

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Directie Zeeland

Nummer:

K577

Bibliotheek, Koestr. 30, tel: 0118-686362,
postbus 5014, 4330 KA Middelburg



DI: 13 49 92

rijkswaterstaat

directie waterhuishouding en waterbeweging
district kust en zee
adviesdienst vliissingen

notitie WWKZ-81.V255

projectcode

aan :

van : Ir. E.H. Ebbens

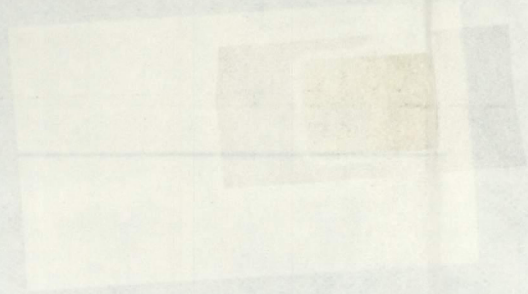
datum : januari 1981

onderwerp :

Commentaar op Belgische berekeningen aangaande
de invloed van de verdieping van de Westerschelde
op het getij.



21: 13 46 95



behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255
datum: januari 1981
bladnr: i

INHOUD

	<u>blz</u>
1. Inleiding.	1
2. De ijking van het tweedimensionaal wiskundig getij- model van de Westerschelde.	2
3. De berekende invloed van verdiepingswerken.	3
3.1 De toestand 2.	3
3.2 De toestand 3.	4
4. Nadere beschouwing van de veranderingen van het getij ten gevolge van verdieping van de drempels.	8
5. Conclusies.	10
Literatuur.	12

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255
datum: januari 1981
bladnr: 1

1. Inleiding.

In het Belgische rapport "Mathematisch model van de zeewaartse uitbouw van de haven van Zeebrugge, Mod 382, Eindrapport" van juni 1979 [1] is een hoofdstuk opgenomen aangaande de ijking van een tweedimensionaal wiskundig getijmodel voor de Westerschelde (hfst. III.1) en de berekening van de invloed van de verdieping van de drempels in de Westerschelde op het verticale en horizontale getij (hfst. III.2).

In het kader van het Belgisch-Nederlands overleg in de Subcommissie "Verdieping Westerschelde" is gevraagd om commentaar van Nederlandse zijde op de Belgische berekeningen aangaande de invloed van de verdiepingswerken op het getij zoals weergegeven in voornoemd rapport. Dit commentaar is vervat in deze notitie.

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255
datum: januari 1981
bladnr: 2

2. De ijking van het tweedimensionaal wiskundig getijmodel van de Westerschelde.

Dit betreft een tweedimensionaal model bestaande uit vierkanten met een zijde van 500 m en een bepaalde bodemdiepte tussen Vlissingen en Doel en een hieraan gekoppeld eendimensionaal model tussen Doel en Schelle.

In hoofdstuk III.1 van het rapport wordt de ijking behandeld. Men besluit dit hoofdstuk met de conclusie dat het model zowel voor verticaal als horizontaal getij als geijkt kan worden beschouwd. Voor wat betreft het gebruik van het model om de relatieve invloed van verdiepingswerken op het verticale getij te bepalen kan hiermee worden ingestemd. Voor het horizontale getij wordt dezerzijds het model geschikt geacht om de orde van grootte van de relatieve verandering weer te geven.

Dat voor het horizontale getij dezerzijds enig voorbehoud wordt gemaakt voor de mate van betrouwbaarheid van de voorspellingen heeft de volgende redenen:

In de eerste plaats kan het voornoemde vierkantennet van de schematisering niet altijd het geulenpatroon goed weergeven. De in het rapport gegeven vergelijking tussen gemeten en berekend verticaal getij toont een tendens tot een kleine vertraging van de voortplanting van het berekende getij ten opzichte van de metingen. Dit kan samenhangen met de genoemde discrepantie tussen netwerkschematisering en geulenpatroon.

In de tweede plaats wordt uit het rapport de indruk verkregen dat de berekende debietverdeling over de verschillende geulen in het dwarsprofiel niet altijd overeenkomt met de uit de metingen volgende verdeling. Overigens is het verkrijgen van een dergelijke overeenkomst in een gebied als de Westerschelde verre van eenvoudig.

Geconcludeerd kan worden dat dit model een redelijk instrument moet zijn om de relatieve verandering van het verticale getij en de orde van grootte van de relatieve verandering van het horizontale getij ten gevolge van verdiepingswerken te bepalen.

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255
datum: januari 1981
bladnr: 3

3. De berekende invloed van verdiepingswerken.

Voor drie min of meer hypothetische toestanden van drempelverdiepingen is de invloed bepaald met het getij van 11 mei 1971 als randvoorwaarde. Van toestand 2, die meer ingrijpend is als toestand 1, en van toestand 3, die nog ingrijpender is, worden de berekende effecten besproken.

3.1 De toestand 2.

De hypothetische drempelverdiepingen zijn de volgende:

Drempel	Diepte (N.A.P.)	Breedte
Vlissingen	- 17,20 m	500
Borssele	- 16,30 m	500
Baarland	- 15,90 m	300
Overloop-Hansweert	- 16,00 m	300
Hansweert	- 16,00 m	300
Walsoorden	- 16,00 m	300
Valkenisse	- 16,25 m	300
Bath	- 16,30 m	300
Zandvliet	- 16,45 m	300

De helling van de taluds bedraagt 10%.

De veranderingen van het verticaal getij zijn als volgt (afgeleid uit bijlage 8 van het rapport):

	hoogwater (in cm t.o.v. N.A.P.)			laagwater (in cm t.o.v. N.A.P.)			getijamplitude (in cm)		
	To	toestand 2	veran- dering	To	toestand 2	veran- dering	To	toestand 2	veran- dering
Hansweert	240	241	+1	-221	-222	-1	461	463	+2
Walsoorden	245	247	+2	-225	-226	-1	470	473	+3
Bath	275	278	+3	-226	-231	-5	501	509	+8
Prosperp.	282	286	+4	-230	-236	-6	512	522	+10
Antwerpen	294	297	+3	-239	-244	-5	533	541	+8
Schelle	289	292	+3	-243	-298	-5	532	540	+8

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255
 datum: januari 1981
 bladnr: 4

Deze veranderingen lijken gering. Er dient echter bij realisering van deze verdieping rekening gehouden te worden met een extra invloed op het getij ten gevolge van een verdere verruiming van de geul buiten de ondiepe plaatsen ten gevolge van de toegenomen baggerwerken. Hierop wordt in hoofdstuk 4 van deze notitie nader ingegaan.

De veranderingen van het horizontale getij zijn als volgt (volgens bijlage 8 van het rapport):

dwarsdoorsnede	meetpunt	maximum vloed (cm/sec)		maximum eb (cm/sec)	
		To	toestand 2	To	toestand 2
Gat van Ossenisse	MP 6	136	135	112	113
Middelgat	MP 15	119	119	115	116
Zuidergat	MP 5	131	132	101	104
Scheur van Waarde	MP 12	161	160	110	108
Nauw van Bath	MP 3	90	87	89	88
Schaar van Noord	MP 9	129	125	68	65

De verandering van het stroombeeld lijkt niet groot. Ook hiervoor geldt dat door verdere wijzigingen van de morfologie ten gevolge van de toegenomen baggerwerken bij realisering van de drempelverdieping de veranderingen groter kunnen zijn.

Bovendien spelen bij het beoordelen van de stromingstoestand lokale effecten, zoals dwarsstromen een rol. Deze zijn niet rechtstreeks uit dit model af te leiden. Overigens kunnen uit de berekende veranderingen van het horizontale getij niet al te harde conclusies worden getrokken mede gezien de in hoofdstuk 2 geconstateerde verschillen tussen natuur en model.

3.2 De toestand 3.

Deze toestand lijkt enigszins overeen te komen met de verdieping volgens een vroeger uitgevoerde berekening met het ééndimensionaal getijmodel van de Adviesdienst Vlissingen.

rijkswaterstaat

behoort bij: notitie

WWKZ nr: 81.V255

datum: januari 1981

bladnr: 5

Ter vergelijking zijn in de nu volgende tabellen alle overeenkomstige getallen van het ééndimensionaal model tussen haakjes bij geschreven.

De hypothetische drempelverdiepingen zijn de volgende:

Drempel	Diepte (in m t.o.v. N.A.P.)	Breedte (m)
Vlissingen	- 17,50 (- 17,50)	500 (500)
Borssele	- 17,50 (- 17,50)	500 (500)
Baarland	- 17,50 (- 17,50)	500 (500)
Hansweert	- 17,50 (- 17,50)	400 (400)
Walsoorden	- 17,50 (- 17,50)	300 (400)
Valkenisse	- 17,50 (- 17,50)	300 (300)
Bath	- 17,50 (- 17,50)	300 (300)
Zandvliet	- 17,50 (- 17,50)	300 (300)

De helling van de taluds bedraagt 10‰.

De veranderingen van het verticaal getij zijn als volgt (afgeleid uit bijlage 8 van het rapport):

	hoogwater (in cm t.o.v. N.A.P.)			laagwater (in cm t.o.v. N.A.P.)			getijamplitude (in cm)		
	To	toestand 3	veran- ¹⁾ dering	To	toestand 3	veran- ¹⁾ dering	To	toestand 3	veran- ¹⁾ dering
Hansweert	240	242	+2 (+3)	-221	-222	-1 (-4)	461	464	+3 (+7)
Walsoorden	245	249	+4	-225	-227	-2	470	476	+6
Bath	275	286	+5 (+6)	-226	-233	-7 (-20)	501	513	+12 (+26)
Prosperp.	282	288	+6 (+7)	-230	-238	-8 (-20)	512	526	+14 (+27)
Antwerpen	294	299	+5 (+10)	-239	-246	-7 (-21)	533	545	+12 (+31)
Schelle	289	294	+5 (+6)	-243	-256	-7	532	544	+12

¹⁾ De tussen haakjes geplaatste getallen zijn van de overeenkomstige berekening met het ééndimensionaal model van de Adviesdienst Vlissingen.

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255
 datum: januari 1981
 bladnr: 6

Uit de getallen blijkt dat de berekeningen met het model van de Adviesdienst Vlissingen grotere veranderingen geeft. Dit kan veroorzaakt worden door de eerder genoemde discrepantie tussen een netwerkschematisering en het verloop van de geulen. Hierdoor kan de weerstand in het tweedimensionaal model relatief groter zijn. Een andere oorzaak kan de wijze van schematiseren zijn. Het is niet geheel duidelijk uit het rapport hoe de verandering volgens toestand 3 is ingebouwd in het model.

Een belangrijk aspect is echter de uitgangstoestand van de modellen. De bodemligging van het model van Adviesdienst Vlissingen dateert van 1969. De bodemligging van het Belgisch model is van 1976/1977.

In de periode 1970 - 1978 is voor Bath het hoogwater ongeveer gelijk gebleven en is het laagwater ten opzichte van Vlissingen ca. 15 cm verlaagd [3]. De nu volgende tabel geeft een overzicht van de verschillende veranderingen.

Waterstandsveranderingen Bath in cm:

	Berekening model Advies- dienst begin toestand 1969 (1)	Waarneming 1970 - 1978 (2)	Belgische berekening begin toestand 1976/1977 (3)
H.W.	+ 6	0	+ 5
L.W.	-20	-15	- 7
amplitude	+26	+15	+12

Het effect volgens de Belgische berekening (3) vermeerderd met de waargenomen verandering in de periode 1970 - 1978 (2) kan nu min of meer vergeleken worden met de berekeningen met het model van de Adviesdienst Vlissingen (1). Uit deze vergelijking blijkt geen belangrijk verschil tussen de rekenresultaten van de twee modellen. Voorlopig moet dus gesteld worden dat de beide modellen geen verschillen geven in uitkomsten.

rijkswaterstaat

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255

datum: januari 1981

bladnr: 7

- . De veranderingen van het horizontale getij zijn als volgt (volgens bijlage 8 van het rapport):

dwarsdoor- snede	meet- punt	maximum vloed (cm/sec)		maximum eb (cm/sec)	
		To	toestand 3	To	toestand 3
Gat van Ossenisse	MP 6	136	133	112	112
Middelgat	MP 15	119	120	115	118
Zuidergat	MP 5	131	130	101	103
Schaar van Waarde	MP 12	161	157	110	106
Nauw van Bath	MP 3	90	86	89	87
Schaar van Noord	MP 9	129	123	68	64

De veranderingen lijken niet groot. Verder geldt hetgeen gesteld is aan het slot van hoofdstuk 3.1 van deze notitie.

behoort bij: notitie

WWKZ nr: 81.V255

datum: januari 1981

bladnr: 8

4. Nadere beschouwing van de veranderingen van het getij ten gevolge van verdieping van de drempels.

Uitgaande van de gegevens van de Belgische nota "Weerslag van een verdieping van de maritieme toegangsweg tot de Haven van Antwerpen op de baggerwerken in de Westerschelde en de Drempel van Zandvliet" [2], de Nederlandse notitie WWKZ-80.V256b [3] en het rapport van de Belgische getijberekeningen [1] kan onderstaande tabel worden samengesteld.

	diepte van de drempels in 1979 t.o.v. g.l.l.w.s. (volgens [2])	Verdieping van de drempels		
		toestand 2	toestand 3	programma 48'/43'
Hansweert	112 dm	21 dm	36 dm	18 dm
Valkenisse	116 dm	20 dm	32 dm	17 dm
Bath	116 dm	20 dm	32 dm	20 dm
Zandvliet	115 dm	22 dm	33 dm	16 dm

In de jaren 1970 - 1975 is een verdieping van 1,5 à 2 m van de drempels opgetreden, terwijl in de jaren 1975 - 1979 de ligging ongeveer constant bleef [2,3].

De volgende veranderingen van het getij te Bath zijn bekend:

	Berekeningen		Waarneming ¹⁾ 1970 - 1978
	toestand 2	toestand 3	
H.W.	+ 3 cm	+ 5 cm	0 cm
L.W.	- 5 cm	- 7 cm	-15 cm
amplitude	+ 8 cm	+12 cm	+15 cm

1) verandering ten opzichte van getij Vlissingen

Geconcludeerd kan nu worden dat een verdieping van de drempels van 1,5 à 2 m in de periode 1970 - 1978 een amplitude-vergroting van 15 cm bij Bath heeft gegeven.

behoort bij: notitie

WWKZ nr: 81.V255

datum: januari 1981

bladnr: 9

Indien een iets grotere verdieping van de drempels in het model wordt ingevoerd volgens toestand 2 (verdieping 2 m) wordt een amplitude-vergroting van slechts 8 cm bij Bath gevonden. Zelfs een verdieping van meer dan 3 m (toestand 3) geeft in het model een vergroting van de amplitude van minder dan 15 cm (12 cm).

De verklaring hiervoor is dat bij de realisering van de verdieping van de drempels er tevens belangrijke morfologische veranderingen buiten de drempels optreden. Met name treedt een belangrijke verdieping van de hoofdgeul op. In notitie WWKZ-80.V265b [3] is reeds uitvoerig op deze veranderingen ingegaan (zie o.a. de derde alinea van hoofdstuk 7 van deze notitie).

Tevens kan het bij de berekeningen optredende relatief geringe effect van de verdieping op de laagwaterstanden hiermee verklaard worden.

Het voorgaande impliceert dat bij een bepaling van de effecten van de verdieping volgens het programma 48'/43' op het getij met een mathematisch model niet alleen gewerkt moet worden met de hypothetische verlaging van de drempels, maar dat ook de hiermee samengaan overige morfologische veranderingen in het model gebracht moeten worden.

Uitgaande van de in de periode 1970 - 1978 opgetreden verdieping van de drempels van 1,5 à 2 m en dezelfde orde van grootte van verdieping voor het programma 48'/43' zou een vergroting van de getijamplitude van 15 cm te Bath na realisering van het programma 48'/43' verwacht kunnen worden. Het is echter waarschijnlijk dat de aanpassing van de gebieden buiten de drempels aan de nieuwe ligging van de drempels ettelijke jaren kan vergen. Uit de ontwikkeling na 1975 blijkt onder andere dat de verdieping van de hoofdgeul in 1979 nog niet teneinde is. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de invloed van het programma 48'/43' meer zal zijn dan een verhoging van de getijamplitude van 15 cm.

Overigens zou de in hoofdstuk 2 genoemde discrepantie tussen netwerkschematisering en ligging van de geulen ook een rol kunnen spelen bij de geconstateerde verschillen. Om dit eventuele effect te onderzoeken is het narekenen van de in het verleden opgetreden veranderingen, zoals die van de jaren 1970 - 1975, nodig.

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255
datum: januari 1981
bladnr: 10

. 5. Conclusies.

Het tweedimensionale Belgische getijmodel is een redelijk instrument om de veranderingen van het verticale getij ten gevolge van verdiepingen te bepalen (hoofdstuk 2).

Bij gebruik van het model voor de bepaling van de verandering van het horizontaal getij moet enige voorzichtigheid worden betracht in verband met de gecompliceerde morfologie van de Westerschelde en het gebruik van een netwerkschematisering (hoofdstuk 2 en hoofdstuk 3.1).

De resultaten van de berekeningen van de veranderingen van het verticale getij met het Belgische model wijken niet aantoonbaar af van de resultaten van vroeger uitgevoerde berekeningen met het één-dimensionale model van de Adviesdienst Vlissingen (hoofdstuk 3.2).

Vergelijking van de in de periode 1970 - 1978 opgetreden veranderingen van het verticale getij met de uit de berekeningen volgende veranderingen tonen aan dat de berekeningen te geringe veranderingen geven van de getijamplitude en het laagwater. Dit wordt veroorzaakt door het niet in het model brengen van de morfologische veranderingen buiten de drempels. Deze veranderingen, zoals bijvoorbeeld de verdieping van de hoofdgeul tussen de drempels, hangen nauw samen met de verdieping van de drempels (hoofdstuk 4). Mogelijk speelt de voornoemde discrepantie tussen netwerkschematisering en geulligging ook een rol bij de verschillen tussen natuur en model (hoofdstuk 4).

Het narekenen van in het verleden opgetreden veranderingen zoals van bijvoorbeeld de periode 1970 - 1978 is gewenst om een te gebruiken model nader te toetsen (hoofdstuk 4).

Bij het berekenen van de invloed van de verdieping volgens het '48'/43'-programma dienen de voornoemde bijkomende morfologische veranderingen zo goed mogelijk bepaald te worden en in het model te worden ingebracht (hoofdstuk 4).

Op grond van de ontwikkelingen in de periode 1970 - 1978 wordt verwacht dat door uitvoering van het '48'/43'-programma de getijamplitude te Bath met minstens 15 cm zal vergroten (hoofdstuk 4).

rijkswaterstaat

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255

datum: januari 1981

bladnr: 11

Lokale effecten van de verdiepingen op het horizontale getij
zoals dwarsstromen zijn niet rechtstreeks uit het model af te leiden
(hoofdstuk 3.1).

behoort bij: notitie WWKZ nr: 81.V255
datum: januari 1981
bladnr: 12

LITERATUUR

- [1] J.C.J. Nihoul, F.C. Runday.
Mathematisch model van de zeevaartse uitbouw van de
haven van Zeebrugge, Mod 382, Eindrapport.
Universit  de Liège, jan. - jun. 1979.

- [2] Weerslag van een verdieping van de maritieme toegangs-
weg tot de Haven van Antwerpen op de baggerwerken in
de Westerschelde en de Drempel van Zandvliet.
Notitie ten behoeve van de Subcommissie Verdieping
Westerschelde.

- [3] W.T. Bakker, D. de Looff.
Onderzoek gevolgen verdieping Westerschelde, met
betrekking tot morfologie, zandhuishouding, stort-
plaatsen en stabiliteit oevers.
Notitie WWKZ-80.V265b, Studiedienst Vlissingen,
september 1980.

