

Memo

Werkgroep

Kennis



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Projectbureau Zeeweringen

Betreft (actie en nr.)
Stabiliteitsproblemen fort Ellewoutsdijk

Afschrift aan
H. v. gils

Vraagsteller
M. Groenewoud

Beantwoord door
Y. M. Provoost/R. Bosters/J. Bastiaans

Doorkiesnummer
0118 - 621 369

Status

Datum
10-06-05

Bijlage(n)

Kenmerk
K-05-05-17

Probleemstelling

De probleemstelling betreft de waterkeringen rondom Fort Ellewoutsdijk. De waterkering van Zuid-Beveland langs de Westerschelde is in het verleden verzaagd. Ter plaatse van het fort is voor een nieuw tracé gekozen, landinwaarts. Dit heeft tot gevolg dat het fort gelegen is voor de nieuwe zuidelijke oeververdediging en achter de oude zeewering. De aldus ontstane polder wordt aan de Westerschelde zijde begrensd door de oude zeewering met een kruinhoogte van ca. NAP+6,20m en aan landzijde door de nieuwe zeewering met een kruinhoogte van ca. NAP+10,40m. Gezien de situatie zal bij een waterstand in de Westerschelde boven NAP+6,20m de polder volstromen.

Bureau Zeeweringen van Rijkswaterstaat Zeeland heeft de Dienst Weg- en Waterbouwkunde gevraagd na te gaan of de macrostabiliteit van de oude en/of de nieuwe waterkering in gevaar kan komen wanneer de waterstand in de kom gedurende langere tijd NAP+6,20m blijft terwijl de waterstand in de Westerschelde is afgenomen tot eb-niveau en de waterstand achter de nieuwe waterkering gedurende de gehele periode polderpeil blijft.

Ontvangen gegevens

Er is betreffende het onderhavig onderwerp door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde een aantal situatietekeningen ontvangen. Hierop is de situatie van het fort en de ligging van de dijken weergegeven, punten waar grondonderzoek (sonderingen en boringen) en is uitgevoerd en waar dwarsprofielen zijn genomen.

Verder zijn drie dwarsprofieltekeningen ontvangen. Op twee tekeningen zijn drie dwarsprofielen van de oude zeewering getekend. De derde tekening betreft een dwarsprofiel van de nieuwe zeedijk.

De ontvangen resultaten van uitgevoerd grondonderzoek betreft een tekening waarop van een dertiental sonderingen de meetresultaten zijn afgebeeld met er naast de

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
E-mail y.provoost@dzl.rws.minvenw.nl

sondering de beschrijving van gestoken grondmonsters en twee staten met proefresultaten van samendrukkings- en celproeven.

Tevens is een kopie van een rapportage ontvangen, opgesteld door de Rijks Geologische Dienst, genummerd 10354 met als onderwerp "GEOLOGISCH ONDERZOEK t.b.v. VERHOGEN EN VERZWAREN VAN DE ZEEDIJK VAN DE ELLEWOUTSDIJKPOLDER", gedateerd 11 november 1980.

Uitgangspunten

De ontvangen gegevens geven geen duidelijk geotechnisch inzicht in de opbouw van de natuurlijke ondergrond en de opbouw van de dijken. Tevens geven de aangeleverde dwarsprofielen allen het verloop van het maaiveld ter plaatse van de dijk. De hoogteligging van voor- en achterland worden niet weergegeven. Ook ontbreekt de informatie over de ligging van een eventuele geul voor de oude zeedijk.

Om toch enig inzicht te geven in de invloed van een gevulde kom (waterstand in kom NAP+6,2m) op de macrostabiliteit van de oude zeewering bij Laag Water (verondersteld is NAP 0 m) zijn de volgende aannamen gedaan:

- Het maatgevend profiel van de dijk is Dwarsprofiel 3 nieuw.
- De oude zeewering en de (diepe) ondergrond (tot NAP-30m) is opgebouwd uit klei met een hoek van inwendige wrijving van $17,5^{\circ}$, cohesie 3 kN/m^2 en een dichtheid van 17 kN/m^3 .
- Het maaiveld aan beide zijden van de dijk is over de invloedslengte vlak en ligt even hoog als de hoogteligging van de betreffende tenen.
- Een eventuele geul voor de teen van de oude zeewering heeft geen invloed op de stabiliteit van de dijk.

Inzake de nieuwe zeewering is ervan uitgegaan dat:

- Het maaiveld aan beide zijden van de dijk is over de invloedslengte vlak en ligt even hoog als de hoogteligging van de betreffende tenen.
- De dijk is opgebouwd uit zand met een hoek van inwendige wrijving van $22,5^{\circ}$, cohesie 0 kN/m^2 en een droge dichtheid van 17 kN/m^3 , natte dichtheid 20 kN/m^3 .
- De ondergrond (tot NAP-30m) is opgebouwd uit klei met een hoek van inwendige wrijving van $17,5^{\circ}$, cohesie 3 kN/m^2 en een dichtheid van 17 kN/m^3 .
- De polderwaterstand in de Ellewoutsdijkpolder NAP-1,3m bedraagt.

Door van de genoemde uitgangspunten uit te gaan, wordt verondersteld een worst case scenario te hebben getypeerd.

Resultaten

“Oude zeewering”

De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd bij de volgende waterstanden.

- bij LW ligt de waterstand op NAP 0 m.
- bij HW ligt de buitenwaterstand op NAP 0m, de waterstand in de kom op NAP +6,2m en ligt het freatisch vlak in het buitentalud van de dijk en de kruin (de dijk is dus volledig verzadigd met water).

De wrijvings eigenschappen van de grond (de hoek van inwendige wrijving en de cohesie) zijn gekozen onder de conditie dat de stabiliteitsfactor van het buitentalud van de dijk bij vlak voorland en een gevulde kom (HW) niet lager mag zijn dan 1.

Middels de stabiliteitsberekeningen is onder de geschetste condities de minimaal vereiste afstand bepaald tussen de kruin van de geul en de teen van de dijk (geulhelling niet steiler is dan 1:ca1,5) er van uitgaande dat de geul geen invloed heeft op de ligging van het maatgevend glijvlak.

Deze afstand blijkt 11 m te bedragen.

De berekeningen zijn dus uitgevoerd bij een vooroever op NAP 0m. (GG) en een vooroever die vanaf de teen van de dijk tot 11m op NAP 0m ligt, waarna de geul met een taludhelling van 1 : ca. 1,5.(G)

De stabiliteitsberekeningen geven de volgende uitkomsten inzake het talud aan zeezijde:

| Code uitgangspunt | Veiligheidsfactor | Coördinaten maatgevend middelpunt (m) | | Straal cirkel (m) | Diepte Tangentlijn (m t.o.v. NAP) |
|-------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|
| | | X (m) *) | Y (m t.o.v. NAP) | | |
| LW GG | 1,42 | -132 | 20 | 23 | -3 |
| LW G | 1,42 | -132 | 20 | 23 | -3 |
| HW GG | 1,04 | -130 | 17,5 | 20,5 | -3 |
| HW G | 1,04 | -130 | 17,5 | 20,5 | -3 |

*) “Oude” afstand t.o.v. nulpunt conform dwarsprofiel.

Wanneer de rekenwaarden van de eigenschappen van de grondlagen onder de dijk en van het materiaal waaruit de dijk is opgebouwd, gunstiger zijn dan de rekenwaarden waarvan in de berekening is uitgegaan (een hogere dichtheid en/of hogere wrijvings eigenschappen), dan zullen er hogere veiligheden worden gevonden.

“Nieuwe zeewering”

De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd bij de volgende waterstanden.

- bij LW ligt de waterstand op NAP-1,3m.
- bij HW ligt de waterstand in de Ellewoutsdijkpolder op NAP-1,3m, de waterstand in de kom op NAP +6,2m en ligt het freatisch vlak in in de dijk eveneens op NAP+6,2m tot de noordelijke rand van de wegverharding (aan Ellewoutsdijkpolder zijde).en verloop daarna rechtlijnig naar de polderwaterstand van NAP-1,3m ter plaatse van de teen.

De stabiliteitsberekeningen geven de volgen de uitkomsten inzake het talud aan Ellewoutsdijkpolder zijde:

| Code uitgangspunt | Veiligheids-factor | Coördinaten maatgevend middelpunt (m) | | Straal cirkel (m) | Diepte Tangentlijn (m t.o.v. NAP) |
|-------------------|--------------------|---------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|
| | | X (m) *) | Y (m t.o.v. NAP) | | |
| LW | 1,42 | 36 | 28 | 34 | -6 |
| HW | 1,02 | 38 | 29 | 35,5 | -6,5 |

*) afstand t.o.v. nulpunt conform dwarsprofiel.

De ligging van het hoog gelegen knikpunt in het freatisch vlak in de dijk is bepaald door dit vanaf het talud richting kruinwaarts en verder te verschuiven ervan uitgaande dat de gevonden veiligheid tegen afschuiven omstreeks 1 moet bedragen.

Ook hier geldt dat wanneer de rekenwaarden van de eigenschappen van de grondlagen onder de dijk en van het materiaal waaruit de dijk is opgebouwd, gunstiger zijn dan de rekenwaarden waarvan in de berekening is uitgegaan (een hogere dichtheid en/of hogere wrijvingseigenschappen), dan zullen er hogere veiligheden worden gevonden. Een freatisch vlak bij een gevulde kom beneden het aangenomen verloop doet eveneens de veiligheid tegen afschuiven toenemen. Wanneer er een ongunstiger verloop dan in de berekening is aangenomen, verwacht wordt, kan een langsdrainage in de teen van de dijk aan de Ellewoutsdijkpolder zijde uitkomst bieden.

Conclusie

- De vraag of bij een langdurige vulling van de kom waarin Fort Ellewoutsdijk is gelegen, de macrostabiliteit van de omringende dijken in gevaar komt is niet beantwoord. (Er is geen absolute waarde voor de veiligheid bepaald, de berekeningen zijn meer beschouwend.)
- Gezien het feit dat het inzicht in de geotechnische situatie niet optimaal is, is gezocht naar een minimum situatie waarbij de labiele veiligheid tegen afschuiven wordt gevonden, zijnde een veiligheidsfactor van 1.
- Gezien de grootte van de ingevoerde rekenwaarden van de grondeigenschappen en de aangenomen waterstanden waarbij de labiele situaties zijn gevonden, is de verwachting dat in de situatie waarin de kom langdurig gevuld is en de omringende waterstand laag is (eb c.q. polderwaterstand), er geen gevaar voor macro-instabiliteit van de taluds is.

Waterdrukken in buitendijk bij Fort Ellewoutsdijk

Als bij maatgevende omstandigheden het poldertje van Fort Ellewoutsdijk onderloopt, kan de grondwaterstand in de buitendijk (gelegen tussen fort en Westerschelde) sterk oplopen.

Grondonderzoek heeft aangetoond dat de buitenzijde van de buitendijk een kleikern heeft en dat zich aan de binnenzijde een zandscheg bevindt. Bij een dalende waterstand in de Westerschelde ontstaat vanuit de zandscheg geen opwaartse, maar een stabiliserende, neerwaartse waterdruk op de kleikern. Door zijn cohesie zal de kleilaag zelf evenmin grondmechanisch bezwijken.

Wegens de aanwezige zandscheg is wel bezwijkgedrag mogelijk aan de binnenzijde: Bij het leegpompen van het fortpoldertje kunnen wellen en verzakkingen aan de binnenteen ontstaan. Het is dan ook raadzaam het poldertje niet te snel leeg te pompen.