

## Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.  
Maritime & Aviation

Aan: David-Jan Smeenge  
Van: Clara Spoorenberg  
Datum: 28 september 2021  
Kopie: Sander Post  
Ons kenmerk: BH5290-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0030  
Classificatie: Projectgerelateerd  
Goedgekeurd door: Sander Post, Jan Valk

**Onderwerp: Oplegnotitie geofysisch onderzoek IJsselmeerdijken**

---

## 1 Inleiding

De IJsselmeerdijk tussen Lelystad en de Ketelbrug bevindt zich in de verkenningsfase voor versterking. In het kader van deze verkenningsfase vinden nog verschillende onderzoeken plaats met als doel om beter inzicht te verkrijgen in de sterkte van de dijk en de ondergrond, waaronder het zandcunet/grondverbeteringscunet onder de dijk.

De aanleiding voor het uitvoeren van een onderzoek naar de afmetingen van het zandcunet zijn ingegeven doordat zand is aangetroffen aan de binnentoe van de dijk. Deze zandvoorkomens zouden er wellicht op kunnen wijzen dat het zandcunet, al dan niet lokaal, breder is dan op basis van de bestekstekeningen verondersteld mag worden. Een breder cunet geeft een hogere sterkte en daarnaast zijn minder (verschil)zettingen te voorzien bij een binnendijkse versterking / asverschuiving.

Om te beoordelen of met geofysische meettechnieken de exacte afmetingen van dit zandcunet bepaald kunnen worden, is op een proefstuk van een kilometer onderzoek uitgevoerd. Hierin zijn drie verschillende geofysische technieken beoordeeld. De resultaten van dit onderzoek zijn gerapporteerd in "Pilot IJsselmeerdijk - Geofysische kartering van het zandcunet" (kenmerk 2021-P-706, Medusa, 30 maart 2021).

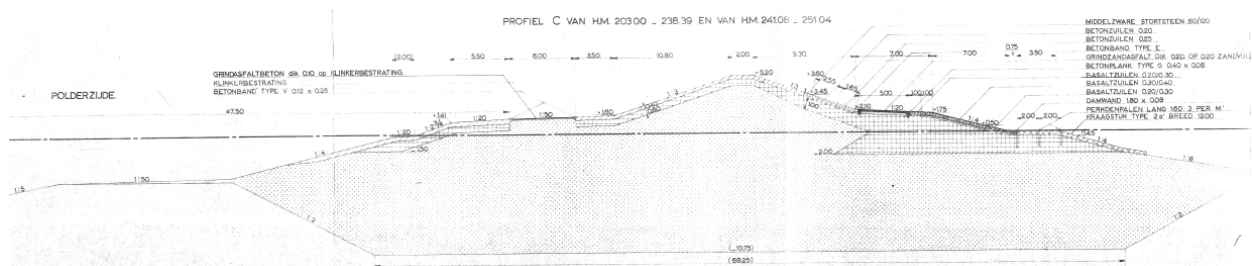
In voorliggende oplegnotitie zijn de resultaten van bovengenoemd onderzoek beknopt samengevat, op basis waarvan een advies is opgesteld met betrekking tot de bruikbaarheid van geofysische meettechnieken ten behoeve van de dijkversterking IJsselmeerdijk.

## 2 Achtergrond zandcunet onder de IJsselmeerdijken

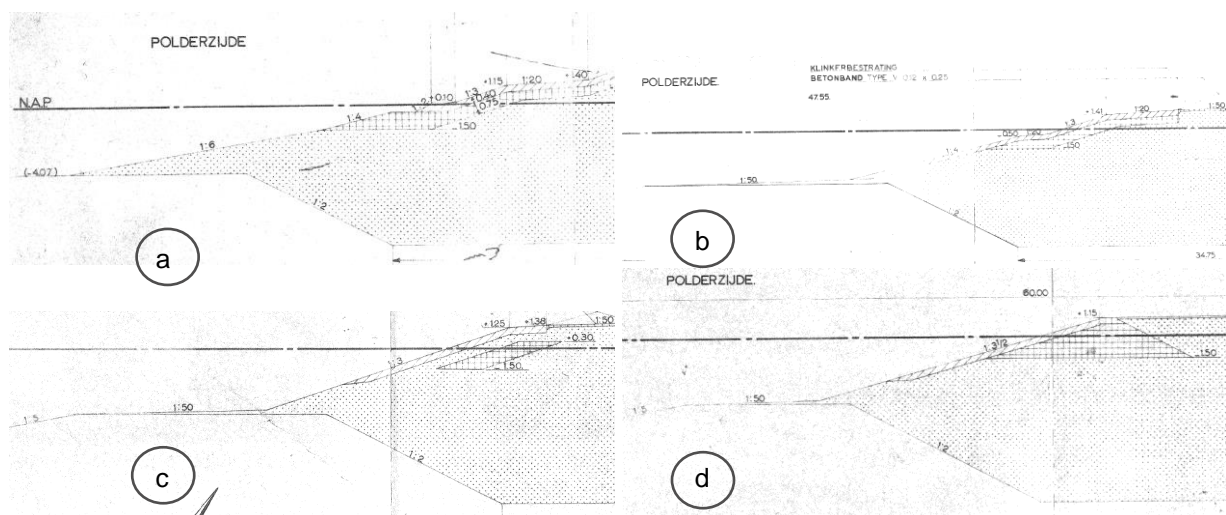
Ten behoeve van de aanleg van de IJsselmeerdijk is in de voormalige Zuiderzeebodem een cunet gebaggerd met taluds van 1:2 en gevuld met draagkrachtig zand. De onderzijde van het cunet ligt circa 1,0 m boven de Pleistocene zandondergrond om kortsluiting tussen beide zandlichamen te voorkomen. Op dit zandcunet is de IJsselmeerdijk aangelegd, bestaande uit een keileemkade aan de buitenzijde, een zandkern en een bekleding met een keileem onderlaag en een klei toplaag (zie Figuur 1).

In de bestekstekening (revisietekening 1975) zijn verschillende profielen opgenomen, waarbij de opbouw en afwerking van de binnentoe enigszins varieert (zie Figuur 2).

Opgemerkt wordt dat de getoonde tekeningen geen “as built” tekeningen zijn en dat in het veld afwijkingen kunnen voorkomen ten opzichte van deze tekeningen.



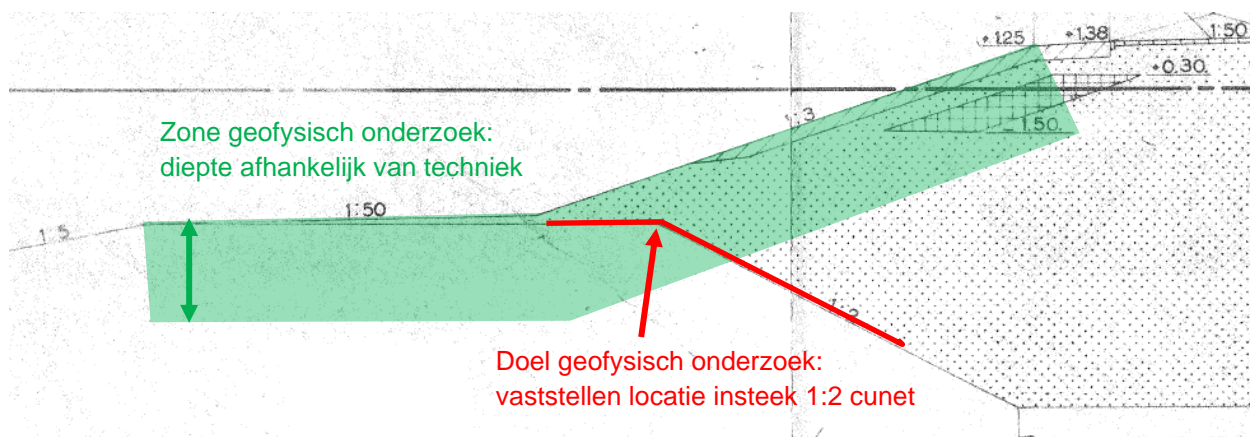
Figuur 1: Principe-profiel opbouw IJsselmeerdijken (bron: bestekstekeningen Zuiderzeewerken)



Figuur 2: Details opbouw binnenteen (bron: revisietekening Zuiderzeewerken, 1975)

### 3 Aanpak en resultaten geofysisch onderzoek

Om de exacte locatie van de insteek van het 1:2 talud van het grondverbeteringscunet vast te kunnen stellen, zijn drie technieken toegepast. In raaien op het achterland en onderste binnentalud zijn (vlakdekkende) metingen uitgevoerd.



*Figuur 3: Aanpak geofysisch onderzoek IJsselmeerdijken  
(Gebaseerd op: Medusa, 2021)*

De toegepaste technieken zijn:

- Grondradar;
- Gammaspectrometer;
- Elektromagnetisch interval (EMI).

Uit de resultaten van het geofysisch onderzoek blijkt dat er in het achterland een zandlaag aanwezig is met een dikte van 2 à 3 m. Uit de NAP hoogte van de onderzijde van deze laag blijkt dat het knikpunt van de insteek van het 1:2 grondverbeteringscunet niet gevonden wordt buiten de binnenteen van de dijk.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de resultaten van het geofysisch onderzoek wordt het volgende geconcludeerd:

- In het achterland is een zandlaag aanwezig op de samendrukbare grondlagen van de Zuiderzeebodem welke dikker is dan oorspronkelijk is aangenomen in de schematisering;
- Het zandcunet is niet breder dan op basis van de bestekstekeningen mag worden verondersteld.

De consequenties voor de sterkte en samendrukbaarheid van de het achterland zijn:

- De sterkte van het achterland is mogelijk hoger dan geschematiseerd op basis van de SOS scenario's. Doordat de zandlaag een hoger gewicht heeft, zijn de korrelspanningen in de slappe klei- en veenlagen hoger, waardoor de sterkte hoger is;
- De te verwachten zettingen zijn mogelijk geringer doordat spreiding in de zandlaag zal optreden. Dit effect is echter gering en verschilzettingen zijn nog steeds te verwachten bij een binnenwaartse versterking.

Ten overvloede wordt opgemerkt dat één van de gehanteerde SOS scenario's al rekening hield met een zandlaag in het achterland.

Op basis van de resultaten van het geofysisch onderzoek op een proeftraject van 1 km worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Op basis van het uitvoeren van enkele gevoeligheidsanalyses op de invloed van de zandlaag in het achterland van de dijk kan beoordeeld worden, hoe groot de invloed hiervan (bij wisselende laagdikte) is op de berekende sterkte van de dijk.
- Indien de invloed van de zandlaag op de berekende sterkte substantieel bevonden wordt, kan een inschatting van de mogelijke consequenties gemaakt worden van de trajecten waar ook (mogelijk) een zandlaag in het achterland aanwezig is. Hiervoor kunnen de (voorboringen ten behoeve van de) sonderingen en mechanische boringen die in het kader van het sterkte onderzoek zijn uitgevoerd, worden benut. Deze informatie kan worden benut ten behoeve van de aanpassing van de schematisering van de SOS scenario's;
- Indien er grote winst behaald kan worden met de schematisering van de zandlaag en deze nog niet in afdoende mate in beeld kan worden gebracht met de resultaten van het boor- en sondeeronderzoek, kan overwogen worden deze laagdikte te verifiëren met behulp van aanvullend geofysisch onderzoek;
- Omdat niet aangetoond kan worden met geofysisch onderzoek dat het zandcunet breder is dan de dijkbasis, wordt aanvullend geofysisch onderzoek ten behoeve hiervan niet zinvol geacht.