

Lekherstel

John Lambert (GeoDelft)

We zijn nu bijna aan het eind van deze lezingencyclus gekomen: we hebben intussen gehoord hoe we al vanaf de ontwerpfase met lekmanagement moeten beginnen:

De risico's die bij eventuele lekkage optreden moeten in kaart zijn gebracht. Desnoods moeten we kiezen voor een constructiewijze die minder risico inhoudt, zoals toepassen van een diepwand in plaats van een stalen damwand. Ook al is het alternatief kostbaarder.

Bartho Admiraal heeft laten zien welke middelen er voorhanden zijn om in de uitvoeringsfase het risico te beperken en Gert Leurink heeft ons aan de hand van het Griffpark de praktische invulling laten zien.

Ondanks de inspanningen in deze fasen zal het ongetwijfeld niet altijd lukken om een lekdichte constructie op te leveren.

Om de mogelijke gevolgen te kunnen beoordelen moeten we het lek opsporen, daarvoor zullen mensen als Evert Slob moeten worden ingeschakeld.

En dan. Lekherstel? Gert heeft ons al laten zien dat herstel lang niet altijd de enige optie hoeft te zijn, en daarop wil ik hier wat verder doorborden.

Deze lezing gaat over de volgende onderwerpen:

- Wel of niet herstellen
- Wat als je niet herstelt
- Hoe kun je herstellen, mogelijkheden en beperkingen, wie betaalt het?
- Kan het ook nog slimmer?

Wel of niet herstellen

De keuze van de constructie is voortgekomen uit de wens het waterbezwaar te beperken of om verspreiding van verontreiniging tegen te gaan. Wanneer de constructie lekt wordt aan deze doelstelling niet of niet volledig voldaan. Of er tot herstel moet worden overgegaan zou naar mijn mening vooral afhankelijk moeten zijn van de mate waarin het niet halen van de doelstelling leidt tot een onaanvaardbaar risico voor de omgeving. Wellicht kan, tegen lagere kosten, risico en schade worden vermeden of worden beperkt.

Een voorbeeld: waar het risico bestaat uit het overschrijden van een tevoren contractueel vastgestelde hoeveelheid of een hoeveelheid waarvoor een onttrekkingsvergunning noodzakelijk is. Natuurlijk wordt een dergelijke grens niet voor niets gelegd en overschrijding kost geld, al is het maar wegens extra pompcapaciteit, lozingskosten etc. Het kan zelfs zijn dat het bemalingssysteem niet volledig toereikend is. Of een dergelijke overschrijding het rechtvaardigt om de bouwwerkzaamheden met weken of maanden te vertragen en daarnaast kostbare maatregelen te eisen kan men zich afvragen.

Koningstunnel Den Haag

In verband met onvoldoende werkhoogte werd de damwandkuip over een klein gedeelte afgewisseld met een groutwand. Ter plaatse van de aanhechting is waarschijnlijk lekkage opgetreden, het ging hier om debieten in de orde van enkele m³/uur, wat meer was dan volgens

bestek toegestaan. De kans op schade was zeer klein. De aannemer werd gemaand het lek te dichten. Pas na lange discussies werd alsnog besloten geen verdere maatregelen te nemen.

Westerhaven Groningen

In eerste instantie werd een 'te hoog' debiet gemeten. In een later stadium liep het debiet terug tot beneden de specificaties. Desondanks bleek er plaatselijk een sterke invloed naar de omgeving te zijn; een lage doorlatendheid van het watervoerend pakket wordt wel als oorzaak genoemd. Los van de vraag of de wand wel of niet aan de specificaties voldoet is er hier sprake van risico voor de omgeving

Conclusie:

Het is minder van belang hoeveel lek er optreedt dan welke effecten en risico's er mee samenhangen.

Wat als men niet herstelt?

Wanneer waterremmende constructies zijn toegepast om bijvoorbeeld zettingschade aan de omgeving te voorkomen, kan men overwegen om de lekkage voor lief te nemen (bijvoorbeeld bij tijdelijke constructies). Dat wil dan niet altijd zeggen dat daarmee de schade ook acceptabel is. Een goede strategie kan zijn: intensiveer de monitoring ter plaatse van de bedreigde locaties en neem maatregelen bij overschrijding van vooraf vast te stellen eenduidige criteria. Bij die maatregelen moeten we bijvoorbeeld denken aan het toepassen van retourbemaling, maar ook aan het alsnog herstellen van de constructie.

De Appelaar Haarlem

Geconstateerd werd dat buiten de damwanden nog grote verlagingen van de grondwaterstanden optraden. Aanpalend zijn: het Teylers museum en het oudste begijnhof van Nederland; de St.Baafskathedraal staat ook niet zo ver weg. Al in een vroeg stadium van ontgraving werd lekkage aangetoond aan de hand van peilbuiswaarnemingen buiten de bouwkuip. Nadat op de meest verdachte locaties groutinjecties werden aangebracht, werd besloten om voor het overige lekkage te accepteren en aan de hand van zettingsmetingen en peilbuismetingen te monitoren. Bij overschrijding van grenswaarden werd een retourbemaling geïnstalleerd ter plaatse van bedreigde panden. Hierdoor werd zettingschade als gevolg van de bemaling voorkomen.

Niet herstellen (terugvalsscenario)

Ook uit de lezing van de heer Leurink hebben we al begrepen dat herstellen van de wand niet altijd de enige en eerste optie hoeft te zijn. Ook niet bij milieutechnische toepassingen.

Een ding is zeker: wanneer de optie herstellen of niet herstellen pas ter tafel komt nadat het lek is geconstateerd, dan kost dat extra tijd en geld. Het voorhanden hebben van een terugvalsscenario moet daarbij groot voordeel opleveren.

IJsselallee Zwolle

De IJsselallee te Zwolle kruist de spoorlijn Zwolle – Deventer in een verdiepte constructie, deze is ingegraven in een folie. Als gevolg van lekkage moesten steeds ingrijpender maatregelen worden genomen om de tunnel droog te houden. Lekdetectie noch reparatiepogingen leidden tot verbetering. Intussen dreigde inundatie. De Gemeente Zwolle besloot om in het folie, en gebruik makend van de overblijvende waterremmende functie van de folieconstructie, een betonnen bak

te bouwen. Er werd een noodscenario opgesteld voor het geval de bouw van deze onderheide betonnen bak zou leiden tot het te niet gaan van de waterremmende functie. Een en ander inclusief de daarbijbehorende monitoring en onttrekkingsvergunningen. Gelukkig behoefde van dit doemscenario geen gebruik te worden gemaakt, hoewel het mogelijk een goed zicht gegeven zou hebben op het nut van een dergelijk terugvalscenario.

Bij het optreden van lekkage is het noodzakelijk zich er bewust van te zijn dat er vrijwel altijd een belangentegenstelling ontstaat. Ligt het aan de constructie (het ontwerp, de aannemer, de onderaannemer) of aan de grond. Iedere betrokken partij is er zich van meet af aan van bewust dat de verantwoordelijkheid ergens zal worden neergelegd, vergezeld van een rekening. Het zou daarom goed zijn om deze discussie voor te zijn en al in de ontwerpfase rekening te houden met eventuele lekkages en daarvoor ook in een vroeg stadium een bedrag te alloceren. Terugvalscenario's kunnen dan vooraf worden ontwikkeld en er kunnen grenswaarden voor grondwaterverlagingen en zettingen worden gedefinieerd. Daarbij heb ik de voorkeur om te sturen op verlagingen van de grondwaterstand, tenzij zettingsmetingen snel en nauwkeurig ter beschikking gesteld kunnen worden.

De eventuele retourbemaling zou al in het bestek opgenomen kunnen worden, evenals de eventuele extra monitoringkosten.

Maar er zijn nog meer opties zonder herstel:

- Aanpassen bemaling
- Aanpassen bouwwijze (onderwaterbeton)
- Compartimentering, waarbij in het gecompartmenteerde deel de bemaling of de bouwwijze wordt aangepast

Ook hier geldt: wanneer er tevoren over is nagedacht, kan de besluitvorming sneller.

Het herstellen van een waterkerende constructie

De mogelijkheden tot herstel zijn divers en sterk afhankelijk van de aard van de lekke constructie en de plaats van het lek.

Ondiepe lekken

Voor zover het lek zich boven de ontgravingsdiepte bevindt zal herstel meestal nog wel meevallen. Het lek is zichtbaar en bereikbaar en kan desgewenst van binnenuit worden hersteld. Wanneer grote hoeveelheden grondwater en grond naar binnen spoelen kan het noodzakelijk zijn om buiten de constructie de grondwaterstand tijdelijk te verlagen of om de grondwaterstand te stabiliseren. Dit kan bij een stalen damwand bijvoorbeeld door aan de binnenkant een damwandplank aan te brengen (muizenval) en daarbinnen de grondwaterstand te laten opkomen tot het niveau buiten de damwand. Afdichtingen kunnen dan worden aangebracht met een in rust zijnde waterstand. Bijvoorbeeld: kleiafdichting, jetgrouten of chemische injectie.

Bij lekkages op korte afstand onder het ontgravingsniveau kan in principe dezelfde techniek worden toegepast door plaatselijk extra diep te ontgraven. Daarbij moet wel rekening worden gehouden met eventueel opbarstgevaar, wanneer de ontgraving te diep gaat. Ook hier kan de muizenval uitkomst bieden.

Het is meestal wel zaak om ondiepe lekkages af te dichten. Vooral als er grond naar binnen spoelt. Elke uitspoeling van grond kan namelijk leiden tot ontgroningen buiten de constructie en dat kan grote schade te weeg brengen.

Bij elke bouwput geldt: het optreden van wellen nabij de wand: altijd maatregelen nemen. De slechtste maatregel is: het wegpompen door middel van een oppervlaktebemaling, waardoor het potentiaalverschil buiten en binnen de bouwput alleen maar toeneemt. Hierdoor kan de erosie doorgaan en wordt zelfs versneld. Toch wordt er nog maar al te vaak op deze wijze gereageerd, bijvoorbeeld ook bij het opbarsten van een bouwput. Beter is het aanbrengen van een grindlaag op een waterdoorlatend geotextiel.

Diepere lekken

Uit het slot gelopen damwandplanken, weggelopen panelen, folieconstructies. Elke constructie kan lekken op een vooraf niet te bepalen plaats.

Zolang er geen gevaar voor piping bestaat is, in het algemeen, het acute risico niet zo groot. Wel is het waterbezwaar al gauw een aantal malen groter dan vooraf was aangenomen. Zelfs een klein lek heeft wat dat betreft een grote invloed. Wanneer 1% van de oppervlakte 100 * zo doorlatend is als de rest, dan verdubbelt daarmee al het waterbezwaar. Het 'lekk-bandprincipe'. Een klein gaatje in de band en je blijft pompen.

Dat het berekende waterbezwaar met een factor 5 of 10 wordt overschreden hoeft dus nog niet te betekenen dat de constructie op zich ernstig faalt en, zoals we eerder zagen, hoeft het ook nog niet te betekenen dat er een acuut gevaar voor de omgeving optreedt.

Wel kan het betekenen dat er plaatselijk ongewenste risico's (zoals zettingen) optreden en dan moet er toch iets gebeuren. Er van uitgaand dat we te maken hebben met een lek dat moet worden hersteld, hebben we een aantal mogelijkheden; veel toegepast zijn de volgende:

- dummy-wand
- groutinjectionen
- bij folieconstructies: opnieuw ontgraven (met bemaling)

Bouwdok Barendrecht

In het Bouwdok Barendrecht bleek het waterbezwaar na aanleg van de cement-bentonietwand hoger dan bij verunning was toegestaan. Gedeeltelijk was dit te wijten aan een gat in de kleilaag van Kedichem, maar hier was een terugvalscenario voorhanden: de cement-bentonietwand werd hier plaatselijk dieper doorgezet. In de noordwesthoek is een dummy-wand geplaatst.

Phoenixgarage Delft

Deze ondergrondse parkeergarage is aangelegd binnen een stalen damwandkuip. Onder de belendingen de monumentale Phoenixsociëteit. Als gevolg van o.m. uit het slot lopen van damwandplanken traden ter plaatse van de Sociëteit onaanvaardbare stijghoogteverlagingen op. Door middel van jetgrouten konden de effecten tot aanvaardbare proporties worden teruggebracht. Het jetgrouten vond plaats onder moeilijke omstandigheden. Detectie, overleg en herstel leidden tot aanzienlijke vertraging.

Minder vaak worden toegepast:

- vriezen
- chemische injecties

Elk van deze oplossingen heeft nadelen, zoals:

- kosten
- aansluiting op de oorspronkelijke wand is kwetsbaar, vooral bij veranderende belastingen (zoals ten gevolge van ontgraving), dit bezwaar geldt niet voor de dummy-wand
- werkruimte, soms groot materieel

Overigens zijn er een aantal voorbeelden waar deze technieken goed hebben gewerkt.

Kan het ook nog slimmer?

Het voorgaande is een pleidooi geweest om het herstellen van waterremmende constructies zo veel mogelijk te voorkomen door:

- Het maken van een gedegen ontwerp
- Zorgvuldige uitvoering en uitvoeringsbegeleiding, het toepassen van slotverklikkers en het bijhouden van een uitvoerdersdagboek; op risicovolle plaatsen toepassen van nieuw materiaal
- Het vroegtijdig ontwikkelen van terugvalsscenario's

Desondanks ziet het er niet naar uit dat daarmee alle lekkageproblemen in de toekomst zijn verholpen. Lekherstel zal noodzakelijk blijven. De huidige methoden kosten veel geld en zijn vaak moeilijk uitvoerbaar. Nieuwe, eenvoudiger methoden zouden een uitkomst kunnen bieden.

Een nieuwe methode? Biosealing

Een methode die momenteel gezamenlijk wordt ontwikkeld door GeoDelft, TUDelft en Visser en Smit Bouw in de vorm van een TS (Technisch Samenwerkingsproject) van Senter, is BioSealing.

BioSealing

Achtergronden van Biosealing zijn:

- Maak gebruik van de fysische en chemische eigenschappen van grond en grondwater
- Maak gebruik van de grondwaterstroming
- De doorlatendheid ter plaatse van het lek hoeft niet even klein als die van de rest van de constructie te worden

Toelichting:

Grond is een poreus medium, waardoor grondwaterstroming optreedt van hoge naar lage potentiaal. In de constructie wordt een lage potentiaal gehandhaafd. Hierdoor zal grondwater in de richting van en door het lek stromen.

In het grondwater zijn stoffen opgelost aanwezig, maar ook de bodem heeft een chemische samenstelling. Er is interactie tussen de samenstelling van bodem en grondwater. Door toevoeging van bepaalde stoffen kunnen al aanwezige stoffen neerslaan, zoals ijzer + zuurstof die ijzeroxide vormen. Daarnaast bevinden zich overal in de bodem bacteriën, niet alleen op geringe diepte. Door de leefomstandigheden van de bacteriën te optimaliseren gaan deze zich snel vermenigvuldigen. Dit kan bijvoorbeeld door het toevoegen van suikers. In de grond vormt zich bioslijm, dat zich bij voorkeur in en rondom het lek verzamelt.

Wanneer 1% van de oppervlakte lekt (100* zo doorlatend als de rest), dan wordt daarmee het onttrekkingsdebiet verdubbeld. Wanneer een doorlatendheidsreductie met een factor 5

plaatsvindt, dan leidt dat tot een reductie van het waterbezwaar tot een factor 1,2. Met andere woorden een reductie van het lekdebiet met 80 %.

BioSealing in het laboratorium

In het laboratorium zijn inmiddels meerdere proeven met BioSealing uitgevoerd. Daarbij werden verschillende methodes beproefd, ook chemische methodes kwamen aan de orde. Het bleek daarbij dat het voeden van bacteriën een effectieve methode is.

De proefnemingen bestonden uit de volgende stappen:

- Aantonen van het mechanisme (chemisch en biologisch)
- Sturen (Hoe krijg ik de verstopping op de juiste plaats)
- Invloed van concentraties, hoeveelheden en toevoegingen
- Omgevingsfactoren

BioSealing in de praktijk

Inmiddels zijn de laboratoriumexperimenten afgerond. Op de Maasvlakte is een veldexperiment ingericht. Er zijn drie zeecontainers ingegraven, waarin tevoren gaten zijn aangebracht. Op ca. 5 m afstand daarvan zijn injectiepunten ingericht, waardoor voedingsstof wordt ingebracht. Deze voedingsstof bestaat uit Nutrolase, een soort melasse, vervaardigd door Avebe.

Inmiddels is de proef in volle gang. Tijdens de lezing wordt de stand van zaken toegelicht.

Vervolgens wordt nabij de twee andere containers geïnjecteerd.

Samenvatting; conclusies

Ondanks voortschrijdende kennis en ervaring zullen we naar verwachting voorlopig nog met lekkage moeten leven. Soms blijkt dat ook niet zo erg te zijn. We hoeven constructies niet dichter te maken dan noodzakelijk. Het gaat vooral om de effecten voor de omgeving en de stabiliteit van de bouwput. Voor alle duidelijkheid: ook het oppompen van schoon grondwater moet als een nadelig effect worden beschouwd en we pleiten dan ook niet ervoor om water te verspillen. Naarmate we beschikken over eenvoudiger en goedkopere detectie- en hersteltechnieken kan het optreden van lekkages echter minder als calamiteit worden beschouwd, maar meer als een beheersbaar risico. Voordat het zo ver is, stroomt er nog heel wat water door de Lek.

