maal og Vægt). I Beregninger, hvor stor Nøjagtighed ikke er nødvendig, kan 1 Atmosfæres Tryk sættes til 15 Pund paa □″.

I det metriske System er Middelbarometerstanden ved 0° og Søens Overflade: 760 mm.; 1 Atmosfæres Tryk er 1,0334 Kg. paa □ cm. eller tilnærmelsesvis 1 Kg. paa □ cm.

Benyttes en anden Vædske end Kviksølv i Torricelli-Røret, maa dette være saa mange Gange højere, som Vædskens Vægtfylde er mindre end Kviksølvets. Bruges f. Ex. fersk Vand, maa Røret mindst være $13{,}6 \frac{30}{12} = 34'$ højt.

Luftarters Tryk i indelukkede Rum angives i Reglen i Pund paa □″ eller i Atmosfærer, idet man ved 1, 2, 3 o. s. v. Atmosfærers Tryk forstaar, at Luftens Tryk i det indelukkede Rum er 1, 2, 3 o. s. v. Gange saa stort som Atmosfærens Tryk. I det metriske System maales Trykket i Kg. paa □ cm. Er Trykket: p Kg. paa □ cm., svarer det til $\frac{p}{1{,}0334}$ eller tilnærmelsesvis p Atmosfærers Tryk.

Dampens Tryk i Kjedlen angives ved dens *Overtryk*, d. v. s. Trykket over Atmosfærens. *Det absolute Tryk* er Overtrykket + 1 Atmosfæres Tryk. Tryk mindre end 1 Atmosfære benævnes Undertryk eller *Vakuum* (vacuum). Lave Tryk angives i Reglen ved Højden af den Kviksølvsøjle, som Trykket kan bære. Da der til en Middelbarometerstand paa 30″ svarer et Tryk af 14,7 Pund paa □″, vil der til en Kviksølvsøjle af 1″ Højde svare 0,491 Pund paa □″. Til et Tryk af 1 Pund paa □″ svarer altsaa tilnærmelsesvis en 2″ høj Kviksølvsøjle.

Exempel: En Kjedels Trykmaaler viser 160 Pund paa □″. Hvad er det absolute Tryk i Kjedlen i Pund paa □″ og i Atmosfærer?

Det absolute Tryk

$$= 160 + 14{,}7 = 174{,}7 \text{ Pund paa } \square'' = \frac{174{,}7}{14{,}7} = 11{,}9 \text{ Atm.}$$

54. Trykmaalere (pressure gauge) ere Instrumenter, som tjene til Maaling af Luftarters eller Dampes Tryk.

Da Dampmaskinen indførtes som Drivkraft til Skibe, var Trykket i Kjedlerne meget lavt (4 til 6 Pund paa □″); det maaltes da ved et *Kviksølvmanometer* (Fig. X, 27). Fra Kjedlens Damprum udgaar et Rør, som uden for Kjedlen er bøjet nedefter i U-Form, og hvis øverste Ende er aaben. Rørets to Grene fyldes med Kviksølv, som, naar Trykket i Kjedlen = Atmosfærens, vil staa lige højt i bægge Rør. Stiger Trykket, falder Kviksølvet i den ene Gren lige saa meget, som det stiger i den anden. Forskjellen mellem Søjlehøjderne bestemmer Overtrykket. Paa Kviksølvet i den ene Gren flyder en *Svømmer* (float), hvis øverste Ende peger mod en inddelt Skala. For en Forøgelse i Trykket af 1 Pund paa □″ vil Svømmeren stige omtr. 1″, og Søjlens Højdeforskjel forøges omtr. 2″.

Er Kjedeltrykket over 10 Pund paa □″, anvendes Metaltrykmaalere, hvoraf *Bourdons Trykmaaler* benyttes hyppigst (Fig. 24 og 25). Fra Damprummet i Kjedlen udgaar et Rør, bøjet i U-Form; ved Dampens Fortætning fyldes dette Rør med Vand, som holder Dampen fra at trænge ind i selve Trykmaaleren. Røret slutter til en Hane, hvormed Trykmaaleren kan afspærres fra Forbindelsen med Kjedlen. Fra en Metalforskruning udgaar inde i Trykmaaleren et omtrent i Cirkelform bøjet hult Rør, *Bourdon-Røret*, der har et elliptisk Tværsnit (Fig. 24). Fra Rørets fri Ende udgaar en Trækstang til den ene Ende af en toarmet Vægtstang, hvis anden Ende har Form af en Tandsektor. I Indgreb med denne er et lille Drev, der sidder paa Axlen af en Viser; denne peger mod Inddelingen paa en *Skive* (dial). Er Trykket i Kjedlen = Atmosfærens Tryk, staar Viseren paa Nulpunktet, idet Trykmaaleren angiver Overtrykket i Kjedlen. Stiger Trykket, nærmer Bourdonrørets elliptiske Tværsnit sig til det cirkulære. Røret søger at rette sig ud, dets fri Ende bevæger sig ud efter, og Viseren drejes i tilsvarende Grad »med Solen«.

Ved det størst tilladelige Tryk, hvormed Kjedlen maa arbejde, *Kjedeltrykket* (boiler pressure), sættes en rød Streg paa Skiven, men i Reglen fortsættes Inddelingen til 25—100 % højere Tryk end dette. Det Tryk, som under Maskinens Gang findes i Kjedlen, benævnes *Arbejdstrykket* (working pressure); det er lig eller mindre end Kjedeltrykket, men maa aldrig være større end dette.

I *Schæffer og Budenbergs Trykmaaler* (Fig. 26) findes indesluttet og fastspændt i et Metalhus en bølget, spændig Staalplade. Dampen

trykker mod dennes Underside, hvis Midte bevæges op eller ned, eftersom Trykket stiger eller falder. Gjennem en Vægtstangsmekanisme med Tandsektor og Drev forplantes Bevægelsen til en Viser.

Vakuummaaleren (vacuum gauge) tjener til Maaling af Undertryk. Dens Indretning er omtrent som en Trykmaalers. For at Viseren kan gaa samme Vej som Viseren paa et Uhr, naar Vakuum'et stiger, d. v. s. naar Trykket i Rummet falder, er Bourdonrøret bøjet modsat Vej af Trykmaalerens Rør. Skiven er inddelt i Tommer fra 0 til 30. Vakuum betyder »tomt Rum«; man kan imidlertid i Praxis kun opnaa et luftfortyndet Rum; de Luftarter eller Dampe, som blive tilbage, udøve et Tryk, som kan findes ved Hjælp af Vakuummaaleren. Naar dennes Viser staar paa Nulpunktet, er Trykket i Rummet 1 Atmosfære. Bliver Trykket i Rummet mindre, vil Viseren pege paa et Tal mellem 0 og 30", og kunde Rummet blive absolut lufttomt, vilde Viseren pege paa 30". Staar Viseren f. Ex. paa Inddelingen 26", vil dette sige, at Søjlehøjden i et Torricelli-Rør vilde være 26", dersom den øverste Ende af Røret over Kviksølvet blev sat i Forbindelse med Rummet. Trykket i dette svarer da til en Kviksølvsøjle paa 4" Højde eller til omtrent 2 Pund paa □". *Vakuummaaleren angiver* altsaa ikke det virkelige Tryk i Rummet, men *Atmosfærens Tryk ÷ Trykket i Rummet*, maalt i Tommer Kviksølvsøjle. Jo bedre Vakuum'et er, des mindre Tryk er der i Rummet, og des større et Tal peger Vakuummaalerens Viser paa.

55. *Mariottes Lov.* Er Luft indespærret i en Beholder, hvis Varmegrad holdes uforandret, og Beholderens Rumfang formindskes, bliver Luften sammentrykket, hvorved dens Tryk bliver større. Dette kan vises ved et Forsøg. Fig. I, 34 viser et U-formet Rør, hvis ene Ende A af den korte Gren AB er lukket, medens den øverste Ende D af den lange Gren CD er aaben. Fugtigheden uddrives af Røret, og Luften i den korte Gren afspærres ved et Par Draaber Kviksølv, saaledes at dette staar lige højt i bægge Grene. Hældes nu Kviksølv ned i den lange Gren, bliver Luften i den korte Gren sammentrykket; lad os f. Ex. antage, at Luftens Rumfang i den korte Gren formindskes til det halve. Kviksølvet staar da ved E i den korte Gren og F i den lange Gren. Maales Højdeforskjellen mellem de to Kviksølvsøjler, vil det vise sig, at den netop svarer til Barometerstanden. Den indespærrede Luft vil altsaa være underkastet Atmosfærens Tryk + Trykket, svarende til Barometerstanden, eller ialt 2 Atmosfærers Tryk. Trykket er altsaa blevet fordoblet ved, at Rumfanget formindskes til det halve. Dette udtrykkes ved Mariottes Lov (i England: Boyles law), som udsiger, at *for fuldkomne Luftarter vil for samme Luftmasse og uforandret Varmegrad Trykket være omvendt proportionalt med Rumfanget.* Loven kan ogsaa udtrykkes saaledes: ved uforandret Varmegrad vil Luftens gamle Rumfang × dens

gamle absolute Tryk være = Luftens nye Rumfang × det nye absolute Tryk.

Ved meget store Tryk afvige Luftarterne fra Loven, særlig naar man nærmer sig til det Tryk, hvorved de fortættes til Vædsker.

Aarsagen, hvorfor Loven begrænses til kun at gjælde, saa længe Varmegraden forbliver uforandret, omtales senere (§ 68).

Da et Legemes Vægtfylde er omvendt proportional med dets Rumfang, kan Mariottes Lov ogsaa udtrykkes saaledes: *ved uforandret Varmegrad er en Luftmasses Tryk ligefrem proportionalt med dens Vægtfylde.*

Sammentrykkes en Luftart, og ledes den derefter ind i en Cylinder med et bevægeligt Stempel, vil den drive dette fremefter og kan derved udrette Arbejde. Afskæres der for Lufttilførselen, vil Luften udvide sig, og dens Tryk aftager i samme Forhold, som Rumfanget forøges, forudsat at Luftens Varmegrad forbliver uforandret.

Exempel: En Cylinder fyldes med Luft af 10 Atmosfærers Tryk, til Stemplet har vandret 0,7 af Slaget, hvorefter Luften udvider sig til Enden af Slaget. Hvor meget falder Trykket under Udvidelsen, der foregaar ved uforandret Varmegrad?

Kaldes Cylinderens Rumfang V, har man ifølge Mariottes Lov: $0{,}7\ V \cdot 10 = V \cdot x$, hvor x er Trykket ved Enden af Slaget. Trykket falder altsaa $10 - x = 3$ Atm.

56. **Luftpumper.** *Luftfortyndingspumpen* (air-exhausting pump) tjener til at pumpe Luften ud af et Rum. Den har to Pumpecylindre, hvori Stempler kunne vandre lufttæt op og ned. I hvert Stempel findes en Aabning, der kan lukkes af en Ventil (valve), *Stempelventilen* (piston valve). I Pumpecylinderens Bund findes en lignende Ventil, *Sugeventilen* (suction valve), som kan lukke for Enden af Kanalen til det Rum, hvorfra Luften skal udpumpes. Bægge Ventiler kunne kun aabne opad. Trykkes Stemplet nedefter, lukkes Sugeventilen, medens Stempelventilen aabner sig, naar Luften under Stemplet er sammentrykket saa meget, at dens Tryk kan overvinde Atmosfærens Tryk paa Stempelventilen; Luften under Stemplet undslipper gjennem Aabningen i dette, til Stemplet er ved Pumpecylinderens Bund. Bevæges Stemplet opad, lukkes Stempelventilen, medens Sugeventilen aabner sig, naar Luftens Tryk under Stemplet er blevet mindre end Trykket i Rummet, hvorfra Luften udpumpes.

For hvert Slag af Stemplet udpumpes en Brøkdel af Luften i Rummet, men et absolut lufttomt Rum kan ikke opnaas paa denne Maade. Skibsmaskinens Luftpumpe er en Luftfortyndingspumpe.

Luftsammentrykningspumpen (air-compressing pump) eller Fortætningspumpen (condensing pump) tjener til at sammentrykke Luft og pumpe den ind i et Rum. Dens Indretning er i Hovedsagen som Luftfortyndingspumpens; Ventilerne aabne nedefter. Sugeventilen bliver nu *Stigeventil* (delivery valve). Trykkes Stemplet nedefter, vil Stigeventilen

aabne sig, og Luften trykkes gjennem Kanalen over i Beholderen, hvor den sammentrykkede Luft opsamles. Gaar Stemplet opefter, lukkes Stigeventilen, og Stempelventilen aabner sig, naar Luftens Tryk under Stemplet er mindre end Atmosfærens, hvorefter frisk Luft strømmer ind under Stemplet.

Denne Pumpe benyttes bl. A. til Dykkerapparater; Pumpestemplet er ofte faststaaende og Pumpecylinderen bevægelig i disse Pumper, men dette berører ikke Pumpens Virkemaade.

57. **Vandpumper.** *Sugepumpen* (suction pump) er i det væsentlige indrettet som Luftfortyndingspumpen. Fra Pumpecylinderens Bund udgaar et *Sugerør* (suction pipe) til Vandet (Fig. I, 38); i dets øverste Ende findes en Sugeventil. I Stemplet er der en eller flere Passager, som kunne lukkes af Stempelventiler, der ligesom Sugeventilen aabne opad.

Bevæges Stemplet op og ned i Cylinderen, fortyndes Luften i Sugerøret paa samme Maade som ved Luftfortyndingspumpen. Atmosfærens Tryk paa Vandoverfladen uden for Sugerøret trykker Vandet op i dette Rør; er Luften tilstrækkelig fortyndet, naar Vandet op i Pumpen. Under Stemplets Nedslag trykkes Vandet og Luften under det gjennem Stempelventilerne op i Rummet over Stemplet. Under Stemplets Opslag suges Vandet gjennem Sugerøret og Sugeventilen op i Rummet under Stemplet, medens Vandet over dette løber ud gjennem en paa Pumpecylinderens Side anbragt Tud.

Er der, som i Figuren, i Stedet for en Tud anbragt et *Stigerør* (delivery pipe) med en Stigeventil, bliver Pumpen tillige en *Løftepumpe* (lift pump). Stigeventilen hindrer det løftede Vand i at løbe tilbage til Pumpen under Stemplets Nedslag, og under Opslaget skal Stemplet først løfte Vandsøjlen fra Stemplet til Stigerørets Munding, naar Luften over Stemplet er sammentrykket saa meget, at Stigeventilen aabner sig. Stigeventilen letter altsaa Arbejdet ved Pumpningen.

Da det er Atmosfærens Tryk paa Vandoverfladen, som hæver Vandet op i Pumpen, maa *Sugehøjden*, eller Højden h_1 fra Stemplet til Vandoverfladen, theoretisk ikke være større end 34′. I Praxis kan den kun gjøres omkr. 25′, fordi Pumpen ikke kan skaffe et lufttomt Rum under Stemplet. *Løftehøjden*, eller den lodrette Afstand h_2 mellem Stemplet og Sugerørets Munding, kan gjøres saa stor, man vil.

Slutter Stemplet ikke tæt til Pumpecylinderen, maa Pumpen *spædes*, forinden den sættes i Gang. Vandet hindrer Luften i at strømme forbi Stemplet ind i det luftfortyndede Rum under dette. Ere Ventilerne Læderklapper, og har Pumpen ikke været brugt i længere Tid, bliver Læderet stift, og Klapperne lukke ikke lufttæt. Læderet blødgjøres ved at spæde Pumpen.

Af Pumpens Virkemaade fremgaar det, at den er *enkeltvirkende*

(single acting), idet den kun pumper Vand ud af Stigerøret under Opslaget. Det af Stemplet gjennemløbne Rum kaldes det *nyttige Rum*, der er lig Stemplets Areal Gange dets Slag. Nærmest paa Grund af den i Pumpen værende Luft vil Pumpen ikke i et Slag udpumpe en Vandmængde, der svarer til det nyttige Rum. Forholdet mellem Rumfanget af den i et Slag udpumpede Vandmængde og det nyttige Rum kaldes Pumpens *Fyldningsgrad*; denne er i gode Pumper 0,85.

58. *Suge- og Trykpumpen* (suction and force pump) er vist i Fig. I, 39. Dens Stempel er massivt. Under Stemplets Opslag suges Vandet gjennem Sugeventilen ind i Pumpen; under Nedslaget trykkes Vandet i Pumpen gjennem Stigeventilen ind i Stigerøret. Sugehøjden h_1 er begrænset, ligesom ved Sugepumpen; Trykhøjden h_2 kan være saa stor, det skal være. Pumpen er som den foregaaende enkeltvirkende.

Den dobbeltvirkende Trykpumpe (double acting force pump) har, som vist i Fig. 40, et massivt Stempel. Sugerøret har to Grene, den ene til Pumpens Top, den anden til dens Bund. Stigerøret har ligeledes to Grene til Pumpens Ender. Under Stemplets Opslag suges Vandet ind i Pumpen gjennem den nederste Sugeventil, og Vandet over Stemplet løftes gjennem den øverste Stigeventil ind i Stigerøret. Under Nedslaget suges Vand ind gjennem den øverste Sugeventil, og Vandet under Stemplet trykkes op i Stigerøret gjennem den underste Stigeventil.

Pumpen udretter altsaa Arbejde baade under Op- og Nedslaget. I et *Dobbeltslag* (double stroke) kan Pumpen altsaa udpumpe en Vandmasse, som er $2 \cdot f \cdot {}^1/_4\pi d^2 \cdot s$ Kubikfod, naar f er Fyldningsgraden, og d og s henholdsvis Stemplets Diameter og Slag i Fod. Bevæges Stemplet op og ned ved en Krumtapmekanisme, udfører Stemplet et Dobbeltslag under en Omdrejning af Axlen.

Sprøjter (fire engine) ere dobbeltvirkende Trykpumper. Paa Stigerøret findes en *Vindkjedel* (air vessel), for at Sprøjten kan give en jævn Straale. Naar Stemplet trykker Vandet ind i Stigerøret, bliver Luften i Vindkjedlen sammentrykket, og en Del Vand trænger ind i den. Er Stemplet i Nærheden af og ved Enden af Slaget, ophører det for et Øjeblik at trykke Vand ind i Stigerøret; den sammentrykkede Luft i Vindkjedlen vil da udvide sig og trykke Vandet ud af Stigerøret, saa at Udstrømningen sker i en jævn og uafbrudt Straale.

Exempel: Agtertanken i et Skib er $50' \times 19' \times 3'$, Fortanken $40' \times 17\,{}^1/_2' \times 3'$. Bægge ere fyldte med Vand. Hvor lang Tid vil det tage at pumpe dem læns med en dobbeltvirkende Lænspumpe, hvis Stempel er $4\,{}^3/_4''$ i Diameter, Stempelslaget er $10''$ og Omdrejningerne i 1^m 130. Pumpens Fyldningsgrad er 0,8.

I hvert Minut tager Pumpen $\frac{\pi}{4} \frac{(4\,{}^3/_4)^2 \cdot 10 \cdot 130 \cdot 2}{144 \cdot 12} 0{,}8 = 21\,{}^1/_3$ Kubikfod Vand

Tankene rumme:

$$50 \cdot 19 \cdot 3 + 40 \cdot 17{,}5 \cdot 3 = 4950 \text{ Kubikfod.}$$

Den til Lænspumpningen medgaaede Tid vil altsaa være:

$$\frac{4950}{21^1/_3} = 232^{\text{m}} = 3^{\text{t}}\ 52^{\text{m}}.$$

59. Centrifugalpumpen (centrifugal pump) bestaar af en i et *Hus* (pump casing) omdrejende *Turbine* (turbine), der har nogle krumme *Vinger* (vane), som sidde fast paa en hurtig omdrejende Axel (Fig. I, 41); Omdrejningen foregaar i den ved Pilen viste Retning. Vingerne ere smallere ved Enderne end ved Midten; de ere anbragte mellem to hvælvede Endeflader, hvoraf den ene er ringformet med et Hul i Midten. Ved dettes Omkreds slutter Endefladen til Pumpens Hus, der har en spiralformet Omkreds. Pumpens Sugerør fører til et Hul i Husets Midte udfor Hullet i Turbinens ene Endeflade.

Sættes Pumpen i Gang, slynges Luften ved Centrifugalkraften ud i Huset og strømmer herfra gjennem det fra Husets Omkreds tangentielt udgaaende Stigerør ud af Pumpen. Herved fortyndes Luften i Pumpen, og Vandet stiger gjennem Sugerøret ind i den og slynges af Turbinens Vinger ud af Stigerøret.

Centrifugalpumper arbejde altsaa uden Ventiler og komme derved ikke saa let i Uorden som Stempelpumper. De benyttes fortrinsvis, hvor store Vandmængder skulle løftes til en lille Højde. Er Pumpen opstillet i et Skib og staar nogle Fod over Vandoverfladen, har den ofte Vanskelighed ved at suge Vandet op til sig. Man kan da enten forsyne Sugerøret med en *Fodventil* (foot valve), d. v. s. en Ventil, som anbringes i et Hus paa Sugerørets nederste Ende, og som kun kan aabne sig opad, og fylde Pumpe og Sugerør med Vand forinden Igangsætningen, eller man kan suge Luften ud af Pumpe og Sugerør med en Art *Straalelænser* (§ 134), og, naar disse ere fyldte med Vand, sætte Pumpen i Gang.

Centrifugalblæsere (blower), der benyttes til enten at suge Luften ud af et Rum eller trykke den ind i et Rum, ere i Hovedsagen indrettede som Centrifugalpumper.

60. **Hæverter** (syphon). *Stikhæverten* (Fig. I, 42) bestaar af et Rør med en Udvidelse paa Midten. Den benyttes til at transportere Vædske fra et Sted til et andet. Dette udføres ved, at man stikker Hæverten ned i Vædsken og suger i dens øverste Ende. Naar Hæverten er fyldt, lukkes dens øverste Ende med Fingeren, Hæverten tages op af Vædsken og føres til det Kar, som skal fyldes. Tages Fingeren bort, løber Vædsken ud. Indsnævringen ved den nederste Ende hindrer Luften i at trænge op i Hæverten under Vædskens Transport.

Den togrenede Hævert (Fig. 43) bestaar af et ombøjet Rør, som fyldes helt med den Vædske, der skal overføres fra et Kar til et andet. Enderne lukkes f. Ex. med Fingrene, og den korte Gren stikkes ned i

Vædsken. Tages Fingrene bort, vil Vædsken løbe ud af Karret, saafremt den lange Grens Munding ligger under Vædskens Overflade, og Hævertens øverste Punkt ikke er hævet højere over Vædskens Overflade i Karret, end Atmosfærens Tryk kan løfte Vædsken. Er Vædsken Vand, maa denne Høide altsaa ikke være over 34′, er den Kviksølv ikke over 30 ″.

Kommer der megen Luft ind i Hæverten, og den samler sig ved dennes øverste Punkt, skilles Vædskesøjlerne ad, og Vædsken løber ud af bægge Grene.

61. **Luftmodstanden** (air resistance). Er Luften i Bevægelse, og træffer en plan Flade vinkelret paa denne, eller bevæges en plan Flade i en Retning, vinkelret paa dens Plan, gjennem stillestaaende Luft, møder Fladen en Modstand, der er af samme Natur som den Hvirvelmodstand, et i Vand nedsænket Legeme møder; Modstanden bliver saa mange Gange mindre, som Luften er lettere end Vand. Luftmodstanden R kan altsaa sættes til:

$$R = \frac{1{,}25}{800} Av^2 \ldots\ldots (19),$$

hvor de samme Betegnelser ere benyttede som i § 50. Da Luftmodstanden voxer med Kvadratet paa Hastigheden, faar den en vis Betydning ved hurtige Skibes Fremdrivning, naar Skibet har Rejsning eller Overbygninger med stort Vindfang.

Exempel: Hvor stort er Vindtrykket paa □ ′, naar Vindhastigheden er 20 Knob?

$$\text{Vindtrykket} = \frac{1{,}25}{800}\left(\frac{20 \cdot 6080}{60 \cdot 60}\right)^2 = 1.8 \text{ Pund.}$$

Varmelære.

Varmen og dens Virkninger.

62. **Varmegrad** (temperature). *Varme* (heat) er den Naturvirksomhed, der giver sig til Kjende ved Varme- og Kuldefornemmelser. Den kan være til Stede i forskjellig Grad, men har ingen Indflydelse paa Legemets Vægt. Er et *varmt* (hot) Legeme i Berøring med et *koldt* (cold), afkøles det varme Legeme, det kolde opvarmes. Varmen overgaar altsaa fra et Legeme til et andet, naar det første Legeme er varmere end det andet. Det første Legeme siges at have en højere

Temperatur eller *Varmegrad* end det andet. Det varme Legeme *afgiver* Varme, det kolde Legeme *modtager* Varme. Bringes det kolde Legeme i Berøring med et endnu koldere, vil dette modtage Varme fra det kolde Legeme. Kolde Legemer indeholde altsaa ogsaa Varme; vi kalde dem kolde, fordi de ved Berøring forekomme os koldere end vort eget Legeme. Et Legeme forekommer os varmt, naar dets Varmegrad er højere end vort Legemes.

Varmen har Indflydelse paa mange af Legemets Egenskaber, f. Ex. paa dets Tilstandsform, Rumfang o. s. v.

Thermometret er et Instrument, hvormed man i Tal angiver og maaler Varmegrader. Dets Indretning beror paa den Omstændighed, at et Legemes Rumfang forandres, naar der tilføres eller fratages det Varme.

Vædsker kunne bedst benyttes i Thermometre; Rumfangsforandringerne for faste Legemer ere nemlig for smaa og for Luftarter for store hertil. Kviksølv og Vinaand bruges sædvanlig.

Kviksølvthermometret forfærdiges paa følgende Maade. Et snævert, overalt lige vidt Glasrør, med en Beholder i den ene Ende, fyldes med Kviksølv (Fig. I, 44). Da Glasrøret er saa snævert, at Kviksølvet ikke af sig selv vil løbe ned i Røret, maa man skiftevis opvarme og afkøle Beholderen; under Opvarmningen uddrives en Del af Luften i Beholderen, saa at Kviksølv under den paafølgende Afkøling suges ind i Beholderen, naar den tiloversblevne Luft trækker sig sammen, og Glasrørets Munding holdes i Kviksølv. Naar Thermometret er fyldt, opvarmes det til en Varmegrad, som er lidt højere end den højeste, Thermometret skal vise; lidt Kviksølv vil da løbe ud af Glasrørets øverste Ende, hvorefter denne smeltes til. Under den paafølgende Afkøling trækker Kviksølvet sig sammen og efterlader et lufttomt Rum over sig.

Udvides Kviksølvet, stiger Kviksølvsøjlen i Røret, hvad der er Tegn paa, at Thermometret modtager Varme fra Omgivelserne. Staar Kviksølvsøjlen stille, har Kviksølvet samme Varmegrad som Omgivelserne. Kviksølvets Udvidelse kan altsaa benyttes til Angivelse af et Legemes Varmegrad. Forandringerne i Kviksølvsøjlens Længde vil foruden af Varmegradens Forandringer afhænge af Glasbeholderens Størrelse og Glasrørets indre Vidde; jo mindre denne er, desto mere forandres Søjlens Længde for en given Forskjel i Varmegraden.

63. Efter at Thermometret er fyldt, skal det inddeles og forsynes med Skala; dette sker ved paa Skalaen at afsætte to bestemte Varmegrader som Udgangspunkter og inddele Afstanden mellem dem i *Grader* (degree). Forsøg have godtgjort, at Is altid smelter ved den samme

Varmegrad, og at destilleret Vand under samme Tryk og i Kar af samme Art altid koger ved samme Varmegrad.

Som første Udgangspunkt afsættes paa Glasrøret et Mærke udfor Kviksølvsøjlens Overflade, naar Thermometret er sat ned i smeltende Is. Dette Punkt kaldes *Frysepunktet* (freezing point). Som andet Udgangspunkt afsættes paa Glasrøret et Mærke udfor Kviksølvsøjlens Overflade, naar Thermometrets Beholder holdes i Dampene, som opstige fra Vand, der koger i et Metalkar ved 760 mm. Barometerstand. Dette Punkt kaldes *Kogepunktet* (boiling point).

Man anvender 3 forskjellige Thermometerskalaer. I Danmark og Tyskland benyttes Reaumurs Skala (betegnes ved R). Celsius Skala (C) anvendes i Sverig og Frankrig og bliver i de fleste Lande benyttet i videnskabelige og tekniske Bøger; *den bruges overalt i denne Bog.* Fahrenheits Skala (F) finder Anvendelse i England og Amerika.

Ved Frysepunktet sættes i de tre Skalaer henholdsvis 0 Grader (0 °) R, 0 ° C og 32 ° F, ved Kogepunktet 80 ° R, 100 ° C og 212 ° F. Afstanden mellem de to Punkter deles i henholdsvis 80, 100 og 180 lige store Dele, Grader; en Varmegradsforskjel paa 4 ° R vil altsaa svare til 5 ° C og 9 ° F (se Fig. I, 44). Er Varmegraden under 0 °, betegnes dette ved at sætte $\div$ foran Gradantallet.

Skal man omsætte en Varmegrad fra en af Skalaerne til en anden, benyttes følgende Ligning:

$$\frac{R^0}{4} = \frac{C^0}{5} = \frac{F^0 \div 32}{9} \quad \ldots\ldots \quad (20),$$

hvor R^0, C^0 og F^0 betegne tilsvarende Varmegrader i de tre Skalaer. Forholdet mellem Længden af Kviksølvsøjlen fra Frysepunktet til den Varmegrad, som skal omsættes, og Længden af hele Søjlen mellem Fryse- og Kogepunkt maa nemlig være ens i de tre Tilfælde.

Exempel: Skal en Varmegrad paa $\div$ 8 ° R omsættes til de to andre Skalaer, har man ifølge L. 20:

$$C^0 = \frac{5}{4} R^0 = \div \frac{5}{4} \cdot 8 = \div 10^0 \text{ og}$$

$$F^0 \div 32 = \frac{9}{4} R = \div \frac{9}{4} \cdot 8 = \div 18^0, \text{ altsaa } F = 32 \div 18 = 14^0.$$

$\div$ 10 ° C og + 14 ° F svare altsaa til $\div$ 8 ° R.

64. Forskjellige Thermometre. Da Kviksølv først koger ved 358 ° C, kunne Kviksølvthermometre bruges til Maaling af Varmegrader over Vandets Kogepunkt, idet Graderne paa Thermometret blot fortsættes ud over dette Punkt. Farvet Vinaand, Sprit, koger ved 78 ° C; da det ikke størkner selv ved en meget stærk Kulde, kan det benyttes som Vædske i Thermometre, der skulle bruges til Maaling af almindelige og af lave Varmegrader. Vinaandthermometret inddeles ved Sammenligning med et Kviksølvthermometer.

Maximumthermometret benyttes til at vise den *højeste* Varmegrad,

Thermometret har været udsat for i en given Tidsperiode. Det er et Kviksølvthermometer, anbragt vandret, med et lille Stykke Jærntraad uden for Kviksølvsøjlen. Stiger Varmegraden, skubber Kviksølvet Jærntraadstykket foran sig; falder Varmegraden, slipper Kviksølvet Jærntraadstykket; dette vil saaledes vise den højeste Varmegrad, Omgivelserne have haft, siden det ved sidste Aflæsning blev bragt i Berøring med Kviksølvsøjlen.

Minimumthermometret benyttes til at vise den *laveste* Varmegrad, Thermometret har været udsat for i en given Tidsperiode. Det er et Vinaandthermometer, anbragt vandret, med en lille, hul Viser af Glasrør inden i Vinaanden. Falder Varmegraden, trækker Vinaanden sig sammen og fører paa Grund af Vedhængningen Viseren med sig. Stiger Varmegraden, udvides Vinaanden og slipper forbi Viseren uden at tage denne med sig. Viseren vil saaledes angive den laveste Varmegrad, Omgivelserne have haft, siden Viseren ved sidste Aflæsning blev bragt i Berøring med Vinaandens Overflade.

Maximum- og Minimumthermometrene anbringes i Reglen paa den samme Træplade.

Pyrometre (pyrometer) tjene til Maaling af Varmegrader, som ere højere end Kviksølvets Kogepunkt. De benyttes f. Ex. hyppig til Maaling af Varmegraden i Skorstenen under Dampprøver. Deres Indretning hviler i Reglen paa det Princip, at Legemerne udvide sig forskjelligt ved Opvarmning; undertiden benyttes *Lufthermometre* (air thermometer). Ved Hjælp af et saadant kan man bestemme f. Ex. Varmegraden af Metaller under Opvarmning i en Ild. Man har saaledes fundet, at

naar Metallet er mørkerødt, er Varmegraden omkr. 700 ° C.
» » » kirsebærrødt, » » » 900 ° »
» » » blændende hvidt, » » » 1500 ° »

65. **Varmemængde** (quantity of heat). Opvarmes eller afkøles et Legeme, modtager eller afgiver det Varme. Som Maal for den modtagne eller afgivne Varme benyttes en *Varmeenhed* (V. E.) (thermal unit), hvorved forstaas *den Varmemængde, som behøves til at opvarme 1 Pund Vand 1 ° C.* I det metriske System er en *Kalorie* (c.) den Varmemængde, som behøves til at opvarme 1 Kg. Vand 1 ° C. Denne Varmemængde er meget nær den samme, enten Vandet opvarmes fra 0 ° til 1 ° eller fra f. Ex. 200 til 201 °. Skal f. Ex. 20 Pund Vand opvarmes 5 °, vil der til at opvarme 1 Pund Vand 5 ° behøves 5 V. E. og til Opvarmningen af alle 20 Pund 5 °: 100 V. E. Det samme Antal Varmeenheder behøves til Opvarmning af f. Ex. 100 Pund Vand 1 ° eller 1 Pund Vand 100 °.

Til Opvarmning af w Pund Vand t ° fordres altsaa w. t V. E., og til Opvarmning af w Pund Vand fra t ° til t^0_1 bruges w ($t_1 \div t$) V. E.

Den Varmemængde, som behøves til at opvarme 1 Pund af et

Legeme 1 °, viser sig at være afhængig af Legemets Stof. Ved et Legemes *Varmefylde* (specific heat) forstaas *det Antal Varmeenheder, som behøves til at opvarme 1 Pund af Legemet 1 ° C.* Vandets Varmefylde er 1, Jærnets $^1/_9$. Der medgaar altsaa 9 Gange saa megen Varme til at opvarme 1 Pund Vand det samme Antal Grader som 1 Pund Jærn. Luftens Varmefylde under konstant Tryk (§ 68) er omtr. $^1/_4$, Brintens over 3.

Er Legemets Varmefylde c og dets Vægt w, behøves c.w V. E. til at opvarme Legemet 1 °. Skal det opvarmes t °, kræves c.w.t V. E., og til at opvarme det fra t ° til t^0_1 bruges c.w $(t_1 \div t)$ V. E.

Varmefylden kan bestemmes ved at opvarme Legemet, hvis Vægt man har fundet, til en kjendt Varmegrad, og derefter nedsænke det i et *Vandkalorimeter* (calorimeter), som er en Beholder, der er fyldt med koldt Vand, hvis Vægt og Varmegrad man kjender. Er Beholderen godt beskyttet mod Tab eller Tilførsel af Varme fra Omgivelserne, vil Legemet afgive lige saa megen Varme, som Vandet modtager. Efter nogen Tids Forløb vil Legemet og Vandet have samme Varmegrad, *Blandingsvarmegraden.*

Exempel I: Blandes 20 Kg. Vand af 40 ° med 5 Kg. Vand af 10 °, og kaldes Blandingsvarmegraden x, vil de 20 Kg. Vand afgive 20 (40 ÷ x) Kalorier, medens de 5 Kg. Vand modtage 5 (x ÷ 10) Kalorier. Da de afgivne og modtagne Varmemængder ere lige store, vil

$$20\ (40 \div x) = 5\ (x \div 10) \text{ eller } x = 34\ ^\circ.$$

Exempel II: Blandes 99 Pund Vand af 10 ° med 9 Pund Jærn af 610 °, og kaldes Blandingsvarmegraden x, vil de 9 Pund Jærn afgive $9 \cdot {}^1/_9\ (610 \div x)$ V. E., naar Jærnets Varmefylde sættes til $^1/_9$. De 99 Pund Vand modtage 99 (x ÷ 10). V. E. Da de afgivne og modtagne Varmemængder ere lige store, vil

$$9 \cdot {}^1/_9\ (610 \div x) = 99\ (x \div 10) \text{ eller } x = 16\ ^\circ.$$

66. **Udvidelse ved Varme.** *Faste Legemers Udvidelse.* Alle Legemer udvide sig ved Opvarmning og trække sig sammen ved Afkøling.

Ved faste Legemer maa man skjelne mellem Længde-, Flade- og Rumudvidelsen. Opvarmes en Stang, bliver den længere. Længdeudvidelsen afhænger af Stangens Længde og Varmegradsforhøjelsen samt af Stangens Materiale. *Udvidelsen af 1 Længdeenhed for en Forhøjelse i Varmegraden fra 0 ° til 1 ° kaldes Legemets Længde-Udvidelseskoefficient* (coefficient of linear expansion). For Jærn kan denne sættes til $^1/_{80000}$. Udvidelsen er temmelig nær ens for hver Grad, Legemet opvarmes. Er en Stang, hvis Længde-Udvidelseskoefficient α kjendes, l_0' lang ved 0 °, og den opvarmes til t °, vil dens Længde l_t efter Opvarmningen være:

$$l_t = l_0 + \alpha t l_0 = l_0\ (1 + \alpha t) \ldots\ldots (21).$$

Da Udvidelsen er lille, kan man i praktiske Opgaver sætte den til $l\alpha t$, naar Stangens Varmegrad hæves t °, og Længden ved den lavere Varmegrad er l. Denne Regel kan ikke benyttes ved Luftarters Udvidelse (Exempel 1 § 68).

Flade-Udvidelseskoefficienten er 2 Gange og Rum-Udvidelseskoefficienten er 3 Gange Længde-Udvidelseskoefficienten.

Er den ovenfor anførte Stangs Rumfang R_0 ved 0°, vil det ved t° altsaa være:

$$R_t = R_0 (1 + 3\alpha t) \ldots\ldots (22).$$

De forskjellige faste Legemer udvide sig forskjelligt: Messing udvider sig mere end Jærn, dette mere end Glas o. s. v. Fornødent Hensyn til Metallernes Rumfangsforandringer under vexlende Varmegrader maa tages i alle vigtigere Konstruktioner, idet Udvidelsen og Sammentrækningen ikke kan hindres uden ved Hjælp af overmaade store Kræfter. Man foretrækker derfor som oftest at give de enkelte Dele fornødent Spillerum ved Samlingerne. Saaledes ville 80′ lange Jærnbaneskinner kunne være 1″ kortere om Vinteren end om Sommeren; deres Forening med Svellerne maa derfor være saaledes indrettet, at Skinnerne kunne strække sig uden at støde sammen, og kunne trække sig sammen, uden at Samlingen sprænges. Damprør maa kunne udvide sig, naar de opvarmes af Dampen (§ 139), Ristestænger maa have Spillerum ved Enderne (§ 122) o. s. v.

Man drager ogsaa Nytte af Rumfangsforandringen ved Opvarmning og Afkøling f. Ex. ved Paalægningen af Mastebaand omkring Træmaster, Hjulringe omkring Hjul, Metalforinger omkring Skrueaxler (§ 165) o. s. v. Metallernes forskjellige Udvidelse benytter man sig af ved Kompensationen af Kronometre o. s. v.

Skøre Legemer kunne ikke taale pludselige Varmegradsforandringer. Da der hengaar en vis Tid, inden Legemet bliver ensartet opvarmet over det hele, kan den lokale Udvidelse fremkalde saa uensartede Spændinger, at der indtræder Brud. Jo tykkere det skøre Legeme er, des langsommere gjennemvarmes det, og des større Sandsynlighed er der for Brud ved pludselig Opvarmning eller Afkøling. Dampcylindrene i en Maskine kunne sprænges, naar de pludselig udsættes for den hede Damps fulde Tryk, inden de ere blevne gjennemvarmede (§ 201) o. s. v.

67. Vædskers Udvidelse. Som vi allerede have set det ved Beskrivelsen af Thermometret, medfører en Forandring i en Vædskes Varmegrad en Forandring i dens Rumfang. Dette kan vises ved at hælde Vædsken i en Glasflaske med en lang snæver Hals. Nedsænkes den i varmt Vand, vil Vædskesøjlen strax falde lidt, men derefter stige til en Højde, som er afhængig af Vandets Varmegrad og Vædskens Udvidelsesevne. Aarsagen til, at Søjlen strax falder lidt, skyldes ikke en Sammentrækning af Vædsken, men en Udvidelse af Glasflasken, hvorved dennes Rumfang bliver større. Naar Varmen er trængt gjennem Glasset ind til Vædsken, vil denne udvide sig ligesom de faste Legemer.

Der er den Særegenhed ved *Vand, at det udvider sig, naar det afkøles under 4°*. Opvarmes Vand af 0°, vil det trække sig sammen,

indtil dets Varmegrad er stegen til 4°; fortsættes Opvarmningen, vil Vandet derefter udvide sig som andre Legemer. *Ved 4° har Vandet altsaa sin største Tæthed.* Da et Legemes Vægtfylde staar i omvendt Forhold til dets Rumfang, vil Vægtfylden forandres, naar Varmegraden forandres. Vi kunne nu indse Nødvendigheden af at fastsætte Varmegraden til 4° i Definitionen for et Legemes Vægtfylde (§ 38).

At en given Vægt Vand har sit mindste Rumfang ved 4°, er af stor Betydning i Naturen. Naar Afkølingen begynder om Efteraaret, vil Vandet i Indsøer afkøles ved Overfladen, og det bliver derved tungere, fordi dets Vægtfylde er større, jo lavere dets Varmegrad indtil 4° er. Det afkølede Vand synker derfor til Bunds, varmere Vand stiger til Vejrs, afkøles ved Overfladen, synker til Bunds, og saaledes opstaar der en *Strømning* (current), som efterhaanden bringer Vandets Varmegrad ned til 4°. Naar denne er naaet, er Vandet saa vægtfyldigt, som det kan blive. Fortsættes Afkølingen, vil Varmegraden ved Overfladen vel falde, men det koldere Vand holder sig øverst, fordi det er lettere end Vandet ved Bunden, hvor Varmegraden holder sig ved 4°. Afkølingen nedefter foregaar derfor meget langsomt, fordi Vandet ikke kan komme i Strømning; Overfladen kan godt være dækket af Is, uden at Varmegraden ved Bunden synker under 4°, hvad der selvfølgelig er af største Betydning for Plante- og Dyrelivet ved Søens Bund. Der skal en meget streng Frost til at bringe en nogenlunde dyb Indsø til at bundfryse.

Naar Opvarmningen begynder om Foraaret, og Isen er smeltet, vil det vægtfyldigere Vand synke til Bunds, og hele Vandmassen kommer i Strømning, indtil Varmegraden er bleven 4°; fra da af foregaar Opvarmningen langsomt, fordi Strømningen ophører.

68. Luftarters Udvidelse. Ligesom ved Vædskerne behøver man ved Luftarter kun at undersøge Rumudvidelsen.

Gay-Lussac's Lov udsiger, at alle fuldkomne Luftarter udvide sig ens og jævnt, naar de opvarmes under konstant Tryk. Luftarternes Udvidelseskoefficient er $^1/_{273}$. Et givet Rumfang, f. Ex. 1 Kubikfod Luft ved 0°, vil under uforandret Tryk udvide sig $^1/_{273}$ Kubikfod for hver Grad, den opvarmes.

Er en Luftmasses Rumfang V_0 ved 0°, vil dens Rumfang V_t ved samme Tryk og en Varmegrad t altsaa være:

$$V_t = V_0 \left(1 + \frac{1}{273}\, t\right) = V_0 \frac{t + 273}{273} \quad \ldots \quad (23).$$

Mariottes Lov udsiger, at ved uforandret Varmegrad er Produktet PV af Rumfanget V og Trykket P konstant. Bægge Love kunne forenes i een Lov, der kan udtrykkes ved Ligningen:

$$\frac{P_t\, V_t}{t + 273} = \frac{P_0\, V_0}{273} = \text{en Konstant.} \quad \ldots \quad (24),$$

hvor P_t og V_t og P_0 og V_0 fremstille en Luftmasses Tryk og Rumfang henholdsvis ved Varmegraderne t^0 og 0^0.

For en anden Varmegrad t_1 haves:

$$\frac{P_{t_1} V_{t_1}}{t_1 + 273} = \frac{P_0 V_0}{273},$$

altsaa er:

$$\frac{P_t V_t}{t + 273} = \frac{P_{t_1} V_{t_1}}{t_1 + 273}.$$

Det fremgaar af L.23, at ved en Varmegrad af 273^0 er en Luftmasses Rumfang fordoblet, saafremt Trykket er uforandret. Varmegraden, som er 273^0 under Frysepunktet, kaldes *det absolute Nulpunkt* (absolute zero). Skjøndt den er lavere end den Varmegrad, hvortil det hidtil har været muligt at afkøle en Luftmasse, er det desuagtet fordelagtigt at regne Luftarternes Varmegrad fra det absolute Nulpunkt. Den kaldes da *den absolute Varmegrad* og betegnes med T i Modsætning til Varmegrader, regnede fra Frysepunktet, der betegnes med t. Frysepunktets absolute Varmegrad er 273^0. Man kan altsaa sætte:

$$\left.\begin{aligned} T &= t + 273 \text{ og} \\ \frac{PV}{T} &= K \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \text{(25)},$$

hvor K er en Konstant. L. 25 kan udtrykkes saaledes: *En Luftmasses Tryk Gange dens Rumfang divideret med dens absolute Varmegrad er konstant.* Denne Lov kaldes: *Mariotte-Gay-Lussac's Lov.*

Er Varmegraden uforandret, altsaa T konstant, vil L. 25 fremstille Mariottes Lov PV = en Konstant.

Er Trykket uforandret, altsaa P konstant, vil L. 25 fremstille Gay-Lussac's Lov V = kT, hvor k er en Konstant.

Da en Luftmasses Vægt og Vægtfylde staar i omvendt Forhold til dens Rumfang, kan Mariotte-Gay-Lussac's Lov ogsaa udtrykkes saaledes: *En Luftmasses Tryk, divideret med Produktet af dens Vægt og absolute Varmegrad, er konstant.*

Exempel I: En Kubikfod Luft af 27^0 opvarmes til 137^0 i en Cylinder med lukket Bund og et belastet Stempel. Hvad bliver Luftens nye Rumfang?

Da Stemplet løftes, efterhaanden som Luftens Rumfang under Opvarmningen bliver større, forbliver Trykket konstant, og Luftens nye Rumfang V kan derfor ved Hjælp af Gay-Lussac's Lov findes af Ligningen (L. 23):

$$\frac{1}{V} = \frac{273 + 27}{273 + 137} \text{ eller}$$

$$V = \frac{410}{300} = 1{,}367 \text{ Kubikfod.}$$

Exempel II: 500 l. Brint af 60^0 og et Tryk, svarende til 750 mm. Kviksølvsøjle, afkøles til 20^0 og sammentrykkes til et Tryk, svarende til en 840 mm. Kviksølvsøjle. Hvad bliver Brintens nye Rumfang?

Kaldes dette x, faas ved L. 25:

$$\frac{750 \cdot 500}{273 + 60} = \frac{840 \cdot x}{273 + 20}$$

eller x = 393 l.

69. Opvarmes Luften, udvider den sig og bliver lettere. Herved kommer den i Strømning. I en Ovn ville de varme Luftarter, som forlade Ildstedet, stige til Vejrs og give Plads for den kolde Luft, der stadig maa tilføres Brændselet, for at Forbrændingen kan vedligeholdes. Herpaa beror Trækken i en Skorsten (§ 96).

Solens ulige Opvarmning af den atmosfæriske Luft fremkalder Strømninger, som vi kalde *Vindene.* Særlig i varme Lande, hvor Solens Opvarmning er kraftigst, vil der ved Kysterne opstaa Land- og Søvinde, hvis Dannelse skyldes den Omstændighed, at Landet opvarmes og afkøles hurtigere end Vandet. Om Dagen vil Landjorden være varmere end Havet, hvorfor Vinden blæser fra Søen, *Søvinden* (sea breeze), ind mod Land. Om Natten derimod vil Landjorden være koldere end Havet, hvorfor *Landvinden* (land breeze) blæser fra Land ud over Havet.

Denne mere stedlige Vinddannelse har ikke den Betydning som de stadige Vinde, *Passaterne* (trade wind). Disses Dannelse skyldes den stærke Opvarmning ved Ækvator. Luften vil her stige til Vejrs, hvorfor de lavere Luftlag paa bægge Halvkugler søge hen mod Ækvator. Paa Grund af Jordens Omdrejning bliver Vindretningen ikke N og S, men paa den nordlige Halvkugle NO og paa den sydlige Halvkugle SO. Fra det vindstille Bælte ved Ækvator mellem NO- og SO-Passaterne vil den opvarmede Luft stige til Vejrs, søge over Passaterne i Retning hen mod Jordens Poler og sluttelig, efter at være afkølede, dale ned for at optage Kredsløbet.

70. **Varmens Forplantning** (transmission of heat). *Varmeledning* (conductivity). Varme kan ledes gjennem alle Legemer og vil altid gaa fra de varmere til de koldere Dele. Den vil ogsaa overføres fra et Legeme til et andet, naar de ere i Berøring med hinanden. Er Varmegraden ens overalt, ophører Varmeforplantningen.

Den Hastighed, hvormed Varmen bevæger sig gjennem et Legeme, er forskjellig. Jo hurtigere Varmeoverførelsen sker, des bedre leder Legemet Varme. Man skjelner mellem *gode* og *slette Varmeledere* (good and bad conductor of heat). Til de gode Varmeledere høre fortrinsvis Metallerne; Sølv og Kobber leder igjen bedre end Jærn. Til slette Varmeledere høre: Træ, Sten, Glas, Filt, Fedtstoffer o. s. v. Vædsker og Luftarter lede Varmen slet, naar de ikke kunne komme i Strømning.

Holder man en Jærnstang i den ene Ende, medens dens anden Ende opvarmes i en Ild, vil Varmen efter kort Tids Forløb forplantes gjennem Stangen til den Ende, man holder paa; Varmegraden vil være lavere, jo længere man kommer fra det opvarmede Sted. Er Stangen derimod af Træ, kan man godt holde den i den ene Ende, medens der er Ild i den anden.

Et Stykke koldt Metal forekommer En koldere end et Stykke Træ

af samme Varmegrad, fordi Metal hurtigere end Træ leder Haandens Varme bort. Af samme Grund synes varmt Metal varmere end Træ af samme Varmegrad.

Den Varmemængde, som i en given Tid strømmer gjennem et Legeme, vil være des større, jo større Varmegradsforskjellen er, og jo tyndere Legemet er. I Kjedlen bør Ildstedets Varmegrad derfor være stor, de Plader, hvorigjennem Varmen skal ledes til Vandet, saa tynde som muligt, og de bør ikke være dækkede af slette Varmeledere (Sod, Kjedelsten og Fedtstoffer).

Skal et varmt Legeme beskyttes mod Afkøling, omgives det af slette Varmeledere. De Dele af Maskineriet, hvori der er Damp, som Kjedlerne, Damprørene, Cylindrene o. s. v., beklædes, for at Varmen ikke skal bortledes, og Dampen derved fortættes. Da Luft er en slet Varmeleder, ere porøse Legemer slette Varmeledere, fordi Varmen kun langsomt kan bortledes gjennem de luftfyldte Porer. Filt, Kork, Straa, visse faste Isolationsmasser, Beklædningsgjenstande o. s. v. ere derfor slette Varmeledere. Luft alene tjener ofte som Beskyttelse mod Varmeledning (dobbelte Skorstene og Optræk, dobbelte Vinduer).

71. Varmestraaling (radiation of heat). Fra et opvarmet Legeme udstraaler Varme, ligesom Lys udstraaler fra et lysende Legeme. Varmestraalerne udbrede sig i rette Linier med en overordentlig stor Hastighed. Varmestraalerne opvarme ikke det Legeme, de gaa igjennem, men kun det, som standser dem. De kunne saaledes gaa igjennem Luft og Glas, uden at disse opvarmes.

Jo mere Legemet er opvarmet over Omgivelsernes Varmegrad, og jo større dets Overflade er, des større Varmemængde udstraaler det.

En Del af de Varmestraaler, som træffe et Legeme, vil *tilbagekastes* (reflect), medens de øvrige Straaler *indsuges* (absorb) og derved opvarme Legemet. Forholdet mellem Mængden af tilbagekastet og indsuget Varme afhænger af Overfladens Beskaffenhed. Er Overfladen blank og glat, f. Ex. en poleret Metalflades, eller er den hvid (Blyhvidt danner en Undtagelse), kastes næsten alle Straalerne tilbage, og saa godt som ingen indsuges. Skibe, som fare paa Varmen, Tagene paa Ishuse, Stenolielagere o. s. v. males derfor hvide. Er Overfladen ru eller mat sort, indsuges største Delen af Straalerne, og kun faa tilbagekastes. Overflader, dækkede med Kønrøg (lampblack), indsuge alle Varmestraalerne. Et ganske tyndt Lag Sod paa Ildstedets Plader fremmer derfor Indsugningen af de fra det glødende Kullag udgaaende Varmestraaler.

Et Legemes Evne til at udstraale Varme, dets *Udstraalingsevne* (radiating power), afhænger ogsaa af Overfladens Beskaffenhed. Forsøg have godtgjort, at et Legemes Udstraalingsevne staar i ligefremt Forhold til dets *Indsugningsevne* (absorbing power). Et Legeme, som indsuger

den største Del af Straalevarmen, vil derfor ogsaa udstraale Varme let, og omvendt. Skal man beskytte et Legeme mod Afkøling ved Udstraaling af dets Varme, maa dets Overflade derfor være blank, glat eller hvid. Dampcylinderes Dæksler ere derfor ofte blankt polerede.

72. *Varmeforplantning ved Strømninger* (convexion). Opvarmes Vand i et Kar, bliver Vandet ved Bunden først opvarmet; det bliver derved lettere, stiger til Vejrs, afgiver Varme til det koldere Vand, medens koldt Vand søger ned til Bunden, og Kredsløbet vedvarer, til hele Vandmassen har samme Varmegrad.

Opvarmes Vand fraoven, kan det ikke komme i Strømning, fordi det opvarmede Vand er det letteste og derfor bliver ved Overfladen. Skal en Vædske afkøles, bør dette ske fraoven, for at den kan komme i Strømning.

Paa lignende Maade foregaar Luftens Opvarmning i Værelser. Den varme Luft stiger fra Kakkelovnen op til Loftet, langs dette og ned langs Vægge og Vinduer til Gulvet og tilbage til Ovnen. Er Ildstedet hævet et Stykke over Gulvet, bliver Værelset fodkoldt.

Det vil af ovenstaaende fremgaa, at Opvarmningen af Vædsker og Luftarter bør ske ved at sætte dem i Strømning. Man bør sørge for, at det ved Skibskjedlens *Hedeflade* opvarmede Vand og den dannede Damp let kan stige til Vejrs og frisk Vand strømme til Hedefladen. Ligger denne *over* Vandet, f. Ex. Kjedlens Kanaler over Bundvandet mellem dem, foregaar det underliggende Vands Opvarmning meget langsomt, fordi Varmen kun kan forplantes til det ved Ledning. Vandcirkulationen maa da fremmes ved kunstige Midler. Om Ventilation se § 306.

73. **Forandringer i Tilstandsformen.** *Smeltning* (fusion). Opvarmes et fast Legeme, vil det smelte, naar en for Legemet bestemt Varmegrad, *Smeltepunktet* (fusing point), er naaet. *Under Smeltningen forbliver Varmegraden uforandret*, idet den tilførte Varmemængde medgaar alene til det faste Legemes Forvandling til Vædske. Naar hele Legemet er smeltet, og der vedblivende tilføres Varme, stiger Vædskens Varmegrad som sædvanlig. Bringer man f. Ex. et Stykke Is, hvis Varmegrad er 0 °, ned i varmt Vand, vil Isen smelte, men dens Varmegrad stiger ikke, før Isen er bleven til Vand.

To Betingelser ere nødvendige for et fast Legemes Smeltning:

1) *at Legemet opvarmes til Smeltepunktet,* og

2) *at der tilføres den til Smeltningen fornødne Varmemængde.* Ved *Smeltevarmen* (latent heat of fusion) forstaas *den Varmemængde, som maa tilføres et Pund af det til Smeltepunktet opvarmede Legeme for at gjøre det flydende.*

Smeltevarmen siges at være *bunden* (latent) til Vædsken. Isens

Smeltevarme er 80 V. E. Bringes altsaa 1 Pund Is af 0 ° ned i 1 Pund af 80 °, vil Isen smelte, og man vil faa 2 Pund Vand af 0 °.

Forskjellige Legemer have forskjellige Smeltepunkter. Rent Kulstof har man hidtil ikke kunnet smelte. Smeltepunktet ligger for:

Platin	ved	1780 °
Smedejærn	»	1600 °
Støbejærn	»	1100 °
Kobber	»	1050 °
Zink	»	420 °
Bly	»	330 °
Tin	»	230 °
Svovl	»	115 °
Talg	»	40 °
Is	»	0 °
Saltvandsis	»	÷ $2^1/_2$ °
Kviksølv	»	÷ 39 °

Blandinger af to Stoffer have ofte et Smeltepunkt, som er lavere end det af de to Stoffer, der har det laveste Smeltepunkt. Saaledes smelter Støbejærn, der indeholder lidt Kulstof, ved en lavere Varmegrad end Smedejærn, der er næsten rent Jærn. Man kan fremstille Metalblandinger, som smelte i varmt Vand.

Nogle Legemer, som Jærn, blive bløde, forinden de smelte; herpaa beror Smedning af Jærngjenstande.

74. Størkning (solidification). Er et fast Legeme forvandlet til Vædske, kan man bringe det til at *størkne* (solidify) ved:

1) *at afkøle Legemet til Frysepunktet*, der er den samme Varmegrad som Smeltepunktet, og derefter

2) *berøve det den Varme, Smeltevarmen*, som behøvedes til at gjøre det flydende.

Saa længe Størkningen staar paa, forbliver Varmegraden uforandret, og Legemet afgiver Varme; den bundne Varme bliver atter *fri* (free).

Afkøles Vand i fuldkommen Ro og helst i et lufttomt Rum, kan det afkøles betydelig under Frysepunktet uden at fryse. Den mindste Rystelse vil imidlertid bringe Vandet til pludselig at fryse, og Varmegraden stiger da raskt.

Efter en Smeltning eller Størkning har Legemet forandret Rumfang. Fryser Vand, udvider det sig; den dannede Is vil altsaa faa mindre Vægtfylde end Vand (§ 38); den flyder derfor paa Overfladen. Udvidelsen sker med stor Kraft; Stene kunne sprænges, naar Vandet fryser i Sprækkerne; Vand maa i Frostvejr omhyggelig tappes af de Rørledninger i Skibet, som udsættes for Kulde, for at de ikke skulle sprænges o. s. v.

Naar Isen smelter, trækker den sig sammen.

75. *Kuldeblandinger* (freezing mixture). Til at gjøre et fast Legeme flydende fordres Varme, hvorledes end Forvandlingen fra fast Form til Vædske foregaar. Opløses et Salt i Vand, bliver dette koldere. *Ved Kuldeblandinger forstaas Blandinger, der kunne give en Varmegrad under 0°.* Blandes saaledes Sne og Kogsalt i et bestemt Forhold: 2 Dele Sne eller knust Is og 1 Del almindeligt Kogsalt, smelter Sneen og Saltet opløses. Den til Opløsningen fornødne Varmemængde tages fra selve Blandingen, hvis Varmegrad kan falde til $\div 21^1/_2$°.

76. *Flygtige Vædsker* (volatile liquid). Henstaar en Vædske som Vand, Alkohol, Kviksølv o. l. i Luften, forvandles den til Damp, *den fordamper.* En Vædske, som saaledes kan overgaa til den luftformige Tilstand, kaldes *flygtig.* Fordampningen fremskyndes ved at opvarme Vædsken.

Faste Legemer kunne ogsaa fordampe uden først at blive flydende f. Ex. Is, Kamfer, Arsenik o. l. Man kan tørre Tøj i Frostvejr.

De dannede Dampe ere i Reglen usynlige.

Egenskaberne ved de af Vand dannede Dampe, *Vanddampene*, skulle nu nærmere omtales.

77. **Vanddamps Egenskaber.** Vanddamp (aqueous vapour) besidder ligesom andre Luftarter Udvidelseskraft og udøver Tryk mod Siderne af det Kar, hvori den er indesluttet. Dette kan vises ved at indføre Vand i det ene af de to i Fig. I,45 viste Barometerrør, f. Ex. Røret B.

Da Vand er mindre vægtfyldigt end Kviksølv, vil det som Bobler stige til Vejrs inden i Røret B. Saasnart det naar det lufttomme Rum over Kviksølvsøjlen, vil det strax fordampe, og Kviksølvsøjlen falder lidt; det tidligere lufttomme Rum fyldes med Vanddamp. Indføres lidt mere Vand draabevis, vil det ogsaa fordampe, og Søjlen falder lidt mere endnu. Vedbliver man at indføre Vand i Røret, vil man snart komme til en Grænse for Fordampningen; det indførte Vand vil fra nu af forblive flydende og samle sig paa Kviksølvets Overflade; Kviksølvsøjlen synker ikke yderligere og har indtaget en Højde, som er afhængig af Varmegraden.

Dampens Tryk p maales ved Forskjellen mellem Søjlernes Højder i de to Rør A og B, hvoraf A er et almindeligt Torricelli-Rør. Ved en given Varmegrad er der altsaa en Grænse for den Dampmængde, som kan dannes i et givet Rum. *Rummet* kan ikke optage mere Damp, hvorfor man siger, at det *er mættet* (saturated); der kan altsaa henstaa Vædske, *Stamvædsken*, i det, uden at den fordamper.

Dampen kaldes *mættet Damp*, hvorved altsaa forstaas *Damp, som fylder et mættet Rum.*

Opvarmes Røret B, og der stadig er Vand over Kviksølvsøjlen, vil mere Vand fordampe, og Kviksølvsøjlen synker yderligere. Holdes den højere Varmegrad uforandret, vil der ligesom før være Vand paa Søjlens Overflade, saa længe Rummet er mættet. Med den højere Varmegrad følger et større Tryk p af Dampen, og et givet Rumfang vil rumme mere Damp end ved den lavere Varmegrad. *Mættet Damps Tryk og Vægtfylde voxer altsaa med Varmegraden.*

Fortsættes Opvarmningen, til Vandet i Røret B *koger* (boil), vil Kviksølvsøjlens Overflade staa lige med Overfladen af Kviksølvet i Beholderen. *Ved Vandets Kogepunkt vil Dampens Tryk være lig Atmosfærens.*

Opvarmes Vandet endnu mere, vil Dampens Tryk vedblive at stige, hvilket dog ikke kan vises ved Hjælp af Barometerrørene. Ved særlige dertil konstruerede Apparater har man fundet Vanddamps Tryk svarende til forskjellige Varmegrader (Tabel II). Her skal anføres følgende:

Varmegrad	Dampens Tryk
100 °	1 Atm.
121 °	2 »
134 °	3 »
144 °	4 »
152 °	5 »
180 °	10 »
215 °	20 »

Trykket voxer altsaa langt hurtigere end Varmegraden.

78. Lad os dernæst benytte det lange Barometerrør D i Fig. I, 46 og tilføre saa meget Vand, at Rummet, foruden at være mættet ved Rørets Varmegrad, indeholder Vand i Overskud paa Kviksølvoverfladen. Røret kan hæves og sænkes i en poseformet Fordybning paa Kviksølvbeholderen. Hæves Røret *langsomt*, vil mere Vand fordampe, medens Damp vil fortætte, naar Røret trykkes ind i Fordybningen. I bægge Tilfælde bliver Forskjellen p mellem Rørene C og D's Kviksølvsøjler uforandret, og Rummet er stadig mættet med Damp. Dette Forsøg viser, *at mættet Damp udøver et konstant Tryk, uafhængig af Rummets Størrelse, saa længe Varmegraden forbliver uforandret.* Mættet Damp følger altsaa ikke Mariottes Lov, idet den ved en given Varmegrad hverken kan udvides eller sammentrykkes.

I ovenstaaende Forsøg maa den til Vandets Fordampning under Rumforøgelser fornødne Varmemængde tilføres Vandet, og den til Dampens Fortætning under Rumformindskelser fornødne Varmemængde berøves Dampen i samme Tidsrum, som medgaar til Rummets Forandring. I modsat Fald vil Dampens Tryk og derfor ogsaa dens Varmegrad falde, naar Rummet forøges, og stige, naar Rummet formindskes.

Varmens Tilførsel og Afledning er af største Betydning under Forandringer af Størrelsen af et Rum, mættet med Damp. De ovenfor anførte Love gjælde derfor kun, *saa længe Varmegraden forbliver uforandret.* Under Dampens Udvidelse i en Dampmaskines Cylindre vil saavel Dampens Tryk som dens Rumfang og Varmegrad forandre sig (§ 105).

Ved *tør* Damp (dry steam) forstaas Damp, hvori der ikke findes Vand i Form af Draaber svævende i Dampen; er dette Tilfældet, kaldes Dampen *vaad* (wet).

79. *Overhedet Damp* (superheated steam). Udføres Forsøget med det lange Barometerrør D (Fig. I, 46), saaledes at der ikke indføres Vand nok til at mætte Rummet over Kviksølvet, viser det sig, at Dampen følger andre Love end før. Hæves Røret, vil Kviksølvsøjlen stige, hvilket viser, at Dampens Tryk er blevet mindre. Nedsænkes Røret i Fordybningen, synker Søjlen; dette er Tegn paa, at Trykket er blevet større og Rumfanget mindre. Dampen, der nu kaldes *overhedet* (superheated) eller umættet (non saturated vapour), *følger Mariottes Lov* ligesom de fuldkomne Luftarter, men dog kun til en vis Grænse i Retning af Afkøling og Trykforøgelse; er denne naaet, gaar overhedet Damp over til at blive mættet Damp.

Afkøler man et Rum, som indeholder overhedet Damp, vil dennes Varmegrad falde, og dens Tryk bliver mindre. Ved en bestemt Varmegrad bliver Dampen mættet, fordi Rummet nu kan mættes af den til Stede værende Dampmængde. Denne Varmegrad kaldes *Dugpunktet* (dewpoint). Afkøles Dampen yderligere, fortættes en Del af den i Form af fine Draaber, Dug, paa Rummets Vægge, idet Rummet ikke kan indeholde saa megen mættet Damp ved den lavere som ved den højere Varmegrad.

Er Varmegraden højere end Dugpunktet, følger Dampen altsaa Lovene for de fuldkomne Luftarter. Er Varmegraden lige med eller lavere end Dugpunktet, gjælde Lovene for mættet Damp.

En Trykforøgelse kan ogsaa bevirke, at den overhedede Damp bliver til mættet Damp. Findes der overhedet Damp over Kviksølvet i det lange Barometerrør D (Fig. 46), og nedsænkes Røret, saa at Rummet over Kviksølvet bliver mindre, vil ved en bestemt Nedsænkning, afhængig af Dampmængden i Røret, Rummet blive saa lille, at det kan mættes af den til Stede værende Dampmængde. Gjøres Rummet endnu mindre, vil den overflødige Damp fortættes til Draaber, men Kviksølvsøjlen vil fra det Øjeblik, Rummet bliver mættet, holde sig i samme Højde. Dampen følger altsaa Lovene for mættet Damp.

Hæves nu Røret, ville de sidstnævnte Love gjælde, saa længe der er Vand tilbage. Er alt Vandet fordampet, og Røret hæves højere op,

bliver Dampen overhedet, og Lovene for fuldkomne Luftarter gjælde nu for Dampen.

Overhedet Damp er altid tør.

80. Daltons Love. Indeholder et Rum en Blanding af Damp og en Luftart, følger Blandingen følgende Love:

1) *Trykket og derfor ogsaa Mængden af Damp, som mætter et givet Rum, vil ved den samme Varmegrad være ens, enten Rummet i Forvejen indeholder en Luftart, eller det er lufttomt.*

2) *Trykket i Rummet vil være Summen af Trykkene, som Luftarten og Dampen hver vilde udøve, dersom den fyldte Rummet alene.*

Disse to Love benævnes Daltons Love. Atmosfærens Tryk vil altsaa være Summen af Luftens (Ilt og Kvælstofs) Tryk og den til Stede værende Vanddamps Tryk.

I en Skibsmaskines Kondensator (§ 153) findes dels mættet Vanddamp, hvis Tryk svarer til Varmegraden i den (sædvanlig omkr. 40 °), dels Luft, som paa forskjellige Maader er trængt ind i den. Trykket i Kondensatoren vil være Summen af Dampens og Luftens Tryk.

Exempel: Kondensatorens Varmegrad er 40 °, Vakuum'et er 26 " og Barometerstanden 29",5. Hvor stort et Tryk udøver Luften i Kondensatoren?

Ifølge § 53 vil Trykket i Kondensatoren være:

(29,5 ÷ 26) 0,491 = 1,72 Pund paa □ ".

Ved 40 ° vil ifølge Tabel II mættet Damps Tryk være 1,06 Pund paa □ ". Altsaa vil Luften udøve et Tryk af:

1,72 ÷ 1,06 = 0,66 Pund paa □ ".

81. Fordampning (evaporation). Henstaar Vand i et aabent Kar, udsat for Luften, vil det ved enhver Varmegrad fordampe, dersom Luften ikke er mættet med Damp. Fordampningen foregaar fra Overfladen, og er des større, jo større Overfladen, jo tørrere Luften, jo mindre Trykket og jo højere Varmegraden er. En Luftstrømning hen over Overfladen vil fremskynde Fordampningen, fordi den fører de dannede Dampe med sig.

Atmosfærisk Luft er altid blandet med Vanddamp. Luften er tør eller *fugtig* (damp), eftersom den er mere eller mindre fjernet fra at være mættet. I Almindelighed er Luften ikke mættet. Ved *Fugtighedsgraden* (degree of saturation) forstaas *Forholdet mellem den Dampmængde, et givet Rumfang Luft indeholder, og den Dampmængde, som det samme Rumfang ved samme Varmegrad kunde indeholde, dersom Dampen var mættet.* Da overhedet Damp følger Mariottes Lov, vil Vægten af Damp i et ikke mættet Rum voxe med Dampens Tryk, naar Varmegrad og Rummets Størrelse forbliver uforandret. I Stedet for Dampmængden kan man derfor benytte Dampens Tryk ved Fugtighedsgradens Bestemmelse. Man kan altsaa definere Fugtighedsgraden som *Forholdet mellem Trykket af Vanddampen, Luften virkelig indeholder, og Trykket af den Vanddamp, som Luften vilde indeholde, dersom den var mættet.*

Fugtighedsgraden, der angives i Procent, findes ved Hjælp af en *Fugtighedsmaaler* (hygrometer). Med denne bestemmes Dugpunktet eller den Varmegrad, hvortil Luften maa afkøles for at være mættet med den Dampmængde, Luften indeholder. Bringes en kold Gjenstand, f. Ex. et Glas koldt Vand, ind i et varmt Værelse, slaar der sig Dug paa Glasset, fordi Luften i dettes Nærhed afkøles saa meget, at dens Dampe blive mættede og sætte sig som Draaber paa Glasset. Henstaar Glasset nogen Tid i Værelset, bliver Vandet varmere, og naar Varmegraden er over Dugpunktet, fordampe Draaberne paa Glasset. Herpaa beror i det Væsentlige Fugtighedsmaalerens Indretning.

Dersom man ved Sommertid finder, at en Kubikmeter Luft rummer f. Ex. 13 Gram (g; se Tillæget) Vanddamp ved en Varmegrad af 25 °, siger man, at det er en tør Dag, idet Luften kunde rumme $22^1/_2$ g. Damp ved denne Varmegrad. Finder man ved Vintertid, at det samme Rumfang Luft indeholder 6 g. Vanddamp, kalde vi Luften fugtig, fordi den er næsten mættet, saa at Dampen fortættes ved den mindste Sænkning af Varmegraden.

Opvarmes et Værelse, bliver ikke Fugtighedsmængden, men Fugtighedsgraden mindre, fordi den Varmegrad, hvorved Dampene ere mættede, bliver større.

Fugtigheden i Luften skyldes de fra Søers og Haves Overflade opstegne Vanddampe. En Del af disse stige til Vejrs og fortættes til smaa, fine Draaber, som danne *Skyerne* (cloud). Draaberne ere saa fine, at de i lang Tid kunne holdes svævende, idet Luftmodstanden hindrer dem i at falde hurtig. Efterhaanden blive Draaberne større, og de falde tilsidst til Jorden som *Regn* (rain). Fortættes Dampene ved Jordens Overflade, have vi *Taage* (fog).

I stille, klare Nætter er Varmeudstraalingen fra Jordens Overflade ofte saa stærk, at Varmegraden falder under Dugpunktet. Dampene sætte sig da som Dug paa fritstaaende Gjenstande.

82. Kogning (ebullition). Opvarmes en Vædske i et aabent Kar, vil den koge, naar en vis Varmegrad, *Kogepunktet* (boiling point), er naaet. Ved Karrets Bund og Sider dannes Bobler, som stige op til Overfladen, hvor de briste. *Saa længe Kogningen vedvarer, forbliver Vædskens Varmegrad uforandret;* den tilførte Varmemængde medgaar udelukkende til Vædskens Omdannelse til Damp.

En Vædske vil koge, naar Trykket af dens Dampe kan overvinde Trykket paa Vædskens Overflade.

Vi have i § 77 set, at mættet Damps Tryk er 1 Atm. ved 100 °. Da Luftens Tryk paa Overfladen af Vand i et aabent Kar ogsaa er 1 Atm., koger Vand ved 100 °, naar Barometerstanden er 760 mm. Bliver Trykket paa Overfladen større eller mindre, vil Dampens Tryk og Varmegraden, hvorved Kogningen indtræder, stige eller falde. Tabel II giver det til forskjellige Tryk svarende Kogepunkt for Vand.

Ved Atmosfærens Tryk koger Æther ved 35 °, Kviksølv ved 358 °, Svovl ved 448 ° o. s. v.

Som Hovedregel vil en Vædske ved samme Tryk have samme Kogepunkt. Dog kunne visse ydre Omstændigheder forrykke Kogepunktet lidt; er der f. Ex. opløst Salte i Vandet, ligger Kogepunktet lidt højere; Søvand koger ved 101 ° ved Middelbarometerstanden, og Vand, mættet med Kogsalt, ved 109 °. Kogekarrets Størrelse og Beskaffenhed har ogsaa en lille Indflydelse. Da de ved Bunden dannede Dampbobler skulle overvinde Vandsøjlens Tryk foruden Trykket paa Vandoverfladen, inden de kunne stige til Vejrs, har kogende Vand en lidt højere Varmegrad end den opstigende Damp; ved Kogepunktets Bestemmelse sættes Thermometrets Beholder derfor i Dampen og ikke i Vandet (§ 63).

Den fra Tuden paa en Kjedel med kogende Vand udstrømmende

Damp er usynlig tæt ved Tuden, men fortættes et Stykke fra den og bliver til en hvid, fugtig Damp, *Æm.* Inden i en Kjedel er Dampen usynlig.

Er Trykket paa Vandets Overflade mindre end 1 Atm., som f. Ex. paa høje Bjærge, ligger Kogepunktet under 100°. Er Trykket større end 1 Atm., som f. Ex. i en Skibskjedel, vil Kogepunktet være over 100°. Dette kan vises ved Forsøg med *Papins Gryde* (digester), der er en solid Metalkjedel, paa hvis Laag en Sikkerhedsventil (§ 132) og et Thermometer er anbragt. Forøges Trykket ved Lodder paa Ventilens Vægtstangsarm til 2 Atm., Luftens Tryk indbefattet, vil Kogepunktet blive 121°, fordi mættet Vanddamps Tryk er 2 Atm. ved denne Varmegrad (§ 77). Saasnart Vandet har antaget denne Varmegrad, begynder Kogningen, og den dannede Damp strømmer ud af Sikkerhedsventilen. Forøges dennes Belastning yderligere, vil Dampudstrømningen ophøre, indtil det til Belastningen svarende Kogepunkt er naaet.

83. Totalvarmen. Da den Varmemængde, som behøves til at opvarme en given Vandmængde 1°, er omtrent ens ved alle Varmegrader, vil det Antal Varmeenheder, som fordres til at opvarme 1 Pund Vand fra 0° til t°, være t.

Den Varmemængde, som behøves til Opvarmning af et Pund Vand fra 0° til en given Varmegrad, kaldes *den fri Varme* (sensible heat). Den vil kunne findes ved Hjælp af et Thermometer, naar Vandets Vægt kjendes.

Saasnart Kogepunktet under Vandets fortsatte Opvarmning er naaet, vil Varmegraden forblive uforandret, saa længe der er Vand til Stede, og den tilførte Varmemængde medgaar alene til Vandets Omdannelse til Damp. *Den Varmemængde, som behøves til at omdanne 1 Pund Vand af en given Varmegrad til Damp af samme Varmegrad*, kaldes *Vandets Fordampningsvarme* (latent heat of evaporation). Denne Varmemængde vil være *bunden* til Dampen, men den frigjøres, naar Dampen fortættes.

Forsøg have givet følgende Værdi for Vandets Fordampningsvarme i V. E:

$$L = 607 \div 0{,}7t \ldots\ldots (26),$$

hvor t er Vandets eller Dampens Varmegrad. Ved Atmosfærens Tryk er Fordampningsvarmen altsaa:

$$L = 607 \div 0{,}7 \cdot 100 = 537 \text{ V. E.}$$

Summen af den fri Varme og Fordampningsvarmen kaldes *Totalvarmen* (total heat of evaporation), som altsaa er *den Varmemængde, der behøves til at opvarme 1 Pund Vand fra 0° til en given Varmegrad og fordampe det ved denne Varmegrad.* Betegnes denne Varmegrad med t og Totalvarmen med H, vil:

$$H = L + t = 607 + 0{,}3t \ldots\ldots (27).$$

Ved Atmosfærens Tryk er Totalvarmen altsaa:

$$H = 607 + 0{,}3 \cdot 100 = 637 \text{ V. E.}$$

Har Vandet før Opvarmningen en Varmegrad $t_0{}^0$, fordres ikke Totalvarmen, men en mindre Varmemængde til at omdanne Vandet til Damp af t^0, nemlig $(H \div t_0)$ V. E.

Exempel: Hvor stor en Varmemængde behøves til at omdanne 4 Pund Is af $\div$ 6° til Damp af Tryk 130 Pund paa □" efter Trykmaaleren.

Sættes Isens Varmefylde til 0,5, bliver den Varmemængde, som behøves til at opvarme Isen til 0° (§ 65):

$$0{,}5 \cdot 4 \cdot 6 = 12 \text{ V. E.}$$

Til at smelte Isen kræves (§ 73): $4 \cdot 80 = 320$ V. E.

Det absolute Tryk i Kjedlen er $130 + 14{,}7 = 144{,}7$ Pund paa □". Den hertil svarende Varmegrad er ifølge Tabel II: 180°.

Til at opvarme Vandet til 180° fordres $4 \cdot 180 = 720$ V. E.

Til at fordampe 1 Pund Vand ved 180° fordres (L. 26):

$$L = 607 \div 0{,}7 \cdot 180 = 481 \text{ V. E.}$$

Altsaa bliver den samlede Varmemængde:

$$12 + 320 + 720 + 4 \cdot 481 = 2976 \text{ V. E.}$$

Man har ogsaa:

$$12 + 320 + \text{Totalvarmen } [4\,(607 + 0{,}3 \cdot 180)] = 2976 \text{ V. E.}$$

Fordamper en Vædske i et aabent Kar, medgaar der Varme til Dannelse af de fra Overfladen opstigende Dampe. Sker der ikke Varmetilførsel fra Omgivelserne, tages den til Dampdannelsen fornødne Varmemængde fra Vædsken selv, som altsaa maa blive koldere. Herpaa beror f. Ex. Virkningen af Vandkølere. Disse ere porøse Lerkar, hvorigjennem Vandet siver, saa at der paa Karrets udvendige Sider sker en vedvarende Fordampning, der kan fremskyndes ved at udsætte Vandkøleren for Træk. Vindens, Trækkens, kølende Virkning paa det menneskelige Legeme beror ikke paa en lavere Varmegrad af den tilstrømmende Luft, men skyldes den hurtige Fordampning fra Hudens Overflade, fremkaldt ved Trækken.

84. Dampens Rumfang og Vægt. Til en given Varmegrad svarer et bestemt Tryk og tillige et bestemt Rumfang af en given Vægt mættet Damp.

Kjender man enten Varmegraden, Trykket eller Rumfanget, kunne de to andre Størrelser findes ved Hjælp af Tabel II, hvor v angiver Rumfanget i Kubikfod af 1 Pund Damp. Vægten af en Kubikfod Damp $= \frac{1}{v}$. Rumfanget af en given Vægt Damp aftager, naar Trykket tiltager; det staar omtrent i omvendt Forhold til Trykket. Det vil saaledes fremgaa af Tabel II, at ved et Tryk af 50 Pund paa □" er Rumfanget af et Pund Damp omtr. 8 Kubikfod; Vægten af 1 Kubikfod Damp er ved dette Tryk altsaa omtr. $^1/_8$ Pund. Ved et Tryk af 100 Pund paa □" er Rumfanget omtr. 4 Kubikfod og Vægten omtr. $^1/_4$ Pund.

Dampens *relative Rumfang* (relative volume) *angiver, hvor mange*

Gange dens Rumfang er større end Rumfanget af det Vand, hvoraf den er dannet. Da Vægten af 1 Kubikfod Vand er 62,4 Pund, bliver

$$\text{Rumfanget af 1 Pund Vand: } \frac{1}{62,4} \text{ Kubikfod og}$$

$$\text{Dampens relative Rumfang} = \frac{v}{\frac{1}{62,4}} = 62,4\ v. \ldots\ldots (28),$$

hvor v kan findes i Tabel II.

Exempel: Hvad er Dampens relative Rumfang ved et absolut Tryk af 226 Pund paa □"?

Ifølge Tabel II er Rumfanget v af et Pund Damp svarende til Trykket: 2,025 Kubikfod.

Det relative Rumfang er altsaa = 62,4 · 2,025 = 126,4.

85. Dampens Fortætning (condensation). *Ved Damps Fortætning forstaas dens Overgang fra den luftformige Tilstand til Vædskeformen.*

Afkøles Dampen, vil Rummet ikke kunne indeholde den tilstedeværende Damp ved den lavere Varmegrad; den vil derfor delvis fortættes.

Sættes to Rum, som indeholde Damp af forskjellig Varmegrad, i Forbindelse med hinanden, vil Dampen i bægge Rum meget nær antage det Tryk, som svarer til den laveste Varmegrad, saafremt denne Varmegrad kan vedligeholdes i det koldere Rum. Herpaa beror Dampens Fortætning i en Dampmaskines *Kondensator.*

Efter at have arbejdet i Maskinens Cylindre ledes Dampen til Kondensatoren, hvor en lav Varmegrad vedligeholdes. I samme Øjeblik Forbindelsen indtræder, vil Dampen i Cylinderen og Ledningen mellem denne og Kondensatoren antage meget nær samme Tryk, som findes i denne.

Ved Dampens første Indstrømning til Kondensatoren vil dens Fortætning bevirke, at Rummet i Kondensatoren bliver tildels lufttomt, »man skaffer Vakuum i det«; Vakuum'et vedligeholdes ved Hjælp af en af Maskinen trukken *Luftpumpe*, som bortskaffer Luften og den fortættede Damp, *Fortætningsvandet* (condensed water).

Dampens Fortætning i Kondensatoren kan enten ske ved at blande Dampen med koldt Vand fra Søen, *Indsprøjtningsvandet* (injection water), — Kondensatoren kaldes da en *Indsprøjtningskondensator*, — eller man lader Dampen komme i Berøring med Overfladen af en stor Mængde Rør, som holdes kolde af Vand fra Søen, *Svalevandet* (circulating water); Kondensatoren kaldes da en *Overfladekondensator.* I sidste Tilfælde blandes Fortætningsvandet ikke med Svalevandet; dette pumpes gjennem Overfladekondensatoren af *Cirkulationspumpen.*

Ved Dampens Fortætning maa det koldere Legeme optage Fordampningsvarmen; den bundne Varme bliver altsaa fri, eller med andre

Ord: *den Varmemængde, som afgives af Dampen under Fortætningen, er lig den Varme, som medgik til Dampens Dannelse.* Ledes saaledes Damp ind i koldt Vand, fortættes Dampen, og Vandet opvarmes. Er Vandets Varmegrad oprindelig 0° og Dampens 100°, vil 1 Pund Damp ved sin Fortætning kunne opvarme 5,37 Pund Vand til Kogepunktet, thi Fordampningsvarmen er i dette Tilfælde 537 V. E.

86. Destillation (distillation). Indeholder en flygtig Vædske Stoffer, som ere opløste i den, kunne de skilles fra Vædsken ved at opvarme denne og fortætte de derved dannede Dampe.

I *Destillationsapparater* (distilling apparatus) dannes destilleret Vand ved Fordampning af Søvand; dettes faste Bestanddele blive tilbage i Apparatet. Det destillerede Vand maa tilføres Luft og føres gjennem et Filter, inden det er drikkeligt (§ 307).

87. Leidenfrost's Forsøg. Lader man nogle Vanddraaber falde paa en stærkt ophedet Metalskaal, vil Vandet ikke strax koge. Det vil holde sin Draabeform og fordampe langsomt fra Overfladen.

Aarsagen til, at Vanddraaberne ikke strax bryde ud i Damp, er, at den mellem Draaberne og Skaalen udviklede Damp holder Draaberne fra at komme i direkte Berøring med Skaalen. Dampene bære Draaberne, hvorfor disse løbe urolig omkring paa Skaalen, og da Dampene lede Varmen slet, tilføres der fra Skaalen ikke mere Varme til Draaberne, end der medgaar til Overfladefordampningen.

Afkøles Skaalen, vil Overfladefordampningen efterhaanden blive mindre, og ved en vis Varmegrad brede Draaberne sig ud og ville paa en Gang fordampe med Voldsomhed.

Leidenfrost's Forsøg giver Forklaring paa den Omstændighed, at man en kort Tid uskadt kan berøre glødende Jærn eller smeltet Bly, idet de ved Hudens Fugtighed dannede Dampe holde Haanden fra at komme i direkte Berøring med Jærnet eller Blyet.

88. **Varmekilder** (source of heat). *Mekanisk Virksomhed.* Ved Gnidning, Slag, Stød eller Sammentrykning frembringes Varme. Saaledes udvikles der ved Tændstikkens Gnidning mod Æskens Strygeflade saa megen Varme, at Tændmassens *Antændelsespunkt* (ignition point) naas, og det let fængelige Træ bryder ud i Flamme. Ved en forøget Gnidning kunne Pander i en Maskine »løbe varme«, idet den ved Gnidningen udviklede Varme hæver Pandemetallets Varmegrad. Vindmøllers Axler kunne blive saa varme, at de gaa i Brand. Hamrer man paa Jærn, bliver dette varmt, idet Hammerens Bevægelsesenergi omsættes til Varme (§ 23).

Kemisk Virksomhed. Føres to Stoffer, som indgaa en kemisk Forbindelse, sammen, udvikles der Varme, f. Ex. ved Læskning af Kalk. Ved Forbrændingen af Kul gaar dettes Kulstof og Brint i Forbindelse

med Luftens Ilt under Udvikling af Lys og Varme. Denne Varmekilde benyttes i Skibsmaskiner og omtales derfor nøjere senere hen (§ 95).

Henligge Stoffer som Hø, Bomuldsaffald, Kulstøv o. l. i sammenpakket Tilstand udsatte for Fugtighed og Luft, iltes de langsomt; den herved udviklede Varme fremmer Iltningen og kan blive saa betydelig, at der opstaar *Selvantændelse* (§ 314).

Dyrisk Varme skyldes en kemisk Virksomhed i Legemet. Fødens Hovedbestanddele: Kulstof og Brint tilføres der Ilt ved Indaandingen. Herved udvikles Varme, som holder Legemets Varmegrad oppe. Ved Iltningen bliver Legemet tillige i Stand til at udrette Arbejder. De ved Iltningen dannede Forbrændingsprodukter: Kulsyre og Vanddamp fjernes ved Udaandingen.

Solvarmen er Hovedkilden for den Varme, Jorden modtager. Al Arbejdsværdi har sin Oprindelse fra Solvarmen. Da Kul og andet Brændsel af organisk Oprindelse er dannet af Træer og Planter, hvis Vækst skyldes Solens Straaler, hente alle Maskiner, som opnaa Drivkraft ved Forbrændingen af disse Stoffer, deres Arbejdsevne fra Solen.

De ved Solens Opvarmning af Luftlagene opstaaende Vinde drive Sejlskibene frem gjennem Vandet eller dreje Møllevingerne rundt. Det ved Solens Varme fordampede Vand holder Vandløbene vedlige. saa at Vandmøllerne kunne udrette Arbejde o. s. v.

89. **Varme og Arbejde.** Der er ovenfor anført nogle Exempler paa, at Arbejde kan forvandles til Varme. Det til Overvindelse af Gnidningsmodstanden i en Maskine medgaaede Arbejde, siger man, gaar tabt, fordi det ikke kommer til Nytte ved Udrettelsen af det Arbejde, Maskinen er bestemt for; men det forsvinder ikke, det kommer til Syne under en anden Form, idet det omsættes til Varme. Forsøg have godtgjort, at den paa denne Maade udviklede Varmemængde staar i ligefremt Forhold til det ved Gnidningen tabte Arbejde.

Omvendt kan Varme forvandles til Arbejde. I Dampmaskinens Cylindre f. Ex. udretter Dampen Arbejde ved at drive Stemplet op og ned og overvinde den Modstand, Stemplet møder mod Bevægelsen. Man har ved Forsøg kunnet paavise, at der i Cylinderen er medgaaet Varme hertil, og Varmemængden har netop svaret til det af Dampen udrettede Arbejde.

Forsøg have godtgjort, at *Varme og Arbejde ere ensartede Størrelser.* En *Varmeenheds Arbejdsværdi er 1392 Pundfod*, i det metriske System 424 Kgm. Er f. Ex. det ved Gnidning i en Maskine tabte Arbejde i en given Tid 139200 Pundfod, vil den ved Gnidningen udviklede Varmemængde i samme Tid være 100 V. E. Er det i en Maskines Cylindre

udrettede Arbejde 100 Hestekræfter, vil den Varmemængde, som svarer til Udrettelsen af dette Arbejde, være:

$$\frac{100 \cdot 33000}{1392} = 2371 \text{ V. E. i } 1^{m}.$$

Mekanisk Arbejde kan ogsaa omsættes til Elektricitet og denne atter til Varme, men i alle Tilfælde forbliver den samlede Energi uforandret og kan ikke gaa til Grunde.

Dampmaskinen.

90. Til en Dampmaskine hører:

en eller flere *Kjedler*, hvor Dampen dannes ved Varmen, som udvikles under Brændselets Forbrænding, og

en *Maskine*, hvor Dampen udretter Arbejde ved Hjælp af Maskinens Mekanisme.

Kjedlen (boiler) bestaar i Hovedsagen af:

et *Ildrum* (fire space), hvor den til Vandets Fordampning fornødne Varmemængde udvikles,

et *Vandrum* (water space), som omgiver Ildrummet og er fyldt med Vand,

et *Damprum* (steam space), som ligger over Vandrummet, og hvori den dannede Damp opsamles.

Ildrummet er omgivet af *Inderskallen* (inner shell); paa dennes ene Side foregaar Kullenes Forbrænding, medens den anden Side er i Berøring med Vandet, der skal omdannes til Damp. Den Overflade af Inderskallen, hvorigjennem Varmen overføres til Vandet, kaldes *Hedefladen* (heating surface).

Ildrummet bestaar af *Ildstedet* (fire box), hvor Brændselet hviler paa *Risten* (grate), og hvor dets egentlige Forbrænding foregaar, *Forbrændingskamret* (combustion chamber), hvor de fra Brændselet afgivne *Gasarter* (gases) yderligere blandes med Luft og forbrænde, samt *Kjedelrørene* (boiler tube), hvor Gasarternes Varme afgives til Vandet, som omgiver Rørene. Fra disse strømme de ved Forbrændingen dannede Forbindelser tillige med de ikke brændte Gasarter, hvilke under eet benævnes Forbrændingsprodukterne (product of combustion) eller *Røgen* (smoke), gjennem *Røgkamret* (smoke box) og *Optrækket* (uptake) til *Skorstenen* (funnel). Kjedlerne ere opstillede i *Kjedelrummet* (boiler-room); den Del af dette Rum, hvor Fyringen og Kjedlernes øvrige Pasning foregaar, kaldes *Fyrpladsen* (stokehold).

Den til Brændselets Forbrænding nødvendige Luftmængde tilføres Ildstedet ved *Trækken* (draught).

Man benytter hyppigst fast Brændsel i Skibe; flydende Brændsel anvendes endnu kun undtagelsesvis.

91. **Brændsel.** *Fast Brændsel* (solid fuel) er ligesom de øvrige Brændselsmaterialier af organisk Oprindelse. De indeholde alle Kulstof, Ilt og Brint foruden Vand og Svovl samt forskjellige uforbrændelige uorganiske Stoffer, der danne Asken og Slaggen. Kulstof er et fast Grundstof, der desuden forekommer i Naturen som *Grafit* (graphite eller plumbago) og *Diamant* (diamond). Ilt og Brint findes kun i ringe Mængde i Kul; da der ved Brintens Forbrænding udvikles en betydelig Varmemængde, spiller dens Nærværelse i Kul desuagtet en Rolle. Kun Kulstoffet og Brinten i Brændselet kommer til Nytte ved Forbrændingen. Hovedbestanddelene i *Asken* (ashes) ere de uforbrændelige Dele, som falde gjennem Risten. De uforbrændelige Dele, som smelte sammen paa Risten, danne *Slaggen* (slag) eller Klinkerne (clinker); de bestaa af Ler, Sand, Skifer o. s. v.

Af fast Brændsel benyttes Brænde, Tørv og Kul. Der er tre Hovedarter af Kul: Brunkul, fede Kul og magre Kul. *Fede* (bituminous) Kul indeholde en stor Mængde faste begagtige Forbindelser af Kul og Brint, som, naar Kullene opvarmes, først blive bløde og derefter forlade Kullene som luftformige Kulbrinter, Gasarter. *Magre* Kul indeholde faa eller ingen begagtige Bestanddele.

Den gradvise Omdannelse af Træmasse til Tørv, Kul og Grafit, der kan betragtes som rent Kulstof, vil fremgaa af følgende Tabel:

	Kulstof	Brint	Ilt
Træ	50 %	6 %	44 %
Tørv	60 »	6 »	34 »
Brunkul	67 »	5 »	28 »
Fede Kul	80 »	5 »	15 »
Middelmagre Kul	91 »	5 »	4 »
Udpræget magre Kul.	95 »	3 »	2 »
Grafit	100 »	0 »	0 »

Brænde (wood). Dettes Værdi som Brændsel afhænger af den Fugtighedsmængde og Askemængde, det indeholder. Da dets *Varmeevne* (heating power) er lav og dets Pris høj, benyttes det kun til at skaffe Ild i Kullene, hvortil det paa Grund af sit lave Antændelsespunkt særlig egner sig.

Tørv (peat) bestaar af Plantedele, som oftest fra Mosarter, Hede-

og Sumpplanter, der, udsatte for Fugtighed og Tryk, i Tidens Løb ere blevne omdannede til en sortbrun Masse, hvis Værdi som Brændsel er omtrent det halve af Kuls.

Brunkul (lignite). Kul skyldes den Vegetation, som for Aartusinder tilbage dækkede Landene. Den er i Tidens Løb bleven dækket af Ler og Sandlag, som ved sit Tryk har hindret de udviklede brændbare Gasarter, *Grubegas* (§ 319), i at undslippe og har givet Kullene den kompakte Form, hvorunder vi finde dem i *Kulminerne* (coal pit.)

Brunkul ere fattige paa Kulstof, besidde ringe Værdi som Brændsel og benyttes derfor kun sjældent.

Fede og magre Kul samt Kulsorter mellem disse benyttes næsten udelukkende som Brændsel i Skibe. Som Exempler paa disse skal nævnes følgende Kulsorter:

92. Newcastle Kul (North country coal) ere fede Kul. De have et mat, sort Udseende, et kløvet Brud og brænde med en stærkt lysende, sodende Flamme. Da Forbrændingen sjældent er fuldkommen under Gasarternes Uddrivning, udsende disse Kul en tæt, sort Røg og samle megen *Sod* (soot). Ere Kullene udpræget fede, *bage de sammen* (cake) paa Risten.

Yorkshire-Kul ligne Newcastle Kul, men ere haardere, vanskeligere at sønderslaa og taale derfor hyppige Omladninger bedre end andre Kulsorter. Deres og *skotske Kuls* (scotch coal) Varmeevne er ikke saa stor som magre Kuls.

Newcastle-Kullagene findes Nord for Tyne i Northumberland. Naar Kullene komme op af Gruben, *harpes* de (screen). Sten, og de mindre gode Kul, d. v. s. de, som danne Ydersiden af Lagene, skilles ud, og Smuldet kjøres til Formkulfabrikkerne (se nedenfor) eller benyttes til Brændsel i Grubeværkets Kjedler.

Wales-Kul (Welsh coal) ere magre Kul; de have et glinsende Udseende, et knudret Brud, give kun lidt Røg, besidde en betydelig Varmeevne, brænde med en svagt lysende Flamme og give, naar de knuses, et glinsende Støv. De ere tungere og stuve derfor i et givet Rum bedre end fede Kul.

Wales-Kul, der i Reglen harpes to Gange, sidste Gang ved Udskibningsstedet, komme fra Wales. *Nixon's Navigation* regnes for at være den bedste Sort. Wales-Kul ere fortrinlige til Skibsbrug; de bruges i Reglen i Orlogsskibe. Imod disse Kul kan indvendes, at de have et højt Antændelsespunkt, fordre en stærk Træk, ere dyre, falde let i Støv ved Omladning og støve meget paa Fyrpladsen.

Anthracit-Kul ere udpræget magre Kul. De bestaa næsten udelukkende af Kulstof, besidde en stor Varmeevne og ere skøre, have et højt

Antændelsespunkt, brænde uden Flamme, fordre en stærk Træk og Paapasselighed ved Fyringen. De findes bl. A. i England og Amerika.

Formkul (patent fuel) eller Patentkul er en Blanding af Kulsmuld og et sammenbindende Stof saasom Kultjære. Blandingen underkastes et stort Tryk, hvorved Kullene opnaa en betydelig Sammenhængskraft, saa at de bedre kunne taale Omladning end almindelige Kul. Ved at give dem en regelmæssig Form opnaas den Fordel, at de stuve godt. De kunne forfærdiges af alle Kularter, saa at man kan give dem de Egenskaber, som bedst egne sig for Kjedeltypen og det Farvand, Skibet skal besejle. Ved at vadske Kulstykkerne forinden Sammenpresningen kan Askemængden formindskes.

93. Flydende Brændsel (liquid fuel) er dels det under Navnet *Kreosotolie* paa Gasværkerne indvundne Biprodukt eller den af skiferagtige Kul (shale) fremstillede *Skiferolie*, dels den flydende Kulbrintforbindelse, som bliver tilbage, naar den raa *Stenolie*, som kommer fra Petroleumskilderne i Nordamerika og Bakudistriktet, er bleven destilleret. Stenolien flyder ud af Jorden enten dreven op ved den indre Spænding af Vand og Damp eller pumpet op gjennem borede Huller. Den renses og underkastes en Destillation, hvorved de mere flygtige Olier skilles fra de mindre flygtige, og forskjellige Stoffer indvindes.

Stenoliens høje Varmeevne skyldes nærmest dens store Brintmængde, dens ensartede Sammensætning, dens jævne Tilførsel til Ildstedet og en mere fuldkommen Forbrænding. Olien indføres gjennem et Straaleapparat, idet en Luft- eller Dampstraale river Olien med sig og fordeler den, godt blandet med Luft, i Ildstedet. Røgen er svag og gjennemsigtig. I samme Stuverum og med samme Vægt kan indskibes Brændselsmateriale for længere Tid, end det er Tilfældet med Kul. Stenolien kan stuves i vanskelig tilgængelige Rum, som *Ballasttanke* o. l. Indskibningen foregaar hurtig, let og paa en renlig Maade. Antallet af Fyrfolk kan formindskes, Dampudviklingen let afpasses o. s. v.

Imod Stenoliens Anvendelse som Brændsel taler dens Brandfarlighed, dens noget højere Pris og sjældnere Forekomst.

Gasbrændsel (gaseous fuel) benyttes hyppig paa Landjorden; sædvanlig anvendes Kulgas.

94. **Fordringerne**, som bør stilles til Kul til Skibsbrug, ere følgende: Kullene bør besidde en høj Varmeevne, have et lavt Antændelsespunkt, forbrænde hurtig, ikke indeholde Urenheder eller sprængbare Gasarter, ikke være tilbøjelige til Selvantændelse, have en stor Sammenhængskraft og Vægtfylde samt kunne anskaffes i Søstæderne.

Forskjellige Brændselsmaterialiers Varmeevne anføres i § 101.

Et højt Antændelsespunkt vanskeliggjør Forbrændingen (§ 96).

Kullene bør kunne forbrænde hurtig, bl. a. for at Ildstedet efter *Opfyringen* hurtig kan naa sin fulde Nyttevirkning.

De ovenfor anførte Fordringer tilfredsstilles bedst ved at benytte en Blanding af en fed og en mager Kulsort, f. Ex. Newcastle- og Wales-Kul. Ved en let bagende Kulsort undgaas for en stor Del Tabet ved nedfaldende Kulstykker gjennem Risten.

Kullene bør ikke indeholde Urenheder; særlig skadelig er Nærværelsen af Svovl, da dette Stof hurtig kan ødelægge *Ristestængerne* og Kjedelpladerne. Svovl forbinder sig nemlig med Ilt til Dannelse af Svovlsyrling, som angriber Jærnet og gjør dette let smelteligt. Man kan af Askens Udseende dømme, om Kullene indeholde Svovl, da det dannede Svovljærn giver Asken et rødligt Skær.

Svovl fremmer Selvantændelse (§ 316).

Friskbrudte Kul indeholde Grubegas, som efterhaanden undviger. Man bør derfor ikke fylde Kul, som nylig ere brudte (§ 320). Paa den anden Side bør gamle Kul undgaas, fordi Kul tabe i Varmeevne, og fordi de forvitre, naar de i længere Tid udsættes for Luftens og Vejrligets Indvirkning. Fugtige Kul og Smaakul besidde en ringe Varmeevne og ere tilbøjelige til Selvantændelse (§ 317).

Kulstykkerne bør i sig selv besidde saa stor en Sammenhængskraft, at de ikke under Omladning, Kulfyldning eller ved at tages frem til Brug brydes i Smaastykker og Støv.

Stenkuls Vægtfylde er i Gjennemsnit 1,3, Stenoliens 0,9. Vægtfylden bør være saa stor som muligt, for at Brændselet kan optage den mindst mulige Plads. I nedenstaaende Tabel er anført nogle omtrentlige Værdier:

	Vægt i Pund af en massiv Kubikfod.	Vægt i Pund af en Kubikfod i Kulkasserne.	Rumindhold i Kubikfod, som 1 Ton indtager.
Newcastle-Kul.....	78	49	46
Wales-Kul.....	80	53	42
Formkul.....	83	70	32
Stenolie.....	56	56	40

Man kan i Gjennemsnit regne, at 1 Tønde (paa $5^1/_2$ Kubikfod dansk) Kul vejer 290 Pund dansk.

Størrelsen af de enkelte Kulstykker, naar disse ere omtrent lige

store, har ikke megen Indflydelse paa Vægten af den Kulmængde, som et givet Rumindhold kan indtage; derimod vil en Kulsort, hvis Kulstykker ere af forskjellig Størrelse, stuve bedst.

Newcastle-Kul, skotske Kul og lignende Kulsorter kunne i Reglen faas i Søstæderne, da de næsten udelukkende benyttes i Handelsskibe. Wales-Kul faas uden for England som oftest kun i Havne, der hyppig søges af Orlogsskibe.

De almindelige Kjendetegn paa gode Kul ere, at de ikke smuldre let, ere haarde og faste, frembyde et sort, blankt Udseende, ved Ituslagning give et glinsende Støv, ere røgfri og svovlfri.

Daarlige Kul kjendes paa, at de have et brunt eller graat Udseende og et skiferagtigt Brud, ved Ituslagning give et jordagtigt Støv og under Forbrændingen megen Aske og Slagge.

95. **Forbrænding.** Under Forbrændingen gaar Kullenes Hovedbestanddel, Kulstoffet, i Forbindelse med Luftens Ilt under Udvikling af Varme, og der dannes Kulsyre, dersom Forbrændingen er fuldstændig, i modsat Fald Kulilte. Brinten forbinder sig med Luftens Ilt ligeledes under Udvikling af Varme, og der dannes Vanddamp.

Forbrændingen foregaar i Kjedlens Ildsted, hvor Kullene hvile paa Risten. Luften tilføres Kullene gjennem *Askegraven* og Ristestængernes Mellemrum.

Tænker man sig Risten dækket af et Lag glødende Kul, og der paafyres friske Kul, blive disse opvarmede og Kullenes *flygtige Bestanddele* (volatile ingredients) uddrevne; disse bestaa af Kulbrintforbindelser, Tjærearter og Vanddampe. En tyk, gullig Røg stiger op fra Kullaget, men er Varmegraden lig eller højere end Gasarternes Antændelsespunkt, og er den fornødne Luftmængde til Stede, vil Røgen strax bryde ud i Flamme under Udvikling af Lys og Varme.

Flammens (flame) lysende Evne skyldes de fine, glødende Kuldele, som udskilles af Gasarterne; jo flere Gasarter Kullene indeholde, des kraftigere er Flammen; fede Kul ere derfor stærkt flammende.

Da Kulbrinterne forekomme i fast Form i Kullene, medgaar der en betydelig Varme til at gjøre dem luftformige. Under Gasarternes Uddrivning falder derfor Ildstedets Varmegrad. Heri maa søges Aarsagen til magre Kuls Overlegenhed i Varmeevne, sammenlignet med fede Kuls.

Gasarternes Blanding med Luft og deres Forbrænding foregaar dels i Ildstedet, dels i Forbrændingskamret. Deres Brint vil først, sammen med Luftens Ilt, forbrænde til Vanddamp, og dernæst vil det udskilte Kulstof forbrænde, dersom Varmegraden er over dettes Antændelsespunkt. Er den fornødne Luftmængde ikke til Stede, vil Kulstoffet forbrænde til Kulilte, hvad der er forbundet med et stort Varmetab; er Lufttilførselen derimod tilstrækkelig, forbrænder Kulstoffet til Kulsyre.

Er Varmegraden under Kulstoffets Antændelsespunkt, eller er Lufttilførselen saa voldsom, at den ved sin Afkøling hæmmer Forbrændingen, vil Kulstoffet udskilles som fint Kulstøv, der uforbrændt stiger til Vejrs og gaar bort gjennem Skorstenen som en mørk Røg.

Røgen bestaar af Kvælstof, Ilt, Kulsyre, Vanddamp og ved fuldstændig Forbrænding: Kulilte og Kulstøv. Er Trækken kraftig, medrives ofte Aske og smaa Kulstykker. Røgens Synlighed skyldes det i Form af Kulstøv udskilte, ikke brændte Kulstof; selve Luftarterne i Røgen ere usynlige. Hver Gang friske Kul fyres paa Risten, vil man se en mere eller mindre stærk Røg stige op af Skorstenen. Dette skyldes en paa dette Tidspunkt ufuldstændig Forbrænding. Dels falder Varmegraden under Uddrivningen af Gasarterne og Kullenes Fugtighed, saa at den bliver lavere end Gasarternes Antændelsespunkt, dels kan der ikke gjennem det tykke Kullag tilføres den fornødne Luftmængde til Forbrændingen.

Naar Gasarterne ere uddrevne, vil Kulstoffet i det paa Risten tilbageværende glødende Kullag, som nu nærmest er *Kokes* (coke) og bestaar af Kulstof samt Kullenes uforbrændelige Dele: Asken og Slaggen, først forbrænde til Kulsyre. Ved at stige op mellem Kulstykkerne optager Kulsyren mere Kulstof, og der dannes Kulilte. Er der nu tilstrækkelig Ilt til Stede over Kullaget, vil Kulilten forbrænde til Kulsyre med en lav, violet Flamme under Udvikling af en betydelig Varme. Er Forbrændingen derimod ufuldstændig, hvad dog paa dette Tidspunkt af Kullenes Forbrænding i Reglen ikke er Tilfældet, vil Kulilten gaa ubrændt bort, og en betydelig Del af Kullets Varmeevne gaar tabt.

Den Varme, Forbrændingsprodukterne besidde i Skorstenen, kaldes *Spildevarmen* (waste heat). Den gaar i Reglen tabt (§ 102).

96. Naturlig Træk (natural draught). Da der til Udviklingen af en given Maskinkraft fordres udviklet i Kjedlen en bestemt Dampmængde, til Udviklingen af en given Dampmængde en bestemt Kulmængde brændt i Ildstedet (§ 101) og endelig til Forbrændingen af en given Kulmængde en bestemt Luftmængde tilført gjennem Risten (§ 101), spiller Trækken en væsentlig Rolle ved et Skibs Fremdrivning.

Luftarterne i Skorstenen ere varmere og lettere end Luften uden for denne; de ville derfor stige til Vejrs, og ved den saaledes tilvejebragte Sugning vil kold Luft strømme ind gjennem Risten. Luftens Ilt gaar i Forbindelse med Kullene, og de varme Forbrændingsprodukter ville sammen med det opvarmede Kvælstof strømme gjennem Kjedel, Optræk og Skorsten ud i den frie Luft.

Trækkens Styrke afhænger af Forskjellen mellem Vægten af to Luftsøjler, hvis Højder er Skorstenstoppens Højde over Risten, og hvis Vægtfylder ere for den ene den atmosfæriske Lufts og for den anden Luftarternes inden i Skorstenen.

Indtil en vis Grænse vil Trækken være des kraftigere, jo større Skorstenshøjden og jo højere Varmegraden i Skorstenen er; med den stigende Varmegrad bliver Forbrændingsprodukternes Rumfang større, men deres Vægtfylde mindre og Tabet ved Spildevarmen større. Man kan bevise, at den bedste Træk opnaas, naar Varmegraden i Skorstenen er omkr. 320°, hvad der omtrent svarer til Smeltepunktet af Bly.

Skal Fyringen forceres, bør Trækken i tilsvarende Grad forøges. Vindfanget paa Luftrørene, som tilføre Luft til Fyrpladsen (§ 124), holdes vendte mod Vinden. Lufttilførselen kan yderligere forøges ved *Kulsejl* til Fyrpladsen. Gnidningsmodstanden mod Luftarternes Passage gjennem Kjedel og Skorsten bør formindskes saa meget som muligt; Askegrav, Kjedelrør og Skorsten bør derfor være rensede for Aske og Sod, Risten for Slagge. I varmt Vejr trækker Skorstenen ikke saa godt som i koldt.

Dersom Fyringen forceres ud over, hvad Trækken kan taale, vil denne svækkes, og dens Styrke derfor endnu mindre svare til, hvad der er nødvendigt for Forbrændingen.

97. Kunstig Træk (artificial draught). *Ved kunstig Træk forstaas Tilførsel af Luft til Ildstedet ved Hjælp af mekaniske Apparater.*

Fordelene ved kunstig fremfor naturlig Træk ere følgende: Trækken er uafhængig af Vind og Vejr, og Lufttilførselen kan afpasses efter den Kulmængde, som i en given Tid skal brændes paa Risten. Trækken er ikke afhængig af Skorstenshøjden og af en Forskjel mellem Luftarternes Varmegrad i Skorstenen og den udvendige Lufts. Skorstenen skal kun bringe Røgen fri af Dækket, og der er Intet til Hinder for at fratage Forbrændingsprodukterne hele den Varmemængde, de besidde, inden de naa ind i Skorstenen. Tabet ved Spildevarmen kan saaledes blive mindre. Forsøg have vist, at der ved kunstig Træk behøves en mindre Luftmængde til Kullenes Forbrænding, end naar man gaar med naturlig Træk. Lufttilførselen er jævnere og ligeligere; Luften trykkes ind mellem Kulstykkerne og blandes derved bedre med Gasarterne. Da Kullaget paa Risten kan holdes tykkere, og Luftoverskuddet er mindre, bliver Ildstedets Varmegrad højere og Varmeledningen til Vandet i Kjedlen hurtigere. Der kan derfor ved Brugen af kunstig Træk, naar den holdes inden for visse Grænser, opnaas en mere økonomisk Forbrænding, end hvor man kun har naturlig Træk. Fyringen lettes ved at holde tykke Fyr o. s. v.

98. Økonomisk Træk (assisted draught). Dels for at opnaa de nævnte Fordele i Retning af mere økonomisk Forbrænding, dels for at kunne benytte billige Kulsorter har man i de senere Aar begyndt at indføre kunstig Træk *med ringe Lufttryk* (se nedenfor) i Handelsskibe; det har vist sig, at man med godt Resultat i økonomisk Retning har

kunnet brænde Støv og Smaakul, saasom Affald fra Harpningen. Da hvert enkelt lille Kulstykke har den samme Sammensætning som større harpede Kul, kan Kulaffald brændes lige saa fuldkomment som større Kulstykker, naar blot Kjedlen er indrettet til det.

I Reglen føres Luften til Ildstedet efter det System, som benævnes *lukkede Askegrave* (closed ashpits), d. v. s. Luften trykkes af en Centrifugalblæser, som bestaar af en af en lille Maskine, *Blæsemaskine* (fan engine), dreven Vifte, gjennem en Ledning ind i Askegraven, saa at Luften kun kan undslippe gjennem Ristestængernes Mellemrum. Luftmængden afpasses efter den Kulmængde, som skal forbrændes, ved at regulere Blæserens Omdrejningshastighed. I Reglen opvarmes Luften af Forbrændingsprodukternes Spildevarme paa Vejen til Askegraven i en *Forvarmer* (heater). Herved spares den Varme, som ellers behøvedes i Ildstedet til Luftens Opvarmning, og en Del af Spildevarmen kommer til Nytte.

Da Luften skal trykkes ind gjennem Kullene og paa anden Maade møder Modstand paa sin Vej gjennem Kjedlen, maa dens Tryk, *Lufttrykket* (air pressure), være større end den udvendige Lufts. Naar Forholdene forøvrigt ere ens, vil den tilførte Luftmængde voxe med Lufttrykket.

Lufttrykket angives i Tommer Vandtryk, hvorved forstaas Højden af den Vandsøjle, Lufttrykket kan bære. Det maales paa *Lufttrykmaaleren* (air pressure gauge), som bestaar af to forneden forbundne Rør, det ene af Glas, det andet af Messing (Fig. X, 28). Glasrørets øverste Ende er aaben, medens Messingrørets øverste Ende gjennem et lille Rør er i Forbindelse med det Rum eller den Ledning, hvor Lufttrykket skal maales. Bægge Rør ere fyldte med Vand til Nulpunktet paa en Skala, der er graveret paa Messingrøret. Sættes Maaleren i Forbindelse med Rummet, saa at Lufttrykket forplantes gjennem det lille Rør til Vandoverfladen i Messingrøret, vil Vandhøjden i Glasrøret stige i Forhold til Lufttrykkets Størrelse. Afstanden mellem Mærkerne paa Skalaen og Rørenes Tværsnit maa afpasses saaledes, at der for en Stigning af Vandsøjlen fra et Mærke til det næste svarer en Højdeforskjel mellem bægge Søjler paa 1". Til et Lufttryk paa 1" svarer et Tryk af omtrent 5,2 Pund paa □". I Handelsskibe med kunstig Træk er Lufttrykket sjældent større end $^1/_2$".

99. Hjælpetræk. Kunstig Træk med ringe Lufttryk benyttes ogsaa for at opnaa en kraftigere Træk og derved forøge den Kulmængde, som kan forbrændes paa Risten i en given Tid.

Inden i Skorstenen findes et *Blæserør* (blast pipe), hvorigjennem Damp fra Kjedlen kan strømme ud, rivende de omgivende Luftarter med sig, saa at Luften med større Hastighed strømmer til Ildstedet.

Med Blæserør, der ogsaa kan benyttes under Dampopsætningen, kan opnaas en Kraftforøgelse paa 10 til 15 %, men Dampforbruget gjennem Blæserøret er betydeligt, og en tilsvarende Mængde fersk Vand spildes. Man kan regne, at der til naturlig Træk svarer højst $^1/_4$" Lufttryk, og at man med $^1/_2$" Lufttryk opnaar samme Dampudvikling som med Blæserør i Skorstenen.

I Paketdampere findes ofte *Ventilationsmaskiner* (§ 306), som blæse Luft ind paa Fyrpladsen, hvorved Trækken forøges.

I *Højtryksmaskiner* (§ 106) opnaas en kraftig Træk, naar man lader Maskinens Spildedamp strømme ud i Skorstenen, hvor den vil virke til Trækforøgelse paa samme Maade som Blæserøret (Lokomotiver og smaa Bugserbaade). Jo hurtigere Maskinen gaar, des mere Spildedamp vil der strømme ud i Skorstenen, og des kraftigere bliver Trækken.

100. Kunstig Træk med højt Lufttryk eller *forceret Træk* (forced draught) findes i nyere Orlogsskibe og i mange hurtiggaaende Paketdampere. Da det i disse Skibe er af Betydning at kunne opnaa en større Kraftudvikling af Maskinen end den, som kan faas med naturlig Træk alene, forsynes Skibene med Apparater, hvorved Trækken kan forøges betydelig, og en tilsvarende hurtigere Forbrænding opnaas for en kortere Tid.

Forceret Træk indrettes efter et af følgende Systemer:

I Skorstenen findes en omdrejende Vifte, som suger Forbrændingsprodukterne igjennem den med stor Hastighed.

En Centrifugalblæser trykker Luften igjennem en Ledning ind i Askegraven, altsaa samme System som »lukkede Askegrave«.

En Centrifugalblæser trykker Luften ind i Kjedelrummet, hvis Aabninger lukkes lufttæt, saa at Luften kun kan undvige gjennem Askegraven. Dette System, som er det almindeligst benyttede i Orlogsskibe, kaldes *lukkede Fyrpladser* (closed stokehold).

Med forceret Træk er Lufttrykket i Reglen 1" til 2", men kan i Torpedobaade naa op til 6" Forbrændingen er i Reglen uøkonomisk paa Grund af den store Hastighed, hvormed Luften og Gasarterne trykkes gjennem Ildrummet.

101. Den udviklede Varmemængde. Da Grundstofferne indgaa i kemisk Forbindelse efter bestemte Vægtforhold, kan man vise, at den Luftmængde, som theoretisk er nødvendig til Forbrændingen af 1 Pund Kul, er omtrent 12 Pund. Dette forudsætter imidlertid, at Forbrændingen og Lufttilførselen foregaar under saa gunstige Forhold, at intet af den tilførte Ilt gaar tabt. I Praxis har det vist sig nødvendigt til hvert Pund Kul at tilføre 14 til 18 Pund Luft, naar man gaar med kunstig Træk, og 20 til 30 Pund Luft, naar man gaar med naturlig Træk.

Ved et Stofs Brændværdi (calorific value) *forstaas den Varme-*

mængde, som udvikles ved en fuldstændig Forbrænding af et Pund af Stoffet. Man har ved Forsøg fundet, at der ved Forbrændingen af:

1 Pund Kulstof til Kulilte udvikles... 2470 V. E.
1 — — - Kulsyre udvikles.. 8080 —
1 — Brint - Vanddamp udvikles 29000 —

Bestaar 1 Pund Kul af C Pund Kulstof og H Pund Brint, vil Kullets Brændværdi Q være:

$$Q = 8080\,C + 29000\,H$$
$$= 8080\,(C + 3{,}6\,H) \quad \ldots\ldots (29)$$

Exempel: Indeholder en Kulsort (Anthracit) 0,903 Pund Kulstof og 0,047 Pund Brint, er dens Brændværdi altsaa:

$$Q = 8080\,(0{,}903 + 3{,}6 \cdot 0{,}047)$$
$$= 8663 \text{ V. E.}$$

Brændværdien kan for nedennævnte Stoffer sættes til:

Brænde.....	3000 V. E.
Tørv	3600 —
Brunkul	4700 —
Newcastle-Kul.....	7800 —
Wales-Kul	8400 —
Stenolie	12000 —

Til at fordampe 1 Pund Vand fra og ved 100° fordres 537 V. E. Divideres dette Tal ind i Kullets Brændværdi, faas det Antal Pund Vand, som 1 Pund Kul af den givne Sammensætning theoretisk kan fordampe fra og ved den nævnte Varmegrad. 1 Pund Kulstof vil altsaa theoretisk kunne fordampe $\frac{8080}{537}$ = omtr. 15 Pund Vand fra og ved 100°.

I Virkeligheden fordampe Kullene ikke saa meget Vand. Den i Ildstedet ved Kullenes Forbrænding udviklede Varmemængde medgaar ikke udelukkende til Kjedelvandets Fordampning (§ 102). *Den nyttige Varmemængde er den Varmemængde, som overføres til Kjedelvandet.* Denne Varmemængde kan med gode Kul sættes til 5500 V. E. og er altsaa betydelig mindre end Kuls Brændværdi. Man har:

$$\text{Ildstedets Virkningsgrad} = \frac{\text{Den nyttige Varmemængde}}{\text{Kullets Brændværdi}} \quad \ldots\ldots (30).$$

Dette Forhold ligger i Reglen mellem 0,5 og 0,8, eller Ildstedets Virkningsgrad er 50 til 80 %.

Den Vægt tør Damp af 100°, som 1 Pund Kul under gunstige Omstændigheder kan udvikle fra Vand af 100°, kaldes *Kullets Fordampningsevne* (evaporative pover). Man kan regne, at

1 Pund Newcastle-Kul kan fordampe $8\frac{1}{2}$ Pund Vand
1 — Wales — — — 9 — —
1 — Stenolie — — 14 — —

Exempel I: Hvor stor en Stillingsenergi besidder en Kulsort, hvis Brænd værdi er 7650 V. E.?

Svar: 7650 · 1392 = omtr. $10^2/_3$ Millioner Fodpund.

Exempel II: Den i Exempel I nævnte Kulsorts Fordampningsevne er 7,6 Pund. Hvad er den nyttige Varmemængde og Ildstedets Virkningsgrad?

Den nyttige Varmemængde = 7,6 · 537 = 4081 V. E.

$$\text{Virkningsgraden} = 100 \cdot \frac{4081}{7650} = 53\,\%$$

102. Varmetabene i Kjedlen er Forskjellen mellem Kullets Brændværdi og den nyttige Varmemængde. Disse Varmetab skyldes:

1) Varmen i Forbrændingsprodukterne, Spildevarmen. Dette Tab kan ikke undgaas, naar man gaar med naturlig Træk.
2) En ufuldstændig Forbrænding. Dette Tab kan ikke undgaas helt, men kan med god Fyring og godt konstruerede Kjedler formindskes betydelig.
3) Fugtighed i Kullene, idet den Varmemængde, som behøves til Fordampning af Vandet i Kullene, gaar tabt. Med tørre Kul er Tabet uvæsentligt.
4) Udstraaling fra Kjedlen. Dette Tab er uden Betydning, naar Kjedlen er beskyttet med slette Varmeledere.
5) Vaad Damp. Den Varmemængde, som det med Dampen medrevne Vand besidder, kommer ikke til Nytte.

Hvor store Tabene ere under almindelige Omstændigheder, vil fremgaa af følgende

Exempel: Forsøg med Damperen »Colchester« have givet det Resultat, at Tabene ved Spildevarmen var 2066 V. E., ved ufuldstændig Forbrænding 96 V. E., ved Fugtighed i Kullene 29 V. E. og alle øvrige Tab 612 V. E., alt pr. Pund Kul. Kullenes Brændværdi var 7378 V. E. Hvor stor var Ildstedets Virkningsgrad samt de anførte Tab i Procent af Brændværdien?

Trækkes Tabene fra Brændværdien, faas den nyttige Varmemængde. Denne bliver 7378 − 2803 = 4575 V. E.

Ildstedets Virkningsgrad	$= 100\frac{4575}{7378}$	= 62,0 %
Tabet ved Spildevarmen	$= 100\frac{2066}{7378}$	= 28,0 »
» » ufuldstændig Forbrænding	$= 100\frac{96}{7378}$	= 1,3 »
» » Fugtighed i Kullene	$= 100\frac{29}{7378}$	= 0,4 »
Øvrige Tab	$= 100\frac{612}{7378}$	= 8,3 »
		100,0 %

103. **Varmens Forplantning til Kjedelvandet.** Den ved Kullenes Forbrænding udviklede Varmemængde skal forplantes gjennem Hedefladen til Vandet i Kjedlen. Først skal Varmen optages af den Side af Inderskallen, som vender imod Ildrummet. Dette sker dels ved Udstraaling fra det glødende Kullag og de flammende Gasarter, dels ved Flam-

mens og de hede Gasarters Berøring med Inderskallen. Dernæst skal Varmen forplantes gjennem Pladerne til den Side, der vender mod Vandrummet, og endelig skal Varmen optages af Vandmassen, hvad der sker ved Vandets Berøring med Pladerne og Strømninger i Vandet.

Varmeoptagelsen i Pladerne staar til en vis Grad i ligefremt Forhold til Varmegraden i Ildstedet, Hedefladens Størrelse og den Tid, Udstraalingen og Berøringen varer, og er afhængig af Hedefladens Natur, Form og Beliggenhed.

Inderskallen bestaar i Reglen af flere Lag: inderst mod Vandet et mere eller mindre tykt Lag Kjedelsten, dernæst selve Pladen og yderst mod Varmekilden et mere eller mindre tykt Lag Sod. Varmeforplantningen foregaar umiddelbart fra det ene Lag til det andet uden Fald i Varmegraden mellem to mod hinanden vendende Flader. Gjennem de forskjellige Lag finder derimod et Fald i Varmegrad Sted, der, for samme Tykkelse, er større, jo slettere Lagets Varmeledningsevne er. Jærn og de øvrige Metaller ere gode Varmeledere; Varmen vil derfor forplantes gjennem dem uden noget væsentligt Fald i Varmegraden. Ere Pladerne tynde og ikke dækkede af slette Varmeledere, holde de omtrent Vandets Varmegrad. Ere de derimod tykke eller dækkede af Sod, Kjedelsten eller et Lag Fedtstoffer, blive de betydelig varmere. I værste Tilfælde kunne Pladerne blive brændte eller endog glødende, hvad der kan have alvorlige Følger og give Anledning til Kjedelsprængning (§ 215).

Ved Vandets Berøring mod Inderskallen, opvarmes det og stiger til Vejrs, afgivende Varme til det Vand, som det møder, medens koldt Vand søger nedefter. Under Dampopsætningen stiger Vandets Varmegrad jævnt: man holder Sikkerhedsventilerne aabne, for at den i Kjedlen værende atmosfæriske Luft kan blive uddreven. Naar Vandets Varmegrad er 100°, begynder Kogningen, idet de mættede Dampes Tryk nu svarer til Trykket paa Vandets Overflade.

Lukkes nu Sikkerhedsventilerne, ville de dannede Dampe opsamles i Damprummet, Trykket paa Vandoverfladen bliver større end 1 Atm., Kogningen standser, til Vandets Varmegrad svarer til det højere Tryk. Spændingen vil til sidst blive saa stor, at Sikkerhedsventilerne løftes, dersom man ikke forinden mindsker Fyringen eller leder Dampen til Maskinen.

104. Dampdannelsen under Maskinens Gang. Naar Maskinen er i Gang, og en regelmæssig Fordampning finder Sted, forbliver Kjedlens Varmegrad uforandret. Den tilførte Varmemængde medgaar kun til Dampdannelse og til at dække Varmetab. Under normale Forhold vil der udvikles saa stor en Dampmængde, som forbruges i Maskinen; mindre Variationer kunne dog ikke undgaas. Bruger Maskinen noget

mere Damp, end Kjedlerne yde, vil dette svare til Hævningen af det lange Barometerrør i det i § 78 omtalte Forsøg; Dampens Tryk vil strax falde lidt og svarer ikke til Vandets Varmegrad: Vandet er varmere og afgiver derfor en Del af sin Varme til Dampdannelse, saa at Rummet hurtig fyldes med Damp, hvis Tryk svarer til Vandets Varmegrad. Saavel Dampens Tryk som dens og Vandets Varmegrad bliver lidt lavere; men tilføres der noget mere Varme end før, vil Vandets og derefter Dampens Varmegrad snart bringes op til den oprindelige.

Det forekommer ofte i Praxis, at Varmeudviklingen i Kjedlen ikke er stor nok til at danne den Damp, Maskinen forbruger. Dampbeholdningen i Rummet aftager langsomt, og Dampens Tryk falder mere og mere, saa at der tilføres Maskinen Damp af gradevis aftagende Tryk. Er Trykket paa denne Maade faldet saa meget, at det formindskede Forbrug i Maskinen er kommet ned til den Dampmængde, som samtidig fordampes i Kjedlen, vil Damptrykket holde sig uforandret. Det er klart, at under saadanne Forhold bør man fyre stærkere, hvis Kjedlerne kunne og skulle yde mere Damp.

Er Dampdannelsen i Kjedlen saa betydelig eller Dampforbruget saa stort, at Vandet ikke hurtig nok kan komme til Side og lade Dampblærerne passere frit op gjennem Overfladen, bliver Vandet med større eller mindre Kraft slynget op i Damprummet; man siger da, at der er *Overkog* (priming) i Kjedlen. Ved Vandets voldsomme og opbrusende Bevægelse bliver noget af det ført med Dampen ind i Maskinen; Dampen bliver altsaa mere eller mindre vaad.

Standses Maskinen, eller bruger den mindre Damp, end der udvikles i Kjedlen, vil den tilførte Varmemængde foruden til Dampdannelsen medgaa til Hævning af Vandets Varmegrad, og Dampens Tryk stiger, dersom man ikke mindsker Fyringen.

105. **Dampens Arbejde i Maskinen.** Gjennem Rørledninger føres Dampen fra Kjedlens Damprum til Maskinens Cylindere. I Cylinderen kan et Stempel vandre damptæt op og ned; dets Bevægelse forplantes gjennem Maskinens Mekanisme til Fremdrivningsmidlet. Den til Cylinderens ene Ende tilførte Damp trykker normalt paa Cylinderens Endebund, paa dens cylindriske Vægge og paa Stemplet. Er dens Tryk paa Stemplet større end den Modstand, Stemplet yder mod Bevægelse, vil Stemplet bevæges i Cylinderen; mere Damp strømmer da til denne og fylder det Rum, Stemplet har gjennemløbet. Under jævn Gang af Maskinen og regelmæssig Fordampning i Kjedlen, vil Rumfanget af den udviklede Damp netop være lig det af Stemplet gjennemløbne Rumfang, dersom der ikke finder Dampfortætning Sted i Cylinderen (§ 107).

Er Stemplet paa denne Maade bevæget til Cylinderens anden

Ende, kan man lede Dampen bort til Atmosfæren eller Kondensatoren og derefter lade Stemplet begynde et nyt Slag ved at indføre Damp paa dets modsatte Side, medens den Damp, som arbejdede i det foregaaende Slag, strømmer bort under det nye Slag.

Da Dampmaskinen begyndte at blive almindelig indført, fandt man snart, at der kunde indvindes betydelige Fordele ved at drage Nytte af Dampens Udvidekraft og ikke lade den arbejde med sit fulde Tryk til Enden af Slaget. Dette skulle vi nu nærmere undersøge.

Strømmer Dampen ind i Cylinderen, og afskæres dens Forbindelse med Kjedlen, naar Stemplet har vandret et Stykke af Slaget, vil den indesluttede Damp ved sin Udvidekraft føre Stemplet til Enden af Slaget; man siger, at Dampen *expanderes* (expand), og at *Expansionen* (expansion) begynder ved Dampens *Afskæringspunkt* (point of cut off). Under Expansionen falder Dampens Tryk, og dens Rumfang bliver større, efterhaanden som Stemplet fjerner sig fra Afskæringspunktet. Den Kraft, hvormed Dampen driver Stemplet videre, aftager derfor mod Enden af Slaget; men vi have vundet det Arbejde, Dampen udretter under Expansionen uden at forøge Dampforbruget.

Erfaring har vist, at under Expansionen er Dampen vaad, og dens Tryk staar i omvendt Forhold til dens Rumfang. Dette har imidlertid intet at gjøre med Mariottes Lov, thi Dampens Varmegrad afhænger af dens Tryk (i Overensstemmelse med Tabel II) og vil saaledes falde, efterhaanden som Trykket falder under Expansionen, medens Mariottes Lov forudsætter, at Varmegraden forbliver uforandret. Skæres Dampen f. Ex. af paa $^1/_4$ af Slaget, og er dens absolute Tryk under Indstrømningen 40 Pund paa □″, vil Dampens Tryk ved Enden af Slaget være omtrent 10 Pund paa □″, medens Varmegraden falder fra 130° til 90°. Vi have altsaa følgende Regler:

Under Expansionen er Dampen vaad og derfor mættet. Produktet af dens Rumfang og Tryk kan betragtes som konstant, og Dampens Varmegrad er i hvert Punkt af Slaget bestemt ved dens Tryk i dette Punkt.

Den Del af Slaget, hvorunder Dampindstrømningen foregaar, kaldes *Fyldningen*. *Fyldningsgraden* udtrykkes i Procent eller Dele af Slaget. Da Afskæringen foregaar i et Punkt mellem 0,2 og 0,8 af Stempelslaget, ligger Fyldningsgraden mellem 20 og 80 % af Slaget. *Expansionsforholdet* (ratio of expansion) er det omvendte af Fyldningsgraden og er altsaa altid større end 1. Skæres der f. Ex. af paa halvt Slag, er Fyldningsgraden 0,50 og Expansionsforholdet 2.

Gaar man med stor Expansion, altsaa tidlig Afskæring af Dampen, er Fyldningsgraden lille, men Expansionsforholdet stort.

Jo tidligere Dampen afskæres, des større Nytte drager man af

Dampens Udvidekraft, og des mere økonomisk arbejder Maskinen, dog maa Expansionsforholdet holdes inden for passende Grænser.

Jo højere Damptrykket er, des større Expansionsforhold kan man med Fordel anvende. Moderne Maskiner have derfor et højt Kjedeltryk.

106. Forskjellige simple Maskiner (simple engine). Dampens Tryk paa Stemplets ene Side, Drivtrykket, maa overvinde Modtrykket paa Stemplets anden Side. Dette Modtryk skyldes den brugte Damps Tryk. Strømmer Dampen ud i Atmosfæren, maa Modtrykket mindst være 1 Atm.; sædvanlig er det 17 til 19 Pund paa □". Jo større Forskjellen er mellem Drivtryk og Modtryk, des større er Maskinens Kraft. Modtrykket formindskes, naar man leder den brugte Damp til en Kondensator, idet Modtrykket i Cylinderen vil falde omtrent til det Tryk, som findes i Kondensatoren, naar der aabnes for Forbindelsen mellem denne og Cylinderen. I dette Tilfælde vil det absolute Modtryk sædvanlig være 2 til 3 Pund paa □".

Vi have hidtil tænkt os, at Dampen strømmer til Maskinens Cylinder direkte fra Kjedlerne og gaar til Atmosfæren eller Kondensatoren, naar den har udrettet sit Arbejde i Cylinderen. *Maskiner, hvor den samme Dampmængde kun arbejder i een Cylinder, kaldes simple Maskiner.*

Man skjelner mellem to Slags simple Maskiner. I *den simple Maskine med Fortætning*, der kaldes *Lavtryksmaskinen* (low pressure engine), er Kjedeltrykket ikke over 40 Pund paa □". Naar Dampen har arbejdet i Cylinderen, strømmer den til Kondensatoren.

I *den simple Maskine uden Fortætning*, der kaldes *Højtryksmaskinen* (high pressure engine), er Kjedeltrykket sædvanlig 40 til 80 Pund paa □". I Lokomobiler, Lokomotiver o. l. er Kjedeltrykket ofte 100 til 150 Pund paa □". Efter at Dampen har virket i Cylinderen, strømmer den til Atmosfæren; sædvanlig leder man den ud i Skorstenen, for derved at forbedre Trækken.

107. Dampens Fortætning i Cylinderen. Saasnart Expansionen ophører ved Enden af Slaget, lader man altsaa Dampen strømme til Atmosfæren eller til Kondensatoren, lad os antage til Kondensatoren. Den Ende af Cylinderen, hvori Dampen har virket, vil under det paafølgende Slag af Stemplet forblive i Forbindelse med dette Rum, og Cylindervæggenes Varmegrad bliver omtrent den samme som Kondensatorens. Naar nu Stemplet atter er kommet til Enden af Slaget, tilføres frisk Damp, hvis Varmegrad vil være betydelig højere end Cylindervæggenes. Følgen deraf vil være, at en Del af Dampen vil fortætte og lejre sig som Vand paa Væggene. Under Expansionen vil dette Vand vel delvis fordampe, fordi det har den indstrømmende Damps Varmegrad, medens Dampens Varmegrad, som anført, stadig falder

under Expansionen; men der vil dog ved Enden af Slaget være en Del Vand tilbage i Cylinderen. Aabnes derefter for Forbindelsen til Kondensatoren, vil Trykket og Varmegraden i Cylinderen strax falde til Kondensatorens Tryk og Varmegrad, og det tilbageværende Vand i Cylinderen vil i samme Øjeblik fordampe.

Denne Fordampning giver Anledning til et betydeligt Varmetab, *Udstrømningstabet* (exhaust waste). Den til Fordampningen fornødne Varmemængde tages nemlig fra Cylindervæggene, som derved blive koldere, hvorved Dampens Fortætning under Indstrømningen forøges. Forbruget af Damp og derfor ogsaa af Kul bliver større, jo mere Damp der fortættes i Cylinderen, idet denne Dampmængde ikke udretter noget Arbejde af Betydning. Ere Omstændighederne gunstige for Fortætningen, kan Dampforbruget blive 50 % og derover større, end om man havde kunnet undgaa Fortætningen. Kulforbruget forøges i tilsvarende Grad.

Uden at komme nærmere ind paa dette for Maskinens Økonomi saa vigtige Spørgsmaal, skal det kortelig omtales, hvorledes man har bestræbt sig for at formindske Tabet.

108. Midler mod Dampens Fortætning i Cylinderen.

a) I ældre Maskiner, hvor Damptrykket i Kjedlen var lavt, blev Dampen ført gjennem en *Overheder* (superheater), inden den strømmede til Maskinen. I Overhederen blev Dampen fra at være vaad, mættet Damp ved Skorstenens Spildevarme omdannet til overhedet Damp. Herved formindskedes Fortætningen i Cylinderen, dels fordi Dampen er tør, naar den strømmer ind i den, dels fordi overhedet Damp til en vis Grad kan afkøles, inden den fortætter.

Da et højere Tryk end 40 Pund paa □" blev indført, viste det sig ufordelagtigt at overhede Dampen ud over en vis Grænse. Naar Dampens Varmegrad er over 200°, indvirker denne skadelig paa de vedkommende Maskindeles Materialier; Pakningerne forbrænde til en fast Masse, og Smørelsen adskilles, hvad der er saa meget uheldigere, fordi den varme, tørre Damp netop fordrer en betydelig Tilførsel af Smørelse til de indre Slidflader (§ 172). Nu til Dags anvendes overhedet Damp derfor ikke i Skibsmaskiner.

b) For at formindske Fortætningen i Cylinderen, kan man omgive denne med en *Damptrøje* (steam jacket). Denne er et hult Rum omkring Cylinderen; Rummet holdes fyldt med Damp, der har mindst samme Varmegrad, som den højeste Varmegrad af den inden i Cylinderen arbejdende Damp. Cylindervæggene holdes varme af Damptrøjens Damp; herved formindskes Fortætningen under den arbejdende Damps Indstrømning, ligesom Fordampningen af det paa Cylindervæggene lejrede Vand forøges, og Udstrømningstabet formindskes.

Da *Trøjedampen* (jacket steam) afgiver Varme, fortætter den. For at Trøjen kan gjøre fuld Nytte, maa der stadig tilføres den frisk Damp, og Fortætningsvandet i Trøjen maa uafbrudt afledes.

I mange moderne Maskiner have Cylindrene ikke Trøje, og i den samme Maskine kan den ene Cylinder have Trøje, den anden ikke (se senere herom).

c) Jo større Forskjellen er mellem Dampens og Cylindervæggenes Varmegrader, naar Indstrømningen begynder, des større bliver Tabet ved Dampens Fortætning. For at opnaa den Økonomi, som et højt Damptryk i Forbindelse med et til dette passende Expansionsforhold kan give, er man i den nyere Tid gaaet over til at lade den samme Damp arbejde i flere Cylindere i Rækkefølge. Herved bliver ikke alene Forskjellen i hver enkelt Cylinder mellem den indstrømmende Damps og Cylindervæggenes Varmegrad, men ogsaa den samlede Fortætning af Dampen i alle Cylindrene mindre, end om man havde ladet Dampen arbejde i en enkelt Cylinder med samme Expansionsforhold og Tryk.

Maskiner, hvor den samme Damp arbejder i flere Cylindere i Rækkefølge, kaldes *Flergangsmaskiner* i Modsætning til de simple Maskiner, hvor Dampen kun arbejder i een Cylinder.

Den indtil de senere Aar hyppigst anvendte Flergangsmaskine er *Høj- og Lavtryksmaskinen* (compound engine). Den har mindst to ulige store Cylindere. Dampen strømmer først ind i den mindste Cylinder, *Højtrykscylinderen* (high pressure cylinder). Naar Expansionen ophører i denne Cylinder, føres Dampen, der nu vil have et større Rumfang og lavere Tryk end ved Indstrømningen til denne Cylinder, ind i den anden, større Cylinder, *Lavtrykscylinderen* (low pressure cylinder). Fra denne ledes Dampen, naar Expansionen ophører, til Kondensatoren.

Moderne Flergangsmaskiner ere *Tregangsmaskiner* (triple expansion engine). Fra Højtrykscylinderen føres Dampen til *Mellemtrykscylinderen* (intermediate cylinder), og, naar den har udrettet sit Arbejde i denne Cylinder, til Lavtrykscylinderen og herfra til Kondensatoren. I Tregangsmaskinen arbejder den samme Damp altsaa efterhaanden i 3 Cylindere.

Firgangsmaskiner (quadruple expansion engine) have fire ulige store Cylindere, hvoraf de to mellemste kaldes *første* og *anden Mellemtrykscylinder.*

Materialier.

109. De vigtigste Materialier i Skibs- og Maskinkonstruktioner ere Metallerne: Jærn, Kobber, Bly, Tin og Zink samt Træ. Særkjendet ved Metallerne, der enten benyttes hver for sig eller blandede i bestemt Forhold, Legeringer eller *Metalblandinger* (alloy), er, at de i en mere eller mindre fremtrædende Grad:

besidde Glans, *Metalglans* (lustre),
yde Modstand mod ydre Kræfter (tenacity), som Træk, Stød, Slid o. l.,
kunne hamres eller valses ud i tynde Plader: besidde *Hammerbarhed* (malleability),
kunne trækkes i Traad: besidde *Strækkelighed* (ductility),
have en høj Vægtfylde,
lede Varme og Elektricitet,
kunne smeltes, hærdes, svejses o. s. v.

De ovenfor anførte Metaller og deres Blandinger besidde i disse Retninger hver sine Ejendommeligheder, og det bliver da Konstruktørens Opgave til hver enkelt Del af Skib og Maskine at vælge Materialet saaledes, at Delen svarer til Øjemedet. Vi skulle nu nærmere omtale hver af de nævnte Materialier for sig.

110. **Jærn.** *Støbejærn.* Jærn anvendes ikke kemisk rent, men blandet med Kulstof, som har en væsentlig Indflydelse paa dets Egenskaber. Vi finde det som Støbejærn, der indeholder 2 til 6 % Kulstof, som Smedejærn, der indeholder $^1/_{20}$ til $^1/_4$ % Kulstof, og som Staal, der indeholder $^1/_{10}$ til 2 % Kulstof. Det Staal, der sædvanlig benyttes til Plader og Vinkler, har et Kulindhold af 0,10 til 0,25 %.

Blandet med andre Grundstoffer forekommer Jærnet i Naturen i *Jærnmalmene* (ore of iron). Disses Smeltning og Omdannelse til *Raajærn* (pig iron) foregaar i *Højovnen* (blast furnace). I *Støberiet* (foundry) smeltes Raajærnet i passende Blandingsforhold, og det flydende Støbejærn hældes i den Form, man har udført af Gjenstanden, der skal støbes. For at Formen kan svare nøjagtig til Gjenstanden, har man forinden forfærdiget en *Model* (pattern) af den. Denne anbringes i en *Formkasse*, Sand eller Ler stampes fast uden om den, Modellen udtages, Formen forsynes med Luftgange og Fyldehuller og tørres, hvorefter Udstøbningen fra Støberiets *Kuppelovn* (foundry cupola) finder Sted.

Man inddeler Støbejærn i 5 Klasser:

Nr. 1 eller *graat Støbejærn* (grey cast iron) har et graat krystallinsk Brud, hvorpaa en Del af det Kulstof, Jærnet indeholder, vil ses som

smaa, glinsende Korn, Grafit; Støbejærn Nr. 2 er mindre krystallinsk samt ikke saa graat i Bruddet som Nr. 1 og saaledes nedefter, til vi komme til Støbejærn Nr. 5 eller *hvidt Støbejærn* (white cast iron). Dette har et hvidt Brud; det er haardt og skørt og kan kun med Vanskelighed files og drejes.

Støbejærn finder udstrakt Anvendelse som Materiale for støbte Gjenstande, f. Ex. til Dampmaskiners Cylindere, Stempler, Glidere, Kondensatorer, Maskinstativer, Fundamenter, Lejer o. s. v. Naar ikke særlige Grunde nødvendiggjøre Benyttelsen af kostbarere Materialier, som Metalblandinger og Gydestaal, foretrækkes Støbejærn som Materiale for støbte Gjenstande væsentligst paa Grund af dets Prisbillighed.

Dette Materiale besidder ikke nogen stor Styrke, naar det udsættes for Strækning, idet det er skørt, og Støbejærns-Gjenstande af ringe Godstykkelse ere ikke altid paalidelige, fordi Støbejærnet under Afkølingen trækker sig sammen, hvorved der kan opstaa uensartede Spændinger, som kunne give Anledning til Revner og Brud. Gjenstande, som udsættes for pludselige og uensartede Forandringer i Varmegraden, bør derfor ikke forfærdiges af Støbejærn.

Støbejærn yder stor Modstand mod Sammentrykning, hvorfor det ofte anvendes som Materiale for Støtter, Søjler o. l.

111. Smedejærn (wrought iron) tilvirkes af Støbejærn ved *Pudling* (puddling) i en *Puddelovn* (puddling furnace). I denne smeltes Støbejærnet, og dettes Kulstof uddrives, hvorefter den af Ovnen udtagne glødende, svampede Jærnmasse bearbejdes under Hamre og Valser, til Jærnet er færdigt til Brug, enten som Plader, Vinkler eller Stænger.

Smedejærn er sejt og har et fibret Brud; det kan bedre modstaa strækkende Kræfter end Støbejærn. Opvarmes det, bliver det blødt og smedeligt. Smedejærns *Svejsevne* er større end noget andet Metals. Skulle to Stykker Smedejærn *sammensvejses* (weld), bringes deres Svejsflader i direkte Berøring med hinanden ved Hvidvarme og hamres sammen.

Smedejærnets Egenskaber ere meget berørte af fremmede Stoffer i det, særlig Fosfor og Svovl. Fosfor gjør Jærnet *koldskørt* (coldshort), d. v. s Jærnet er skørt ved almindelige Varmegrader. Svovl gjør Jærnet *rødskørt* (redshort), d. v. s. Jærnet er skørt, naar det er varmt.

Smedejærns fibrede Bygning skyldes Tilvirkningsmaaden, idet Krystallerne trækkes ud i Traade ved Udhamringen og Valsningen. I en Smedejærnsplade falder Fibrenes Retning sammen med Valseretningen, d. v. s. den Retning, hvori Pladen er ført gjennem Valsen. Da Styrken er større paa langs end paa tværs af Fibrene, bør Smedejærnsplader og Stænger i Konstruktioner altid anbringes saaledes, at den største Kraft kommer paa langs af Fibrene.

Rystelser og pludselig anbragte Kræfter søge at føre Smedejærnets indre Bygning tilbage til den oprindelige krystallinske. Erfaringen viser saaledes, at Smedejærns Axler, Ankerkjæder, Krankjæder o. l., som under Arbejdet hyppig udsættes for Ryk, skiftende Kræfter og Rystelser, blive svagere med Tiden og springe uden at have været udsatte for de Kræfter, Smedejærnet i dets sunde Tilstand kan taale. Bruddet er krystallinsk og ligner Støbejærnsbrud.

Ved *Udglødning* (annealing) kan man atter bibringe Kjæder og andre Smedejærns Gjenstande, som i Tidens Løb ere blevne svækkede ved Brugen, deres oprindelige Styrke, borttage alle uensartede Spændinger og give Jærnet dets fibrede Bygning tilbage. Udglødningen bestaar i at opvarme Gjenstanden ligelig til Rødvarme, dække den til med varm Aske og lade den afkøle langsomt.

Jærnets Rustdannelse og Beskyttelsesmidler herimod omtales i § 282.

Indtil de senere Aar blev Smedejærn anvendt som Materiale for Skibs- og Kjedelplader, Vinkler og Stænger, for Maskinaxler og de øvrige bevægende Dele i Maskinen. Da Fremstillingen af Staal er naaet til en saadan Fuldkommenhed, at Staal af fortrinlige Egenskaber nu er lige saa billigt som de bedre Sorter Smedejærn, foretrækkes Staal nu til Dags til de ovenfor anførte Dele; paa gode Fabrikker benyttes Smedejærn nu kun til mindre vigtige Gjenstande, hvortil let svejseligt og smedeligt Materiale er nødvendigt, saasom Jærnbeslag, Klamper, Rækværker o. l.

112. Staal. Ved Skibs- og Maskinbygningen finder Staal Anvendelse som *Støbestaal* (cast steel) til Værktøjer og Fjedre, som *blødt Staal* (mild steel) til Plader, Vinkler og Stænger og som *Gydestaal* (cast steel) til støbte Gjenstande. Staal fremstilles i Reglen ved Tilsætning af Kulstof til Smedejærn eller ved Afkulning af Støbejærn. Nu til Dags tilvirkes Staal i Reglen efter Bessemerprocessen: *Bessemerstaal* (Bessemer steel), efter den basiske Proces: *basisk Staal* (basic steel) og efter Siemens-Martinprocessen: *Martinstaal.*

Støbestaalets mest fremtrædende Egenskab er, at det lader sig *hærde* (harden), hvad der gjør det skikket til Værktøjstaal, Fjedre o. l. Hærdningen bestaar i at opvarme Staalet til Rødvarme og derefter afkøle det pludselig; herved bliver det glashaardt og skørt; for tillige at gjøre Staalet spændigt opvarmes det derefter til en efter Gjenstandens Brug afpasset Varmegrad, Staalet *anløbes* (temper), og afkøles hurtig eller langsomt efter Omstændighederne. Staalet kan *afhærdes* (anneal) ved Udglødning.

Blødt Staal benyttes nu til Dags til alle Gjenstande, hvor Styrke, Spændighed og Ensartethed i Materialet er af Betydning. Dets Hoved-

egenskaber ligne saa meget Smedejærns, at man kan betragte blødt Staal som fortrinligt Smedejærn. Man kalder ofte Bessemerstaal for Bessemerjærn, Martinstaal for Martinjærn o. s. v. I Skibs- og Maskinkonstruktionen og i de af Klassifikations-Selskaberne (§ 240) opstillede Regler er Fremstillingsmaaden imidlertid det afgjørende for, om Materialet kaldes Jærn eller Staal, hvorfor denne Adskillelsesmaade benyttes her i Bogen*).

Blødt Staal er omkr. 25 % stærkere end Smedejærn; det er lige stærkt i alle Retninger og er helt igjennem ensartet, fordi det fremstilles ved flydende Staals Udstøbning i Blokke (ingot); disse bearbejdes under Hammer og Valse.

Blødt Staal kan i varm og kold Tilstand behandles under Hammeren med samme Lethed og ofte endnu bedre end Smedejærn. Det kan svejses, men bør ikke kunne antage Hærdning.

Staal besidder den Evne at kunne holde paa de magnetiske Egenskaber, det engang har erhvervet. Jærn er kun magnetisk, saa længe en elektrisk Strøm sendes rundt om det, eller det er i Nærheden af en Magnet samt i andre særlige Tilfælde.

Gydestaal eller støbt Staal anvendes i den seneste Tid som Materiale for mange færdigstøbte Gjenstande, der tidligere forfærdigedes af Støbe- eller Smedejærn, saasom For- og Agterstævne, Ror, Maskinstativer, Bundrammer, Drivskruer o. s. v. Det besidder betydelig større Styrke og Spændighed end Støbejærn; det er ogsaa stærkere end Smedejærn; da Svejsninger undgaas ved at støbe Gjenstanden til den færdige Form, kunne større Gjenstande paalideligere og tillige lettere og billigere fremstilles i Gydestaal i de for Øjemedet hensigtsmæssigste Former, end om de smedes af Smedejærn.

113. **Kobber, Tin, Zink og Bly.** *Kobber* er et blødt, sejt og smedeligt Metal af rød Farve. Det er ikke svejsbart og kan ikke bruges som Støbemateriale. Paa Grund af den Lethed, hvormed det kan smedes i kold Tilstand og drives ud i forskjellige Former, egner det sig særlig som Materiale for Rør, der skulle være stærke, saasom Damprør. Blandet med andre Metaller finder det udstrakt Anvendelse til Metalblandinger. Valset til Plader benyttes det til Forfærdigelse af loddede Rør, til Forhudningsplader o. s. v. *Trukne Kobberrør* (solid drawn

*) I *Teknologien*, eller Læren om Naturprodukternes Omdannelse til Brugsgjenstande, inddeles Jærn- og Staalsorter i 3 Klasser: Støbejærn (2 til 6 % Kulstof), som er fortrinsvis støbeligt, Smedejærn (0,05 til 0,6 % Kulstof), som er fortrinsvis smedeligt, og Staal (0,6 til 2 % Kulstof), som er fortrinsvis hærdeligt. Det i Skibs- og Maskinbygningen anvendte bløde Staal benævnes *Gydejærn* (ingot iron, paa Tysk: Flusseisen), idet det fremstilles ved Smeltning af Jærn, i Modsætning til *Svejsejærn* (weld iron — Schweiseisen), der fremstilles ved Sammensvejsning af Jærn.

copper tube) fremstilles ved at trække en Kobbercylinder gjennem *Trækkehuller* i en *Trækkebænk.*

Udsættes Kobber for fugtig Luft, overtrækkes det med et Ilte, kulsurt Kobberilte. Da Kobberforbindelser ere giftige, blive Kobberkar og lignende Brugsgjenstande af Kobber *fortinnede.*

Tin er et blødt Metal, som kan valses ud i tynde Plader (Tinfolie). I Maskinfabrikationen finder dette Materiale Anvendelse ved Sammenlodning af Rør eller Gjenstande samt i Metalblandinger. Det ilter forholdsvis langsomt i Luften.

Zink er et haardt og skørt Metal. Det ilter hurtig i Luften, men den dannede Zinkilte beskytter den indvendige Zinkmasse mod Luftens Indvirkning.

Zink finder Anvendelse i Form af valsede, tynde Plader til Tagdækning, Forhudning af Skibe (§ 293), som Blokke til Beskyttelse af Kjedlens Plader (§ 135), som Overtræk paa Jærnplader: *galvaniseret Jærn* (galvanized iron). De hyppigst benyttede Metalblandinger indeholde Zink.

Zinkhvidt (zinc white) er et Zinkilte, der benyttes som Farvestof; det har for en stor Del fortrængt det sundhedsfarlige *Blyhvidt* (se nedenfor); det dækker dog ikke saa godt som Blyhvidt.

Bly er et blødt, klangløst Metal, der, udsat for Luften, hurtig mister sin Metalglans. Det kan med Lethed valses til Plader, som benyttes til Tag- og Gulvdækning (§ 178) o. s. v. Da et af Blyilterne let opløses i kulsyreholdigt Vand, hvad der gjør Vandet uskikket til Drikkevand, maa Bly ikke benyttes til Beholdere eller Ledninger for Drikkevand. Bly anvendes ogsaa i enkelte Metalblandinger.

Blyhvidt (white lead) er kulsurt Blyilte.

Mønnie (red lead) er et Blyilte, der anvendes i Malerfarver.

Mønniekit (red lead, putty), der benyttes som *Tætningsmiddel* i Maskiner (§ 139), er Mønnie æltet sammen med Blyhvidt. Mønniemaling er Mønnie udrørt i Linoliefernis, hvortil ofte tilsættes »Tørrelse« eller Terpentinolie.

114. **Metalblandinger** finde stor Anvendelse i Industrien; her skal kun nævnes de vigtigste.

Spejlmetal (speculum metal) bestaar af 2 Dele Kobber og 1 Del Tin. Det er et haardt, hvidt Metal, som egner sig til en fin Polering og finder derfor Anvendelse til Teleskopspejle o. l.

Klokkemetal (bell metal) bestaar af 78 Dele Kobber og 22 Dele Tin. Det har en gulgraa Farve, smelter let, har et finkornet Brud og er klangfuldt.

Kanonmetal (gun metal) bestaar af $90^1/_2$ Dele Kobber og $9^1/_2$ Dele Tin. Blandet med lidt Zink benyttes dette Metal meget i Maskin-

fabrikationen som Materiale for Pumper, Ventilkasser, Haner, Ventiler, Pander o. s. v.

Bronce (bronze) bestaar af Kobber og Tin med lidt Zink; Blandingen afpasses efter Formaalet. Den benyttes til Statuer, Mønter o. s. v.

Imellem Blandinger af Kobber og Zink finder *almindeligt Metal* (brass) en udstrakt Anvendelse som Materiale for støbte Gjenstande i Maskinen, særlig for de Dele, hvor Styrken ikke spiller Hovedrollen. Det er blødere og mere gult end Kanonmetal. Ofte omstøbes kasserede Metalgjenstande under Tilsætning af Kobber og Tin. Indeholder Blandingen meget Kobber, har den en rødlig Farve og kaldes *Rødgods*.

Nogen skarp Adskillelse mellem almindeligt Metal, Rødgods og Kanonmetal kan ikke opstilles; hvert Støberi benytter sine særegne Blandingsforhold.

Med dertil afpasset Sammensætning kan Metal smedes og valses ud i Plader; det gaar da under Navnet *Messing*. Dette er haardere og buler ikke saa let som Kobber; det angribes i ringe Grad af Luft og Fugtighed, har en smuk Farve og kan poleres. Vi finde Messing anvendt som Materiale for Kondensatorrør (§ 154), Kjedelrør og andre indvendige Rør i Kjedlen (§ 123).

Muntzmetal (yellow metal), der bestaar af 60 Dele Kobber og 40 Dele Zink, kan valses og smedes. Det benyttes som Materiale for Bolte, Stænger o. l. Anvendes Muntzmetalbolte i Forbindelse med Kobber- eller Kanonmetalgjenstande, nedsænkede i Søvand, f. Ex. ved Søforbindelsernes Befæstelse til Skibssiden (§ 129), fortæres Boltene hurtig. Denne Virkning ophører, naar Blandingen indeholder lidt Tin. Blandingen kaldes da *Sømetal* (naval brass).

I de senere Aar har man begyndt at indføre *Aluminiumbronce*, *Fosforbronce*, *Manganbronce*, *Deltametal*, *Stones Bronce* o. s. v. som Materiale for Bolte, Drivskruer, Pander og i det hele taget til Maskindele, som skulle besidde stor Styrke, Modstand mod Slid, og som ikke maa paavirkes af Luft og Fugtighed. Særlig Aluminiumbroncen har en Fremtid for sig, efter at det er lykkedes at fremstille ren *Aluminium* for en rimelig Pris.

Nysølv (german silver) er en Blanding af Kobber og Metallet: *Nikkel* (nickel). Det ligner Sølv og kan valses, hamres og trækkes i Traad.

Britanniametal (Britannia metal) bestaar væsentligst af Tin, hvortil tilsættes Kobber, Zink og Antimon. Det danner ofte Grundmassen for forsølvede Pletvarer.

Hvidt Metal (white metal) er en Blanding af Tin, Bly, Antimon og Kobber. De hyppigst benyttede Blandinger ere: *Parsons-*, *Babbits-* og *Magnolia*-Metal.

Hvidt Metal er blødt og plastisk. Det egner sig til Matriale for *Slidflader* (§ 120). Uagtet dets Smeltepunkt er forholdsvis lavt, kan det bære et stort Tryk uden at varme, naar Slidfladen holdes godt smurt.

115. **Træ.** Ligesom det er Tilfældet med Metallerne, er der en stor Forskjel paa de forskjellige Træsorters Styrke og øvrige Egenskaber, som desuden ere meget berørte af de indre og ydre Betingelser under Træets Vækst og under Opbevaringen, inden Træet tages i Brug.

Asken (ash) er en grov Træsort, besidder stor Styrke, Sejhed og Spændighed, hvorfor den anvendes til Gjenstande, der udsættes for Stød og Vrid, saasom Aarer, Hammerskafter, Træfjedre o, s. v.

Bøgen (beech) besidder ofte betydelig Styrke; dens Særegenheder ere: Ensartethed, glat Overflade og tætte Fibre. Bøgetræ kan poleres; næst efter Avnen betragtes det af Møllebyggere som det bedste Materiale til Gjenstande, som skulle besidde Styrke og Sejhed. Det bruges f. Ex. til Hjultænder.

Ælmen (elm) er en krysfibret og grov Træsort, besidder Sejhed og viser ringe Tilbøjelighed til at revne ved Inddrivning af Bolte; den bruges til Blokskiver, Hjulnav, ved Baadebygning o. s. v.

Granen og *Fyrren* (pine and fir) benyttes meget, særlig til Bygninger og Konstruktioner, hvor Styrke i Forening med ringe Bekostning spiller Hovedrollen. De varigste Træsorter af denne Gruppe ere: *Lærketræet* og *pommersk Fyr*, der især skattes paa Grund af den store Mængde Harpix og Terpentin, den indeholder. Fyrretræ fra Nordamerika (pitch pine og yellow pine) er en stærk, knastfri, hyppig benyttet Træsort; den har en glat Overflade. *Rødgranen* voxer i Danmark; den anvendes bl. A. til Mastetræer.

Avnen (horn beam) besidder stor Sejhed og Sammenhængskraft; den bruges til Hjultænder, Køller o. l.

Mahognitræ (mahogny) er en smuk, tætfibret Træsort; den skrumper ikke ind, vrider eller kaster sig ikke og foretrækkes derfor til Materiale for Møbler og andre sammenlimede Gjenstande, til Beklædning af Dampcylindre (§ 141) o. s. v.

Egen (oak) er den stærkeste og varigste Træsort; den kan taale Fugtighed. Egetræ, der benyttes meget i Skibbygningen, bør saa vidt muligt ikke anvendes sammen med Jærn, fordi Træets Garvesyre angriber det.

Teak (teak) er en værdifuld Træsort; den besidder stor Holdbarhed og modstaar Vejrligets Indflydelse bedre end andre Træsorter. Den skrumper kun lidt ind, angribes ikke saa let af Orme som Egen, er stærk og stiv, kan poleres, men er tilbøjelig til at splintre og taaler ikke pludselige Stød og Vrid. Teaktræ er den Træsort, som bedst egner

sig til Skibbygningsbrug, f. Ex. til Skanseklædninger, Kapper, Skylighter, Dækshuse o. s. v.

Pokkenholt (lignum vitæ) er meget haardt og har ingen Fibre. Det benyttes bl. A. i Skrueaxlers Stævnrør (§ 165).

116. **Materialiernes Styrke.** I § 6 anførtes, at et fast Legeme, som udsættes for en strækkende Kraft, vil vende tilbage til sin oprindelige Form, naar Kraften ophører at virke, saafremt den ikke har overskredet Spændighedsgrænsen, og vil ikke sønderbrydes, saa længe Kraften ikke har overskredet Brudgrænsen. Ligger Kraften mellem Spændigheds- og Brudgrænsen, antager Legemet en varig Formforandring, og udsættes det hyppig for saadanne Kræfter, bliver Legemet overanstrængt og vil i Tidens Løb give efter.

I alle Konstruktioner maa man drage Omsorg for, at hver enkelt Del ikke udsættes for Kræfter, som ligge i Nærheden af eller over den Spændighedsgrænse, den vedkommende Dels Materiale besidder. *Den Belastning* (i Pund eller Tons paa □"), *som man med Sikkerhed kan byde et Materiale,* kaldes *Arbejdsbelastningen* (working stress); denne er afhængig af Materialets og Konstruktionens Natur og Beskaffenhed. *Forholdet mellem Brudgrænsen og Arbejdsbelastningen* benævnes *Sikkerhedskoefficienten* (factor of safety). Ved Beregningen af en Kjedels Styrke f. Ex. sættes Arbejdsbelastningen ofte til 5 Tons paa □", naar Materialet er Staal; er dettes Brudgrænse 28 Tons paa □", bliver Sikkerhedskoefficienten: $\frac{28}{5} = 5{,}6$. Udsættes en Maskindel for hyppige og pludselig anbragte Kræfter, eller kan man ikke med Sikkerhed beregne sig til de Kræfter, vedkommende Maskindel kan blive udsat for, vælges en stor Sikkerhedskoefficient, altsaa en lille Arbejdsbelastning.

Materialiernes Styrke findes paa *Prøvemaskiner* (testing machine), idet man bestemmer Spændigheds- og Brudgrænsen samt Forlængelsen af et af vedkommende Materiale forfærdiget *Prøvestykke* (test piece). Undertiden undersøges selve Gjenstandens Styrke. Saaledes prøves Ankerkjæder paa dertil egnede Maskiner ved Stykke for Stykke at udsætte dem for en strækkende Kraft, der dog ikke bør overskride den, der svarer til det paagjældende Materiales Spændighedsgrænse.

I nedenstaaende Tabel er anført Gjennemsnitsværdierne i Tons paa □" (engelsk Maal og Vægt) af de hyppigst benyttede Materialiers Styrke mod Sønderrivning og Spændighedsgrænse samt den Arbejdsbelastning, som man under almindelige Forhold kan benytte:

	Brud-grænse.	Spændigheds-grænse.	Arbejds-belastning.
Smedejærn	21	9	3
Blødt Staal	28	14	5
Staal med 0,3—0,5 % Kulindhold	35	20	7
Støbejærn	8	3	1
Godt Metal (til Skibsskruer)	15	8	2
Almindeligt Metal	11	6	$1^1/_2$
Træ	$5^1/_2$	$1^1/_2$	$^1/_2$

117. Udsættes et Legeme for en sammentrykkende Kraft (compression), giver det efter ved *Knusning*, naar Materialets Styrke mod Sammentrykning overskrides. Er Legemet langt i Forhold til Tværmaalet, giver det efter ved *Knusning* og *Bøjning* (crushing by bending). Søjlers Tværmaal maa derfor staa i bestemt Forhold til deres Længde. Styrken mod Sammentrykning kan for korte Søjler af Smedejærn sættes til 20 for Støbejærn til 45 Tons paa □".

Et Materiales Styrke mod *Forskydning* (shearing) eller Klipning er omtrent $^4/_5$ af dets Styrke mod Sønderrivning.

Udsættes et Legeme for *Bøjning* (bending), blive nogle af Fibrene strakte, andre sammentrykte. Bærer f. Ex. en i bægge Ender understøttet Bjælke en Vægt paa Midten, strækkes Fibrene ved Bjælkens Underkant, medens de sammentrykkes ved dens Overkant. Bjælken maa have en saadan Form, at ingen Fiber udsættes for en Kraft, der naar op over den Arbejdsbelastning, man har valgt for Sønderrivning og Sammentrykning.

Udsættes et Legeme for *Vridning* (torsion), blive de yderste Fibre mest anstrængte, medens Fibrene i Legemets Axe ikke yde nogen Modstand mod Vridning.

Exempel I: Hvor stor maa en Smedejærns Bolt være, for at den med Sikkerhed kan bære 15 Tons? Bolten udsættes for hyppige og pludselige Stød.

I dette Tilfælde kan Arbejdsbelastningen ikke sættes til den i Tabellen angivne Værdi, fordi Bolten udsættes for Stød. Sættes Arbejdsbelastningen til 4000 Pund paa □", vil Boltens Diameter d være bestemt ved Ligningen:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot 4000 = 15 \cdot 2240.$$

$$\text{eller } d = 3^1/_4".$$

Da enhver Konstruktions Styrke er bestemt ved Styrken af dens svageste Del, maa Bolten have den angivne Diameter i Bunden af Snittet.

Exempel II: En cylindrisk Metalstang er ophængt ved den ene Ende; hvilken er den største Længde, Stangen kan have?

Stangen vil trækkes over ved den øverste Ende, naar dens Vægt = Brudgrænsen. Sættes Stangens Længde = x', dens Vægtfylde = 8,4, dens Brudgrænse til 11 Tons paa □" og dens Tværsnitareal til 1 □", vil:

$$\frac{8{,}4 \cdot 62{,}5 \cdot 1 \cdot x}{144} = 11 \cdot 2240$$

eller x = omtr. 6760'.

118. Hampetovs (hemp rope) Styrke beror paa Garnets Finhed og paa Snoningen. Vaade og tjærede Tov have mindre Styrke end tørre og utjærede. Nye Tov ere stærkere end gamle.

Man kan i Gjennemsnit regne, at utjærede Hampetov sprænges ved 6000 Pund paa □". Arbejdsbelastningen kan sættes til $^1/_5$ heraf. Smækkert Tovværk er forholdsvis stærkere end svært Tovværk.

Jærn- og *Staaltraadstov* (iron or steel wire rope) besidde større Styrke end Hampetov og ere paalideligere end Kjæde. De maa ikke bøjes i for krappe Bugter. For bedre at kunne taale Søvandets Indvirkning, galvaniseres de.

Kjæders (chain) Styrke er mindre end det dobbelte af Rundjærnets, hvoraf de smedes. Sættes Styrken af Jærnet til 22 Tons paa □" i f. Ex. $^1/_2$" Kjæde, skulde Kjæden kunne bære omtr. $8^1/_2$ Tons, medens den kun kan bære 6 Tons.

Kjæder prøves i Reglen til den halve Brudbelastning, den saakaldte *Prøvebelastning* (proof stress), der atter er det dobbelte af Arbejdsbelastningen; Sikkerhedskoefficienten er altsaa 4. I Forbindelse med Prøven bør Kjæden underkastes en passende Udglødning.

I nedenstaaende Tabel er anført Vægten og Brudgrænsen for nogle faa Dimensioner Staaltraadstov, Kjæder og Hampetov fra en anerkjendt god Fabrikant.

Staaltraadstov.			Kjæder.			Tjæret Hampetov.		
Førlighed. Omkreds.	Vægt i Pund pr. Favn.	Brudgrænse i Tons.	Førlighed. Diameter.	Vægt i Pund pr. Favn.	Brudgrænse i Tons.	Førlighed. Omkreds.	Vægt i Pund pr. Favn.	Brudgrænse i Tons.
12"	115	320	—	—	—	—	—	—
8"	53	150	$2^5/_{16}$	280	135	25"	146	125
6"	33	88	$1^3/_4$	166	77	19"	84	72
4"	12	33	1"	54	27	12"	33	29
2"	$2^3/_4$	7	$^5/_8$"	21	$9^1/_2$	$6^1/_2$"	$11^1/_4$	10
1"	$^3/_4$	$1^3/_4$	$^1/_2$"	14	6	$2^3/_4$"	2	$1^3/_4$

119. Nitninger (riveted joint) tjene til Samling af Plader og Vinkler. Skulle to Plader samles, kan det ske ved at lægge den ene Plades

Kant over den andens og nitte en Række *Nagler* (rivet) gjennem dem, som vist i Fig. II, 10; Pladerne ere da samlede ved *Overlægning* med *enkelt Nitning* (single riveted lap joint). Skal Samlingen være stærk, benyttes to eller tre Rækker Nagler, *dobbelt* eller *treradet Nitning* (double or treble riveting), som vist i Fig. 18 og 19. En anden Samlingsmaade, som hyppig benyttes, f. Ex. paa en Kjedels Endebunde og Yderskal, er Samling med *Stødskinne* (butt joint); Pladernes Kanter støde da tæt sammen, Pladestykker anbringes over Stødet og samles til Pladerne med gjennemgaaende Nagler (Fig. 13, 20 og 21).

Huller *lokkes* (punch) eller *bores* (drill). Naglerne ere af Jærn eller Staal. De have et svagt konisk Hoved, *Fladhoved* (pan head, se Fig. XIV, 32 a). Naar Samlingen skal nittes, varmes Naglen, den indsættes i Pladehullerne, og et Hoved (bat) dannes paa dens anden Ende. Dette Hoved kan være halvkugleformet: *Knaphoved* (snap point, se Fig. II, 11), kegledannet: *Spidshoved* (boiler point, se Fig. XIV, 32 b) eller forsænket i den ene Plade med et svagt hvælvet Hoved, *undersænket Hoved* (countersunk rivet head, se Fig. II, 12 og XIV, 32 d). Enkelte Steder benyttes *Tapskruer* (tap screw), hvis firkantede Hoved afmejsles, naar Skruen er paa Plads (Fig. 32 e).

Naglerne stilles enten i *Kjæde* (chain riveting), som vist i Fig. II, 17, eller *Zigzag* (zigzag riveting), som fremstillet i Fig. 18, 19, 20 og 21.

Naar Naglerne ere blevne kolde, holde de Pladerne sammen med forøget Kraft paa Grund af deres Sammentrækning. Skal Samlingen være tæt, *stemmes* (caulk) Plader og Nagler langs Kanterne og Omkredsen med en *Stemmer* (caulking tool).

Samlingerne skulle i Reglen enten være stærke, f. Ex. paa Kraner, Jærnbroer o. l., eller tætte, f. Ex. paa Vandtanke o. l., eller baade stærke og tætte, f. Ex. paa Kjedler. Herefter afpasses Naglernes Diameter, *Nagledelingen* (pitch) og Naglerækkernes Antal.

120. Ved Valget af Materialet til en Maskindel er der forskjellige Hensyn at tage. Materialet bør først og fremmest kunne taale de Kraftpaavirkninger, Maskindelen er udsat for under normale Forhold. Det bør desforuden besidde saa meget Overskud af Styrke, at det ikke giver efter, naar særlige, men forudselige Tilfælde indtræffe. Paa den anden Side bør Maskindelen ikke være tungere, vanskeligere at forfærdige eller af kostbarere Materiale end nødvendigt. Maskindelen bør være beskyttet mod at tæres i Tidens Løb ved Rustdannelse (§ 282) eller galvanisk Virkning (§ 283) o. s. v.

Støbejærn, Metalblandinger og Gydestaal anvendes til støbte Gjenstande, blødt Staal, Smedejærn og smedeligt Metal til smedede Gjenstande. Hvor bevægende Maskindele have Flader, *Slidflader* (wearing surface), som glide paa hinanden, maa Slidfladernes Materialier vælges saaledes,

at disse kunne *arbejde sammen*, d. v. s. Gnidningsmodstanden mellem dem bør være saa lille som muligt uden væsentligt Slid paa Fladerne. Den Maskindel, der slides mest, maa kunne efterses eller fornyes med Lethed. Følgende Materialier arbejde ofte sammen: Støbejærn med Støbejærn, Støbejærn med Metal, blødt Staal eller Smedejærn med Metal og særlig med hvidt Metal o. s. v.

Skjøndt Træs Styrke mod Sønderrivning er større end mod Knusning, benyttes det dog særlig til Støtter o. l., fordi man ikke med Sikkerhed kan forene Træet til den øvrige Konstruktion, naar det udsættes for en strækkende Kraft. Baade under Træk og Tryk bør Kraften virke langs Fibrene; udsættes Træet for Bøjning, bør den bøjende Kraft af samme Grund virke vinkelret paa Fibrene.

Skibets Hovedmaskineri.

Kjedlen.

Skibets Hovedmaskineri bestaar af:

en eller flere *Kjedler*, hvori Dampen dannes og opsamles, og

en eller flere *Hovedmaskiner*, hvor Dampen ved Hjælp af Maskinernes Mekanisme giver Bevægelse til:

et eller flere *Fremdrivningsmidler*, som sætter en Vandmasse i Bevægelse; ved dennes Modtryk, som gjennem Fremdrivningsmidlet forplantes til Skibet, drives dette gjennem Vandet.

Til Hovedmaskineriet hører desuden nogle *Hjælpemaskiner*, som bidrage til Fuldførelsen af Dampens Kredsløb gjennem Maskineriet (§ 177).

121. **Kjedlens Hoveddele.** Den almindelige Skibskjedel er begrænset af en cylindrisk *Yderskal* (boiler shell) og to plane *Endebunde* (endplate), dannede af sammennittede Staalplader. Fig. II, 5 viser en saadan Kjedel. 5 a viser Kjedlen, set udvendig fra Enden, 5 c er et Tværsnit gjennem Kjedlen, 5 d viser Kjedlen set ovenfra, og 5 b viser Kjedlens øverste Del set fra Siden og selve Kjedlen i Længdesnit. Dette Snit er tænkt lagt efter den brudte Linie a b c d e f i Fig. 5 c.

Yderskallen er dannet af en eller flere Ringe, nittede sammen ved Overlægning langs *Tværsamlingerne* (circumferential seam). Hver Ring bestaar af en eller flere Plader, samlede ved Overlægning (Fig. 14) eller ved Stødskinne (Fig. 13); Samlingerne kaldes Kjedlens *Langsamlinger* (longitudinal seam).

Yderskallens Styrke mod *Længdebrud*, Retningen langs Yderskallens Axe, er halv saa stor som dens Styrke mod *Tværbrud*, Retningen vinkelret paa Axen. Dobbelt Nitning i Langsamlingerne anvendes derfor ofte sammen med enkelt Nitning i Tværsamlingerne eller treradet Nitning

i Langsamlingerne sammen med dobbelt Nitning i Tværsamlingerne. Fig. 17, 18, 19, 20 og 21 vise forskjellige Samlinger.

Da Damptrykket virker normalt paa Begrænsningsfladerne i det Rum, som indeslutter Dampen, vil Trykket søge at vedligeholde Yderskallens cylindriske Form, saa at Afstivning her er unødvendig.

Endebundene samles til Yderskallen ved at *tage Kanten op* (flange) langs deres Omkreds og nitte de derved dannede *Flanger* (flange) til Yderskallen (Fig. 1 a, 2 b, 4, 5 b og 6 b). Da Endebundene ere plane, vilde de bule ud efter og ikke kunne bære Dampens Tryk, dersom man ikke ved Afstivning holdt dem i samme indbyrdes Afstand. Til Afstivning benyttes hyppigst *Stag* (stay), der ere lange Staalstænger, som forbindes til Endebundene med ind- og udvendige Møtrikker og ligge parallelt med Kjedlens Længdeaxe (Fig. 1 og 2 b, 4 og 5 b). *Underlagsskiver* (washer), som skulle fordele Damptrykket mellem Stagene og stive Endebundene, nittes til disse omkring Staghullet (Fig. 5 e). Kanalerne, Kamret og Støtteboltene (se nedenfor) bidrage desuden til Endebundenes Afstivning.

122. Ildstedet bestaar af en Staalcylinder, *Fyrkanalen* (furnace), som ligger forneden i Kjedlen og er helt omgivet af Vand. Kjedlen kan have een (Fig. II, 1), to (Fig. 2 og 5), tre (Fig. 3) og undertiden fire Kanaler. Kanalens ene Ende forbindes til den Endebund, *Forpladen* (front plate), som vender ud mod Fyrpladsen ved en udvendig (Fig. 2 b) eller indvendig (Fig. 1 a, 4 og 5 b) Flange paa Forpladen. Kanalens anden Ende forenes til Forbrændingskamret ved Flange paa Kanalen (Fig. 2 b, 4 og 5 b) eller paa Kamret (Fig. 1 a).

Da Dampen trykker paa Kanalens udvendige Overflade, maa Kanalen være nøjagtig cylindrisk og ved høje Kjedeltryk afstives for at forhindre *Sammenklapning* (collapse). Afstivningen kan bestaa af en Ring, *Bowlings* Flangesamling (Fig. 4), med buet Tværsnit, og hvis Flanger nittes til Kanalens to cylindriske Dele. I nyere Kjedler benyttes *bølgede* (corrugated) Kanaler (Fig. 2 b) eller *ribbede* (ribbed) Kanaler (Fig. 5 b). Disse ere stærkere end almindelige cylindriske Kanaler; de kunne fjedre sig under vexlende Varmegrader, og Bølgerne eller Ribberne forøge Hedefladen.

Kanalen er ved Risten delt i to Dele. I den øverste Del, *Fyret* (fire), foregaar Kullenes Forbrænding; under Risten er *Askegraven* (ashpit). Ved Forpladen lukkes Kanalen af en *Fyrkarm* (furnace front), hvori *Fyrdøren* (fire door) findes ud for Fyret (Fig. 5 a og 15). Fyrdøren kan drejes omkring *Hængsler* (hinge) og holdes lukket med et *Klinkefald* (latch). I Døren findes smaa Huller, hvorigjennem lidt Luft kan strømme ind i Fyret over Risten. Døren beskyttes mod Varmeudstraaling ved en *Brændplade* (baffleplate).

Luftens Tilgang gjennem Askegraven til Fyret afpasses med en *Dæmper* (damper), som er en halvcirkelformet Jærnplade, der kan svinge omkring to Tapper eller en vandret Stang; Dæmperen kan holdes i forskjellige Stillinger ved Hjælp af en Tandbue paa den og en Pal paa Fyrkarmen (Fig. 15 b).

Kullene hvile paa *Ristestængerne* (fire bar), som ere Støbe- eller Smedejærnsstænger, der lægges i en (Fig. 6 b), to (Fig. 5 b) eller i store Fyr i tre Rækker. De have et smalt, men højt Tværsnit, for at de i den varme Tilstand ikke skulle bøje sig under Vægten af Kullaget. Gjennem Ristestængernes Mellemrum strømmer Luften til Kullene. For at Stængerne frit kunne udvide sig under stigende Varmegrader, gives der *Spillerum* (clearance) mellem Rækkerne.

Fortil bæres Ristestængerne af den fra Fyrkarmen udgaaende *Dødplade* (dead plate, se Fig. 15 b). Midt paa Kanalen findes *Ristebærere* (fire bar bearer), som ligge i Klamper, der boltes til Kanalens Sider og bære den forreste Række Ristestængers Bagender og den næste Rækkes Forender. Er der kun een Række Ristestænger, har Kjedlen ingen Ristebærere. Bagenden af den bageste Række Ristestænger bæres af *Fyrbroen* (fire bridge), der bestaar af en Jærnramme med en opmuret Bro af *ildfaste Sten* (fire brick, se Fig. 5 b). Undertiden ledes Luft til Gasarterne i Forbrændingskamret gjennem Aabninger under Fyrbroen; her anbringes ofte Apparater, som tjene til at fuldstændiggjøre Forbrændingen; de benævnes *røgfortærende Apparater* (smoke preventing apparatus).

Fra Kjedlens Forside skraaner Risten ned efter mod Fyrbroen. Produktet af Ristens Længde og Bredde kaldes *Ristearealet* (grate area); Mellemrummene mellem Ristestængerne fradrages ikke.

123. Kanalens Bagende nittes til Forbrændingskamret, eller kortere »Kamret«, hvis Form retter sig efter Kjedeltypen. Det bestaar af to Endeflader, Svøbet og en Topflade; Kamrets Bund er en Fortsættelse af Kanalens; dets Plader samles ved Overlægning og Nitning; Kjedler kunne have eet (Fig. II, 1 og 2), to (Fig. 5 c), tre (Fig. 3) eller endnu flere Kamre. Er der mere end to Kamre, har Kjedlen to Yderkamre og et eller flere Mellemkamre. Til Afstivning af Kamrenes Svøb indbyrdes, af Yderkamrenes Svøb til Kjedlens Yderskal og af Kamrenes Bagplader til Kjedlens Endebund, *Bagpladen*, benyttes *Støttebolte* (staybolt). Disse ere skrueskaarne Stænger, hvorpaa enten paanittes Hoveder eller skrues Møtrikker, som holde de paagjældende Flader sammen, saa at disse kunne bære Damptrykket (Fig. 1, 2 og 3). Kamrets Top afstives til Yderskallen enten ved *Hængestag* (Fig. 1) eller ved *Brostag* (dog). Disse ere Smedejærns Terser, hvis Ender hvile mod Toppen af Kamrets Endeflader; Kamrets Topplade holdes med Bolte op til Brostagene (Fig. 2 og 3).

Fra Kamrets ene Endeflade, *Inderrørpladen* (back tube plate), udgaa *Kjedelrørene* til Forpladens *Yderrørplade* (front tube plate). Kjedelrørene ere lange, tynde Rør af Jærn, Staal eller Messing. Der findes et stort Antal Kjedelrør, for at deres Overflade kan være stor nok til at optage den væsentligste Del af Varmen i Gasarterne, inden disse forlade Kjedlen. Rørenes samlede udvendige Overflade benævnes *Røroverfladen* (tube surface), deres samlede indvendige Tværsnitareal: *Trækfladen* (area through tubes). Rørpladerne afstives indbyrdes ved *Støtterør* (stay tube), der ere tykke Kjedelrør, som, naar disse ere af Jærn eller Staal, skrues i Rørpladerne og have Møtrikker paa Enderne.

124. Fra Kjedelrørene gaar Røgen ind i *Røgkamret*, som er en Kasse af Pladejærn, der befæstes udvendig paa Kjedlens Forplade (Fig. II, 1, 5 og 9). I Røgkamrets Forplade (front plate) findes *Røgkammerdørene* (smoke box door) ud for Kjedelrørene. Dørene kunne drejes om Hængsler foroven; de holdes lukkede med Vridere.

Fra Røgkamret gaar Røgen gjennem *Optrækket* til Skorstenen. Optrækket er ligesom Røgkamret forfærdiget af dobbelte Plader. Har Skibet flere Kjedler, som ligge ved Siden af hverandre, slutte Røgkamrene sammen til et fælles Optræk. Paa dette hviler *Skorstenen* (funnel), hvis Tværsnit i Reglen er rundt over Dækket (Fig. 8 og 9). Skorstenen skal skaffe den til Fyrene fornødne Lufttræk til Veje og føre Røgen ud i Luften, fri af Dækket.

Fra Optrækket og til nogle Fod over øverste Dæk er Skorstenen dobbelt. Rummet mellem den indre og ydre Skorsten udmunder under *Vandfaldskraven* (bonnet), der er fastnittet til Skorstenen (Fig. 8 og 9). Denne passerer op gjennem Dækkene, uden at understøttes af disse, for at den frit kan bevæge sig under vexlende Varmegrader. Skorstenens Top støttes af *Skorstensbardunerne* (funnel stay; se Fig. XII, 6). Disse, som ere af Kjæde eller af Staaltraad, maa ikke sættes mere, end at Skorstenen frit kan strække sig, naar Dampen sættes op.

Fra Dækket over Kjedlerne findes en Opbygning uden om Skorstenen, *Skorstenskappen* (funnel casing) (Fig. III, 21, 22, 23 og 24); denne skal beskytte mod Varmeudstraalingen fra Skorstenen og lede den ophedede Luft over Kjedlerne ud i det fri. Findes øverste Dæk umiddelbart over Kjedlerne (som i Fig. II, 8 og 9), udgaar Skorstenskappen fra dette Dæk og udmunder under Vandfaldskraven.

Uden om Skorstenen over Vandfaldskraven findes undertiden en Trøje af tynde Plader; en Krave paa Skorstenens Top holder Regn ude (Fig. 8).

I Oplag anbringes en *Skorstenshætte* (funnel cover) over Skorstenens Top.

Frisk Luft tilføres Fyrpladsen gjennem *Luftrør* (air pipe), som ere

cylindriske Pladejærns Rør, der foroven have bevægelige *Vindfang* (air cowl). Disse stilles fra eller mod Vinden, efter som Luftrørene skulle bortlede eller tilføre Luft (Fig. 9 og 22).

Luftrøret kan være indrettet til Askeophejsning og har da, som Fig. 22 udviser, en Tromle med Haandsving og Tov til Askepøsen, der kan trækkes ud gjennem en Dør paa Siden af Luftrøret.

125. Vandoverfladen (water level) ligger 6 " til 8 " over Inderskallens øverste Del, der sædvanlig er Kamrets Topplade.

Den Del af Inderskallens Overflade, hvorigjennem Varmeoverførelsen foregaar, er Kjedlens Hedeflade. Denne bestaar af:

1) Ildkanalernes Hedeflade, hvorved forstaas Kanalernes Overflade over Risten; Askegravens Overflade medregnes altsaa ikke;

2) Kamrets Hedeflade, nemlig:

a) Toppladen og Svøbet, dog medregnes ikke dettes indbuede Dele;

b) Inderrørpladen med Fradrag af Kjedelrørenes udvendige Tværsnitsareal;

c) Bagpladen, regnet til Overkant af Fyrbroen, naar denne er opstillet i Kamret, og til dens Underkant, naar den er anbragt i Fyrkanalen;

3) Røroverfladen, maalt mellem Rørpladerne.

Hedefladens Størrelse afgiver et Maal for den Dampmængde og derfor ogsaa for den Hestekraft, Kjedlen kan udvikle.

Da en rolig og regelmæssig Dampudvikling er betinget af et stort og højt Damprum, forsynes Kjedlen med en *Damphat* (steam dome) eller *Dampsamler* (steam collector), der anbringes paa Kjedlens Top og staar i umiddelbar Forbindelse med Damprummet i Kjedlen. Damphatten (Fig. II, 1 og 6) er en cylindrisk Opbygning med plan eller hvælvet Topplade. Dampsamleren er en paa langs af Kjedlens Top liggende lukket Beholder; den kan være kort (Flg. II, 2 og 5 og III, 23) eller lang (Fig. II, 4).

Adgang til Kjedlens Indre sker gjennem *Mandehullerne* (man hole) i Yderskallen (Fig. 5 d). Hullet lukkes med en *Mandedør* (man hole door), som forfærdiges af to sammennittede Plader og anbringes inden for Hullet, saa at Damptrykket hjælper til at holde Døren paa Plads. Ved en (Fig. 16) eller to (Fig. 5 d) Terser, der støtte udvendig mod Yderskallen, spændes Døren ud mod denne. Til Yderskallens Plade omkring Mandehullet nittes en *Styrkering* (compensation ring).

Til Bortfjærnelse af Slam, Kjedelsten o. l. findes *Rensehuller* (mudhole) med Døre i Kjedlens Forplade (Fig. 5 a).

126. Forskjellige Kjedeltyper. I Handelsskibe anvendes fortrinsvis den almindelige Skibskjedel, som ogsaa kaldes *den høje cylindriske Kjedel* (high cylindrical boiler). Fig. II, 1 viser en saadan Kjedel med

eet Fyr; Rørene ligge dels over, dels paa Siden af Kanalen. Fig. 2 viser en høj cylindrisk Kjedel med to Fyr og fælles Kammer, medens Kjedlen i Fig. 5 har to Fyr, hvert med sit Kammer. En høj cylindrisk Kjedel med tre Fyr og tre særskilte Kamre er fremstillet i Fig. 3.

I større Skibe benyttes ofte den *dobbelte cylindriske Kjedel* eller Kjedlen *med Indfyring i bægge Ender* (double ended boiler); den ligner to enkelte, høje cylindriske Kjedler med Bagsiderne vendte mod hinanden og Bagpladerne borttagne (Fig. 4). Undertiden have to lige for eller ved Siden af hinanden liggende Kanaler fælles Kammer.

For at kunne bruge Hjælpemaskiner som Dampspil, Lysmaskiner o. l., naar der ikke er Damp paa Skibets Hovedkjedler, have større Skibe en *Spilkjedel* (donkey boiler), der forefindes i mange forskjellige Konstruktioner. Fig. 6 viser en Art *Lokomotivkjedel* (locomotive boiler). Den har en af Vandet omgiven *Ildkasse* (fire box), hvori Risten findes. Kjedelrørene udgaa fra Ildstedet; Røgkamret findes ved Kjedlens Bagplade.

En hyppig benyttet Spilkjedel er vist i Fig. 7. Den har en opretstaaende cylindrisk Yderskal omkring en Ildkasse af samme Form. Ildkassens Hedeflade er forøget med nogle »*Galloways*« *Rør* (Galloway tube), hvis Indre er i Forbindelse med Kjedlens Vandrum. Fra Ildkassens Topplade fører et stærkt, cylindrisk Rør Forbrændingsprodukterne til Skorstenen.

I Orlogsskibe benyttes forskjellige Kjedeltyper, saasom *den lave cylindriske Kjedel* (low cylindrical boiler) og *Lokomotivkjedlen* med *vaad* (Fig. 6 b) eller *tør Bund* (wet or dry bottom). I ældre Skibe findes firkantede *Lavtrykskjedler* (low pressure boiler). I den nyeste Tid har man begyndt at indføre *Vandrørskjedler* (tubulous boiler), der særlig egne sig for høje Kjedeltryk og forceret Fyring. De have et stort Antal Rør; Vandet er inden i Rørene, Flammen spiller uden om disse.

127. **Haner og Ventiler** benyttes til at afpasse Tilstrømningen til og Bortledningen af Vand og Damp fra Kjedler og Maskiner.

Haner (cock) støbes af Metal (Fig. X, 1). I det konisk afdrejede *Hanehus* (cock casing) passer den hule *Hanetol* (plug) nøjagtig. Paa Hanehuset findes Tude med Flanger, hvormed Hanen fastboltes til Kjedlen, Maskinen, en Rørledning e. l. Bringes Hanetollens Gang lige for Aabningerne i Hanehusets Tude, er Hanen aaben, og Strømmen kan frit passere gjennem den. Hanen er lukket, naar Hanetollens Gang, som i Figuren, er drejet hen for den massive Del af Hanehuset mellem dettes Tude. Paa Hanetollens Hals uden for Huset findes en Mærkestreg, som angiver Gangens Retning igjennem Tollen.

For at Vandet eller Dampen ikke skal pine sig ud mellem Huset

og Tollen, er Hanen forsynet med en *Pakdaase* (stuffing box); uden om Hanetollen findes en *Stopbøsning* (gland), som med to Bolte og Møtrikker kan skrues ind mod *Pakningen* (packing); denne bestaar af *Asbest* (asbestos), *Hampegarn* (hamp) e. l., som ved Stopbøsningens Nedskruning sammentrykkes og derved tætner omkring Hanetollens Hals. Uden for Pakdaasen er Hanetollen firkantet til *Nøglen* (key) eller *Topnøglen* (box key).

Fig. 2 viser en *Vinkelhane*; her fører Gangen i Hanetollen fra Siden ud gjennem dennes Bund.

Skulle flere Rørledninger kunne sættes i Forbindelse med hinanden ved en enkelt Hane, benyttes *Togangshaner*, *Tregangshaner* (three way cock) eller *Firgangshaner*. Med den i Fig. 3 viste Togangshane kan den ene Tud kun sættes i Forbindelse med den ene af de to andre; de to Tude, som ligge lige for hinanden, kunne ikke komme i Forbindelse med hinanden. Ere Tudene derimod anbragte 120° fra hverandre, som i den i Fig. 4 viste Tregangshane, kunne hvilke som helst to af Tudene forenes.

Fig. 5 viser en Firgangshane, som ofte finder Anvendelse i Hjælpemaskiner (§ 151).

128. Den almindelige Ventil (valve) bestaar af et *Ventilhus* (valve casing) af Metal eller Støbejærn (Fig. X, 7). Fra Husets hule Rum udgaar Tude. Paa den ene af disse kan Aabningen lukkes eller delvis lukkes ved Hjælp af en cirkulær Skive: *Ventilen* (valve), som kan skrues an mod en nøjagtig afdrejet lille Flade: *Ventilsædet* (valve seat). Ventilen styres af 3 eller 4 paastøbte *Vinger* (wing), som kunne glide op og ned langs Tudens indre cylindriske Del. Ventilen bevæges fra og mod Sædet af *Ventilspindelen* (valve spindle), som kan have Snit i en Bøjle uden for (Fig. 7) eller inden for Ventilhuset (Fig. 6). Dette lukkes med et *Dæksel* (cover), hvori der findes Pakdaase omkring Spindelen. Denne drejes rundt ved et *Haandhjul* (hand wheel) eller et *Sving* (handle). Ved smaa Ventiler er Ventilhuset af Metal, ved større i Reglen af Støbejærn, men Ventiler og Ventilsæder ere altid af Metal.

Skal en Ventil aabnes, drejes Spindelen rundt i Retningen modsat den, hvori Viseren paa et Uhr bevæger sig. Ventiler, som kun skulle fuldstændig afspærre for eller give fuld Passage for Vand- eller Dampstrømmen, benævnes *Afspærringsventiler* (communication valve). Ventiler, som tjene til Regulering af Damptilstrømningen, benævnes *Stopventiler* (stop valve). Ved kun til Dels at aabne en saadan, formindskes den gjennem Ventilen strømmende Dampmængde, og samtidig falder Dampens Tryk: Dampen *haartrækkes* (wire draw) paa Grund af Modstanden, som den møder gjennem den indsnævrede Aabning.

Dersom Strømmens Retning gjennem en Rørledning ikke maa for-

andres, benyttes *Ligeløbsventiler* (straight way valve). Fig. 6 fremstiller en saadan; Ventilhuset er ved et Skillerum delt i to Dele, som ere i Forbindelse med hinanden, naar Ventilen er aaben. Stopbøsningen i Ventilspindelens Pakdaase holdes paa Plads af en *Pakmøtrik*.

En anden Form paa Ligeløbsventiler, der benævnes *Skydeventiler* (sluice valve), er fremstillet i Fig. 21. Denne Ventil, der i den viste Form benyttes paa Ledninger for Vand, har et aflangt Ventilhus. Selve Ventilen skrues op i Huset, fri af Passagen gjennem dette, naar Ventilen skal være aaben. Skal Skydeventilen lukke for Vandet, skrues Ventilen ned over Sædet; den bringes til at slutte tæt mod dette ved Hjælp af kileformede Knaster paa Ventilen og Huset.

Skal Vandstrømmen kun kunne gaa den ene Vej gjennem Ventilen og en Tilbagestrømning undgaas, benyttes *Kontraventiler* (non return valve); Ventilen lukker sig, naar Trykket paa dens Overside bliver større end paa dens Underside. Spindelen tjener som Styr (Fig. 22) eller som Stopper (Fig. 16) for Ventilens Vandring.

Skal Dampens eller Vandets Tryk i et Rum holdes inden for en given Grænse, anbringes en *Sikkerhedsventil* i Forbindelse med Rummet. Dens Indretning omtales senere (§ 132).

Ønsker man at opnaa et bestemt Damptryk i en Rørledning, hvilket Tryk maa være mindre end Kjedeltrykket, benyttes en *Trykformindsker* eller Reduktionsventil (reduction valve). En saadan er vist i Fig. 15; den bestaar af et Ventilhus med cylindrisk Ventilsæde, hvori vandrer en cylindrisk Ventil, der har aflange Aabninger, svarende til lignende Aabninger i Ventilsædet. Gjennem Tuden A strømmer Dampen ind i et Bælte uden om Ventilsædet, hvorfra den gjennem Aabningerne og Ventilens hule Rum strømmer gjennem Tuden B til det Rum, som skal holdes fyldt med Damp af formindsket Tryk. Ved en *direkte Fjederbelastning* holdes Ventilen mod en Ansats paa Ventilhusets Indre. Bliver Dampens Tryk mod Ventilhusets indre Overside større end Fjederens Tryk mod Ventilen, løftes denne, Aabningerne forskydes for hinanden, Dampen haartrækkes og strømmer med formindsket Tryk gjennem Aabningerne ind i Rummet B.

129. Rørledninger, som føre til Skibssiden, udmunde ofte i en paa denne anbragt *Kingstonventil* (Kingston valve). Ventilhuset er foroven cylindrisk og her forsynet med Tude med Afspærringshaner, *Søhaner* (sea cock), til Rørledningerne (Fig. X, 10). Forneden er Ventilhuset afdrejet konisk til en Ventil, *Kegleventil* (conical valve), hvis største Flade vender udefter (Fig. 9). Ventilspindelen er styret i et Krys ved Kingstonventilens Munding, gaar op gjennem en Pakdaase og ender i et Haandtag. Paa Ventilhusets Overdel findes to Opstandere; gjennem Huller i disse og gjennem det ene af to Huller i Spindelen stikkes en Kile, som holder Ventilen

paa Plads i den lukkede, eller, som i Figuren, i den fuldt aabne Stilling. Naar Ventilen skal aabnes, trykkes Spindelen nedefter, og Kilen isættes. Brækker Spindelen, vil Vandet udenbords trykke Ventilen mod Sædet.

I Jærnskibe med *dobbel Bund* befæstes Kingstonventilen ofte til *Inderbunden*, og mellem Inder- og *Yderbunden* findes en vandtæt Kasse, hvorigjennem Kingstonventilen er i Forbindelse med Søen (Fig. 10).

I Træskibe har Kingstonventilen den i Fig. 8 viste Form; Figuren viser Ventilen lukket.

Er Kingstonventilen bestemt til Indstrømning af Søvand, forsynes den udvendig paa Skibssiden med en *Rist* (grating), som holder Tang o. l. fra at følge med Vandet ind i Ledningerne.

Da der i Jærnskibe kommer Metal og Kobber i Berøring med Skibssidens Plader under Vandlinien, vil den galvaniske Virkning mellem de forskjellige Metaller tære paa Pladerne i Nærheden af Ventilerne, dersom man ikke beskytter dem derimod. Dette sker ved at anbringe *Zinkbeskyttere* (zinc protector) ved alle Ventiler paa Skibssiden (Fig. 11). En Zinkring *a* fastskrues til Ventilen i god metallisk Berøring med denne; Zinken tæres bort i Tidens Løb og maa fornyes, medens Pladerne forblive uberørte af det andet Metals Nærhed.

I Handelsskibe undværes ofte Kingstonventiler; i deres Sted anbringes Søhaner, f. Ex. af den i Fig. 2 viste Form, direkte paa Skibssiden eller *Søventiler* af Form som en almindelig Stopventil. De sidde ofte paa en Jærnkasse, der er fastskruet til Skibssiden over Gulvpladerne, for at de kunne være let tilgængelige og under Kontrol. I nyere Skibe anbringes de direkte paa Skibssiden.

Søforbindelserne (sea connections) kaldes under eet de Ventiler og Haner, som befæstes til Skibssiden og tjene til Indsugning eller Bortledning af Vand. Herunder henhøre dels *Tilgangsventiler* (inlet valve) paa Skibsbunden, dels *Afgangsventiler* (discharge valve) paa Skibsbunden eller Skibssiden over eller under Vandlinien.

Et Rør, *Gjennemblæsningsrøret*, fører til Søforbindelsernes Tilgangsventiler fra et af Kjedlernes Vandrum eller fra det nærmeste Damprør. Det er forsynet med en *Ishane* og tjener til at rense Ventilen eller Hanen for Tang e. l. eller tø den op i Frostvejr.

130. **Kjedelbeslagene** eller Kjedelarmaturen (boiler mounting) befæstes med Bolte, Skruer eller Tappe til Kjedlens Endebunde eller Yderskal. Kjedelbeslagene omfatte de fornødne Apparater til:

at vise Vandhøjden i Kjedlen,
at afpasse Til- og Afgang for Kjedelvandet,
at maale og begrænse Dampens Tryk og
at afpasse Dampens Afgang fra Kjedlen.

Til at vise Vandhøjden tjener Vandstandsglasset og Prøvehanerne.

Vandstandsglasset (glass water gauge), hvoraf der findes et eller to paa hver Kjedel, anbringes paa et iøjnefaldende Sted, saa at den, der passer Vandstanden, med Lethed kan iagttage det. Det bestaar af et stærkt Glasrør (Fig. X, 18), hvis øverste Ende gjennem en Metalkapsel er i Forbindelse med Damprummet, medens den nederste Ende ved en lignende Kapsel, bægge forsynede med Afspærringshaner, *Glashanerne*, er i Forbindelse med Vandrummet. Ud for den normale Vandstand, *halvt Glas*, findes en paa Kjedlen fast anbragt Viser. Glasset tætnes i Kapslerne med en lille Pakdaase, hvis Pakning bestaar af Gummiringe. Ud for Gjennemboringen i Kapslerne findes en Skrueprop, som udskrues, naar Gjennemboringen er forstoppet, for at man kan støde igjennem denne med et Stykke Staaltraad e. l. Skal et nyt Glas indsættes, udskrues en Skrueprop i den øverste Kapsel over Glasset. Paa den nederste Kapsel findes en Hane med Rørledning til Lasten.

For at man kan forvisse sig om, at Glasset viser den rette Vandhøjde, maa det nu og da *blæses igjennem*; er Glasset urent, lukker man den underste Afspærringshane og aabner Hanen til Lasten; Dampstrømmen vil da rense Glasset.

Optager Røgkamret saa megen Plads paa Endebunden, at Glasset ikke kan anbringes direkte paa Kjedlen, sættes det paa en hul Metalcylinder, *Vandstandsviseren*, der har 5 Knaster til Glasset og Prøvehanerne (Fig. II, 5). Fra Viserens øverste Ende udgaar en Rørledning til Kjedlens Damprum, og fra dens nederste Ende et Rør til Vandrummet. (Rørene ere i Figuren mærkede med 4).

Springer Vandstandsglasset, eller man ønsker at forvisse sig om, at det viser rigtig, undersøges Vandstanden med *Prøvehanerne* (test cock), hvoraf den ene anbringes lidt over, den anden ud for og den tredie lidt under normal Vandstand. De ere Ligeløbshaner (Fig. X, 17), som ud for Gjennemboringerne have Skruepropper, saa at man kan støde i lige Retning gjennem dem, naar de ere forstoppede. Deres Tude vise ofte ned i en Tragt med Afløb til Lasten (Fig. 19). Sidde Prøvehanerne højt oppe, bevæges de fra Fyrpladsen med Trækstænger, Topnøgler eller en endeløs Kjæde, ført over et lille Hjul paa Hanetollen.

Prøvehanerne bevæges jævnlig; fra den øverste skal udstrømme Damp, fra den nederste Vand alene, fra den midterste en Blanding af Vand og Damp.

131. Kjedlens Forsyning med Fødevand afpasses med en *Fødeventil* (feed valve), der er en Kontraventil (Fig. X, 16), hvis Ventil kun aabner sig, naar Trykket i dens Rørledning er større end Trykket i Kjedlen. Fødeventilen befæstes til Kjedlens Forplade omtrent i Højde med Fyrkanalerne. Fra Ventilen udgaar ofte indefter i Kjedlen et *ind-*

vendigt Føderør (internal feed pipe) af Messing; det leder Fødevandet ind paa rette Sted i Kjedlens Vandrum.

Fødevandet pumpes paa Kjedlerne dels med Hovedmaskinens *Fødepumper* (§ 160), dels med en ved Fyrpladsen opstillet *Dampkjedelpumpe* (§ 177). Fra disse udgaa særskilte Rørledninger; enten gaa de hver til sin Fødeventil, anbragt paa hver Side af Kjedlens Forplade, eller de forenes i et fælles Ventilhus med to Kontraventiler og fælles Afgang fra Ventilen til Kjedlen (Fig. II, 5 a, Ledningerne 10 og 11).

Vandet i Kjedlen kan trykkes udenbords gjennem Skumhanen og Bundhanen med deres Rørledninger.

Skumhanen (scum cock), der sidder udvendig paa Kjedlen, tjener til at bortskaffe Vandet i Nærheden af Vandoverfladen. Fra Skumhanen fører et Rør ind efter i Kjedlen; det er skraat afskaaret eller ender i en Tragt nogle Tommer under den normale Vandstand (Fig. 5 a, Ledning 5). Tragten fanger de i Nærheden af Vandoverfladen flydende *Fedtstoffer* (greasy matter) og øvrige Urenheder, saa at disse med Kjedelvandet kunne trykkes udenbords gjennem *Skumrøret*.

Bundvandet tillige med det i Bunden opsamlede Slam kan trykkes udenbords gjennem *Bundhanen* (blow off cock) og det fra Hanen udgaaende *Bundudblæsningsrør*, som kan have en Forlængelse ind i Kjedlen til dennes laveste Del (Fig. 5, Ledning 7). Bundudblæsningsrøret og Skumrøret forenes ofte til en fælles Ledning, som ender i en Afgangsventil paa Skibsbunden.

Damptrykket maales i Reglen ved Trykket i engelske Pund paa en engelsk Kvadrattomme. Trykmaaleren (§ 54) anbringes paa et iøjnefaldende Sted paa Kjedlens Front (Fig. 5 a). Under Kjedlens *Trykprøve* (§ 212) fastskrues en *Kontroltrykmaaler* til en fra Afspærringshanens Hus udgaaende Tud med Flange (Fig. X, 25).

132. Dersom alle Udgange for Dampen ere lukkede, og man vedbliver at fyre, vil Dampens Tryk tilsidst blive saa stort, at Kjedlen ikke kan bære det og vil sprænges med stor Voldsomhed. For at forebygge dette, anbringes i direkte Forbindelse med Kjedlens Damprum selvvirkende *Sikkerhedsventiler* (safety valve), som aabne sig og lade Dampen slippe ud, naar dens Tryk bliver større end det Tryk, Kjedeltrykket, som Kjedlen er beregnet til at gaa med, og som lukke sig, naar Damptrykket bliver mindre end dette. Ventilaabningerne maa være saa store, at den Dampmængde, Kjedlen formaar at udvikle, kan undslippe. Hver Kjedel har to Ventiler, anbragte i det samme Ventilhus. Paa dette sidder en Tud, hvorfra *Spildedamprøret* (waste steam pipe) fører den gjennem Ventilerne udstrømmende Damp (Fig. II, 5 a, Ledning 3) til *Spildedampskorstenen*, som er et Rør, der løber op langs Skorstenen

til dennes Top. Lovbestemmelser, vedrørende Sikkerhedsventilers Indretning, findes i Tillæget.

Sikkerhedsventilerne belastes paa forskjellig Maade; hyppigst anvendes *indirekte Vægtbelastning* eller *direkte Fjederbelastning*. Den første er vist i Fig. X, 13. Vægte af Bly eller Jærn ere ophængte paa den ene Ende af en enarmet Vægtstang, som trykker mod Ventilspindelen mellem Omdrejningspunktet og Vægtenes Ophængningspunkt. Vægtene have et radielt Udsnit for at kunne stikkes ind over en Stang, som ved et Gaffelled er forenet til Vægtstangen. De hvile mod et Bryst paa Stangen; dennes nederste Ende er styret i en fra Kjedlens Yderskal udgaaende Bøjle. Vægtstangen, der kan dreje sig om en Bolt i en Øsken paa Ventilhusets Dæksel, gaar gjennem et aflangt Hul i Ventilspindelens øverste Ende og er styret i en Bøjle paa Dækslet. I § 26 er anført et Exempel paa Beregningen af Vægtbelastningen.

Da Vægtens Tryk mod Ventilen forandrer sig, naar Skibet slingrer eller duver, foretrækkes i nye Skibe Sikkerhedsventiler med direkte Fjederbelastning. En saadan er fremstillet i Fig. 12. En stærk Staalfjeder trykker mod en Skaal paa Ventilspindelen; dens øverste Vinding trykker mod en Ring, som kan tvinges nedefter af en skrueskaaren Bøsning; denne kan skrues op og ned i Dækslet til et Støbejærnshylster, som udgaar fra Ventilhusets Dæksel og omslutter Fjederen. En lille Ring mellem Bøsningen og Hylstrets Dæksel forhindrer, at Belastningen, eller Fjederens Tryk mod Ventilen, vilkaarlig forøges. Paa Ventilspindelen inden i Ventilhuset findes en Krave; denne begrænser Ventilens Løftehøjde og hindrer derved, at Ventilen kastes af sit Sæde. I Spindelens øverste Ende findes et aflangt Hul til en Kile; Hullet er længere end Kilens Bredde, saa at Ventilen frit kan løfte sig Omkring Kilen slutter en Hætte af Metal. Da det under mange Forhold er ønskeligt at kunne aabne Sikkerhedsventilerne, forsynes de med et *Letteapparat* (lifting gear), som her bestaar af en Axel, med to gaffelformede Arme, der gribe om et Bælte paa Hætten. Trækker man paa Fyrpladsen i en Kjæde eller et Haandtag, drejes Axlen, og Armene løfte Hætten med Kilen og derfor ogsaa Ventilspindelen og Ventilen.

Paa mindre Kjedler findes ofte Sikkerhedsventiler med indirekte Fjederbelastning (Fig. 14). Ventilsædet er anbragt i Damphattens Topplade; en enarmet Vægtstang trykker mod Ventilen; den drejer sig om en Bolt i en Øsken og er styret i en Bøjle paa Hatten. Fjederen, der er under Spænding, er anbragt i et Fjederhus; dens ene Ende er i fast Forbindelse med et Gaffelled paa Kjedlens Top, dens anden Ende er fastgjort til en skrueskaaren Stang, hvis øverste Ende gaar gjennem et Hul i Vægtstangens fri Ende; her findes en Møtrik, hvormed Fjederens Spænding kan afpasses og derved det Tryk, hvorved Ventilen aabnes.

133. Dampens Tilstrømning til Maskinen afpasses med en paa Kjedlen anbragt *Stopventil.* Den sidder saa højt som muligt i Damprummet, som oftest paa Damphat eller Dampsamler (Fig. II, 5). Er den vanskelig at komme til, indrettes den til at kunne aabnes og lukkes fra Fyrpladsen ved Hjælp af en Overførelsesmekanisme, bestaaende af Stænger, Tandhjul og Kjæder, der udgaa fra Ventilens Spindel. Loven fordrer (se Tillæget), at paa Fartøjer med helt Dæk skal der umiddelbart paa Kjedlen anbringes en fra Dækket let tilgængelig Ventil, hvormed Dampen kan afspærres fra Maskinen.

Stopventilens Indretning er som den i Fig. X, 7 viste Ventil. Større Ventiler ere af Støbejærn. For at Dampen ikke skal rive Vand med sig, findes der ofte i den øverste Del af Damprummet, et *indvendigt Damprør* (internal steam pipe), hvis ene Ende slutter til Stopventilen, medens den anden Ende kan udmunde opefter eller være lukket, og Røret er da gjennemhullet paa sin øverste Halvdel.

134. **Kjedlens øvrige Tilbehør.** I Skibsmaskinerier anvendes ofte *Dampstraaleapparater* (steam jet apparatus), som arbejde efter det Princip, at Damp, der med stor Hurtighed strømmer ud af en tudformet Aabning ind i et Rum og herfra videre ud af et Afgangsrør, river den i Rummet værende Luft, Vand o. l. med sig gjennem Afgangsrøret.

Som Exempel paa et saadant Apparat skal nævnes *Giffards Straaleføder* eller Injektor (injector), der er vist i Fig. X, 30; den benyttes til Fødning af Vand paa Kjedlen. Gjennem et Rør fra Toppen af Damprummet ledes en Dampstraale til Tuden A, hvorfra den gjennem nogle Huller strømmer ind i et Rør og ud af dettes tilspidsede Ende ind i *Vandkamret.* Damptilstrømningen kan afpasses ved Hjælp af en gjennem Røret gaaende tilspidset Stang, som delvis eller helt kan lukke for Rørets Ende. I Vandkamret møder Dampen det fra Tuden B kommende Fødevand og river dette med sig ind i *Overflodskamret*; her møder Straalen en mod den rettet Tud; Luften og Vandet, som Straalen ikke fører med sig, kan undslippe gjennem et paa Overflodskamret anbragt *Overflodsrør* C. Det Vand, som Dampen tager med sig, strømmer gjennem en Kontraventil og Tuden D ind i Kjedlen.

Straalefødere arbejde ikke saa paalidelig som Fødepumper; de benyttes kun undtagelsesvis til Søs, og da kun som Fødeapparat til Spilkjedler.

Til Lænsning af Lasten, Overbordkastning af Aske o. s. v. benyttes et Dampstraaleapparat, som kaldes en *Straalelænser* eller Ejektor. Den omtales i § 276. Blæserøret i Skorstenen (Fig. II, 5, Ledning 12) og *Weir's Vandbevæger* (hydrokineter), der benyttes til Fremskyndelse af Vandcirkulationen i Kjedlen, ere ogsaa Dampstraaleapparater.

135. Fra Kjedlen udgaar et Damprør (Fig. II, 5, Ledning 13) til

Dampfløjten (steam whistle), som anbringes paa Skorstenens Forkant over Dækket. Hyppigst benyttes *Orgelfløjten* (organ whistle; se Fig. XI, 1), som bestaar af en med en Fjeder belastet Afspærringsventil og et foroven lukket Rør. Gjennem to Aabninger ved Rørets nederste Ende strømmer Dampen mod Kanterne af to Udsnit paa Rørets Sider. Lyden afhænger nærmest af Rørets Længde og Udsnittets Størrelse. *Fløjtetrækket* udgaar fra den ene Ende af en paa Fløjten anbragt toarmet Vægtstang, hvis anden Ende trykker mod Afspærringsventilens Spindel. Slippes Trækket, lukkes Ventilen af Fjederen og Dampens Tryk.

Fødevandsforvarmere (feed heater) tjene til at opvarme Fødevandet, inden det pumpes paa Kjedlen. De finde hyppigst Anvendelse i Maskiner uden Fortætning, hvor Fødevandet tages fra Søen. Varmen tilføres Fødevandet fra Spildevarmen i Forbrændingsprodukterne, fra Maskinens Spildedamp eller ved Damp fra Kjedlerne.

For at beskytte Kjedelpladerne mod Fortæring ophænges indvendig i Kjedlen *Zinkblokke* (zinc slab). Blokkene bæres i Stangjærn fra Kjedlens Stag og Plader, som vist i Fig. II, 5 b og c. Det er af Vigtighed, at der overalt er god metallisk Berøring til Stede mellem Stag, Stangjærn og Zinkblokke.

Kjedelbeklædningen (boiler covering) skal formindske Varmeudstraalingen fra Kjedlens Overflade. Kjedelbunden beklædes ikke. Beklædningen bestaar som oftest af *Filt* (hair filt) med en ydre Beklædning af Træ eller Jærnplader eller af *faste Isolationsmasser*, saasom Kork og Blandinger af et porøst og et sammenbindende Stof, saasom: Savspaaner, Infusoriejord, Haar, Gjødning, Kalk, Vandglas, Cement o. s. v.

136. **Redskaber.** Til Kullenes og Askens Transport, Fyrenes Pasning, Kjedelrørenes Rensning o. s. v. hører forskjellige Redskaber og Værktøj, hvoraf de hyppigst benyttede i Reglen stuves paa Siderne af Kjedlerne, naar de ikke ere i Brug. Kullene lempes i Kulkasserne med en *Lempespade* (trimming shovel); de slaas itu med en *Kulhammer* (coal hammer) og kastes i Fyret med en *Fyrspade* (shovel). Til at rense Fyret benyttes *Syvtallet* (pricker), der er en Jærnstang med et Haandtag i den ene Ende og et tilspidset Jærnblad i den anden (Fig. II, 24). Figuren viser Haandtaget drejet 90 ° ud af sit Plan. Jærnbladet stikkes fra neden op mellem Ristestængerne og trækkes frem og tilbage, idet Stangen, hvorpaa Dæmperen hviler, benyttes som Hvilepunkt. Slaggen brækkes løs med en *Brækstang* (slice), som er en tilspidset Jærnstang med Haandtag (Fig. 27). Kullaget jævnes, og Asken rages ud af Askegraven med *Rageren* (rake), som er en Jærnstang, der ender i en Jærnplade med afrundede Hjørner (Fig. 23).

Kjedelrørene renses for fastsiddende Sodskorper ved Hjælp af en *Rørskraber* (tube scraper), der er en Jærnstang med to Fjedre paa den

ene Ende og et Haandtag paa den anden. Paa Fjedrene sidde halvrunde Skrabere, som tvinges ud mod Kjedelrørets Omkreds; vinkelret paa Skraberne findes hvælvede Styrestykker (Fig. 26). Kjedelrørene fejes rene, *stødes ud*, med *Rørbørster* (tube brush), som ere af Haar, Messing- eller Jærntraad (Fig. 25). Undertiden renses Kjedelrørene ved Hjælp af Damp fra et Rør med Jærntude, der holdes ud for Rørenes Mundinger.

Til Kjedelrørenes Indsætning, Stemning i Rørpladen og Udtagning, benyttes henholdsvis *Rørdriveren* (drift), *Rørstemmeren* (tapered drift), *Rørvalsen* (tube expander) og *Rørtrækkeren*.

Asken slukkes med Vand fra en Slange paa *Askeslukningsrøret* (water service pipe), som udgaar fra en af Søforbindelsernes Tilgangsventiler paa Fyrpladsen. Asken samles og hejses op paa Dækket i *Askepøse* (ash bucket); den kastes over Bord gjennem en Tragt af Sejldug eller Jærn.

137. Saltmaalere (hydrometer). Kjedelvandet er i Reglen salt. Til at maale Saltmængden, *Saltholdigheden* (density), benyttes Saltmaaleren, som er en Flydevægt af den i § 38 beskrevne og i Fig. X, 29 viste Indretning. Saltmængden i Søvand er $^1/_{32}$, d. v. s. i et Pund Søvand er opløst $^1/_{32}$ Pund forskjellige faste Bestanddele, som under eet benævnes *Salte*. Saltmaalerens Stilk inddeles i 32te Dele. Nedsænket i Søvand, vil Mærket for $^1/_{32}$ være i Overfladen; i Vand, som indeholder 2 Gange saa meget Salt som Søvand, staar Saltmaaleren paa $^2/_{32}$ o. s. v., dog under den Forudsætning, at Vandet har den Varmegrad, hvorved Instrumentet er inddelt, i Reglen 200 ° F = 93 ° C.

Skal Saltholdigheden bestemmes, aftappes Kjedelvand i et Maal gjennem en paa Kjedlen anbragt *Saltmaalerhane*, og Saltholdigheden aflæses, naar Varmegraden er falden til den ovenfor anførte Værdi. Ofte ere Saltmaaler og Thermometer samlede i et enkelt Apparat: *Hows Salinometer* (salinometer).

Fyldes og fødes Søvand paa Kjedlerne, vil Kjedelvandet være saltere end Søvandet, fordi det rene Vand overgaar til Dampform, medens Saltet bliver tilbage i Kjedlen. Søvandets Salte have forskjelligt *Mætningspunkt*, d. v. s. de kunne i en større eller mindre Grad holdes opløste i Vandet. Naar Mætningspunktet overskrides, udskilles Saltene og lejre sig som Mudder paa Bunden af Kjedlen og som *Kjedelsten* (boiler scale) paa Kanaler, Kamre og Kjedelrør. Søvandets vigtigste Salte ere Kalksalte og Kogsalt. De første kunne ikke holdes opløste i Kjedelvandet, naar dettes Varmegrad er 150 ° og derover; de udskilles derfor i Kjedler, hvor Trykket er 60 Pund paa □ " og derover. Kogsaltets Mætningspunkt ligger ved $^{12}/_{32}$, uafhængig af Varmegraden. Benyttes salt Fødevand, som f. Ex. i Maskiner med Indsprøjtningskondensator, er Kjedelstensdannelse uundgaaelig. I Maskiner med Overfladekondensator kan den vel heller ikke undgaas, men den foregaar

meget langsommere. Fyldes og fødes Kjedlerne udelukkende med fersk Vand, er Kjedelstensdannelsen uvæsentlig. Destilleret Vand giver ikke Kjedelsten.

Saltholdigheden holdes inden for passende Grænser ved *Skumning*, d. v. s. man lader enten jævnt hele Tiden, *stadig* Skumning (Indsprøjtningskondensator), eller nu og da, *periodisk* Skumning (Overfladekondensator), en Del af Kjedelvandet strømme ud af Kjedlen gjennem Skum- eller Bundhanen og erstatter det med Søvand, fersk eller destilleret Vand; paa denne Maade holdes Saltholdigheden mellem $^{2}/_{32}$ og $^{3}/_{32}$. Saltholdigheden bør holdes langt fra Kogsaltets Mætningspunkt, thi Kogsaltets Udskilning er farlig paa Grund af den Hurtighed, hvormed den foregaar, og den store Saltmængde, Kjedelvandet da vil indeholde.

138. **Kjedlens Opstilling**. Kjedlen hviler paa *Strøer* (boiler bearer), som i Jærnskibe bestaa af stærke langskibs Dragere eller tværskibs *Sadler* (saddle), der bygges op fra Skibsbunden og styrkes ved Vinkler og Knæplader (Fig. II, 5). Paa Kjedlen findes Jærnknægte, der fastskrues til Dragerne. Saa vidt muligt bør Kjedlen overalt være tilgængelig for Eftersyn.

Kullene til Skibets Fremdrivning opbevares i *Kulkasserne* (coal bunker); de lempes ud paa Fyrpladsen gjennem *Kuldøren* (coal door).

Antallet af Kjedler i Skibet retter sig i Hovedsagen efter den Hestekraft, Maskineriet skal kunne udvikle. Kjedlerne opstilles som oftest langskibs i Kjedelrummet; er der to Kjedler, ligge de ved Siden af hinanden og have fælles Skorsten. Paa Blad III er vist forskjellige Anordninger af Maskineriet i *Skrueskibe*. I Fig. 21 har Skibet een Kjedel; Fyrpladsen findes foran for Kjedlen. Fig. 21 a viser Maskineriet set fra Siden, Fig. 21 b viser Kjedlen set fra Fyrpladsen, og Fig. 21 c er et Plan af Maskineriet. Kulkasserne findes paa Siderne af Kjedlen; mellem denne og *Kulkasseskoddet* er der en Gang, førende til Maskinrummet. Spilkjedlen er opstillet paa Dækket over Kjedlen; dens Skorsten er ført ind i Hovedkjedlens.

Fig. 23 a, b og c viser et Skib med een Kjedel, hvor Fyrpladsen vender agterefter og gaar i eet med Maskinrummet. Dette Arrangement findes ofte i mindre Skibe, hvor der er kneben Plads, men der er den Mangel ved det, at Kulstøv og Aske fra Fyrpladsen kan trænge ind til Maskinens bevægende Dele og give Anledning til »varme Pander«.

I Fig. 22 a, b og c har Skibet to Kjedler ved Siden af hinanden med Skorsten og Fyrplads fælles med Spilkjedlen, som er opstillet i en Indbygning i Kulkasserne og er af den høje cylindriske Type. Kulkasserne ligge dels langskibs paa Siden af, dels tværskibs foran for Kjedlerne og Fyrpladsen. Et noget lignende Kjedelarrangement er vist i

Fig. 24 a, b og c; men her findes ingen langskibs Kulkasser; Spilkjedlen er af den i Fig. II, 7 viste opretstaaende Type.

I *Hjulskibe* (Fig. IX, 7 a) ligger den ene Kjedel ofte foran for, den anden agten for Maskinen; de have hver sin Skorsten, og Fyrpladserne vende ind mod Maskinen.

Paa Fyrpladsen er lagt et Gulv af *riflede Jærnplader* (chequered plate). Adgang til den sker ad *Lejdere* (ladder) fra Dækket. Kjedelrummet oplyses af Lamper, der ophænges paa de Steder, hvor der bør være det stærkeste Lys.

139. Rørledningerne, som udgaa fra Kjedlen, ere som oftest af Kobber eller Jærn. Alle Damp- og Føderør ere af Kobber. De enkelte Længder samles med Flanger og Bolte og med Tætningsmidler som Rødkit og Sejlgarn eller Sejldug, Asbest, Gummipakning e. l. mellem Flangerne.

For at Rørene frit kunne strække sig under stigende Varmegrader, lægges de ikke i lige Længder mellem to faste Endepunkter, saasom Kjedlen og Skibssiden, men der gives dem mindst eet Sted en Bøjning, som ved sin Elasticitet tillader Forandringer i Rørets Længde (Fig. XI, 3).

Kan man ikke nøjes med en Bøjning paa Damprør, forsynes de med en *Expansionsmuffe* (Fawcett joint), der bestaar af en Pakdaase, hvis Flange samles til Damprørets Forlængelse (Fig. 4); Stopbøsningen er af sædvanlig Form; Damprørets fri Ende kan frit forskyde sig i Pakdaasen. For at hindre, at Dampen trykker Røret ud af denne, ere to af Stopbøsningens Bolte førte frit gjennem Huller i to Knaster, loddede fast til Røret; de have Møtrikker, som begrænse Rørets Vandring i Pakdaasen.

Rørledningerne vises paa en *Rørtegning* (pipe arrangement drawing), paa hvilken de skilles fra hverandre ved at give dem forskjellige Farver. Det samlede Rørarrangement i et Skib omtales senere (§ 179); her skal kun nævnes de Rør, der udgaa fra Kjedlen, og som ere viste i Fig. II, 5. Rørledningen, mærket 1, er *Hoveddamprøret* (main steam pipe). Har Skibet flere Kjedler, udgaar der et Damprør fra hver Kjedels Stopventil; de slutte sammen til Hoveddamprøret, som er forsynet med en Hovedstopventil i Maskin- eller Kjedelrummet. Paa Hoveddamprøret findes ofte en *Separator* (separator), som skal skille Dampen fra det Vand, den har revet med sig. Separatoren bestaar af en i Damprøret indskudt Cylinder (Fig. XI, 2), forsynet i Midten med en Skilleplade, som tvinger Dampen til at skifte Bevægelsesretning; Vandet støder mod Skillepladen, skilles fra Dampen og samler sig forneden i Separatoren, hvorfra det udtappes gjennem en Aftapningshane; et Vandstandsglas paa Siden af Separatoren viser Vandhøjden i denne. Damprørene be-

klædes udvendig med Tæppetøj, Filt, Kork e. l. Beklædningen dækkes med Sejldug, Træ e. l.

Paa Dampsamleren findes en Stopventil med Damprør (Fig. II, 5, Ledning 2), som fører Damp til Hjælpemaskinerne (herom senere). Ledning 12 er Blæserøret til Skorstenen, Ledning 13 Damprøret til Dampfløjten og Ledning 14 Damprøret til Kjedlens Trykmaaler.

Ledning 3 er Spildedamprøret, som leder Spildedampen fra Sikkerhedsventilerne til Spildedampskorstenen. Ledning 4 er de fra Vand- og Damprummet udgaaende Rør til Vandstandsviseren. Ledning 5 er det indvendige, Ledning 6 det udvendige Skumrør; Ledning 7 er det indvendige, Ledning 8 det udvendige Bundudblæsningsrør. Ledning 9 er Kingstonventilernes Gjennemblæsningsrør.

Fra Hovedmaskinens Fødepumper udgaar et *Hovedføderør* (main feed pipe), der, naar Skibet har flere Kjedler, sender et Stikrør til disses Fødeventiler (Ledning 10). Uafhængig af Hovedføderøret udgaar fra Dampkjedelpumpen et lignende Rør til de andre Fødeventiler paa Kjedlerne (Ledning 11).

Hovedmaskinen.

140. Maskinens Hoveddele i de hyppigst forekommende Maskintyper ere følgende:

Gjennem Hoveddamprøret ledes Dampen til *Cylinderen*, hvor den virker paa et *Stempel*, hvis Bevægelse gjennem *Stempelstangen*, *Kryshovedet* og *Forbindelsesstangen* overføres til den fra *Krumtapaxlen* udgaaende *Krumtap*. Gjennem *Mellemaxler* og *Skrueaxlen* overføres Krumtappens omdrejende Bevægelse til *Drivskruen*.

Efter at have udrettet Arbejde i Maskinens Cylindre strømmer den brugte Damp, *Spildedampen*, gjennem *Spildedamprøret* til *Overfladekondensatoren*, hvor den fortættes og afgiver Varme til *Svalevandet*, som holdes i Bevægelse af *Cirkulationspumpen*. *Fortætningsvandet* tilligemed den i Kondensatoren værende Luft pumpes af *Luftpumpen* ind i *Varmvandsbrønden*, hvorfra *Fødepumperne* suge og pumpe Fortætningsvandet, *Fødevandet*, paa Kjedlerne.

En Cylinder med sin Stempelstang, Krumtap og øvrige Tilbehør danne tilsammen *en enkelt Maskine*. Skibsmaskiner bestaa i Reglen af to enkelte Maskiner ved Siden af hinanden; de benævnes *et Sæt Maskiner* eller blot *Maskinen*. *Tvillingskrueskibe* have to Sæt Maskiner. *Maskineriet* (machinery) omfatter baade Maskiner og Kjedler.

Paa Bladene VI, VII og VIII er vist forskjellige hyppig forekom-

mende Hovedmaskiner i Skrueskibe, hvortil ofte vil blive henvist; i den efterfølgende Beskrivelse af Maskinens enkelte Dele gaas ud fra, at Maskinen er en Høj- og Lavtryks Hammermaskine af Mellemkammertypen, og at Skibet drives frem ved Skrue. Senere hen (§ 181) omtales andre Typer.

141. **Cylinderen** er af Støbejærn, nøjagtig udboret til en cylindrisk Flade, som Stemplet vandrer damptæt henover. Den er ofte støbt i to Dele: *Foringen* (liner) og *Cylinderkjolen* (cylinder body), hvorimellem findes et Rum, som danner *Damptrøjen* (Fig. XI, 6). Cylinderens *Bund* (bottom), hvorved forstaas den Ende af Cylinderen, der vender nedefter mod Krumtappen, er støbt i eet med Cylinderkjolen, medens Cylinderens anden Ende, *Toppen* (top), lukkes med et *Dæksel* (cover). Dette, som i større Maskiner er hult, har en Fals, som passer til Cylinderens Udboring, og en Flange, som med Tappe eller Bolte samles til en lignende Flange paa Cylinderen; imellem Flangerne anbringes et Tætningsmiddel. Foringen samles ved Flange og Skruer til Cylinderkjolens Bund. Ved Topenden findes en lille Pakdaase. Maskintegningerne (Bladene VI, VII og VIII) vise forskjellige Cylindre, dels med, dels uden Foring.

Den Damptrøjen tilførte Trøjedamp afgiver Varme til den arbejdende Damp og fortættes; Fortætningsvandet bortledes gjennem en Hane, Ventil eller *Dampfælde* (steam trap) til Varmvandsbrønden.

En simpelt indrettet Dampfælde er vist i Fig. XI, 12; den bestaar af en Støbejærns Daase med Laag; en Udstrømningsaabning for Fortætningsvandet findes paa Siden, og Afløbsrøret fra Damptrøjen udmunder i Bunden. I Daasen er der en cylindrisk Kasse, der er fyldt med en Vædske og har tynde Endebunde. Kommer der Vand fra Damptrøjen, løftes Kassen af en lille Spiralfjeder, og Vandet flyder ud gjennem Sideaabningen; kommer der Damp, vil dennes høje Varmegrad bringe Vædsken i Kassen til at udvide sig, dens Endebunde bule udefter og lukke for Afløbsrørets Munding. Dampfælden tillader altsaa kun, at Vand forlader Damptrøjen; herved undgaas Dampspild.

Paa Cylinderens ene Side findes en Udbygning til *Dampgangene* (steam passage), som lede Dampen til og fra Cylinderen. De udgaa fra Cylinderens Indre ved Enderne og udmunde i *Dampportene* (steam port) i *Cylinderspejlet* (cylinder face), som er en rektangulær plan Flade parallel med Cylinderens Axe. Mellem Dampportene findes *Udstrømningsporten* (exhaust port), som fører ind til *Udstrømningsgangen* (exhaust passage); denne leder den brugte Damp enten til *Mellemkamret*, til et *Mellemdamprør* eller til Kondensatoren (se senere herom).

Dampens Indstrømning til og Udstrømning fra Cylinderen afpasses med *Glideren*, som har en plan Flade, *Gliderspejlet* (valve face), der vandrer paa Cylinderspejlet. For at en lille Bevægelse af Glideren kan

give en stor Aabning for Dampen gjennem Portene, have disse en rektangulær, aflang Form, med Bredderetningen vinkelret paa den Retning, hvori Glideren vandrer; Fig. 8 viser Cylinderspejlet til den i Fig. 6 fremstillede Cylinder. Cylinderspejlet er i dette Tilfælde et *løst Spejl* (false cylinder face), som ved Skruer er befæstet til Cylinderen; det kan omskiftes med et nyt, naar det er slidt.

Glideren omsluttes af Mellemkamret (se Maskintyperne) eller *Gliderkassen* (slide valve casing), der kan være støbt i eet med Cylinderen, som i Fig. 6, eller er fastboltet til Cylinderen, som i Fig. VI, 1 a og VIII, 1 a. Gliderkassen, der lukkes med *Gliderkassedækslet* (valve casing cover), har en Tud, og til denne slutter Damprøret, som fører Damp til Cylinderen.

Cylinderen er udvendig beklædt med Filt, Kork, Asbest e. l., dækket med en Træ- eller Jærnklædning. Paa Bundsiden findes *Fødder* (foot), der hvile paa *Maskinstativerne* (§ 161).

142. I Cylinderens Bund findes Pakdaase til Stempelstangen; en saadan er vist i Fig. XI, 5 og 6 og paa de paa Blad VI til IX viste Maskiner. Fig. XI, 5 viser en Pakdaase med *metallisk Pakning* (metallic packing) til en Maskine med højt Kjedeltryk. I Pakdaasens Bund er indsat en *Bundring* (brass bush), og imod denne trykker Pakningen, der her bestaar af Ringe, afvexlende af hvidt og gult Metal. Pakningen spændes sammen ud mod Stempelstangen af Stopbøsningen, der her er af Støbejærn, foret med Metal. Hyppig anvendes *Tucks* Pakning, der bestaar af en Kautschukkjærne, omviklet med Sejldug.

Paa Cylinderens Ender findes *Sikkerhedsventiler* (relief valve), som aabne sig, naar der er meget Vand i Cylinderen; Stemplet trykker Vandet ud af Ventilerne, naar det er ved Enden af Slaget. Fandtes der ikke saadanne Ventiler, og Vandet ikke kunde undslippe gjennem Dampgangene uden om Glideren, udsatte man sig for en Sprængning af Cylinderen, fordi Vandet ikke lader sig sammentrykke. Sikkerhedsventilerne ere Kegleventiler med direkte Fjederbelastning; uden om Fjederen findes en Skærm med en Aabning for Vandet (Fig. X, 23). Ventilbelastningen er lidt større end den, der svarer til Dampens største Tryk i Cylinderen.

Foruden Sikkerhedsventilerne anbringes *Aftapningshaner* (drain cock) paa Cylinderens Bund og undertiden tillige paa dens Top. De tjene til Bortledning af Vand fra Cylinderen og kunne aabnes og lukkes fra *Manøvrepladsen* (starting platform).

For at kunne sætte Maskinen i Gang, naar Højtryksstemplet staar paa *Dødpunktet* (dead point), eller Højtryksglideren lukker for Dampen, fører der en Rørledning fra Hoveddamprøret til den ene Tud af en *Hjælpehane* (auxiliary cock), der er en Tregangshane, fra hvis andre Tude Rørledninger udgaa til Mellemkamret eller Lavtrykscylinderens

Ender. Hjælpehanen bevæges fra Manøvrepladsen; drejes Hanen saaledes, at Damp fra Kjedlen kan strømme til den ene Ende af Lavtrykscylinderen, vil dennes Stempel blive sat i Bevægelse og føre Højtrykstemplet med sig.

Mellem Stemplet, naar dette er ved Enden af Slaget, og Cylinderens Ende er der et Spillerum, *Frigang* (clearance). Dette Rum i Forbindelse med Dampgangenes Rumindhold benævnes *det skadelige Rum* i Modsætning til det af Stemplet gjennemløbne Rum, *det nyttige Rum.* Stempelslaget (stroke) er Længden af Stemplets Vandring i Cylinderen; det er = Diameteren af *Krumtapcirklen* (crank circle), der er den Cirkel, Krumtappinden beskriver.

143. **Krumtapmekanismen** (crank mechanism), som bestaar af Stemplet, Stempelstangen, Forbindelsesstangen og Krumtappen, skal omsætte Stemplets retlinede, op- og nedgaaende Bevægelse til Krumtappens og Fremdrivningsmidlets omdrejende Bevægelse. Fig. III, 1 viser Mekanismens enkelte Dele.

Stemplet (piston) er af Støbejærn og har Form af en lav Cylinder (Fig. XI, 11). Ved Omkredsen pakkes Stemplet damptæt mod Cylinderens indre Omkreds. Pakningen bestaar af følgende Dele: *Stempelringen* (packing ring) er en Støbejærns Ring, som glider langs Cylinderens Omkreds og spændes ud mod denne, dels ved sin egen Fjederkraft, dels ved flade Fjedre, hvis Midter spænde mod selve Stempellegemet, deres Ender mod Stempelringen. Ringen er skraat overskaaren for at kunne fjedre sig udefter; ved Overskæringen anbringes en *Metallaas* (brass cover piece). Forneden hviler Stempelringen mod en fremspringende Kant paa Stempellegemet, foroven ligger den an mod *Junkringen* (junk ring), som er en i Stemplets Overkant ved Omkredsen nedpasset Støbejærnsring, der holdes paa Plads af Skruer, skruede ind i Metalmøtrikker i Stempellegemet. Der findes mange andre Tætningsmaader (se Blad VI, VII og VIII); den ovenfor beskrevne er endnu den almindeligste.

Selve Stempellegemet er hult med indvendige *Ribber* (rib) og *Væv* (web), som i hule Cylinderdæksler og Bunde.

Stempelstangens (pisten rod) øverste Ende er konisk afdrejet og forsynet med Møtrik, hvormed Stemplet spændes fast til Stangen (Fig. XI, 11 b). Da Stempelstangen tillige skal tjene som Styr for Stemplet, er den ofte forlænget opefter, *Styrestangen* (guide rod). I Cylinderdækslet findes Pakdaase (Fig. VIII, 1) eller et Hylster (Fig. VII, 1) uden om Styrestangen.

Forneden ender Stempelstangen i *Kryshovedet* (crosshead), som foruden at give Styr for Stangens fri Ende tillige forbinder denne med Forbindelsesstangen. Under Maskinens Omdrejning vil Forbindelsesstangen paa Grund af sin Skraastilling fremkalde et *Sidetryk* (thrust on

the guide) vinkelret paa Stempelstangen. Dette Sidetryk optages gjennem Kryshovedet af *Styreplanerne* (guide), som ere to med Stempelstangen parallele, plane Flader paa Maskinstativerne. Det ene Styreplan optager Sidetrykket, naar Maskinen gaar frem, det andet, naar den bakker.

I Fig. VII, 1 ender Stempelstangen i et Hoved med *Kryshovedpander* (crosshead brasses) til Forbindelsesstangens *Kryshovedbolt* (gudgeon). Til Kryshovedet er befæstet to Støbejærns-*Styreklodser* (guide block), der have Slidflader af indlagte hvidt-Metal Felter, som glide op og ned langs Styreplanerne.

Paa Kryshovedet i den i Fig. VIII, 1 viste Maskine findes to Tappe til Forbindelsesstangens Gaffel.

Undertiden har Maskinen *enkelt Styr*, d. v. s. der findes kun eet Styreplan, som saa maa optage Sidetrykket, baade naar Maskinen gaar frem, og naar den bakker (Fig. VI, 2).

Forbindelsesstangen (connecting rod) eller Plejlstangen forbinder Kryshovedet med Krumtappinden; den er ligesom Stempelstangen af Staal. Fig. XI, 13 viser en Forbindelsesstang med Pander i bægge Ender (Fig. VIII, 1); Panderne i Gaffelenden dreje om Tappene paa Kryshovedet, Panderne i Krumtapenden om Krumtappinden. De sidste Pander bestaa af en *Inderpande*, der har Anlægsflade til Forbindelsesstangens T-formede Ende, og en *Yderpande*, som med et Spændestykke af Staal og to Bolte holdes ind mod Inderpanden. I Panderne er indlagt Felter af hvidt Metal med *Smøregange* (oil way) til Olien. Krumtappen omtales senere (§ 161).

144. **Glideren og dens Bevægelse.** Den simpleste Glider er den i Fig. XI, 14 viste *Normalglider*. Denne bestaar af en Kasse, som i Gliderens *Midtstilling* dækker Dampportene, og Gliderens Hulhed er lige for Cylinderens Udstrømningsgang. K fremstiller Maskinens Krumtap. Normalglideren kan tænkes bevæget af en lille Krumtap E, der drejer omkring samme Centrum som Maskinens Krumtap og staar vinkelret paa denne.

Lad os antage, at Stemplet er i Top. (I Figuren er Cylinderen vist vandret, men Forholdene ere aldeles de samme, som om den var vist lodret). Glideren indtager Midtstillingen, og Gliderkrumtappen staar lodret opefter. Stemplet skal nu til at gaa til højre, Krumtappen drejer rundt i den ved Pilen viste Retning. Der maa altsaa indlades Damp fra Kjedlen paa venstre Side af Stemplet; vi se ogsaa, at Gliderkrumtappen bevæger Glideren til højre, hvorved Dampporten til venstre blottes, Damp fra Gliderkassen strømmer ind gjennem den venstre Dampgang og trykker Stemplet til højre. Naar Krumtappen er drejet 90 °, er Gliderkrumtappen i den ene Dødpunktstilling; Glideren er i sin ene *Yderstilling* og har aabnet fuldt for Dampporten til venstre (Fig. 15).

Under Krumtappens fortsatte Drejning gaar Glideren til venstre, indsnævrer Passagen gjennem Dampporten til venstre og lukker helt for denne; den er altsaa atter i sin Midtstilling, naar Stemplet er i Bund.

Betragte vi Forholdene ved den højre Dampport, ses det, at der aabnes for Forbindelsen mellem Cylinderens Bund, dennes Dampgang, Gliderens Hulhed, Udstrømningsgangen og Damprøret, som bortleder den brugte Damp, naar Glideren fra sin Midtstilling i Fig. 14 nærmer sig Yderstillingen i Fig. 15. Den brugte Damp strømmer altsaa ud af Cylinderen under en halv Omdrejning af Krumtappen.

Naar Stemplet gaar fra Bund til Top, ere Forholdene som før. Topenden af Cylinderen, der er fyldt med Damp, kommer under dette Slag i Forbindelse med Udstrømningsgangen, medens der under hele Slaget tilføres Bundenden af Cylinderen frisk Damp fra Kjedlen.

Der klæber imidlertid flere Mangler ved at lade Dampen arbejde paa denne Maade. Man drager saaledes ikke Nytte af Dampens Udvidekraft, idet frisk Damp strømmer ind under hele Slaget. Dampforbruget er altsaa stort. Ved med fuldt Kjedeltryk at drive Stemplet til Enden af Slaget, vil det komme hertil med stor Kraft og skal nu pludselig standses; dette foraarsager stærke Stød og giver en uregelmæssig Gang. For at bøde paa disse Mangler indrettes Glideren saaledes:

1) at der aabnes for Dampens Indstrømning, lidt før det foregaaende Slag er endt, for at Dampen kan have sit fulde Tryk, naar det næste Slag skal begynde,

2) at der afskæres for Dampens Indstrømning, naar Stemplet har vandret et Stykke af Slaget, for at man kan drage Nytte af Dampens Udvidekraft,

3) at der aabnes for Dampens Udstrømning lidt før Enden af Slaget, for at Modtrykket kan blive saa lille som muligt,

4) at der holdes aabent for Udstrømningen til hen imod Enden af Tilbageslaget, hvorefter den i Cylinderen indesluttede Damp sammentrykkes, til Indstrømningen begynder, man danner *Damppude* (cushion).

145. Kassegliderен (locomotive slide), vist i Fig. XI, 16 i sin Midtstilling, er den hyppigst benyttede Glider. Dens yderste Kanter, *Dampkanterne*, række et Stykke forbi Dampportenes; dette Stykke, skraveret sort i Figuren, kaldes *Yderlappen* (outside lap). Ligeledes staa Gliderens indre Kanter, *Udstrømningskanterne*, ofte ikke lige for Dampportenes Inderkanter; Afstanden mellem dem benævnes *Inderlappen* (inside lap). Denne kan være positiv, som ved Bunddampporten, nul eller negativ, som ved Topdampporten.

Vi skulle nu se, hvorledes Kassegliderен arbejder. I Fig. 17 staar Stemplet i Top og skal til at begynde Nedslaget. Da der skal være aabent

for Dampens Indstrømning, lidt før Stemplet er i Top, maa Glideren have passeret sin Midtstilling og dens Topdampkant være vandret et lille Stykke forbi Topdampportens Yderkant; dette Stykke kaldes *det lineære Forspring* (lead). Vi opnaa denne Flytning af Glideren i Stemplets Dødpunktstilling ved at lade Gliderkrumtappen danne en Vinkel $90^0 + \alpha$ med Krumtappen; α, der er omkr. 35^0, kaldes *Forspringsvinklen* (angle of advance), medens den Vinkel, Gliderkrumtappen danner med Maskinens Krumtap, benævnes *Indstillingsvinklen*, der altsaa er omkr. 125^0. Vi se, at Gliderkrumtappen maa være forud for Maskinens Krumtap i Bevægelsesretningen, thi Glideren skal aabne mere og mere for Topdampporten.

I Gliderstillingen i Fig. 17 strømmer altsaa frisk Damp ind gjennem Topdampporten, medens den i det foregaaende Slag tilførte Damp strømmer gjennem Bunddampporten og Gliderens Hulhed ind i Udstrømningsgangen, som vist ved Pilene.

Drejer Krumtappen videre i den ved Pilen antydede Retning, aabner Glideren mere og mere for Dampportene; den naar sin Yderstilling i Fig. 18; Gliderkrumtappen er da i den ene Dødpunktstilling. Glideren begynder nu at gaa opefter. I Fig. 19 staar Gliderens Topdampkant over eet med Dampportens Yderkant; der lukkes altsaa nu for Dampens Tilstrømning; fra nu af virker Dampen ved sin Udvidekraft, til Stemplet er omtrent ved Enden af Slaget, og trykker dette foran sig under faldende Tryk. Gaar Maskinen med fuld Kraft, begynder Expansionen, naar Stemplet har vandret $^1/_2$ til $^2/_3$ af Slaget.

Fra Cylinderens Bundende har Dampen hidtil strømmet gjennem Bunddampgangen til Udstrømningsgangen; Udstrømningen ophører, og Sammentrykningen begynder, naar Gliderens Udstrømningskant staar over eet med Bunddampportens Inderkant (Fig. 20); Stemplet har da vandret omkr. $^9/_{10}$ af Slaget. Dampen, som i dette Øjeblik er indesluttet i Cylinderens Bundende, bliver fra nu af sammentrykket, dens Tryk stiger. Ved det saaledes voxende Modtryk og den paafølgende Tilførsel af frisk Damp, inden Stemplet endnu er ved Enden af Slaget, opnaas en blød Gang af Maskinen, og Dampen kan have naaet sit fulde Tryk, naar det nye Slag begynder.

Efter at have vandret et Stykke = Inderlappen paa Gliderens Bundende, naar Glideren sin Midtstilling i Fig. 21. Har den fra denne Stilling vandret et Stykke = Inderlappen paa Gliderens Topende, staar Gliderens Udstrømningskant ved Toppen lige for Dampportens Inderkant; Expansionen ophører, og Dampens Udstrømning fra Cylinderens Topende begynder (Fig. 22). Har Glideren vandret et Stykke = Yderlappen ved Bunden fra Midtstillingen, begynder Indstrømningen af frisk Damp til Cylinderens Bund (Fig. 23); Stemplet mangler nu kun et Par

Procent af sit Slag i at være i Bund og naar altsaa Dødpunktstillingen under Tilførsel af frisk Damp til Bundenden og Udstrømning af den brugte Damp fra Topenden.

Dampfordelingen under Stemplets Vandring fra Bund til Top vil være som ovenfor beskreven, kun at Dampen nu trykker mod Stemplets Underside og strømmer ud af Topdampgangen.

146. Den dobbeltportede Glider (double ported slide valve) findes paa de fleste større Cylindre. Dens ydre Form er som en Kassegliders. Paa tværs af dens Bevægelsesretning er der i eet med Glideren støbt to Dampkanaler, der have Aabninger paa Gliderens Sider og i Gliderspejlet. Dampkanalernes Sideaabninger ville ses paa den i Fig. XI, 6 a og 7 viste Glider; Gliderspejlet er fremstillet i Fig. 9. Cylinderens Dampgange udmunde hver i to Dampporte, adskilte ved en Støbejærnsbro, som er støbt i eet med Cylinderspejlet. Dampkanalerne have Yder- og Inderlap ved den indre Dampport, ligesom Gliderens Yderkasse har det ved den ydre Dampport. I Fig. 6 a er Glideren vist i sin Midtstilling, i Fig. 7 i sin Yderstilling i Bund; i denne Stilling strømmer Damp ind i Cylinderens Topende fra Gliderkassen direkte gjennem den ydre Topdampport og fra den øvre Dampkanal gjennem den indre Topdampport. Fra Cylinderens Bunddampporte udstrømmer Dampen gjennem Gliderens Hulhed til Udstrømningsgangen, som vist ved Pilene.

Nogle andre Typer paa Kanalglidere omtales senere.

Da Dampens Tryk paa Gliderens Ryg foraarsager en betydelig Gnidningsmodstand mellem de to Spejle, anbringes ofte en *Pakring* (relief frame) paa Gliderryggen; det inden for Pakringen indesluttede Rum sættes i Forbindelse med et Rum, hvori Trykket er lavere, som et Mellemkammer eller for Lavtrykscylinderen: Kondensatoren. Herved formindskes Trykket paa Gliderryggen.

I Fig. 6 a og b er Pakringen af Metal; den passer i et ringformet Bælte i Gliderkassedækslet og kan med Skruer spændes ind mod Gliderryggen. Paa denne findes en plan Flade, som Pakringen glider paa; denne Flade er vist i Fig. 10, som fremstiller Gliderryggen. Paa Gliderkassens Midte findes en Tregangshane, hvorigjennem Rummet inden for Pakringen enten kan sættes i Forbindelse med Rummet, hvori det lavere Tryk findes, eller med Atmosfæren. Aabnes til Atmosfæren, kan man undersøge, om Pakringen slutter tæt til Glideren.

Som Følge af det nu anvendte høje Kjedeltryk har man i den nyere Tid begyndt at indføre *Stempelglidere* (piston valve), som ere cylindriske, saa at Dampen ikke trykker Glideren mod Cylinderspejlet. Fig. 24 fremstiller en Stempelglider. Gjennem Tuden B strømmer Dampen ind i den cylindriske Gliderkasse og fylder denne samt den hule Stempelglider. Dampgangene føres rundt om Glideren, der for øvrigt arbejder som en Kasseglider.

Spildedampen strømmer ind i et hult Bælte omkring Gliderens Midte og bortledes gjennem Tuden A. Vi skulle senere hen se, at Glideren ogsaa kan arbejde, naar Dampen strømmer ind gjennem Tuden A og bortledes gjennem B.

147. Gliderstangen (valve rod) trækker Glideren. Den er af Staal og gaar i Reglen gjennem et Rør, der er støbt i eet med Glideren (Fig. XI, 6 a og 7). For Enderne af Røret findes paa Gliderstangen Skiver og Møtrikker, som tjene til at holde Glideren paa Stangen. Hullet i Røret er i Reglen ovalt, for at Glideren kan flyttes lidt fra og til Cylinderspejlet, uden at Stangen bøjes. Ofte trykker en Fjeder Glideren ind mod Spejlet (Fig. VIII, 1). I Gliderkassens Bund findes Pakdaase til Gliderstangen, og i Toppen er der Styr i et Metalhylster (Fig. XI, 6 a).

I større Maskiner bæres Gliderens Vægt af et Stempel, som sidder paa Gliderstangens Topende og kan vandre i en lille Cylinder, hvis Top sættes i Forbindelse med et Rum, hvori Trykket er lavere end i Gliderkassen (Mellemkammer eller Kondensator). Damptrykket paa Stemplets Underside, som er i direkte Forbindelse med Gliderkassen, bærer Glideren (se de to største Glidere i Fig. VIII, 1 a).

Vi have hidtil tænkt os Glideren bevæget af en lille Krumtap; dette gjøres kun undtagelsesvis i Praxis. Man anvender i Reglen *Excentrikker* (eccentric), som for øvrigt bevæge Glideren paa samme Maade som en Krumtap. Excentrikken bestaar af en paa Krumtapaxlen fastkilet Støbejærnsskive, *Excentrikskiven* (eccentric sheave), som omsluttes af *Excentrikbøjlen* (eccentric strap), hvorfra *Excentrikstangen* (eccentric rod) udgaar. Denne er enten direkte eller gjennem et Mellemled, *Kvadranten* (se nedenfor), forbunden til Gliderstangen. Excentrikskiven sidder excentrisk paa Axlen (Fig. XI, 25); Afstanden mellem Skivens og Axlens Centre kaldes *Excentriciteten* (throw of eccentric); Radien fra Krumtapaxlens Centrum gjennem Skivens Centrum kaldes *Excentrikradien* (eccentric radius). Under Axlens Omdrejning vil Excentriciteten være Længden af den Krumtap, der, som vi tænkte os, bevægede Glideren; Gliderslaget er altsaa = den dobbelte Excentricitet; vi kunne nu forstaa, hvorfor der i alle Figurerne 14 til 23 er tegnet en Cirkel, hvis Centrum ligger i E excentrisk for Axlens Centrum; denne Cirkel fremstiller Excentrikskiven.

I Fig. 25 er Excentrikbøjlen af Metal; den er i to Dele, som samles med Bolte og Møtrikker, og har langs Omkredsen opstaaende Kanter, hvorimellem Skiven drejer.

Excentrikstangen er i Reglen af Staal af rektangulært Tværsnit; den ender i en Fod, som ved Tappe og Møtrikker forenes til Bøjlen. Dens øverste Ende har Gaffelform for at kunne slutte om Kvadranten. (Se Bladene VI til VIII).

148. **Gangskiftningsapparater** (reversing gear). For at kunne manøvrere Skibet, maa Maskinen kunne *gaa frem* (go ahead), *bakke* (go astern) og *stoppe* (stop), ligesom Krumtapaxlens Omdrejningshastighed under Frem- og Bakbevægelsen maa kunne afpasses, saa at den giver Skibet den rette Hastighed. Dette udføres ved Hjælp af Gangskiftningsapparatet.

Gangskiftningen kan foretages ved en Omskiftning enten af Gliderens Bevægelse eller af Dampens Ind- og Udstrømningsgange. I første Tilfælde forblive Dampens Ind- og Udstrømningsgange altid de samme, i sidste Tilfælde forbliver Gliderbevægelsen urørt under Omskiftningen. Vi ville begynde med den første Maade, som i overvejende Grad er den almindeligste i Skibsmaskiner.

I *Stephensons Kvadrantbevægelse* (link motion) er der til hver Glider to Excentrikker: *Frem-* og *Bakexcentrikken.* Vi have tidligere set, at Excentrikken maa være forud for Krumtappen i Bevægelsesretningen. Er OA i Fig. XI, 26 Maskinens Krumtap, vil Maskinen gaa frem i den ved Pilen viste Retning, naar Glideren bevæges af en Excentrik, hvis Excentrikradius er Linien OF, thi denne er forud i Bevægelsesretningen for Krumtappen og danner en Vinkel paa 125 ° med denne. Er OB Excentrikradien, vil Maskinen gaa den modsatte Vej rundt, altsaa bakke, thi OB vil da være forud i Bevægelsesretningen.

Hvis der til hver Glider er fastkilet paa Krumptapaxlen en Fremexcentrik, hvis Excentrikradius er OF, og en Bakexcentrik, hvis Excentrikradius er OB, og man kan bringe den ene eller den anden til at virke paa Glideren, vil Maskinen altsaa kunne gaa frem eller bakke. Herpaa beror Kvadrantbevægelsen, som er skematisk fremstillet i Fig. 27. OA er Maskinens Krumtap, OF Fremexcentrikken og OB Bakexcentrikken; FC og BD ere de to Excentrikstænger. CD er Kvadranten (link) vist i Midtstilling; EG er Gliderstangen. Ved Hjælp af Gangskiftningsapparatet kan Kvadranten flyttes; lad os antage, at den bevæges til højre, indtil Fremexcentrikstangens Ende C kommer til E, altsaa ud for Gliderstangens. Denne og Fremexcentrikstangen komme da i Flugt med hinanden, og Glideren vil blive bevæget af Fremexcentrikken alene, Maskinen vil gaa frem. Flyttes Kvadranten til venstre, indtil Bakexcentrikstangens Ende D kommer ud for Gliderstangen E, vil Glideren blive bevæget af Bakexcentrikken alene, og Maskinen vil bakke. Staar Kvadranten i denne Yderstilling og flyttes lidt til højre, vil Glideren blive bevæget af bægge Excentrikker, men saa længe Enden D er til højre for Gliderstangens Ende E, afhænger Gliderens Bevægelse fortrinsvis af Bakexcentrikkens, og Maskinen vil bakke, dog med en langsommere Hastighed, jo fjærnere D er fra E. Indtager Kvadranten en

Yderstilling, gaar Maskinen altsaa frem eller bakker, eftersom Frem- eller Bakexcentrikstangens Ende er lige for Gliderstangens.

Skal Maskinen gaa langsommere, enten Frem eller Bak, *mellemstilles* (link up) Kvadranten, det vil sige, man bringer den i en Stilling mellem Midtstillingen og vedkommende Yderstilling. Gliderens Vandring bliver da mindre, og Glideren skærer tidligere af for Dampen. Herved bliver Dampforbruget og Maskinens Kraft mindre, og Maskinen gaar langsommere, end om Kvadranten indtog Yderstillingen. De øvrige Dampfordelingspunkter blive ogsaa noget forrykkede, men for øvrigt foregaar Dampfordelingen med mellemstillet Kvadrant som tidligere omtalt *for fuld Kvadrant* (full gear). Indtager Kvadranten Midtstillingen, afhænger Gliderens Bevægelse lige meget af bægge Excentrikker, og Maskinen vil staa stille.

149. Af Kvadranter findes forskjellige Konstruktioner; den simpleste, *Slidsekvadranten* (slot link), er vist i Fig. XI, 28. Den bestaar af en Jærnbue med en Slidse til *Kvadrantklodsen* (link block), som kan være en Metalklods med Hul i Midten til en Bolt, der tillige gaar gjennem Gliderstangens gaffelformede Ende. Ved Kvadrantens Ender findes Lapper, hvortil Excentrikstængernes fri Ender samles med Bolte. Paa Kvadrantens Midte er fastskruet et Beslag med en Tap til *Trækstangen* (suspension rod). Fig. VI, 1 b giver et tydeligt Billede af Kvadrantbevægelsen.

En anden Konstruktion er *Skinnekvadranten* (double bar link); den har omskiftelige Metalpander paa de slidende Steder, saa at Forbindelserne kunne spændes efter, og Slør undgaas. De paa Bladene VII og VIII viste Maskiner have Skinnekvadranter.

Vi skulle nu se, hvorledes Gangskiftningsapparatet bevæger Kvadranten. Maskinen bestaar saa godt som altid af to enkelte Maskiner, der hver har sin Cylinder, Glider, Kvadrant samt Frem- og Bakexcentrikker. En Høj- og Lavtryksmaskine har derfor mindst 4 Excentrikker. Da de to enkelte Maskiner bægge virke paa den samme Krumtapaxel, maa deres Kvadranter stilles samtidig, for at Gliderne kunne virke ens paa bægge Maskiner.

I Fig. VI, 2 b forenes de fra Kvadranterne udgaaende Trækstænger til Arme paa *Kvadrantaxlen* (weigh shaft). Denne er en i Lejer paa Cylinderens Fødder baaren Axel, som ligger parallelt med Krumtapaxlen. I Figuren ere Kvadranterne viste i Midtstillingen, men indtage de en Yderstilling, ville de svinge op og ned om Trækstangens ene Endepunkt som Omdrejningspunkt. Skal Maskinens Gang skiftes, drejes Kvadrantaxlen; dette sker ved Hjælp af et paa denne Axel fastkilet Haandtag, som ved en Klemskrue og en Stang fra den ene Cylinders Top kan holdes fast i den Stilling, man har givet det. Bevæges Haandtaget,

drejes Kvadrantaxlen, og dennes Arme føre gjennem Trækstængerne Kvadranterne til den ene eller den anden Side.

I Fig. 1 er der paa Kvadrantaxlen, som hviler i Lejer paa Maskinstativerne, fastkilet en Tandsektor, vist i Fig. 4. Denne er i Indgreb med en Snækkeaxel, hvorpaa *Manøvrerattet* (starting wheel) sidder. Dette er forsynet med Knager (Fig. 1 a). For øvrigt er Gangskiftningsapparatet som ovenfor beskrevet.

150. Større Maskiner have *Dampigangsætningsapparat* (steam starting gear), for at Maskinens Gangskiftning kan udføres let og hurtig. Paa den paa Blad VII viste Maskine udgaar der fra en nedgaaende Arm paa Kvadrantaxlen et kort Led til en vandret Ramme; i dennes ene Ende findes Snit til Manøvrerattets skrueskaarne Axel (Fig. 1 a); til dens anden Ende forenes Stempelstangen fra et i en Cylinder indesluttet Stempel. Paa Cylinderens Overkant findes Gliderkassen med en *Haandglider*; dennes Spejl og Dampgange ere som en Kassegliders. Haandglideren bevæges fra Manøvrepladsen. Flyttes den, saa at den ene Dampgang blottes, vil den til Gliderkassen tilførte Damp trykke Cylinderens Stempel fremefter, hvorved Kvadrantaxlen drejes, indtil Haandglideren flyttes til Midtstillingen. Kvadrantaxlen drejes modsat Vej, naar Haandglideren aabner for den anden Dampport; Manøvrerattet drejer rundt under Stemplets Bevægelse. Maskinens Gang kan altsaa her omskiftes saavel ved Haandkraft som med Damp.

Maskinen i Fig. VIII, 1 har 6 Excentrikker, idet den har 3 Cylindre, hver med sin Glider. Manøvrerattets Axel har en Snække til et paa en vandret Axel fastkilet Snækkehjul. Denne Axel har en Krumtap, hvorfra der udgaar en Stangforbindelse til en Arm paa Kvadrantaxlen. Med Manøvrerattets Axel, der enten kan drejes rundt ved Haandkraft eller med en lille Dampmaskine, som ikke er vist i Figuren, drejes Snækkehjulet, naar Gangen skal omskiftes. Dette Hjul drejer atter den lille Krumtap, som gjennem Stangforbindelsen og Armen paa Kvadrantaxlen drejer denne, indtil Kvadranterne indtage den rette Stilling.

151. Gangskiftning ved Omskiftning af Dampens Ind- og Udstrømningsgange benyttes ikke til Hovedmaskiner, men finder udstrakt Anvendelse til Hjælpemaskiner som Styreapparater, Spil o. l. I Hovedtrækkene er Indretningen følgende. Ved en Firgangshane (Fig. XI, 30) eller, som i Fig. 29, en *Skifteglider* (reversing valve) kan den arbejdende Damp føres enten til Cylinderens Gliderkasse, og den brugte Damp udstrømmer gjennem dens Udstrømningsgang, eller den arbejdende Damp tilføres Udstrømningsgangen, og den brugte Damp strømmer ud i Gliderkassen.

I Fig. 30 kommer den arbejdende Damp ind gjennem Firgangshanens øverste Tud a og føres gjennem en Rørledning til Cylinderens

Gliderkasse, hvor der findes en Normalglider, Maskinens *Hovedglider* (main slide), som trækkes af en enkelt Excentrik. Denne staar 90 ° forud for Krumtappen, og Glideren arbejder som en Kasseglider, idet den brugte Damp strømmer fra Cylinderens Udstrømningsgang og gjennem en Rørledning ud af Firgangshanens nederste Tud b. Hovedglideren siges i dette Tilfælde at arbejde med *Yderafskæring*, d. v. s. dens Dampkanter besørge Dampens Afskæring.

Drejes Firgangshanens Hanetol 90 °, eller stilles Skifteglideren, som vist i Fig. 29, strømmer den arbejdende Damp til Cylinderens Udstrømningsgang og gjennem Hovedgliderens Hulhed til Cylinderens ene Ende; Hovedglideren er her en Stempelglider. Den brugte Damp slipper fra Cylinderens anden Ende gjennem Gliderkassen ind i en Rørledning, som fører den gjennem Skiftegliderens Hulhed til Spildedamprøret. I dette Tilfælde er det Hovedgliderens Udstrømningskanter, hvormed Dampen afskæres; Hovedglideren arbejder altsaa med *Inderafskæring*. For at Dampen kan fordeles paa rette Maade, maa Excentrikken nu være bagud for Krumtappen, hvilket let vil kunne ses af de to Figurer, naar man undersøger, hvilken Vej Glideren maa gaa for at bevæge Stemplet.

Det vil af ovenstaaende fremgaa, at Maskinen vil gaa den ene Vej rundt, naar Hovedglideren arbejder med Yderafskæring, og Excentrikken staar 90 ° forud for Krumtappen, medens den vil gaa den anden Vej rundt, naar Ind- og Udstrømningsgangen omskiftes, saa at Hovedglideren arbejder med Inderafskæring, thi Excentrikken vil da, uden at man har rørt den, være bagud for Krumtappen i Bevægelsesretningen.

Skifteglideren, som besørger Dampens Omskiftning i Fig. 29, er en Kasseglider. Under bægge Omdrejningsretninger føres den arbejdende Damp til dens Gliderkasse, og den brugte Damp strømmer ud af dens Hulhed til et Spildedamprør, som efter Maskinens Natur og Brug føres enten til Kondensatoren eller til Spildedampskorstenen. Fra Gliderkassen ledes den arbejdende Damp gjennem den ene eller den anden Rørledning til Hovedgliderens Gliderkasse eller Udstrømningsgang, afhængig af Skiftegliderens Stilling.

152. **Expansionsglidere.** Det er ovenfor omtalt, at alle Dampfordelingspunkterne forrykkes, naar man mellemstiller Kvadranten for at opnaa en tidligere Afskæring. Ulæmperne herved: uregelmæssig Gang, store Kraftpaavirkninger o. s. v. anses for saa store, at mange større Maskiner forsynes med særlige Apparater, Expansionsglidere, som kun skulle besørge Dampens Afskæring, medens Hovedglideren udfører den øvrige Dampfordeling med Kvadranten i Yderstillingen, altsaa i den Stilling, som er fordelagtigst for Dampfordelingen. Maskinens hurtigere

eller langsommere Gang afpasses med Expansionsglideren. Af denne findes forskjellige Konstruktioner.

Ristegliderен (grid iron valve) er fremstillet i Fig. VI, 1 b og c. Gliderkassens ene Side har Form af en Rist og danner Spejl for Ristegliderен; denne har flere aflange Spalter. I Gliderens Midtstilling staa disse lige for Spalterne i Spejlet, og Dampen fra Expansionsgliderens Kasse strømmer da gjennem Spalterne ind i Hovedgliderens Gliderkasse. Damptilstrømningen ophører, naar Broerne mellem Ristegliderens Spalter dække Spalterne i Spejlet.

Ristegliderен bevæges af sin egen Excentrik, hvis Excentrikstang bringer et *Vuggeled* til at svinge om dettes Omdrejningstap; i Vuggeleddet findes en Slidse til en Klods, som ved en Tap er forbunden til en fra Ristegliderens Gliderstang udgaaende Forbindelsesstang (Fig. 1 b, 5 og 6). Denne Klods kan skrues ind og ud i Vuggeleddets Slidse, hvorved Ristegliderens Vandring og dermed Dampens Afskæringspunkt kan forandres.

Naar Maskinen gaar rundt, fører Excentrikken Ristegliderен op og ned; jo større dennes Vandring er, des mindre bliver Fyldningsgraden.

Meyers Expansionsglider findes paa den paa Blad VII fremstillede Maskine. Mellem Højtryksgliderens Ryg og Spejl er der to Kanaler, som lede Dampen til den ene eller anden Dampgang i Cylinderen. Expansionsglideren bestaar af to Støbejærns Klodser, hver med sin Møtrik, hvoraf den ene har højre, den anden venstre Snit. Tilsvarende Snit findes paa Expansionsgliderstangen, som bevæges op og ned af en Trækstang, hvis nederste Ende griber om en Tap, der sidder excentrisk paa Krumtapaxlens forreste Ende. Expansionsglideren bliver altsaa trukken op og ned af Tappen paa samme Maade, som om den blev bevæget af en Excentrik.

Skal Dampens Afskæring forandres, drejes Expansionsgliderstangen med en Dorn, som indsættes i et Hul i en paa Stangen anbragt Skive; herved fjernes eller nærmes Klodserne til hinanden. En Viser angiver Fyldningsgraden.

Kun den, eller i ældre Maskiner (§ 182) de Cylindre, som tilføres Damp direkte fra Kjedlerne, have Expansionsglidere.

153. **Kondensatoren.** *Indsprøjtningskondensatoren* (jet condenser), som findes fortrinsvis i ældre Maskiner, er fremstillet i Fig. XI, 32. Den har tre Rum: Fortætningsrummet, Pumpekamret og Varmvandsbrønden.

I *Fortætningsrummet* (condensing chamber) udmunder *Spildedamprøret* (eduction pipe) fra Cylinderen; det er en Støbejærns Kasse, hvis Form retter sig efter Pladsen i Maskinrummet. I dette Rum findes Damp, Luft og det ved Dampens Fortætning dannede Vand, blandet

med det gjennem Indsprøjtningsrøret tilførte Indsprøjtningsvand. Luften kommer ind i Rummet dels med Indsprøjtningsvandet, dels med Dampen.

Indsprøjtningsrøret (sea injection pipe) udgaar fra en af Søforbindelsernes Tilgangsventiler. Det udmunder foroven i Fortætningsrummet ud for Spildedamprøret, hvor Røret er gjennemsavet med talrige Snit, for at Dampen kan møde den kolde Overflade af en stor Mængde fine Straaler; den vil da strax fortætte og afgive sin Varme til Indsprøjtningsvandet. Dettes Tilstrømning afpasses efter Maskinens Gang og Vakuummaalerens Visning med en uden for Kondensatoren anbragt Indsprøjtningsventil. Vandet strømmer ind i Kondensatoren, dels fordi denne ligger under Vandlinien, dels fordi Trykket i Kondensatoren er mindre end Atmosfærens Tryk. Man behøver 20 til 30 Gange saa meget Vand, som der forbruges af Damp i Maskinen.

For at kunne bruge Kondensatorens Luftpumpe som Lænsningsmiddel, dersom Skibet skulde faa en større Læk, fører et Rør, *Lastindsprøjtningsrøret* (bilge injection pipe), fra Maskinlasten til Fortætningsrummet med Afspærringsventil uden for dette og udmundende i Søindsprøjtningsrøret ud for Spildedamprøret, som vist i Figuren.

Lastindsprøjtningen bør kun bruges, naar det er bydende nødvendigt, da Spaaner, Kul o. l. fra Lasten let kan bringe Luftpumpen i Uorden (§ 275).

For at lette Maskinens Igangsætning, hvor Kjedeltrykket er lavt, *gjennemblæses* (blow through) Kondensatoren, d. v. s. man skaffer sig Vakuum i denne forinden Igangsætningen. Damp lukkes ind i Kondensatoren fra *Gjennemblæsningsrøret*, som udmunder foroven i Fortætningsrummet; den vil da uddrive den heri værende Luft og Vand gjennem en forneden i Fortætningsrummet anbragt *Fodventil* (snifting valve). Denne er en Kontraventil, der aabner sig, naar Trykket i Fortætningsrummet er større end Atmosfærens Tryk. Er Luften uddreven, aabnes for Indsprøjtningen, Dampen fortættes, og et Vakuum dannes.

Paa Fortætningsrummet findes Rørledning til Vakuummaaleren, *Aftapningshaner* og *Vandskruer* til Afløb for Vandet, naar Kondensatoren skal tømmes, samt Mandehuller med Dæksler for Adgang til Fortætningsrummet, naar dette skal efterses eller renses.

I *Pumpekamret* (pump chamber), der er skilt fra Fortætningsrummet ved en Væg, hvori Luftpumpens Sugeventiler ere anbragte, arbejder Luftpumpen, som beskrives i § 158.

Luftpumpen pumper Luften og Vandet fra Fortætningsrummet op i *Varmvandsbrønden* (hot well), der sædvanlig findes oven over og støbt i eet med Pumpekamret. Fra Brønden udgaar Spildevandsrøret, Fødepumpernes Sugerør samt et Luftrør til Luftens Bortgang fra Brønden.

Spildevandsrøret (discharge pipe) skal lede det overflødige Vand, *Spildevandet*, over Bord; det ender i *Spildevandsventilen* (discharge valve),

som sidder paa Skibssiden over Vandlinien og er i Reglen ligesom de øvrige af Søforbindelsernes Afgangsventiler (§ 155 og 160) en Kontraventil af den i Fig. X, 22 viste Indretning.

Fødepumpernes Sugerør (feed pump suction pipe) leder Fødevandet til Fødepumperne; hvor der findes Indsprøjtningskondensator, er Fødevandet kun en ringe Brøkdel af den Vandmængde, Luftpumpen pumper op i Varmvandsbrønden, og det vil have omtrent samme Saltholdighed som Søvand.

154. Overfladekondensatoren (surface condenser) findes i alle nyere Skibe. Er Kjedeltrykket højt (4 Atmosfærer og derover) ville, som omtalt i § 137, de i Søvandet værende Kalksalte strax udskilles, naar Vandet pumpes paa Kjedlerne. Da Fødevandet næsten er salt, hvor Indsprøjtningskondensator anvendes, giver den store Saltmængde, som paa denne Maade indføres i Kjedlerne, Anledning til en betydelig Kjedelstensdannelse. Denne kan vel hæmmes noget ved Skumning (§ 203), men den foraarsager dog saa stort et Brændselstab, foruden at den giver Anledning til andre Ulemper, at man anser det for nødvendigt at forsyne Maskinen med den kostbarere og mere indviklede Overfladekondensator.

I denne blandes Fortætningsvandet ikke med det salte Vand, Svalevandet, som indføres i Kondensatoren til Dampens Fortætning. Man bliver herved i Stand til at forsyne Kjedlerne med destilleret Vand, saa at Fødevandet er frit for Salte. Da Fødevandsmængden er den samme som Vægten af den Damp, Maskinen bruger, behøver man ikke at tilføre Kjedlerne salt Vand, undtagen den ringe Vandmængde, *Spædevandet* (supplementary feed), som maa pumpes paa Kjedlerne for at erstatte det gjennem Utætheder, Ventiler o. s. v. mistede destillerede Vand. Det samme Vand strømmer altsaa gjennem Maskineriet i et uafbrudt Kredsløb; det fordampes i Kjedlerne, udretter Arbejde som Damp i Cylindrene, fortættes i Kondensatoren og pumpes som Vand tilbage paa Kjedlerne.

Kondensatorkassen, der er af Støbejærn og ofte er støbt i eet med de bageste Maskinstativer (Fig. VII, 1 og VIII, 1), har plane Sider og en hvælvet Top; sjældnere er den rund som i Fig. VI, 1, hvor den er opstillet langskibs et Stykke fra Maskinen. Spildedamprøret, der er af Kobber eller Støbejærn, udmunder i Kassens Overside og fører Spildedampen ind i Fortætningsrummet, som vist i den skematiske Fremstilling af Overfladekondensatoren (Fig. XI, 31). I Fortætningsrummet findes et stort Antal fortinnede Messingrør, *Kondensatorrørene* (condenser tube), af ringe Diameter og Godstykkelse; deres samlede udvendige Overflade kaldes *Kølefladen* (cooling surface). Rørene ligge vandret i Kondensatoren. Deres Ender hvile i *Rørpladerne* (tube plate), som ere af Metal og fastboltes til Kondensatorkassens Ender. Disse

lukkes med Dæksler, som maa aftages, naar Kondensatorrørene skulle efterses, renses eller skiftes. Rørene tætnes i Rørpladernes Huller paa forskjellig Maade. Ringe af blødt Træ presses ind i Rørpladens Hul uden om Røret. Naar Kondensatoren fyldes med Vand, bulner Træringen ud og tætner Forbindelsen. En bedre, men kostbarere Tætningsmaade er at give hvert Rør sin lille Pakdaase med Stopbøsning og Pakning i Rørpladen.

155. Cirkulationspumpen suger Vand fra Søen, Svalevandet, til sig gjennem en Søventil og trykker det videre gjennem et *Tilgangsrør* med Vindkjedel ind i Kondensatorens *Svalevandsrum*. Vindkjedlen, som er delvis fyldt med Luft, mildner Pumpens Slag. Tilgangsrøret udmunder forneden i Kondensatorens ene Ende i Rummet mellem Rørpladen og Dækslet; herfra strømmer Vandet gjennem den underste Halvdel af Kondensatorrørene til Rummet mellem Rørplade og Dæksel i Kondensatorens anden Ende; her stiger det op, gaar i modsat Retning gjennem den øverste Halvdel af Kondensatorrørene og kommer atter tilbage til Indgangssiden, hvor der mellem Rørplade og Dæksel findes en *Skilleplade*, som tvinger Svalevandet til at strømme gjennem Kondensatorrørene paa den angivne Maade. Svalevandet, som nu er varmt, idet det har modtaget den af Spildedampen ved Fortætningen afgivne Varme, forlader Kondensatoren gjennem *Svalevandets Afgangsrør*, som ender i en Afgangsventil paa Skibssiden over Vandlinien. Paa Svalevandets Tilgangsrør findes et Lastsugerør med Afspærringsventil. Dette Rør kommer til Anvendelse, naar Cirkulationspumpen skal benyttes som Lænspumpe (§ 275). Fra Tilgangsrøret, før man kommer til Ventilen, fører et Rør med Afspærringsventil til Bunden af Kondensatoren; det benyttes, naar Cirkulationspumpen bruges som Luftpumpe (§ 216). Gjennem et Luftrør, som er ført op over Vandlinien, tilføres der Cirkulationspumpen saa megen Luft, at den ikke *støder*.

Fra den ene Ende af Kondensatoren udgaar et Rør til Dampkjedelpumpen, som saaledes kan cirkulere Svalevandet gjennem Kondensatoren, naar Maskinen ikke er i Gang (§ 177).

156. Fra Spildedamprøret strømmer Dampen ind i Fortætningsrummet, møder Rørenes kolde Overflade, fortættes og synker ned til Rummets Bund, hvorfra et Rør eller en Gang fører Fortætningsvandet og den i Rummet værende Luft til Luftpumpen. Denne pumper det ind i Varmvandsbrønden, hvorfra Fødepumpernes Sugerør og Spildevandsrøret udgaar ligesom ved Indsprøjtningskondensatoren (Fig. XI, 31). Paa Spildevandsrøret findes en *Overflodsventil* (overflow valve), hvorigjennem Luften kan undslippe. Under Maskinens normale Gang gaar der ikke noget Vand over Bord gjennem Spildevandsrøret, idet Fødepumperne tage alt Vandet. Kun naar disse Pumper ere i Uorden, eller

Kondensatoren arbejder som Indsprøjtningskondensator, vil Vandet gaa over Bord gjennem Spildevandsrøret. Der findes nemlig i Fortætningsrummet ud for Spildedamprøret et Rør med Bruse til *direkte Indsprøjtning* (direct injection) fra Søen. Røret udgaar fra en af Søforbindelsernes Tilgangsventiler. Man bruger kun den direkte Indsprøjtning, naar Cirkulationspumpen er utjenstdygtig. Undertiden har Kondensatoren tillige et Lastindsprøjtningsrør; Luftpumpen kan da i Nødstilfælde bruges som Lænspumpe (§ 275).

Man benytter destilleret, fersk eller salt Spædevand. Det første fremstilles i *Spædevandsapparater*, der have omtrent samme Indretning som Fordamperen i dobbelte Destillationsapparater (§ 307). Fersk Spædevand opbevares i Beholdere eller Tanke. Salt Spædevand, der i Reglen benyttes i Skibe, som besejle vore nærmeste Farvande, tages fra Svalevandsrummet, hvor Svalevandet er varmest. Aabnes den paa Røret anbragte *Spædehane*, suges Vandet ind i Fortætningsrummet (Fig. 31).

Paa Kondensatoren findes de fornødne Rensehuller med Dæksler, Aftapningshaner, Vandskruer, Rørledning til Vakuummaaleren samt en *Sodahane*. Igjennem denne indsuges nu og da en Sodaopløsning, naar Kondensatorrørene skulle renses for Fedt. Som vi senere skulle se, bliver der nemlig tilført Dampen Olie til Smøring af Stemplers og Glideres Slidflader. Spildedampen fører denne Olie med sig ind i Kondensatoren; her afsættes en Del, Resten pumpes med Fødevandet paa Kjedlerne (§ 209).

157. **Pumperne,** som høre til Hovedmaskinen, ere: Luftpumpen, Cirkulationspumpen, to Fødepumper og to Lastpumper; de ere i Reglen opstillede ved Siden af hinanden bagved Kondensatoren og trækkes fra Maskinens Kryshoveder gjennem *Pumpebalancerne* (lever); disse ere toarmede Vægtstænger, hvis ene Arm ved *Lænkeled* d. v. s. lange Bolte med Metalpander i bægge Ender, forbindes til Tappe paa Kryshovedet. Den anden Arm forenes enten direkte eller ved Lænkeled med *Pumpekryshovedet*, som er en stærk, vandretliggende Stang, hvorfra Pumpestængerne udgaa. Balancerne, der ere to stærke Jærnstænger, en paa hver Side af Maskinstativet (Fig. VII, 3), eller dannede af 4 smalle Jærnplader (Fig. VI, 1 c), ere uligearmede, for at Pumpernes Slag kan blive mindre end Maskinens. De ere fast forbundne ved en solid Omdrejningsaxel, som drejer i Lejer paa Maskinstativerne (Fig. 1 b) eller Kondensatoren (Fig. VII, 1 a og VIII, 1 b). I Maskinen paa Blad VII trækkes alle Pumperne af 1 Sæt Pumpebalancer (Fig. VII, 3), medens Maskinerne paa Bladene VI og VIII have to Sæt Pumpebalancer (Fig. VI, 1 c og VIII, 3).

Ventilerne i Luft- og Cirkulationspumper ere *Gummiklapper* (india

rubber valve) eller Metalventiler. Klappen, som er af Kautschuk, hviler paa en Rist, som forenes til *Ventilsædet* (valve seat) med en Bolt og en Ters (Fig. XI, 35). Risten (Fig. 33) er gjennemhullet. Over Klappen sidder paa Bolten en gjennemhullet *Kurv* (guard; Fig. 34); gjennem Hullerne kan Vandet ovenfra trykke Klappen til. I Figur 35 lukker Klappen for Aabningerne i Risten; i sin aabne Stilling krummer den sig op mod Kurvens Underside. Da Gummiklapper hurtig ødelægges i Luftpumper af den med Fedtstoffer blandede hede Damp, erstattes Gummiklapper ofte af Metalventiler.

Den i Fig. VII, 1 a viste Pumpe har Metalventiler, *Thompsons Ventiler*. Ventilen kan glide op og ned langs en i Ventilsædet fastsiddende Spindel; en Stopper begrænser Ventilens Vandring.

Pumpernes Stød mildnes med en *Snøfteventil* (pet valve), hvorigjennem lidt Luft kan suges ind i Pumpen. Snøfteventilen er en Kontraventil, hvis Løftehøjde afpasses saaledes, at Stødet ophæves med den mindst mulige Indsugning af Luft.

158. Den enkeltvirkende, lodretstillede Luftpumpe (single acting, vertical air pump), hvis Indretning er skematisk fremstillet i Fig. XI, 31, findes i de fleste Hammermaskiner. Den har et med Hampeplatting pakket Metal-*Skivestempel* (bucket piston), som af *Luftpumpestangen* (air pump rod) bevæges op og ned i *Pumpecylinderen* (pump barrel). Denne kan være helt af Metal (Fig. VIII, 4) eller af Støbejærn med en indsat Metalforing (Fig. VII, 1 a). Foroven lukkes Pumpen af et Dæksel med Pakdaase uden om Luftpumpestangen. Denne, som er af Metal, er forneden ved en Møtrik fast forbunden til Luftpumpestemplet; foroven befæstes den til Pumpekryshovedet; ofte har den Styr i et med Metalbøsning foret Hul i en Støbejærns Knægt, fastskruet til Kondensatoren (Fig. VII, 1 a).

I Fig. VI, 1 b har Luftpumpen *Trunk* (trunk); denne er en høj, hul Metalcylinder, som ved en Bolt, der foroven ender i en Gaffel, fastholdes til Luftpumpestemplet, medens Trunkens øverste Ende styres i Luftpumpedækslets Pakdaase. I Boltens Gaffel ved Trunkens Bund passer den ene Ende af en Trækstang, hvis øverste Ende, der har Metalpander, slutter til Pumpekryshovedet. Da dette i denne Maskine beskriver en Bue under Maskinens Omdrejning, maa Trunkens indvendige Diameter være saa stor, at Trækstangen har frit Udslag til bægge Sider.

Luftpumpens Sugeventiler, hvoraf der er en eller flere efter Pumpens Størrelse, sidde paa et Metalventilsæde, fastskruet til Pumpecylinderens nederste Ende. Under Sædet findes en Gang eller en Rørledning til Kondensatorens Fortætningsrum. Stempelventilerne ere anbragte

paa Stemplets Overside uden om Luftpumpestangen eller Trunken, medens Stigeventilernes Sæde fastskrues til Pumpecylinderens øverste Ende. Luftpumpen arbejder som en Suge- og Løftepumpe. Fra Stigeventilerne strømmer Vandet ind i Varmvandsbrønden, som er en i eet med Pumpens Overdel støbt Kasse.

Fig. IX, 1 b viser en enkeltvirkende, skraatstillet Luftpumpe, der for øvrigt er indrettet og arbejder som den opretstaaende.

I Orlogsskibes Maskiner benyttes ofte *dobbeltvirkende, liggende Luftpumper* (double acting horizontal air pump), der arbejde som den i § 58 beskrevne dobbeltvirkende Trykpumpe.

159. Cirkulationspumpen (circulating pump) er i Hovedtrækkene af samme Indretning som Luftpumpen. Den har i Reglen Gummiklapper, men Metalventiler benyttes ogsaa.

Fig. VII, 2 viser en *dobbeltvirkende, opretstaaende Cirkulationspumpe.* Pumpecylinderen og Stemplet er af Metal; den første er med Flange befæstet til et Skillerum i Pumpekamret. Sugeventilerne vende ind mod Pumpen, Stigeventilerne vende fra Pumpen. Denne arbejder for øvrigt som en almindelig dobbeltvirkende Pumpe; den giver en jævnere Vandstrøm end den enkeltvirkende Pumpe. Vandet strømmer direkte til Kondensatorens Svalevandsrum, hvortil Pumpen fastboltes.

En *enkeltsugende, men dobbelttrykkende Cirkulationspumpe* er fremstillet i Fig. VIII, 1 b. Til Pumpestangen er befæstet en stor Trunk, der tillige virker som Vindkjedel og derved bidrager til en jævn Strømning af Svalevandet. Dette suges ind i Pumpen paa sædvanlig Maade. Naar Pumpestemplet gaar nedefter, vil Vandet gjennem Stempelventilerne strømme ind paa Stemplets Overside; men da Trunken indtager omtrent det halve Rumfang af Rummet over Stemplet, er der ikke Plads til Vandet, hvorfor omtrent Halvdelen af det forlader Pumpen under Nedslaget; Resten strømmer fra Pumpen under Stemplets Opslag.

I mange større Maskinerier har Hovedmaskinen ingen Cirkulationspumpe, idet Svalevandets Cirkulation besørges af en *Centrifugalpumpe*, trukken af en særskilt lille Hammermaskine. Herved vindes mange Fordele, men Pumpen er kostbarere og fordrer mere Tilsyn end en af Hovedmaskinen trukken Cirkulationspumpe.

160. Fødepumperne (feed pump) skulle pumpe Fødevandet paa Kjedlerne, naar Maskinen er i Gang. Een Fødepumpe alene er tilstrækkelig til alle Kjedlernes Forsyning med Fødevand, naar Maskinen gaar med fuld Kraft. De ere enkeltvirkende Suge- og Trykpumper med en *Plunger* (plunger) af Metal, Støbejærn eller Staal og Pakdaase i Pumpekamrets øverste Del. Fødepumpestangen forenes til Pumpekryshovedet. Plungeren kan ogsaa være en Trunk med Trækstang til Pumpekryshovedet (Fig. VI, 1 c). *Ventilkassen* (valve chamber) fast-

boltes til Pumpekamret (Fig. XII, 1). Ventilerne ere Kegleventiler med Styrevinger; ofte findes over Ventilen en kort Styrespindel; et Anslag begrænser Ventilernes Løftehøjde. Over Stigeventilen findes en Vindkjedel og paa Ventilkassen mellem Ventilerne en Sikkerhedsventil. Denne aabnes af Trykket i Ventilkassen, dersom Fødeventilerne paa Kjedlerne lukkes. Vandet strømmer enten til Lasten eller, som vist i Figuren, gjennem en Gang tilbage til Sugerøret. I sidste Tilfælde vil Vandet cirkulere i Fødepumpen, indtil Kjedlernes Fødeventiler aabnes.

Paa Fødepumpernes Ventilkasser og Vindkjedler findes Snøfteventiler og Aftapningshaner, hvormed Luft suges ind eller blæses ud, for at mildne Pumpernes Stød eller bringe dem til at arbejde, naar de nægte at føde.

I ældre Maskiner ere Fødepumperne ofte indrettede til at *slaas fra;* den ene Pumpe arbejder, medens den anden holdes i Reserve.

Paa Fødepumpernes Trykrør og Sugerør findes Afspærringshaner, for at man kan efterse den ene Pumpe, medens den anden arbejder.

Vakuum'et i Kondensatoren er i Reglen 24"—26". I gode Maskiner kan det blive endnu bedre, naar mere Svalevand pumpes gjennem Kondensatoren, men Fødevandet bliver da koldt, hvad der i flere Retninger er uheldigt; navnlig gaar det da ud over Brændselsforbruget. Som oftest er Fødevandets Varmegrad omkr. 40°.

Lastpumperne (bilge pump) ere i Hovedsagen indrettede som Fødepumperne, men have sjældent Vindkjedler eller Sikkerhedsventiler. Deres Sugerør ende i en Sugekurv eller ere i Forbindelse med Lastledningernes *Fordelingskasse* (§ 278); Afgangsrøret gaar til en af Søforbindelsernes Afgangsventiler paa Skibssiden over Vandlinien. Ventilkassens Dæksler kunne let aftages, for at man hurtig kan komme til at efterse og rense Ventilerne, naar Pumpen er i Uorden.

Under almindelige Forhold skulle Lastpumperne pumpe det i Maskinlasten opsamlede Lastvand over Bord. De kunne dog ogsaa tjene til Lænsning af andre Rum i Skibet og til at pumpe Vand paa Dækket til Spuling o. l. (§ 180).

161. **Axlerne**, som skulle forplante Krumtappens omdrejende Bevægelse til Fremdrivningsmidlet, bestaa i Skrueskibe af: Krumtapaxlen, Trykaxlen, Mellemaxlerne og Skrueaxlen. Den samlede *Axelledning* er vist i Fig. XII, 6, der fremstiller et Længdesnit gjennem et større Handelsskib.

Krumtapaxlen (crank shaft). Under hver Cylinder findes en *Krumtap* (crank); der er to eller tre saadanne paa Krumtapaxlen, afhængigt af Maskintypen. I første Tilfælde stilles Krumtappene under en Vinkel af 90° med hinanden, for at altid mindst een Krumtap kan staa heldigt for Maskinens Igangsætning (Fig. VI, 1 og 2 samt VII, 1). Har Maskinen

tre Krumtappe, danne disse Vinkler paa 120° med hinanden (Fig. VIII, 1).

Krumtappen bestaar af *Krumtaparmene* (crank arm), som have et rektangulært Tværsnit, og den runde *Krumtappind* (crank pin), hvorom Forbindelsesstangens Krumtappander slutte. Paa Krumtaparmene findes undertiden *Modvægte* (counter weight), som kunne være af Støbejærn og befæstede med Skruer til Armene; de virke til at give Maskinen en jævn Gang (Fig. XII, 2). Krumtapaxlen hviler i *Hovedlejerne* (main bearing), hvoraf der findes et paa hver Side af hver Krumtap. Maskinen i Fig. VI, 1 har fire, i Fig. VI, 2 tre, i Fig. VII, 1 fire og i Fig. VIII, 1 fem Hovedlejer. Fig. XII, 4 viser et Hovedleje; dette har en Over- og en Underpande af Støbejærn eller Metal med indlagte Felter af hvidt Metal. Overpanden holdes ned mod Underpanden af et Støbejærns Dæksel og to svære Bolte, som skrues ned i Tværdragerne paa Maskinens *Bundramme*. I Dækslet findes en Smørekop, der kan have tre Rum, et større i Midten til *Afkølingsvandet* (§ 174) og to mindre paa Siderne til Olie. Smørekoppen lukkes med et Laag, som aftages eller lukkes op, før Maskinen sættes i Gang. Fra Smørekoppen føres Vandet eller Olien gjennem Gange i Dækslet og Overpanden til Slidfladen. I Fig. VI, 1 og VIII, 1 ere Panderne af Metal, i Fig. VII, 1 af Støbejærn. I Fig. VIII, 1 b ere Boltene holdte paa Plads af Tværkiler.

For at Maskinen kan danne en samlet Mekanisme og Forskydning af de enkelte Dele undgaas, forsynes den med en solid Underbygning, *Bundrammen* (sole plate). Denne er en rektangulær, aflang Støbejærns Ramme, styrket med Væv og Ribber og med Tværdragere til Hovedlejerne. Ofte danner Kondensatoren den ene langskibs Side af Rammen, hvis Tværdragere boltes fast til Fødder paa Kondensatoren (Fig. VII, 1 a og VIII, 1 b). Den i Fig. VI, 1 viste Maskine har en Bundramme, som tillige danner Pumpekamre for Pumperne med de fornødne Gange mellem disse og Kondensatoren, der er opstillet paa den. Bundrammen har ellers i Almindelighed en plan Underflade, som Fig. VI, 2 b, VII, 1 a og VIII, 1 b udviser.

Bundrammen hviler atter paa Maskinens Fundament, *Maskinstrøerne* (engine bearer), som kunne være solide langskibs Dragere under Bundrammen. Der kan ogsaa paa Skibets Bund være bygget en Platform, styrket med Plader og Vinkler, hvorpaa Maskinen stilles. Mellem Fundamentet og Bundrammen inddrives Kiler af Jærn eller Træ, hvis Tykkelse afpasses efter de stedlige Forhold. Solide Fundamentbolte holde Maskinen paa Plads.

Maskinstativerne (standard) forbinde Cylinderen med Bundrammen; de have et T-formet eller rektangulært Tværsnit og ere i sidste Tilfælde hule. De støbes af Støbejærn eller Gydestaal. Hver Cylinder bæres i Reglen af

to Stativer, et For- og et Bagstativ. Forneden fastboltes Stativerne til Bundrammen, foroven til Fødder paa Cylindrene; Bagstativerne ere i Reglen støbte i eet med eller ved Flanger samlede til Kondensatorens Top (Bladene VII og VIII). Stativerne have Styreplaner til Stemplets Kryshoved; forneden aabne de udefter for at give Plads for Maskinens bevægende Dele.

Undertiden erstattes Forstativerne eller bægge Stativer af *Maskinsøjler* (column), som ere blankt afdrejede Jærnsøjler, fastboltede til Cylindrene og Bundrammen (Fig. VI, 2 og XII, 6). De optage mindre Plads end støbte Stativer, hvad der letter Maskinens Eftersyn.

162. Snækken (turning gear) tjener til at dreje Maskinen med Haandkraft. Midt paa Krumtapaxlen (Fig. VII, 1 b) eller paa dens *Kobling* ved Stopaxlen (Fig. VIII, 1 a) fastkiles et *Snækkehjul* (turning wheel) af Støbejærn. Skal Maskinen drejes, bringes en Snække, *Sneglen* (worm), i Indgreb med Snækkehjulet. Sneglen sidder paa en Snækkeaxel; i Fig. VII, 1 a kan denne drejes om en Tap i et Beslag paa Bundrammen, hvorved Sneglen enten bringes i Indgreb med Snækkehjulet, eller, som vist i Figuren, svinges fri af dettes Tænder, naar Maskinen skal sættes i Gang; Snækkeaxlen fastholdes i den ene eller anden Stilling ved en Bolt gjennem et Hul i den øverste Ende. I Fig. VIII, 1 a kan Sneglen forskydes langs Snækkeaxlen, idet der findes en *Not* paa denne og *Notgang* i Sneglen. Naar denne er i Indgreb med Snækkehjulet, indsættes en Tværkile *over* den gjennem Snækkeaxlen. Skal Snækken ikke bruges, udtages Kilen, og Snækkeaxlen drejes rundt; Sneglen vil da forskydes opefter, og, naar den er fri af Tænderne, indsættes Tværkilen *under* den.

Snækkeaxlen drejes rundt med en *Skralde* (ratchet), der er en Jærnstang med Øje i den ene og et Palhjul i den anden Ende (Fig. XII, 3). En Fjeder holder Palen ind mod Palhjulet, saa at dette kun kan dreje den ene Vej rundt. I Palhjulet findes et firkantet Hul til Snækkeaxlens øverste Ende. Man drejer Maskinen rundt ved at paasætte Skralden og hale i et Reb, der er fastgjort til Øjet i Skralden. Skal Maskinen drejes modsat Vej, vendes Skralden.

I større Maskiner kan Skralden ofte drejes med Damp, f. Ex. ved en endeløs Kjæde fra et Kjædehjul paa Dampkjedelpumpen og et lignende Hjul paa Snækkeaxlen, eller man kan, som vist i Fig. VIII, 1 a, benytte Dampigangsætningsmaskinen hertil, naar denne er en særskilt lille Maskine. Paa Enden af den i § 150 omtalte, vandrette Axel sidder et konisk Tandhjul, som er i Indgreb med et lignende Hjul paa Snækkeaxlen. Gliderbevægelsen kan udløses under Maskinens Drejning ved at udtage en Kile i den Stangforbindelse, som forener den vandrette Axels Krumtap med Armen paa Kvadrantaxlen. Snækken kan ogsaa blive drejet af en særskilt lille Dampmaskine, *Drejemaskinen*.

Mindre Maskiner, som den i Fig VI, 2 a viste, drejes ved Hjælp

af en Dorn, som indsættes i Huller i Omkredsen af et Støbejærns Hjul paa Krumtapaxlen.

163. Trykaxlen (thrust shaft). De enkelte Axellængder forbindes ved *Koblinger* (coupling; se Fig. XII, 6), som sammenholdes med Koblingsbolte; undertiden anvendes *løse Koblinger* af Staal eller Støbejærn (Fig. VI, 2 a); de fastkiles solidt til Axlen.

Trykaxlen, der ligesom de andre Axler er af Staal, ligger agten for Maskinen og slutter til Krumtapaxlen. Den gaar gjennem en Pakdaase i Maskinrummets Agterskod ind i *Axelgangen* (§ 268), hvor *Stoplejet* (thrust block) i Reglen er opstillet (Fig. XII, 6). Dette Leje skal optage Skruens Drivtryk og overføre dette til Skibet. Den hyppigst anvendte Konstruktion, *Maudslays Stopleje*, er vist i Fig. 5. Paa Axlen findes flere, i Figuren fem, Kraver, hvorimellem passe hesteskoformede Segmenter af Støbejærn med hvidt Metal paa bægge Slidflader. Paa Siderne have disse Segmenter Læber, som passe ind mellem Knaster paa Stoplejet; dette er en Støbejærns Skaal, der kan forskydes paa en Fundamentplade. Denne fastskrues til en solid Opbygning fra Skibets Bund. Hvert enkelt Segment kan indstilles saaledes, at Slidfladen nøje passer ind mod vedkommende Kravers Sider. Foroven paa hvert Segment findes en Smørekop med Smøregange til Slidfladerne.

Axlens Vægt bæres i *Bærelejer* ved hver Ende af Stoplejet.

Undertiden anbringes Stoplejet paa Krumtapaxlen, som paa den i Fig. VII, 1 b viste Maskine, hvor Stoplejet har 3 Segmenter.

Paa den i Fig. VI, 2 a fremstillede Maskine er det agterste Hovedleje tillige Stopleje; dette har to Metalpander med Riller til Axlens Kraver; et Dæksel holder Panderne paa Plads.

164. Mellemaxlerne (intermediate shaft), hvoraf der i større Skibe findes flere (Fig. XII, 6), forene Trykaxlen med Skrueaxlen. De bæres af *Mellemlejerne* (plummer block), der ligesom Stoplejets Bærelejer have Slidflader under Axlen, idet de kun skulle tage Axlens Vægt, medens Hovedlejerne tillige skulle optage Trykket fra Forbindelsesstangen. Mellemlejerne ere af Støbejærn med hvidt Metal paa Slidfladen og et Dæksel over Axlen. De opstilles paa en Opbygning fra Skibsbunden.

Den agterste Mellemaxel er kort, for at den med Lethed kan borttages, naar Skrueaxlen skal trækkes indefter for Eftersyn.

165. Skrueaxlen (stern shaft) er den agterste Axellængde; den drejer i *Stævnrøret* (stern tube) og bærer Skruen paa sin Yderende. Stævnrøret er et Støbejærns Rør, hvis Forende ved en Flange fastholdes til *Pakdaaseskoddet* (§ 268), og som gaar gjennem *Skruestævnen*; et Bryst paa Stævnrøret ligger an mod dennes Forkant; Rørets Agterende er skrueskaaren til en Møtrik, som ved Stopskruer hindres i at opgaa (Fig. XII, 6 og 7). Skrueaxlen bæres i Lejer i Stævnrørets Ender, og

er her overtrukken med en Metalforing, der i varm Tilstand er trukken paa Axlen. Lejerne ere Metalbøsninger med Lister af Pokkenholt, indlagte i Riller i Bøsningerne; Rillernes Tværsnit er *svalehaleformet*, som det i Fig. 7 b fremstillede halve Tværsnit af Stævnrøret udviser. For at hindre Listerne i at krybe ud af den agterste Bøsning, fastskrues paa Agterkant af denne en Ring, som passer uden om Metalforingen paa Axlen, medens Forenden af Listerne i det forreste Leje støde mod Bundringen i den i Stævnrørets Forende anbragte Pakdaase. Denne skal hindre Vandet i at trænge ind i Skibet.

Da Ringen ved Stævnrørets Agterkant ikke slutter tæt, kan Søvandet trænge ind i Stævnrøret og holde Slidfladerne kolde. Skulde Gnidningen fremkalde stærk Varme, kan man lade Søvandet strømme gjennem Stævnrøret ved at aabne Hanen paa en fra et Bælte i Pakdaasens Bundring udgaaende Rørledning. Denne tjener ofte tillige som Ledning for Mellemlejernes Afkølingsvand (§ 174).

I nyere Skibe foretrækker man ofte at lade Skrueaxlen uden Metalforing dreje i et Stævnrør, der er foret med hvidt Metal; Axlen maa da smøres med Olie eller Talg, som trykkes ind i Stævnrøret med en lille Haandpumpe. Søvandet hindres i at trænge ind i Stævnrøret ved en paa Skrueaxlen anbragt *Cedervallsk* Pakring, som spænder mod Stævnrørets Agterkant.

I Tvillingskrueskibe, der have en Axelledning paa hver Side af Diametralplanet, ophører Stævnrøret ved Skibssiden, hvor Skrueaxlen træder ud af den, og Axlens overhængende Del bæres da tæt foran for Skruen af *Axelbærerne* (shaft bracket). Disse have to Arme ind til Skibssiden, den ene visende nedefter, den anden opefter, som Fig. 10 nærmere udviser. Mellem Axelbæreren og Skibssiden anbringes uden om Skrueaxlen i nogen Afstand fra denne et *Skærmrør* af Jærnplader; det holder Varp o. l. fra at blive fanget af Skrueaxlen.

Agten for Skruestævnen, eller i Tvillingskibene agten for Axelbærerne, er Skrueaxlen konisk afdrejet til *Skruenavet*. En eller to Noter, tilpassede halvt i Navet, halvt i Axlen, tvinge Skruen til at følge med Axlen, og en Møtrik paa dennes Ende (Fig. 7 a) eller en Tværkile (Fig. 17) holder Skruen paa Plads paa Axlen. Uden om Axelenden kan der være fastskruet en Zinkhætte, som beskytter Jærnet i Skruens Nærhed mod Tæring.

Enkeltskrueskibe have undertiden et Leje i *Rorstævnen* til Skrueaxlen (Fig. XIV, 15). Lejet kan være forsynet med Pokkenholts Slidflader. Det giver en god Understøtning for Skruen, men paa den anden Side kan man lide stort Havari ved Grundstødninger, naar Rorstævnen først tager Grunden.

I den senere Tid anbringes ofte i Enkeltskrueskibe en *Trykring*

(outer thrustring) udvendig paa Skruestævnen (Fig. XII, 17); den optager Drivtrykket, naar Skruen gaar frem, og bestaar af en Metalskive med indlagte Pokkenholts Slidflader. Maskinen behøver ikke at have noget Stopleje, men ved Kraver paa Axlen maa man sørge for Drivtrykkets Overførelse til Skibet, naar Skruen bakker.

166. **Drivskruen** (screw propeller). For at forstaa dennes Indretning, er det nødvendigt først at betragte *den mathematiske Skrueflade.* I Fig. XII, 15 er ABDC en retstaaende, cirkulær Cylinder, hvis Udfoldning er Rektanglet ACEF. Grundfladens Omkreds er altsaa = AF. Vikles omkring Cylinderen en retvinklet Trekant AEF, hvis ene Kathete er = Grundfladens Omkreds, medens den anden Kathete = Cylinderens Højde AC, saaledes at den første Kathete følger Grundfladens Omkreds, vil Hypothenusen danne en *Skruelinie* (screw line), som i Figuren er den dobbelt krumme Linie AHC. Trekanten kaldes *Stigningstrekanten.* Lader man en ret Linie, *Frembringeren* (generatric), glide langs Cylinderens Axe LL, idet den stadig holdes vinkelret paa denne Axe og tillige følger Skruelinien som *Ledelinie* (directrix), beskriver Frembringeren en *Skrueflade* (screw surface),

Skæres Cylinderen med et vilkaarligt Plan ST vinkelret paa Axen, vil det fra Begyndelsespunktet A afskaarne Stykke af Skruelinien være AP; Frembringeren vil i dette Punkt være fremstillet ved PM, hvis Projektion LN i Grundfladens Plan er fremstillet ved OP_2. *Skrueliniens Længde* maales paa Cylinderens Omkreds, Skruefladens Længde paa dens Axe. Skruefladens Længde mellem Planerne AB og ST er altsaa LM = pn, medens Skrueliniens Længde er Ap. Skrueliniens og Skruefladens *Diameter* og *Axe* er Cylinderens Diameter og Axe. Skrueliniens og Skruefladens *Stigning* (pitch) er det Stykke af Axen, Frembringeren maa følge for at gjøre en fuldstændig Omdrejning, altsaa AC = EF. Skrueliniens *Vinkel* (angle) er den Vinkel, Tangenten til Skruelinien ved det paagjældende Punkt danner med en Linie, som er parallel med Grundfladen og tangerer Cylinderen i samme Punkt. Denne Vinkel er i dette Tilfælde konstant og er = Stigningstrekantens Vinkel EAF.

Skæres Skruefladen med en med den første koncentrisk Cylinder, f. Ex. $A_1 B_1 D_1 C_1$, bliver Skæringslinien en Skruelinie $A_1 P_1 H_1 C_1$, hvis Længde a E bliver mindre, Stigningen EF den samme og Vinklen E a F større end den første Skruelinies. F a er den ny Cylinders Omkreds, Skruefladen bliver altsaa stejlere, jo nærmere man kommer Axen; ved denne er Skrueliniens Vinkel 90°.

Undertiden er Frembringeren enkelt- eller dobbeltkrum, og den kan danne en mindre Vinkel end 90° med Axen: saadanne Frembringere beskrive *skæve Skrueflader.*

167. Nu til Dags bestaar Skruen af *Skrueblade* (screw blade), som

ere Dele af Skrueflader, anbragte tværs ud for hinanden paa Skruens Nav. Det vil af Grundfladens Plan i Fig. XII, 15 ses, at et Stykke af Skruefladen mellem to Stillinger af Frembringeren vil vise sig som en Cirkelsektor UOV. Dette Stykke Skrueflade danner et Blad, hvis Bredde ved Yderenden vil være fremstillet ved e g og paa den indre Cylinder ved e_1 g_1.

Fig. 11 fremstiller *den almindelige Skrue* (common screw). Set fra Enden, Skruens *Tværprojektion*, have Bladene Form af Cirkelsektorer, set fra Siden, Skruens *Sideprojektion*, af Rektangler. Er ab og cd Skæringslinierne mellem det ene Blads Skrueflade, som altid er Skruens Agterflade, og to med Skrueaxlen koncentriske Cylindre, ville *Bladsnittene* have den i Sideprojektionen viste Form og Beliggenhed. Figuren viser, hvorledes Bladsnittene nærme sig mere og mere til at staa parallele med Axen, jo nærmere de ligge denne. Bladets aftagende Tykkelse fra Navet til Bladets Yderende vil fremgaa af det paa det øverste Blad viste Snit gjennem Bladets Midtlinie (Fig. 11 b). Skruen har i Reglen 4 Blade, sjældnere 3; tobladede Skruer findes kun i Skibe med Sejlkraft.

Ved Skruens *Diameter* forstaas Diameteren af den Cirkel, Skruebladenes Yderender, *Bladtippene* (tip of blade), beskrive. Skruens *Stigning* er den Vejlængde, Skruen under en Omdrejning vilde vinde frem, dersom den arbejdede i en fast Møtrik. Bladene have altid ens Stigning, men denne kan være forskjellig paa hvert Blad (se nedenfor). Skruens *Længde* er Afstanden mellem to paa Axen vinkelrette Planer, som berøre Skruebladenes yderste Punkter. Skruens *Diskareal* (disc) er Arealet af den Cirkel, Bladtippene beskrive. Skruens *udfoldede Areal* (expanded area) er Arealet af Skruebladenes udfoldede Overflade, maalt paa Bladets Agterflade. Skruens *førende Kant* (leading edge) er den Kant af Skruebladet, som skærer ind i Vandet, medens Skruen slipper dette ved den *følgende Kant* (following edge). Skruen er *højreskaaren* (right handed), naar dens Blade fra deres øverste Stilling dreje til højre under Frembevægelsen, og man tænker sig staaende agten for Skibet med Ansigtet vendt forefter. Gaar Skruen den modsatte Vej rundt, altsaa modsat Viserne paa et Uhr, er den *venstreskaaren* (lefthanded).

Dersom Skruen arbejdede i en Masse, som ikke gav efter for dens Tryk, vilde den for hver Omdrejning drive Skibet frem en Vejlængde = Skruens Stigning, og Skibets Hastighed vilde blive den samme som *Skruens Hastighed* (speed of screw), hvorved forstaas Produktet af Skruens Stigning og Omdrejningsantallet i Minuttet. Da Vandet imidlertid giver efter og kastes agter efter, vil Skibets Hastighed blive mindre end Skruens; Forskjellen mellem dem kaldes *Slippen* (slip), som i Reglen udtrykkes i Procent af Skruens Hastighed, saa at:

$$\text{Slippen} = 100 \cdot \frac{\text{Skruens Hastighed} \div \text{Skibets Hastighed}}{\text{Skruens Hastighed}} \quad \ldots\ldots (31)$$

Er f. Ex Stigningen 11′ 6″, Omdrejningerne i Minuttet 111,3 og Skibets Hastighed 10,60 Knob, bliver:

$$\text{Slippen} = 100 \frac{11{,}5 \cdot 111{,}3 \div \frac{10{,}60 \cdot 6080}{60}}{11{,}5 \cdot 111{,}3} = 16{,}1\ \%$$

I Almindelighed ligger Slippen mellem 10 og 20 % (§ 218).

168. Skruebladenes Form er meget forskjellig. I Fig. XII, 12 er vist den almindelige Skrues Bladform. For at formindske Rystelserne er den førende Kants øverste Hjørne bortskaaret. I Fig. 13 bøjer Bladet agterefter; i Fig. 14 har Bladet sin største Bredde omtrent ved Midten. Fig. 17 viser Sideprojektionen af *Griffith-Skruen*, som har et stort Nav; Bladene ere smalle ved Tippen og ved *Rodsnittet* (root section). Skruebladenes Midtlinie bøjer forefter fra Bladmidten og ud til Bladtippen. Denne Skrue benyttes nu hyppigst; men Skruebladenes Form afvige ofte i Enkelthederne fra den i Figuren viste.

Den almindelige Skrue har *konstant Stigning.* I Fig. 16 er LL Skruens Axe, LA en Frembringer og LACL et Blads Skrueflade. Lægges et Plan gjennem LL og LA, vil ABC og $A_1 B_1 C_1$ fremstille to Trekanter, hvis Sider AB og $A_1 B_1$ bægge ere = LL, saa at Skruebladet har konstant Stigning.

Man anvender hyppigst Skruer med *forskjellig Stigning* (variable pitch). Skruer med voxende Stigning fra den førende til den følgende Kant kaldes Skruer med *krumme Bladsnit* eller Skruer med forskjellig periferial Stigning. Skruer med voxende Stigning fra Rodsnit til Bladtip kaldes Skruer med *vredne Blade* eller Skruer med forskjellig radial Stigning.

Disse Skruer give et bedre Resultat end Skruer med konstant Stigning.

Skruer med *løse Blade* have *foranderlig Stigning* (alterable pitch). En saadan er vist i Fig. 17. Hovedfordelen ved løse Blade er, at man kan paasætte nye, naar Skruens Blade ere knækkede, medens man ved Skruer med Blade, der ere støbte i eet med Navet, maa skifte Skruen. Bladene have en rund Rodende, som med Tapskruer befæstes til Navet. Hullerne til Skruerne i Rodenden ere ovale, saa at Bladet kan drejes lidt omkring Rodendens Axe, Stigningen altsaa formindskes eller forøges lidt. Man er herved i Stand til efter Skibets første Prøvetur at dreje Bladene og forandre Stigningen, dersom Prøvens Resultater gjøre dette ønskeligt.

169. Skruen forfærdiges af Støbejærn, Gydestaal eller Metal. Støbejærns Skruer ere svagere, men betydelig billigere end andre Skruer. Ligesom Skruer af Gydestaal fortæres Støbejærns Skruer hurtig; Tæringen, der er størst paa Skruens Forflade ved Bladtippene, skyldes den Luft, som i en langstrakt Hvirvel følger med Skruen. Gydestaals

Skruer kunne ligesom Metalskruer støbes med mindre Godstykkelser end Støbejærns Skruer, hvad der forbedrer Skruens Virkningsgrad, idet Hvirvelmodstanden, som opstaar ved Skruens Bevægelse gjennem Vandet, bliver mindre. Dette er i endnu højere Grad Tilfældet med Skruer, der ere forfærdigede af stærke Metalblandinger, som Aluminium-, Fosfor-, eller Manganbronze og Delta Metal. Disse Skruer ruste ikke, men ere dyre at anskaffe.

Skruenavet er i Reglen hult; det forfærdiges af samme Materiale som Bladene.

Skruerne i Handelsskibe ere oftest højreskaarne.

I Tvillingskrueskibe benyttes Skruer af samme Form og Materiale som i Enkeltskrueskibe. Skruerne anbringes tværs ud for hinanden, noget foran for Rorstævnen, med fornødent Spillerum mellem Skibssiden og Skruedisken (Fig. XII, 10 b). De dreje udefter; den S. B's Skrue er altsaa højreskaaren, den B. B's venstreskaaren.

I Orlogsskibe med fuld Sejlkraft findes *Hejseskruer* (lifting screw). Skruen, der er tobladet, bæres i en *Skrueramme* (banjo frame), som med Gier hejses op i *Skruebrønden* (screw well), for at Skruen ikke skal yde Modstand mod Fremdrivning, naar Skibet er under Sejl. Forbindelsen mellem Skruenavet og Skrueaxlen er saaledes indrettet, at Navet kan slippe Axlen, naar Skruen stilles lodret og der løftes i Gierne.

I ældre Orlogsskibe med Sejlkraft er Skruen undertiden indrettet til at løbe frit rundt, naar Skibet er under Sejl. Man sparer da Bekostningen ved Skruebrønden og det øvrige Hejseapparat agter, men den fritløbende Skrue yder dog nogen Modstand mod Fremdrivning, selv om Modstanden er mindre, end naar Skruen staar stille. Udløselige Skruer anvendes derfor kun i Skibe, hvor Sejlkraft undtagelsesvis benyttes.

170. **Hovedmaskinens Tilbehør.** *Dampledningerne.* Gjennem det i § 139 omtalte Hoveddamprør ledes Dampen fra Kjedlerne til Maskinen. Lige ved Højtryksgliderkassen findes indskudt paa Hoveddamprøret et *Dampspjæld* (throttle valve), hvormed Dampens Indstrømning til Cylinderen afpasses (Fig. VII, 1 a). Dampspjældet bestaar af en paa en Spindel anbragt elliptisk Metalskive, der kan lukke for eller formindske Dampens Passage gjennem *Spjældhuset*, som ved Flanger samles til Hoveddamprøret og Gliderkassen (Fig. X, 20). Spindelens ene Ende er styret i et Hul i Spjældhuset, dens anden Ende gaar gjennem en Pakdaase, og bærer uden for denne en Arm, som ved Trækstænger er forbunden til et Haandtag, hvormed Spjældet aabnes og lukkes fra Manøvrepladsen (Fig. VI, 1 b og 1 c samt VII, 1 a).

Fig. X, 31 fremstiller et *Hanespjæld.* Spjældet har en buet Yderflade, svarende til det cylindriske Spjældhus. Drejes Spjældet

fri af Passagen gjennem Tudene, kan Dampen frit passere gjennem Hanespjældet.

Har Maskinen to Cylindre, som bægge forsynes med Damp fra Kjedlerne, faa de hver sit Spjæld, som bægge manøvreres med det samme Haandtag (Fig. VI, 1).

I moderne Maskiner findes i Reglen Ventiler til Afpasning af Damptilstrømningen, fordi Spjæld ikke kunne lukke tæt for Damp af højt Tryk.

Søgaaende Skibe have ofte en *Regulator* (governor), som skal hindre, at Hovedmaskinen løber løbsk (race) i Søgang, naar Skruen kommer op af Vandet. Princippet, hvorefter Regulatorer arbejde, er følgende: Paa en Axe sidder et Par Arme med Vinger; den drejes rundt ved et Snortræk fra Krumtapaxlen; forandres dennes Omdrejningshastighed, kunne Vingerne ikke strax antage den ny Hastighed; herved frembringes en Forskydning mellem to Skraaplaner, hvilken Forskydning benyttes til at bevæge et Dampspjæld, der enten kan være Maskinens Manøvrespjæld eller et andet paa Hoveddamprøret indskudt Spjæld. Kommer Skruen op af Vandet, begynder Maskinen at løbe hurtigere rundt; herved træder Regulatoren i Virksomhed, Dampspjældet formindsker Damptilførselen, og Maskinen hindres i at løbe løbsk.

Fra Højtryksgliderkassen fordeler Højtryksglideren Dampen til Cylinderens Ender, hvorfra den efter at have udrettet sit Arbejde ledes gjennem Højtryksgliderens Hulhed til Højtrykscylinderens Udstrømningsgang. I den almindelige Høj- og Lavtryksmaskine, som vi hidtil have beskrevet, skal Dampen nu ledes ind i Lavtrykscylinderen (§ 108). Dette sker gjennem *Mellemkamret* (receiver), der ogsaa kaldes Cylinderbeholderen eller Receiveren; Højtrykscylinderens Udstrømningsgang udmunder i dette Kammer, hvis Sider i Reglen ere støbte i eet med Højtrykscylinderen. Mellemkamret staar i direkte Forbindelse med Lavtryksgliderkassen (Fig. VII, 4). Naar Dampen har virket i Højtrykscylinderen, strømmer den altsaa ind i Mellemkamret, hvor den forbliver, til Lavtryksglideren aabner for Indstrømningen til Lavtrykscylinderen. Da Krumtappene danne Vinkler paa 90° med hinanden, og Lavtryksstemplet saaledes ikke begynder et nyt Slag, naar Udstrømningen begynder i Højtrykscylinderen, maa Dampen opholde sig i Mellemkamret, til den kan strømme ind i Lavtrykscylinderen og her fuldende sit Arbejde. Undertiden bestaar Mellemkamret kun af et stort Damprør, *Mellemdamprøret*, førende fra Højtrykscylinderens Udstrømningsgang til Lavtryksgliderkassen (Fig. V, 1).

Paa Mellemkamret findes en Trykmaaler, en Sikkerhedsventil, en Aftapningshane og Dæksler, som aftages, naar Kamret skal efterses og renses.

171. Smørelse (lubricant). Arbejde to Slidflader i tør Tilstand hen over hinanden, ville de *rive*, og en betydelig Gnidningsmodstand vil opstaa

mellem dem. For at formindske denne Modstand og undgaa Rivningen, tilføres der Slidfladerne Smørelse, som udfylder disses Fordybninger og danner et blødt Lag mellem dem.

De Smørelser, som anvendes i Skibsmaskiner, kunne inddeles i følgende Grupper:

1. *Animalske Fedtstoffer* (animal oil), som dannes i Dyreorganismerne, saasom *Talg* (tallow), *Svinefedt* (lard), *Tran* (fish-oil) af Hvaler og Torsk samt *Spermacet* (sperm-oil).
2. *Vegetabilske Fedtstoffer* (vegetable oil), som dannes i Planterne, saasom *Rapsolie* (rape oil), *Olivenolie* (olive oil), der ogsaa kaldes *Bomolie, Palmeolie* (palm oil) o. s. v.
3. *Mineralolier* (mineral oil), saasom *Cranes-Olie*, *Oleonafta* o. s. v. Disse Olier falde i to Klasser: de, som indvindes af visse skiferagtige Kul (shale), og de, som uddrages ved Destillation af den raa Stenolie (§ 93).

I Skibsmaskiner benyttes to forskjellige Slags Smørelser, nemlig en til Smøring af Maskinens indre og en anden til dens ydre Slidflader. De Egenskaber, som en Smørelse maa besidde for at kunne egne sig til Brug bægge Steder, kunne nemlig ikke forenes i en enkelt Olie.

172. De indre Slidflader ere de plane Spejl mellem Glideren og Cylinderen samt de cylindriske Flader mellem Stemplet, Stempelstangen og Cylinderen. Da Glider og Stempel arbejde i dampfyldte Rum, smøres deres Slidflader ved at tilføre Dampen Smørelse. Denne, som kaldes *Cylinderolien*, bør være en Mineralolie, som ikke spaltes ved Dampens høje Varmegrad.

Olien tilføres Dampen enten periodisk eller stadig. Periodisk Smøring sker ved en *Smørehane* (grease cock), som har en kugleformet Beholder til Olien, en Paafyldningskop over Beholderen samt to Afspærringshaner (Fig. XIII, 1). Skal den fyldes, blæser man først Beholderen igjennem med Damp ved at aabne bægge Haner. Disse lukkes, og Olien hældes i Koppen. Den i Beholderen indelukkede Damp fortættes, og ved det dannede Vakuum suges Olien ned i Beholderen, naar øverste Hane aabnes. Er Beholderen fyldt, lukkes den øverste og aabnes den nederste Hane; Olien vil da dryppe ned i Gliderkassen, hvorpaa Smørekoppen i Reglen anbringes, og med Dampen blive ført hen over Slidfladerne.

En jævnere, uafbrudt Smøring opnaas ved at tilføre Dampen Olie med en *Selvsmører* (impermeator). Her i Landet benyttes hyppigst *Mollerups Smøreapparat* (Fig. 4). Gjennem en Paafyldningskop fyldes Cylinderolien i en Støbejærns Cylinder, hvori en Metalplunger kan bevæges langsomt nedefter ved en Snækkemekanisme; den trykker Olien gjennem en Rørledning ind i Hoveddamprøret, hvor den blander sig med Dampen. Paa Cylinderens Top uden om Plungerens Pakdaase findes et Stativ, og mod dettes øverste Del trykker Brystet paa en lang

Skrue, som gaar gjennem Plungerens øverste Ende ind i dens Hulhed. Til Skruen er fastkilet et Snækkehjul, som er i Indgreb med en Snække, hvis Axel drejes rundt af et Skraldehjul med en Skralde. Paa dennes Arm sidder en forskydelig Muffe, hvorfra en Trækstang udgaar til en af Pumpebalancerne eller en anden bevægelig Del af Maskinen. Ved at forskyde Muffen paa Armen, kan Olietilførselen forøges eller formindskes. Skralden drejer Snækken, som atter drejer Snækkehjulet og med dette den lange Skrue rundt, hvorved Plungeren trykkes meget langsomt ned i Cylinderen. Er denne tømt og skal fyldes, slaar man Snækken fra ved at dreje Snækkeaxlen, hvis ene Leje er forskydeligt, ud til Siden: Hanen paa Afgangsrøret for Olien lukkes, Koppen fyldes med Olie, Plungeren skrues op, og Olie løber gjennem Koppen ind i Cylinderen.

Da Dampen fører Olien med sig gjennem Kondensatoren, Luft- og Fødepumpen ind i Kjedlerne, hvor den kan anrette betydelig Skade, bør Olieforbruget til de indvendige Slidflader ikke være større end højst nødvendigt.

173. Til Smøring af Maskinens ydre Slidflader: alle Pander, Lejer, Styreplaner o. s. v. benyttes animalske, vegetabilske eller mineralske Olier, særlig fabrikerede hertil; de kaldes under eet *Maskinolier*. De bør være syrefri, kunne taale Trykket mellem Slidfladerne uden at presses ud fra disse, kunne modstaa Luftens Paavirkning uden at blive harske eller klæbrige o. s. v.

Periodisk Smøring af ydre Slidflader anvendes kun, hvor Bevægelsen er meget lille og begrænset, som Trækstængers og Haandtags Led. Gjennem et *Smørehul* hældes nogle Draaber Olie ned paa Slidfladen.

Alle vigtigere ydre Slidflader tilføres der stadig Maskinolie. Tilførselen bør afpasses efter Maskinens Omdrejningshastighed.

En almindelig *Smørekop* (oil cup) er vist i Fig. XIII, 2. Olien fyldes i Koppen, hvorfra den af en *Væge* (wick) af sammenlagt Uldgarn suges op i et i Koppens Midte opstaaende Rør; herfra siver Olien ned til Slidfladerne, over hvilke den spredes ved de i Metallet indskaarne Smøregange.

Til Smøring af Maskinens bevægende Dele sidder der en eller flere større aflange Kopper, hver med flere Rør, paa Cylinderens ydre Beklædning (Fig. 3). Krumtappanderne kunne smøres gjennem et langs Forbindelsesstangen anbragt Rør med en kopformet Fanger, som vist i Fig. XI, 13 b. Fra et under Cylinderens Bund anbragt Smørerør drypper Olien ned i Fangeren, hvorfra den gjennem Røret søger ned til Pandernes Slidflader.

Med *Smørekander* (oil can) hældes Olien i Smørekopper og Smørehuller. Olietilførselen afpasses saaledes, at der ikke tilføres Slidfladerne mere Olie end nødvendigt for at holde dem kolde. Med Smørekop vil

Tilførselen vedblive, selv om Maskinen stoppes, indtil Vægen er tagen op af Røret.

I *Blom & Anderssons selvvirkende Smørekop* er Olietilførselen afhængig af Maskinens Gang (Fig. XIII, 5). En vandretliggende Skyder trækkes frem og tilbage af en Excentrik, som drejes rundt af en Skralde, der bevæges paa samme Maade som i Mollerups Apparat. I Skyderen (Fig. 5 b) findes smaa gjennemgaaende Huller, som under Bevægelsen fyldes med Olie fra Koppen; naar Hullerne komme lige for Rørene, siver Olien ned i disse og føres videre til Slidfladerne. Jo hurtigere Maskinen gaar, des mere Olie tilføres der Slidfladerne; dette Apparat egner sig derfor særlig for Maskiner, hvor Gangen hyppig forandres.

Hovedlejernes Smørekopper ere tidligere omtalte (§ 161). For at holde Støv og Smuds ude fra Olien, forsynes alle Smørekopper med Laag.

Spildeolien fra Slidfladerne opsamles, hvor muligt, i *Spildebakker* (saveall), men det kan ikke undgaas, at en Del af den blandes med Lastvandet. Lasten maa derfor nu og da renses ved Skrabning, Opblødning med en varm Sodaopløsning og Udskylning med Vand. Lastlugt skyldes oftest harsk Olie.

174. Ledninger for Afkølingsvandet (water service pipe) udgaa i Reglen fra Cirkulationspumpen og den paa Stævnrørets Pakdaase anbragte Hane. Det kolde Søvand tjener til Afkøling af Slidfladerne, naar disse ere løbne varme. Paa Ledningerne findes Stikrør med Haner ud for hvert Hovedleje og Stoplejets Segmenter, som Fig. VII, 1 udviser.

Vandet løber i Lasten, hvorfra det pumpes over Bord af Lastpumperne.

175. Meddelelsesmidler. Mellem *Kommandobroen* (bridge) og Maskinrummet findes Talerør og Telegraf, hvormed den Kommanderende giver Ordrer, Maskinens Gang vedrørende, til den vagthavende Maskinist.

Talerør (voice pipe) ere Messingrør, som ved de to Ender have trompetformede *Mundstykker* (mouth piece) med Fløjter.

Maskintelegrafen (engine telegraph) tjener til at overføre Ordrer om, i hvilken Retning og hvor hurtig Maskinen skal gaa.

Paa Broen er opstillet en Telegrafsøjle med en Skive, hvorpaa Betegnelserne for Maskinens Gang findes (Fig. XIII, 6). Disse kunne være i Midten: *Stop* (stop), paa hver Side af denne: *Klar* (stand by), uden for denne paa den ene Side: *Fremad* (ahead), paa den anden Side: *Tilbage* (astern); de to sidste inddeles hver i tre Felter: *Langsomt* (easy eller slow), *Halv Kraft* (half speed) og *Fuld Kraft* (full speed). I ældre Telegrafer ere Skiverne vandrette (Fig. 7), i nyere lodrette (Fig. 6). Et Haandtag med Viser sidder paa Enden af en Viseraxel, der gaar gjennem Skivens Centrum. Viseraxlens Bevægelse forplantes gjennem Tandhjul, Stænger og Kjæder til Telegrafskiven i Maskinrummet (Fig. 9), hvor den drejer en Viser, som kan vandre hen over lignende Felter som Skivens i Telegrafsøjlen paa Dækket. Drejes der paa Telegrafen, bringes en Slagdorn til at slaa mod en Klokke, som giver Lyd, hvorved Maskinistens Opmærksomhed henledes paa Telegrafskiven.

Ofte anvendes *Svartelegrafer* (reply telegraph); paa Maskinrummets Telegrafskive findes et Haandtag, som gjennem en særskilt Ledning kan dreje en Viser paa Dækstelegrafens Skive (Fig. 8). Gives der gjennem Telegrafen Ordre til Maskinens Gang, svarer Maskinisten tilbage, at Ordren er rigtig forstaaet, ved at dreje Haandtaget, til Viserne i Maskinrummet og paa Dækstelegrafen staa over eet med Haandtagenes Visere Selv om Maskinisten har forstaaet Signalet rigtig, kan det dog indtræffe, at han ved grov Uagtsomhed ikke udfører Ordren rigtig. Svartelegrafer give derfor ingen Sikkerhed for, at Maskinen er bleven manøvreret overensstemmende med Ordren.

176. Frem- og Bakviseren (tell tale apparatus) angiver Maskinens Omdrejningsretning for den Vagthavende paa Dækket, saa at denne strax kan se, om Maskinen er bleven rigtig manøvreret. Er Kommandobroen ikke langt fjernet fra Maskinen, kan Frem- og Bakviseren bestaa af en paa Broen opstillet Søjle med en Viser, som gjennem Stænger, Tandhjul og Remtræk drejes rundt af Hovedmaskinens Krumtapaxel. Viserens Omdrejningsretning vil da afhænge af Maskinens; den betegnes med to Pile, mærkede med »Frem« og »Bak«. *Rung's* Frem- og Bakviser egner sig særlig for Skibe, hvor Maskinrummet er langt fjernet fra Kommandobroen.

Tællemaskinen (engine counter) tjener til at vise, hvor mange Omdrejninger Maskinen har gjort i en hvilken som helst Tidsperiode. Den bestaar af en Kasse med en Skive, hvori der i Reglen er 6 Huller; bag disse findes Talskiver, som angive Omdrejningsantallet. For hver Omdrejning af Maskinen drejes den yderste Talskive til højre et Tal frem. Har denne Talskive gjort en Omdrejning, drejes den næste et Tal frem o. s. fr.; i Reglen kan Tællemaskinen angive indtil 1 Million Omdrejninger. Gjennem en Trækstang bevæges Tællemaskinen af Pumpebalancerne, en Excentrik e. l.

Omdrejningerne i en given Tid, f. Ex. 1 Time, findes ved at aflæse Tællemaskinen ved Tidsforløbets Begyndelse og Slutning og trække de to Tal fra hinanden.

For at man øjeblikkelig kan se, hvor stor Omdrejningshastigheden er, har Maskinen undertiden en *Omdrejningsviser* (revolution indicator), et Instrument, hvis Viser peger mod det Antal Omdrejninger i Minuttet, som Maskinen i det givne Øjeblik gaar med.

177. **Maskinens Hjælpemaskiner** kaldes de i Maskin- og Kjedelrummene opstillede Smaamaskiner (auxiliary engine), som drives med Damp og høre til Hovedmaskinen. I et større Skib kan findes:

Centrifugalpumpemaskiner, omtalte i § 159;
Dampigangsætningsmaskiner, omtalte i § 150;
Drejemaskiner, omtalte i § 162;
Askeophejsningsmaskiner;
Dampkjedelpumper og
Blæsemaskiner til kunstig Træk.

De sidste findes kun i Orlogsskibe og enkelte Handelsskibe (§ 98 og 100).

Askeophejsningsmaskiner (steam ash hoist) ere smaa simple Maskiner med to Cylindre; paa Krumtapaxlen findes en Tromle til et Tov, hvori Askepøsen ophænges.

Dampkjedelpumpen (donkey) er først og fremmest bestemt til at pumpe Vand paa Kjedlerne, naar Hovedmaskinen staar stille, eller dennes Fødepumper ere i Uorden. Den er opstillet langs et Skod i Nærheden af Fyrpladsen og bestaar af en Pumpe, enkelt- eller dobbeltvirkende, trukken af en eller to Dampcylindre. Den kan drives med Damp fra Hovedkjedlerne og Spilkjedlen. Spildedampen gaar til Spildedampskorstenen.

Der findes mange forskjellige Konstruktioner af Kjedelpumper. Fig. XIII, 10 viser en dobbeltvirkende Pumpe under en enkelt Dampcylinder. Pumpens og Dampcylinderens Stempelstænger forenes ved en Muffe med Tværkiler. Paa Muffen sidder en Tap; om denne griber den ene Ende af Forbindelsesstangen, som drejer Pumpens Krumtapaxel rundt. Forbindelsesstangen er et Lænkeled med Pander i bægge Ender. Paa Krumtapaxlen sidder et Svinghjul, som bringer Pumpen over Dødpunktet, en Excentrik, som bevæger Dampcylinderens Glider, og et Haandsving, hvormed Pumpen bevæges med Haandkraft, naar man ikke har Damp til Raadighed. Pumpecylinderen og Ventilkasserne ere her viste af Metal; de ere ofte af Støbejærn med Metalforinger. Til bægge Ender af Pumpecylinderen er fastboltet en Ventilkasse, hvis Suge- og Stigeventiler ere *Kugleventiler*. Dækslerne over disse holdes paa Plads med Bøjler og Klemskruer, for at man hurtig kan komme til at efterse Ventilerne. Vandet strømmer til Sugeventilerne gjennem Sugerøret B, medens det forlader Ventilkasserne gjennem Stigerøret A.

Kjedelpumpen kan være indrettet til at udføre følgende Arbejder:
pumpe Vand fra Søen eller Varmvandsbrønden paa Kjedlerne,
pumpe Vand fra Kjedlerne over Bord,
pumpe Lastvandet over Bord,
pumpe Vand ind i Kondensatorens Svalevandsrum og cirkulere Svalevandet, naar Cirkulationspumpen er i Uorden, eller Hovedmaskinen staar stille,
pumpe Vand paa Dækket til Spuling eller Slukning af Ild.

Paa Sugerøret B findes Studser med Afspærringshaner til tre Rør, hvoraf
Røret C udgaar fra en Søventil; det benyttes, naar Pumpen skal tage Vand fra Søen;
Røret D udgaar fra Lasten; det bruges, naar Pumpen benyttes som Lænspumpe (§ 275);

Røret E udgaar fra Kjedlernes Bundudblæsningsrør; det kommer til Anvendelse, naar Kjedlerne skulle tømmes, eller Kjedelvandet cirkuleres under Dampopsætningen.

Desuden har et af de nævnte Rør et Stikrør til Varmvandsbrønden.

Paa Stigerøret A findes en Studs, som forgrener sig til:

Røret F, der atter har Stikrør dels til Fødeventilerne paa Kjedlerne, — hvilket Rør benyttes, naar Pumpen føder Vand paa Kjedlerne, — dels til Kondensatorens Svalevandsrum.

Røret G, der fører til en Afgangsventil paa Skibssiden og leder Vandet over Bord, naar Pumpen suger fra Lasten eller Kjedlen.

Røret H, der udmunder i Vindkjedlen L, hvorfra Stigerøret udgaar til Dækket.

En Sikkerhedsventil M hindrer Sprængning af Pumpen, dersom denne sættes i Gang, og alle Afgangsventiler ere lukkede.

178. **Maskinens Opstilling.** Maskinen er opstillet i Maskinrummet, der strækker sig tværs over Skibet; paa Maskinens ene Side, i Reglen den Styrbords Side af Skibet, findes Manøvrepladsen, hvorfra Maskinens Pasning foregaar. Til Maskinrummet slutter et *Oplagsrum* (store room), hvori Reservegods, Værktøj, Forbrugsgods o. l. opbevares. En *Filebænk* (work bench) med *Skruestik* (vice) anbringes paa et Skod. *Oliecisterner* til Cylinderolie og Maskinolie og en *Tvistkasse* til *Bomuldsaffaldet* (cotton waste), som benyttes til Maskinens Aftørring, ophænges i Maskinrummet.

En Pot Olie vejer omtr. $1^3/_4$ Pund. dansk.

En Tønde Olie rummer 136 Potter.

Maskingulvet, eller *Dørken*, bestaar af riflede Jærnplader eller Blyplader paa et Træunderlag. Lejdere føre ned til Dørken, og Platforme bygges i forskjellige Højder uden om store Maskiner, for at man overalt kan komme til disses enkelte Dele (Fig. III, 21 a, 22 a, 23 a og 24 a). Ved Eftersyn og Adskillelse af Maskindele benyttes Skinner og Kjørekraner, anbragte tværs over Maskinen.

Maskinens Plads i Maskinrummet er vist paa Blad III. De i Fig. 21 og 24 fremstillede Maskiner ere Høj- og Lavtryksmaskiner, medens Maskinerne i Fig. 22 og 23 ere Tregangsmaskiner.

179. Rørledningerne i et mindre Enkeltskrueskib med Høj- og Lavtryksmaskine og to Kjedler ere viste i Fig. V, 1.

1 er Damprørene fra de enkelte Kjedler til en mellem Kjedlerne anbragt Dampsamler, paa hvis agterste Ende Hovedstopventilen er anbragt.

2 er Hoveddamprøret (§ 139).

3 er Mellemdamprøret (§ 170).

4 er et Damprør, som forgrener sig til Dampkjedelpumpen (§ 177) og Kulkasserne (§ 324).

5 er Damprøret til Dampkjedelpumpen.

6 er Damprøret til Kulkasserne.
7 er Blæserøret til Skorstenen (§ 99).
8 er Damprøret til Fløjten (§ 135).
9 er Damprøret til Skibets Hjælpemaskiner (§ 296).

Damprørene 4, 7, 8 og 9 udgaa fra en *Dampfordelingskasse* paa Dampsamlerens Forende. Denne Kasse holdes fyldt med Damp fra Dampsamleren og er forsynet med Afspærringsventiler til hvert enkelt Damprør (Fig. XV, 14).

10 er Hovedmaskinens Spildedamprør fra Lavtrykscylinderen til Kondensatoren (§ 153).
11 er Spildedamprøret fra hver Sikkerhedsventil.
12 er Spildedampskorstenen (§ 132).
13 er Spildedamprøret fra Dampkjedelpumpen (§ 177).
14 er Spildedamprøret fra Skibets Hjælpemaskiner (§ 296).
15 er Spildevandsrøret (§ 156).
16 er Cirkulationspumpens Sugerør fra Søen; det udgaar fra en Kingstonventil med Søhane (§ 155).
17 er Cirkulationspumpens Sugerør fra Lasten (§ 155 og 275).
18 er det direkte Indsprøjtningsrør fra Søen (§ 156).
19 er Lastindsprøjtningsrøret (§ 156).
20 er Svalevandets Tilgangsrør til Kondensatoren fra Cirkulationspumpen (§ 155).
21 er Svalevandets Afgangsrør til Skibssiden (§ 155).
22 er et Rør, som leder Fortætningsvandet fra Varmvandsbrønden, — i Figuren fra det i Forbindelse med Brønden værende Spildevandsrør, — til en *Fødebrønd* (feed tank); denne er en firkantet Jærnkasse, der gjør samme Nytte som Varmvandsbrønden; den anbringes ofte i nye Skibe for yderligere at give Fortætningsvandet Tid til at skilles fra den Luft, det fører med sig, inden det pumpes paa Kjedlerne.
23 er Fødepumpens Sugerør fra Fødebrønden. For at lette Oversigten er der kun vist een Fødepumpe, medens Maskiner i Reglen have to saadanne.
24 er Fødepumpens Trykrør til Kjedlerne (§ 139).
25 er Lastpumpens Sugerør (§ 160).
26 er Lastpumpens Afgangsrør (§ 160).
27 er Dampkjedelpumpens Sugerør fra Kjedlerne gjennem Bundudblæsningsrøret 40. Dette og de efterfølgende Rør fra Dampkjedelpumpen ere omtalte i § 177.
28 er Dampkjedelpumpens Sugerør fra Søen, udgaaende fra en Kingstonventil paa Fyrpladsen.
29 er Dampkjedelpumpens Sugerør fra Lasten.
30 er Dampkjedelpumpens Trykrør til Kjedlerne.

31 er Dampkjedelpumpens Trykrør til Dækket.
32 er Dampkjedelpumpens Afgangsrør til Søen.
Paa Fyrpladsen er undertiden opstillet en mindre Haandpumpe; denne benyttes, naar man ikke har Damp til Raadighed.
33 er Haandpumpens Sugerør fra Søen.
34 er Haandpumpens Sugerør fra Kjedlerne.
35 er Haandpumpens Sugerør fra Lasten.
36 er Haandpumpens Trykrør til Kjedlerne. Dette finder bl. A. Anvendelse, naar Kjedlerne skulle trykprøves (§ 212).
37 er Haandpumpens Afgangsrør til Søen.
38 er Askeslukningsrøret (§ 136).
39 er Skumrøret (§ 131).
40 er Bundudblæsningsrøret. Dette og Skumrøret slutte sammen og føre til en Afgangs-Kingston paa Fyrpladsen (§ 131).
41 er Aftapningsrør fra Dampsamleren til Kjedlerne; de lede det Vand, som maatte samle sig i Dampsamleren, tilbage til Kjedlerne.
42 er Gjennemblæsningsrøret til Kingstonventilerne (§ 129).
43 er et Luftrør, hvorigjennem den af Fortætningsvandet i Fødebrønden udskilte Luft kan undslippe.

180. Paa Blad IV er vist Rørtegningen til en moderne Tregangsmaskine med to Kjedler og en Spilkjedel. Maskineriets Anbringelse om Bord er desuden vist i Fig III, 22, medens Fig. V, 2 og 3 vise de Ledninger, som vedrøre Rummenes Lænsning; disse omtales i § 281.

1 er de enkelte Damprør og Hoveddamprøret fra Kjedlerne til Maskinen.
2 er Damprør fra Stopventiler paa Hovedkjedlerne til Hjælpemaskinerne.
3 er Damprøret fra Spilkjedlen til Hjælpemaskinerne.
4 er det fælles Damprør fra Spil- og Hovedkjedlerne til Skibets Hjælpemaskiner.
5 er Damprøret til Hjælpehanerne (§ 142), hvormed man leder direkte Damp til Mellemkamrene, naar Højtryksstemplet staar paa Dødpunktet.
6 er Damprøret til Dampigangsætningsapparatet (§ 150).
7 er Damprøret til *Styremaskinen* (§ 296).
8 er Blæserøret til Skorstenen.
9 er Damprøret til Fløjten.
10 er Damprøret til Dampkjedelpumpen.
11 er Damprøret til *Pulsometret* (§ 276).
12 er Vandstandsvisernes Damprør (§ 130).
13 er Damprøret fra Spilkjedlen til Straaleføderen M, som benyttes til Spilkjedlens Forsyning med Fødevand.
14 er Hovedmaskinens Spildedamprør.
15 er Spildedamprørene fra Hovedkjedlernes Sikkerhedsventiler.

16 er Spildedamprøret fra Spilkjedlens Sikkerhedsventil.
17 er Spildedamprøret fra Skibets Hjælpemaskiner til Spildedampskorstenen.
18 er Dampkjedelpumpens Spildedamprør.
19 er Spildevandsrøret; D er Spildevandsventilen.
20 er Cirkulationspumpens Sugerør fra Lasten.
21 er Cirkulationspumpens Sugerør fra Søen. Det udgaar fra en Søventil B paa Skibsbunden.
22 er Cirkulationspumpens Afgangsrør til Kondensatoren.
23 er Svalevandets Afgangsrør til Skibssiden. E er dette Rørs Afgangsventil.
24 er Fødepumpernes Sugerør, forenede ved en Togangshane.
25 er Fødepumpernes fælles Sugerør fra Varmvandsbrønden.
26 er Fødepumpernes Sugerør fra *Afløbskassen*. Denne er en Jærnkasse, hvori der opsamles det ved Dampens Fortætning i Spildedamprør og Hjælpemaskiner dannede Fortætningsvand, for at dette atter kan blive pumpet paa Kjedlerne.
27 er Fødepumpernes Trykrør til Kjedlerne.
28 er den yderste Lastpumpes Sugerør fra Lastledningernes Fordelingskasse A (§ 278).
29 er inderste Lastpumpes Sugerør, forsynet med en Togangshane, saa at man kan lade den suge dels fra Fordelingskassen A, dels fra Søen gjennem Røret 30. Man kan ikke gjennem Togangshanen sætte Fordelingskassen i Forbindelse med Søen gjennem Røret 30. Dette Rør udgaar fra en Søventil C paa Skibsbunden; (denne Ventil er vist i Fig V, 3).
30 tjener tillige som direkte Indsprøjtningsrør; det ender i en Hane paa Kondensatoren.
31 er yderste Lastpumpes Afgangsrør til Søen.
32 er inderste Lastpumpes Afgangsrør, forsynet med Togangshane, saa at Vandet fra Lasten kan ledes over Bord gjennem Afgangsrøret 34 og dettes Kontraventil F paa Skibssiden, eller rent Vand fra Søen pumpes op paa Dækket gjennem Røret 33.
33 er inderste Lastpumpes Stigerør til Dækket gjennem Røret 45.
34 er Lastpumpernes fælles Afgangsrør.

Rørene 35 til 44 vedrøre Dampkjedelpumpen.

35 er Sugerøret fra Søen; det har Afspærringsventil paa Søventilen B.
36 er Sugerøret fra Kjedlerne; det slutter til Bundudblæsningsrørene 46.
37 er Sugerøret fra Fordelingskassen A gjennem Røret 58.
38 er Sugerøret fra Varmvandsbrønden gjennem Røret 25, og fra Afløbskassen gjennem Røret 26.
39 er Sugerøret fra Spilkjedlen; det slutter til dennes Bundudblæsningsrør 52.

40 er Dampkjedelpumpens fælles Trykrør med Vindkjedel V.
41 er dens Trykrør til Hovedkjedlerne, forsynet med en Vinkelhane med aaben Bund. Gjennem den samme Hane og Røret 42 kan Svalevand pumpes paa Kondensatoren gjennem Cirkulationspumpens Afgangsrør 22.
43 er Afgangsrøret til Søen med Ventil paa Svalevandets Afgangsventil E.
44 er Trykrøret til Dækket gjennem Røret 45.
45 er inderste Lastpumpes og Dampkjedelpumpens fælles Trykrør til Dækket.
46 er Hovedkjedlernes Udblæsningsrør; det ender i Søhanen K paa Skibsbunden.
47 er Hovedkjedlernes Skumrør, der slutte til Bundudblæsningsrøret 46.
48 er Spildedampskorstenens Afløbsrør til Afløbskassen.
49 leder Søvand fra Søventilen B til Straaleføderen.
50 er Straaleføderens Sugerør fra Afløbskassen.
51 er Straaleføderens Føderør til Spilkjedlen.
52 er Spilkjedlens Bundudblæsningsrør; det ender i Søhanen K.
53 er Spilkjedlens Skumrør; det slutter til Bundudblæsningsrøret 52.
54 er Askeslukningsrøret; der tilføres det Vand gjennem Røret 49 og Søventilen B.
55 til 60 ere Lastledninger (§ 281).
61 er Gjennemblæsningsrøret fra Hovedkjedlerne til Søventilerne B og C.
62 er et Overflodsrør paa Afløbskassen; det hindrer, at denne udsættes for Tryk af Dampen og lader Vandet strømme ud, naar Afløbskassen er fuld.
63 til 68 (Fig. V, 2 og 3) ere Lastledninger (§ 281).

Ledningerne ere af Kobber, Støbejærn, Smedejærn eller Bly, afhængigt af de stedlige Forhold og Ledningernes Art.

Forskjellige Maskinerier.

181. Betragtet som en Mekanisme, der gjennem *Fremdrivningsmidlet* skal drive Skibet gjennem Vandet, kan Skibsdampmaskinen inddeles i:

Skruemaskinen og
Hjulmaskinen; denne omtales senere (§ 187).

Skruemaskiner kunne atter inddeles i:
opretstaaende Maskiner, hvis Cylindre ere lodrette og anbragte over Krumtapaxlen,

skraatstillede Maskiner, hvor Cylindrenes Midtlinier danne en spids Vinkel med det vandrette Plan, og

liggende Maskiner, hvor Cylindrene ere vandrette; disse benyttes ofte i Orlogsskibe, for at Maskineriet kan være beskyttet mod fjendtlig Beskydning ved at være anbragt under Vandlinien.

Opretstaaende Maskiner (vertical engine) ere i Reglen *direktvirkende* (direct acting) Maskiner, d. v. s. Forbindelsesstangen ligger i Stempelstangens Forlængelse, som fremstillet i Fig. III, 1; de kaldes ogsaa Hammermaskiner.

I tidligere Tid anvendtes ofte opretstaaende *Trunkmaskiner* (trunk engine). Disse have ingen Stempelstang, idet Forbindelsesstangen svinger om en *Trunkpind* (gudgeon) ved Stemplet i Trunkens Midte (Fig. 2). Trunken er en Jærncylinder, som kan være støbt i eet med Stempellegemet; dens Diameter maa være saa stor, at Forbindelsesstangen kan svinge mellem sine Yderstillinger uden at berøre den. Trunken styres i en Pakdaase i Cylinderbunden.

Skraatstillede Maskiner (inclined engine) ere direktvirkende Maskiner. Den i Fig. 10 fremstillede Høj- og Lavtryksmaskine er dels opretstaaende, dels skraatstillet.

Liggende Maskiner (horizontal engine) kunne være:

a) direktvirkende Maskiner, hvor Stempel- og Forbindelsesstænger ligge i hinandens Forlængelse, eller samme Mekanisme som i Fig. 1.

b) Trunkmaskiner; man anvender *Halvtrunk*, som fremstillet i Fig. 2 for en opretstaaende Maskine, eller *Heltrunk* (front and back trunk), som vist i Fig. 3. Stemplerne i disse Maskiner ere bedre styrede, end hvor man kun har Halvtrunk.

c) *tilbagevirkende Maskiner* (return connectingrod engine), hvor Forbindelsesstangen er tilbagegaaende og Krumtapaxlen beliggende mellem Kryshovedets Styreplan og Cylindrene (Fig. 4). Stemplerne have to Stempelstænger, en over og en under Krumtapaxlen; de forenes til et fælles Kryshoved, om hvis Midte Forbindelsesstangen svinger.

Efter *Antallet af Skruer* inddeles Skrueskibene i:

Enkeltskrueskibe (single-screw ship), hvis Skrue drejer rundt om en Axe i Skibets Diametralplan, og

Tvillingskrueskibe (twin-screw ship), hvis Skruer dreje rundt om Axer uden for, men parallele med Diametralplanet, en paa hver Side af det. De fleste Orlogsskibe ere Tvillingskrueskibe og have to af hinanden uafhængige Sæt Maskiner, hver virkende paa sin Skrue. I den nyeste Tid har man begyndt at indføre Tvillingskruer i Paketter, fordi Tvillingskrueskibe besidde mange Fordele i Retning af Sikkerhed, den vandtætte Inddeling, Manøvreevnen o. s. v. fremfor Enkeltskrueskibe.

182. **Forskjellige Maskintyper i Retning af Dampens Anvendelse.** Efter den Maade, hvorpaa Dampen anvendes i Maskinen, inddeles denne i:

den simple Maskine og

Flergangsmaskinen.

Den simple Maskine inddeles atter i Lavtryksmaskinen og Højtryksmaskinen (§ 106), hvoraf den første ikke anvendes mere og den anden kun i Bugserbaade og lignende mindre Dampfartøjer. Disse Maskiner have i Reglen to Cylindre, som fremstillet i Fig. III, 7. Fra Hoveddamprøret udgaar et Stikrør til Gliderkasserne paa de to lige store Cylindre; de fra Udstrømningsgangene udgaaende Spildedamprør forenes til et fælles Rør, som, naar det er en Lavtryksmaskine, gaar til Kondensatoren, medens det for Højtryksmaskinens Vedkommende udmunder i den fri Luft.

Aarsagen til, at man giver en Maskine to Cylindre hver med sin Krumtapmekanisme, er nærmest, at Maskinen skal kunne manøvreres med Lethed. Da man i Reglen først skærer Dampen af efter halvt Slag, vil der altid strømme Damp ind i een Cylinder, og Maskinen vil gaa i Gang, i hvilken Stilling den end er stoppet, naar man sætter Gangskiftningsapparatet til Frem eller Bak og aabner for Dampen.

Bægge Stempler have samme Slag.

I Fig. VI, 2 er fremstillet en lille Højtryksmaskine, hvis enkelte Dele i Hovedsagen ere tidligere beskrevne: Fig. 2 a viser den ene Maskine set fra Siden, den anden i Længdesnit; Fig. 2 b viser Maskinen set forfra. Fødepumperne trækkes af en paa Enden af Krumtapaxlen anbragt excentrisk Skive, som omsluttes af en Bøjle, hvis Halvdele ere støbte i eet med Pumpernes Plungere.

183. Flergangsmaskiner (§ 108) findes i alle nyere Skibe. Vi begynde med:

Høj- og Lavtryksmaskinen; den forekommer i to Hovedformer:

a) Høj- og Lavtryksmaskiner med samtidige Dødpunkter, hvor Dampen fra Højtrykscylinderen strømmer direkte til Lavtrykscylinderen, og

b) Høj- og Lavtryksmaskiner af Mellemkammertypen, hvor Stemplerne ikke følges ad, og hvor Dampen efter at have virket i Højtrykscylinderen strømmer ind i Mellemkamret (§ 170), inden den ledes til Lavtrykscylinderen.

I bægge ligger Kjedeltrykket i Reglen mellem 45 og 100 Pund paa □".

Høj- og Lavtryksmaskiner med samtidige Dødpunkter. Højtrykscylinderen kan ligge for Enden af, inden i eller ved Siden af Lavtrykscylinderen. Ligge Cylindrene for Enden af hinanden, have vi den i ældre Skibe hyppigst anvendte Maskintype, der benævnes *Tandemtypen.* Denne er fremstillet dels i Fig. VI, 1, dels skematisk i Fig. III, 8.

Maskinen har to Højtryks- og to Lavtrykscylindre; sammenhørende Cylindre have fælles Krumtap- og Glidermekanisme, men hver sin Glider; Stemplerne ere indbyrdes forbundne ved en *Mellemstempelstang*, som vandrer damptæt i Lavtrykscylinderens Dæksel, der tillige danner Højtrykscylinderens Bund.

Hoveddamprøret har Stikrør til de to Højtryksgliderkasser; hvert Stikrør har sit Spjæld. Et kort Mellemdamprør leder Dampen fra Højtrykscylinderens Udstrømningsgang til Lavtryksgliderkassen. Spildedamprørene føre til Kondensatoren. Krumtappene staa vinkelret paa hinanden. Fig. VI, 1 a viser den ene Maskine set fra Siden, den anden i Længdesnit. I Fig. 1 b ses Maskinen forfra med Snit gjennem Luftpumpe og Kondensator. Endelig fremstiller Fig. 1 c Maskinen set ovenfra med vandrette Snit gjennem de to Cylindre.

Fig. 3 viser Pakdaasen, *Laasen* (bush), omkring Mellemstempelstangen i Lavtrykscylinderens Dæksel. Laasen har to Pander, som ved Fjedre spændes ind mod Stangen.

Er Højtrykscylinderen anbragt inden i Lavtrykscylinderen, *Maskiner med koncentriske Cylindre,* virke bægge Stempler gjennem tre Stempelstænger med fælles Kryshoved paa den samme Krumtap. Denne Maskintype, der ligesom den efterfølgende kun findes i enkelte ældre Skibe, er dels fremstillet i Fig. III, 12, dels viser Fig. VI, 7 et Snit gjennem Cylindrene; endelig har den paa Blad IX viste Hjulmaskine koncentriske Cylindre (§ 187).

Dampfordelingen besørges af en enkelt Glider, *Hicks Glider*. Det vil ses af Fig. VI, 7, at Højtrykscylinderen ved Flange er befæstet til Lavtrykscylinderens Bund. Det ringformede Lavtryksstempel har ud- og indvendige Stempelringe. I Glideren findes en Kanal. Dampens Ind- og Udstrømningsretning er vist ved Pile. Gjennem den øverste Topdampgang strømmer Dampen ind i Højtrykscylinderen, medens den brugte Damp strømmer fra denne Cylinder gjennem den underste Bunddampgang og Gliderens Kanal ind gjennem den underste Topdampgang til Lavtrykscylinderen. Dennes brugte Damp strømmer gjennem øverste Bunddampgang ind i Udstrømningsgangen.

Fig. 8 viser Glideren i Midtstilling, Fig. 9 Cylinderspejlet og Fig. 10 Gliderspejlet.

Ligge Cylindrene ved Siden af hinanden, som vist i Fig. III, 11 og VI, 11, have Stemplerne hver sin Krumtap, stillede under en Vinkel paa 180 ° for hinanden: *Maskiner med diametrale Krumtappe.*

Dampfordelingen besørges af en for bægge Cylindre fælles Glider, *Tretalsglideren*; denne er vist i Midtstillingen i Fig. VI, 12; dens Spejl i Fig. 14 og Cylinderspejlet i Fig. 13. Følges Pilenes Retning, ses det, at Dampen fra Højtrykscylinderen strømmer gjennem dennes Bunddampgang, videre gjennem Gliderens ene Hulhed og ind i Lavtrykscylinderen gjennem dennes Bunddampgang.

184. Høj- og Lavtryksmaskiner af Mellemkammertypen er den simpleste Form for Flergangsmaskiner. Den er vist skematisk i Fig. III, 9; i Fig. 9 b har Maskinen i Stedet for Mellemkammer et Mellemdamprør fra Højtrykscylinderens Udstrømningsgang til Lavtryksgliderkassen, me-

dens Fig. 13 a viser et Snit gjennem de to Cylindre og deres Mellemkammer; den sidste Ordning er den almindeligste i Handelsskibes Maskiner. Fig. V, 1 viser det tidligere beskrevne Rørarrangement for en Høj- og Lavtryksmaskine af denne Type; den paa Blad VII i 5 Figurer fremstillede Maskine tilhører et moderne Handelsskib. Fig. 1 a viser Maskinen set forfra med et Snit gjennem Luftpumpen, Fig. 1 b er et Længdesnit og Fig. 4 et vandret Snit gjennem Cylinder og Mellemkammer. Fig. 3 viser Arrangementet af Pumperne, set ovenfra, og Fig. 2 er et Snit gjennem Cirkulationspumpen.

Fig. III, 10 giver en skematisk Fremstilling af en Høj- og Lavtryksmaskine af Mellemkammertypen, hvor Højtrykscylinderen er skraatstillet og opstillet ud for Lavtrykscylinderen; Krumtapmekanismerne have fælles Krumtap.

Fig. 16 viser en *Trecylinder-Høj- og Lavtryksmaskine*, som undertiden anvendes i store Skibe. Den har een Højtrykscylinder og to Lavtrykscylindre. Af disse sidste findes en foran og en agten for Højtrykscylinderen. Fra dennes Udstrømningsgang udgaa to Mellemdamprør til de to Lavtryksgliderkasser. De tre Cylindre have samme Størrelse, hvorved Antallet af Reservedele kan indskrænkes.

185. Tregangsmaskiner benyttes i Reglen i alle nyere Handelsskibe. Kjedeltrykket er 150 til 160 Pund paa □″.

Fig. III, 17 a giver en skematisk Fremstilling af Dampens Gang gjennem Maskinen. For Tydeligheds Skyld ere Gliderkasserne viste paa Siden af Cylindrene, hvilket kun er Tilfældet, hvor særlige Glidermekanismer ere anvendte. Da Dampens Tryk bliver mindre, jo mere den udvides, maa Mellemtrykscylinderens Stempel være større end Højtrykstemplet o. s. v., for at omtrent lige stort Arbejde kan blive udrettet i Cylindrene. Krumtappene staa 120 ° for hinanden.

Paa Blad VIII er vist en Tregangsmaskine ved 6 Figurer ordnede omtrent som den paa Blad VII fremstillede Maskine. Tregangsmaskinen har to Mellemkamre; i *første Mellemkammer* opholder Dampen sig, inden den strømmer ind i Mellemtrykscylinderen, medens *andet Mellemkammer* tjener som Beholder for Dampen, inden denne skal arbejde i Lavtrykscylinderen; de to Kamre ere viste i Fig. III, 18 a, som fremstiller et vandret Snit gjennem de 3 Cylindre.

Ofte udtages ældre Høj- og Lavtryksmaskiner og erstattes af den mere kulbesparende Tregangsmaskine. Er Pladsen indskrænket, og man er i Stand til at bruge nogle af Høj- og Lavtryksmaskinens Dele, kan man anvende den i Fig. 14 fremstillede Tregangsmaskine. Højtryks- og Mellemtrykscylindrene ere anbragte i hinandens Forlængelse, og Lavtrykscylinderen er stillet ved Siden af Mellemtrykscylinderen; Maskinen har saaledes kun to Krumtappe.

Paa Blad IV er vist Rørarrangementet til en Tregangsmaskine.

186. Firgangsmaskiner findes i enkelte større udenlandske Handelsskibe. Kjedeltrykket er 180 til 200 Pund paa □".

Fig. III, 15 viser en Firgangsmaskine med 2 Krumtappe. Højtryks- og første Mellemtrykscylinders Stempler virke paa samme Krumtap, anden Mellemtrykscylinders og Lavtrykscylinderens Stempler paa den anden Krumtap.

Denne Maskintype egner sig til at erstatte Tocylinder-Høj- og Lavtryksmaskiner af Mellemkammertypen, hvor Maskinrummet ikke kan give Plads til flere end to Krumtappe.

187. **Hjulmaskiner** ere dels skraatstillede og direktvirkende, dels vuggende Maskiner.

Skraatstillede, direktvirkende Hjulmaskiner (diagonal paddle-wheel engine) have samme Mekanisme som den opretstaaende, direktvirkende Maskine (Fig. III, 6). Forbindelsesstangen virker paa Krumtapaxlen, som ligger vandret, vinkelret paa Diametralplanet.

I Retning af Dampens Anvendelse kan denne Hjulmaskine være som ovenfor omtalt for Skruemaskinerne. Hyppigst benyttes Høj- og Lavtryksmaskiner af Mellemkammertypen; de to Cylindre kunne ligge ved Siden af hinanden, og Krumtappene danne en Vinkel paa 90 ° med hinanden.

Den vuggende Hjulmaskines (oscillating paddle-wheel engine) Mekanisme er vist i Fig. 5. Maskinen har ingen Forbindelsesstang; Cylinderen vugger omkring to Tappe, *Cylindertappene* (trunnion), som ere faststøbte til Cylinderen og dreje i solide Lejer paa Fundamentet. Stempelstangens øverste Ende har Pander til Krumtappen; under dennes Omdrejning svinger Cylinderen omkring Cylindertappene mellem to Yderstillinger.

Vuggende Hjulmaskiner ere af Mellemkammertypen eller have koncentriske Cylindre. Dampens Vej gjennem den førstnævnte Maskine er fremstillet i Fig. 19, som viser et vandret Snit gjennem de to Cylindre og disses Dampgange. I alle vuggende Maskiner benyttes Cylindertappene til at lede Dampen til og ud af Cylindrene. Det vil af Pilenes Retning ses, at Dampen ledes gjennem den ene Højtrykscylindertap og to Passager paa denne Cylinders Sider ind i de to Højtryksgliderkasser. Man benytter to Glidere, for at Vægten kan være symmetrisk fordelt. Fra Gliderkasserne ledes Dampen paa sædvanlig Maade til den ene eller anden Ende af Højtrykscylinderen; den brugte Damp strømmer gjennem den anden Cylindertap ind i Mellemkamret og fra dette gjennem den ene Lavtrykscylindertap til denne Cylinders to Gliderkasser. Spildedampen strømmer gjennem den anden Lavtrykscylindertap og Spildedamprøret til Kondensatoren. De to Cylindres Krumtappe staa vinkelret paa hinanden.

Fig. 20 viser Dampens Gang gjennem en vuggende Hjulmaskine

med koncentriske Cylindre. Denne Maskine har 4 Cylindre mod 2 i den ovenfor omtalte Højtrykscylinderen er anbragt inden i Lavtrykscylinderen; paa dennes Yderside findes de fire Gliderkasser. Da de to enkelte Maskiner, som altsaa hver have to Cylindre, ere ens, kunne vi holde os til den ene. Gjennem den ene Cylindertap ledes Dampen ind til Højtryksgliderkasserne. Den brugte Damp strømmer til Lavtryksgliderkasserne; fra Lavtrykscylinderens Udstrømningsgange føres Spildedampen gjennem den anden Cylindertap til Kondensatoren. De to Krumtappe staa vinkelret paa hinanden.

Denne sidste Maskintype er fremstillet i sine Detailler paa Blad IX.

188. Den vuggende Hjulmaskines Enkeltheder. Fig. IX, 1 a viser Maskinen set agterfra med Snit gjennem den ene, Styrbords, Maskines Cylindre. Fig. 1 b viser Maskinen set fra Siden med Snit gjennem Luftpumpe og Kondensator; i Fig. 1 c er Maskinen set ovenfra. I Fig. 2 staa to sammenhørende Cylindre lodret, medens de i Fig. 1 b indtage den ene Yderstilling; Fig. 3 a er et Snit gjennem de to Cylindre til den ene Krumtap, Snittet er lagt dels gjennem Højtryks- dels gjennem Lavtryksgliderkassen; Fig. 3 b er et Snit vinkelret paa Cylindrenes Midtlinie gjennem de fire Gliderkasser og Cylindertappene. Endelig viser Fig. 7 a Maskine og Kjedler sete ovenfra, og Fig. 7 b er et Snit vinkelret paa Diametralplanet ved Krumtapaxlen. Kjedelarrangementet er omtalt i § 138.

Det fremgaar af Fig. 1 b og c, at Lavtrykstemplets to Stempelstænger (Fig. 3 b) og Højtryksstempelstangen forenes til et fælles stort Kryshoved, som har Pander til Krumtappinden. Da Stempelstængerne meddele Cylindrene den vuggende Bevægelse, styres de i lange Pakdaaser i Lavtrykscylinderens Dæksel.

Paa Grund af Cylindrenes vuggende Bevægelse kunne Gliderne ikke trækkes paa sædvanlig Maade. I Lejer paa Toppen af Lavtrykscylinderens Dæksel hvile to Vuggeaxler (Fig. 1 a og c), som have to korte Arme til Gliderstængerne, der trække de to Glidere paa den Side, Vuggeaxlen er anbragt. Paa en fra Vuggeaxlens ene Ende udgaaende Arm findes en Tap med en Styreklods, der vandrer i en Slidse i *Penn's-Buen*; denne har paa Enderne halvrunde Pander, som vandre op og ned ad faststaaende Søjler, der tillige bære Maskinens *Topramme* (Fig. 1 b, 2, 4 a og 4 b). For yderligere at styre Buen udgaar der fra dens Midte opefter en Styrestang med Styr i en Buk paa Toprammen (Fig. 1 b og 2). Til Buen er fastskruet et Beslag til Kvadrantklodsen, som trækkes af en Kvadrant og to Excentrikker (Fig. 4 a, b og c). I Fig. 2 er Kvadranten vist i sin Midtstilling, i Fig. 1 b i sin ene Yderstilling. Excentrikkerne trække Penn's-Buen op og ned, hvorved Vuggeaxlerne drejes, og Gliderne bevæges. Under Cylinderens vuggende Bevægelse

ville de to Styreklodser i Penn's-Buen svinge i Slidsen, samtidig med at de gjennem Penn's-Buen løftes op og ned; kun ved den sidste Bevægelse trækkes Glideren.

Det vil af Fig 3 a ses, at Højtryksgliderne ere Kasseglidere; deres Cylinderspejl er vist i Fig. 6; gjennem den smalle Port, som er tegnet vinkelret paa Dampportene, strømmer Dampen ind i Gliderkassen. Dampgangene ere viste i Fig. 3 a og b.

Lavtryksgliderne ere dobbeltportede Glidere; deres Cylinderspejl er vist i Fig. 5.

189. Overfladekondensatoren er anbragt tværskibs foran for Cylindrene. Dampen strømmer gjennem de inderste Cylindertappe (Fig. 1 a og b) ind i en Støbejærnskasse, hvorpaa Dampigangsætnings-Apparatet er opstillet. Gjennem en Gang i Bundrammen og et Bælte uden om Kondensatoren strømmer Dampen ind i dennes Top, hvor Indsprøjtningsrøret udmunder. Fra Kondensatorens Bund kan Fortætningsvandet søge til den skraatstillede Luftpumpe. Dennes Stempel har Trunk og trækkes af en Forbindelsesstang og en Krumtap paa Krumtapaxlens Midte (Fig. 1 a, b og c samt 7 a og b). Stigeventilerne ere anbragte i en rummelig Varmvandsbrønd, hvorfra Spildevandsrøret udgaar til Skibssiden. Svalevandet holdes i Bevægelse af en af en særskilt Maskine trukken Centrifugalpumpe.

De 4 Føde- og Lastpumper ere skraatstillede (Fig. 1 a og c). De trækkes ved Cylindrenes vuggende Bevægelse gjennem korte Trækstænger fra to Tappe paa de to yderste Cylindertappes Kraver (Fig. 8).

Axlerne ligge paa tværs af Skibet og bestaa af en Krumtapaxel og en Hjulaxel for hver Ende af denne (Fig. 7 a og b). Krumtapaxlen har to Krumtappe til Cylindrene og en mindre paa Midten til Luftpumpen. Krumtappene til Cylindrene have løse Krumtappinde, for at der ikke skal indtræde Brud paa Axlerne, naar disse ere ude af Linie. Som det vil ses af Fig. 1 a og 9, er Krumtappindens ene Ende konisk og spændes fast til Krumtapaxlens Arm ved en Møtrik; dens anden Ende er cylindrisk og passer i et Hul i Hjulaxlens Krumtaparm, saaledes at den kan glide lidt i Hullet, dersom Axlerne ikke ere nøjagtig i Linie.

Der findes 4 Hovedlejer, et paa hver Side af Krumtappene, i *Toprammen* (entablature). Denne er en aflang Støbejærnsramme med Tværstykker til Hovedlejerne (Fig. 1 a, b og c samt 2) og Flanger, hvormed Toprammen forenes til Dæksbjælkerne omkring Maskinlugen (Fig. 1 b). Toprammen bæres af lodrette Søjler, som forneden hvile paa Maskinens Bundramme.

Paa *Hjulaxlens* (paddle shaft) frie Ende sidder Skovlhjulet. Hjulaxlen bæres af det ene Hovedleje og af et Yderleje paa en udvendig paa Skibssiden bygget *Konsol* (Fig. XII, 18 b).

Hjulmaskiner have ofte intet særskilt Drejeapparat, idet de kunne drejes ved Hjælp af Taljer til Skovlhjulets Omkreds.

190. Skovlhjulet (paddle wheel) forekommer hyppigst som *Sidehjul*, sjældnere som *Hækhjul* og *Midterhjul*.

Ved Sidehjul findes et Hjul paa hver Side af Skibet, omtrent ved dettes Midte; Hjulene drives rundt af en fælles Hovedmaskine (Fig. IX, 7 a og b). Paa Hjulet sidder *Skovle* (float), som under Maskinens Omdrejning kaste Vandet agter efter i to Strømme, en paa hver Side af Skibet. Vandets Reaktion driver Skibet frem.

De første Hjulskibe havde *Hjul med faste Skovle* (radial paddle wheel), hvis Skelet er fremstillet i Fig. XII, 8. Fra det paa Hjulaxlen fastsiddende Nav udgaa *Hjulradierne* (radial arm), som OA_1, OA_2 o. s. v.; i Figuren er vist 13 Hjulradier; paa Enden af disse sidde Skovlene, som forfærdiges af solide Træplanker. En *Hjulring* (rim) $A_1A_2A_3$ o. s. v. holder Hjulradierne i den rette indbyrdes Afstand.

Er A_1A_3 Vandlinien, og er Skovlen A_1 ved at træde ind i Vandet, kan Skovlens Tryk A_1B_1 mod Vandet opløses i en vandret Komposant A_1M_1 og en lodret Komposant A_1N_1; denne sidste er Nul, naar Skovlen staar lodret i Stillingen A_2; kun i denne Stilling kastes Vandet ret agterefter; i alle andre Stillinger vil der være en lodret Komposant, som virker til at hæve eller sænke Skibet, sætte dette i Rystelser og piske Vandet til Skum. Kun den vandrette Komposant kommer Fremdrivningen til Gode.

Ligesom det var Tilfældet med Drivskruen, giver Vandet efter for Skovlhjulet; *Hjulets Hastighed* (velocity of wheel), hvorved forstaas den Vejlængde, som i Tidsenheden tilbagelægges af Skovlenes *Trykcentrum* (center of pressure), bliver derfor større end Skibets. I praktiske Beregninger regnes Trykcentret for at ligge i Skovlenes Midte, saa at *den virksomme Diameter* (effective diameter) er = Hjulets største Diameter ÷ en Skovls Bredde. Hjulets Hastighed bliver altsaa Omkredsen af en Cirkel med den virksomme Diameter som Diameter, multipliceret med Maskinens Omdrejningsantal i Minuttet.

$$\text{Skovlhjulets Slip} = \frac{\text{Hjulets Hastighed} \div \text{Skibets Hastighed}}{\text{Hjulets Hastighed}} \quad . . \ (32),$$

hvilken Brøk multipliceres med 100, naar Slippen skal udtrykkes i Procent.

Er f. Ex. Hjulets virksomme Diameter 17 ' 6 ", Omdrejningerne i 1 m 33 og Skibets Hastighed 13,42 Knob, bliver:

$$\text{Slippen} = 100 \; \frac{\pi \cdot 17{,}5 \cdot 33 \div \frac{13{,}42 \cdot 6080}{60}}{\pi \cdot 17{,}5 \cdot 33} = 25\,\%.$$

Slippen er i Reglen 20 til 30 %.

Den Cirkel, som kan tænkes rullende henad et vandret Plan med samme Hastighed som Skibet og samme Omdrejningshastighed som Maskinen, kaldes *den rullende Cirkel* (rolling circle); dens Diameter er mindre end den virksomme Diameter.

191. Hjul med bevægelige Skovle (feathering paddle wheel) findes i nyere Hjulskibe. Deres Skelet er vist i Fig. XII, 9. I Hjulet med faste Skovle er Skovltrykkets vandrette Komposant forholdsvis lille. Ved at gjøre Skovlene bevægelige og give dem en heldigere Stilling for Fremdrivning, bliver man i Stand til at opnaa bedre Resultater. Dette vil fremgaa ved Sammenligning mellem de to Figurer 8 og 9, hvor Skovltrykket er antaget lige stort i bægge Tilfælde. Det vil ses, at i Fig. 9 ere de vandrette Komposanter A_1M_1, hvor Skovlen a_1b_1 træder ind i Vandet, og A_3M_3, hvor Skovlen a_3b_3 slipper Vandet, betydelig større end de tilsvarende Komposanter for Hjulet med faste Skovle.

I Hjulet med bevægelige Skovle ere disse anbragte paa Axler, som have Lejer i Skovlradierne. Ved Arme, som A_1C_1 paa Skovlen a_1b_1, og Trækstænger c_1K o. s. v. fra Armenes Ender til en Skive K, der drejer om en i Forhold til Hjulaxlen excentrisk anbragt Tap, stilles Skovlene.

Skovlhjulet er vist i Fig. 18. Det drejer rundt i *Hjulkassen* (paddle box), som omslutter dets Overdel (Fig. IX, 7 b og XII, 18 b). Fra et Støbejærns Nav udgaa to Sæt Hjulradier, indbyrdes forbundne dels ved to Hjulringe, hvoraf den ydre kaldes *Isringen*, dels ved Diagonalstræbere. Paa *Vingebjælken* (sponson beam) sidder en Staaltap (Fig. 18 b), hvorom den ovenfor omtalte Skive drejer. Denne Skive har to Kraver, hvorimellem Trækstængernes Ender kunne dreje omkring gjennemgaaende Bolte. Skiven drejes rundt ved, at den ene af Trækstængerne, *den førende Stang* (king rod), er fast forbunden til Skiven; i Fig. 18 a indtager denne Stang den nederste Stilling.

I Fig. 19 er vist et Hjul med *overhængende Skovle*; her findes ingen Isring.

Hjul med bevægelige Skovle have en mindre Diameter og et færre Antal Skovle end Hjul med faste Skovle; de have mindst 10 % større Virkningsgrad end disse.

Hjulmaskiners Tilbehør, Rørledninger o. s. v. ere som Skruemaskiners.

Maskinens Hestekraft.

192. **Indikatoren.** For at kunne bestemme Størrelsen af det Arbejde, Dampen udretter i Maskinen, maa man kjende det Tryk, hvormed Dampen virker paa Stemplerne. Dampens Tryk er variabelt under

Slaget; det kan derfor ikke aflæses paa en Trykmaaler, men maa bestemmes paa anden Maade.

Indikatoren (indicator) er et Instrument, som giver en billedlig Fremstilling af Damptrykkets Størrelse i Cylinderen i alle Punkter af Slaget. *Richard's* Indikator er vist i Fig. XIII, 11. I Hovedtrækkene bestaar den af følgende Dele. Et lille Stempel kan vandre damptæt op og ned i en Cylinder, hvis Top er i Forbindelse med Atmosfæren gjennem et Hul i Cylinderens Dæksel, medens Rummet under Stemplet gjennem Ledninger kan sættes i Forbindelse med den ene eller anden Ende af den af Hovedmaskinens Cylindre, hvorpaa Indikatoren anbringes. Til Stemplet og Cylinderdækslet er fastskruet en Spiralfjeder af en kjendt elastisk Kraft. Gjennem en Vægtstangsforbindelse, der tjener til at give en forstørret Visning af Indikatorstemplets Bevægelse, er dette Stempel forbundet til en Tegnestift, som under Stemplets Vandring i Indikatorcylinderen tegner en lukket Kurve, *Diagrammet*, paa et Stykke Papir. Papiret er viklet om en Tromle, der gjennem en Snor fra en af Hovedmaskinens bevægende Dele drejes afvexlende til højre og venstre forbi Tegnestiften, saaledes at Tromlens Bevægelse bliver identisk med Stemplets i Hovedcylinderen.

Sættes Rummet under Indikatorstemplet i Forbindelse med den ene Ende af en af Hovedmaskinens Cylindre, vil Indikatorstemplet bevæges op og ned, følgende Dampens vexlende Tryk; er Damptrykket større end Atmosfærens, sammentrykkes Indikatorfjederen, er det mindre end Atmosfærens Tryk, strækkes Fjederen. Samtidig bevæges Tegnestiften op og ned i en omtrent ret Linie (Fig. 12).

Da der paa Fjederen staar angivet, hvor meget Tegnestiften gaar op eller ned for en given Forskjel i Trykkene paa de to Sider af Indikatorstemplet, er man i Stand til at maale Dampens Tryk i Hovedcylinderen paa det af Tegnestiften tegnede Diagram. Benyttes f. Ex. $^1/_8$ Fjeder, vil dette sige, at Tegnestiften bevæges $^1/_8$" op eller ned for en Forskjel i Trykkene i Indikatorcylinderens Ender af 1 Pund paa □".

193. Skal man tage et Diagram, fastskrues Indikatoren paa *Indikatorhanen* (indicator cock), som har Rørledninger til bægge Ender af vedkommende Hovedcylinder. Dertil egnet Papir vikles om Indikatorens Tromle, og dennes Snor, som er viklet om dens nederste Ende og ført over en Vejviserrulle, fastgjøres til en af Hovedmaskinens bevægende Dele, f. Ex. Pumpebalancerne, eller til Enden af en dertil anbragt toarmet Vægtstang, der kan svinge om en Tap paa et Maskinstativ, og hvis anden Ende bevæges op og ned af Maskinens Kryshoved. Snoren holdes tot af en Spiralfjeder inden i Tromlen.

Damp lukkes ind i Indikatoren for at opvarme den. Naar Indikatoren er varm, lukker man for Dampen; ved at dreje den paa Indikatoren

anbragte Afspærringshane saaledes, at en Vinkelgang i dennes Tol bringer Rummet under Indikatorstemplet i Forbindelse med Atmosfæren, tegnes *den atmosfæriske Linie* (atmospheric line), naar Tegnestiften trykkes let ind mod Papiret. Afspærringshanen og Indikatorhanen stilles nu saaledes, at Indikatoren kommer i Forbindelse med Hovedcylinderens ene Ende; Indikatorstemplet bevæges op eller ned, eftersom Dampens Tryk stiger eller falder i Hovedcylinderen. Holdes nu Tegnestiften ind mod Papiret, tegnes Diagrammet; den Del, som ligger over den atmosfæriske Linie, angiver Tryk større end Atmosfærens, medens den Del af Diagrammet, som ligger under denne Linie, viser Tryk under Atmosfærens.

Indikatorhanen stilles derefter saaledes, at Indikatoren kommer i Forbindelse med Hovedcylinderens anden Ende, og Diagrammet for denne Ende tages; de to Diagrammer ere sjældent fuldstændig ens.

Har Maskinen flere Cylindre, tages Diagrammer fra dem alle, saa vidt muligt samtidig.

Paa Diagrampapiret skrives Skibets Navn, Dato, Klokkeslet, hvilken Cylinder Diagrammet hører til, Fjederens Maalestok, Omdrejningsantallet i Minuttet, Damptryk, Vakuum, Fyldningsgrad og efter Udregningen: det bevægende Middeltryk samt Hestekraften (se nedenfor).

194. **Indikatordiagrammet** (indicator diagram) er i sin almindelige Form fremstillet i Fig. XIII, 13. L L er den atmosfæriske Linie; Linien OX, trukken parallel med LL i en Afstand, svarende til Barometerstanden, kaldes *Nullinien* (zero line). Er Barometerstanden f. Ex. 14,8 Pund paa □ ", og den anvendte Indikatorfjeders Skala $^1/_{16}$, tegnes Nullinien $\frac{14{,}8}{16}$ = 0",925 under den atmosfæriske Linie.

Vi skulle nu følge Damptrykkets Stigen og Falden i den ene Ende af Cylinderen under en Omdrejning af Maskinen. Ved F aabner Glideren for Dampen til Hovedcylinderen. Damptrykket stiger hurtig til G, og Dampen begynder at virke med sit fulde Tryk paa Stemplet, som vi antage er i Top. FG kaldes *Indstrømningslinien* (admission line). Stemplet gaar nu nedefter; Damp af fuldt Tryk vedbliver at strømme ind i Cylinderens Topende, hvorfor Linien GA, som kaldes *Damplinien* (steam line), er parallel med den atmosfæriske Linie. Ved A lukker Glideren for Damptilførselen. Nedfældes to Vinkelrette paa OX, tangerende Diagrammets Yderpunkter, vil OX fremstille Hovedstemplets Slag. Da Fyldningen vedvarer fra G til A, er Fyldningsgraden altsaa = $\frac{GA}{OX}$.

Ved A begynder Dampens Expansion; det faldende Damptryk er fremstillet ved *Expansionskurven* AB (expansion curve). Ved B aabner Glideren for Dampens Udstrømning, og Trykket falder hurtig, hvad *Udstrømningslinien* BCD (exhaust line) udviser. Hovedstemplet er nu i

Bund og skal til at begynde Opslaget. Fra dets Overside strømmer Dampen ud af Cylinderen, og Tegnestiften tegner nu en med den atmosfæriske Linie omtrent parallel Linie, *Modtrykslinien* (back pressure line) DE. Ved E lukker Glideren for Dampens Udstrømning, Sammentrykningen begynder, og Trykket paa Stemplets Topside stiger til F, hvorefter Indstrømningen begynder. EF kaldes *Sammentrykningslinien* (compression line).

195. Tegnes en Linie KK (Fig. XIII, 13) parallel med den atmosfæriske Linie i en Afstand fra denne, svarende til Kjedeltrykket efter Trykmaaleren paa Kjedlen, vil Afstanden mellem KK og GA vise Dampens Trykfald ved dens Haartrækning gjennem Damprør og Dampgange. Paa virkelige Diagrammer, som de i Fig. 14 fremstillede, spores Virkningerne af Dampens Haartrækning, ved at Diagrammets Hjørner ere runde, og Damp- og Modtrykslinier skraane noget; Virkningen er særlig fremtrædende i hurtiggaaende Maskiner.

Diagrammets Form og Beliggenhed i Forhold til den atmosfæriske Linie afhænger af Maskintypen. Det i Fig. 13 fremstillede Normaldiagram tilhører en simpel Maskine. Da Modtrykket i Cylinderen er mindre end Atmosfærens Tryk, — det er bestemt ved Afstanden mellem Nullinien OX og Modtrykslinien DE —, maa Maskinen være en Maskine med Fortætning, altsaa en Lavtryksmaskine. Havde hele Diagrammet ligget over den atmosfæriske Linie, vilde det have tilhørt en Højtryksmaskine.

Diagrammer fra en Høj- og Lavtryksmaskine af Mellemkammertypen er vist i Fig. 14. De to øverste Diagrammer ere tagne fra Bund og Top af Højtrykscylinderen. Modtrykslinierne ere her hævede over den atmosfæriske Linie. Maales Afstanden mellem dem og denne Linie, kan man ved Hjælp af Diagrammets Skala finde Trykket i Mellemkamret, hvilket omtrentlig bør stemme med det Tryk, Mellemkamrets Trykmaaler angiver.

De to underste Diagrammer ere tagne fra Lavtrykscylinderen; Trykket under Indstrømningen er større end Atmosfæren; under Expansionen falder det under denne. Naar undtages et Trykfald paa Grund af Dampens Haartrækning, vil Damptrykket under Indstrømningen være = Modtrykket i Højtrykscylinderen.

I det Øjeblik, Dampen indlades i Cylinderen, vil Indikatorstemplet løftes noget højere, end hvad der svarer til Damptrykket i Cylinderen, paa Grund af den Hurtighed, hvormed det trykkes opefter. Det vil derfor svinge lidt, hvad der paa Diagrammet viser sig ved, at Begyndelsen af Damplinien er takket (Fig. 14 b).

Ved Hjælp af Indikatordiagrammet kan Maskinisten opdage skjulte Fejl ved Maskinen, saasom for smaa Dampgange, utætte Stempler eller Glidere, uheldig Dampfordeling o. s. v. Diagrammer kunne ogsaa

tages fra Kjedlens Damprum, Gliderkasserne, Luft-, Cirkulations- og Fødepumper o. s. v., hvad der sætter os i Stand til at bedømme, om den paagjældende Maskindel arbejder tilfredsstillende.

196. **Maskinens Hestekraft.** *Den indicerede Hestekraft* (indicated horsepower) — eller *Maskinens Hestekraft* (H. K.), naar man ikke udtrykkelig behøver at fremhæve, at det er den indicerede i Modsætning til den *effektive* eller *nominelle*, — er Udtrykket for det mekaniske Arbejde, Dampen udretter i Maskinens Cylindre. Som anført i § 20 maales en Krafts mekaniske Arbejde ved Produktet af Kraften og den gjennemløbne Vej i Kraftens Retning. I Maskinens Cylindre er Kraften Dampens Tryk paa Stemplet, *Stempeltrykket*, og den gjennemløbne Vej i Kraftens Retning er den Vejlængde, Stemplet gjennemløber: *Stempelhastigheden.* Vejlængden er afhængig af det valgte Tidsforløb; sædvanlig vælges 1 Minut, for at det udrettede Arbejde kan udtrykkes i Hestekræfter (§ 21).

Paa Stemplets ene Side virker Dampen som Drivtryk, paa dets anden Side som Modtryk. Betragtes Diagrammet i Fig. XIII, 13, vil det ses, at Dampen under Stemplets Bevægelse fra Top til Bund virker til at trykke Stemplet nedefter med et Tryk, som under hele Slaget er fremstillet ved Ordinaterne mellem den brudte Linie GABC og Nullinien OX. I et hvilket som helst Punkt M af Slaget vil Linien MP, maalt paa Diagrammets Skala, fremstille Dampens absolute Tryk i Pund paa □″ i det omhandlede Punkt. Paa Stemplets Underside strømmer Dampen ud af Cylinderen, men den udøver et Modtryk mod Stemplets Bevægelse, som vi kunne bestemme, naar vi have et Diagram fra Cylinderens Bund. Vi kunne imidlertid antage, at Modtrykslinien fra Bunden er sammenfaldende med Modtrykslinien fra Toppen af Cylinderen. I Punktet M af Slaget vil Linien MQ, udmaalt paa Diagrammets Skala, da give os Modtrykket i Pund paa □″ i dette Punkt.

Forskjellen mellem Drivtrykket PM og Modtrykket MQ, eller den af Diagrammet afskaarne Del PQ af Ordinaten, kaldes *det bevægende Tryk* (effective pressure), som altsaa er det Tryk, hvormed Dampen udretter Arbejde i det paagjældende Punkt af Slaget; Middelværdien af det bevægende Tryk for hele Slaget kaldes *det bevægende Middeltryk* (mean effective pressure), som vi paa den nedenfor anførte Maade faar udtrykt i Pund paa □″. Multipliceres det med Stemplets Areal i □″, faas Stempeltrykket i Pund. Har Stemplet Trunk, maa dennes Areal fradrages Stempelarealet; i Reglen tages intet Hensyn til Stempelstængernes Tværsnitsareal.

Stempelhastigheden er to Gange Produktet af Maskinens Stempelslag, maalt i Fod, og Omdrejningsantallet i Minuttet. Under en Omdrej-

ning vandrer Stemplet nemlig 1 Gang op og 1 Gang ned, altsaa en Vejlængde = 2 Stempelslag. Omdrejningerne i Minuttet faas ved Hjælp af Tællemaskinen. Handelsskibes Maskiner gjøre sædvanlig 70 til 150 Omdrejninger i 1^m; jo større Maskinens Stempelslag er, des færre Omdrejninger gaar den med.

Er Stemplets Areal A □" og det bevægende Middeltryk p Pund paa □", bliver Stempeltrykket A · p Pund.

Er Stempelslaget s' og Omdrejningerne i 1^m: n, bliver Stempelhastigheden $2 \cdot s \cdot n'$ i 1^m.

Det i Cylinderen i Minuttet udrettede Arbejde bliver altsaa $A \cdot p \cdot 2 \cdot s \cdot n$ Fodpund, og den i Cylinderen udviklede Hestekraft (§ 21):

$$H.K. = \frac{A \cdot p \cdot 2 \cdot s \cdot n}{33000} \quad \ldots\ldots \quad (33)$$

Maskinens samlede Hestekraft er Summen af de i hver enkelt Cylinder udviklede Hestekræfter.

197. Vi skulle nu ved et Exempel se, hvorledes Hestekraften udregnes i Praxis.

Lad os antage, at Maskinen er en Høj- og Lavtryksmaskine af Mellemkammertypen, og at vi skulle bestemme Hestekraften af det i Fig. XIII, 14 fremstillede Sæt Diagrammer, som toges, da Maskinen gjorde 113 Omdrejninger i 1^m.

Højtrykscylinderens Diameter er 19"
Lavtrykscylinderens » - 37"
Stempelslaget - 18".

For at kunne bestemme Middeltrykket, maa Diagrammerne først inddeles. Vinkelrette oprejses paa den atmosfæriske Linie, berørende Diagrammernes Endepunkter. Afstanden mellem dem, som er *Diagrammets Længde*, deles i 10 lige store Dele, og Vinkelrette oprejses paa Midten af disse. Afstanden mellem Delelinierne indbyrdes bliver altsaa $^1/_{10}$ af Diagrammets Længde, og Afstanden mellem de Vinkelrette, som berøre Diagrammets Endepunkter, og de nærmeste Delelinier $^1/_{20}$ af Diagrammets Længde.

Til Indikatoren høre Skalaer, svarende til Indikatorfjedrene. Paa den Skala, som hører til den benyttede Fjeder, udmaales de Stykker af Delelinierne, som afskæres af Diagrammet. Det bevægende Tryk nedskrives ud for Delelinien, som vist paa Figuren; Middeltallet af alle 20 bevægende Tryk er det bevægende Middeltryk.

Ere Diagrammets Kurver meget ujævne, trækkes paa Øjemaal en Midtlinie gjennem Bugterne, og Delelinierne maales til den tegnede Hjælpekurve.

Middeltrykket kan ogsaa bestemmes ved Hjælp af et Instrument, *Planimeteret.*

Det vil af Fig. 14 fremgaa, at Middeltrykket i Højtrykscylinderen er 51,7 Pund paa □" og i Lavtrykscylinderen 15,4 Pund paa □"; de benyttede Skalaer ere $^1/_{48}$ og $^1/_{16}$.

Den i Højtrykscylinderen udviklede Hestekraft =

$$\frac{^1/_4 \cdot \pi \cdot 19^2 \cdot 51{,}7 \cdot 2 \cdot 1{,}5 \cdot 113}{33000} = 150.$$

Den i Lavtrykscylinderen udviklede Hestekraft =

$$\frac{^1/_4 \cdot \pi \cdot 37^2 \cdot 15{,}4 \cdot 2 \cdot 1{,}5 \cdot 113}{33000} = 170.$$

Maskinens samlede Hestekraft er altsaa = 150 + 170 = 320.

198. Den anslaaede Hestekraft. For Skibe, som almindelige Fragtdampere, hvis Maskiner ikke gaa med en særlig stor Stempelhastighed, er den indicerede Hestekraft ved fuld Kraft tilnærmelsesvis given ved følgende Formel:

$$\text{Den anslaaede Hestekraft} = \frac{D^2 \cdot \sqrt{P} \cdot s \cdot n}{8500} \quad \ldots\ldots (34),$$

hvor D = Diameteren af Lavtrykscylinderen i Tommer,
P = Kjedlens Overtryk i Pund paa □",
s = Stempelslaget i Fod og
n = Omdrejningerne i 1 m.
Som sædvanlig er engelsk Maal og Vægt benyttet.

Exempel: Hvor stor er tilnærmelsesvis den indicerede Hestekraft for en Maskine, hvis Lavtrykscylinders Diameter er 38", Stempelslaget 21", Omdrejningerne i 1 m: 111 og Kjedlens Overtryk 150 Pund paa □"?

$$\text{Den anslaaede H. K.} = \frac{38^2 \cdot \sqrt{150} \cdot 1{,}75 \cdot 111}{8500} = \text{omtr. } 400.$$

199. Den effektive Hestekraft (effective horse power) er Udtrykket for det Arbejde, som kommer til Nytte til Fremdrivning, og er altsaa den Hestekraft, der gjennem Axlerne overføres til Fremdrivningsmidlet. Af den i Cylinderen udviklede Hestekraft tabes nemlig en Del Arbejde til Overvindelse af:

Gnidningsmodstande mellem Stempler og Cylindre,
— i Pakdaaser,
— i Hoved- og Mellemlejer,
— i Stopleje og Styreplaner
samt til at trække Glidere og Pumper.

Disse Tab kunne i de nyeste, bedste Skibsmaskiner anslaas til 11% af den indicerede Hestekraft. Maskinens Virkningsgrad som Me-

kanisme er da 0,89; den effektive Hestekraft er altsaa 89 % af den indicerede.

200. Den nominelle Hestekraft (nominal horse power) blev tidligere hyppig benyttet, navnlig ved Kjøb og Salg af Maskiner. Der findes mange forskjellige Udtryk for den nominelle Hestekraft. I England benyttes hyppigst for Høj- og Lavtryksmaskiner:

$$\text{Den nominelle Hestekraft} = \frac{d^2 + D^2}{32} \quad \ldots\ldots \quad (35),$$

hvor d er Højtrykscylinderens Diameter og

D - Lavtrykscylinderens — bægge i Tommer.

For Tregangsmaskiner anvendes bl. A. følgende Udtryk:

$$\text{Den nominelle Hestekraft} = {}^1/_2 \left\{ \frac{D^2 \sqrt{s}}{100} + \frac{H}{15} \right\} \quad \ldots\ldots \quad (36),$$

hvor

D = Lavtrykscylinderens Diameter i Tommer,

s = Stempelslaget i Tommer,

H = Kjedlernes Hedeflade i □'.

Alt er engelsk Maal.

Den nominelle Hestekraft giver kun et ufuldstændigt Begreb om Maskinens Kraft og Størrelse. Den indicerede Hestekraft, som er det eneste rette Udtryk for det Arbejde, Maskinen kan udrette, er i ældre, langsomtgaaende Maskiner 3 Gange, i moderne, hurtiggaaende Maskiner 20—30 Gange saa stor som den nominelle Hestekraft. I Fragtskibe med almindelige Maskiner kan den nominelle Hestekraft sættes til $^1/_4$ — $^1/_6$ af den indicerede.

Exempel: Diametrene af Cylindrene i en Tregangsmaskine ere henholdsvis $14^1/_2$", $23^1/_2$" og 38", Stempelslaget er 21" og Kjedlens Hedeflade 1235 □'. Hvad er Maskinens nominelle Hestekraft?

Den nominelle Hestekraft

$$\text{er ifølge L. 35:} = \frac{14{,}5^2 + 23{,}5^2 + 38^2}{32} = 69$$

$$\text{og ifølge L. 36:} = {}^1/_2 \left\{ \frac{38^2 \sqrt{21}}{100} + \frac{1235}{15} \right\} = 74.$$

Den samme Maskines indicerede Hestekraft er ifølge Exemplet i § 198: 400.

Maskineriets Behandling.

201. **Pasning og Betjening.** *Klargjøring til Gang.* Skal et Dampskib gjøres klart og Dampen sættes op, efter at Skibet i længere Tid har ligget stille, begynder man med at *fylde Kjedlerne* (filling the boiler). Ventiler og Haner paa Bundudblæsningsrøret aabnes; man lader Søvandet springe ind i Kjedlen, til Vandstandsglasset er omtr. $^3/_4$ fuldt,

idet Luften i Kjedlen lukkes ud gjennem Sikkerhedsventilerne, Stopventilen e. l. Er Vandstanden i Kjedlerne over Vandlinien uden Bords, maa en Del af Vandet pumpes paa Kjedlerne med Kjedelpumpen.

Kan man fylde Kjedlerne med fersk eller destilleret Vand, bør dette foretrækkes for Søvand, navnlig i Skibe med højt Kjedeltryk.

Fyrene lægges (laying fires). Til Optænding benyttes Brænde, som, sammen med Spaaner og fedtet Tvist, stables paa Forristen, efter at et jævnt Kullag er kastet over hele Risten.

4 til 8 Timer, før Dampen skal være oppe, *stikkes Fyr* (lighting fires). Jo højere Kjedeltrykket er, des længere Tid bør man give til Opfyring. Dæmperen lukkes, Fyrdøren aabnes, Tvisten tændes. Naar der er god Ild i Kullene, lukkes Fyrdøren, og Dæmperen aabnes. Sikkerhedsventilerne prøves. Den øverste Prøvehane og Stopventilen aabnes, for at Luften kan søge ud af Kjedlen, og for at man under Dampopsætningen kan opvarme Maskinen (se nedenfor). Ventilerne lukkes, naar Damp begynder at strømme ud af Prøvehanen. Friske Kul kastes paa Risten, og man passer, at denne overalt er dækket med Kul.

Opfyringen bør ikke forceres, for at Kjedlerne kunne udvide sig jævnt og ensartet og Bundvandet faa Tid til at blive opvarmet.

Naar Trykket i Kjedlerne er tilstrækkeligt til at drive Kjedelpumpen, prøves denne, og naar det nærmer sig Arbejdstrykket, fyres smaat.

Maskinen gjøres klar. Dækslerne paa Smørekopperne aftages, deres Væger efterses, Kopperne fyldes med Olie. Har en Maskindel været adskilt og efterset, fjernes alle Værktøjer og Redskaber, Maskinen drejes en Gang rundt; Snækken sættes fra. Til- og Afgangsventiler, som skulle benyttes, aabnes. Maskintelegraf, Dampfløjte, Styremaskine o. l. prøves.

Maskinen varmes (warming the engine) gradevis samtidig med Dampopsætningen. Damp ledes ind i Damptrøjerne; Stopventil og Spjæld aabnes lidt, Aftapningshanerne paa Cylindre, Gliderkasser o. l. aabnes. Med Gangskiftningsapparatet lukkes lidt Damp ind til bægge Ender af Cylindrene, dog uden at Maskinen gaar i Gang. Vægerne i Smørekopperne isættes.

Har Maskinen Indsprøjtningskondensator, gjennemblæses denne (§ 153).

Naar Cylindrene ere varme, er man klar til at *røre Maskinen*. Efter at Maskinmesteren har indhentet Tilladelse dertil, stilles Gangskiftningsapparatet for Frem eller Bak efter Forholdene, Stopventil og Spjæld aabnes lidt, Aftapningshaner paa Cylindre og Gliderkasser holdes

aabne, og man lader Maskinen gaa langsomt rundt. Utætte Pakdaaser spændes, og alle øvrige Mangler rettes.

Naar Maskinen er i Orden, stoppes den, Dampventilerne lukkes, og Maskinen meldes klar.

202. Manøvrer med Maskinen. Naar Maskintelegrafen stilles paa »Klar«, tager Maskinpersonalet Plads paa de til Maskinens Manøvrering bestemte Steder, Dæmperne og Stopventilerne aabnes, Fyrene bringes i Orden.

Drejes Telegrafen til Frem eller Bak, udføres Ordren ved Hjælp af Gangskiftningsapparatet og Dampspjældet, og Maskinen gives den Omdrejningshastighed, »Langsomt«, »Halv Kraft« eller »Fuld Kraft«, som Telegrafen angiver.

Skal Farten forøges, stilles Kvadranten nærmere i sin Yderstilling, og der aabnes med Dampspjældet mere for Dampen. Skal Farten mindskes, lukkes Dampspjældet mere til, og Kvadranten mellemstilles, om nødvendigt. Skal der stoppes, lukkes Spjældet, og Gangskiftningsapparatet sættes paa Stop. Naar Maskinens Gang skal skiftes fra Frem til Bak eller omvendt, bør dette ske gradevis, idet man, følgende Ordrerne fra Maskintelegrafen, først stopper Maskinen, inden Omdrejningsretningen forandres. I farefulde Tilfælde kan Telegrafen blive slaaet fra fuld Kraft Frem til Bak; Gangskiftningsapparatet kastes da hurtigst muligt om til Bak uden først helt at lukke Dampspjældet. I Maskiner med Indsprøjtningskondensator maa man under Manøvrerne have Opmærksomheden henvendt paa Indsprøjtningen, idet Luftpumpen let kan faa for meget Vand.

Staa Krumtappene saaledes, at Maskinen ikke gaar i Gang, fordi Højtryksglideren har skaaret af for Dampen, benyttes Hjælpehanen. Har Maskinen ingen Hjælpehane, og den nægter at gaa i Gang, kastes Gangskiftningsapparatet om, og, naar Maskinen begynder at gaa rundt, sættes Gangskiftningsapparatet atter for den rette Vej.

Smaa Maskiner drejes med Haandkraft, naar de ere stoppede, hen i en saadan Stilling, at de nemt kunne komme i Gang, naar Ordre dertil gives. I større Maskiner bør dette gjøres med Dampkraft, som ovenfor omtalt.

203. Under Gang. Naar Skibet er i rum Sø, sættes Vagten. Paa Fyrpladsen sørger man for, at Vandstanden holdes uforandret ved en jævn Fødning. Denne afpasses ved Hjælp af Fødeventilen paa Kjedlen. Faar man ikke tilstrækkeligt Fødevand, hvad der viser sig ved, at Vandstanden falder langsomt, underrettes den vagthavende Maskinist derom, for at der kan blive sat Spædevand til (§ 154). Af og til blæses Vandstandsglasset igjennem, og man sammenligner dets Angivelser med Prøvehanernes (§ 130).

Har Maskinen Indsprøjtningskondensator, eller benyttes salt Spædevand i Maskiner med Overfladekondensator, vil Kjedelvandets Saltholdighed

stige, i første Tilfælde hurtig, i andet langsomt. Under Gang maa man undersøge Saltholdigheden med passende Mellemrum. Ved Skumning og Udblæsning holdes denne inden for de i § 137 nævnte Grænser.

Kul læmpes frem paa Fyrpladsen, efterhaanden som der er Brug for dem; de slaas itu til en passende Størrelse, og de indfyres med Mellemrum, i Forhold til Forbruget af Damp og Kullenes Beskaffenhed. Man holder Øje med Trykmaaleren og passer, at Arbejdstrykket holdes med det mindst mulige Forbrug af Kul. Skal Maskinen gaa langsommere, mindskes Fyringen, og Dæmperne lukkes, om nødvendigt.

Ved Indfyringen spredes Kullene i et jævnt Lag paa Risten; alle blottede Steder dækkes, og Fyrdøren lukkes strax, for at saa lidt kold Luft som muligt skal strømme ind i Fyret.

Nu og da jævnes Kullaget med Rageren.

Risten renses jævnlig for Slagge; Asken i Askegraven rages ud og kastes over Bord.

Efter nogle Timers Dampning maa *Fyrene renses* (cleaning fires), et Fyr ad Gangen. Med Brækstang, Rager og Syvtal renses Risten, den ene Halvdel ad Gangen, for vedhængende Slagge; denne rages ud paa Gulvpladerne, oversprøjtes med Vand fra Askeslukningsrøret og kastes over Bord sammen med Asken fra Askegraven. Fyret bringes atter i Orden. Saa længe Rensningen staar paa, fyres stærkere i de andre Fyr, for at Dampudviklingen kan vedligeholdes. At et Fyr trænger til at renses, viser sig ved, at Ilden brænder dødt, og Askegraven er mørk.

Ligger Skibet en kort Tid stille, opnaas en omhyggeligere Rensning ved at *trække Fyrene* (drawing fires). Man lader Ilden dø ud, rager Gløder og Slagge ud paa Fyrpladsen og renser hele Risten paa en Gang.

Efter længere Tids Dampning maa *Kjedelrørene stødes ud* (sweeping tubes), idet de efterhaanden sode til, saa at Trækken bliver daarlig, selv om Fyrene ere rene. Gjennem den aabnede Røgkammerdør renses Rørene for Skorper og Sod med Rørskraber og Rørbørste eller med det dertil indrettede Dampapparat (§ 136).

Fyrpladsen holdes ren. Fra Tid til anden skiftes mellem Kulkasserne, idet man sørger for, at der for at undgaa Slagside tages lige meget fra bægge Sider.

204. Naar der af den Vagthavende paa Dækket kommanderes »Alt vel«, og Maskinen gaar med sin normale Gang, fastspændes Dampspjæld, Gangskiftningsapparater o. s. v. Skal Maskinen udvikle sin fulde Kraft, er Kvadranten i Yderstilling og Spjældene samt Stopventilerne fuldt aabne. Skal Skibet gaa med langsommere Hastighed end den, der svarer til fuld Kraft, skæres Dampen tidligere af med Expansionsglider eller Kvadrant, idet man passer, at Dampens Expansionsforhold staar i det rette Forhold til dens Tryk. Er man ikke nøje kjendt med sin Maskine, bør

man ved Hjælp af Indikatordiagrammer overtyde sig om, at Dampfordelingen er god i alle Cylindre.

Maskinisten bør drage Omsorg for at undgaa Dampspild gjennem Utætheder ved Ventiler, Haner, Pakdaaser, Sikkerhedsventiler paa Kjedler og Maskine o. s. v., idet det gjælder om at formindske Forbruget af Spædevand saa meget som muligt.

Et af de vigtigste Arbejder er at holde Maskinens Slidflader kolde. Smørekopperne holdes fyldte, og Tilførselen af Olie afpasses saaledes, at vedkommende Slidflade holdes kold, uden at der tilføres mere Olie end nødvendigt. Særlig gjælder det om at bringe Tilførselen af Olie til Smøring af Maskinens indre Dele ned til det mindst mulige af Hensyn til Oliens skadelige Indvirkning paa Kjedlens Plader.

Den vagthavende Maskinist bør opholde sig i Nærheden af Manøvrepladsen for at være klar til hurtigst muligt at udføre Ordrer vedrørende Forandring af Maskinens Gang. Han iagttager jævnlig Tryk- og Vakuummaalerne, sørger for, at der tilføres en passende Mængde Svalevand eller Indsprøjtningsvand, saafremt Maskinen har Indsprøjtningskondensator, samt føler paa Pander og andre Slidflader for at være i Stand til at opdage begyndende Varme o. s. v.

Er der Stød i Pumperne, vil Maskinisten ved at lægge Mærke til Lyden kunne opdage, hvor Stødet er; er der Vand i Cylindrene, høres et Smæld, naar vedkommende Stempel er paa Dødpunktet; Vandet aftappes gjennem Aftapningshanerne.

Nu og da noteres Trykmaaleres og Vakuummaaleres Angivelser, Omdrejningsantallet, Tællemaskinens Visning o. s. v. og indføres, tillige med alt, hvad der hænder i Maskinen paa Vagten, i den dertil bestemte Journal.

205. Forstyrrelser under Gangen. Under Gangen kan der indtræffe forskjellige Forstyrrelser, som i kortere eller længere Tid indvirke paa Maskinens regelmæssige Gang.

Indtræder der et Overkog, giver det sig til Kjende ved, at Vandet i Vandstandsglasset bliver uroligt; stærke Smæld høres i Maskinen ved Stemplernes Slag mod Vandet, Maskinen gaar langsommere, og Vakuum'et falder.

Overkog kan skyldes en fejlagtig Konstruktion af Kjedlerne, en slet Pasning af Maskineriet og urent Fødevand. Vand- eller Damprummet kan være for lille, Damprummet kan være for lavt, saa at Kjedelvandet har Lethed ved at trænge ind i Damprøret.

Aabnes Stop- og Sikkerhedsventiler pludselig, vil den livligere Fordampning kunne fremkalde Overkog. Maskinen bør derfor altid sættes langsomt i Gang.

Uregelmæssig Fødning og Fyring kan give Anledning til Overkog.

Nye Kjedler ere tilbøjelige til Overkog, fordi Dampen har Vanskelighed ved at slippe de rene Kjedelplader.

Fedtstoffer paa Kjedelvandets Overflade hæmme Dampens Opstigen og kunne derved foraarsage Overkog. Det samme er Tilfældet med urent Fødevand og Skiftning af Fødevand, naar man i Skibe med Indsprøjtningskondensator kommer fra Søen ind paa Floder, eller omvendt.

Indtræder et Overkog, bør Dampforbruget formindskes og Kjedelvandet bringes i Ro. Man lader Maskinen gaa langsommere, lukker Dæmperne og forsøger Fødningen. Vandet tømmes af Separator, Gliderkasser og Cylindre. Standser Overkoget, sættes Maskinen atter langsomt op paa sin normale Gang.

206. Lunker en Pande, udtages Vægen et Øjeblik af dens Smørekop, for at man med Oliekanden kan smøre Slidfladerne rigelig. *Løber Panden varm*, smøres rigelig; sammen med Olien indføres ofte *Svovlblomme* (powdered sulphur) eller *Blyantspulver* (black lead). Hjælper dette ikke, lader man Maskinen gaa langsommere og sætter lidt efter lidt Afkølingsvand til; forslaar dette ikke, sprøjtes Vand paa Lejet fra en Pumpe. Er en Krumtappande løben varm, kan det blive nødvendigt at stoppe Maskinen for at rette Tilspændingen. Ved første Lejlighed efterses Panden, og dens Slidflader udbedres, om nødvendigt. I godt forarbejdede og tilslidte Maskiner bør det ikke kunne ske, at en Pande løber varm, og Afkølingsvand bør kun i Nødstilfælde benyttes til Pandens Afkøling.

Falder Vakuum'et, kan dette skyldes Utætheder paa Kondensatoren, dens Rørledninger og Luftpumpen, ved Lavtrykscylinderens Pakdaase o. l., saa at Luft trænger ind i Kondensatoren. Luftpumpeventilerne kunne være i Uorden, Kondensatorrørene kunne være dækkede af et Fedtlag fra Dampen eller et Stenlag fra Svalevandet; der kan være indtraadt Havari paa Luft- eller Cirkulationspumpe; Aabningerne i Skibssiden for Tilførsel af Svalevand eller Indsprøjtningsvand kunne være blevne forstoppede af Tang, Mudder eller Is; Aftapningshaner paa Rør eller Cylindre kunne være aabne, Vakuummaalerne kunne være i Uorden o. s. v.

Under Maskinens Gang kunne Føde- og Lastpumper komme i Uorden; Kondensatorrørene kunne springe lække, saa at Svalevand trænger ind i Fortætningsrummet; Fødevandet bliver da salt, og Vandstanden i Kjedlerne stiger uafbrudt. Paa Kjedlerne kunne Vandstandsglas og Prøvehaner komme i Uorden, Fødeventiler sætte sig fast, Ristestænger blive overbrændte og falde ned i Askegraven o. s. v.

207. Ophøre med Dampningen. Gives der pludselig Ordre til at stoppe, medens Maskinen gaar med fuld Kraft, sættes Gangskiftningsapparatet i Midtstilling, Spjældet lukkes, Dæmperne lukkes, og Fyrdørene aabnes, om nødvendigt. Maskinen maa kun standses pludselig, naar

der i paatrængende Tilfælde gives Ordre til det af den Vagthavende paa Dækket og i Tilfælde, hvor et større Havari paa en eller flere af Maskinens Dele kan befrygtes, eller et Ulykkestilfælde indtræffe, dersom Gangen fortsættes. Den Vagthavende paa Dækket underrettes strax om Aarsagen til, at Maskinen er bleven stoppet.

Skal Maskinen ikke benyttes i nogen Tid (flere Timer), *bakkes Fyrene* (banking fires). Stopventiler og Dæmpere lukkes, Kullene rages sammen i en Bunke paa Forristen, og man fyrer ikke mere end nødvendigt for at holde Ilden vedlige. Skal Maskinen være klar til at gaa paa kort Varsel, holdes Arbejdstrykket oppe, med Kjedelpumpen cirkuleres Kjedelvandet ved Sugning fra Bunden og Indpumpning for oven; Tiden benyttes til at rense Fyr, støde Rør ud, spænde Pakdaaser, fornye Pakninger, rette mulig tilstedeværende Mangler o. s. v.

Nærmer Skibet sig Havn, underrettes Maskinmesteren herom en halv Times Tid, før Maskinen skal stoppes, for at der ikke skal være sværere Fyr end nødvendigt, naar Dampningen ophører. Skal der *slukkes af* (hauling fires), lader man Fyrene dø ud; Gløder og Slagge rages ud paa Dørken og slukkes. Rist og Askegrav renses. Fyrdøre og Dæmpere lukkes, for at Kjedlerne ikke skulle afkøles hurtig af den indstrømmende kolde Luft; man lader Kjedlerne henstaa urørte, saa at Dampens Tryk falder langsomt.

I Maskinen lukkes Spjæld, Stopventiler, Søforbindelsernes Til- og Afgangsventiler o. s. v. Smørevægerne udtages, Smørekoppernes Dæksler paasættes, Værktøj, Redskaber, Oliekander o. s. v. sættes paa Plads. Maskinen aftørres, renses og efterses efter Tid og Lejlighed.

208. Kjedlerne bør kun tømmes, naar Kjedelvandet er urent eller indeholder mange Fedtstoffer, samt naar de skulle efterses, renses eller istandsættes. Man maa ikke *tømme Kjedlerne ved Udblæsning* (blowing out boiler) fra fuldt Kjedeltryk, fordi den hurtige Forandring i Varmegraden vil gjøre Kjedlerne lække.

Skal Vandet tømmes af en Kjedel, maa Fyrene være fuldstændig slukkede. Først skummer man for at blive af med Fedtstofferne paa Kjedelvandets Overflade; naar Dampens Tryk er faldet til omkr. 20 Pund paa □", blæses Vand over Bord gjennem Bundhanen, til Vandstanden er sunken lidt under Kjedlens Midtlinie. Resten af Vandet lader man forblive paa Kjedlen til næste Dag, hvorefter det udpumpes med Kjedelpumpen, som bevæges ved Haandkraft eller med Damp fra en anden Kjedel; man kan ogsaa lade Vandet løbe ud af Kjedlen gjennem den nederste Rensedør og derefter pumpe det fra Maskinlasten over Bord.

Kjedlernes Levetid forlænges, naar man undgaar at tømme dem

ved Udblæsning; bedst er det at lade Kjedlerne henstaa urørte, til Kjedelvandet er koldt, og derefter udpumpe det, som ovenfor nævnt.

209. **Vedligeholdelse.** *Hovedaarsagerne til Kjedelpladernes Tæring.* Medens Maskinens Vedligeholdelse ikke frembyder særlige Vanskeligheder, kræve Kjedlerne et stadigt Tilsyn og hyppige Rensninger og have kun sjældent en Levetid, som strækker sig ud over 10 til 15 Aar.

Udsatte for Fugtighed og Luft ruste Kjedlens Plader (§ 282). Er Skibet oplagt, og Fugtigheden ikke er uddreven af Kjedlen, finder denne Rustdannelse Sted i Reglen over hele den indvendige Overflade. Under Damp er Rustdannelsen stærkest i Nærheden af Vandoverfladen og ved Føderørenes Udmunding i Kjedlen; her vil nemlig den Luft, som indpumpes med Fødevandet, først møde Pladerne.

Bliver den i Cylindrene anvendte Smøreolie spaltet af Dampen i Kjedlen, frigjøres dens Syrer, og disse angribe Pladerne.

Lokal Tæring finder ofte Sted; da Kjedlen er forfærdiget af forskjellige Materialier, opstaar der en galvanisk Strøm mellem disse, og det ene Materiale tæres.

Kjedlernes Pasning kan have en betydelig Indflydelse paa deres Levetid. Udsættes de for hyppige og pludselige Forandringer i Varmegraden, opstaar der uensartede Spændinger, og Samlingerne blive lække. Vandet kan da pine sig ud mellem disse, hvorved der dannes Rust ved Samlingen; underkastes Kjedlen atter en pludselig Varmegradsforandring, springer Rustskallen af, og et nyt Lag Rust dannes; i Tidens Løb opstaar der *Rustrender* (grooving), som svække Kjedlen betydelig ved det paagjældende Sted. En mangelfuld Vandcirkulation og Bundvandets langsomme Opvarmning have lignende Virkninger.

210. Midler mod Kjedelpladernes Tæring. Kjedelvandet bør holdes fri for Syrer, og fersk eller destilleret Spædevand bør, saa vidt muligt, benyttes; kun mineralsk Olie bør bruges til Smøring af Maskinens indre Slidflader. Zinkblokke anbringes i Kjedlerne til Beskyttelse mod den galvaniske Virkning. Kobberrør bør ikke findes i Kjedlerne; kun Messing-, Jærn- eller Staalrør bør benyttes.

Luft bør, saavidt muligt, holdes ude af Kjedlerne; under Opfyringen holdes Sikkerhedsventilerne derfor aabne, til Dampen viser sig, og Kjedelvandet skiftes kun, naar det er urent; saa lidt Søvand som muligt pumpes paa Kjedlerne.

Opfyring bør ske langsomt; Fyrdøren holdes saa kort som muligt aaben under Indfyringen; Røgkammerdørene maa ikke aabnes pludselig i den Hensigt at hæmme Dampudviklingen. Kjedlerne bør ikke tømmes paa en Gang ved Udblæsning. Damptrykket bør kun stige eller falde lang-

somt; Inderskallen maa aldrig blive blottet for Vand, den maa ikke blive dækket af et tykt Lag Kjedelsten eller af Fedtstoffer. Vand maa ikke kunne opsamle sig i Lasten under Kjedlerne, fordi Lastvand virker stærkt angribende paa Pladerne. Vand maa ikke løbe eller dryppe ned paa Kjedlerne fra Luger eller Utætheder i Dækket o. s. v.

Skal en Kjedel ikke benyttes i nogen Tid, fyldes den helt med Vand, hvortil sættes en Sodaopløsning, for at Kjedelvandet kan være alkalisk.

Skal Skibet oplægges, tømmes Kjedlerne fuldstændig, og Fugtigheden uddrives ved en svag Ild; ofte indsættes desuden paa Jærnbakker et Tørringsmiddel, som *ulæsket brændt Kalk* (slacked lime) eller *Klorkalcium* (calcium chloride); disse Stoffer indsuge Fugtigheden. Kjedlernes Døre holdes tæt lukkede. Til yderligere Sikkerhed mod Rustdannelse *udbrændes* Kjedlerne. Gjennem det øverste Mandehul indsættes en Bakke med glødende Trækul, og Mandedøren paasættes. Kullene bruge den Ilt, som findes i Luften i Kjedlen, til deres Forbrænding. De nødvendige Betingelser for Rustdannelse ere da ikke længer til Stede. Luftrør, Skorsten og Spildedampskorsten lukkes med Hætter af Jærn eller Sejldug.

211. Maskinen med dens Reservedele, Værktøj og øvrige Tilbehør bør altid holdes ren og fri for Rust. Blanke Dele kunne indsmøres med en beskyttende Blanding (§ 286). Alle Mangler og Fejl bør altid hurtigst muligt udbedres.

Man renser nu og da Kondensatorrørene for Fedt ved at tilføre Kondensatoren en Sodaopløsning gjennem Sodahanen.

Skal Hovedmaskinen eller en Hjælpemaskine ikke benyttes i nogen Tid, drejes den jævnlig for at holde Delene fra at ruste sammen. Alt Vand udtappes af Maskine og Rørledninger. Maskin- og Kjedelrummet holdes luftigt og tørt, og Lasten bør nu og da renses og tørres.

212. **Eftersyn.** *Kjedeleftersyn.* Udbedringer og Istandsættelser af Maskinens og Kjedlernes enkelte Dele kræve Fagkundskab, og Bestemmelse om, hvad der i hvert enkelt Tilfælde bør foretages, maa overlades til den som Haandværker uddannede, erfarne Maskinist. Følgende Arbejder skulle nærmere omtales.

Efter lang Tids Dampning maa *Kjedlerne rengjøres.* Ildrummet renses, Skorsten og Optræk fejes rene, bøjede Ristestænger rettes o. s. v.

Mande- og Rensedøre aftages. Folk sendes ind i Kjedlen; med Pikhamre og Skrabere løsnes Kjedelstenen, Fedtlag afskrabes; sidder

det fast, opløses det med Sodalud; Snavs og Skaller trækkes ud gjennem de underste Rensehuller, og Kjedlen skylles ren.

Kjedler, hvis Indre er utilgængeligt, renses ved Udkogning med fersk Vand, hvori er opløst lidt Soda.

Efter Rensningen underkastes *Kjedlerne* en omhyggelig *Undersøgelse*, som Maskinmesteren personlig bør foretage. Ældre Kjedler bør undersøges hyppigere end nye, men for øvrigt retter Tiden for Undersøgelsen sig efter Forholdene.

Viser Kjedlen Tegn til Svaghed paa et eller flere Steder, bør den strax tages ud af Brug, eller Kjedeltrykket nedsættes. Er Skaden ikke alvorlig, opsættes dens Udbedring til Rejsens Ende og udføres efter Kjedelrensningen.

For i Tide at standse begyndende Tæring, Lækager o. s. v. bør alle Mangler ved Kjedlen strax rettes. Formaalet med Undersøgelsen, der omfatter saavel Kjedlens Ydre som dens Indre, gaar ud paa at finde disse Mangler.

Om nødvendigt aftages Kjedelbeklædningen; Kjedelbunden og alle Samlinger i Yderskallen undersøges. Lække Samlinger eller Nagler stemmes tætte, Lapper paasættes, hvor Tæringen har været saa betydelig, at Pladen er væsentlig svækket.

Kanaler og Kamre undersøges baade fra Ildrum- og Vandrumsiden. I Kjedlens Indre bør man særlig undersøge de Dele, hvor der i Reglen hurtigst viser sig Tæring. Disse Dele ere Kanalernes Topplader og Sider over Risten, Kamrenes Top- og Bagplader, Stag- og Støttebolte, de Plader, hvorved Fødevandet udmunder, samt Pladerne ved Vandlinien.

Er en Plade stærkt tæret, undersøges dens Godstykkelse, efter at man har boret et lille Hul gjennem den; Hullet lukkes senere med en Skrue eller Nagle. Gruber i Plader renses og udfyldes med Cement. Tærede Nagler, Stag o. s. v. erstattes med nye, Zinkblokkene og deres Ophængning efterses.

Lækker et Kjedelrør, stemmes det tæt. Findes Lækken paa Røret mellem Rørpladerne, proppes det med Propper i bægge Ender eller med Lukkestag; ved første Lejlighed udtages Røret, og et nyt indsættes.

Kjedelbeslagene efterses, slibes tætte, pakkes og indsmøres i Olie eller Talg.

Last og Gulvplader renses.

Medens Hovedkjedlerne renses og undersøges, naar Skibet ligger ved Land, kan dette Arbejde for Spilkjedlens Vedkommende udføres paa Rejsen.

Mindst en Gang om Aaret skulle Skibets Kjedler underkastes en *Trykprøve* (hydraulic test), der foretages, efter at de ere rensede og under-

søgte. Trykprøven bestaar dels i at pumpe Vand paa Kjedlerne til et Tryk, som er $^5/_3$ Gange Kjedeltrykket, og, medens Trykket er paa Kjedlerne, undersøge, om de ere tætte og bære Trykket uden væsentlige Formforandringer, dels i, at man forvisser sig om, at Kjedlernes Trykmaalere vise rigtig, og at Sikkerhedsventilerne aabne ved det lovbefalede Tryk. De nærmere Forskrifter for Trykprøvens Afholdelse findes i Tillæget (Lov om Tilsyn med Dampfartøjer samt Bekjendtgjørelser angaaende denne Lov).

213. Ved større *Maskineftersyn* adskilles og undersøges Maskinens enkelte Dele saavel ud- som indvendig for Revner og andre Fejl; disse udbedres, Maskindelene renses og bevares mod Tæring.

Dæksler paa Cylindre, Gliderkasser og Kondensator aftages, og de indvendige Rum efterses. Alle Slidflader undersøges og udbedres, om nødvendigt. Slidte Pakninger fornyes. Pumperne og deres Ventiler adskilles og efterses. Naar Delene samles, maa Maskinmesteren personlig overbevise sig om, at intet Værktøj efterlades i Cylindrene e. l., at Delenes indbyrdes Stilling ikke er forandret ved Eftersynet, at alle Stikler, Sikkerhedsstifter og andre Stoppeindretninger ere paa Plads o. s. v.

Til større Maskinarbejder, som ofte ikke kunne udføres uden Hjælp fra Værksted, høre f. Ex. at bringe Axlerne i Linie, at paasætte større Lapper, at udbore slidte Cylindre, skifte Skrueblade o. s. v.

En Gang om Aaret tages Jærnskibe i Dok eller paa Bedding. Skibsbunden renses, efterses og males. Søforbindelserne efterses og slibes tætte. Alle Zinkbeskyttere efterses og fornyes, dersom de ere fortærede (§ 290). Skrueaxlen trækkes ind i Skibet og undersøges (§ 164). Stævnrøret og dets Slidflader efterses, Pakningen i Stævnrørets Pakdaase fornyes, om nødvendigt. Skrue og Ror efterses og males.

214. **Havarier.** Udbedringen af slidte, revnede eller bøjede Maskindele, revnede Rørledninger, Ventiler o. s. v. forbigaas i denne Lærebog.

Kjedelsprængning (boiler explosion). En Kjedel sprænges, naar en eller flere af dens Plader blive for svage til at bære Dampens Tryk; Pladen revner, Revnen udbreder sig videre, i Reglen følgende en Naglerække. Gjennem Hullet strømmer Dampen ud med stor Hurtighed; det derved opstaaende pludselige Trykfald giver Aarsag til en øjeblikkelig voldsom Dampdannelse; Kjedlen løftes ud af sit Leje og bliver ofte med forfærdelig Kraft slynget bort i en Retning modsat den, hvori Vand og Damp udstrømmer.

Kjedelsprængning skyldes Fejl ved Kjedlen eller ved dens Pasning.

Kjedlen kan være fejlt konstrueret, Pladerne kunne være for tynde, Afstivningen ikke tilstrækkelig til at bære Trykket, Materialet kan være slet eller en Reparation daarlig udført.

Kjedelsprængninger, som skyldes fejl Konstruktion eller slet udførte Reparationer, indtræffe ikke med Kjedler, der leveres fra eller istandsættes paa gode Værksteder; Fejl i denne Retning ville som oftest kunne opdages ved Kjedlernes Undersøgelse og Trykprøve.

Kjedelplader og Stag kunne være tærede saa meget, at Kjedlen giver efter for Trykket. Dette Tilfælde vil kun kunne indtræffe, naar Maskinmesteren har forsømt at undersøge Kjedlen og i Tide standse Tæringen eller foranledige Kjedeltrykket nedsat.

215. Kjedelsprængninger, der skyldes en skjødesløs Pasning af Kjedlen, opstaa i Reglen ved Vandmangel, for højt Tryk i Kjedlen og ved et tykt Lag Kjedelsten eller Fedtstoffer paa Kanaler og Kamre (§ 103).

Vandmangel kan indtræde ved et voldsomt Overkog, en opstaaende Læk paa Kjedlen, en skjødesløs Pasning af Fødningen, eller den kan skyldes fejl Visning af Vandstandsglasset. Blottes Inderskallens Plader i nogen Tid for Vand, blive de glødende, og da deres Styrke er betydelig forringet i denne Tilstand, bule de indefter mod Ildrummet; revne Pladerne, indtræder Sprængningen.

Opdager man, at Vandet er omtrent ude af Vandstandsglasset, men der dog kommer Vand fra dettes nederste Hane, lukkes Dæmperne, man føder stærkt og sætter, om fornødent, Kjedelpumpen til.

Give hverken Vandstandsglas- eller Prøvehaner Vand, lukkes Dæmperne samt Føde- og Stopventiler, Fyrene dæmpes med vaad Aske eller trækkes, om nødvendigt, og man lader Kjedlen henstaa urørt, til den er kold. Dersom man i dette Tilfælde føder Vand paa Kjedlen, kan den pludselige Afkøling af de glødende Plader fremkalde saadanne Spændinger i dem, at de revne.

Som Sikkerhedsmiddel mod Kjedelsprængning anvendes undertiden *Smelteproppe*r (fusible plug); en saadan bestaar af en Metalkapsel med en Gjennemboring, der er fyldt med en let smeltelig Blanding. Kapslen skrues i Inderskallens øverste Plade. Synker Vandstanden i Kjedlen saa langt, at Smelteproppen blottes, vil den let smeltelige Blanding smelte, Damp strømmer ud i Ildrummet og slukker Ilden, medens Trykket falder jævnt. Da Smelteproppperne ofte svigte, — de kunne f. Ex. være dækkede af et Lag Kjedelsten —, maa man ikke trygt stole paa, at de ville virke i det afgjørende Øjeblik.

For højt Tryk i Kjedlen kan kun indtræffe, naar Sikkerhedsventilerne sidde fast, ere for smaa eller blive overbelastede. Mod det første sikrer man sig, ved under Dampopsætningen samt nu og da under Gangen at løfte Ventilerne et Øjeblik med Letteapparatet. Sikkerhedsventilernes Størrelse er fastsat ved Lov (se Tillæget). Ere Sikkerhedsventilerne overbelastede, vil dette opdages ved Trykprøven; at forøge Ventilbelastningen udover den af Synsmændene godkjendte er strafbart.

Opdager man, at Trykket er for højt, trækkes Fyrene, og man lader Kjedlen henstaa, til den er kold.

Kjedelsten og Fedtlag paa Kanalerne kan fremkalde disses Sammenklapning. I værste Tilfælde blive Pladerne glødende og revne, og en Kjedelsprængning vil paafølge.

Det vil af ovenstaaende fremgaa, at Kjedelsprængning ikke vil indtræffe, naar Kjedlerne passes, renses, undersøges og trykprøves som ovenfor foreskrevet. Skulde der ved en grov Forsømmelighed indtræffe Mulighed for en Sprængning, vil denne dog kunne undgaas, naar man med Ro og Koldblodighed træffer de ovenfor anførte Forholdsregler.

216. Gang med ufuldstændig Maskine. Havarerer en Maskindel, og den ikke kan erstattes af en Reservedel eller hurtig istandsættes, vil man ofte kunne fortsætte Gangen, dog med mindsket Fart, efter at vedkommende Maskindel er sat ud af Virksomhed.

Er Skibet et Tvillingskrueskib, og det ene Sæt Maskiner bliver utjenstdygtigt, fortsættes Rejsen med det andet Sæt Maskiner.

Dersom den ene Maskine af et Sæt simple Maskiner eller Flergangsmaskiner bliver utjenstdygtig, f. Ex. ved Havari paa Cylinder, Stempel, Krumtapmekanisme e. l., frakobles den havarerede Maskine, og man gaar med den anden Maskine alene. Den havarerede Maskine frakobles ved at fjerne Forbindelsesstang og Gliderbevægelse; om nødvendigt udtages Glideren. Skal man gaa med Lavtryksmaskinen alene, nedsættes Kjedeltrykket. Da Maskinen nu kun har en, i Tregangsmaskiner to, arbejdende Krumtappe, maa den stilles heldig for Igangsætning, inden den skal sættes i Gang.

Indtræffer der Havari paa Cylinderbunden eller Dækslet, kan man lade vedkommende Maskine arbejde enkeltvirkende; den havarerede Endes Dampport lukkes.

Havarerer Fremexcentrikbevægelsen, erstattes den havarerede Del af den tilsvarende fra Bakexcentrikbevægelsen; Maskinen kan i saa Tilfælde ikke manøvreres.

Er et stort Antal Rør i Overfladekondensatoren utæt, fortættes Dampen ved Indsprøjtning. Man bør i saa Tilfælde altid nedsætte Kjedeltrykket, undersøge Saltholdigheden hyppig og ferske Vandet ved Skumning og Udblæsning.

Bliver Cirkulationspumpen utjenstdygtig, fortættes Dampen ved Indsprøjtning.

Havarerer Luftpumpen, sættes Cirkulationspumpen til at arbejde som Luftpumpe, og Dampen fortættes ved Indsprøjtning. Er Cirkulationspumpen ikke indrettet hertil, forsøger man først, om man kan ombytte den havarerede Del i Luftpumpen med den tilsvarende fra Cirkulationspumpen og fortætte Dampen ved Indsprøjtning. Lykkes dette

ikke, holdes Cirkulationspumpen gaaende, Dampen fortættes paa sædvanlig Maade, men uden Vakuum i Kondensatoren, og Fortætningsvandet pumpes fra denne eller Brønden, afhængig af Maskinens Indretning, paa Kjedlen. Det kan blive nødvendigt at lade Fortætningsvandet løbe i Lasten og pumpe det paa Kjedlerne med Kjedelpumpen, dersom det er rent; i modsat Fald pumpes det over Bord.

Bliver en Kondensator med dens Pumper ubrugelig, maa man forsøge paa at omdanne Maskinen til en Højtryksmaskine. Luftpumpens Ventiler og Stempel fjernes, Spildevandsventilen løftes, og man lader Dampen strømme ud i Luften gjennem Kondensatoren, Luftpumpen, Varmvandsbrønden og Spildevandsrøret. Kan dette ikke lade sig gjøre, forsøger man paa at føre Spildedamprøret ud i den fri Luft, f. Ex. gjennem Maskinskylightet. Benyttes Fødevand fra Søen, nedsættes Kjedeltrykket.

Bliver den ene Fødepumpe utjenstdygtig, klarer man sig med den anden. Havarere bægge Fødepumper, benyttes Kjedelpumpen til at føde Vand paa Kjedlerne.

Fremdrivning og Kulforbrug.

217. **Fremdrivning.** Skibets Hovedmaskine skal gjennem Fremdrivningsmidlet overvinde den Modstand, *Skibsmodstanden* (resistance of the ship), som Skibet møder under Fremdrivningen gjennem Vandet. Denne Modstand er sammensat af forskjellige Elementer, hvoraf de væsentligste ere: Gnidningsmodstanden, Hvirvelmodstanden og Bølgemodstanden.

De to første Modstande ere omtalte henholdsvis i § 49 og 50. Gnidningsmodstanden er foruden af Skibets Hastighed afhængig af den i Vandet nedsænkede Overflade, *Skibets vaade Overflade*, og denne Overflades *Tilstand.* Hvirvelmodstanden er mest berørt af Agterskibets Form; Vandet bør slippe Skibet let uden at føres med og blive sat i Hvirvler; det samme bør tilstræbes ved alle fremspringende Gjenstande under Vandet som Slingrekjøle, Axelbærere, Skruenav o. s. v.

Bølgemodstanden (wave resistance) fremkommer ved, at Skibet sætter Vandet ved Overfladen i Bevægelse og danner Bølger; hertil medgaar Energi, og det derved foraarsagede Tab kaldes Bølgemodstanden. Hvert Skib har sit særlige Bølgesystem, der intet har at gjøre med Vandets Bølgebevægelse, som skyldes Vinden. Bølgesystemet er foruden af Skibsformen nærmest afhængig af Skibets Længde og Hastighed gjennem Vandet; i Hovedtrækkene bestaar det af et Sæt *Tværbølger* og et Sæt *Skraabølger.* Bægge Sæt træde kun tydelig frem, naar Skibet drives frem ved en høj Hastighed. Det første Sæt har en Bølgetop, *Bovbølgen*, tværs paa Skibet og følgende dette ved Skibets Forende. Mindre Tvær-

bølger følge efter Bovbølgen, til man ved Skibets Agterende kommer til *Agterbølgen*, der ligesom Bovbølgen naar op til en anselig Højde i hurtiggaaende Skibe. Skraabølgerne ere ikke saa høje som Tværbølgerne; de danne en Vinkel paa 45° med Fremdrivningsretningen.

Ved smaa Hastigheder er Bølgemodstanden uden Betydning; for hvert Skib er der en vis Hastighed, inden for hvilken Gnidnings- og Hvirvelmodstanden ere de vigtigste Elementer i Skibsmodstanden, og hvor denne er omtrent proportional med Hastighedens Kvadrat. Drives Skibets Hastighed højere op, begynder Bølgemodstanden at faa Betydning, og naar man op over den *kritiske Hastighed* (critical speed), voxer Bølgemodstanden i høj Grad og danner den væsentligste Del af Skibsmodstanden. Den kritiske Hastighed er, udtrykt i Knob, omtrent = Kvadratroden af Skibets Længde i Fod.

Bølgemodstanden er afhængig af Vanddybden; løber et Skib med stor Hastighed ind paa lægt Vand, d. v. s. under 4 til 8 Gange Skibets Dybgaaende, voxe Tværbølgerne i Højde, og Skibets Hastighed falder ofte flere Knob, uagtet Maskinkraften forbliver uforandret. Det kan derfor hænde, at man, i Stedet for at vinde Tid, forlænger Rejsen, naar man, for at gjøre Vejen kortere, løber ind paa lægt Vand, uden at have taget Hastighedstabet i Betragtning.

En Modstand, som kan faa Betydning, naar Skibet damper op mod en frisk Kuling, er *Luftmodstanden* (§ 61). Skal Skibet dampe op mod Søen, voxer Modstanden ogsaa.

Skibsmodstanden vil forøges, naar *Vandet er i Strømning, og Skibet damper op mod denne.* For at Vandet kan være i Strømning, maa dets Overflade være hældende; skal Skibet dampe op mod Strømmen, maa det derfor ved Maskinens Kraft løftes for hvert Kvartmil det Antal Fod, som angiver Vandets Fald pr. Kvartmil. Erfaringen har ogsaa vist, at for samme Hestekraft er Hastigheden af et Skib, ikke alene over Grunden men ogsaa *relativt til Vandet*, større, naar man damper med Strømmen, end naar man gaar op mod den.

Særegen for Drivskruen som Fremdrivningsmiddel er den *Modstandsforøgelse*, som den foraarsager (se nedenfor).

218. Drivskruens Virkemaade. Som anført i § 48 skyldes Skibets Fremdrivning Reaktionen af den Vandmasse, *Skruevandet* (screw race), som Skruen kaster agterefter. Da Skruebladene danne en spids Vinkel med Diametralplanet, kastes Vandet dels agterefter, dels tværs ud til Siden. Skruevandets Bevægelse i Retningen tværs paa Diametralplanet kommer ikke Fremdrivningen til Gode. Denne Bevægelse fremtræder tydelig, naar Skruen ikke er tilstrækkelig nedsænket, saa at den kan suge Luft til sig; Skruevandet antager da Form af en Kegle med Spidsen vendt mod Skruen. Kan der ikke trænge Luft ind til denne, f. Ex. i moderne

Tvillingskrueskibe med smaa, dybt nedsænkede, hurtiggaaende Skruer, bliver Skruevandets Form mere eller mindre cylindrisk og har Udseende af et snoet Tov.

Jo større Tværsnit og større Hastighed det agterud strømmende Skruevand besidder, des større bliver dettes Bevægelsesmængde. Da Skruevandets Tværsnitsareal er bestemt ved Skruens Diskareal, vil Skibet drives hurtigere frem, jo hurtigere Skruen gaar rundt, thi derved forøges Skruevandets Hastighed agterefter.

Antager man, at Skruen virker paa stillestaaende Vand, vil Skruevandets Hastighed relativt til Skibet og i Fremdrivningsretningen være v = Produktet af Skruens Stigning og Omdrejningerne i Minuttet; da Skibet har en Hastighed V fremefter, bliver Skruevandets absolute Hastighed v—V.

Skruen arbejder imidlertid ikke paa stillestaaende Vand; paa det Sted, hvor Skruen i Reglen virker, følger Vandet, *Kjølvandet* (dead water), med Skibet, dels fordi det rives med ved Gnidningen mod Skibssiden, dels fordi Agterenden trækker Vandet med sig, særlig naar den har en fyldig Form. Da Skibet sætter og holder dette Vand i Bevægelse, og dette kun kan ske paa Bekostning af det i Maskinen udviklede Arbejde, er det Tegn paa en uøkonomisk Fremdrivning, naar Skibet slæber en stor Vandmasse med sig.

Kjølvandets Hastighed er størst i Overfladen og i Skibets Midtlinie og aftagende baade nedefter og til Siden. Dette Forhold bevirker, at det i § 167 givne Udtryk for Skruens Slip, i hvilket er forudsat, at Skruen virker paa stillestaaende Vand, ikke giver den rette Værdi for den Hastighedsforandring, Skruen har givet Vandet, som det virker paa. Beregnet efter Ligning 31 (§ 167) kan denne Slip, som kaldes den *tilsyneladende Slip* (apparent slip), endog blive negativ, naar Skibet har en uheldig Form for Fremdrivning; Skibets Hastighed skulde altsaa være større end Skruens, saa at Vandet ikke havde nogen absolut Hastighed agterefter. Tager man Hensyn til Kjølvandets Hastighed og beregner Slippen som Forskjellen mellem Skruens Hastighed og Kjølvandets Hastighed i Forhold til Skibet, bliver Slippen, *den sande Slip* (true slip), altid positiv, thi Vandet maa have en absolut Hastighed agterefter, for at Skibet kan drives frem. Da man sjældent kjender Kjølvandets Hastighed, forstaas ved Skruens Slip den tilsyneladende Slip, hvor ikke andet er anført.

Er Skruens Hastighed = Skibets, har Skruen ingen Virkning paa Vandet. Under Dampning maa Skruen have en større Omdrejningshastighed; den maa altsaa trække Vandet, som er foran den, til sig; herved formindskes Vandets Tryk mod Skibets Agterende, hvad der er ensbetydende med en Forøgelse af Modstanden.

Skruens Modstandsforøgelse er navnlig stor, naar Skibets Agterende ikke giver Vandet frit Løb til Skruen. I Skibe med fulde Linier agter kan Modstandsforøgelsen blive 20% og derover af Skibsmodstanden; i moderne Tvillingskrueskibe er den omkr. 15%.

219. En forøget Skibsmodstand forøger Slippen, thi Skruen maa gjøre flere Omdrejninger og Maskinen udrette mere Arbejde for at drive Skibet frem.

Det er en bekjendt Sag, at Jærnskibenes Bund ikke kan holdes ren; Planter og Dyr fæstne sig i Tidens Løb paa Bundens Plader, hvorved disses Overflade bliver ru; herved voxer Gnidningsmodstanden, og Skruen maa gjøre flere Omdrejninger for samme Hastighed af Skibet; Slippen bliver altsaa større, end naar Bunden er ren. Har Skibet ligget $^1/_2$ til 1 Aar eller endnu længere i Vandet, uden at Bunden er bleven renset, er Forøgelsen i Skibsmodstanden ofte meget kjendelig og viser sig dels ved en Formindskelse i den største Hastighed, Fuldkraftshastigheden, Skibet kan opnaa, dels ved en Stigning i Kulforbruget. Skibsbundens Tilgroning har derfor en betydelig Indflydelse paa en økonomisk Fremdrivning; dette Spørgsmaal vil blive nærmere omtalt i et senere Afsnit (§ 292).

En væsentlig Indflydelse har ogsaa Tilstanden af Drivskruens Overflade; er denne ru, tabes betydelig ved Gnidningsmodstande, fordi Skruen skærer sig gjennem Vandet med en betydelig Hastighed. Blanke Metalskruer give derfor Skibet en større Hastighed, end Jærn- og Staalskruer, idet disse sidste hurtig blive ru paa Overfladen (§ 169).

Slippen bliver større, naar Skibet har Modvind eller damper op mod Sø, naar det bugserer o. s. v.

Saalænge Skruen er nedsænket under Vandoverfladen, vil Skibet være lettere at drive frem, jo højere det ligger paa Vandet. Skibets Deplacement og dets vaade Overflade voxer med Dybgaaendet, og da Skibsmodstandens forskjellige Elementer voxe med Deplacementet og den vaade Overflade, maa Maskinen udvikle en større Kraft for at drive Skibet frem ved en bestemt Hastighed, jo dybere Skibet ligger paa Vandet. Skibet kan altsaa ikke opnaa saa stor en Hastighed, naar det er dybt lastet, som naar det er let lastet.

Er Skruen ikke tilstrækkelig nedsænket, saa at Bladene skære Vandoverfladen, gaar en stor Del af Maskinens Kraft tabt ved, at Vandet piskes til Skum; Skruens Virkningsgrad falder betydelig, og det kan hyppig indtræffe, at der i dette Tilfælde behøves en større Maskinkraft til at drive Skibet frem med en bestemt Hastighed, end da Skibet var lastet.

Skibets Styrlastighed har Indflydelse paa Slippen og derigjennem paa Skibets Hastighed. I smult Farvande, hvor Søen ikke naar en saadan Højde, at Skruen løftes op af Vandet, vil man ofte opnaa det bedste Resultat i Retning af Fremdrivning, naar Skibet ligger let agter,

saa at den fyldige Del af Agterenden er løftet fri af Vandet; der slæbes da mindre Vand med Skibet.

Skal Skibet dampe over større, aabne Farvande, bør man derimod give det en stor Styrlastighed agterefter, for at Skruen ikke i Søgang skal blive løftet op af Vandet.

220. Tabene ved Fremdrivning. Maskinens effektive Hestekraft medgaar til at udrette følgende Arbejder:

1) at overvinde Skibsmodstanden eller det nyttige Arbejde,
2) at overvinde Skruebladenes Gnidningsmodstande,
3) at dække Tabet ved Skruens Modstandsforøgelse samt
4) at give Skruevandet Bevægelsesenergi.

Skruevandet skal kastes agterefter, for at Skibet kan gaa frem, men naar Skruevandet forlader Skruen, besidder det en Bevægelsesenergi, som ikke kommer til Nytte; den taber sig efterhaanden i Gnidnings- og Hvirvelmodstande.

Skruebladenes Gnidningsmodstande og Skruens Modstandsforøgelse ere Tab, særegne for Drivskruen; man kan formindske dem betydelig ved at anvende Skruer med glatte Overflader og give Skibet fine Linier agter; men de kunne ikke helt undgaas.

Produktet af Skibsmodstanden og Skibets gjennemløbne Vejlængde er det nyttige Arbejde, Skruen udretter; det er i de nyeste, bedste Tvillingskrueskibe 0,55 af Maskinens indicerede Hestekraft, saa at Skibsmaskinens Virkningsgrad som Fremdrivningsmiddel er 0,55.

221. Hastighedsprøver (progressive trial) tjene til at bestemme den til en given Omdrejningshastighed og Kraftudvikling af Maskinen svarende Hastighed af Skibet. Man lader Maskinen gaa med et valgt Antal Omdrejninger i Minuttet og bestemmer samtidig dels Hovedmaskinens indicerede Hestekraft, dels den Hastighed, Skibet opnaar. Dette gjentages med en anden Gang af Maskinen; Resultatet fremstilles i Kurveform. I en passende Skala afsættes Skibets Hastighed fra et Begyndelsespunkt 0 (Fig. XIII, 15) langs Abscisseaxen OX. Lad OM_1 f. Ex. fremstille Hastigheden paa en af de afholdte Hastighedsprøver. I en anden Skala afsættes det til Hastigheden svarende Antal Omdrejninger i Minuttet paa Ordinater, trukne $\perp$ Y-Axen. Lad $M_1 B_1$ fremstille Omdrejningerne i Minuttet, svarende til Hastigheden OM_1. Paa lignende Maade gaar man frem for de øvrige Hastighedsprøver, hvoraf 4 til 6 ere tilstrækkelige til Kurvernes Bestemmelse, naar Skibets Fuldkraftshastighed ikke naar op over 12 til 14 Knob. Gjennem de saaledes fundne Punkter trækkes en Kurve, *Omdrejningskurven* (curve of revolutions) $OB_1 B_2$ o. s. v. Denne Kurve gaar ud fra Begyndelsespunktet O, thi Skibets Hastighed er O, naar Maskinen staar stille. Den er omtrent en ret Linie fra Begyndelsespunktet og til en Hastighed, som ligger i Nærheden af den kritiske.

Vil man ved Hjælp af Kurven bestemme det Antal Omdrejninger, Maskinen skal gaa med for at opnaa en bestemt Hastighed, trækkes Ordinaten fra denne til Kurven, og Ordinatens Længde, maalt i den for Omdrejningerne i Minuttet valgte Skala, bestemmer det til Hastigheden svarende Omdrejningsantal. Paa lignende Maade bærer man sig ad, naar man vil se, hvor stor en Hastighed Skibet opnaar med en given Omdrejningshastighed af Maskinen.

Det vil fremgaa af det tidligere anførte, at Skibets Hastighed for samme Omdrejningshastighed af Maskinen bliver forskjellig, eftersom Skibet ligger let eller dybt, Skibsbunden er ren eller uren o. s. v. Omdrejningskurvens Beliggenhed vil derfor blive forskjellig, naar de Forhold, hvorunder Hastighedsprøverne foretages, forandre sig, men dens Form forbliver uforandret.

222. Paa lignende Maade som ovenfor omtalt for Omdrejningskurven skaffer man sig en *Hestekraftkurve.* Den paa en Hastighedsprøve fundne Hestekraft $M_1 A_1$ (Fig. XIII, 15) afsættes som Ordinat svarende til Prøvens Hastighed OM_1 som Abscisse; ved Afsættelsen af Hastigheden benyttes samme Skala som ved Omdrejningskurvens Konstruktion, medens en passende Skala, afhængig af Prøvens Nøjagtighed og Formaal, Papirets Størrelse o. s. v. maa vælges for Hestekraften; $OA_1 A_2$ er Hestekraftkurven. Da den Hestekraft, som fordres til at drive Skibet frem ved en given Hastighed, voxer, naar Skibsmodstanden tiltager, maa det den Dag, Hastighedsprøverne afholdes, nøje iagttages, hvorledes Dybgaaendet, Skibsbundens Tilstand, Vind og Vejr o. s. v. var paa Prøven.

Det vil af Hestekraftkurvens Form fremgaa, at Hestekraften stiger langsomt ved lave Hastigheder, saa at en ringe Forandring i Hestekraften medfører en stor Forandring i Hastigheden. Ved en Hastighed, der i Fig. 15 er fremstillet ved OM_2, og som nærmest er afhængig af Skibets Længde og Form, begynder Hestekraftkurven at bøje stærkt opefter, saa at en stor Forandring i Hestekraften nu medfører en ringe Forandring i Hastigheden.

Hvert Skib har sin særegne Form af Hestekraftkurve. Jo senere denne bøjer opefter, og jo mindre stærkt den derefter stiger, des bedre for Fremdrivningen. Hestekraftkurven kan ikke konstrueres paa Basis af theoretiske Beregninger; den kan kun findes ved direkte Forsøg med Skibet, nemlig paa de nedenfor omtalte Hastighedsprøver. Derimod kan man tegne en Kurve for det nyttige Arbejde under Fremdrivningen, naar man har anstillet Forsøg med en *Model* (model) af Skibet. Modellen trækkes gjennem Vandet, og dens Modstand findes ved forskjellige Hastigheder; man er derefter i Stand til af Modellens Modstand at udregne Skibets Modstand og det nyttige Arbejde. *Modelforsøg* (model experiment) kunne kun foretages, hvor man har *Modeltank.*

223. Hastighedsprøver bestaa i, at man under gode Vejrforhold gjennemløber en nøjagtig udmaalt kort Strækning; Varigheden af hver Prøve er uden Betydning, naar man blot med Nøjagtighed bestemmer den Hestekraft og Hastighed, som i et givet Øjeblik hører sammen.

I vore egne Farvande foretages Prøverne bedst i Sundet ud for Vedbæk, hvor der paa Land er opstillet Stænger med Ballon paa Toppen; de angive to parallele Mærkelinier, hvis Retning er N 71 Ø retv., saa at Kursen vinkelret paa Mærkelinierne er retv. N 19 V. Sejles normalt paa disse Linier, vil Afstanden mellem dem være 5879,3 danske Fod, eller 20,7 Fod mindre end 1 Kvml. Skæres de under en Vinkel af $4^3/_4{}^0$ med Normalen, vil Afstanden netop være 1 Kvml. Disse Omstændigheder bevirke, at man, naar man for Nordgaaende passerer Mærkelinierne paa en Kurs, der ligger mellem N2V og N14V misv. og for Sydgaaende paa en Kurs mellem S2Ø og S14Ø misv., som Regel vil faa Hastigheden tilstrækkelig nøjagtig bestemt ved altid at tage den gjennemløbne Vej mellem Mærkelinierne for 1 Kvml., eller med andre Ord, ved at dividere 3600 med Tidsforløbet paa Milen i Sekunder.

Af Hensyn til Vind, Sø og Strøm maa der ved hver Hastighed tages mindst to Løb over Milen paa modsatte Kurser. Ved høje Hastigheder bør Løbene afholdes paa dybt Vand.

Omdrejninger og Hestekraft findes paa Løbene og Middeltallet for de sammenhørende Løb udregnes. Kurver for Omdrejninger og Hestekraft afsættes, og Resultatet opstilles i Tabelform (§ 227).

224. Inden for visse Grænser kan Skibsmodstanden antages proportional med Hastighedens Kvadrat, og da det nyttige Arbejde under Fremdrivningen = Produktet af Skibsmodstand og Hastighed og kan antages at staa i ligefremt Forhold til Maskinens Hestekraft, vil denne inden for de samme Grænser være proportional med Hastigheden i tredie Potens. Er Skibets Deplacement D, vil D i Potensen $^2/_3$ kunne fremstille Skibets vaade Overflade, og da Skibsmodstandens væsentligste Del ved almindelige Hastigheder: Gnidningsmodstanden er proportional med denne Overflade, vil man kunne sætte:

$$C = \frac{D^{2/3} \cdot V^3}{I} \quad \ldots\ldots (37),$$

hvor C er en Konstant, V Skibets Hastighed og I den til Hastigheden svarende indicerede Hestekraft. Dette Udtryk, der kaldes *Deplacement-Koefficienten*, kan ofte med Fordel benyttes ved praktiske Beregninger, naar de Skibe, hvis Fremdrivningsforhold man vil sammenligne, ere af ensartede Typer (§ 230). Koefficienten kan ikke anvendes ved høje Hastigheder, fordi Hestekraften her stiger med en højere Potens af Hastigheden end tredie.

Exempel I: I et Dampskib er Maskinens Hestekraft ved 9 Knob: 173; hvad er Hestekraften ved 7 Knob?

Sættes den søgte Hestekraft = x,

$$\text{har man } \frac{9^3}{173} = \frac{7^3}{X},$$

$$\text{altsaa bliver } X = \frac{7^3}{9^3} \cdot 173 = 81 \text{ H. K.}$$

Exempel II: I et Dampskib A, hvis Deplacement er 1186 Tons, maa Maskinen udvikle 1712 H. K. for at drive Skibet frem ved 13,04 Knob. Hvad vil Hastigheden af et Dampskib B, hvis Deplacement er 1252 Tons, og *som er af samme Type som A*, blive, naar dets Maskine udvikler 1444 H. K?

Først udregnes Deplacementkoefficienten for A:

$$C = \frac{1186^{2/3} \cdot 13{,}04^3}{1712} = 145.$$

Antages nu Deplacementkoefficienten at være ens i de to Tilfælde, kan man sætte:

$$145 = \frac{1252^{2/3} \cdot X^3}{1444}$$

eller den søgte Hastighed $X = 12{,}17$ Knob.

225. **Fremdrivningsevnen.** Skibets Evne til at følge en ret- eller krumlinet Bane er udtrykt ved dets Fremdrivnings- og Manøvreevne, hvoraf Fremdrivningsevnen omfatter Skibets Bevægelse i Banen under Fart, medens Manøvreevnen vedrører Skibets Bevægelse med voxende og aftagende Hastigheder samt Drejninger under Fart og paa Stedet.

Til Opnaaelse af fuldt Kjendskab til Fremdrivnings- og Manøvreevnen hører Bestemmelse af:

a. Skibets største Hastighed,
b. Kulforbruget,
c. Styreevnen,
d. Drejeevnen,
e. Skruens Magt over Skibet.

Vi begynde med:

226. Skibets største Hastighed. Denne afhænger nærmest af Kjedlerne, saa længe Maskinen kan forbruge al den Damp, Kjedlerne kunne udvikle. Da denne Dampmængde er afhængig af Kjedlernes Tilstand og af den Tid, hvori den skal udvikles, er der forskjellige Benævnelser for Skibets største Hastighed, efter som den kan vedligeholdes i kortere eller længere Tid.

Ved *Maximumshastigheden forstaas den største Hastighed, Skibet kan opnaa, men kun holde i ganske kort Tid,* d. v. s. i nogle faa Minutter. Denne Hastighed bestemmes ved Løb paa maalt Mil (measured mile trial). Maskineriet bringes i den bedst mulige Orden; lige før, man er ved Milen, lader man Maskinen løbe saa hurtig, den kan. Paa disse Prøver, der afholdes som de ovenfor omtalte Hastighedsprøver, udsættes Maskinens enkelte Dele for de største Kraftpaavirkninger, de under normale Forhold kunne møde; Prøverne afgive derfor Bevis for, om Maskinen besidder den fornødne Styrke.

Ved Fuldkraftshastigheden forstaas den største Hastighed, et Skib kan opnaa og vedligeholde i nogle (3 til 6) Timer. Fuldkraftsprøver (full power trial) tjene til Bestemmelse af denne Hastighed, og da navn-

lig den *Modtagelsesprøve* (reception trial), som det nye Maskineri underkastes til Bedømmelse af Maskinens Forarbejdelse, Soliditet og Opstilling. Paa Fuldkraftsprøven maales Maskinens Hestekraft; ved denne og Fuldkraftshastigheden bør Maskinens Kraft og Skibets største Hastighed betegnes, og ikke, som det ofte sker, ved Maximumshastigheden og den til denne svarende Hestekraft.

Ved Udholdenhedshastigheden forstaas den største Hastighed, Skibet kan opnaa og vedligeholde i et længere Tidsrum. Denne Hastighed er lavere end Fuldkraftshastigheden. Dels maa Kjedlerne renses under Gangen, dels kan Maskineriet kun blive betjent af Vagtbesætningen, medens man paa Fuldkraftsprøver undgaar Rensning af Fyr og Kjedelrør og har hele Maskinpersonalet til Raadighed. Udholdenhedshastigheden (sea speed) benyttes bl. a. af Passagerdampere, som skulle tilbagelægge store Vejlængder i den kortest mulige Tid.

Skibets største Hastighed er afhængig af Dybgaaendet, Styrlastigheden, Skibsbundens Tilstand, Vind og Vejr, Kullenes Beskaffenhed o. s. v. Ved Modtagelsen af et nyt Skib bør dette paa Modtagelsesprøven saa vidt muligt være lastet til sin fulde Bæreevne; Skibsbunden bør være ren, Vejrforholdene gode, og den Kulsort, som Skibet fremtidig skal bruge under Sejladsen, bør anvendes.

227. Kulforbruget. I Dampskibe er Brændslet Maskineriets største Forbrugsgjenstand; Kulforbruget er derfor af særlig Betydning for en økonomisk Fremdrivning og kan i enkelte Tilfælde spille en saa vigtig Rolle, at Skibets Existens kan komme til at afhænge af Forbrugets Størrelse i Forhold til Kulbeholdningen. Kun i farefulde Situationer bør man derfor lade Økonomien med Kul ude af Betragtning; i alle andre Tilfælde bør man vælge Skibets Hastighed og passe Maskineriet saaledes, at unødvendigt Forbrug af Brændsel undgaas.

Det samlede Kulforbrug i et moderne Dampskib medgaar dels til Fremdrivning, Opfyring og bakkede Fyr, dels til at holde Hjælpemaskiner som Spil, Lysmaskiner o. s. v. gaaende. Forbruget af Kul til Fremdrivning bestemmes paa *Kulprøver* (coal consumption trial) ved forskjellige Hastigheder. Fra det paa Kulprøverne fundne Kulforbrug findes ved Hjælp af Kurver eller Tabeller Kulforbruget ved alle de Hastigheder, Skibet kan gaa med.

Lad os tage et Exempel: Med Fyrdamperen »C. F. Grove« er der i November 1890 afholdt nogle Hastigheds- og Kulprøver, som have givet det i Fig. XIII, 16 ved Kurver og i nedenstaaende Tabel ved Tal fremstillede Resultat. Skibets Deplacement var 352 Tons, Middelspantarealet 162 □′, Amning for: 7′ 0″, agter 9′ 0″. Skibsbunden ren, Vejrforholdene gode. Wales Kul benyttedes.

Skibets Hastighed i Knob	Maskinens Omdrejninger i Minuttet.	Maskinens Hestekraft.	Kul i Timen i Pund.	Kul i Timen i Tønder.	Kul i Timen pr. H.K. i Pund.	Kul pr. Kvml. i Pund.	Virkningsradien i Kvml.
4	38	22	155	omtr. $^1/_2$	7,1	39	1720
5	47	36	175	$^1/_2$	4,9	35	1910
6	57	54	202	$^5/_8$	3,7	34	1970
7	67	80	240	$^3/_4$	3,0	34	1970
8	77	116	295	$^7/_8$	2,5	37	1810
9	88,5	173	375	$1^1/_8$	2,2	42	1600
10	102	266	490	$1^1/_2$	1,8	49	1370
11	119	448	850	$2^1/_2$	1,9	77	870

Kurve AAA for Maskinens Omdrejninger i Minuttet og Kurve BBB for Maskinens indicerede Hestekraft ere konstruerede paa den i § 221 og 222 anførte Maade. Skibets Maximumshastighed er 11 Knob. Aflæses Omdrejningerne og Hestekraften ved forskjellige Hastigheder paa de ved Figurens venstre Side opførte Skalaer, vil man faa samme Resultat, som Tabellen giver. Da det er et lille, kort Skib, er 11 Knob en høj Hastighed for det; ved 9 Knob begynder Hestekraftkurven at stige stærkt; Hestekraften ved $9^1/_2$ Knob er 212; forøges Hastigheden $1^1/_2$ Knob over denne, bliver Hestekraften mere end fordoblet.

Kurve CCC fremstiller Kulforbruget i Timen i engelske Pund. Det vil af Kurvens Form ses, at Kulforbruget stiger langsomt ved lavere Hastigheder, men over 9 Knob voxer det stærkt ligesom Hestekraften og er ved 11 Knob næsten dobbelt saa stort som ved 10 Knob. I Tabellen er Kulforbruget i Timen givet baade i engelske Pund og danske Tønder (1 Td. = 330 lbs.).

228. *Kulforbruget pr. H.K. i Timen* faas ved at dividere Kulforbruget i Timen i Pund med den tilsvarende Hestekraft. I det valgte Exempel er f. Ex. ved 10 Knob Kulforbruget pr. H.K. i Timen $= \frac{490}{266} = 1{,}8$ Pund. Denne Enhed er størst ved lave Hastigheder; den bliver mindre, jo større Hastigheden er, indtil en Minimumsværdi naas ved en Hastighed, som er en til tre Knob lavere end Maximumshastigheden. Ved fuld Kraft er Kulforbruget pr. H.K. i Timen som oftest lidt større end Minimumsværdien. Denne er et Udtryk for Maskinens Økonomi, idet den angiver det mindste Forbrug af Kul, som maa forbrændes i Timen for hver Hestekraft. Den indbefatter baade Kjedlernes Virkningsgrad og Maskinens Virkningsgrad som Dampmaskine. Kulforbruget pr. H.K. i Timen i en moderne, godt konstrueret Tregangsmaskine kan sættes til 1,5 Pund; er

Brændværdien af Kullene 8000 V. E. (§ 101), bliver den samlede Virkningsgrad af Kjedler og Maskine som Dampmaskine (§ 89):

$$\frac{33000 \cdot 60}{1{,}5 \cdot 8000 \cdot 1392} = 0{,}12$$

eller kun 12% af Kullenes Arbejdsværdi kommer til Nytte som udrettet Arbejde i Maskinens Cylindre. Ifølge § 220 kan man i bedste Fald regne, at det nyttige Arbejde under Fremdrivningen er 55% af Hestekraften, eller, med andre Ord, i et moderne Maskineri er dettes Virkningsgrad som Fremdrivningsapparat for Skibet kun 0,06. 94 % af Kullenes Arbejdsværdi gaar af de tidligere anførte Grunde tabt i Kjedlerne, Maskinen og ved Skruen.

Kulforbruget pr. H.K. i Timen har i Gjennemsnit følgende Minimumsværdier:

Højtryksmaskiner	6 til 8	lbs.
Lavtryksmaskiner	3,5—4,5	»
Ældre Høj- og Lavtryksmaskiner	2,5—3,5	»
Nyere Høj- og Lavtryksmaskiner	1,9—2,5	»
Tregangsmaskiner	1,4—1,8	»

Maskinens mest økonomiske Gang ligger ved den Hastighed, hvor Kulforbruget pr. H.K. i Timen er mindst.

Kulforbruget pr. Kvml. faas ved at dividere Kulforbruget i Timen i Pund med den tilsvarende Hastighed i Kvml. I det valgte Exempel er Kulforbruget pr. Kvml. ved en Hastighed af 10 Knob altsaa $= \frac{490}{10} = 49$ Pund. Det vil af Tabellen i 227 ses, at Kulforbruget pr. Kvml. falder langsomt fra 4 Knob til 7 Knob, hvor det naar sin mindste Værdi: 34 Pund. Herfra stiger det i Begyndelsen langsomt, men ved høje Hastigheder hurtig, til det ved fuld Kraft er over dobbelt saa stort som Minimumsværdien.

Ved den Hastighed, hvor Kulforbruget pr. Kvml. er mindst, *Skibets mest økonomiske Hastighed*, kan Skibet for Damp alene tilbagelægge den største Vejlængde med et givet Kulforraad.

Skibets mest økonomiske Hastighed ligger for alle Skibe mellem 4 og 9 Knob. I Exemplet er den som ovenfor nævnt 7 Knob.

Dampning ved Skibets mest økonomiske Hastighed giver den fordelagtigste Fremdrivning i Retning af Økonomi med Kulforbruget, men denne Hastighed er som oftest for lav. Tages Hensyn baade til Tid og økonomisk Fremdrivning, kan man gaa med den Hastighed, hvor Udtrykket $\frac{\text{Hastighed}}{\text{Kul pr. Kvml.}}$ har sin største Værdi. Denne Hastighed kaldes *Hastigheden for størst Fart med forholdsvis mindst Kulforbrug.* I Exemplet ligger den ved $8^3/_4$ Knob.

Divideres Kulforbruget pr. Kvml. ind i Kulbeholdningen, faas den største Vejlængde, Skibet kan dampe ved den paagjældende Hastighed; denne Vejlængde kaldes Skibets *Virkningsradius* (radius of action). I Exemplet er Kulbeholdningen 66990 Pund; ved 10 Knob vil Fyrdamperens Virkningsradius altsaa være $= \frac{66990}{49} = 1367$ Kvml. Ved 11 Knob kan Skibet kun dampe Halvdelen af den Vejlængde, det kan tilbagelægge ved den mest økonomiske Hastighed.

Skibets Virkningsradius bliver i Almindelighed beregnet under Forudsætning af fuld Kulbeholdning ved Rejsens Begyndelse og et Forbrug af Kul, svarende til det, Kulprøverne have givet. Med mindre man er i Stand til at opgive Forbruget som Gjennemsnitsforbruget paa en længere Rejse, vil man ikke kunne gaa ud fra, at Skibet har saa stor en Virkningsradius, idet Kulforbruget paa Rejsen altid vil blive lidt større end det, som findes paa en Kulprøve af nogle faa Timers Varighed. En Forøgelse af Kulforbruget paa Rejsen kan nemlig ikke undgaas paa Grund af Indflydelsen af Vind og Vejr, Forandringer i Dybgaaendet, Skibsbundens Tilstand, Fyr- og Rørrensning, Kullenes Beskaffenhed o. s. v., ligesom der i et moderne Dampskib forbruges en Del Kul til at drive Hjælpemaskiner og til andet Udenomsbrug.

I Fig. XIII, 16 giver Kurven DDD Skibets Virkningsradius i Kvml. Mellem 5 og $7^1/_2$ Knob er Kurvens Ordinater omtrent lige lange; man kan altsaa inden for disse Hastigheder gjennemløbe omtrent den samme Vejlængde, men over $7^1/_2$ Knob nærmer Kurven sig Abscisseaxen, og Skibets Virkningsradius aftager hurtig.

229. Ved Valget af den Hastighed, man vil give Skibet paa en Rejse, er Rejsens Formaal og en økonomisk Fremdrivning det i Hovedsagen bestemmende. I en Fragtdamper med en forholdsvis lille Maskine lader man i Reglen denne gaa med fuld Kraft fra Havn til Havn. Saalænge dette kan ske med en magelig Fyring i Kjedlerne, vil som Regel baade Maskineriets Økonomi være god og den opnaaede Hastighed ligge inden for den Hastighed, hvorved Skibsmodstanden stiger stærkt.

I hurtiggaaende Skibe med kraftige Maskiner vil Fremdrivningen derimod være i høj Grad uøkonomisk ved fuld Kraft. Lad os tage et Exempel: I Krysserkorvetten »Valkyrien« bruges ved 15 Knob 1,2 Tdr. Kul pr. Kvml. og ved $17^1/_2$ Knob 2,3 Tdr. pr. Kvml. Paa en Rejse af 1000 Kvml.'s Længde vil der spares 1100 Tdr. Kul, dersom Krysserkorvetten damper med en Hastighed af 15 Knob i Stedet for $17^1/_2$ Knob, og Rejsen vil i det ene Tilfælde kun vare omtrent 10 Timer længere end i det andet.

Spiller det ikke nogen Rolle, om Rejsen tager lang Tid, eller

nærmer man sig f. Ex. en Havn, hvor man kun til visse Tider kan komme ind, eller der ikke vindes noget ved hurtigst muligt at naa den (Havnetid, Helligdag o. l.), bør man vælge en Hastighed, som ligger i Nærheden af den mest økonomiske.

Naar Hensyn tages til de øvrige Udgifter ved at holde Skibet i Gang, til den ved en højere Hastighed opnaaede kortere Dampningstid, hvad der kan komme den næste Rejse, Skibet skal paa, til Gode, Udsigterne til daarligt Vejr o. s. v., vil en højere Hastighed end den mest økonomiske som oftest være at foretrække. Er Økonomien ved Kulforbruget af megen Betydning, kan der blive Tale om at gaa med Hastigheden for størst Fart med forholdsvis mindst Kulforbrug. Gjælder det om at komme hurtig frem, kan man benytte Udholdenhedshastigheden, naar Rejsen er lang, Fuldkraftshastigheden, naar man kun skal dampe nogle Timer, eller Maximumshastigheden, naar Skibet skal forceres frem kun for et Øjeblik.

Jo bedre Skibets Fremdrivningsforhold kjendes, des sikrere lader den fordelagtigste Hastighed sig bestemme. Som almindelig Regel er det i søgaaende Dampere tilraadeligst, naar Fremdrivningsforholdene ikke kjendes nøje, at gaa med den Hastighed, som opnaas, naar Maskineriet udvikler $^3/_4$ af sin fulde Kraft.

Er Hastigheden fastsat, bliver det Maskinmesterens Opgave at vedligeholde den med det mindst mulige Kulforbrug. Har Skibet flere Kjedler, kan der ved lavere Hastigheder blive Tale om kun at benytte enkelte af dem. Som Hovedregel er det mest økonomisk at gaa med mange Kjedler og magelig Fyring fremfor forceret Fyring i et færre Antal Kjedler. Skal man kun dampe i ganske kort Tid (nogle Timer), vil det dog ofte være fordelagtigst at gaa med et ringe Antal Kjedler, idet man da sparer de Kul, som ellers vilde medgaa til Opfyring i de ikke benyttede Kjedler. I befærdede Farvande bør man dog altid være sikker paa, at der i Kjedlerne er Reservekraft nok til, at Skruen i paakommende Tilfælde har den fornødne Magt over Skibet.

230. Beregning af Kulforbruget. Er der ikke afholdt Prøver med Skibet, vil man ofte kunne benytte nedenstaaende Regler til Beregning af Kulforbruget, naar dette kjendes ved en enkelt Hastighed. Ved Hastigheder, som ere høje i Forhold til Skibets Størrelse og Længde, passe Reglerne ikke.

Kjendes Kulforbruget i et Skib ved en Hastighed v_1, og man ønsker at finde det ved en anden Hastighed v_2, kan man sætte Forholdet mellem Kulforbrugene i Timen k_1 og k_2 =

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{{v_1}^3}{{v_2}^3} \ldots\ldots (37).$$

Man er her gaaet ud fra, at Kulforbruget pr. H.K. i Timen er ens i de

to Tilfælde, thi Kulforbruget i Timen er da proportionalt med Hestekraften, og denne er i Følge § 224 proportional med Hastigheden i tredje Potens.

Kulforbruget er altsaa i lige store Tider proportionalt med Hastighedens Kubus.

Er Kulforbruget paa en Rejse, d Kvml. lang, ved en Hastighed v_1: K_1 Tdr., findes Kulforbruget K_2 ved en anden Hastighed v_2, men paa den samme Vejlængde d saaledes:

Er Kulforbruget i Timen paa de to Rejser henholdsvis k_1 og k_2, har man:

$$\frac{k_1 \frac{d}{v_1}}{k_2 \frac{d}{v_2}} = \frac{k_1 v_2}{k_2 v_1} = \frac{K_1}{K_2},$$

og da

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{{v_1}^3}{{v_2}^3},$$

bliver

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{{v_1}^2}{{v_2}^2} \quad \ldots\ldots \quad (38).$$

Kulforbruget er altsaa ved to forskjellige Hastigheder over lige store Vejlængder proportional med Hastighedens Kvadrat.

Exempel I: En Damper, hvis Kulkasser rumme 400 Tons Kul, bruger 50 Tons i Etmaalet ved en Gjennemsnitshastighed af 13 Knob; hvor mange Kvartmil kan den dampe ved en Hastighed af 9 Knob?

I Følge den første Regel vil:

$$\frac{50}{X} = \frac{13^3}{9^3}, \text{ eller } X = 16{,}6 \text{ Tons},$$

hvor X er Kulforbruget i Etmaalet ved 9 Knob. Ved denne Hastighed kan Damperen altsaa gjennemløbe: $\frac{400 \cdot 9 \cdot 24}{16{,}6} = 5205$ Kvml.

Exempel II: Ved 12 Knobs Hastighed er Hestekraften i en Damper 1210 og Kulforbruget pr. H.K. i Timen 2,4 Pund. Hvor stor en Kulbeholdning skal den have, naar den ved 10 Knob skal kunne gjennemløbe 2700 Kvml.?

Ved 12 Knob er Kulforbruget i Timen $1210 \cdot 2{,}4 = 2904$ Pund.

I Følge den første Regel er Kulforbruget i Timen X ved 10 Knobs Hastighed bestemt ved

$$\frac{2904}{X} = \frac{12^3}{10^3}, \text{ eller } X = 1680 \text{ Pund}.$$

Kulbeholdningen skal altsaa være:

$$\frac{2700 \cdot 1680}{10 \cdot 330} = 1375 \text{ Tdr.}$$

Exempel III: Ved en Gjennemsnitshastighed af 10 Knob bruger en Damper 300 Tons Kul paa en Rejse; hvor mange Tons Kul vil der medgaa paa den samme Rejse, naar Hastigheden nedsættes til 8 Knob?

I Følge den anden Regel vil Kulforbruget X ved en Hastighed af 8 Knob blive

$$\frac{300}{X} = \frac{10^2}{8^2}, \text{ eller } X = 192 \text{ Tons}.$$

Exempel IV: En Damper bruger ved en Gjennemsnitshastighed af 12 Knob 40 Tons Kul i Etmaalet. Da Damperen endnu er fjernet 600 Kvml. fra Bestemmelsesstedet, viser det sig, at der kun er 50 Tons Kul tilbage i Kasserne. Hvilken Hastighed bør Damperen nu gaa med, for at Kullene kunne strække til?

Ved 12 Knobs Hastighed er Kulforbruget pr. Kvml. $\frac{40}{12 \cdot 24}$ Tons; paa de sidste 600 Kvml. maa det kun være $\frac{50}{600}$. I Følge den anden Regel vil den søgte Hastighed X være bestemt ved:

$$\frac{\frac{40}{12 \cdot 24}}{\frac{50}{600}} = \frac{12^2}{X^2}; \text{ altsaa } X = \sqrt{\frac{12^2 \cdot 50 \cdot 12 \cdot 24}{600 \cdot 40}}$$

eller X = 9,3 Knob.

Exempel V: Den i § 227 omtalte Fyrdamper kan bugsere en Lysbøje med en Hastighed af 7 Knob, naar Maskinen udvikler 350 H.K. Hvormange Kul forbruges, naar Damperen skal slæbe Lysbøjen 60 Kvml.?

Da Kulforbruget ved 350 H.K. i Henhold til Tabellen i § 227 kan sættes til 1,8 Pund pr. H.K. i Timen, vil det under Bugseringen blive 1,8 · 350 Pund i Timen. Dampningen varer $\frac{60}{7}$ Timer. Altsaa bliver det samlede Forbrug:

$$\frac{1{,}8 \cdot 350 \cdot 60}{7 \cdot 330} = 16{,}4 \text{ Tdr. Kul.}$$

231. Ved Styreevnen forstaas Skibets Evne til at følge en lige Kurs. Styreevnen er god, naar man er i Stand til at holde Kursen støt uden ofte at maatte bruge Roret.

Svinges Roret ud af Diametralplanet, stiller det sig skraat mod Bevægelsesretningen, og Vandet vil mod Rorfladen udøve et Tryk, som tvinger Agterenden ud til Siden og saaledes virker til at dreje Skibet. Inden for visse Grænser vil dette Tryk voxe med Rorarealet, med Rorvinklen samt med Kvadratet paa den Hastighed, hvormed Vandet strømmer forbi Roret.

Det samlede Vandtryk kan tænkes koncentreret i eet Punkt, Angrebspunktet, der ligger noget nærmere ved Rorets Forkant end Rorarealets Tyngdepunkt. Ligger Roret helt i Borde, og er dets Overflade rektangulær, kan man regne, at Angrebspunktet ligger i en Afstand af $^3/_8$ af Rorets Bredde fra Rorets Forkant. Produktet af Vandtrykket mod Rorfladen og Afstanden fra Roraxen til Angrebspunktet er = Vandtrykkets Moment omkring Roraxen. Kjendes dette, kan man beregne den Kraft, der kommer paa Roret og dets Forbindelser til Skibet, paa Rorpind og Styreapparater, samt det Arbejde, der udfordres for at lægge Roret i Borde. Det Arbejde kan formindskes ved at anvende et *balanceret Ror* (balanced rudder), hvis Roraxe i Reglen er saaledes beliggende, at $^1/_3$ af Rorarealet ligger foran for og $^2/_3$ agten for Roraxen.

Fig. XIII, 17 fremstiller Planet af et Skib, hvis Ror AB er lagt i Borde. Vandtrykket P virker i Angrebspunktet C. I Skibets Tyngdepunkt G kan man tænke sig to Kræfter, som ere lige store og parallele med P, og som virke i modsatte Retninger. Disse to Kræfter ville ophæve hinanden og udøve derfor ikke nogen Virkning paa Skibet. De tre Kræfter kunne sammensættes til Momentet P · CL, hvor CL er den vin-

kelrette Afstand mellem C og HL, og en enkelt Kraft P, som virker i G. Denne Kraft kan opløses i to Komposanter, hvoraf den langskibs HK virker til at formindske Skibets Hastighed, medens den tværskibs GK virker til at give Skibet Afdrift ved at føre det ud af den oprindelige Kurslinie. Momentet P · CL virker til at dreje Skibet.

Naar Roret lægges i Borde, vil Vandet ikke strax yde nogen stor Modstand mod Drejningen, men efterhaanden som denne tiltager, voxer Modstanden. Skarpe Former og Ender af Skibet virke til at forøge Modstanden. Jo flere Vægte, der findes ved Skibets Ender, des vanskeligere lystrer det Roret.

Under Sakning har Roret ringe Virkning, nærmest fordi Vandet paa den Side af Roret, som Agterskibet drejer til, støder mod Agterenden og modvirker Drejningen. Under Sakning virker Roret ofte bedre til Drejning, naar det ligger halvt, end naar det ligger helt i Borde.

De i enkelte Skibe anbragte *Bovror* (bow rudder) virke under Sakning paa samme Maade som det almindelige Agterror under Fart. Bovroret har ingen videre Virkning under Fart fremefter.

232. **Manøvreevnen.** *Ved Drejeevnen forstaas Skibets Evne til at dreje til Siden.* Drejeevnen er god, naar Skibet er i Stand til at dreje hurtig paa en lille Plads.

Drejning under Fart. Lægges Roret i Borde, begynder Skibet at dreje; der vil være et Punkt forude i Skibet, som ved Drejningens Begyndelse bevæges frem omtrent langs den oprindelige Kurslinie, idet Agterenden og Skibets Tyngdepunkt bevæge sig i modsat Retning af den, hvori Roret lægges. Naar man i et Dampskib under Fart lægger Roret i Borde, synes det derfor, som om Forenden drejer langsomt, medens Agterenden svinger hurtig ud til Siden.

Saa snart Drejningen er begyndt, aftager Skibets Hastighed i langskibs Retning, medens Drejningshastigheden tiltager, og Skibet følger en spiralformet Kurve (Fig. XIII, 18). Den Del af denne Kurve, som Skibet beskriver fra det Øjeblik, Roret lægges i Borde, og til Skibet er paa modsat Kurs, benævnes *Evolutionskurven* og er i Figuren betegnet ved A B C D E. Linien A E mellem dens Endepunkter kaldes *den taktiske Diameter* (tactical diameter); denne giver et omtrentligt Maal for den Plads, hvorpaa Skibet drejer under de givne Forhold. Evolutionskurven deles i 4 Oktanter, der hver betegne den Kurve, Skibet beskriver under de 4 paa hverandre følgende Drejninger paa 45 °.

Naar Kræfterne ere komne i Ligevægt, vil Skibet opnaa jævn Drejning og dets Tyngdepunkt bevæge sig i en Cirkel, *Drejningscirklen* (turning circle). De Kræfter, som nu virke paa Skibet, ere: 1) Fremdrivningsmidlets Drivtryk, 2) Vandtrykket paa Roret, 3) den centrifugale

Kraft langs Radien til den Cirkel, Tyngdepunktet beskriver, 4) Vandets Modstand mod Skibets Bevægelse, saavel langskibs som tværskibs.

Da Centrifugalkraften virker udefter gjennem Skibets Tyngdepunkt, og dette Punkt ligger højere end det Punkt, hvorigjennem den tværskibs Komposant af Vandets Modstand mod Skibets Bevægelse virker i en Retning indefter, vil der opstaa et Moment til at krænge Skibet. I Reglen krænger Skibet udefter. Vandets Tryk mod Rorfladen vil ogsaa virke til at krænge Skibet, men kun i ganske særlige Tilfælde faar denne Kraft nogen Betydning.

I en hvilken som helst Stilling i Drejningskurven vil Skibets Diametralplan, mærket ab i Fig. 18, danne en Vinkel, *Afdriftsvinklen* (drift angle), med Tangenten til Kurven paa det paagjældende Sted. Med fuldt Ror og fuld Hastighed kan Afdriftsvinklen naa op til 10 °—15 °. En stor Afdriftsvinkel er Kjendetegnet paa, at Skibets Drejeevne er god.

Hvert Skib har sin særegne Form paa Evolutionskurve, afhængig af Skibets Længde, Bredde, Dybgaaende, Styrlastighed, af Vægtens Fordeling i Skibet, Rorets Form og Størrelse, Styreapparatets Indretning o. s. v. Skibe med korte og fyldige Former og lille Dybgaaende dreje godt, men ere ofte vanskelige at styre paa ret Kurs. Derimod styre lange og smalle Skibe godt, men dreje slet. En god Styreevne er saaledes ofte forbunden med en slet Drejeevne og omvendt.

Kurvernes Form og de øvrige Data, Drejningsforholdene vedrørende, bestemmes ved Afholdelsen af *Drejningsprøver* (turning trial) ved forskjellige Hastigheder og Rorvinkler.

233. Følgende Bemærkninger gjælde i Almindelighed for Skibe af sædvanlig Form og Dimensioner.

Evolutionskurven, der giver det bedste Billede af et Skibs Drejningsforhold, kan tilnærmelsesvis fremstilles ved en Halvcirkel (den punkterede Halvcirkel over AE som Diameter i Fig. XIII, 18, over den taktiske Diameter som Diameter, saaledes at den taktiske Diameter danner med den oprindelige Kurslinie en Vinkel paa 65 ° til 85 °. Jo større denne Vinkel og den taktiske Diameter er, des daarligere drejer Skibet.

Jo mindre Rorvinklen er for samme Hastighed, des større bliver den taktiske Diameter. I Enkeltskrueskibe bliver for samme Rorvinkel den taktiske Diameter oftest større, jo større Hastighed Skibet gaar med.

Ved fuld Hastighed og fuld Rorvinkel er den taktiske Diameter i Almindelighed 4 til 8 Gange Skibets Længde. I flere af vor Orlogsflaades godt drejende Skibe kan den naa ned til 2 til 4 Gange Skibets Længde og har for samme Rorvinkel en konstant Værdi, uafhængig af Hastigheden.

Ad Erfaringens Vej har man fundet, at Skibet drejer bedst, naar

Rorvinklen er omkr. 35 °; i denne Stilling vil Roret omtrent ligge an mod *Stopklamperne* paa Rorstævnen (§ 297).

Drejningstiden er i Reglen omtrent omvendt proportional med Hastigheden; jo større Hastighed, Skibet gaar med, des hurtigere kan det altsaa dreje en given Vinkel; den Tid, der medgaar til at dreje de første 4 Streger, altsaa gjennem Oktantbuen AB (Fig. 18), er i Almindelighed 1^m til $1^1/_2{}^m$, og de første 8 Streger, altsaa den halve Evolutionskurve AC, $1^1/_2{}^m$ til $2^1/_2{}^m$, idet det tager længere Tid at gjennemløbe den første Oktant, der altid er den længste, end de øvrige Oktanter I Flaadens hurtig drejende Skibe er Drejningstiden meget kortere end her fremstillet.

Drejningskurvens Spiralform medfører, at Skibet maa dreje omtr. 4 Streger, før dets udefter svingende Laaring har passeret den oprindelige Kurslinie.

Formen paa den første Del af Evolutionskurven vil meget afhænge af den Tid, der medgaar til at lægge Roret i Borde. Jo større denne Tid er, des mere skyder Skibet frem langs den oprindelige Kurslinie, og des vanskeligere kan det dreje fri af en Gjenstand. For at formindske denne Tid have alle større Skibe Dampstyreapparater. Med Damp behøves kun omtr. 10^s til at lægge Roret fra Midtskibs i Borde, medens der ved Haandkraft medgaar omtr. 30^s hertil.

Ved Enden af fjerde Oktant, altsaa naar Skibet er drejet gjennem Evolutionskurven og er kommet paa modsat Kurs, vil Drejningen være jævn; Skibets Hastighed i langskibs Retning vil under fortsat Drejning forblive konstant og være lavere end den oprindelige; Hastighedstabet kan naa op til over 30 %, men er i Reglen mindre.

Efter fuldendt Drejning, Cirklen rundt, vil Skibet i Reglen være avanceret et Stykke, regnet fra Drejningens Udgangspunkt, og befinde sig omtr. en Skibsbredde inden for dette Punkt.

Maskinens Omdrejningshastighed paavirkes af Drejningen, men Hestekraften før og under denne er omtrent den samme.

234. I Enkeltskrueskibe, hvor Skruen er anbragt tæt foran for Roret, vil Vandet under Skibets Bevægelse fremefter strømme forbi Roret med større Hastighed, end om Skibet dreves frem ved Sejl alene. Skruen forbedrer altsaa Drejeevnen; det samme er Tilfældet med Hjulskibe, dog i en mindre Grad.

Som omtalt i § 218 vil Kjølvandet fortrinsvis i og ved Overfladen slæbes noget med af Skibet. Under Farten fremefter, naar Skruen er godt nedsænket i Vandet, og Skibet gaar med en høj Hastighed, ville Skruebladene derfor i deres øverste Stilling udrette mere Arbejde end i deres nederste Stilling. Forskjellen mellem de tværskibs Komposanter af Skruebladenes Tryk mod Vandet vil virke dels til at sætte Skibet i

Rystelser, dels til at dreje Skibet. Under disse Forhold vil et Skib med højreskaaren Skrue derfor dreje bedre til S. B. end til B. B., idet Agterenden tvinges B. B. over af Skruen. Under almindelig Sejlads mærkes denne Tendens til Drejning ved, at Roret maa føres lidt til den ene Side for at holde støt Kurs. Den er i Reglen kun lille og viser sig under Drejningsprøverne ved, at den taktiske Diameter og dennes Vinkel med den oprindelige Kurslinie for samme Rorvinkel og Hastighed ikke har fuldt de samme Værdier under Drejninger til S. B. som til B. B. Er Skruen tæt ved Overfladen, eller rager det øverste Blad endog op over denne, gaar man med langsom Fart, eller er Vandet uroligt og føres med i Hvirvler bag Agterstævnen, mærkes Skruens Indflydelse paa Drejningen under Fart fremefter ofte slet ikke, eller det kan endog ske, at Skruen virker til Drejning til den modsatte Side af, hvad ovenfor er anført. Under Manøvrer og særlig under Sakning er Indflydelsen derimod meget betydelig (§ 235).

I Tvillingskrueskibe vil Skruen ikke virke saa meget til Drejeevnens Forbedring som i Enkeltskrueskibe, fordi Skruerne arbejde uden for Diametralplanet. Disse Skibe have derfor bredt Ror, for at dette kan naa ud i Skruevandet, naar det lægges i Borde. Da den ene Skrue er højreskaaren, den anden venstreskaaren, ville Drejningsforholdene til S. B. og B. B. være ens. Under Drejningen forandres bægge Maskiners Omdrejningshastighed; den ydre Skrue gjør flere Omdrejninger end den indre.

235. Drejning paa Stedet. Rorets Virkning til at dreje Skibet opstaar, som anført, ved Trykket af det Vand, som strømmer mod det. Roret kan derfor ikke virke, naar det ingen Hastighed har i Forhold til Vandet. Saa snart derimod Vandet bevæger sig forbi Roret, kan det virke til at dreje Skibet, som f. Ex. naar Skibet ligger til Ankers i et Strømvand. Et Sejlskib maa altsaa skyde over Stævn, før Roret kan virke, men et Dampskib kan dreje, naar Maskinen er i Gang, selv om Skibet ligger stille eller næsten stille, idet Vandet af Skruen kastes hen imod Roret eller suges forbi dette hen til Skruen.

Et Dampskib kan derfor drejes paa Stedet ved skiftevis at gaa frem og bakke og lægge Roret skiftevis for Frem og Bak. Undertiden lader man Roret under hele Drejningen ligge til den Side, som bringer Skibet den rigtige Vej rundt, naar man gaar frem; dette forsinker som oftest Drejningen betydelig.

Under Drejninger paa Stedet dreje Enkeltskrueskibe, som bekjendt, bedre til den ene end til den anden Side, hvad der skyldes Skruens drejende Indflydelse. Saa længe Skibet ikke har nogen videre Fart fremefter eller har Sakning, vil det under Drejningen øverst værende Blad, ved at arbejde paa Vandet i Nærheden af Vandoverfladen, suge Luft til sig og piske Vandet til Skum; det kommer til at arbejde i en Blanding af Luft

og Vand og møder derved ikke saa stor en Modstand som det under Drejningen underst værende Blad, der ved at være dybt nedsænket virker paa en sammenhængende Vandmasse. Under disse Forhold udrette Skruebladene i deres nederste Stilling mere Arbejde end i deres øverste. Dette bevirker, at et Skib med højreskaaren Skrue, naar man begynder at bakke og i det hele taget under Sakning, drejer med Forenden bedre S. B. end B. B. over, hvorimod det, naar Maskinen sættes i Gang for Frem vil dreje bedre B. B. end S. B. over; Forskjellen paa Drejningsforholdene til den ene og den anden Side ere dog i dette Tilfælde ikke saa fremtrædende som under Sakning.

Denne Særegenhed ved Skruen benytter man sig af ved Manøvrerne med Enkeltskrueskibe, idet man, naar Forholdene tillade det, vælger at dreje Skibet til den Side, til hvilken Skruen drejer Skibets Forende under Sakning.

236. Drejning under Sakning. Som anført i § 231 har Roret ikke nogen videre Virkning under Sakning, og i stille Vejr vil Skibet ofte dreje til den Side, Skruens Blade i deres nederste Stilling søge at dreje det, hvorledes end Roret ligger. Vindens Styrke og Retning i Forhold til Skibet, Sø, om Skibet ligger let og har et stort Vindfang, eller det er ladet o. s. v., har en betydelig Indflydelse paa Skibets Drejning, enten denne foregaar paa Stedet eller under Sakning. Selv i let Kuling søge Skruedampere ofte med Agterenden op i Vindøjet og holde sig her.

Har Skibet Sakning, og Maskinen kastes om til Frem, samtidig med at Roret lægges i Borde, vil Skibet trods Sakningen dreje, som om det havde Fart fremefter; Skruevandet kastes nemlig hen mod Rorets Forflade og møder dette med en større Hastighed end den, hvormed Skibet sakker.

Har Skibet Fart fremefter, og Maskinen kastes om til Bak, samtidig med at Roret lægges i Borde, vil et lignende Forhold gjøre sig gjældende. Skruen vil nu med stor Hastighed trække Vandet til sig, hvorfor Trykket mod Rorets Agterflade vil blive størst, uagtet Skibet endnu har Fart. Lad os f. Ex. antage, at man i et Skib, som gaar med sin fulde Hastighed, giver B. B.s Ror for at undgaa et Sammenstød og lidt efter kaster Maskinen om til fuld Kraft Bak. Saa snart Roret lægges i Borde, vil Skibet begynde at dreje S. B. over, men, naar Maskinen derefter begynder at bakke, vil Vandets Tryk mod Rorets Agterflade, hvis Roret bliver liggende B. B., ofte standse Drejningen til S. B., og det kan ske, at Forenden tvinges B. B. over, hvorved Faren for Sammenstødet forøges. Skiftes Roret lidt efter, at Maskinen er kastet om til Bak, vil det derfor ofte virke til Drejning S. B. over, uanset at Skibet endnu har Fart fremefter.

Ofte er dog Rorets Virkning ikke stor i dette Tilfælde, medens saavel Vindens Retning og Styrke som Skruens drejende Indflydelse spille en betydelig Rolle. Det har ikke alene sin Interesse, men det er ligefrem den Vagthavendes *Pligt* at kjende Ejendommelighederne ved Drejningsforholdene i det Skib, over hvilket Kommandoen er ham betroet, og han bør benytte enhver Lejlighed til at undersøge Indflydelsen af Skruen og de ydre Omstændigheder paa Manøvreevnen.

237. *Drejeevnen forbedres* ved, at man lader Strømmen fra Fremdrivningsmidlet forlade dette i en saadan Retning, at dens Reaktion virker til Drejning. Dette udføres paa tre Maader:

a) Man kan lade Vandstrømmen forlade Fremdrivningsmidlet i en Retning parallel med, men uden for Diametralplanet. Exempler herpaa ere Tvillingskrueskibe og saadanne Hjulskibe, hvis Hjul kunne gaa hver sin Vej.

Skal et Tvillingskrueskib drejes rundt paa Stedet, bakker man med den ene Maskine og gaar frem med den anden; Drejningen kan da udføres, uden at Skibet skyder over Stævn. Der medgaar længere Tid til Drejning paa denne Maade, end naar Drejninger foretages under Fart for Roret alene med bægge Maskiner i Gang. Gaar et Tvillingskrueskib med fuld Hastighed, og den ene Maskine kastes om til fuld Kraft Bak, samtidig med at Roret lægges i Borde for Drejning under Fart, sker Drejningen hurtigere end i noget andet Tilfælde.

Tvillingskrueskibe kunne i Reglen med Lethed holdes paa støt Kurs med kun een Maskine i Gang; Roret maa holdes en Vinkel (10 ° til 20 °) i Borde for at ophæve den drejende Indflydelse af den i Gang værende Skrue. Med kun den ene Maskine i Gang er den Plads, der behøves til Drejning, betydelig større, naar man drejer for Roret mod Skruen eller for Skruen alene uden at benytte Roret, sammenlignet med den Plads, der behøves under Drejningen ved Hjælp af Roret til den Side, Skruen søger at dreje Skibet.

b) Man kan konstruere Fremdrivningsmidlet saaledes, at det er drejeligt og kan kaste Vandet ud til Siden; Vandstrømmens Reaktion drejer da Skibet. Et Exempel herpaa er *Kunstadterskruen* (Fig. XIII, 19). Den bæres af Roret og drejer rundt lige agten for dettes Agterkant. Skruens Axel forenes med Maskinens Axel ved Hjælp af et *Universalled* (universal joint) i Rorlykkernes Centerlinie. Naar Roret lægges i Borde, følger altsaa Rorskruen med, og Skruevandet kastes ud i den Retning, Roret indtager.

c) Vandstrømmen fra Fremdrivningsmidlet kan ledes skjøns ud til den ene Side, saa at dens Reaktion svinger Agterskibet til den modsatte Side. Det almindelige Ror virker paa denne Maade, idet det

tvinger Skruevandet ud i en skjøns Retning, men det virker kun paa en Del af Skruevandet.

I flere af vor Orlogsflaades Torpedobaade anvendes *Thornycroft's Sideror* (side rudder; Fig. 20); disse ere to spadeformede, balancerede Ror, anbragte tværs ud for Skruen, et paa hver Side; deres Flader ere krumme og danne med Baadens Bund den største Del af en Cylinder omkring Skruen. Rorene drejes samtidig og føre da næsten hele Vandmassen fra Skruen ud til Siden, hvorved en fortrinlig Drejeevne opnaas. Siderorene virke ogsaa under Sakning.

238. Skruens Magt over Skibet. Skruens Evne til at standse Skibet eller give det Bevægelse bedømmes bedst ved den Tid, der medgaar, og den Distance, som udløbes, fra Ordre til Skibets Standsning eller Hastighedsforandring gives, og til det ligger stille eller har den ønskede Hastighed. I det omhandlede Tidsforløb er indbefattet den Tid, som medgaar til Maskinens Manøvrering; denne Tid bør ikke være over 20', naar Maskinen har Dampigangsætningsapparat.

Skal Skibet standses, kan man enten stoppe Maskinen eller kaste den om til Bak. I første Tilfælde, hvor Skibsmodstanden og den stillestaaende Skrues Modstand mod at trækkes gjennem Vandet standser Skibet, udløber dette en betydelig Distance, 10 til 20 Skibslængder, afhængig af Skibets Hastighed og Størrelse, inden det ligger stille.

Gaar Skibet derimod med fuld Hastighed, og Maskinen kastes om til fuld Kraft Bak, ligger Skibet stille efter at have udløbet 4 til 8 Skibslængder (se Exemplet i § 9).

Kjendes den Tid, der ved Bakning er medgaaet til at standse Skibet, er den udløbne Distance tilnærmelsesvis given ved $\frac{7}{10}$ v · t Fod, hvor v er den oprindelige Hastighed i Knob og t Tiden i Sekunder.

Exempel: Forsøg have vist, at Opmaalingsfartøjet »Marstrand« kan standses i $1^m\ 5^s$, naar Skibet gaar med en Hastighed af $11^1/_2$ Knob, og Maskinen kastes om til fuld Kraft Bak. Hvor stor er den udløbne Distance?

$$\text{Distancen} = \frac{7}{10} \cdot 11{,}5 \cdot 65 = 523'.$$

Den udløbne Distance afhænger af Skibets Størrelse og Form.

Er et Skibs taktiske Diameter mindre end 8 Skibslængder, vil det Stykke, Skibet under en Drejning paa 90^0 avancerer i Retning af den oprindelige Kurslinie, være mindre end 4 Skibslængder; stævner et saadant Skib med fuld Hastighed lige mod en Kyst, vil det i mange Tilfælde kunne klare denne ved at holde Fart paa Skibet og dreje rundt for Roret, dersom Skibet skulde være kommet saa nær, at det ikke kan frelse sig ved at stoppe og bakke med Maskinen. Dampskibe, som gaa med fuld Hastighed, og hvis Drejeevne er væsentlig afhængig af Skruevandets Virkning paa Roret, kunne af samme Grund bedre undgaa Sammenstød

ved i Tide at benytte Roret fremfor at stoppe eller bakke med Maskinen. En anden Sag er det, at man kan blive nødsaget til at mindske Fart eller bakke med Maskinen, naar man ikke ved Drejning alene kan undgaa Sammenstødet; men det bør, som tidligere anført, altid erindres, at man ofte mister Styret paa Skibet, naar Skruen bakker.

Gaar Skibet med moderat Fart, har man et større Herredømme over Skibet, forudsat at Maskinen kan bakke med sin fulde Kraft, end naar det gaar med fuld Fart. Herpaa beror Reglen for mindsket Fart i Taagevejr.

Ligger Skibet let, er det under større Kontrol og kan standses paa en kortere Afstand ved Bakning med Maskinen, end naar det er lastet. I Taagevejr bør et lastet Skib derfor gaa med en lavere Hastighed, end naar det er ballastet.

Gaa to ensartede, men ulige store Skibe med samme Hastighed, vil det mindre Skib kunne standses hurtigere end det større. Hurtig Bestemmelse om, hvilken Manøvre der bør foretages, er derfor særlig nødvendig i store Skibe.

239. Som Manøvreskib staar Skrueskibet i flere Retninger tilbage for Hjulskibet, naar Manøvren gaar ud paa at standse Skibet eller give det Bevægelse, altsaa naar den beror paa Fremdrivningsmidlets Magt over Skibet. Der kan vel hengaa nogen Tid med at stoppe Skovlhjulet og bakke, naar Skibet har Fart, ligesom Hjulmaskinen ikke kan udvikle sin fulde Kraft, naar Skibet ligger stille eller gaar med langsommere Fart, men er først Hjulet i Gang virker det hurtig. Med Skrue kan Maskinen omtrent udvikle den fulde Kraft, hvad end Skibets Hastighed er, og Skruemaskinen gaar lettere i Gang, men Skruen virker langsommere til at give Skibet Fart, navnlig naar den har en lille Diameter. Skal Skrueskibet i en fremtrædende Grad være Manøvreskib, bør dets Skrue have en stor Diameter. Bugserskibe, i hvilke en stor Kraft skal udvikles under Forhold, hvor det er vanskeligt at tilføre Skruen den fornødne Vandmasse paa Grund af Skibets ringe Fart, have derfor store Skruer; det samme er Tilfældet i søgaaende Skibe, for at Hastigheden saa lidt som muligt skal blive paavirket af Vind og Sø.

Skibet.

Dets Hoveddele.

240. **Tegninger.** Hovedopgaven, der stilles ved Bygningen af Skibsskroget, er med saa lille Bekostning som muligt at give Skibet den fornødne Styrke i Forening med Lethed og Varighed.

Ved Fastsættelsen af Dimensionerne paa Plader, Vinkler o. s. v., hvoraf Skibet bygges, følges de paa mange Aars Erfaring støttede Regler, som udstedes af *Klassifikationsselskaberne*, af hvilke Bureau Veritas i Paris og Lloyd's Register i London ere de bedst kjendte. Overholdelsen af disse Regler, som ogsaa omfatte Skibets Maskineri, Inventarium og Udrustningsgjenstande, kontroleres under Skibets Bygning af Selskabernes Inspektører. Er Alt fundet i Orden, udsteder Selskabet Bevis for, at Skibet er registreret i en ved Bogstaver og Tal nærmere betegnet Klasse for en vis Tidsperiode. Ved dennes Udløb underkastes Skibet en ny Inspektion, forinden Bevisets Gyldighed forlænges, eller Skibet optages i en ny Klasse.

Klassificeringen faar særlig Betydning ved Assurance af Skib og Ladning, Kjøb og Salg af Skibet samt ved Befragtningen, idet den giver paalidelige Oplysninger om dets Bygning og Tilstand.

De i Reglerne opstillede Dimensioner (scantling) af Skibets enkelte Dele ere afpassede efter dets Hoveddimensioner: Længden, Bredden og Dybden i Lasten (§ 39).

Længden (length) maales i Reglen paa øverste Dæk mellem Agterkant af Forstævnen og Forkant af Agterstævnen.

Dybden i Lasten (depth in hold) er Afstanden paa Middelspantet mellem øverste Dæksbjælkers Overkant paa Midten og Overkant af Bundstokkene (§ 249).

241. Forinden Materialet til Skibet kan bestilles, og Arbejdet ved dets Bygning paabegyndes, maa Tegningerne af Skibet være fuldførte. De bestaa dels i Tegninger, som vise dets Linier, Form og Dimensioner, dels i Tegninger, der fremstille Detaillerne saavel af dets enkelte Dele som af Apteringen, det faste Inventarium o. l.

Den egentlige *Skibstegning* (sheer draught) er en Konstruktionstegning, som giver et geometrisk Billede af Skibsformen paa Yderfladen af Spanterne (se nedenfor). Den fremstiller Skæringslinierne mellem Skibsformen, og de tre paa hverandre vinkelrette Projektionsplaner: Øverste Vandlinieplan, Diametralplanet og Middelspantplanet. Parallelt med disse tre Planer tænkes lagt forskjellige Snit, nemlig *Vandlinieplaner*, parallele med øverste Vandlinieplan, *Snitplaner*, parallele med Diametralplanet, og *Konstruktionsspanteplaner*, parallele med Middelspantplanet.

Projektionen paa Diametralplanet kaldes *Opstalten* eller *Sidetegningen* (sheer plan) og er vist i Fig. XIV, 2 a. Her tænkes Skibet set fra Siden med Forstævnen tilhøjre; Vandlinier og Spanter vise sig som rette Linier, Snittene som Kurver.

Projektionen paa Vandlinieplanet kaldes *Plantegningen* (half breadth plan), der er vist i Fig. 2 b. Spanter og Snit ere i denne Projektion rette Linier, Vandlinierne Kurver.

Projektionen paa Middelspantplanet kaldes *Spanteridset* (body plan); det er vist i Fig. 2 c. Forpartens Spanter tegnes til højre og Agterpartens Spanter til venstre for Diametralplanet, der her bliver Tegningens Midtlinie. Spanterne vise sig som Kurver, medens Vandlinier og Snit fremtræde som rette Linier.

242. Af andre Linier, som i Reglen aflægges paa Skibstegningen, mærkes følgende:

Dæksbjælkernes Retlinie (beam at side), der for hvert Dæk for sig er Skæringen mellem Spanternes Yderflade og Dæksbjælkernes Overflade,

Skæringslinien mellem Diametralplanet og Dæksbjælkernes Overflade (beam at middle); Afstanden mellem denne Linie og Retlinien paa Middelspantet kaldes *Bjælkebugten.* Da alle Bjælker i et Dæk ere bøjede efter den samme Kurve, vil Dæksbjælkernes Retlinie og deres Skæring med Diametralplanet nærme sig hinanden mod Skibets Ender og mødes i disse,

Skanddækkets og *Lønningens* Over- og Underkant, *Finkenettet* samt *Spundingslinien.*

Blandt Detailtegningerne skulle følgende fremhæves: Middelspantet (Fig. XIV, 1) med paaskrevne Maal og Dimensioner, Profiler eller Længdesnit, visende Arrangementet af Dæk, Skodder o. s. v. samt Plantegninger af Dæk og Last.

Skibstegningen udføres i saa lille en Maalestok, i Reglen $^1/_{48}$ af fuld Størrelse, at den ikke er tilstrækkelig nøjagtig til, at Skibet kan bygges efter den. Man udfører derfor paa *Afslagningsloftet* (mould loft) en *Afslagning* (laying off), der er en Tegning i fuld Størrelse af Skibet. Under Bygningen benyttes Afslagningen til at angive Skibsformen; Spanterne bøjes efter den.

243. Jærnskibe, hvormed under eet betegnes Skibe af Jærn eller blødt Staal, bygges op af Plader og Vinkler. Størrelsen af Pladerne til Yderklædningen udmaales paa en *Træmodel* (model in wood) af Skibet. Pladerne faas fra Valseværkerne valsede til de bestemte Dimensioner; de samles indbyrdes ved Overlægning eller med Stødskinner.

Af Vinkler benyttes dels det almindelige *Vinkeljærn* (angle iron), vist i Fig. XIV, 16, dels Faconjærn som *T-Jærn* (Fig. 17), *Kanaljærn* (Fig. 18), *Z-Jærn* (Fig. 19), *Bulbvinkler* (Fig. 20), *I-Jærn* eller *H-Jærn* (Fig. 21), *T-Bulb* (Fig. 22), *Bulbplader* (Fig. 23).

Er der Trædæk over *Dæksbjælkerne* (deck beam), ere disse i Reglen T-Bulb og sammensat T-Bulb (Fig. 24); paa svære Dæk anvendes undertiden sammensatte *I-Dragere* (Fig. 25). Til Jærndæk benyttes almindelige Vinkler og Bulbvinkler.

Hullerne i Pladerne lokkes fra den Side, disse vende mod hinanden; Hullerne blive koniske, hvorfor Naglerne ogsaa blive det. De tidligere beskrevne (§ 119) i Fig. 32 viste Naglehoveder benyttes; Hovedets Form retter sig efter Samlingens Beliggenhed og Natur samt Nitningsmaaden.

Er Materialet til Skibet ankommet og prøvet (§ 116) samt, naar det ønskes, renset paa Overfladen (§ 289), paabegyndes i Værkstedet Tildannelsen af Kjøl, Spanter o. s. v. Naar dette Arbejde er nogenlunde fremskredet, lægges Kjølen paa Beddingen; Spanterne rejses, Dæk og Skodder bygges op o. s. v.

244. Skibets Skelet bestaar af de langskibs Forbindelser: Kjøl, Kjølsvin og Stringere, som ved Skibets Ender slutte til Stævnene, af de fra Kjølen udgaaende Spanter, der nærmest kunne sammenlignes med Skibets Ribben ligesom Kjølen med Rygraden, af de vandrette Dæk samt af Klædningen, det hele styrket ved Skodder, Støtter o. s. v.

De langskibs Forbindelser skulle dels afstive Spanterne og holde dem i den rette indbyrdes Afstand, dels give Skibet den fornødne langskibs Styrke. Jo længere Skibet er, des sværere maa dets langskibs Forbindelser være.

Naar et Skib flyder paa Vandet, vil den samlede Opdrift være = Skibets samlede Vægt eller dets Deplacement, men Opdrift og Vægt vil ikke balancere for hver enkelt Del af Skibet. Saaledes vil Vægten være større end Opdriften ved Skibets Ender, medens det omvendte vil være Tilfældet ved Midten af Skibet. Træskibe besidde ikke nogen stor

langskibs Styrke, hvorfor Kræfterne, som skyldes Forskjellen mellem Vægt og Opdrift, efterhaanden ville gjøre Skibet *kjølsprængt* (hogged), idet Enderne synke i Forhold til Midten.

Skibet er underkastet betydelige Kraftpaavirkninger i Søgang; rider Skibet paa en Bølgetop, er Vandets Opdrift mindre ved Enderne og større paa Midten, end naar det flyder paa roligt Vand, medens det omvendte er Tilfældet, naar Skibet er i Bølgedalen.

Skibet og de paa dette under normale Forhold virkende Kræfter kan sammenlignes med en Drager, som er baaren paa Midten og belastet ved Enderne, saa at altsaa Dragerens Underside, i Skibet: Kjølforbindelserne, vil være under Sammentrykning. Det kan dog tænkes, at Skibet er lastet med saa svære Vægte paa Midten, at Forholdet vendes om. Svære Vægte, anbragte med Mellemrum, give større Kraftpaavirkninger end en Ladning, der har samme samlede Vægt, men er fordelt over Skibets hele Længde.

Under Ophaling paa Bedding, Indsættelse i Dok og under Grundstødning paa haard Bund ville ogsaa store Kræfter komme til at virke paa Skibets langskibs Forbindelser.

Af andre Kraftpaavirkninger, som Skibets forskjellige Dele skulle bære, kan nævnes:

Masternes Tryk nedefter i Sporene,

Vants, Barduners og Stags Træk opefter,

Ankerkjæders Træk og Ryk,

Drivskruens Tryk frem- eller agterefter o. s. v.

245. **Kjølen** (keel). Den hyppigst anvendte Form er *Skinnekjølen* (bar keel), der er en massiv Jærnkjøl, hvis enkelte Længder samles ved lodrette *Laske* (scarph). *Kjølrangene*, der ere de nederste Plader i Yderklædningen, bukkes ned langs Siden af Skinnekjølen (Fig. XIV, 3); alle tre Tykkelser nittes sammen med gjennemgaaende Nagler.

Paa tværs af og over Kjølen findes de tværskibs Spanter, hvis Vinkler nittes til høje Plader: *Bundstokkene* (floor).

Oven paa de tværskibs Spanter ligger *Kjølsvinet* (keelson), der, som i Fig. 3, kan være en I-Drager og i mindre Skibe to sammennittede Vinkler (Fig. 4) eller en sammensat T-Bulb (Fig. 5).

En god Afstivning faas ved *indskudte Kjølsvinplader* (intercostal central keelson), som bestaa af lodrette Pladestykker (Fig. 6), der stikkes ned mellem Bundstokkene og samles til disse med Vinkler. Midtpladen i Kjølsvinets I-Drager rækker noget ned mellem Bundstokkene og sammennittes til Kjølsvinpladen.

Sideskinnekjølen (side bar keel) bestaar af en lodret, gjennemgaaende Kjølplade (Fig. 7), der naar op til Bundstokkenes Overkant, og to mindre Plader, en paa hver Side af Kjølpladen. Kjølrangene bukkes ned langs

Siden, og alle fem Tykkelser samles med gjennemgaaende Nagler. Ved Sideskinnekjølen forenes Kjøl, Kjølsvin og bægge Klædninger (Yder- og Inderklædning) til en solid Forbindelse.

Den flade Pladekjøl (flat plate keel) anvendes foruden i næsten alle Orlogsskibe tillige i Skibe, hvis Dybgaaende er begrænset. Den bestaar i Reglen af to Plader (Fig. 1), som nittes til Kjølrangene og ved gjennemgaaende Vinkler samles til Kjølpladen.

246. Slingrekjøle (bilge keel) findes ofte i Skibe med flad Pladekjøl; de skulle udøve Modstand mod Rulning, og anbringes, en paa hver Side af Diametralplanet, i et Plan, der er vinkelret paa Klædningen ved Middelspantet i Kimingen, saaledes at de yde den mindst mulige Modstand mod Fremdrivning. De strække sig over omtrent Skibets halve Længde.

I mindre Skibe bestaar Slingrekjølen af en sammensat T-Bulb, som nittes til Yderklædningen (Fig. XIV, 1). I større Skibe bygges den af to Plader, som stilles i en spids Vinkel med deres udvendige Kant mod hinanden (Fig. 8). Pladerne samles ved Vinkler til Yderklædningen. Mellemrummet fyldes med Træ.

247. Side- og Kimingskjølsvin og *Laststringerplader* (sidekeelson, bilgekeelson, bilgestringer) anbringes langskibs indvendig i Skibet mellem Kjølsvinet og underste Dæk. De kunne bestaa af to Vinkler (Fig. XIV, 1, 9 og 26), en sammensat Bulb (Fig. 11) eller en I-Drager (Fig. 10), der nittes til Spanternes Kontravinkler (§ 249) og til et kort Stykke Vinkel, fastnittet til Spantet paa den modsatte Side af Kontravinklen. De bidrage til Skibets langskibs Styrke.

248 **Stævnene.** *Forstævnen* (stem) er af Smedejærn eller Gydestaal af samme Tværsnit som Skinnekjølen, hvortil den laskes. Har Skibet flad Pladekjøl, smedes Forstævnens nederste Ende ud til en vandret Flade, der nittes til Kjølpladen.

Forstævn og Yderklædning nittes sammen (Fig. XIV, 12).

Agterstævnen (stern post) i et Hjulskib eller Tvillingskrueskib har et vandret Kjølstykke, der samles til Kjølen paa samme Maade som Forstævnen. Forneden paa Stævnens Agterkant findes et Fremspring, *Hælen*, med Hul til Rorets nederste Tap (pintle). *Rorlykkerne* (gudgeon) paa Agterstævnens Agterkant bære og styre Roret (Fig. 15).

I Enkeltskrueskibe (Fig. XII, 6 og XIV, 15) findes uden om Skruen en *Skrueramme* (stern frame), bestaaende af *Skruestævnen* (body post) med Hul til Stævnrørets Agterende, en *Rorstævn* (rudderpost) med Rorlykker til Roret, et *Topstykke* og en *Sko*, der forener de to Stævne, og hvis Forlængelse samles ved Lask til Kjølen. Skoen er flad og bred for at kunne modstaa Skruens Rystelser.

Yderklædningen nittes til Skruestævn, Topstykke og Rorstævnens øverste Del.

249. **Spanterne** skulle give Yderklædningen den fornødne Stivhed og sammen med Dæk og Kjøl modstaa Vandets Tryk mod Skibssiden.

I de fleste Handelsskibe er *det tværskibs Spantesystem* (transverse system) anvendt. Spanterne stilles i tværskibs lodrette Planer med en indbyrdes Afstand paa 18 " til 24 ".

Et tværskibs Spant bestaar af:

en Spantevinkel (frame angle bar), hvis ene Flange nittes til Yderklædningen; den strækker sig fra Kjøl til øverste Dæk;

en *Bundstokplade* (floor plate), der strækker sig tværs over Kjølen fra Kiming til Kiming og nittes til Spantevinklen, samt

en *Kontravinkel* (reverse angle bar), som nittes til Bundstokkens Inderkant paa modsat Side af Spantevinklen; hvor Bundstokken ophører, nittes den til Spantevinklens tværskibs Flange (Fig. XIV, 13).

Ved Kjølen samles Spantevinklerne ofte ved Hjælp af en *Stødvinkel* (heel piece), der anbringes paa Bundstokken paa modsat Side af Spantevinklerne (Fig. 3 og 6).

Spantevinklerne vise Aabningen agterefter paa Spanterne foran for Middelspantet og forefter paa Spanterne agten for dette (Fig. 14). Deres tværskibs Flange er bredere end den langskibs, fordi den første skal bære Vandets Tryk mod Skibssiden.

I nyere Skibe anvendes ofte Spanter af Z-Jærn (Fig. 19), hvis Tværsnit har samme Form som Tværsnittet af Bundstok med Spante- og Kontravinkel.

Har Skibet en gjennemgaaende Kjølplade (Fig. 7), kunne Bundstokkene ikke være fortløbende; de samles da ved korte Vinkelstykker til den dybe Kjølplade.

For at skaffe Vandløb er der i Bundstokkene over Spantevinklerne boret et eller to Huller (Fig. 1, 3, 6 og 7).

Spanterne i Maskin- og Kjedelrum have dobbelte Kontravinkler; Skibsbunden forstøttes særlig omhyggelig i disse Rum for at sikre Stivhed og Styrke til at modstaa Rystelserne fra Maskinen.

250. Ved Stævnene forbindes Skibets to Sider med *Bovbaand* (i Forstævnen: breast hook, i Agterstævnen: crutch); disse ere Plader, som danne en Fortsættelse af Sidekjølsvin eller Laststringerplader. Bovbaandene, der have Udskæringer for Spanterne, samles til Yderklædningen ved indskudte Vinkler mellem Spantevinklerne og til Kontravinklerne ved fortløbende Vinkler; de forbindes indbyrdes ved Stævnene med vandrette Platforme.

251. Det langskibs Spantesystem (longitudinal system) blev første Gang anvendt af Scott Russel i »Great Eastern« (1858). Skibets Styrke beror udelukkende paa de langskibs Spanter, som ere gjennemgaaende paa Skibets hele Længde, medens de tværskibs Spanter indskydes

mellem de langskibs. Denne Bygningsmaade gav Stødet til Indførelsen af:

Cellesystemet (cellular system), som i de senere Aar er blevet indført i større Handelsskibe. Dette System er for samme Vægt stærkere end det tværskibs System, og dets Celler kunne benyttes som Vandballasttanke (§ 273).

Cellesystemet (Fig. XIV, 26) bestaar af gjennemgaaende langskibs Spanter (longitudinal girder) og indskudte tværskibs Spanter eller omvendt; mellem disse og Yder- og Inderbunden dannes Celler.

Bygningsmaaden er forskjellig. Foruden den gjennemgaaende, men som oftest ikke vandtætte Kjølplade, findes der to eller tre langskibs Spanter paa hver Side af Kjølen; disse Spanter strække sig mellem et tværskibs Spant i Nærheden af hver af Skibets Ender. Det yderste langskibs Spant (margin plate) er vandtæt og er altid gjennemgaaende. Mellem de to vandtætte tværskibs Spanter ved Enderne findes ofte med passende Mellemrum to eller flere vandtætte tværskibs Spanter. I Reglen er der gjennem Mande- og Lufthuller fri Forbindelse mellem Cellerne paa bægge Sider af Kjølpladen, for at Skibet ikke skal krænge over i Tilfælde af en Læk paa Skibssiden.

I Bundstokkene i hvert andet tværskibs Spant findes Huller, som vist i Figuren, dels til Passage, dels for at spare Vægt. Bundstokkene kunne ogsaa i mindre Skibe erstattes af *Knæplader* (bracket plate eller triangular plate), hvorefter Systemet undertiden benævnes (»Bracket-Systemet«). Hvert andet Spant bestaar da kun af en Spantevinkel paa Yderbunden og en Kontravinkel paa Inderbunden.

252. *Inderbunden* (inner bottom), der bygges vandtæt, strækker sig fra det langskibs Spant i Kimingen paa den ene Side til det tilsvarende Spant paa den anden Side (Fig. XIV, 28) og deler de tværskibs Spanter i Over- og Underspanter.

Inderbunden bygges af Plader, i langskibs Range. I Stødene, de tværskibs Samlinger, der bør falde mellem de tværskibs Spanter, samles Pladerne ved Stødskinner. Langskibs samles de ved Overlægning.

Pladerne nittes til de langskibs og tværskibs Spanter; hvor nødvendigt, anbringes *Fyldestykker* (liner) mellem Plader og Spant.

I Inderbunden findes Mandehuller med vandtæt lukkede Døre til de forskjellige Celler, for at man kan komme til at efterse, rense og male mellem Bundene.

253. **Dækkene** (deck) skulle, foruden at tjene til Passage og Inddeling af Skibet i forskjellige Rum, tillige give Overskibet fornøden tværskibs og langskibs Styrke. Da Dæksbjælkerne fastnittes solidt til de tværskibs Spanter, holde de Skibets to Sider i den rette indbyrdes Afstand og optage en Del af Vandets Tryk mod Skibssiden. I langskibs

Retning skulle Dækkene ligesom Kjølsystemet modvirke de kjølbrydende Kræfter, men medens Kjølsystemet vil være under Sammentrykning, ville Dækkene, i ethvert Tilfælde øverste Dæk, væsentligst være under Strækning.

Bjælkerne i de forskjellige Dæk anbringes lige over hinanden, for at man ved Støtter kan overføre Trykket paa et Dæk direkte til det neden under byggede Dæk og fra dette atter til Kjølen. Bjælkernes Ender maa have en saadan Dybde, at de, fastnittede til Spanterne, kunne holde Vinklen mellem Dæk og Skibsside uforandret. Man bruger enten ved Bøjning, Opklipning og Tilsvejsning at give Bjælkeenden den i Fig. XIV, 1 og 39 viste Knæform, eller en Knæplade nittes til Bjælken og Spantet (Fig. 38).

For at holde Dæksbjælkerne i den rette indbyrdes Afstand findes der paa Siderne af *Lugerne* (hatchway) *Strækplader* (longitudinal tie plate), som nittes til Bjælkerne og Stringerpladerne (se nedenfor) ved Skibets Ender. Desuden lægges, navnlig i Sejlskibe, diagonale Strækplader mellem Stringerpladerne og Pladerne, hvorigjennem Masterne føres. De skulle overføre Kraftpaavirkningerne fra Masterne til Skibets Skelet. Strækpladerne, baade de langskibs og de diagonale, ere viste i Fig. 29.

Til Dæksbjælkernes Overkant i Borde nittes Vaterbordsplader, eller, som de ogsaa kaldes, *Stringerplader* (deckstringer), der ere fra for til agter gjennemgaaende Plader. Foruden at bidrage til Skibets langskibs Styrke og give Stivhed til Yderklædningen i Nærheden af dem skulle de tillige tjene til at forbinde Dæksbjælkerne med Skibssiden (Fig. 1). De ere ved gjennemgaaende Vinkeljærn samlede til Spanternes Kontravinkler og i Hoveddæk ved indskudte Vinkler til Yderklædningen. Med undersænkede Nagler fastnittes de til Bjælkernes Topflanger.

Har Skibet ikke fast Opstaaende (§ 259), saa at Spanterne ophøre ved øverste Dæk, samles Stringerpladerne ved gjennemgaaende Vinkler til øverste Klædningsrang (Fig. 39).

Langs Yderklædningen indenbords er der paa Stringerpladen dannet et *Vandløb* (gutter water course) af to Vinkler, hvoraf den ene kan være den, der nittes til Kontravinklerne eller Yderklædningen (Fig. 39). Til den nederste Vinkel slutte Dæksplankerne, hvor disse findes. Fra Vandløbet, der cementeres, føres Vandet udenbords gjennem *Spygatterne* (scupper), som ere ovale Jærnrør, hvis Ender ved Kraver nittes til Stringerpladerne og Yderklædningen over Vandet.

For at lette Lastens Stuvning anbringes Lastdæksbjælkerne med store Mellemrum, f. Ex. kun paa hvert tiende Spant. Stringerplader (hold beam stringer) nittes til disse Bjælker. I større Skibe findes yderligere i Lasten Stringerplader, som bæres af Knæ paa Spanterne.

254. Det øverste Dæk, i større Skibe de to øverste Dæk, klædes med Plader, der med undersænkede Nagler nittes til Bjælker og Stringerplader. Samlingerne skulle være vandtætte (Fig. XIV, 30). Som Figuren viser, kan Kontravinklen være bortskaaren ved Yderklædningen og Spantevinklen fordoblet; mellem og omkring de to Spantevinkler nittes Vinkelkraver vandtæt til Yderklædning og Stringerplade.

Dæksplankerne (deck plank). Passagerskibe have altid Træplanker paa øverste Dæk og undertiden ogsaa paa de andre Dæk; i Fragtdampere undværes de ofte.

Plankerne fastboltes til Dæksbjælker og Dæksplader ved galvaniserede Bolte og Møtrikker. Under Boltehovedet vikles Værk, dyppet i Blyhvidt, og Træpropper, indsmurte i Blyhvidt, inddrives vandtæt i Hullet over Boltehovedet (Fig. 31). Ved Kalfatring gjøres Trædækket vandtæt.

Det billige Fyrretræ (yellow pine og pitch pine) foretrækkes som oftest til Dæksplanker. Egeplanker anvendes kun sjældent, dels paa Grund af Bekostningen, dels fordi Egens Garvesyre angriber Jærnet. Teakplanker ere almindelige i Skibe, som sejle paa Varmen.

I Nærheden af Luger lægges ofte et tyndt Sliddæk af Fyrreplanker oven paa Trædækket.

255. *Dæksstøtter* (deck pillar) tjene til Understøttelse af Dækkene, hvorfor de opstilles under Dæksbjælkernes Midte i Rækker lige over hinanden (Fig. XIV, 1) og befæstes paa en saadan Maade til Bjælkerne, at de tillige kunne holde disse sammen, dersom de under Skibets Bevægelser i Søen skulde komme under Strækning.

Støtterne kunne være massive eller bestaa af hule Jærnrør med tilsvejste massive Hoveder og Fødder. Støtternes Hoved har Læber, som boltes til Dæksbjælkerne; have disse Flange paa Underkant, ende Støtterne i flade Hoveder, som boltes til Bjælken. Fødderne boltes til Dæksbjælkernes Topflanger, de nederste Støtters til Kjølsvinet.

256. *Garnering* (ceiling) af Træ lægges paa Kontraspanter og Inderbund, hvor denne findes, for at holde Ladningen fra at falde ned mellem Spanterne eller hvile paa Inderbunden (Fig. XIV, 1 og 7).

Paa Siderne i Lasten anbringes paa Kontraspanterne vandrette *Ribber* (sparring) af Træ eller halvrundt Jærn for at holde Ladningen fra at trykke mod Yderklædningen (Fig. 1).

257. **Yderklædningen** eller udenbords Klædning (outside plating) er den vigtigste Del af Jærnskibets Skrog; dels er den nødvendig af Hensyn til Flydeevnen, dels skal den give Skibet langskibs Styrke.

Den bestaar af langskibs løbende Pladerange (strake), der samles indbyrdes ved Overlægning eller med Skinner. De langskibs Skinner

kaldes *Naadskinner* (edge strip), medens Pladerne i samme Rang samles med Stødskinner, der falde mellem Spanterne, parallelt med disse.

Ved Naadsamlingerne følges tre Systemer:

I *kravelbyggede* Skibe (flush system) er Yderklædningens ydre Overflade fuldstændig glat (Fig. XIV, 40); baade Naad- og Stødskinner ligge paa Indersiden. I Reglen ere Naadskinnerne gjennemgaaende, hvorfor Fyldestykker maa anbringes paa Spanterne.

Dette System følges nu kun i Lystfartøjer, hvor man for Udseendets Skyld ønsker en glat Overflade.

I *klinkbyggede* Skibe (clencher system) overligge den øvre Rangs Plader den nedre ligesom i Træbaade (Fig. 41). Da kileformede Fyldestykker maa passes ind mellem Klædningsplader og Spanter, hvad der medfører en Del Bekostning, benyttes dette System ikke meget.

Klædning ud og ind (raised and sunken plate system) benyttes nu næsten altid (Fig. 42). Hver anden Rang er *Inderligger* og hver anden *Yderligger*; mellem de sidste og Spanterne anbringes Fyldestykker.

Da Spanternes Længde bliver mindre ved Skibets Ender, maa Yderpladernes Bredde aftage henimod Stævnene; man indfører *Gerer* (stealer), hvorved forstaas en Pladerang, som ophører, inden den naar ud til Stævnen.

Stødenes Fordeling afhænger af Spanteafstanden og Pladernes Længde, der ligger mellem 10′ og 20′. Fig. 43 viser, hvorledes man i Handelsskibe som oftest skifter Stødene for hinanden; her er Pladelængden = 6 Spanteafstande.

258. Pladetykkelsen er forskjellig; den ligger mellem $^1/_4$″ og 1″ og er nærmest afhængig af Skibets Størrelse, men er ogsaa forskjellig i det samme Skib, afhængig af Pladens Beliggenhed. De tykkeste ere *Kjølrangenes Plader* (garboard strake) og Pladerne ud for øverste Dæk: *Barkholtpladerne* (sheer strake). Disse to Range findes ud for den underste og øverste Ende af den Drager, hvorved hele Skibet som en samlet Bygning kan tænkes fremstillet. Barkholtpladerne udgjøre den øverste Rang i Yderklædningen og danne sammen med øverste Dæks Bjælker og Stringerplader een solid Forbindelse.

Pladerangene ved Kimingen gjøres tykkere end de øvrige Plader; de skulle nemlig styrke Skibet paa det Sted, hvor Bundstokkene ophøre, og Kontravinkel nittes til Spantevinkel, samt hvor Tanke eller Celler ofte have nødvendiggjort en Overskæring af Spante- og Kontravinkler.

Hen mod Enderne blive Pladerne tyndere.

Pladerne nittes til Spanterne med enkelt Nitning, i Naaderne anvendes dobbelt Nitning og i Stødene to- eller treradet Nitning.

For at den ydre Overflade kan blive glat og Tabet ved Gnidnings-

modstanden mellem Vandet og Skibssiden saa lille som muligt, undersænkes Naglehovederne udvendig.

Efter Sammennitningen stemmes Pladesamlingerne, og Pladerne afpudses udvendig. Huller og Nagleforsænkninger udfyldes med en kitlignende Cement, Spartel, der størkner til en stenagtig Masse. Denne slibes efter med Sandsten, hvorefter Skibet stryges med en *beskyttende Maling* (§ 286). Forinden Afløbningen males Skibsbunden udvendig med *den grødehindrende Maling* (§ 294). Indvendig dækkes Skibsbunden med Cement (§ 291).

259. Det Opstaaende (bulwark) eller Skanseklædningen bestaar i Reglen af Plader, som danne en Fortsættelse af Yderklædningen og forstøttes af *Lønningssceptere* (bulwark stay) med to vandrette Stræbere. En Trælønning anbringes paa Overkanten og fastholdes med Vinkeljærn (guard rail stanchion), som vist i Fig. XIV, 1.

260. **Skibsmaalingens** Øjemed er at bestemme Skibets *Tonnage* (tonnage), hvorved forstaas dets Størrelse i Tons. Den bruges ved Sammenligning mellem forskjellige Skibe, ved Beregningen af deres Værdi, Bekostning ved Bygningen, deres ladningsbærende Evne og af de Afgifter, som hvile paa Skibet.

Der findes forskjellige Arter af Tons, saavel Vægt- som Rumenheder; man kan ikke angive et Skibs Størrelse i Tons uden samtidig at anføre, hvilken Art af Ton, der menes.

For Tiden benyttes hyppigst Deplacement- og Register-Tonnagen.

Deplacement-Tonnagen (displacement tonnage) egner sig særlig som Udtryk for Krigsskibes Størrelse. Enheden er en Ton = 2240 lbs = 2032 ℔, i det metriske System: 1000 Kg.

Da Handelsskibe ligge paa meget forskjellige Vandlinier, afhængig af Ladningens Natur og Beskaffenhed, egner Deplacement-Tonnagen sig ikke for disse Skibe.

Handelsskibe bruge undertiden en Modifikation af Deplacementsystemet, kaldet »dead weight measurement«; herved forstaas Forskjellen mellem Deplacementerne, naar Skibet ligger fuldt udrustet paa dybeste Last med fuld Ladning om Bord, og naar Skibet ligger paa letteste Vandlinie fuldt udrustet som før, men uden Ladning om Bord; denne Forskjel vil være et Udtryk for Skibets Bæreevne.

261. Register-Tonnagen (register tonnage) er et Rummaal af Skibet indvendig. Den bestemmes ved kubisk Udmaaling af alle Rum i Skibet efter fastsatte Regler. Alle indelukkede Rum medtages uafhængig af den Brug, der gjøres af dem. Enheden er en Register Ton = 100 cubic feet = 91,59 danske Kubikfod. Skibsmaalet angives ligeledes i Kubikmeter, der faas ved at multiplicere Register-Tonnagen med 2,83.

Maalingen udføres i 2 Afsnit, nemlig Rummet under og Rummet

over *Maalingsdækket* (tonnage deck), hvorved forstaas øverste Dæk i Skibe med ikke over 2 Dæk, og det andet Dæk fra neden i Skibe med flere end 2 Dæk. Maal tages om Bord i Skibet, og det indvendige Rumfang beregnes ved Hjælp af Formler.

Endvidere maales Kubikindholdet af alle lukkede og fast anbragte Rum paa øverste Dæk, saaledes beskyttede, at de kunne optage Ladning og Passagerer, saasom Dækshuse, Hytte, Bak, Ruf, Halvdæk o. s. v.

Alle de maalte Rums Rumfang sammentælles; Summen divideret med Tonnagecoefficienten (100, dersom Maalene ere engelske, 91,59, dersom de ere danske) giver den samlede Tonnage, *Brutto-Tonnagen* (gross tonnage).

Skibsafgifter beregnes imidlertid ikke af Brutto-Tonnagen, men kun af den Del deraf, der virkelig benyttes som Indtægtskilde enten ved Ladning eller Passagerer; denne Del kaldes *Netto-Tonnagen* (nett tonnage).

Fritagne for Afgift i Dampskibe ere:

1) de Rum, som benyttes til Brug og Ophold for Fører og Mandskab eller til Skibets Navigering samt Kabelrum, for saa vidt Rummene opfylde nærmere fastsatte Betingelser,
2) de Rum, der optages af eller ere fornødne for den bevægende Kraft, dog maa Rummene ikke overskride visse Begrænsninger.

Ved Beregningen af Fradragene fra Brutto-Tonnagen for at erholde den afgiftspligtige Tonnage, bruges forskjellige Regler. I Danmark o. s. v. følges *Donau-Reglen* (Danube rule), i Tyskland o. s. v. *den tyske Regel* (german rule), i England o. s. v. *den engelske Regel* (british rule).

262. Den Ladning, et Handelsskib kan føre, afhænger for lette Varers Vedkommende af Skibets Rumindhold, for svære Varers Vedkommende af Skibets Bæreevne.

Lette Varer, Rumgods (measurement cargo), ere saadanne Varer, hvormed et Skib kan lades fuldt uden at overlades. Hertil vil kunne henregnes alle Varer, som veje mindre end 40 à 50 ℔ pr. Kubikfod dansk.

Skibets indvendige Rum, udtrykt i danske Kubikfod, er lig med dets Register-Tonnage multipliceret med 91,59, men hele dette Rum kan ikke bestuves med Last; der maa først gjøres Fradrag for visse Dele af Lastrummene, saasom Rum mellem Dæksbjælker, Kjølsvin m. m. Af Erfaring regner man, at der til hver Register-Ton vil svare et til Bestuvning med Ladning anvendeligt Rum af omkr. 70 Kubikfod dansk eller 75 cub. ft. engelsk Maal. Er et Skib indrettet til Passagerer, maa man først subtrahere Rumindholdet af Passagerkahytter fra Netto-Tonnagen og derefter multiplicere Forskjellen med 70; man vil da faa Størrelsen af det Rum, der er anvendeligt til Bestuvning med Ladning.

Ønsker man at finde, hvor stor en Vægt af en bestemt Art Rumgods, et Skib kan laste, udregnes efter ovenstaaende Anvisning det til Bestuvning anvendelige Rum; multipliceres dette Tal med Varens Vægt pr. Kubikfod, faas den søgte Vægt.

Rumgods befragtes i Almindelighed efter Rumfang, og Enheden for Maalet er ofte den saakaldte *Fragt-Ton* (freight ton), der er 40 cub. ft. altsaa = $^2/_5$ af en Register-Ton. Dersom man multiplicerer et Skibs Netto-Register-Tonnage (efter at have fradraget Passagerkahytter) med $1^7/_8$ = 1,875, faas tilnærmelsesvis den Ladning i Fragt-Tons, som Skibet kan rumme (approximate measurement cargo).

263. Svære Varer, Vægtgods (dead weight cargo), ere saadanne Varer, som trykke Skibet ned til den dybeste Vandlinie, paa hvilken det er sødygtigt, forinden de have fyldt Lastrummene. Hertil vil kunne henregnes alle Varer, der veje over 40 à 50 Pund pr. Kubikfod.

Den Ladning Vægtgods, udtrykt i Tons à 2240 lbs., som et Skib kan laste, vil være bestemt ved dets »dead weight measurement« eller Bæreevne.

Denne Vægt kan tilnærmelsesvis bestemmes for en Rejse af Middelvarighed ved at benytte følgende approximative Regel: Netto-Register-Tonnagen (efter at have fradraget Passagerkahytter) multipliceret med en Vægtfaktor, hvis Værdi i Reglen ligger mellem 1,5 og 1,75, giver det Antal Tons død Vægt, som Skibet kan føre, efter at man fra Produktet har fradraget Vægten af Maskine, Kjedler med Vand og Kul. Derimod er det Fradrag, som maa gjøres for Mandskab, Forraad og Varegods, indbefattet i Vægtfaktoren.

Kystfarere kunne føre mere, Skibe paa lange Rejser mindre, meget fyldige Skibe mere, hurtig sejlende, skarpe Skibe mindre, end ovenstaaende Regel giver.

Den vandtætte Inddeling.

264. **Vandtætte Skodder** (watertight bulkhead). De Egenskaber, som en god Sødamper bør besidde, ere: Sikkerhed, Beboelighed, Hurtighed og økonomisk Fremdrivning.

Skibet er sikkert, naar det besidder fornøden Styrke og Stivhed i Hoveddelene og disses Samlinger, fuldkommen Vandtæthed og en tilstrækkelig Stabilitet under alle Forhold efter de Farvande, som Skibet skal besejle.

Vi skulle nu nærmere beskjæftige os med Skibets vandtætte Inddeling.

Allerede paa et tidligt Tidspunkt af Jærnskibbygningens Periode

viste det sig, at Jærnskibe ikke saa godt som Træskibe kunne taale lokale Kraftpaavirkninger; man begyndte derfor at inddele Skibets Indre i *vandtætte Rum* (watertight compartment) ved at anvende vandtætte Skodder for saa godt som muligt at formindske Faren for, at Skibet skulde synke, naar Klædningen beskadigedes.

Den vandtætte Inddeling bestaar i Anbringelsen af vandtætte 1) tværskibs Skodder, 2) langskibs Skodder, 3) vandrette Platformdæk og 4) dobbelte Bunde. Disse Skillevægge skulle dels i sig selv være vandtætte, ligesom Forbindelsen med Skibsskroget skal være vandtæt, dels skulle de kunne bære det Tryk, de kunne blive underkastede, naar et tilstødende Rum fyldes med Vand.

Skodder bygges af Plader, der ved dobbelte Spantevinkler forbindes til Yderklædning og Inderbund. Ofte støttes Skoddet ind mod Skibssiden ved vandrette Knæplader. Hvor der ikke er Inderbund, bygges Skoddet op fra Skibssiden og erstatter Spantet, der ellers skulde bygges paa dette Sted. Kjølsvin, Stringerplader o. l. føres ubrudte gjennem Skodderne, og Vandtæthed tilvejebringes med Vinkelkraver som de i Fig. XIV, 30 viste.

Skodderne afstives ved Vinkeljærn, T-Jærn og T-Bulb, der paa den ene Side stilles lodret, paa den anden vandret.

Hvor Skoddet slutter til et vandtæt Dæk, maa dette afstives og bygges vandtæt ved Forbindelsen til Yderklædningen.

Skodderne bidrage ogsaa til Skibets Styrke ved at holde de to Skibssider sammen, ligesom de optage mange af de Kraftpaavirkninger, som fremkomme ved Skibets Bevægelser i Sø.

265 Skibe synke (founder), naar der er saa meget Vand i deres Indre, at de ikke længer besidde Flydeevne. Der er to Tilfælde at betragte. I det første, der er det sjældneste, er Skibsbunden ikke gjennembrudt, men Søen bryder over og fylder Skibet gjennem Luger og Aabninger i Dækket. I andet Tilfælde er Skibsbunden bleven gjennembrudt, saa at Skibets Indre er i fri Forbindelse med Vandet udenbords.

Bryder Søen over Skibet, er den største Vandmasse, som kan trænge ind i det, bestemt ved Størrelsen af det frie Rum i Lasten, som ikke er opfyldt af Ladning, Kul, Maskiner o. s. v. Som oftest vil Skibet, naar den vandtætte Inddeling er mangelfuld, ikke kunne bære saa meget Vand, som dette Rum kan indeholde. Er Ladningen meget let, bestaar den f. Ex. af Tømmer, kan det vel tænkes, at det ikke opfyldte Rum er mindre end Skibets Reservebærekraft, men selv om Skibet ikke synker, bliver det dog i Søgang uregerligt: *vandbundet* (waterlogged).

Nyere Skibe med en effektiv vandtæt Inddeling ere ikke saa udsatte for at synke ved Søens Brydning over Skibet, som ældre Skibe med en mangelfuld vandtæt Inddeling, fordi Vandet ikke kan trænge

fra et Rum ind i det næste. Nærværelsen af frit Vand i Lasten kan imidlertid betydelig forringe Skibets Stabilitet. Vandet kan betragtes som en i Lasten anbragt Vægt, der under Skibets Svingninger ruller over til den Side, Skibet krænger til, hvad der bevirker en Flytning af Skibets Tyngdepunkt til samme Side. Herved bliver Stivhedsmomentet mindre, og Vandet kan gjøre Skibet saa dødt i sine Bevægelser, at det begynder at arbejde tungt i Søen; mere Vand trænger maaske ind, og i værste Tilfælde kapsejser Skibet.*)

I Kornladninger o. l. er der en lignende Tendens til at flytte Tyngdepunktet mod Læsiden ved Forskydning af Ladningen, naar Skibet i længere Tid krænger over til den samme Side, f. Ex. naar Skibet er under Sejl i Passaterne. Saa snart de til Krængning virkende Kræfter ophøre, vil Skibet ikke vende tilbage til den oprejste Stilling, men indtage en konstant Slagside.

266. Vi skulle dernæst betragte det andet Tilfælde. Er Skibsbunden beskadiget, og Hullet ikke lukkes, vil Vandet udenbords fra trænge ind i Skibet, indtil det enten ikke kan finde Adgang til flere Rum, eller det er strømmet ind i saa store Mængder, at Reservebærekraften er overskreden; Skibet vil da synke.

Fyldes et Rum, uden at Skibet synker,

1) vil Skibets Flydeevne formindskes med Vægten af det Vand, som er trængt ind i Rummet,
2) vil Skibet synke dybere, afhængig af Rummets Størrelse i Forhold til det øvrige Skibs,
3) vil Styrlastigheden forandres.

Skodderne kunne kun være et Sikringsmiddel, dersom de naa tilstrækkelig højt over Vandlinien, det vil sige saa højt, at deres Overkant ikke kommer under Vandlinien, naar det Rum, de begrænse, fyldes. Ere de lavere, maa de forbindes til et vandret, vandtæt Dæk. Er denne Betingelse ikke opfyldt, vil Skibets dybere Nedsænkning og den forandrede Styrlastighed bevirke, at Vandet fra det beskadigede Rum trænger over Skoddet ind i det næste Rum, og fra dette maaske videre, til Skibet synker med Stævnen nedad, dersom Beskadigelsen er forude. Det er altsaa ikke tilstrækkeligt at proportionere Skoddets Højde efter det forøgede Dybgaaende over Livet; Styrlastighedsforandringen bør ogsaa tages i Betragtning.

---

*) Er Skibet i Svingning og hurtig forandrer Stilling, vil frit Vand i tværskibs Tanke ikke faa Tid nok til at følge med Bevægelsen; Gnidningsmodstanden mellem Vandet og Tanksiderne vil da virke til Slingringernes Formindskelse. Herpaa beror Anvendelsen af *Slingretanke* (balance chamber).

267. Følgende Exempler give et Begreb om den Pumpekraft, Skibe besidde.

Exempel I: Hvor stor en Vandmængde vil der i Timen strømme ind i et Skib gjennem et Hul 1 □' i Areal og 16' under Vandlinien?

Vandets Indstrømningshastighed $= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 32 \cdot 16} = 32'$ i 1^s.

Den i Timen indstrømmende Vandmængde $= \frac{1 \cdot 0{,}62 \cdot 32 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 64}{2240} =$ 2040 Tons (§ 47).

Exempel II: En Downton's Pumpe (§ 277) af den største Størrelse, som anvendes i Skibe, kan i Timen udpumpe 27 Tons Vand. Dersom Skibet faar en Læk ved en Pladesamling 16' under Vandlinien, og Naglerne, der ere 1" i Diameter, falde ud, saa at Vandet strømmer ind i Skibet gjennem Naglehullerne, hvor mange Naglehuller kan Pumpen da klare?

Den i Timen gjennem et Naglehul indstrømmende Vandmængde $=$

$$\frac{\sqrt{2 \cdot 32 \cdot 16} \cdot 0{,}62 \cdot \pi \cdot {}^1/_4 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 64}{144 \cdot 2240} = 11{,}_1 \text{ Tons.}$$

Pumpen kan altsaa kun klare 2 Naglehuller.

Exempel III: Naar alle Lænsningsmidlerne i Panserskibet »Iver Hvitfeldt« ere i Virksomhed, kunne de under de gunstigste Omstændigheder udpumpe i Timen en Vandmængde paa 1400 Tons. Antager man, at Panserskibet faar en Læk 16' under Vandlinien, hvad er da Diameteren af det største Hul, som alle Lænsningsmidlerne kunne klare?

$$\text{Man har } 1400 = \frac{32 \cdot 0{,}62 \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 64}{144 \cdot 2240}, \text{ eller } d = 11{}^1/_4''.$$

Hullets Diameter maa altsaa ikke være større end $11{}^1/_4$".

Ovenstaaende Beregninger vise, at det er haabløst at stole paa, at Skibets Lænsningsmidler (§ 275) kunne udpumpe de Vandmængder, som strømme ind i Skibet, naar dettes Skibsside er bleven gjennembrudt ved et Sammenstød eller paa anden Maade har faaet en alvorlig Læk. Selv i de Skibe, der ere udstyrede med de kraftigste Lænsningsmidler, kunne disse kun udpumpe den Vandmængde, som strømmer ind gjennem et Hul paa 1 til 2 □' en halv Snes Fod under Vandlinien. Man bør derfor gaa ud paa at gjøre Skibet synkefrit ved at inddele det i saa smaa vandtætte Rum, at Skibet ikke synker, selv om et eller flere af dem fyldes, uden at Vandet kan trænge videre til de øvrige Rum (§ 280).

Det er en bekjendt Sag, at vandtætte Skodder mange Gange har frelst Skibe. Man har imidlertid ogsaa ofte hørt, at Skibe ere sunkne, uagtet de vare forsynede dermed; men undersøges et saadant Tilfælde nærmere, vil det vise sig, at der har været Fejl ved den vandtætte Inddeling, hvoraf de hyppigst forekommende skulle anføres, ordnede i to Grupper: Fejl ved Bygningen og Fejl ved Pasning og Vedligeholdelse.

Af Fejl ved Bygningen skal nævnes følgende: Skibet kan være delt i for faa Afdelinger, Skodderne ere ikke førte tilstrækkelig højt op eller

ere ikke forsynede med vandtæt Tag, de kunne være for svage eller ere ikke vandtætte.

Af Fejl ved Pasning og Vedligeholdelse ere de hyppigste, at de vandtætte Døre (§ 271) staa aabne eller ikke kunne lukkes vandtæt, fordi de ikke ere blevne holdte i Orden. Skodderne kunne være blevne gjennembrudte af Rørledninger e. l. efter Bygningen, uden at man har sørget for Vandtæthed omkring dem. Pladerne ere ikke blevne beskyttede mod Rustdannelse o. l., saa at deres Styrke er bleven forringet, Forstærkninger kunne være overskaarne uden at være bragte i Orden o. s. v.

268. Antallet af vandtætte Skodder i Skibet bør om muligt være saa stort, at Skibet er synkefrit, d. v. s. bevarer tilstrækkeligt Overskud af Flydeevne, dersom det, lastet til sit største Dybgaaende, beskadiges selv paa det uheldigste Sted. Dette vil i Reglen være paa Skibssiden ved det Skod, som skiller de to største Rum, idet disse da bægge ville blive fyldte. En saa effektiv Inddeling i vandtætte Rum er bleven gjennemført i mange moderne Krigsskibe. I Fragtdampere vanskeliggjøres Lastens Stuvning saa meget af Skodderne, at disses Antal ofte er meget indskrænket.

I Fragtdampere ere Skodderne næsten udelukkende stillede tværskibs; den vigtigste Undtagelse danne Skodderne til *Sidekulkasserne* (wing bunker bulkhead), der bygges langskibs mellem Maskinskodderne (se nedenfor).

Det mindste Antal vandtætte Skodder i Fragtdampere er 4. Det forreste Skod, *Kollisionskoddet* (collision bulkhead), skal holde Skibet flydende, naar Boven beskadiges ved Sammenstød mod Gjenstande, der flyde paa Vandet, saasom Vrag, Skibe, Isbjerge o. s. v. Det er derfor bygget tværskibs i en kort Afstand fra Forstævnen. *Pakdaaseskoddet* (stuffing box bulkhead), der bærer Pakdaasen omkring Skrueaxlen ved Stævnrørets Forende, skal holde Vandet fra at trænge længere frem i Skibet, dersom der skulde indtræffe Brud paa Skrueaxel eller Stævnrør. De to *Maskinskodder* (engine room bulkhead) skulle skille Lastrummene fra Maskin- og Kjedelrummet, hvorfor de bygges lige foran for og agten for Maskine og Kjedler (Fig. XII, 6).

Disse to Skodder ere førte op til øverste Dæk; Kollisions- og Pakdaaseskoddet ophøre i Højde med Vandlinien, hvor de slutte til et vandret, vandtæt Dæk (watertight flat), eller føres op til øverste Dæk, afhængigt af Skibstypen og Rummenes Benyttelse.

Mellem Pakdaaseskoddet og Maskinrummet findes i større Skibe en vandtæt bygget *Axelgang* (tunnel) af firkantet Tværsnit med Passage fra Maskinrummet gjennem en vandtæt Dør i Maskinskoddet; en Gang findes paa den ene Side af Axlen. Døren kan bevæges fra øverste Dæk.

Kollisions- og Pakdaaseskoddets Vandtæthed prøves ved at fylde henholdsvis det forreste og agterste Rum med Vand op til Ladelinien. De øvrige Skodders Vandtæthed prøves ved Hjælp af kraftige Vandstraaler, der rettes mod Skoddernes Samlinger.

Større Passagerskibe have i Reglen flere end 4 Skodder. I moderne, hurtiggaaende Paketter er den vandtætte Inddeling langt effektivere end i almindelige Fragtdampere, særlig i Tvillingskrueskibe med langskibs Skod mellem Maskinerne.

269. Forskjellige Opbygninger. Paa øverste Dæk findes i Reglen Dækshuse og andre Opbygninger.

Skibets Forende ender ofte i en *Bak* (top gallant forecastle), som dels skal tjene til Opholdssted for Besætningen, dels skal holde Søen fra at bryde ind over Dækket; den skal tillige danne Platform for Ankrenes Betjening og Henstuvning.

Bakkens Agterkant lukkes med et Skod Spanterne naa op til Bakkens Dæk; Siderne ere en Fortsættelse af Yderklædningen, og over Bakkens Dæksbjælker lægges et Trædæk. Under Spil, Bovstoppere o. l. anbringes Styrkeplader, som nittes til Dæksbjælkerne og forbindes til Dækket nedenunder med Støtter o. l.

Er Bakkens Dæk saa lavt over øverste Dæk, at der ikke vil blive Højde nok til Beboelse, lader man øverste Dæk ophøre ved Bakkens Skod og fortsætter det herfra og forefter længere nede (sunk forecastle). Stringerpladerne føres gjennem Bakkens Skod og aftage gradevis i Bredde foran for dette. Man sørger i det hele taget for ikke at svække Skibet ved pludselig at overskære Hoveddele, hvorpaa dets Styrke beror.

Agter bygges ofte en *Hytte* (poop); den er af lettere Konstruktion end Bakken, og Kontraspanterne ophøre ved øverste Dæk. Hyttens Forkant lukkes med et tværskibs Skod, solidt afstivet for at kunne modstaa Slagene fra frit Vand, som maatte samle sig paa Dækket og strømme agterefter.

Halvdæk agter (raised quarter deck) tjener til at gjøre Lastrummet agter større. Dets Forkant lukkes med et Skod (break bulkhead), der ofte er et af Skibets Hovedskodder, hyppigst det agterste Maskinskod. Ved dette Skod ophører øverste Dæk, og Halvdækket fortsættes til Agterenden. Dette Dæk bygges lige saa solidt, som om det havde dannet en Fortsættelse af øverste Dæk. Ved Skoddet er Yderklædningens Plader sværere i Tykkelse, og der anbringes forskjellige Afstivninger for at vedligeholde Skibets langskibs Styrke.

Et midtskibs Brohus (bridge house) benyttes hyppigst i Forbindelse med en Hytte eller et Halvdæk agter. Foruden til Lukafer, Opbevaringsrum o. l. tjener Brohuset til at omslutte de over Maskine og Kjedler byggede Kapper og forøge Højden af Luftbrønden til Fyrpladsen,

saa at Søstænk ikke saa let kunne trænge ind i Maskin- og Kjedelrummene.

Brohuset har paa Forkant et solidt Skod med Jærndøre, som føre til smalle Gange mellem Maskin- og Kjedelrummenes Kapper og Skibssiden eller Lukaferne og Opbevaringsrummene langs denne. Disse Kapper naa op over Brohusets Dæk og have ud mod Gangene Aabninger, der kunne lukkes med solide Døre.

270. Forskjellige Handelsskibstyper. Skibe bygges med 1, 2, 3 eller 4 Dæk eller Dæksbjælkerækker (tier of beam). I ældre Skibe er øverste Dæk ofte fortløbende: »flush deck«. De fleste nyere Skibe have Bak, Hytte, Brohus o. l.

Følgende Skibstyper ere bedst kjendte under deres engelske Betegnelse:

„*Awning decked*"-*Skibe* have over Hoveddækket en forholdsvis let Overbygning fra for til agter; den er nærmest bestemt til at skaffe Ly for Passagerer og Kreaturer eller til Henstuvning af Ladninger, som bestaa af lette Varer eller ere begrænsede i Mængde. Da Overbygningen og dens Dæk ikke bidrager videre til Skibets Styrke, skal Ladelinien, betegnet ved et Mærke paa Skibssiden, og Dækshøjden bestemmes i Forhold til Hoveddækkets Højde over Vandlinien.

En »awning decked«-Damper er sikrere i Søgang end en *Brønddamper*, d. v. s. en Damper, som har Brønde (well) mellem Bak og Brohus og mellem dette og Hytten eller kun een Brønd for, forudsat bægge Dampere have samme Dækshøjde; men paa det sidst nævnte Skib hviler færre Afgifter end paa Skibet med »awning deck«, fordi Rummet mellem dette Dæk og Hoveddækket medregnes i Tonnagen. Brønddampere anses nu for den i kommerciel Henseende heldigste Type for Dampere.

„*Shelter decked*"-*Skibe* have Overbygning af endnu lettere Konstruktion end »awning decked«-Skibe.

„*Shade decked*"-*Skibe* have fra for til agter et let Dæk over Hoveddækket, men Rummene mellem Dækkene lukkes ikke paa Siderne over Skanseklædningen, saa at det øverste Dæk kun tjener til Beskyttelse mod Vejrliget.

„*Spar decked*"-*Skibe* have tre Rækker Dæksbjælker. Det øverste Dæk og Klædningen mellem dette og Hoveddækket er stærkere end i »awning decked«-Skibe; dog ere »spar decked«-Skibe af en lettere Bygning end Skibe, som ere byggede efter de af Klassifikations-Selskaberne opstillede Regler for Skibe med tre Dæk. Der bør derfor gives et Skib med »spar deck« mere Dækshøjde end et almindeligt Skib med 3 Dæk.

271. Vandtætte Døre o. l. Paa Skoddet mellem Axelgang og Maskinrum og paa andre Skodder i Skibe, der have mange vandtætte

Rum, er det nødvendigt af Hensyn til Passagen fra et Rum til det næste at have vandtætte Døre; disses Antal bør være saa lille som muligt, Dørene bør sidde saa højt oppe paa Skoddet som muligt, og de, der ikke bruges til Stadighed, skulle være lukkede, naar de ikke bruges. Under farefulde Omstændigheder bør alle Døre holdes lukkede. Dørene bør jævnlig efterses, og deres Lukkemekanisme prøves, for at man kan sikre sig, at de til enhver Tid ere i Orden og kunne lukke tæt for Aabningen i Skoddet. Dørene skulle kunne lukkes fra et Dæk over dybeste Vandlinie, og paa Lukkemekanismen bør være anbragt en *Indikator*, som viser, om Døren er aaben eller lukket.

Af vandtætte Døre (watertight door) findes to Konstruktioner: *Løftedøre* og *Skydedøre*. Fig. XIV, 44 viser en Løftedør (vertically-sliding door). Denne er en aflang Støbejærns Plade, styrket med Ribber og styret mellem *Styrelister* (guide groove) paa de lodrette Sider af en Støbejærns Ramme, som fastskrues til Skoddet uden om Aabningen i dette. Styrelisterne ere kileformede, svarende til Kiler paa Dørens lodrette Sider. En skrueskaaren Spindel gaar gjennem en Møtrik paa Dørens Top. Drejes Spindelen rundt, løftes eller sænkes Døren.

Fig. 48 viser en Skydedør (horizontally-sliding door); denne har to Tandrækker til to Drev paa en lodret Spindel. Døren hviler paa to Ruller. Drejes Spindelen, føre Drevene Døren til Siden; Vandtæthed opnaas ved, at Skydedøren kiles ind mellem Rammens Styrelister. Fordelen ved en Skydedør er, at dens Vandring er mindre end Løftedørens, fordi Dørens Bredde er mindre end dens Højde, men paa den anden Side er den langt mere end Løftedøren udsat for at stikke fast ved Snavs e. l. i Styret, saa at man ikke kan lukke den tæt til. Af denne Grund foretrækkes Løftedøre.

Fig. 49 viser en Indikator. Paa et kort Stykke af den lodrette Spindel, hvormed Døren eller Sluseventilen (se nedenfor) lukkes, er der Snit til en Møtrik, som hindres i at dreje rundt med Spindelen ved en til den fast forbunden Viser; denne er tvungen til at vandre i en lodret Udskæring i en Plade, hvorpaa er graveret: »Aaben« og »Lukket«. Viseren vil være ud for henholdsvis den første eller den anden Betegnelse, naar Døren eller Ventilen er aaben eller lukket. Paa Tegningen er Spindelens øverste Ende forsynet med et konisk Hjul, der er i Indgreb med et lignende paa en kort Axel, paa hvis Ende et Haandsving eller en Nøgle anbringes, naar Døren eller Ventilen skal bevæges.

Fig. 50 viser en *Sluseventil* (sluice valve) paa et Skod; den tjener til at dræne Vand fra et Rum til det næste gjennem Skoddet og anbringes derfor ved dettes Fod lige over Cementen. I Handelsskibe forsynes alle Skodder undtagen Kollisionsskoddet med Sluseventil. Denne bestaar af en flad Ventil, som kan skydes op og ned langs Sidestyr i

en til Skoddet fastboltet Ramme af Jærn eller Metal. Ventilen trykkes ind mod sit Sæde af to i eet med den støbte Kiler, som presse mod Sidestyrene. Trækstangen, hvormed Sluseventilen aabnes eller lukkes, bør være omgiven af en Skærm til Beskyttelse mod Stød; den skal kunne bevæges fra et Dæk over dybeste Vandlinie.

272. Lysningsglas (scuttle). For at skaffe Lys og Luft ind i indelukkede Rum under Dækket findes der i dette *Koøjne* (bulls eye), hvoraf en Konstruktion er vist i Fig. XIV, 46. Glasset, hvis Underside er konkav for bedre at sprede Lysstraalerne, har langs Omkredsen en fremspringende Kant, som hviler paa en Ansats i en Metalring, og er omgiven af tyndt Kautschuk. Metalringen skrues ind i den til Dækket fastskruede runde Metalramme. Glassets fremspringende Kant holdes ned mod Ansatsen af en paa Ydersiden skrueskaaren Ring.

Fig. 47 viser et til Skibssiden indrettet *Sideglas* (side scuttle) med *Stormklap* (dead cover). Denne tjener til at holde Lys i Lukafer o. l. fra at skinne uden for Skibet og skal ogsaa kunne lukke for Aabningen og holde Vandet ude, dersom Glasset skulde gaa itu. Det vil af Fig 47 fremgaa, at Ringen, der tjener som Indfatning for Glasset, har to opstaaende Kanter, hvoraf den ene trykker mod en Kautschukring i Stormklappen og den anden mod en Kautschukring i den til Skibssiden fastskruede Ramme. Ringen og Stormklappen kunne hver for sig drejes om Hængsler og skrues vandtæt fast ved Hjælp af Overfaldsskruer med Fløjmøtrikker.

Fig. 45 viser et *Kuldæksel*, hvormed Kulfyldningshuller til Kulkasser lukkes. I en til Dækket fastskruet Støbejærnskrans passer en Rist, og over denne lægges Kuldækslet. Naar Kulkasserne skulle ventileres i godt Vejr (§ 322), aftages Dækslet, Risten tages op og vendes, saa at dens Underside kommer lige med Dækket. I almindelige Fragtskibe naa Kulfyldningsrørene i Reglen 12″ over øverste Dæk og kunne her lukkes med et Laag.

273. **Vandballasttanke** (water ballast tank). Indtil Aaret 1852 var det almindelig Praxis, at Dampskibe, ligesom Sejlskibe til alle Tider have gjort det, fyldte fast Ballast, naar de i let Tilstand skulde gaa til Havnen, hvor Ladningen skulde indtages. Udgifterne og Tidsspilden herved vare betydelige. Da Vandballast blev forsøgt det nævnte Aar, viste Resultatet sig at være saa tilfredsstillende, at det ikke varede længe, inden den blev almindelig indført, og i alle Dampskibe indrettedes Tanke hertil. Da man uden væsentlig Bekostning og Arbejde kan fylde Tankene med Søvand, og de med Lethed kunne pumpes tomme af dertil egnede Lænsningsmidler (§ 276), ere Fordelene ved Vandballasttanke meget betydelige. De kunne desuden i Tilfælde af Læk, Forskydning af Lasten o. l. benyttes til Skibets Lempning paa ret Kjøl.

Fig, XIV, 33 til 37 viser Beliggenheden af de hyppigst anvendte Tanke i Handelsskibe. Man bruger *Højtanke* (deep water tank), som vist i Fig. 33 og 36, og *Bundtanke* (bottom tank), som vist i Fig. 34, 35 og 37. I langskibs Retning maa Tankene fordeles og deres Rumindhold bestemmes saaledes, at man kan lægge Skibet paa det ønskede Dybgaaende og Styrlastighed; Bundtankene strække sig over den største Del af Skibets Længde og gaa ofte under Maskinen (Fig. 37).

Da Skibets Ender ikke egne sig til Henstuvning af Last, indrettes de ofte som Tanke, For- og Agter-*Peaktankene* (peak tank), der nærmest maa betragtes som Højtanke (Fig. 36). Disse sidste bruges ofte som Lastrum og forsynes derfor med vandtætte Luger paa Toppen. De maa afstives endnu omhyggeligere end almindelige Skodder for at kunne bære Trykket mod Siderne, naar Tanken er næsten fuld af Vand, og Skibet er i Bevægelse i Søen. I dette Tilfælde skal Tanken nemlig ikke alene bære Vandets direkte Tryk, men ogsaa optage Slagene fra Vandet, naar dette kommer i Bevægelse under Skibets Rulninger og Duvninger. For at formindske Vandets Bevægelse bygges der i Tanken fra dens Overende nedefter en langskibs Skillevæg, dersom der ikke findes et langskibs midtskibs Skod i den. Tankes Vandtæthed prøves ved at lukke deres Luger, Døre o. l. og fylde Vand i dem, til det staar nogle Fod over Toppladen i et til Tankens Overside midlertidig befæstet, lodret stillet Rør (Exemplet i § 35).

274. Bundtanke bygges i Reglen efter et af følgende to Systemer: M'Intyre-Systemet og Cellesystemet. Fig. XIV, 1 og 27 viser en Bundtank, bygget efter *M'Intyre-Systemet.* Over Bundstokkene er lagt svære langskibs Dragere, som fastnittes til Kontraspanterne og bære Inderbunden. Mellem *Tanksiden* (margin plate) og Skibssiden findes *Rendestenen*, hvorfra Lastpumperne suge. Fig. 26 og 28 vise en Bundtank efter Cellesystemet (§ 251).

Bundtanke danne en Art *dobbelt Bund* (double bottom), som ved at strække sig over den største Del af Skibsbunden betydelig bidrager til Skibets Sikkerhed i Tilfælde af en Læk i Bunden. Den laveste Del af Skibet er mest udsat for Beskadigelse under Grundstødning. Saafremt Skaden ikke udstrækker sig til Inderbunden, trænger Vandet ikke ind i Skibet, selv om Yderbundens Beskadigelse er meget betydelig; Skibet flyder »paa Tankene«. Inderbunden har i mange Tilfælde frelst Skibe fra at synke.

Højtanke ere som oftest værdiløse i Tilfælde af en Læk paa Skibsbunden. De anvendes derfor ikke saa hyppig som Bundtanke, ogsaa fordi disse Tanke, der udelukkende benyttes som Ballasttanke, ikke medregnes i Tonnagen, hvad der betydelig forringer Skibsafgifterne.

Som anført formindsker frit Vand i Skibet Stabiliteten. Tanke skulle derfor altid enten være helt tomme eller helt fyldte; kun i sidste Tilfælde kan Vandballast betragtes som fast Ballast.

275. **Lænsningsmidler.** *Hovedmaskinens Lænsningsmidler.* Til Udpumpning af Vand fra Skibets forskjellige vandtætte Rum haves dels de af Hovedmaskinens Pumper, som indrettes hertil, dels anbringes i Skibet særlige Lænsningsmidler med dette Formaal for Øje.

Af Hovedmaskinens Lænsningsmidler er Cirkulationspumpen den vigtigste. Denne Pumpe har et Sugerør fra Lasten med Kontraventil paa Røret; denne Ventil skal hindre Vandet i at løbe fra Søen til Lasten. Naar denne Pumpe skal benyttes som Lænspumpe, lukkes dens Søforbindelse, og Ventilen paa Lastledningen aabnes; Lastvandet i Maskinrummet vil da blive pumpet gjennem Kondensatoren, hvor det gjør Nytte som Svalevand, og det gaar over Bord gjennem Svalevandets Afgangsrør og Afgangsventil paa Skibssiden.

Maskiner med Indsprøjtningskondensator have *Lastindsprøjtning.* I Tilfælde af en Læk paa Skibssiden lukkes for Indsprøjtningen fra Søen og aabnes for Lastindsprøjtningen; Vandet i Lasten vil da ved Atmosfærens Tryk trykkes ind i Kondensatoren, hvor det fortætter Dampen, hvorefter det af Luftpumpen pumpes over Bord gjennen Spildevandsrøret. Undtagelsesvis forsynes Overfladekondensatorer ogsaa med Lastindsprøjtningsrør, saa at baade Cirkulations- og Luftpumpen kunne tjene som Lænspumper.

De af Hovedmaskinen trukne Lastpumper kunne selvfølgelig benyttes som Lænspumper, men de ere kun i Stand til at udpumpe en ringe Vandmasse, sammenlignet med Cirkulationspumpen.

I Skibe, som ikke have en særskilt Ballastpumpe, er Dampkjedelpumpen indrettet til at kunne pumpe Vand fra Lasten over Bord. Saavel denne som Cirkulations- og Luftpumpen bør kun i yderste Nødstilfælde benyttes som Lænspumper (§ 153).

276. Særlige Lænsningsmidler drives dels med Damp, dels med Haandkraft. Ofte anbringes de nærmest af Hensyn til Vandballasttankene, men kunne ogsaa benyttes som Lænsningsmidler.

Vi begynde med Lænsningsmidler, som drives med Damp.

En eller flere *Ballastpumper* (ballast pump) ere opstillede i Maskinrummet i alle større Handelsskibe. De kunne være almindelige, opretstaaende eller liggende, dobbelt virkende Pumper, der trækkes af en eller to Dampcylindre ligesom Dampkjedelpumper.

I nyere Skibe benyttes hyppig den i Fig. XV, 2 viste Pumpe. Særkjendet ved denne Pumpetype, der gaar under forskjellige Navne: *Worthington-, Owens-Pumpen* o. s. v., er, at Glideren til den ene Dampcylinder

bevæges af den anden Cylinders Stempelstang og omvendt; den sammensatte Glidermekanisme undgaas, og Pumpen arbejder jævnt uden Svinghjul.

Straalelænsere (bilge ejector) ligne Straalefødere. Fig. X, 32 viser en Straalelænser. Dens Hus har Form af en langstrakt Vase; Dampen strømmer gjennem en indsnævret Tud ind i Vasens Hulhed, hvorved Luften i denne fortyndes; Vandet stiger derfor op i Hulheden gjennem den paa denne siddende Tud og rives med Dampen gjennem Vasens Top over Bord gjennem et Afgangsrør med Afspærringsventil paa Skibssiden. Omkring Enden af Vandets Tilgangsrør i Lasten anbringes en Sugekurv.

Skal Straalelænseren benyttes, aabnes langsomt for Dampen, og Afspærringsventilen paa Afgangsrøret lukkes op. Giver Straalelænseren kun lidt Vand, er Sugekurven forstoppet; man lukker da for Vandafgangen, hvorved Dampen trænger gjennem Straalelænseren og Vandets Tilgangsrør ind i Sugekurven og blæser denne ren. Denne næmme Rensningsmaade er en af Hovedfordelene ved Straalelænseren, som derfor egner sig til Bortskaffelse af Vand fra Rum som Kjedelrum og Kulkasser, hvor almindelige Pumpers Ventiler let komme i Uorden ved Kulstykker og Snavs, som Vandet fører med sig. Straalelænsere bruge megen Damp.

Pulsometre (pulsometer) bestaa af to symmetriske, af hinanden uafhængige Kamre A og B, som foroven ere indsnævrede, men forneden udvide sig (Fig. XV, 9); her findes Sugeventilerne a, hvorigjennem Vandet kan strømme ind i Pulsometret fra det fælles Tilgangsrør D, samt Stigeventilerne b, der aabne ud til et fælles Kammer, hvorfra Vandet ledes over Bord gjennem Røret C. Kamrene støde foroven sammen i en Spids; her findes et Par Snøfteventiler, og en Klap eller, som i Figuren, en Kugle kan skiftevis sætte et af Kamrene A eller B i Forbindelse med Damprøret E, som udmunder samme Sted.

Virkemaaden er følgende: vi antage, at bægge Kamre A og B ere blevne fyldte med Vand enten ved Paafyldning, eller ved at man lader Dampen fortætte i dem; Kuglen lukker for Kamret A. Aabnes der for Dampen, strømmer den ind i B og trykker Vandet ud gjennem Stigeventilen b. Naar Vandets Overflade er falden til Kamrets udvidede Del, vil en pludselig Fortætning af Dampen indtræde paa Grund af Berøringen med Kamrets store kølende Overflade og en i Vandet opstaaende voldsom Bevægelse. Herved dannes et Vakuum i B, og Kuglen føres over og lukker for dette Rum og altsaa ogsaa for Dampens Indstrømning, Stigeventilen lukkes, Sugeventilen a aabnes, og Vandet suges ind i B og fylder dette. Det samme Forhold vil nu gjentage sig i A. Den skiftevise Fyldning og Tømning finder Sted 70 til 80 Gange i Minuttet.

Dette Lænsningsmiddel har en simpel Indretning og Virkemaade, der er faa arbejdende Dele, og disse kunne ikke let komme i Uorden.

Undertiden benyttes Centrifugalpumper, trukne af særskilte Maskiner, som Lænspumper.

Lænsningsmidlerne skulle kunne drives med Damp saavel fra Hovedkjedlerne som fra Spilkjedlen. Denne og Lænsningsmidlerne bør være opstillede saa højt i Skibet, at de kunne virke, selv om Vandet i Lasten naar op til Kjedlernes Ildsteder.

277. Haandpumper ere nærmest bestemte til Skibets Lænsslaaning, naar der ikke er Damp paa Kjedlerne. I Tilfælde af en alvorlig Læk bringes selvfølgelig alle Lænsningsmidler i Virksomhed.

Haandpumper kunne være almindelige enkelt- eller dobbeltvirkende Slagpumper; hyppig bestaa de af en til Dækket fastskruet Pumpecylinder og et Stempel, der bevæges ved en Nikkebevægelse.

Ofte anvendes *Downton's-Pumper*, der ere af Metal og, som Fig. XV, 10 udviser, have tre Stempler, hver med to Klapper. Paa en Axel, som ligger tværs over Pumpecylinderen, findes tre Krumtappe til de tre Stempler. Krumtappene danne Vinkler paa 120° med hinanden (Fig. 10 d), saa at i det mindste et af Stemplerne altid bevæger sig opad, hvorved opnaas en jævn Strømning af Vandet. Stemplerne have Stempelstænger, som foroven ende i Styreplader (Fig. 10 b), der vandre imellem Styr i Pumpens Overdel (Fig. 10 c). Krumtappindene glide i Slidser i Styrepladerne som i en almindelig Harpebevægelse. Det midterste og underste Stempels Stænger kunne bevæges vandtæt gjennem Huller i det øverste Stempel. Pumpehylstret, som foroven danner Vindkjedel, lukkes vandtæt med et højt Metaldæksel. Axlen drejer i Pakdaaser paa Pumpehylstret og er forsynet med et Svinghjul og et eller to Haandsving efter Pumpens Størrelse. Pumpen har en Tud, der kan lukkes med en Kapsel og tjener som Paaskruningssted for *Slanger* (§ 313); forneden i Pumpen findes en Fodventil.

Pumpens Virkemaade er følgende: Gaar det underste Stempel opefter, suger det Vand ind i Pumpen gjennem Fodventilen; er Stemplet næsten naaet til sin øverste Stilling, begynder det midterste Stempel at gaa opefter, det underste Stempels Klapper aabne sig, og Vand suges ind i Pumpen gjennem disse. Naar det midterste Stempel er naaet til sin øverste Stilling, begynder det øverste Stempel sit Opslag, suger Vand ind i Pumpen gjennem de to underste Stempler og trykker Vandet over sig ind i Vindkjedlen. Naar de underste Stempler bevæge sig opefter, trykke de Vandet over dem op gjennem det øverste Stempels Klapper.

I deres øverste Stilling staa Stemplerne i nogen Tid stille, idet Oversiden af Styrepladernes Slidser er dannet som en Cirkelbue med Axlen som Centrum (Fig. 10 b); herved opnaas, at Stemplerne virke i Rækkefølge efter hinanden. Det kan dog ikke undgaas, at de enkelte

Slag gribe noget ind i hinanden, saa at en Downton's-Pumpes Pumpekraft bliver noget mindre end 3 Gange en Pumpes af samme Diameter og Slag som et af Downton's-Pumpens Stempler.

Ved 40 Omdrejninger i Minuttet kan en Downton's-Pumpe af 5" Diameter udpumpe omtr. 5 Tons Vand i Timen, af 9" Diameter: 27 Tons i Timen.

Tæthed mellem Pumpecylinder og Stempel skaffes til Veje ved Hjælp af Lædermanchetter (§ 36).

Som oftest har hver Side i Lastrummene sin Haandpumpe, der kan bevæges baade fra øverste Dæk og Hoveddækket. Forrummet har sin særlige Pumpe.

278. Udpumpning af Last og Tanke. Skibsbunden indenbords bør holdes tør; den daglige Lænspumpning besørges under Gang af Maskinens Lastpumper, naar der ikke er Damp, af Haandpumperne. Lastpumpernes Sugerør føre til en i Fig. XV, 14 vist *Fordelingskasse* (directing box), som er opstillet paa et let tilgængeligt Sted over Dørken i Maskinrummet. Den er i Fig. V, 2, 3 og 4 mærket med A. Fra Fordelingskassen udgaa til Rummene Rørledninger med Afspærringshaner eller Ventiler; aabnes een af disse, kommer vedkommende Rum i Forbindelse med Lastpumperne. Imellem Kassen og Pumpen er indskudt en *Slamkiste* (mud box) med en *Rist* (strainer), som skal hindre Snavs i at følge med Vandet ind i Pumpen. Slamkisten lukkes med et Laag, som næmt kan aftages, naar Kisten skal renses (Fig. 4). Fig. 5 viser en anden Form paa Slamkister. Snavset falder ned i en Mudderkasse, som kan trækkes ud af Slamkisten, naar dennes Laag aftages. Ere Mudderkassens Huller forstoppede, kan den renses ved at holde den en kort Tid i et af Kjedelfyrene.

Mærkeplader paa Fordelingskassen angive, hvilket Rum vedkommende Rør fører til.

Fra Fordelingskassen udgaa Ledninger dels til Lastrum, For- og Agterrum, dels til 2 eller 3 forskjellige Steder i Maskinrummet og Axelgangen. Smaa Brønde (Fig. 3), hvorfra Sugerørene udgaa, kunne være byggede ned i Tanken; korte Rørledninger lede Vandet fra Rendestenen til Brønden. Undertiden er Maskinbrønden et fra Tanken ved tværskibs vandtætte Skodder afsondret Rum, hvorfra Sugerørene udgaa. Paa Siderne ud mod Rendestenen findes Klapventiler, som aabne indad mod Brønden, saa at Lastvandet kan løbe ned i denne, medens de i Tilfælde af en Læk under Brønden lukke og derved hindre Vandet i at trænge videre.

Sugerørene ere af Bly eller Jærn, 2" til 3" i Diameter. De ende ofte i Sugekurve, som bør være let tilgængelige.

Fig. XV, 5 viser en *Dækplade*, hvormed den samme Pumpe kan

suge fra forskjellige Rum uden Fordelingskasse. Pumpens Sugerør ender i en Bøjning, der kan drejes om Pladens Midte, saaledes at dens ydre Ende ved Hjælp af en Omløbermøtrik kan sættes i Forbindelse med et af de Rør, — i Figuren er der sex Rør, — som udmunder i Dækpladens Omkreds og føre til de forskjellige Rum.

279. Vandballasttanke fyldes og tømmes gjennem Rørledninger, som kunne slutte til en eller flere Fordelingskasser, med Afgangsventiler, Mærkeplader o. s. v. som ovenfor beskrevet.

Tanke fyldes enten gjennem et af Lænsningsmidlerne eller direkte fra Søen, idet man fra en Søventil i Maskinrummet lader Vandet strømme gjennem Fordelingskassen og Tankens Rørledning ind i Rummet. Højtanke maa i Reglen fyldes ved Pumpning, idet man sætter Ballastpumpens Trykside i Forbindelse med vedkommende Tanks Sugerør.

Har Skibet Ballastpumpe, bør denne altid benyttes som Lænspumpe fremfor Kjedelpumpen. Ballastpumpen har Forbindelsesrør til Fordelingskasserne, Stigerør til Søen og Sugerør til Maskinlasten. Som Regel kan Ballastpumpen tømme Tankene i Løbet af 3 til 4 Timer. Naar Skibet nærmer sig Bestemmelsesstedet, paabegyndes Udpumpningen. Tankene ere forsynede med Luftrør, hvorigjennem Luften kan undslippe under Fyldningen; de have Mandehulsdæksler og Fylderør med Haner, naar de tillige skulle kunne benyttes som Ferskvandsbeholdere.

Højden af Vandet i Last og Tanke undersøges ved at sænke en til en Line fastgjort *Pejlstok* (sounding rod) ned i *Pejlrøret* (sounding tube), som anbringes langs Skodder i alle Rum over og under Inderbunden. Pejlrøret, der naar op til øverste Dæk eller til et tilgængeligt Dæk over Vandlinien, kan foroven lukkes med en *Skrueprop* (screw cover). Ofte tjener Pejlrøret til en Tank tillige som Luftrør for denne. En Forstærkningsplade anbringes under Pejlrøret for at beskytte Yderskallen mod Pejlstokkens Stød.

280. Faar Skibet en Læk, lukkes alle vandtætte Døre og Sluseventiler; man forsøger at stoppe Lækken ved Hjælp af Lækstoppere e. l., eller dog formindske Vandets Indtrængen, og Lænsningsmidlerne sættes i Virksomhed. Om fornødent afstives Skodderne med Træstøtter e. l. Er Lækken ikke i Maskinrummet, ledes Vandet hertil gjennem Sluseventilerne i Skodderne, for at Maskinens Lænsningsmidler kunne komme til Nytte. Under visse Forhold kan det blive nødvendigt at udløse Hovedmaskinen af Forbindelse med Skruen og drive den alene, for at dens Lænsningsmidler kunne virke med Kraft. Der kan ogsaa tænkes Tilfælde, hvor man kan formindske Vandets Indstrømningshastighed og Tryk mod Skodderne ved at give Skibet en saadan Fremdrivningsretning, at Hullet vender fra denne. Er Skaden paa Skibets fyldige Del, vil Indstrømningshastigheden formindskes, jo hurtigere Skibet gaar; dog ere

disse Forhold meget berørte af Hullets Form, om Pladerne have Flige, som vende ud ad o. s. v.

Lastledningerne ere forskjelligt ordnede i de forskjellige Skibe; de rette sig efter Skibs- og Maskintypen, Arrangementet af Maskine og Kjedler, Lænsningsmidlernes Antal, Type og Opstilling o. s. v. *Det er de Befalendes Pligt til de yderste Detailler at være kjendte med den vandtætte Inddeling, Lænsningsmidlerne og Lastens Udpumpning* i det Skib, som er dem betroet. En nøjagtig Tegning, visende Rummene, Lastledningerne, Sluseventiler, Fordelingskasser o. s. v. bør findes om Bord; den vil være det bedste Hjælpemiddel til at sætte Vedkommende ind i denne vigtige Sag, naar han første Gang tiltræder Tjeneste om Bord, men desforuden bør Vedkommende paa Stedet undersøge Ledningers, Haners og Ventilers Beliggenhed og Betjeningsmaade.

Lastledningerne bestaa dels i Hovedrør fra vedkommende Rum eller Lænsningsmiddel, dels Stikrør mellem Hovedrørene og de andre Lænsningsmidler. Der bør drages nøje Omsorg for, at Vandet ikke kan strømme fra Søen direkte til et Rum og fylde dette, dersom man af en Fejltagelse stiller en Hane eller Ventil paa urette Maade, eller man glemmer at lukke en saadan. Det kan derfor blive nødvendigt at anbringe Kontraventiler paa enkelte af Ledningerne, saa at Vandet kun kan strømme i een Retning gjennem disse.

281. Paa Bladene IV og V (dog ikke Fig. 1) er vist Lastledningerne til det Skib, hvis øvrige Rørledninger ere omtalte i § 180.

Ledningerne 28 til 35 vedrøre Lastpumperne; de ere nærmere omtalte i § 180. Gjennem Ledningerne 28 og 29 kunne disse Pumper suge fra Fordelingskassen A. Fra denne udgaa fire Rørledninger, som ere viste paa Blad V i de tre Figurer: 3, 2 a og b. Disse Ledninger ere:

63 Sugerøret fra Maskinbrønden om B.B.,
64 Sugerøret fra Maskinbrønden om S.B.,
65 Sugerøret fra Forpeak,
66 Sugerøret fra Agterpeak og Axelgang,
67 Stikrøret fra 66 til Axelgangen,
68 Stikrøret fra 66 til Agterpeak.

Af andre Lænsningsmidler findes om B.B. en Kjedelpumpe, der tillige tjener som Lænspumpe, samt et Pulsometer P agter om B.B. i Maskinen, foruden Cirkulationspumpen, der gjennem Ledning 20 kan suge fra Maskinlasten.

37 er, som ovenfor omtalt i § 180, Kjedelpumpens Sugerør fra Fordelingskassen A gjennem Røret 58. Røret er forsynet med en Kontraventil (vist skematisk paa Blad IV), for at Lastrummene ikke skulle fyldes med Vand fra Søen gjennem Sugerøret 35 og Søventilen B.

55 til 60 ere Pulsometrets Ledninger.

55 er Pulsometrets Sugerør fra Søen gjennem en Søventil C (Fig. IV og V, 3),
56 er dets Suge- eller Trykledning til Ballasttanke i Kjedelrum og Forlast (Bladene IV og V),
57 er dets Suge- eller Trykledning til Ballasttanke i Maskinrum og Agterlast samt Agterpeak.
58 er Pulsometrets Sugerør fra Slamkisten paa Fordelingskassen A.
59 er det fælles Trykrør til Ballasttankene (Fig. IV og V, 3).
60 er Afgangsrøret til Skibssiden gjennem Afgangsventilen H.

282. **Skibsbundens Bevaring,** *Aarsagerne til Rustdannelse.* Indførelsen af Jærn som Hovedmateriale for Skibe har gjort det nødvendigt at anvende Midler mod Tæringen af Pladerne og mod Skibsbundens Tilgroning. Selv om Skibet er stærkt og tæt, naar det er nyt, vil det hurtig svækkes, og dets Skibsside eller øvrige Hoveddele blive lokalt gjennembrudte, dersom der ikke stadig drages den omhyggeligste Omsorg for Pladernes Bevaring. Forinden de Midler, som i Reglen ere bragte til Anvendelse, nærmere omtales, skulle vi først undersøge, hvad der er Aarsagen til Jærnets Tæring.

Ved sædvanlig Varmegrad har rent Vand, hvorfra Luften er uddreven, ingen Indflydelse paa Jærn, ligesom dette ikke angribes, naar det udsættes for tør Ilt alene. Udsættes Jærn derimod for fugtig Luft, hvori der findes lidt Kulsyre, hvad der næsten altid er Tilfældet, ilter Jærnet, og der dannes en Forbindelse: Jærntveiltehydrat eller Rust. Kan man hindre, at Fugtigheden slaar sig paa Jærnet, vil Rustdannelsen være forholdsvis ringe; men har først Jærnet begyndt at ruste, og der er Fugtighed til Stede i Atmosfæren, skrider Rustdannelsen hurtig frem, hvad der tildels skyldes Rustens porøse Natur.

I salt Vand skyldes Rustdannelsen ligeledes Nærværelsen af Kulsyre. At dette maa være Tilfældet, kan man se af den Omstændighed, at Rustdannelsen ophører, naar man binder Kulsyren ved at gjøre Søvandet alkalisk. I en saadan Opløsning kan Jærnet holdes fuldstændig blankt og rustfrit. Paa revnede, ridsede og ru Overflader ruster Jærnet hurtigere end paa glatte og tætte.

283. Lokal Tæring. Det er i § 4 omtalt, at en galvanisk Strøm vil opstaa mellem to forskjellige Metaller, som ere nedsænkede i en ledende Vædske. Rust paa en Jærnplade danner sammen med denne og Søvandet et galvanisk Element, hvad der i høj Grad fremskynder Jærnets Tæring paa det paagjældende Sted.

Saltopløsningerne i Vandet, særlig Klorforbindelserne, virke tillige til en aktiv Tæring, idet de forstærke den galvaniske Virkning mellem Jærnet og de andre Metaller eller Urenheder, som findes i eller paa Pladerne. En saadan Virkning kan ogsaa skyldes Metallernes uensartede

Sammensætning eller Nærværelsen af Rustpartikler eller *Glødskaller* (mill scale); den kan opstaa mellem Smedejærn, Støbejærn eller Staal, som ere i Berøring med hinanden; endog den forskjellige Behandling, f. Ex. Hamring, Bøjning, Opvarmning, Afkøling, Lokning, Stemning o. s. v., som forskjellige Dele af den samme Plade have været udsatte for, kan fremkalde lokal Tæring i Pladen.

Er Jærn i Berøring med Bly, Tin og navnlig med Kobber, vil Jærnet i Nærværelse af Fugtighed hurtig tæres. I Skibets Last bør Jærn og Kobber derfor ikke komme i Berøring med hinanden. Til Lastrør bør af denne Grund helst anvendes galvaniserede Jærnrør.

Dannelsen af Rustgruber er den mest lokale Form for galvanisk Virkning; den skyldes Nærværelsen af et lille Stykke fremmed Metal (Kobber, Bly e. l.) eller endog en lille Rustpartikel eller Glødskal, efterladt paa Jærnets Overflade og dækket af den Maling, der er bleven paastrøgen som rusthindrende Middel. Saasnart Søvandet trænger ind til det fremmede Legeme, opstaar der galvanisk Virkning, Vandet spaltes (§ 5), Rustdannelsen begynder, og den frigjorte Brint danner en Blære i Malingen. Brinten lækker ud, Vandet trænger ind, Virkningen bliver stærkere, og Blæren fyldes tilsidst med Rust. Den brister, men Rustkeglen er nu bleven nogenlunde haard og vedbliver at voxe fra Grundfladen; fjernes den, vil Grubedannelsen ved Keglens Grundflade som Regel vise sig at være trængt dybt ind i Pladen.

284. Rustdannelse og lokal Tæring af Skibsbunden udenbords. Paa den udvendige Overflade af en Jærnskibsbund foregaar to Rustprocesser; den ene er den Rustdannelse, der skyldes Nærværelsen af Fugtighed, Kulsyre og fri Ilt, og som vil danne et nogenlunde jævnt Rustlag paa Jærnoverfladen; den anden er den lokale Tæring, der skyldes galvanisk Virkning, og som medfører Dannelsen af Gruber og Tærehuller (pitting).

Saalænge Skibet er i Gang, vil det jævne Rustlag vise sig paa Yderbundens Plader som et fint Pulver, der vadskes af ved Gnidningen mod Vandet. Ligger Skibet derimod stille, kan Rusten udøve sin fulde Virkning i Retning af en Fremskyndelse af Pladernes Tæring.

Den stærkeste Rustdannelse viser sig paa Bundpladerne i Nærheden af Vandlinien samt ved Agterstævnen; dette har sin Grund i, at Vandet indeholder megen Luft i Nærheden af dets Overflade, ligesom Pladerne ofte i Søgang udsættes for Luftens umiddelbare Paavirkning. Den stærke Tæring agter hidrører fra den Luft, som Skruen skiller ud fra Vandet eller suger til sig.

I direkte Forbindelse med Skibssiden findes Maskindele, som Ventiler, Metalforinger i Stævnrør og Axelbærere o. s. v., der ofte ere forfærdigede af Kobberblandinger. Drages der ikke Omsorg for at hindre

det, vil der i Nærheden af saadanne Dele opstaa en galvanisk Strøm, ledsaget af en hurtig Tæring af Yderplader, Stævne, Skrueaxler o. s. v., fordi disses Jærn bliver det mest angrebne Metal lige over for Kobberblandingerne. Af særlig Betydning er den Tæring, som finder Sted i Skibe med Metaldrivskruer.

Det kan hænde, at den beskyttende Maling (§ 288) bliver afgneden af f. Ex. Ankerkjæden. De blottede Steder ville da blive stærkt angrebne af Rust.

Rustdannelse og Tæring er særlig betydelig, naar Skibet befinder sig paa Floder, der føre Plante- og Dyrestoffer med sig; Vandet indeholder da Svovlbrinte, som med stor Hurtighed angriber Jærnet.

285. *Rustdannelse og lokal Tæring af Skibsbunden indenbords* kan give Anledning til endnu større Fare, fordi visse Dele af Pladerne indenbords, f. Ex. de, der danne Rummene mellem Bundene og Siderne af Ballasttanke, samt Pladerne under Maskiner og Kjedler paa Grund af deres Beliggenhed ikke blive Gjenstand for den hyppige Undersøgelse og Rensning, som i Reglen skjænkes Skibsbundens Yderside.

Tæringen fremskyndes ved en forøget Varmegrad, hvorfor Pladerne i Maskin- og Kjedelrummene ere særlig udsatte for at ruste. I Kulkasserne vil den blotte Berøring mellem de fugtige Kul og Jærnpladerne skabe galvanisk Virksomhed, og det Kulstøv, som trænger ned i Rummene, vil ogsaa hjælpe med til Pladernes Ødelæggelse. Kul indeholder næsten altid Svovljærn og Svovlkobber, som gradevis omdannes til svovlsure Salte; naar disse vadskes ned i Saltvandet, ville de i høj Grad virke til en hurtig Tæring. Glødskaller, Metal- og Kobberspaaner o. l., der ere faldne i Lasten, virke i samme Retning. Ogsaa kunne Lækager fra Proviant og Ladning i mange Tilfælde være skadelige for Jærnet. Der kan saaledes foregaa kemiske Forandringer i Ladninger af organiske Bestanddele, især i Sukkerladninger og i en større eller mindre Grad ogsaa i Kornladninger. Ladninger af Soda, Salt, Vin, Jærn- og Kobbermalme o. l. kunne være endnu farligere for Pladerne.

Det maa erindres, at foruden disse Kilder til Fare ere Pladerne i Skibets Indre i højere Grad end Yderbundens udvendige Flade udsatte for det beskyttende Dækkes Afskrabning f. Ex. ved Ladningens Skiftning og Bevægelse, Kullenes Lempning o. s. v. Desuden er Lastvandet i stadig Bevægelse, hvorved Pladerne afvexlende udsættes for Luft og Fugtighed; Luften i Skibets laveste Rum indeholder Kulsyre, der, som ovenfor omtalt, er den vigtigste Faktor ved Rustdannelse. Er Svovlbrinte, som udvikles ved organiske Stoffers Forraadnelse, nærværende i Lastvandet, vil Skibsbunden ruste særlig hurtig. Det samme er Tilfældet, naar Saltsyre eller andre Syrer, selv i ringe Mængde, forefindes i Lastvandet.

286. Almindelige Beskyttelsesmidler mod Rust kunne inddeles i 3 Hovedklasser:

a) Midler, hvormed Jærnoverfladen indsmøres,
b) Midler, hvormed Jærnoverfladen paastryges og
c) Midler, hvormed Jærnoverfladen overtrækkes.

Man gaar ud paa at danne en beskyttende Hinde, som enten (a og b) skal holde Luft og Fugtighed ude fra Jærnoverfladen eller (c) bestaar af et mindre let ilteligt Metal end Jærn.

a) *Indsmøring* er et af de hyppigst anvendte Beskyttelsesmidler, særlig for blanke Maskindele. Forinden Indsmøringen renses Overfladen for Rust ved Skrabning og Pudsning; selv om man har nok saa lidt Tid, maa man aldrig male oven paa Rust. Til Indsmøring anvendes Olie, Fernis, Asfaltlak, Tjære (varmt paastrøgen), Kultjære, Talg, Stenolie, Parafin, en Blanding af Zinkhvidt og Talg (der bør være syrefri), en Blanding af Olivenolie, smeltet Vox og Harpix, Kautschuk, der er opløst i Benzin o. s. v. Skal Jærnet holdes nedsænket i Vand, kan man beskytte det mod Rustdannelse ved at opløse Soda eller Potaske i Vandet. Kalkvand beskytter ogsaa.

b) *Maling.* Blandt Oliemalinger er Blymønnien den hyppigst anvendte Grundfarve. Jærnoverfladens Grunding maa foretages omhyggelig og med tyndflydende Maling, der maa kunne tørre hurtig, for at Fugtigheden ikke skal slaa sig paa Jærnet. Den første Paastrygning maa have opnaaet tilstrækkelig Haardhed, inden man stryger anden Gang. I den senere Tid erstattes Blymønnien ofte af den ikke giftige Jærnmønnie. Som Dækfarve benyttes hyppigst Bly- eller Zinkhvidt, ofte blandede med Farvestoffer.

c) *Overtræk.* Jærnplader, overtrukne med et tyndt Lag Tin, *Jærnblik* (tin plating), finder hyppig Anvendelse. Det er af Vigtighed, at Tinnet dækker Overfladen overalt, thi mangler Fortinningen blot et eneste Sted, vil Jærnet hurtig ruste, idet der mellem Jærnet og Tinnet opstaar en galvanisk Strøm, naar Fugtighed er til Stede, og Jærnet angribes.

I galvaniseret Jærn (§ 113) vil Zinken blive fortæret før Jærnet ved en opstaaende galvanisk Virkning. Alle smeddede Gjenstande, som Beslag, Rækværker, Støtter o. s. v. paa Skibets Dæk bør være galvaniserede.

Jærn, overtrukket med Nikkel, finder ogsaa Anvendelse, dog kun til mindre Gjenstande.

Emaillering bruges meget som Overtræk paa Kogekar, Skafferekvisitter o. l. Jærngjenstanden overtrækkes først med en Grundmasse og derefter med en Dækmasse, bestaaende af Borax, Ler, Gibs, Kalk o. l. Emaillerede Sager kunne ikke taale Slag, Stød eller pludselige

Varmegradsforandringer, fordi Glassuren ikke udvider sig i samme Grad som Jærnet.

Oxydering, d. v. s. Dannelsen af et Jærnilte paa Jærngjenstandens Overflade, benyttes til Beskyttelse af Gas- og Vandrør, Vandbakker o. l. Jærniltet undergaar ikke Forandringer i Luften.

Ved særlige Fremgangsmaader kan man paa Jærnoverfladen danne Ilter, der ikke angribes af Luft og Fugtighed, saasom Forbindelser af Jærn, Ilt og Arsenik eller Fosfor.

287. Yderbundens Beskyttelse mod Rustdannelse ved metalliske Overtræk har ikke fundet nogen udstrakt Anvendelse. En Zinkklædning uden paa Jærnpladerne har været mest forsøgt, dog uden tilfredsstillende Resultat. Zink egner sig vel bedst hertil, men har den galvaniske Berøring mellem den og Jærnet været god, hvad den bør være, naar Formaalet skal naas, har det vist sig, at Zinken fortæres ujævnt og overordentlig hurtig.

Undertiden, dog hidtil kun i mindre Fartøjer, have galvaniserede Plader været anvendte til Klædningsplader. Galvanisering alene yder ikke nogen varig Beskyttelse; derimod beskytter den godt, naar den overstryges med en af de sædvanlig benyttede Malinger.

288. Yderbundens Beskyttelse mod Rustdannelse ved en beskyttende Maling (anti-corosive eller protective composition) eller andre ikke metalliske Overtræk. Disse kunne inddeles i følgende Klasser:

a) Oliemalinger.
b) Beg, Asfalt, Tjære og Vox.
c) Fernisser, bestaaende af Harpix eller Gummi, opløst i flygtige Vædsker.
d) Fernisser, som indeholde Stoffer, der gjøre dem tykflydende.
e) Cementer.

Af Oliemalinger har almindelig Fernis, blandet med Mønnie eller Blyhvidt, længe været benyttet som beskyttende Maling. Naar Blyforbindelser udsættes for Søvands Paavirkning, kan metallisk Bly blive udskilt, og dette sidste forøger Jærnets Tæring ved en lokal galvanisk Virkning; Mønnie bør derfor kun bruges som Grundmaling for en *grødehindrende Maling* (§ 294), hvorved forstaas en Maling, som hindrer Bundens Tilgroning, idet denne Maling da kan beskytte saavel Jærnet som Mønnien mod Søvandets Indvirkning.

Zinkhvidt har vist sig at være en god beskyttende Maling, naar den paastryges i et tykt Lag paa en tør, renset Plade.

De under b nævnte Overtræk høre til de bedst beskyttende Midler; de danne paa Jærnets Overflade en Slags Glassur, der ikke er porøs og ikke lader sig gjennemtrænge af Vand.

Aarsagen til, at den beskyttende Maling ofte viser sig at være saa

lidet virksom, skyldes Tilstanden af de Overflader, hvorpaa den skal stryges. Naar Skibssiden er bleven skrabet til det rene Jærn, vil dettes Varmegrad hurtig vexle, og Luftens Fugtighed afsætter sig paa Jærnet, et Fænomen, der er kjendt under Betegnelsen: Jærnet »sveder«. Paa en saadan Overflade paastryges ofte den beskyttende Maling. Anvendes tillige en Fernis, der tørrer hurtig, vil den hurtige Fordampning af de flygtige Bestanddele foraarsage et Fald i Varmegraden, der igjen vil medføre en ny Afsætning af Fugtighed, denne Gang paa Fernissens Overflade, saaledes at denne kommer til at befinde sig mellem to Lag Fugtighed.

289. Naar den beskyttende Maling skal paastryges, bør Skibets Plader være saa tørre som muligt, og det bør helst ske paa Dage, hvor Luften er tør. Malingen bør ikke være for tyk, for at den kan udfylde alle Ujævnheder i Pladerne; indelukkes Luft, vil Varmegradsforandringer foraarsage, at Luften udvider sig eller trækker sig sammen og saaledes danner en Blære, der fyldes med Søvand og fremkalder en hurtig Tæring. Malingen bør enten være elastisk eller have samme Udvidelsesevne som Jærn.

Skal Skibet skrabes til det rene Metal, maa man skrubbe det rent for at borttage ethvert Spor af Rust. Steder, hvor Malingen sidder godt fast, bør man lade forblive urørt og male over dem.

Erfaring har vist, at en beskyttende Maling ikke virker saa godt paa nye Plader som paa Plader, der i længere Tid have været udsatte for Luftens Paavirkning. Dette kommer af, at Glødskallen, der er fast vedhængende til Pladen, naar denne er ny, efterhaanden mister sin Bindkraft til denne; den kan da let afskrabes, og Malingen binder fast paa den rene Jærnplade.

For at fjerne Glødskallen, har man i de senere Aar ofte underkastet Staalplader en *Rensning* ved kemiske Midler (pickling), inden de anbringes paa Skibet. Rensningen bestaar i at dyppe Pladerne i et Bad af fortyndet Syre, derefter børste Skallen af og skylle Pladen ren. Paa denne Maade bliver Pladen saa ren, at Fejl ved dens Fabrikation, som Revner, Gruber o. l., komme til Syne. Da Jærn ikke ruster saa meget som Staal, renses Jærnplader ikke.

290. Midler mod lokal Tæring. I Jærnskibe gjælder det om at hindre, at Skibssidens Jærn intet som helst Sted bliver det angrebne Metal i de mellem det og Gjenstande paa Skibssiden opstaaende galvaniske Strømme. Zinkbeskyttere anbringes derfor omkring alle Metalventilflanger paa Skibssiden, ved Stævnrøret, paa Drivskruen o. l. Valset Zink foretrækkes for støbt, fordi det sidste smuldrer hen og falder af, inden det er tæret ved den galvaniske Virkning. Beskytterne bør være i god metallisk Berøring med Skibssiden; de maa ikke males.

Naar Skibet er skrabet rent paa Bedding eller i Dok, bør Gruber og lignende Fordybninger, dannede ved lokal Tæring, omhyggelig renses og fyldes med Spartel, inden den beskyttende Maling paastryges.

Der kan indtræffe Tilfælde, hvor man ved et Skibs Fortøjning bør tage Hensyn til den galvaniske Virkning mellem forskjellige Metaller. Fortøjes f. Ex. et Jærnskib ved Siden af et kobberforhudet Skib eller blot ved et Skib, hvis Bund er malet med en Komposition, der indeholder Kobber (§ 294), vil der opstaa en galvanisk Strøm, og Jærnskibets Plader blive angrebne, naar Skibene ere indbyrdes forbundne f. Ex. gjennem Kjæder, Staaltraadstov eller blot gjennem et vaadt Tovvarp. Af samme Grund bør et kobberforhudet Skib ikke fortøjes i længere Tid til en Jærnpier, eller et Jærnskib til et Bolværk, hvis Pæle ere beskyttede mod Pæleormens Angreb ved et Overtræk af Kobberplader eller Kobbersøm.

291. Beskyttelse af Skibsbundens Plader indenbords sker i Reglen ved følgende Midler:

a) Almindelige Malinger,
b) Begagtige Fernisser,
c) Cementer.

a) *Almindelige Malinger* benyttes sædvanlig til Beskyttelse af Pladerne over Lasten. Mønnie anses for et af de bedst beskyttende Midler hertil; den erstattes undertiden af Jærnmønnie eller Zinkhvidt. Hvidtning med Kalkvand bør ikke anvendes paa Jærn undtagen oven paa et godt Lag Oliemaling.

b) *Begagtige Fernisser*, anbragte varmt paa Pladerne, ere ofte at foretrække til Lastbundens Plader. De ere uigjennemtrængelige for Fugtighed. Hyppigt benyttes »Marine Cement«, dog ikke i Maskin- og Kjedelrum, fordi den smelter i varme Rum. Kulkassesider beskyttes bedst ved Overstrygning med Tjærefernis (black varnish) eller en Blanding af Portland Cement og finsk Tjære (Stockholm tar).

c) *Cementer* besidde Stivhed, Fasthed, Vedhængskraft og Varighed, ligesom de med Tiden omdannes til en Masse af overordentlig Haardhed. Cementlaget bør ikke være for tyndt, for at det ikke skal være gjennemtrængeligt for Vædsker og Luftarter. En Mangel ved Cement er, at den har Tilbøjelighed til at brække af, naar Pladerne strække og trække sig sammen eller stødes, f. Ex. under en Reparation.

Til at beskytte Pladerne i Handelsskibes Lastbunde benyttes i Reglen en Blanding af Portland-Cement og Flodsand, Grus eller Skærver. Blandingen spredes over Bunden indtil Kimingen i en saadan Tykkelse, at Naglehovederne ere godt dækkede; man udfylder Hjørner ved Naadkanter og Spantevinkler, saa at Vandet ikke finder nogen Hulhed, hvori det kan lejre sig. Midtskibs bør Cementen paalægges i et fladt Lag og saa tykt, at

dens Overflade naar op til Underkant af Vandløbshullerne gjennem Bundstokkene.

Bundstok og Inderbund beskyttes bedst ved Overstrygning med Cementvand, d. v. s. Cement og Sand, udrørt i Vand. Det er af yderste Vigtighed, at Pladerne renses omhyggelig, inden Cementen paalægges eller paastryges Fladerne, da den ellers ikke fæstner sig til Jærnet.

Det bør tilses, at der ikke fra Skibets Bygning glemmes Bolte, Møtrikker e. l. mellem Spanterne, under Inderbunden eller andre Steder, da de ved Skibets Bevægelser rulle paa Cementen og hurtig ødelægge denne.

292. Skibsbundens Tilgroning. Har et Skib været i Vandet i nogen Tid, vil der paa Bunden udenbords have fæstnet sig visse Plante- og Dyrearter, som, naar de faa Tid til at voxe og udbrede sig, virke til en Forøgelse af Skibsmodstanden (§ 219).

Tilgroningen er afhængig af mange Forhold; Skibe, som holde Søen fra Marts til August, vise gjennemgaaende et værre Resultat end de, der ere i Fart fra August til Marts; der er, som man siger, mere Grøde i Vandet i Foraars- og Sommermaanederne end i Efteraars- og Vintermaanederne. Mængden af Urenheder paa Bunden forøges stærkt, jo længere Skibet ligger til Ankers. Skibe, som have ligget i Mundingen af Floder, blive langt hurtigere urene end Skibe, der have krysset omkring eller ligget til Ankers i salt Vand. Ogsaa synes visse Have og visse Havne at udøve en særlig skadelig Indvirkning, baade hvad angaar Tæring og Urenheder.

Spirerne til Plante- og Dyreorganismerne ere til Stede i større Mængder i Overfladevandet nær ved Kysten end i det dybe Vand. Derfor fæstne Spirerne sig bedst paa Skibet, naar dette ligger i Havn. Have Spirerne først faaet Rodfæste, vil Tilgroningen foregaa hurtig. I mange Tilfælde synes Brakvand at virke heldigt til at holde Skibsbunden ren, idet fersk Vand er uforeneligt med Væxten af visse Slags Søplanter, medens salt Vand tilsyneladende er ligesaa ufordøjeligt for Ferskvands-Organismerne.

Paa en ren Jærnbund kunne hverken Planter eller Dyr finde Rodfæste; først naar Pladen er dækket med Rust eller med en beskyttende Maling, kunne disse Organismer hefte sig fast. Det har endog ofte vist sig, at det bedste rusthindrende Middel fremmer Tilgroningen og omvendt.

For at modvirke Tilgroningen benyttes grødehindrende Overtræk paa Skibsbunden udenbords under Vandet. De kunne enten være metalliske Forhudninger eller grødehindrende Malinger.

293. Forhudning. I Træskibe har man i mange Aar benyttet *Kobberforhudning* (copper sheathing) til Yderklædningens Beskyttelse

mod Tilgroning og mod Angrebene af Orme, som ellers vilde gjennembore og svække Træet. Kobberforhudningens Nytte skyldes to Omstændigheder, nemlig Kobberets giftige Egenskaber og dets *Afskalning* (exfoliation). Udsættes Kobber for Søvandets Indvirkning, dannes et giftigt Kobberilte, som hæmmer Udviklingen af Dyre- og Planteorganismerne. Kobberets fortrinlige Egenskaber som grødehindrende Overtræk skyldes dog væsentligst Afskalningen, d. v. s.: det dannede Ilte afvadskes af det forbiflydende Vand, saa at Organismerne ikke kunne sætte sig fast.

Jærnskibes Beklædning med Kobberforhudning blev indført i 1851. For at undgaa galvanisk Virkning mellem Jærnet og Kobberet anbragtes to Træklædninger mellem Skibets Jærnplader og Forhudningen, saaledes at denne befæstedes til den yderste Træklædning, uden at en galvanisk Virkning kunde indtræde mellem Jærnet og Kobberet.

Af andre Forhudningsmaterialier har man forsøgt Muntzmetal, Sømetal og Zink. Det sidste Metals Anvendelse som grødehindrende Overtræk beror ligeledes paa Afskalning, men denne indtræder kun, naar Zinken i en galvanisk Strøm bliver det angrebne Metal, altsaa naar en galvanisk Strøm opstaar mellem Zinken og Jærnet. Zinkpladerne anbringes i Reglen uden paa en enkelt Træklædning, som er fastskruet til Bundpladerne med Bolte, der naa ud til Zinken og saaledes tjene som Ledere for Strømmen mellem Zinken og Jærnet. Zinkforhudning er billigere end Kobberforhudning; den har dog ikke fundet nogen videre Udbredelse, nærmest fordi den kun undtagelsesvis har virket tilfredsstillende.

Anvendes Forhudning, benyttes i nyere Skibe Kobberforhudning med to eller i enkelte engelske Kryssere en Træklædning.

294. Grødehindrende Malinger (anti fouling composition) foretrækkes i Almindelighed. De ere som oftest saaledes sammensatte, at de virke som Kobberforhudning, d. v. s.: man forsøger at forbinde stærkt giftige Stoffer med Malinger, som skalle af. De giftige Stoffer ere Forbindelser af Kobber, Kviksølv, Arsenik e. l. Brugen af saadanne Stoffer forøge de Fordringer, der stilles til den beskyttende Maling, thi bliver denne afreven eller paa anden Maade beskadiget, blive Jærnpladerne paa det paagjældende Sted angrebne af de metalliske Salte i den grødehindrende Maling. Malinger, som indeholde Kobbersalte, ere i denne Henseende de farligste.

Den grødehindrende Maling bør enten være elastisk eller ogsaa have samme Udvidelsesevne som den beskyttende Maling. Den bør vælges saaledes, at den svarer til Formaalet. Har man Valget mellem flere Sorter, bør man foretrække de, hvis Virkning væsentligst beror paa Afskalning, fremfor de, som indeholde stærke uorganiske Gifte. Paa Skibe, som ligge stille i længere Tid, bør anvendes en Ma-

ling, der hurtig skaller af, og som tillige indeholder Gifte, der vides at virke paa Spirerne; Giftmængden maa afhænge af Aarstiden og Farvandet. Er Skibet derimod i stadig Bevægelse, bør man anvende en langsomt afskallende Maling, der kun indeholder lidt Gift.

Af grødehindrende Overtræk, der virke paa anden Maade end de ovennævnte, har man fremstillet en stor Mængde. Man har saaledes anvendt glaslignende Overflader; en vægtig Anke mod disse er Glassets Stivhed, Spænding og Tilbøjelighed til at revne som Følge af ulige Sammentrækninger. Af en Japaneser Holta er der opfundet en Lak, som har givet gode Resultater. Sammensætningen af Peacock's Maling er baseret paa Studiet og Analysen af Fiskenes Hud, Skæl og Slim. Der paastryges Skibsbunden en Masse, som ligner den Slim, Fiskenes Krop er dækket med, og som hindrer en Tilgroning. Virkningen er dog temmelig begrænset.

For Tiden overstryges Skibsbunden i Reglen to eller tre Gange med den beskyttende Maling og een Gang med den grødehindrende Maling; en tilfredsstillende Sammensætning af disse er dog endnu ikke funden. I Handelsskibe benyttes hyppig Zinkhvidt og Talg.

295. Staar Spørgsmaalet mellem Maling eller Forhudning i Jærnskibe for at hindre, at Grøden i Vandet sætter sig fast paa Skibssiden, maa man give en paa et Træunderlag anbragt Metalforhudning Fortrinet, naar det gjælder om den bedst mulige Beskyttelse mod Pladernes Tæring og Bundens Tilgroning paa lange Rejser, uden at der er Lejlighed til at dokke Skibet, og Bekostningen lades ude af Betragtning. Den har dog kun fundet Anvendelse til store Krigsflaaders Kryssere. I Handelsskibe er Bekostningen ved Skibets Bygning det afgjørende, og da Bæreevnen tillige bliver mindre ved Forhudningens Vægt, foretrækkes Maling i disse.

Skibets Hjælpemaskiner o. lign.

296. Foruden Hovedmaskineriet med dets Hjælpemaskiner og øvrige Tilbehør findes der i nyere Skibe mekaniske Indretninger og særskilte Dampmaskiner, som anvendes i forskjellige Øjemed, dels for at spare Tid, dels for at udrette Arbejder, hvortil der ellers vilde behøves en betydelig Folkekraft. Dampen til dem tages som Regel gjennem en Dampfordelingskasse enten fra Skibets Hovedkjedler eller fra Spilkjedlen; ofte er Damprøret forsynet med Trykformindsker, naar vedkommende Maskindel ikke kan taale Dampens fulde Tryk. Spildedampen føres enten til Hovedmaskinens Kondensator, til Spildedampskorstenen med

Afløbsrør for Fortætningsvandet til Afløbskassen i Maskinrummet eller til en hertil indrettet *Fortætter for Smaamaskiner* (auxiliary condenser). Denne sidste kan have samme Indretning som en Overfladekondensator uden Luftpumpe.

Vi skulle nu gjennemgaa de vigtigste Smaamaskiner.

297. **Dampstyreapparater.** *Roret* (rudder) er bygget af en Smedejærns eller Gydestaals Ramme, der paa bægge Sider klædes med Plader; disse samles til Rammen ved gjennemgaaende Nagler. Rummet mellem Pladerne er fyldt med Træ.

Roret bæres i Reglen af den nederste Tap, som hviler mod et konvext Tapleje i den underste Rorløkke. *Stopklamper* (stop cleat) begrænse Rorets Vandring til bægge Sider. En *Laas* (locking plate) hindrer Roret i at løfte sig fri af Rorløkkerne.

Rorstammen (rudder post) gaar gjennem en Pakdaase, der slutter til den øverste Ende af *Rorbrønden* (rudder trunk); denne er bygget til Skibssiden uden om Rorstammen. Pakdaasen skal dels hindre Vandet i at trænge gjennem Rorbrønden ind i Skibet, dels tjene som Styr for Rorstammen.

298. Rorstyringen. Den samlede Dampstyremekanisme omfatter Rorstyringen, Styremaskinen og Styresøjlen.

Rorpinden (tiller) er enten en simpel Vægtstang eller en Kvadrant (Fig. XV, 11). Fra dens Ender udgaar Rorstyringen, som bestaar af Kjæder, Stænger eller Staaltraadstov med de fornødne Vejviserruller. Ledningerne, en paa hver Side af Skibet, slutte sammen ved Styremaskinen.

Grundtaljen (relieving tackle) tjener til Rorets Drejning, naar Styreapparatet er i Uorden. Dens Blokke hugges i Øjebolte paa Skibssiden og i Øjne paa Enden af Rorpinden.

Rorkjættingerne (rudder pendant) udgaa fra Rorets Agterkant. De tjene dels til at støtte Roret, naar det er havareret, dels til at styre med, naar der er gaaet Brud paa Rorpinden.

Styremaskinen (steering engine) skal kunne gaa bægge Veje rundt og maa være saa kraftig, at den kan lægge Roret i Borde, naar Skibet gaar med sin største Hastighed. Maskinens Gangskiftning besørger Rorgængeren ved at dreje *Styrerattet* (steering wheel); hertil fordres kun en lille Kraft, saa at een Mand kan sætte Styremaskinen i Gang og derved styre Skibet.

For at Skibet kan styres med Damp paa samme Maade som ved Haandkraft, maa Princippet for Styremaskinens Virkemaade være følgende: Drejes Styrerattet, maa Dampen fordeles saaledes til Styremaskinens Cylindre, at denne Maskine gaar i Gang i en Omdrejningsretning, svarende til Rattets, og vedbliver at gaa rundt, saa længe Rattet

drejes. For at kunne gjøre dette har Styremaskinen et *Modvirkeapparat* (hunting gear), der stadig søger at modvirke den Forandring i Dampfordelingen, som er indtraadt ved Rattets Drejning. Maskinen vil derfor kun arbejde, saa længe Rattet drejes; naar Rorgængeren ophører hermed, standser Maskinen, og Roret bliver liggende i en Stilling, svarende til Rattets, saasnart Modvirkeapparatet har ophævet den ved Rattets Drejning frembragte Dampfordeling.

299. Fig. XV, 12 giver en skematisk Fremstilling af en Styremaskine. Denne, der i Reglen er opstillet i Styrehuset under Kommandobroen, har en liggende Krumtapaxel med to Krumtappe under en ret Vinkel med hinanden. Paa Krumtappene virke Forbindelsesstængerne fra Styremaskinens to Dampcylindre, hvis Hovedglidere bevæges af Excentrikker paa Krumtapaxlen; de kunne arbejde baade med Yder- og Inderafskæring. En Snække paa Krumtapaxlen er i Indgreb med et stort Snækkehjul paa Hovedaxlen, hvorpaa et Kjædehjul til Rorstyringen er fastkilet. Sættes Styremaskinen i Gang, drejes Krumtapaxlen og gjennem Snækkemekanismen Hovedaxlen, hvorved den ene Ledning af Rorstyringen trækkes forefter, og den anden slækkes, saa at Roret drejes.

Paa Enden af en Styreaxel findes et Styrerat, hvormed Skibet kan styres fra Styrehuset. Styreaxlens anden Ende er mellem to Stopringe skrueskaaren til en lang Tandmøtrik; mellem to Kraver paa denne griber den ene gaffelformede Ende af en toarmet Vægtstang, fra hvis anden Ende der udgaar en Trækstang til en Skifteglider, hvormed Dampens Ind- og Udstrømningsgange i Styremaskinens to Cylindre kunne omskiftes. Tandmøtrikken er paa Omkredsen forsynet med lange Tænder i Indgreb med et Tandhjul paa Hovedaxlen.

Drejes Styrerattet, forskydes Tandmøtrikken langs Styreaxlen; gjennem den toarmede Vægtstang forplantes Bevægelsen til Skifteglideren, og Styremaskinen gaar i Gang, idet der stadig føres Damp til Skiftegliderens Gliderkasse, og den brugte Damp bortledes fra dens Hulhed. Hovedaxlen og dens Kjædehjul drejes nu rundt, og gjennem dens Tandhjul drejes Tandmøtrikken tilbage langs Styreaxlens skrueskaarne Del, hvorved Skifteglideren flyttes tilbage til Midtstillingen; Styremaskinen staar atter stille, og Roret er blevet drejet en Vinkel, svarende til det Antal Omdrejninger eller Del af en Omdrejning, som Styrerattet er drejet. Maskinen vedbliver at gaa rundt, f. Ex. naar Roret skiftes fra Borde til Borde, dersom Rorgængeren ved Hjælp af Styrerattet drejer Styreaxlen rundt med samme Omdrejningshastighed som den, hvormed Tandmøtrikken drejes af Hovedaxlens Tandhjul; Tandmøtrikken vil indtage en af Yderstillingerne paa Styreaxlen og forblive i denne, til Rattets Drejning formindskes eller ophører.

300. Paa Kommandobroen er opstillet en *Styresøjle* (steering pillar), hvorfra Skibet styres paa samme Maade som ovenfor beskrevet. En lodretstillet Spindel er forneden ved et Par koniske Tandhjul i Forbindelse med Styreaxlen og foroven ved et Par lignende Tandhjul i Forbindelse med Axlen til Styrerattet paa Styresøjlens Agterkant. Styresøjlen lukkes for oven med et Laag; over en, som oftest i 35°, inddelt Bue paa Laaget vandrer en Viser (Fig. XV, 12 b). I Figuren er Viseren vist bevæget fra Styrerattets Axel gjennem to Tandhjul og en Snækkemekanisme. Peger Viseren mod Nul, ligger Roret midtskibs; peger den mod Yderstillingen til venstre for Nulpunktet, ligger Roret B.B. i Borde, idet Viseren angiver, hvorledes Rorpinden ligger; den drejer derfor til den modsatte Side af Styrerattet.

Medens Rorgængeren ved Styring med Haandkraft kan føle, hvor stor en Kraft der kommer paa Roret, skal Kraften paa Styrerattets Knager ved Dampstyring kun overvinde Gnidningsmodstandene i Styresøjlen og Gangskiftningsapparatet, hvorimod selve Vandets Tryk mod Roret optages af Styremaskinen gjennem Rorstyringen. Ved Dampstyring maa der derfor i Styresøjlen eller paa Gangskiftningsapparatet findes en Stopper, som standser Styrerattets Omdrejning, inden Roret tager paa dets Stopklamper, for at Rorgængeren ikke skal kunne lade Styremaskinen dreje Roret med fuld Kraft mod disse, hvad der kunde fremkalde Brud paa Rorstyring eller Styremaskine.

I Fig. 12 a bestaar Stopperen af en Møtrik, som sidder paa en skrueskaaren Del af Styresøjlens Spindel og er tvungen til at følge en Udskæring paa langs af Styresøjlen: Møtrikken tager mod den ene eller den anden af Udskæringens Ender, lidt før Roret er i Borde.

Styresøjlen er af Metal og fastskrues til Kommandobroens Dæk agten for Styrekompasset.

301. Fig. XV, 8 viser den nu hyppigst benyttede Dampstyremaskine. Som det vil ses af Plantegningen (Fig. 8 b), har Maskinen to Dampcylindre, hvis Krumtapmekanismer have overhængende Krumtappe paa den vandrette Krumtapaxel; dennes Snække L er i Indgreb med et Snækkehjul paa Hovedaxlen S, hvorpaa er fastkilet en Tromle til et Staaltraadstov, der over Vejviserruller farer agterefter til Rorkvadranten. Maskinen har to Stempelglidere 0, der trækkes af Excentrikker og kunne arbejde baade med Yder- og Inderafskæring.

Maskinens Damprør slutter til Kanalen A, der udmunder i Skiftegliderens P's Gliderkasse. Denne Glider vandrer over et Spejl med 3 Porte, hvoraf den ene a fører til Hovedglidernes Gliderkasser, den anden b til Cylindrenes Udstrømningsgange og den midterste B til Styremaskinens Spildedamprør. Skiftegliderens Stang er uden for Gliderkassen formet som en firkantet Ramme (Fig. 8 b), som omslutter en i eet med

Klokken E støbt Excentrikskive. Klokken omslutter forneden en Tandkrans K, som ved et Par koniske Tandhjul drejes af Hovedaxlen S.

Skibet styres ved Styrerat, der er i Forbindelse med Styreaxlen F, som ender i et Drev C (Fig. 8 a og c). Et Tandhjul H, der drejer om en paa Klokken fastsiddende Bolt, er i Indgreb baade med Drevet C og Tandkransen K's indvendige Tandrække (Fig. 8 c).

Drejes Styrerattet, vil Drevet C paa Styreaxlen tvinge Hjulet H til at rulle hen over Tandkransen K. Da Klokken og Hjulet H ere i Forbindelse gjennem Hjulets Omdrejningsbolt, drejes Klokken og derfor ogsaa dens Excentrikskive rundt, hvorved Skiftegliderens flyttes langs Spejlet; Dampen søger gjennem den blottede Port til Maskinens Hovedglidere, som ville arbejde med Yder- eller Inderafskæring, eftersom Porten a eller b blottes. Maskinen gaar altsaa i Gang; gjennem Hovedaxlen S og de to koniske Tandhjul drejes Tandkransen K rundt, idet Hjulet H nu ruller hen over Drevet C; herved føres Skiftegliderens gjennem Klokken tilbage til Midtstillingen, og Styremaskinen staar stille, med mindre Rorgængeren vedbliver at dreje Styreaxlen, saa at Tandkransen ikke kan føre Skiftegliderens tilbage til Midtstillingen.

302. **Dampspil** (steam winch) findes i de fleste Fragtskibe til Brug under Ladning, Losning, Forhaling o. s. v. De have to Dampcylindre, hvis Krumtapmekanismer virke paa en vandret Krumtapaxel, som gjennem Tandhjulsmekanismer give Bevægelse til Tromlen paa Hovedaxlen, der paa Enden har *Spilkopper* (warping ends) til Brug under Forhaling o. l. Paa en af Axlerne findes Haandsving til Spillets Betjening med Haandkraft; der kan som oftest gives Tromlen en langsom og en hurtig Bevægelse; den første benyttes ved store, den anden ved smaa Vægte. Spillets Gangskiftning kan udføres ved Slidsekvadrant, Skifteglider eller Firgangshane.

Fig. XV, 1 viser et Dampspil, i Fig. 1 a set fra Siden, i Fig. 1 b set i Plan. De skraatstillede Dampcylindres Krumtapmekanismer virke paa en vandret Krumtapaxel A, der har to Drev. Det ene a sidder løst paa Axlen og er i Indgreb med et stort Tandhjul e paa Hovedaxlen C, det andet c er fast paa Axlen A og er i Indgreb med Hjulet d paa Forlagsaxlen B; denne har et løst Drev b i Indgreb med Tandhjulet e paa Hovedaxlen C, hvorpaa Tromlen sidder. a og b bringes til at følge deres Axler ved *Udrykkertøj* (clutch). Dette bestaar af en Glidemuffe, som har Notgang til en Not paa dens Axel, saa at den er tvungen til at følge rundt med denne, men kan forskydes langs Axlen; ved nogle Knaster paa Glidemuffen og tilsvarende Indhak i Drevets Nav vil Glidemuffen føre Drevet med sig, naar den trykkes ind mod dette, og Knaster og Indhak gribe ind i hinanden. I Figuren bevæges Glidermufferne til

Drevene a og b af en med Haandtag forsynet toarmet Vægtstang, som har en fast Omdrejningsbolt paa Spillet.

Rykkes Glidemuffen paa Axlen A i Indgreb med Drevet a, løber Drevet b løst paa Axlen B, og Tromlen drejes hurtig rundt; bringes Drevet b til at virke ved, at Haandtaget drejes til den anden Side, overføres Kraften gjennem Drevet c, Hjulet d og Drevet b til Tandhjulet e, og Tromlen gaar langsomt rundt; Drevet a løber da løst paa Axlen. Stilles Haandtaget i Midtstilling, kan Spillet varmes med Damp, inden det skal bruges, Spilkopperne paa Forlagsaxlen B kunne bruges til Forhaling o. l., eller Byrder, som hænge i Tromlens Kjæde, kunne nedfires, idet Nedfiringshastigheden afpasses med et paa Hovedaxlen anbragt *Bremsebaand* (strap brake); dette bestaar af et Jærnbaand, som ved en Vægtstang, der betjenes med Foden, kan spændes mere eller mindre stærkt mod en cylindrisk Bremseflade paa Spiltromlen.

I større Handelsskibe findes *Dampkraner* (steam crane), hvis opretstaaende Maskine og Kjedel hvile paa en om en *Kranstamme* (crane post) drejelig Platform. Fra Spiltromlen farer Kjæden over et Kjædehjul paa Enden af *Udlæggeren* (crane jib). Ved Hjælp af Overførelsesmekanismer, Udrykkertøj e. l. er Kranens Maskine indrettet til at kunne løfte og nedfire Vægte, dreje Kranen og forandre Udlægningen.

Damprørene føres i Reglen gjennem den hule Kranstamme til og fra Cylindrene.

303. Dampankerspil (steam windlass) tjene til Indhivning af Ankeret, Forhaling o. l. I Hovedsagen bestaa de af de samme Dele som Dampspil.

Fig, XV, 7 viser *Harfield's* Konstruktion. Spillet har to opretstaaende Maskiner, der virke paa den samme Krumtapaxel. Gangskiftningen udføres med en Skifteglider. Krumtapaxlens Drev er i Indgreb med et Tandhjul paa en Forlagsaxel, hvis to Drev virke paa hver sit Tandhjul paa Hovedaxlen (drawing shaft). Paa denne findes to Kjædetromler (cable lifter) med Hvalpe til de to Ankerkjæder (chain cable). Kjædetromlerne kunne dels dreje frit omkring Hovedaxlen, dels ved en Bremsemekanisme tvinges til at følge denne. Spillet har et Støbejærns Fundament, som fastboltes solidt til Dækket.

Fig. 7 e viser Hovedaxlens ene Tandhjul, Kjædetromle og Bremsemekanisme. Denne bestaar af to Sæt ringformede, flade Skiver, hvoraf det ene Sæt er tvunget til at følge Kjædetromlen, det andet Tandhjulet, der er fastkilet paa Hovedaxlen. Det ene Sæt Skiver har nemlig Udsnit til Knaster, der findes paa Kjædetromlens indre Hulhed; Udsnittene i det andet Sæt Skiver gribe om Knaster paa Tandhjulets Nav (Fig. 7 d). Trykkes Skiverne, som ere anbragte vexelvis fra Tromle og Hjul, ind mod hinanden, vil den mellem dem opstaaende Gnidningsmod-

stand være tilstrækkelig til, at Tandhjulet kan føre Kjædetromlen med sig.

Skiverne trykkes ind mod hinanden ved Hjælp af *Bremsehjul* (handwheel), hvis Nav have Snit til en skrueskaaren Del af Hovedaxlen uden for Kjædetromlen, og saa paa Omkredsen ere forsynede med Haandgreb (Fig. 7 a, c og e). Pile med de fornødne Betegnelser, som »slack« (løs) og »tight« (i Indgreb) eller »disconnect« (udløs) og »connect« (sæt i Indgreb), angive den Retning, hvori Bremsehjulet skal drejes. Skal Kjæden hives ind, drejes Bremsehjulet saaledes, at Skiverne trykkes mod hinanden; Kjædetromlen vil da følge rundt med Hovedaxlen, naar Maskinen sættes i Gang. Skal Ankeret falde, drejes Bremsehjulet saaledes, at Kjædetromlen kan løbe frit paa Axlen; med Bremsehjulet hæmmes eller standses Kjædens Udstikning.

304. Ligger man til Ankers og skal stikke Kjæde, eller skal man hive ind paa den ene Kjæde og samtidig stikke paa den anden, udløses Bremseapparatet paa den Kjædetromle, hvis Kjæde skal udstikkes, og Udstikningen afpasses med et Bremsebaand (Fig. XV, 7 a), der ved Hjælp af en skrueskaaren Stang spændes fast om et cylindrisk Bælte paa Kjædetromlens Omkreds (Fig. 7 e); denne Stang gaar gjennem en Møtrik i den ene Ende af Bremsebaandet, hvis anden Ende udgaar fra en fast Bolt paa Fundamentpladen (Fig. 7 a).

Kjædens Indhivning med Haandkraft udføres ved en paa Spillet anbragt Pumpebevægelse. Et Kryshoved kan svinge om en solid Bolt paa Maskinen; fra dets Ender udgaa *Trækstænger* (purchase rod) til *Knibere* (pawl), som fatte om Kanten paa Hovedaxlens Tandhjul (Fig. 7 a og b). I Kryshovedet indsættes Spilstænger med Haandgreb. Indhivningen sker ved, at der gives Kryshovedet en pumpende Bevægelse; den nedadgaaende Kniber glider frit ned langs Omkredsen af dens Tandhjul, medens den opadgaaende Kniber klemmes ind mod Omkredsen af dens Tandhjul (Fig. 7 f) og derved drejer dette, Hovedaxlen og Kjædetromlerne rundt. I det næste Slag drejer den anden Kniber Kjædetromlerne videre i samme Omdrejningsretning. Kniberne tjene tillige til at holde Hovedaxlen fra at dreje rundt, naar Ankeret falder. Bakkes med Spillet, løftes Kniberne fri af Tandhjulet ved Hjælp af en toarmet Vægtstang (Fig. 7 f).

I nogle Spil benyttes *Keglebremser* i Stedet for de ovenfor omtalte Bremseskiver. Paa Kjædetromlen findes en konisk afdrejet Flade til en lignende Flade paa Indersiden af det tilsvarende Tandhjuls Omkreds (Fig. 3). Skal Kjædetromlen bremses i Forbindelse med Tandhjulet, spændes de to Bremseflader mod hinanden ved Hjælp af Bremsehjulet, i hvis Omkreds der findes Huller til en Vægtstang.

I *Napier's* Ankerspil findes der løst paa Krumtapaxlen to Drev, i Ind-

greb med et vandret Tandhjul (Fig. 13), der sidder paa Enden af en lodret Snækkeaxel, som drejer Hovedaxlen rundt gjennem et paa denne fastkilet Snækkehjul. Ved en Glidemuffe med Not og Notgang mellem Drevene bringes det ene eller det andet af disse i Virksomhed, hvorved Snækken vil gaa den ene eller den anden Vej rundt; Krumtapaxlen drejer altid rundt i samme Retning.

Mange Spil, som *Emerson* og *Walker's*, have vandretliggende Cylindre. I Hovedtrækkene ere de indrettede som de ovenfor beskrevne.

305. **Varmeapparater.** I mange Dampere findes Centralvarmeapparater; sædvanlig benyttes Opvarmning med Dampovne, der faa Damp tilført fra en af Skibets Kjedler; Dampen fortættes ved at afgive Varme til Omgivelserne; Fortætningsvandet blæses over Bord, ledes i Lasten eller, hvad der er det rigtigste, pumpes tilbage paa Kjedlerne.

Fig. XV, 18 viser en *Ribbeovn*, som er et Støbejærns Rør, man giver Form efter de stedlige Forhold; den er forsynet med en Mængde tynde Ribber, der forøge Hedefladen.

I Fig. 19 er vist en *Damprørovn*; Damprøret udmunder foroven i en Støbejærns Kasse, i hvis Topflade er fastskruet et Antal Rør, lukkede foroven; Fortætningsvandet bortledes fra Kassens Bund.

306. **Ventilation.** Der tilføres Opholdsrum i Dampere frisk Luft ved naturlig eller kunstig Ventilation. Ved al Ventilation gjælder det om at tilføre frisk Luft og bortlede den slette Luft gjennem uafhængige Aabninger, heldig beliggende for hinanden, saaledes at de to Luftstrømme ikke blandes sammen. Man kan derfor kun langsomt og ufuldstændig ventilere et Rum i et Skib gjennem en enkelt aaben Luge.

Ved *naturlig* Ventilation tilføres og bortledes Luften gjennem Luftrør, Døre, aabne Skylighter, Luger, Porte, Lysningsglas o. l.

Kunstig Ventilation bestaar i Tilførsel af frisk Luft eller Udsugning af den daarlige Luft ved Hjælp af Centrifugalblæsere, Straaleapparater e. l. Ofte tilføres Luften opvarmet, undertiden blandet med Vanddampe, som give Luften den fornødne Fugtighed.

307. **Destillation.** Paa længere Rejser kan det daglige Forbrug af fersk Vand være saa stort, at man ikke kan afse den fornødne Plads til tilstrækkelig store Beholdninger af fersk Vand for hele Rejsen; man maa da forsyne Skibet med Destillationsapparater.

I sin simpleste Form bestaar Destillationsapparatet af en *Fortætter* (condenser), der nærmest ligner en Overfladekondensator uden Pumper. Damp fra Kjedlen ledes ind i Rørene; Rummet uden om disse gjennemstrømmes af koldt Vand; Kjedeldampen fortættes til destilleret Vand, som, naar det i nogen Tid udsættes for Luften, er brugeligt til Madlavning og, i Mangel af bedre, til Drikkevand. Der er den Mangel ved dette Apparat, at Fortætningsvandet, som ofte indeholder Olie fra Kjed-

lerne, maa i disse erstattes med salt Søvand, der her efterlader sine faste Bestanddele, som efterhaanden danne et tykt Lag Kjedelsten paa Inderskallen.

Denne Ulempe undgaas, og fortrinligt Drikkevand dannes af Søvand med det i Fig. XV, 20 fremstillede *Normandy's dobbelte Destillationsapparat* (double destilling condenser). Dette bestaar af en *Fordamper* (evaporator) A, en Fortætter B og et Filter C. Kjedeldamp ledes gjennem Damprøret a ind i et Rørsystem D, som er omgivet af Søvand. Dette opvarmes af Kjedeldampen, som fortættes til Vand og bortledes gjennem Rørene b og c, hvorfra det pumpes tilbage paa Kjedlerne. Det opvarmede Søvand i A fordamper; de dannede Dampe ledes gjennem Røret d ind i Fortætterens to Rørsystemer E og F, der holdes kolde af en Vandstrøm, som ved en Centrifugalpumpe tages fra Søen og gjennem Fortætteren pumpes over Bord. Disse Dampe fortætte og synke som rent destilleret Vand til Bunds i Rørsystemet F, hvorfra Vandet gjennem Røret f ledes ind i det med *Benkul**) fyldte Filter C, som det forlader gjennem Røret g.

Vandstanden i Fordamperen holdes vedlige gjennem Røret k, og Skumningen sker gjennem Røret l. Luft tilføres Dampene gjennem Røret e, idet det gjennem Fortætteren strømmende Svalevand afgiver sin Luft, der samler sig foroven i Fortætteren.

Gjælder det om at skaffe en stor Mængde fersk Vand, kan man lede den fortættede Kjedeldamp gjennem Rørene b og m ind i Fortætterens Rørsystem F, hvor den blandes med de i Fordamperen dannede Dampe.

308. **Elektrisk Belysning.** Hertil fordres:

1) en *Drivmaskine* eller Motor, hvor den fornødne Kraft udvikles til at drive:
2) en *Lysmaskine* eller Dynamo (dynamo), hvor en elektrisk Strøm frembringes;
3) *Ledningerne* (conducting wire), som overføre Strømmen til:
4) *Lamperne* (lamp), hvor Strømmen omsættes til Lys (og Varme).

Drivmaskinen er i Almindelighed en opretstaaende Maskine, hvis Krumtapaxel er direkte koblet til Lysmaskinens Axel. Undertiden benyttes *Brotherhood's* Trecylinder-Maskine. Denne er enkeltvirkende. De tre Forbindelsesstænger, som udgaa fra selve Stemplerne, gribe alle om den samme Krumtap (Fig. XV, 4).

---

*) *Benkul* (animal charcoal), der fremstilles ved Glødning af Ben, besidde, ligesom Kokes, den Evne at kunne indsuge Luftarter, ildelugtende og farvende Stoffer. De benyttes derfor til Rensning af Vand, Desinfektion o. l.

309. Lysmaskinen bestaar af Elektromagneterne og Spolen, som med stor Hastighed føres forbi de førstes Poler.

Elektromagneterne (electromagnet) ere faststaaende Jærnkjærner, der, undtagen ved Enderne, ere omviklede med flere Lag overspunden Kobbertraad. Enderne kaldes Polerne; den ene har samme Magnetisme som Kompasnaalens Nordende og kaldes *Nordpolen*, den anden *Sydpolen*. Jo stærkere den elektriske Strøm er gjennem Elektromagnetens Vindinger, og jo flere Vindinger, Elektromagneten har, des stærkere bliver dens Magnetisme.

Spolen (armature) bestaar i Reglen af en Jærncylinder, hvorpaa Traaden vikles i forskjellige Længder, som ved Samlingsstederne ere indbyrdes forbundne ved Lodning til parallele, ved isolerende Mellemlag adskilte Metalstrimler; disse ere ordnede jævnsides til en Cylinder, der omgiver Spolens Axe. Cylinderen kaldes *Kommutatoren* (collector) og Metalstrimlerne *Lamellerne* (bar of collector). Paa to Steder berøres Kommutatoren af fjedrende Koste af Kobbertraad, der bæres af *Kosteholderne* (brush holder).

Naar Spolen, der er anbragt mellem Elektromagnetpolerne, af Drivmaskinen drejes hurtig rundt om sin Axe, og de to Kosteholdere forbindes med en Ledning, vil en elektrisk Strøm gaa gjennem denne. De to Kosteholdere svare til det galvaniske Batteris Poler; den ene er den positive, den anden den negative Pol. Fra Polerne føres Strømmen gjennem Ledningerne til Lamperne, men den gaar dog først, helt eller delvis, gjennem Elektromagnetvindingerne og frembringer den fornødne Magnetisme.

Det er ved Lysmaskinens Pasning af Betydning, at Kommutatoren holdes blank og glat, og at Kostene have den rette Stilling. Overholdes dette ikke, vil der ved Kostene udvikles Gnister, som i kort Tid ødelægge Spolen. Man bør ikke paa een Gang berøre de to Poler eller disses Ledninger. Staaldele i Uhre blive magnetiske i Nærheden af Lysmaskinen; Uhret kan derved gaa i Staa eller komme i Uorden. Store Lysmaskiner gjøre 300 til 400, smaa indtil 1600 Omdrejninger i Minuttet. Jo mindre Strøm der tages fra Lysmaskinen, des lettere er den at trække; jo hurtigere den drejes rundt, des mere Strøm leverer den. Da Maskinens Gang skal være saa jævn som muligt, bør Maskinisten underrettes, naar et større Antal Lamper skal slukkes. Maskinen vil nemlig være tilbøjelig til at løbe hurtigere, naar nogle Lamper slukkes, og de endnu brændende Lamper kunne da tage Skade ved at faa for megen Strøm; har Drivmaskinen en god Regulator, kan denne holde Maskinens Omdrejningshastighed ved den fastsatte, selv om Modstanden pludselig forandres.

Lysmaskinens Omdrejningshastighed aflæses paa *Tachometret*.

310. Ledningerne forgrene sig omkring i Skibet til Lamperne, saaledes at der til hver Lampe føres en Traad fra den positive Ledning og en Traad fra den negative Ledning. Lampen forbinder altsaa disse to Ledninger, men den gjør en stor Modstand mod Strømmens Gjennemgang, og der gaar derfor en forholdsvis svag Strøm gjennem den. Forbinder man derimod de to Ledninger direkte med hinanden, f. Ex. ved samtidig at berøre dem med et Stykke Metal, en Skruetrækker e. l., eller ved et Søm, som slaas ind mellem Ledningerne, vil der gaa en saa stærk Strøm gjennem disse, at de kunne gløde og antænde det omliggende Materiale.

Dette undgaas ved i hvert af Ledningernes Forgreningspunkter at indsætte en *Sikkerhedstraad*, almindelig af Tin, der smelter, forinden Strømmen naar en saadan Styrke, at den fra den paagjældende Forgrening udgaaende Stikledning opvarmes kjendelig.

311. Lamperne forekomme som Buelamper og Glødelamper.

Buelamperne (arch lamp) have to cylindriske Stænger af Kokes, *Kulspidserne* (charcoal), hvis Ender pege mod hinanden, og som ere forbundne hver med sin Pol af Lysmaskinen.

Bringes de to Kulspidser i Berøring med hinanden, medens Lysmaskinen er i Gang, og fjernes de derefter et lille Stykke fra hinanden, vil der mellem dem opstaa en Flamme, *den elektriske Lysbue* (voltaic arc), efter hvilken denne Art af Lys kaldes *Buelys*. Tillige blive Kulspidsernes Ender opvarmede til den stærkeste Hvidglødhede og udstraale et meget kraftigt Lys. Den høje Varmegrad bevirker, at Kulspidserne brænde, saa at Afstanden mellem dem efterhaanden forøges; har den naaet en vis Størrelse, slukkes Lyset. For at dette ikke skal ske, maa Kulspidserne stadig nærmes til hinanden. Man skjelner her mellem *selvregulerende Lamper* og *Haandreguleringslamper*.

I selvregulerende Lamper (automatic lamp) findes en Mekanisme, der sættes i Bevægelse af den elektriske Strøm, og som nærmer Kulspidserne til hinanden, efterhaanden som de brænde bort. I Haandreguleringslamper bæres Kulspidserne af en skrueskaaren Stang, og deres indbyrdes Afstand afpasses ved med Haanden at dreje et paa Stangen siddende Hjul. Disse Lamper finde bl. A. hyppig Anvendelse i Orlogsskibe til udenbords Belysning, *Søgelys* (search light); Buelampen er her indsat i en *Projektør* (projector); denne har et Hulspejl, foran hvilket Lampen anbringes, og som samler Lyset til et Bundt af parallele Straaler; herved opnaas, at Lyset rækker længere ud, men belyser en mindre Del af Farvandet, end naar det spredes frit i Luften.

Glødelamper (glow lamp) ere smaa lufttomme Glasbeholdere, der indeholde en fin bøjet Traad af Kul, hvis Ender ere forbundne med to

i Glasset indsmeltede Platintraade. Disses Ender rage uden for Glasset og forbindes med Lysmaskinens Ledninger.

Ledes en elektrisk Strøm af passende Styrke gjennem Kultraaden, gløder denne, men brænder ikke, fordi den til Forbrænding nødvendige Luft ikke er til Stede; deraf kommer Navnet: Glødelamper. En saadan Lampe kan bruges i 1000 til 2000 Timer; dens Lysstyrke er i Reglen som 12 til 16 Stearinlys.

312. **Slukningsmidler.** Opstaar der Ild i Skibet, og har den ikke grebet om sig, bør man først søge at kvæle Ilden ved at berøve den den til Forbrændingen fornødne Luft. Alle Ventilationsrør og Aabninger, undtagen de, der føre til Fyrpladsen (hvis man er under Damp), tilstoppes øjeblikkelig. Man kan efter Omstændighederne forsøge Slukning ved at dække Ilden med vaade Tæpper, kaste Sand paa den, standse al Gjennemtræk, benytte de i de senere Aar indførte *ildslukkende Bomber*, *Extinktører* o. l., hvis Virkning beror paa Udvikling af den kvælende Kulsyregas o. s. v.

Har Ilden faaet Tid til at gribe om sig, maa den slukkes ved Hjælp af Skibets Sprøjter; i værste Tilfælde kan der blive Tale om at fylde vedkommende vandtætte Rum med Vand efter maaske at have sat Skibet paa Grund. Ved Ildens Udbrud bør man derfor sætte Dampen op paa alle Skibets Kjedler, ogsaa for ikke at udsætte nærliggende Skibe eller Ladninger for Fare; Skibet drejes saaledes, at Ilden vender mod Læ.

En kraftig Vandstraale, selv om den ikke giver meget Vand, har en større Virkning end Paagydning af Vand uden Tryk paa dette. Som Sprøjter ere derfor dobbeltvirkende Suge- og Trykpumper de bedste. Foruden de tidligere beskrevne Pumper, der kunne bruges som Sprøjter, nemlig Kjedelpumpen, Downton's Pumper og ofte tillige en af Lastpumperne, findes der i store Skibe særlige *Dampsprøjter* (fire engine) med Kjedler, der ere indrettede til hurtig Dampopsætning. Til Slukning af Ild benyttes desuden transportable Haandsprøjter, som den i Fig. XV, 6 fremstillede *Broadfoot-Sprøjte*. Denne har to Pumpecylindre, hvis Stempler bevæges af en Vuggearm paa en Axel, som uden for Pumpen har to opad vendende Tappe til Jærnarme med Trægreb, hvormed Stemplerne bevæges op og ned. Forneden paa Pumpehuset findes til Sugeslangen et Paaskruningssted, der fører til de to Sugeklapper. Gjennem Stempelklapperne trykkes Vandet op i Trykrummet, som foroven ender i en Vindkjedel, og hvorfra Trykslangerne udgaa.

313. *Sugeslangerne* (suction hose) ere i Reglen af Læder eller Gummi med indvendige Traadspiraler, som forhindre Slangerne i at klappe sammen, naar Pumpen suger. Deres nederste Ende har en

tung *Sænker* (strainer), som holdes udenbords under Vandoverfladen, naar Pumpen skal benyttes.

Trykslangerne (delivery hose) ere af Læder eller Sejldug, de sidste ofte gjennemtrukne med Gummi. Ved *Slangekoblinger* (hose union) samles de enkelte Længder. Yderst ende Trykslangerne i et *Straalerør* (branch pipe), der, som Fig. XV, 17 udviser, spidser til mod *Mundstykket* (jet pipe); dette har i Reglen $^1/_2$" til $^3/_4$" Lysning.

Fra de Sprøjter, som ere opstillede under øverste Dæk, udgaa faste Stigerør, som ende i Paaskruningssteder i Dækket (Fig. 15 b). En Metalprop udskrues, og det i Fig. 15 a viste Knæ iskrues; til dette samles Trykslangen ved en Omløbermøtrik.

I mange Handelsskibe er der langs Dækket anbragt et *Sprøjte- og Spulerør* (fire main) med Paaskruningssted for Slangerne ved Enderne og ud for Lastrummene. Foruden Kjedelpumpen og den ene Lastpumpe fører ofte tillige et Stigerør fra det særlige Lænsningsmiddel (Pulsometer eller Ballastpumpe) til Sprøjte og Spulerøret, saa at flere Pumper paa en Gang kunne pumpe Vand ind i dette Rør; herfra føre Slangerne Vandet videre.

Til Spuling benyttes ofte den i Fig. 16 viste *Svanehals* (goose neck), som skrues i den i Dækket værende Bøsning til vedkommende Pumpes Stigerør og viser Vandet ned i en Ballie.

314. **Kuls Selvantændelse og Gasexplosioner.** Udsættes et Stykke Træ for Forraadnelse under Lufts og Fugtigheds forenede Paavirkning, undergaar det den samme Proces, som om det var blevet hurtig fortæret i en Ild; men medens Forbrændingen i sidste Tilfælde kun varer et Øjeblik, højst et Par Timer, medgaar der Aar til Træets Forraadnelse. Dersom Træet, eller et andet Materiale, som kan undergaa denne Proces, kjendt under Navnet: *langsom Forbrænding* (slow combustion), er omgivet af en slet Varmeleder, vil den ved den langsomme Forbrænding udviklede Varme ikke kunne undslippe, Varmegradsstigningen fremmer den kemiske Virksomhed, og Forbrændingshastigheden voxer, til det Øjeblik indtræder, da Materialets Antændelsespunkt naas; den hurtige Forbrænding vil nu bringe den brændbare Masse til at gløde og bryde ud i Flamme.

315. Hovedaarsagerne til Kuls Selvopvarmning og Selvantændelse (spontaneous ignition) *i Kulladninger* ere:

1) Kuls Evne til at indsuge Luftens Ilt og
2) den kemiske Virksomhed mellem den indsugede Ilt og Kullenes Kulbrinteforbindelser.

Kulstof besidder i en overordentlig Grad den Egenskab at kunne indsuge Luftarter. Nylig brudt Stenkul kan saaledes indsuge $1^1/_4$ til 3 Gange dets Rumfang af Ilt. Mængden af indsuget Ilt afhænger af Over-

fladens Udstrækning; i findelt Kul sker Indsugningen meget hurtig, og en Stigning i Varmegraden paafølger; denne naar dog ikke op til Kullets Antændelsespunkt.

Den Brint, som findes i Kul, er i Forbindelse dels med Kulstoffet, dels med Ilten og Kvælstoffet i Kullene, og danner med dem de flygtige Bestanddele. Naar Kullenes Kulstof indsuger Ilt, bliver denne meget virksom i kemisk Retning og forbinder sig derfor med de flygtige Bestanddeles Kulstof og Brint, hvorved dannes Kulilte og Vanddamp. Den ved Iltens Indsugning fremkaldte Stigning i Varmegraden fremmer den kemiske Virksomhed. Da Kullenes Iltning ogsaa er ledsaget af Varmeudvikling, vil Hurtigheden, hvormed Iltningen foregaar, yderligere forøges. I smaa Kulmængder vil Varmegraden holdes nede ved Luftens frie Adgang, men, dersom Indsugningen og Iltningen foregaar i en større Kulbunke, f. Ex. i et Skibs Kulladning, vil Varmens Bortledning kun foregaa langsomt, fordi Kulstykkerne ere omgivne af stillestaaende Luft, der, som bekjendt, er en daarlig Varmeleder. Kan den for den fortsatte Virksomhed nødvendige Luftmængde trænge ind til Massen, vil den høje Varmegrad uddrive Kullenes brændbare Gasarter, Kullenes Antændelsespunkt naas, og Betingelserne for en Explosion i Kulladningen er nu til Stede.

Fedtet Tvist er meget tilbøjelig til Selvantændelse. Er Tvist bleven gjennemtrukken af Linoliefernis eller Olier, som ikke ere mineralske Olier, kan den ligesom Kul optage Ilt fra Luften. Olien ilter, og Varmegraden stiger hurtig, naar den udviklede Varme ikke har Lejlighed til at undslippe. I Løbet af faa Timer kan Antændelsespunktet naas, og Tvisten bryder ud i Flamme. Varmegraden stiger særlig hurtig, naar den fedtede Tvist lægges paa et varmt Sted.

316. Svovlkis (pyrites) i Kullene fremskynder Selvantændelse. Svovlkis findes i Kul under forskjellige Former; snart viser det sig som et mørkt Pulver, spredt i Kulstykket og vanskelig at skjelne fra selve Kullet, snart er det til Stede i tynde, guldlignende Lag (brasses) eller som store Aarer, ofte 1″ til 2″ i Tykkelse. I findelt Tilstand ilter Svovlkis hurtig i fugtig Luft, Svovlsyrling dannes, og Svovl sættes fri. Tidligere troede man, at Nærværelsen af Svovlkis var den egentlige Aarsag til Selvantændelse, idet den ved Svovlkisens Iltning fremkaldte Stigning i Varmegraden skulde være stor nok til, at Kullenes Antændelsespunkt naas. Nyere Undersøgelser have vist, at dette ikke er Tilfældet. Kul, der ere særlig tilbøjelige til Selvantændelse, indeholde ikke mere end 1 % Svovlkis, og denne Mængde er aldeles utilstrækkelig til at hæve Varmegraden til Kullenes Antændelsespunkt, selv om en fuldstændig Iltning opnaaedes. Kuls Antændelsespunkt kan sættes til 400°, for Wales Kul til 480°. Da Svovlets Antændelsespunkt er 250°, kan Nær-

værelsen af frit Svovl virke til en Sænkning af Antændelsespunktet. Svovlet spiller altsaa i Kullene samme Rolle som i Krudt, hvor det skal give et lavt Antændelsespunkt og forøge Forbrændingshastigheden. Desuden bidrager Svovl i Kul til at forøge den kemiske Virksomhed, idet Svovlkisen svulmer op under Iltningen og derved søger at splintre Kullene til Smaastykker, saaledes at friske Overflader udsættes for Luftens Paavirkning.

317. Forhold, hvorunder der er særlig Tilbøjelighed til Selvantændelse i Kulladninger.

1) Tilbøjelighed til Selvantændelse tiltager med *Størrelsen af Skibets Tonnage.* Dette har sin Grund dels i den Omstændighed, at jo større Ladningen er, des større slet varmeledende Masser vil der være mellem det Sted, hvor Antændelsen har funden Sted, og den ydre Luft, som virker til Afkøling, dels skyldes det den forøgede Sønderbrydning af Kullene under Ladningen og den deraf følgende større friske Kuloverflade, som udsættes for Luftens Paavirkning. Kul sønderbrydes vel en Del undervejs mellem Kulgruben og Udskibningsstedet, men det er dog særlig under Faldet fra Udskibningsstedets Tragte, de saakaldte »spouts«, til Kulskibets Lastrum, at Kullene brydes til Smaakul og Støv, dels ved at falde fra den store Højde, dels ved at skulle optage Stødet af de efterfølgende Kul. Navnlig ved Lugerne vil der være opsamlet en tæt Masse Smaakul, *Lugekullene*, hvorfor Selvantændelse i Reglen begynder paa dette Sted. Jo større Skibets Tonnage og derfor Ladningen er, des højere vil Faldet fra Spouten til Ladningsrummet være, og des større vil, som anført, Tilbøjeligheden til Selvantændelse være.

2) Tilbøjelighed til Selvantændelse er afhængig af *Skibets Bestemmelsessted*, nemlig af det Tidsrum, Ladningen er i Skibet, idet der til Indsugningen af Ilt og selve Iltningen medgaar en vis Tid. Denne Virksomhed fremskyndes betydelig ved Stigningen i Varmegraden, naar Skibet kommer i tropiske Farvande.

3) Tilbøjelighed til Selvantændelse er ogsaa afhængig af *Kulsorten.* Som Regel ere Newcastle Kul mere tilbøjelige til Selvantændelse end Wales Kul; indeholde disse meget Støv, er der dog ikke stor Forskjel i denne Retning mellem disse to Kulsorter. Medens man ikke efter Mængden af Svovlkis i Kullene kan slutte sig til disses Tilbøjelighed til Selvantændelse, er den Fugtighedsmængde, som findes i Kullene, naar disse lufttørres, et langt sikrere Maal for Kullenes Indsugningsevne. Jo mere Fugtighed Kullene vise sig at indeholde, efter i nogen Tid at have været udsatte for tør Luft, des større vil deres Evne til Indsugning af tør Luft være, og des større vil derfor deres Tilbøjelighed til pludselig Opvarmning og Selvantændelse være.

4) Tilbøjelighed til Selvantændelse er afhængig af *Kulstykkernes*

Størrelse; Smaakul ere farligere end store Kul, fordi den for Luftens Indvirkning udsatte Overflade er større, jo mindre Kullene ere.

5) Lastes Kul, *rige paa Svovlkis, medens de ere vaade*, vil Iltens Indsugning vel for en Del forsinkes, fordi Overfladen er vaad, men paa den anden Side fremskyndes Svovlkisens Iltning.

6) *Mangelfuld Ventilation* fremskynder Selvantændelse. Saafremt kold Luft stadig og uhindret gjennemtrængte hver Del af Ladningen, vilde man bedst kunne holde Varmegraden nede og bortlede de af Kullene undslupne Gasarter (se nedenfor). En saa kraftig Ventilation kan i Reglen ikke opnaas i kullastede Skibe; saaledes som Ventilationen ofte er indrettet i disse, er den mere til Skade end til Gavn, idet en ringe Lufttilførsel fremmer Kullenes Selvopvarmning. Mangelfuld Ventilation bør derfor undgaas.

318. Ere Kulrummene ikke ventilerede, ville Kullene vanskelig kunne faa tilført den til Selvantændelse fornødne Luftmængde. Dette vil ses saaledes. 1 Ton Dampskibskul indtager omkr. 45 Kubikfod, saaledes at selve Kullene indtage 32 Kubikfod og Luften mellem Kulstykkerne 13 Kubikfod. I den første Uge eller to, efter at Kullene ere komne om Bord, ville de 32 Kubikfod Kul indsuge omkr. 64 Kubikfod Ilt, dersom de komme i Berøring med saa megen Ilt. Da den i atmosfærisk Luft indeholdte Ilts Rumfang er omtr. $^1/_5$ af Luftens, behøver 1 Ton Kul altsaa omtr. 320 Kubikfod Luft eller omtr. 25 Gange saa megen Luft, som er til Stede mellem Kulstykkerne. Denne Luftmængde er saa stor, at, dersom den ydre Luft kunde udelukkes fra Kullene, vilde kun en svag Opvarmning kunne opstaa; men Luftmængden er paa den anden Side ikke større, end at den vil kunne blive tilført ved de Ventilationsledninger, som ofte findes i Kulskibe.

319. Gasexplosion (gas explosion) har intet med Selvantændelse at gjøre. Under Træmassens Omdannelse til Kul udvikledes en stor Mængde Gas, *let Kulbrinte* (marsh gas) eller Grubegas, hvoraf en stor Del i Tidens Løb har forladt Kullene, medens Resten fylder disses utallige Porer og Revner. Denne Del undslipper kun langsomt, men Frigjørelsen fremskyndes, naar Kullene sønderbrydes. Dersom nylig brudt Kul indesluttes i et lukket Rum, f. Ex. i et Skibs Lastrum, vil der altid findes Grubegas i Rummet oppe under Dækket, idet den er lettere end Luften.

Grubegas er i sig selv ikke en sprængbar Luftart, men blandes den med 10 Gange dens Rumfang af Luft, og et Lys er i Nærheden, vil Blandingen explodere med en Kraft, som er over 200 Pund paa □". Er Luften opfyldt med fint Kulstøv, vil den sammen med kun 1 % Grubegas danne en sprængbar Blanding.

Baade i Kulskibes Lastrum og i Skibes Kulkasser er Udsigten til

en Gasexplosion størst i de første 10 Dage, efter at Kullene ere indtagne, medens Faren for Selvantændelse er mest at befrygte mod Rejsens Slutning.

320. Kul for Udskibning til fjerne Havne bør lastes med Forsigtighed, saaledes at Kullene ere fri for Støv og indeholde saa lidt Smaakul som muligt. Ophobning af Kulsmuld ved Lugerne bør ikke finde Sted. Kullene bør være saa fri for Svovlkis som muligt, og, naar de lufttørres, bør de ikke indeholde mere end 3 % Fugtighed.

Kullene bør ikke indlades, før der er forløbet mindst en Maaned, efter at de kom op af Kulgruben. Indladningen bør kun ske i tørt Vejr, og man bør drage Omsorg for, at der ikke trænger Fugtighed ned i Kullene. Ved Lempningen paases, at Smuldet og Smaakul ikke ophobes i Bunker, men fordeles, ligesom man ved Skodder e. l. drager Omsorg for at undgaa Bevægelse i Massen, naar Skibet er i Søgang.

321. Forholdsregler mod Selvantændelse og Gasexplosion i kullastede Skibe. Ere Skodderne, som omgive Ladningsrummene, *fuldstændig lufttætte*, skalkes Lugerne, naar Kullene ere indladede, og aftages ikke, før Skibet er ved sit Bestemmelsessted. Den eneste Ventilation, som bør tillades, er Bortledningen af Grubegassen; den kan ske gjennem et Rør, som fører fra Overdelen af hvert Kulrum op langs Masten til en Højde af 12′ over Dækket. Rørets øverste Ende er aaben. Naar Skibet er kommet til sit Bestemmelsessted, bør der ikke være aabent Lys i Nærheden af Lugerne, naar disse aabnes, og Folk maa ikke sendes ned i Kulrummene, før Grubegassen har faaet Tid til at undslippe.

Ere Skodderne *ikke lufttætte*, og dette er det almindeligste i Skibe, bør Lugedækslerne aftages paa Rejsen, navnlig ved dennes Begyndelse, for at fremkalde Overfladeventilation. Naar Kullene udluftes fra Overfladen, hvilket kun bør foretages i tørt Vejr, kan Grubegassen ikke faa Lejlighed til at samle sig og trænge gjennem de utætte Skodder ind i Skibets øvrige Rum, hvad der ellers kunde fremkalde en Gasexplosion.

322. Forholdsregler imod Selvantændelse og Gasexplosion i Skibes Kulkasser. Faren for Selvantændelse og Gasexplosion i de Kul, som stuves i Kulkasserne til Skibets Fremdrivning, er ikke saa stor som i Kul, der fylde et Skibs Lastrum, fordi selve Kulmassen er betydelig mindre. Kulkassernes umiddelbare Nærhed af Maskiner og Kjedler kan dog undertiden fremskynde Kullenes Selvantændelse; Indførelsen af Maskiner, som bruge Damp af høj Varmegrad, har gjennemgaaende hævet Varmegraden i Rummene i Nærheden af Maskineriet. Erfaring har vist, at Selvantændelse i Kulkasser i Reglen opstaar i de Kasser, hvis Skodder ere tæt op ad Kjedlerne eller Skorstenen. Dette er særlig Tilfældet i Skibe, som have kunstig Træk, fordi denne medfører en høj

Varmegrad i Optræk og Skorsten. Selvantændelse i Kul, som holdes ved en Varmegrad af omkr. 50°, er kun et Tidsspørgsmaal. Varmegraden bør ikke overstige 30°. Man bør derfor ikke bygge Kulkasseskodderne tæt op ad Kjedler og Skorsten, med mindre Skodderne bygges dobbelte eller omhyggelig beklædes med slette Varmeledere.

Forinden Kulfyldning bør de i Kasserne tilbageværende Kul lempes i Forhaanden for at kunne blive brugte først. For at hindre Lufttræk gjennem Kulmassen bør Kuldøre forneden i Kulkasserne holdes lukkede, undtagen naar Kullene skulle rages frem paa Fyrpladsen. For øvrigt ventileres Kullene fra Overfladen, hvorfor Rør ofte anbringes fra Kulkassernes Overdel til Skorstenskappen. Ventilationen kan ogsaa ske gjennem de aabne Kulfyldningshuller (§ 272), naar Vejret er tørt, og der ikke kommer Vand paa Dækket. Under Kulfyldningen paases, at der er et lille Rum mellem Kullene og Dækket over disse.

Aabent Lys bør ikke benyttes i Kasserne, men kun dertil egnede Sikkerhedslamper. Kun saadanne bør bruges i Axelgangen i kullastede Skibe.

323. Midler, hvormed en begyndende Selvantændelse kan opdages. I Lastrummene og Kulkasserne findes ofte til Maaling af Varmegraden i Kullene Rør med faste Mellemrum, f. Ex. for hver 6'. Rørene, som ere af Jærn, ere forneden aabne og gjennemhullede; foroven lukkes de med en Skrueprop i en Bøsning i Dækket. I Rørene kan der være anbragt *Alarmthermometre*, d. v. s. Thermometre, som ved en bestemt Varmegrad bringer et Ringeapparat til at give Lyd. Rørene kunne ogsaa være indrettede til Nedfiring af Thermometre, hvormed man er i Stand til at undersøge Kullenes Varmegrad i forskjellige Højder.

For i Tide at kunne opdage en begyndende Selvantændelse maales Varmegraden i Kullene daglig. Da Ilden i Kullene som oftest opstaar paa enkelte spredte Steder, kan man ikke afgjort stole paa, at Selvantændelsen i alle Tilfælde vil give sig til Kjende ved en Stigning af Varmegraden i Rørene. Man bør derfor ogsaa føle udvendig paa Kulkasseskodderne, ligesom Lugten af de udviklede Gasarter og Tilsynekomsten af Røg vil hjælpe En paa Spor efter, hvor Ilden er.

324. Slukning af Ild i Kul i Skibes Lastrum eller Kulkasser er ofte forbundet med store Vanskeligheder, naar Ilden har faaet Tid til at gribe om sig. Er den antændte Kulmasse af begrænset Omfang, og er den tilgængelig fra Overfladen, graver man en Brønd ned til den og optager de glødende Kul eller overgyder dem med Vand. Er der stærk Ild i Kullene, eller er Luften i en saadan Grad blandet med Gasarter, at man ikke kan sende Folk ned i Kulrummet, slukkes Ilden med Vand eller Damp. For at Ilden ikke skal udbrede sig, lukkes Lemme, Døre og Dæksler mellem det vedkommende og de tilgrænsende Rum.

I Skibe, bestemte for Transport af brandfarlige Ladninger eller Stenkul, findes langs Lastrummenes Bund Vandledninger med Huller paa Overkanten. Fra Skodderne føre Ledningerne til paalidelige Afspærringsventiler paa Skibssiden under Vandlinien eller til Ventilkasser i Forbindelse med Pumper. Er der opstaaet Ild i Ladningen, indlades Søvand gjennem Ledningerne. Saa snart Vandet naar Ilden, vil det fordampe, og den dannede Damp bringer Varmegraden ned.

Findes der ikke saadanne Ledninger i Skibet, maa Vandet paagydes Kullene fraoven. Erfaring har vist, at en langsom Paagydning af Vand kan fremkalde en Gasexplosion, idet de dannede Vanddampe ved Berøring med de glødende Kul omdannes til en sprængbar Luftart, *Vandgas,* der er en Forbindelse af Kulstof, Ilt og Brint. Vandet bør derfor styrtes i store Mængder paa Kullene. Har Skibet et vandtæt Opstaaende, kan man f. Ex. — efter at have lukket Spygatterne med Propper — fylde Vand paa Dækket til en passende Højde over Kulrummets Luge eller Dæksel og derefter lade Vandet styrte ned over Kullene.

Er der ført en Dampledning fra Kjedlerne til Kulrummet, slukkes Ilden ved at lede Damp ind i Rummet, saa at Luften uddrives.

Det virksomste Middel til Slukning af en ved Selvantændelse opstaaet Ild i Kullene er Ildens Kvælning med Kulsyre. Man har f. Ex. foreslaaet at anbringe Jærnbeholdere med passende Mellemrum i selve Kulmassen. I Beholderne, der lukkes med Propper af en let smeltelig Blanding, findes flydende Kulsyre. Stiger Varmegraden til et bestemt Punkt, smelter Proppen, den flydende Kulsyre strømmer ud og fordamper med Voldsomhed, hvorved der opstaar en betydelig Afkøling i Kulmassen. Den luftformige Kulsyre trænger ind mellem Kulstykkerne og slukker Ilden.

Tillæg.

Fremmed Maal og Vægt.

Det engelske System. Enheden for *Længdemaal* er: 1 foot.

12 inches = 1 foot.
3 feet = 1 yard.
$5^1/_2$ yard = 1 rod, perch eller pole.
40 poles = 1 furlong.
8 furlongs = 1 mile = 5280 feet.

Enheden for *Flademaal* er: 1 square foot.

144 square inches = 1 square foot.
9 square feet = 1 square yard.
$30^1/_4$ square yards = 1 square rod, perch eller pole.
40 perches = 1 rood.
4 roods = 1 acre.
640 acres = 1 square mile.

Enheden for *Rummaal* er: 1 cubic foot.

1728 cub. in. = 1 cubic foot.
4 gills = 1 pint.
2 pints = 1 quart.
4 quarts = 1 gallon.
2 gallons = 1 peck.
4 pecks = 1 bushel.
8 bushels = 1 quarter.
5 quarters = 1 load.

1 Gallon fersk Vand vejer 10 lbs. (se nedenfor).
1 gallon = 0,16 cubic feet.
1 cubic foot fersk Vand vejer $62^1/_2$ lbs. = 1000 ounces.

Enheden for *Vægt* er: 1 pound avoir dupois.

16 drams = 1 ounce (oz.)
16 ounces = 1 pound (lb.)
14 pounds = 1 stone
28 pounds = 1 quarter (qr.)
4 qrs. eller
112 lbs. = 1 hundredweight (cwt.)
20 cwt. eller
2240 lbs. = 1 ton.

Det metriske System. Enheden for *Længdemaal* er Meteren (m.).

En Kilometer (km.) = 1000 m.
En Decimeter (dm.) = $^1/_{10}$ m.
En Centimeter (cm.) = $^1/_{100}$ m.
En Millimeter (mm.) = $^1/_{1000}$ m.

Enheden for *Flademaal* er Kvadratmeteren.

En Hektare = 10000 Kvadratmeter.

Enheden for *Rummaal* er Kubikmeteren (cbm.).

En Hektoliter = $^1/_{10}$ Kubikmeter (100 Liter)
En Liter (l.) = $^1/_{1000}$ Kubikmeter = 1 Kubikdecimeter.

Enheden for *Vægt* er: 1 Kilogram (kg.), som er = Vægten af 1 Liter destilleret Vand ved 4° C.

En Ton = 1000 Kg.
Et Hektogram = $^1/_{10}$ Kg.
Et Dekagram = $^1/_{100}$ Kg.
Et Gram = $^1/_{1000}$ Kg.
Et Milligram = $^1/_{1000}$ Gram (g).

Det metriske System er indført i Belgien, Frankrig, Grækenland, Holland, Italien, Norge, Portugal, Spanien, Sverig, Tyskland, Østerrig o. s. v.

Tabel I.

Forholdet mellem dansk og fremmed Maal og Vægt.

Det danske System	Det engelske System	Det metriske System
1 Fod	1,0297 ft.	0,3139 m.
1 Kvadratfod	1,0603 sq. ft.	0,0985 □ m.
1 Kubikfod	1,0918 cub. ft.	0,03092 cbm.
1 Mil (24000 Fod)	4,68 miles	7,5 Km.
Et Pund (℔)	1,1023 lbs.	$^1/_2$ Kg. = 500 g.
1 Pot	0,213 gallons	0,9661 l.
1 dansk Pund paa dansk □"	1,03962 lbs. pr. sq. in.	0,07309 Kg. paa □ cm.

Tabel II.

Mættet Damps Varmegrad, Tryk og Rumfang.

t	p	v	t	p	v	t	p	v
0	0,085	3390	75	5,58	65,47	150	69,21	6,153
5	0,122	2406	80	6,86	53,92	155	79,03	5,433
10	0,173	1732	85	8,38	44,70	160	89,86	4,816
15	0,241	1264	90	10,16	37,26	165	101,9	4,280
20	0,333	934,6	95	12,26	31,26	170	115,1	3,814
25	0,452	699,0	100	14,70	26,36	175	129,8	3,410
30	0,607	529,2	105	17,53	22,34	180	145,8	3,057
35	0,806	404,8	110	20,80	19,03	185	163,3	2,748
40	1,06	312,8	115	24,54	16,28	190	182,4	2,476
45	1,38	244,0	120	28,83	14,00	195	203,3	2,236
50	1,78	192,0	125	33,71	12,09	200	225,9	2,025
55	2,27	152,4	130	39,25	10,48	205	250,3	1,838
60	2,88	122,0	135	45,49	9,124	210	276,9	1,672
65	3,62	98,45	140	52,52	7,973	215	305,5	1,525
70	4,51	80,02	145	60,40	6,992	220	336,3	1,393

t er Dampens Varmegrad i Celsius Skala.
p er Dampens Tryk i lbs. pr. sq. in.
v er Rumfanget i cub. ft. af 1 lb. Damp.

Lov om Tilsyn med Dampfartøjer

af 24de Marts 1875.

A. Skibets Indretning og Udrustning m. m.

§ 1. Ethvert Dampfartøj, der sættes i Fart fra, arbejder i eller farer imellem danske Havne eller Steder, skal for saa vidt Dampkjedlen angaar, og, naar Skibet bruges i Passagerfragt, tillige for saa vidt Maskinen og selve Skibet angaar, være det offentliges Tilsyn undergivet, Alt i Overensstemmelse med nedenstaaende nærmere Forskrifter.

§ 2. Skibets Dampkjedel skal være indrettet overensstemmende med de Forskrifter, som fastsættes ved Anordning, der tillige kan bestemme, hvilke Prøver og Undersøgelser Dampkjedlen aarlig skal være underkastet.

§ 3. Ethvert Passagerdampskib skal være udrustet overensstemmende med følgende Forskrifter:

a) Er Skibet bygget af Jærn, skal det have mindst 3 vandtætte Skodder, nemlig eet foran og eet agten for Maskinen, samt et Kollisions-Skod. Denne Bestemmelse kommer dog kun til Anvendelse i Skibe, som ere satte i Bygning, efter at denne Lov er traadt i Kraft.

b) Det skal i Forhold til Drægtigheden være forsynet med følgende Antal Pumper, nemlig:

for Skibe under 60 Reg. Tons 1 Pumpe;
— mellem 60 og 300 Reg. Tons 2 Pumper;
— over 300 Reg. Tons mindst 3 Pumper eller en i hvert af de større Rum.

Pumperne skulle være af mindst 4″, i Skibe af over 300 Reg. Tons mindst 6″ Vidde, dobbeltvirkende eller af tilsvarende Styrke enkeltvirkende.

c) Det skal være forsynet med Baade, hvis samlede Bæreevne staar i passende Forhold til Skibets Drægtighed og det største tilladte Passagerantal, og som fastsættes ved Anordning.

For saa vidt Skibet efter Anordning skal have 3 Baade eller derover, skal den største af dem være synkefri.

Baadene skulle være forsynede med alt nødvendigt Tilbehør og saaledes ophængte i Jollebomme, at de til enhver Tid med Lethed kunne sættes i Vandet.

d) Det skal have en Brandslange af en saadan Længde, at den kan virke paa ethvert Sted i Skibet; denne skal være indrettet saaledes, at den kan sættes i Forbindelse med Maskinpumpen, og saa stærk, at den kan taale, at denne arbejder med fuld Kraft.

e) Det skal være forsynet med to Redningsbøjer, ophængte saaledes, at de let kunne kastes over Bord, og med en Bæreevne af mindst 25 Pd. hver. Endvidere skal der findes om Bord Redningsapparater for 50 pCt. af det største Passager-Antal, beregnede til en Bæreevne af 20 Pd. pr. Individ. Disse Apparater skulle være saaledes henlagte, at de i Ulykkestilfælde ere let tilgængelige.

f) Det skal have mindst to Kompasser anbragte om Bord paa passende Steder, og skal deres Deviation undersøges og indføres i en Tabel mindst een Gang om Aaret, hvorom Attest bliver at forevise Synsmændene.

g) Det skal have de til enhver Tid ved Anordning foreskrevne Lanterner anbragte paa befalet Maade.

h) Det skal være forsynet med 12 røde og 12 blaa Blus samt med en Kanon med 12 tilhørende Ladninger. Ved Anordning kan det bestemmes, at og i hvor stort Antal andre ifølge Overenskomst mellem søfarende Nationer brugelige Signaliseringsredskaber skulle haves til Stede.

i) Det skal have et Exemplar af de om Lanterneføring, om Sejlads for at undgaa Paasejling og om Signal for Fare m. m. gjældende Bestemmelser om Bord.

k) Det skal have et Aftryk eller en Afskrift af denne Lovs Forskrifter samt af de for det paagjældende Fartøj af Synsmændene i Medfør af § 4 trufne Bestemmelser opslaaet paa et iøjnefaldende Sted.

Bestemmelserne under a. c. d. f. og h. ere ikke gjældende for Fartøjer uden Dæk.

§ 4. Ved Passagerdampfartøjer skal det af Synsmændene bestemmes:

a) om Fartøjets Maskine er tilstrækkelig stærk og solid, og om den er anbragt i Fartøjet paa en saadan Maade, at deraf ingen Fare kan opstaa;

b) om Fartøjet er skikket til Passagerfragt, samt i hvilke Farter det forsvarlig kan anvendes;

c) det højeste Passagerantal, det kan medtage med og uden Dækslast;

d) hvis Skibet er bestemt til at befordre Kreaturer, i hvilket Antal og hvor i Fartøjet saadanne da maa indtages.

Naar de i denne Paragraf omhandlede Bestemmelser skulle afgives, paaligger det Føreren af Fartøjet eller den, der træder i hans Sted, at opgive, i hvilke Farter Fartøjet tænkes benyttet.

Synet kan gaa ud paa, at Fartøjet anses skikket til at gaa i samtlige opgivne Farter, eller at det kun maa benyttes i enkelte af dem eller Dele deraf. Paa samme Maade kan Passagerantallet og Antallet af de Kreaturer, der maa tages om Bord, sættes enten lige for samtlige Farter eller forskjelligt for de forskjellige Farter.

Nærmere Forskrifter med Hensyn til de Fordringer, der i Henhold til denne Paragraf kunne stilles til Passagerdampfartøjer, kunne fastsættes ved Anordning.

§ 5. Letantændelige, exploderende eller andre brandfarlige Stoffer maa enten aldeles ikke eller kun under Iagttagelse af de fornødne betryggende Forholdsregler indtages som Ladning i Passagerdampfartøjer eller tillades medtagne af Passagerer eller Mandskab paa saadanne Skibe.

Det fastsættes ved Anordning, hvilke Stoffer der kan henregnes under denne Paragrafs Bestemmelser, og hvilke Forsigtighedsregler der skulle iagttages med Hensyn til dem af de nævnte Stoffer, der betingelsesvis maa medtages i de paagjældende Fartøjer.

§ 6. Rhederen for et Passagerdampfartøj har at drage Omsorg for, at der paa saadanne Steder, hvor Passagerer tages om Bord eller sættes i Land ved Bolværk eller anden Anlægsplads, findes en bekvem og sikker Landingsbro, og at denne i Mørke holdes tilbørligt belyst. Sker Landsætningen ved Baade, skal Skibet være forsynet med en passende og sikker Nedgangstrappe, og skal Rhederen være ansvarlig for, at Landsætningen sker ved forsvarlige Baade, samt for, at Baadene ikke overfyldes.

§ 7. Det bliver nærmere ved Lov at fastsætte, hvilke Egenskaber der skal fordres hos Førere af eller Styrmænd eller Maskinister paa Passagerdampfartøjer, samt hvorvidt saadanne Fartøjer skulle være forsynede med prøvede Maskinister. Indtil en saadan Lov træder i Kraft, maa Ingen, der ikke før 1ste April 1875 har bestaaet den almindelige Styrmandsexamen eller Søofficersskolens Overgangsprøve, tage Tjeneste som Fører af Passagerdampskibe, medmindre han foruden at være i Besiddelse af de til at føre Skibe i saadan Route i Henhold til den gjældende Lovgivning fornødne Egenskaber tillige kan fremlægge Bevis for at have bestaaet den i Lov af 10de April 1874 om Forandringer i Styrmandsexamen anordnede Prøve i Maskinlære for Styrmænd eller Søofficersskolens Overgangsprøve; ej heller maa Nogen efter 1ste April 1875 overtage Tjeneste som Maskinist paa et Passagerdampskib, medmindre han a) har fyldt sit 21de Aar, b) i mindst 3 Aar har arbejdet ved et Maskinværksted saavel ved Maskiners Forfærdigelse som ved deres Istandsættelse, c) i mindst 1 Aar har gjort Tjeneste som Medhjælper ved Maskine i et Dampskib i Fart og fra sin tidligere Tjeneste medbringer Vidnesbyrd om Duelighed; dog kan Tjeneste som Medhjælper ved Maskinen paa et Dampskib træde i Stedet for lige saa lang Tjeneste i en Maskinfabrik.

B. Om Tilsynet.

§ 8. Ethvert Dampskib skal synes ikke blot, forinden det som nyt eller efter foretagen Hovedreparation paa Skrog eller Maskine begynder at fare fra en indenrigsk Havn eller imellem danske Steder, men derhos, for saa vidt det vedvarende farer fra en dansk Havn eller imellem danske Steder, hver Gang et Aar er forløbet siden det senest foretagne Syn. Synet skal gaa ud paa at prøve og undersøge, om Skibets Kjedel fyldestgjør de for Dampkjedler ved Anordning fastsatte Forskrifter, og for Passagerdampskibes Vedkommende endvidere at undersøge, om de i § 3 og § 7 givne Forskrifter ere fyldestgjorte, og at afgive de i Medfør af § 4 fornødne Bestemmelser.

Det aarlige Syn bortfalder dog for Dampfartøjer, der ikke have helt Dæk, for saa vidt der ikke er forløbet mere end 2 Aar efter det sidst foretagne Syn, og det derhos for Politiøvrigheden ved Attest fra tvende paalidelige og sagkyndige Mænd godtgjøres, at der ikke senere er sket noget Bræk eller Brud eller nogen Overlast paa Skibets Kjedel og Maskine, og at i øvrigt alt er i Orden efter § 3 og § 7.

§ 9. Synet over Passagerdampfartøjer skal foretages i Kjøbenhavn, for saa vidt Skibet anløber dette Sted paa sine Farter. I andre Tilfælde kan Undersøgelsen ske paa Skibets Hjemsted eller et af dets Anløbssteder, medmindre Rhederen med Justitsministerens Samtykke foretrækker at lade den foretage paa et andet Sted i Riget.

Andre Dampskibe, som i Medfør af § 1 ere det Offentliges Tilsyn underkastede, kunne synes paa det Sted, hvorfra eller hvortil vedkommende Skib farer, saa vel som paa ethvert af dets Anløbssteder.

§ 10. Politiøvrighederne i vedkommende Distrikter have at paase, at de foreskrevne Syn finde Sted, og skulle, saasnart den Frist, inden hvilken Dampskibe i Medfør af § 8 skulle underkastes gjentaget Syn, overskrides, ufortøvet selv begjære Syn afholdt over vedkommende Fartøj. Forinden noget Dampskib som nyt eller efter foretagen Hovedreparation sættes i Fart, skal derom ske Anmeldelse for Politiøvrigheden, og Farten maa saavel i dette Tilfælde, som naar der ved Synet er gjort Udsættelse af Synsmændene, ikke begynde eller fortsættes, inden Øvrigheden dertil har givet sit Samtykke; dette kan knyttes til den Betingelse, at det ved en ny Synsforretning, hvis samtlige Omkostninger afholdes af Rhederen, er godtgjort, at Manglerne ere afhjulpne. Naar der findes særlig Anledning dertil, er Øvrigheden fremdeles berettiget til at lade ethvert Dampskib underkaste et overordentligt Syn; dog bør derom forud afgives en Kjendelse, hvori angives Grunden til de nærede Tvivlsmaal og de foreløbige Undersøgelser, hvorpaa disse støttes.

Det er vedkommende Øvrigheds Pligt at sørge for, at de paabudne Syn foretages saa hurtigt, at intet ufornødent Ophold derved foranlediges.

§ 11. Toldvæsenets Embedsmænd og Betjente maa ikke udklarere noget Dampfartøj, der som nyt eller efter foretagen Hovedreparation agtes sat i Fart, uden at det er forsynet med Bevis fra Politiøvrigheden om, at denne Lovs Forskrifter ere fyldestgjorte. Dog undtages herfra den første Rejse til det Sted, hvor Undersøgelsen skal ske, hvorom der da gjøres fornøden Anførsel paa Skibspapirerne.

§ 12. Naar Politiøvrigheden, enten fordi Fristen for det gjentagne Syn er oversiddet, eller fordi den finder Anledning til at foretage et overordentligt Syn over et Dampfartøj, derom henvender sig til Toldvæsenet, maa Udklareringen heller ikke finde Sted, forinden der tilvejebringes Bevis for, at Intet er til Hinder for, at Farten vedbliver.

§ 13. Til at foretage Syn over Dampskibe udnævnes i Kjøbenhavn af Sø- og Handelsretten og uden for Kjøbenhavn af Amtmanden eller med Justitsministerens Tilladelse i de større Kjøbstæder af Magistraten tvende, og ved Synet over Passagerdampskibe trende sagkyndige Mænd, af hvilke mindst den ene skal være søkyndig. Synsmændene kunne udmeldes ogsaa uden for Amtet eller Kjøbstaden. Ved Udmeldelsen blive Exemplarer af de i denne Lovs §§ 2, 3 og 4 omhandlede Anordninger at indhændige Synsmændene.

§ 14. Foretages Prøve og Undersøgelse ikke, inden Kjedlen er lagt i sit Leje eller beklædt, skal Rhederen borttage, hvad der efter Synsmændenes Skjøn er fornødent til Kjedlens forsvarlige Prøve og Undersøgelse. Synsmændene skulle derhos ved Syn over Passagerdampfartøjer være berettigede til at fordre Adgang overalt om Bord, Dampen bragt op og Maskinen sat i Gang, samt endelig, naar Aarstiden tillader det, Skibet holdt i Fart i en Tid af indtil 2 Timer, hvorhos Føreren under Synsforretningen skal lade foretage enhver forlangt Manøvre med Maskinen.

§ 15. Med Hensyn til udenrigske Dampskibe kan Justitsministeren efter Beskaffenheden af de paa Skibets Hjemsted foretagne Syn tilstaa de Fritagelser for Bestemmelserne i denne Lov, som findes tilstedelige.

§ 16. Ved Syn over Kjedler, der ere forfærdigede i Udlandet, kan Trykprøve forbigaas, naar denne ikke kan foretages uden Borttagelse af Kjedlens Beklædning, og for saa vidt det ved Attest fra Stedets Øvrighed, legaliseret af vedkommende danske Konsul, godtgjøres, at Prøven i det sidste Aar er foretagen i Udlandet overensstemmende med vedkommende Lands Lovgivning, og at Kjedlen har udholdt Prøven, dog at Attesten i øvrigt indeholder de Oplysninger, der ere fornødne til at bestemme Kjedlernes Overensstemmelse med de her gjældende Forskrifter.

§ 17. Synsmændene skulle efter endt Forretning, der skal omfatte, hvad der er foreskrevet i §§ 2, 3, 4, 6 og 7, afgive en fuldstændig Beretning om den synede Gjenstands Beskaffenhed, de Prøver og Undersøgelser, der ere foretagne, og de Mangler, de have opdaget. Synsmændenes Erklæring afgives i to Exemplarer, af hvilke det ene, der betragtes som originalt, opbevares af Øvrigheden, det andet, forsynet med Øvrighedens Paategning, overgives Rhederen til Vitterlighed. Til Vejledning for Synsmændene bliver af Justitsministeren at udarbejde et Skema.

§ 18. Saafremt Ejeren eller Føreren af det synede Skib begjærer Synsforretningen prøvet ved Oversyn udnævner Justitsministeren hertil det dobbelte Antal af sagkyndige Mænd, hvem der ved Udmeldelsen indhændiges Exemplarer af de i denne Lovs § 2, 3 og 4 omhandlede Anordninger. Oversynsmændene have, naar de ikke i enhver Henseende stadfæste den først foretagne Forretning, at udtale sig om, i hvilke Punkter den stadfæstes, og i hvilke den forandres.

§ 19. For Udførelsen af de i denne Lov omhandlede Synsforretninger tilkommer der Synsmændene til lige Deling:

a) naar Skibets Drægtighed er under 100 Tons..... 30 Kroner
b) naar det er 100 Tons drægtigt eller derover ..... 48 —

Denne Betaling udredes af Forretningens Rekvirent eller, naar Synet i Medfør af § 10 begjæres af Politimesteren, fordi Fristen, inden hvilken Synet skulde være foretaget, er oversiddet, af den, hvem Ansvaret for Synets betimelige Foretagelse paahviler.

§ 20. Naar Øvrigheden ifølge § 10 foranstalter en overordentlig Synsforretning, tilkommer der Synsmændene ligeledes den i § 19 ommeldte Betaling, der bliver at udrede af Fartøjets Rheder, saafremt Synsmændenes Erklæring gaar ud paa, at Kjedlen eller Fartøjet skal undergaa en Forandring, forinden det atter tages i Brug; i modsat Fald udredes den af Statskassen.

§ 21. For et Oversyn tilkommer der Oversynsmændene $1^1/_2$ Gang den i § 19 ommeldte Betaling, der bliver at udrede af Forretningens Rekvirent, saafremt Oversynsmændene i Hovedsagen stadfæste Udfaldet af Synsmændenes Forretning; i modsat Fald udredes de af Statskassen.

§ 22. Naar Synet foretages over $^1/_4$ Mil fra Synsmandens eller Oversynsmandens Hjem, tilkommer der ham fri Befordring og derhos, for saa vidt Forretningen varer over 6 Timer, i Dagpenge 6 Kroner for hver Dag.

§ 23. Omkostningerne ved Anskaffelsen af de til Dampkjedlers Prøvelse nødvendige Redskaber afholdes af Statskassen, ligesom ogsaa Bekostningerne ved Redskabernes Transport samt Synsmændenes og Oversynsmændenes Rejser og Dagpenge, jfr. dog § 10. Alle øvrige med Synsforretningen eller Oversynet forbundne Omkostninger afholdes, for saa vidt ikke andet er bestemt i de foregaaende Paragrafer, af Rekvirenten, der tillige er pligtig at yde al den til Synets Foretagelse fornødne Arbejdshjælp

§ 24. Hvad de Staten tilhørende Dampfartøjer angaar, paaligger det vedkommende Myndigheder, under hvilke de høre, at paase, at de opfylde Bestemmelserne i denne Lov og de i Medfør af samme udstedte Anordninger.

C. Strafbestemmelser m. m.

§ 25. Overtrædelser af denne Lov og de i Henhold til samme udstedte Anordninger eller af de i Medfør af denne Lovs § 4 trufne Bestemmelser blive, for saa vidt de ikke i Medfør af den øvrige Lovgivning egne sig til højere Straf, at anse med Bøder fra 10—400 Kroner. Sagerne behandles som offentlige Politisager.

§ 26. Lov angaaende Beskaffenheden af samt Tilsynet med Dampkjedler, Dampmaskiner og Dampskibe af 12te April 1851 ophæves, for saa vidt den vedrører de i denne Lov omhandlede Dampskibe med derhen hørende Dampkjedler.

§ 27. Denne Lov træder i Kraft den 1ste Juli 1875. Regjeringen bemyndiges til ved Kgl. Anordning at sætte den i Kraft paa Færøerne med de Lempelser, som i Følge disse Øers særegne Forhold maatte findes formaalstjenlige.

Bekjendtgjørelse

angaaende

nærmere Forskrifter for Tilsynet med Dampfartøjer

af 28de Juni 1875.

I Medfør af Lov om Tilsyn med Dampfartøjer af 24de Marts d. A. §§ 2, 4 og 5 fastsættes herved Følgende:

§ 1. Dampkjedlens Ildpaavirkningsflade, hvorved forstaas hele den Flade af Kjedlens Vægge, Kanaler eller Rør, som er udsat for Ildens eller Røgens umiddelbare Paavirkning, skal overalt være i Berøring med Vand og ligge mindst saa dybt under den normale Vandstand i Kjedlen, som Synsmændene fastsætte.

Ovenstaaende Bestemmelse finder dog ikke Anvendelse paa:

1) Apparater til Overhedning af Damp, der ikke udgjøre Dele af selve Kjedlen, og

2) saadanne Dele af Ildpaavirkningsfladen, som paa Grund af deres forholdsvis ringe Udstrækning og deres Beliggenhed i Følge Synsmændenes Skjøn ingen Sinde ere udsatte for at blive glødende selv ved meget stærk Fyring.

Ingen Del af en Kjedels Ildpaavirkningsflade maa udføres af Støbejærn eller Messing. Herfra undtages dog cylindriske Rør af Messing, der ikke ere over 4 Tommer i indvendigt Tværmaal*).

§ 2. Kjedlens normale Vandstand skal være angiven ved en tydelig Linie paa Kjedlen, eller, hvis den er beklædt, paa Beklædningen.

For at kunne kontrolere Vandstanden i Kjedlen skal der paa denne findes et Apparat, der stadig viser Vandstanden, samt 3 fra dette Apparat fuldstændigt adskilte Prøvehaner, hvis Plads bestemmes af Synsmændene.

Prøvehanerne skulle være saaledes indrettede, at man for at fjerne Kjedelsten og andre Urenligheder kan støde i lige Retning igjenem dem.

De ovennævnte Apparater skulle anbringes saaledes, at de med Lethed kunne iagttages af Fyrbøderen.

§ 3. Enhver Dampkjedel skal være forbunden med mindst 1 forsvarligt Vandforsyningsapparat, som er i Stand til at vedligeholde den normale Vandstand i Kjedlen.

Hvor Røret fra et Forsyningsapparat — Føderøret — indmunder i Kjedlen, skal der udvendigt paa denne anbringes en særlig selvlukkende Ventil, som hindrer Vandet i at strømme ud af Kjedlen igjennem Føderøret.

Dersom Forsyningsapparatet drives af Hovedmaskinen, skal det enten kunne udløses fra denne og drives med Haandkraft eller tillige et særligt Forsyningsapparat haves, der drives enten ved en særskilt Maskine eller med Haandkraft.

Det er tilladt at forsyne flere Kjedler ved et fælles Forsyningsapparat, naar dette er i Stand til at forsyne saavel hver enkelt Kjedel som alle Kjedlerne tilsammen med den fornødne Vandmængde.

§ 4. Paa enhver Dampkjedel skal anbringes mindst 1 eller, naar Kjedlens Ildpaavirkningsflade er større end 400 Kvadratfod, mindst to Sikkerhedsventiler.

**) Belastningen paa Ventilerne skal tilvejebringes ved Vægte, som trykke paa Ventilerne umiddelbart eller ved Hjælp af Vægtstænger.

Belastningen maa ikke være større, end at Dampen aabner Ventilerne, naar den har naaet den største Spænding, som i Følge den af Synsmændene foretagne Prøve med Kjedlen (§ 9) maa haves i denne, ligesom Belastningen ikke maa kunne forøges ved Forskydning af Vægten; derfor maa, hvor Belastningen er tilvejebragt ved Vægte paa Vægtstænger, disse ikke have Overlængde.

Alle Ventiler skulle i øvrigt være saaledes indrettede, at Dampen i intet Tilfælde kan afkaste Ventilen eller løfte den højere, end en Fjerdedel af Ventilaabningens Diameter udgjør.

---

*) Ved Bekjendtgjørelse af 31. December 1880 har Justitsministeriet fastsat følgende:
I Dampfartøjer forbydes Brugen af Dampkjedler med svejsede Pladesamlinger, paa hvilke Dampens Tryk virker i sønderrivende Retning.
Denne Bestemmelse finder dog ikke Anvendelse paa Kjedler, der lovligt ere tagne i Brug før den 1ste Januar 1881.

**) Andet og tredie Stykke af denne Paragraf ere ved Justitsministeriets Bekjendtgjørelse af 9de Maj 1881 ændrede til:
„Belastningen paa Ventilerne skal tilvejebringes ved Vægte eller spændte Fjedre, som trykke paa Ventilerne umiddelbart eller ved Hjælp af Vægstænger."
„Belastningen maa ikke være større, end at Dampen aabner Ventilerne, naar den har naaet den største Spænding, som i Følge den af Synsmanden foretagne Prøve med Kjedlen (§ 9) maa haves i denne, ligesom Belastningen ikke maa kunne forøges ved Forrykning af Vægten eller Spænding af Fjedren. Hvor Belastningen er tilvejebragt ved Vægte paa Vægtstænger, maa disse derfor ikke have Overlængde, og hvor Belastningen er tilvejebragt ved Fjedre, maa der være anbragt en Stopper, som forhindrer, at Fjedren spændes yderligere."

Arealet af Sikkerhedsventilens Lysaabning eller Summen af alle Sikkerhedsventilernes Lysaabningers Arealer, o: Summen af Arealerne af de Aabninger, hvorigjennem Dampen, naar alle Sikkerhedsventilerne samtidig løftes, kan strømme ud, maa ikke være mindre end angivet i omstaaende Tabel, der bestemmer Lysaabningen i Kvadrattommer for hver Kvadratfod af Kjedlens Ildpaavirkningsflade i Forhold til den højeste Spænding over Atmosfærens Tryk, som det i Følge Synsmændenes Prøve er tilladt at have i Kjedlen.

Største tilladte Trykforskjel paa Kvadrattommen	0 til 7 Pd.	7 til 14 Pd.	14 til 21 Pd.	21 til 28 Pd.
	Kvadrattommer			
Areal af Lysaabningen for hver Kvadratfods Ildpaavirkningsflade	0,0707	0,0485	0,0369	0,0298

Største tilladte Trykforskjel paa Kvadrattommen	28 til 35 Pd.	35 til 42 Pd.	42 til 49 Pd.	49 til 56 Pd.
	Kvadrattommer			
Areal af Lysaabningen for hver Kvadratfods Ildpaavirkningsflade	0,0250	0,0215	0,0189	0,0168

Største tilladte Trykforskjel paa Kvadrattommen	56 til 63 Pd.	63 til 70 Pd.	70 til 77 Pd.	77 til 84 Pd.
	Kvadrattommer			
Areal af Lysaabningen for hver Kvadratfods Ildpaavirkningsflade	0,0152	0,0138	0,0127	0,0117

Største tilladte Trykforskjel paa Kvadrattommen	84 til 91 Pd.	91 til 98 Pd.	98 til 105 Pd.	105 til 112 Pd.
	Kvadrattommer			
Areal af Lysaabningen for hver Kvadratfods Ildpaavirkningsflade	0,0109	0,0102	0,0096	0,0091

Vejen for Dampen fra Kjedlen til Sikkerhedsventilerne og fra disse til den fri Luft maa paa intet Sted have mindre Tværsnitsarealer end Sikkerhedsventilernes Lysaabninger.

Kjedler med flade eller indbuede Sider eller Bunde skulle være forsynede med en Luftventil, saafremt ikke de nævnte Dele af Kjedlen have saa stor Styrke i Forhold til deres Udstrækning, at de efter Synsmændenes Skjøn kunne modstaa Atmosfærens Tryk udvendig fra.

§ 5. Enhver Kjedel skal være forsynet med en efter Synsmændenes Skjøn forsvarlig Maaler for Dampens Spænding. Paa denne Maaler skal anbringes et tydeligt Mærke, som angiver den højeste i Kjedlen tilladte Dampspænding.

Paa Fartøjer med helt Dæk skal der umiddelbart paa Kjedlen anbringes en fra Dækket let tilgængelig Ventil, hvorved Dampen kan afspærres fra Maskinen.

§ 6. Paa enhver Dampkjedel skal Fabrikkens Mærke og Løbenumer eller andre Mærker, hvorved Kjedlens Identitet aldeles utvivlsomt kan godtgjøres, samt det Aar, i hvilket den er forfærdiget, være angivet paa en solid og iøjnefaldende Maade.

§ 7. Paa Kjedler, der lovligt ere tagne i Brug før den 1ste Juli d. A., komme Bestemmelserne i § 1, sidste Stykke, § 2, § 3, 2det Stykke og § 4, 5te Stykke ikke til Anvendelse, for saa vidt Kjedlerne i øvrigt ere overensstemmende med de i Lov af 12te April 1851 givne Forskrifter.

§ 8. Forinden en Dampskibskjedel første Gang prøves her i Landet, skal Rekvirenten af Forretningen med Begjæringen om Synets Foretagelse aflevere en in duplo affattet nøjagtig Beskrivelse af Kjedlen med Angivelse af Ristens og Ildpaavirkningsfladens Størrelse i Kvadratfod, samt hvor stor en Del af Ildpaavirkningsfladen, der ligger over den normale Vandstand; ligeledes opgives den største Spænding af Dampen over Atmosfærens Tryk, som Kjedlen ved Brugen vil blive underkastet.

Beskrivelserne indhændiges Synsmændene til Brug ved deres Forretning, forsynes af disse med Paategning og hæftes ved de tvende Exemplarer af Synsforretningen (Lov af 24de Marts d. A. § 10). Ved enhver efterfølgende Synsforretning skal det Ejeren tilhørende Exemplar af den første Synsforretning med vedhæftet Beskrivelse af Kjedlen være tilstede.

§ 9. Ved Synsforretningen skulle Synsmændene undersøge, om alle ved denne Anordning trufne Bestemmelser om Kjedlen ere iagttagne, samt underkaste denne en Trykprøve.

Trykprøven foretages saaledes:

Alle Aabninger paa Kjedlen, som ikke skulle benyttes ved Prøven, tillukkes. En af Synsmændene medbragt Trykpumpe med Sikkerhedsventil sættes i Forbindelse med Kjedlen, denne fyldes helt med Vand, og Kjedlens Sikkerhedsventil eller Sikkerhedsventiler belastes med et Tryk, svarende til den i Henhold til § 8 opgivne højeste Spænding i Kjedlen.

Der indpumpes dernæst Vand i Kjedlen, og hver Gang Vand paa Grund af den stigende Spænding i Kjedlen udstrømmer fra den største Del af den til Trykpumpen hørende Ventils Omkreds, forøges Belastningen paa denne Ventil, og det undersøges samtidigt, om den til Kjedlen hørende Trykmaaler angiver en Spænding, svarende til den Belastning, hvorved Trykpumpens Sikkerhedsventil hver Gang er bleven løftet.

Naar Belastningen paa Trykpumpens Sikkerhedsventil har naaet en Størrelse, svarende til den ovenanførte højeste Dampspænding i Kjedlen, efterses, om Vand udstrømmer samtidigt fra den største Del af Omkredsen af saavel Kjedlens som Trykpumpens Sikkerhedsventiler.

Indpumpning af Vand i Kjedlen standses nu, Forbindelsen imellem Kjedel og Trykmaaler lukkes, og Kjedlens og Trykpumpens Sikkerhedsventiler belastes med et Tryk, som er $^5/_3$ Gange saa stort som det Tryk, Dampen ved den ovennævnte højeste Spænding vil udøve.

Indpumpning af Vand i Kjedlen fortsættes derpaa, indtil Trykket i Kjedlen er saa stort, at Vand udstrømmer fra den største Del af Omkredsen paa Trykpumpens Sikkerhedsventil.

Dette Tryk i Kjedlen vedligeholdes saa lang Tid, som er nødvendig til, at Synsmændene kunne overbevise sig om, at der paa intet Sted af Kjedlen udstrømmer Vand i anden Form end Taage eller enkelte Draaber, samt at Kjedlen ikke har erholdt nogen større Formforandring.

Ere disse Betingelser ikke opfyldte, eller Kjedlen ved Prøven har erholdt en blivende Formforandring, undersøge Synsmændene, saafremt det forlanges, hvor stort et Tryk Kjedlen kan udholde uden at lade Vand strømme ud i anden Form end

Taage eller enkelte Draaber, samt uden at faa større eller blivende Formforandringer, og Kjedlen maa da kun benyttes paa Betingelse af, at Dampen i Kjedlen ingen Sinde kommer til at udøve et større Tryk end $^3/_5$ af det, hvormed den er prøvet og fundet tilstrækkelig stærk og tæt.

Er en Kjedel prøvet i Udlandet, fastsættes det højeste tilladte Damptryk i Kjedlen ligeledes til $^3/_5$ af det, hvormed Kjedlen er prøvet.

Naar det højeste tilladelige Damptryk i Kjedlen saaledes er fastsat, og Sikkerhedsventilerne og deres Belastning ere indrettede i Overensstemmelse med dette Tryk, mærkes saavel Sikkerhedsventilerne som de til deres Belastning tjenende Apparater med Stempler, hvorved paa selve Ventilen angives Ventilaabningens Diameter i danske Tommer, paa Vægtstængerne disses fulde Længde i danske Tommer og paa Vægtlodderne, der tjene til Belastning af Ventilerne, deres Vægt i danske Pund.

§ 10. Ethvert Passagerdampskib, der er forsynet med Dæk, skal være udrustet med Baade i følgende Omfang:

		Længde.	Bredde.
Skibe under 60 R. Tons	1 Baad	14'	$4'_9$"
— imellem 60—200 R. T.	2 Baade	1—14'	$4'_9$"
		1—18'	$5'_6$"
— over 200 og ikke over 300 R. T.	3 —	1—16'	$5'_3$"
		1—20'	$5'_9$"
		1—22'	$6'_0$"
— — 300 — 500 R. T.	4 —	1—16'	$5'_3$"
		2—22'	$6'_0$"
		1—24'	$6'_6$"
— — 500 — 800 R. T.	4 —	1—18'	$5'_6$"
		2—24'	$6'_6$"
		1—26'	$7'_0$"
— — 800 R. T.	5 —	1—18'	$5'_6$"
		2—24'	$6'_6$"
		2—26'	$7'_0$"

Afvigelser i Fartøjernes Dimensioner kunne indrømmes af Synsmændene, saafremt en tilsvarende Bæreevne er tilstede.

For saa vidt Skibet har 3 Baade eller derover, skal den største af dem være synkefri.

§ 11. Nitroglycerin, Dynamit og lignende Sprængstoffer maa aldeles ikke medføres paa Passagerdampfartøjer; ejheller maa disse Skibe medføre saadanne Tændstikker, som det ved Lov af 14de Februar 1874 er forbudt at forfærdige eller indføre her i Landet; andre Tændstikker skulle være opbevarede i forsvarlig tætte Beholdere.

Krudt og Fyrværkerisager i større Kvantiteter end fornødent til Skibets egen Forsyning, Svovlsyre, Salpetersyre og lignende ætsende flydende Stoffer, samt Stenolie, Terpentin, Kamfin og lignende letantændelige flydende Stoffer maa paa Passagerfartøjer kun haves som Dækslast, for saa vidt de opbevares i et hertil paa Dækket indrettet og for Passagererne utilgængeligt, vandtæt, fra den øvrige Del af Dækket adskilt Rum, og for saa vidt de nævnte Gjenstande ere anbragte i aldeles forsvarlige Beholdere. Under Dæk maa de nævnte Gjenstande kun medføres, for saa vidt de anbringes i forsvarlige tætte Beholdere i Aflukker, der dels ved fuldkommen vandtætte Skodder ere adskilte fra Maskinrummet og de til Ophold for Passagererne bestemte Rum, dels kunne aflukkes saaledes, at Tilgang af Luft til samme kan forhindres.

Hø og Halm maa paa Passagerdampfartøjer kun medtages som Dækslast i pressede Baller.