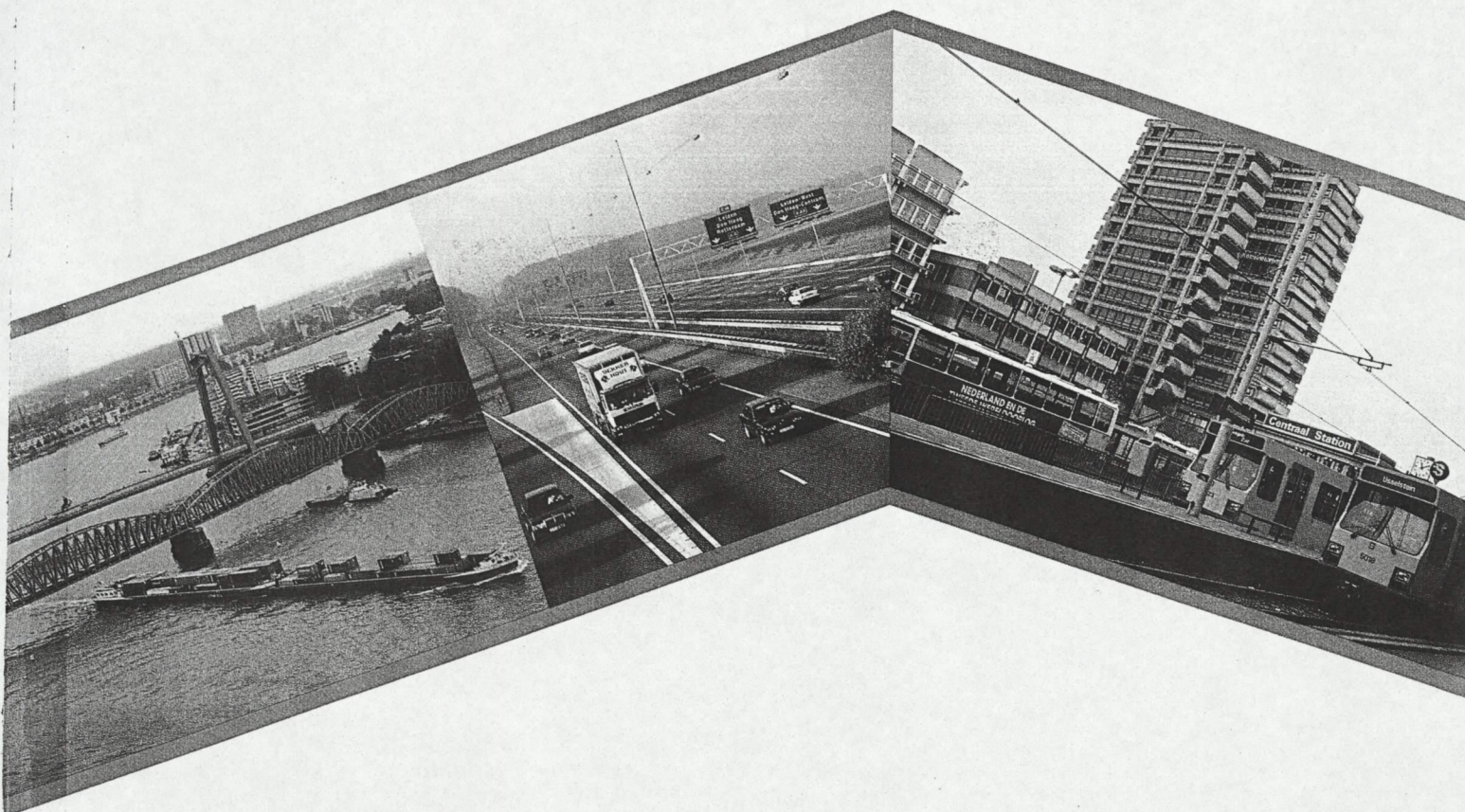




Rijkswaterstaat
Dienst Verkeerskunde
Bureau Dokumentatie
Postbus 1031
3000 BA Rotterdam

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

D 0690

Herziening maximum
vaarsnelheden voor de
Schelde-Rijnverbinding.

project S91.300

Rijkswaterstaat
Dienst Verkeerskunde
Hoofdafdeling Scheepvaart

Rotterdam
maart 1992

1. INLEIDING

De Schelde-Rijnverbinding tussen de Belgisch-Nederlandse grens en de Zuid-Vlije kent reglementair vastgestelde maximum vaarsnelheden. Deze toegelaten maximum vaarsnelheden zijn afhankelijk gesteld van het natte grootspantoppervlak en berekend voor het natte kanaalprofiel vóór afsluiting van het Krammer. De ontwikkelingen van de laatste jaren en de ontwikkelingen die thans plaats vinden, geven de directie Zeeland van de Rijkswaterstaat aanleiding deze maximum vaarsnelheden kritisch te bezien. Deze ontwikkelingen zijn:

1. Sinds enkele jaren is de gehele Schelde-Rijnverbinding getijloos. Daardoor is het natte dwarsprofiel benoorden de Kreekraksluizen verruimd ten opzichte van de laagwatersituatie destijds.
2. Het streven naar vereenvoudiging van de reglementering.
3. De landelijk geldende maximum vaarsnelheid van 20 km/uur voor snelle motorboten.
4. Het vervallen van de "Bijzondere bepalingen Zuidwest-Nederland". Daarvoor in de plaats komt een wijzigingsbesluit BPR, waarin voor de Schelde-Rijnverbinding geen vaarsnelheden zijn genoemd.

Het reglementair vrijlaten van de vaarsnelheid op de Schelde-Rijnverbinding acht de beheerder vanuit een goed vaarwegbeheer ongewenst. De directie Zeeland heeft dan ook de bedoeling om per bekendmaking aan de scheepvaart de maximum vaarsnelheden opnieuw vast te stellen. Hiervoor heeft deze directie advies gevraagd aan de hoofdafdeling Scheepvaart van de dienst Verkeerskunde (briefnummer NWN 10589).

Voor het opnieuw vast stellen van de maximum vaarsnelheden heeft de hoofdafdeling Scheepvaart van de Dienst Verkeerskunde een beperkt onderzoek uitgevoerd. Als onderdeel van dit onderzoek zijn, tijdens een kort durende meetcampagne op een daartoe geschikte lokatie in het Schelde-Rijnkanaal, de vaarsnelheden en de waterbeweging gemeten. De leiding van het project was in handen van dhr. J. Stolk. De genoemde metingen zijn uitgevoerd door de afdeling SXO. Het uitvoeren van het onderzoek en het schrijven van deze nota is gedaan door dhr. P. Kik. De contactpersoon bij de directie Zeeland is dhr. C. Verbugt.

In deze nota wordt verslag gedaan van het onderzoek en een voorstel gedaan voor de nieuwe maximum vaarsnelheden. Na de beschrijving van de uitgangspunten in hoofdstuk 2 wordt in hoofdstuk 3 globaal aangegeven hoe de tot nu toe geldende maximum vaarsnelheden tot stand zijn gekomen. In hoofdstuk 4 worden vervolgens de uitgevoerde metingen beschreven. De huidige vaarsnelheden en de daarbij horende omvang van de waterbeweging worden in hoofdstuk 5 gepresenteerd. In hoofdstuk 6 wordt aangegeven welke mogelijkheden er zijn bij het herzien van de tot nu toe geldende maximum vaarsnelheden. De conclusies en de aanbevolen herziene maximum vaarsnelheden worden ten slotte in hoofdstuk 7 gegeven.

2. UITGANGSPUNTEN

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de maximum vaarsnelheden, die volgen uit eisen ten aanzien van de manoeuvreerbaarheid en verkeerstechnische aspecten, hoger zijn dan de maximum vaarsnelheden met betrekking tot de oevererosie en de hinder voor ander scheepvaartverkeer. Bij het huidige

onderzoek is er dan ook vanuit gegaan dat de omvang van de scheepsgeïnduceerde waterbeweging bepalend is voor de maximum toelaatbare vaarsnelheden. De huidige omvang van de oevererosie en de hinder van de waterbeweging voor het overige scheepvaartverkeer geven volgens de directie Zeeland geen aanleiding om de toelaatbare waterbewegingsgrenzen, die in het verleden in dit kader zijn gehanteerd, te herzien.

3. BASIS HUIDIGE MAXIMUM VAARSNELHEDEN

De huidige maximum vaarsnelheden zijn gebaseerd op de aanbevelingen, die gedaan zijn in nota S73.18 van de Dienst Verkeerskunde. Op basis van de toen aanwezig kennis is destijds rekening gehouden met retourstroomsnelheden van maximaal circa 100 cm/sec. Hoewel de toenemende oeverbelasting bij een toename van de diepte van de spiegel dalingskuil en de hoogte van de secundaire golven wel genoemd wordt, zijn geen normen aangegeven voor deze parameters. De maximum vaarsnelheden werden gekoppeld aan het natte grootspantoppervlak van het schip. Er werd daarbij een onderscheid aangebracht in vier categorieën. De categorie-indeling, met bijbehorende vaarsnelheden staan vermeld in tabel 1.

In 1987, na de voltooiing van de compartimenteringsdammen, heeft de Dienst Verkeerskunde op verzoek van de directie Zeeland opnieuw een advies uitgebracht. Daarbij werd rekening gehouden met een maximum retourstroomsnelheid van 100 à 140 cm/sec, een haalgolf met een maximum hoogte van 100 à 110 cm en een secundaire golf met een hoogte van maximaal 70 cm. Volgens dit advies zouden de vaarsnelheden in de eerste en tweede categorie verhoogd kunnen worden naar respectievelijk 20 en 15.5 km/uur en in de vierde categorie naar 16 km/uur. Gezien het voorlopige karakter van dit advies en de marginale snelheidsverruiming is destijds door de directie Zeeland besloten de vaarsnelheden op dat moment niet aan te passen, maar te wachten op eventuele toekomstige wensen en/of ontwikkelingen tot aanpassing van de reglementering.

4. UITGEVOERDE METINGEN

In het kader van dit onderzoek zijn tussen 8 en 20 november 1991 waterbewegingsmetingen uitgevoerd in het Schelde-Rijnkanaal. Deze metingen zijn uitgevoerd zuidelijk van de Bathse brug ter hoogte van kmr 1042.7. De meest kenmerkende parameters van de scheepsgeïnduceerde waterbeweging met betrekking tot oevererosie en hinder voor ander scheepvaartverkeer zijn de retourstroomsnelheid, de haalgolf en de secundaire golven (interferentiepieken). De meetinstrumenten voor het meten van deze grootheden bevonden zich op een afstand van 10.5 meter uit de oever. De waterdiepte bedroeg op deze plaats circa 210 cm. De stroomsnelheidsmeter was bevestigd op een hoogte van circa 60 cm boven de bodem.

Tijdens de meetcampagne zijn zowel bemande als onbemande metingen uitgevoerd. De onbemande metingen zijn uitgevoerd over een totale tijdsduur van circa 187 uur, waarvan 101 uur 's nachts (tussen 1800 en 0600 uur) en 86 uur overdag. De bemande metingen zijn overdag uitgevoerd, gedurende in totaal circa 23 uur, verdeeld over drie dagen. Bij de onbemande metingen werd tijdens een scheepspassage automatisch de waterbeweging geregistreerd, indien de scheepsgeïnduceerde waterbeweging van voldoende omvang was. Bij de bemande metingen werden het vaargedrag (o.m. scheepstype, -lengte, -breedte, -diepgang, vaarsnelheid, afstand uit de oever) tezamen met de opgetreden scheepsgeïnduceerde waterbeweging geregistreerd. Deze metingen zijn zo onopvallend mogelijk uitgevoerd om te voorkomen dat men op basis van veronderstelde controle of iets dergelijks, de vaarsnelheid zou

verminderen.

Uit de onbemande metingen is een frequentieverdeling gemaakt van de hoogten van de haalgolven, de maximum hoogten van de secundaire golven en de maximum retourstroomsnelheden. Deze verdelingen zijn opgenomen in bijlage 1. Hiermee is een indruk verkregen over de omvang van de scheepsgeïnduceerde waterbeweging, ongeacht het scheepstype en het vaargedrag. Met behulp van de bemande metingen is gekeken naar de omvang van de waterbeweging in relatie tot het individuele schip. Hierbij is een beperkte analyse gemaakt van de vaarsnelheden en de opgewekte waterbeweging per klasse 'natte grootspantoppervlak'.

Vanwege het geringe aantal metingen kunnen de resultaten niet direct als representatief voor bijvoorbeeld het hele jaar worden aangemerkt. Het geeft echter wel een goede indruk van de orde grootte van deze parameters. Voor dit onderzoek zijn deze gegevens dan ook voldoende bruikbaar.

5. HUIDIGE VAARSNELHEDEN EN WATERBEWEGING

5.1 Vaarsnelheden

Uit tabel 1 valt af te leiden dat de waargenomen vaarsnelheden van vaartuigen met een nat grootspantoppervlak $< 20\text{ m}^2$ in 21% van de gevallen groter is dan de toegestane maximum vaarsnelheid van 18 km/uur. Bij 5% van alle vaartuigen in deze categorie was de vaarsnelheid zelfs groter dan 20.2 km/uur.

De waargenomen vaarsnelheden van de vaartuigen met een nat grootspantoppervlak tussen 20 en 50 m^2 is zelfs in 61% van de gevallen groter dan de maximum toegestane vaarsnelheid van 14 km/uur. 5% van alle vaartuigen in deze categorie voer sneller dan 18.1 km/uur. In de overige categorieën zijn onvoldoende waarnemingen beschikbaar om betrouwbare uitspraken te kunnen doen.

nat grootsp. oppervlak	n	toegestane max. snelh.	gemeten snelheid km/uur				aantal overschr.	
			gem.	50%	95%	max.		
$< 20\text{ m}^2$	113	18 km/u	15.5	15.8	20.2	25.9	24	21%
20 - 50 m^2	61	14 km/u	14.4	14.9	18.1	19.4	37	61%
$> 50\text{ m}^2$	2	12 km/u	13.1	-	-	13.4	2	-
1 $< 20\text{ m}$ en Ts $> 1.5\text{ m}$	0	14 km/u	-	-	-	-	-	-

tabel 1 : toegestane vaarsnelheden versus gemeten vaarsnelheden.

5.2 Waterbeweging

Zoals reeds in hoofdstuk 3 is opgemerkt, werd bij de tot nu toe geldende criteria rekening gehouden met de volgende maximum toelaatbare waarden:

retourstroomsnelheden: 100 à 140 cm/sec,
hoogte haalgolven: 100 à 110 cm,
hoogte secundaire golven: 70 cm.

Uit de frequentieverdelingen op bijlage 1 blijkt dat de gemeten maximale retourstroomsnelheden niet boven de maximum toelaatbare waarden liggen. De

grenswaarde (circa 100 cm/sec.) werd echter wel regelmatig genaderd. De gemeten maximum hoogten van de haalgolven zijn een fractie lager dan de maximum toelaatbare waarde. Er was rekening gehouden met een maximum hoogte van 100 cm, terwijl tijdens de onbemande metingen geen enkele haalgolf groter was dan 80 cm. Bij slechts 15 vaartuigen (5%) is een hogere haalgolf dan 45 cm gemeten. De gemeten hoogten van de secundaire golven bleken eveneens onder de grenswaarde te liggen. Eén keer werd een hoogte van 82 cm gemeten. Bij 14 vaartuigen (3%) werd een golfhoogte van 45 cm overschreden.

6. HERZIENING MAXIMUM VAARSNELHEDEN

6.1 Algemeen

Bij het onderzoek naar de mogelijkheden voor de opnieuw vast te stellen maximum toelaatbare vaarsnelheden op het Schelde-Rijnkanaal is uitgegaan van de volgende punten:

- a. handhaven bestaande normen voor de maximum toelaatbare waterbeweging, rekening houdend met een verruimd nat kanaalprofiel benoorden de Kreekraksluizen;
- b. streven naar vereenvoudiging van de reglementering, zonder zwaardere eisen te stellen dan strikt noodzakelijk is;
- c. streven naar aansluiting bij landelijk geldende normen voor snelle motorboten.

Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van de metingen, die in het voorgaande hoofdstuk beschreven zijn. Omdat de meetlokatie zich in een, in verhouding ten opzichte van het hele Schelde-Rijnkanaal, klein dwarsprofiel bevond, kunnen deze gemeten waarden als maatgevend beschouwd worden. Voor de categorieën natte grootspantoppervlak $< 20 \text{ m}^2$ en $20 - 50 \text{ m}^2$ bieden deze metingen voldoende informatie. Voor de categorie $> 50 \text{ m}^2$ en de kleine motorboten zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd met het programma DIPRO.

Op bijlage 2a en 2b zijn de frequentieverdelingen gepresenteerd van de gemeten maximale retourstroomsnelheden, de maximale hoogten van de haalgolven en de maximale hoogten van de secundaire golven. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen metingen waarbij de vaarsnelheid binnen de huidige toelaatbare grenzen lagen én metingen waarbij de vaarsnelheid groter was dan de maximum snelheid. Deze frequentieverdelingen zijn verkregen uit de bemande metingen.

6.2. Natte grootspantoppervlak $< 20 \text{ m}^2$

De retourstroomsnelheden bleven, zowel bij de vaartuigen die zich hielden aan de maximum snelheid als bij de vaartuigen die deze snelheid overschreden, binnen de maximaal toelaatbare retourstroomsnelheid van circa 100 cm/sec. Er is slechts één geval gemeten waarbij de 50 cm/sec werd overschreden. Dit betrof een ongeladen motortankschip met een lengte van 110 m, breedte 10.5 m, nat grootspantoppervlak 15.75 m^2 , afstand uit de oever circa 70 m en een vaarsnelheid van 20.2 km/uur. De retourstroomsnelheid bedroeg in dit geval 81 cm/sec.

De gemeten haalgolven en de maximum hoogten van de secundaire golven bleven eveneens binnen de maximum toelaatbare waarden. Een verruiming van de maximum vaarsnelheid naar 20 km/uur lijkt op basis van deze gegevens voor deze categorie dan ook mogelijk.

6.3. Natte grootspantoppervlak 20 - 50 m²

In de categorie grootspantoppervlakte van 20 - 50 m² bleef de retourstroom-snelheid ruimschoots onder de toelaatbare grens bij de vaartuigen die zich hielden aan de maximum vaarsnelheid. De retourstroomsnelheid bij de vaartuigen die deze snelheid overschreden liep op tot aan de maximum toelaatbare retourstroomsnelheid van 100 cm/sec. In één geval was de retourstroomsnelheid groter dan deze waarde. Het betrof een geladen motortankschip met een lengte van 109.5 m, breedte 11.2 m, nat grootspan-toppervlak 38.08 m², afstand uit de oever circa 40 m en een vaarsnelheid van 16 km/uur. De retourstroomsnelheid bedroeg in dit geval 101 cm/sec. De hoogten van de gemeten haalgolven bleven ook in deze categorie bij alle vaartuigen ver beneden de toelaatbare grens van 100 cm. Dit geldt ook voor de maximale hoogten van de secundaire golven. Gelet op de retourstroomsnelheid lijkt een verruiming van de maximum vaarsnelheid naar 15 km/uur acceptabel.

6.4. Natte grootspantoppervlak > 50 m²

Tijdens de bemande metingen zijn slechts twee schepen gepasseerd met een nat grootspantoppervlak groter dan 50 m². Voor deze categorie is daarom gebruik gemaakt van het rekenprogramma DIPRO versie 1.04. Uit deze berekeningen blijkt dat voor deze categorie de retourstroomsnelheid en de hoogte van de haalgolf bepalend zijn voor de maximum toelaatbare waterbeweging. Wanneer hiervoor de maximum toelaatbare waarden gehanteerd worden, dan zou de maximum vaarsnelheid voor het maatgevende vaartuig circa 13 km/uur zijn. Onder het maatgevende vaartuig wordt hier verstaan: een 4-baks duwstel, met een diepgang van 4.0 m, op een afstand van 10 m uit de teen, in een dwarsprofiel van 840 m². Omdat gestreefd wordt naar vereenvoudiging van de reglementering is vervolgens berekend in welke mate de maximum toelaatbare waterbeweging overschreden wordt bij een vaarsnelheid van 15 km/uur en onder welke omstandigheden dit plaats vindt. Uit deze berekening blijkt dat de maximum toelaatbare waterbeweging overschreden wordt door het 4-baks duwstel (vaarsnelheid 15 km/uur), wanneer het een diepgang heeft van meer dan circa 3.5 m óf een diepgang heeft van meer dan circa 2.8 m en tevens nabij de oever vaart. In het ongunstigste geval onder deze omstandigheden is de berekende maximum retourstroomsnelheid 1.32 m en de hoogte van de haalgolf 1.21 m. Op bijlage 3 is de relatie uitgezet tussen de vaarsnelheid en de maximum retourstroomsnelheid en de maximum hoogte van de haalgolf. Het aantal passages van vaartuigen met een nat grootspantoppervlak groter dan 50 m² is op dit moment echter gemiddeld slechts circa 3.4 per dag. Daarnaast zal naar verwachting een overschrijding van een vaarsnelheid van 13 km/uur (circa 83% van de grenssnelheid bij het maatgevende 4-baks duwstel) door deze vaartuigen nauwelijks voor komen, gegeven het in het algemeen lage motorvermogen van deze vaartuigen. Mede op basis van deze overwegingen lijkt dezelfde maximum vaarsnelheid als bij de categorie 20-50 m² nat grootspantoppervlak dan ook acceptabel.

6.5. Lengte < 20 m en diepgang > 1.5 m

Om te bepalen wat de maximum waterbeweging is bij de categorie vaartuigen met een lengte kleiner dan 20 m en een diepgang groter dan 1.5 m, zijn

hoofdafdeling Scheepvaart
afdeling Vaarwegen

eveneens met het programma DIPRO enkele berekeningen gemaakt. Daarbij is als maatgevend schip een sleepboot genomen met een lengte van 20 m, een breedte van 5 m en een diepgang van 3 m. Wanneer dit schip met een snelheid van 18.1 km/uur vaart (0.9 maal de grenssnelheid) nabij de teen van de oever, veroorzaakt het een retourstroomsnelheid van 100 cm/sec, een haalgolf van 41 cm en een maximum secundaire golfhoogte van 78 cm. Daarmee is nog net niet de maximaal toelaatbare waterbeweging overschreden. De berekening is gebaseerd op een samenloop van omstandigheden, die in de praktijk weinig voor zal komen. Een verruiming van de maximum vaarsnelheid naar 20 km/uur lijkt in dit geval op basis van deze berekening dan ook mogelijk.

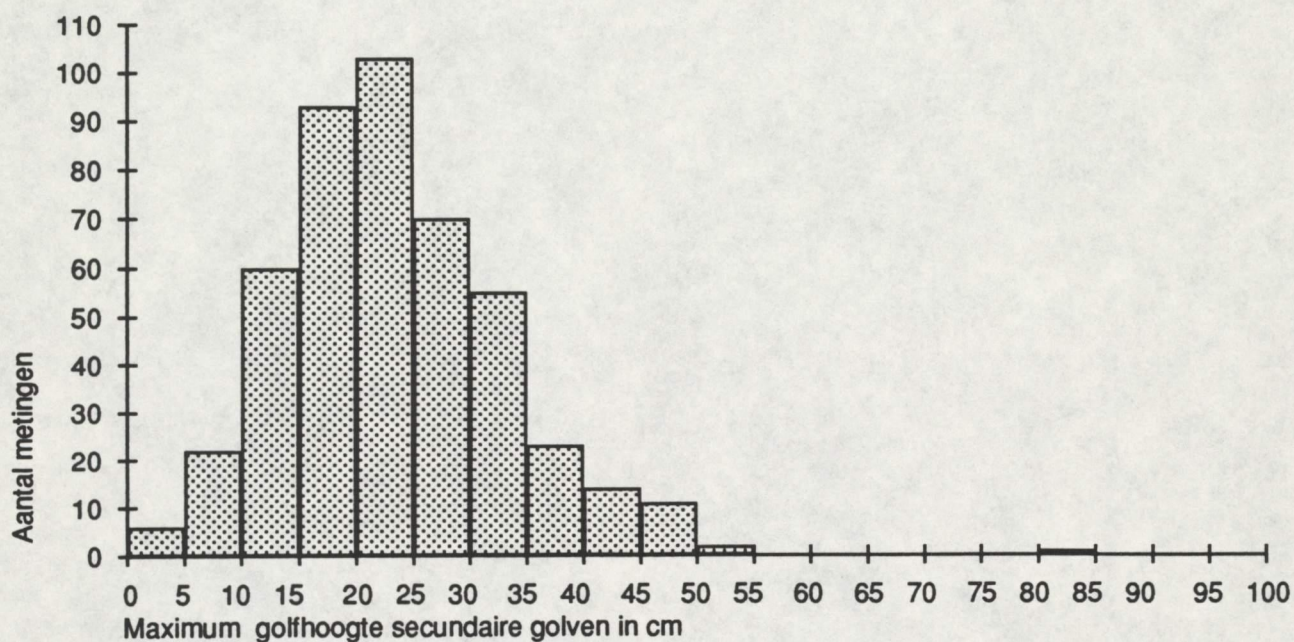
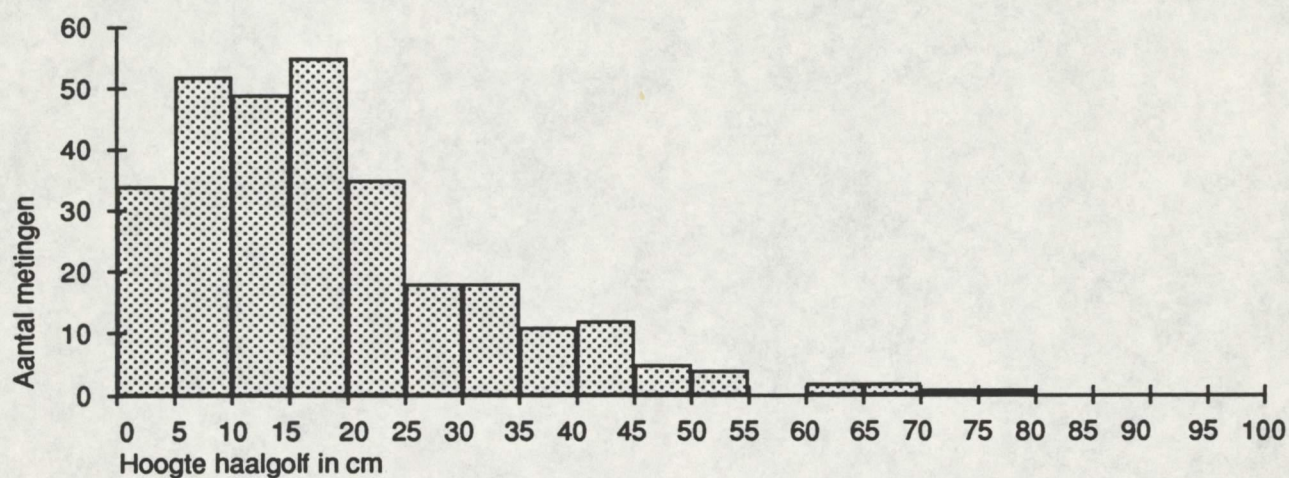
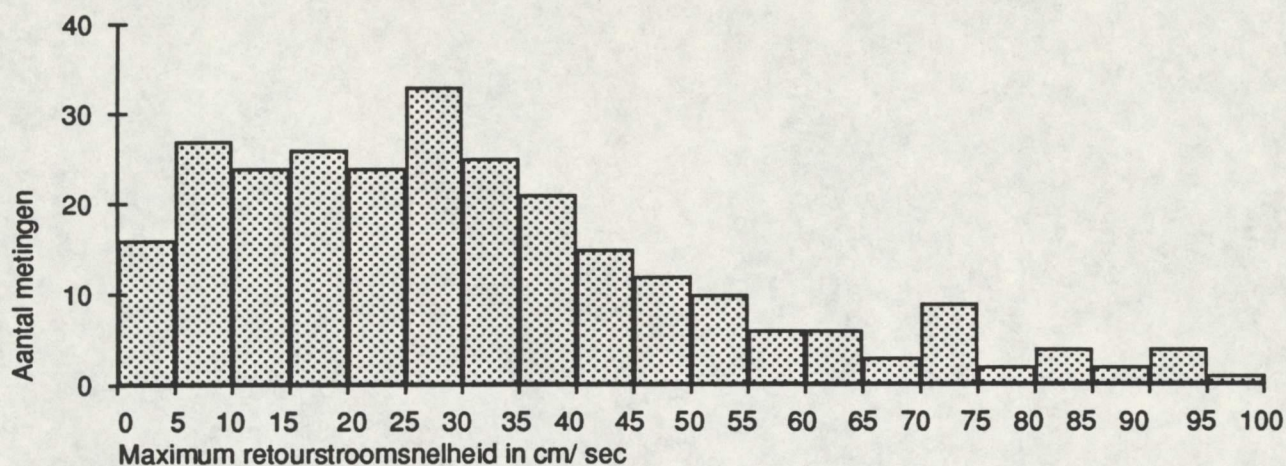
7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De uitgevoerde metingen geven aan dat op dit moment de toegestane vaarsnelheden in een behoorlijke mate overschreden worden. De schade aan de oevers is momenteel echter niet onacceptabel hoog volgens de directie Zeeland. Uitgaande van dit gegeven én op basis van de uitgevoerde metingen en berekeningen wordt voorgesteld de maximum toelaatbare vaarsnelheden voor de Schelde-Rijnverbinding als volgt te verhogen:

- | | |
|--|-----------|
| 1° bij een nat grootspantoppervlak kleiner dan 20 m ² | 20 km/uur |
| 2° bij een nat grootspantoppervlak van 20 m ² of meer | 15 km/uur |

Over het algemeen zullen in de praktijk alle ongeladen schepen, inclusief kleine vaartuigen en de meeste geladen schepen tot en met klasse III in de eerste categorie vallen. Categorie twee zal in hoofdzaak bestaan uit alle geladen schepen vanaf klasse IV en hoger.

Wanneer deze vaarsnelheden niet overschreden worden is het de verwachting dat de scheepsgeïnduceerde waterbeweging vrijwel altijd binnen de tot nu toe gehanteerde normen blijft. Omdat de maximum vaarsnelheden gebaseerd zijn op een kort durende meetcampagne en berekeningen voor standaard schepen is het onder bijzondere omstandigheden mogelijk dat de waterbeweging hoger zal zijn dan de aangehouden normen. Om te voorkomen dat de gestelde normen voor de waterbeweging te veel en/of te vaak overschreden worden, met als gevolg onacceptabele erosie van de oever en/of hinder voor het overige scheepvaartverkeer, is het aan te bevelen een doeltreffende controle uit te oefenen op het naleven van de reglementaire vaarsnelheden. De eventuele gevolgen van de hogere maximum vaarsnelheden kunnen gekwantificeerd worden aan de hand van de eventuele toename van de oevererosie en eventuele klachten over hinderlijke waterbeweging vanuit de schipperswereld. Het verdient aanbeveling om hieraan het eerstvolgende jaar na invoering voldoende aandacht te besteden. Wanneer deze evaluatie daartoe aanleiding geeft kan opnieuw een kort durende meetcampagne opgezet worden, waarmee de toename van de waterbeweging en de vaarsnelheden bepaald kunnen worden.



FREQUENTIEVERDELINGEN UIT ONBEMANDE METINGEN SCHEEPS-
GEINDUCEERDE WATERBEWEGING IN HET SCHELDE - RIJNKANAAL

Bijlage 1

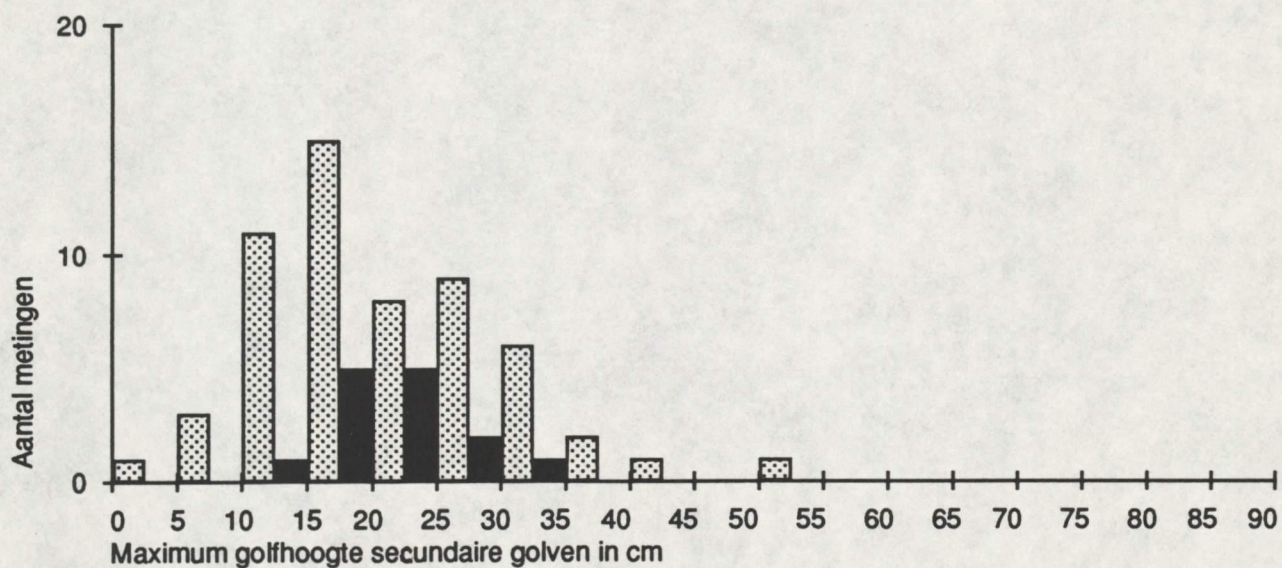
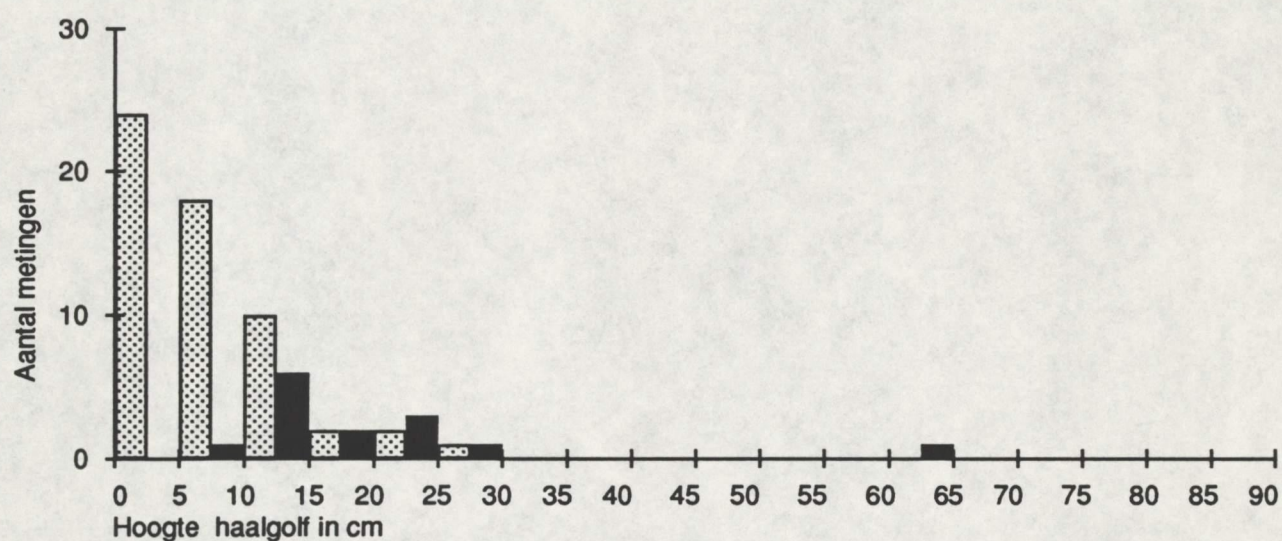
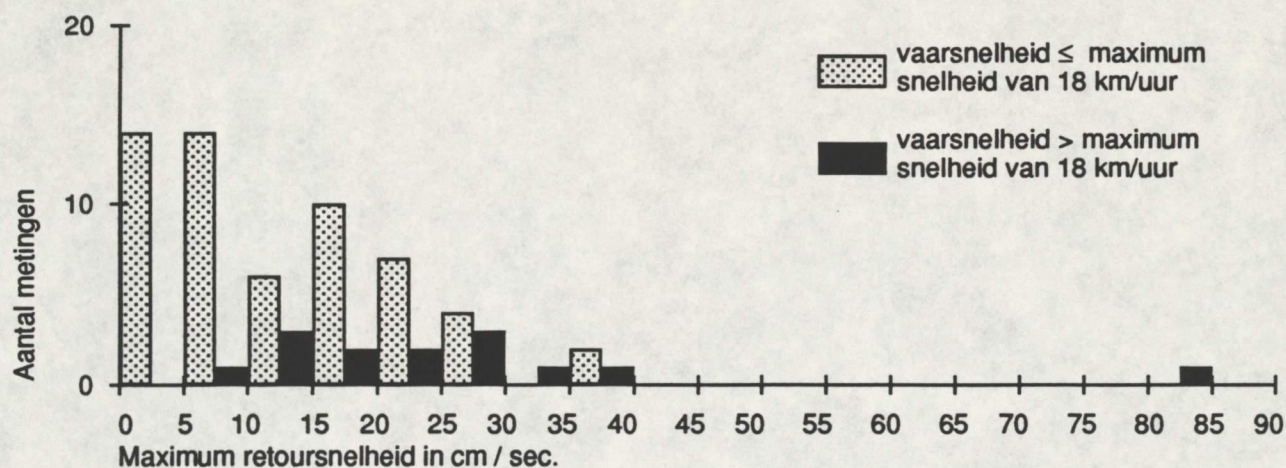
SCHAAL:

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

get.

gez.

Nr. S 91.300



FREQUENTIEVERDELINGEN UIT BEMANDE METINGEN SCHEEPS-
GEINDUCEERDE WATERBEWEGING IN HET SCHELDE - RIJNKANAAL
VAARTUIGEN MET NAT GROOTSPANT OPPERVLAK $< 20 \text{ m}^2$

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

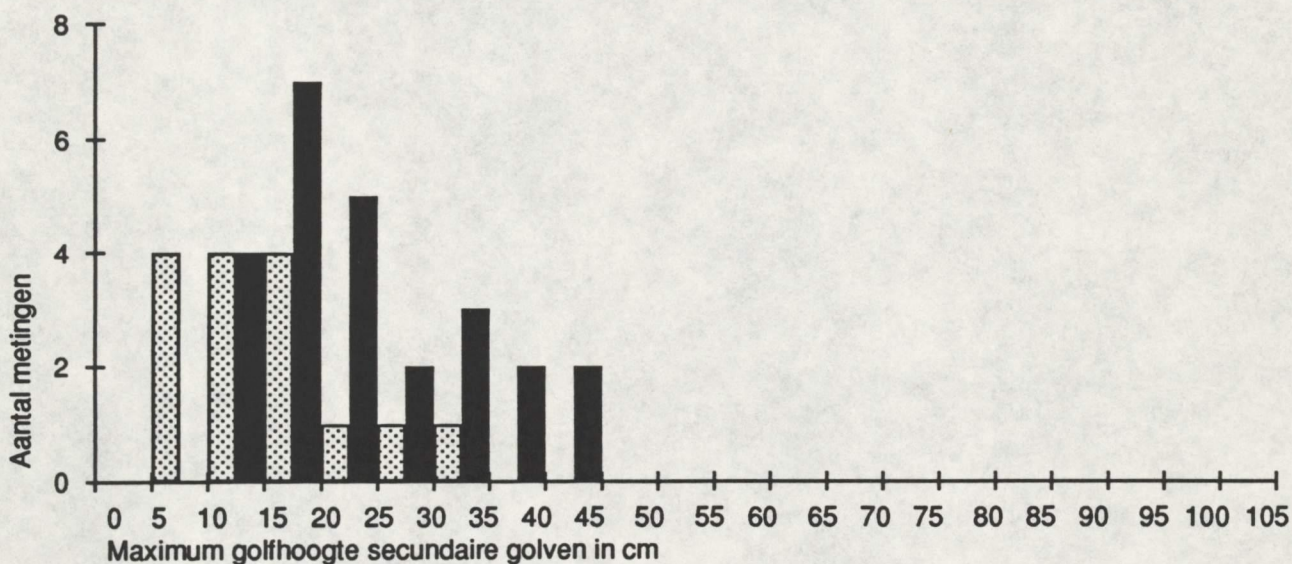
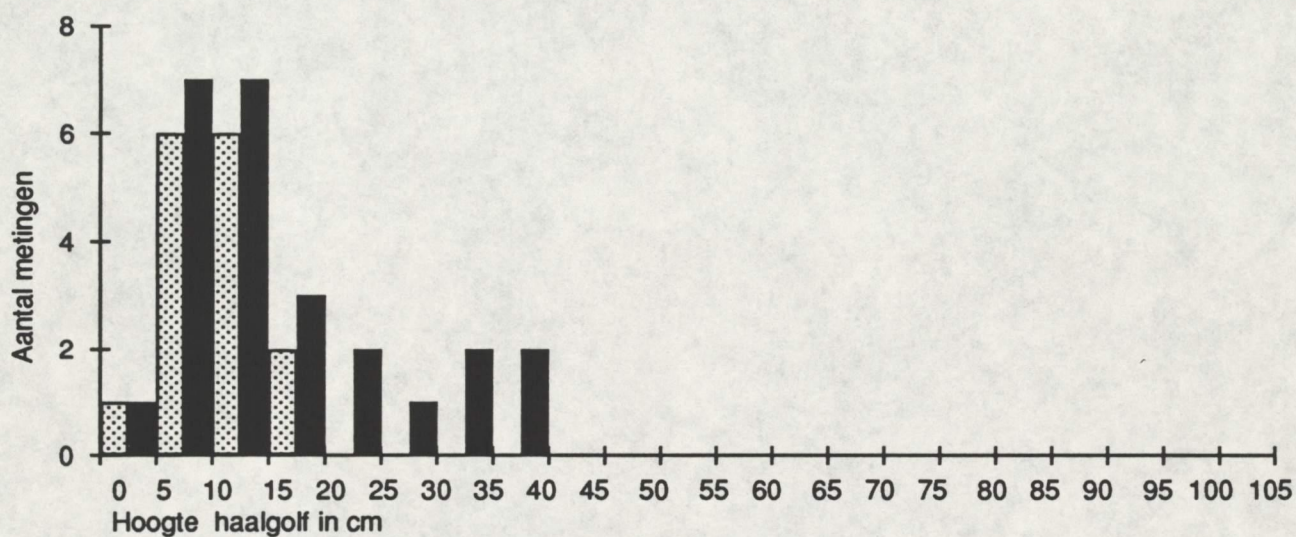
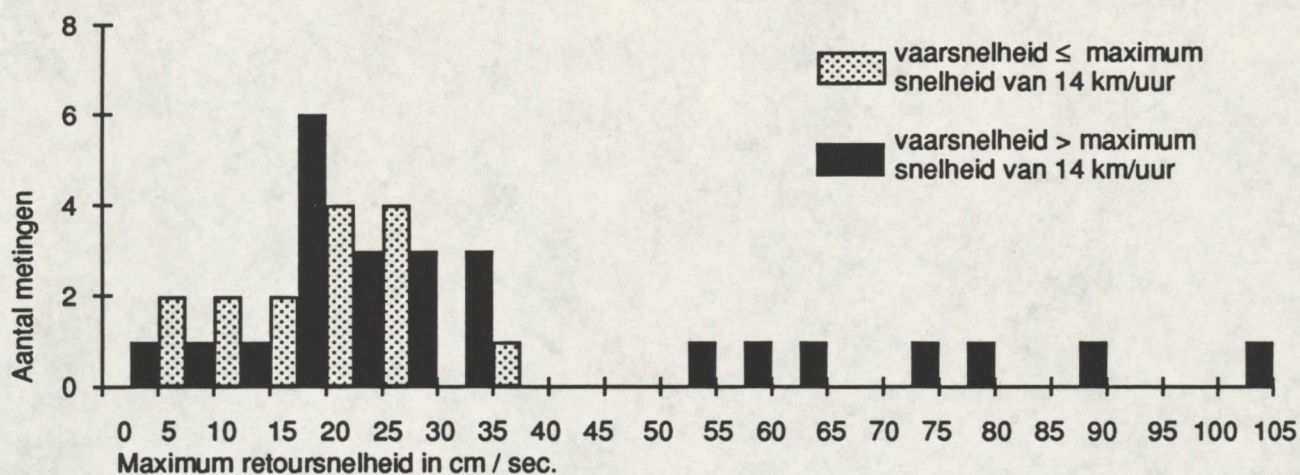
Bijlage 2a

SCHAAL:

get.

gez.

Nr. S 91.300



FREQUENTIEVERDELINGEN UIT BEMANDE METINGEN SCHEEPS-
GEINDUCEERDE WATERBEWEGING IN HET SCHELDE - RIJNKANAAL
VAARTUIGEN MET NAT GROOTSPANT OPPERVLAK 20 - 50 m²

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

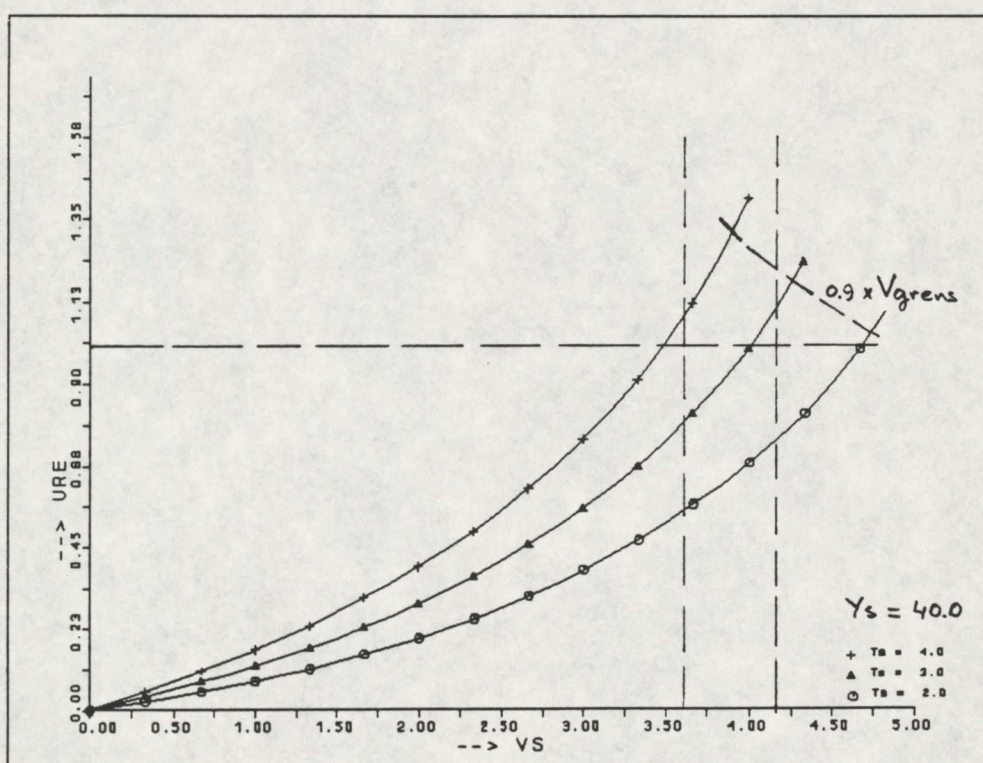
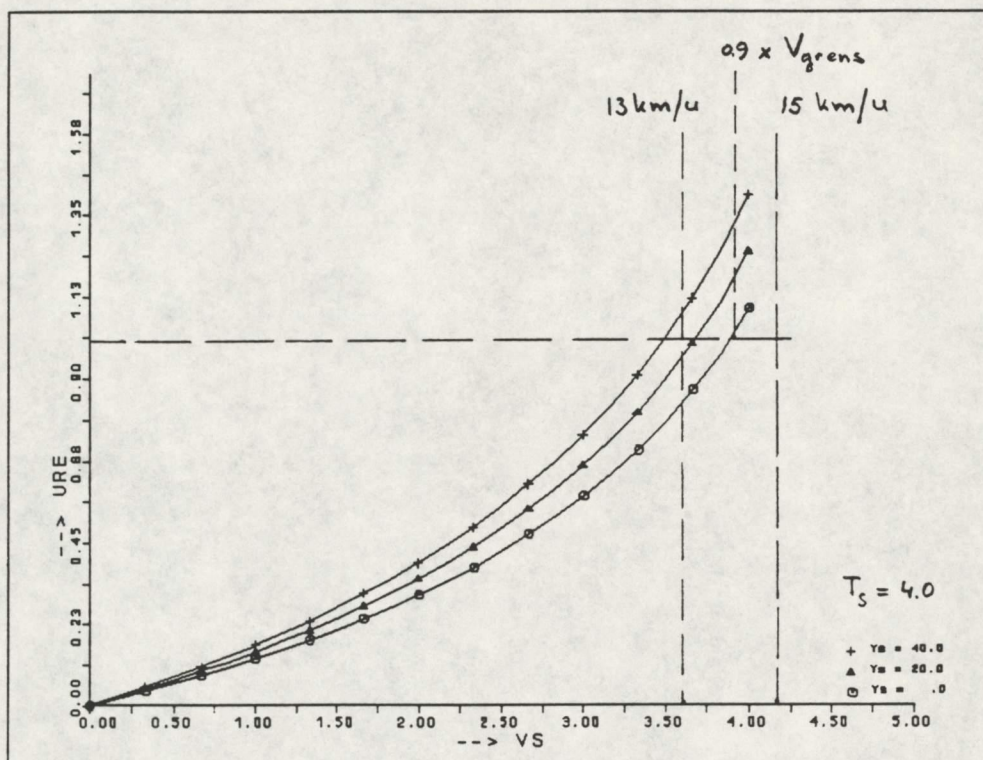
Bijlage 2b

SCHAAL:

get.

gez.

Nr. S 91.300



BEREKENDE RELATIE: VAARSNELHEID - MAX. RETOOURSTROOMSNELHEID
4 - BAKS DUWSTEL t.p.v. MEETLOKATIE SCHELDE - RIJNKANAAL

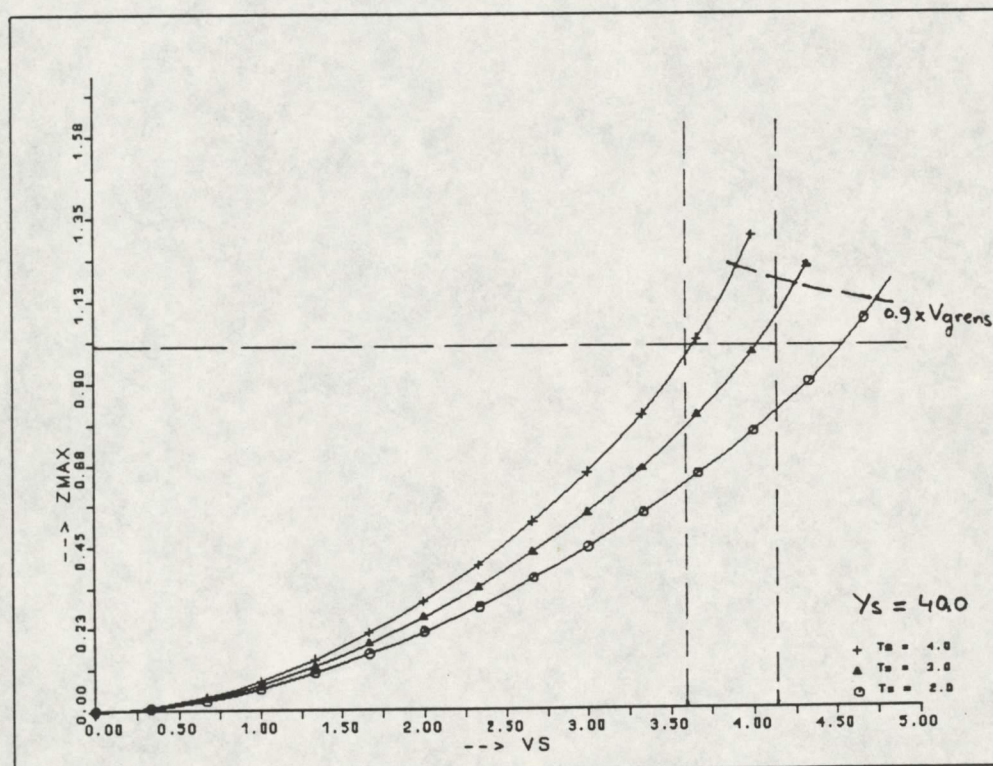
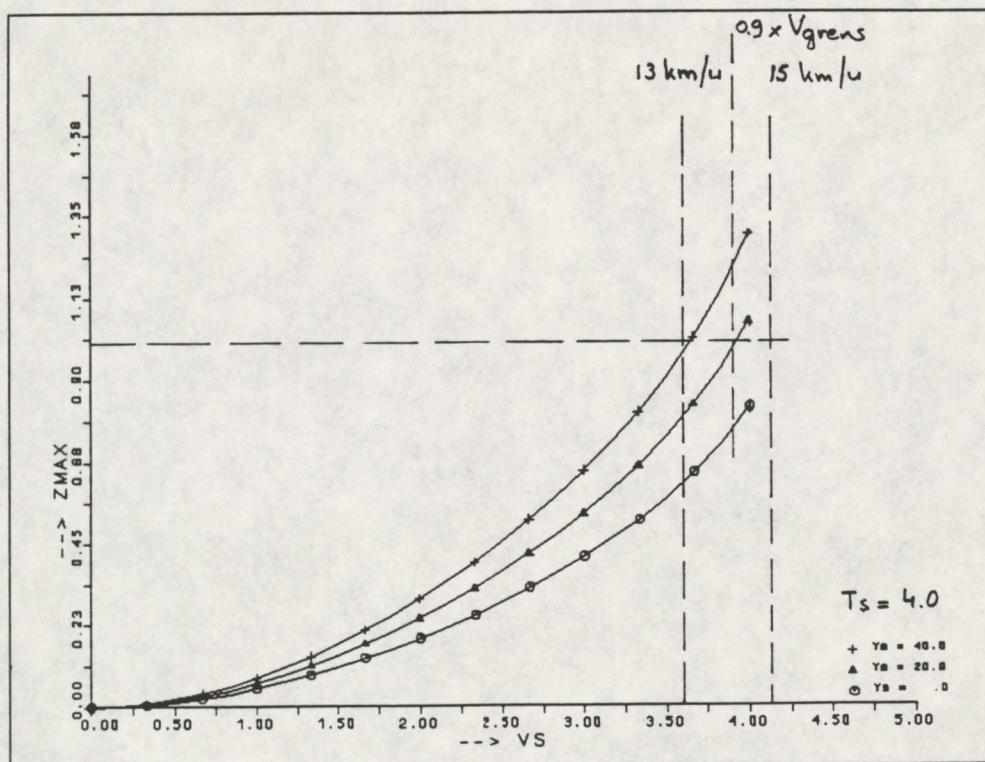
Bijlage 3a

SCHAAL:

get. gez.

Nr. S 91.300

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART



BEREKENDE RELATIE: VAARSNELHEID - HOOGTE HAALGOLF
4 - BAKS DUWSTEL t.p.v. MEETLOKATIE SCHELDE - RIJNKANAAL

Bijlage 3b

SCHAAL:

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

get.	gez.

Nr. S 91.300