

band 4:

**DE INVLOED VAN WATERSTAATKUNDIGE
WERKEN OP DE VERBLIJFTIJDEN EN DE
HOEDANIGHEDEN VAN HET WATER IN HET
IJSELMEERGEBIED**

(zzwb-n-750021)

zzw riza;rijp

**bijlage VI.2.1.2.
van de nota water-
staatkundige werken
en waterkwaliteit
ijsselmeergebied**

Inhoud

	blz.
1. Inleiding	1
2. De dijk tussen Enkhuizen en Lelystad	3
2.1. De herkomst van het water in de meren	3
2.2. Verblijftijden	8
3. Het gemaal te IJmuiden	17
3.1. De herkomst van het water	18
3.2. Verblijftijden	19
4. Doorspoeling van het Markermeer met $2 \cdot 10^9$ m ³ /jaar	22
4.1. De herkomst van het water	23
4.2. Verblijftijden	24

Tabellen en figuren :

Achter de tekst zijn 3 figuren en 4 tabellen opgenomen.

De invloed van waterstaatkundige werken op verblijftijden
en hoedanigheden van het water in het IJsselmeergebied.

1. Inleiding.

De in de titel genoemde werken die in deze nota besproken zullen worden op hun effect zijn:

- a. de dijk tussen Enkhuizen en Lelystad
- b. het gemaal te IJmuiden
- c. de doorspoeling van het Markermeer met water uit het Kleine IJsselmeer.

ad a) Deze dijk maakt de vrije uitwisseling van water uit het Markermeer met water uit het Kleine IJsselmeer onmogelijk. Hierdoor zullen afkomst en verblijftijden anders worden. In het Markermeer zal minder water afkomstig uit het Kleine IJsselmeer aanwezig zijn en omgekeerd. Overigens is aangenomen dat de afwatering op Kleine IJsselmeer en Markermeer ongewijzigd zijn.

ad b) Door het gemaal zal het Noordzeekanaal minder op het Markermeer lozen. Het Markermeer loost via het Noordzeekanaal op de Noordzee tenzij de waterbezwaren van Markermeer en Noordzeekanaal hiervoor te groot zijn. De invloed van deze maatregelen op verblijftijden en afkomst van het water zal worden besproken (paragraaf 3).

ad c) Hierdoor wordt minder water geloosd op de Waddenzee en meer op het Noordzeekanaal. De invloed hiervan wordt besproken in paragraaf 4 voor een aangenomen doorspoeldebiet van $2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ per jaar.

Het effect van deze werken is afhankelijk van de grootte van het waterbezwaar van Kleine IJsselmeer en Markermeer. Daarom is onderscheid gemaakt tussen een gemiddeld, een nat en een droog jaar. Hiervoor zijn gekozen de in het "Rapport Waterstaatkundige Werken en waterkwaliteit IJsselmeergebied" gegeven jaren (1969-1974). Tabel 1 geeft een overzicht van de waterbezwaren.

Tabel 1. Grootte waterbezwaren		
	Waterbezwaar van het	
	Kleine IJsselmeer	Markermeer
gemiddeld jaar	$13 \cdot 10^9 \text{ m}^3$	$1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$
nat jaar	$15,6 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^9$
droog jaar	$7 \cdot 10^9$	$0,7 \cdot 10^9$

In onderstaande beschouwingen is aangenomen dat de waterbezwaren homogeen over het jaar verdeeld zijn en dat binnen Kleine IJsselmeer en Markermeer volledige menging optreedt. Wel is getracht het effect van niet volledige menging in het Kleine IJsselmeer na te gaan.

Het onderzoeken van het effect van de genoemde waterstaatkundige werken kan nuttig zijn om te voorkomen dat bijvoorbeeld bij het bestuderen van de waterkwaliteit uitgegaan wordt van volledige menging van het water in het gehele IJsselmeer (Kleine IJsselmeer en Markermeer, nog niet gescheiden door de dijk Enkhuizen-Lelystad), danwel dat alleen de netto transporten van Kleine IJsselmeer naar Markermeer en omgekeerd in rekening worden gebracht.

Bij volledige menging zou in een gemiddeld jaar in het gehele IJsselmeer het water voor bijna 93% bestaan uit water afkomstig uit het waterbezwaar van het Kleine IJsselmeer en voor ruim 7% uit water afkomstig uit het waterbezwaar van het Markermeer. De gemiddelde verblijftijd van het water in het meer zou ongeveer een halfjaar zijn.

In de hierna volgende paragrafen zal worden nagegaan hoe deze percentages en verblijftijden liggen voor het Kleine IJsselmeer en voor het Markermeer als er een bepaalde mate van uitwisseling van water van Kleine IJsselmeer en Markermeer plaats vindt en eveneens in de situatie met gesloten dijk Enkhuizen-Lelystad, metemaal te IJmuiden en met doorspoeling van het Markermeer met jaarlijks $2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$, ter verlaging van het chloridegehalte van het Markermeer.

2. De dijk tussen Enkhuizen en Lelystad.

2.1. De afkomst van het water in de meren.

Hieronder wordt verstaan voor welk deel het water in een van de beide ontstane meren afkomstig is uit het waterbezwaar van het Kleine IJsselmeer en voor welk deel uit het waterbezwaar van het Markermeer.

Door een scheidingsdam wordt de vrije uitwisseling van water tussen de beide delen van het meer onmogelijk gemaakt. De hoeveelheden water, nodig voor aanvulling van wateronttrekkingen of afvoer van "overtollig" water blijven gelijk, mits het peilregime van beide delen gelijk blijft aan dat van het ongedeelde meer. Dit wordt hier verondersteld om de invloed van het wegvallen van de uitwisseling te isoleren.

In onderstaand betoog zijn debieten aangegeven met de letters X, Y en Z (zie figuur 1):

X = waterbezwaar Kleine IJsselmeer (in een aan te nemen tijdsperiode).

Y = waterbezwaar Markermeer.

Z = transport van Kleine IJsselmeer naar Markermeer en omgekeerd.

Het waterbezwaar van ieder meer wordt gedacht een gemiddelde hoedanigheid te hebben, aan te geven met de letter a voor de hoedanigheid van het Kleine IJsselmeer en b voor die van het Markermeer. Door de uitwisseling krijgt het Markermeer een hoedanigheid c en het Kleine IJsselmeer een hoedanigheid d.

Voor c en d gelden nu:

$$c = \frac{Z \cdot d + Y \cdot b}{Z + Y}$$

$$d = \frac{X \cdot a + Z \cdot c}{X + Z}$$

Bij gegeven waarden van X, Y en Z zijn c en d expliciet uit te drukken in a en b.

Zo is:

$$c = \frac{Y \cdot b + \frac{X \cdot Z}{X + Z} \cdot a}{Y + Z - \frac{Z^2}{X + Z}} = s \cdot a + (1 - s) \cdot b$$

De hoedanigheid d van het Kleine IJsselmeer is nu:

$$d = r.a + (1-r) b.$$

en de hoedanigheid c van het Markermeer:

$$c = s.a + (1-s) b.$$

r en s zijn op bovenstaande wijze te bepalen.

De waarde van Z is slechts onnauwkeurig bekend en bovendien niet constant in de tijd. Daarom is Z hier als variabele ingevoerd. Berekeningen zijn uitgevoerd voor verschillende waarde van Z.

Opgemerkt moet worden dat ook zonder vrije uitwisseling er transport plaatsvindt van Kleine IJsselmeer naar Markermeer en omgekeerd.

In een gemiddeld jaar zijn deze transporten aan elkaar gelijk ($0,5 \cdot 10^9$ m³ per jaar) en deze zijn begrepen in de grootheid Z. Deze werkwijze is niet geheel terecht, daar beide transporten niet gelijktijdig plaatsvinden. Het transport van Markermeer naar Kleine IJsselmeer vindt plaats in het winterhalfjaar, het andersom gerichte transport in het zomerhalfjaar. Voor het Markermeer ligt het (gemiddelde) tijdsverschil van een halfjaar echter nog ruimschoots binnen de verblijftijd van het water aldaar, terwijl voor het Kleine IJsselmeer deze transporten slechts klein zijn ten opzichte van het waterbezwaar en daarom slechts weinig invloed zullen hebben op de hoedanigheid van het water.

In een droog en in een nat jaar zijn de grootten van deze transporten niet aan elkaar gelijk zodat de gebruikte formules kleine modificaties moeten ondergaan.

a) Gemiddeld jaar.

In onderstaande tabel zijn de berekende hoedanigheden c en d gegeven voor verschillende waarden van Z en voor de situatie met dijk Enkhuizen - Lelystad (Z = 0,5).

Z (10^9 m ³ /jaar)	Hoedanigheid Kleine IJsselmeer d	Hoedanigheid Markermeer c
Z = 0,5 (gesloten dijk)	0,97 a + 0,03 b	0,37 a + 0,63 b
2	0,95 a + 0,05 b	0,63 a + 0,37 b
4	0,94 a + 0,06 b	0,75 a + 0,25 b
6	0,94 a + 0,06 b	0,80 a + 0,20 b

b) Nat jaar: X = 15,6 Y = 1,4

Netto-transport van Kleine IJsselmeer naar Markermeer:

$$0,5 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{jaar.}$$

Netto-transport van Markermeer naar Kleine IJsselmeer:

$$0,75 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{jaar.}$$

Dit is te beschrijven als: Z = 0,5 · 10⁹ + netto-transport naar Kleine IJsselmeer van 0,25 · 10⁹ m³/jaar.

De uitwisseling moet hierop worden gesuperponeerd.

$$\text{Nu geldt: } c = \frac{Y \cdot b + Z \cdot d}{Y + Z}$$

$$d = \frac{X \cdot a + (Z + 0,25) c}{X + Z + 0,25}$$

Tabel 3 geeft de berekeningsresultaten.

Tabel 3: Hoedanigheid c en d bij verschillende waarden van Z.		
Z (10 ⁹ m ³ /jaar)	Hoedanigheid Kleine IJsselmeer d	Hoedanigheid Markermeer c
0,5 (gesloten dijk)	0,96 a + 0,04 b	0,25 a + 0,75 b
2	0,95 a + 0,05 b	0,56 a + 0,44 b
6	0,93 a + 0,07 b	0,75 a + 0,25 b

c) Droog jaar: X = 7 Y = 0,7

bij gesloten dijk: transport van Kleine IJsselmeer naar Markermeer:

$$0,9 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{jaar.}$$

andersom 0,15 · 10⁹ m³/jaar.

Dit is te beschrijven als: Z = 0,15 + nettotransport van 0,75 naar Markermeer.

Dan geldt, ook bij open dijk Enkhuizen - Lelystad:

$$c = \frac{(Z + 0,75) d + Y \cdot b}{Z + Y + 0,75}$$

$$d = \frac{X \cdot a + Z \cdot c}{X + Z}$$

Tabel 4 geeft de rekenresultaten.

Tabel 4: Hoedanigheden c en d bij verschillende waarden Z		
Z (10 ⁹ m ³ /jaar)	Hoedanigheid Kleine IJsselmeer d	Hoedanigheid Markermeer c
0,15 (gesloten dijk)	0,99 a + 0,01 b	0,56 a + 0,44 b
2	0,95 a + 0,05 b	0,76 a + 0,24 b
6	0,93 a + 0,07 b	0,85 a + 0,15 b

Interpretatie en conclusie.

De belangrijkste aanname voor de berekening was de volledige menging binnen Kleine IJsselmeer en Markermeer. Bij niet volledige menging in beide merdelen en in niet stationaire situatie zou echter ook water in het Markermeer met een hoger percentage b dan als boven berekend vervangen kunnen worden door water met een groter percentage a uit het Kleine IJsselmeer. Dit is een effectievere uitwisseling en zou, wat het effect betreft, gelijkgesteld kunnen worden aan een grotere uitwisseling met wel volledige menging.

Uit de berekeningsresultaten is echter af te leiden dat een grotere uitwisseling nauwelijks meer effect heeft op de gehalten in Markermeer en Kleine IJsselmeer.

De verklaring hiervan is dat bij toename van de uitwisseling steeds meer water slechts rondraait tussen beide gedeelten van het IJsselmeer. Zo zal in een gemiddeld jaar bij $Z = 2$ circa 13% van het waterbezwaar van het Kleine IJsselmeer op het Markermeer komen (namelijk $\frac{Z}{X + Z} \cdot 100\%$). Hiervan komt echter na menging in het Markermeer circa 67% weer terug (namelijk $\frac{Z}{Y + Z} \cdot 100\%$). $X+Z$ en $Y+Z$ zijn de totale input van Kleine IJsselmeer en Markermeer. Bij $z = 4$ zijn deze percentages 24% en 80%.

Volledige menging in Kleine IJsselmeer is slechts gedeeltelijk van belang voor de berekeningen. In het Kleine IJsselmeer is door een aantal oorzaken (onder andere andere lozingen en verdamping) in een aantal waterkwaliteitsparameters een gradiënt te onderscheiden in de richting Kettelmeer - Afsluitdijk. Omdat het grootste deel van het

waterbezwaar vanuit het Ketelmeer op het Kleine IJsselmeer komt is de veronderstelling van homogeniteit van het water in de richting Ketelmeer - Afsluitdijk van minder belang dan van de homogeniteit in de richting loodrecht daarop.

De uitwisseling zal voornamelijk plaatsvinden met water uit het zuidelijk deel van het Kleine IJsselmeer. In de loop van de tijd verplaatst dit water zich richting Afsluitdijk in de hoedanigheid die door de uitwisseling is bepaald. Deze hoedanigheid zal in het noordelijk deel nog maar weinig door ander waterbezwaar kunnen veranderen. Inderdaad lijken gradienten in de richting loodrecht op de as Ketelmeer - Afsluitdijk minder groot te zijn dan evenwichtig aan die as, of althans minder systematisch in één richting zodat de homogeniteit in die richting een redelijke aanname lijkt.

Geconcludeerd mag worden dat de dijk tussen Enkhuizen en Lelystad een aanzienlijke invloed heeft op de afkomst van het water in het Markermeer en slechts weinig invloed op de afkomst in het Kleine IJsselmeer, aannemende dat de uitwisseling tussen de twee meren één tot enige miljarden m³ per jaar heeft bedragen, (zie hiervoor de nota ZZWB-N-750022, bijlage van de nota waterkwaliteit IJsselmeergebied 1976, R.I.J.P., R.I.Z.A., Z.Z.W.).

Uit de berekende samenstellingen zou geconcludeerd kunnen worden dat het Markermeer een belangrijke bijdrage levert aan de processen die zich afspelen in het op het Kleine IJsselmeer geloosde water dat voornamelijk van de IJssel afkomstig is. Deze conclusie mag niet zonder meer getrokken worden daar ook de verblijftijd van het water in het Markermeer in rekening gebracht moet worden. Hierover handelt de volgende paragraaf. Het zal daar nog blijken dat de verblijftijd in het Kleine IJsselmeer aanmerkelijk kleiner is dan die tijd in het Markermeer. Voor de processen die zich in het water afspelen is behalve de samenstelling en de verblijftijd ook de bodem van belang. Dit onderwerp valt echter buiten het bestek van deze nota.

Opmerking.

Met behulp van de resultaten van tabel 1 zou de uitwisse-

ling Z geschat kunnen worden, namelijk door voor a en b de gemiddelde chloridegehalten van de waterbezwaren van Kleine IJsselmeer en Markermeer in te vullen en de dan berekende waarde van c te vergelijken met het gemeten chloridegehalte. De periode 1969-1974 waarvoor deze gegevens zijn verzameld is echter niet stationair.

De chloridegehalten nemen toe. De gehalten in de meren zijn nog niet zodanig dat ze overeenkomen met die van het waterbezwaar.

De methode zou kunnen worden toegepast voor een langere periode, waarin echter Flevoland maar gedeeltelijk bestond.

2.2. Verblijftijden.

De gemiddelde verblijftijd T in een meer of reservoir is volume gedeeld door de totale input van water:

$$T = \frac{V}{I}$$

Om deze gemiddelde verblijftijd treedt een spreiding op van de verblijftijden van de afzonderlijke deeltjes. Deze spreiding is het grootst bij volledige menging en het kleinst bij een meer met in- en output tegenover elkaar en met geen menging tijdens het transport.

Bovendien is het mogelijk dat in een deel van een meer min of meer stagnatie van water optreedt doordat er slechts weinig uitwisseling optreedt tussen dit deel en de rest van het meer. Tegenover een grotere verblijftijd in het stagnerende deel staat dan een kleinere in het andere deel. Met deze termen is ook de situatie van Kleine IJsselmeer en Markermeer te beschrijven. Tussen beide delen bestond, ook zonder dijk ertussen, geen volledige uitwisseling terwijl het waterbezwaar van het Markermeer veel kleiner is dan dat van het Kleine IJsselmeer. In het Markermeer kunnen dus veel grotere verblijftijden worden verwacht. De situatie wordt echter gecompliceerd omdat delen van het water in Kleine IJsselmeer ook reeds in het Markermeer zijn geweest of daar enige malen zijn geweest. Voor het water in het Markermeer geldt het omgekeerde. Daarom is gekozen voor de benadering waarbij de waterbezwaren (statistisch) op hun weg door de meren worden gevolgd en bij het verlaten van het systeem een verblijftijd worden toegekend. Zo wordt gekeken welk deel van het waterbezwaar rechtstreeks (dus zonder eerst in het Markermeer te zijn geweest) het Kleine IJsselmeer verlaat, welk deel het Kleine IJsselmeer verlaat na eerst één of meer keren in het Markermeer te zijn geweest, welk deel aan het Markermeer wordt onttrokken enzovoort. Figuur 1 kan daarbij voor een gemiddeld jaar behulpzaam zijn.

De totale input van het Kleine IJsselmeer is $X + Z$, het volume is V_1 , zodat de gemiddelde verblijftijd in dit meer is:

$$T_1 = \frac{V_1}{X + Z}$$

Zo is de gemiddelde verblijftijd in het Markermeer:

$$T_2 = \frac{V_2}{Y + Z}$$

Van de input $X + Z$ van het Kleine IJsselmeer verlaat een deel X het systeem terwijl een deel Z naar het Markermeer gaat.

Dit betekent dat van het waterbezwaar X het gedeelte

$\frac{X}{X + Z}$ het systeem verlaat zonder in het Markermeer te zijn geweest terwijl het gedeelte $\frac{Z}{X + Z}$ ten minste eenmaal in het Markermeer komt. Het gedeelte $\frac{X}{X + Z}$

heeft een verblijftijd T_1 gehad. Het andere deel heeft ook deze verblijftijd T_1 gehad alvorens in het Markermeer te komen (we hebben volledige menging aangenomen). Daar de totale input van Markermeer $Y + Z$ is, gaat van het gedeelte $\frac{Z}{X + Z}$ een gedeelte $\frac{Z}{Y + Z}$ weer terug naar het Kleine IJsselmeer en hiervan gaat weer een deel $\frac{X}{X + Z}$ het systeem verlaten.

Tot nu toe hebben in deze redenering dus van het waterbezwaar X de volgende delen vanuit het Kleine IJsselmeer het systeem verlaten:

- het deel $\frac{X}{X + Z}$ met verblijftijd T_1
- het deel $\frac{Z}{X + Z} \cdot \frac{Z}{Y + Z} \cdot \frac{X}{X + Z}$ met verblijftijd

$T_1 + T_2 + T_1$, namelijk tweemaal in Kleine IJsselmeer en eenmaal in het Markermeer.

Van het deel dat teruggekomen is uit het Markermeer gaat een deel nog een keer naar Markermeer en dit deel kan weer op dezelfde wijze worden gevolgd. Van het waterbezwaar X verlaat dus een deel

$$\left\{ \frac{Z}{X + Z} \cdot \frac{Z}{Y + Z} \right\} \left\{ \frac{Z}{X + Z} \cdot \frac{Z}{Y + Z} \right\} \frac{X}{X + Z}$$

met verblijftijd $3T_1 + 2T_2$ het systeem vanuit het Kleine IJsselmeer. Dit is echter nog maar een zeer klein deel.

Er zou nog een ronde te maken zijn maar dat deel is zeker te verwaarlozen ondanks de grotere verblijftijd.

Op een dergelijke wijze is het waterbezwaar van het Markermeer te volgen. In totaal zijn vier categorieën te onderscheiden waarin naar analogie van figuur 1 de waterbezwaren van Kleine IJsselmeer, respectievelijk Markermeer een hoedanigheid a, respectievelijk b hebben meegerekend. Deze categorieën zijn:

- A. de deeltjes a die het systeem vanuit het Kleine IJsselmeer verlaten (verblijftijd $T_{ky.a}$);
- B. de deeltjes a die het systeem vanuit het Markermeer verlaten (verblijftijd $T_{mm.a}$);
- C. de deeltjes b die het systeem vanuit het Kleine IJsselmeer verlaten (verblijftijd $T_{ky.b}$);
- D. de deeltjes b die het systeem vanuit het Markermeer verlaten (verblijftijd $T_{mm.b}$).

Al deze categorieën kan een eigen gemiddelde verblijftijd worden toegekend. Bovendien kan zowel voor Kleine IJsselmeer als Markermeer de gemiddelde verblijftijd van het water dat deze meren verlaat, worden berekend.

Dat is het gewogen gemiddelde van A en C, respectievelijk B en D. De verblijftijden van categorie A zijn bovenstaand in de tekst reeds statistisch beschreven. Alleen moet hiervan nog het gewogen gemiddelde worden bepaald.

Achter de tekst is in een aantal tabellen (Tabel I tot en met III) de verblijftijden van de categorieën A tot en met D berekend voor een gemiddeld jaar, een droog jaar en een nat jaar en voor verschillende waarden van Z. De som van de delen van A en B moet 1 zijn (namelijk het gehele waterbezwaar van het Kleine IJsselmeer) evenzo moet de som van de delen C en D 1 zijn (het gehele waterbezwaar van het Markermeer). Dit levert een controlemogelijkheid op. Daar in een nat en in een droog jaar de netto transporten van Kleine IJsselmeer naar Markermeer niet even groot zijn moeten voor die jaren de formules een kleine wijziging ondergaan.

In de laatste vijf kolommen van deze tabellen worden de verblijftijden berekend voor enige waarden van Z. In deze kolommen worden de grootte van de desbetreffende delen vermenigvuldigd met de grootte van de bijbehorende verblijftijden. Door per categorie de som van deze producten te delen door de som van de gedeelten verkrijgt men de

gemiddelde verblijftijd van de desbetreffende categorie ($T_{ky.a}$, $T_{ky.b}$, $T_{mm.a}$ en $T_{mm.b}$). Dat deze laatste bewerking nodig is wordt met een voorbeeld duidelijk gemaakt. Stel dat 10% van het waterbezwaar van het Kleine IJsselmeer een verblijftijd heeft van 0,5 jaar en 5% van 0,8 jaar, dan is de gemiddelde verblijftijd van deze delen 0,6 jaar. Het in de tabellen gemaakte rekensommetje ziet er dan als volgt uit:

$$0,10 \times 0,5 = 0,05$$

$$0,05 \times 0,8 = 0,04$$

$$0,15 \quad \quad 0,09$$

$$T_{ky.a} = \frac{0,09}{0,15} = 0,6 \text{ jaar}$$

De verblijftijden die zo worden berekend zijn gewogen gemiddelden. Uit de tabellen volgt dat de spreiding om deze gemiddelden groot is. Hoe groter echter de afwijking is, hoe kleiner de hoeveelheid water is die een afwijkende verblijftijd heeft.

Bij het bepalen van $T_{ky.a}$ enzovoorts worden deze verschillen weggemiddeld. Mocht de spreiding in de verblijftijden ook van belang zijn dan moeten de in de tabellen berekende verblijftijden van de verschillende onderdelen worden gehanteerd. Deze verblijftijden zijn, vanwege de statistische benadering zelf echter ook een gemiddelde, waaromheen de verschillende waterdeeltjes een spreiding in de verblijftijd vertonen.

Onderstaande tabel 4 geeft een overzicht van de rekenresulten:

Tabel 4: Gemiddelde verblijftijden in jaren van de diverse categorieën in een gemiddeld jaar.					
	Z = 0,5 (gesl. dijk)	Z = 1	Z = 2	Z = 4	Z = 6
$T_{ky.a}$	0,44	0,45	0,48	0,48	0,50
$T_{mm.a}$	2,05	1,70	1,28	0,97	0,82
$T_{ky.b}$	2,05	1,65	1,28	0,97	0,80
$T_{mm.b}$	1,63	1,30	0,91	0,64	0,55
T_{ky}	0,49	0,50	0,52	0,52	0,52
T_{mm}	1,79	1,49	1,15	0,89	0,77

De gegeven waarden van T_{ky} en T_{mm} zijn de gewogen gemiddelden van $T_{ky.a}$ en $T_{ky.b}$, respectievelijk $T_{mm.a}$ en $T_{mm.b}$. De weging vindt plaats door in rekening te brengen in welke verhouding de deeltjes a en b het Markermeer of het Kleine IJsselmeer verlaten. Dit is af te lezen in de tabellen 2 tot en met 4 van paragraaf 2.1.

Evenals voor een gemiddeld jaar volgen onderstaand de verblijftijden voor een nat en voor een droog jaar.

Tabel 5: Gemiddelde verblijftijden in jaren van de diverse categorieën in een nat jaar.

	Z = 0,5 (gesl.dijk)	Z = 1	Z = 2	Z = 4	Z = 6
$T_{ky.a}$	0,36	0,36	0,38	0,40	0,39
$T_{mm.a}$	1,49	1,27	1,16	0,83	0,71
$T_{ky.b}$	1,47	1,27	1,05	0,83	0,70
$T_{mm.b}$	1,12	0,93	0,72	0,54	0,45
T_{ky}	0,41		0,42		0,42
T_{mm}	1,21		0,97		0,64

Tabel 6: Gemiddelde verblijftijden in jaren van diverse categorieën in een droog jaar.

	Z = 0,15 (gesl.dijk)	Z = 1	Z = 2	Z = 4	Z = 6
$T_{ky.a}$	0,80	0,85	0,87	0,90	0,86
$T_{mm.a}$	2,30	1,83	1,56	1,27	1,09
$T_{ky.b}$	2,50	1,84	1,56	1,25	1,13
$T_{mm.b}$	1,54	1,15	0,96	0,82	0,76
T_{ky}	0,82		0,91		0,88
T_{mm}	1,97		1,42		1,04

Voor een aantal stoffen, die bijvoorbeeld alleen op het Kleine IJsselmeer worden geloosd zijn de verblijftijden $T_{ky.a}$ en $T_{mm.b}$, wellicht belangrijker dan de verblijftijden T_{ky} en T_{mm} . Om het relatieve belang daarvan te kunnen beoordelen zijn ook de hoeveelheden water met verblijftijden $T_{ky.a}$ en $T_{mm.a}$ van belang, en evenzo van die met verblijftijden $T_{ky.b}$ en $T_{mm.b}$.

Deze hoeveelheden zijn ook in de tabellen I tot en met III vermeld (som van de delen; de som van de delen van de categorieën A en B moet 1 zijn, evenzo die van de delen C en D). In tabel III (droog jaar) is voor het bepalen van $T_{ky.a}$ en $T_{mm.b}$ vier termen gebruikt als $Z = 4$ en als $Z = 6$. Desondanks is de som van de gedeelten van het waterbezwaar X bij $Z = 6$ (catagorieën A en B) nog slechts 0,96. Dit is er de oorzaak van dat $T_{ky.a}$ weer afneemt bij toenemende Z . Voor het doel van deze nota is de nauwkeurigheid echter zeker voldoende.

Voor een goede beoordeling van de rekenresultaten moet zo mogelijk een schatting worden gemaakt van het effect van de aanname van de volledige menging in Markermeer en Kleine IJsselmeer.

Daar de belangrijkste toevoer van water naar het Kleine IJsselmeer (IJssel en Zwartemeer) en de belangrijkste afvoer van dit meer (de Stevin- en de Lorentzsluizen in de Afsluitdijk) het verst van elkaar verwijderd liggen, mag met name in het Kleine IJsselmeer geen volledige menging worden verwacht. Dit wordt ook bevestigd in het verloop van de gehalten van diverse stoffen in het meer. Verwacht mag worden dat de verblijftijd van het water in het meer toeneemt langs de as IJsselmond-Afsluitdijk.

Om het effect van de aanname van volledige menging te schatten is voor een gemiddeld jaar berekend wat de diverse verblijftijden zouden zijn onder de aanname dat het water dat van het Kleine IJsselmeer naar het Markermeer gaat niet de volledige verblijftijd $T_1 = V_1 / (X + Z)$ in het Kleine IJsselmeer gehad heeft, maar slechts $1/3$ deel hiervan. Ook is aangenomen dat het water dat van het Markermeer naar het Kleine IJsselmeer gaat en weer terug keert naar het Markermeer een verblijftijd $1/3 T_1$ in het Kleine IJsselmeer heeft. Tengevolge hiervan heeft het waterbezwaar van het Kleine IJsselmeer een grotere verblijftijd dan T_1 , namelijk αT_1 waarin $\alpha > 1$. Daar de gemiddelde verblijftijd T_1 is volgt α uit de vergelijking:

$$\frac{Z}{X + Z} \cdot \frac{1}{3} T_1 + \frac{X}{X + Z} \cdot \alpha T_1 = T_1$$

$$\alpha = 1 + \frac{1}{3} \frac{Z}{X}$$

In een gemiddeld jaar is $\alpha = 1,03$ voor $Z = 0,5$ (gesloten dijk) en is $\alpha = 1,2$ voor $Z = 4$. Het water dat van het

Markermeer komt en daarna via het Kleine IJsselmeer het systeem verlaat wordt ook gedacht een gemiddelde verblijftijd $\alpha \cdot T_1$ te hebben. Binnen het Markermeer wordt weer volledige menging verondersteld.

In tabel IV (na de tekst) zijn de berekeningen gepresenteerd. De in de tweede kolom van de tabel gegeven gedeelten van het waterbezwaar X zijn gelijk aan die van tabel I. De berekeningen zijn uitgevoerd voor $Z = 0,5$, $Z = 2$ en $Z = 4$. Onderstaande tabel 6 geeft een overzicht van de rekenresultaten.

Tabel 6 Gemiddelde verblijftijden in jaren in een gemiddeld jaar bij niet volledige menging in het Kleine IJsselmeer.			
	Z = 0,5 (gesl.dijk)	Z = 2	Z = 4
$T_{ky.a}$	0,44	0,48	0,50
$T_{mm.a}$	1,80	1,02	0,71
$T_{ky.b}$	2,10	1,28	0,99
$T_{mm.b}$	1,62	0,89	0,60
T_{ky}	0,49	0,52	0,53
T_{mm}	1,69	0,97	0,68

Onder 2.1. is al betoogd dat het niet volledig gemengd zijn van het water in het Kleine IJsselmeer niet van invloed is op de herkomst van het water zodat T_{ky} en T_{mm} op de zelfde wijze als voor tabel 4 kan worden berekend. Vergelijking van tabel 6 met tabel 4 (gemiddeld jaar, volledige menging) leert dat het Markermeer het gevoeligst is voor de aannamen. De verschillen in de gemiddelde verblijftijden T_{mm} nemen toe met Z en zijn maximaal ca. 25% van de waarden in tabel 4. De verschillen in de verblijftijden van de samenstellende delen ($T_{mm.a}$ en $T_{mm.b}$) zijn anders dan van T_{mm} . De verschillen in $T_{mm.a}$ nemen toe van ca 12% (gesloten dijk) tot ca 30% ($Z = 4$).

Voor het Kleine IJsselmeer zijn de verschillen verwaarloosbaar.

Nu zijn echter behalve de absolute waarden van de ver-

blijftijden, vooral ook de veranderingen daarin door de aanleg van de dijk Enkhuizen-Lelystad van belang. Het blijkt dat door de aannames van volledige menging de mate van de veranderingen wordt onderschat. $T_{mm.a}$ en T_{mm} nemen bij volledige menging toe met een factor 2 als voor de sluiting van de dijk $Z = 4$ was. Bij de herziene aanname (niet-volledige menging) is dat een factor 2,5.

Daar voor de meeste processen verblijftijd slechts een grove parameter is en daar de berekende verblijftijden en de veranderingen daarin bij volledige menging en bij niet-volledige menging in de zelfde orde van grootte liggen, lijkt een rekenmodel met volledige menging acceptabel voor een onderzoek van het effect van de dijk Enkhuizen-Lelystad op de waterkwaliteit. Het werken met een model met volledige menging heeft ook het voordeel dat niet de suggestie wordt gewekt dat het model de stromings-toestanden in de meren goed in rekening brengt. De bovengedane aannames over de verblijftijden zijn namelijk meer gebaseerd op "wat het zou kunnen zijn" dan op diepgaand onderzoek.

Interpretatie en conclusie.

De verblijftijden van de samenstellende delen ($T_{ky.a}$, $T_{mm.a}$ enz) zijn als functie van de grootte van de uitwisseling gepresenteerd in fig. 2. De gemiddelde waarden (T_{ky} en T_{mm}) in fig. 3. Hierin is ook de verblijftijd in het gehele IJsselmeer bij volledige menging van Kleine-IJsselmeer en Markermeer ($Z = \infty$) aangegeven.

Het hangt van de te onderzoeken processen en stoffen af of het belang van fig. 2 overheerst of dat van fig. 3. Voor de meeste processen lijkt de gemiddelde verblijftijd het belangrijkste. Wordt echter een zekere stof alleen of hoofdzakelijk alleen aangevoerd in het waterbezwaar van één van de twee meren, dan lijkt bijvoorbeeld voor het onderzoek van de toestand van die stof (bijvoorbeeld bij afbraak als functie van de tijd) de verblijftijd van de afzonderlijke waterbezwaren (fig. 2) van belang.

Geconcludeerd mag worden dat door de dijk tussen Enkhuizen en Lelystad de verblijftijd van het water in het Kleine IJsselmeer vrijwel niet verandert maar dat de verblijft-

tijd in het Markermeer aanzienlijk toeneemt. Dit geldt zowel voor droge, gemiddelde als natte jaren hoewel deze jaren onderling vrij sterk kunnen verschillen. De verblijftijden in het Markermeer zijn wat kleiner dan volgens de figuren daar in werkelijkheid geen volledige menging in het Kleine IJsselmeer optreedt. Bij gesloten dijk kan dit ca 5% zijn, zonder dijk ca 30% ($Z = 4$, gem. jaar). Voor het Markermeer zijn de veranderingen dus ook wat groter dan uit de figuren zou blijken.

Bij het beschouwen van verblijftijden en de veranderingen daarin moet echter bedacht worden dat verblijftijd niet als een geïsoleerde parameter mag worden opgevat. De processen in het water zijn niet alleen afhankelijk van de tijd maar ook van vele andere factoren. Met de dijk Enkhuizen-Lelystad verandert niet alleen de verblijftijd maar ook de weg die grote waterhoeveelheden door het meer afleggen. Voor de processen in het meer is dit evenzeer van belang als de verandering van de tijd die de waterdeeltjes en de meegevoerde stoffen in het water in het meer hebben doorgebracht.

3. Het gemaal te IJmuiden.

Dat bij het totstandkomen van het Markermeer ook een gemaal te IJmuiden in werking was, heeft de volgende konsekventies:

- vermindering van het waterbezwaar van het Markermeer. Het Noordzeekanaal loost, althans in gemiddelde situaties niet meer op het meer. Na afronding blijft de grootte van het waterbezwaar Y echter ongewijzigd.
- Het Markermeer loost, althans in gemiddelde en niet te natte perioden niet meer op het Kleine IJsselmeer zodat het transport van water nog slechts van Kleine IJsselmeer naar Markermeer gericht is. De grootte van dit transport is:
 - in een gemiddeld jaar: $0,5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$
 - in een nat jaar : $0,5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$
 - in een droog jaar : $0,9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$.

3.1. De herkomst van het water.

Daar het Markermeer niet meer op het Kleine IJsselmeer loost is het water in het Kleine IJsselmeer voor 100% afkomstig uit het "eigen" waterbezwaar.

Voor het Markermeer geldt dat de hoedanigheid C gelijk is aan:

$$C = \frac{Y \cdot b + a}{Y + Q}$$

waarin Q de grootte van het watertransport van Kleine IJsselmeer naar Markermeer is. (Zie voor de andere notatie's par. 2.1).

Voor de verschillende jaren volgt in tabel 7 de samenstelling C van het Markermeerwater.

Tabel 7. Hoedanigheid C van het Markermeerwater.

gemiddeld jaar	0,33 a + 0,67 b.
nat jaar	0,26 a + 0,74 b.
droog jaar	0,56 a + 0,44 b.

Interpretatie en conclusie.

Ook in deze situatie bestaat het water in het Markermeer nog voor een groot deel uit waterbezwaar van het Kleine IJsselmeer echter belangrijk minder dan in de situatie zonder dijk en een behoorlijke uitwisseling van water tussen beide meren (zie tabellen 2 t/m 4). Binnen de jaren kunnen nog min of meer belangrijke schommelingen in de verhoudingen tussen de hoeveelheden a en hoeveelheden b optreden. (De berekening gaat uit van een stationair jaar). De schommelingen zullen echter minder groot zijn dan in de situatie zonder dijk Enkhuizen-Lelystad omdat de verblijftijd belangrijk is toegenomen (zie ook 3.2.) en de grootte van het volume van het meer ten opzichte van de grootte van de waterbezwaren dempend werkt.

3.2. Verblijftijden.

Voor het Kleine IJsselmeer is nu de gemiddelde verblijftijd:

$$T_{ky} = \frac{V_1}{X} (= T_1)$$

Dit is gelijk aan $T_{ky.a}$.

Daar het gedeelte van het waterbezwaar dat naar het Kleine IJsselmeer gaat nog maar klein is ten opzichte van het totale waterbezwaar behoeft voor dat meer niet onderzocht te worden wat het effect is van de aanname van volledige menging.

Voor het Markermeer is nu de gemiddelde verblijftijd:

$$T_{mm} = \frac{Y \cdot T_2 + Q (T_{ky} + T_2)}{Y + Q} = \frac{Y \cdot T_{mm.b} + Q \cdot T_{mm.a}}{Y + Q}$$

waarin $T_2 = \frac{V_2}{Y+Q}$.

Het gedeelte Q heeft namelijk in het Kleine IJsselmeer reeds een (initieële) verblijftijd T_{ky} gehad.

$T_{mm.b}$ is gelijk aan T_2 terwijl $T_{mm.a}$ (bij volledige menging in het Kleine IJsselmeer) gelijk is aan $T_{ky} + T_{mm.b}$ ($= T_1 + T_2$).

Daar Q een belangrijk deel van het totale waterbezwaar van het Markermeer is lijkt het van belang het effect van de aanname van volledige menging op het Kleine IJsselmeer op de rekenresultaten te onderzoeken. De belangrijkste waterinlaat is te Lelystad (Houtribsluizen). Dit is dichterbij de Ketelmond dan het midden van de dijk Enkhuizen-Lelystad. Daarom wordt voor dit geval de initieële verblijftijd in het Kleine IJsselmeer kleiner gekozen dan onder 2.2. namelijk $\frac{1}{4} T_1$. Het blijft echter een schatting. Door de Houtribsluizen kan namelijk ook water uit een meer noordelijk deel van het Kleine IJsselmeer worden aangetrokken, te meer daar deze sluizen wat afzijdig liggen van de as Ketelmond-Afsluitdijk. Uit de verschillen in de berekende verblijftijden kan echter het belang van een juiste schatting van deze initieële verblijftijd worden afgeleid. Tabel 8 geeft een overzicht van de berekende verblijftijden.

Tabel 8 . Verblifftijden in jaren in Kleine IJsselmeer en Markermeer bij inwerking zijnd gemaal te IJmuiden.

		Gem.jaar	nat jaar	droog jaar
	$T_{ky} = T_{ky.a}$	0,42	0,35	0,79
voll.	$T_{mm.a}$	2,02	1,61	2,29
men-	$T_{mm.b}$	1,60	1,26	1,50
ging	T_{mm}	1,73	1,35	1,94
niet	$T_{mm.a}$	1,70	1,35	1,70
voll.	$T_{mm.b}$	1,60	1,26	1,50
men-	T_{mm}	1,63	1,29	1,62
ging.				

Interpretatie en conclusie.

Voor het Kleine IJsselmeer verandert er hoegenaamd niets. De situatie met gemaal IJmuiden is gelijk aan die zonder dit gemaal (en gesloten dijk Enkhuizen-Lelystad), zie fig.2. Voor het Markermeer blijken de rekenresultaten slechts weinig gevoelig te zijn voor de aanname van al dan niet volledige menging. De grote verblifftijd in het Markermeer overheerst het effect van de initiële verblifftijd in het Kleine IJsselmeer. Het is daarom ook niet zo belangrijk (althans niet voor het doel van deze nota) deze initiële verblifftijd te kennen.

In het Markermeer is de verblifftijd van de deeltjes a ($T_{mm.a}$) vrijwel gelijk aan die van de deeltjes b ($T_{mm.b}$)

Bij de volledige menging worden te grote verschillen tussen beide gevonden.

Ten opzichte van de situatie zonder gemaal is de verblifftijd in het Markermeer ook vrijwel niet veranderd (zie fig.2 en 3). Concluderend mag worden gesteld dat het al dan niet in werking zijn van het gemaal te IJmuiden slechts zeer weinig betekenis heeft voor de verblifftijden in het IJsselmeergebied.

Opgemerkt moet nog worden dat eenvoudigheidshalve het waterbezwaar van het Markermeer ongewijzigd is gedacht ten op-

zichte van de situatie zonder gemaal. De verblijftijden in het Markermeer zullen dus iets groter zijn dan volgens tabel 8. De verschillen liggen echter binnen de gewenste nauwkeurigheid waarmee de verblijftijden bekend moeten zijn.

4. Doorspoeling van het Markermeer met $2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ /jaar.

Uitvoering van deze maatregel zal vrij grote invloed hebben op de herkomst van het water in het Markermeer en de verblijftijd van dat water. De grootte van de gevolgen is uiteraard afhankelijk van de grootte van het doorspoeldebiet. De genoemde $2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ per jaar zijn in deze nota te beschouwen als een voorbeeld. Hier wordt dus niet gesproken over motivering en mogelijkheid van deze doorspoeling en van dit debiet.

4.1. De herkomst van het water.

De berekening hiervan is volkomen gelijk aan die in paragraaf 3.1. (situatie met gemaal te IJmuiden) Tabel 9 geeft de rekenresultaten.

<u>Tabel 9.</u> Hoedanigheid C van het Markermeerwater bij doorspoeling met $2.10^9 \text{ m}^3/\text{jaar}$.	
gemiddeld jaar	0,67 a + 0,33 b
nat jaar	0,59 a + 0,41 b
droog jaar	0,74 a + 0,26 b

In de formule voor c (paragraaf 3.1) is het debiet Q gelijk aan 2 gesteld, dus inclusief het transport dat ook zonder deze geforceerde doorspoeling zou optreden. Dit, daar dit transport even effectief is in het verlagen van het chloridegehalte van het meer als het water voor de extra doorspoeling.

Interpretatie en conclusie.

De hoeveelheid water in het Markermeer dat afkomstig is uit het waterbezwaar van het Kleine IJsselmeer is, vooral in gemiddelde en natte jaren aanzienlijk groter dan zonder doorspoeling, namelijk ongeveer 2 x zoveel. In droge jaren zijn de verschillen minder groot daar in die jaren ook zonder extra doorspoeling veel water uit het Kleine IJsselmeer werd aangevoerd. De variaties in afkomst zijn kleiner dan in het geval zonder geforceerde doorspoeling daar in alle jaren het doorspoeldebiet een dominerende rol speelt.

Bij vergelijking van tabel 9 met de tabellen 2, 3 en 4 blijkt dat de herkomst van het water vrijwel gelijk is aan de herkomst in de situatie zonder dijk Enkhuizen-Lelystad en wel een jaarlijks uitwisselingsdebiet van 2.10^9 m^3 water.

4.2. Verblijftijden.

Ook deze zijn te berekenen, volkomen analoog aan die zonder extra doorspoeling (paragraaf 3.2.). Wel is te verwachten dat de aanname over de menging in het Kleine IJsselmeer (al dan niet volledige menging of al dan niet "kortsluiting" van de transportweg van Ketelmeer naar Houtribsluizen) grotere verschillen in de berekende verblijftijden zal veroorzaken dan onder 3.2 het geval was. Daarom zijn beide berekeningen ook hier uitgevoerd. Tabel 10 geeft de resultaten.

Tabel 10. Verblijftijden in jaren in Kleine IJsselmeer en Markermeer bij extra doorspoeling van het Markermeer met $2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ per jaar.

		gem. jaar	nat jaar	droog jaar
vull. menging	$T_{\text{mm.a}}$	1,22	1,05	1,68
	$T_{\text{mm.b}}$	0,80	0,70	0,89
	T_{mm}	1,18	0,82	1,57
niet vull. menging	$T_{\text{mm.a}}$	0,90	0,79	1,09
	$T_{\text{mm.b}}$	0,80	0,70	0,89
	T_{mm}	0,87	0,67	1,49

Interpretatie en conclusie.

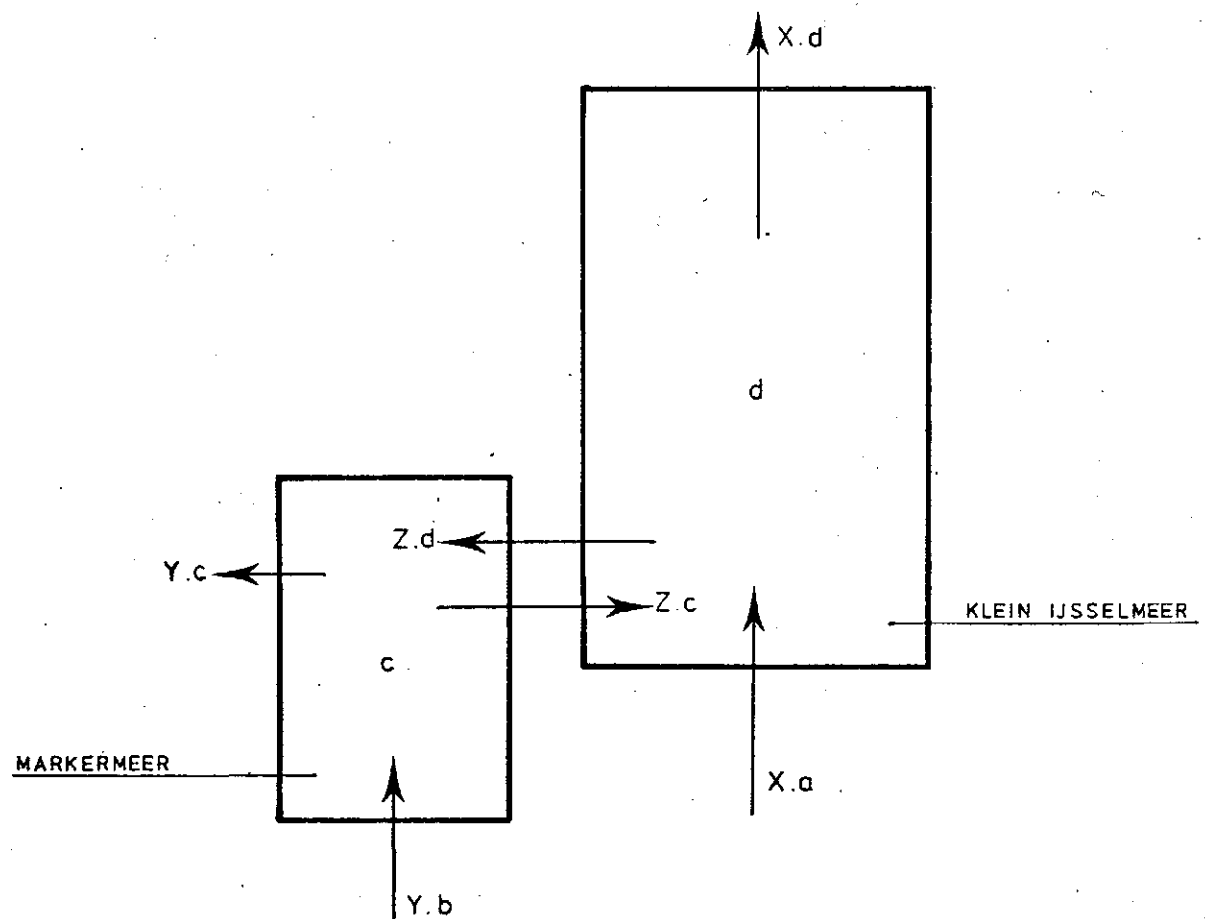
De onder aanname van volledige menging berekende verblijftijden zijn uitgezet in de figuren 2 en 3.

Voor de meeste stoffen lijkt dit model een voldoende nauwkeurige beschrijving van de werkelijkheid te geven.

De berekende verblijftijden met en zonder volledige menging liggen in dezelfde orde van grootte. De veranderingen door doorspoelen van het Markermeer liggen ook voor de gevallen met en zonder volledige menging in het Kleine IJsselmeer in dezelfde orde van grootte. De figuren 2 en 3 geven dus in ieder geval een vrij goed beeld van de veranderingen die door het doorspoelen optreden.

Geconcludeerd mag worden dat de verblijftijden van het water in het Markermeer met een factor 1,5 à 2 afnemen

ten opzichte van de situatie zonder geforceerde doorspoeling. Voor droge jaren zijn de veranderingen het geringst. Dit betekent dat de verblijftijden in het Markermeer weer in de buurt liggen van de tijden in de situatie zonder dijk Enkhuizen-Lelystad.



TOELICHTING

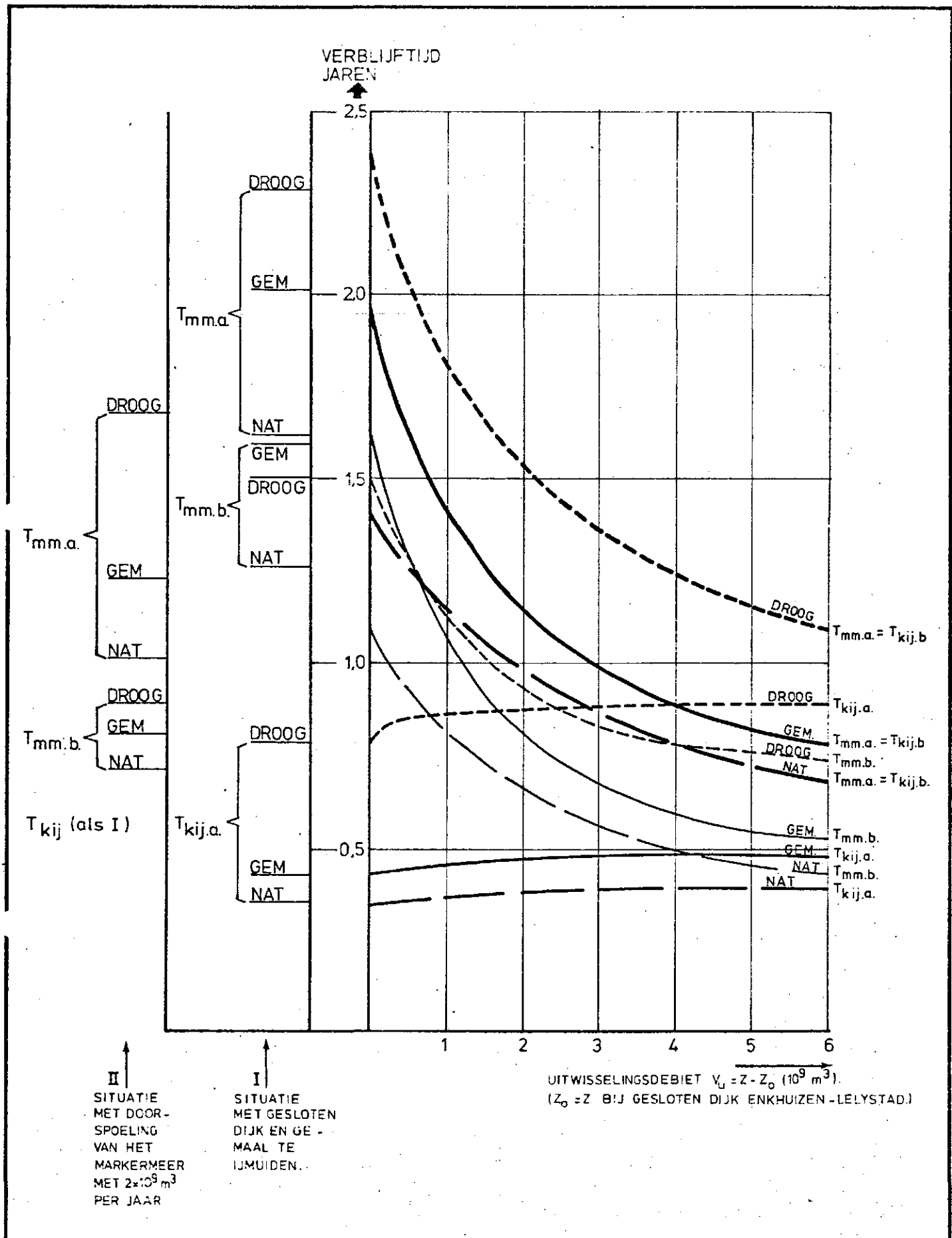
X, Y en Z : debieten

a. tot en met d.: hoedanigheden

ZUIDERZEEWERKEN

ILLUSTRATIE BIJ DE NOTATIES

	GET.	GECALQ.	GEC.	GEZ.	FIGUUR 1	FORMAAT A 4
DATUM	JAN. '76	JAN. '76				
PARAAF	E.J.S.	E.J.S.			AFD. B	REG. NR. ZZWB-T-760011

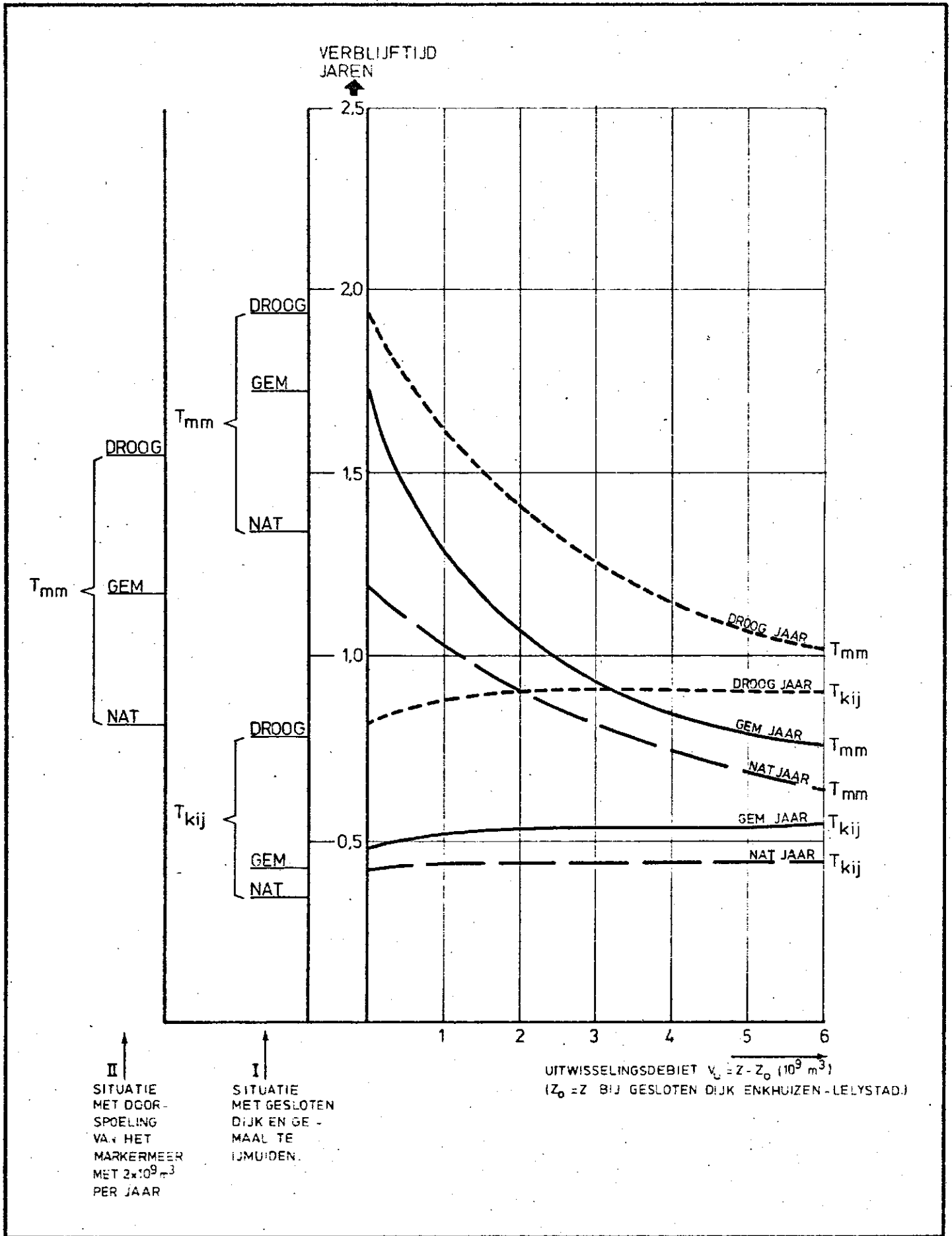


ZUIDERZEEWERKEN

VERBLIJFTIJDEN

ALS FUNCTIE VAN HET UITWISSELINGSDEBIET EN DOORSPOELINGSDEBIET

	Get	Gecalq	Gec.	Gez	FIGUUR 2	Formaat A4
DATUM.	23-1-'76	23-1-'76				
PARAAF	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>			AFD. B	REG. NR. ZZWB - T - 760012



ZUIDERZEEWERKEN

VERBLIJFTIJDEN

	Get.	Gecalq.	Gec.	Gez	FIGUUR 3	Formaat A4
DATUM	23-1-76	23-1-76			AFD. B	REG NR ZZWB - T - 760013
PARAAF.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>				

Tabel 1. Berekening verblijftijden voor een gemiddeld jaar. $X = 13$ $Y = 1$ $V_1 = 5,5$ $V_2 = 2,4$ (eenheden 10^3 m³).

Categorie	gedeelten van het watersysteem X (cat. A en B) en Y (cat. C en D)	verblijftijden van de delen	Z = 0,5 (geleeten d/jk)				Z = 1	Z = 2	Z = 4	Z = 6
			grootte grootte van de v.d. ver- = prod. delen blijven				Als bij Z = 0,5	Als bij Z = 0,5	Als bij Z = 0,5	Als bij Z = 0,5
A Doeltjes a die het systeem via het Kleine IJsselmeer verlaten	$\frac{Y}{XZ}$ $(\frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Z}{YZ}) \cdot \frac{X}{XZ}$ $(\frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Z}{YZ}) \cdot (\frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Z}{YZ}) \cdot \frac{Y}{XZ}$	T_1 $2T_1 + T_2$ $3T_1 + 2T_2$	0,96 x 0,41 = 0,39	0,93 x 0,39 = 0,36	0,87 x 0,37 = 0,32	0,76 x 0,32 = 0,24	0,68 x 0,29 = 0,20			
			0,012 x 2,42 = 0,03	0,033 x 1,98 = 0,065	0,077 x 1,54 = 0,12	0,14 x 1,12 = 0,16	0,18 x 0,92 = 0,17			
$T_{ky,a}$	versch. $\frac{X}{Z}$ $\frac{X}{Z} = 0,97$ $T_{ky,a} = 0,43$ jaar	$\frac{0,001}{0,96}$ $\frac{0,004}{0,43}$	0,007 x 2,71 = 0,02	0,007 x 3,57 = 0,004	0,007 x 2,71 = 0,02	0,027 x 1,92 = 0,05	0,050 x 1,51 = 0,08			
			$\frac{0,91}{0,91}$	$\frac{0,46}{0,43}$	$\frac{0,46}{0,46}$	$\frac{0,93}{0,45}$	$\frac{0,91}{0,45}$	$T_{ky,a} = 0,49$ jaar		
B Doeltjes a die het systeem via het Hartmeers verlaten	$\frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Y}{YZ}$ $(\frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Z}{YZ}) \cdot \frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Y}{YZ}$ $(\frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Z}{YZ}) \cdot (\frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Z}{YZ}) \cdot \frac{Z}{XZ} \cdot \frac{Y}{YZ}$	$T_1 + T_2$ $2T_1 + 2T_2$ $3T_1 + 3T_2$	0,025 x 2,01 = 0,050	0,036 x 1,89 = 0,057	0,044 x 1,17 = 0,052	0,048 x 0,80 = 0,038	0,045 x 0,63 = 0,028			
			0,0003 x 4,02 = 0,001	0,0013 x 3,18 = 0,004	0,004 x 2,34 = 0,009	0,0092 x 1,60 = 0,015	0,012 x 1,26 = 0,015			
$T_{ma,a}$	te versch. $\frac{0,025}{0,025}$ $T_{ma,a} = 2,05$ jaar	$\frac{0,025}{0,025}$	0,0004 x 4,77 = 0,002	0,0005 x 4,77 = 0,002	0,0004 x 3,51 = 0,001	0,0018 x 2,40 = 0,004	0,0034 x 1,89 = 0,006			
			$\frac{0,051}{0,051}$	$\frac{0,063}{0,063}$	$\frac{0,062}{0,062}$	$\frac{0,057}{0,057}$	$\frac{0,049}{0,049}$	$T_{ma,a} = 0,82$ jaar		
C Doeltjes b die het systeem via het Kleine IJsselmeer verlaten	$\frac{Z}{YZ} \cdot \frac{X}{XZ}$ $(\frac{Z}{YZ} \cdot \frac{Z}{XZ}) \cdot \frac{Z}{YZ} \cdot \frac{X}{XZ}$ $(\frac{Z}{YZ} \cdot \frac{Z}{XZ}) \cdot (\frac{Z}{YZ} \cdot \frac{Z}{XZ}) \cdot \frac{Z}{YZ} \cdot \frac{X}{XZ}$	$T_1 + T_2$ $2T_1 + 2T_2$ $3T_1 + 3T_2$	0,32 x 2,01 = 0,64	0,46 x 1,59 = 0,73	0,58 x 1,17 = 0,68	0,61 x 0,80 = 0,49	0,59 x 0,63 = 0,037			
			0,004 x 4,02 = 0,016	0,017 x 3,18 = 0,054	0,052 x 2,34 = 0,12	0,12 x 1,60 = 0,19	0,16 x 1,26 = 0,20			
$T_{ky,b}$	te versch. $\frac{0,324}{0,324}$ $T_{ky,b} = 2,05$ jaar	$\frac{0,556}{0,556}$	0,0006 x 4,77 = 0,003	0,0006 x 4,77 = 0,003	0,005 x 3,51 = 0,02	0,022 x 2,40 = 0,05	0,044 x 1,89 = 0,08			
			$\frac{0,79}{0,79}$	$\frac{0,79}{0,79}$	$\frac{0,82}{0,82}$	$\frac{0,73}{0,73}$	$\frac{0,55}{0,55}$	$T_{ky,b} = 0,82$ jaar		
D Doeltjes b die het systeem via het Hartmeers verlaten	$\frac{Y}{YZ}$ $(\frac{Z}{YZ} \cdot \frac{Z}{XZ}) \cdot \frac{Y}{YZ}$ $(\frac{Z}{YZ} \cdot \frac{Z}{XZ}) \cdot (\frac{Z}{YZ} \cdot \frac{Z}{XZ}) \cdot \frac{Y}{YZ}$	T_2 $2T_2 + T_1$ $3T_2 + 2T_1$	0,68 x 1,60 = 1,09	0,50 x 1,20 = 0,60	0,33 x 0,80 = 0,26	0,20 x 0,48 = 0,096	0,14 x 0,34 = 0,048			
			0,008 x 3,61 = 0,03	0,018 x 2,79 = 0,05	0,03 x 1,97 = 0,06	0,038 x 1,28 = 0,049	0,039 x 0,97 = 0,038			
$T_{ma,b}$	te versch. $\frac{0,688}{0,688}$ $T_{ma,b} = 1,63$ jaar	$\frac{1,12}{1,12}$	0,009 x 4,38 = 0,04	0,009 x 4,38 = 0,04	0,003 x 3,14 = 0,01	0,007 x 2,08 = 0,015	0,011 x 1,50 = 0,018			
			$\frac{0,68}{0,68}$	$\frac{0,68}{0,68}$	$\frac{0,33}{0,33}$	$\frac{0,160}{0,160}$	$\frac{0,160}{0,160}$	$T_{ma,b} = 0,55$ jaar		

Tabel II. Berekening verblijftijden voor een nat jaar. $X = 15,6$ $Y = 1,4$ $V_1 = 5,5$ $V_2 = 2,4$ (eenheden 10^9 ad).

Categorieën	gedeelten van de vertezeraan X (cat. A en B) en Y (cat. C en D)	verblijftijden	Z = 0,5		Z = 1		Z = 2		Z = 4		Z = 5	
			gedeelten x tijd	gedeelten x tijd	gedeelten x tijd	gedeelten x tijd	gedeelten x tijd	gedeelten x tijd	gedeelten x tijd	gedeelten x tijd	gedeelten x tijd	gedeelten x tijd
A De deeltjes a die het systeem via het Kleine IJssmeer verlaten	$\frac{Z+0,25}{X+Z}$ $\left\{ \frac{Z+0,25}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,25} \right\} \cdot \frac{X+0,25}{X+Z}$ $\left\{ \frac{Z+0,25}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,25} \right\} \cdot \frac{X+0,25}{X+Z}$	T_1 $2T_1 + T_2$ $3T_1 + 2T_2$	$0,95 \times 0,34 = 0,32$	$0,92 \times 0,33 = 0,30$	$0,87 \times 0,31 = 0,27$	$0,78 \times 0,28 = 0,22$	$0,71 \times 0,25 = 0,18$					
			to verwaarl. $\frac{0,96}{0,94}$ $T_{ky,a} = 0,36$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,95}{0,94}$ $T_{ky,a} = 0,36$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,94}{0,92}$ $T_{ky,a} = 0,38$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,92}{0,91}$ $T_{ky,a} = 0,40$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,91}{0,90}$ $T_{ky,a} = 0,40$ jaar					
B De deeltjes a die het systeem via het Markermeer verlaten	$\frac{Z+0,25}{X+Z} \cdot \frac{X+0,25}{Y+Z+0,25}$ $\left\{ \frac{Z+0,25}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,25} \right\} \cdot \frac{X+0,25}{X+Z}$ $\left\{ \frac{Z+0,25}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,25} \right\} \cdot \frac{X+0,25}{X+Z}$	$T_1 + T_2$ $2T_1 + 2T_2$ $3T_1 + 3T_2$	$0,036 \times 1,46 = 0,053$	$0,047 \times 1,24 = 0,058$	$0,059 \times 0,97 = 0,057$	$0,064 \times 0,70 = 0,045$	$0,064 \times 0,56 = 0,036$					
			to verwaarl. $\frac{0,036}{0,034}$ $T_{ma,a} = 1,49$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,047}{0,046}$ $T_{ma,a} = 1,27$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,063}{0,065}$ $T_{ma,b} = 1,03$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,063}{0,062}$ $T_{ma,a} = 0,83$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,081}{0,081}$ $T_{ma,a} = 0,71$ jaar					
C De deeltjes b die het systeem via het Kleine IJssmeer verlaten	$\frac{Z+0,25}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,25}$ $\left\{ \frac{Z+0,25}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,25} \right\} \cdot \frac{X+0,25}{X+Z}$ $\left\{ \frac{Z+0,25}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,25} \right\} \cdot \frac{X+0,25}{X+Z}$	$T_1 + T_2$ $2T_1 + 2T_2$ $3T_1 + 3T_2$	$0,22 \times 1,46 = 0,32$	$0,35 \times 1,24 = 0,43$	$0,48 \times 0,97 = 0,47$	$0,55 \times 0,70 = 0,39$	$0,55 \times 0,56 = 0,31$					
			to verwaarl. $\frac{0,27}{0,33}$ $T_{ky,b} = 1,47$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,46}{0,46}$ $T_{ky,b} = 1,27$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,52}{0,55}$ $T_{ky,b} = 1,05$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,65}{0,54}$ $T_{ky,b} = 0,83$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,70}{0,70}$ $T_{ky,b} = 0,70$ jaar					
D De deeltjes b die het systeem via het Markermeer verlaten	$\frac{Y+0,25}{Y+Z+0,25}$ $\left\{ \frac{Z}{Y+Z+0,25} \cdot \frac{Z+0,25}{X+Z} \right\} \cdot \frac{Y+0,25}{Y+Z+0,25}$ $\left\{ \frac{Z}{Y+Z+0,25} \cdot \frac{Z+0,25}{X+Z} \right\} \cdot \frac{Y+0,25}{Y+Z+0,25}$	T_2 $2T_2 + T_1$ $3T_2 + 2T_1$	$0,77 \times 1,12 = 0,86$	$0,62 \times 0,91 = 0,56$	$0,45 \times 0,66 = 0,30$	$0,29 \times 0,42 = 0,12$	$0,22 \times 0,31 = 0,068$					
			to verwaarl. $\frac{0,76}{0,88}$ $T_{ma,b} = 1,13$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,64}{0,60}$ $T_{ma,b} = 0,94$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,48}{0,358}$ $T_{ma,b} = 0,74$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,342}{0,183}$ $T_{ma,b} = 0,53$ jaar	to verwaarl. $\frac{0,281}{0,128}$ $T_{ma,b} = 0,46$ jaar					

Tabel III. Berekening verblijftijden voor een droog jaar. X = 7 Y = 0,7 V₁ = 5,5 V₂ = 2,4 (eenheden 10⁹ m³)

Categorieën	gedeelten van de waterheveraren X (cal. A en B) en Y (cal. C en D)	verblijftijden	Z = 0,15 (gesloten dijk)		Z = 1		Z = 2		Z = 4		Z = 6	
			gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden
A De deeltjes a die het systeem via het Kleine IJsselmeer verlaten	$\frac{X+0,75}{X+Z}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75}) \cdot \frac{Z+0,75}{X+Z}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75})^2 \cdot \frac{Z+0,75}{X+Z}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75})^3 \cdot \frac{Z+0,75}{X+Z}$	T ₁ 2T ₁ + T ₂ 3T ₁ + 2T ₂ 4T ₁ + 3T ₂	0,87 x 0,77 = 0,67	0,78 x 0,69 = 0,54	0,69 x 0,61 = 0,42	0,57 x 0,50 = 0,29	0,48 x 0,42 = 0,20					
			0,0096 x 3,04 = 0,029	0,069 x 2,36 = 0,16	0,12 x 1,92 = 0,23	0,10 x 1,44 = 0,14	0,20 x 1,16 = 0,23					
			to verv.	0,006 x 4,03 = 0,024	0,022 x 3,23 = 0,071	0,055 x 2,38 = 0,13	0,085 x 1,90 = 0,16					
			to verv.	to verv.	to verv.	0,017 x 3,32 = 0,06	0,036 x 2,64 = 0,095					
T _{hy,a}	$\frac{0,88}{T_{hy,a} = 0,80 \text{ jaar}}$	$\frac{0,70}{T_{hy,a} = 0,85 \text{ jaar}}$	$\frac{0,632}{T_{hy,a} = 0,87 \text{ jaar}}$	$\frac{0,622}{T_{hy,a} = 0,90 \text{ jaar}}$	$\frac{0,601}{T_{hy,a} = 0,86 \text{ jaar}}$	$\frac{0,58}{T_{hy,a} = 0,86 \text{ jaar}}$						
B De deeltjes a die het systeem via het Markermeer verlaten	$\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Y+0,75}{Y+Z+0,75}$ $\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75} \cdot \frac{Z+0,75}{Y+Z+0,75}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75})^2 \cdot \frac{Z+0,75}{Y+Z+0,75}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75})^3 \cdot \frac{Z+0,75}{Y+Z+0,75}$	T ₁ + T ₂ 2(T ₁ + T ₂) 3(T ₁ + T ₂)	0,12 x 2,27 = 0,273	0,13 x 1,67 = 0,216	0,13 x 1,37 = 0,17	0,12 x 0,94 = 0,11	0,099 x 0,74 = 0,073					
			0,0015 x 4,54 = 0,007	0,012 x 3,34 = 0,040	0,023 x 2,62 = 0,060	0,037 x 1,88 = 0,070	0,042 x 1,48 = 0,062					
			to verv.	0,001 x 5,01 = 0,005	0,004 x 3,93 = 0,015	0,012 x 2,82 = 0,034	0,017 x 2,22 = 0,038					
			$\frac{0,122}{T_{hy,a} = 2,3 \text{ jaar}}$	$\frac{0,261}{T_{hy,a} = 1,83 \text{ jaar}}$	$\frac{0,245}{T_{hy,a} = 1,56 \text{ jaar}}$	$\frac{0,214}{T_{hy,a} = 1,27 \text{ jaar}}$	$\frac{0,173}{T_{hy,a} = 1,09 \text{ jaar}}$					
C De deeltjes b die het systeem via het Kleine IJsselmeer verlaten	$\frac{Z}{Y+Z+0,75} \cdot \frac{Z+0,75}{X+Z}$ $(\frac{Z}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75}) \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75} \cdot \frac{Z+0,75}{X+Z}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75})^2 \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75} \cdot \frac{Z+0,75}{X+Z}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75})^3 \cdot \frac{Z+0,75}{X+Z}$	T ₁ + T ₂ 2(T ₁ + T ₂) 3(T ₁ + T ₂)	0,082 x 2,27 = 0,186	0,32 x 1,67 = 0,535	0,40 x 1,31 = 0,52	0,42 x 0,94 = 0,39	0,39 x 0,74 = 0,31					
			0,009 x 4,54 = 0,041	0,028 x 3,34 = 0,094	0,069 x 2,62 = 0,18	0,13 x 1,88 = 0,24	0,16 x 1,48 = 0,24					
			to verv.	0,003 x 5,01 = 0,015	0,013 x 3,93 = 0,051	0,040 x 2,82 = 0,11	0,069 x 2,22 = 0,15					
			$\frac{0,091}{T_{hy,b} = 2,5 \text{ jaar}}$	$\frac{0,227}{T_{hy,b} = 1,84 \text{ jaar}}$	$\frac{0,151}{T_{hy,b} = 1,56 \text{ jaar}}$	$\frac{0,124}{T_{hy,b} = 1,25 \text{ jaar}}$	$\frac{0,103}{T_{hy,b} = 1,13 \text{ jaar}}$					
D De deeltjes b die het systeem via het Markermeer verlaten	$\frac{Y+0,75}{Y+Z+0,75}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75}) \cdot \frac{Y+0,75}{Y+Z+0,75}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75})^2 \cdot \frac{Y+0,75}{Y+Z+0,75}$ $(\frac{Z+0,75}{X+Z} \cdot \frac{Z}{Y+Z+0,75})^3 \cdot \frac{Y+0,75}{Y+Z+0,75}$	T ₂ 2T ₂ + T ₁ 3T ₂ + 2T ₁ 4T ₂ + 3T ₁	0,92 x 1,50 = 1,38	0,59 x 0,98 = 0,58	0,42 x 0,70 = 0,29	0,28 x 0,44 = 0,12	0,20 x 0,32 = 0,064					
			0,012 x 3,77 = 0,045	0,055 x 2,65 = 0,145	0,074 x 2,01 = 0,15	0,086 x 1,38 = 0,12	0,083 x 1,06 = 0,088					
			to verv.	0,005 x 4,32 = 0,022	0,014 x 3,32 = 0,046	0,028 x 2,32 = 0,065	0,036 x 1,80 = 0,065					
			$\frac{0,933}{T_{hy,b} = 1,73 \text{ jaar}}$	$\frac{0,75}{T_{hy,b} = 1,65 \text{ jaar}}$	$\frac{0,49}{T_{hy,b} = 1,49 \text{ jaar}}$	$\frac{0,33}{T_{hy,b} = 1,40 \text{ jaar}}$	$\frac{0,236}{T_{hy,b} = 1,33 \text{ jaar}}$					

Tabel IV . Berekening verblijftijden voor een gesteld jaar bij ofzet-volledige menging van het Kleine IJsselmeer.

Categorie	gedeelten van de waterbezwaren X (cat. A en B) en Y (cat. C en D)	verblijftijden van de delen	Z = 0,5; α = 1,03 (gesl. d)jk		Z = 2 (α = 1,4)		Z = 4 (α = 1,2)	
			gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden	gedeelten x tijden		
A. De deeltjes a die het systeem via het Kleine IJsselmeer verlaten. T _{ky,a}	$\frac{X}{X+Z}$ $\left(\frac{Z}{X+Z} \cdot \frac{Z}{X+Z}\right) \cdot \frac{Y}{X+Z}$ $\left(\frac{Z}{X+Z} \cdot \frac{Z}{X+Z}\right)^2 \cdot \frac{X}{X+Z}$	$I_1 \left(1 + \frac{Z}{3X}\right) =$ $\frac{1}{3} I_1 + I_2 + \alpha I_1$ $\frac{2}{3} I_1 + 2I_2 + \alpha I_1$	0,96 x 0,42 = 0,40 0,072 x 2,16 = 0,03 $\frac{\text{te. verzaarl.}}{0,97} \times \frac{0,43}{0,95}$ T _{ky,a} = 0,44 jaar	0,87 x 0,41 = 0,36 0,077 x 1,34 = 0,10 $\frac{0,007}{0,95} \times \frac{0,02}{0,48}$ T _{ky,a} = 0,50 jaar	0,76 x 0,38 = 0,29 0,14 x 0,97 = 0,14 $\frac{0,027}{0,93} \times \frac{0,04}{0,47}$ T _{ky,a} = 0,50 jaar			
B. De deeltjes a die het systeem via het Markmeer verlaten. T _{ms,a}	$\frac{Z}{X+Z} \cdot \frac{Y}{Y+Z}$ $\left(\frac{Z}{X+Z} \cdot \frac{Z}{X+Z}\right) \cdot \frac{Z}{X+Z} \cdot \frac{Y}{Y+Z}$ $\left(\frac{Z}{X+Z} \cdot \frac{Z}{X+Z}\right)^2 \cdot \frac{Z}{X+Z} \cdot \frac{Y}{Y+Z}$	$\frac{1}{3} I_1 + I_2$ $2 \cdot \frac{1}{3} I_1 + 2I_2$ $3 \cdot \frac{1}{3} I_1 + 3I_2$	0,025 x 1,74 = 0,044 0,0003 x 3,48 = 0,001 $\frac{\text{te. verzaarl.}}{0,025} \times \frac{0,045}{0,045}$ T _{ms,a} = 1,8 jaar	0,044 x 0,93 = 0,041 0,004 x 1,86 = 0,007 $\frac{0,0004}{0,048} \times \frac{0,001}{0,049}$ T _{ms,a} = 1,02 jaar	0,048 x 0,59 = 0,028 0,0092 x 1,18 = 0,011 $\frac{0,0018}{0,059} \times \frac{0,003}{0,042}$ T _{ms,a} = 0,71 jaar			
C. De deeltjes b die het systeem via het Kleine IJsselmeer verlaten. T _{ky,b}	$\frac{Z}{Y+Z} \cdot \frac{X}{X+Z}$ $\left(\frac{Z}{Y+Z} \cdot \frac{Z}{X+Z}\right) \cdot \frac{Y}{Y+Z} \cdot \frac{X}{X+Z}$ $\left(\frac{Z}{Y+Z} \cdot \frac{Z}{X+Z}\right)^2 \cdot \frac{Z}{Y+Z} \cdot \frac{X}{X+Z}$	$I_2 + \alpha I_1$ $2I_2 + \frac{1}{3} I_1 + \alpha I_1$ $3I_2 + 2 \cdot \frac{1}{3} I_1 + \alpha I_1$	0,32 x 2,02 = 0,65 0,004 x 3,76 = 0,02 $\frac{\text{te. verzaarl.}}{0,32} \times \frac{0,57}{0,57}$ T _{ky,b} = 2,10 jaar	0,58 x 1,21 = 0,70 0,052 x 2,14 = 0,11 $\frac{0,005}{0,54} \times \frac{0,02}{0,83}$ T _{ky,b} = 1,30 jaar	0,61 x 0,86 = 0,53 0,12 x 1,45 = 0,17 $\frac{0,022}{0,75} \times \frac{0,04}{0,74}$ T _{ky,b} = 0,99 jaar			
D. De deeltjes b die het systeem via het Markmeer verlaten. T _{ms,b}	$\frac{Y}{Y+Z}$ $\left(\frac{Z}{Y+Z} \cdot \frac{Z}{X+Z}\right) \cdot \frac{Y}{Y+Z}$ $\left(\frac{Z}{Y+Z} \cdot \frac{Z}{X+Z}\right)^2 \cdot \frac{Y}{Y+Z}$	I_2 $2I_2 + \frac{1}{3} I_1$ $3I_2 + \frac{2}{3} I_1$	0,68 x 1,60 = 1,09 0,008 x 3,34 = 0,03 $\frac{\text{te. verzaarl.}}{0,68} \times \frac{1,12}{1,12}$ T _{ms,b} = 1,62 jaar	0,33 x 0,80 = 0,26 0,03 x 1,73 = 0,05 $\frac{0,003}{0,36} \times \frac{0,009}{0,32}$ T _{ms,b} = 0,89 jaar	0,20 x 0,48 = 0,096 0,038 x 1,07 = 0,041 $\frac{0,007}{0,25} \times \frac{0,012}{0,149}$ T _{ms,b} = 0,60			