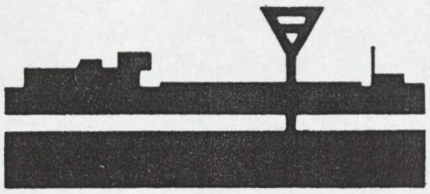
DI: 74445



rijkswaterstaat
dienst verkeerskunde
hoofdafdeling scheepvaart

Rijkswaterstaat
Dienst Verkeerskunde
Bureau Dokumentatie
Postbus 1031
3000 BA Rotterdam

D 0340 - 1

NOTITIE BETREFFENDE ECONOMISCHE VERLIEZEN VOOR DE SCHEEPVAART ALS GEVOLG VAN DE LANGERE DUUR VAN DE GETIJDEBEWEGING OP DE SCHELDE-RIJNVERBINDING.

Nota S 75.23

Rijkswaterstaat
Dienst Verkeerskunde
Hoofdafdeling Scheepvaart

Dordrecht,
juli 1975

S. 75.23

S.R.V. 75.02

Getijden op vaarwegen in de Delta.

REL. No. 4245 /1975.

Notitie over een schatting naar de economische verliezen voor de binnenscheepvaart, gericht op België, als gevolg van een langere duur waarover getijden blijven heersen op de Schelde-Rijnverbinding en de vaarweg tussen de Volkeraksluizen en de sluizen bij Wemeldinge.

De notitie is opgesteld door de Dienst Verkeerskunde, hoofdafdeling Scheepvaart en het bouwbureau Schelde-Rijnverbinding naar aanleiding van de bespreking met de afdeling N van de hoofddirektie op 27 juni 1975 te Bergen op Zoom en de brief NBR 47199, d.d. 11 juli 1975 van de direkteur-generaal aan het hoofd van de Deltadienst.

Inleiding.

Het oorspronkelijk Delta-plan voozag in een volledige afsluiting van de Oosterschelde, waarna de scheepvaartroutes getijde-vrij zouden zijn. Dit plan heeft als uitgangspunt gediend voor het ontwerp van de Schelde-Rijnverbinding, waarbij een tijdelijke situatie (tot eind 1978) met getijden werd voorzien. Ook de sluizen in de Volkeraksdam zijn gedeeltelijk ontworpen op een getijde-vrije situatie.

Uitgangspunten.

Voor de berekening van economische waarden is uitgegaan van de scheepvaart, die in 1982, gericht op België, verwacht wordt:
- 50 mln. ton laadvermogen, waarvan 15 mln. ton laadvermogen via duwvaart, langs de Schelde-Rijnverbinding.
- 50 mln. ton laadvermogen, waarvan 5 mln. ton laadvermogen via duwvaart, tussen de Volkeraksluizen en Wemeldinge.

Aangenomen is dat de scheepvaart ten opzichte van de getijden gelijkmatig verdeeld aankomt.
De wachttijd van lading is niet in rekening gebracht.

Het gemiddelde laadvermogen van de schepen langs de Schelde-Rijnverbinding in 1982 wordt geschat op 1085 ton.
De binnenvaartvloot wordt geacht samengesteld te kunnen zijn uit:

klasse (zie bijlagen)	aandeel (%) in het totaal passerend laadvermogen
0	0,5
1	5,4
2	14,5
3	20,5
4	16,5
5	12,9
6	5,7
7	24,3

Als kosten eenheid is *f*.0,07 per ton laadvermogen-uur gehanteerd.

De maximale diepgang langs de Schelde-Rijnverbinding is 3,30 m. De maximale doorvaarthoogte is 8,60 m.
De bodemligging van het Eendrachtgedeelte is N.A.P. - 6,00 m. De bodemligging van het Oosterscheldegedeelte is N.A.P. - 7,00 m.
Eventuele effecten als gevolg van plaatselijke aanslibbing zijn niet in beschouwing genomen.
De drempels van de Kreekrak- en Volkeraksluizen liggen op N.A.P. - 6,25 m, terwijl het maximum schutpeil N.A.P. + 3,00 m bedraagt.
Hoe het tijdelijk schutsysteem van de Kreekraksluizen invloed heeft op de schuttijd moet nog blijken.
De bruggen over de Eendracht liggen met de onderkant op N.A.P. + 9,85 m.

Voor de gehanteerde getijde gegevens en de berekeningsmethoden wordt verwezen naar de bijlagen.

1. Sluizen.

Door de drempelligging op N.A.P. - 6,25 m en het maximum schutpeil van N.A.P. + 3,00 m treden situaties op waarbij de getijdestand varen kan hinderen.

a. Drempelligging.

De beschikbare waterdiepte boven de drempel is het eerst maatgevend voor geladen duwbakken en geladen grote binnenvaartschepen. Als men er van uitgaat, dat 50% van het passerend laadvermogen in duwbakken en grote binnenvaartschepen vol beladen is dan treden economische verliezen in 1982 op:

- duwvaart langs de Schelde-Rijnverbinding bij de Volkeraksluizen en de Kreekraksluizen f. 9.000,--
- duwvaart naar Wemeldinge bij de Volkeraksluizen f. 1.500,--

- grote binnenvaartschepen langs de Schelde-Rijnverbinding f. 2.000,--
- grote binnenvaartschepen naar Wemeldinge bij de Volkeraksluizen f. 500,--

Doordat de stremmingen bij de Volkerak- en Kreekraksluizen kort zijn, zijn ze onafhankelijk.

b. Maximum schutpeil.

Het maximum schutpeil geldt voor alle passerende scheepvaart, zodat de economische consequenties daarvan voor 1982 geschat zijn op:

- scheepvaart langs de Schelde-Rijnverbinding (Volkerak- en Krammerksluizen) f.10.000,--
- scheepvaart naar Wemeldinge (Volkerakssluizen) f. 5.000,--

2. Bodemligging van het Eendracht en Oosterschelde gedeelte van de Schelde-Rijnverbinding.

Door de maximum diepgang van 3,30 m is de hinder als gevolg van de bodemligging van N.A.P. - 7,00 m langs het Oosterschelde traject te verwaarlozen.
De bodemligging van de Eendracht is daarentegen N.A.P. - 6,00 m en kan daardoor wel vertraging opleveren voor beladen duwbakken en geladen grote binnenvaartschepen. De vertraging die bij onvoldoende waterdiepte optreedt is relatief groot, doordat de reistijd langs het Eendracht traject daarin meetelt.

Voor 1982 is de economische waarde van deze beperking geschat op f.63.000,--

De belemmering door de bodemligging van het Eendrachtgedeelte is niet geheel onafhankelijk van de belemmering door de drempelligging van de Krammerksluizen. De vaartijd tussen de Volkerakssluizen en de Eendracht maakt dat de drempelligging van deze sluizen onafhankelijk is van de bodemligging in het Eendrachtgedeelte.

3. De brughoogte van de bruggen over het Eendrachtgedeelte (onderzijde N.A.P. + 9,85 m).

De beschikbare doorvaarthoogte heeft invloed op drie "scheeps-categoriën" van de passerende scheepvaart. Van de conventionele vaart kunnen volgeladen klasse 5 schepen hinder ondervinden. Wanneer de schepen leeg zijn kunnen de klassen 3, 4 en 5 hinder ondervinden. De duwvaart is een aparte categorie doordat de vaarhoogte bepaald wordt door de duwboten. Het is voornamelijk de laatste categorie, die de

meeste economische hinder ondervindt.
Er hoeft nooit meer dan voor één brug per vaart gewacht te worden.
Voor de conventionele vaart in 1982 f. 5.000,--
Voor de duwvaart in 1982 f.528.500,--.

4. Stroming als gevolg van getijden.

De horizontale getijde beweging is ten opzichte van de scheepvaart te schematiseren in langsstroming (stroom mee en stroom tegen) en dwarsstroming.

a. Langsstromen.
Langsstromen veroorzaken een vertraging voor de scheepvaart ten opzichte van vaarwegen waar geen stroming aanwezig is. Deze vertraging geldt voor de totale passerende vloot.
Uitgedrukt in economische waarden betekent deze vertraging voor de scheepvaart in 1982:

- langs de Schelde-Rijnverbinding f.203.000,--
- tussen de Volkeraksluizen en Wemeldinge f.266.000,--.

b. Dwarsstroom.
Dwarsstroom heeft in zekere zin een vertragende werking op de varende schepen. Deze invloed wordt verwaarloosbaar geacht. Een ander effect van dwarsstroom is het opsturen van de scheepvaart om de gewenste koers te kunnen varen. Daardoor neemt de benodigde padbreedte per schip toe en kan ruimtegebrek ontstaan wanneer schepen elkaar ontmoeten.
Dwarstroom treedt op langs het Oosterschelde traject van de Schelde-Rijnverbinding. Hier is een bodembreedte van 150 m aanwezig, zodat alleen tegemoet komende duweenheden met twee bakken lang belemmeringen kunnen geven.
Aangenomen wordt, dat gedurende twee uur per getijde-cyclus de dwarsstroom tegemoet komen van beladen duweenheden met twee bakken lang elkaar niet kunnen ontmoeten.

De economische waarde van de wachttijd in 1982 wordt geschat op f.2.000,--.

5. Golven.

De hinder door golven is moeilijk af te schatten. Temeer daar de invloed op het Oosterschelde en het Volkerak gedeelte moeilijk los te koppelen valt van de vaarsituatie op het Hollandsch Diep en de Westerschelde. In principe zal een hinder door golf samenhangen met een harde wind. Deze wind zal vrijwel nooit uitsluitend op de Oosterschelde ontoelaatbare vaarsituaties veroorzaken.
Aangezien het Hollandsch Diep en de Westerschelde in dit opzicht niet meer beïnvloed worden door wijzigingen van het oorspronkelijke Delta-plan wordt de hinder door golf als een pro memorie post vermeld.

6. Het provisorisch schutsysteem van de Kreekraksluizen.

Het schutsysteem is ontworpen op een situatie waarbij zout indringing moet bestreden worden en het terugwinnen van zoet water mogelijk moet zijn. De handelingen die daarvoor nodig zijn nemen tijd in beslag. Zolang aan de noordzijde van de sluizen een zout getijde water aanwezig is kunnen voornoemde handelingen achterwege blijven.
Of het provisorisch schutsysteem langer of korter duurt dan het systeem in de eindfase moet nog blijken.
De economische waarde van het provisorisch schutsysteem ten opzichte van de eindsituatie wordt als pro memorie post opgevoerd.

Samenvatting van de economische waarden:

Aspecten	Schelde-Rijnverbinding	Volkerak-Wemeldinge
Sluisdrempels	f. 11.000,--	f. 2.000,--
Maximum schutpeil	f. 10.000,--	f. 5.000,--
Bodemligging	f. 63.000,--	-
Brughoogten	f.533.500,--	-
Langsstroom	f.203.000,--	f.266.000,--
Dwarsstroom	f. 2.000,--	-
Golven	p.m.	p.m.
Provisorisch schutsysteem	p.m.	-
Totaal	f.822.500,--	f.273.000,--

BIJLAGE

Rijkswaterstaat
Dienst Verkeerskunde
Hoofdafdeling Scheepvaart

Onderzoek nr. 75.23.

ECONOMISCHE VERLIEZEN VOOR DE SCHEEPVAART ALS GEVOLG VAN DE LANGERE DUUR VAN DE GETIJBEWEGING OP DE SCHELDE-RIJNVERBINDING

Toelichting op de berekeningsmethode

A. Frequenties van waterstanden

Indien, als gevolg van de getijbeweging, bepaalde schepen bij lage waterstand een sluisdrempel niet kunnen passeren of bij hoge waterstand een vaste brug, dan treden wachttijden en daardoor economische verliezen voor de scheepvaart op. Voor de bepaling van die wachttijdverliezen moet worden nagegaan hoe groot de kans is dat bepaalde waterstanden optreden, hoe lang een dergelijke waterstand wordt onderschreden of overschreden, en hoeveel schepen en welke schepen met een zekere wachttijd worden geconfronteerd. Voor de wachttijdberekening m.b.t. de Schelde-Rijnverbinding is daarbij als volgt te werk gegaan.

Voor wat betreft de hoge waterstanden is uit de overschrijdingskromme van hoogwaterstanden bij Vossemeer bepaald hoeveel maal gemiddeld per jaar een bepaalde hoogwaterstand voorkomt. De hoogwaterstanden zijn daarbij verdeeld in intervallen van 20 cm hoogteverschil; verder is aangenomen dat alle hoogwaters binnen een interval een stand hebben, gelijk aan de middenwaarde van het interval.

Daarna is uit de gemiddelde getijkromme van Vossemeer bepaald gedurende hoeveel minuten de waterstanden HW -20, -40, -60 cm etc. gemiddeld worden overschreden. Vermenigvuldiging van deze waarden met het aantal hoogwaters van een bepaalde stand b.v. NAP + 3,00 m geeft het aantal malen en de duur dat, bij die getijden, de waterstanden NAP + 2,80, + 2,60, + 2,40 m etc. worden overschreden. Door deze berekening uit te voeren voor de hoogwaters van NAP + 2,80, + 2,60, en + 2,40 m enz. kan een tabel worden opgezet

waarin het volgende staat aangegeven:
- het aantal malen dat een bepaalde waterstand wordt overschreden.
- een verdeling van de overschrijdingsduur.
- de totale overschrijdingsduur in minuten.
- de gemiddelde overschrijdingsduur in minuten.

Met betrekking tot de lage waterstanden is op overeenkomstige wijze gehandeld met dien verstande dat hierbij de onderschrijdingsfrequentie van waterstanden is berekend uit de onderschrijdingsfrequentie van laagwaterstanden en de gemiddelde getijkrommen.

In fig. 1 is voor de hoge en lage waterstanden de overschrijdings- resp. onderschrijdingsfrequentie weergegeven met de gemiddelde duur van de over- en onderschrijding.

De figuren 2 en 3 geven een indruk van de spreiding in de duur dat een bepaalde waterstand wordt over- of onderschreden.

Met behulp van de genoemde waterstandsfrequenties zijn de wachttijden voor de scheepvaart berekend. Hierbij is m.b.t. de onderschrijdingsfrequentie van de lage waterstanden bij de Volkeraksluizen, de Eendracht en de Kreekraksluizen, gezien het relatief geringe verschil in de laagwaterstand, volstaan met één frequentiekromme.

Bij de berekening van de wachttijden voor de scheepvaart is ervan uitgegaan dat de schepen uniform verdeeld over de getijcyclus aankomen. Deze aanname is gerechtvaardigd omdat, over een langere periode gezien, de getijcyclus met een gemiddelde duur van 12 uur 25 min. het etmaal doorloopt. Voor een bepaald tijdstip is dus voor elke getijfase de kans van voorkomen even groot.

Het bovenstaande houdt in dat als een bepaalde waterstand gedurende een tijd t wordt over- of onderschreden, de gemiddelde wachttijd van de schepen, die bij die waterstand moeten wachten, gelijk is aan $\frac{1}{2}$t.
Deze waarde van $\frac{1}{2}$t heeft alleen betrekking op de schepen die aankomen in de periode dat de betreffende waterstand wordt over- of onderschreden.
Bij het bepalen van de gemiddelde wachttijd moet dan ook rekening worden gehouden met het feit dat het aantal betrokken schepen evenredig is met de duur van de over- of onderschrijding.

B. Toegepaste berekeningsmethoden

1.a. Wachttijd voor de scheepvaart doordat bij bepaalde lage waterstanden schepen met een grote diepgang de drempels bij de Volkeraksluizen en de Kreekraksluizen niet kunnen passeren.

Met de onder A genoemde onderschrijdingsfrequenties van lage waterstanden is bepaald hoeveel maal en hoe lang een bepaalde waterdiepte boven de drempels van de Volkeraksluizen en de Kreekraksluizen gemiddeld aanwezig is. Voor de schepen die een vaardiepte vereisen gelijk aan de betreffende waterdiepte is daarna de gemiddelde wachttijd berekend. Het resultaat is weergegeven in fig. 4A.

De in die figuur aangegeven waarden van $\overline{t}_w$ hebben betrekking op alle schepen met de aangegeven benodigde vaardiepte, dus niet alleen de schepen die aankomen in de periode dat die vaardiepte niet aanwezig is en daardoor moeten wachten. $\overline{t}_w$ is hier dus duidelijk een rekengrootheid. De aangegeven waarde kan op eenvoudige wijze worden bepaald daar bekend is hoeveel procent van de schepen met grote diepgang met wachttijd wordt geconfronteerd. Dit percentage is n.l. gelijk aan het percentage van de tijd dat de betreffende waterstand wordt onderschreden, doordat mag worden aangenomen dat de schepen uniform verdeeld over het getij aankomen.

Voor de Volkeraksluizen en de Kreekraksluizen is gesteld dat de vaardiepte van 3,90 m maatgevend is, de gemiddelde wachttijd bedraagt derhalve 0,5 minuut.

Voor de duwvaart bij de Volkeraksluizen is gesteld dat 10 miljoen ton laadvermogen een vaardiepte van 3,90 m nodig heeft, de totale wachtduur bedraagt hiervoor derhalve $10.10^6 \times \frac{0,5}{60}$ = ruim 83.000 tonuren/jaar.

Bij de Kreekraksluizen betreft dit 7½ miljoen ton, de totale wachtduur is hier $7\frac{1}{2}.10^6 \times \frac{0,5}{60}$ = 62.500 tonuren/jaar.

De conventionele vaart met grote diepgang is voor de Volkeraksluizen gesteld op 2½ miljoen ton en voor de Kreekraksluizen op 1,7 miljoen ton. De hiervoor berekende wachtduur bedraagt resp. 20.800 en 14.000 tonuren/jaar.

1.b. Vertraging voor de scheepvaart doordat bij de Volkeraksluizen en de Kreekraksluizen het schutpeil (NAP + 3,00 m) wordt overschreden.

Uit de onder A genoemde berekeningen van waterstandsfrequenties volgt dat bij de betrokken sluizen een waterstand van NAP + 3,00 m gemiddeld gedurende 0,13 % van de tijd wordt overschreden. De hierdoor ontstane gemiddelde wachttijd bedraagt 61 minuten voor de betrokken schepen.

Berekend men voor de Volkeraksluizen en Kreekraksluizen met 100 en 50 miljoen ton laadvermogen dan bedraagt de totale wachtduur bij die sluizen resp.

$$\frac{100.10^6 \times 0{,}13 \times 61}{60 \times 100} = \text{ca. } 132.000 \text{ tonuren en}$$

$$\frac{50.10^6 \times 0{,}13 \times 61}{60 \times 100} = 66.000 \text{ tonuren/jaar}$$

2. Wachttijd bij lage waterstanden in de Eendracht

Het probleem bij de Eendracht met een bodemligging van NAP -6,00 m is vergelijkbaar met dat bij de sluisdrempels. Een complicatie is echter dat de Eendracht met een lengte van 17 km een vaartijd van ca. 1½ uur vergt.

Voor de berekening van de gemiddelde wachttijd is aangenomen dat een schipper, die bij de mond van de Eendracht aankomt, van te voren weet of hij nog gedurende 1½ uur voldoende water onder de kiel heeft. Dit betekent in feite dat de onderschrijdingsduur van de betreffende waterstand met 1½ uur wordt verlengd. Hiermee rekening houdend is de gemiddelde wachttijd berekend voor alle schepen die een bepaalde vaardiepte vragen, dus als rekengrootheid. Deze waarden van $\overline{t}_w$ zijn aangegeven in fig. 4B.

Voor de berekening van de totale wachtduur is verder gesteld dat 9 miljoen ton laadvermogen, waarvan 7½ miljoen ton duwvaart, hinder kan ondervinden. Rekening houdend met enige marge in de benodigde vaardiepte is de waarde van $\overline{t}_w$ gesteld op 6 minuten. De totale wachtduur bedraagt dan

$$\frac{9.10^6 \times 6}{60} = 900.000 \text{ tonuren/jaar.}$$

3. Wachttijd voor bruggen bij hoge waterstanden in de Eendracht

Op overeenkomstige wijze als voor de wachttijden bij sluizen is voor de vaste bruggen over de Eendracht de gemiddelde wachttijd berekend voor alle schepen met een bepaalde strijkhoogte die bij een bepaalde waterstand niet onder de bruggen kunnen passeren. De berekende waarden van $\overline{t}_w$ (rekengrootheid) zijn aangegeven in fig. 5.

De berekening van de totale wachtduur is echter gecompliceerder dan bij de sluizen doordat rekening moet worden gehouden met een bepaalde vlootsamenstelling. De schepen in de verschillende laadvermogenklassen van die vloot hebben elk weer een bepaalde frequentieverdeling van scheepshoogten.

Gesteld is dat 50 miljoen ton laadvermogen de Schelde Rijnverbinding passeert met de volgende vlootsamenstelling.

Laadvermogenklasse	% v/h aantal schepen	% v/h totaal laadvermogen	
0	5,0	0,5	
1	18,0	5,4	Gemiddeld laadv. 1085 ton.
2	28,5	14,5	
3	24,0	20,5	Voor gegevens omtrent de
4	13,0	16,2	laadvermogenklassen zie
5	7,0	12,9	fig. 6.
6	1,5	5,7	
7	3,0	24,3	
	100,0%	100,0%	

De frequentieverdelingen van scheepshoogten van de verschillende laadvermogenklasse zijn aangegeven in de figuren 7 t/m 9. Voor wat de duwvaart betreft is hierbij aangenomen dat alle duwboten hoger dan 8,60 m worden vervangen door duwboten van 8,60 m.

Met behulp van deze frequentieverdelingen en het aandeel van de verschillende klassen is de totale wachtduur voor deze klassen bepaald. Hierbij is voor de conventionele vaart gerekend met een gemiddelde beladingsgraad van 60%.

De totale wachtduur is dan als volgt berekend:

Klasse	Laadv./jaar (10^6 ton)	$\overline{t}_w$ (min.)	Wachtduur (tonuren)
3	10,25	0,01	1.708
4	8,10	0,03	4.050
5	6,45	0,60	64.500
6	2,85	9,15	434.625
7	12,15	35,14	7.115.850
		Totaal	7.620.733 tonuren/jaar

4. Vertraging door de aanwezigheid van getijstromen

a. Langsstroom

Doordat op de trajecten Volkerak-Wemeldinge en Volkerak-Kreekrak langere tijd getijstroom gehandhaafd blijft, ontstaat vertraging voor de scheepvaart.

Voor de berekening van de hieruit voortvloeiende kosten is het volgende gesteld:

De gemiddelde vaarsnelheid is 3,5 m/sec. De gemiddelde stroomsnelheid is + of - 0,5 m/sec.

Afstand Volkerak-Wemelding is 46 km.

Afstand Volkerak-Kreekrak is 35 km.

Trajekt Volkerak-Wemeldinge

Reisduur zonder getijstroom $\frac{46000}{3,5}$ = 13143 sec.

Gemiddelde reisduur met getijstroom

$\frac{1}{2}\left(\frac{46000}{4} + \frac{46000}{3}\right)$ = 13417 sec.

Verschil 274 sec.

Bij 50 miljoen ton laadvermogen per jaar komt dit neer op een verlies van $\frac{50.10^6 \times 274}{3600}$ = 3.805.555 tonuren/jaar.

Trajekt Volkerak-Kreekrak

Reisduur zonder getijstroom $\frac{35000}{3,5}$ = 10000 sec.

Gemiddelde reisduur met getijstroom

$\frac{1}{2}\left(\frac{35000}{4} + \frac{35000}{3}\right)$ = 10208 sec.

Verschil 208 sec.

Verlies bij 50 miljoen ton per jaar

$$\frac{50.10^6 \times 208}{3600} = 2.888.889 \text{ tonuren/jaar.}$$

b. Dwarsstroom

Aangenomen wordt dat gedurende twee uren per getij op het trajekt door de Oosterschelde een zodanige dwarsstroom optreedt dat duwstellen van 2 bakken lang elkaar niet kunnen ontmoeten. In een dergelijke situatie zal dus één van de duwstellen moeten wachten, hetzij bij de Kreekraksluizen, hetzij bij de zuidelijke mond van de Eendracht.

Voor de berekening van de hierdoor ontstane wachttijd is het volgende gesteld.

Per jaar passeren $\frac{50.10^6}{1085} = 46083$ schepen $(\frac{\text{totaal laadv.}}{\overline{T}})$

Vaartuigen die elkaar niet mogen ontmoeten zijn klasse 6 geladen (ongeladen vaart 2 bakken breed) en klasse 7. Het aantal betreffende vaartuigen is voor klasse 6 0,75% van 46083 vaartuigen ofwel 346 eenheden en voor klasse 7 3% van 46083 vaartuigen ofwel 1382 eenheden.
Aangenomen dat de geladen duwvaart in noordwaartse richting vaart betekent dit per jaar in noordwaartse richting 1037 eenheden en in zuidwaartse richting 691 eenheden.

Als per jaar 325 dagen wordt gevaren betekent dit resp. 3,19 en 2,13 eenheden per etmaal.

Het traject is 6 km, de gemiddelde vaarsnelheid is 12 km/uur, de vaartijd bedraagt 0,5 uur en de gemiddelde wachttijd 15 min. (voor de schepen die moeten wachten).

Voor de berekening is gesteld dat zodra een betreffende eenheid zich op het traject bevindt, dit geblokkeerd is voor een eventuele betreffende tegenligger.

De berekening van de wachtduur verloopt als volgt:

1. Zuidgaande vaart blokkeert het traject.

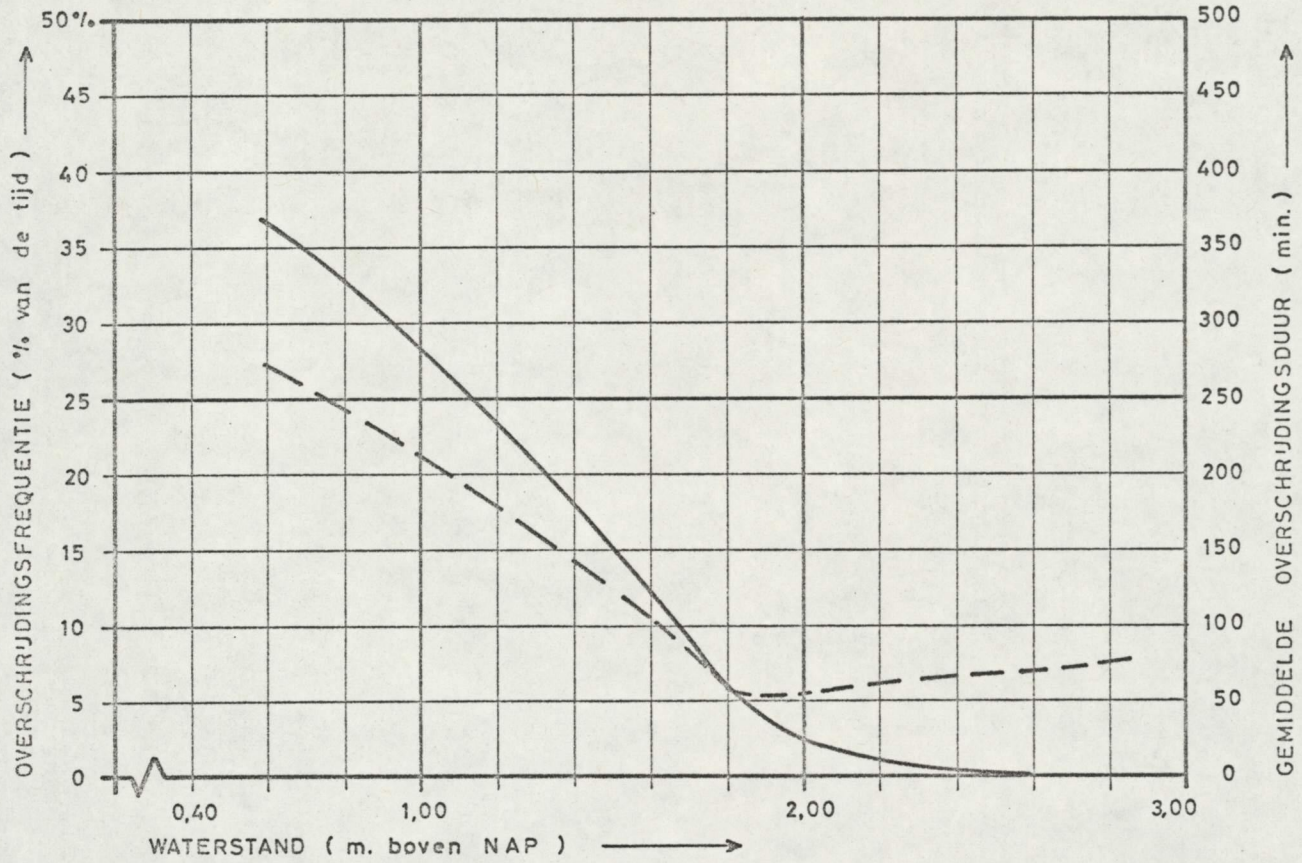
   Per uur $\frac{2,13}{24} = 0,088$ zuidgaande eenheden die het traject gedurende 0,044 uren ofwel 4,4% van de tijd blokkeren. Noordgaande vaart per uur $\frac{3,19}{24} = 0,133$ eenheden waarvan 4,4% is 0,0058 eenheden worden geconfronteerd met 15 minuten vertraging.

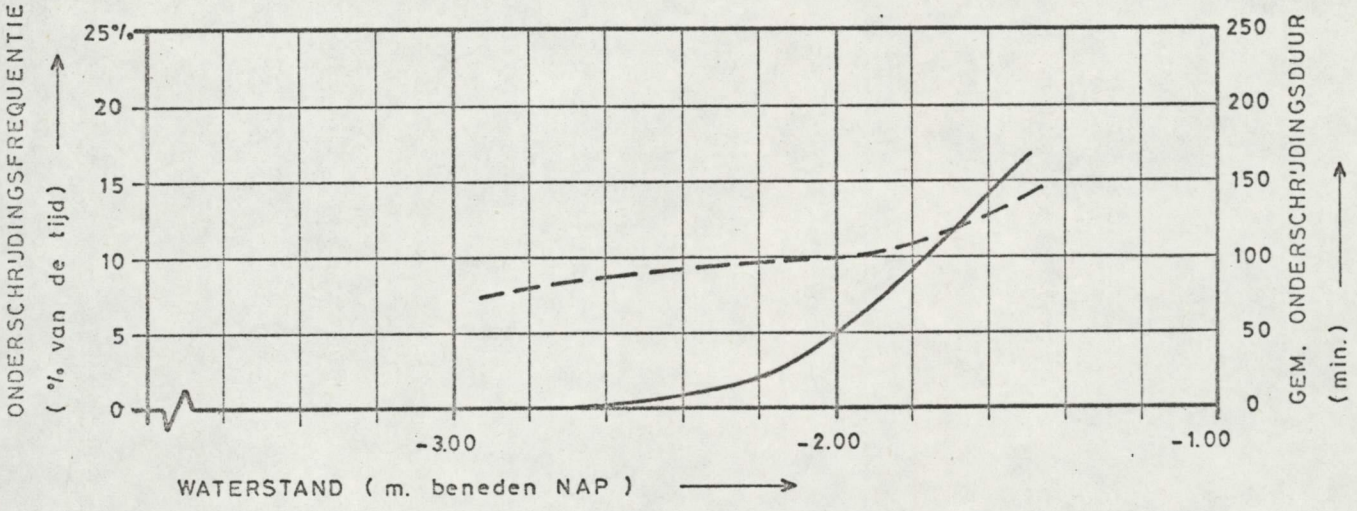
Per jaar zijn 325 x 4 = 1300 uren met dwarsstroom, dit betekent voor de noordgaande vaart 1300 x 0,0058 x $\frac{15}{60}$ = 1,88 scheepsuren vertraging. Het gemiddelde laadvermogen in noordwaartse richting is 7238 ton, de wachtduur bedraagt dus 1,88 x 7238 = 13608 tonuren/jaar.

2. Noordgaande vaart blokkeert de vaarweg

Hierbij geldt dat in een uur de vaarweg gedurende 0,067 uur ofwel 6,7% van de tijd wordt geblokkeerd. De wachtduur voor de zuidgaande vaart bedraagt $\frac{6,7 \times 0,088 \times 1300 \times 15}{60 \times 100}$ = 1,92 scheepsuren. Bij een gemiddeld laadvermogen van 8800 ton komt dit neer op 16896 tonuren per jaar.

Als wordt gesteld dat, gezien de lage frequentie, de situaties onafhankelijk van elkaar voorkomen dan bedraagt de totale wachtduur 30504 tonuren per jaar.



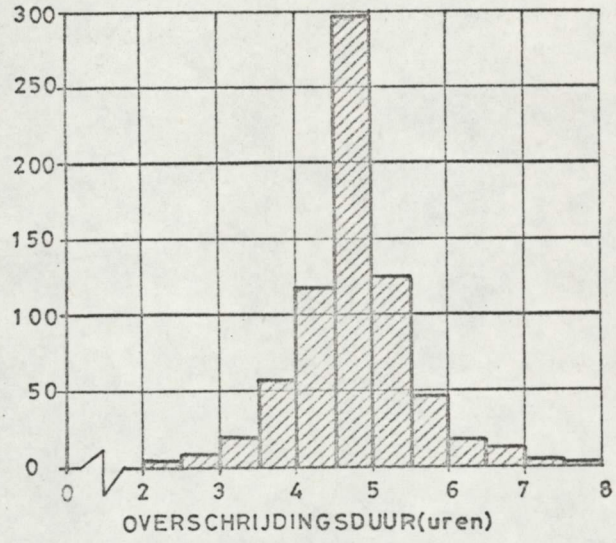


——— Overschrijdings- of onderschrijdingsfrequentie van de waterstand

– – – – Gemiddelde duur van de over- of onderschrijding

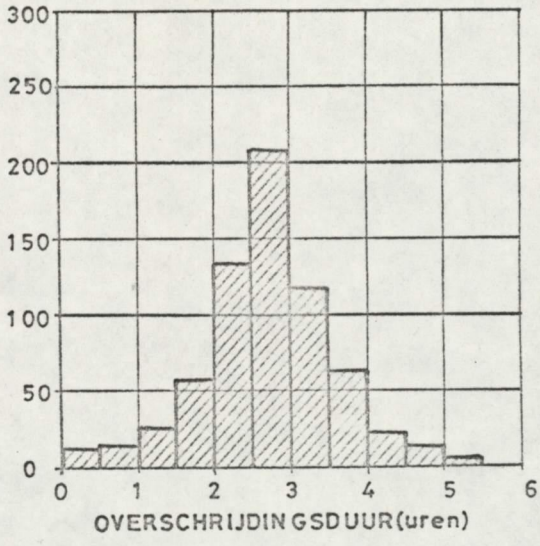
FREQUENTIE VAN HOGE EN LAGE WATERSTANDEN			Fig. 1
	SCHAAL:		
RIJKSWATERSTAAT DIENST VERKEERSKUNDE HOOFDAFDELING SCHEEPVAART	get.	gez.	Nr. 75.23

AANTAL MALEN PER JAAR DAT DE WATERSTAND GEDURENDE DE AANGEGEVEN TIJD WORDT OVERSCHREDEN



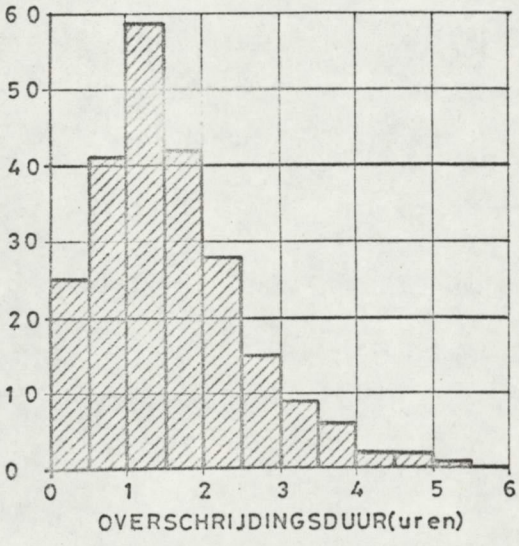
N.A.P = + 0,60 m

Totale overschrijdingsduur = 3210 uur



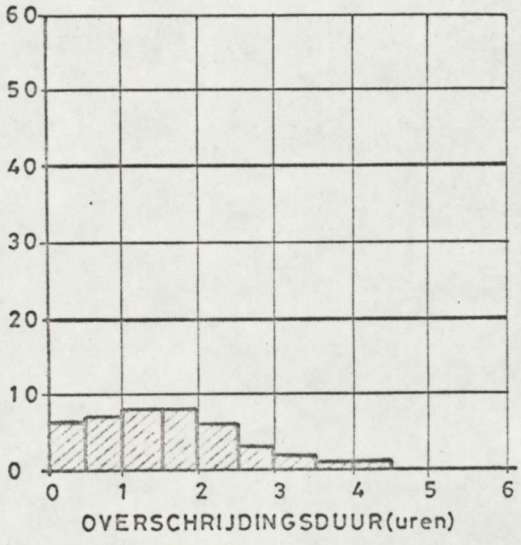
N.A.P = + 1,40 m

Totale overschrijdingsduur = 1589 u



N.A.P = + 2.00 m

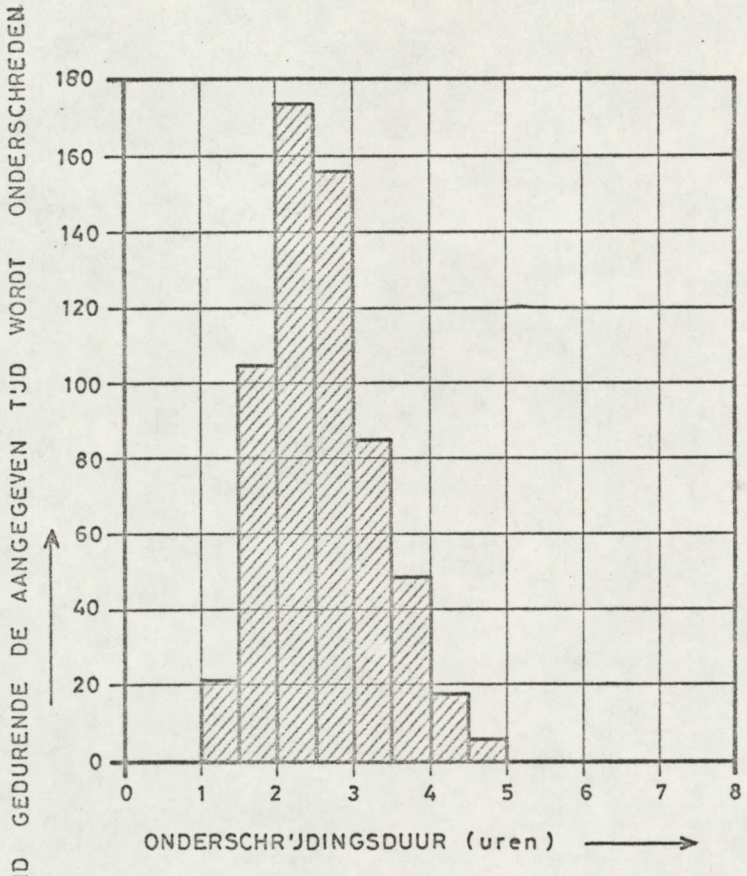
Totale overschrijdingsduur = 211 uur



N.A.P = + 2.40 m

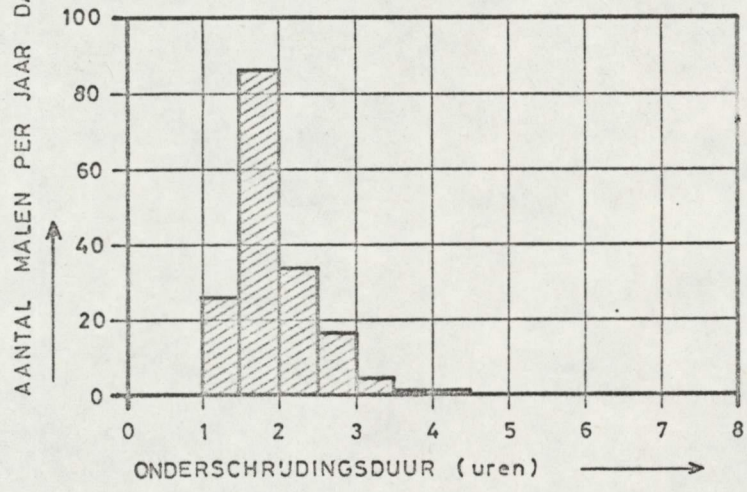
Totale overschrijdingsduur = 48 uur

OVERSCHRIJDINGSFREQUENTIE VAN HOGE WATERSTANDEN		Fig. 2
	SCHAAL:	
RIJKSWATERSTAAT DIENST VERKEERSKUNDE HOOFDAFDELING SCHEEPVAART	get. 23-7-75 O.W. / gez.	Nr. 75.23



N.A.P - 1.50 m.

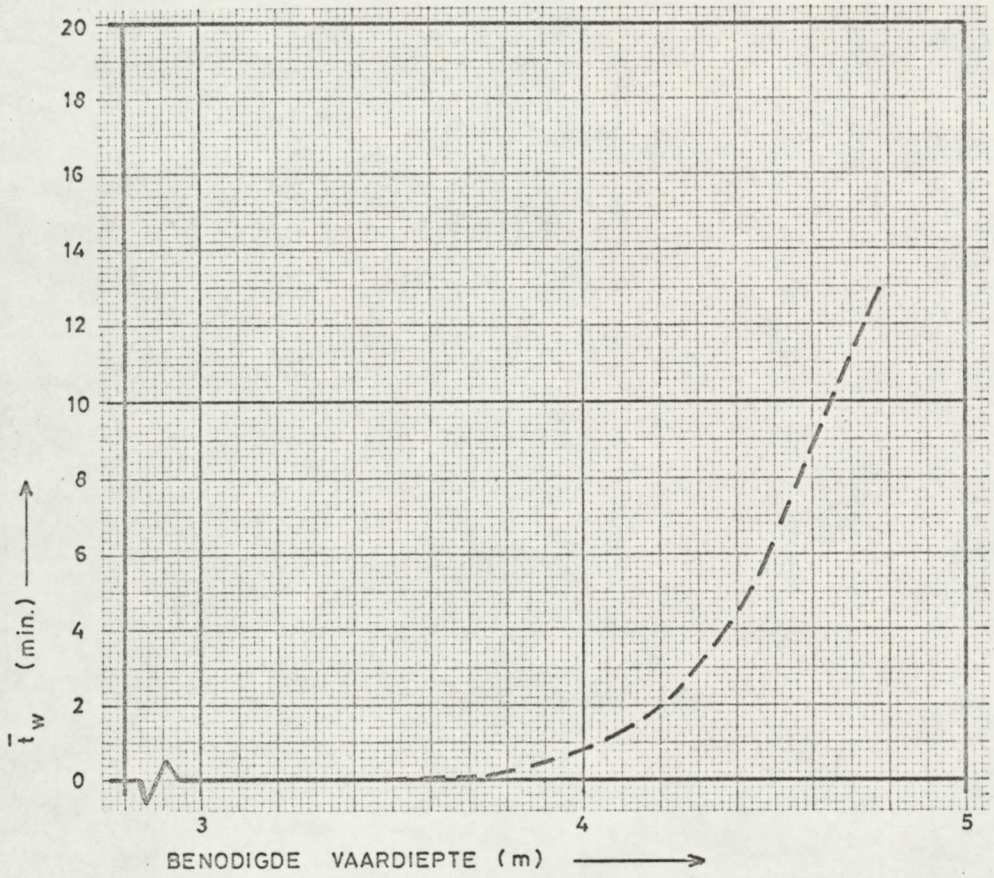
Totale onderschrijdingsduur = 1436 u.



N.A.P - 2.10 m.

Totale onderschrijdingsduur = 279 u.

ONDERSCHRIJDINGSFREQUENTIE VAN LAGE WATERSTANDEN		Fig. 3
	SCHAAL:	
RIJKSWATERSTAAT DIENST VERKEERSKUNDE HOOFDAFDELING SCHEEPVAART	get. / gez.	Nr. 75.23

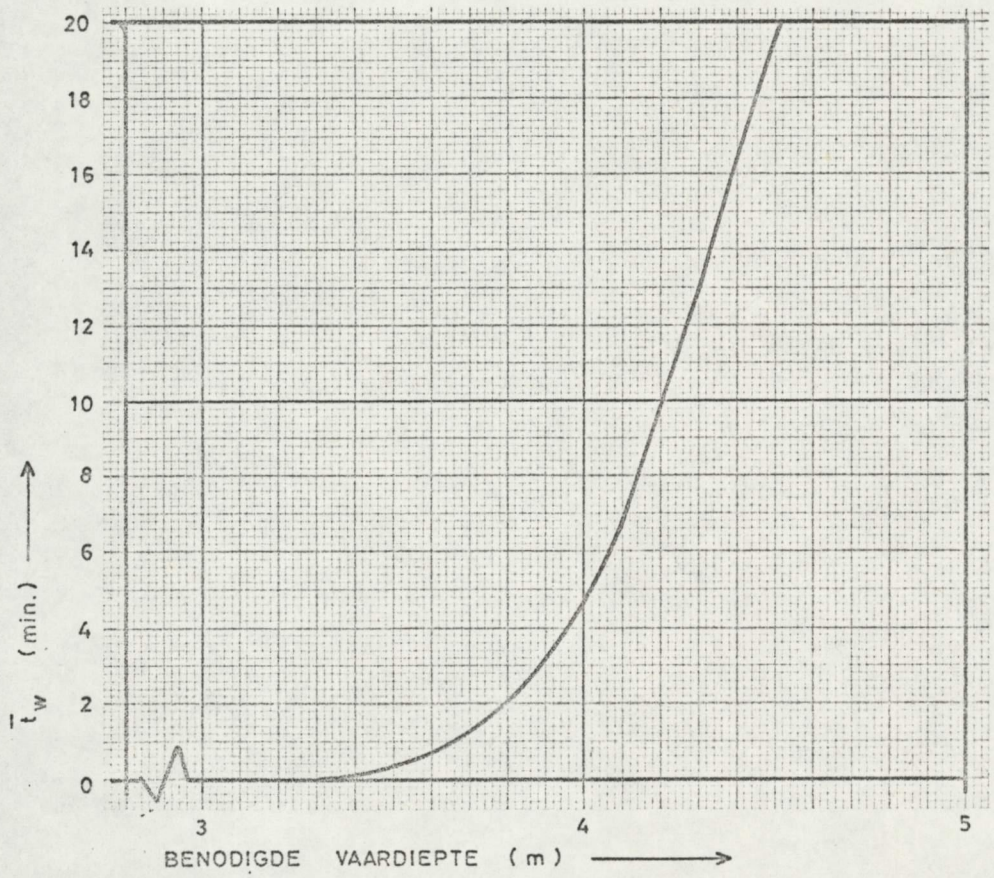


VOLKERAKSLUIZEN

KREEKRAKSLUIZEN

Drempeldiepte
N.A.P - 6.25 m

A



EENDRACHT

Bodemdiepte
N.A.P - 6.00 m

B

VERBAND TUSSEN DE BENODIGDE VAARDIEPTE EN DE GEMIDDELDE WACHTTIJD BIJ SLUIZEN EN BIJ HET TRAJEKT DOOR DE EENDRACHT

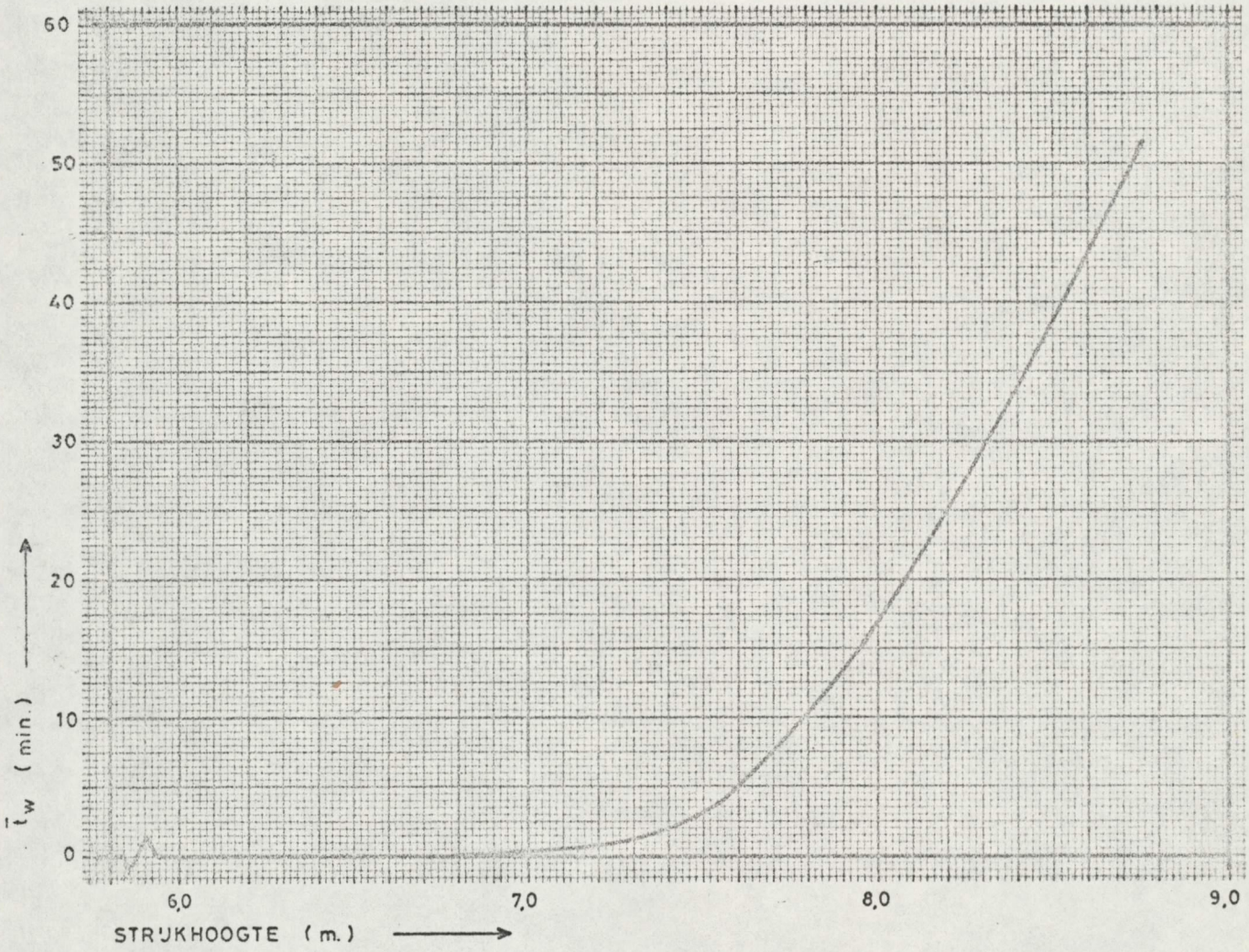
Fig. 4

SCHAAL:

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEERSKUNDE
HOOFDAFDELING SCHEEPVAART

get.	gez.
Bl	

Nr. 75.23



Uitgangspunten: Onderkant brug op NAP + 9,85 m

Schrikhoogte 0,50 m

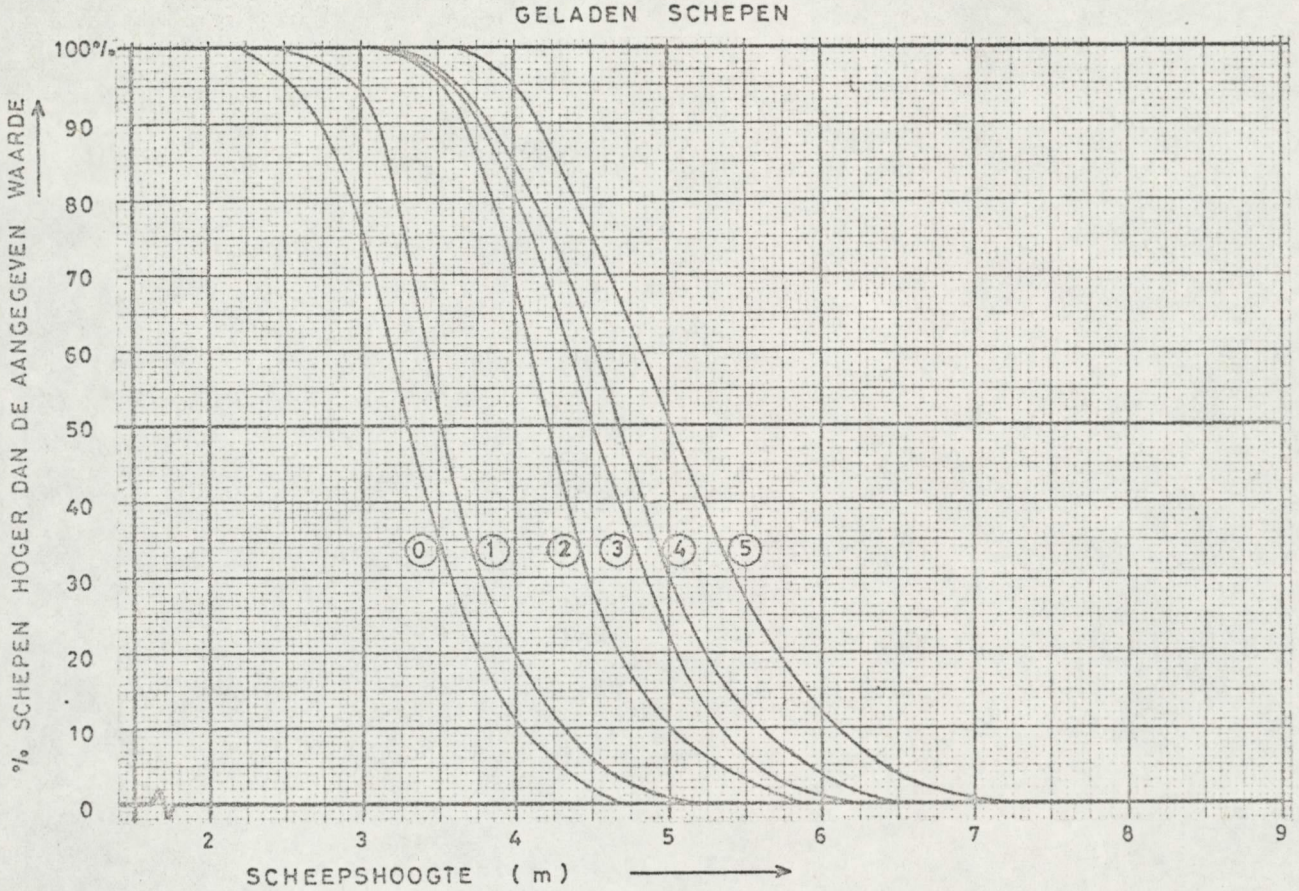
$\bar{t}_w$ = Gemiddelde wachttijd voor schepen met de aangegeven hoogte

VERBAND TUSSEN SCHEEPSHOOGTE EN DE GEMIDDELDE WACHTTIJD BIJ BRUGGEN OVER DE SCHELDE-RIJN VERBINDING.		Fig. 5
	SCHAAL:	
RIJKSWATERSTAAT DIENST VERKEERSKUNDE HOOFDAFDELING SCHEEPVAART	get. 11-8-75 / gez.	Nr. 75.23

Gegevens laadvermogenklassen.

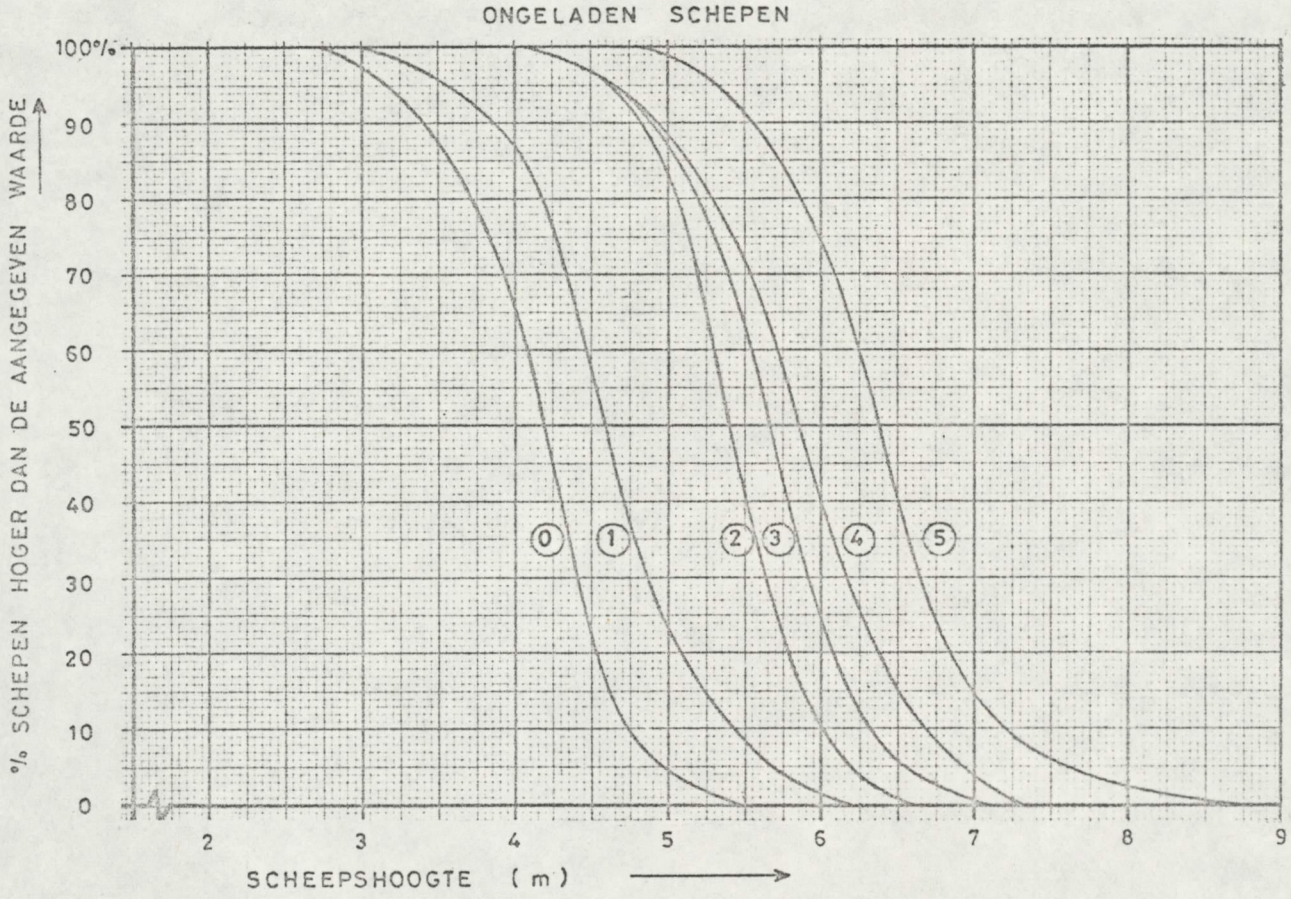
laadverm. klasse nr.	klassegrenzen tonnage	standaardschip									
		laadverm. tonnen	lengte m	breedte m	diepgang m	motor-verm. pk.	opp.dwarsprofiel m^2		waterverpl. m^3		l x b m^2
							gel.	leeg	gel.	leeg	
0	50- 199	125	25,0	4,6	1,6	60	7,4	1,8	165	40	115
1	200- 449	325	39,0	5,1	2,3	140	11,7	3,0	425	100	200
2	450- 749	550	50,0	6,6	2,5	260	16,5	4,6	710	160	330
3	750-1149	925	67,0	8,2	2,5	520	20,5	6,8	1180	255	550
4	1150-1549	1350	80,0	9,5	2,6	730	24,7	9,3	1740	390	760
5	1550-2549	2000	95,0	11,5	2,7	1100	31,0	12,3	2600	600	1090
6	2550-4999	4100	175,0	11,4	3,0	1200	34,2	17,0	5150	1050	2000
7	⩾ 5000	8800	185,0	22,8	3,2	2500	73,0	17,0	10600	1800	4220

Fig.6
Nr. 75.23



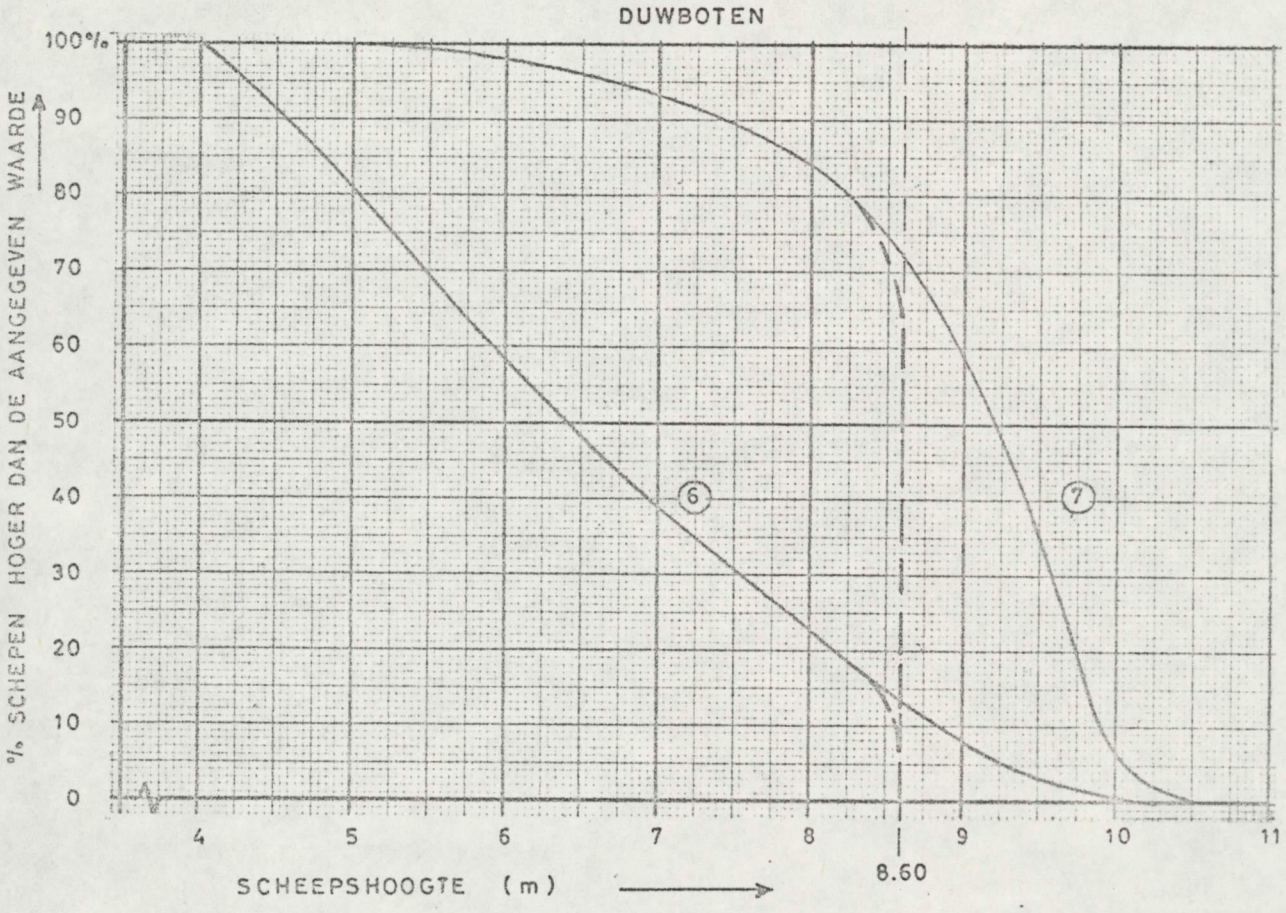
GEGEVENS UIT SCHEEPSHOOGTEMETINGEN
VAN 18 AUGUSTUS t/m 14 SEPTEMBER 1973
NABIJ DE SPOORBRUG OVER DE OUDE MAAS
TE DORDRECHT

FREQUENTIE VAN SCHEEPSHOOGTEN KLASSE 0 t/m 5 (motor- en sleepschepen)		Fig. 7
	SCHAAL:	
RIJKSWATERSTAAT DIENST VERKEERSKUNDE HOOFDAFDELING SCHEEPVAART	get. 23-7-75 O.W. / gez.	Nr. 75.23



GEGEVENS VAN SCHEEPSHOOGTEMETINGEN
VAN 18 AUGUSTUS t/m 14 SEPTEMBER 1973
NABIJ DE SPOORBRUG OVER DE OUDE MAAS
TE DORDRECHT

FREQUENTIE VAN SCHEEPSHOOGTEN KLASSE 0 t/m 5 (motor-en sleepschepen)		Fig. 8
	SCHAAL:	
RIJKSWATERSTAAT DIENST VERKEERSKUNDE HOOFDAFDELING SCHEEPVAART	get. 23-7-'75 O.W. / gez.	Nr. 75.23



——— GEGEVENS UIT WAARNEMINGEN OP DE OUDE MAAS BIJ DORDRECHT IN DE PERIODE 14 AUGUSTUS t/m 9 OKTOBER 1973

– – – FREQUENTIE VAN SCHEEPSHOOGTEN ALS DE DUWBOTEN HOGER DAN 8.60 m WORDEN VERVANGEN DOOR DUWBOTEN MET EEN HOOGTE VAN 8.60 m.

FREQUENTIE VAN SCHEEPSHOOGTEN KLASSE 6 EN 7 (duwvaart)			Fig. 9
	SCHAAL:		
RIJKSWATERSTAAT DIENST VERKEERSKUNDE HOOFDAFDELING SCHEEPVAART	get. 23-7-75 O.W.	gez.	Nr. 75.23