



Met leem en/of bentoniet lekt uw vijver niet!

Waterdichte afspraken voor waterdichte beregeningsvijvers

Spelen met water is Nederlanders wel toevertrouwd. Zeker als gaat om het beheersen van water. In mei jongleden leverde het Nederlandse bedrijfsleven weer zo'n Hansje Brinker-kunststukje op. Ditmaal stak golfbaanaannemer Aha de Man de spreekwoordelijke vinger in een Duitse dijk. Op de golfbaan van golfclub Westerswald werden twee lekke bassins voor beregeningswater waterdicht gemaakt. De een door toepassing van leem; de ander onder meer met gebruikmaking van bentoniet. Welke voeten dat in de aarde had, kunt u in dit artikel lezen.

Auteur: Broer de Boer

De golfbaan van Golfclub Westerswald ligt zo'n 40 km ten noordoosten van Koblenz. De basis van de fraaie baan werd in 1978 gelegd. Golfbaanaannemer Aha de Man was in 2006 betrokken bij een renovatie op deze baan en groef volgens het bestek twee grote waterbassins uit. De bassins hielden het water niet vast en dat werd de aannemer aangerekend. Na enkele jaren dimdammen kwamen Aha de Man en de golfclub overeen om het probleem 'endgültig' op te lossen. De afgesproken producten voor de afdichting werden in fasen aangebracht; elke afgeronde fase werd door de opdrachtgever beoordeeld voordat AHA de Man verder ging met de werkzaamheden. Een afspraak waar beide partijen zich goed bij voelden.

Twee bassins

In de twee bassins wordt onder meer het vele smeltwater van de sneeuw die op de baan valt opgevangen. De hoogstgelegen noordelijke vijver moet bovendien een grondwaterstroom afvangen die vanaf de heuvels in de richting van de golfbaan komt. Wanneer de bassins niet goed functioneren, heeft dat in het voorjaar grote

consequenties voor de speelbaarheid van de baan. De circa 7.600 kubieke meters worden 's zomers gebruikt voor de beregening van fairways en greens. Het laagstgelegen bassin krijgt een bekleding van een leemlaag van circa 40 cm. De leem wordt in twee lagen aangebracht en afgedekt met een laag grindslag, maat 0-32 mm. Dat is bedoeld om erosie van de leemlaag tegen te gaan. De noordelijk gelegen vijver krijgt een echte chirurgische aanpak. Hier wordt de bodem eerst bedekt met een steenslaglaag, wederom 0-32 mm; daarop wordt een bentonietmat aangebracht. Het geheel wordt afgedekt met een laag van 20 cm vrijgekomen aardemateriaal uit een nabijgelegen groeve, met daarbovenop een laag geotextiel. Dit betreft Secugrid 60/20 R6 (PET). De geotextiel wordt op haar plaats gehouden door een egale laag steenslag van zo'n 20 cm.

Het leembassin

Ruud de Nooij, meewerkend voorman van Aha de Man, toont allereerst het bassin dat met leem waterdicht gemaakt wordt. De schuine wanden en de bodem van het bassin zijn met de kraan

opnieuw uitgevlakt; dikke stenen zijn zoveel mogelijk uit bodem en wanden verwijderd. De eerste ladingen leem, *Putzton ofwel Abdichteton* noemen de Duitsers dat, zijn met de kraan verspreid over de bodem en de wanden. De rest van het keileem wordt later op de dag



Ruud de Nooij, meewerkend voorman bij Aha de Man.



Een deel van de leemlaag is aangebracht in de zuidelijk vijver.

afgeleverd. De nog niet verdichte leem die er nu al ligt, wordt vochtig gehouden. Het blijkt dat het aanbrengen van de 20 cm leem niet met de natte vinger gebeurt. Van leem kennen we allemaal de slechte eigenschap dat het niet waterdoorlatend is. Commercieel directeur Friso Verhoeve vertelt dat er echter veel meer bij komt kijken om met leem een bassin echt waterdicht te maken: "We brengen twee afzonderlijke leemlagen van 20 cm aan. Na het storten en zoveel mogelijk egaliseren van de leem, verdichten we de leem met een zogenaamde blokwal. De verdichte 20 cm-laag moet aan de volgende vereisten voldoen: bij een proctorgetal van 97 moet de vochtigheid van de verdichte leemlaag tussen de 13 en 18 procent zitten.

Proctortest op leem

Het blijkt dat de leem niet lukraak wordt aangebracht. Van elke aangevoerde lading wordt een monster genomen, waarvan de vochtigheid wordt bepaald. Maar de aannemer gaat hierbij niet over één nacht ijs. Ruud de Nooij heeft opdracht gekregen om daarnaast via een protocol steekproefsgewijs een tweede monster nemen. Hiervan bepaalt hijzelf met behulp van een magnetron en een nauwkeurige weegschaal de vochtigheid. Met de magnetron wordt het vocht uit het monster verdampt en door de gewichtsafname kan hij het vochtigheidspercentage berekenen. Volgens Verhoeve is dit een beproefde methode in de weg- en waterbouw. Het vochtpercentage speelt een belangrijke rol in het al dan niet waterdicht krijgen van de leemlaag. De droge dichtheid van een bodem blijkt namelijk afhankelijk te zijn van de hoeveelheid water die een bodem bevat op het moment van verdichting. Hiervoor bestaat een test, de Proctortest. Tussen de verdichting

en het vochtgehalte bestaat een verhouding waaronder een maximale waterdoorlatendheid wordt bereikt. Voor het product leem is een dichtheidsgetal van 97 gewenst, in combinatie met een vochtigheid die in de range ligt van 13 tot 18 procent. De onderzoeken hiertoe worden uitgevoerd door de GmbH waarmee Aha de Man in Duitsland samenwerkt. Ook Ruud de Nooij zal steekproefsgewijs weer extra monsters nemen van de aangebrachte en verdichte leemlagen, om zelf het vochtigheidspercentage te bepalen met behulp van magnetron en weegschaal.

Volgende laag

Friso Verhoeve: "Pas nadat onze opdrachtgever akkoord is met het aanbrengen van de eerste leemlaag volgens de afspraken en specificaties, beginnen we met het aanbrengen van de tweede laag, waarbij het proces van verdichten en meten zich herhaalt. De 40 cm leem wordt

uiteindelijk afgedekt met zo'n 20 cm steenslag in de range 0-32 mm. Dat doen we om erosie van de leemlaag te voorkomen. We kunnen straks alle analyses van de gebruikte producten aan de opdrachtgever laten zien, teneinde zoveel mogelijk discussies achteraf te voorkomen. Op het moment dat men bijvoorbeeld de steenslag 0-32 nogal grof vindt, kun je objectief gegevens overleggen die aantonen dat er geleverd en toegepast is wat we hebben afgesproken. Zo maken we dit bassin fasegewijs waterdicht op basis van waterdichte afspraken, en we gaan pas verder als de opdrachtgever akkoord gegaan is met de voorafgaande fase!"

Het bentonietbassin

Bij het tweede bassin blijkt sprake van chirurgisch ingrijpen met groot materieel. De graafmachine is net weer via de steile wand naar beneden gedirigeerd, om met gebruik van laserapparatuur de bodem van het bassin zo vlak mogelijk te maken. De wanden zijn vlak afgeschuind in een hoek van circa 30 graden. Een gedeelte van de schuine wanden is met een egale laag steenslag bedekt. Verdichting hiervan is uitgevoerd met een trilplaat. Verhoeve blijkt de ontwikkelingen kritisch te volgen, zowel het verwijderen van vuistdikke stenen uit het zandprofiel als de vlakheid en de verdichting van de aangebrachte steenslaglaag. De steenslaglaag wordt zo vlak mogelijk gemaakt en verdicht. Hier worden straks de rollen met bentoniet over uitgerold. De rollen liggen reeds klaar, "en de leverancier hiervan heeft aangegeven dat de steenslag voldoende vlak ligt om het bentoniet er rechtstreeks op aan te brengen", aldus Ruud de Nooij.



Op de voorgrond de blokwal waarmee Aha de Man de leemlagen verdicht. Vergelijk de wals met het principe waarmee schapen het keileem van een polderdijk met hun pootjes aanstampen.

Bentoniet

Wat is bentoniet eigenlijk voor een product? Ruud waarschuwt me direct om met mijn vingers van de beschermende folie af te blijken. "Als het nat wordt door een regenbui, zet het uit en kunnen we het niet meer verwerken." Bentoniet blijkt een in de natuur voorkomende natrium-kleisoort te zijn, met deeltjes die zo klein zijn dat ze de grond waterdicht kunnen maken. Bentoniet wordt bijvoorbeeld in de tunnelbouw toegepast, maar ook in de landbouw om zandgronden te verbeteren. Toevoeging van bentoniet aan de grond verbetert de vochtbehouding en zorgt dat er minder voedingsstoffen uitspoelen. Bij GC Westerwald wordt de bentoniet straks in stroken over de steenslag uitgerold met een overlapping van 30 cm. Eenmaal aangebracht is het de bedoeling dat de matten wél vocht opnemen - 1 kg bentoniet kan 10 kg water vasthouden - en een isolerende, waterdichte laag vormen. Door wateropname vormt de bentoniet namelijk een soort gel die, dankzij de mat die hem vasthoudt en de ondergrond van steenslag, niet van zijn plaats komt.

Stijgbuis

Middenin het bassin dat met bentoniet bekleed gaat worden, staat een verticale buis. Ik vraag Ruud naar het nut hiervan. Het blijkt dat grondwater afkomstig van de heuvels via deze stijgbuis in het bassin kan komen. "De gedachte is dat het grondwater gefilterd wordt door de steenslaglaag onder het bentoniet. Op de bodem is een drainagesysteem aangelegd, dat afwatert op een verzamelput waarop de stijgbuis is aangesloten. Dat is echter niet het



Bentonietmatten op rol: zorg dat er geen regenwater bij komt.

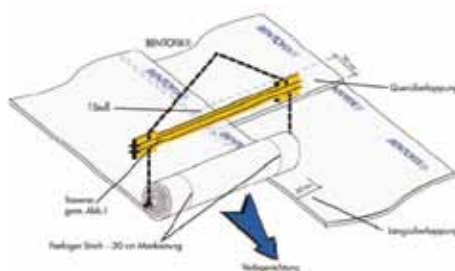
enige drainagesysteem: in de steenslag die is aangebracht op de bodem onder het bentoniet zijn nog meer drainagereeksen aangelegd, waardoor eventueel water onttrokken kan worden. Maar ook maakt dit een beoordeling van de kwaliteit van het uit de heuvels toestromende grondwater mogelijk.

Geotextiel

Het bentonietbassin is in de dagen die volgden door de aannemer volledig voorzien van steenslag en bentoniet. Vervolgens werd op de bentoniet een laag aarde aangebracht met een dikte van 20 cm. Hier overheen hebben de medewerkers van Aha de Man de geotextiel uitgespreid. Hierop is weer een egale laag steenslag aangebracht, die het doek beschermt tegen beschadiging en de waterlijn tegen erosie. Al met al denkt aannemer Aha de Man de twee bassins afdoende afgedicht te hebben, en de vijvers beginnen zich te vullen. Opzet is dat men hier schoon water krijgt dat niet verontreinigd is met beschermingsmiddelen of meststoffen die zich in de bodem bevinden.

Nauwelijks storend

De redactie bezoekt de bouwputten bij de GC Westerwald eind april. Voor het bouwmaterieel en bouw materiaal was een speciaal depot aangelegd, uitgehakt in het kreupelhout, onzichtbaar voor de golfers. Hiervandaan lag een baan rijplaten dwars over de fairway naar de bouwplaats. Voor de golfers was het eigenlijk nauwelijks storend dat hier zo'n groot karwei werd uitgevoerd. "Netjes werken is ook van belang", meldde Friso Verhoeve. "Als we zo'n project starten, bepalen we eerst hoe we het meest efficiënt met de transporten bij het karwei kunnen komen. Dat doen we bij voorkeur langs de verharde paden. En als we een fairway moeten oversteken, doen we dat haaks en zorgen we dat we de rijplaten tijdens droogte kunnen leggen. Zo minimaliseren we eventuele schade aan de baan, die je als aannemer toch



Een overlap van 30 cm wordt gehanteerd.

weer zelf moet herstellen. Het concreet inbouwen van zeven ijkpunten tijdens het aanlegproces is ons uitstekend bevallen. Het project werd eind mei opgeleverd.

Opbouw bekledingslagen

Bassin met leembekleding:
20 cm leem, verdichten
20 cm leem verdichten
Steenslag 0-32 mm

Bassin met bentonietbekleding:
Steenslag 0-32 mm
Bentonietdoek
Lavazand
Geotextiel: Secugrid 60/20 R6 (PET)
Erosiewerende steenslag

De gecontroleerde eigenschappen van aangebrachte leemmateriaal (Afdichteton) volgens DIN-normen

Bepaling van het *watergehalte* volgens DIN 18121

Om het natuurlijke watergehalte te bepalen werd een proefmonster van het leemmateriaal samengesteld. Uitslag van het laboratoriumonderzoek was: natuurlijke watergehalte van 13,4%

Bepaling van *proctordichtheid* volgens DIN 18127

Het laboratoriumonderzoek liet een proctordichtheid van 1,806 g/cm³ zien bij een optimale watergehalte van 15,6%. Volgens de uitgangspunten dient een proctordichtheid van 97% behaald te worden. Het watergehalte van het leem dient bij de verwerking tussen 13,4% en 18,5% te liggen. Het onderzochte proefmonster voldoet minimaal (13,4%) aan de vereisten, zodat bij het materiaal voorafgaand aan de verwerking werd bevochtigd om zodoende het optimale watergehalte te bereiken.

Bepaling van de *doorlaatbaarheid* volgens DIN 18130

Een waterdoorlaatbaarheid waarde van $k \leq 10^{-8}$ m/s wordt vereist. Uit laboratoriumonderzoek bleek dat $k = 1,7 \times 10^{-10}$ na 7 uren. Dit voldoet ruimschots aan de gestelde normen