

Lekdetectie bij bouwkuipen (damwanden en waterkerende bodems)

Met behulp van het FGM/EFT-Multisensorensysteem van Texplor is het mogelijk om lekkages te detecteren bij damwanden en/of waterkerende bodems. De lekkages kunnen op slotniveau worden weergegeven en kunnen zo gericht worden aangepakt. Opgemerkt wordt dat damwanden en natuurlijke en/of geïnjecteerde bodems waterremmend zijn en niet waterdicht. Als men spreekt over een lekkage bij één van de voornoemde onderdelen dan wordt in deze bedoeld dat deze onvoldoende waterremmend is (hetgeen gemeten wordt door Texplor).

Echter de meettechniek is niet oneindig en zeker geen wondermiddel. De geo-elektrische metingen geven aan waar zich een lekkage bevindt. De Texplor meettechniek is echter (nog) niet in staat om:

- Het lekdebiet van de geconstateerde afwijkingen te bepalen (een indicatie op basis van ervaring kan wel worden gegeven);
- Bij de eerste meting bij de damwanden de diepte van de lekkage nauwkeurig te bepalen*.

* Indien gewenst kan een indicatie worden gegeven van de diepte van de lekkage (op basis van overige feitelijkheden). Echter een aanvullende onderzoek, een verticale meting, met behulp van een zogenaamde sensorketting kan meer zekerheid bieden. Hierbij is wel een extra onderzoeks-inspanning nodig en meerdere peilbuizen op verschillende dieptes. Zie hiervoor verticale metingen op de laatste pagina en de afbeelding 6 en 7.

Om tot een resultaat van hoge kwaliteit te komen zijn drie punten van essentieel belang:

1. Voorbereiding;
2. Omgeving;
3. Meettechniek en strategie.

1. Voorbereiding

Om een meting goed te laten verlopen, de juiste meetstrategie toe te passen en een goede interpretatie van de gegevens te verkrijgen dient voorafgaand aan de meting de volgende informatie te worden verschaft:

- Bodemonderzoeken en/of sondeergegevens van de locatie van de bodem en damwanden;
- De diepte en breedte van de damwandpanelen (slotverklikkers etc);
- Eventuele belemmeringen in het veld (huizen, wegen, hoogspanningskabels, watermassa's);
- Constructie van bouwkuip (afmetingen, kunstmatige of natuurlijk bodem, wanden geheel of gedeeltelijk geplaatst bij meting in fases);
- Tijdsplanning van bouwlocatie;
- Locatie van eventuele filters en drainage strengen en bijbehorende debieten;
- Monitoringsgegevens;
- Waarneming in het veld:
 - o Welke damwandpanelen gingen minder makkelijk de grond in?
 - o Welke panelen staan niet volledig op diepte?
 - o Is informatie over slotverklikkers beschikbaar?
 - o De grondslag lijkt lokaal anders dan de sonderingen weergeven
 - o Tijdens bodeminjectiewerk waren er lokaal grote drukverschillen (injectierapport)

Tevens is het gewenst om voorafgaand aan het onderzoek een of meerdere overleggen te hebben met alle betrokken partijen (opdrachtgever, damwandaannemer, bodeminjectie bedrijf etc.). Texplor kan dan iedereen informeren over de meting, de vorm van het eindresultaat en eventuele vragen vooraf beantwoorden. Op deze manier zal het verwachtingspatroon bij elke betrokken partij op hetzelfde niveau gebracht worden.

2. Omgeving

Tijdens de meting dient het meetgebied vrij te zijn van obstakels. Ook dienen de werkzaamheden in en om de damwand (bouwkuip) beperkt te worden. Met obstakels worden in deze bedoeld:

- Containers;
- Gereedschap;
- Aggregaten;
- Voertuigen;
- Etc.

Deze obstakels kunnen ervoor zorgen dat niet alle sensoren op de juiste positie geplaatst kunnen worden. Grote metalen objecten of werkzaamheden met grote machines, trillingen of hoogspanning kunnen de meting negatief beïnvloeden. Dit is per situatie verschillend en kan pas tijdens de meetwerkzaamheden worden geconstateerd (en eventueel de meetstrategie op worden aangepast door bijvoorbeeld ook een stromingsmeting uit te voeren). Opgemerkt wordt dat damwanden ook van metaal zijn en de meting ook beïnvloeden. Echter is deze invloed juist gewenst.

Obstakels die de meting ook beïnvloeden maar waar middels aanpassing van de meetstrategie rekening mee gehouden kan worden zijn peilbuizen, drainagefilters en permanente (metalen)obstakels als funderingspalen, trekankers etc. Deze obstakels zijn als afwijking terug te zien in de resultaten. Indien deze niet worden genoteerd en mee worden genomen als kennis bij de interpretatie kunnen deze als lekkage worden weergegeven (wat niet correct is). Stel dat een damwandslot of bodem lekt ter plaatse van een peilbuis of filter dan zal de zichtbare afwijking verschillen van de afwijking zichtbaar zonder lekkage.

3. Meetstrategie

De meettechniek

FGM

Het daadwerkelijke meetsysteem heet Electrical Chemical Response (ECR) ook wel Flexible Groundwater Monitoring (FGM) genoemd. Het FGM systeem is in staat middels zeer gevoelige sensoren met een resolutie van 0,01 mV de natuurlijke ofwel Spontane Potentiaal (SP) in de ondergrond te meten. Deze SP wordt gevormd door de natuurlijke wisselwerking tussen positief geladen deeltjes en negatief geladen deeltjes in de ondergrond. Deze wisselwerking wordt sterk beïnvloed door de lokale chemische samenstelling van de bodem.

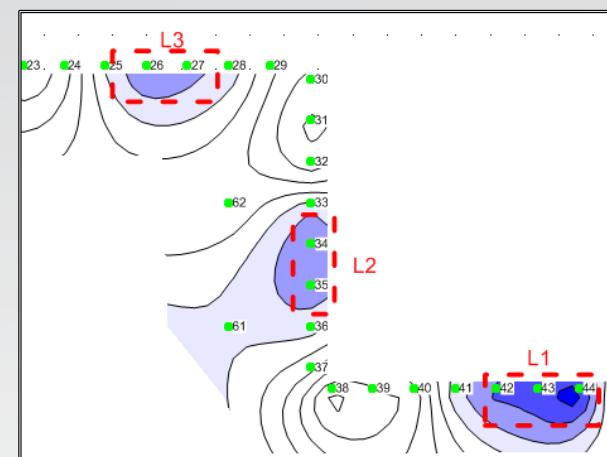
Doordat in de ondergrond grondwaterstromingen aanwezig zijn zullen de SP waarden worden beïnvloed. Met behulp van de FGM kan door een meting op meerdere punten binnen een raster een equipotentiaalijnen kaart worden gemaakt. De gemeten waarden en de vormen die ontstaan bij de equipotentiaalijnen kaart geven de grondwaterstroming weer.

EFT

Het tweede systeem dat gebruikt wordt is het zogenaamde Electrical Flux Tracking (EFT). Om naast de passieve FGM meting, actief op zoek te gaan naar een lekkage en/of een waterstroming door een als dicht aan te merken constructie wordt de EFT techniek gebruikt. Aan de buitenzijde van de constructie, ofwel de tegenovergestelde zijde van waar de meetsensoren zijn geplaatst, wordt een energie ingebracht. Binnen de constructie wordt een tegenpool geplaatst.

De energie die in de bodem is gebracht zal zich verspreiden via het bodemvocht en het grondwater op zoek naar zijn tegenpool om zo een elektrisch circuit te vormen. Indien de dichte constructie, in dit geval de damwand, lek is zal de stroom zich via het water dat de binnen en buitenzijde met elkaar verbindt naar binnen stromen en zo de tegenpool vinden.

Deze stroming van energie door het lek in de damwand zal de bodem chemische samenstelling, ofwel de wisselwerking tussen positief en negatief geladen deeltjes, beïnvloeden. Deze beïnvloeding zal door de FGM sensoren als anomalie op de natuurlijke SP worden gemeten. Hoe hoger de anomalie hoe dichter de sensor bij het lek staat. Alle afwijkingen binnen een raster aan sensoren kunnen wederom worden weergegeven in een equipotentiaalijnen kaart. De lekkages (anomalieën) zullen zo zichtbaar worden als geometrische vorm. Een voorbeeld is weergegeven in afbeelding 1.



Afbeelding 1. Voorbeeld equipotentiaalijnen kaart. Blauw zijn gemeten anomalieën. Groen zijn de sensor posities. Rood is een lekkagegebied.

De materialen

De benodigheden voor een lekdetectie meting met behulp van de FGM/EFT meettechniek zijn allen ontwikkeld door Texplor. De materialen bestaan uit niet gepolariseerde sensoren (hoeveelheid hangt af van de grootte van het meetgrid en oppervlakte van het meetgebied), gele boxen waar de sensoren op worden aangesloten (8 sensoren per box), line-cables die de gele boxen doorverbinden met elkaar, een centrale meet-unit, een meetcomputer, een energiepool en een tegenpool.

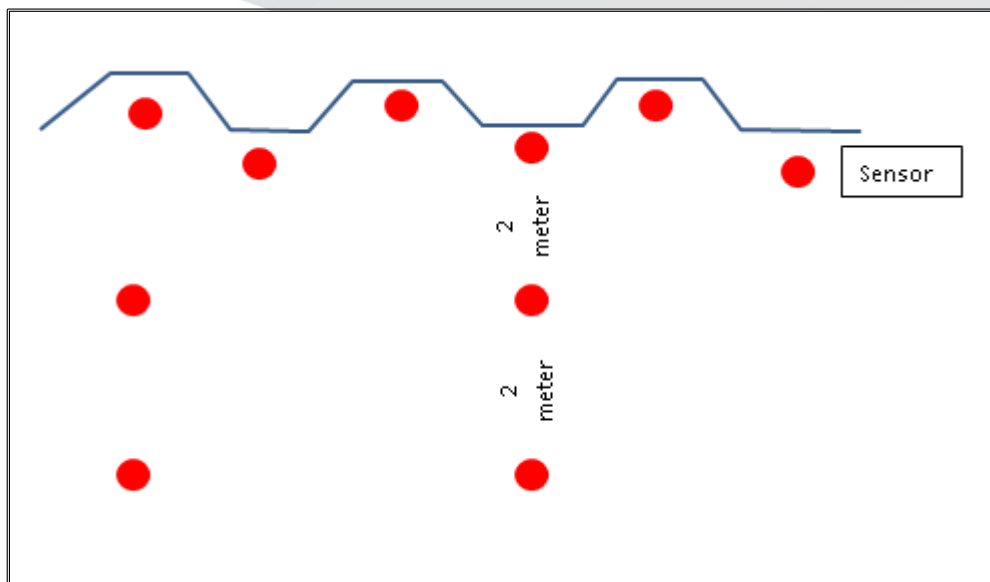
Met behulp van deze basis set van materialen kan een volledige lekdetectie meting worden uitgevoerd.



Afbeelding 2. Overzicht meetapparatuur.

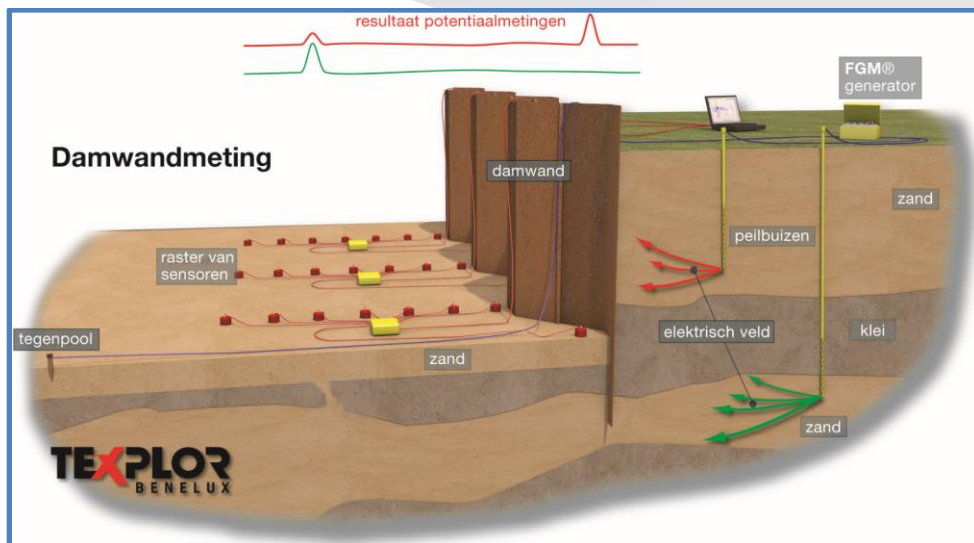
Meetstrategie

De sensoren worden in een vast stramien langs de damwanden en eventueel op de waterkerende bodem geplaatst (non-destructief). Standaard wordt bij elk slot een sensor geplaatst. Vervolgens wordt op een afstand van 2 meter en 4 meter parallel aan de damwand, om de 3 damwandsloten een sensor geplaatst. Het maakt niet uit aan welke zijde de sensoren worden geplaatst. Uitgangspunt is wel dat de damwand altijd tussen de sensoren en de energiepool in moet staan. Zie afbeelding 3 voor een schematische weergave van de sensor opstelling.



Afbeelding 3. Schematische weergave sensor opstelling.

Buiten de damwand (tegenovergestelde zijde t.o.v. de sensoren) dient altijd een peilbuis te worden geplaatst om de energiepool (EP) ofwel tracer in te kunnen brengen. De hoeveelheid peilbuizen en de diepte van de peilbuis is afhankelijk van de omgeving. Indien meerdere afsluitende lagen (klei/veen) aanwezig zijn op dieptes kleiner dan de einddiepte van de damwand, dient een peilbuis in ieder afgesloten zandpakket te worden geplaatst. Zie afbeelding 4 voor een schematische weergave. In het geval van een vrijwel homogeen zandpakket langs de gehele diepte van de damwand is een peilbuis met een diepte van 2/3 damwand diepte voldoende. De afstand van de peilbuis tot de wand en de hoeveelheid peilbuizen hangt af van de breedte van het te meten stuk damwand en de ruimte achter de wand. De ideale meetstrategie gaat uit van een energiestroom die een maximale hoek van 45 graden maakt met de damwandpanelen (zie afbeelding 5).



Afbeelding 4. Schematische weergave meetopstelling.

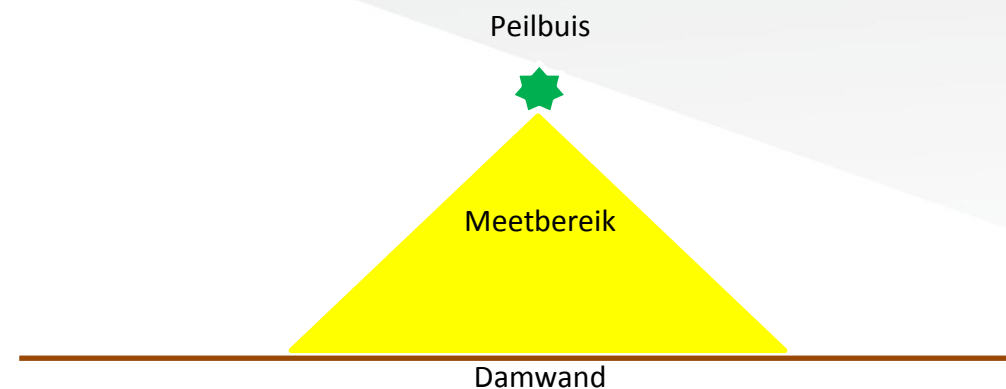
Voorafgaand aan de meting wordt een kwaliteitscontrole van het systeem uitgevoerd. Alle sensorposities, kabels en aansluitingen worden gecontroleerd op juistheid en op eventuele beschadigingen. Vervolgens wordt een testmeting gedaan om te kijken of elke sensor goed functioneert (stabiele waarden geeft) en welke stroomsterktes gebruikt kunnen worden.

Ieder stuk wand zal middels verschillende strategieën gemeten worden. Dit wil zeggen dat met verschillende stroomsterktes gemeten zal worden, de positie van de referentiesensor binnen het meetveld en de plaats van de tegenpool die de energie uit de EP opvangt zal meerdere malen worden aangepast. Dit heeft als doel om de stroom op zoveel mogelijk manieren door de wand heen te laten stromen. Tevens zal, bij de aanwezigheid van afsluitende bodemlagen op verschillende dieptes de energie moeten worden ingebracht. Er zijn in dit geval dus meerdere peilbuizen van verschillende dieptes nodig.

Alle resultaten van deze verschillende meet strategieën zullen geïnterpreteerd worden. Op kantoor zullen alle meetwaarden worden nagekeken op juistheid, de waarden zullen worden gecorreleerd aan elkaar en per sensor zal gekeken worden of de meetwaarde en eventuele anomalie ten op zicht van de nulmeting een lekkage is. De resultaten worden in een overzichtstekening vanuit “helikopter view” gerapporteerd. In deze overzichtstekening zijn de locaties aangegeven waar de damwand lek ofwel onvoldoende waterremmend is. Voordat de resultaten aan de opdrachtgever worden verstrekt zullen deze een kwaliteitscontrole ondergaan bij een collega (nationaal of internationaal).

Vervolgens heeft het voor Texplor een sterke voorkeur om de resultaten persoonlijk bij de opdrachtgever te presenteren, zodat direct alle eventuele vragen beantwoord kunnen worden.

Met behulp van bovenstaande techniek en meetstrategie is het mogelijk om op slotniveau aan te geven waar zich lekkages bevinden in de damwand.

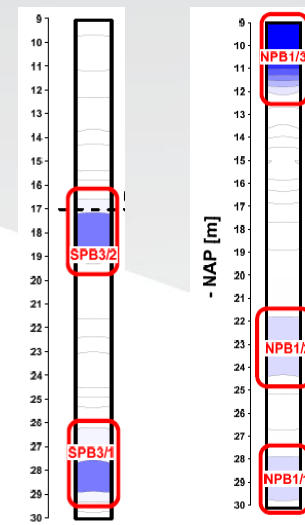


Verticale metingen

Het uitvoeren van verticale metingen is mogelijk. Deze metingen worden uitgevoerd met zogenaamde sensorketting (zie afbeelding 6). Hiervoor dienen echter meerdere (volledig en gedeeltelijk geperforeerde) peilbuizen te worden geplaatst. De stroming wordt op horizontale wijze in de damwand constructie gebracht en door middel van meerdere sensoren in de peilbuis opgevangen. Een voorbeeld van een resultaat is op afbeelding 7 opgenomen.



Afbeelding 6. Sensorketting



Afbeelding 7. Voorbeeld van een resultaat