

bx

79030

DOORSTROOMOPENING BRUG HUIZEN

februari 1973



DIENST DER ZUIDERZEEWERKEN

DIENST DER ZUIDERZEEWERKEN

's-Gravenhage

Rijkswaterstaat
directie IJsselmeergebied
bibliotheek
postbus 600
8200 AP LeystadDoorstroomopening brug bij HuizenInhoud

1. Inleiding
2. Stroming ten gevolge van verschil in waterbezwaar
3. Windstroming
 - 3.1. De opwaaiing
 - 3.2. De toelaatbare stroomsnelheden
 - 3.3. Berekening van de opwaaiing.
4. Berekening van de stroomsnelheden
5. Conclusies.

Bijlagen

- I. Berekening opwaaiing tijdelijke toestand
- II. Berekening opwaaiing definitieve toestand
- III. Afstanden opwaaiingscentra
- IV. Berekening stroomsnelheden tijdelijke toestand
- V. Berekening stroomsnelheden definitieve toestand

bx
79030

Doorstroomopening brug bij Huizen

1. Inleiding

Ten oosten van het uitbreidingsplan "De Oostermeent" nabij Huizen is een brugverbinding ontworpen tussen de zuidkust van het IJsselmeer en Zuidelijk Flevoland.

De doorstroomopening in deze verbinding tussen Gooimeer en Eemmeer dient zo groot te zijn dat de scheepvaart zelden hinder ondervindt van te grote stroomsnelheden en dat geen gevaarlijke ontgrondingen optreden.

Stroming ter plaatse van de brug treedt op:

- a) door verschil in waterbezwaar per eenheid van oppervlakte van de meren ter weerszijden van de brug, of
- b) wanneer de waterstanden ter weerszijden van de brug verschillen door opwaaiing.

Bij het bepalen van de maatgevende omstandigheden dient naast de definitieve toestand ook de tijdelijke toestand te worden beschouwd waarbij alleen de dijk Lelystad-Enkhuizen gereed is. De definitieve toestand hangt enigszins af van de inrichting van het Markerwaardgebied. Hoe de beslissing ten aanzien van de inpoldering van de Markerwaard echter uitvalt, te verwachten is dat in elk geval een IJmeerboezem zal ontstaan, b.v. ongeveer zoals aangegeven is op bijlage III (zie ook nota 276 van de Dienst der Zuiderzeewerken "Beschouwingen over de Markerwaard"). De vorm van deze boezem heeft weinig invloed op de afmetingen van de doorstroomopening.

De dijk Lelystad-Enkhuizen zal in 1975 worden gesloten. Het begin van de bouw van de brug is gepland in 1975, terwijl volgens de huidige planning de noordelijke dijk van de IJmeerboezem in 1980 gereed zal zijn. Hieruit volgt dat de tijdelijke toestand waarschijnlijk slechts ca. 5 jaren zal duren.

2. Stroming tengevolge van verschil in waterbezwaar.

Het waterbezwaar op de IJmeerboezem (gevormd door Eemmeer, Gooimeer, IJmeer en Oostvaardersdiep) is ongelijkmatig verdeeld. Het maximum waterbezwaar op de IJmeerboezem ten westen van Muiderberg bedraagt ongeveer $385 \text{ m}^3/\text{sec.}$, terwijl het maximum waterbezwaar van het Gooien Eemmeer tezamen ongeveer $75 \text{ m}^3/\text{sec.}$ bedraagt. Tengevolge van dit verschil zal in perioden van groot waterbezwaar een stroming in oostelijke richting ontstaan zodanig dat de waterstandsverhoging op de IJmeerboezem tengevolge van waterbezwaar uiteindelijk overal even groot is.

Een ongunstige toestand ten aanzien van de waterbezwaarstroming treedt op als in perioden van groot waterbezwaar de IJmeerboezem niet kan lozen op het IJsselmeer (via de Houtribsluizen) of op het Noordzeekanaal en als in deze toestand met gestremde lozing IJmeerboezem en Veluwemeerboezem (de randmeren van Nijkerk tot Roggebotsluis) gemeen worden gelegd teneinde de IJmeerboezem te ontlasten. In deze toestand van gestremde lozing is het uiteraard ook mogelijk de IJmeerboezem gemeen te leggen met de westelijke randmeren van de Markerwaard. Dit zal echter, gezien het relatief geringe maximum waterbezwaar op het Eemmeer ($75 \text{ m}^3/\text{sec.}$) minder stroming door de brug bij Huizen tot gevolg hebben dan het gemeen leggen van IJmeerboezem en Veluwemeerboezem. Dit geval kan dus buiten beschouwing blijven. De oppervlakten en maximum waterbezwaren van de verschillende boezemonderdelen zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

	Oppervlakte in ha.	Max.waterbezwaar in $\text{m}^3/\text{sec.}$
IJmeerboezem ten westen brug bij Huizen	13.000	385
Eemmeer	1.500	75
Veluwemeerboezem	6.500	70

Opdat IJmeerboezem en Veluwemeerboezem bij gestremde lozing evenveel oplopen moet op de IJmeerboezem ten westen van de brug bij de Oostermeent worden geborgen:

$$\frac{13.000}{13.000 + 1.500 + 6.500} \times (385 + 75 + 70) \approx 330 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

Door de brugopening bij de Oostermeent dient dan dus $385 - 330 = 55 \text{ m}^3/\text{sec.}$ af te stromen.

Als de gestremde lozing naar het IJsselmeer is opgeheven gaan zowel de Houtrib- als de Roggebotsluizen spuien.

Omdat de stromingsweerstand van de Veluwemeerboezem groter is dan die van de IJmeerboezem, zal de waterscheiding tussen de afwateringsgebieden van de beide genoemde sluizen ergens in het Veluwemeer liggen (aangenomen dat Veluwemeerboezem en IJmeerboezem ook na het opheffen van de gestremde lozing gemeen blijven liggen).

Als, evenals in nota 267 van de Dienst der Zuiderzeewerken (blz. 24) wordt aangenomen dat:

- a) de waterscheiding tussen IJmeer- en Veluwemeerboezem bij Harderwijk ligt,
- b) het maximum bezwaar nog aanwezig is,
- c) de IJmeer- en Veluwemeerboezem met 10 cm per etmaal worden afgespuid,

dan kan worden berekend hoe groot de stroming in westelijke richting door de brug bij Huizen in dit geval zal zijn (zie de onderstaande tabel).

Veluwemeer-zuid	opp. 2.500 ha	max. waterbezwaar	20 m ³ /sec.
Eemmeer	opp. 1.500 ha	max. waterbezwaar	75 m ³ /sec.
10 cm per etmaal afspuien over 2.500+1.500= 4.000 ha, d.i.			45 m ³ /sec.
totaal			140 m ³ /sec.

Het blijkt dus dat de stroming in westelijke richting het grootste debiet teweeg brengt. Als ongunstigste geval moet dus met voldoende klein verval $140 \text{ m}^3/\text{sec.}$ door de brugopening kunnen stromen in de definitieve toestand.

De tijdelijke toestand (dijk Enkhuizen-Lelystad gereed) is voor wat betreft de stroming tengevolge van verschil in waterbezwaar gunstiger dan de definitieve toestand.

3. Windstroming.

3.1 De opwaaiing.

Teneinde de stroomsnelheid in de brugopening te kunnen berekenen is het noodzakelijk de waterstandsverschillen die optreden t.g.v. opwaaiing te bepalen.

Betreffende de tijdelijke toestand (dijk Lelystad - Enkhuizen gereed) en de definitieve toestand kunnen geen waarnemingen aanwezig zijn.

De opwaaiing zou afgeleid kunnen worden uit waarnemingen van de huidige toestand, maar deze duurt nog te kort om voor dit doel voldoende waarnemingsmateriaal te leveren. Daarom wordt de opwaaiing berekend met de formule

$$W = \frac{w \cdot l}{d}$$

waarin: W = opwaaiing in cm over een bepaald traject

w = het opwaaiingsgetal

l = lengte van het traject in km

d = maatgevende diepte in m

$$w = \alpha \cdot v^2 \cdot \cos \varphi$$

waarin: α = opwaaiingscoëfficiënt

v = windsnelheid in m/sec.

φ = hoek tussen windrichting en het traject.

De coëfficiënt α bedraagt voor het IJsselmeer 0,036. Voor de randmeren kan, zoals blijkt uit een onderzoek naar de opwaaiing op het Veluwemeer-Noord en het Zwarte Meer, worden aangehouden $\alpha = 0,020$.

In de nota "Stromingen in verbindingen tussen meren" door Mazure en Volker, 1942, wordt onderscheid gemaakt tussen:

opwaaiing die één of twee maal per jaar voorkomt,

opwaaiing die éénmaal per 10 à 20 jaar voorkomt,

en opwaaiing die in zeer uitzonderlijke gevallen voorkomt.

Uit deze nota blijkt dat voorstromingen in verbindingen tussen meren vooral de tijdsduur waarin een opwaaiing c.q. afwaaiing zich ontwikkelt van belang is.

Op grond van ervaringen elders en op grond van onderzoek in het IJsselmeergebied komen Mazure en Volker tot de konklusies dat (bijbehorende $\alpha = 0,036$):

- a) voor de opwaaiing die één of twee keer per jaar voorkomt kan worden gerekend met een toe- of afname van het opwaaiingsgetal w in 4 uur met 6,5.
- b) Voor de opwaaiing die éénmaal per 10 à 20 jaar voorkomt kan worden gerekend met een toe- of afname van w in 5 uur met 16.
- c) Voor de opwaaiing die slechts in zeer uitzonderlijke gevallen voorkomt (bijvoorbeeld eens per 100 jaar) kan worden gerekend met een toe- of afname van w in 2,5 uur met 23.

Er zijn geen redenen nu af te wijken van de indertijd door Mazure en Volker bepaalde veranderingen van het opwaaiingsgetal. Wel zal, voor de randmeren moeten worden gecorrigeerd voor de afwijkende α ; voor de opwaaiing aldaar moet worden toegepast $\frac{0,020}{0,036}$ maal de onder a, b en c aangegeven toename c.q. afname van de opwaaiingsgetallen.

3.2 De toelaatbare stroomsnelheden.

Op grond van ervaringen elders en op grond van onderzoek in het IJsselmeergebied komen Mazure en Volker in de reeds genoemde nota "Stromingen in verbindingen tussen meren" tot de konklusies dat

- a) de toelaatbare gemiddelde stroomsnelheid bedraagt in het geval van een opwaaiing die één of twee maal per jaar voorkomt 1,0 m/sec
- b) De toelaatbare gemiddelde stroomsnelheid bedraagt in het geval van een opwaaiing die éénmaal per 10 à 20 jaar voorkomt 1,5 m/sec.
- c) De toelaatbare gemiddelde stroomsnelheid bedraagt in het geval van een opwaaiing die in zeer uitzonderlijke gevallen voorkomt 2,5 m/sec.

Er zijn geen redenen nu af te wijken van de indertijd bepaalde toelaatbare stroomsnelheden.

De toelaatbare stroomsnelheid in geval c is gebaseerd op de stabiliteit van het kunstwerk. Volgens Mazure en Volker wordt normaal zinkwerk met een normale bestorting niet ernstig aangetast door een - slechts een aantal uren aanhoudende - stroomsnelheid van 2,5 m/sec. wel kan een dergelijke stroomsnelheid in onbeschermd grond binnen korte tijd tot belangrijke ontgrondingen leiden.

3.3 Berekening van opwaaiing.

De opwaaiing wordt, zoals in het voorgaande is uiteengezet, berekend met de formule

$$W = \frac{w \cdot l}{d}$$

en voor de in punt 3.1 vermelde frequenties. In de tijdelijke toestand (dijk Lelystad-Enkhuizen gereed) wordt onderscheiden opwaaiing op het gedeelte ten noorden van Zuidelijk Flevoland ("Markermeer") waarvoor geldt $\alpha = 0,036$ en opwaaiing op de randmeren; hiervoor geldt $\alpha = 0,020$. Er wordt eigenlijk berekend het waterstandsverschil W_T ter weerszijden van de brugverbinding bij Huizen, uitgaande van de veronderstelling dat deze verbinding volledig gesloten is en dat de overige insnoeiingen van de meren geen belemmering voor de waterbeweging tussen de meren veroorzaken. Het werkelijke optredende verschil zal kleiner zijn dan het berekende; hoeveel is afhankelijk van de afmetingen van de opening. Uit de berekeningen volgt (zie de bijlage I) dat voor W_T aangehouden kan worden in de tijdelijke toestand:

1 à 2 keer per jaar	$W_T = 70$ cm
1 keer per 10 à 20 jaar	$W_T = 180$ cm
in zeer uitzonderlijke gevallen	$W_T = 255$ cm.

In de definitieve toestand hebben wij alleen te maken met opwaaiing in randmeren ($\alpha = 0,020$).

Uit de berekeningen volgt (zie de bijlage II) dat voor W_T aangehouden kan worden in de definitieve toestand:

1 à 2 keer per jaar	$W_T = 50$ cm
1 keer per 10 à 20 jaar	$W_T = 120$ cm
in zeer uitzonderlijke gevallen	$W_T = 175$ cm.

Bij de berekeningen is uitgegaan van de huidige diepte van de meren. In de toekomst worden het IJmeer en Gooimeer echter dieper door zandwinning.

Hierdoor wordt de opwaaiing kleiner.

Teneinde een indicatie te krijgen van de betrouwbaarheid van de bovenomschreven berekeningswijze zijn de onderstaande gegevens vergeleken:

- Opwaaiing te Nijkerk, zoals blijkt uit waterstandswaarnemingen in de periode 1933-1936, met een frequentie van 1 à 2 maal per jaar: 0,85 m.
- Opwaaiing te Nijkerk, zoals blijkt uit waterstandswaarnemingen in de periode mei 1966-september 1971, met een frequentie van 1 à 2 maal per jaar: 0,75 m.

c) Opwaaiing bij de brug bij Huizen zoals die zou zijn in de fase Zuidelijk Flevoland gereed en dijk Lelystad-Enkhuizen nog niet klaar, met een frequentie van 1 à 2 maal per jaar, berekend zoals in het voorgaande is omschreven: 90 cm.

Vergelijkt men c) met a) en b), dan zou men kunnen afleiden dat de via berekening gevonden waarden voor de opwaaiing aan de hoge kant zijn.

Daar ook andere brugverbindingen over de meren een vermindering van het waterstandsverschil W_T ten gevolge zullen hebben, zijn in de verdere berekeningen de volgende iets gereduceerde W_T waarden aangehouden:

W_T tijdelijke toestand (dijk Lelystad-Enkhuizen gereed).

1 à 2 keer per jaar	$W_T = 60$ cm
1 keer per 10 à 20 jaar	$W_T = 150$ cm
in zeer uitzonderlijke gevallen	$W_T = 220$ cm.

W_T definitieve toestand:

1 à 2 keer per jaar	$W_T = 40$ cm
1 keer per 10 à 20 jaar	$W_T = 100$ cm
in zeer uitzonderlijke gevallen	$W_T = 145$ cm.

4. Berekening van de stroomsnelheden.

De maximale stroomsnelheden t.g.v. windstroming zijn te berekenen met de volgende formules, ontleend aan de reeds eerder genoemde nota "Stromingen in verbindingen tussen meren".

$$Z_T = W_T + \frac{1}{2}m^2 - m\sqrt{\frac{1}{2}m^2 + W_T}$$

$$m = \frac{2 A T}{3 O}; \quad O = \frac{O_1 \times O_2}{O_1 + O_2}; \quad S_T = A \sqrt{Z_T}; \quad V_T = \frac{S_T}{F}$$

waarin: W_T = maatgevend waterstandsverschil in m door windeffekt in T uur.

Z_T = maatgevend verval over de verbinding in m

O_1 en O_2 = oppervlakten van de beide meren aan weerszijden van de doorstroming

S_T = maximum debiet in m³/sec.

F = netto doorstroomopening in m²

V_T = maximum stroomsnelheid in m/sec.

A = een afvoercoëfficiënt, die afhankelijk is van de afmetingen van de brugopening.

De coëfficiënt A kan bij benadering worden berekend uit:

$$A = \frac{1}{\sqrt{\frac{L}{c^2 F^2 h} + \frac{8}{\sqrt{c^2 h^3 b}} + \frac{1}{2g F^2}}}$$

waarin: L = lengte van de verbindingsgeul in m

c = coëfficiënt van de Chézy in m^{1/2}/sec.

F = netto doorstroomopening in m²

h = diepte van de doorstroomopening in m

b = breedte van de doorstroomopening in m

g = versnelling van de zwaartekracht (9,81 m/sec²)

De berekening geschiedt nu door een bepaalde doorstroomopening aan te nemen en de daarin optredende stroomsnelheden te berekenen met behulp van de bovenstaande formules. Uit een aantal te berekenen gevallen zal de gunstigste doorstroomopening worden gekozen.

Na enkele oriënterende berekeningen wordt gekozen voor het berekenen van drie dwarsprofielen, te weten:

$$F_1 = 675 \text{ m}^2$$

$$F_2 = 900 \text{ m}^2$$

$$F_3 = 1125 \text{ m}^2$$

Bij de berekening wordt in eerste instantie de diepte 4,5 m aangehouden omdat een dwarsprofiel met deze diepte kan worden verruimd zonder in al te grote diepten te vervallen.

Bij de berekening zijn voor W_T en T de in punt 3 gevonden waarden aangehouden.

O_1 en O_2 in de tijdelijke en definitieve toestand kunnen rechtstreeks worden berekend. Voor het berekenen van de coëfficiënt A wordt voor de lengte L van de verbindingsgeul aangehouden 600 m. Deze lengte is iets korter gekozen dan die van de verbindingsgeul van de brug bij Muiderberg, (deze heeft een lengte van 800 m) omdat de situering van de overbrugging bij Huizen voor de scheepvaart waarschijnlijk gunstiger is dan de overbrugging bij Muiderberg. De praktijk tot nu toe heeft uitgewezen dat de overbrugging bij Muiderberg, met een verbindingsgeul lang 800 m, geen nautische problemen heeft opgeleverd. De coëfficiënt c van de Chézy wordt berekend met de formule

$$c = 18 \log \frac{12R}{k_D} \quad (\text{m}^{\frac{1}{2}}/\text{sec.})$$

waarin: R = de hydraulische straal

k_D = afmeting, kenmerkend voor de wandruwheid; aangehouden wordt $k_D = 0,04$ m.

Voor de berekening zelf wordt verwezen naar de bijlagen IV en V.

Uit punt 2 volgt dat in het ongunstigste geval $140\text{m}^3/\text{sec.}$ door de brugopening moet kunnen stromen t.g.v. verschil in waterbezwaar. Bij de dwarsprofielen F_1 , F_2 en F_3 zou dit een stroomsnelheid betekenen, groot respectievelijk 0,21, 0,16 en 0,12 m/sec.

5. Konklusies.

Uit punt 4 wordt duidelijk dat de windstroming maatgevend is voor het bepalen van de doorstroomopening.

Uit de bijlagen IV en V blijkt, indien de in punt 3 gestelde normen worden aangehouden, dat het te bepalen profiel tussen F_1 en F_2 zal liggen.

Alleen in de tijdelijke toestand zouden bij de keuze van dat profiel in zeer uitzonderlijke gevallen te hoge stroomsnelheden optreden. Aangezien de tijdelijke toestand slechts een beperkt aantal jaren zal duren (er zal in elk geval een waterscheiding worden gemaakt tussen het "Markermeer" enerzijds en het Oostvaardersdiep anderzijds) wordt het geoorloofd geacht de zeer uitzonderlijke gevallen in de tijdelijke toestand buiten beschouwing te laten.

Bij het bepalen van het toe te passen dwarsprofiel moet eveneens worden beschouwd het eventueel aanbrengen van zinkstukken rond de pijlers of mogelijk over nog grotere oppervlakte. Bij de brug bij Muiderberg is geen bezinking aangebracht; wel is naderhand een bestorting aangebracht ter plaatse van ontgrondingen nabij de pijlers.

In de jaren 1967 t/m 1971 is bijna 7.000 ton bestorting (grof grind en betonresten) aangebracht, de kosten hiervan bedroegen ongeveer f 175.000,--.

Op grond van de in punt 4 berekende stroomsnelheden wordt het aanvaardbaar geacht voor de brug bij Huizen een netto dwarsprofiel groot $\sim 800 \text{ m}^2$ te kiezen, iets kleiner dan de doorstroomopening van de brug bij Muiderberg (900 m^2), en te volstaan met een bodembescherming direct rond de pijlers.

Zoals vermeld staat in punt 4 is bij de berekening een diepte groot 4,5 m aangehouden.

Het invoeren van een andere diepte in de berekening (3m of 6m b.v.) met behoud van het dwarsprofiel van 800 m^2 heeft een verwaarloosbaar kleine afwijking van het berekende dwarsprofiel tot gevolg.

Bij toepassing van een diepte groot 4,5 m en een taludhelling 1:4 zou het gekozen profiel leiden tot een netto bodembreedte van $\sim 160 \text{ m}$ en een breedte op N.A.P. van $\sim 190 \text{ m}$.

Aan weerszijden van de brug moeten stroomgeleidende dammen worden aangelegd om dwarsstromingen en scheve toestroming t.g.v. vernauwing van het profiel te voorkomen met het oog op hinder voor de scheepvaart.

Bij het ontwerp van de pijlers moet rekening worden gehouden met een eventuele toekomstige bodemverdieping tot N.A.P. - 6 m. Vooral tijdens de bouw en in de eerste jaren na het gereedkomen van de brug moet de bodemligging in de omgeving van de pijlers regelmatig worden opgenomen ter controle op mogelijk optredende verdiepingen.

Lelystad, februari 1973

Ir.B. de Jong

DOORSTROOMOPENING BRUG BIJ HUIZEN.Berekening opwaaiing tijdelijke toestand (dijk Lelystad-Enkhuizen gereed).

Voor het "Markermeer" (tot aan de lijn Pampushaven-Muiden) wordt aangehouden $\alpha = 0,036$; voor de randmeren $\alpha = 0,020$.

Voor de afstanden tussen de opwaaiingscentra wordt verwezen naar bijlage III.

Voor de maatgevende waterdiepte van het "Markermeer" wordt aangehouden op 3,5 m; voor die van het randmeergedeelte Muiden-brug bij Huizen 1,4 m en voor die van het Eemmeer 1,2 m¹⁾.

$$\underline{1 \text{ à } 2 \text{ keer per jaar}} \quad W_T (O_M-A) = 6,5 \times \frac{16,5}{3,5} = 30,5 \text{ cm}$$

$$W_T (O_G-B) = 6,5 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{5,6}{1,4} = 15,0 \text{ cm}$$

$$W_T (B-O_E) = 6,5 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{4,1}{1,2} = 12,5 \text{ cm}$$

W_T brug bij Huizen 1 à 2 keer per jaar²⁾ =

$$W_T (O_M-A) + W_T (A-B) + W_T (B-O_E) \approx 70 \text{ cm}$$

$$1 \text{ keer per } 10 \text{ à } 20 \text{ jaar} \quad W_T (O_M-A) = 16 \times \frac{16,5}{3,5} = 75 \text{ cm}$$

$$W_T (O_G-B) = 16 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{5,6}{1,4} = 37 \text{ cm}$$

$$W_T (B-O_E) = 16 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{5,6}{1,2} = 31 \text{ cm}$$

- 1) De aangehouden waterdiepten zijn z.g. equivalente diepten, bepaald aan de hand van een aantal representatieve dwarsprofielen. Uitgegaan is van de huidige diepte. Er is geen rekening gehouden met veranderingen van de waterdiepte ten gevolge van opwaaiing of afwaaiing.
- 2) Feitelijk zou bij deze berekening de verlaging van O_M t.g.v. de waterverplaatsing naar de randmeren in rekening moeten worden gebracht. Gezien echter de mogelijke nauwkeurigheid van deze berekening en gezien het feit dat het oppervlak van het randmeergedeelte Muiden-brug bij Huizen klein is ten opzichte van de oppervlakte van het "Markermeer" wordt dit slechts in rekening gebracht door naar beneden af te ronden.

W_T brug bij Huizen 1 keer per 10 à 20 jaar =

$$W_T(O_M-A) + W_T(A-B) + W_T(B-O_E) \sim 180 \text{ cm}$$

In zeer uitzonderlijke gevallen $W_T(O_M-A) = 23 \times \frac{16,5}{3,5} = 110 \text{ cm}$

$$W_T(O_G-B) = 23 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{5,6}{1,4} = 53 \text{ cm}$$

$$W_T(B-O_E) = 23 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{4,1}{1,2} = 44 \text{ cm}$$

W_T brug bij Huizen in zeer uitzonderlijke gevallen =

$$W_T(O_M-A) + W_T(A-B) + W_T(B-O_E) \sim 255 \text{ cm.}$$

DOORSTROOMOPENING BRUG BIJ HUIZEN.Berekening opwaaiing definitieve toestand.

In de definitieve toestand hebben wij alleen te maken met opwaaiing in randmeren, $\alpha = 0,020$. Uitgegaan wordt van het meest ongunstige geval, namelijk de situatie waarbij de boezemscheiding tussen het IJmeer en de westelijke randmeren van de Markerwaard ten noorden van Marken ligt. De afstand tussen het opwaaiingscentrum van de IJmeerboezem (O_Z) tot aan de brug bij Huizen enerzijds en deze brug (punt B) anderzijds bedraagt in dat geval 17 km. Als maatgevende diepte wordt aangehouden 1,7 m. De afstand tussen de brug en het opwaaiingscentrum van het Eemmeer (O_E) (gemeten langs de verbindinglijn van de beide genoemde opwaaiingscentra) bedraagt 4,5 km.

De maatgevende diepte van het Eemmeer bedraagt 1,2 m¹⁾

$$\text{1 à 2 keer per jaar} \quad W_T(O_Z-B) = 6,5 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{17}{1,7} = 36 \text{ cm}$$

$$W_T(B-O_E) = 6,5 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{4,5}{1,2} = 13,5 \text{ cm}$$

$$W_T \text{ brug bij Huizen 1 à 2 keer per jaar} \sim \underline{50 \text{ cm}}$$

$$\text{1 keer per 10 à 20 jaar} \quad W_T(O_Z-B) = 16 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{17}{1,7} = 88,5 \text{ cm}$$

$$W_T(B-O_E) = 16 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{4,5}{1,2} = 33 \text{ cm}$$

$$W_T \text{ brug bij Huizen 1 keer per 10 à 20 jaar} \sim \underline{120 \text{ cm}}$$

In zeer uitzonderlijke gevallen

$$W_T(O_Z-B) = 23 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{17}{1,7} = 127,5 \text{ cm}$$

$$W_T(B-O_E) = 23 \times \frac{0,020}{0,036} \times \frac{4,5}{1,2} = 47,5 \text{ cm}$$

$$W_T \text{ brug bij Huizen in zeer uitzonderlijke gevallen} \sim \underline{175 \text{ cm}}$$

- 1) De aangehouden waterdiepten zijn z.g. equivalente diepten, bepaald aan de hand van een aantal representatieve dwarsprofielen. Uitgegaan is van de huidige diepte. Er is geen rekening gehouden met veranderingen van de waterdiepte ten gevolge van opwaaiing of afwaaiing.

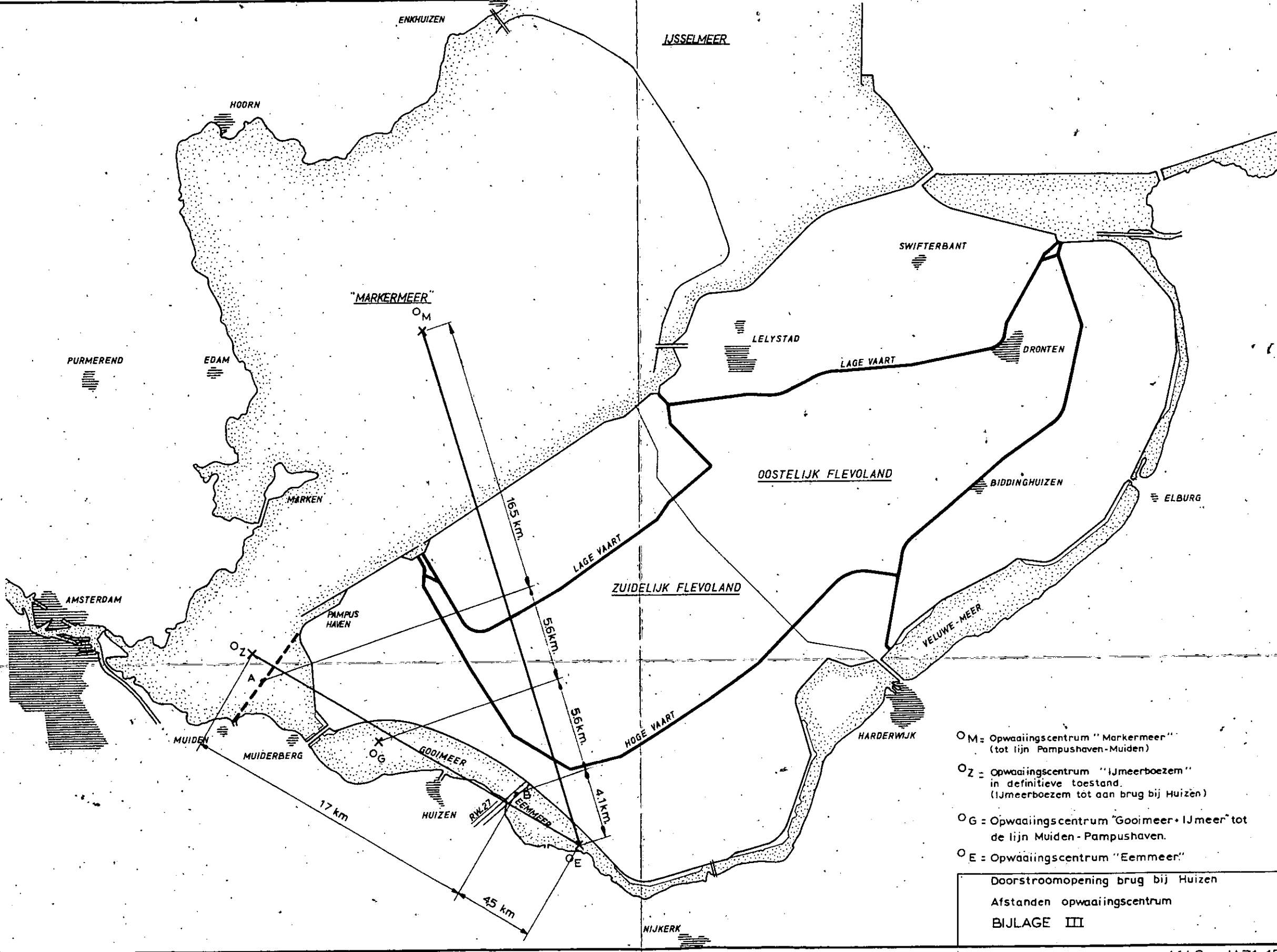
Berekening van de stroomsnelheden t.g.v. windstroming in de definitieve toestand.

$$O_1 = 130 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

$$O = \frac{O_1 \times O_2}{O_1 + O_2} = 13,4 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

$$O_2 = 15 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

	1 à 2 keer per jaar $W_T = 0,40 \text{ m in } T = 4 \text{ uur}$			1 keer per 10 à 20 jaar $W_T = 1,00 \text{ m in } T = 5 \text{ uur}$			in zeer uitz.gevallen $W_T = 1,45 \text{ m in } T = 2,5 \text{ uur}$		
	$F_1 = 675$	$F_2 = 900$	$F_3 = 1125$	$F_1 = 675$	$F_2 = 900$	$F_3 = 1125$	$F_1 = 675$	$F_2 = 900$	$F_3 = 1125$
$F \text{ in } \text{m}^2$									
$A \text{ in } \text{m}^{5/2}/\text{sec}$	2101	2762	3413	2101	2762	3413	2101	2762	3413
$m = \frac{2 \cdot A \cdot T}{3 \cdot O} \text{ in } \text{m}^{\frac{1}{2}}$	1,50	1,98	2,44	1,88	2,47	3,05	0,94	1,23	1,52
$Z_T \text{ in } \text{m}$	0,05	0,04	0,03	0,19	0,12	0,10	0,68	0,54	0,45
$S_T = A \sqrt{Z_T} \text{ in } \text{m}^2/\text{sec}$	470	552	591	916	956	1079	1733	2030	2289
$V_T = S_T/F \text{ in } \text{m}/\text{sec}$	0,69	0,61	0,53	1,35	1,06	0,96	2,56	2,25	2,03



- M = Opwaaiingscentrum "Markermeer" (tot lijn Pampushaven-Muiden)
- Z = Opwaaiingscentrum "IJmeerboezem" in definitieve toestand. (IJmeerboezem tot aan brug bij Huizen)
- G = Opwaaiingscentrum "Gooimeer + IJmeer" tot de lijn Muiden - Pampushaven.
- E = Opwaaiingscentrum "Eemmeer"

Doorstroomopening brug bij Huizen
 Afstanden opwaaiingscentrum
 BIJLAGE III