

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*

LB

LB

H Glysing

Jernbeton som
Skriftlygnings materiale

98 69922 (1917)

69922.

±

98

699 22



69922

Gads danske Magazin



Særtryk
af
Gads danske Magasin

98

JERNBETON SOM SKIBSBYGNINGS- MATERIALE

Af Ingeniør H. GLYSING.

MEDENS Jernbetonen i de sidste 20 Aar gennem sin Anvendelse i utallige permanente Bygværker paa Land i fuldt Maal har opfyldt de Forventninger, man stillede til den som et første Klasses Byggemateriale, er dens Plads i Skibsbbygningsteknikken endnu saare beskeden. Ejendommeligt nok var en af de første eksisterende Jernbetonkonstruktioner en lille Robaad, hvormed *Lambot* i 1850 forbaasede sine Medborgere. Baaden var bygget over et Net af Jerntraad, og Forsøget var saa vellykket, at Baaden endnu i 1904 var i Brug i Parken ved Miraval. *Lambot* fik adskillige Efterfølgere, men først den italienske Ingeniør *Carlo Gabellini*, der efter et Studieophold i Frankrig grundlagde Firmaet „Società Cemento armato è retinato Gabellini“ i Civitavecchia, tog Sagen rationelt fat. Italien er saaledes Jernbetonskibsbbygningens egentlige Hjemland*). Firmaet Gabellini byggede et stort Antal Pramme, Bropontoner og Lægtere dels til den italienske Stat, dels til private; en enkelt af disse — et Fartøj paa 150 t („Liguria“) — er et virkeligt Søskib, der som Lægter sejler med Kul og Tobaksballer mellem Genua og Civitavecchia (1000 km). — I Løbet af faa Aar slog Firmaet sig stærkt op; i 1909 laa det f. Eks. inde med Ordre til et Beløb af halvanden Mill. Kr., et Bevis for hvor fortrinligt disse første Jernbetonfartøjer har svaret til deres Formaal.

Ogsaa i Amerika, i England og navnlig i Tyskland har man gjort gode Erfaringer, men egentlige søgaaende Skibe

har der ikke været Tale om; først Krigsaarenes uhyre Tonnagetab har bragt dette Spørgsmaal frem i første Plan.

Efter de sidste Opgørelser beløber det lokale Krigstab, der ikke er erstattet med Nybygninger, sig til ca. 3 Mill. Tons; hertil kommer Tabene ved almindelige Forslis ca. 1,75 Mill. Tons, ialt ca. 4,75 Mill. Tons eller 10 pCt. af den samlede Verdenstonnage. Disse Tal i Forbindelse med de vanvittige Fragter og de uhorste Priser paa alt, der overhovedet har Navn af Skib, giver et virkningsfuldt Billede af Dimensionerne af den Opgave, Skibsinindustrien skal løse. Det er klart, at intet Middel maa lades uforsøgt, hvis Kravene om Erstatning af det tabte Skibsrum skal kunne tilfredsstilles blot nogenlunde, og det er lige saa klart, at dette Krav for en søfarende Nation udspringer af de aller mest vitale Interesser.

I Amerika har man taget fat paa Sagen med den største Energi; man forsøger at forcere Flaadeforøgelserne ved Indførelsen af Standardtyper, hvis største til mindste Detailler — fra Skibspladerne til de ubetydeligste Maskindele — fremstilles i Mængde, hvilket naturligvis bringer baade Udgifter og Byggetid ned i betragtelig Grad, men man har taget Skridtet fuldt ud ved paa Grund af den herskende Mangel paa Staalplader at genoptage Bygningen af Træskibe i stor Maalestok. Et enkelt Værft har til Eksempel i Ordre for fransk Regning 3 Serier Sejlskibe paa ialt 120,000 t, hvoraf 1. Serie 40,000 t er i Arbejde. Her i Skandinavien stiller Forholdet sig saaledes, at de Værfter, der er i Drift, har Bestillinger til flere Aar frem i Tiden, medens de nystartede Selskaber paa Grund af Umuligheden af at frem-

*) Nogle Forsøg, der i 1887 anstilledes af Gebrüder Picha-Stevens i Holland, faldt heldigt ud, men førtes ikke videre.

skaffe Materialer maa øve deres Taalmodighed til bedre Tider.

Under disse Forhold er Opmærksomheden for Jernbetonen vaagnet. I Norge har navnlig „Fougners Staalbeton Skibsbygnings Kompagni“ og Porsgrund Cementstøberi været førende, men iøvrigt er der startet et stort Antal Værfter Landet over, og de Fartøjer, der hidtil er sat i Vandet, har vakt en overordentlig Opmærksomhed. Man kan næsten tale om et psykologisk Øjeblik! I Danmark er foreløbig kun et Værft, „Næstved Jernbeton Skibsbyggeri“, beskæftiget, men det forlyder, at et større Værft med Bygning af søgaaende Skibe for Øje, er under Start. —

I engelske Søfartskredse omgaas man med Planer om Bygning af et Antal store Jernbetonlægtre for Transport af Hvede fra Australien til sydafrikanske Havne. Den blotte Antydning af en saadan Plan vilde før Krigen være blevet anset for Fantasteri, men Nød lærer nøgen Kvinde at spinde, og det er maaske et Held for den nye Skibsbygningsteknik, at Forholdene tvinger til at vove Experimentet, man under normale Omstændigheder aldrig vilde have indladt sig paa. Mistilliden til Jernbetons Anvendelse paa dette Felt har været stor, og der holdes endnu stærkt igen af Autoriteter og Klassifikationsselskaber. Fordringerne til Styrken af Skibsskroget og til Udstyrelse med Redningsmateriel stilles betydeligt skarpere her end for de sædvanlige Skibstyper, og Hensynet til Assurancespørgsmaalet holder endnu Rhederne tilbage; men Interessen for Jernbetonskibene er vakt for Alvor, og de enkelte dristige vil ikke komme til at savne Efterfølgere.

De Egenskaber, der har betinget Jernbetons store Udbredelse, er i første Række dens Prisbillighed, de smaa Ved-

ligeholdelsesudgifter, Brandsikkerheden og den korte Byggetid. Ved større Brokonstruktioner ligger Maskinfabrikernes Tilbud gerne ca. 50 % højere end Jernbetonfirmaernes, og Forholdet med Vedligeholdelsen spiller for Bygværker under aaben Himmel en saadan Rolle, at en ren Jernkonstruktion skal være ca. 13 % billigere end en Jernbetonkonstruktion for at kunne konkurrere. Naar Talen er om Skibskonstruktioner faar dette en ganske særlig Betydning, idet Udgifterne til Dokning, der for Staalskibe maa foretages mindst én Gang om Aaret, er meget betydelige. En Jernbetonkonstruktion behøver under normale Omstændigheder ingen særlig Overfladebehandling; naar man alligevel ofte foretager en saadan, er det mere af Hensyn til Udseendet end for at beskytte Betonen mod Vejrliget. Grunden til dette er dels Materialets Vejrfasthed, dels den Omstændighed, at et Cementovertræk er et af de bedste Rustbeskyttelsesmidler, der findes. Man har frygtet, at Søvandet i det lange Løb muligvis dels rent kemisk, dels ved mekanisk Slid skulde kunne ødelægge Betonen, og at de stadigt skiftende Paavirkninger, et Skibsskrog i høj Sø er udsat for, skulde fremkalde Revner, ad hvilke Søvandet kunde trænge ind og ødelægge Armeringen.

Ved de talrige Anvendelser, Jernbetonkonstruktionerne har faaet i Vandbygningen til Pæle, Bolværker, Bølgebrydere og Pontoner, har man haft rig Lejlighed til at iagttage Søvandets Indvirkning. Det har vist sig, at den første Fordring, man maa stille til Betonen, er, at den er tæt, det vil sige uporøs. Ved Høfdeanlæggene paa Jyllands Vestkyst anvendte man til at begynde med Betonblokke støbt af en meget mager Beton med det Resultat, at de i Løbet af faa Aar ødelagdes i den Grad, at de kunde — øses op med Skov! Senere har man ved at støbe med en

federe Beton gjort meget tilfredsstillende Erfaringer, og der findes adskillige Eksempler paa, at Bygværker har staaet i Aarevis, uden at Ødelæggelsen er trængt mere end nogle faa Millimeter ind i Betonen. Et 12 Aar gammelt Bolværk i Nørresundby blev saaledes fornylig undersøgt ved Dykker, uden at man kunde paa- vise anden Forandring end en temmelig kraftig Langhals-Vegetation. Paastanden om, at Jernbetonfartøjer ikke er udsat for Begroning, maa derfor sikkert tages med Forbehold.

Som nævnt ovenfor maa Grunden til de afvigende Erfaringer udelukkende søges i Betonens forskellige Kvalitet, hvilket ogsaa eksperimentalt er paavist ved en Række amerikanske Forsøg. Der blev støbt et Antal Søjler 40.40 cm i Tværsnit og ca. 5 m lange af forskelligt Blandingsforhold og af forskellig Konsistens (man taler om jordfugtig, plastisk og vaad Beton efter den Mængde Vand, Materialet tilberedes med). Søjlerne opstilledes ved Marineværftets Landgangsbro i Charlestown. Den porøse Beton (1:9) udviste særlig stærke Angreb, navnlig led den stærkt ved Flodskiftets Slid. Derimod var de Søjler, der var fremstillede af den fede, tætte Beton (1:3), saa at sige uskadede. Man gjorde endnu den Iagttagelse, at den Beton, der var udstøbt i plastisk Tilstand, stod sig bedre end en Beton, der enten havde været for vaad eller for tør, et Forhold der har Betydning, fordi den plastiske Beton i Praksis er den letteste at arbejde med og ogsaa i andre Henseender giver de bedste Resultater. Iblandinger af Trass, en pulveriseret vulkansk Tuf, forøgede Modstandsevnen; men saadanne Tilsætninger nedsætter altid Betonens Styrke. —

Hovedresultatet af alle disse Erfaringer er, at en god, tæt Beton ikke i nævneværdig Grad angribes af Havvand.

Et ganske slaaende Eksempel paa, hvad man kan byde et godt Betonmateriale, er

omtalt i det tyske Fagskrift „*Gesundheits Ingenieure*“ 1913; det drejer sig om et Gadeafløb bestaaende af et 60.90 cm. Rør, der havde ligget i 32 Aar, uden at man kunde spore Angreb, endskønt Gadeafløb jo i Regelen medfører adskillige Ubehageligheder i Form af organiske Syrer og lignende. Overfor Angreb af stærke Syrer staar Betonen sig meget daarligt; hvilket dog ikke har megen Interesse i denne Forbindelse.

Vi har endnu tilbage at undersøge Betonens Forhold overfor Olie og Fedtstoffer. Det er umuligt at undgaa, at der i Lasten, paa Dækket og navnlig i Maskinrummet spildes Stoffer af denne Art, og det vilde være overmaade uheldigt, hvis dette medførte alvorlige Beskadigelser. I det engelske „*Concrete Institute*“ i London har W. L. Gadd i 1913 udført en Del Forsøg, der er egnede til at belyse Spørgsmaalet. Der anvendtes en temmelig fed Beton (1:3), og Stofferne blev tilsat det frisk tilberedte Materiale. Det viste sig, at saavel dyriske og vegetariske som mineralske Olier indvirker ugunstigt, ja i det lange Løb ødelæggende paa Betonen. Til omtrent samme Resultat kom *Feret*, hvis Beretning er offentliggjort i „*Annales des ponts et chaussées*“. Ferets Forsøg gik særlig ud paa at undersøge Virkningen af Mineralolier (Smøreolier) af forskellig Type. Han anvendte dels en svær russisk Nafta-Smøreolie, amerikanske sorte, tykflydende Petroleumsdestillater, dels Tjæreolie. Den friske, vaade Beton taaler ikke disse Stoffer, som alle enten nedsætter Styrken af det færdige Produkt eller i værste Fald ganske ødelægger det. Men Forsøgene viste tillige, at Olierne, for saa vidt de ikke indeholder frie Syrer, hvad Smøreolie ikke maa, aldeles ikke angriber *hærdnet* Beton. Det maa altsaa blot paases, at der ikke *under Støbningen* sker Forurening med disse Stoffer. —

Den første Fordring, man maa stille til et Skibsbygningsmateriale, er naturligvis, at det er vandtæt eller ved simple og billige Midler lader sig tætne. Ved Fler-tallet af de Fartøjer, der indtil nu er bygget af Jernbeton, er der ikke anvendt kunstige Tætningsmidler af nogen Art; man er løbet an paa, at en god Beton i sig selv vilde være tæt, naar Støbningen foretages med Omhu og helst i ét Træk, og Erfaringen har forlængst bekræftet denne Antagelses Rigtighed. Ved Bygningen af et 200 t Motorfartøj paa „Porsgrund Cementstøperi“ i Norge tog Opstillingen af Forskallingen 3 Uger og Monteringen af Jernindlægget andre 3 Uger, medens selve Støbningen fuldførtes paa 2 Dage under uafbrudt Arbejde Dag og Nat. Man undgik derved enhver Fugedannelse, der altid er et svagt Punkt i en Jernbetonkonstruktion, og Resultatet svarede fuldt ud til den anvendte Omhu. Hele Fartøjets Væg, der havde en Tykkelse af 5 cm. bestod af en meget fed Blanding, der afpuddedes fint umiddelbart efter Betonens Afbinding. —

Det er naturligvis i og for sig ønskeligt, selv om Hensynet til Vandtætheden ikke gør det strengt nødvendigt, at faa Overfladen behandlet, saa den bliver saa jævn og glat som mulig. Dels forhøjes Modstandsevnen mod Søvandets Angreb derved betydeligt, ligesom Begroning vanskeliggør finder Sted, og dels giver en glat Flade mindre Fremdrivningsmodstand. I sidste Nummer af „Armierter Beton“ omtales en ejendommelig Metode, der er lige saa billig og nem at udføre, som den er god. Metoden anvendtes ved Bygningen af en Lægter til Transport af Støbematerialer paa Biellersøen i Schweiz (Firmaet Ed. Züblin Co., Strassburg), og den bestod i en Overpuddring med Cementstøv, som derefter glittedes med et Staalværktøj. — I enkelte Tilfælde har man

ikke turdet stole udelukkende paa Betonens naturlige Vandtæthed, men har tilsat den et kunstigt Tætningsmiddel, hvorefter der er en Vrimmel i Handelen (Ceresit, Nigrit, Siderosthen, Dichtolin, Adiodon, Pixol osv.). En Lægter, bygget hos Perrey i Mannheim, pudsedes med en Mørtel iblandet 10 % Ceresit; i andre Tilfælde har man blandet Tætningsmidlet i selve Støbemassen, men dette er ikke heldigt, da det nedsætter Betonens Styrke.

Det er indlysende, at Betonens rustbeskyttende Egenskaber i høj Grad afhænger af Tætheden og af den Omhu, der anvendes under Støbningen. I „Beton und Eisen“ (1917 XII) fortælles der om en hollandsk Ponton, der en Nat gik til Bunds tilsyneladende uden ydre Foranledning. Ved den paafølgende Undersøgelse viste det sig imidlertid, at Armeringen i Bunden var fuldstændig opløst af Rust. Fartøjet var bygget (i Gent) paa den praktiske Maade, at en lille Bugt tørlagdes, og i den saaledes dannede Dok støbtes Baaden direkte paa Sandbunden uden Forskalling. Da Arbejdet var færdigt, lukkedes Vandet ind i Dokken og Fartøjet blev taget i Brug, uden at man gjorde sig den Ulejlighed først at undersøge Bundstøbningens Godhed.

Naar Kvaliteten ellers er normal og Betonen tæt, samler der sig som en Kappe uden om Jernindlægget et Lag af meget ren Cementmørtel, der danner den bedst mulige Beskyttelse mod Rust. Virkningen beror paa, at Betonen under Hærdningen optager Kulsyre, der er et af de værste rustdannende Stoffer, men som derved uskadelliggøres. En i Grenoble 1883 bygget Vandleddning med 23 m Trykhøjde blev 1901, 18 Aar efter, undersøgt med det Resultat, at Betonen var uforandret og Armeringen ganske ubeskadiget. Aarsberetningen fra „Concrete Institute“ 1912 beretter om et andet Exempel. Ved Ned-

brydningen i 1911 af Fundamenterne til en Bygning, der stammede fra Udstillingen i South Kensington 1862, blev der forefundet et stort Antal Bolte, der var halvvejs indstøbte i Betonen. Medens den Del af Boltene, der ragede ud af Fundamenterne, helt var opædt af Rust, viste den indstøbte Del ikke Antydning af Angreb. — Prof., Dr. Rohland beretter om nogle mærkelige Laboratieforsøg. En Del stærkt rustne Jernstænger indstøbtes i en normal Cement. Allerede efter 24 Timers Forløb viste det sig, at Rustlaget var tyndere, ja paa enkelte Steder var Jernet pletvis ganske blankt. Ved fornyet Indstøbning opnaaede han at faa Jernet helt frit for Rust. Rohland understreger Vigtigheden af, at Vandtilsætningen til Betonen ikke er for ringe, idet de kolloide Stoffer, der omslutter Jernet, lettere udskilles af en godt plastisk Beton. Tilstedeværelsen af lidt overfladisk Rust er ikke blot uskadeligt men styrker tvertimod Sammenhængen mellem Betonen og Jernet.

I de Tilfælde, vi har omtalt i det foregaaende, drejede det sig om Konstruktioner, der ikke saaledes som Konstruktionerne i et Skibsskrog var udsat for stærke og pludselige Paavirkninger. Hvorledes stiller det sig med Rustbeskyttelsen her, hvor Ridser og Smaarevner maaske vanskeligt kan undgaas og heller ikke er skadelige, naar det kun gælder Hensynet til Styrken? De Erfaringer, man hidtil har høstet i Jernbetonskibsbygningen, har ikke givet Anledning til Bymringer i denne Retning, men foreløbig har der ganske vist ogsaa i det store og hele kun været Tale om forholdsvis smaa Fartøjer, Pramme og Kanalskibe, der ikke er udsat for saa farlige Paavirkninger som virkelig søgaaende Skibe. Desuden gaar Bestræbelserne ud paa ved større Fartøjer af Hensyn til Vægten at reducere Betondimensionerne

mest muligt; derved udsætter man sig for, at Materialet anstreges lige til Grænsen, og Faren for Revnedannelser er derfor til Stede i højere Grad her. Da man ikke kan henvise til Erfaringer i større Maalestok, skal der omtales en Række Laboratieforsøg udført af Prof. Probst i Materialprøvningsanstalten i Lichterfelde i Berlin. Det Spørgsmaal, Forsøgene var anlagt paa, var: „Hvilken Sikkerhed byder Ridser, der optræder i Konstruktionsled, der udsættes for Bøjning, mod Indtrængen af rustdannende Stoffer?“ Det er paa Forhaand — efter hvad vi har set i det foregaaende — klart, at Rustdannelsen kun kan ske rent lokalt paa saadanne Steder, hvor Revnedannelsen naar ind til Jernet. Forsøgene blev udført med Bjælker, der efter at være belastede saa stærkt, at der opstod tydelige Ridser, i længere Tid (120—180 Dage) udsattes for Paavirkningen af forskellige stærkt aktive Luftarter: Ilt, Kulsyre og Vanddamp. Resultaterne sammenfattes af Prof. Probst saaledes (E. Probst: *Vorlesungen über Eisenbeton*. Berlin 1917): „Indtil en Belastning af 6000 kg, der svarer til en Spænding i Jernindlægget paa 2500 kg pr. cm², kunde der selv ved Anvendelsen af koncentrerede stærkt rustdannende Substanser ikke frembringes den ringeste Rustvirkning (Udhævelserne af Probst) til Trods for, at Ridserne ved denne Belastning allerede var temmelig aabne . . . Først naar Ridserne bliver meget store, og Jernet anstreges op til Flydegrænsen (2800 kg pr. cm²), begynder Rustdannelsen. Denne optræder imidlertid lokalt paa de Steder, hvor Ridserne dannes“. Der kan hertil føjes den Bemærkning, at Jernet i Almindelighed i Jernbetonkonstruktioner ikke faar højere Spændinger end 1000 à 1200 kg pr. cm², altsaa ikke engang det halve af den angivne Belastning.

Imidlertid var de undersøgte Bjælker

kun udsat for en rolig Belastning, men Forsøg over skiftende Paavirkningers Indflydelse er ikke udført under tilfredsstillende Former. Det synes dog alt i alt at fremgaa af det foreliggende, at Frygten for, at Rustproblemet skal frembyde uovervindelige Vanskeligheder, ikke har nogen Grund i Virkeligheden. Alt tyder paa, at Spørgsmaalet vil løses af sig selv tillige med en hel Række andre ved at anvende en tilstrækkelig tæt Beton og ved at paase, at Arbejdet udføres omhyggeligt. Selve Spørgsmaalet om Revnedannelser skal vi vende tilbage til i det følgende. —

I en Skrivelse af 16. Juli d. A., som Direktør *Bruhn* for „Norske Veritas“ har sendt Formanden i dette Selskab, angaaende Spørgsmaalet om Klassifikationen af Jernbetonskibe (*Norges Handels- og Sjøfarts Tidende* 27. August) siges det, at Betonen i sig selv er et skørt Materiale uden større Styrke, og først ved Indlægning af en Staalarming bliver det skikket til Skibsbygningsmateriale. Indlægning af Staalstænger — runde eller af anden Form — giver det saa megen Elasticitet, at det antager Staalets Karakter i nogen Grad. Imidlertid maa det bemærkes, at „selve Betonens Styrke mod Trækpaavirkninger er meget lille. Disse Spændinger maa derfor i det væsentlige bæres af det indlagte Staal. Det lader sig imidlertid ikke helt forhindre, at selve Betonen udsættes for disse Paavirkninger, og der opstaar da let fine Sprækker i Betonen, som i flere Henseender maaske kan have en uheldig Indflydelse paa Betonen og Armeringens Styrke. Saadanne Sprækker opstaar ogsaa ved Stærkningen af Beton i Forbindelse med indlagt Armering, og de anses ofte i Bygninger paa Land for at være uden større Betydning. Det er imidlertid ikke givet, at Forholdet med disse Sprækker ikke kan blive et andet, naar

der er Tale om Skibe, der er udsat for vekslende Paavirkninger og fra Saltvandets Indtrængen. Den omtalte Sprækkedannelse kan maaske ogsaa komme til at faa adskillig Indflydelse paa Varigheden af armeret Beton, idet Saltvand og anden Fugtighed muligvis kan trænge ind gennem disse Sprækker og angribe Staalet . . . Det vil i denne Forbindelse ogsaa være af Interesse at se, hvilken Virkning f. Eks. Spildolie i Maskinrummet vil have paa Betonen, særlig da Olie i Almindelighed har en mindre heldig Indvirkning paa Styrken af Beton.“

Med Saltvandets Angreb har vi beskæftiget os i det foregaaende, og med Hensyn til Oliens Indflydelse saa vi, at det kun var paa *frisk* Beton, en skadelig Virkning kunde spores, medens *hærdnet* Beton aldeles ikke angribes. Bemærkningerne om Jernbetonens Styrkeforhold trænger imidlertid til en nærmere Uddybning.

Beton er ganske vist et Materiale, der ikke i større Grad taaler Trækspændinger; medens den Belastning, der fremkalder Brud af almindelig Martinstaal, der bruges i Jernbetonkonstruktioner, ligger omkring 4000 kg pr. cm², er Brudstyrken for Beton (Træk) efter 28 Dages Hærdning kun mellem 10 og 20 kg pr. cm², men paa den anden Side ser man ved Beregningen af Jernbetonkonstruktioner altid bort fra Betonens Trækstyrke og lægger saa meget Jern i, at det alene er i Stand til at optage hele Paavirkningen. Det afgørende i denne Henseende er derfor ikke saa meget Styrken som de *Forlængelser*, Betonen kan taale, før den revner. Uarmeret Beton taaler ikke større Forlængelser end 0,1—0,2 mm. pr. m. af Længden, før Bruddet indtræder. Hvis Indlægning af Jern iøvrigt ikke medfører nogen Forandring heri, vil Jernet paa Grund af Sammenhængen mellem Beton og Jern

(denne Sammenhæng, *Adhæsionen*, er af samme Størrelse som Betons Modstand mod Forskydning, saa at det kræver samme Kraft at lokke en Blanket ud af en Betonplade som at trække et indstøbt Jern af samme Dimensioner ud af Pladen) faa samme Forlængelse. En Strækning af Jernet paa 0,2 mm. pr. m. bevirker en Spænding paa 420 kg pr. cm². Da man i Praksis byder Jernet Spændinger op til 1200 kg pr. cm², skulde Betonen forlængst være revnet. Naar dette alligevel ikke sker, beror det paa, at Armeringen medfører en bedre Fordeling af Forlængelserne langs hele Længden af den paa-virkede Konstruktionsdel. Det vakte i sin Tid megen Opsigt i tekniske Kredse. da *Cousidère* i „*Genie Civil*“ (1899) offentliggjorde en Række Forsøgsresultater, hvoraf det skulde fremgaa, at armeret Beton taalte 10—20 Gange større Forlængelser end uarmeret uden at revne. Dette viste sig dog at bero paa en Fejltagelse, men ved nogle Forsøg i 1905 lykkedes det dog *Cousidère* at paavise Forlængelser paa indtil 1,07 mm. pr. m. i Bjælker, der havde været opbevaret i *vaadt* Sand, uden at der viste sig Antydning af Revner. Andre Forsøg har senere bekræftet dette Resultat, der maa siges at være overmaade interessant, idet det viser, at man ved en hensigtsmæssig Fordeling af Armeringen over Tværnittet og paa Grund af, at Betonen i en Skibsbund aldrig udtørres, kan vente Revnedannelsen indskrænket til et Minimum.

Der er dog ogsaa andre Forhold end rent mekaniske Paavirkninger, der bevirker Revnedannelser i Beton. Beton svinder under Hærdningen, hvilket kan give Anledning til Svindrevner. De fede Blandinger, der anvendes i Skibsbygningen, er særlig udsatte for denne Art Beskadigelser, der kan forebygges ved en hensigtsmæssig Placering af Jernet og navn-

lig ved at holde den færdigstøbt Beton godt fugtig under Hærdningen. Beton, der hærdner helt neddykket i Vand, udvider sig. —

Naar Direktør Bruhn taler om de vekslende Paavirkningers Indflydelse, berører han et meget omdebatteret Emne. I et Interview til „*Norsk Søfartstidende*“ udtalte Overingeniøren ved den svenske Skibsinspektion *Alf Nielsen*, der var til Stede under Prøvefarten med det fra Fougner's Værft i Moss nylig afleverede Motorfartøj „*Namsensfjord*“, at „det store Spørgsmaal er, om den armerede Beton har tilstrækkelig Elasticitet til at taale Fristning i Søen og fremfor alt, hvorledes Betonmassen kan modstaa Stød og Slag ved Kollisioner, Grundstødninger o. s. v.“

Det er en kendt Sag, at de fleste Bane-forvaltninger i Evropa til at begynde med indtog en meget forsigtig Holdning overfor Spørgsmaalet om Jernbetone's Anvendelse til Jernbanebroer og opstillede urimeligt strænge Bestemmelser, saa at der i Forhold til Vejbroer indtil for faa Aar siden kun byggedes faa Jernbanebroer. Man var svarende til Forholdet nu med Skibsbygningskonstruktioner bange for de hurtigt skiftende Paavirkninger fra Togfærdslen, og især nærede man en ganske ubegrundet Frygt for, at Armeringen skulde rystes løs inde i Betonen ved de voldsomme Vibrationer. Udviklingen har ganske afvæbnet denne Frygt, idet man i denne Henseende ikke har en eneste daarlig Erfaring at pege paa. Stivheden og Monoliteten af Jernbetonkonstruktionen bevirker, at Svingningerne skal sætte større Masser i Bevægelse, og at „Deformationsarbejdet“, som det teknisk hedder, optages og fordeles over flere Led end i rene Jernkonstruktioner.

Det maa dog indrømmes, at de Paavirkninger, et Skibsskrog faar, er langt

vanskeligere at kontrollere, end hvor det drejer sig om Brobelastninger, men denne Vanskelighed gælder lige saa fuldt for Fartøjer af andet Materiale, og det er værd at lægge Mærke til, at der før 1871 overhovedet ikke opstilledes ordentlige Beregninger af Skibsskrog. Dimensionerne var fastslaaet rent erfaringsmæssigt. I 1871 angav Sir E. Reed den Beregningsmaade, som i Hovedtrækkene anvendes nu, og hvorved man tænker sig Skibet som en rørformet Drager understøttet paa Bølger af en Bredde = Skibslængden og Højde $\frac{1}{20}$ af denne. Denne Beregningsmaade har visse Klassifikationsselskaber i Principet anerkendt som fyldestgørende for Undersøgelsen af nogle projekterede Jernbetonfartøjer — ganske sikkert ud fra den Betragtning, at skønt den maaske ikke kan betragtes som en Formel for de virkeligt optrædende Kræfter, er den et godt Middel til Analogisering.

Med Hensyn til Jernbetonskibes Evne til at modstaa Stød fra Kollisioner, Isgang og Grundstødninger har man talrige gode Erfaringer at se tilbage paa. De Bropontoner, Firmaet Gabellini har forsynet Norditaliens Floder med, har vist sig overordentlig fordelagtige og har nu næsten helt afløst de gamle Træpontoner. En 90 t Pram, som samme Firma i 1906 afleverede til den italienske Flaadeforvaltning, blev underkastet en skrap Prøve, idet man i fuld Fart lod den paasejle en Stenpille. Lønningen blev paa et Stykke slaaet ind, men ellers led Fartøjet ingen Skade (Beton und Eisen 1917 XII).

Saa vidt man i Øjeblikket kan skønne, vil hverken Materialets Evne til at modstaa Søvandets kemiske Angreb, dets Vandtæthed eller dets Styrkeegenskaber lægge alvorlige Hindringer i Vejen for dets Anvendelse som Erstatning for Træ og Staal i Skibsbygningen. Det er et andet Sted, Skoen trykker. Med Muligheden af at

reducere den store Egenvægt og dermed det store Dybgaaende staar og falder hele Spørgsmaalet om de søgaaende Jernbetonfartøjer. For at give en Forestilling om Betydningen af dette, skal vi i det følgende se nogle Overslagsværdier fra et Projekt til en 1500 t d. w. Lastdamper af Jernbeton. De nærmere Enkeltheder ved Konstruktionen kan ikke omtales her, dog kan det bemærkes, at Dobbeltbunden alene i Maskinrummet tænktes udført af Jernbeton. Skibet har de sædvanlige vandtætte Tværskod udført af Jernbeton. Afstanden mellem Perpendikulærerne er 72 m., Bredde over Midten 12 m., Højde 8 m., Dybgaaende ved fuld Last 5,5 m., Fart 9,5 Knob. Maskine og Apterling for Officerer er beliggende midtskibs. Lasten har 4 Luger, 2 for og 2 agter. Vægtforholdene stiller sig saaledes:

Egenvægt af Skrog....	1600 t
Kulforraad	400 -
Maskinens Vægt	200 -
Udrustning	50 -
	2250 t
d. w....	1500 -

Totalt Displacement.... 3750 t

Som det vil ses, udgør Skrogvægten 42,6 % af Displacementet. Til Sammenligning opstilles et tilsvarende Skema for et Staalskib af lignende Type. Længde 70 m., Bredde 11,6 m., Dybgaaende 4,4 m.

Egenvægt af Skrog....	900 t
Kulforraad	375 -
Maskinens Vægt	185 -
Udrustning	50 -
	1510 t
d. w....	1500 -

Totalt Displacement.... 3010 t

Her er Skrogvægten kun 30 % af det totale Displacement, og Dybgaaendet er 1,1 m. mindre, hvoraf igen følger mindre

Maskinvægt og mindre Kulforbrug. Skønt Tallene kun er at betragte som rene Oversigtstal, giver de dog et nogenlunde paa-lideligt Billede af det virkelige Forhold. Det maa dog bemærkes, at det opstillede Exempel paa et Staalskib sikkert er ret gunstigt; for adskillige eksisterende Baade ligger Forholdet mellem Skrogvægt og Displacement omkring 32 $\%$. For Træskibe kommer man helt op i Nærheden af 45—50 $\%$. Endelig maa man ikke glemme, at Bygningen af søgaaende Skibe af Jernbeton endnu ligger paa Projekt-hylden. Det er højst rimeligt, at man ved mere hensigtsmæssige Skibstyper, der bedre udnytter de utvivlsomme Fordele, Jernbetonen byder som Konstruktionsmateriale, vil kunne reducere Vægten i rimelig Grad. Ved de første Skridt ad ubetraadte Veje vil man endelig altid være tilbøjelig til at sikre sig overdrevent. Den store Egenvægt medfører naar alt kommer til alt ogsaa visse Fordele, saaledes vil Skibe af Jernbeton være stabilere i Søen end de sædvanlige Skibstyper, saa at Ballastindtagninger kan indskrænkes til et Minimum.

Spørgsmaalet er dog først og fremmest et Kulspørgsmaal, og Bestræbelserne gaar derfor overalt ud paa at faa Vægten bragt ned.

Prisen for Jernbetonskibe er i Øjeblikket og vil altid være betydeligt lavere end Prisen for Staalskibe. To af Fougner kontraherede 1000 t Motorfartøjer skal betales med 510,000 Kr. pr. Stk. eller 510 Kr. pr. t. d. w., — en Pris, der ligger omkring Halvdelen af de øjeblikkelige Priser for Staalfartøjer. Hertil kommer som berørt tidligere den Omstændighed, at Materialerne til Jernbetonen kan skaffes nogenlunde let. — Meget afhænger naturligvis af Klassifikations- og Assuranceselskabernes Stilling til Sagen. Direktør Bruhn kommer i det omtalte Brev til det Resultat, at han anser for rigtigst „at det norske Veritas indtil videre ikke paatager sig nogen *almindelig* Klassifikation af søgaaende Staalbetonskibe“, dog fortsætter han med en Henstilling til Repræsentantskabet om „at der aabnes Adgang for Det norske Veritas til under lagttagelse af visse Forsigtighedsregler som f. Eks. hensigtsmæssig Farvandsbegrænsning at klassificere Staalbetonfartøjer, indtil videre dog saaledes, at Klassen bliver betegnet i Registeret som eksperimental“. Disse Ord antyder sikkert i Hovedtrækkene de Grænser, hvortil man i Øjeblikket kan vente at naa.









