

DIJKVERBETERING NIEUW-NEUZENPOLDER OOST

Ontwerpnota

0

Versie 5

03-11-1999

Projectbureau Zeeweringen Dijkverbetering Nieuw-Neuzenpolder oost Ontwerpnota				
Auteur: C.J. Dorst	controle	Intern	Toetsgrp	A.O.
Versie: 5	paraaf	<i>W</i>	<i>JP</i>	<i>NS</i>
Datum: 03-11-1999	d.d.	<i>3-11-99</i>	<i>20-10-99</i>	<i>2-11-99</i>
Documentnummer: PZDT-R-99429ontw				

LITERATUUR

- [1] Algemene nota van de werken die in 1999 voorbereid worden. Projectbureau Zeeweringen, Goes, september 1999. Documentcode: PZDT-R-99168ontw.
- [2] Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Zeeland, Grondmechanica Delft, kenmerk 362070/46, Delft, januari 1997
- [3] De basispeilen langs de Nederlandse kust, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapportnummer RIKZ-95.008, mei 1995.
- [4] Golfbrandvoorwaarden op de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid, Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapportnummer RIKZ-98.018, Middelburg, 14 juli 1998.
- [5] Milieu-inventarisatie Zeeweringen Westerschelde. Bouwdienst Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Waterbouw, Utrecht. Versie 13, definitief. 10 augustus 1999. Documentcode: ZEEW-R-99018.
- [6] Leidraad Toetsen op Veiligheid, Groene versie, TAW, Delft, augustus 1996.
- [7] Statistisch verantwoord openbreken. J. van loon, 13-07-1999. Werkgroep Kennis memo: K-99-06-43. Documentcode: PZDT-M-99345.
- [8] Geavanceerde toetsing van de Nieuw Neuzenpolder. 19 mei 1998. Documentcode: PZDT-B-98319.
- [9] Rapport 155, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen, CUR Gouda, maart 1992.
- [10] Handleiding toetsen dijkbekledingen. Werkwijze op basis van Leidraad Toetsen op Veiligheid ten behoeve van Projectbureau Zeeweringen. Werkgroep Kennis, 27-05-1998. Documentcode: PZDT-R-98229.
- [11] Handleiding ontwerpen dijkbekledingen, technische werkwijze van het Projectbureau Zeeweringen, versie 3.1, Werkgroep Kennis, 19-02-1999. Documentcode: PZDT-R-99001ken.
- [12] Achtergrond bij Handleidingen toetsen en ontwerpen van dijkbekledingen. Versie 2.1, Werkgroep Kennis, 21-04-1999. Documentcode: PZDT-R-99065ken.
- [13] Detail-advies natuurwaarden Nieuw-Neuzenpolder oost. Ing. A. van Berchum. 13-08-1999. Documentcode: PZDT-B-99368.
- [14] Aanvullend detailadvies asfaltpenetraties Nieuw-Neuzenpolder oost. Ing. A. van Berchum. 14-09-1999. Documentcode: PZDT-B-99414.
- [15] Landschapvisie Zeeweringen Westerschelde Dienst Landelijk Gebied - Zeeland. Jeroen Verbeek, november 1998. Documentcode: PZDB-R-98191.

- [16] Detail-advies Nieuw Neuzenpolder oost.
Dienst Landelijk Gebied, Arnout Kruijshaar. 30 augustus 1999.
Documentcode: PZDT-B-99416inv.
- [17] Wijziging ontwerpregels vol en zat gepenetreerde breuksteen.
K. Dorst. 09-09-1999. Werkgroep Kennis Memo, K-99-09-54.
- [18] Cementbetonnen plaatbekledingen op dijken en oevers.
CUR rapport 156.
- [19] TAW publicatie Asfalt bij Waterkeringen.
Maart 1999. Documentcode: RB271198.001.
- [20] Bijlage bij Handleidingen Toetsen en Ontwerpen van dijkbekledingen, ten behoeve
van Projectbureau Zeeweringen, versie 3.1.
Werkgroep Kennis, 26-01-1999. Documentcode: PZDT-R-99066ken.

BIJLAGEN

- Bijlage 1: Berekeningsresultaten toetsing
- Bijlage 2: Berekeningsresultaten keuze bekleding
- Bijlage 3: Berekeningsresultaten dimensionering

BIJLAGE 1: BEREKENINGSRESULTATEN TOETSING

- vak 120 (1), dp 1
- vak 120 (1), dp 1 + 75
- vak 120 (2), dp 3
- vak 120 (2), dp 4 + 50
- vak 120 (2), dp 5
- vak 120 (2), dp 5 + 72
- toetsing vlakke blokken op nol bij dp 5 + 72 (2 pagina's)
- vak 120 (2), dp 7
- vak 121 (1), dp 9
- vak 121 (2), dp 11 + 12
- vak 121 (2), dp 13
- vak 122, dp 15

POLDER	Nieuw Neuzen-Oost
DIJKVAKNR	120 a

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s	H _s	T _p
[m + NAP]	[m]	[s]
2	1,6	5,7
4	1,9	6,2
6	2,3	6,8

Ontwerppaai 2050 : 5.9

algemeen	soort bekleding		Betonblokken	Betonblokken	Basaltzuilen	Basaltzuilen	Doom. steen
	dijkpaalnummer		Dijkpaal 1	Dijkpaal 1	Dijkpaal 1	Dijkpaal 1	Dijkpaal 1
	niveau bovengrens	[m + NAP]	5,6	4,53	3,28	1,97	0,72
	niveau ondergrens	[m + NAP]	4,53	3,28	1,97	0,72	-1
	helling	[1 : 2]	4,3	3,9	3,2	3,3	3,0
	aanwezig of bestekshelling - 0,2 of 0,4		aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
toplaag	steendikte	[m]	0,25	0,25	0,29	0,29	0,20
	soortelijke massa	[ton/m3]	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6
	bij blokken: breedte	[m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,4
	bij blokken: lengte	[m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,5
	toplaag gepenetreerd of overgoten ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
onderlagen	filterdoorlatendheid	[mnvs]	n.v.t.	n.v.t.	dicht	dicht	dicht
	dikte filterlaag	[m]	0	0	0,15	0,15	0,15
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]					
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	[m]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
maatgevende condities	W _s	[m + NAP]	5,90	5,90	4,70	3,20	1,90
	H _s	[m]	2,28	2,28	2,04	1,78	1,59
	T _p	[s]	6,77	6,77	6,41	6,00	5,68
	ξ _{op}	[-]	1,32	1,44	1,75	1,70	1,88
	y _s	[m]	1,24	1,33	1,40	1,19	1,15
	H _s > 0,7 d ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	max. H _s	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	T _p behorend bij max. H _s	[s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p	[-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ?	[veel/weinig]	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]			goed	goed	goed
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	beoordeling afschuiving		goed	twijfel	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box		2	2	3a (1,5*Vo)	3a (1,5*Vo)	3c (1,5*Vo)
	resultaat Black Box		ONV	ONV	TWIJ	TWIJ	ONV
ANAMOS	aanwezige H _s /ΔD	[-]	7,33	7,33	3,85	3,36	5,16
	H _s /ΔD _{max}	[-]	5,00	4,71	4,13	4,21	3,94
	geldig ?		ongeldig	ongeldig	geldig	geldig	ongeldig
	resultaat ANAMOS				STABIEL	STABIEL	
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen	[m]	n.v.t.	0,83	0,64	0,64	0,83
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	n.v.t.	0,79	0,57	0,57	0,79

ONV

ONV

GOED

GOED

ONV

POLDER	Nieuw Neuzen-Oost
DIJKVAKNR	120 a

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]
2	1,6	5,7
4	1,9	6,2
6	2,3	6,8

Ontwerppeil 2050 : 5,9

algemeen	soort bekleding		Graniet		
	dijkpaalnummer		Dijkpaal 1+75		
	niveau bovengrens	[m + NAP]	0,72		
	niveau ondergrens	[m + NAP]	-0,25		
	helling	[1 : 7]	3,0		
	aanwezige of bestekshelling - 0,2 of 0,4		aanwezig		
toplaag	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	-1,5		
	steendikte	[m]	0,20		
	soortelijke massa	[ton/m3]	2,6		
	bij blokken: breedte	[m]	0,25		
	bij blokken: lengte	[m]	0,3		
	toplaag gepenetreerd of overgoten ? D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[ja/nee] [m]	nee n.v.t.		
onderlagen	filterdoorlatendheid	[mm/s]	dicht		
	dikte filterlaag	[m]	0,15		
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	nee		
	bij kleikern: niveau kruin bij geen kleikern: dikte kleilaag	[m + NAP] m	 0,8		
maatgevende condities	W_s	[m + NAP]	1,90		
	H_s	[m]	1,59		
	T_p	[s]	5,68		
	ξ_{op}	[-]	1,88		
	Y_s	[m]	1,15		
	$H_s > 0,7 d$?	[ja/nee]	nee		
	max. H_s	[m]	n.v.t.		
	T_p behorend bij max. H_s	[s]	n.v.t.		
	ξ_{op} behorend bij max. H_s en bijbehorende T_p	[-]	n.v.t.		
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ?	[veel/weinig]	weinig		
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]	goed		
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]	nee		
	beoordeling afschuiving		goed		
	type bekleding Black Box		3c (1,5*Vo)		
ANAMOS	resultaat Black Box		ONV		
	aanwezige $H_s/\Delta D$	[-]	5,16		
	$H_s/\Delta D_{max}$	[-]	3,94		
	geldig ?		ongeldig		
Afschuiving ontwerp	resultaat ANAMOS				
	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen	[m]	0,83		
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	0,79		

ONV

POLDER	Nieuw Neuzen Oost
DIJKVAKNR	120 b

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s [m + NAP]	H _s [m]	T _p [s]
2	1,4	5,7
4	1,9	6,2
6	2,2	6,8

Ontwerppeil 2050 : 5,9

algemeen	soort bekleding	Betonblokken	Betonblokken	Basaltzulen	Basaltzulen	Doorn. steen	Doorn. 1,5D
	dijkpaalnummer	Dijkpaal 3	Dijkpaal 3	Dijkpaal 3	Dijkpaal 3	Dijkpaal 3	Dijkpaal 3
	niveau bovengrens [m + NAP]	5,56	4,76	3,27	1,99	0,75	0,75
	niveau ondergrens [m + NAP]	4,76	3,27	1,99	0,75	-1	-1
	helling [1 : 7]	4,35	4	3,3	3,1	3,2	3,2
	aanwezigte of bestekshelling - 0,2 of 0,4	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
toplaag	steendikte [m]	0,25	0,25	0,29	0,29	0,20	0,30
	soortelijke massa [ton/m3]	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6	2,6
	bij blokken: breedte [m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,4	0,4
	bij blokken: lengte [m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,5	0,5
	toplaag gepenetreerd of overgoten ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	D_krit (gepenetreerd of overgoten) [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
onderlagen	filterdoorlatendheid [mm/s]	n.v.t.	n.v.t.	dicht	dicht	dicht	
	dikte filterlaag [m]	0	0	0,15	0,15	0,15	
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]						
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
maatgevende condities	W _s [m + NAP]	5,90	5,90	4,70	3,30	1,80	1,80
	H _s [m]	2,19	2,19	2,01	1,73	1,35	1,35
	T _p [s]	6,77	6,77	6,41	6,03	5,65	5,65
	ξ _{op} [-]	1,32	1,43	1,71	1,85	1,90	1,90
	γ _s [m]	1,21	1,29	1,36	1,25	1,05	1,05
	H _s > 0,7 d ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	max. H _s [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	T _p behorend bij max. H _s [s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p [-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig	
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]			goed	goed	goed	
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	
	beoordeling afschuiving	goed	goed	goed	goed	goed	twijfel
	type bekleding Black Box	2	2	3a (1,5*V _o)	3a (1,5*V _o)	3c (1,5*V _o)	
resultaat Black Box	ONV	ONV	TWIJ	TWIJ	TWIJ		
ANAMOS	aanwezige H _s /ΔD [-]	7,03	7,03	3,78	3,25	4,39	2,93
	H _s /ΔD _{max} [-]	5,00	4,73	4,19	3,98	3,91	3,91
	geldig ?	ongeldig	ongeldig	geldig	geldig	ongeldig	geldig
	resultaat ANAMOS			STABIEL	STABIEL	INSTABIEL	STABIEL
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen [m]	n.v.t.	n.v.t.	0,64	0,64	0,83	0,70
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding [m]	n.v.t.	n.v.t.	0,57	0,57	0,79	0,64

ONV

ONV

GOED

GOED

GEAVAN

POLDER	Nieuw Neuzen Oost
DIJKVAKNR	120 b

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s [m + NAP]	H _s [m]	T _p [s]
2	1,4	5,7
4	1,9	6,2
6	2,2	6,8

Ontwerppeil 2050 : 5,9

algemeen	soort bekleding		Basaltzuilen	Basaltzuilen		
	dijkpaalnummer		Dijkpaal 4+50	Dijkpaal 4+50		
	niveau bovengrens	[m + NAP]	3,27	1,99		
	niveau ondergrens	[m + NAP]	1,99	0,75		
	helling	[1 : ?]	3,3	3,1		
	aanwezige of bestekshelling - 0,2 of 0,4		aanwezig	aanwezig		
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	-1,5	-1,5		
toplaag	steendikte	[m]	0,25	0,25		
	soortelijke massa	[ton/m ³]	2,9	2,9		
	bij blokken: breedte	[m]	n.v.t.	n.v.t.		
	bij blokken: lengte	[m]	n.v.t.	n.v.t.		
	toplaag gepenetreerd of overgoten ?	[ja/nee]	nee	nee		
	D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[m]	n.v.t.	n.v.t.		
onderlagen	filterdoorlatendheid	[mm/s]	dicht	dicht		
	dikte filterlaag	[m]	0,15	0,15		
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	nee	nee		
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]				
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	[m]	0,8	0,8		
maatgevende condities	W _s	[m + NAP]	4,70	3,30		
	H _s	[m]	2,01	1,73		
	T _p	[s]	6,41	6,03		
	ξ _{op}	[-]	1,71	1,85		
	γ _s	[m]	1,36	1,25		
	H _s > 0,7 d ?	[ja/nee]	nee	nee		
	max. H _s	[m]	n.v.t.	n.v.t.		
	T _p behorend bij max. H _s	[s]	n.v.t.	n.v.t.		
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p	[-]	n.v.t.	n.v.t.		
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ?	[veel/weinig]	weinig	weinig		
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]	goed	goed		
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]	nee	nee		
	beoordeling afschuiving		goed	goed		
	type bekleding Black Box		3a (1,5*1/0)	3a (1,5*1/0)		
	resultaat Black Box		TWIJ	TWIJ		
ANAMOS	aanwezige H _s /ΔD	[-]	4,38	3,77		
	H _s /ΔD _{max}	[-]	4,19	3,98		
	geldig ?		ongeldig	geldig		
	resultaat ANAMOS		STABIEL	STABIEL		
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen	[m]	0,70	0,70		
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	0,64	0,64		

GEAVAN GOED

ONV

boven NAP +3,5

POLDER	Nieuw Neuzen Oost
DIJKVAKNR	120 b

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W_s [m + NAP]	H_s [m]	T_p [s]
2	1,4	5,7
4	1,9	6,2
6	2,2	6,8
Ontwerppeil 2050 :	5,9	

algemeen	soort bekleding		Graniet	Graniet			
	dijkpaalnummer		Dijkpaal 5	Dijkpaal 5			
	niveau bovengrens	[m + NAP]	3,2	2,41			
	niveau ondergrens	[m + NAP]	2,41	-1			
	helling	[1 : ?]	4	3			
	aanwezige of bestekshelling - 0,2 of 0,4		aanwezig	aanwezig			
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	-1,5	-1,5			
toplaag	steendikte	[m]	0,20	0,20			
	soortelijke massa	[ton/m3]	2,6	2,6			
	bij blokken: breedte	[m]	0,3	0,3			
	bij blokken: lengte	[m]	0,25	0,25			
	toplaag gepenetreerd of overgoten ?	[ja/nee]	nee	nee			
	D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[m]	n.v.t.	n.v.t.			
onderlagen	filterdoortatendheid	[mm/s]	dicht	dicht			
	dikte filterlaag	[m]	0,2	0,2			
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	nee	nee			
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]					
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	[m]	0,8	0,8			
maatgevende condities	W_s	[m + NAP]	4,40	3,80			
	H_s	[m]	1,96	1,85			
	T_p	[s]	6,32	6,15			
	ξ_{0p}	[-]	1,41	1,88			
	y_s	[m]	1,13	1,35			
	$H_s > 0,7 d$?	[ja/nee]	nee	nee			
	max. H_s	[m]	n.v.t.	n.v.t.			
	T_p behorend bij max. H_s	[s]	n.v.t.	n.v.t.			
	ξ_{0p} behorend bij max. H_s en bijbehorende T_p	[-]	n.v.t.	n.v.t.			
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ?	[veel/weinig]	weinig	weinig			
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]	goed	goed			
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]	nee	nee			
	beoordeling afschuiving		goed	goed			
	type bekleding Black Box		3c (1,5*Vo)	3c (1,5*Vo)			
	resultaat Black Box		ONV	ONV			
ANAMOS	aanwezige $H_s/\Delta D$	[-]	6,38	6,02			
	$H_s/\Delta D_{max}$	[-]	4,77	3,93			
	geldig ?		ongeldig	ongeldig			
	resultaat ANAMOS						
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen	[m]	n.v.t.	0,83			
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	n.v.t.	0,79			

ONV ONV

POLDER	Nieuw Neuzen Oost
DIJKVAKNR	120 b

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _e	H _e	T _p
[m + NAP]	[m]	[s]
2	1,4	5,7
4	1,9	6,2
6	2,2	6,8

Ontwerppeil 2050 : 5,9

algemeen	soort bekleding	Betonblokken	Betonblokken	Betonblokken	Basaltzuilen	Basaltzuilen	Doorn steen
	dijkpaalnummer	Dijkpaal 5 + 72	Dijkpaal 5 + 72	Dijkpaal 5 + 72	Dijkpaal 5 + 72	Dijkpaal 5 + 72	Dijkpaal 5 + 72
	niveau bovengrens [m + NAP]	5,63	4,75	3,32	2,96	2,41	0,57
	niveau ondergrens [m + NAP]	4,75	3,32	2,96	2,41	0,57	-1
	helling [1 : ?]	4,4	3,9	195	4	3	2,8
	aanwezige of bestekshelling - 0,2 of 0,4	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-1,5	-1,5		-1,5	-1,5	-1,5
toplaag	steendikte [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,20
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,3	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6
	bij blokken: breedte [m]	0,5	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,4
	bij blokken: lengte [m]	0,5	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,5
	toplaag geperforeerd of overgoten ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	D_krit (geperforeerd of overgoten) [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
onderlagen	filterdoorlatendheid [mm/s]	n.v.t.	n.v.t.		dicht	dicht	dicht
	dikte filterlaag [m]	0	0		0,2	0,2	0,15
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	nee	nee		nee	nee	nee
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]						
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	0,8	0,8		0,8	0,8	0,8
maatgevende condities	W _e [m + NAP]	5,90	5,90	3,40	4,10	3,80	1,80
	H _e [m]	2,19	2,19	1,75	1,92	1,85	1,35
	T _p [s]	6,77	6,77	6,05	6,23	6,15	5,65
	ξ _{op} [-]	1,30	1,47	0,03	1,41	1,88	2,17
	y _s [m]	1,20	1,32	0,05	1,10	1,35	1,17
	H _e > 0,7 d ? [ja/nee]	nee	nee		nee	nee	nee
	max. H _e [m]	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	T _p behorend bij max. H _e [s]	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ξ _{op} behorend bij max. H _e en bijbehorende T _p [-]	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]	weinig	weinig		weinig	weinig	weinig
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]				goed	goed	goed
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee	nee		nee	nee	nee
	beoordeling afschuiving	goed	twijfel	goed	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box	2	2	zie	3a (1,5*Vo)	3a (1,5*Vo)	3c (1,5*Vo)
	resultaat Black Box	ONV	ONV	berm berekening	TWIJ	TWIJ	ONV
ANAMOS	aanwezige H _e /ΔD [-]	7,03	7,03		4,19	4,05	4,39
	H _e /ΔD _{max} [-]	5,04	4,65		4,78	3,93	3,58
	geldig ?	ongeldig	ongeldig		geldig	ongeldig	ongeldig
	resultaat ANAMOS				STABIEL	STABIEL	
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen [m]	n.v.t.	0,83	n.v.t.	n.v.t.	0,70	0,83
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding [m]	n.v.t.	0,79	n.v.t.	n.v.t.	0,64	0,79

ONV

ONV

zie bijlage

GOED

GEAVAN

ONV

Toetsing nol van betonblokken rond dp 5,72.

Toetsing van dergelijke constructies wordt uitgevoerd conform [12]. Men beschouwt hiertoe het plateau als een laag gelegen berm. De ontwerpwaarde van de blokhoogte die op een dergelijke berm nodig is, is ook de toetswaarde; m.a.w. als de aanwezige hoogte van de betonblokken op het plateau niet voldoet aan de ontwerpwaarde, is het resultaat “onvoldoende”.

Het plateau is getoetst op het bestaande niveau: NAP+3,3 m.

1. Er moet berekend worden welke blokhoogte op het te toetsen niveau aanwezig moet zijn op de taludhelling in het geval er geen plateau aanwezig is. Hiervoor worden conservatieve waarden genomen: de gemiddelde waarde van de taludhellingen boven- en onder het plateau: $\cot=3.9$
2. Vervolgens is berekend welke blokhoogte hier voor nodig is. Hierbij is uitgegaan van Black-box type 2. Hiermee wordt een “goed” oordeel verkregen bij $\xi=1,45$ als $H_s/\Delta D=2,6$. Hieruit volgt: $D=0,61$ m.
3. Vervolgens is de factor $\phi_{\text{met berm}}/\phi_{\text{zonder berm}}$ bepaald voor de betreffende waarde van d_B/H_s . De maximale factor wordt gehaald bij een waarde voor $d_B/H_s \approx 1,2$. (Zie bijlage G uit [20]). De waterstand boven het plateau is dan dus: $d_B \approx 1,2 \cdot H_s = 1,2 \cdot 1,98 = 2,4$. Deze waterstand kan hier voorkomen: niveau + 2,4 = 3,3 + 2,4 = 5,7 < ontwerppeil. Op dit niveau kan dus een waterstand voorkomen waarbij de maximale factor van 1,35 in rekening gebracht moet worden; deze waarde wordt dan ook in rekening gebracht.
4. De berekende benodigde blokhoogte wordt vermenigvuldigd met de gevonden factor. De waarde die hier uit komt is de blokhoogte, die nodig is voor toepassing op het plateau. $D_{\text{nodig}} = 0,61 \cdot 1,35 = 0,8$ m.
5. Tenslotte wordt getoetst of de aanwezige blokhoogte op het plateau voldoet. $D_{\text{aanwezig}} = 0,25$ m. De aanwezige blokhoogte is dus onvoldoende.

Conclusie:

De aanwezige betonblokken op de nol rond dp 5+72 zijn beoordeeld als “onvoldoende”.

POLDER	Nieuw-Neuzen-oost
DIJKVAKNR	nol 5+72

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s [m + NAP]	H _s [m]	T _p [s]
2	1,4	5,7
4	1,9	6,2
6	2,2	6,8
Ontwerppeil 2050 :		
5,9		

algemeen	soort bekleding		betonblokken		
	dijkpaalnummer		5+72		
	niveau bovengrens	[m + NAP]	3,32		
	niveau ondergrens	[m + NAP]	2,96		
	helling	[1 : ?]	3,9		
	aanwezig of bestekshelling - 0,2 of 0,4				
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	maatgevende		
	steendikte	[m]	-1,5		
	soortelijke massa	[ton/m ³]	0,61		
	bij blokken: breedte	[m]	2,3		
	bij blokken: lengte	[m]	0,50		
	toplaag gepenetreerd of overgoten ?	[ja/nee]	0,50		
	D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[m]	nee		
	filterdoorlatendheid	[mm/s]	n.v.l.		
	dikte filtertaag	[m]			
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]			
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]			
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	m			
	W _s	[m + NAP]	4,50		
	H _s	[m]	1,98		
	T _p	[s]	6,35		
	ξ _{op}	[-]	1,45		
	Y _s	[m]	1,17		
	H _s > 0,7 d ?	[ja/nee]	nee		
	max. H _s	[m]	n.v.l.		
	T _p behorend bij max. H _s	[s]	n.v.l.		
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p	[-]	n.v.l.		
	schade-ervaring beheerder ?	[veel/weinig]			
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]			
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]			
	beoordeling afschuiving		twijfel		
	type bekleding Black Box		2		
	resultaat Black Box		goed		
	aanwezige H _s /ΔD	[-]	2,60		
	H _s /ΔD _{max}	[-]	4,69		
	geldig ?		geldig		
	resultaat ANAMOS		n.v.l.		
	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen	[m]	0,45		
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	0,34		

POLDER	Nieuw Neuzen Oost
DIJKVAKNR	120 b

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s	H _s	T _p
[m + NAP]	[m]	[s]
2	1,4	5,7
4	1,9	6,2
6	2,2	6,8

Ontwerppeil 2050 : 5,9

algemeen	soort bekleding	Betonblokken	Betonblokken	Basaltzuilen	Basaltzuilen	Doorn. steen
	dijkpaalnummer	Dijkpaal 7	Dijkpaal 7	Dijkpaal 7	Dijkpaal 7	Dijkpaal 7
	niveau bovengrens [m + NAP]	5,63	4,64	3,33	2,5	0,86
	niveau ondergrens [m + NAP]	4,64	3,33	2,5	0,86	-1
	helling [1 : 7]	4,3	3,9	3,6	3,2	3,1
	aanwezige of bestekshelling - 0,2 of 0,4	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
toplaag	steendikte [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,20
	soortelijke massa [ton/m3]	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6
	bij blokken: breedte [m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,4
	bij blokken: lengte [m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,5
	toplaag gepenetreerd of overgoten ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
D_krit (gepenetreerd of overgoten) [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
onderlagen	filterdoorlatendheid [mm/s]	n.v.t.	n.v.t.	open	open	dicht
	dikte filterlaag [m]	0	0	0,3	0,3	0,15
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]					
bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
maatgevende condities	W _s [m + NAP]	5,90	5,90	4,60	3,80	2,00
	H _s [m]	2,19	2,19	1,99	1,85	1,40
	T _p [s]	6,77	6,77	6,38	6,15	5,70
	ξ _{op} [-]	1,33	1,47	1,57	1,77	1,94
	Y _s [m]	1,22	1,32	1,25	1,28	1,10
	H _s > 0,7 d ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	max. H _s [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	T _p behorend bij max. H _s [s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p [-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]			goed	goed	goed
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	beoordeling afschuiving	goed	twijfel	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box	2	2	3b	3b	3c (1,5*Vo)
resultaat Black Box	ONV	ONV	TWIJ	TWIJ	ONV	
ANAMOS	aanwezige H _s /ΔD [-]	7,03	7,03	4,35	4,05	4,56
	H _s /ΔD _{max} [-]	4,96	4,65	4,44	4,11	3,85
	geldig ?	ongeldig	ongeldig	geldig	geldig	ongeldig
resultaat ANAMOS			STABIEL	STABIEL		
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen [m]	n.v.t.	0,83	0,70	0,70	0,83
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding [m]	n.v.t.	0,79	0,64	0,64	0,79

ONV

ONV

GOED

GOED

ONV

POLDER	Nieuw Neuzen Oost
DIJKVAKNR	121 a

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s [m + NAP]	H _s [m]	T _p [s]
2	1,4	5,7
4	1,9	6,2
6	2,2	6,8

Ontwerppeil 2050 : 5,9

algemeen	soort bekleding		Betonblokken	Betonblokken	Basaltzuilen	Basaltzuilen	Doom. steen	Granietblokken	Granietblokken 1,5D
	dijkpaalnummer		Dijkpaal 9	Dijkpaal 9	Dijkpaal 9	Dijkpaal 9	Dijkpaal 9	Dijkpaal 9	Dijkpaal 9
	niveau bovengrens	[m + NAP]	5,62	4,41	3,33	2,44	0,72	-0,22	-0,22
	niveau ondergrens	[m + NAP]	4,41	3,33	2,44	0,72	-0,22	-1	-1
	helling	[1 : ?]	4,3	4	3,4	3,1	2,9	3,4	3,4
	aanwezigte of bestekshelling - 0,2 of 0,4		aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
toplaag	steendikte	[m]	0,25	0,25	0,29	0,29	0,20	0,20	0,30
	soortelijke massa	[ton/m3]	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6	2,6	2,6
	bij blokken: breedte	[m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,4	0,25	0,25
	bij blokken: lengte	[m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,5	0,3	0,3
	toplaag gepenetreerd of overgoten ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
onderlagen	filterdoorlatendheid	[mm/s]	n.v.t.	n.v.t.	open	open	dicht	dicht	
	dikte filterlaag	[m]	0	0	0,25	0,25	0,2	0,2	
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]							
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	[m]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
maatgevende condities	W _s	[m + NAP]	5,90	5,70	4,70	3,80	1,90	0,70	0,70
	H _s	[m]	2,19	2,16	2,01	1,85	1,38	1,08	1,08
	T _p	[s]	6,77	6,71	6,41	6,15	5,68	5,38	5,38
	ξ _{op}	[-]	1,33	1,43	1,66	1,82	2,09	1,91	1,91
	y _s	[m]	1,22	1,27	1,32	1,31	1,15	0,88	0,88
	H _s > 0,7 d ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	max. H _s	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	T _p behorend bij max. H _s	[s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p	[-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ?	[veel/weinig]	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig	
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]			goed	goed	goed	goed	
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	
	beoordeling afschuiving		goed	goed	goed	goed	goed	goed	twijfel
	type bekleding Black Box		2	2	3b	3b	3c (1,5'Vo)	3c (1,5'Vo)	
	resultaat Black Box		ONV	ONV	TWIJ	TWIJ	ONV	TWIJ	
ANAMOS	aanwezige H _s /ΔD	[-]	7,03	6,93	3,85	3,55	4,47	3,50	2,33
	H _s /ΔD _{max}	[-]	4,96	4,73	4,27	4,02	3,68	3,90	3,90
	geldig ?		ongeldig	ongeldig	geldig	geldig	ongeldig	geldig	geldig
	resultaat ANAMOS				STABIEL	STABIEL		INSTABIEL	STABIEL
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen	[m]	n.v.t.	n.v.t.	0,64	0,64	0,83	0,83	0,70
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	n.v.t.	n.v.t.	0,58	0,58	0,79	0,79	0,64

ONV

ONV

GOED

GOED

ONV

GEAVAN

POLDER	Nieuw Neuzen Oost
DIJKVAKNR	121 b

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s (m + NAP)	H _s (m)	T _p (s)
2	1,9	6,2
4	2,2	6,2
6	2,5	6,8
Ontwerppeil 2050 :	5,9	

algemeen	soort bekleding		Betonblokken	Betonblokken	Basaltzuilen	Basaltzuilen	Doom. steen
	dijkpaalnummer		Dijkpaal 11 + 12	Dijkpaal 11 + 12	Dijkpaal 11 + 12	Dijkpaal 11 + 12	Dijkpaal 11 + 12
	niveau bovengrens	[m + NAP]	5,63	3,38	2,68	1,91	0,9
	niveau ondergrens	[m + NAP]	3,38	2,68	1,91	0,9	-1
	helling	[1 : ?]	4,1	28	3,7	3	3
	aanwezige of bestekshelling - 0,2 of 0,4		aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	-2	-2	-2	-2	-2
toplaag	steandikte	[m]	0,25	0,25	0,29	0,29	0,20
	soortelijke massa	[ton/m3]	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6
	bij blokken: breedte	[m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,4
	bij blokken: lengte	[m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,5
	toplaag gepenetreerd of overgoten ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
onderlagen	filterdoorlatendheid	[mm/a]	n.v.t.	n.v.t.	open	open	dicht
	dikte filterlaag	[m]	0	0	0,3	0,3	0,15
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]					
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	m	0,8		0,8		0,8
maatgevende condities	W _s	[m + NAP]	5,90	3,70	3,90	3,40	2,30
	H _s	[m]	2,49	2,16	2,19	2,11	1,95
	T _p	[s]	6,77	6,20	6,20	6,20	6,20
	ξ _{op}	[-]	1,31	0,19	1,42	1,78	1,85
	γ _s	[m]	1,30	0,24	1,19	1,40	1,38
	H _s > 0,7 d ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee
	max. H _s	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	T _p behorend bij max. H _s	[s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p	[-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ?	[veel/weinig]	weinig		weinig	weinig	weinig
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]			goed	goed	goed
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]	nee		nee	nee	nee
	beoordeling afschuiving		goed	goed	goed	goed	goed
	type bekleding Black Box		2	zie	3b	3b	3c (1,5*V _o)
	resultaat Black Box		ONV	berm berekeningen	TWJ	TWJ	ONV
ANAMOS	aanwezige H _s /ΔD	[-]	7,99	6,93	4,16	4,02	6,33
	H _s /ΔD _{max}	[-]	5,01	18,25	4,76	4,09	3,98
	geldig ?		ongeldig	geldig	geldig	geldig	ongeldig
	resultaat ANAMOS				STABIEL	STABIEL	
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen	[m]	n.v.t.	n.v.t.	0,64	0,64	0,83
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	n.v.t.	n.v.t.	0,58	0,58	0,79

ONV

zie bijlage

GOED

GOED

ONV

POLDER	Nieuw Neuzen/Braakman
DIJKVAKNR	121 b

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s	H _s	T _p
[m + NAP]	[m]	[s]
2	1,9	6,2
4	2,2	6,2
6	2,5	6,8

Ontwerppeil 2050 :	5,9
--------------------	-----

algemeen	soort bekleding		Betonblokken	Betonblokken	Basaltzuilen	Basaltzuilen	Graniet blokken	Doorn. steen	
	dijkpaalnummer		Dijkpaal 13	Dijkpaal 13	Dijkpaal 13	Dijkpaal 13	Dijkpaal 13	Dijkpaal 13	
	niveau bovengrens	[m + NAP]	5,64	5,46	3,33	2,61	0,92	0,16	
	niveau ondergrens	[m + NAP]	5,46	3,33	2,61	0,92	0,16	-1	
	helling	[1 : ?]	5,6	4	3,4	3,1	3,2	2,9	
	aanwezige of bestekshelling - 0,2 of 0,4		aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	
	bodemniveau op 50 m afstand	[m + NAP]	-2	-2	-2	-2	-2	-2	
toplaag	steendikte	[m]	0,25	0,25	0,29	0,29	0,20	0,20	
	soortelijke massa	[ton/m3]	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6	2,6	
	bij blokken: breedte	[m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,25	0,4	
	bij blokken: lengte	[m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	0,3	0,5	
	toplaag gepenetreerd of overgoten ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	
	D_krit (gepenetreerd of overgoten)	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
onderlagen	filterdoorlatendheid	[mm/s]	n.v.t.	n.v.t.	open	open	dicht	dicht	
	dikte filterlaag	[m]	0	0	0,3	0,3	0,15	0,15	
	kleikern aanwezig ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	
	bij kleikern: niveau kruin	[m + NAP]							
	bij geen kleikern: dikte kleilaag	[m]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
maatgevende condities	W _s	[m + NAP]	5,90	5,90	4,70	4,00	2,30	1,60	
	H _s	[m]	2,49	2,49	2,31	2,20	1,95	1,84	
	T _p	[s]	6,77	6,77	6,41	6,20	6,20	6,20	
	ξ _{op}	[-]	0,96	1,34	1,55	1,68	1,74	1,97	
	γ _s	[m]	1,01	1,33	1,36	1,38	1,31	1,40	
	H _s > 0,7 d ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	
	max. H _s	[m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
	T _p behorend bij max. H _s	[s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p	[-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ?	[veel/weinig]	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig	
	aansluiting toplaag-filter ?	[goed/slecht]			goed	goed	goed	goed	
	zakkingen opgetreden ?	[ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	
	beoordeling afschuiving		goed	goed	goed	goed	goed	goed	
	type bekleding Black Box		2	2	3b	3b	3c (1,5 ^{1/0})	3c (1,5 ^{1/0})	
	resultaat Black Box		ONV	ONV	TWIJ	TWIJ	ONV	ONV	
ANAMOS	aanwezige H _s /ΔD	[-]	7,99	7,99	4,39	4,19	6,33	5,99	
	H _s /ΔD _{max}	[-]	6,17	4,93	4,48	4,24	4,15	3,82	
	geldig ?		ongeldig	ongeldig	geldig	geldig	ongeldig	ongeldig	
	resultaat ANAMOS				STABIEL	STABIEL			
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen	[m]	n.v.t.	n.v.t.	0,64	0,64	0,83	0,83	
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding	[m]	n.v.t.	n.v.t.	0,58	0,58	0,79	0,79	

ONV

ONV

GOED

GOED

ONV

ONV

POLDER	Nieuw Neuzen Oost
DIJKVAKNR	122

RANDVOORWAARDEN RIKZ		
W _s	H _s	T _p
[m + NAP]	[m]	[s]
2	1,9	6,2
4	2,2	6,2
6	2,5	6,8

Ontwerppeil 2050 : 5,9

algemeen	soort bekleding	Betonblokken	Betonblokken	Basaltzuilen	Basaltzuilen	Basaltzuilen	Graniet blokken	Doom. steen
	dijkpaalnummer	Dijkpaal 15	Dijkpaal 15	Dijkpaal 15	Dijkpaal 15	Dijkpaal 15	Dijkpaal 15	Dijkpaal 15
	niveau bovengrens [m + NAP]	5,67	4,41	3,32	3,11	2,21	0,95	-0,02
	niveau ondergrens [m + NAP]	4,41	3,32	3,11	2,21	0,95	-0,02	-1
	helling [1 : ?]	4,1	3,9	6,1	3,6	3,1	2,9	2,2
	aanwezig of bestekshelling - 0,2 of 0,4	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig	aanwezig
	bodemniveau op 50 m afstand [m + NAP]	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
toplaag	steendikte [m]	0,25	0,25	0,29	0,29	0,29	0,20	0,20
	soortelijke massa [ton/m ³]	2,3	2,3	2,9	2,9	2,9	2,6	2,6
	bij blokken: breedte [m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,25	0,4
	bij blokken: lengte [m]	0,5	0,5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0,3	0,5
	toplaag gepenetreerd of overgoten ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	D_krit (gepenetreerd of overgoten) [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
onderlagen	filterdoorlatendheid [mm/s]	n.v.t.	n.v.t.	open	open	open	dicht	dicht
	dikte filterlaag [m]	0	0	0,3	0,3	0,3	0,15	0,15
	kleikern aanwezig ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	bij kleikern: niveau kruin [m + NAP]							
	bij geen kleikern: dikte kleilaag [m]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
maatgevende condities	W _s [m + NAP]	5,90	5,80	4,20	4,40	3,60	2,40	1,80
	H _s [m]	2,49	2,47	2,23	2,26	2,14	1,96	1,87
	T _p [s]	6,77	6,74	6,26	6,32	6,20	6,20	6,20
	ξ _{op} [-]	1,31	1,37	0,86	1,46	1,71	1,91	2,58
	y _s [m]	1,30	1,34	0,82	1,27	1,37	1,42	1,75
	H _s > 0,7 d ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	max. H _s [m]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	T _p behorend bij max. H _s [s]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
	ξ _{op} behorend bij max. H _s en bijbehorende T _p [-]	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
globale toetsing	schade-ervaring beheerder ? [veel/weinig]	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig	weinig
	aansluiting toplaag-filter ? [goed/slecht]			goed	goed	goed	goed	goed
	zakkingen opgetreden ? [ja/nee]	nee	nee	nee	nee	nee	nee	nee
	beoordeling afschuiving	goed	twijfel	goed	goed	goed	twijfel	goed
	type bekleding Black Box	2	2	3b	3b	3b	3c (1,5%Vo)	3c (1,5%Vo)
	resultaat Black Box	ONV	ONV	TWIJ	TWIJ	TWIJ	ONV	ONV
ANAMOS	aanwezige H _s /ΔD [-]	7,99	7,94	4,25	4,30	4,08	6,38	6,08
	H _s /ΔD _{max} [-]	5,01	4,85	6,64	4,66	4,20	3,90	3,19
	geldig ?	ongeldig	ongeldig	geldig	geldig	geldig	ongeldig	
	resultaat ANAMOS			STABIEL	STABIEL	STABIEL		
Afschuiving ontwerp	min. benodigde onderlaagdikte bij zuilen [m]	n.v.t.	0,83	n.v.t.	0,64	0,64	0,83	0,83
	min. benodigde onderlaagdikte bij gesloten bekleding [m]	n.v.t.	0,79	n.v.t.	0,58	0,58	0,79	0,79

ONV

ONV

GOED

GOED

GOED

ONV

ONV

BIJLAGE 2: BEREKENINGSRESULTATEN KEUZE BEKLEDING

- Bijlage 2.1: Toepasbaarheid gekantelde betonblokken
- Bijlage 2.2: Toepasbaarheid betonzuilen
- Bijlage 2.3: Toepasbaarheid basaltzuilen
- Bijlage 2.4: Toepasbaarheid granietblokken
- Bijlage 2.5: Dimensionering overlaging

Bijlage 2.1: Keuze bekleding: toepasbaarheid gekantelde betonblokken

De constructieve toepasbaarheid van gekantelde betonblokken wordt beschreven in paragraaf 5.3.2.

Het betreft vlakke blokken met een dikte van 0,2 m (2300 kg/m³)

PARAMETER/ BEREKENING	vak 120 (2) helling 1:3,8 boventafel	vak 120 (2) helling 1:3,8 nollen
Golven		
H _s [m]	2,02	1,55
T _p [s]	6,44	5,85
h1 [m + NAP]	6,0	6,0
Talud		
cot(α) [-]	3,6	3,4
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m + NAP]	0,0	0,0
h3 [m + NAP]	10,0	10,0
Constructietype		
niet ingewassen dichte blokken		
filter		
geotextiel		
basis		
Blokken		
B [m]	0,20	0,20
L [m]	0,50	0,50
D [m]	0,48	0,48
s [mm]	1	1
sm [kg/m ³]	2300	2300
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D ₁₅ [mm]	5	5
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag		
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel
Maximaal topniveau		
ys [m]	1,28	1,09
topniveau [m + NAP]	3,50	1,50

Bijlage 2.2: Toepasbaarheid betonzuilen

De constructieve toepasbaarheid van betonzuilen wordt beschreven in paragraaf 5.3.3.

Bij de steilst mogelijke ontwerp-taludhelling van 1:3 en bij de zwaarste randvoorwaarden (vak 121 (2) of 122) is gecontroleerd of de zwaarst mogelijke betonzuil nog stabiel is.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 121 (2) of 122
Golven	
H_s [m]	2,49
T_p [s]	6,77
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	2,6
ft [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen zuilen	
filter	
geotextiel	
basis	
ZUILEN	
A_z [m ²]	0,090
A_{zo} [%]	10
D_z [m]	0,50
sm [kg/m ³]	2813
fwz [-]	0,5
Filter	
b [m]	0,20
D_{15} [mm]	20
n [-]	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag	
conclusie	De constructie is stabiel
ANAMOS	

Opgemerkt wordt dat de dimensionering van de betonzuilen in de praktijk wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$). Voor de berekening geldt dat aan deze voorwaarde is voldaan: ANAMOS is geldig.

BIJLAGE 2.3: Toepasbaarheid basaltzuilen

De constructieve toepasbaarheid van de basaltzuilen is beschreven in paragraaf 5.3.4.

Opgemerkt wordt dat de dimensionering van de basaltzuilen in de praktijk wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$). De verieste zuilhoogte is op basis van dat criterium bepaald vervolgens gecontroleerd met ANAMOS.

PARAMETER/ BEREKENING	dp 4 - 4,9 helling 1:3,2	dp 4 - 4,9 helling 1:3,2
Golven		
H_s [m]	2,01	2,01
T_p [s]	6,41	6,41
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,2	3,2
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
A_z [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
D_z [m]	0,22	0,27
sm [kg/m ³]	2900	2900
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,20	0,20
D_{15} [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag		
conclusie	De constructie is niet	De constructie is
ANAMOS	stabiël / niet geldig	stabiël en geldig

BIJLAGE 2.4: Toepasbaarheid granietblokken

De constructieve toepasbaarheid van de granietblokken is beschreven in paragraaf 5.3.5.

PARAMETER/ BEREKENING	vak 121 (2) helling 1:3,0 hoogte 30 cm	vak 121 (2) helling 1:3,0 hoogte 40 cm
Golven		
H_s [m]	1,98	1,98
T_p [s]	6,20	6,20
h1 [m + NAP]	6,0	6,0
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	2,8	2,8
ft [-]	0,5	0,5
h2 [m + NAP]	0,0	0,0
h3 [m + NAP]	10,0	10,0
Constructietype		
niet ingewassen dichte blokken		
filter		
geotextiel		
basis		
Blokken		
B [m]	0,28	0,28
L [m]	0,40	0,30
D [m]	0,25	0,35
s [mm]	3	3
sm [kg/m ³]	2600	2600
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,25	0,25
D_{15} [mm]	5	5
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag		
conclusie ANAMOS	De constructie is niet stabiel	De constructie is stabiel
Maximaal topniveau		
ys [m]	1,46	1,46
topniveau [m + NAP]	1,00	1,00

BIJLAGE 2.5: Dimensionering overlaging

De dimensionering van de overlagingen is beschreven in paragraaf 5.3.6.

Spreadsheet overlagen
120A

Versie 4, d.d. 09-09-1999

Wijzigingen t.o.v. versie 3:

overlagen

Wijziging ontwerpregel vol en zat penetratie

Invoer		
losse breuksteen		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
H _s	[m]	1,59
T _p	[s]	5,68
S	[-]	6
Y	[-]	0,82
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ_{ψ_u} (vol en zat)	[-]	6
ϕ_{ψ_u} (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ_{ψ_u} (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer			
ξ_{Op}	[-]	1,88	
ξ_m	[-]	1,41	
ξ_{mc}	[-]	2,50	
soort golf		plunging	
losse breuksteen		ΔD_{n50} [m]	0,84
patroon penetratie (stippen)		ΔD_{n50} [m]	0,72
patroon penetratie (stroken)		ΔD_{n50} [m]	0,49

ρ_s [ton/m ³]	losse breuksteen			patroon penetratie stippen			patroon penetratie stroken		
	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering
2,5	0,58	496,23	300-1000 kg	0,50	311,90	60-300 kg	0,34	98,07	40-200 kg
2,55	0,56	457,98		0,48	287,86		0,33	90,51	
2,6	0,55	423,89		0,47	266,43		0,32	83,77	
2,65	0,53	393,37		0,45	247,25		0,31	77,74	
2,7	0,51	365,97		0,44	230,02		0,30	72,33	
2,75	0,50	341,26		0,43	214,50		0,29	67,44	
2,8	0,48	318,92		0,42	200,46		0,28	63,03	
2,85	0,47	298,66		0,40	187,72		0,27	59,03	
2,9	0,46	280,23		0,39	176,14		0,27	55,38	
2,95	0,45	263,42		0,38	165,57		0,26	52,06	
3	0,44	248,05		0,37	155,91		0,25	49,02	
3,05	0,42	233,96		0,36	147,05		0,25	46,24	
3,1	0,41	221,02		0,36	138,92		0,24	43,68	
3,15	0,40	209,10		0,35	131,43		0,24	41,33	
3,2	0,40	198,10		0,34	124,52		0,23	39,15	
3,25	0,39	187,94	300-1000 kg	0,33	118,13	60-300 kg	0,23	37,14	40-200 kg
3,3	0,38	178,52	60-300 kg	0,32	112,21	40-200 kg	0,22	35,28	10-60 kg
3,35	0,37	169,78		0,32	106,72		0,22	33,55	
3,4	0,36	161,66		0,31	101,61		0,21	31,95	
3,45	0,35	154,10		0,30	96,86		0,21	30,46	
3,5	0,35	147,05	60-300 kg	0,30	92,43	40-200 kg	0,20	29,06	10-60 kg

Spreadsheet overlagen
120A 1:4

Versie 4, d.d. 09-09-1999
Wijzigingen t.o.v. versie 3:

overlagen

Wijziging ontwerpregel vol en zat penetratie

Invoer		
parameter	eenheid	
losse breuksteen		
cot α	[-]	4
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
H _s	[m]	1,59
T _p	[s]	5,68
S	[-]	6
Y	[-]	0,92
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ_{ψ_u} (vol en zat)	[-]	6
ϕ_{ψ_u} (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ_{ψ_u} (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer			
ξ_{Op}	[-]		1,41
ξ_m	[-]		1,06
ξ_{mc}	[-]		1,97
soort golf		plunging	
losse breuksteen		ΔD_{n50} [m]	0,65
patroon penetratie (stippen)		ΔD_{n50} [m]	0,59
patroon penetratie (stroken)		ΔD_{n50} [m]	0,40

ρ_s [ton/m ³]	losse breuksteen			patroon penetratie stippen			patroon penetratie stroken		
	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering
2,5	0,45	228,22	300-1000 kg	0,41	173,77		0,28	54,64	
2,55	0,44	210,63		0,40	160,38		0,27	50,43	
2,6	0,42	194,95	300-1000 kg	0,39	148,44		0,26	46,67	
2,65	0,41	180,92	60-300 kg	0,37	137,75		0,25	43,31	
2,7	0,40	168,31		0,36	128,16		0,25	40,30	
2,75	0,39	156,95		0,35	119,51		0,24	37,58	
2,8	0,37	146,67		0,34	111,68		0,23	35,12	
2,85	0,36	137,36		0,33	104,59		0,23	32,89	
2,9	0,35	128,88		0,32	98,13		0,22	30,86	
2,95	0,35	121,15	60-300 kg	0,32	92,25		0,21	29,01	
3	0,34	114,08	40-200 kg	0,31	86,86		0,21	27,31	
3,05	0,33	107,60		0,30	81,93		0,20	25,76	
3,1	0,32	101,65		0,29	77,40		0,20	24,34	
3,15	0,31	96,17		0,29	73,22		0,19	23,02	
3,2	0,31	91,11		0,28	69,37		0,19	21,81	
3,25	0,30	86,43		0,27	65,81		0,19	20,69	
3,3	0,29	82,10		0,27	62,52		0,18	19,66	
3,35	0,29	78,08		0,26	59,46		0,18	18,69	
3,4	0,28	74,35		0,26	56,61		0,17	17,80	
3,45	0,27	70,87		0,25	53,96		0,17	16,97	
3,5	0,27	67,63	40-200 kg	0,25	51,49		0,17	16,19	

Spreadsheet overlagen

120 B 121 A

Versie 4, d.d. 09-09-1999

Wijzigingen t.o.v. versie 3:

overlagen

Wijziging ontwerpregel vol en zat penetratie

Invoer		
losse breuksteen		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	3
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
H _s	[m]	1,38
T _p	[s]	5,68
S	[-]	6
Y	[-]	0,82
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ_{ψ_u} (vol en zat)	[-]	6
ϕ_{ψ_u} (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ_{ψ_u} (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer				
ξ_{Op}	[-]	2,01		
ξ_m	[-]	1,51		
ξ_{mc}	[-]	2,50		
soort golf		plunging		
losse breuksteen	ΔD_{n50}	[m]	0,75	
patroon penetratie (stippen)	ΔD_{n50}	[m]	0,65	
patroon penetratie (stroken)	ΔD_{n50}	[m]	0,44	

ρ_s [ton/m ³]	losse breuksteen			patroon penetratie stippen			patroon penetratie stroken		
	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering
2,5	0,52	360,80	300-1000 kg	0,45	231,65	300-1000 k	0,31	72,84	40-200 kg
2,55	0,51	332,99		0,44	213,79		0,30	67,22	
2,6	0,49	308,20		0,42	197,88	300-1000 k	0,29	62,22	
2,65	0,48	286,02		0,41	183,63	60-300 kg	0,28	57,74	
2,7	0,46	266,09		0,40	170,84		0,27	53,72	
2,75	0,45	248,12		0,39	159,31		0,26	50,09	
2,8	0,44	231,88		0,38	148,88		0,26	46,81	
2,85	0,42	217,15		0,37	139,42		0,25	43,84	
2,9	0,41	203,75		0,36	130,82		0,24	41,13	
2,95	0,40	191,53	300-1000 kg	0,35	122,97	60-300 kg	0,24	38,67	
3	0,39	180,35	60-300 kg	0,34	115,79	40-200 kg	0,23	36,41	40-200 kg
3,05	0,38	170,11		0,33	109,22		0,22	34,34	10-60 kg
3,1	0,37	160,70		0,32	103,17		0,22	32,44	
3,15	0,36	152,03		0,31	97,61		0,21	30,69	
3,2	0,36	144,04		0,31	92,48		0,21	29,08	
3,25	0,35	136,65		0,30	87,73		0,20	27,59	
3,3	0,34	129,80		0,29	83,34		0,20	26,20	
3,35	0,33	123,45		0,29	79,26		0,20	24,92	
3,4	0,33	117,54	60-300 kg	0,28	75,47		0,19	23,73	
3,45	0,32	112,04	40-200 kg	0,28	71,94		0,19	22,62	
3,5	0,31	106,92		0,27	68,64	40-200 kg	0,18	21,58	10-60 kg

Spreadsheet overlagen
121 B - 122

Versie 4, d.d. 09-09-1999
Wijzigingen t.o.v. versie 3:

overlagen

Wijziging ontwerpregel vol en zat penetratie

Invoer		
parameter	eenheid	
losse breuksteen		
cot α	[-]	3
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
H _s	[m]	1,9
T _p	[s]	6,2
S	[-]	6
Y	[-]	0,83
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ_{ψ_u} (vol en zat)	[-]	6
ϕ_{ψ_u} (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ_{ψ_u} (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer				
parameter	eenheid			
ξ_{Op}	[-]	1,87		
ξ_m	[-]	1,41		
ξ_{mc}	[-]	2,50		
soort golf		plunging		
losse breuksteen		ΔD_{n50} [m]		0,99
patroon penetratie (stippen)		ΔD_{n50} [m]		0,86
patroon penetratie (stroken)		ΔD_{n50} [m]		0,58

p_s [ton/m ³]	losse breuksteen				patroon penetratie stippen			patroon penetratie stroken		
	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	D_n50 [m]	M_50 [kg]	sortering	
	2,5	0,69	814,72	1-3 ton	0,60	530,82	300-1000 k	0,41	166,91	60-300 kg
2,55	0,67	751,93		0,58	489,90		0,39	154,04		
2,6	0,64	695,95	1-3 ton	0,56	453,43		0,38	142,57		
2,65	0,62	645,85	300-1000 kg	0,54	420,79		0,37	132,31		
2,7	0,61	600,85		0,53	391,47		0,36	123,09	60-300 kg	
2,75	0,59	560,29		0,51	365,04		0,35	114,78	40-200 kg	
2,8	0,57	523,61		0,50	341,15		0,34	107,27		
2,85	0,56	490,34		0,48	319,48		0,33	100,45		
2,9	0,54	460,09		0,47	299,76		0,32	94,25		
2,95	0,53	432,49		0,46	281,78		0,31	88,60		
3	0,51	407,25		0,45	265,34		0,30	83,43		
3,05	0,50	384,12		0,43	250,27		0,30	78,69		
3,1	0,49	362,87		0,42	236,42		0,29	74,34		
3,15	0,48	343,30		0,41	223,67		0,28	70,33		
3,2	0,47	325,25		0,40	211,91		0,28	66,63		
3,25	0,46	308,56		0,40	201,04		0,27	63,21		
3,3	0,45	293,10		0,39	190,96	300-1000 k	0,26	60,05		
3,35	0,44	278,75		0,38	181,62	60-300 kg	0,26	57,11		
3,4	0,43	265,42		0,37	172,93		0,25	54,37		
3,45	0,42	253,00		0,36	164,84		0,25	51,83		
3,5	0,41	241,43	300-1000 kg	0,36	157,30	60-300 kg	0,24	49,46	40-200 kg	

Spreadsheet overlagen
121 B - 122 1:4

Versie 4, d.d. 09-09-1999
Wijzigingen t.o.v. versie 3:

Wijziging ontwerpregel vol en zat penetratie

Invoer		
losse breuksteen		
parameter	eenheid	
cot α	[-]	4
P	[-]	0,1
ρ_w	[ton/m ³]	1,025
N	[-]	2000
H _s	[m]	1,9
T _p	[s]	6,2
S	[-]	6
Y	[-]	0,92
gepenetreerde breuksteen		
parameter	eenheid	
ϕ_{ψ_u} (vol en zat)	[-]	6
ϕ_{ψ_u} (patroon-stippen)	[-]	3,4
ϕ_{ψ_u} (patroon-stroken)	[-]	5
b	[-]	0,6
b (vol en zat)	[-]	0,67

Uitvoer				
ξ_{Op}	[-]	1,41		
ξ_m	[-]	1,06		
ξ_{mc}	[-]	1,97		
soort golf		plunging		
losse breuksteen		ΔD_{n50}	[m]	0,77
patroon penetratie (stippen)		ΔD_{n50}	[m]	0,71
patroon penetratie (stroken)		ΔD_{n50}	[m]	0,48

ρ_s [ton/m ³]	losse breuksteen			patroon penetratie stippen			patroon penetratie stroken		
	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering	D _{n50} [m]	M ₅₀ [kg]	sortering
2,5	0,54	388,57	300-1000 kg	0,49	295,74		0,33	92,99	
2,55	0,52	358,62		0,47	272,95		0,32	85,82	
2,6	0,50	331,92		0,46	252,63		0,31	79,43	
2,65	0,49	308,03		0,45	234,44		0,30	73,72	
2,7	0,47	286,57		0,43	218,11		0,29	68,58	
2,75	0,46	267,22		0,42	203,38		0,29	63,95	
2,8	0,45	249,73		0,41	190,07		0,28	59,76	
2,85	0,43	233,86		0,40	177,99		0,27	55,97	
2,9	0,42	219,43		0,39	167,01		0,26	52,51	
2,95	0,41	206,27		0,38	156,99		0,26	49,36	
3	0,40	194,23	300-1000 kg	0,37	147,83		0,25	46,48	
3,05	0,39	183,20	60-300 kg	0,36	139,44		0,24	43,84	
3,1	0,38	173,07		0,35	131,72		0,24	41,42	
3,15	0,37	163,73		0,34	124,62		0,23	39,18	
3,2	0,36	155,12		0,33	118,06		0,23	37,12	
3,25	0,36	147,16		0,33	112,01		0,22	35,22	
3,3	0,35	139,79		0,32	106,39		0,22	33,45	
3,35	0,34	132,95		0,31	101,19		0,21	31,82	
3,4	0,33	126,59		0,30	96,35		0,21	30,29	
3,45	0,33	120,67		0,30	91,84		0,20	28,88	
3,5	0,32	115,15	60-300 kg	0,29	87,64		0,20	27,56	

BIJLAGE 3: SCORETABELLEN AFWEGING BEKLEDINGSTYPEN

Locaties			beschikbaarheid	voorselectie	technisch toepasbaar	landschapvisie	globale kosten [fl]
Onder GHW dp 4,75 - 5,75 dp 10,8 - 11,6	betonblokken met spleet	niet	-	-	-	-	-
	betonblokken zonder spleet	niet	-	-	-	-	-
	granietblokken	niet	-	-	-	-	-
	koperslakblokken	niet	-	-	-	-	-
	basalt	niet	-	-	-	-	-
	betonzuilen	ok	ok	ok	ok	2700 / m1*	
	breuksteen	ok	niet	-	-	-	-
Boven GHW dp 0 - 17	betonblokken spleet	niet	-	-	-	-	-
	betonblokken zonder spleet	niet	-	-	-	-	-
	granietblokken	niet	-	-	-	-	-
	koperslakblokken	niet	-	-	-	-	-
	basalt	niet	niet	-	-	-	-
	betonzuilen	ok	ok	ok	ok	1700 / m1*	
	breuksteen	ok	niet	-	-	-	-
	waterbouwasfaltbeton	ok	niet	-	-	-	-

Dit afwegingskader beschrijft alleen het gedeelte van de ondertafel van NAP -1 t/m NAP +0,90 m

Polder: <i>Nieuw-Neuzen-Oost</i>		beschikbaarheid	voorselectie	technisch toepasbaar	MILIEU-INVENTARISATIE		globale kosten [fl/m ¹] incl. staar/BTW	
Onder GHW	dp				natuurwaarden	beheerder		uitvoerings-technisch
0-17								
Vervangen								
betonblokken spleet		niet						
betonblokken z. spleet		niet						
granietblokken		niet						
koperslabblokken		niet						
basalt		niet						
betonzuilen		ok	ok	ok	verbetering	++	--	2.165
Breuksteen		ok	niet					
Overlaging								
60-300 kg dichtheid 3050 kg/m ³ losgestort		ok	ok	ok	herstel	--	++	1.450
5-40 kg dichtheid 2650 kg/m ³ vol en zat (asfalt)		ok	ok	ok	herstel	+	+	1.400
5-40 kg dichtheid 2650 kg/m ³ vol en zat (beton)		ok	ok	ok	herstel	-	-	1.050
40-200 kg dichtheid 2750 kg/m ³ patroon (asfalt)		ok	ok	ok	herstel	--	--	1.620
40-200 kg dichtheid 2750 kg/m ³ patroon (beton)		ok	ok	ok	herstel	--	--	1.290
strook graniet herzetten in combinatie met								
5-40 kg dichtheid 2650 kg/m ³ vol en zat (asfalt)		ok	ok	ok	herstel	+	--	1.800

Betekenis symbolen	
--	zeer slecht
-	slecht
0	maakt niet uit
+	goed
++	zeer goed

BIJLAGE 4: BEREKENINGSRESULTATEN DIMENSIONERING TOPLAAG

De dimensionering van de betonzuilen is beschreven in paragraaf 6.3.1.

Voor alle vakken waar betonzuilen toegepast zullen worden, is bepaald wat de lichtst mogelijke combinaties van zuildikte en dichtheid zijn. Opgemerkt wordt dat de dimensionering van de betonzuilen in de praktijk wordt bepaald door het toepassingscriterium van ANAMOS ($H_s/\Delta D \leq 6\xi^{-2/3}$). De lichtst mogelijke zuiltypen zijn op basis van dat criterium bepaald en het uiteindelijk gekozen zuiltype is vervolgens gecontroleerd met ANAMOS. Slechts deze zijn in onderstaande tabellen opgenomen.

Helling 1:3,8

PARAMETER/ BEREKENING	vak 120 (1) boventafel	vak 120 (2) en 121 (1) boventafel
Golven		
H_s [m]	2,28	2,19
T_p [s]	6,77	6,77
Talud		
$\cot(\alpha)$ [-]	3,6	3,6
f_t [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
A_z [m ²]	0,09	0,09
A_{z0} [%]	10	10
D_z [m]	0,45	0,45
s_m [kg/m ³]	2231	2231
f_{wz} [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,15	0,15
D_{15} [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag		
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel	De constructie is stabiel

Helling 1:3,8

PARAMETER/ BEREKENING	vak 121 (2) en 122 boventafel
Golven	
H_s [m]	2,49
T_p [s]	6,77
Talud	
$\cot(\alpha)$ [-]	3,6
ft [-]	0,5
Constructietype	
niet ingewassen zuilen	
filter	
geotextiel	
basis	
Zuilen	
A_z [m ²]	0,09
A_{zo} [%]	10
D_z [m]	0,50
s_m [kg/m ³]	2231
fwz [-]	0,5
Filter	
b [m]	0,15
D_{15} [mm]	20
n [-]	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag	
conclusie ANAMOS	De constructie is stabiel

Helling 1:3,2

PARAMETER/ BEREKENING	vak 120 (2) en 121 (1) nollen	vak 121 (2) en 122
Golven		
H _s [m]	2,02	2,34
T _p [s]	6,44	6,47
Talud		
cot(α) [-]	3,0	3,0
ft [-]	0,5	0,5
Constructietype		
niet ingewassen zuilen		
filter		
geotextiel		
basis		
Zuilen		
Az [m ²]	0,09	0,09
Azo [%]	10	10
Dz [m]	0,45	0,50
sm [kg/m ³]	2231	2231
fwz [-]	0,5	0,5
Filter		
b [m]	0,20	0,20
D ₁₅ [mm]	20	20
n [-]	0,35	0,35

EINDRESULTATEN

Stabiliteit toplaag		
conclusie	De constructie is	De constructie is
ANAMOS	stabiel	stabiel

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Doelstelling Ontwerpnota	3
1.3 Leeswijzer	4
2. SITUATIEBESCHRIJVING	5
2.1 Locatie projectgebied	5
2.2 Geometrie en bekleding	5
3. ONTWERP-CONDITIES	7
3.1 Uitgangspunten	7
3.2 Randvoorwaarden	7
3.2.1 Waterstanden	7
3.2.2 Golfvandvoorwaarden	7
3.2.3 Ecologische randvoorwaarden	8
4. TOETSING	9
4.1 Algemeen	9
4.2 Toetsing toplaag	9
4.2.1 Granietblokken	10
4.2.2 Doornikse blokken	11
4.2.3 Basaltzuilen	12
4.2.4 Vlakke betonblokken	14
4.2.5 Grasbekleding bovenbeloop	14
4.3 Toetsing reststerkte bekleding	15
4.4 Conclusie	15
5. KEUZE BEKLEDING	16
5.1 Beschikbaarheid	16
5.2 Voorselectie	17
5.3 Constructieve toepasbaarheid	19
5.3.1 Bermniveau en taludhellingen	19
5.3.2 Gekantelde betonblokken	20
5.3.3 Betonzuilen op uitvullaag	21
5.3.4 Basaltzuilen in het gedeelte van dp 4 tot dp 4,9	22
5.3.5 Granietblokken in een strook onder de te handhaven basalt	22
5.3.6 Overlagen	23
5.3.6.1 Typen overlagingconstructies en ontwerpregels	23
5.3.6.2 Overwegingen bij mogelijke overlagingstypen	25
5.3.6.3 Dimensionering	26
5.4 Ecologische toepasbaarheid	28
5.5 Landschapsvisie	29
5.6 Afweging	30
5.7 Gekozen bekleding	33

6. NADERE DIMENSIONERING	35
6.1 Kreukelberm	35
6.1.1 Toplaag	35
6.1.2 Geokunststof	36
6.2 Teenconstructie	36
6.3 Zetsteenbekleding	37
6.3.1 Toplaag van betonzuilen	37
6.3.2 Toplaag van basaltzuilen	39
6.3.3 Uitvullaag	39
6.3.4 Geokunststof	39
6.3.5 Basismateriaal	40
6.4 Overgangsconstructies	41
6.5 Overgang boventafel-berm	41
6.6 Berm	41
6.7 Nollen	41

FIGUREN
LITERATUUR
BIJLAGEN

SAMENVATTING

In deze nota wordt het ontwerp beschreven van de verbetering van de glooiing van het meest oostelijk gelegen gedeelte van de Nieuw-Neuzenpolder in het kader van het Project Zeeweringen. Deze ontwerpnota behandelt de specifieke aspecten van dit dijkvak; algemene aspecten, geldig voor alle dijkvakken die worden voorbereid in 1999, worden beschreven in de Algemene Ontwerpnota.

Het traject omvat ca. 1,7 km en is in beheer bij het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. In de **bestaande situatie** wordt de basis van de dijk in het gehele traject gevormd door de oude dijk, zodat de kern hier tot aan een bepaald niveau uit klei bestaat. De bovenkant van de kleikern ligt op het niveau van de berm, maar tussen bekleding en oude kern komen lokaal kleine zandinsluitingen voor.

Het gedeelte van de steenbekleding op de **ondertafel** bestaat overwegend uit basalt met lager op de glooiing Doornikse steen en granietblokken. Onder de granietblokken en Doornikse steen is plaatselijk slechte klei aanwezig. De taludhelling is gemiddeld over dit traject 1:3,2.

De **boventafel** tot de berm (rond NAP+5,6 m) is geheel bekleed met vlakke betonblokken van 0,50 x 0,50 m met een dikte van 0,25 m. De taludhelling is ongeveer 1:4. Het basismateriaal van de boventafel bestaat uit een kleilaag, met daaronder lokaal een zandinsluiting en daaronder de kleikern van de oude dijk. Uit het oude bestek en uit metingen blijkt, dat de bovenste kleilaag minimaal 0,8 m dik is.

Aansluitend aan de glooiing is de **berm** bekleed met 4 rijen vlakke betonblokken van 0,50 x 0,50 m met een dikte van 0,20 m. De rest van de berm en het **bovenbeloop** tussen berm en kruin heeft een bekleding van gras op klei.

Rond dp 5,5 en dp 11 zijn nollen aanwezig ongeveer op de grens van de boventafel en ondertafel (NAP+3 m). Deze zijn geheel bekleed met zetsteen; op de vlakke delen liggen betonblokken op klei.

Voor het beschouwde traject gelden specifieke **randvoorwaarden** met betrekking tot de golfaanval en met betrekking tot de natuurwaarden. De ontwerpwaterstand (d.i. ontwerppeil 2050) is gelijk aan NAP+5,9m. Afhankelijk van de locatie varieert de ontwerpwaarde van de golfhoogte H_s tussen 2,19 m en 2,42 m, waarbij de periode T_p gelijk is aan 6,77 s. De randvoorwaarden met betrekking tot de natuurwaarden zijn geformuleerd als de bekledingscategorie die minimaal nodig is voor ofwel *herstel* van de huidige natuurwaarden, ofwel *verbetering* van de natuurwaarden (voor zover de natuurlijke omstandigheden van het dijkvak verbetering mogelijk maken). In het meest oostelijke deel van het traject (vak 120) zijn de mogelijkheden voor herstel van natuurwaarden in de getijde zone groter dan voor het overige deel.

Toetsing van de huidige bekleding van het dijkvak is nodig om vast te stellen welke delen van de bekleding moeten worden verbeterd. Deze toetsing is door het projectbureau uitgevoerd conform de Leidraad Toetsen op Veiligheid. Daarbij is rekening gehouden met de aspecten beheerdersoordeel, afschuiving, materiaaltransport, stabiliteit toplaag onder golfaanval en reststerkte. Voor een aantal glooiingstafels heeft het projectbureau een geavanceerde toetsing uit laten voeren. Bijna de gehele bekleding van basalt is beoordeeld als 'goed'; de overige bekledingen kregen het oordeel 'onvoldoende'. De delen die als 'onvoldoende' zijn beoordeeld, moeten worden verbeterd.

Vanuit ecologisch oogpunt en in de landschapsvisie wordt gepleit voor het zoveel mogelijk ongemoeid laten van de nollen, vanwege de gevestigde flora en het cultuur-historische karakter. Dit heeft geleid tot het ontwerp van een verborgen glooiing achterom de nollen, hetgeen ook vanuit kosten oogpunt het aantrekkelijkst is.

De **keuze van het bekledingstype** wordt bepaald door de beschikbaarheid van materiaal, constructieve toepasbaarheid, ecologische toepasbaarheid, uitvoeringstechnische aspecten, de voorkeur van de beheerder en kosten. Na de voorselectie resteren de volgende constructie-alternatieven:

- gekantelde betonblokken op een uitvullaag;
- betonzuilen op een uitvullaag;
- basaltzuilen op een uitvullaag (vanwege de beschikbaarheid van slechts een zeer geringe hoeveelheid alleen op het 'onvoldoende' deel van de huidige basalt: tussen dp 4 en 4,9, vanaf NAP + 2,5m tot NAP + 3,3m.
- granietblokken in een strook onder de te handhaven basalt, in combinatie met een lage overlaging;
- een overlaging van het gehele onderste deel van de ondertafel onder de te handhaven basalt over de gehele lengte van het traject, met uitzondering van de nollen.

Uit berekeningen bleek toepassing van gekantelde betonblokken niet mogelijk, waardoor op de gehele boventafel en in de verborgen glooiing betonzuilen ontworpen zijn. Hiervoor zijn twee typen benodigd: 0,45/2300 en 0,50/2300.

Voor de basalt in het deel van dp 4 - 4,9 wordt een hoogte van minimaal 30 cm geëist.

Vanwege de zware constructie eisen voor een overlaging van een losse bestorting is na zorgvuldige afweging, waarin kosten, beheerderswens en uitvoeringstechnische risico's betrokken zijn, gekozen voor een overlaging van de gehele onderste 'onvoldoende' bekleding met breuksteen, vol en zat gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met steenslag. Dit laatste is nodig voor het nastreven van herstel van natuurwaarden in de getijdezone.

Naast de wensen met betrekking tot de natuurwaarden is ook de landschapsvisie in de afweging beschouwd. De gekozen bekledingen zijn conform deze visie. Voor de slijtlaag op de onderhoudstrook wordt een kleur gekozen, die overeen komt met die van de betonzuilen in de boventafel.

1. INLEIDING

1.1 Achtergrond

Uit onderzoek van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) is gebleken dat een groot deel van de taludbekledingen van de glooiingen van zeedijken in Zeeland niet sterk genoeg is. De belangrijkste problemen doen zich voor bij bekledingen van betonblokken die direct op een onderlaag van klei liggen. Om dit probleem op te lossen is door Rijkswaterstaat het Project Zeeweringen opgestart. Binnen het Project Zeeweringen wordt, in samenwerking met de Zeeuwse Waterschappen en de Provincie Zeeland, de taludbekleding van de primaire waterkeringen in Zeeland zodanig verbeterd dat ze voldoet aan de wettelijke eisen.

Voor uitvoering in 2000 zijn vooralsnog twee dijkvakken langs de Westerschelde uitgekozen; één van deze twee dijkvakken is het traject van het oostelijke deel van de Nieuw-Neuzenpolder. Het ontwerp van de glooiingen in dit traject is het onderwerp van deze nota.

In het ontwerp wordt alleen de bekleding van het buitentalud van de glooiing, vanaf de teen tot aan het bovenbeloop beschouwd. Kruin, kern, ondergrond en binnentalud worden niet in het ontwerp betrokken. De berm wordt bij het ontwerp betrokken voor zover dat voor de uitvoering van de werken van belang is.

1.2 Doelstelling Ontwerpnota

De gemaakte ontwerpen worden formeel vastgelegd in ontwerpnota's. In deze nota's moet een inzichtelijke beschrijving worden gegeven van de uitgangspunten en van de ontwerpkeuzes die op grond daarvan worden gemaakt.

Ter verbetering van de helderheid is besloten om de ontwerpnota's te splitsen. Aspecten die gelden voor alle werken die in 1999 worden voorbereid, worden beschreven in een Algemene Nota [1], terwijl de specifieke aspecten voor elk dijkvak in aparte ontwerpnota's worden vastgelegd. De voorliggende nota is de specifieke ontwerpnota voor het oostelijk deel van de Nieuw Neuzenpolder.

Voor deze nota kan de volgende doelstelling worden geformuleerd: de nota moet een beschrijving geven van

- de specifieke aspecten die van belang zijn voor het ontwerp van de taludbekleding van de glooiing van het oostelijk deel van de Nieuw Neuzenpolder;
- toetsings- en ontwerpberekeningen;
- het resulterend ontwerp.

Het resulterend ontwerp moet daarnaast zodanig worden beschreven dat het een overzicht geeft van de ontwerpgegevens die moeten worden opgenomen in het systeem van leggers en beheersregisters van de waterschappen. De ontwerpnota vormt als zodanig een onderdeel van de documentatie die bij overdrachtsprotocol na afronding van de onderhoudsperiode aan de beheerder wordt overgedragen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het dijkvak beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwerp-uitgangspunten en de randvoorwaarden. In hoofdstuk 4 komt de toetsing van de huidige bekleding aan de orde en wordt geconcludeerd welke delen wel en welke niet binnen het Project Zeeweringen moeten worden verbeterd. In hoofdstuk 5 wordt op basis van de vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden een principe-oplossing gekozen voor elk gedeelte van het dijkvak dat moet worden verbeterd. In hoofdstuk 6 tenslotte wordt de nadere dimensionering van de bekledingen beschreven.

2. SITUATIEBESCHRIJVING

2.1 Locatie projectgebied

Het dijkvak van de Nieuw Neuzenpolder ligt in het beheersgebied van het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, ten westen van Terneuzen. De locatie is weergegeven in figuur 1. Het gedeelte dat is geselecteerd voor verbetering heeft een lengte van ongeveer 1700 m en ligt tussen dp 0 (oostgrens) en dp 17 (westgrens). Het dijkvak wordt in deze Nota besproken in oplopende volgorde van de dijkpaalnummering, in dit geval dus van oost naar west.

Het aangrenzende dijkvak ten westen is het deel van de Nieuwe Neuzenpolder dat in 1999 en 2000 verbeterd wordt in het kader van Project Zeeweringen. Het aangrenzende dijkvak ten oosten betreft de dijk van de West buitenhaven van Terneuzen en is in beheer bij Rijkswaterstaat.

2.2 Geometrie en bekleding

De geometrie van de bestaande glooiing van het dijkvak kan globaal worden beschreven door vier karakteristieke dwarsprofielen, zie figuren 5 t/m 8.

Voor een schematische weergave van de bekleding van het gehele dijkvak wordt verwezen naar figuur 2.

Het interessegebied strekt zich uit vanaf de teen tot aan het bovenbeloop. Van belang voor het ontwerp zijn de kern van de dijk en de bekleding van de dijk (toplaag, granulaire onderlaag en basismateriaal). Ten behoeve van toetsing en ontwerp is de situatie van de glooiingen geïnterpreteerd.

De basis van de dijk wordt in het gehele traject gevormd door de oude dijk, zodat de kern hier tot aan een bepaald niveau uit klei bestaat. De bovenkant van de kleikern ligt op het niveau van de berm, maar tussen bekleding en oude kern komen lokaal kleine zandinsluitingen voor.

Verticaal gezien bestaat de bekleding uit vijf relevante gedeeltes: teen, ondertafel, boventafel, berm en bovenbeloop. Het niveau van de **teen** ligt op ca. NAP-1 m. In het algemeen bevindt zich een bestorting onderaan de teen of op het slik.

De bekleding wordt in tweeën gedeeld door een overgangsconstructie. Het niveau van de overgang ligt ongeveer op NAP+3,3 m, dit is 1 m boven Gemiddeld Hoogwater (GHW).

Het gedeelte van de steenbekleding vanaf de teen tot aan de overgangsconstructie wordt de **ondertafel** genoemd. De bekleding bestaat overwegend uit basalt met lager op de glooiing Doornikse steen en granietblokken. De taludhelling is gemiddeld over dit traject 1:3,2.

Het bovenste gedeelte, tussen de overgangsconstructie en de berm (rond NAP+5,6 m), wordt de **boventafel** genoemd. Deze is geheel bekleed met vlakke betonblokken van 0,50 x 0,50 m met een dikte van 0,25 m. De taludhelling is ongeveer 1:4. Het basismateriaal van de boventafel bestaat uit een kleilaag, met daaronder lokaal een zandinsluiting en daaronder de kleikern van de oude dijk. Uit het oude bestek en uit metingen blijkt, dat de bovenste kleilaag minimaal 0,8 m dik is.

Aansluitend aan de glooiing is de **berm** bekleed met 4 rijen vlakke betonblokken van 0,50 x 0,50 m met een dikte van 0,20 m. De rest van de berm en het **bovenbeloop** tussen berm en kruin heeft een bekleding van gras op klei.

Rond dp 5,5 en dp 11 zijn nollen aanwezig ongeveer op de grens van de boventafel en ondertafel (NAP+3 m). Deze zijn geheel bekleed met zetsteen; op de vlakke delen liggen betonblokken op klei (zie figuur 6).

3. ONTWERP-CONDITIES

3.1 Uitgangspunten

Op deze plaats wordt verwezen naar de Algemene Nota van de glooiingsverbeteringen die in 1999 worden voorbereid.

3.2 Randvoorwaarden

3.2.1 Waterstanden

De karakteristieke waterstanden die van belang kunnen zijn voor het ontwerp zijn weergegeven in tabel 3.1. De waarde voor Gemiddeld Hoogwater is gebaseerd op de waarde die daarvoor is aangehouden in de Inventarisatie door Grondmechanica Delft [2], het Ontwerppeil is gebaseerd op de nota 'De basispeilen langs de Nederlandse kust' [3]. Voor de bepaling van het Ontwerppeil 2050 is een zeespiegelrijzing voor de duur van 65 jaar opgeteld bij de vastgestelde ontwerppeilen voor 1985.

Dijkvaknr.	Locatie [dp]	Gemiddeld Hoogwater [m t.o.v. NAP]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]
120 (1)	0 - 2,0	2,30	5,9
120 (2)	2,0 - 7,8	2,30	5,9
121 (1)	7,8 - 11	2,30	5,9
121 (2)	11 - 14,8	2,30	5,9
122	14,8 - 17	2,30	5,9

Tabel 3.1: Karakteristieke waterstanden

3.2.2 Golfrandvoorwaarden

De maatgevende golfgegevens bij verschillende waterstanden zijn met behulp van modelberekeningen vastgesteld door RIKZ [4]. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 3.2. De aangegeven golfrichting betreft de hoek ten opzichte van het noorden die hoort bij de gegeven maatgevende golfbelasting.

Dijkvaknr	locatie [dp]	golfrichting [°]	waterstand NAP + 6 m		waterstand NAP + 4 m		waterstand NAP + 2 m	
			Hs [m]	Tp [s]	Hs [m]	Tp [s]	Hs [m]	Tp [s]
120 (1)	0 - 2,0	360	2,3	6,8	1,9	6,2	1,6	5,7
120 (2)	2,0 - 7,8	360	2,2	6,8	1,9	6,2	1,4	5,7
121 (1)	7,8 - 11	360	2,2	6,8	1,9	6,2	1,4	5,7
121 (2)	11 - 14,8	360	2,5	6,8	2,2	6,2	1,9	6,2
122	14,8 - 17	360	2,5	6,8	2,2	6,2	1,9	6,2

Tabel 3.2: Golfrandvoorwaarden

Voor de golfrandvoorwaarden bij tussenliggende en lagere waterstanden wordt lineair geïnterpoleerd resp. geëxtrapoleerd.

In tabel 3.3 is apart weergegeven welke golfrandvoorwaarden horen bij het Ontwerppeil 2050 zoals toegepast in de berekeningen (zie § 3.2.1).

dijkvaknr.	Locatie [dp]	Ontwerppeil 2050 [m t.o.v. NAP]	golffparameters	
			<i>Hs [m]</i>	<i>Tp [s]</i>
120 (1)	0 - 2,0	5,9	2,28	6,77
120 (2)	2,0 - 7,8	5,9	2,19	6,77
121 (1)	7,8 - 11	5,9	2,19	6,77
121 (2)	11 - 14,8	5,9	2,49	6,77
122	14,8 - 17	5,9	2,49	6,77

Tabel 3.3: Golfrandvoorwaarden bij Ontwerppeil 2050

3.2.3 Ecologische randvoorwaarden

In de Milieu-inventarisatie [5] is voor het dijkvak een inventarisatie gemaakt van de huidige natuurwaarden en van de potenties voor natuurontwikkeling. Bovendien zijn alle relevante bekledingstypen op grond van hun ecologische kenmerken verdeeld in categorieën. Voor elk gedeelte van het dijkvak is vervolgens vastgesteld welke categorie bekledingstype minimaal moet worden toegepast om de natuurwaarden respectievelijk te herstellen en te verbeteren. Voor de indeling van de bekledingstypen in categorieën wordt verwezen naar de Milieu-inventarisatie [5] en naar de Algemene Nota [1].

Binnen een dijkvak wordt onderscheid gemaakt in de getijzone en de zone boven GHW. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.4:

dijkvaknr	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		herstel	verbetering	herstel	verbetering
120	0 - 7,8	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	redelijk goed / voldoende	redelijk goed / voldoende
121	7,8 - 14,8	geen voorkeur	(redelijk) goed	redelijk goed / voldoende	redelijk goed / voldoende
122	14,8 - 17	geen voorkeur	(redelijk) goed	geen voorkeur	geen voorkeur

Tabel 3.4: Categorie van minimaal benodigd type dijkbekleding

4. TOETSING

4.1 Algemeen

In 1996 heeft Grondmechanica Delft de toestand van de bekledingen van de glooiingen geïnventariseerd [2]. Deze inventarisatie was de directe aanleiding tot het Project Zeeweringen. Ook de bekleding van het dijkvak van de Nieuw-Neuzenpolder is in dat kader globaal getoetst aan de hand van de Leidraad Toetsen op Veiligheid [6]; de hele bekleding van het dijkvak is daarbij beoordeeld als 'onvoldoende'. In het inventarisatierapport is aangegeven dat de geldigheid van dit resultaat wordt beperkt doordat

- niet alle gegevens beschikbaar waren;
- de gebruikte golfrandvoorwaarden eigenlijk niet zijn bedoeld voor toetsing van bekledingen;
- de gebruikte rekenmethodes slechts indicatief zijn.

De uitgevoerde globale toetsing is dan ook niet geschikt als basis voor het ontwerp.

Op grond van de verbeterde gegevens (zie Hoofdstuk 2) en de verbeterde golfrandvoorwaarden (zie § 3.2) zijn nieuwe toetsingsberekeningen uitgevoerd. De gevolgde methodiek is weergegeven in de Handleiding Toetsen [10] en is direct gebaseerd op de Leidraad Toetsen op Veiligheid [6]. Deze toetsing wordt in dit hoofdstuk beschreven.

Bij toetsing moeten de volgende aspecten stapsgewijs worden behandeld:

- schade-ervaring beheerder;
- afschuiving;
- materiaaltransport;
- stabiliteit toplaag;
- reststerkte.

De toetsing van de toplaag en van de reststerkte van de bekleding worden in de volgende paragrafen apart behandeld. Aansluitend wordt het eindresultaat van de toetsing vastgesteld, op grond waarvan wordt geconcludeerd welke delen van de bekleding moeten worden verbeterd.

4.2 Toetsing toplaag

De toetsing wordt beschreven per bekledingstype en globaal van onder naar boven.

Op de ondertafel van het dijkvak ligt een bekleding van:

- granietblokken,
- Doornikse blokken,
- basalt,

gezet op vleilagen van gebroken puin en lokaal op steenslag.

De gehele boventafel is bekleed met betonblokken op klei.

Meer gedetailleerde informatie over de uitgevoerde stabiliteitsberekeningen is opgenomen in bijlage 1. Verder wordt verwezen naar de figuren 2 en 3.

4.2.1 Granietblokken

De bekleding van granietblokken op vleilagen van gebroken puin komt voor rond dp 2, rond dp 5, rond dp 9, en tussen dp 12,3 en dp 16. Het filter en de toplaag zijn ondoorlatend.

De toetsing van de granietblokken is uitgevoerd voor 5 dwarsprofielen. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens en de basis van de gekozen waarden weergegeven in tabel 4.1.

parameter	waarde					basis
	1,75	5	9	13	15	
locatie [dp]	1,75	5	9	13	15	
bovengrens bekleding [m + NAP]	0,72	3,2	-0,2	0,92	0,95	metingen
taludhelling (cot)	3,0	3	3,4	3,2	2,9	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	metingen
dichtheid [kg/m ³]	2600	2600	2600	2600	2600	aanname

Tabel 4.1: Gegevens toetsing granietblokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: niet relevant: uit de verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling; er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd.

Afschuiving: soms 'goed', soms ook 'twijfel'. Hoewel dit laatste geen formeel eindresultaat van de toetsing is, is hiernaar geen verder onderzoek verricht, omdat uit verdere toetsing een eenduidige beoordeling volgt.

Materiaaltransport:.. overal 'goed'.

Stabiliteit: Rond dp 9 bestaat na de gedetailleerde methode nog twijfel, zodat hier formeel een geavanceerde toetsing nodig is. Vanwege de zeer smalle strook en het 'onvoldoende' oordeel van de bovenliggende bekleding is deze geavanceerde toetsing niet uitgevoerd en is de bekleding als 'onvoldoende' beschouwd. De overige delen zijn beoordeeld als 'onvoldoende', op basis van de *eenvoudige methode*.

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat: de gehele bekleding van granietblokken wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.2 Doornikse blokken

De bekleding van Doornikse blokken komt voor in de ondertafel in drie langgerekte stroken tussen dp 0 en 2, tussen dp 2,3 en 4,9 en tussen dp 6,5 en 16 en in een vakje rond dp 5,72, globaal tussen NAP-1 m en NAP+1 m.

De toetsing van de Doornikse blokken is uitgevoerd voor 8 dwarsprofielen. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens en de basis van de gekozen waarden weergegeven in tabel 4.2.

parameter	waarde				basis
locatie [dp]	1	3	5,72	7	
bovengrens bekleding [m + NAP]	0,72	0,75	0,57	0,86	metingen
taludhelling	3	3,2	2,8	3,1	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	metingen
dichtheid [kg/m ³]	2600	2600	2600	2600	aanname
parameter	waarde				basis
locatie [dp]	9	11,12	13	15	
bovengrens bekleding [m + NAP]	0,72	0,9	0,16	0	metingen
taludhelling	2,9	3	2,9	2,2	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,20	0,20	0,20	0,20	metingen
dichtheid [kg/m ³]	2600	2600	2600	2600	aanname

Tabel 4.2: Gegevens toetsing Doornikse blokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: niet relevant: uit de verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling; er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd.

Afschuiving: soms 'goed', soms ook 'twijfel'. Hoewel dit laatste geen formeel eindresultaat van de toetsing is, is hiernaar geen verder onderzoek verricht, omdat uit verdere toetsing een eenduidige beoordeling volgt.

Materiaaltransport: overal 'goed'.

Stabiliteit: Overal 'onvoldoende' op basis van de *eenvoudige methode*, behalve rond dp 3 waar na de gedetailleerde toetsing nog twijfel bestaat, zodat formeel een geavanceerde toetsing uitgevoerd moet worden. Het is echter hoogstwaarschijnlijk dat de uiteindelijke beoordeling 'onvoldoende' luidt: in de eenvoudige toets ligt het toetspunt zeer dicht tegen de twijfel/onvoldoende-lijn aan, die reeds met een factor 1,5 verhoogd is vanwege het dicht zijn van het filter; in de gedetailleerde toets wordt het twijfelachtige resultaat gevonden na de 1,5xD regel. Bovendien is het verloop van de taludhelling in het gebied rond dp 3 onzeker gezien de steilere hellingen in de dwarsprofielen naast dp 3; een iets steilere helling (dan 1:3,2) betekent al een 'onvoldoende' oordeel. Om deze reden is geen geavanceerde toetsing uitgevoerd en is het oordeel 'onvoldoende' gegeven.

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat: de gehele bekleding van Doornikse blokken wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

4.2.3 Basaltzuilen

De bekleding van basaltzuilen komt voor in twee brede langgerekte stroken in de ondertafel tussen dp 0 en 4,9 en tussen dp 5,3 en 17.

De bepaling van de maatgevende hoogte van de basaltzuilen heeft een lange weg afgelegd. Bij een eerste inventarisatie werd bij dp 4 een kleinere zuilhoogte gevonden dan elders in het traject. Op basis hiervan zou de gehele basaltbekleding 'onvoldoende' getoetst zijn. De moeilijkheid was om het gebied met kleinere zuilen af te bakenen. In aanvulling op de eerste inventarisatie is vervolgens in het gehele traject van een groot aantal zuilen de hoogte bepaald. Hiermee kon een betere inschatting gemaakt worden van de verdeling van de zuilhoogte over het traject. Voor een goede onderbouwing hiervan is uiteindelijk een statistische methode ontwikkeld. Deze staat beschreven in [7]. Het resultaat hiervan is dat voor het gedeelte van dp 0-4 en van dp 7-17 een gemiddelde zuilhoogte van 29 cm in rekening gebracht kan worden; voor het tussenliggende gedeelte geldt een waarde van 25 cm.

Op basis van de zuilhoogtes uit de eerste inventarisatie is reeds eerder een geavanceerde toetsing uitgevoerd. Hierin is weergegeven tot welke hoogte op de glooiing een bepaalde zuilhoogte benodigd is. Dit resultaat is in tabel 4.3 samengevat. Zie ook [8].

Grenzen [dp]	Benodigde zuilhoogte [m]		
	Bekleding handhaven tot		
	NAP+2,5 m	NAP+3,0 m	NAP+3,3 m
0 - 11	0,25	0,27	0,28
11 - 17	0,28	0,29	0,30

Tabel 4.3: Benodigde zuilhoogte voor verschillende niveaus

In de geavanceerde toetsing is slechts de steilste helling per dwarsprofiel aangehouden, de helling van het onderste deel van de basaltbekleding. Omdat in werkelijkheid een geknikt talud aanwezig is, waarbij de helling van het bovenste gedeelte van de basalt flauwer is, heeft het projectbureau volgens de gangbare werkwijze de basalt nogmaals getoetst.

Deze toetsing is uitgevoerd voor 8 dwarsprofielen. Ter indicatie worden enkele gebruikte gegevens en de basis van de gekozen waarden weergegeven in tabel 4.4.

parameter	waarde				basis
	1	3	5,72	7	
locatie [dp]					
bovengrens bekleding [m + NAP]	3,28	3,27	2,96	3,33	metingen
taludhelling	3,2	3,3	4	3,6	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,29	0,29	0,25	0,25	metingen
dichtheid [kg/m ³]	2900	2900	2900	2900	aanname

parameter	waarde				basis
	9	11,12	13	15	
locatie [dp]	9	11,12	13	15	
bovengrens bekleding [m + NAP]	3,33	2,68	3,33	3,11	metingen
taludhelling	3,4	3,7	3,4	3,6	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,29	0,29	0,29	0,29	metingen
dichtheid [kg/m ³]	2900	2900	2900	2900	aanname

Tabel 4.4: Gegevens toetsing basaltzuilen

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: weinig schade.

Afschuiving: overal 'goed'.

Materiaaltransport: overal 'goed'.

Stabiliteit: Voor de meeste dwarsprofielen is het oordeel 'goed' volgens de *gedetailleerde methode*, voor zowel het bovenste als het onderste deel. Over de onderste strook bij dp 5,72 (tot een hoogte van NAP+2,4) bestaat na de gedetailleerde toetsing nog twijfel. De geavanceerde toetsing vertelt dat basalt met een hoogte van 0,25 m 'goed' is tot een hoogte van NAP+2,5m. (Zie tabel 4.3). Ook voor dwarsprofiel 5,72 is het eindoordeel voor de gehele basaltbekleding daarom 'goed'.

Tenslotte is in bovenstaande tekst nog een deel van de basalt op onjuiste wijze getoetst, namelijk het deel van dp 4 tot dp 4,9, alwaar een gemiddelde zuilhoogte van 0,25 cm aangehouden moet worden. (De basalt bij dp 3 is getoetst met een hoogte van 0,29 cm).

Parameter	waarde	basis
locatie [dp]	4,5	
bovengrens bekleding [m + NAP]	3,3	metingen
taludhelling	3,2	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,25	metingen
dichtheid [kg/m ³]	2900	aanname

Tabel 4.5: Toetsing basalt in gedeelte dp 4 - 4,9

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: weinig schade.

Afschuiving: 'goed'.

Materiaaltransport: 'goed'.

Stabiliteit: Over de bovenste strook bestaat na de gedetailleerde toetsing nog twijfel. De geavanceerde toetsing vertelt dat basalt met een hoogte van 0,25 m 'goed' is tot een hoogte van NAP+2,5m. (Zie tabel 4.3). Het gedeelte boven dit niveau wordt daarom beoordeeld als 'onvoldoende'.

Conclusie toetsing basalt:

In het gehele traject is de basalt beoordeeld als 'goed', behalve in het gedeelte van dp 4 tot 4,9 boven het niveau van NAP+2,5, alwaar het 'onvoldoende' oordeel gegeven is.

4.2.4 Vlakke betonblokken

De bekleding van vlakke betonblokken op klei komt voor in de gehele boventafel en op de nollen rond dp 5 en 11. De toetsing van de betonblokken op de nollen is separaat uitgevoerd en is beschreven in het laatste deel van deze paragraaf.

De toetsing van de betonblokken op de glooiing is uitgevoerd voor 8 dwarsprofielen. Ter indicatie worden de gebruikte gegevens van een aantal dwarsprofielen en de basis van de gekozen waarden weergegeven in tabel 4.6.

parameter	waarde				basis
	1	3	9	15	
locatie [dp]					
bovengrens bekleding [m + NAP]	5,6	5,6	5,6	5,7	metingen
taludhelling	4,3	4,4	4,3	4,1	metingen
gemiddelde steendikte [m]	0,25	0,25	0,25	0,25	besteksgegevens
dichtheid [kg/m ³]	2300	2300	2300	2300	aanname

Tabel 4.6: Gegevens toetsing vlakke betonblokken

Het beoordelingsresultaat is als volgt:

Beheerdersoordeel: niet relevant: uit verdere toetsing volgt een eenduidige beoordeling, er is geen formeel beheerdersoordeel opgevraagd.

Afschuiving: overal 'goed'.

Materiaaltransport: niet specifiek getoetst, waarschijnlijk 'onvoldoende'.

Stabiliteit: overal 'onvoldoende' op grond van de *eenvoudige methode*.

De beoordeling van de stabiliteit is bepalend voor het resultaat: de gehele glooiingsbekleding van vlakke betonblokken wordt beoordeeld als 'onvoldoende'.

Op de nollen, gelegen rond dp 5 en dp 11, komt een vlak gedeelte met een bekleding van betonblokken op klei voor. Voor een dergelijk gedeelte van de glooiing bestaat een aparte toets- (en ontwerp-) methode: men beschouwt een plateau als een lage berm. De ontwerpwaarde van de blokhoogte die op een dergelijke berm nodig is, is ook de toetswaarde; m.a.w. als de aanwezige blokhoogte niet voldoet aan de ontwerpwaarde, is het resultaat 'onvoldoende'.

De berekening voor de nol rond dp 5,72 is opgenomen in bijlage 1. De conclusie is een 'onvoldoende' oordeel. Vanwege de zwaardere golfcondities bij de nol rond dp 11 geldt voor de hier aanwezige betonblokken hetzelfde.

4.2.5 Grasbekleding bovenbeloop

Het bovenbeloop ligt hoger dan het ontwerppeil en hoeft dus niet te worden ontworpen op golfbelasting. De functie van het bovenbeloop is het opvangen van de golfoploop: het bovenbeloop wordt dus wel belast door het water dat vanuit de golven naar boven en terug naar beneden stroomt.

De bestaande grasbekleding behoeft geen aanpassing als de significante golfhoogte bij het ontwerppeil kleiner dan of gelijk aan 3,0 m is. Uit tabel 3.3 blijkt dat dit voor het gehele traject het geval is. De grasbekleding van het bovenbeloop behoeft daarom geen aanpassing.

4.3 Toetsing reststerkte bekleding

Toetsing van de reststerkte is alleen relevant voor die vakken waarvan de toplaag is beoordeeld als 'onvoldoende'. Voor dit beschouwde traject is dat de gehele bekleding op twee gedeelten met basalt in de ondertafel na (zie figuur 3).

Bij de toetsing van de reststerkte van de bekleding is de volgende werkwijze gevolgd: de reststerkte wordt slechts als 'voldoende' beoordeeld als

- de golfhoogte H_s bij ontwerppeil kleiner is dan 2 m; én,
 - de kern van de dijk tot voldoende hoogte uit goede klei bestaat; of,
 - er een laag van goede klei met voldoende dikte op de kern ligt.

Aan het eerste criterium wordt al niet voldaan: voor het gehele traject is de golfhoogte bij ontwerppeil groter dan 2 m (zie tabel 3.3). Op grond hiervan wordt aan de reststerkte van het gehele beschouwde vak geen waarde gehecht, de dijk heeft 'onvoldoende' reststerkte.

4.4 Conclusie

Het eindresultaat van de toetsing is weergegeven in onderstaande tabel.

dijkvaknr.	Locatie [dp]	toetsingsresultaat	
		<i>ondertafel</i>	<i>boventafel</i>
120 (1)	0 - 2	basalt is 'goed' overig 'onvoldoende'	'onvoldoende'
120 (2)	2 - 4	basalt is 'goed' overig 'onvoldoende'	'onvoldoende'
	4 - 4,9	basalt is 'goed' tot NAP + 2,5m overig 'onvoldoende'	'onvoldoende'
	5,3 - 7,8	basalt is 'goed' overig 'onvoldoende'	'onvoldoende'
121 (1)	7,8 - 11	basalt is 'goed' overig 'onvoldoende'	'onvoldoende'
121 (2)	11 - 14,8	basalt is 'goed' overig 'onvoldoende'	'onvoldoende'
122	14,8 - 17	basalt is 'goed' overig 'onvoldoende'	'onvoldoende'

Tabel 4.7: Toetsingsresultaat

Het toetsingsresultaat is grafisch weergegeven in figuur 3.

5. KEUZE BEKLEDING

In dit hoofdstuk wordt voor het gehele traject de keuze van het bekledingstype beschreven.

Het toetsingsresultaat is weergegeven in tabel 4.7. De delen die zijn beoordeeld als 'onvoldoende' moeten worden verbeterd. Dit betreft de gehele bekleding op twee lange en brede stroken basalt na.

De keuze van het nieuwe bekledingstype wordt in de volgende paragrafen beschreven aan de hand van de volgende stappen (zie ook de Algemene Nota [1] hoofdstuk 7):

- beschikbaarheid;
- voorselectie;
- technische toepasbaarheid;
- ecologische toepasbaarheid;
- afweging en keuze.

5.1 Beschikbaarheid

Vrijkomende materialen uit het betreffende traject

materialen	afmetingen [m]	oppervlakte [m ²]	oppervlakte gekantelde steen [m ²]
Vlakke betonblokken	0,5x0,5x0,2	3400	1360
	0,5x0,5x0,25	16880	8440
Basalt, niet ingegoten	gem. 0,25 hoog	270	-

Tabel 5.1: Vrijkomende materialen en hoeveelheden

De bovengenoemde materialen kunnen afhankelijk van de benodigde afmetingen eventueel hergebruikt worden in de toplaag. Anders worden deze in depot geplaatst voor toepassing elders.

Vrijkomende, bruikbare materialen uit een ander gelijktijdig te verbeteren traject
Gelijktijdig met de verbetering van het betreffende traject worden de dijkvakken verbeterd van:

1. polder De breede watering bewesten Yerseke, gelegen in Zuid-Beveland.
Vrijkomende geschikte materialen zullen elders in Zuid-Beveland hergebruikt worden.
2. Nieuw-Neuzenpolder-west en Braakmanpolder. In dit traject wordt basalt opgenomen en na uitsorteren herzet. Omdat op voorhand niet zeker is hoeveel basalt er resteert mag hierop geen beroep gedaan worden. Andere materialen voor mogelijke toepassing in het betreffende traject komen niet vrij.
3. Thomaespolder. Ook hieruit komen geen materialen vrij die toegepast kunnen worden in het betreffende traject.

Beschikbare materialen uit een bestaand depot

Bij de Thomaespolder en de Noorddijkpolder zijn nog slechts kleine hoeveelheden basaltzuilen over waaruit hoogtes groter of gelijk aan 30 cm zijn uit te sorteren. Tevens staat er in een depot bij Nummer Eén ongeveer aan 9000 m² granietblokken met afmetingen ca. 40x30x28 cm. Het Waterschap noemt deze granietblokken alleen voor mogelijke toepassing in een strook onder de te handhaven basalt om het topniveau van een eventuele overlaging naar beneden te kunnen brengen. Toepasbaarheid zal daarom slechts hiervoor worden onderzocht.

Beschikbare nieuwe materialen

Aanvoer van de volgende nieuwe materialen is mogelijk:

1. betonzuilen
2. asfalt
3. waterbouwasfaltbeton
4. klei (min of meer afhankelijk van geeeste kwaliteit)
5. breuksteen (afhankelijk van benodigde sortering, dichtheid en hoeveelheid)

5.2 Voorselectie

In de Algemene Nota [1] worden de volgende mogelijke bekledingstypen genoemd:

1. zetsteen op uitvullaag
 - a) (gekantelde) betonblokken op uitvullaag
 - b) (gekantelde) granietblokken op uitvullaag
 - c) (gekantelde) koperslakblokken op uitvullaag
 - d) basaltzuilen op uitvullaag
 - e) betonzuilen op uitvullaag
2. breuksteen op filter
 - a) losse breuksteen
 - b) gepenetreerde breuksteen
3. plaatconstructie
 - a) waterbouwasfaltbeton boven GHW
 - b) vol en zat gepenetreerde breuksteen
4. overlaag-constructies
 - a) losse breuksteen
 - b) patroon gepenetreerde breuksteen
 - c) vol en zat gepenetreerde breuksteen¹

Aangezien de Milieu-inventarisatie in het ontwerp van de glooiingen op betreffende dijkvakken als randvoorwaarde geldt en hiervan niet afgeweken mag worden² kan deze gebruikt worden in de voorselectie van de bekledingstypen. Daarnaast spelen de reeds genoemde beschikbaarheid, uitvoeringstechnische eisen en de beheerderswens in de voorselectie een belangrijke rol.

¹ De rekenregels voor dit constructietype zijn tijdens het opstellen van deze ontwerpnota vastgesteld ten behoeve van de nieuwe handleiding ontwerpen voor het jaar 2000. Dit constructie-alternatief kan hierdoor in het ontwerp worden betrokken, hoewel deze nog niet benoemd is in de algemene nota van de werken die voorbereid worden in 1999.

² Dit in tegenstelling tot de werken die in uitvoering na 2000 komen, waarbij ook alternatieve bekledingstypen zullen worden afgewogen die ingaan tegen de uitgangspunten van de Milieu-inventarisatie (zie ook [1]).

Ad 1. Zetsteen op uitvullaag

Vanwege het niet beschikbaar zijn van koperslakblokken resteren slechts granietblokken, betonblokken, betonzuilen en basaltzuilen als mogelijke toplaagelementen op een uitvullaag. Zoals in de vorige paragraaf reeds vermeld, wordt de toepassing van de granietblokken alleen beschouwd voor bekleding in een strook onder de te handhaven basalt. Vanwege de zeer geringe beschikbare hoeveelheid basalt is besloten om hiermee slechts de onvoldoende getoetste basalt in het vakje van dp 4 tot dp 4,9 te vervangen. De hieruit vrijkomende basalt kan voor dit doel worden uitgesorteerd.

Ad 2. Breuksteen op filter

Hoewel de beschikbaarheid van breuksteen naar verwachting geen probleem vormt en er ook volgens de Milieu-inventarisatie op voorhand geen reden is om dit constructietype niet te ontwerpen, heeft de beheerder aangegeven dat in verband met de gewenste beloopbaarheid t.b.v. recreatie en vanuit esthetisch oogpunt deze bekleding zeker voor de boventafel zeer ongewenst is. Voor toepassing laag in de ondertafel lijken deze bezwaren niet zo zwaarwegend. Vanwege de mogelijkheid voor handhaving van de goede basalt is ook voor dit deel van de glooiing breuksteen op filter ongeschikt. Om deze reden wordt dit bekledingstype niet in het ontwerp en de afweging betrokken.

Ad 3. Plaatconstructie

Hoewel de benodigde materialen beschikbaar zijn valt waterbouwasfaltbeton (boven GHW) volgens de Milieu-inventarisatie af, omdat dan noch van herstel, noch van verbetering van natuurwaarden sprake is. Ook de vol en zat gepenetreerde breuksteen (beneden GHW) valt af omdat deze oplossing het altijd op kosten verliest van een overlaging van vol en zat gepenetreerde breuksteen, vanwege het verwijderen van de oude bekleding en het aanbrengen van een nieuwe teenconstructie.³

Ad 4. Overlaag-constructies

Het overlagen van de bestaande bekleding met breuksteen is met name van belang in situaties waarin het onderste deel van de bekleding moet worden verbeterd, terwijl een hoger gelegen deel kan worden gehandhaafd. Overlagen met breuksteen is in zo'n geval een alternatief voor het vervangen van zowel de teenconstructie als de 'onvoldoende' en de 'goede' bekleding door een nieuwe bekleding. (Eventueel kan ook de 'goede' bekleding gehandhaafd blijven, terwijl de bekleding eronder wordt vervangen; dit introduceert wel een uitvoeringstechnisch risico).

³ Volgens de Milieu-inventarisatie is alleen een gepenetreerde breuksteen bekleding toepasbaar als de penetratie niet vol en zat is uitgevoerd. Op het eerste gezicht zou men kunnen denken dat een plaatconstructie volgens de Milieu-inventarisatie daarom afvalt. Echter in de Milieu-inventarisatie wordt onder niet vol en zat gepenetreerde breuksteen per definitie niet een patroon-penetratie verstaan. Hier wordt een bekleding bedoeld waarvan de breuksteen niet over de gehele constructiehoogte is gepenetreerd, maar waar schone steenstukken bovenuit steken. Constructief gezien valt deze bekleding wel in de categorie plaatconstructie.

In dit beschouwde traject komt deze oplossingsrichting in aanmerking over bijna de gehele lengte van het traject: op de gedeelten van dp 0 - 4,75 en van dp 5,75 - 10,8 en van dp 11,6 - 17 alwaar een 'goede' bekleding van basalt tussen ca. NAP+0,8 m en NAP+2,5/3,3 m ligt. Deze drie gedeelten worden gescheiden door de twee nollen. Hiervan zal de bekleding niet of nauwelijks worden aangepakt omdat het vanuit milieu- en kostenoogpunt aantrekkelijker is om de glooiingsconstructie op de doorgaande dijk door te zetten tot een bepaald niveau onder de bovenzijde van de nollen. Zie ook paragraaf 6.8.

Concluderend moet voor de volgende bekledingstypen de constructieve toepasbaarheid worden bepaald:

1. gekantelde betonblokken op uitvullaag voor de boventafel van het gehele traject en als verborgen glooiing achterom de nollen;
2. betonzuilen op uitvullaag voor de boventafel van het gehele traject en als verborgen glooiing achterom de nollen;
3. basaltzuilen voor het gedeelte van dp 4 - 4,9 tussen NAP+ 2,5 m en NAP+ 3,3 m;
4. granietblokken voor toepassing in een strook onder de te handhaven basalt;
5. overlaging voor de ondertafel in het gedeelte van dp 0 - 4,75, van dp 5,75 - 10,8 en tussen dp 11,6 en 17.

5.3 Constructieve toepasbaarheid

Een bekledingstype van zetsteen is toepasbaar in constructieve zin als een berekening met het rekenprogramma ANAMOS op basis van het Handboek [10] en met gebruikmaking van representatieve waarden voor de constructie en de randvoorwaarden dit aantoont. De uitgewerkte berekeningsmethodiek wordt beschreven in de Handleiding Ontwerpen [11].

De berekeningen betreffen alleen het bezwijkmechanisme 'verlies van top laagstabiliteit'. Met het bezwijkmechanisme 'afschuiving' wordt rekening gehouden door niet te werken met steilere hellingen dan 1:3 en verder bij de dimensionering in hoofdstuk 6. Met het bezwijkmechanisme 'materiaaltransport' wordt rekening gehouden bij het ontwerp van het geokunststof, zie ook hoofdstuk 6.

5.3.1 Bermniveau en taludhellingen

Een belangrijk aspect in de berekening van de constructieve toepasbaarheid is de taludhelling. Binnen bepaalde grenzen bestaat er in het ontwerp vrijheid in het kiezen van de taludhelling; het is in principe mogelijk om de taludhelling zo flauw te kiezen dat elk bekledingstype toepasbaar is. Echter in het algemeen moet een nieuwe bekleding worden ingepast tussen de bestaande teen en de bestaande berm en zal de bekleding vanwege minimaal grondverzet zoveel mogelijk worden aangepast aan de bestaande taludhelling. Daarnaast geldt soms de eis dat een bepaalde dikte van de kleilaag moet worden gehandhaafd, met name als het een kleilaag op zand betreft. Ook dit kan de keuze van de taludhelling beïnvloeden.

In het betreffende traject ligt het huidige bermniveau op NAP+ 5,6 m; dit is gelijk aan het niveau ontwerppeil - 0,3 m. In principe zou het bermniveau niet aangepast hoeven te worden; vanwege inpassing is het echter zeer aantrekkelijk om de (buitenknik van de) berm te verhogen naar NAP+5,8m. Zo wordt bovendien een grotere marge ten opzichte van het ontwerppeil verkregen.

Op basis van inpassing en minimaal grondverzet tussen de bovenzijde van de te handhaven basalt kan één helling voor de boventafel van het gehele traject vastgesteld worden, te weten: 1:3,8.

De helling van het gedeelte van dp 4 - 4,9 waar basalt zal worden hergebruikt is gelijk aan de bestaande helling van 1:3,2.

De helling van de verborgen glooiing achterom de nollen is vastgesteld op 1:3,2, vanwege de aansluiting op naastliggende bekleding. Bovendien wordt vanuit ecologisch oogpunt gepleit voor een minimale destructie van de nollen in verband met de gevestigde flora, zodat in principe een zo steil mogelijke helling wordt gekozen.

Om rekening te houden met uitvoeringstolerantie en tonrondte wordt in principe in de berekeningen (met zetsteen) gewerkt met een taludhelling die boven NAP+3m 2/10 steiler en onder NAP+3m 4/10 steiler is. Zie [11].

De bestaande helling van de te overlagen glooiingsdelen varieert globaal tussen 1:3 en 1:3,2, maar is lokaal steiler (1:2,8).

5.3.2 Gekantelde betonblokken

Voor gekantelde betonblokken moet de constructieve toepasbaarheid worden bepaald voor toepassing op de gehele boventafel boven het topniveau van de te handhaven basalt op NAP+3,3 m en op de verborgen glooiing achterom de nollen tot NAP+3,3 m.

De insteek met betrekking tot gekantelde betonblokken is het maximaliseren van hergebruik (rekening houdend met andere toepassingsmogelijkheden). Het is daarom van belang om alle locaties in beeld te krijgen waar hergebruik van gekantelde blokken technisch mogelijk is.

De afmetingen van de betonblokken staan vast. Hierdoor kan worden bepaald waar gekantelde betonblokken wel en niet toepasbaar zijn, uitgaand van een bepaalde taludhelling. Uit § 5.1 blijkt, dat voor dit bestek betonblokken van 0,20 m en van 0,25 m breedte (in gekantelde vorm) beschikbaar zijn. Uitgegaan wordt van gekantelde toepassing tegen elkaar aan, met een theoretische spleetbreedte van 1 mm. Voor de filterlaag wordt in de berekeningen gebruik gemaakt van ontwerpwaarden, waarbij voor de getijdzone een extra marge wordt aangehouden ten aanzien van de filterdikte (zie hoofdstuk 6). Voor vak 120 (2), het vak met de lichtste golfrandvoorwaarden, zijn in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor betonblokken met een dikte van 0,2 m; dit blok kan technisch eerder toegepast worden dan een blok met een dikte van 0,25 m. Hierbij is de toepassing op de boventafel (met helling 1:3,8) en in de verborgen glooiing achterom de nollen (met flauwst mogelijke helling gelijk aan die van de boventafel 1:3,8, hoewel de huidige helling 1:3,2 is en vanuit milieu-oogpunt een zo steil mogelijke helling wordt verlangd) geverifieerd.

Uit berekeningen is gebleken dat deze gekantelde betonblokken op de boventafel tot slechts het niveau van NAP + 3,5m toegepast kunnen worden. Als verborgen glooiing achterom de nollen kunnen betonblokken toegepast worden tot slechts het niveau van NAP + 1,5m. Verwezen wordt naar bijlage 2. Gezien deze resultaten wordt geconcludeerd dat gekantelde betonblokken niet op het traject toegepast kunnen worden.

5.3.3 Betonzuilen op uitvullaag

Voor betonzuilen moet de constructieve toepasbaarheid worden bepaald voor toepassing op de gehele boventafel en op de verborgen glooiing achterom de nollen.

De insteek met betrekking tot bekledingen van betonzuilen is, dat ze sterk genoeg moeten zijn voor toepassing op het zwaarst belaste gedeelte, omdat betonzuilen op dit moment het sterkste bekledingsmateriaal vormen. Het is daarom van belang dat de toepasbaarheid van betonzuilen wordt geverifieerd door middel van een berekening van de toepasbaarheid van het zwaarste type zuil bij de zwaarste randvoorwaarden. De zwaarste betonzuilen die momenteel leverbaar zijn, hebben een dichtheid van 2900 kg/m³ en een dikte van 0,50 m. Uit verrichte berekeningen blijkt dat toepassing van betonzuilen in het hele beschouwde traject mogelijk is. Bij de zwaarste randvoorwaarden uit tabel 3.2 (vak 121(2) of 122) is uit het oogpunt van toplaagstabiliteit bij de steilste mogelijke taludhelling van 1:3,0 (bestekswaarde) de betonzuil nog ruimschoots mogelijk. Voor die gedeelten waar wordt gekozen voor toepassing van betonzuilen, zal het optimale zuiltype worden bepaald in hoofdstuk 6.

Verwezen wordt naar bijlage 2.

5.3.4 Basaltzuilen in het gedeelte van dp 4 tot dp 4,9

De dikte van de beschikbare basalt is variabel. In het bestek worden de zuildiktes afgerond op 5 cm, terwijl bovendien een sorteermarge van 3 cm wordt toegepast. De constructieve toepasbaarheid wordt daarom op de volgende wijze bepaald: uitgaand van de vastgestelde randvoorwaarden en taludhellingen wordt vastgesteld tot welk niveau basaltzuilen met een dikte van 17 cm, 22 cm, 27 cm etc. kunnen worden toegepast. Rekening houdend met de sorteermarge wordt de praktische bestekswaarde van de basaltzuilen dan 20 cm, 25 cm en 30 cm etc.. Vervolgens kan besloten worden of het mogelijk en zinnig is om materiaal met de betreffende dikte uit te sorteren uit het beschikbare materiaal. Benadrukt wordt dat de sorteermarge van 3 cm slechts indicatief is. Zie ook [11].

Voor de uitvullaag wordt in de berekeningen gebruik gemaakt van ontwerpwaarden, waarbij voor de getijdzone een extra marge wordt aangehouden ten aanzien van de dikte. Opgemerkt moet worden dat de dikte van de uitvullaag, indien deze kleiner is dan ongeveer 0,2 m, (bij zuilen) niet maatgevend is voor het ontwerp; (dit omdat de geldigheidsgrens van ANAMOS bepalend is, zie ook bijlage 2).

De rekenresultaten voor het vakje van dp 4 - 4,9 van NAP+2,5m tot NAP+3,3m zijn weergegeven in onderstaande tabel. Verwezen wordt naar bijlage 2.

Locatie	taludhelling	zuilhoogte = 22 cm	zuilhoogte = 27 cm
dp 4 - 4,9	1:3,2	niet toepasbaar	toepasbaar tot NAP+3,3 m

Tabel 5.2: Toepasbaarheid basaltzuilen in vakje van dp 4 - 4,9

Opgemerkt wordt dat in deze berekeningen de reductie op de taludhelling zoals beschreven in paragraaf 5.3.1. achterwege is gelaten. Omdat de basalt ingepast moet worden tussen de bestaande basalt op het niveau op NAP+2,5m en de overgangsconstructie op NAP+3,3m is het verantwoord dat de uitvoeringstolerantie en de tonrondte verwaarloosd worden. Bovendien geeft de geavanceerde toetsing aan (zie tabel 4.3) dat zuilen met een hoogte van 0,28 m tot NAP+3,3m 'goed' zijn.

5.3.5 Granietblokken in een strook onder de te handhaven basalt

In paragraaf 5.1 is reeds vermeld dat de granietblokken een afmeting hebben van ca. 40x30x28 cm. Uitgegaan wordt van toepassing in gekantelde vorm, omdat deze blokken plat geplaatst onvoldoende stabiel zijn. Volgens de algemene ontwerpregel voor blokken op een uitvullaag [11] moet een veiligheidsmarge van 2 cm gehanteerd worden. Ervaring met herplaatsen van granietblokken in de Braakmanpolder (uitvoering 1999) leert dat ook een sorteermarge aangehouden moet worden; conform basalt is deze 3 cm. Rekening houdend met twee mogelijkheden tot kantelen wordt de ontwerphoogte 35 of 25 cm.

Vanwege esthetische redenen en vanuit oogpunt van goed beheer is een bekleding met een gelijk oppervlak gewenst. Vanwege de zeer ongelijke (hoogte-) afmetingen krijgt de uitvullaag zodoende een ongelijke dikte. Voor de dikte van de uitvullaag wordt daarom een extra marge aangenomen van 5 cm; de ontwerpdikte van de uitvullaag wordt hiermee 25 cm.

In de berekeningen is uitgegaan van een helling van 1:2,8. Hiermee is alleen een uitvoeringstolerantie betrokken (verstelling met 0,2 ten opzichte van de aanwezige helling 1:3); omdat het een smalle strook betreft die bovendien wordt ingepast in de bestaande helling is reductie van de helling als gevolg van tonronde verwaarloosd.

Tenslotte is de berekening uitgevoerd voor het dijkvak met de meest ongunstige golfrandvoorwaarden, vak 121 (2).

In onderstaande tabel zijn de rekenwaarden en de resultaten weergegeven. Verwezen wordt naar bijlage 2.

Locatie	taludhelling	blokhoogte = 25 cm	blokhoogte = 35 cm
vak 121 (2)	1:2,8	niet toepasbaar	toepasbaar

Tabel 5.3: Toepasbaarheid granietblokken onder de basalt

Blokken met een hoogte van minimaal 40 cm kunnen toegepast worden.

5.3.6 Overlagen

Zoals besproken in § 5.1 wordt overlagen met breuksteen als oplossingsrichting beschouwd voor de onderste strook van de gehele ondertafel met uitzondering van de nollen.

5.3.6.1 *Typen overlagingconstructies en ontwerpregels*

In [11] en [12] worden de ontwerpregels uitgebreid beschreven. In deze paragraaf worden slechts de meest belangrijkste elementen t.b.v. het ontwerp kort samengevat.

In [11] worden drie typen overlagingconstructies voorgesteld:

1. bestaande uit losse breuksteen;
2. bestaande uit breuksteen, patroon gepenetreerd met gietasfalt. Er bestaan twee varianten van patroon-penetratie nl. penetratie in de vorm van "stippen" en "stroken";
3. bestaande uit breuksteen, vol en zat gepenetreerd met gietasfalt.

Parallel aan het tot stand komen van deze ontwerpnota zijn de ontwerpregels voor een vol en zat met asfalt gepeetende overlaging t.b.v. de nieuwe versie van de Handleiding Ontwerpen gecontroleerd, aangepast en vastgesteld. Hierbij wordt niet meer uitgegaan van golfklappen als maatgevende belasting. Regels voor een vol en zat penetratie met dicht colloïdaal beton zijn toegevoegd. Ook is gebleken dat een patroon penetratie met beton als penetratiemiddel kan worden toegepast. Verwezen wordt naar [17]; hierin is gebruik gemaakt van [18] en [19].

In het algemeen geldt dat hoe meer penetratiemiddel toegepast wordt, hoe kleiner de vereiste diameter van de breuksteen is: gaande van variant 1 naar variant 3 neemt de hoeveelheid penetratiemiddel toe zodat de vereiste steendiameter reduceert.

In de afweging voor de keuze voor een overlagingstype zullen de voordelen van een kleinere vereiste steendiameter (dunnere laag, goedkopere breuksteen⁴, recreatie-vriendelijker) worden afgewogen tegen de nadelen ervan (kostenverhoging door toepassing van penetratiemiddel, bij toepassing van asfalt eventueel minder kansen voor de natuur). Dit is in de volgende subparagraaf beschreven.

In de ontwerpberekeningen van de overlagingconstructies zijn als eerste de taludhellingen van de 'onvoldoende' bekledingen van belang. Gezien de variatie van de helling tussen 1:3,2 en 1:3,0 wordt in de berekeningen uitgegaan van 1:3,0.

De maatgevende waterstand voor de **overlaging met losse bestorting en patroon penetratie** wordt volgens [11] gevonden op het niveau van de overgang tussen de 'goede' en 'onvoldoende' bekleding met daarbij 1 m opgeteld. De golfparameters die bij deze waterstand horen zijn maatgevend en worden gevonden door middel van lineaire inter- en extrapolatie tussen de afgegeven golfbrandvoorwaarden uit tabel 3.2.

Omdat in het algemeen het niveau van deze overgang binnen een traject nooit constant is, wordt voor een traject in de berekeningen uitgegaan van het hoogste niveau binnen dat traject. Aangezien het niveau van deze overgang in het overgrote deel nagenoeg constant is kan van één niveau worden uitgegaan. In onderstaande tabel staat dit maatgevende niveau alsook de maatgevende golfbrandvoorwaarden voor de verschillende dijkvakken gerangschikt.

⁴ Breuksteen met een hoge dichtheid kan per ton duurder zijn. Vanwege de geringere benodigde hoeveelheid is in het algemeen toch per saldo goedkoper.

Traject [dp]	maatgevende niveau overgang 'goede'-'onv.' bekleding [m t.o.v. NAP]	maatgevende niveau voor de overlaging [m t.o.v. NAP]	maatgevende golfrandvw.	
			H_s [m]	T_p [s]
120 (1)	0,9	1,9	1,59	5,68
120 (2)	0,9	1,9	1,38	5,68
121 (1)	0,9	1,9	1,38	5,68
121 (2)	0,9	1,9	1,89	6,20
122	0,9	1,9	1,89	6,20

Tabel 5.4: Maatgevende niveaus en golfrandvoorwaarden per traject⁵

Verder geldt dat de laagdikte van de overlaging gelijk moet zijn aan 2 maal de nominale waarde van de vereiste steendiameter ($2 \cdot D_{n50}$), tot aan de overgang tussen de 'goede' en 'onvoldoende' bekleding. Vanaf dit niveau dient de overlaging min of meer horizontaal afgewerkt te worden, waarbij het bovenste randje gepentreerd moet worden met gietasfalt.

Voor een **vol en zat penetratie** van breuksteen met asfalt of beton als penetratiemiddel zijn de hydraulische randvoorwaarden slechts indirect bepalend: als de vol en zat gepentreerde overlaging bestaat uit breuksteen van een sortering 5-40 kg of 10-60 kg en de laagdikte is minimaal gelijk aan $2D_{n50}$, dan is de stabiliteit voor hydraulische belastingen ten alle tijde gewaarborgd.

Tenslotte een opmerking over de beëindiging in horizontale richting (evenwijdig aan de dijk-as), geldend voor alle overlagingvarianten. Deze dient met een overlap over de naastliggende bekleding aangebracht te worden. Deze overlap heeft een driehoekige vorm: op het hoogste niveau van de overlaging heeft de overlap een breedte van 5 m en aan de onderzijde (niveau kreukelberm) is deze 10 m breed.

5.3.6.2 Overwegingen bij mogelijke overlagingstypen

Aandachtspunten

Zoals reeds in voorgaande is vermeld neemt de vereiste steendiameter van de breuksteen af bij toepassing van een toenemende hoeveelheid penetratie. Zo mag bijvoorbeeld de toe te passen steendiameter bij een strokenpenetratie kleiner zijn dan bij een stippen penetratie of bij een losse bestorting.

Hoewel een kleinere vereiste steendiameter goedkoper is dan breuksteen van een zwaardere sortering en een dunnere overlaging oplevert, betekent de toepassing van gietasfalt een kostenverhoging.

⁵ Hierbij wordt opgemerkt dat uitgegaan is van overlaging van de gehele strook onvoldoende bekleding onder de basalt; het eventueel herzetten van graniet in dit gedeelte (zie paragraaf 5.3.5) zou een lager topniveau van de overlaging betekenen.

Daarnaast kan voor de benodigde breuksteen uitgegaan worden van verschillende dichtheden; door toepassen van breuksteen met een hoge dichtheid, waarbij een lichtere sortering volstaat kan de laagdikte geminimaliseerd worden.

Bovendien wordt door het kiezen van een kleine steendiameter tegemoet gekomen aan recreatief medegebruik.

Afwegingsaspecten

Bij de afweging worden eerst de twee uitersten met elkaar vergeleken: een losse bestorting versus vol en zat gepenetreerde breuksteen. Ondanks de lichtere benodigde sortering van de breuksteen is een vol en zat penetratie altijd veel duurder dan de losse bestorting door de grote hoeveelheid relatief dure penetratiemiddel.

De patroonpenetratie geldt als tussenoplossing. Hierbij worden delen van de losse breuksteen met gietasfalt of beton aan elkaar gekit, waardoor deze zich gedraagt als een zware sortering. Maar de onzekerheid in de uitvoering (voor toepassing op een talud) met name voor wat betreft de hoeveelheid benodigd asfalt is bij een patroonpenetratie zeer veel groter dan bij een losse bestorting.

Uit een oogpunt van beheersbaar onderhoud, maar ook gelet op visuele aspecten en eventueel recreatief medegebruik (vissers, strandbezoek), wordt voor een losse bestorting als bovengrens een steensortering van maximaal 60-300 kg aangehouden. Pas als uit de berekeningen volgt dat deze sortering zelfs met een hoge dichtheid van de steen niet toereikend is, moeten varianten in de vorm van penetraties worden overwogen. Als een sortering van 60-300 kg toereikend is, kan mogelijk geoptimaliseerd worden tussen dichtheid (laagdikte) en sortering.

Tenslotte moet bij de afweging ook de Milieu-inventarisatie betrokken worden.

5.3.6.3 *Dimensionering*

In bijlage 2 zijn de resultaten opgenomen van de berekeningen van de benodigde sorteringen breuksteen met verschillende dichtheden voor de verschillende overlagingstypen. Hieronder zijn de resultaten samengevat.

1. Losse bestorting.

In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat.

Dijkvak	helling	sortering [kg] / dichtheid [kg/m ³]
120 (1)	1:3	60 -300 / 3300 300 -1000 / 2500
	1:4	60 -300 / 2650 40 -200 / 3000
120 (2) en 121 (1)	1:3	60 - 300 / 3000
121 (2) en 122	1:3	300 - 1000 / 2650
	1:4	60 - 300 / 3050 300 - 1000 / 2500

Tabel 5.5: Mogelijkheden overlaging van losse bestorting

Uitgaande van één en dezelfde sortering voor het gehele traject, is benodigd een steensortering van 60-300 kg met een dichtheid van minimaal 3050 kg/m³. Hierbij moet de helling van de overlaging in de vakken 121 (2) en 122 worden verflauwd naar 1:4. Ook in vak 120 (1) is een verflauwing noodzakelijk. De totale laagdikte is in principe minimaal gelijk aan $2D_{n50}$ en bedraagt dan ca. 80 cm; bij de noodzakelijke verflauwing neemt de laagdikte, zeker op teenniveau aanzienlijk toe.

Vanwege deze zeer zware eisen zijn ook de overige overlagingsvarianten berekend.

2. Vol en zat gepenetreerde breuksteen.

Zowel met asfalt als beton als penetratiemiddel voldoet een steensortering van 5-40 kg met een dichtheid van 2650 kg/m³. De minimale laagdikte is gelijk aan $2D_{n50}$ en bedraagt ca 40 cm.

3. Patroon (stroken) gepenetreerde overlaging.

In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat.

Dijkvak	helling	sortering [kg] / dichtheid [kg/m ³]
120 (1)	1:3	40 -200 / 2500
		10 -60 / 3300
120 (2) en 121 (1)	1:3	40 - 200 / 2500
		10 - 60 / 3050
121 (2) en 122	1:3	60 - 300 / 2500
		40 - 200 / 2750

Tabel 5.6: Mogelijkheden met een patroon gepenetreerde overlaging

Uitgaande van één en dezelfde sortering voor het gehele traject, is benodigd een steensortering van 40-200 kg met een dichtheid van minimaal 2750 kg/m³. De totale laagdikte is gelijk aan $2D_{n50}$ en bedraagt ca 70 cm.

Alvorens over te gaan tot de afweging met betrekking tot de keuze in het algemeen, worden eerst in de volgende paragrafen de eisen m.b.t. natuurwaarden uit de Milieu-inventarisatie en de wensen van de Landschapsvisie onder de loep genomen.

5.4 Ecologische toepasbaarheid

Voor de ecologische toepasbaarheid wordt gebruik gemaakt van de informatie uit de Milieu-inventarisatie [5]. De waardering van de verschillende beschikbare, uit de voorselectie overgebleven en constructief toepasbare bekledingstypen per bekledingszone is weergegeven in de volgende tabel.

Waardering	getijdezone	boven GHW
goed	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen met ecotoplaag 	
redelijk goed	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen zonder eco-toplaag • overlagen met breuksteen (niet vol en zat gepenetreerd met beton) 	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen (evt. met ecotoplaag) • basalt
voldoende	<ul style="list-style-type: none"> • basalt • granietblokken • overlagen met breuksteen (losse bestorting) • overlagen met breuksteen (niet vol en zat gepenetreerd met asfalt) • overlagen met breuksteen (vol en zat gepenetreerd met asfalt en afgestrooid met steenslag) • overlagen met breuksteen (vol en zat gepenetreerd met beton) • overlagen met breuksteen (patroon gepenetreerd)⁶ 	
matig slecht	<ul style="list-style-type: none"> • overlagen met breuksteen (vol en zat gepenetreerd met asfalt) 	

Tabel 5.7: Waardering toepasbare bekledingstypen

In tabel 3.4 zijn de minimaal vereiste bekledingstypen voor het dijkvak opgenomen. Deze tabel wordt hier ter verduidelijking herhaald.

⁶ Na mondeling overleg met het RIKZ (ing. A. van Berchum) blijkt een overlaging, patroon gepenetreerd met asfalt, voor wat betreft de waarde voor de natuur tussen de categorieën 'voldoende' en 'matig slecht' te scoren. Deze constructie bestaat immers niet uit losse breuksteen maar er is ook geen sprake van een vol en zat penetratie. Indien de oude steenbekleding behoort tot de categorie 'voldoende', dan levert een patroon penetratie een verslechtering op; als de oude steenzetting in de categorie 'matig slecht' valt, wordt met een patroon penetratie een verbetering van natuurwaarden bewerkstelligd.

Omdat de huidige bekleding tot de 'voldoende' categorie behoort, levert een patroon penetratie met asfalt een verslechtering op; er is dan geen sprake van herstel van natuurwaarden. Een patroon penetratie met beton leidt tot herstel van natuurwaarden.

dijkvaknr.	locatie [dp]	getijdezone		boven GHW	
		herstel	verbetering	herstel	verbetering
120	0 - 7,8	(redelijk) goed / voldoende	(redelijk) goed	redelijk goed / voldoende	redelijk goed / voldoende
121	7,8 - 14,8	geen voorkeur	(redelijk) goed	redelijk goed / voldoende	redelijk goed / voldoende
122	14,8 - 17	geen voorkeur	(redelijk) goed	geen voorkeur	geen voorkeur

Tabel 3.4: Categorie van minimaal benodigd type dijkbekleding

Het detail-advies van het RIKZ [13] geeft geen aanvullende informatie op de Milieu-inventarisatie over constructie alternatieven in de **getijzone**.

Veldonderzoek bevestigt dat er geen mogelijkheden aanwezig zijn om middels constructiekeuze de natuurwaarde van de **boventafel** te vergroten. Voor de twee nollen geldt dit echter niet. Hier werd een bijzondere begroeiing aangetroffen. Daarom wordt gepleit voor zo veel mogelijk behoud van de huidige situatie van de nollen.

Vanwege de mogelijke overlagingalternatieven is aanvullende advies gevraagd over de mogelijkheid van asfaltpenetraties Zie [14]. Hieruit blijkt dat met asfalt gepenetreerde breuksteen, mits niet vol en zat gepenetreerd, zonder meer in de categorie 'voldoende' past. Pas als hierop in een latere fase een overdimensie van breuksteen wordt aangebracht en wordt afgestrooid met steenslag kan deze constructie in de categorie 'redelijk goed' terecht komen. Met een niet vol en zat penetratie wordt hier bedoeld (zie ook voetnoot 3) dat aan het oppervlak van de constructie, stenen onbedekt met asfalt, uit de constructie steken. Indien de uitstekende stenen zijn bedekt met asfalt wordt de constructie opgevat als een vol en zat penetratie, die thuis hoort in de categorie 'matig slecht'.

5.5 Landschapsvisie

In de Algemene nota [1] is verwoord dat nadrukkelijk rekening gehouden moet worden met de Landschapsvisie Westerschelde [15]. Dit houdt voor het ontwerp het volgende in:

1. rekening houden met de wens voor een donkere ondertafel en een lichte boventafel;
2. accentueren van de overgang tussen onder- en boventafel;
3. mogelijk afstrooien van de bovenste 4 m van de boventafel met grond en eventueel met graszaad;
4. mogelijk onopvallend vormgeven van de onderhoudsstrook.

Uit detail-advies van de Dienst Landelijk Gebied [16] blijkt het volgende:

1. De horizontale opbouw wordt door het toepassen van verschillende materialen in de onder- en boventafel benadrukt.

De te handhaven basalt en de toepassing van een gepenetreerde overlaging met asfalt voldoen aan de wens voor een donkere ondertafel.

2. Verticale overgangen moeten zo weinig mogelijk worden toegepast en de zichtbare grens tussen boven- en ondertafel ligt bij voorkeur op één hoogte.

3. Voor het onderhoudspad zijn naast asfalt nog geen goede alternatieven beschikbaar. Geadviseerd wordt daarom om het pad te voorzien van een slijtlaag die qua kleur aansluit op de betonzuilen in de boventafel. Dit beperkt de impact van het onderhoudspad.

Aan de wens van het afstrooien van de boventafel met grond kan eenmalig tijdens de uitvoering van de werken worden voldaan. Afhankelijk van de golfloop onder gemiddelde getij-omstandigheden zal de breedte van de in te strooien strook worden bepaald.

De twee nollen zijn twee cultuurhistorische elementen. Door het aanbrengen van een verborgen glooiing achterom de nollen en het zoveel mogelijk handhaven of terugplaatsen van de bestaande bekleding van de nollen, wordt voldaan aan de wens van de landschapsvisie.

5.6 Afweging

Uitgaand van de voorselectie en de constructieve en ecologische toepasbaarheid ligt de keuze van het bekledingstype voor de boventafel en voor de verborgen glooiing achterom de nollen vast: hier worden betonzuilen zonder eco-toplaag toegepast.

Voor de (onderste strook van de) ondertafel is de afweging hieronder beschreven. Verwezen wordt naar de scoretabel in bijlage 3.

In hoofdlijn zijn er 5 mogelijke alternatieven:

1. overlaging met losse breuksteen;
2. overlaging met vol en zat gepenetreerde breuksteen;
3. overlaging met patroon gepenetreerde breuksteen;
4. de 'onvoldoende' bekleding onder de basalt geheel vervangen door zetsteen;
5. de 'onvoldoende' bekleding direct onder de basalt herzetten met graniet en de onderste resterende strook overlagen.

ad 1.

Een overlaging met losse breuksteen betekent kiezen voor een goedkope oplossing die echter vanwege het steenformaat (60-300 kg met een zeer hoge dichtheid) door de beheerder als ongewenst wordt beschouwd, omdat hiermee een onvriendelijke constructie voor medegebruik (vissers) ontstaat. Vanwege de benodigde hoge dichtheid zouden ook problemen kunnen ontstaan met de beschikbaarheid en levering van de steen.

Deze variant betekent volgens de Milieu-inventarisatie dat wordt voldaan aan herstel van natuurwaarden.

ad 2.

Een vol en zat gepenetreerde overlaging komt aan het bezwaar van de beheerder tegemoet. Ten eerste wordt de laagdikte dunner en het topniveau lager, doordat een lichte steensortering (5-40 kg) kan worden toegepast. Bovendien is deze goed toegankelijk. De prijs is, ten opzichte van een overlaging met losse breuksteen, ongeveer gelijk als voor asfaltpenetratie wordt gekozen en ca f 400/m lager als met beton wordt gepenetreerd.

De asfaltvariant met (later aangebrachte) overdimensie van breuksteen, afgestrooid met steenslag, die volgens het detail advies van het RIKZ in de categorie 'redelijk goed' past, valt af vanwege uitvoeringstechnische redenen. De verwachting is dat de later aangebrachte stenen los laten en omdat dit materiaal bij de uitgangspunten van de bekleding hoort voorziet de beheerder zeer veel ongewenst onderhoud. Met een asfaltpenetratie is dus geen overlaging te maken die 'verbetering' van natuurwaarden bewerkstelligt.

Vanwege het algemene uitgangspunt dat in ieder geval uitgegaan moet worden van herstel van de natuurwaarden, moet in vak 120 minimaal een constructie gekozen worden uit de categorie 'voldoende'.

De niet vol en zat gepenetreerde asfaltvariant die in de categorie 'voldoende' valt heeft aan het oppervlak uitstekende stenen die niet met asfalt bedekt zijn. Hoewel theoretisch gezien deze constructie te maken lijkt, is in de praktijk gebleken dat het overgrote oppervlak van de uitstekende stenen wel bedekt zal raken met asfalt. Dan is de constructie op te vatten als een vol en zat penetratie, die hoort in de categorie 'matig slecht'.

De laatste asfaltvariant in de categorie 'voldoende' betreft een vol en zat penetratie van breuksteen die is afgestrooid met steenslag. Belangrijk hierbij is dat de steenslag zeker de eerste jaren is vastgekleefd aan het asfalt. Hoewel met deze constructie nog weinig ervaring is opgedaan bestaat toch de gedachte dat deze overlagingsvariant goed te maken is. Een risico is echter dat de constructie, als blijkt dat de afstrooilaag niet vastzit, t.b.v. natuurwaarden niet eenvoudig te herstellen is.

De overlaging met colloïdaal beton als penetratiemiddel valt in ieder geval in de categorie voldoende, waardoor het uitgangspunt van minimaal herstel van natuurwaarden niet in het gedrang komt. Toch kleven er aan deze constructie ook nadelen. Het Projectbureau heeft nader onderzoek gedaan naar de ervaringen met betonpenetratie. De positieve ervaringen daarmee bij de overlagingen in de Oosterschelde in 1986 berusten op werken uitgevoerd op het niveau tussen NAP+0,5 en 2,5m. Schade door uitspoeling van beton direct na het aanbrengen is minimaal mits de golfbeweging beperkt is en het vak gunstig georiënteerd t.o.v. de heersende windrichting ligt. Het betreffende traject van de Nieuw-Neuzenpolder ligt echter weinig beschut en de betonpenetratie moet op een laag niveau worden aangebracht.

Hoewel schade tijdens de aanleg niet is uit te sluiten is het wellicht mogelijk om in 2e of 3e instantie beton bij te vullen. Ook kan men mogelijk andere maatregelen treffen om de schade te beperken. Voorbeelden hiervan zijn:

- de betonpenetratie direct na aanleg met steenslag afstrooien;
- de betonpenetratie direct na aanleg afdekken met een folie;
- een overdimensie van beton aanbrengen;
- een tijdelijke constructie plaatsen die golfslag van de penetratie weert;
- met het afgaande water in horizontale stroken penetreren zodat het grootste deel van de overlaging zo lang mogelijk de tijd heeft om te verharderen.

Deze maatregelen zullen overigens geheel of gedeeltelijk het prijsverschil tussen de asfalt en de betonpenetratie te niet doen.

ad 3.

Een variant op 2 is de patroonpenetratie, waarbij een grotere steen en minder penetratie wordt toegepast. De benodigde steenafmetingen (40-200 kg) zijn ook bij deze variant voor de beheerder niet ideaal. Volgens advies van het RIKZ aangaande natuurwaarden is alleen een penetratie met beton mogelijk (zie voetnoot 6). Er bestaat grote onzekerheid over het aanbrengen van zo'n constructie op het talud. Daarentegen is de prijs van een betonpenetratie per m1 ca. f 150 lager dan een losse overlaging.

ad 4.

In plaats van het onderste deel te overlagen kan deze ook worden uitgebroken en worden voorzien van een zwaardere gezette bekleding. Visueel scoort deze beter dan overlaging. Onzekere factoren bij de uitvoering zijn het ondersteunen van de bovenliggende (goede) basalt, temeer omdat de kleilagen onder de opgebroken glooiing onvoldoende van kwaliteit zijn zodat hier een afgraving en aanvulling met betonpuin (ca 60 cm) noodzakelijk is. De prijs per m1 ligt ca f 700 boven die van losse overlaging (uitgaande van nieuwe betonzuilen). Hergebruik van elders vrijkomende basalt is op korte termijn praktisch onmogelijk omdat de noodzakelijk vrij zware sortering (> 30 cm) niet in de benodigde hoeveelheden (8000 m²) beschikbaar komt.

Uit een oogpunt van milieu zou basalt 'herstel' betekenen en betonzuilen 'verbetering' van natuurwaarden.

ad 5.

Deze variant, een combinatie tussen overlagen en vervangen, wordt door de beheerder zeer gewaardeerd vanwege het verlagen van het topniveau van de overlaging, hetgeen hij visueel aantrekkelijker acht dan een hoger topniveau. Ten opzichte van een algehele vervanging van de 'onvoldoende' bekleding onder de basalt (variant 4) wordt bij deze gedeeltelijke vervanging met graniet een grote hoeveelheid betonzuilen als ook een nieuwe teenconstructie uitgespaard. Deze variant is dan ook ca. f 350 goedkoper dan variant 4; de prijs per m1 ligt nog ca f 350 boven die van losse overlaging. De onzekere factor bij de uitvoering, genoemd bij variant 4, blijft.

Uit een oogpunt van milieu betekent deze variant 'herstel' van natuurwaarden,

Keuze

Gezien de genoemde bezwaren voor een **losse bestorting** valt deze oplossing af. Om de gunstigste sortering van 60-300 kg met een dichtheid van 3050 kg/m³ toe te kunnen passen, moet de helling van de overlaging worden verflauwd naar 1:4. Hiermee stijgt de benodigde hoeveelheid en verhogen de kosten.

Het mogelijke risico van het niet kleven van de steenslag op de met **asfalt vol en zat** gepenetreerde breuksteen kan worden beheerst⁷; het uitvoeringstechnische risico met **betonpenetratie** lijkt daarentegen veel moeilijker beheersbaar. Daarom kiest het projectbureau voor de asfaltvariant, ondanks dat betonpenetratie goedkoper lijkt.

Ook het waterschap spreekt een voorkeur uit voor variant 2, waarbij zij op grond van ervaring een voorkeur heeft voor een asfaltpenetratie.

Tenslotte prefereert de Landschapsvisie ook een donker gekleurde ondertafel, hetgeen met een asfaltpenetratie verkregen wordt.

Vanwege de genoemde bezwaren valt ook de **patroon gepenetreerde** constructie af.

In het overleg met de beheerder is vastgesteld dat de meerprijs voor een **gezette bekleding** van betonzuilen samen met de uitvoeringsonzekerheden, een te dure variant oplevert. Ook de variant die vervangen door granietblokken combineert met een lage overlaging, valt om dezelfde reden af. (Zetwerk van basalt komt wegens het ontbreken van basalt eveneens niet in aanmerking).

5.7 Gekozen bekleding

In onderstaande tabel is de uiteindelijke keuze van de bekledingstypen gepresenteerd.

⁷ In vak 121 (naast vak 120) kan ervaring worden opgedaan met het afstrooien van de asfaltpenetratie. (Het tijdstip van afstrooien en de hoeveelheid afstrooimateriaal zijn belangrijke parameters). In vak 121 (en overigens ook in vak 122) bestaat volgens de Milieu-inventarisatie 'geen voorkeur' voor een constructie alternatief, zodat hier een asfaltpenetratie zonder afstrooimateriaal is toegestaan.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	onder NAP + 3,3m	boven NAP + 3,3m
120 (1)	0 - 2	<ul style="list-style-type: none"> • onderste strook overlagen met breuksteen: vol en zat gepenetreerd met asfalt, afgestrooid met steenslag • handhaven basalt 	betonzuilen
120 (2)	2 - 4	<ul style="list-style-type: none"> • onderste strook overlagen met breuksteen: vol en zat gepenetreerd met asfalt, afgestrooid met steenslag • handhaven basalt 	betonzuilen
	4 - 4,75	<ul style="list-style-type: none"> • onderste strook overlagen met breuksteen: vol en zat gepenetreerd met asfalt, afgestrooid met steenslag • handhaven basalt tot NAP + 2,5m • hergebruik basalt ≥ 30cm van NAP + 2,5m tot NAP + 3,3m 	betonzuilen
	4,75 - 5,75	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen als verborgen glooiing 	betonzuilen
	5,75 - 7,8	<ul style="list-style-type: none"> • onderste strook overlagen met breuksteen: vol en zat gepenetreerd met asfalt, afgestrooid met steenslag • handhaven basalt 	betonzuilen
121 (1)	7,8 - 10,8	<ul style="list-style-type: none"> • onderste strook overlagen met breuksteen: vol en zat gepenetreerd met asfalt, afgestrooid met steenslag* • handhaven basalt 	betonzuilen
	10,8 - 11	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen als verborgen glooiing 	betonzuilen
121 (2)	11 - 11,6	<ul style="list-style-type: none"> • betonzuilen als verborgen glooiing 	betonzuilen
	11,6 - 14,8	<ul style="list-style-type: none"> • onderste strook overlagen met breuksteen: vol en zat gepenetreerd met asfalt • handhaven basalt 	betonzuilen
122	14,8 - 17	<ul style="list-style-type: none"> • onderste strook overlagen met breuksteen: vol en zat gepenetreerd met asfalt • handhaven basalt 	betonzuilen

*: als testcase voor vak 120

Tabel 5.8: Gekozen bekledingstypen

Voor de natuurwaarden betekent dit:

dijkvak	ondertafel	boventafel
120	herstel	verbetering
121	herstel	verbetering
122	herstel	n.v.t. (maximaal herstel)

Tabel 5.9: Consequenties van de gekozen bekleding voor natuurwaarden

6. NADERE DIMENSIONERING

Op basis van de gekozen bekledingstypen volgens tabel 5.7 is het ontwerp in detail uitgewerkt. Een glooiingskaart van het resulterend ontwerp van het dijkvak is weergegeven in figuur 4. De resulterende dwarsprofielen zijn grafisch weergegeven in de figuren 9 t/m 12. De constructieve uitwerking wordt in dit hoofdstuk beschreven per constructie-onderdeel, vanaf de kreukelberm richting het bovenbeloop. Voor achtergrondinformatie wordt verwezen naar de Handleiding Ontwerpen [11].

6.1 Kreukelberm

Onderaan de bekleding wordt in principe een nieuwe kreukelberm aangebracht op die delen waar ook de bekleding van de ondertafel wordt vervangen. In de eerste plaats geldt dit voor de verborgen glooiing achter de nollen, hoewel hier sprake is van aanleg en niet van vervanging. In het overige deel van het traject blijft de huidige teenconstructie gehandhaafd, omdat hier de oude steenzetting niet wordt vervangen maar wordt overlaagd. Toch moet ook hier een nieuwe kreukelberm worden aangelegd ter ondersteuning van de overlaging. Uitvoeringstechnisch is het namelijk zeer moeilijk om de overlaging bestaande uit breuksteen, vol en zat gepenetreerd met asfalt horizontaal op een niveau beneden NAP door te zetten. Dit geldt vooral daar, waar een voorland met slik aanwezig is. De te penetreren steen moet immers schoon zijn, ontdaan van slib. Het door elk getij aangevoerd slib is nauwelijks uit het gemaakte cunet beneden NAP te verwijderen. Dit heeft een kwalitatief slechte overlagingconstructie tot gevolg. Bovendien is de productiviteit bij deze aanpak zeer laag.

Met de aanleg van een (ongepentreerde) kreukelberm wordt een basis gevormd voor de overlaging die nu alleen onder een helling op de glooiing aangebracht hoeft te worden. De te penetreren stenen zijn eenvoudig schoon te maken en er kan zo met een veel hogere productiviteit gewerkt worden. Niet in de laatste plaats van belang wordt zo ook een kwalitatief goede constructie aangelegd.

De kreukelberm bestaat uit een toplaag van breuksteen (voor stabiliteit onder de golfaanval), met daaronder een geokunststof (voor het voorkomen van uitspoeling van het bodemmateriaal (d.i. zand)). Om het doek te beschermen wordt een rietmat aangebracht of er wordt een non-woven op het doek gestikt.

6.1.1 Toplaag

De benodigde sortering van de toplaag hangt af van de significante golfhoogte bij het ontwerppeil. In tabel 6.1 zijn de benodigde sorteringen per vak (uitgaande van een dichtheid van de steen gelijk aan 2650 kg/m^3) aangegeven. Voor een onderbouwing van de methodiek wordt verwezen naar [12].

Dijkvaknr.	H _s bij ontwerppeil [m]	benodigde sortering [kg]
120 (1)	2,28	60-300
120 (2)	2,19	60-300
121 (1)	2,19	60-300
121 (2)	2,49	60-300
122	2,49	60-300

Tabel 6.1: Benodigde sortering kreukelberm

In het gedeelte van dp 11,6 - 17 is in de huidige situatie een brede strook bestorting aanwezig. Hier kan de nieuwe kreukelberm aangebracht worden met een minimale breedte van 3m. In het overige deel ontbreekt er een kreukelberm; hier krijgt de nieuwe een breedte van 5 m.

6.1.2 Geokunststof

In het algemeen wordt onder de kreukelberm een geokunststof aangebracht. In het gedeelte van dp 11,6 tot 17, waar de nieuwe kreukelberm op de bestaande bestorting wordt aangebracht, is dit daarentegen niet nodig.

De dimensionering van het geokunststof wordt mede bepaald door de wens, om voor deze toepassing hetzelfde materiaal te gebruiken als onder de onderhoudsstrook op de berm. Dit geokunststof wordt in het bestek en het vervolg van deze ontwerpnota 'type 2' genoemd.

Gekozen wordt voor een standaard-weefsel van polypropyleen met de volgende minimale eigenschappen:

eigenschap	waarde
treksterkte	≥ 50 kN/m (ketting en inslag)
rek bij breuk	≤ 20 % (ketting en inslag)
doorstromingsweerstand Δh_s	≤ 30 mm (bij filtersnelheid 10 mm/s)
poriegrootte O_{90}	≤ 350 μ m
levensduurverwachting	type B (NEN 5132)
sterkte naaiaad	≥ 50 % van breuksterkte geokunststof

Tabel 6.2: Eisen geokunststof type 2

De besproken bescherming met een non-woven mat is een standaard-constructie. Het geokunststof wordt aangebracht onder de gehele bestorting en wordt aangesloten op de buitenkant van de teenconstructie.

6.2 Teenconstructie

De teenconstructie maakt alleen deel uit van het ontwerp op dat deel van het dijkvak waar de bekleding van de ondertafel wordt vervangen of nieuw wordt aangelegd. Dit is alleen het geval bij de verborgen glooiing achter de nollen. Hier wordt een teenconstructie aangebracht op NAP+1,0 m. De teenconstructie dient ter ondersteuning van de nieuwe bekleding van betonzuilen.

De nieuwe bekleding wordt ondersteund door een teenschot, dat is opgebouwd uit 3 planken van ieder 0,20 m hoog. Het teenschot wordt ondersteund door azobépalen (lengte 1,80 m, h.o.h. 0,20 m). Om machinaal zetwerk van de betonzuilen tegen de teenconstructie aan mogelijk te maken wordt een afgeschuinde betonband aangebracht boven het teenschot. De betonbanden worden voor zover beschikbaar hergebruikt uit de bestaande bekleding en anders nieuw aangevoerd.

6.3 Zetsteenbekleding

In hoofdstuk 5 is vastgesteld welke bekledingstypen zullen worden aangebracht. De nadere dimensionering van de zetsteenbekleding betreft de toplaag, met daaronder een uitvullaag van granulair materiaal en daaronder een geokunststof.

De bekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van toplaagstabiliteit, afschuiving en materiaaltransport. De eisen ten aanzien van toplaagstabiliteit bepalen de dimensionering van de toplaag en de uitvullaag. Voor afschuiving is van belang dat de dikte van de gehele bekleding, inclusief onderliggende kleilaag, voldoende groot is. De weerstand van de bekleding tegen materiaaltransport wordt verkregen door het geokunststof dat onder de bekleding wordt aangebracht.

6.3.1 Toplaag van betonzuilen

Betonzuilen worden toegepast in de boventafel van het gehele traject en als verborgen glooiing achter de nollen:

- dp 0 - dp 17 van NAP + 3,3 m tot NAP + 5,8 m;
- dp 4,75 - dp 5,75 van NAP + 1 m tot NAP + 3,3m;
- dp 10,8 - dp 11,6 van NAP + 1 m tot NAP + 3,3m.

In § 5.3.3 is vastgesteld dat betonzuilen in constructieve zin ruimschoots toepasbaar zijn in het gehele dijkvak. De uiteindelijk toe te passen zuil moet in de eerste plaats voldoende zwaar zijn; uit stabiliteitsberekeningen volgt een aantal praktisch leverbare combinaties van dikte en dichtheid. De dikte wordt daarbij afgerond op 5 cm en de dichtheid op 100 kg/m³. De uiteindelijke keuze wordt bepaald door overwegingen van kosten en uitvoeringstechniek. Ten behoeve van de detaillering wordt daarom per vak vastgesteld wat de lichtst mogelijke praktisch leverbare zuiltypen zijn.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	mogelijke zuiltypen	
		boventafel met helling 1:3,8 [m / kg/m ³]	verborgen glooiing met helling 1:3,2 [m / kg/m ³]
120 (1)	0 - 2	0,45 / 2300 0,40 / 2500 0,35 / 2600 0,30 / 2900	n.v.t.
120 (2) en 121 (1)	2 - 7,8 7,8 - 11	0,45 / 2300 0,40 / 2400 0,35 / 2600 0,30 / 2900	0,45 / 2300
121 (2) en 122	11 - 14,8 14,8 - 17	0,50 / 2300 0,45 / 2400 0,40 / 2500 0,35 / 2700	0,50 / 2300

Tabel 6.3: Betonzuilen: mogelijke combinaties dikte en dichtheid

In principe wordt vanuit kosten oogpunt voor de lichtste zuil gekozen. Dit houdt in dat in de boventafel van de vakken 120 (1), 120 (2) en 121 (1) betonzuilen 0,45 / 2300 de voorkeur hebben, en in de boventafel van de vakken 121 (2) en 122 betonzuilen 0,50 / 2300. De verborgen glooiingen achterom de nollen worden uitgevoerd met de in tabel 6.3 aangegeven betonzuilen. Omdat de grens tussen vak 121 (1) en vak 121 (2) precies halverwege een nol valt (dp 11), is besloten om de betonzuilen 0,45 / 2300 door te zetten tot dp 10,8, net voor het begin van de verborgen glooiing.

Opgemerkt wordt dat de reductie van de taludhelling, zoals besproken in paragraaf 5.3.1. voor de verborgen glooiing achterom de twee nollen, niet volledig is toegepast. De reden hiervan is dat op deze manier nog betonzuilen 0,45 en 0,50 / 2300 toegepast kunnen worden. Omdat in deze gedeelten op verschillende niveaus de hoogte van de glooiing in het bestek vastgelegd wordt, is het verantwoord dat slechts een reductie van 2/10 is aangehouden. In de uitvoering moet gelet worden op naleving van hetgeen is voorgeschreven. In de volgende tabel is de uiteindelijke keuze samengevat.

Dijkvaknr.	locatie [dp]	mogelijke zuiltypen	
		boventafel met helling 1:3,8 [m / kg/m ³]	verborgen glooiing met helling 1:3,2 [m / kg/m ³]
120 (1)	0 - 2	0,45 / 2300	n.v.t.
120 (2) en 121 (1)	2 - 7,8 7,8 - 10,8	0,45 / 2300	0,45 / 2300
121 (2) en 122	10,8 - 14,8 14,8 - 17	0,50 / 2300	0,50 / 2300

Tabel 6.4: Keuze van betonzuilen

De toplaag van betonzuilen zal worden ingewassen met ongeveer 50 kg/m² gebroken materiaal. De sortering van dit inwasmateriaal is afhankelijk van het type zuil (met betrekking tot de vorm) dat zal worden toegepast.

Verwezen wordt naar bijlage 4.

6.3.2 Toplaag van basaltzuilen

Het gedeelte van dp 4 tot dp 4,9 van NAP+2,5m tot NAP+3,3m wordt bekleed met basaltzuilen. De benodigde dikte is reeds bepaald in § 5.3.4, bij de bepaling van de constructieve toepasbaarheid.

De toplaag van basaltzuilen wordt na het aanbrengen ingewassen met 50 kg/m² steenslag van sortering 5/32 mm.

6.3.3 Uitvullaag

De granulaire uitvullaag onder de toplaag is voornamelijk van belang voor de uitvoering. Uit het oogpunt van stabiliteit en uitvoering moet het materiaal zo fijn mogelijk zijn, maar het mag niet zo fijn zijn dat het tussen de elementen van de toplaag door uit kan spoelen. De fijnste sortering die uit dat oogpunt voor betonzuilen en basaltzuilen mogelijk is, is 14/32 mm. Deze waarde wordt voorgeschreven in het bestek. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een waarde voor de D₁₅ van 20 mm; hierdoor wordt een conservatieve benadering bereikt: de werkelijke waarde van de D₁₅ van de gekozen sortering van 14/32 mm is ongeveer 17 mm.

De minimale laagdikte waarin steenslag van deze sortering in uitvoeringstechnisch opzicht kan worden aangebracht, is 0,1 m. Deze waarde voor de laagdikte wordt voorgeschreven in het bestek; in de ontwerpberekeningen wordt echter rekening gehouden met een uitvoeringsmarge: voor de getijdezone wordt gerekend met een uitvullaag die 0,1 m dikker is, voor de zone boven GHW met een uitvullaag die 0,05 m dikker is.

6.3.4 Geokunststof

Het geokunststof onderin de bekleding wordt in het bestek en in het vervolg van deze ontwerpnota 'type 1' genoemd.

De belangrijkste eis aan het geokunststof op deze locatie is het voorkomen van uitspoeling van het basismateriaal door de toplaag heen. Maatgevend voor dit verschijnsel is de poriegrootte O₉₀. Conform de dijkvakken van 1997, 1998 en 1999 wordt gekozen voor een vlies met een gegarandeerde maximum maaswijdte (O₉₀) van 100 µm, op grond van de overweging dat de zanddoorlatendheid van nog fijnere materialen niet goed te testen is en omdat fijnere materialen niet standaard leverbaar zijn. Bovendien is met proeven aangetoond dat de werkelijke doorlatendheid van het gekozen materiaal kleiner dan 64 µm is.

Het geokunststof type 1 moet verder voldoen aan de volgende eisen:

eigenschap	waarde
treksterkte	≥ 20 kN/m
rek bij breuk	≤ 60 %
doordrukkracht	≥ 3500 N
poriegrootte O_{90}	≤ 100 μm

Tabel 6.5: Eisen geokunststof type 1

Aanvullend zijn er eisen m.b.t. de duurzaamheid van 50 jaar gesteld.

Aan de onderzijde wordt het geokunststof vertikaal opgezet tegen de overgangsconstructie; aan de bovenzijde wordt het geokunststof doorgetrokken tot onder de weg, waardoor een overlap van minimaal 1 m ontstaat met het geokunststof onder de werk- en onderhoudsstrook. De stroken geotextiel op de glooiing moeten ook met een minimale overlap van 1m worden aangebracht; de lagen moeten schoon op elkaar aansluiten, zonder ingesloten materiaal.

6.3.5 Basismateriaal

Met betrekking tot de dikte van de kleilaag onder de bekleding wordt binnen het Project Zeeweringen de volgende lijn aangehouden. De nieuwe bekleding moet voldoen aan de eisen ten aanzien van afschuiving; deze eisen betreffen de totale laagdikte van toplaag, uitvullaag en onderliggende kleilaag en zijn mede afhankelijk van de taludhelling en de golfsteilheid. Als niet aan de eisen wordt voldaan, moet de kleilaag aan de onderzijde worden aangevuld (verwijderen kleilaag, ontgraven zandpakket, aanbrengen nieuwe kleilaag). Als deze aanvulling nodig is, wordt in alle gevallen een kleilaagdikte van minimaal 0,80 m aangebracht; deze maat is gebaseerd op de gebruikelijke dikte van afdekkende kleilagen.

Aan de bovenzijde van de glooiing is over het gehele traject de stabiliteit tegen afschuiving gewaarborgd, omdat hier zich de oude kleikern of een voldoende dikke kleilaag bevindt.

Onder de verborgen glooiing moet daarentegen, vanwege de slechte kwaliteit van de aanwezige klei, na ontgraving een aanvulling plaats vinden van goede klei met een laagdikte van 0,8 m.

6.4 Overgangsconstructies

In het ontwerp van de glooiing van dit dijkvak kunnen een aantal soorten horizontale overgangen worden onderscheiden:

1. Tussen nieuw aan te brengen betonzuilen en de te herzette basaltzuilen (dp 4-4,75);
2. Tussen nieuw aan te brengen betonzuilen en de te handhaven basaltzuilen (overgrote deel van het traject);

Voor beide situaties kan de bestaande overgangsconstructie gehandhaafd blijven. Indien nodig moet deze lokaal gerepareerd worden.

6.5 Overgang boventafel-berm

De overgang wordt uitgevoerd door de bekleding aan te brengen met een ronding, waarvan de bochtstraal (R) 10 m bedraagt. Boven de afronding wordt de bekleding nog 1 m op de berm doorgetrokken.

De gekozen bekledingstypen voor deze overgang zijn in de vorige hoofdstukken reeds besproken.

Met betrekking tot uitvullaag en geokunststof wordt aangesloten bij de constructie volgens § 6.3.

6.6 Berm

Aansluitend op de beschreven bekleding van betonzuilen wordt op de berm een onderhoudsstrook aangebracht. Voor het ontwerp daarvan is het verkeer in de uitvoeringsfase maatgevend. De breedte van de strook is 3,0 m; de strook is opgebouwd uit een 0,4 m dikke laag fosforslakken met sortering 0/40 mm op een geokunststof type 2, zie tabel 6.2). De strook wordt na de uitvoering niet verwijderd, maar zo aangepast dat deze dienst kan doen als onderhoudsstrook. Daartoe wordt de strook afgewerkt met 60 mm dik grindasfaltbeton. Qua kleur wordt aangesloten op de betonzuilen in de boventafel, conform de wens van de landschapsvisie.

6.7 Nollen

Zoals reeds in vorige hoofdstukken is beschreven worden de bestaande nollen gehandhaafd. Conform de wens van de landschapsvisie en het detailadvies van het RIKZ aangaande natuurwaarden zal het huidige karakter van de nollen zo min mogelijk worden aangetast. Dit is mogelijk door het construeren van een verborgen glooiing, die bovendien met de steilste mogelijke helling wordt aangebracht, zodat het op te breken oppervlak van de nollen minimaal is. Verder zullen de ontgraven klei en de bekleding van betonblokken worden teruggeplaatst.

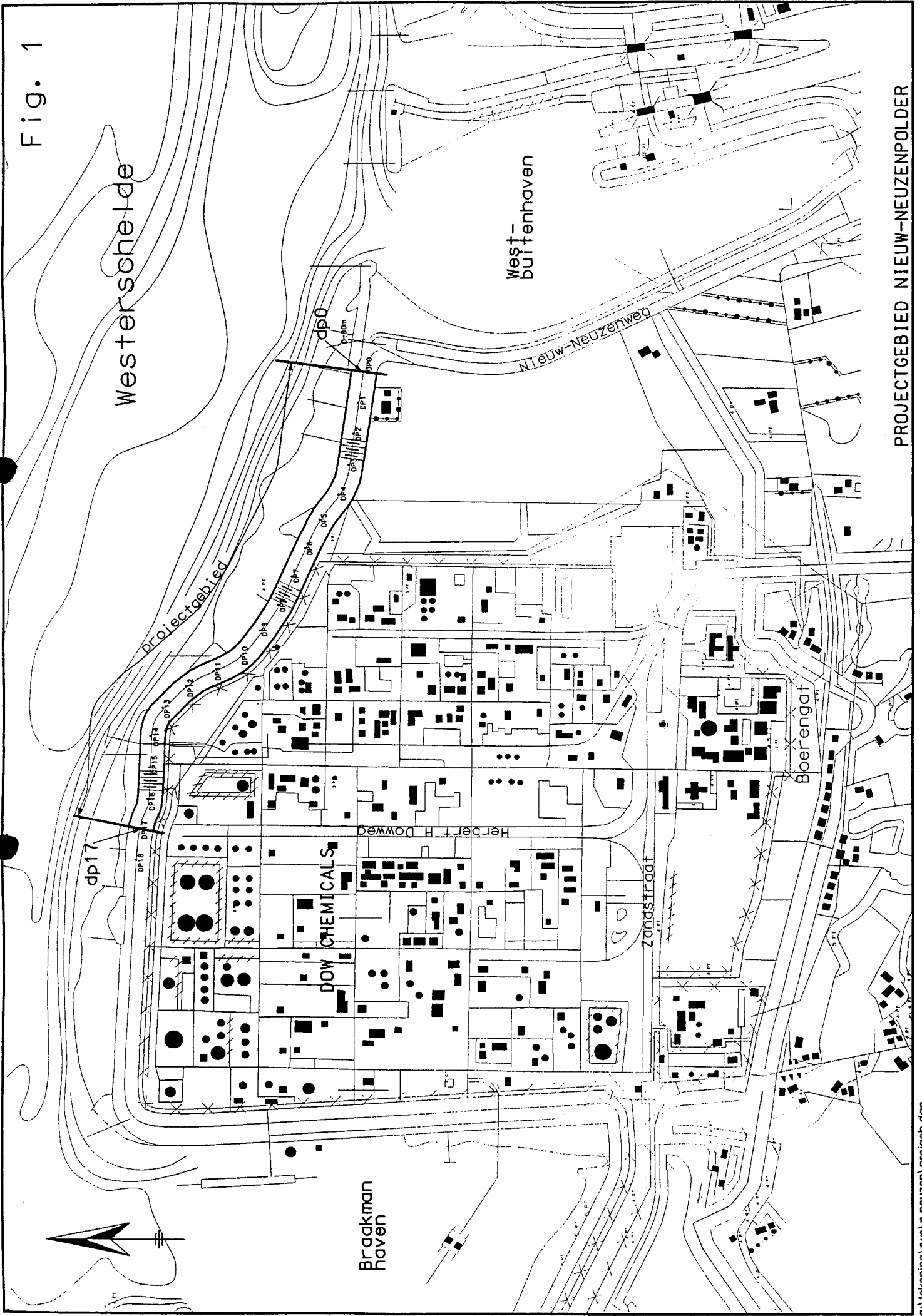
In de besteksfase zal nauwkeurig aandacht worden besteed aan de aansluiting van de doorgaande glooiing op de verborgen glooiing en de buitenste glooiing van de nollen. Hoogstwaarschijnlijk moet hierbij de overlappingsconstructie over enige lengte op de buitenste glooiing van de nollen worden doorgezet.

Tenslotte geniet het de voorkeur om de hoofdwaterkering (dijk - verbogen glooiing - dijk) als een continue doorgaande lijn uit te voeren. Aan de onderbreking als gevolg van de aansluiting van de nollen op deze doorgaande dijk hoeven dan geen eisen t.a.v. de veiligheid te worden gesteld.

FIGUREN

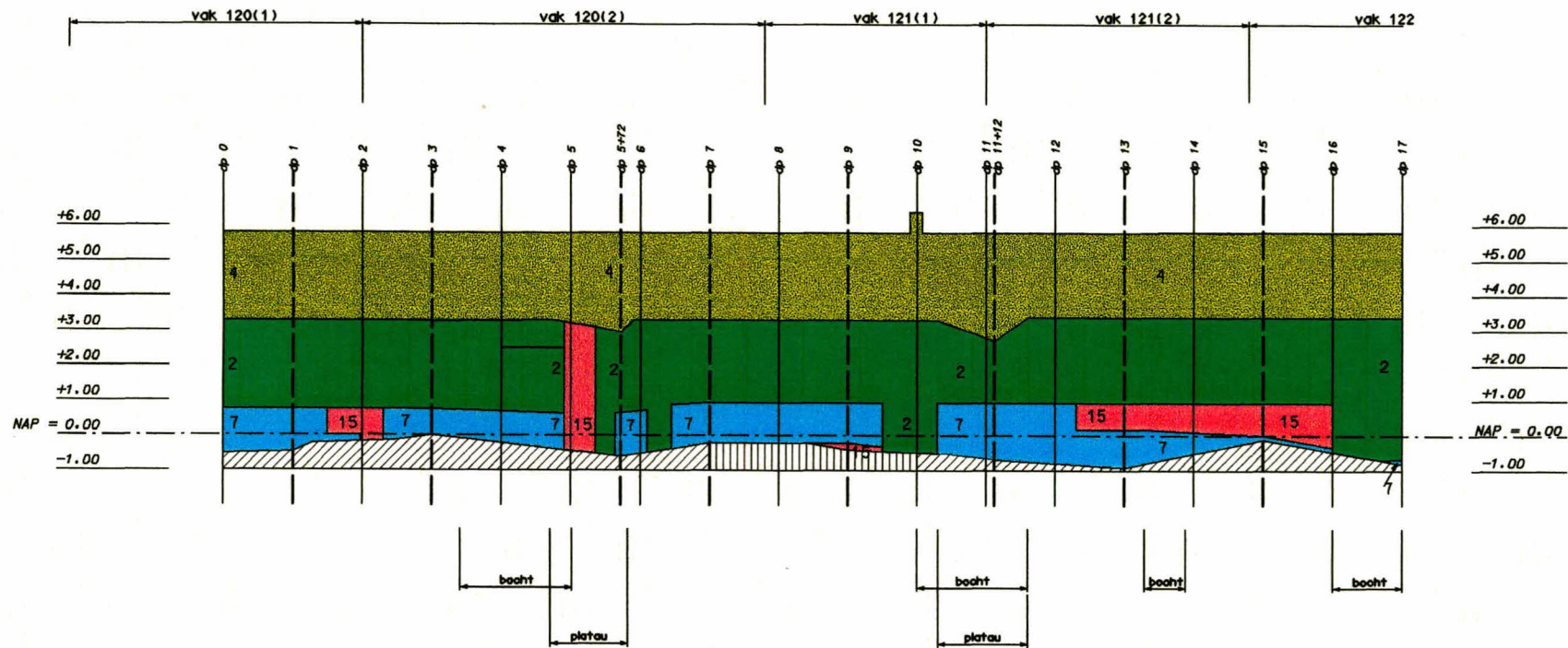
- Figuur 1: Locatie projectgebied
- Figuur 2: Gloomingskaart bestaande situatie
- Figuur 3: Gloomingskaart eindbeoordeling toetsing
- Figuur 4: Gloomingskaart ontwerp
- Figuur 5: Dwarsprofiel bestaande situatie , dp 3;
- Figuur 6: Dwarsprofiel bestaande situatie, dp 5 + 72;
- Figuur 7: Dwarsprofiel bestaande situatie, dp 11 + 12;
- Figuur 8: Dwarsprofiel bestaande situatie, dp 13;
- Figuur 9: Dwarsprofiel nieuwe situatie, dp 0-4,75, 5,75-10,8;
- Figuur 10: Dwarsprofiel nieuwe situatie, dp 4,75-5,75;
- Figuur 11: Dwarsprofiel nieuwe situatie, dp 10,8-11,6;
- Figuur 12: Dwarsprofiel nieuwe situatie, dp 11,6-17.

Fig. 1



PROJECTGEBIED NIEUW-NEUZENPOLDER

Nieuw-Neuzenpolder

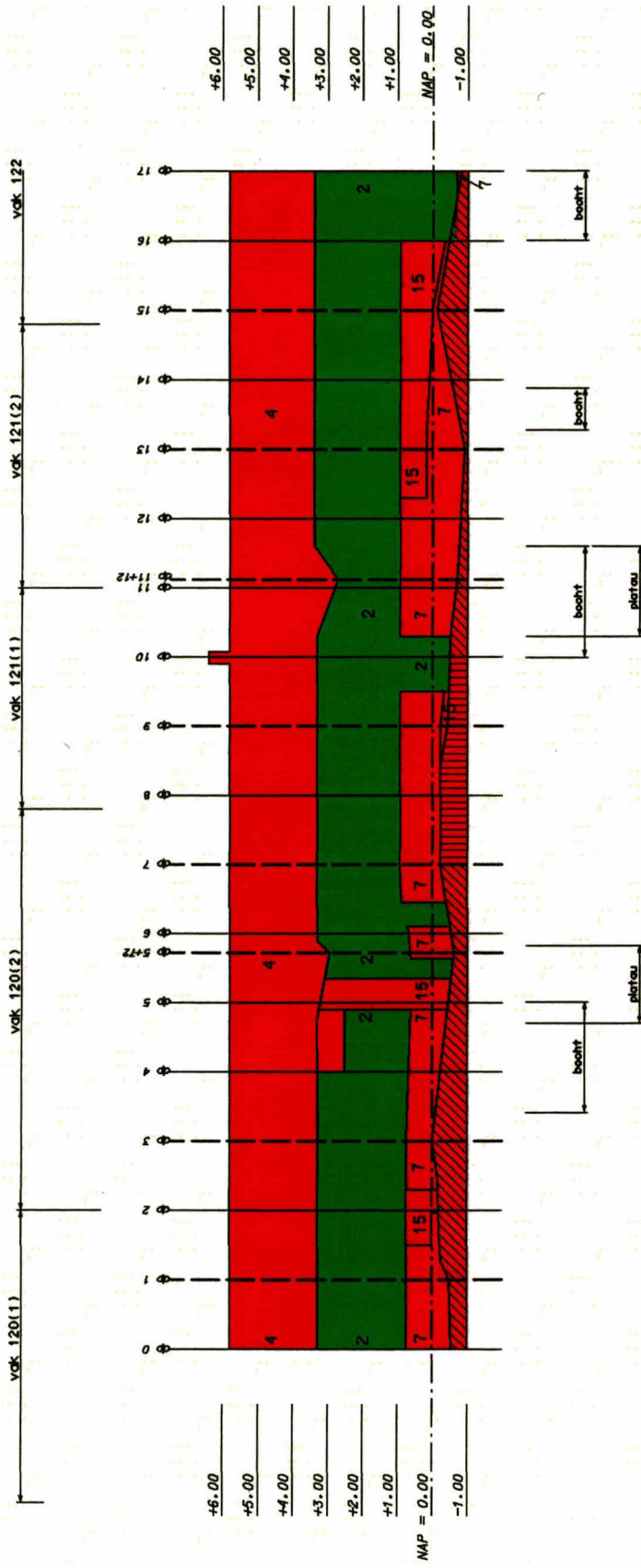


Figuur 2

huidige situatie
legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 basalt
- 4 betonblokken
- 5 diaboolglooiing
- 6 doorgroeiestenen
- 7 doornikse steen
- 8 poolse graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperslakblokken
- 12 lessenise steen
- 13 petite graniet
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- bestorting
- schelpen/slakken

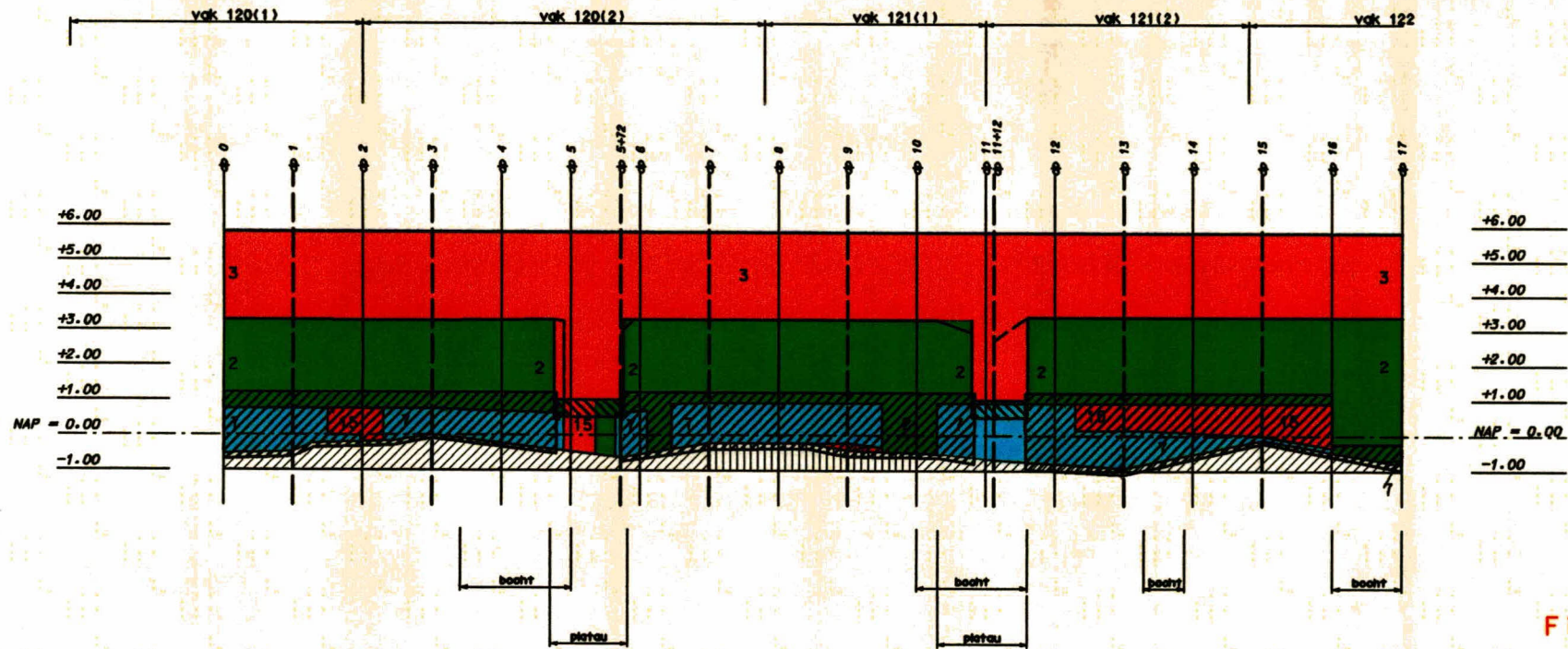
Nieuw-Neuzenpolder



Figuur 3
Eindbeoordeling
toetsing

- Legenda
- goed
 - onvoldoende

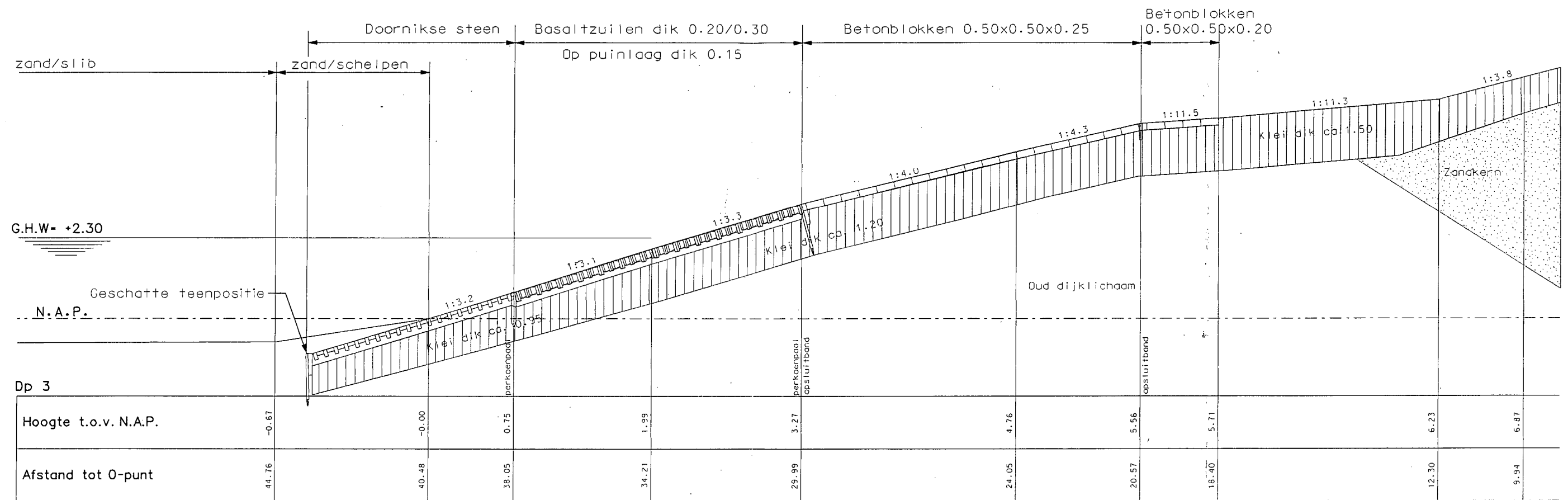
Nieuw-Neuzenpoolder



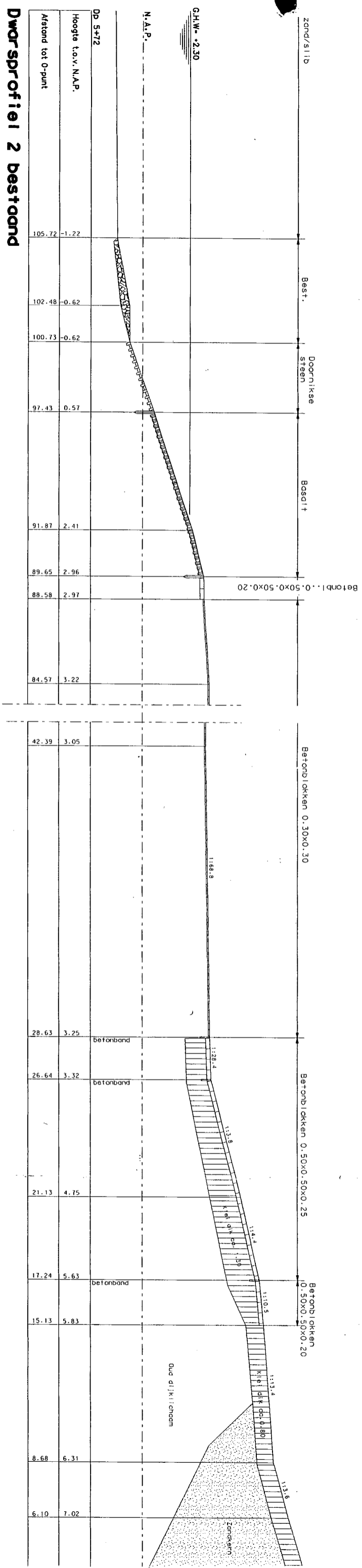
Figuur 4
Glooiingskaart
ontwerp

legenda

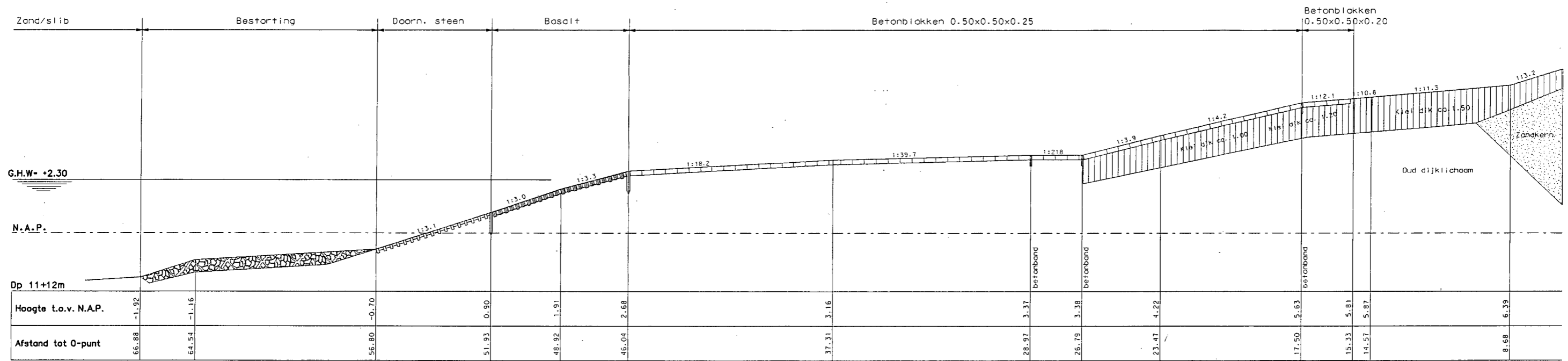
- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 betonzulien
- 4 betonblokken
- 5 diablooblokken
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydrablokken
- 11 koperslakblokken
- 12 lessinische steen
- 13 petit granit
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 onbekend
- 17 bestorting
- 17 bestorting
- overlaging
- kreukelberm



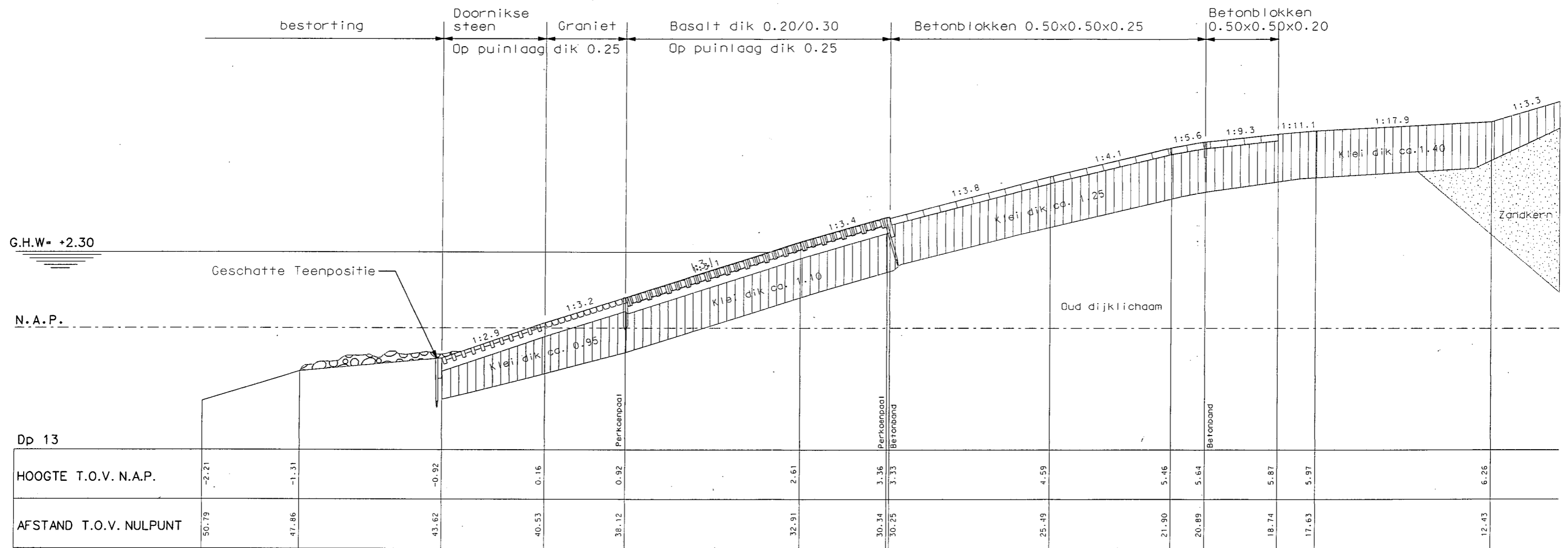
Dwarsprofiel 1 bestand



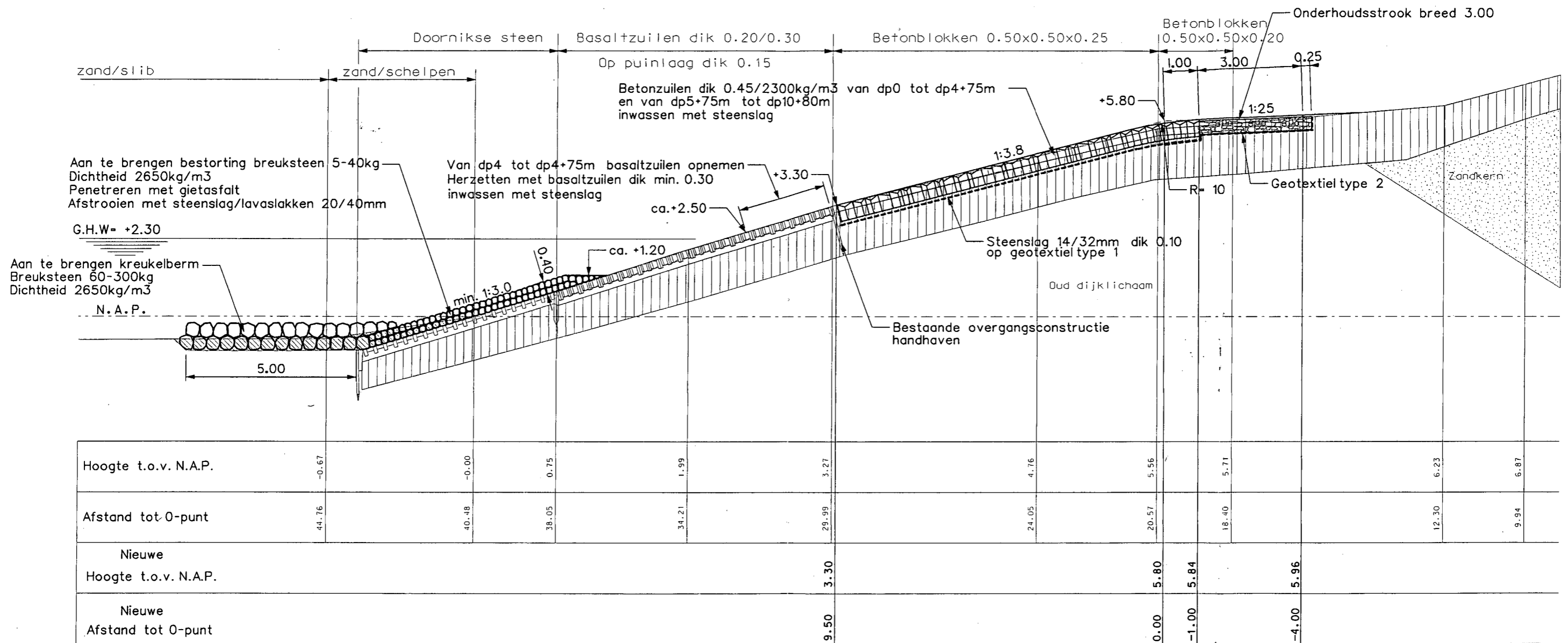
Figuur 6



Dwarsprofiel 3 bestand

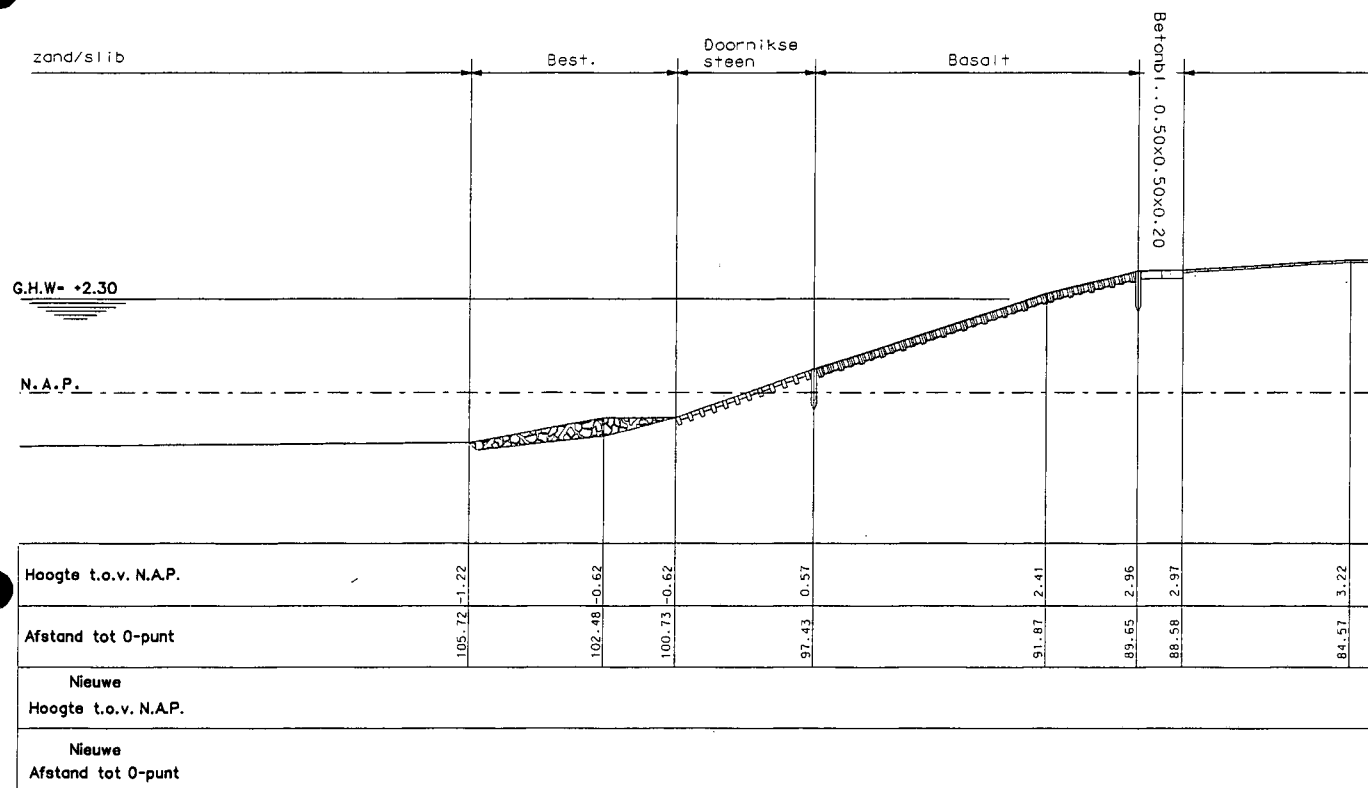


Dwarsprofiel 4 bestand

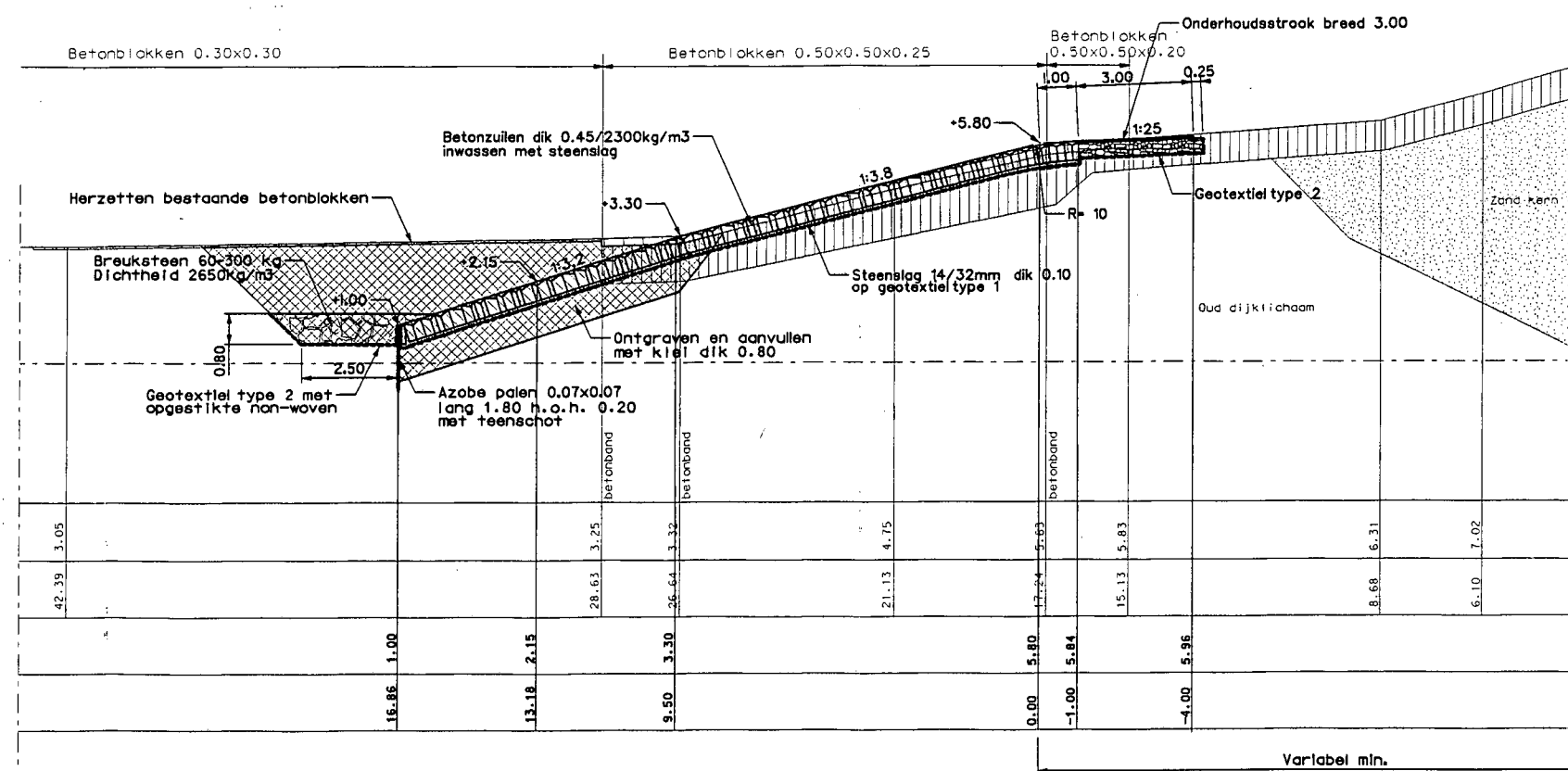


Dwarsprofiel 1 nieuw van dp0 tot dp4+75 / dp5+75 tot dp10+80

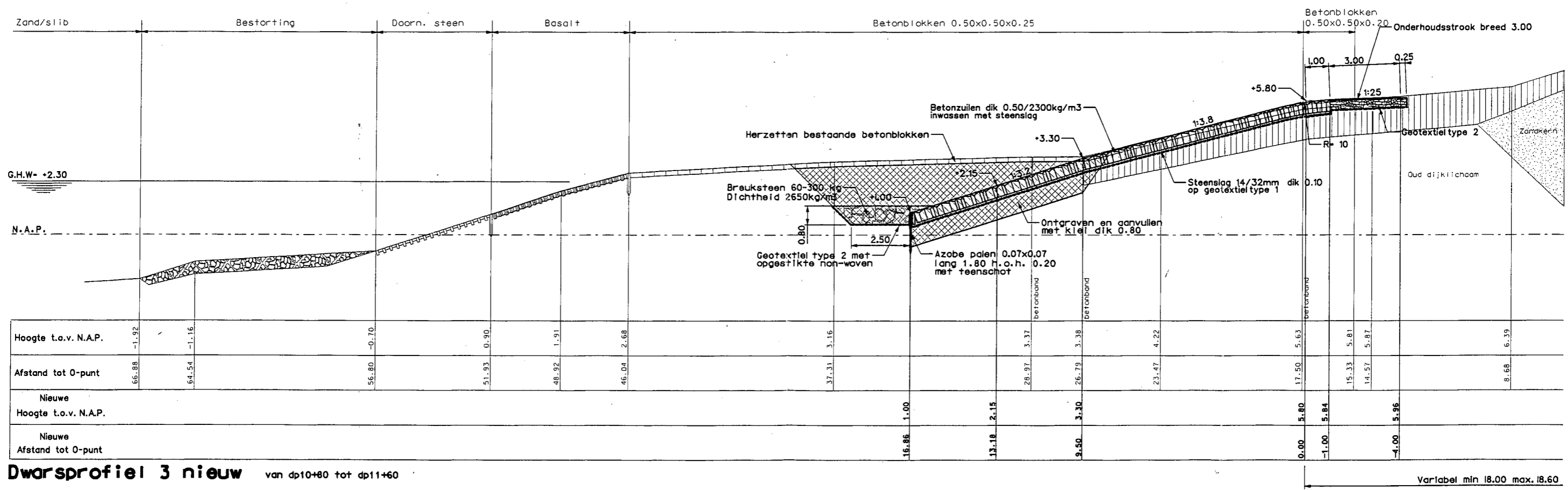
Variabel min. 17.30 max. 20.50



Dwarsprofiel 2 nieuw van dp4+75 tot dp5+75

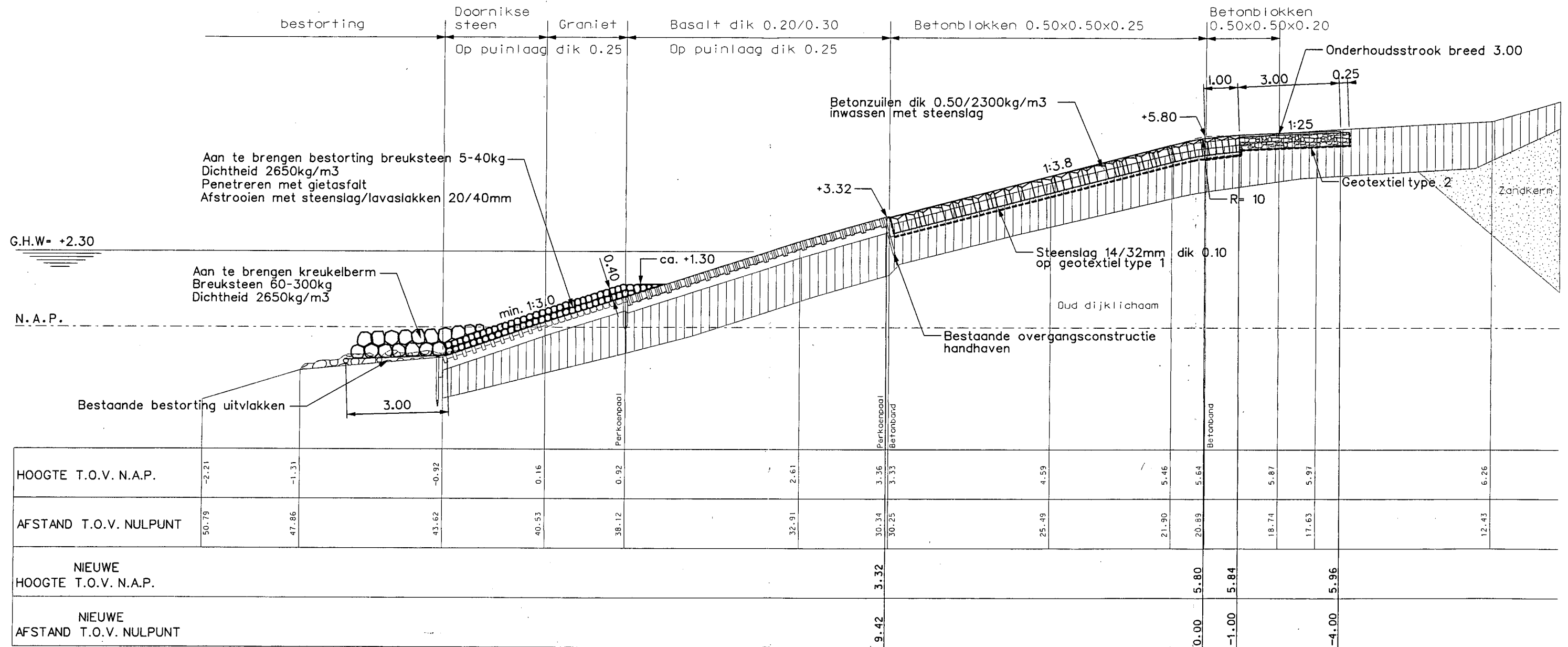


Figuur 10



Dwarsprofiel 3 nieuw van dp10+80 tot dp11+60

Varabel min 18.00 max. 18.60



Dwarsprofiel 4 nieuw van dp11+60 tot dp17
 schaal 1:100

Varlabel min. 20.90 max. 22.20