

Technisch menskundige factoren bij de inrichting van een navigatiebrug

Dr. Ir. P. L. WALRAVEN en A. LAZET

INSTITUUT VOOR ZINTUIGFYSIOLOGIE RVO-TNO

Samenvatting

In het bijzonder door de toenemende automatiseering is het van belang de menselijke waarnemings- en handelingscapaciteiten te betrekken in het ontwerp van een navigatiebrug. Uitzicht, paneelbouw en de ruimtelijke indeling van de brug worden behandeld. Het belang van mock-up bouw, schaal 1 : 1, voor ontwerp en ten behoeve van gecoördineerd teamwork van alle belanghebbenden, wordt onderstreept.

Summary

Taking into account the human perception and handling capacities in the design of a navigation bridge is becoming increasingly important now automation becomes a factor in shipbuilding. In particular the look out, panel design and interior design of the bridge are discussed. It is emphasized, that building a mock-up, scale 1 : 1, is important for the design itself, as well as for the coordinated teamwork of all persons concerned.

Inleiding

De navigatiebrug is, tijdens het varen, een zeer belangrijke ruimte op een schip. Het ontwerp ervan wordt veelal bepaald door een groot aantal factoren van technische aard. Het is echter ook van groot belang rekening te houden met het feit, dat het werk, juist bij toenemende automatiseering, verricht wordt door mensen. Dit houdt in, dat de inrichting, verlichting en de presentatie van informatie via meters e.d. gekozen moet worden op grond van de waarnemings- en handelingscapaciteiten van de mens. Prof. Bouman heeft hiervoor de term „technisch menskundige factoren” ingevoerd [1]. Doordat de mens in een tijd van toenemende automatisering meer en meer controlerende functies gaat vervullen krijgt dit meer de aandacht. De geringe aandacht die het vroeger ten onrechte verkreeg, leverde vaak slecht handelbare apparatuur.

Een voorbeeld van een ontwerp, waarbij het Instituut om advies werd gevraagd, is dat van de brug van de fregatten van de „Van Speyk”-klasse. Hierbij werden de door de Koninklijke Marine gestelde eisen geconfronteerd met de technisch-menskundige eisen, gesteld door de medewerkers van het Instituut. Nu zijn de eisen te stellen aan de navigatiebrug van een fregat geheel verschillend van die te stellen aan de brug van een koopvaardersschip. Toch zijn er een aantal factoren, die gemeenschappelijk zijn, en waardoor een bespreking buiten de militaire sfeer nuttig kan zijn.

Dit artikel gaat daarom niet diep op het ontwerp als zodanig in [2, 3, 4], maar snijdt een aantal punten aan die met dit ontwerp worden geïllustreerd. Het beperkt zich tot een behandeling van enige zaken die betrekking hebben op het uitzicht, op paneelbouw en op de ruimtelijke indeling.

Uitzicht

Het uitzicht vanuit de brug is een belangrijke zaak. Het is noodzakelijk om zoveel als maar enigszins mogelijk is, rondom zicht te hebben op een plaats, waar de instrumenten en de bedieningsorganen zich onder zicht- en handbereik bevinden. Om allerlei technische redenen is het rondomzicht moeilijk te verwezenlijken. Omdat vooruitzicht het belangrijkste is, wordt het achteruitzicht opgeofferd i.v.m. de plaatsing van schoorsteen en telecommunicatie-apparatuur. Een op het uitzicht betrekking hebbend aspect is de stand van de ramen.

Voor overdag is deze niet doorslaggevend, hoewel een vooruithellen voor inspectie van het dek een nuttige zaak is. Voor 's nachts is het plaatsen van de ramen onder een zekere hoek naar voren een noodzaak. Lichten van buiten kunnen gereflecteerd gezien worden in het glas. Dit geeft de illusie dat een schip aan de andere zijde passeert (fig. 1a), hetgeen de waarneming ter plaatse stoort. Op een brug dient het 's nachts donker te zijn omdat licht het waarnemen naar buiten hindert. Voor een oorlogsschip is er tevens de noodzaak niet door licht verraden te kunnen worden. Toch zullen er op de brug allerlei waarschuwinglampjes branden, die in een loodrechte ruit gereflecteerd gezien kunnen worden. Het is zeer ongebruikelijk deze lampjes aan het plafond van de brug te bevestigen, deze zitten meestal op tafelhoogte. Ook deze lichten worden in een naar voren hellende ruit niet waargenomen (fig. 1b).

Voor een goed uitzicht 's nachts dient het oog aangepast te zijn aan de duisternis. Het is bekend, dat wanneer men uit een helder verlichte ruimte in het schemerduister treedt, men weinig ziet, doch dat dit beter wordt naarmate de tijd, in de duisternis doorgebracht, vordert. Deze aanpas-

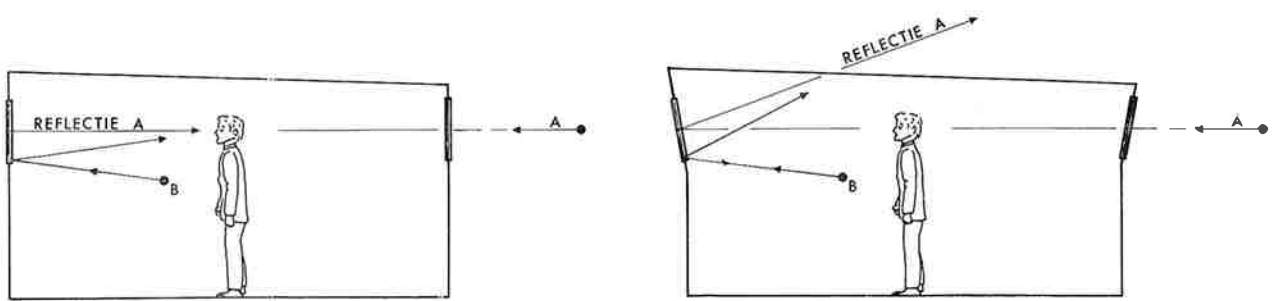


Fig. 1. In een rechtopstaande ruit kan licht komende van buiten (A) door de waarnemer gereflecteerd gezien worden. Ook lichten binnen opgesteld (B), zoals verklikkerlampjes, zijn in de ruit te zien. In een hellende ruit wordt het licht van buiten en van binnen naar het plafond gekaatst, en is daardoor onzichtbaar.

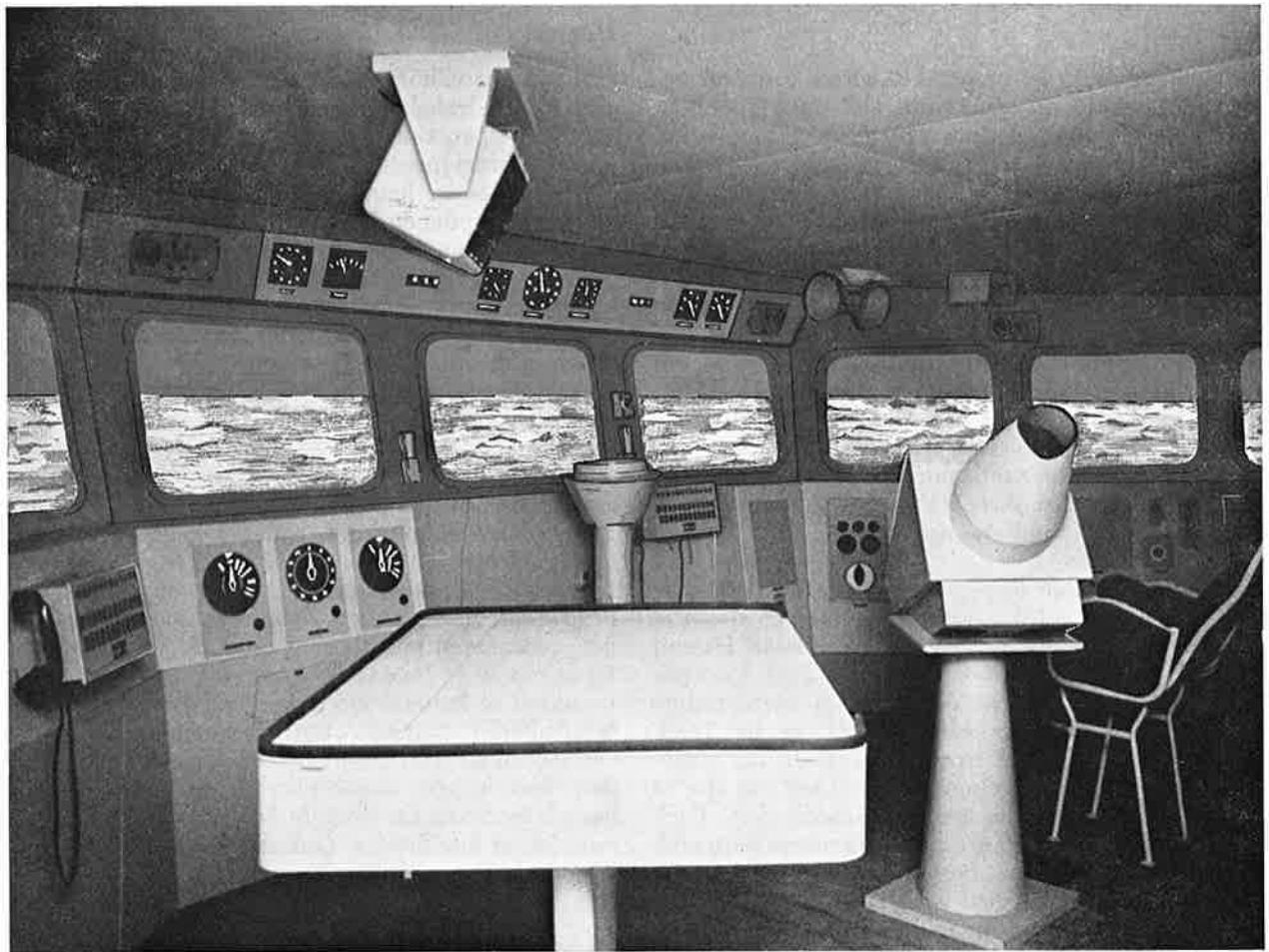


Fig. 2. Mock-up van de brug van de fregatten van de „van Speyk-klasse”. Achter de middelste ruit bevindt zich het peilkompas. Boven de ramen het centrale paneel ontworpen voor controle door de officier van de wacht in staande positie. Links onder de ramen het telegraafpaneel. Op de voorgrond van de foto is de kaartentafel, meer naar rechts is de draaibare radar opgesteld, en rechts daarvan de stoel van de commandant.

sing van het oog aan de duisternis noemt men donkeradaptatie. Tengevolge van de eigenschappen van het netvlies van het oog wordt deze donkeradaptatie niet aangetast door rood licht, mits van de juiste golflengte-samenstelling en mits het lichtniveau niet te hoog is [5]. Om het uitzicht dus niet te storen is het wenselijk dat de meterverlichting des nachts rood is.

Paneelbouw

Belangrijke bronnen van informatie zijn de instrumenten. Er is een groeiend inzicht, dat deze instrumenten in panelen tezamen gebracht dienen te worden. Het toeleveren van instrumenten door verschillende gespecialiseerde fabrieken veroorzaakte, dat de afmetingen geheel verschillend konden zijn. Dit werkte weer in de hand, dat de instrumenten werden geplaatst waar nog een plekje over was. Zo ontstond een zeer onrustig beeld, en de plaatsing bleek niet in alle gevallen gunstig. In plaats van een instrument apart te ontwerpen is het noodzakelijk een paneel met een aantal instrumenten als een eenheid te ontwerpen. Enerzijds geeft paneelbouw een rustig beeld, anderzijds is de plaats van het instrument van te voren zorgvuldig overwogen. In de figuren 2 en 3 is een en ander nader toegelicht.

Fig. 2 is een foto van een mock-up, speciaal gemaakt om het effect van de arrangering van de diverse apparaten in de brug te onderzoeken. Hierop wordt verderop nader ingegaan. Op twee panelen is het goed de aandacht te vestigen. Het eerste betreft het paneel boven de ramen. Dit paneel bevat een aantal belangrijke instrumenten voor de navigatie. Centraal de roerstandwijzer, daarnaast de slagentellers en de lintkompassen, en meer naar buiten de ontvanger windsnelheid, vaartaanwijzer en mijlenteller.

Om meer naar buitenliggende instrumenten te kunnen inspekteren, zijn oog- resp. hoofdbewegingen noodzakelijk. Zodra dit optreedt neemt duidelijk de tijd, nodig om deze inspectie uit te voeren, toe [6]. De belangrijke instrumenten worden daarom centraal geplaatst, de minder belangrijke aan de buitenzijde.

Door verschillende vormen te kiezen voor meters met verschillende functie, zijn deze gemakkelijk van elkaar te onderscheiden. De verlichting is zoveel mogelijk inwendig uitgevoerd, zodat des nachts wijzer- en schaalverdeling zelflichtend zijn. Hierdoor wordt bereikt dat bij een maximaal beschikbare afleesbaarheid, er een minimale uitstraling van licht is.

De plaats van het paneel boven de ramen is ingegeven door het feit, dat de officier van de wacht achter het peilkompas staat (fig. 3).

De staande positie houdt in, dat de hoek tussen horizon en instrumenten vanuit het oog gezien, gering is. Reeds boven is aangeduid dat dit belangrijk is. Voor een zittende man is een schets gegeven in fig. 3. Nu zit het belangrijkste bedieningspaneel beneden, omdat de hoek tussen horizon en het paneel boven de ramen, vanuit het oog gezien, te groot is. Men plaatst dan de voornaamste instrumenten bovenaan het benedenpaneel, de minder belangrijke

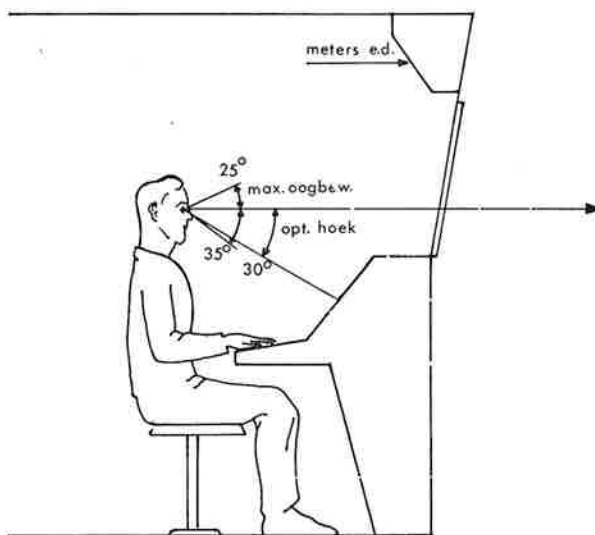


Fig. 3. De officier van de wacht in een zittende positie. Het belangrijkste paneel bevindt zich beneden voor hem. De hoeken van max. oogbeweging betekenen, dat bij grotere hoeken het hoofd eveneens bewogen moet worden. De hoek tussen paneel en horizon vanuit het oog van de waarnemer gemeten, is voor een opstelling zoals deze optimaal. In het bovenpaneel worden de minder belangrijke meters aangebracht.

daaronder. De hoek tussen horizon en het midden van het benedenpaneel is onder deze omstandigheden zoals geschetst in de figuur optimaal. In deze figuur zijn maximale oogbewegingen getekend, hetgeen inhoudt dat bij grotere hoeken hoofdbewegingen zullen gemaakt moeten worden. Alleen instrumenten, die zo nu en dan eens geïnspecteerd moeten worden, kunnen een plaats vinden boven de ramen bij deze zittende positie van de officier van de wacht.

Het is de vraag, of bij een toenemende hoeveelheid controlewerkzaamheden, zoals bij toekomstige automatisatie te verwachten valt, dit niet een betere arrangering is dan die welke samengaat met een staande positie. Het komt ons voor dat deze „cockpit lay-out” een toekomstige ontwikkeling zal zijn. Als een nadeel van paneelbouw wordt wel aangevoerd de ontoegankelijkheid van de meters voor onderhoudsdoeleinden. De meters in het ontwerp van fig. 2 zijn echter geheel uitklapbaar gemaakt, waarbij de elektrische aansluiting inwendig via een plug wordt verzorgd.

Het tweede paneel, waarop wij de aandacht willen vestigen is het telegraafpaneel. Dit staat beneden de ramen, links van het peilkompas opgesteld. Voor de telegrafen, die in dit paneel zijn ingebouwd, werd een nieuw ontwerp gemaakt (zie fig. 4). Deze telegrafen hebben een eenheidsformaat. Met de geleverde driehoekje aan de rand; het antwoord van de machinekamer, dat het commando begrepen is, wordt getoond door de wijzer. Wanneer dus de plaats van lichtend driehoekje en wijzer met elkaar kloppen, dan is het bevel goed begrepen.

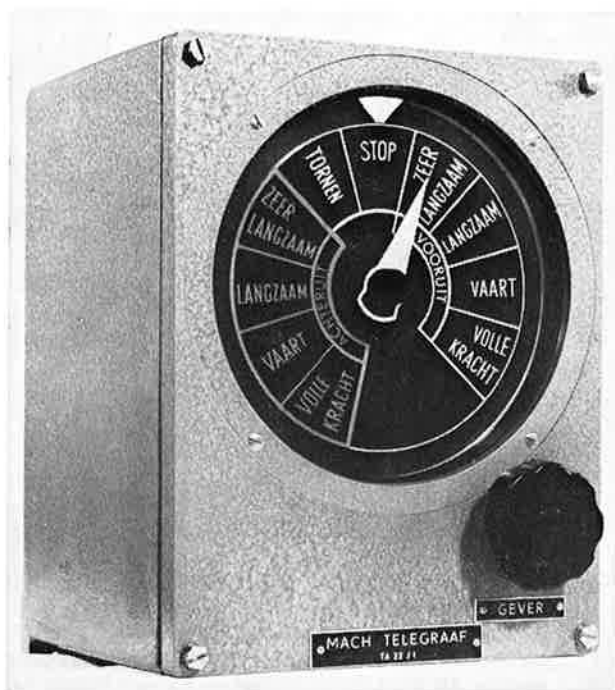


Fig. 4. Nieuw ontwerp van telegraaf. Hiermee wordt met behulp van de gever-knop het commando ingesteld, af te lezen met het lichtende driehoekje aan de rand. Het antwoord van de machinekamer, dat het commando begrepen is, geschiedt door de stand van de wijzer in te stellen. Dit systeem is geschikt voor paneelbouw.

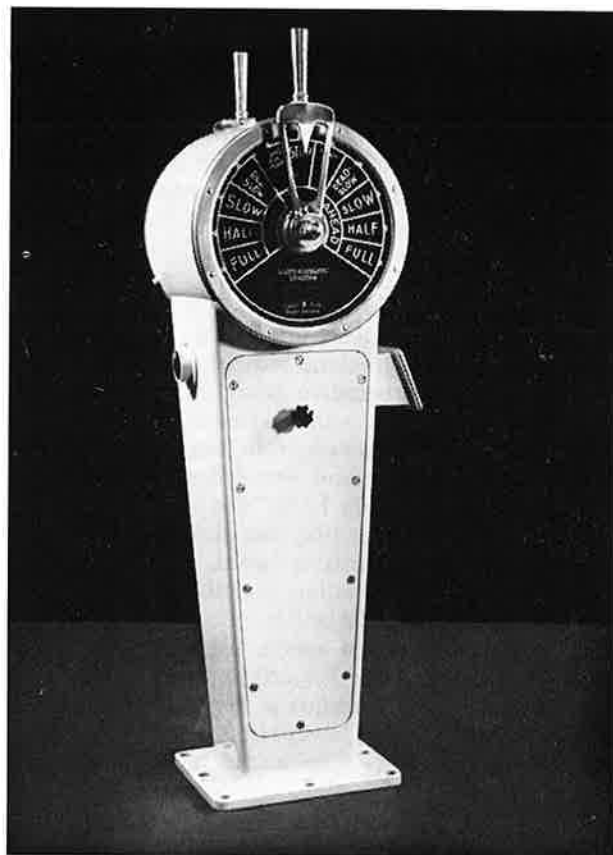


Fig. 5. Veel gebruikt systeem van een telegraaf. Het commando wordt met de handle ingesteld, het antwoord geschiedt door het oplichten van het desbetreffende vak. Dit systeem is echter niet geschikt voor inbouw in panelen.

Hiermede is afgestapt van het bekende telegraaf-model, zoals getoond in fig. 5. Daar wordt met de handle het bevel, door het oplichten van het desbetreffende vakje, het antwoord gegeven. Dit type is voor paneelbouw ongeschikt.

Ruimtelijke indeling

De centrale plaats van de officier van de wacht is in de hartlijn van het schip achter het peilkompas (fig. 2). Teneinde een zittende positie te verkrijgen, die in de vorige paragraaf reeds aangeduid werd, zou dit peilkompas vervangen moeten worden door een peiling-periscoop-achtige constructie. Een Canadees ontwerp heeft deze mogelijkheid [7]. Gegeven echter het huidige peilkompas werden de af te lezen en te bedienen instrumenten, slagentellers, lintkompassen, microfoons e.d. zoveel mogelijk symmetrisch gerangschikt rondom het kompas, nl. boven de centrale ramen en in panelen links en rechts van het kompas. Teneinde de afstand tussen kompas, radar en kaartentafel zo gering mogelijk te houden werden de kaartentafel links achter en de radar rechts achter het peilkompas geplaatst. Met een enkele stap terugwaarts kan de officier

van de wacht de kaartentafel en de radar bekijken. De kaartentafel werd evenwijdig aan de dichtstbijzijnde wand geplaatst om voldoende loopruimte langs de ramen te waarborgen. Door de stoel van de commandant rechts van de radar te plaatsen, kan hij zelf ook op het radarscherm kijken (de radar is draaibaar), en heeft hij een goed overzicht over het geheel.

De kaartentafel heeft een ranke opbouw op twee poten, waardoor een effect van veel ruimte wordt verkregen.

De panelen aan bakboordzijde bevatten de navigatie-apparatuur. De telefoons zijn hierin zodanig gegroepeerd, dat bij oproep van andere personen dan de officier van de wacht, deze daardoor niet gehinderd wordt.

Aan het uiteinde van de bakboord-wand (niet meer zichtbaar op fig. 2) zijn de aansluitingen voor de seinlampen in de wand. Vanuit die positie is het mogelijk voorwaarts, zijwaarts en achterwaarts te seinen. De lampen kunnen worden opgeborgen in laden onder het tafelblad dat aan de achterwand is opgesteld. De plaats van de seiners is aan stuurboordzijde aan de achterwand. Hierdoor is er geen blokkering voor het wandelen over de brug, en het

is eenvoudig om met een gordijn genoeg afscherming te krijgen tegen uitstralend licht. De krukken voor de seiners zijn onder het tafelblad wegklapbaar, zodat deze, bij onbezet zijn, geen plaats innemen.

Algemeen

Om gestalte te geven aan de binnen het Instituut gegroeide opvattingen werd de mock-up gebouwd, waarvan fig. 2 een foto toont. Deze mock-up is schaal 1 : 1. Een dergelijk model op ware grootte bleek van onschatbare waarde te zijn. Enerzijds vereenvoudigt dit het ontwerpen zelf, anderzijds

wordt het gesprek met de belanghebbenden vergemakkelijkt en heeft daarenboven meer overtuigingskracht. Dit hulpmiddel heeft het werk van alle belanghebbenden als team ongetwijfeld bevorderd.

Waar, en hier is reeds eerder op geduid, automatise de controlerende taak op de brug zal doen toemen, dient met nog grotere zorgvuldigheid dan voorheen de indeling van de brug en de plaatsing van de instrumenten overwogen te worden. De bouw van een mock-up voor een bepaalde brug, en normalisatie van de instrumenten om paneelbouw te bevorderen, kunnen belangrijke bijdragen leveren voor een weloverwogen ontwerp.

Literatuur

- [1] A. Lazet: Technische Menskunde.
Uitgave IZF/RVO-TNO 1962.
- [2] P. L. Walraven en A. Lazet: Ontwerp Navigatiebrug Fregatten „Van Speyk”-klasse”.
Marineblad 1966, blz. 569-576.
- [3] P. L. Walraven and A. Lazet: Human Factors in bridge and chartroom design.
Journal of the Institute of Navigation Vol. 17, 405-408, 1964.
- [4] P. L. Walraven und A. Lazet: Erfordernisse beim Entwurf von Brück und Kartenhaus.
Zentralorgan für Schifffahrt, HANSA, 101. Jahrgang, 2057-2058, 1964.
- [5] J. J. Vos, A. Lazet en J. Boogaard: Rood licht in wachtvertrekken.
Rapport IZF/RVO-TNO 1965-14.
- [6] A. F. Sanders: The Selective Process in the Functional Visual Field.
Dissertatie Utrecht, 1963.
- [7] R. E. F. Lewis and A. V. Churchill: Ship control and bridge design.
Defense Research Board, Report no. 557, 1964, Toronto.

