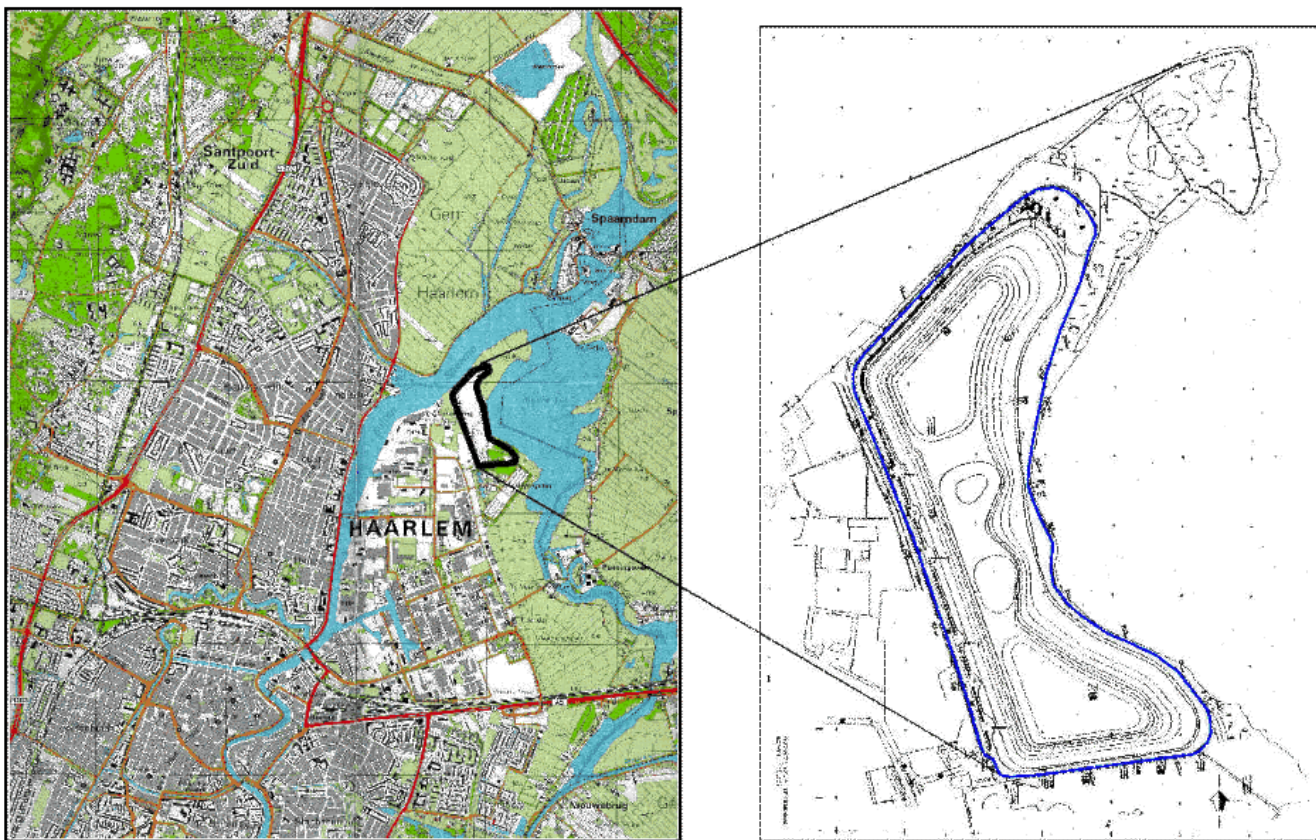


# GEOHYDROLOGISCHE ISOLATIE VAN HET STORT SCHOTEROOG DOOR MIDDEL VAN EEN CEMENT-BENTONIET-FOLIE WAND

## *Inleiding*

*Bij de sanering en herinrichting van het stort Schoteroog bij Haarlem wordt de geohydrologische isolatie van de stortplaats verwezenlijkt door middel van een cement-bentoniet foliewand. Cofra B.V. heeft in samenwerking met Fundamentum B.V. in opdracht van de Provincie Noord-Holland de schermwand aangebracht. De schermwand rond het stort bestaat uit een 120 mm dikke cement-bentonietwand waarin een HDPE folie wordt aangebracht. Dit type schermwand combineert een minimale doorlatendheid met een hoge mechanische bestendigheid en levensduur. De foliewand bestaat uit panelen die net als damwandprofielen door middel van sloten aan elkaar verbonden worden. Op het stort Schoteroog is een meetsysteem aangebracht om de doorlatendheid van de sloten in-situ te meten. Deze publicatie geeft een overzicht over het project, de toepassing en uitvoering van de schermwand en de resultaten van de doorlatendheids-metingen aan de sloten.*



**Figuur 1**

### **Herinrichting en sanering van het stort Schoteroog**

In de periode 1971 tot 1977 is het stort Schoteroog (figuur 1) gebruikt voor het storten van huisvuil, puin en bedrijfsafval. De Provincie Noord-Holland heeft het stort Schoteroog tijdelijk opnieuw in gebruik genomen. Gedurende een periode van 1,5 jaar is circa 450.000 m<sup>3</sup> afvalstoffen gestort. Voor het

heropenen van het stort is door de Onderzoeksdienst voor Milieu en Grondmechanica Amsterdam (OMEGAM) een nader bodemonderzoek uitgevoerd. Uit het nader onderzoek is naar voren gekomen dat het stort gesaneerd dient te worden volgens het IBC-beginsel (isoleren, beheersen en controleren).

Op basis van dit nader onderzoek is door de Provincie Noord-Holland een herinrichtingsplan opgesteld. Een belangrijk onderdeel van de sanering is het beheersen van de verontreiniging van het grondwater. Het stort grenst voor een groot gedeelte

aan het open water van het Noorder Buiten Spaarne en Mooie Nel. Daarnaast bevindt zich ten zuidwesten van het stort een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) die grondwater onttrekt.

Het stort is een inzigsgebied en de grondwateronttrekking door de RWZI veroorzaakt een stroming van het verontreinigde grondwater van onder het stort richting de rioolzuiveringsinstallatie.

Als onderdeel van de sanering is daarom een geohydrologische isolatie voorzien.

Deze bestaat uit de volgende onderdelen

- een schermwand rond het stort
- een bovenafdichting
- 21 onttrekkingsfilters.

Door een stijghoogteverlaging binnen de schermwand wordt toestroming van grondwater naar het stort geforceerd. Daarnaast wordt door de schermwand de invloed op de stijghoogte van het grondwater buiten het stort sterk beperkt, is er een kleinere kans op het aantrekken van verontreinigingen van andere locaties. Bovendien de hoeveelheid te zuiveren percolaat verminderd.

Uit modelberekeningen met MICROFEM volgt dat in de exploitatiefase de hoeveelheid te onttrekken percolaat tot 5 maal geringer is dan bij het toepassen van een stijghoogteverlaging zonder schermwand. In de eindfase loopt dit op tot een factor 7 door het voltooiën van de bovenafdichting. Uit de modelberekeningen volgt voor de beheersfase een debiet van 100 m<sup>3</sup> tot 125 m<sup>3</sup> dag bij het toepassen van 21 onttrekkingsfilters en een stijghoogteverschil van 1 meter.

### Schermwandvarianten


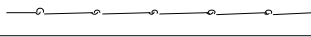
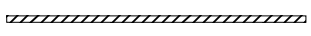
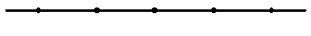

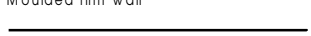

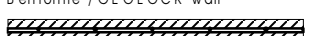
Schermwanden kunnen op verschillende wijzen worden uitgevoerd. Aan de toepassing en uitvoering van de schermwand worden de volgende eisen gesteld:

- Minimale lengte
- Optimale waterdichtheid
- Chemische bestendigheid

- Levensduur
- Kosten
- Constructieve eigenschappen van de wand (vervorming bij belasting)
- Maximaal gewicht materieel overige beperkende factoren (obstakels in de grond)

Voor verschillende typen schermwand zijn de bovengenoemde eisen samengevat in tabel 1

In de tabel staan twee GEOLOCK toepassingen vermeld. Bij het toepassen van de GEOLOCK folie in slappe grond, zonder scherpe obstakels, kan enkel de folie als wand worden aangebracht. De wand wordt door middel van een trilblok of door middel van spuitlansen aangebracht. De toepassing van GEOLOCK in combinatie met een cement/bentoniet-wand is zeer goed bestand tegen ob-

	Obstacles	Chemical resistance	Life	Nuisance	Mobilisation (weeks)	Depth (m)	k-Value (10 <sup>-9</sup> m/s)	Thickness (mm)
E = Excellent G = Good F = Fair S = Satisfactory P = Poor ?* = Leakage at lock ?** = Underseepage								
Steel sheet piled wall (heavy) 	G	S	S	P	1	20	?*	10
Steel sheet piled wall (light) 	P	S	P	G	1	10	?*	2
Bentonite wall 	F	E	F	F	2	25	10	100
Injection-moulded film wall 	P	E	E	F	2	15	?*	2
- GEOLOCK - 	P	E	E	E	1	25	0.00001	4
Moulded film wall 	G	E	E	F	1	5	**	1
Excavated bentonite wall 	E	G	G	F	4	70	1	600
Bentonite / GEOLOCK wall 	E	E	E	F	4	50	0.0001	100

TABEL 1

stakels in, en vervorming van de grond. De cement-bentoniet foliewand levert de geringste doorlatendheid. In tabel 2 zijn de doorlatendheden van de verschillende GEOLOCK systemen samengevat. De waarden zijn gebaseerd op 1 m stijghoogteverschil.

**TABEL 2 GEOLOCK schermen met breedte 2 m, voor 1 m stijghoogteverschil over de wand gebaseerd op laboratorium proeven.**

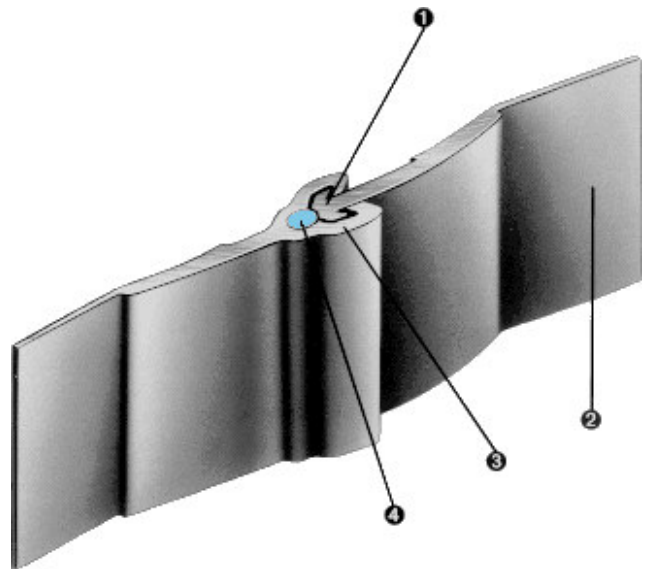
	Dikte Mm	k-waarde m/s	Debiet l/m <sup>2</sup> /jaar
Geolock gespoten	2	10 <sup>-13</sup>	1,8
Bentoniet/cement	800	10 <sup>-8</sup>	10,8
Geolock in bentoniet	100	10 <sup>-12</sup>	0,3

De GEOLOCK foliewand bestaat uit panelen HD-PE-folie die door middel van sloten aan elkaar verbonden worden. In het slot is een ruimte vrijgelaten dat gevuld wordt met een expansieprofiel Hydrotite (4). Dit is een neopreen rubber met een hoge chemische bestendigheid dat kan zwellen tot circa 16 maal het oorspronkelijke volume. Door het zwellen van Hydrotite neemt de doorlatendheid van de sloten zeer sterk af. De sloten met het expansieprofiel Hydrotite zijn weergegeven in figuur 2. De materiaaleigenschappen van Geolock zijn samengevat in tabel 3. De sloten (1,3) worden op de folie (2) gelast. Het slot heeft een grotere treksterkte dan de folie zelf. Dit betekent dat de waterdichtheid ook bij zeer grote vervormingen nog gehandhaafd blijft. De doorlatendheid van de 120 mm dikke cement-bentoniet GEOLOCK wand uitgedrukt in debiet/m<sup>2</sup>/jaar is een factor 36 lager dan de doorlatendheid van een cement bentonietwand zonder folie.

**TABEL 3 Eigenschappen GEOLOCK schermen**

Paneelbreedte	0.5-5 m
Dikte	2 mm
Lengte	4-30 m
Gewicht	2 kg/m <sup>2</sup>
Treksterkte folie	34 kN/m
Treksterkte slot	50 kN/m
Doorlatendheid slot	3,5 l/jaar/m bij 10 kPa
Rek bij breuk	18%
Elasticiteitsmodulus	800 N/mm <sup>2</sup>

**FIGUUR 2 Slotconstructie**



**Met het GEOLOCK systeem is reeds** zeer veel ervaring opgedaan. De toepassingen betreffen:

- hydraulische isolatie van verontreiniging
- beperking van de grondwaterstroming door bijvoorbeeld dijken
- isolatie van gassen bij stortplaatsen.

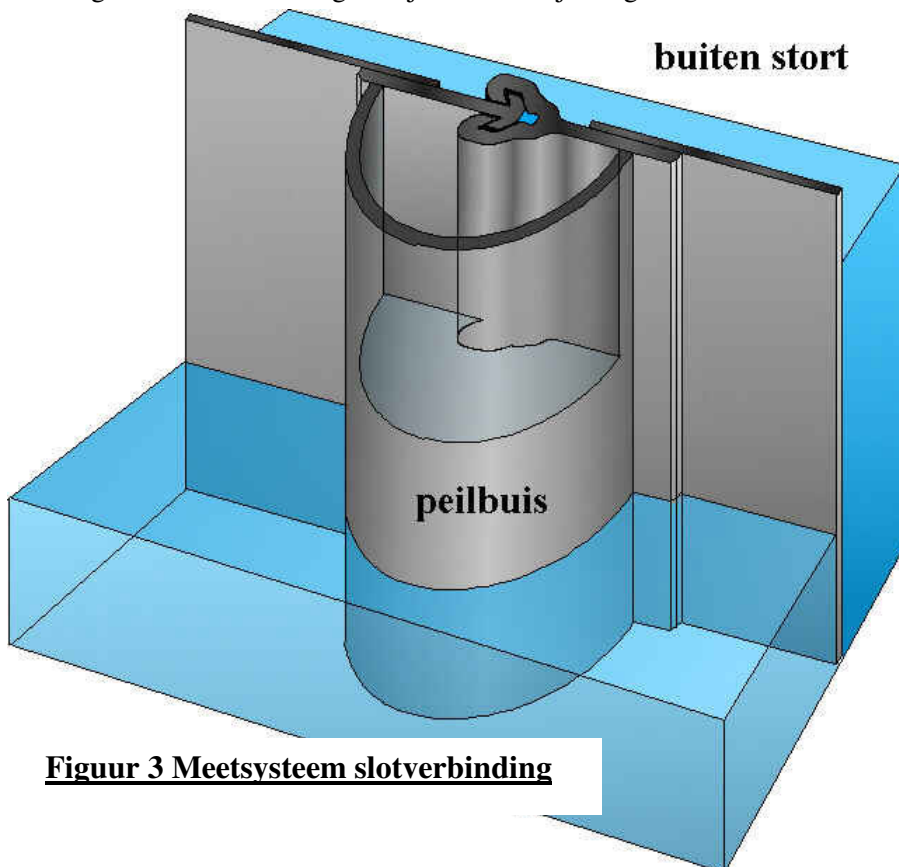
Vanwege deze eigenschappen is besloten de schermwand rond het stort Schoteroog uit te voeren als cement-bentoniet GEOLOCK wand.

## Cement-bentoniet GEOLOCK wand Schoteroog

De bodem onder het stort Schoteroog bestaat tot circa N.A.P. -3 m uit een zandige toplaag op een circa 1 tot 1,5 m dikke veenlaag. Hieronder bevinden zich zandige lagen en soms schelpenbanken. Op circa m.v. -11 m à -12 m bevindt zich een zandige kleilaag die in de geohydrologische isolatie fungeert als onderafsluiting. De bestekseis is een schermwand tot in deze laag met een dikte van 120 mm en een doorlatendheid beneden de  $10^{-9}$  m/s.

Bij de installatie van de schermwand werden de volgende problemen ondervonden:

- overconsumptie van het cement-bentonietmengsel, veroorzaakt door afvloeien van het mengsel in de zand- en schelpenlagen
- instabiliteit van de wanden in de zandlagen, veroorzaakt door liquefactie van deze zandlagen door het intrillen van de schermen. De zandlagen worden gekarakteriseerd door hoge conusweerstand en een zeer geringe spreiding in korrelgrootte. Dit duidt op een, zeer dichte pakking die derhalve gevoelig is voor liquefactie. Dit wordt tevens onderschreven door sonderingen die na de aanleg nabij de sleuf zijn uitge-



**Figuur 3 Meetsysteem slotverbinding**

voerd en nauwelijks een verandering in conusweerstand laten zien.

Na aanpassing van de samenstelling van het bentoniet-cement mengsel kon de wand tot de uiteindelijke diepte worden aangebracht. De totale lengte van het schermwandtrace bedraagt circa 2.415 m en met de 1180 geïnstalleerde panelen is een schermwand met een oppervlakte van 29.103 m<sup>2</sup> verkregen. De gemiddelde lengte van de schermen en sloten bedraagt 12,10 m, zodat een lengte van 14.278 m aan sloten is geïnstalleerd.

## In-situ meting van de doorlatendheid van de GEOLOCK schermwand

Om de doorlatendheid van de aangebrachte schermwand te testen is op een aantal sloten een meetstelsel aangebracht. Ten behoeve van de geohydrologische isolatie wordt binnen de schermwand de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket met 1 m verlaagd tot circa N.A.P. - 1,60 m. Hierdoor wordt een kwelsituatie verkregen, waar oorspronkelijk sprake was van een inzijsituatie. Buiten de schermwand bedraagt de grondwaterstand voor de schermwand circa N.A.P. -0,60 m a N.A.P. -0,80 m. Om het debiet door het slot te meten is aan de binnenzijde van het slot een halve buis om het slot aangebracht. In de buis kan de stijghoogte van het water gemeten worden ten opzichte van de grondwaterstanden binnen en buiten de schermwand. Uit deze verschillen en de slotlengte in de meetbuis wordt het debiet terugerekend

Uit het slotmeetsysteem volgt een gemiddelde lekkage van 3,21 cm<sup>3</sup>/dag per meter slotlengte en per m stijghoogteverschil. Voor de gehele schermwand betekent dit een lekkage van circa 46 liter per dag.

In de periode waarin de metingen aan de sloten zijn uitgevoerd, zijn ook de debieten gemeten van de pompen binnen de schermwand. Het totale debiet bedraagt over de periode mei '96 tot en met september '96 circa 17.742 m<sup>3</sup>, ofwel 131 m<sup>3</sup> per etmaal. Over dezelfde periode bedraagt de lekkage door de sloten



slechts 6,6 m<sup>3</sup>. Het is duidelijk dat het aandeel van de lekkage door de sloten verwaarloosbaar is.

De zomer van 1996 werd gekenmerkt door een neerslagtekort. De neerslag in de meetperiode lag beneden de verdamping. Dit betekent dat in de meetperiode het aandeel van de neerslag in het afgepompte water eveneens nihil is. Het bereikte debiet is voor deze periode alleen afhankelijk van het ingestelde stijghoogteverschil tussen de binnen- en buitenzijde van de schermwand en geeft derhalve een goede indicatie voor het debiet in de beheersfase waarin ook de bovenafdichting voltooid is.

Uit de metingen kan tevens de weerstand van de wand worden berekend. Uit de gemeten lekkage van



**Figuur 4 Installatie Geolock panelen**

de sloten kan de theoretische doorlatendheid van een 120 mm dikke Geolock-bentonietwand berekend worden. Deze waarde komt op  $3,6 \cdot 10^{-12}$  m/s. Deze waarde is afgeleid van de gemeten doorlatendheid van de sloten plus de bekende doorlatendheid van de HDPE-folie van 1,08 cm<sup>3</sup>/dag/m<sup>2</sup> bij een verval van 10 kPa. Hiermee wordt ruimschoots aan de bestekseis van  $k < 10^{-9}$  m/s voor een 120 mm dikke wand voldaan.

### **Conclusies**

Voor de geohydrologische isolatie van het stort Schoteroog in het kader van de sanering deel uitmakend van het herinrichtingsplan van de Provincie Noord-Holland is een cement-bentoniet GEOLOCK wand aangebracht.

Uit metingen volgt dat de doorlatendheid beduidend lager is dan de volgens de bestekseisen vereiste maximale doorlatendheid.

In het project Schoteroog is door middel van het slotmeetsysteem aangetoond dat een voldoende isolatie verkregen kan worden door middel van deze cement-bentoniet GEOLOCK wand.

Jan-Leen Stam, OMEGAM