

Memo

Aan
Ruud Raaijmakers

Datum	Kenmerk	Aantal pagina's
25 januari 2013	1205804-005-ZWS-0004	9
Van	Doorkiesnummer	E-mail
Aukje Spruyt	+31 (0)88 33 57 961	aukje.spruyt@deltares.nl

Onderwerp
Evaluatie gebruik WAQBANK 3de tranch Maas

1 Inleiding

Vanaf 2010 is door Deltares gewerkt aan de ontwikkeling van een oevererosiemodule (WAQBANK), zie Van der Sligte & Spruyt (2012). WAQBANK wordt in combinatie met WAQUA gebruikt voor het verkrijgen van inzicht waar in meer of mindere mate oevererosie is te verwachten.

Dit memo beschrijft de werkzaamheden die zijn uitgevoerd door Deltares in het kader van het project "Advies gebruik WAQBANK 3de tranch Maas" in opdracht van Grontmij. Tijdens dit project is advies gegeven bij de toepassing van WAQBANK bij de voorbereiding van de 3^e tranche KRW-maatregelen langs de Maas door HKV. De resultaten van de toepassing van WAQBANK worden gerapporteerd in Wijbenga & Vieira da Silva (2012). Aan de hand van deze rapportage wordt in geëvalueerd of WAQBANK correct is toegepast.

Dit memo heeft twee doelstellingen:

- 1 Rapportage van werkzaamheden die zijn uitgevoerd door Deltares in het kader van het project "Advies gebruik WAQBANK 3de tranch Maas".
- 2 Evaluatie van het correct gebruik van WAQBANK aan de hand van de rapportage in Wijbenga & Vieira da Silva (2012).

Een aantal aspecten komt aan bod. In sectie 2 worden de aanpassingen aan WAQBANK genoemd die in de loop van het adviesproject zijn doorgevoerd. Sectie 3 beschrijft de waarden voor de kritische schuifspanning die zijn afgeleid voor het gebruik van WAQBANK voor de verschillende oeverlocaties van de 3^e tranche KRW-maatregelen. De daadwerkelijke evaluatie van het gebruik van WAQBANK wordt gegeven in sectie 4 en de algemene conclusies worden in sectie 5 samengevat.

2 Aanpassingen WAQBANK

WAQBANK is nog een "beta-release". Gedurende de loop van dit adviesproject zijn een aantal verbeteringen doorgevoerd. Deze hadden ofwel te maken met de wens voor extra functionaliteit dan wel met problemen tijdens de toepassing.

Het gaat hierbij om de volgende verbeteringen:

- Mogelijkheid tot het opgeven van een waarde voor de kritische schuifspanning in plaats van gebruik te maken van vaste klassen voor de oever- en bodemmateriaal.
- WAQBANK geschikt maken voor het gebruik van een 2 keer zo fijn rooster voor de Maas (en daardoor groter geheugengebruik).
- Mogelijkheid tot het wegschrijven van het geërodeerd volume per traject langs de rivier dat door de gebruiker wordt opgegeven.

3 Afleiden kritische schuifspanning

Als invoer voor WAQBANK is voor elke oeverlocatie een waarde voor de kritische schuifspanning nodig. Deze schuifspanning wordt gebruikt om het terugschrijden van de oever op die locatie te bepalen. De kritische schuifspanning is een grootheid die niet direct door middel van meting kan worden bepaald, maar moet worden afgeleid uit andere grootheden. Deze afleiding is verschillend voor zand en klei. In deze sectie worden deze afleidingen besproken evenals de uiteindelijke kritische schuifspanning voor de verschillende locaties.

Er zijn boringen uitgevoerd tot een diepte van ongeveer 4 meter. Voor het bepalen van de kritische schuifspanning is gekeken naar het totale boorprofiel. Als een boring uit verschillende typen grond bestaat is het gewogen gemiddelde genomen.

3.1 Kritische schuifspanning klei

De kritische schuifspanning voor klei wordt bepaald aan de hand van de Atterbergse grenzen. Dit zijn de uitzoetgrens W_p en de vloeigrens W_L . Met behulp van deze parameters kan de plasticiteitsindex $I_p = W_L - W_p$ worden afgeleid. Deze grenzen kunnen met standaard tests in een laboratorium worden bepaald. Voor de boringen die zijn uitgevoerd langs de oeverlocaties zijn deze waarden toegeleverd door de opdrachtgever (zie bijlage A).

Voor de sterkte coëfficiënt voor oevermateriaal c_E [$m^{-1}s^{-1}$] voor klei wordt onderscheid gemaakt in drie klassen zoals beschreven in Kruse (2010) en weergegeven in onderstaande tabel.

Klasse	W_L	I_p	c_E	τ_c
Niet geschikte klei	> 40	$< 0,73 \times (W_L - 20)$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	0,46
Schrake Klei	< 40	-	$1,5 \cdot 10^{-4}$	1,23
Stevige Klei	> 40	$> 0,73 \times (W_L - 20)$	$7,5 \cdot 10^{-5}$	2,47

Voor het omrekenen van de sterkte coëfficiënt voor oevermateriaal c_E naar de kritische schuifspanning τ_c [N/m^2] is de volgende formule gebruikt: $\tau_c = M/c_E$, met $M = 1,85 \cdot 10^{-4}$ [$kg / (m^2s^3)$].

3.2 Kritische schuifspanning zand

De kritische schuifspanning voor zand wordt afgeleid aan de hand van de gemiddelde korreldiameter. Deze gemiddelde korreldiameter wordt bepaald aan de hand van zeefcurves. De zeefcurves voor de boringen zoals toegeleverd door de opdrachtgever zijn te vinden in bijlage B.

Voor de kritische schuifspanning voor zand wordt de volgende formule gebruikt:

$$\tau_c = D_{50} \theta_c g (\rho_s - \rho_w)$$

Met

D_{50}	gemiddelde korreldiameter [m]
g	versnelling zwaartekracht [9,81 m/s ²]
ρ_s	dichtheid van zand [2650 kg/m ³]
ρ_w	dichtheid van water [1000 kg/m ³]
θ_c	kritische Shields parameter [0,04]

3.3 Kritische schuifspanning per locatie

Voor elke oeverlocatie is een kritische schuifspanning berekend. Voor het bepalen van de kritische schuifspanning is gekeken naar het totale boorprofiel. Als een boring uit verschillende typen grond bestaat is het gewogen gemiddelde genomen. Dit gewogen gemiddelde is bepaald door te kijken naar welk percentage van het boorprofiel uit zand bestaat en de kritische schuifspanning voor zand met deze waarde te vermenigvuldigen. Analoog wordt de kritische schuifspanning voor klei vermenigvuldigd met het kleipcentage van het boorprofiel. Vervolgens worden deze twee gewogen waarden voor de kritische schuifspanning bij elkaar opgeteld om een gemiddelde waarde voor het totale boorprofiel te krijgen.

De waarden per locatie die zijn toegeleverd aan HKV zijn weergegeven in onderstaande tabel:

ID	locatie	τ_c	X-coördinaat	Y-coördinaat
1	Baend	1,46	203767,57	395676,19
2	Benedenwaarden	0,43	145909,49	416354,31
3	Bergen	2,12	198995,21	403749,77
4	Boxmeer	1,23	194843,04	407477,75
5	Broekhuizerwaard	1,23	209346,99	388268,43
6	Drielsche Uiterwaard	0,35	150305,20	417531,25
7	Gewande	0,46	152451,46	418288,78
8	Greffeling	0,28	162473,27	426995,81
9	Hedikhuizen	0,21	140840,55	417016,58
10	Heijen	0,46	195007,74	409160,72
11	Heumen	0,30	183100,56	418558,70
12	Lijmen	0,63	170279,26	426304,10
13	Mokerplas	1,23	189426,38	415988,18
14	Oolergreend	1,23	193863,63	355755,67
15	Ossenkamp	0,27	195591,65	406535,81
16	Rijkelse Bemden-Kerk	0,66	198246,63	363554,44
17	Schelkensberg	1,23	204156,72	368092,53
18	Ubreek	1,23	208795,94	377518,76
19	Venlo-Velden	1,23	208185,68	380697,05
20	Vortumsche Bergen	1,23	197543,85	405002,57
21	Weerdbeemden	0,38	199718,10	364782,18

4 Evaluatie gebruik WAQBANK

In het conceptrapport Wijbenga & Vieira da Silva (2012) wordt beschreven hoe WAQBANK wordt toegepast voor een aantal oeverlocaties langs de Maas. Deltares heeft niet de beschikking over de daadwerkelijke invoerfiles, dus aan de hand daarvan kan geen uitspraak worden gedaan over het correcte gebruik van WAQBANK. Deze sectie geeft daarom een evaluatie van het gebruik van WAQBANK aan de hand van de hierboven genoemde rapportage.

4.1 WAQBANK versie

Er is nergens aangegeven welke versie van WAQBANK is gebruikt, namelijk BankLines.exe revisie 3426 (2012-09-21) en BankErosion.exe revisie 3449 (2012-10-23). Aangezien WAQBANK nog steeds in ontwikkeling is, is het essentieel om te weten welke versie gebruikt is. Verder is WAQBANK onder versiebeheer en kan op deze manier altijd de gebruikte versie worden teruggevonden.

4.2 Afvoerniveaus voor de WAQUA-berekeningen

Het afleiden van de afvoerniveaus en bijbehorende wegingsfactoren is correct uitgevoerd. Deze dienen als invoer in WAQBANK te worden opgegeven. We doen hiermee geen uitspraak over het correct uitvoeren van de WAQUA berekeningen zelf.

4.3 Bepalen initiële oeverlijn

Naar aanleiding van de figuren in bijlage C en D in Wijbenga & Vieira da Silva (2012) ziet het er naar uit dat het bepalen van de initiële oeverlijn goed is uitgevoerd.

4.4 Samenstelling ondergrond

De waarden zoals die door Deltares zijn toegeleverd (zie sectie 3.3 van dit memo) zijn gebruikt. Voor de locatie Roode Beek waren geen gegevens beschikbaar. De ingeschatte waarde die is opgegeven is plausibel. Er wordt echter ook verwezen naar Tabel 2-4 die is overgenomen uit de concept handleiding van WAQBANK. Dit is verwarrend, want deze waarden zijn niet direct gerelateerd aan de gebruikte waarden.

4.5 Scheepvaartgegevens

Voor de waarden voor de scheepvaartgegevens zijn plausibele waarden opgegeven.

4.6 Scenario's

WAQBANK is vooral ontwikkeld om relatief resultaten met elkaar te vergelijken. Dit is gebeurd door twee scenario's met verschillende niveaus voor het verwijderen van stortsteen door te rekenen en onderling te vergelijken. WAQBANK is dus correct aangewend.

4.7 Resultaten

De orde grootte van de waarden die gevonden zijn voor de terugschrijding in de uiteindelijke evenwichtssituatie komen overeen met wat gebruikelijk is. De terugschrijding na 1 jaar is voor beide opties aan elkaar gelijk. Dit is overeenkomstig met de verwachting, omdat het niveau van de oeverbescherming in dit geval geen invloed heeft, want voor beide opties is deze beneden het referentieniveau. Wel moet er een verschil zijn in het geërodeerde volume, wat ook terug te zien is in de resultaten.

4.8 Conclusie

Aan de hand van de rapportage in Wijbenga & Vieira da Silva (2012) kan worden geconcludeerd dat WAQBANK correct is toegepast. Deltares heeft dit oordeel alleen gebaseerd op de rapportage, omdat er niet de beschikking is over de daadwerkelijk gebruikte invoerfiles. Het is echter zeer wenselijk dat de gebruikte versie van WAQBANK expliciet wordt genoemd in de rapportage.

5 Conclusies

Dit memo beschrijft de werkzaamheden die door Deltares zijn uitgevoerd in het kader van het project "Advies gebruik WAQBANK 3de tranch Maas" en een evaluatie van de toepassing van WAQBANK bij de voorbereiding van de 3^e tranche KRW-maatregelen langs de Maas.

5.1 Werkzaamheden Deltares

Aangezien WAQBANK feitelijk nog een "beta-release is, zijn gedurende de loop van het project een aantal verbeteringen doorgevoerd. Deze hadden ofwel te maken met de wens voor extra functionaliteit danwel met problemen tijdens de toepassing. Belangrijk is dus dat de gebruikte versie wordt vermeld.

Voor het toepassen van WAQBANK is het nodig dat voor elke locatie een kritische schuifspanning voor erosie wordt opgegeven. Deze zijn aan de hand van toegeleverde boorgegevens afgeleid voor elke beschikbare locatie en vervolgens toegeleverd aan HKV.

5.2 Evaluatie toepassing WAQBANK

Aan de hand van de rapportage in Wijbenga & Vieira da Silva (2012) kan worden geconcludeerd dat WAQBANK correct is toegepast. Alleen is het zeer wenselijk dat de gebruikte versie expliciet wordt genoemd in de rapportage.

6 Referenties

Kruse, G.A.M. (2010) Studie voor richtlijnen klei op dijktafuds in het rivierengebied. Deltares rapport 1202512-000, Delft.

Sligte, R.A.M. van der & A. Spruyt (2012): WAQBANK, user manual, Rapport 1205961-007, Deltares (concept).

Wijbenga, J.H.A. & J. Vieira da Silva (2012) Voorbereiding 3e tranche KRW maatregelen Maas - Toepassing waqbank, HKV Lijn in water (concept)

Datum
25 januari 2013

Ons kenmerk
1205804-005-ZWS-0004

Pagina
6/9

7 Bijlage A

Boring	nr	van	tot	Klassificatie [NEN5104]	τ_i [kPa]	KVDZ+bez [bijlage-]	Torvane	WI [%]	Wp [%]	Ip [%]	Wn [%]
baend	3	1,45	3,40	Klei, matig zandig, zwak humeus				24	15,4	8,6	27,8
baend	4	3,40	4,00	Grind, uiterst zandig		KVD_Baend_po4					
benedenwaarden	8	0,30	0,75	Klei, sterk zandig, zwak humeus, zwak plantresthoudend				22,3	18	4,3	10,5
benedenwaarden	4	1,45	3,10	Zand, zeer grof, zwak grindig		KVD_Benedenwaarden_po4					
bergen	5	0,70	1,10	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sterk roesthoudend	25,0		1				
bergen	3	1,30	2,40	Klei, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend				36,7	18,6	18,1	21,3
bergen	6	1,70	2,00	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sterk roesthoudend	150,0		1				
bergen	10	2,40	3,70	Grind, uiterst zandig, bevat weinig silex (vuursteen)		KVD_bergen_zk10					
boxmeer	6	0,75	1,15	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sterk roesthoudend	108,0		1				
boxmeer	7	1,80	2,05	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sterk roesthoudend	81,0		1	26,5	21,1	5,4	22,7
boxmeer	8	2,90	3,10	klei, zwak zandig, zwak humeus, matig roesthoudend			1				
broekhuizerwaard	3	1,50	1,85	Klei, sterk zandig, zwak humeus, sterk roesthoudend	41,0		1	24,3	18,4	5,9	23,5
drielsche uiterwaard	3	1,35	1,80	Klei, sterk siltig, sterk humeus				66,4	42,2	24,2	55,3
drielsche uiterwaard	7	1,40	1,70	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sterk roesthoudend	52,0		1				
drielsche uiterwaard	8	1,90	2,30	Klei, sterk zandig, zwak humeus, matig roesthoudend, zand gelaagd	30,0		1				
drielsche uiterwaard	5	2,40	3,60	Zand, uiterst grof		KVD_Drielsche uiter_po5					
gewande	2	2,10	3,10	Klei, zwak siltig, matig humeus, sterk houthoudend				61,2	31,3	29,9	98,4
gewande	4	2,20	2,60	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sterk houthoudend	38,0		1				

Datum
25 januari 2013

Ons kenmerk
1205804-005-ZWS-0004

Pagina
7/9

greffeling	1	0,00	0,50	Klei, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend		42,8	24,2	18,6	16,9	
greffeling	5	1,60	4,00	Klei, matig zandig	KVD_Greffeling_zk5					
hedikhuizen	1	0,80	1,24	Klei, zwak zandig, zwak humeus, sterk roesthoudend	92,0	1	38,1	22,1	16	26,4
hedikhuizen	2	1,75	2,05	klei, zwak zandig, zwak humeus, matig roesthoudend	44,0	1				
hedikhuizen	5	2,85	3,80	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak planthoudend	KVD_Hedikhuizen_po5					

Datum
25 januari 2013

Ons kenmerk
1205804-005-ZWS-0004

Pagina
8/9

8 Bijlage B

nr	Boring	Monster	Diepte (m - mv)	Klassificatie	Lutumgehalte	Siltgehalte	Zandgehalte	Grindgehalte	Organische stofgehalte	D10	D30	D60	U	Cc	Mediaan
1	Baend	po4	3,40 - 4,00	Uiterst zandig grind	0,6	3,1	64,8	31,5	0	2,6	3,9	6,3	2,4	0,9	5,5
2	Benedenwaarde n	po4	1,45 - 3,10	Zeef grof zand, zwak grindig	0	0,9	96,3	2,7	0	266	343	458	1,7	1	420
3	Bergen	zk10	2,40 - 3,70	Uiterst zandig grind	0	2,3	60,7	36,9	0	3,3	6,4	12,4	3,8	1	9,8
4	Drielsche uiter	po5	2,40 - 3,60	Uiterst grof zand	0	0,3	99,1	0,5	0	258	347	480	1,9	1	436
5	Greffeling	zk5	1,60 - 4,00	Matig zandige klei	14,2	16,7	69,1	0	0	140	208	313	2,2	1	266
6	Hedikhuizen	po5	2,85 - 3,80	Matig fijn matig siltig zand, zwak grindig	0,4	10,9	84	4,7	0	126	160	213	1,7	1	195
7	Heijen	zk7	1,90 - 2,45	Sterk zandige klei, zwak grindig	10,4	10,8	74,8	4	0	151	260	427	2,8	1	372
8	Heumen	zk6	1,50 - 3,40	Zeef grof zand, sterk grindig	0	0,7	73,2	26,1	0	202	278	458	2,3	0,8	398
9	Lijmen	po3	1,90 3,60	Uiterst grof zwak siltig zand, sterk grindig	0,6	6,5	68,5	24,5	0	245	367	595	2,4	0,9	486
10	Ossenkamp	zk5	1,80 - 4,00	Matig zandige klei	12,1	14,2	73,7	0	0	133	190	261	2	1	233
11	Rijkelse Bemden	b4	0,75 - 1,15	Zeef grof zwak siltig zand	1,1	7,8	90,9	0,2	0	171	259	368	2,2	1,1	331
12	Weerdbeemden	b6	0,70 - 1,10	Matig fijn matig siltig zand	3,2	13,8	83,1	0	0	122	168	221	1,8	1	204

Datum
25 januari 2013

Ons kenmerk
1205804-005-ZWS-0004

Pagina
9/9

nr	Boring	Zeefmaat in mm:																		
		63	45	31,5	22,4	16	11,2	8	4	2	1	0,5	250	180	125	63	50	32	16	2
1	Baend	100	100	100	100	100	98,93	93,64	78,6	68,49	57,63	26,81	9,22	6,62	4,9	3,69	3,63	3,5	2,3	0,6
2	Benedenwaarden	100	100	100	100	100	100	100	99,19	97,28	92,93	69,29	6,55	2,21	1,28	0,99	0,93	0,8	0,5	0,1
3	Bergen	100	100	100	88,72	87,26	84,54	77,73	68,79	63,07	55,97	32,66	8,09	4,04	2,79	2,37	2,27	2,09	1,8	0,1
4	Drielsche uiter	100	100	100	100	100	100	100	100	99,48	95,92	64,25	8,51	2,76	0,98	0,41	0,37	0,31	0,2	0,1
5	Greffeling	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,89	99,29	63,22	43,74	35,55	30,94	30,58	29,9	23,2	14,2
6	Hedikhuizen	100	100	100	100	100	100	98,58	96,55	95,28	94,08	91,46	79,02	46,04	19,21	11,27	9,91	6,62	4,35	0,42
7	Heijen	100	100	100	100	100	100	99,54	98,16	96,02	92,04	75,8	42,31	32,97	24,69	21,17	20,67	19,7	18,7	10,4
8	Heumen	100	100	100	100	100	96,06	87,22	84,65	73,95	62,72	49,88	19,24	3,1	1,61	0,76	0,72	0,63	0,5	0,1
9	Lijmen	100	100	100	100	100	91,06	86,16	80,17	75,54	70,64	42,86	14,18	10,23	8,05	7,05	6,28	4,8	2,5	0,6
10	Ossenkamp	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,95	99,89	69,17	44,86	31,86	26,34	25,78	24,7	21	12,1
11	Rijkelse Bemden	100	100	100	100	100	100	100	99,96	99,79	99,66	96,55	33,98	19,3	11,51	8,86	8,39	7,49	5,19	1,1
12	Weerdbeemden	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,95	80,68	46,6	25,67	16,94	16,16	14,34	9,92	3,17