

Memo

Werkgroep

Kennis



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Projectbureau Zeeweringen

Betreft (actie en nr.)
Bepaling laagdikte klei St Philipsland

Afschrift aan

Vraagsteller
Marijn Huysmans
Beantwoord door
Ruud Bosters
Doorkiesnummer

Datum
15 november 2005
Datum
30 november 2005
Bijlage(n)

Status

Kenmerk
K-05-12-42

Kleidikte Sint Philipsland

Inleiding

Op het dijktraject tussen dijkpaal 551 en 586 op Sint Philipsland (Prins Hendrikpolder, Kramerspolder en Anna-Jacobapolder) varieert de dikte van de kleilaag onder de steenbekleding tussen 0,4 en 0,75 m. Gevraagd is na te gaan in hoeverre dit op basis van de recent opgedane kennis (Deltagootproeven) voldoende is.

Maatgevende situatie

De benodigde dikte van de kleilaag wordt voornamelijk bepaald door de maximale grondwaterstand, de taludhelling, het gezamenlijke gewicht van toplaag en filter en door de golfcondities. De benodigde kleidikte wordt groter naarmate de grondwaterstand hoger is, het talud steiler is, het gewicht van toplaag en filter lager is en de golven hoger en langer zijn.

Huidige dikte kleilaag

Van oost (dp 551) naar west (dp 586) loopt de dikte van de kleilaag op van 0,4 m naar 0,75 m.

Directie Zeeland
Projectbureau Zeeweringen
P/a Postbus 1000, 4330 ZW Middelburg
P/a Waterschap Zeeuwse Eilanden, Kanaalweg 1, Middelburg

Telefoon (0118) 62 13 70
Fax 0118 - 62 19 93

Maximale grondwaterstand

Bij een hoge buitenwaterstand loopt de grondwaterstand in de dijk langzaam op. Op het betreffende dijkvak is een zandscheg aanwezig, waardoor het grondwater moeilijk kan draineren naar de polder.

De maatgevende buitenwaterstand (ontwerppeil) is NAP +3,7 m. Dit peil behoort bij een noodsluiting en blijft ca. 5 uur in stand. De gemiddelde buitenwaterstand tijdens de storm zal ruwweg NAP +2 m bedragen. Hoewel het ontwerppeil relatief kort in stand blijft, wordt vanwege de zandscheg aangenomen dat de maximale grondwaterstand op kan lopen tot NAP +3 m.

Taludhelling

Van oost (dp 551) naar west (dp 586) verloopt het talud van het onderbeloop van 1:2,7 tot 1:3,5.

Gewicht van toplaag en filter

De lichtste bekleding uit de ontwerpalternatieven is een toplaag van Hydroblokken (dikte 0,3 m, dichtheid 2.300 kg/m³) op een filter van steenslag (dikte 0,1 m, (verzadigde) dichtheid 2.000 kg/m³).

Hydraulische ranvoorwaarden

de maximale grondwaterstand wordt aangenomen op NAP +3 m. De maatgevende golfcondities zijn dan de golfcondities behorende bij een buitenwaterstand die eveneens op NAP +3 m ligt. Deze zijn: $H_s = 0,8$ m, $T_p = 4,4$ s.

De maatgevende situatie is samengevat in tabel 1.

Tabel 1: Maatgevende situatie kleidikte Sint Philipsland

Maximale grondwaterstand	NAP +3 m
Taludhelling	1:2,7
Dikte toplaag	D = 0,3 m
Dichtheid toplaag	$\rho = 2.300$ kg/m ³
Dikte filter	D = 0,1 m
Dichtheid filter	$\rho = 2.000$ kg/m ³
Aanwezige kleilaagdikte	0,4 m
Dichtheid kleilaag	$\rho = 1.600$ kg/m ³
Maatgevende buitenwaterstand	NAP +3 m
Maatgevende golfhoogte	$H_s = 0,8$ m
Maatgevende golflengte	$T_p = 4,4$ s

Vergelijking met Deltagootproeven

Als vergelijkende parameters zijn gekozen:

1. Belastingfactor $F_{\text{bekl}} = H_s / \Delta D_{\text{bekl}} * \xi_{\text{op}}^{2/3}$. Deze factor wordt algemeen gebruikt voor vergelijking van toplagen en geeft weer dat de belasting toeneemt bij een grotere golfhoogte, golfperiode en taludhelling en bij een kleinere bekledingsdikte. In dit geval wordt niet de ΔD van de toplaag ingevuld, maar de ΔD van de hele bekleding;
2. Belastingfactor $F_{\text{klei}} = y_s / D_{\text{klei}}$. Deze factor wordt hier gebruikt om de verhouding tussen de diepte van de golfterugtrekking (y_s) en de dikte van de kleilaag te controleren. De diepte van de golfterugtrekking vormt de feitelijke belasting op de kleilaag.

Voor beide factoren geldt: Hoe hoger de factor, hoe groter de belasting.

Bij de Deltagootproeven bedroegen de maximale waarden voor de factoren F_{bekl} en F_{klei} resp. 4,8 en 4,8. De kleilaag doorstond deze belasting zonder enige grondmechanische schade.

Bij Sint Philipsland bedraagt de waarde van de factoren F_{bekl} en F_{klei} resp. 2,0 en 1,9. De belasting is dus veel lager dan bij de Deltagootproeven. Ondanks de grotere belastingduur wordt daarom geconcludeerd dat de kleilaag overal voldoende dik is. Een en ander is weergegeven in tabel 2

Tabel 2: Vergelijking met Deltagootproeven

	Deltagootproeven	Sint Philipsland
Parameters		
ρ_{water}	1.000 kg/m ³	1.025 kg/m ³
$\Delta D_{\text{toplaag}}$	1,88-0,13 = 0,24 m	1,24-0,3 = 0,37 m
ΔD_{filter}	1,0-0,08 = 0,08 m	0,95-0,10 = 0,10 m
ΔD_{klei}	0,8-0,30 = 0,24 m	0,56-0,40 = 0,22 m
ΔD_{bekl}	0,52 m	0,69 m
$H_{s,\text{maatg}}$	1,59 m	0,8 m
$T_{p,\text{maatg}}$	6,94 s	4,4 s
Taludhelling	1:3,5	1:2,7
$\xi_{\text{op},\text{maatg}}$	1,96	2,28
y_s	1,43 m	0,74 m
Belastingfactoren		
F_{bekl}	4,8	2,0
F_{klei}	4,8	1,9

Wateroverdrukken

Inleiding

Momenteel worden bekledingen noch getoetst, noch ontworpen op wateroverdrukken. Het minimale onderwatergewicht van de bekleding bij Sint Philipsland bedraagt $\Delta D_{\text{bekl}} \cdot \cos\alpha = 0,69 \cdot \cos 20 = 0,65$ m waterkolom. Dit betekent dat bij een verschil tussen grond- en buitenwaterstand van 0,65 m de bekleding in principe op kan drijven. Dit is een verschil wat waarschijnlijk vrij regelmatig optreedt.

De reden dat niet getoetst of ontworpen wordt op wateroverdrukken is waarschijnlijk dat er geen slechte ervaringen mee zijn. Bij een te hoge wateroverdruk ontstaat doorgaans een wel aan de teen en mogelijk een pipe onder de bekleding, waarmee de overdruk kan ontsnappen en genivelleerd wordt.

Voor de volledigheid wordt hier het ontwerp kwalitatief beoordeeld op de mogelijkheid tot het afvoeren van wateroverdrukken.

Kwalitatieve beoordeling

In het ontwerp wordt voor alle dwarsprofielen een teenconstructie voorzien op een bed van fosforslakken met een dikte van 0,8 m. De meningen over de doorlatendheid van fosforslakken verschillen, maar normaalgesproken zal de doorlatendheid minimaal gelijk zijn aan die van zand (ca. $1 \cdot 10^{-4}$ m/s). Op grond hiervan is sprake van een open teen en kunnen drukverschillen vrij makkelijk genivelleerd worden.

Mochten de drukverschillen niet voldoende genivelleerd worden, dan wordt verwacht dat zich wellen zullen vormen op de aansluiting van de fosforslakken op de kleilaag. Op zich hoeft dit geen probleem te zijn (temeer daar de wateroverdrukken pas ontstaan aan het einde van de storm, bij een dalende buitenwaterstand), als het grondwater zich maar niet ophoopt onder het geotextiel. Dit zou voorkomen kunnen worden door het geotextiel alleen op de kleilaag aan te brengen.

Aanbevolen wordt fosforslakken toe te passen waarbij de fijne fractie beperkt is, zodat de openheid van de teenconstructie gegarandeerd is. Indien op de fosforslakken een geotextiel wordt aangebracht, dan dient de waterdoorlatendheid van dit geotextiel duidelijk groter te zijn dan die van de fosforslakken.

Consequenties voor het ontwerp

Conclusie is dat er op grond van de Deltagootproeven voldoende klei aanwezig is in de dijkprofielen. Vanuit de beheerder is er echter de wens om een bekleding alleen goed te keuren bij een kleidikte van minimaal 0,6 m en bij renovatie minimaal 0,8 m aan te brengen.

Dit betekent dat in de profielen 5, 6 en 7 (aanwezige kleidikte ca. 0,7 m) de kleilaag gehandhaafd kan worden en dat in de overige gevallen geadviseerd wordt 0,8 m aan te brengen.

