

Fig. 1. Maquette op schaal 1:500 van het havenmondgebied bij Hoek van Holland.

Ergonomie in een havenmond

Ergonomics in a harbour entrance

H. J. LEEBEEK

Instituut voor Zintuigfysiologie TNO

Samenvatting

Dank zij een opdracht van Rijkswaterstaat kon ergonomisch optimaliseren van de omgeving voor de man op een scheepsbrug zich uitstreken tot het doen van aanbevelingen met betrekking tot het visuele beeld voor de nieuwe havenmond bij Hoek van Holland.

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van een maquette op schaal 1:500. Adviezen werden gegeven over tracés van dammen en oevers, lichtenlijnen, hinderlijke achtergrondverlichting, lichtmarkering van een dam, enz.

Summary

Ergonomical optimisation of the surroundings for the man on a ship bridge reached so far that recommendations could be given to the Ministry of Transport, Hydraulics and Public Works about the visual impression of the new harbour entrance near Hook of Holland.

A scale model (1:500) was used for the investigations. Recommendations were given about the shape of breakwaters (moles) and banks, about leading lines of light, annoying background lighting, and so on.

Het waarom

De foto hiernaast toont een maquette op schaal 1:500 van het havenmondgebied bij Hoek van Holland, zoals deze aanwezig is in het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, te Soesterberg. Een eerste reactie van de lezer kan zijn, te constateren dat er blijkbaar behalve in de waterloopkundige en scheepsbouwkundige laboratoria ook dergelijk werk gebeurt bij het IZF. Er is evenwel een groot onderscheid: waterloopkundige en scheepsbouwkundige laboratoria houden zich bezig met wat er onder het wateroppervlak gebeurt, terwijl het onderzoek van het IZF zich richt op alles wat er boven het wateroppervlak te zien is.

Voor diegenen die met het werk van het IZF bekend zijn is het duidelijk dat zo'n onderzoek uitermate goed past in de interessesfeer van het instituut. De „technische menskunde” zoals de toegepaste ergonomie binnen het IZF al jaren wordt genoemd, wordt daar intensief beoefend en zoveel mogelijk in de praktijk gebracht. Oorspronkelijk waren problemen, voorgelegd door de Koninklijke Marine, de directe aanleiding tot onderzoek en het geven van adviezen. Al snel bleek de opgedane ervaring direct bruikbaar te zijn ook voor de civiele scheepvaart.

Om terug te keren tot de ergonomie in een havenmond: we letten op de man op een scheepsbrug. Hij bevindt zich in een uiterst technische omgeving: allerlei instrumenten vertellen hem iets over de positie, de snelheid, de vaarrichting enz. van zijn schip. Van de voortstuwing en de besturings- en bedieningsmiddelen worden hem de essentiële gegevens gepresenteerd. De buitenwereld is voor hem van groot belang en behoort ook tot zijn technische omgeving. Via radio, radar e.d. komt

de informatie hieromtrent binnen. Daarnaast echter hoort ook het visuele beeld van de buitenwereld er bij; dit levert vaak nauwkeuriger informatie dan instrumenteel mogelijk is.

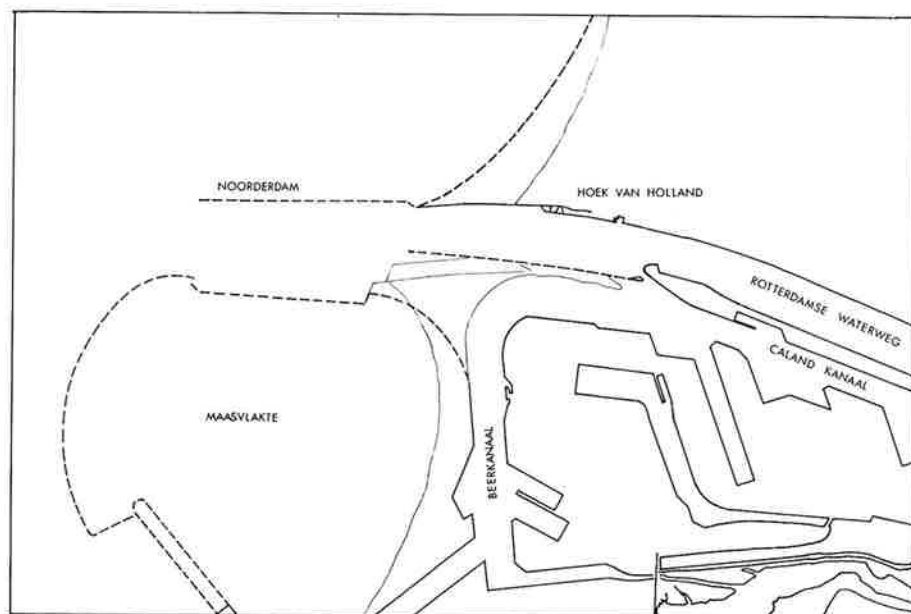
De man op de brug neemt het visuele beeld waar, interpreteert het, vergelijkt het zo nodig met de andere gegevens, handelt (bestuurt) en wacht af of het visuele beeld de gewenste verandering vertoont, neemt dus weer waar, enzovoorts. Het is duidelijk dat bij een optimalisering van het besturingsproces van een schip niet alleen het instrumentenpaneel e.d. moet worden beschouwd doch ook dat het visuele beeld optimaal moet worden aangepast aan de man-machine relatie.

Het verzoek van Rijkswaterstaat om adviezen te geven bij de bouw van de havenmond voor alle visuele aspecten werd door het IZF dan ook met enthousiasme geaccepteerd.

Maquette

Voor het onderzoek werd een maquette gebouwd op schaal 1 : 500. Deze schaal vloeide voort enerzijds uit de beschikbare ruimte (ca. 22 × 16 m) en anderzijds uit de grootte van de gewenste details die dienden te worden waargenomen en vervaardigd. In fig. 2 is schematisch aangegeven over welk gebied het onderzoek zich uitstrekte. De oorspronkelijke beperkingen van de vaarwegen zijn met dunne lijnen aangegeven, terwijl de toekomstige — en intussen al bijna geheel gerealiseerde — situatie met onderbroken lijnen is getekend. In de oude situatie moest het scheepvaartverkeer komende vanaf de Noordzee een bocht van 180° maken om het Beerkanaal te bereiken, terwijl ook voor het invaren van het Calandkanaal een moeilijke manoeuvre nodig was. In de nieuwe situatie zijn deze

Fig. 2. Het gebied waarover het onderzoek zich uitstrekte. In dunne lijnen de oude situatie. In onderbroken lijnen de nieuwe toestand.



moeilijkheden weggenomen. Een splitsingsdam scheidt de Rotterdamse Waterweg van het Calandkanaal. Het oude Noorderhoofd is verlengd met een Noorderdam, terwijl in het zuiden de in scheepvaartkringen beruchte Maasvlakte is omsloten door de nieuwe Zuiderdam.

Op de Noordzee ligt de aanlooproute voor de havenmond, terwijl ongeveer in het gebied tussen Noorderdam en Maasvlakte het scheepvaartverkeer zich al „wevend” een weg kiest naar en van de Rotterdamse Waterweg, het Calandkanaal en het Beerkanaal.

Gepoogd werd om de essentiële gegevens van het visuele beeld zoveel mogelijk in de maquette aan te brengen. In verband met de verschillende waterstanden werd ook echt water gebruikt met het bijkomende voordeel dat een zo natuurgetrouw mogelijk beeld tijdens de verschillende opnamen werd weergegeven.

Methoden van onderzoek

Wat kan men nu in en met zo'n maquette doen?

Er zijn de volgende methoden:

1. Directe visuele waarneming;
2. Fotograferen vanaf bepaalde punten;
3. Video-opnamen.

Methode 1 werd uiteraard als allereerste altijd gevolgd. Men kan directe waarnemingen in de maquette doen vanaf de rand, of ook met behulp van een spiegel vanaf een punt in de maquette. Van verschillende effecten werd aldus een eerste indruk verkregen.

Methode 2 behoeft in principe niet veel moeilijkheden op te leveren. Praktisch levert deze methode wel een overstelpende hoeveelheid kleurendia's, negatieven en zwart-wit afdrukken op. Men kan de gefotografeerde situaties nu bekijken, interpreteren en beoordelen op de doelmatigheid van het visuele beeld. Enige voorzichtigheid met deze be-

handeling is wel geboden, omdat men hierbij te maken heeft met statische momentopnamen en het besturen van een schip een dynamisch verloopend proces is.

Methode 3 had het nadeel van zwart-wit weergave. De huidige kleuren TV-apparatuur was namelijk te omvangrijk om effectief te kunnen worden gebruikt. Hoewel kleurinformatie dus niet wordt doorgegeven en bovendien het oplossend vermogen van video-opnamen slechter is dan die van het menselijk oog als ook van de fotografische methode, heeft videoregistratie toch het voordeel van dynamisch registreren van de gebeurtenissen. De TV-camera werd namelijk over een railsysteem onder het wateroppervlak door de maquette gereden, zodat het effect van varen in het model bereikt werd. De ervaring leerde dat juist deze dynamiek een goede beoordeling van de situatie leverde.

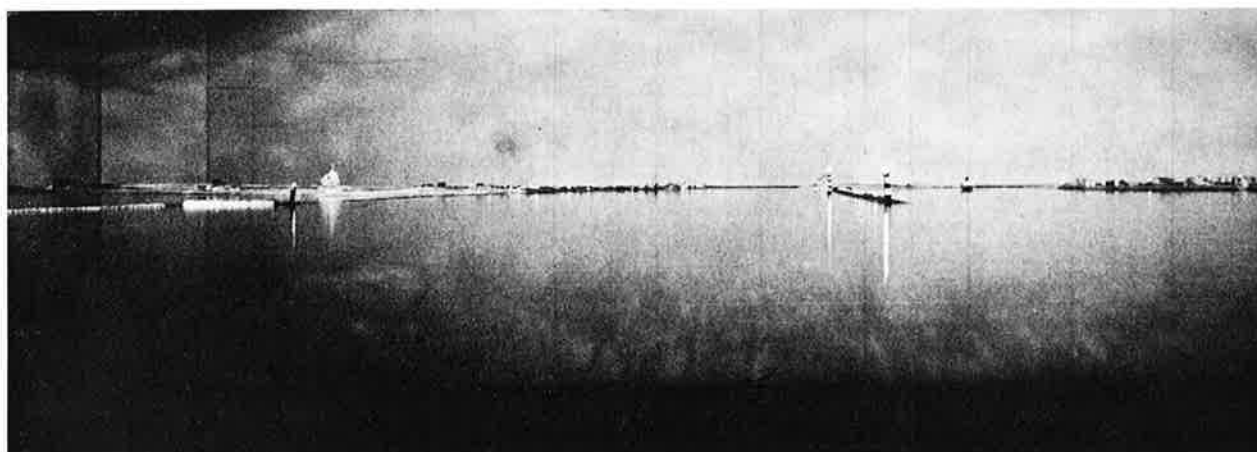
Op het moment dat dit artikel werd geschreven, was in voorbereiding een uitgebreide simulatiemethode, waarbij met behulp van computers de TV-camera bestuurbaar door het model „vaart”. De „man op de brug” heeft in dit geval vóór zich een monitor waarop het visuele beeld aanwezig is. Met de op echte schepen gebruikelijke besturings- en navigatiemiddelen moet hij nu in het havenmondgebied navigeren, waarbij factoren als scheepseigenschappen, wind, stroming, etc. door de computer worden ingevoerd. Met deze dynamische simulatiemethode zullen in de toekomst enkele belangrijke problemen bij het navigeren in vaarwegen bestudeerd kunnen worden.

Met deze methoden werden allerlei adviezen gegeven, waarvan er nu enkele behandeld zullen worden.

Tracé's, dammen en dijken

De maquette is zeer geschikt om er in kort tijdsbestek verschillende tracé's en vormgevingen in uit te proberen op hun visuele effect. Zo werden (zie fig. 2) naar aanleiding van waarnemingen in het

Fig. 3. Opname vanaf een bepaalde plaats in de maquette.



model suggesties gedaan met betrekking tot de z.g. Zuiderdam, die aan de zeezijde de Maasvlakte omgeeft, de Splitsingsdam tussen Rotterdamse Waterweg en Calandkanaal, e.a.

Veel aandacht werd besteed aan een, als gevolg van het tracé van het oude Noorderhoofd optredende vernauwing in de toegang tot de Rotterdamse Waterweg.

Ter illustratie geven de figuren 3 en 4 enige zwart-wit afdrukken van de kleurendia's van twee alternatieve vormgevingen van deze toegang, zoals deze in de maquette werden aangebracht.

Visuele hulpmiddelen bij de navigatie - lichtenlijnen - lasers

Bij het vanuit de Noordzee binnenlopen van schepen in het havenmondgebied wordt naast de hulpmiddelen als radar, Decca plaatsbepalingssysteem, dieptemeter, ook het visuele geleidingsmiddel van de lichtenlijnen gebruikt.

Het principe van een lichtenlijn is eenvoudig (zie fig. 5). In het verlengde van de vaarroute worden twee lichten opgesteld. Het verst verwijderde licht, het hoge licht, is hoger dan het dichtstbijzijnde: het lage licht. Vanaf een schip, precies varende op de lijn, worden de twee lichten nu boven elkaar gezien. Bij een uitwijking opzij verschuiven de lichten t.o.v. elkaar, men zegt, dat de lichtenlijn wordt „opengevaren”.

De nauwkeurigheid waarmee afwijkingen t.o.v. de lichtenlijn kunnen worden waargenomen is bijzonder groot: op 10 km afstand kunnen sommige ervaren zeelieden als loodsen nog zijdelingse uitwijkingen van enkele tientallen meters waarnemen. Overigens hangt de nauwkeurigheid ook af van de basisafstand en het hoogteverschil tussen de twee lichten.

Bij de havenmond bij Hoek van Holland wordt voor de aanlooproute op zee een centrale lichtenlijn bestaande uit twee witte lichten gebruikt. De lichtsterkte ervan is zeer hoog, zodat men ze van

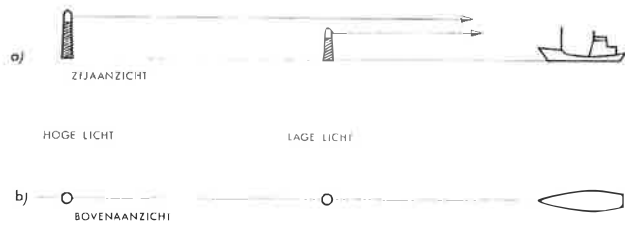


Fig. 5. Principe van een lichtenlijn.

a. Zijaanzicht. b. Bovenaanzicht.

ver op zee al kan waarnemen. Voor zo'n lichtenlijn zijn altijd twee lichttorens nodig. In samenwerking met de Technisch Fysische Dienst TNO-TH werd nagegaan of bij gebruik van lasers als lichtbron een systeem mogelijk is, waarbij slechts één lichttoren nodig is. Behalve het voordeel van uitsparen van de bouw van een lichttoren heeft het toepassen van een laser ook nog het voordeel dat met de zeer dunne laserlichtstraal optisch veel gemakkelijker kan worden gemanipuleerd, dan met de omvangrijke conventionele lichtbronnen mogelijk is.

Het voorstel, door het IZF gedaan, ging uit van het „opvullen” van de „uit”-fase in een normale lichtenlijn. Een lichtenlijn heeft namelijk wat men noemt een „karakter”, een bepaalde afwisseling in de tijd van aan- en uitperiodes. In fig. 6a is een eenvoudig karakter van een lichtenlijn aangegeven. In fig. 6b is geschetst hoe in de uitperiode korte flitsen kunnen worden gegeven. Het aantal flitsen tussen de grote „aan”-flitsen is de codering van de

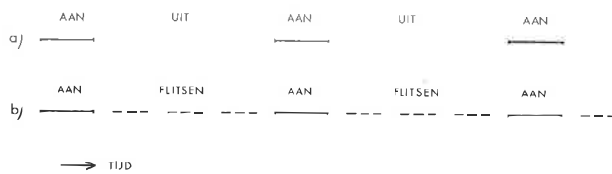
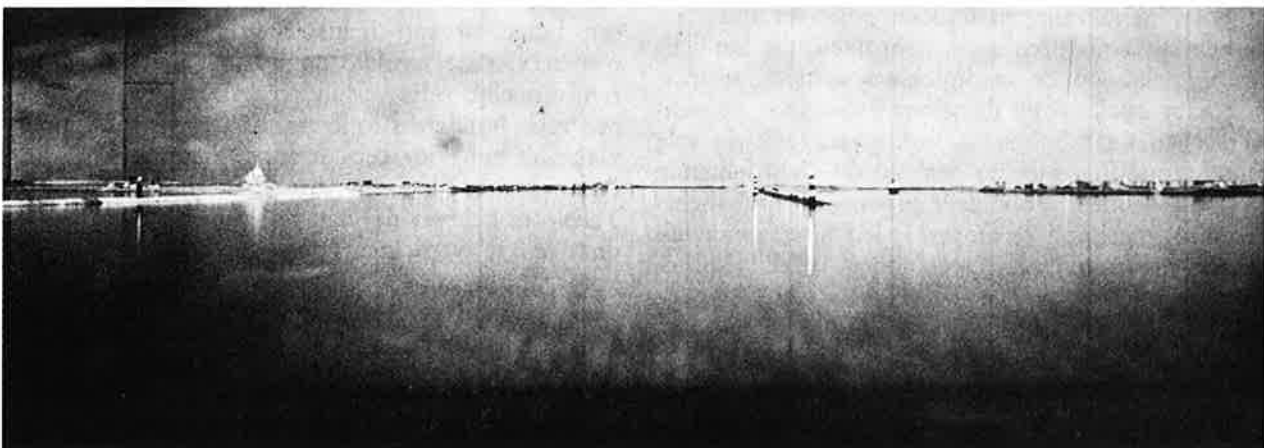


Fig. 6. a. Het karakter van een „normale” lichtenlijn.

b. De mogelijkheid van positie-aangevende codeflitsen in de uitperiode van de lichtenlijn.

Fig. 4. Opname in de maquette vanaf dezelfde plaats als in fig. 3 doch het Noorderhoofd heeft een andere vorm.



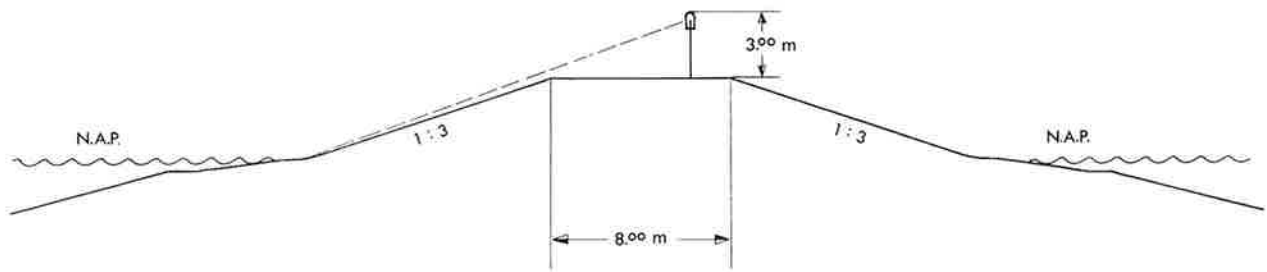


Fig. 7. Lichtmarkeringen op de splitsingsdam tussen Waterweg en Calandkanaal.

afwijking t.o.v. de lichtenlijn: hoe meer flitsen, hoe verder van de as van de lichtenlijn. Gebleken is, dat de herhalingsfrequentie voor de korte flitsen niet hoger dan 3 Hz mag zijn, willen ze nog telbaar zijn. Een totaal aantal van 9 flitsen is wel het maximum, indeling in 3 groepjes van 3 verhoogt de telbaarheid.

Wanneer nu bij dit systeem ook nog een meerkleurenlaser wordt gebruikt, dan kan aangegeven worden of men zich links of rechts, dan wel in het hart van deze „lichtenlijn” bevindt. Vaart men te ver bakboord, dan zijn alle flitsen rood, vaart men te ver stuurboord, dan zijn ze groen, terwijl precies op de as de flitsen geel zijn. Als de mate van afwijking naar bakboord of stuurboord door de 9 mogelijke flitscoderingen wordt aangegeven, dan is het daardoor mogelijk de naderingsroute in te delen in 19 sectoren (9 rode + 9 groene + 1 gele). Op het ogenblik worden proefnemingen op zee gedaan om het voorstel aan de praktijk te toetsen.

Storende achtergrondverlichting

Het mag een wonder lijken dat men, 's nachts, de havenmond vanuit zee naderend, uit de veelheid van met de navigatie niets te maken hebbende lichten en lichtjes, toch de enkele ter zake zijnde er uit haalt en effectief gebruikt. In het algemeen schijnen weinig voorschriften te bestaan, die verwarring gevende verlichting moeten verhinderen. Bij de voorbereiding van de bouw van nieuwe elektrische centrales op de Maasvlakte werd aan het IZF gevraagd aanbevelingen te geven voor een de scheepvaart zo weinig mogelijk hinder gevende verlichting. De aanbevelingen luiden ongeveer dat men verlichtingsarmaturen moet gebruiken, die het licht voornamelijk op de werkplekken richt en uitstraling naar opzij — en daardoor vaak door de vensters heen naar buiten — tegengaat. Ook de vele buitenarmaturen moeten een goede lichtrichtende werking hebben. Voor zeer geconcentreerde lichtbronnen van hoog vermogen is het uiterst moeilijk om de uitstraling naar zee binnen redelijke grenzen te houden.

Verlichting vaarwegen

Zonder in te gaan op het effect van straatverlichting e.d. langs en op de oevers van de vaarwegen

is het toch wel interessant om hier één aspect te behandelen.

Uit nautische en waterloopkundige overwegingen bleek een splitsingsdam tussen de Rotterdamse Waterweg en het Calandkanaal noodzakelijk (zie fig. 2). Men kan zich indenken, dat 's nachts een verlichting van deze dam noodzakelijk is om te voorkomen, dat het scheepvaartverkeer, vooral het verkeer uit het Beerkanaal komend, er bovenop vaart. De nogal uitbundig verlichte achtergrond van Hoek van Holland met de Harwich-boot steiger zou wel eens het op tijd waarnemen van een donkere dam kunnen verhinderen.

In eerste instantie dacht men te moeten kiezen tussen twee mogelijkheden:

- een normale straatverlichting met natriumlampen;
- een soort bermverlichting, waarbij schijnwerpers de taluds van de dam aanstralen.

De reactie van het IZF op de vraag tot hulp bij de keuze tussen de twee alternatieven bestond uit het aangeven van een derde mogelijkheid.

De bezwaren tegen de mogelijkheden a. en b. waren namelijk de volgende:

tegen a.: De lichtbronnen — de natriumlampen dus — bezitten een zeer hoge lichtsterkte. Ze worden wel gedeeltelijk afgeschermd, doch er blijft van opzij gezien toch nog een hoge lichtsterkte over. Bedenkt men daarbij dat de navigatielichten op de schepen zelf zeer zwak zijn (de voorgeschreven lichtsterkten berusten nog altijd op het gebruik van petroleumlampen), dan ziet men direct in, dat een lange rij van lichtsterke lampen het waarnemen van de zwakke navigatielichten zal hinderen, mogelijk zelfs verhinderen. De verlichting van het vele honderden meters brede vaarwegoppervlak zelf zal door een straatverlichting vanaf de dam ver beneden een bruikbaar niveau blijven. Tenslotte behoeft de damverlichting ook niet de dam zelf te verlichten, daar er geen verkeer op komt.

tegen b.: De uitvoering van de splitsingsdam met een afdeklaag van donker asfalt staat een redelijke luminantie (helderheid) van de taluds in de weg. Er zou wel bijzonder veel licht nodig zijn om enige waarneming mogelijk te maken.

In fig. 7 is het IZF voorstel aangegeven. Aan één zijde van de kruin van de dam staan om de ca 50 meter palen (hoogte ca. 3 m). Bovenop elke paal is onder een putglas een gloeilamp gemonteerd. De minimumhoogte van 3 m is noodzakelijk om langs de 1:3 hellingen van de dam de gloeilamp nog de waterlijn te laten beschijnen. De reflecties in het water zullen voor de waarnemer nu precies aangeven waar de waterlijn zich bevindt. Verder is de lichtsterkte van de lampen gekozen in de buurt van die van de scheepsnavigatielichten. Dit lijkt een nogal lichtzwakke lamp, doch doordat er een lange rij van deze lichtjes op de dam aanwezig is, is er toch een zeer goede waarnemingsmogelijkheid.

Een bijkomend voordeel van de gloeilampen t.o.v. de natriumverlichting is, dat gloeilampen zeer gemakkelijk dimbaar zijn; brandend op een onder-

spanning is de levensduur dan even hoog als die voor natriumlampen. Slechts bij mist behoeft de volle spanning op de lampen te worden gezet, waardoor de zichtbaarheid wordt vergroot. Het op verlichtingstechnische argumenten gegronde voorstel bleek overigens ook nog goedkoper te zijn! Voor een beoordeling van de verschillende effecten werden ook hiervoor waarnemingen in de maquette gedaan.

Conclusie

Het is zinvol gebleken om de ergonomische aspecten bij de scheepvaart niet te beperken tot maatregelen op het schip, maar ook te betrekken op de vaarwegen, vaarwegbegrenzings en nautische hulpmiddelen, zoals dat bij een project als de bouw van een havenmond duidelijk tot uiting komt.