



Aan : E. van Leeuwen
E. Koeijers

Kopie aan : M. Brusse

Datum : 11 december 2008

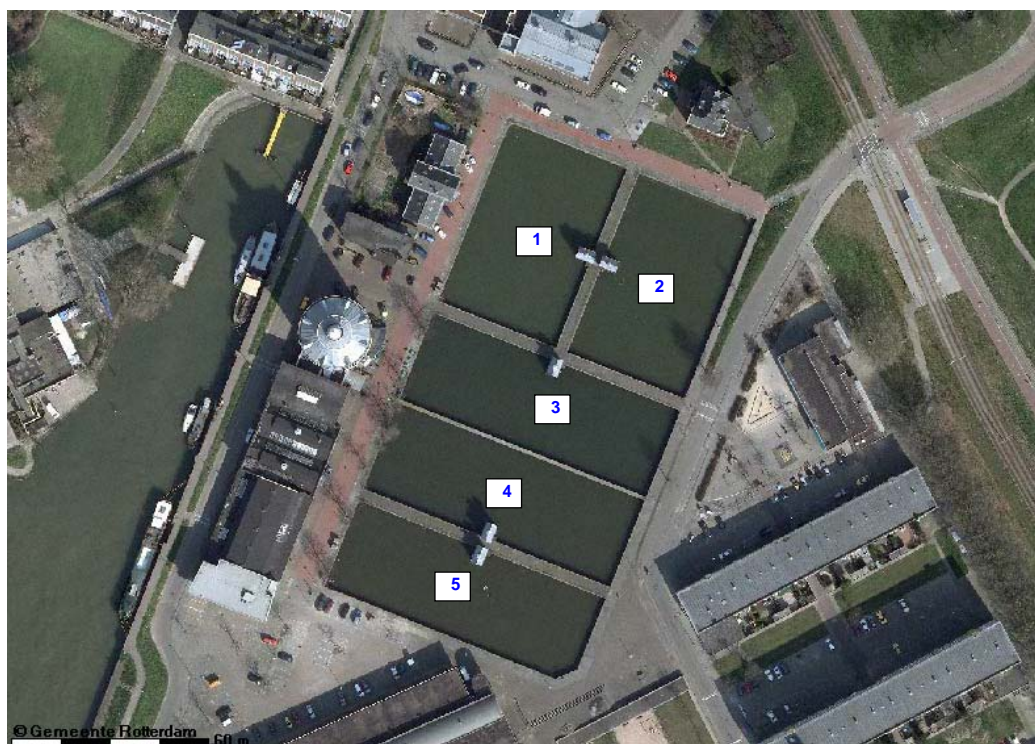
Betreft : Restauratie filterbakken DWL
Geotechnische en geohydrologische
aspecten

Projectcode : HH1555A

Inleiding

De Gemeente Rotterdam is voornemens de filterbakken (waterbassins) en filterhuisjes van het voormalig DWL-terrein in De Esch te laten restaureren. Deze bebouwing is samen de watertoren opgenomen in de Rijksmonumentenlijst.

In dit kader is door BVO aan het Ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam (IGWR) o.a. opdracht gegeven voor het voorbereiden en het verrichten van advieswerkzaamheden betreffende de restauratie van de filterbakken. Deze zijn 1 t/m 5 genummerd, zoals is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. locatie filterbakken



De restauratiewerkzaamheden van de filterbakken betreffen het herstel, in principe, in den droge van het metselwerk van de muren. Hiervoor zullen de filterbakken gefaseerd droog worden gezet.

Als gevolg van het droogzetten ontstaan risico's zoals het opdrijfgevaar van de vloeren en lekkages van grondwater en/of lekkages van andere bakken.

In deze notitie wordt ingegaan op deze risico's en mogelijke maatregelen.

Fasering droogzetten filterbakken

De restauratie van de filterbakken zal volgens de huidige plannen in vijf fasen –één per filterbak- worden uitgevoerd. In elke fase zal de waterspiegel in de desbetreffende filterbak worden verlaagd en eventueel droog worden gezet. Na de inspectie van de muren zal het beschadigd metselwerk worden hersteld. Er zijn geen herstelwerkzaamheden voorzien voor de vloer van de filterbakken.

Conform afspraken met de Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenwaard (het bevoegd gezag voor de keurvergunning) dient het waterpeil in de overige vier filterbakken tijdens de werkzaamheden niet verlaagd te worden.

Volgens onderzoek door TNO (rapport nr. 2008-D-R0249/B, d.d. 28-02-2008) is het metselwerk beneden de waterspiegel weinig tot niet aangetast, met uitzondering van enkele scheuren in filterbak 3 die lekkages veroorzaken.

Boven de waterspiegel is het metselwerk van de muurdammen en wanden van de filterbakken 1 t/m 5 sterk aangetast door vorst. Hier moet rekening worden gehouden met uitgebreide reparaties.

Beschrijving van de filterbakken

De informatie van de filterbakken is voornamelijk ontleend aan het IGWR-rapport "Archiefonderzoek DWL-terrein", projectcode HH999 (concept) d.d. 30 mei 2006. Aanvullende informatie is ontleend aan bestekstekeningen en actuele meetgegevens.

De filterbakken hebben de volgende afmetingen (binnenwerks).

- Bak nr. 1 : 39,5m x 56,0 m
- Bak nr. 2 : 39,5 m x 56,0 m
- Bak nr. 3 : 28,0 m x 78,0 m
- Bak nr. 4 : 28,0 m x 78,0 m
- Bak nr. 5 : 28,0 m x 78,0 m

Kanalen zijn gesitueerd tussen filterbak 1 en 2; tussen filterbakken 1,2 enerzijds en filterbak 3 anderzijds; langs de westelijke zijde van filterbakken 3 en 4; tussen de filterbakken 4 en 5.

De fundering van de filterbakken bestaat uit:

- houten palen met een lengte van 16 meter;
- kespen van dennenhout 200 x 250 mm;
- funderingsvloer met een dikte van 60 mm.



De filtervloer zelf bestaat volgens de bestekstekeningen uit een stenen vloer met een dikte van 0,18 m, afgedekt met klinkers op sterke basterdras met een dikte van 0,11 m. De totale dikte van de vloer bedraagt derhalve 0,29m (0,3 m afgerond).

Hoogtematen:

- Maaiveldhoogte rondom bakken : NAP +2,45 m à 2,65 m
- Bovenkant metselwerk (muren) : ca. NAP +2,60 m
- Bodempeil filterbakken : NAP -0,36 m (RP +0,29 m)
- Waterpeil filterbakken : ca. NAP +1,25 m
- Bovenkant funderingsvloer : NAP -0,65 m (R.P.)
- Bovenkant stenenvloer : NAP -0,47m (RP +0,18 m)
- Bovenkant filtervloer : NAP -0,36m (idem bodempeil filterbakken)

Onderzoek grondwaterpeilen

Om het oprijfgevaar van filterbakken te kunnen bepalen en eventuele grondwaterlekkages van buiten te kunnen traceren, is het noodzakelijk om de grondwaterstanden te meten. Hiervoor zijn 10 peilbuizen rondom de filterbakken geplaatst. Deze zijn als IJ17 t/m IJ26 gecodeerd.

De metingen zijn vanaf oktober 2008 t/m september 2009 gepland. Bij elke meetronde wordt ook het waterniveau in de filterbakken gemeten. Een tekening met de locatie van de peilbuizen is opgenomen in bijlage 1 en de meetgegevens tot 18 november 2008 in bijlage 2.

In de filterbakken is een waterpeil NAP +1,29 en +1,35m gemeten.

Ten opzichte van het waterpeil werd er het volgende waargenomen:

- De grondwaterstanden (NAP +1,2 à 1,5m) liggen hoger aan de westzijde van bakken 1 t/m 4, aan de noordzijde van bakken 4 en 5 en aan de zuidzijde van bak 1. Uitschieters (> NAP +2,0 m) zijn gemeten t.p.v. peilbuis IJ24.
- Aan de oostzijde van bakken 1, 2, 3 en 5 liggen de grondwaterstanden (NAP +1,0 à 1,2m) lager ten opzichte van het waterpeil in de filterbakken.

Opgemerkt wordt dat de filterbakken bij zware regenval een tijdelijk hoger peil kunnen hebben.

Grondgesteldheid

Gebaseerd op beschikbare grondgegevens kan de grondopbouw als volgt worden beschreven:

Vanaf het maaiveld, liggend op ca. NAP +2,6m tot ca. NAP +1,0 à 1,5, is een zandlaag aanwezig. Hieronder komt klei met tussenliggende veenlagen aangetroffen tot ca. NAP -16m. Hieronder is het pleistoceen zandpakket aanwezig.

Uit de handboringen, die gemaakt zijn voor het plaatsen van peilbuizen, blijkt dat op sommige locaties in de directe omgeving van de filterbakken de bovenste zandlaag dikker is dan 2 meter. Hoogstwaarschijnlijk zijn dit aanvullingen van de bouwput geweest.



Risico's tijdens het restauratiewerk

Bij het verlagen van de waterspiegel en eventueel het droogzetten van de filterbakken ontstaan –vanuit geohydrologische en geotechnische opzichten- de volgende risico's:

- A) Opdrijfgevaar vloer filterbakken.
- B) Lekkage vanuit met water gevulde filterbakken.
- C) Lekkage van grondwater.
- D) Stabiliteit van de kerende muren van de filterbakken.
- E) Invloed buitenwater

Ad. A. Opdrijfgevaar

Om schade aan de vloer bij het droogzetten van een filterbak te voorkomen moet de opwaartse grondwaterdruk aan de onderkant van de funderingsvloer kleiner dan of gelijk zijn aan de neerwaartse druk bestaande uit het gewicht van de vloerconstructie met eventuele ballast of water.

De opwaartse grondwaterdruk bedraagt 19 kN/m^2 bij een gemiddelde grondwaterstand van NAP +1,25m en 29 kN/m^2 bij een hoge grondwaterstand van NAP +2,25m. De neerwaartse druk bedraagt ca. 6 kN/m^2 (gewicht vloer = $0,3 \text{ m} \times 20 \text{ kN/m}^3$) bij het volledig droogzetten van de filterbak. Hier wordt het gewicht van de kessen en de houten funderingsvloer alsmede eventuele hechting van de vloer met de houtenpalen of adhesie veiligheidshalve niet in rekening gebracht. Daar tegenover wordt voor de bovenbelasting geen belastingfactor (0,9) toegepast.

Indien de filterbakken volledig worden drooggezet is theoretisch en extra neerwaartse druk van ten minste 13 kN/m^2 noodzakelijk om het verticale evenwicht te waarborgen. De maximale theoretische verlaging van de waterspiegel is in dit geval NAP +0,65m.

Opgemerkt wordt dat tijdens het onderzoek door TNO de waterspiegel van filterbak 3 zeer tijdelijk tot ca. 0,5 m boven de bodem (ca. NAP +0,15m) is verlaagd, maar er is toen geen opdrijving opgetreden. Dit is waarschijnlijk mede te danken aan de korte duur van de ingreep.

Maatregelen

Om het risico van opdrijven te minimaliseren kunnen de volgende maatregelen worden overwogen:

Bij verlagingen van de waterspiegel tot NAP -0,35m (bodem) à NAP +0,65m:

- ☐ Het ballasten van de vloer met een belasting van ca. 13 kN/m^2 . De ballast kan bestaan bijvoorbeeld uit een laag schoonzand met een dikte van 0,75 m; big bags gevuld met zand of zandzakken of andere n.t.b. ballast materialen. Rondom de bakken dient brombemaling te worden aangebracht om hogere grondwaterstanden dan NAP +1,25 m te voorkomen.
- ☐ Een maatregel om verticale stabiliteit te bereiken is het verlagen van het freatisch grondwater tot ca. NAP -0,05 m. Deze maatregel wordt niet aanbevolen vanwege de invloed van de bemaling op de paalfundering van de muren (extra negatieve kleeft), leidingen en beplanting. Daarbij bestaat het risico dat de bemaling niet efficiënt werkt vanwege lekkages van de andere filterbakken.

Bij een waterspiegel hoger dan NAP +0,65 m zijn in de filterbakken geen maatregelen nodig. Alleen een bemalingssysteem voor noodsituaties (hoge grondwaterstanden) is nodig.

Ad B. Lekkage uit met water gevulde filterbakken.

Indien een verbinding (scheuren) via de muren of vloer tussen filterbakken is, bestaat het risico dat te veel water binnenstroomt in de drooggezette filterbak waardoor het continu rondpompen van het water noodzakelijk zou zijn. In dit geval zouden extra pompcapaciteit worden ingezet. Een andere maatregel is de scheuren (indien mogelijk) dicht te zetten.

Opgemerkt wordt dat tijdens het onderzoek door TNO enkele lekkages in de verbindingsmuur tussen bakken 3 en 4 zijn waargenomen. De aanwezigheid van lekkages via de vloer is niet onderzocht.

Ad C. Lekkage van grondwater.

Bij de aanwezigheid van scheuren in de muren of in de vloer bestaat het risico dat grondwater naar de filterbak stroomt. Maatregelen om dit risico te beperken zijn: Bemaling toepassen rondom de bakken of indien mogelijk, het dichtzetten van de scheuren. In ieder geval er kan onzekerheid ontstaan over de afkomst van het water (grondwater of water uit andere bak).

Ad. D Stabiliteit van de kerende muren van de filterbakken.

Na het verlagen van de waterspiegel of het droogzetten van een filterbak worden de muren van de filterbak volledig door grond- en grondwaterdrukken belast. Het risico bestaat dat de muur gedeeltelijk kantelt en nieuwe scheuren ontstaan. Opgemerkt wordt dat, volgens het onderzoek van TNO, blijkt dat de staat van de paalfundering goed is.

Mogelijke maatregelen zijn het graven van ontlastsleuven aan de landzijde van de muren; het verlagen van de grondwaterstand; het wegnemen van terreinbelasting naast de desbetreffende filterbak.

Via berekeningen van de keerwanden moet worden aangetoond of dit risico reëel en dat de maatregelen noodzakelijk zijn.

Ad. E) Invloed buitenwater

De afstand tussen de kadelijs van de Watertorenhaven en de westelijke rand van de filterbakken bedraagt circa 35 m. De gemiddelde waterstanden in de Watertorenhaven variëren tussen circa NAP -0,4m (GLW) en circa NAP +1,3 m (GWH). Bij een verbinding tussen de opgebrachte zandlaag en het openwater (bij een lekke kademuur) zou voornamelijk grondwaterstroming richting de haven plaatsvinden en alleen bij hoogwater zou grondwaterstroming landinwaarts gebeuren.

De aanwezigheid van een dergelijke verbinding kan niet op basis van de bestaande gegevens worden vastgesteld. De invloed van getijdewerking kan alleen op basis van continu metingen worden bepaald.

In ieder gevaar kan worden aangenomen dat de het risico van instromen van buitenwater in de filterbakken gering is. Maatregelen zijn vooralsnog niet noodzakelijk.

Conclusies en advies

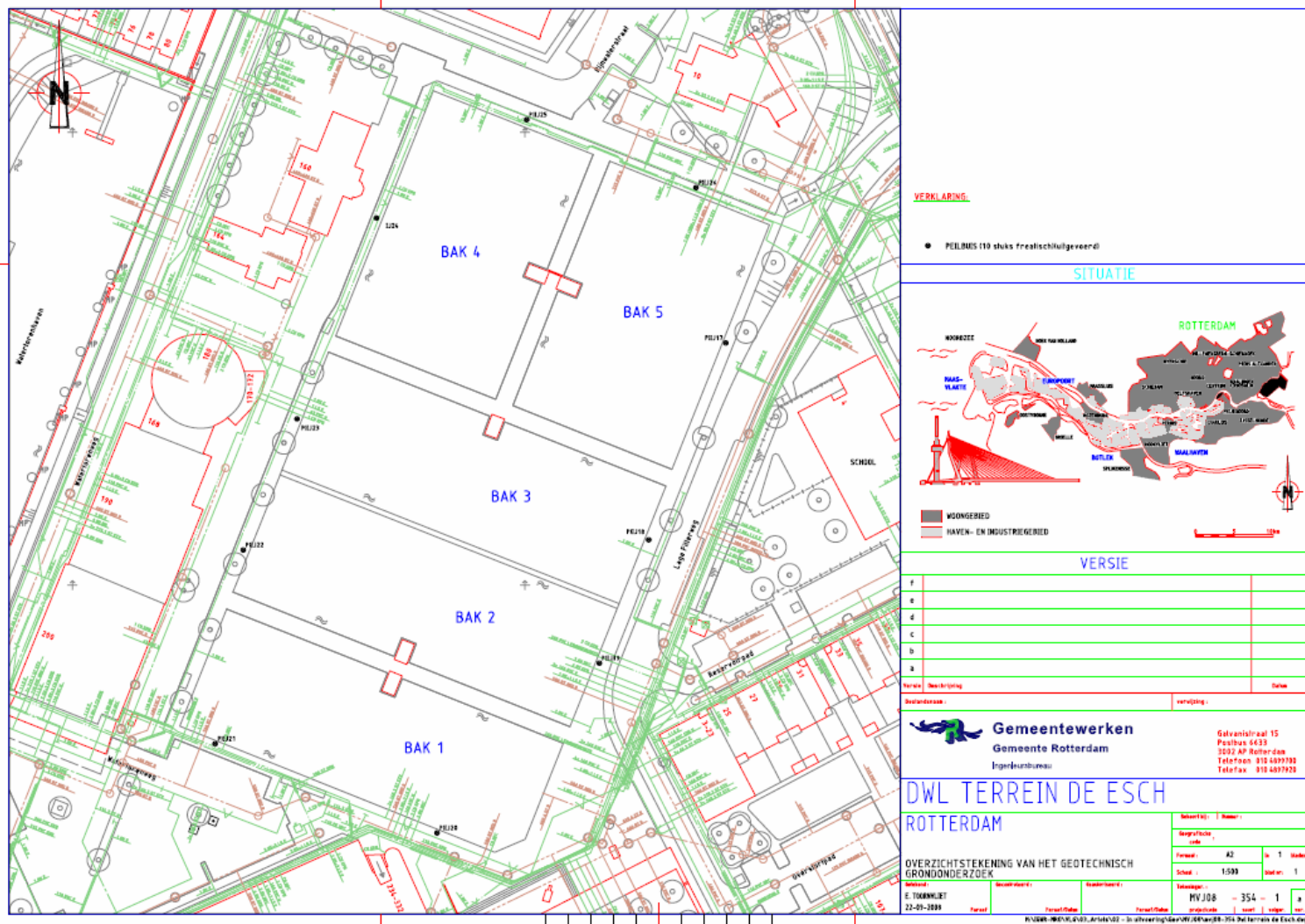
Ten behoeve van het herstel van het metselwerk van de filterbakken 1 t/m 5 van het voormalig DWL-terrein gefaseerd wordend uitgevoerd. In deze notitie zijn de risico's van het droogzetten of verlagen van de waterpeilen bestudeerd en maatregelen voorgesteld. De volgende conclusies worden getrokken:

- Bij het droogzetten van de filterbakken bestaat het risico van opdrijving van de vloer. Het opdrijfgevaar ontstaat bij een verlaging van de waterspiegel beneden NAP +0,65m. Met maatregelen zoals het ballasten van de vloer in combinatie met beperkte freatische bemaling kunnen de filterbakken volledig worden drooggezet.
- De risico van lekkages van andere filterbakken of van het grondwater is reëel. De omvang hiervan kan pas via onderzoek plaatsvinden of in de uitvoeringsfase. Dit risico kan worden beheerst door toepassing van voldoende pompcapaciteit.
- Door het verlagen van de waterspiegel in de bak zullen de gronddrukken aan de buitenzijde van de muren toenemen. De vraag is of hierdoor de muur kan verplaatsen of kantelen met nieuwe scheuren en lekkage tot gevolg. Dit moet nader door een constructeur worden onderzocht. Mogelijk zijn maatregelen als steunbermen in de filterbak noodzakelijk.
- De invloed van het buitenwater op het grondwaterregime is beperkt en kan worden beheerst met noodbemaling.

Het volgende wordt aanbevolen:

- Het voortzetten van peilbuismetingen tot 2009. De peilbuizen dienen te worden gehandhaafd voor later gebruik tijdens de restauratiewerkzaamheden.
- Het toetsen van de stabiliteit van de muren van de filterbakken in een droge toestand.
- Zoals uit het onderzoek door TNO blijkt, is de staat van het metselwerk beneden het reguliere waterpeil (onder vorstgrens) redelijk goed, met uitzondering van scheuren. Overwogen kan worden om het herstel beneden de vorstgrens achterwege te laten. In dit geval kan het restauratiewerk met beperkte maatregelen worden uitgevoerd.

Bijlage 1. Tekening met situatie van de peilbuizen



Bijlage 2. Peilbuismetingen en waterstanden filterbakken tot 18 november 2008

project **DWL Terrein de Esch**
werknummer MVJ08354
Klant H & T
contact persoon J. Salazar

peilbuis codering	PB IJ17	PB IJ18	PB IJ 19	PB IJ 20	PB IJ 21	PB IJ 22	PB IJ 23	PB IJ 24	PB IJ 25	PB IJ 26	Bak 1	Bak 2	Bak 3	Bak 4	Bak 5
datum plaatsing	6 okt 2008	6 okt 2008	6 okt 2008	6 okt 2008	6 okt 2008	6 okt 2008	6 okt 2008	6 okt 2008	6 okt 2008	6 okt 2008	6 aug 2008	6 aug 2008	6 aug 2008	6 aug 2008	6 aug 2008
maaiveld	2,47	2,59	2,52	2,51	2,65	2,63	2,60	2,57	2,57	2,53	2,55	2,60	2,56	2,48	2,48
bovenkant buis	2,41	2,49	2,45	2,44	2,55	2,59	2,53	2,47	2,48	2,47	2,55	2,60	2,56	2,48	2,48
bovenkant filter	0,60	1,15	0,60	1,00	1,10	1,74	1,30	1,26	0,54	1,75	- 0,20	0,30	- 0,13	0,20	- 0,14
onderkant filter	- 0,40	0,15	- 0,40		0,10	0,74	0,30	0,26	- 0,46	0,75	- 0,20	0,30	- 0,13	0,20	- 0,14
Datum	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP
18 nov 2008	1,13	1,27	1,13	1,45	1,54	1,55	1,45	2,17	1,54	1,60	1,28	1,29	1,29	1,28	1,29
4 nov 2008	1,01	1,20	1,07	1,40	1,35	1,50	1,41	2,16	1,42	1,61	1,28	1,29	1,28	1,28	1,29
16 okt 2008	1,03	1,23	1,09	1,42	1,56	1,30	1,26	2,27	1,47	1,56	1,29	1,30	1,30	1,29	1,29
13 okt 2008															
7 okt 2008	1,11	1,21	1,05	1,49	2,12	1,22	1,40	2,16	1,55	1,74	1,33	1,34	1,34	1,32	1,33