

Memo

Werkgroep

Kennis



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Projectbureau Zeeweringen

Betreft (actie en nr.)

Afschrift aan

Vraagsteller

[REDACTED]

Datum

Beantwoord door

[REDACTED]

Datum

20/4/2005

Doorkiesnummer

[REDACTED]

Bijlage(n)

Status

Kenmerk

K-05-04-13

Grondwaterdrukken Van Cittershaven

Probleemomschrijving

Bij de Van Cittershaven is een zeer brede berm aanwezig. Deze berm bestaat uit zand en ligt op NAP +5 m, terwijl het ontwerppeil NAP +6,3 m bedraagt.

Hierdoor bestaat de vrees dat de grondwaterstand in de dijk bij de maatgevende storm te ver oploopt en dat een overlaging met een dikte van 0,4 m onvoldoende bestand is tegen de optredende waterdrukken.

Grondwaterstand

Tijdens de maatgevende storm kan het zeewater een dijk infiltreren via de teen (ondergrond), via de bekleding en via de berm (door infiltratie van golfploop). De ondergrond is langs de Wester- en Oosterschelde vrijwel altijd slecht doorlatend. Daardoor levert de infiltratie op de berm meestal verreweg de grootste bijdrage, ook indien de berm voorzien is van een kleilaag. De reden hiervoor is dat de klei op de berm, door blootstelling aan weer en wind en door biologische activiteit, structureert en daarmee vaak net zo doorlatend wordt als fijn zand ($k = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s).

Voor de meeste dijken langs de Westerschelde moet hierdoor rekening gehouden worden met een maximale grondwaterstand van NAP +2 à +3 m. Indien sprake is van een zandscheg of langdurig hoogwater (b.v. Oosterschelde) kan de grondwaterstand hoger oplopen.

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

Wegens de lage, brede en zandige berm kan de grondwaterstand bij de van Cittershaven eveneens hoger oplopen en wordt geadviseerd uit te gaan van NAP +4 of +5 m. Deze zal waarschijnlijk pas optreden aan het eind van de storm. Een en ander kan geverifieerd worden met een modelberekening.

Toetsen van waterdrukken

Een doorsnee zuilenbekleding (0,6 m klei ($\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$), 0,1 m steenslag ($\gamma = 20$), 0,35 m zuilen ($\gamma = 28$), helling 1:3) kan slechts ca. 2 m grondwaterdruk keren.

Conclusie is dat bij eb aan het eind van de maatgevende storm de grondwaterdruk in veel zeedijken te hoog zal zijn. Desondanks worden steenzettingen niet getoetst op waterdrukken, waarschijnlijk omdat er geen slechte ervaringen mee zijn.

De (voorzien) asfaltbekleding aan de van Cittershaven kan aan de teen ongeveer 1,3 m waterdruk keren (0,2 m betonblokken ($\gamma = 24$), 0,4 m overlaging ($\gamma = 24,5$), helling 1:2,2).

Ook hier zou de grondwaterdruk bij eb aan het eind van de storm (geschat op 4 à 5 m) dus (veel) te groot zijn.

In tegenstelling tot steenzettingen worden asfaltbekledingen wel getoetst op waterdrukken. Daarbij wordt echter uitgegaan van een goed doorlatende, diepe, zandige ondergrond en een open teen. Langs de Wester- en Oosterschelde is vrijwel altijd sprake van een slecht doorlatende ondergrond en een dichte teen, zodat de methode hier niet toegepast kan worden.

Gevolgen van te hoge grondwaterdruk

Als de buitenwaterstand onder de grondwaterstand in de dijk daalt, ontstaat een overdruk onder de bekleding. Uitgaande van een slecht doorlatende teen (wat door het aanwezige slib in de Wester- en Oosterschelde altijd het geval is) is deze overdruk tussen de teen en de (buiten)waterlijn overal gelijk.

Naarmate de buitenwaterstand verder daalt, zou op een gegeven moment de bekleding op kunnen drijven. Daar er altijd een zekere plaatwerking zal zijn gebeurt dit het eerst aan de teen. In dat geval ontstaat er automatisch een wel. Door de stroming die daarmee op gang komt zakt de verhanglijn in en valt de overdruk grotendeels weg.

Overigens zal welvorming waarschijnlijk al optreden voor de bekleding kan opdrijven: De blubber aan de teen heeft een veel lagere dichtheid dan de bekleding en heeft bovendien weinig samenhang. Door deze 'voortijdige' welvorming is het onwaarschijnlijk dat op enig moment voldoende overdruk onder de bekleding ontstaat om deze op te doen drijven.

Indien de wellen zandmeevoerend zijn, kan dit leiden tot beperkte verzakkingen aan de teen. Het bezwijken van de bekleding en de dijk is echter vrijwel uitgesloten omdat het probleem alleen speelt bij laag water aan het eind van de storm.

Conclusie

Bij de meeste zeedijken zal de bekleding niet bestand zijn tegen de te verwachten grondwaterdrukken. Dit zal waarschijnlijk leiden tot welvorming, maar niet tot bezwijken van de bekleding en de dijk, temeer daar deze welvorming pas optreedt aan het eind van de storm bij laag water.

In de van Citterspolder kan de grondwaterstand in de dijk in principe hoger oplopen dan elders. Dit heeft tot gevolg dat bij afgaand water ook eerder sprake zal zijn van welvorming. Door deze welvorming zal de overdruk niet significant groter worden dan op andere locaties. Wel is het zo dat de wellen eerder en dus ook langer ‘actief’ zullen zijn. De kans op zandtransport en verzakkingen aan de teen is hierdoor dus wat groter, hoewel dit ook hier niet zal leiden tot bezwijken van de bekleding.

Al met al is de constructie dus niet onveiliger dan bij andere dijken. Indien de berm geheel uit zand bestaat is ontgroning op de berm wellicht een groter probleem.

Constructieve maatregel om welvorming in de van Citterspolder te sturen
De welvorming kan gestuurd worden door hydraulisch zwakke plekken te creëren in de teen:

Om de 5 m kan de bovenste (betonnen) plank van het teenschot verwijderd worden. De ontstane ruimte (die de verbinding vormt tussen de goed doorlatende mijnsteen en de slappe grond tussen de teenbestorting) dient opgevuld te worden met grind of steenslag. Vervolgens kan de overlaging gerealiseerd worden.