

Voorbeeld Toepassing Geofysica voor onderzoek waterkeringen

Titel

Geofysische onderzoek naar de dikte van de deklaag en het karteren van de Zandbaan bij de Overijsselse Vecht.

Keywords

Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), Grondradar, Deklaag dikte, piping, WBI

Indiener voorbeeld

Fugro NL Land B.V. Chris van Isselt

Opdrachtgever

Waterschap Drents Overijsselse Delta

Beoordeeld door:

WVL Robert Slomp en Jan Jaap Heerema in overleg met POV piping

Aanleiding onderzoek

De deklaag in het voor- en achterland kan als gevolg van het historisch gedrag van de rivier en het gebruik van de grond in dikte sterk variëren. Ook kunnen zandgeulen onder een dijk doorlopen. Met alleen het plaatsen van boringen/sonderingen kunnen dit soort zaken niet altijd in beeld worden gebracht waardoor een waterkering ten onrechte kan worden goedgekeurd. Met behulp van een gedegen geofysisch onderzoek aanvullend met boringen verkrijgt men een continu beeld van de ondergrond op en langs de waterkeringen, zodat ook locaties kunnen worden aangegeven waar eventueel piping zou kunnen optreden.

De informatie in het voor- en achterland is belangrijk voor de dimensionering van versterkingen. In het kader van de werkzaamheden aan de HWBP-trajecten Vecht Noord en Vecht Zuid is geofysische onderzoek uitgevoerd in combinatie met bestaand veld- en laboratoriumwerkzaamheden in opdracht van waterschap Drents Overijsselse Delta.

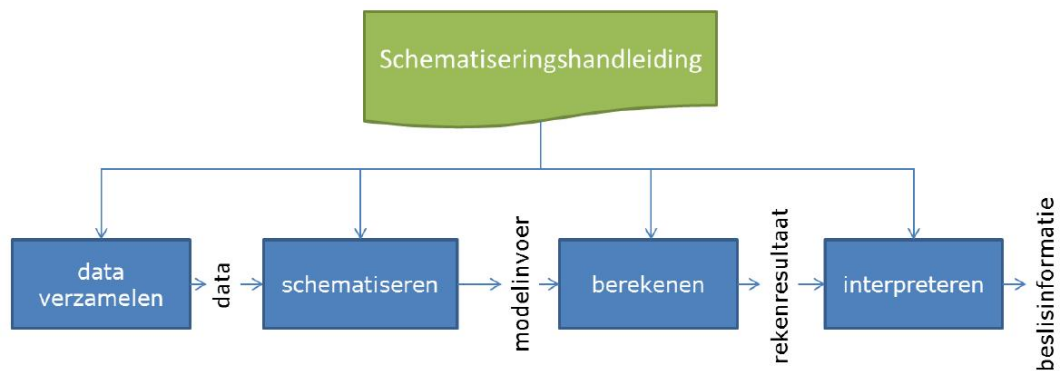
Doel onderzoek

Het in kaart brengen van de dikte van de deklaag van het voor- en achterland langs de Langenholterdijk (Vecht Zuid), in het voorland (buitendijks) tussen Genne en Streukel en in het voorland tussen Hasselt en Zwartsluis (Vecht Noord). Tevens wordt de locatie van de zandbaan gedetailleerd in beeld gebracht.

De dikte van de deklaag en de aanwezigheid en locatie van zandbanen zijn beiden van belang voor het beoordelen van de dijk op het faalmechanisme piping.

Type voorbeeld

De fasering in het ontwerpen is ongeveer gelijk aan de fasering in de beoordeling (zie figuur 1). De geofysische metingen zijn toegepast in de fase data verzamelen en vervolgens gebruikt om te schematiseren.



Figuur 1 Stappenplan

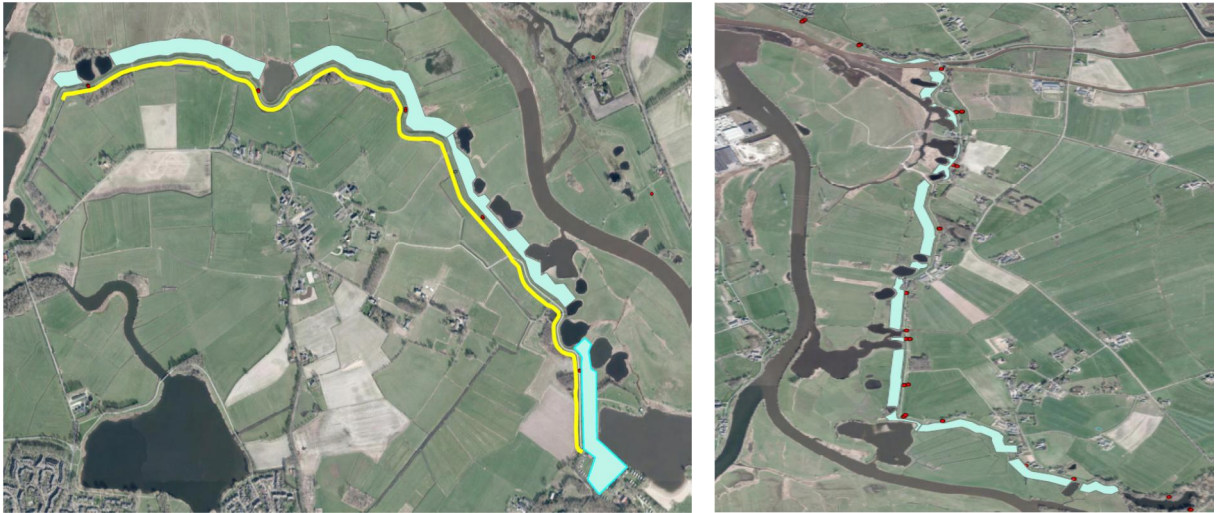
De beoordeling wordt tevens opgedeeld in drie fasen, namelijk de eenvoudige toets, de gedetailleerde toets en de toets op maat. De beschreven meting kan worden toegepast in:

- Eenvoudige toets – in de eenvoudige toets is een voorwaarde gedefinieerd of een afsluitende laag aanwezig is voor het ontstaan van piping. Met behulp van de metingen kan tot grofweg -7m mv worden beoordeeld of een deklaag aanwezig is.
- Gedetailleerde toets – binnen de gedetailleerde toets wordt de kering beoordeeld in Ringtoets voor een geschematiseerde ondergrond in DSoilmodel. Grondradar en EM kunnen bijdragen door de ondergrond beter te schematiseren. Tevens de locatie van mogelijke zandbanen nauwkeuriger te schematiseren. Specifiek is de dikte van de deklaag een belangrijke parameter in de beoordeling, omdat het de weerstand tegen opbarsten betreft. Deze parameter is direct uit de metingen af te lezen.
- Toets op maat – binnen de toets kan de vlakdekkende informatie worden gebruikt om op basis van bijvoorbeeld de aanwezige deklaag in combinatie met het volumiek gewicht (uit boringen/ sonderingen) een conclusie te trekken over de waarschijnlijkheid van piping.

Casebeschrijving

Opzet onderzoek

In het voorland dient ten minste tot een diepte van 1,5 m –mv de bodemopbouw te worden geclassificeerd over een breedte van 50 meter vanaf de buitenteenlijn. Voor het achterland dient de volledige dikte van de afdichtende deklaag bepaald te worden over een breedte van 25 meter vanaf de binnenteenlijn. De informatie wordt specifiek voor de parameters dikte van de deklaag bij uittredelocatie gebruikt. Daarnaast wordt impliciet het intrede- en uittredepunt mede gekozen op basis van deze informatie. Als laatste wordt de informatie ook meegenomen in de ondergrondschematisatie in DSoilmodel ter hoogte van het voorland en het achterland.

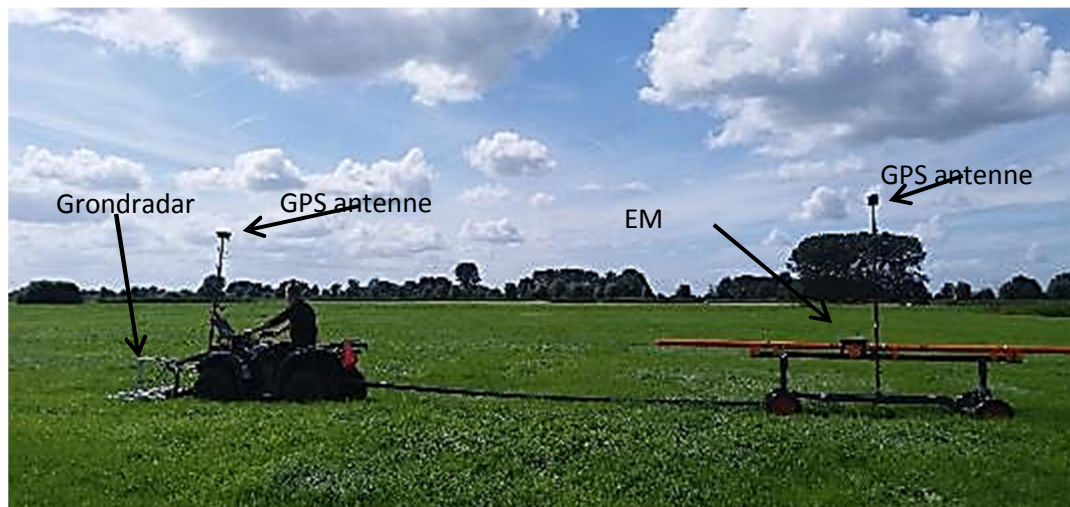


Figuur 2: Links Onderzoeksgebied 1 Langenholterdijk, rechts. Onderzoeksgebied 2 Genne-Streukel



Figuur 3. Onderzoeksgebied 3 Hasselt-Zwartsluis

Om aan de vraagspecificatie van de klant te kunnen voldoen heeft Fugro voor dit project een combi-geofysisch onderzoek uitgevoerd met behulp van elektromagnetische en grondradar metingen. De metingen zijn op loopsnelheid uitgevoerd. De elektromagnetische metingen zijn met behulp van CMD Explorer van GF Instruments en grondradar metingen zijn met behulp van grondradararray RIS HIMODE van IDS gekoppeld aan een quad uitgevoerd (zie figuur 3). Alle meetpunten zijn ingemeten met behulp een van RTK GPS-systeem, in RD coördinaten ten opzichte van NAP.



Figuur 4. Uitvoering elektromagnetisch en grondradar onderzoek

Resultaten EM

De gemeten profielen hebben een totale lengte van circa 40,5 km waarvan 11,5 km in het gebied 1, 12,5 km in het gebied 2 en 16,5 km in het gebied 3 is gemeten. Tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn de meetlijnen zoveel mogelijk in de lengte richting (parallel aan de dijk) gemeten. In totaal zijn er 13974 datapunten gemeten met een onderlinge afstand van ongeveer 2.9 meter.

Om de beeldvorming van de resultaten van het elektromagnetische onderzoek beter inzichtelijk te maken, zijn de resultaten per gemeten profiel gepresenteerd.

Figuur 4 laat een voorbeeld zien van een contourbeeld van EM-data in gebied 1 (Langenholterdijk). Het contourbeeld laat de elektrische geleidbaarheid van de ondergrond zien tot een diepte van circa 2.2m –MV. Rode kleuren geven hoge waarden van geleidbaarheid aan en de blauwe kleuren geven lage waarden van geleidbaarheid aan.

In het algemeen geldt dat de aanwezigheid van een zandlaag op het contourbeeld een relatief lage geleidbaarheid laat zien. Hoge waarden wijzen op klei of veen maar ook op onder- en bovengrondse geleidende objecten en/of vervuiling van grondwater of zout/brak grondwater.



Figuur 5: Voorbeeld contourbeeld van EM data in gebied 1 (Langenholterdijk) tot een diepte van 2.2 m -MV.

Figuur 4 laat in het noordwesten en in het midden van het gebied enigszins hoge geleidbaarheid waarden zien (aangegeven met een blauwe ovaal). Deze hoge geleidbaarheid waarden kunnen duiden op een dikkere deklaag /kleiige ondergrond. Dit wordt bevestigd door de sonderingen ter plaatse.

Eveneens is in het bovenstaand figuur 4 te zien dat er in het zuidoosten van het gebied hogere geleidbaarheid waarden zijn gemeten. Omdat de gemeten geleidbaarheid waarden in dit gebied (aangegeven met een rode ovaal) uitzonderlijk hoog zijn, zijn deze waarschijnlijk afkomstig van boven – ondergrondse metalen geleiders. De KLIC laat hier leidingen zien. De gemeten hoge geleidbaarheid waarden rondom dit gebied zijn niet betrouwbaar/representatief.

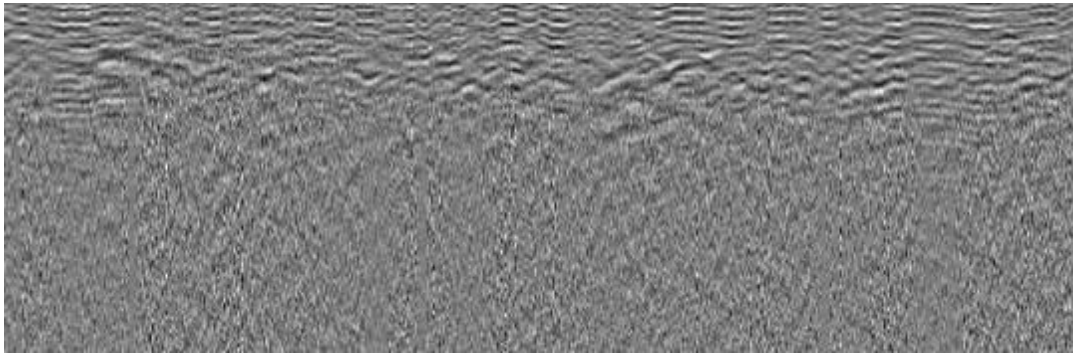
Grondradarmetingen in het kader van het project

In dit project is de IDS HiMod grondradar gebruikt. De metingen zijn uitgevoerd in twee verschillende frequentiebanden: respectievelijk 125 – 375 MHz om diepere penetratie te krijgen en 300 – 900 MHz om hogere resolutie te krijgen in de eerste 1,5 meter onder maaiveld (in zandige gebieden). De radar- metingen zijn op dezelfde lijnen als de EM-metingen gepositioneerd. In totaal hebben wij ca. 40.5(x2) km radar profielen gemeten en doorgenomen.

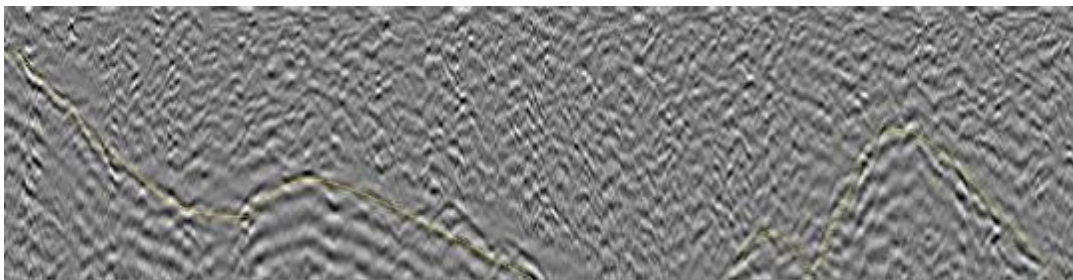
Alle profielen zijn doorgenomen speurend naar:

- Het dieptebereik
- Zichtbare laagovergangen

Grondradar metingen kunnen ook onderscheid maken tussen gebieden met een dikke kleilaag en gebieden zonder een kleilaag. Dat wil zeggen, de metingen in die gebieden met een behoorlijke deklaag van klei, moeten in ‘blinde’ metingen resulteren (Figuur 5).



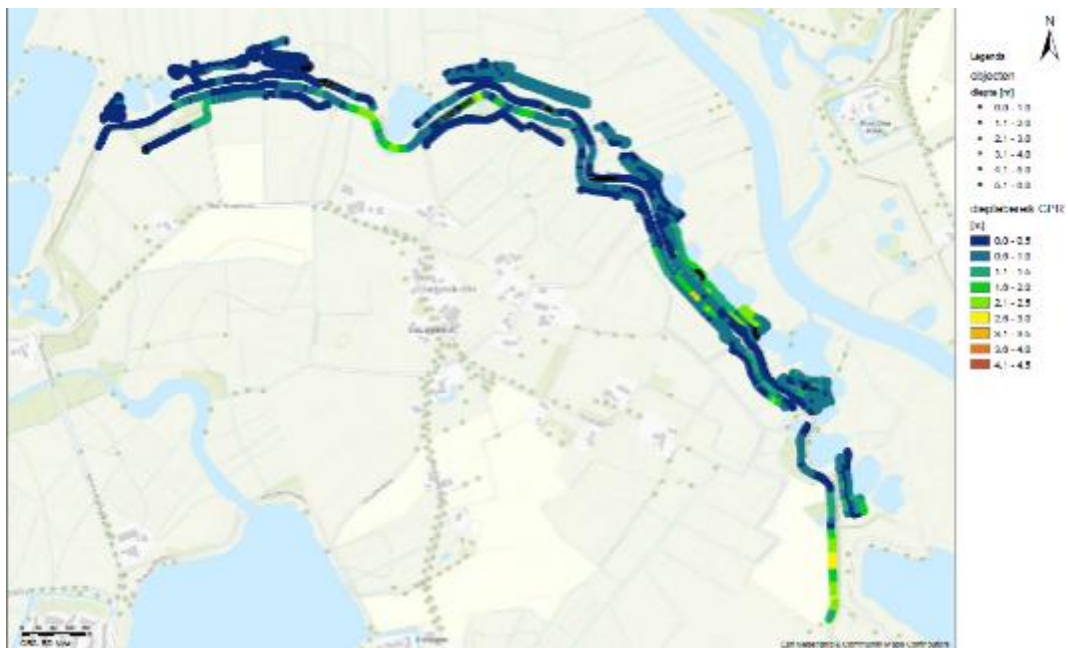
Figuur 6: Een grondradarprofiel over kleiige grond



Figuur 7: Een grondradarprofiel in zandige grond. De grens tussen twee lagen is duidelijk zichtbaar.

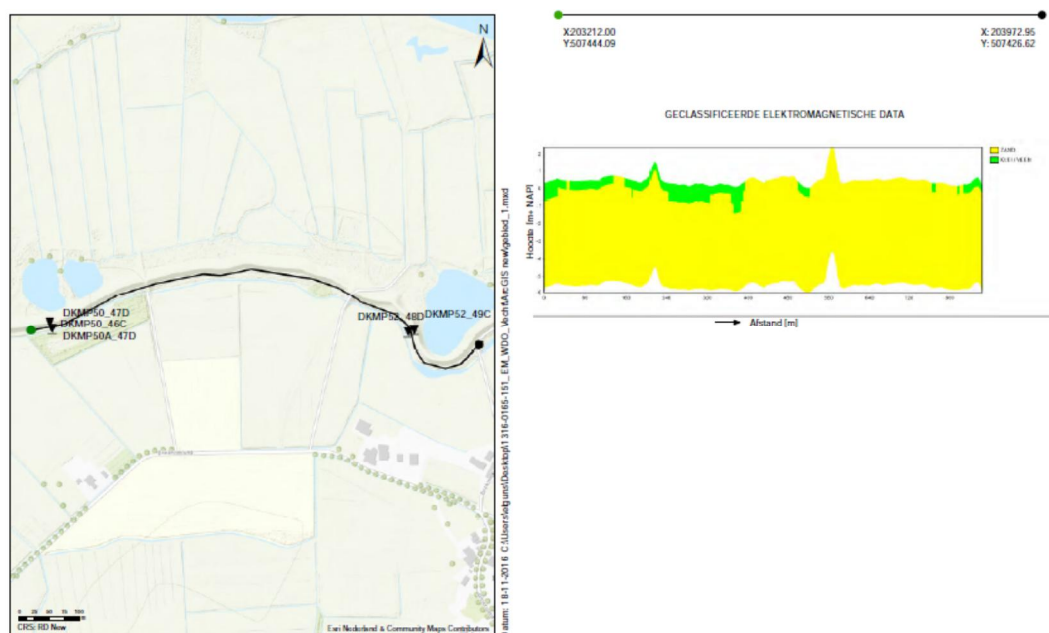
Indien een grondradarmeting resulteert in radarprofiel met aanzienlijke informatie op diepte, moeten wij constateren dat hier een toplaag van zand aanwezig is (figuur 6).

De grondradarbeelden van hetzelfde gebied laten onderstaande beeld zien.



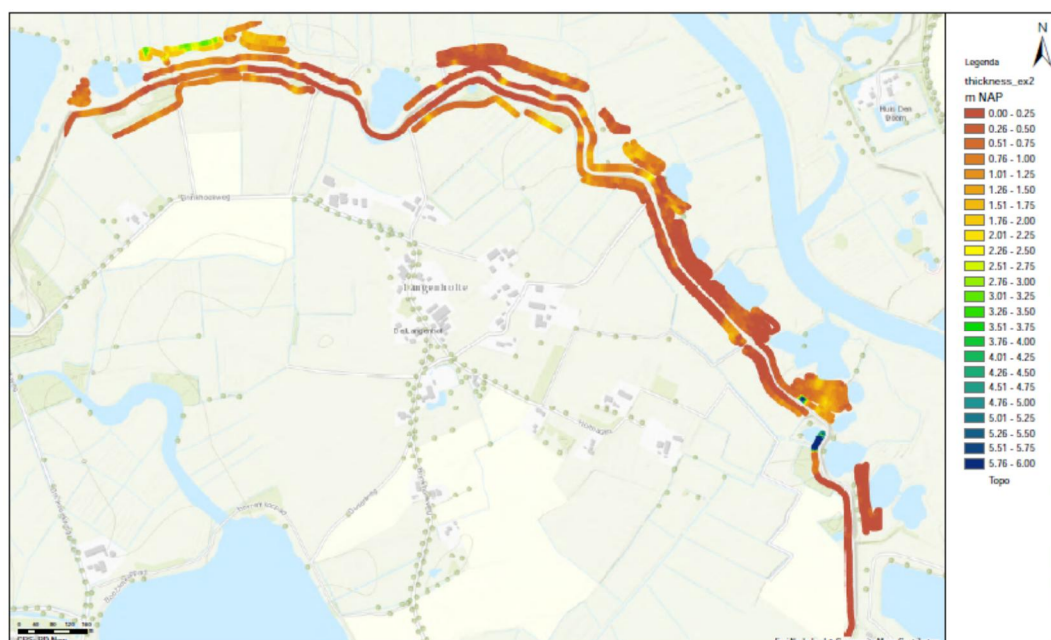
Figuur 8: Radar diepte bereik in het gebied 1 (Langenholterdijk). De kleuren geven het diepte bereik.

Een dwarsdoorsnede van een gedeelte van gebied 1 laat de aan- en afwezigheid van de deklaag zien in figuur 8.



Figuur 9: Voorbeeld lengteprofiel met dikte van deklaag uit EM/GPR data in gebied1

Uit alle data (EM, GPR, handboringen en sonderingen) is de dikte van de deklaag bepaald, zie Figuur 9.



Figuur 10: Dikte van de deklaag van gebied 1 bepaald uit alle meetdata.

Beslisproces en uitvoeringsschema

De volgende volgorden van het uitvoeringsschema is gevolgd:

1. Opstellen plan van aanpak;
2. Voorbereiding veldwerk (KLIC, toestemming, brieven, etc.);
3. Fase 1: Geofysisch onderzoek;
4. 1^e data interpretatie, plannen boringen/sonderingen
5. Fase 2: Veldwerk boren/sonderen, lab-onderzoek
6. 2^e data interpretatie
7. Rapportage

Dieptebereik en resolutie

Met de CMD Explorer van GF Instruments is de geleidbaarheid van de ondergrond op drie verschillende dieptes gemeten. De elektromagnetische (EM) data laat per meetpunt de waarden op drie verschillende dieptes zien. De dieptes zijn 2.2 m-MV(short), 4.3 m-MV(middel) en 6.7 m-MV(long).

Benodigde kennis

Voor de interpretatie van de veldmetingen tot de geleidbaarheidsprofielen en de verificatie daarvan vergt specialistische geofysische en geologische kennis. De resultaten van dit onderzoek moeten door de specialisten worden vertaald naar dikte- en verspreidingskaarten, die voor de beheerder van waterkeringen direct bruikbaar zijn. Deze kunnen worden opgenomen in hun databestanden.

Voor de opdracht moet de opdrachtgever duidelijk specificeren aan welke eisen en vragen het product dient te voldoen. Het bureau op zijn beurt moet duidelijk aangeven wat de onzekerheden zijn met betrekking tot de grondsoorten, de objecten en de begrenzingen.

Kosten en baten

De kosten van het GPR in combinatie met DUALEM hangt af van locatie specifieke omstandigheden. De kosten van het onderzoek voor dit traject bedroegen circa €1100 per kilometer., inclusief rapportage. De baten van het onderzoek zijn alleen kwalitatief uit te drukken. De baten van het onderzoek zijn:

- Met slim gekozen geofysica kunnen we belangrijke verrassingen in de ondergrond uitkarteren of uitsluiten, waardoor we de veiligheidsfactor kunnen vergroten of de dijkverbetering kunnen verkleinen. Hierdoor kan mogelijk ook de schematiseringfactor voor het ontwerp lager worden, wat ook ten goede komt aan het ontwerp
- Het gericht uitzetten van het traditionele grondonderzoek bestaande uit boringen en/of sonderingen.

Het uitvoeren van geofysisch onderzoek leidt mogelijk tot lagere kosten voor grondonderzoek en het leidt in elk geval tot een kwalitatieve verbetering van beoordeling en/of ontwerp. Het is dus heel nuttig om te weten welk soort anomalieën op welke diepte je met welk soort geofysica met welke nauwkeurigheid kunt uitkarteren of uitsluiten.

Dilemma's en gevoeligheidsanalyse

Het onderzoek maakte geen deel uit van het beslisproces.

Verificatie

De metingen van het geleidbaarheidsonderzoek zijn gevalideerd met behulp van traditionele boringen/ sonderingen. Indien deze niet in voldoende mate aanwezig zijn moeten aanvullende boringen/ sonderingen worden uitgevoerd.

Rekenfiles en documentatie

De interpretatiemodellen zijn niet zinvol om hier te beschrijven. De resultaten uit de documentatie zijn in dit document reeds behandeld. Voor meer informatie kunt u contact met ons opnemen.