

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Industry & Buildings

Aan: Waterschap Zuiderzeeland
Van: Clara Spoorenberg
Datum: 2 maart 2022
Kopie: Jan Valk
Ons kenmerk: BH5290-ZZ-XX-NT-Z-0039_C02
Classificatie: Projectgerelateerd
Goedgekeurd door: Jan Valk

Onderwerp: Oplegnotitie resultaten veld- en laboratoriumonderzoek

1 Inleiding

De IJsselmeerdijk voldoet niet aan de wettelijke overstromingskansnorm uit de waterwet. Op grond hiervan is een verkenning opgestart om de dijk te gaan versterken. Om te komen tot een slim, doelmatig en duurzaam ontwerp is het belangrijk de opbouw en sterkte van de IJsselmeerdijk beter in beeld te brengen. In het "Grondonderzoeksplan IJMD" beschrijft Waterschap Zuiderzeeland (WSZZ) de opzet en het detailniveau van de hiertoe benodigde (veld- en laboratorium) onderzoeken. De in dit plan opgenomen veld- en laboratoriumonderzoeken hebben plaats gevonden tussen april en november 2021.

In onderstaande oplegnotitie is het overzicht opgenomen van de uitgevoerde onderzoeken en is per onderdeel/deelonderzoek een beknopte samenvatting opgenomen van de resultaten.

De verslaglegging van het onderdeel "geofysisch onderzoek" is reeds opgenomen in oplegnotitie met kenmerk "BH5290-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0030" (RHDHV, 27-09-2021).

Doel van voorliggende notitie is het vastleggen van de uitgevoerde veld- en laboratoriumonderzoeken en is bovendien aangegeven dat is voldaan aan de hieraan gestelde eisen in. De eisen aan het veld- en laboratoriumonderzoek zijn opgenomen in het "Geotechnisch grondonderzoeksprotocol IJMD".

2 Uitgevoerde veld- en laboratoriumonderzoeken

Het doel van het veld- en laboratoriumonderzoek is het verkrijgen van voldoende inzicht in de (variaties) in bodemopbouw en geotechnische eigenschappen van de aangetroffen grondlagen teneinde de (kansrijke) alternatieven met voldoende detailniveau, passend bij de betreffende fase/ontwerploop, te kunnen afwegen.

De veld- en laboratoriumonderzoeken zijn uitgevoerd door Wiertsema en Partners, conform de voorgestelde aantallen en kwaliteitseisen zoals opgenomen in het Geotechnisch grondonderzoeksprotocol IJMD.

Onderstaand is een korte samenvatting opgenomen per onderzoek/onderdeel.

2.1 Sondeeronderzoek

Het doel van het uitvoeren van de sonderingen is om de laagopbouw van het achterland en de opbouw van de dijk beter in beeld te brengen. Hiertoe zijn de volgende sonderingen uitgevoerd:

- Klasse II sonderingen op het buitentalud ten behoeve van het verkrijgen van inzicht in de dikte en samenstelling van de keileem perskade;

- Klasse II sonderingen op de kruin van de dijk ten behoeve van het verkrijgen van inzicht in de pakkingsdichtheid van het zandcunet en de zandkern van de dijk;
- Sonderingen ter plaatse van binnenteen en kwelsloot ten behoeve van het verkrijgen van inzicht in de laagopbouw en samenstelling van de oorspronkelijke Zuiderzeebodem. Deze sonderingen zijn uitgevoerd als klasse I sonderingen teneinde de schuifspanningen uit de laboratoriumproeven () de correleren aan de sondeerwaarden.

In totaal zijn 129 sonderingen uitgevoerd over het traject van de IJsselmeerdijk. De sonderingen tonen aan dat vooral in de samenstelling en laagopbouw van de oorspronkelijke Zuiderzeebodem (binnenteen en kwelsloot) een grote variatie in de bodemopbouw wordt aangetroffen. Met name de samenstelling van de sterk samendrukbare grondlagen (slappe lagen) varieert van klei via humeuze klei en kleihoudend veen naar veenlagen.

2.2 Booronderzoek

Naast het verkrijgen van een gedetailleerde beschrijving van de in de boringen aanwezige grondlagen, dienen de boringen tevens om geroerde en ongeroerde monsters te verkrijgen ten behoeve van het laboratoriumonderzoek naar de geotechnische eigenschappen. Hiertoe zijn de volgende boringen uitgevoerd:

- Mechanische boringen ter plaatse van binnenteen en kwelsloot ten behoeve van de bemonstering van de grondlagen van de oorspronkelijke Zuiderzeebodem;
- Mechanische boringen ter plaatse van de buitenberm ten behoeve van de bemonstering van de keileem perskade;
- Mechanische boringen ter plaatse van de kruin ten behoeve van de bemonstering van de zandkern;
- Handboringen in raaien loodrecht op de dijk (buitentalud, kruin, boventalud, binnenberm en ondertalud) ten behoeve van het vaststellen van de samenstelling en laagdikte van de bekledingslagen (toplaag) op de dijk.

In totaal zijn 32 mechanische boringen en 185 handboringen uitgevoerd in het traject van IJMD. Naast het aanvullende inzicht dat verkregen uit de veldbeschrijvingen van de aangetroffen grondlagen, zijn voldoende ongeroerde monsters uitgevoerd om in het laboratorium proeven te kunnen uitvoeren naar de volumegewicht en watergehaltes, samendrukkings- en sterkteparameters.

2.3 Laboratoriumonderzoek

Het doel van het laboratoriumonderzoek is het verkrijgen van nader inzicht in de geotechnische eigenschappen van de onderzochte grondlagen. Hiertoe zijn de volgende laboratoriumtesten uitgevoerd:

- Volumegewicht en watergehalte op alle grondlagen om voldoende inzicht te verkrijgen in de variatie per grondlaag en ter nadere onderbouwing van de parameterset;
- Atterbergse grenzen om de klassificatie van de keileem/kleilagen conform de erosiebestendigheidscategorieën te kunnen uitvoeren;
- Korrelverdeling door middel van zeefanalyse met sedigraaf om inzicht te verkrijgen in de waterdoorlatendheidseigenschappen van de zandkern;
- Fotograferen van de boringen om beter inzicht in het verloop tussen de grondlagen te krijgen, dit voor de meest relevante en representatieve boringen;
- CRS-proeven om de grensspanning uit af te leiden ten behoeve van de uitvoering van de triaxiaal en DSS proeven;
- Triaxiaalproeven CAU ter verkrijging van de sterkte-eigenschappen van de Holocene kleilagen;
- Triaxiaalproeven CAD ter verkrijging van de sterkte-eigenschappen van de Antropogene zandkern;

- DSS-proeven ter verkrijging van de sterkte-eigenschappen van de Holocene (kleihoudende) veenlagen.

De uitgevoerde laboratoriumproeven worden gebruikt om een lokale parameterset op te stellen voor de IJsselmeerdijk. De Atterbergse grenzen zijn reeds geanalyseerd. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in de oplegnotitie met kenmerk "BH5290-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0031" (RHDHV, 21-09-2021). In deze notitie zijn met name de hergebruiksmogelijkheden van de keileem toplagen nader beschouwd.

3 Externe kwaliteitsborging

De externe kwaliteitsborging is uitgevoerd door Deltares op zowel het sondeer-, het boor- als de uitvoering van het laboratoriumonderzoek. Hiertoe heeft een specialist van Deltares de veld- en laboratoriumlocaties bezocht en kwaliteitsaudits uitgevoerd. De rapportages van deze kwaliteitsborging zijn opgenomen in de bijlagen bij deze notitie.

Op basis van de uitgevoerde kwaliteitsborging wordt geconcludeerd dat Wiertsema, op een paar kleine aandachtspunten na, conform de gestelde kwaliteitseisen gewerkt heeft. De door Deltares aangegeven aandachtspunten leiden niet tot het afkeuren van de resultaten van de onderzoeken op basis van kwaliteit. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat de uitgevoerde onderzoeken voldoen aan de door WSZZ gestelde kwaliteitseisen in het Geotechnisch grondonderzoeksprotocol IJMD.

4 Verantwoording behalen doelstellingen

Op basis van bovenstaand wordt geconcludeerd dat aan de volgende doelstellingen van het veld- en laboratoriumonderzoek wordt voldaan:

- De laagopbouw van achterland (Zuiderzeebodem) en dijklichaam (zandkern en keileem perskade) is op basis van de uitgevoerde boringen en sonderingen in voldoende detail vastgesteld. De boorprofielen en sondeergrafieken dienen nog in een geotechnisch lengteprofiel te worden verwerkt om het opgedane inzicht visueel te maken;
- Er zijn voldoende laboratoriumproeven op de keileem perskade en toplagen uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de hergebruiksmogelijkheden van deze grondsoorten. Tevens is voldoende inzicht verkregen in de laagdikte en samenstelling van de toplaag en variatie hiervan binnen het traject IJMD;
- Er zijn voldoende ongeroerde monsters gestoken van zowel de Holocene klei- en veenlagen als de Antropogene keileem- en zandkern om laboratoriumproeven op uit te voeren ten behoeve van het verkrijgen van inzicht in volumegegewichten en watergehaltes en het uitvoeren van laboratoriumproeven ten behoeve van de sterkte- en samendrukkingseigenschappen van de Holocene grondlagen.

Het analyseren van de laboratoriumresultaten en het afleiden van sterkte parameters bij grote rekken ten behoeve van het opstellen van de parameterset (rekenwaarden), wordt separaat gerapporteerd.

Daarnaast wordt geconcludeerd dat de veld- en laboratoriumonderzoeken zijn uitgevoerd conform het Geotechnisch grondonderzoeksprotocol IJMD en de hierin opgenomen vigerende normen en richtlijnen. De opgeleverde producten voldoen hiermee aan de hieraan gestelde kwaliteitseisen.

5 Bijlagen

Bijlage 1: Veldwerktekeningen met locaties boringen en sonderingen

Bijlage 2: Uitgevoerde sonderingen

Bijlage 3: Uitgevoerde boringen

Bijlage 4: Uitgevoerd labonderzoek

Bijlage 5: Audits Deltares

Bijlage 6: Lengteprofielen

Bijlage 1: Veldwerktekeningen met locaties boringen en sonderingen

Bijlage 2: Uitgevoerde sonderingen

Bijlage 3: Uitgevoerde boringen

Bijlage 4: Uitgevoerd labonderzoek

Bijlage 5: Audits Deltares (los bestand)

Bijlage 6: Lengteprofielen