

Datum	Onderwerp	Ons kenmerk	Uw kenmerk
15 april 2015	Amstelzijde 45 te Amstelveen, Advies bouwkuip en bemaling tbv aanleg souterrain	B14AA049.RvD.866	

dioCON Ingenieurs BV
dhr. V. Ruppert
Rijksweg 102
1906BK Limmen

Geachte heer Ruppert,

U hebt Allnamics opdracht gegeven voor het opstellen van een herzien bouwputadvies ten behoeve van de aanleg van een souterrain onder het pand Amstelzijde 45 te Amstelveen. Het oorspronkelijke bouwplan voorzag in realisatie van de kelder in een traditionele damwandkuip; in plaats daarvan zal deze als afzinkkelder worden gerealiseerd. Onderstaand treft u het herzien advies, met beschouwingen van de relevante bijbehorende hydrologische aspecten.

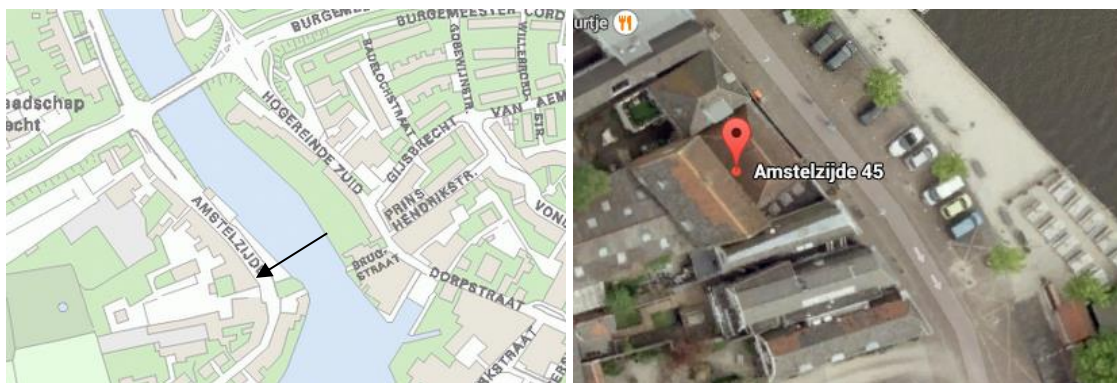
Beschikbare gegevens

- Tekening BA-001, dioCON Ingenieurs BV, project C14064
- rapport 14.270 Meting In Uitvoering (26 maart 2015)
- Herziene rapportage geotechnisch veldonderzoek, Geomet BV, opdracht nummer AA14205-2, 7 april 2015)
- e-mail dioCON (12 november 2014) aan Allnamics met de impliciete mededeling dat het vloerpeil is voorzien op 400 mm beneden het maaiveldpeil aan de voorzijde van het pand.

N.B. naar aanleiding van document [b] en herziening [c] betekent dit dat alle NAP-maten van de nieuwbouw (incl. paalfunderingen) wijzigen ten opzichte van het uitgangspunt van onze eerder uitgebrachte rapportages voor dit project!

Projectomschrijving

Het project is gelegen aan Amstelzijde 45 te Amstelveen (Ouderkerk aan de Amstel) en omvat een bestaand pand met een horecabestemming.



Figuur 1. Situatie Amstelzijde Amstelveen

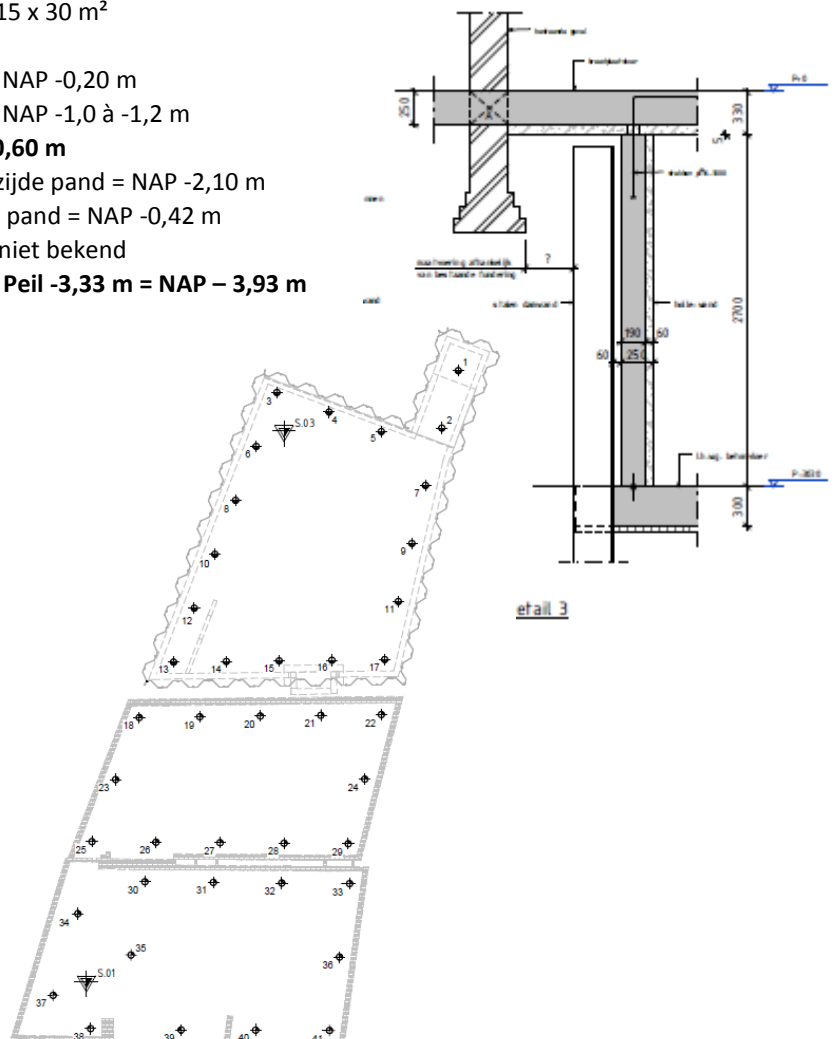
Het totale project omvat een complete renovatie van het pand. In het kader daarvan zal de fundering volledig worden vernieuwd en is in het achterste deel van het pand de aanleg van een 1-laags kelder voorzien.



Voor de onderhavige beschouwing zijn de volgende maten en peilen relevant:

- totaal grondvlak woning en kelder ca. 15 x 30 m²
- grondvlak kelder ca. 10 x 15 m²
- maaiveld langs voorgevel (straat) = ca. NAP -0,20 m
- maaiveld langs achtergevel (tuin) = ca. NAP -1,0 à -1,2 m
- **Peil = b.k. begane grondvloer = NAP -0,60 m**
- Gemiddeld grondwaterpeil aan achterzijde pand = NAP -2,10 m
- peil open water (Amstel) aan voorzijde pand = NAP -0,42 m
- o.k. metselwerk bestaande fundering, niet bekend
- **aanlegniveau betonvloer souterrain = Peil -3,33 m = NAP - 3,93 m**

Met nadruk wordt erop gewezen dat bovenstaande peilen zijn gebaseerd op (impliciete) opgave [d] en dienen te worden geleverd.



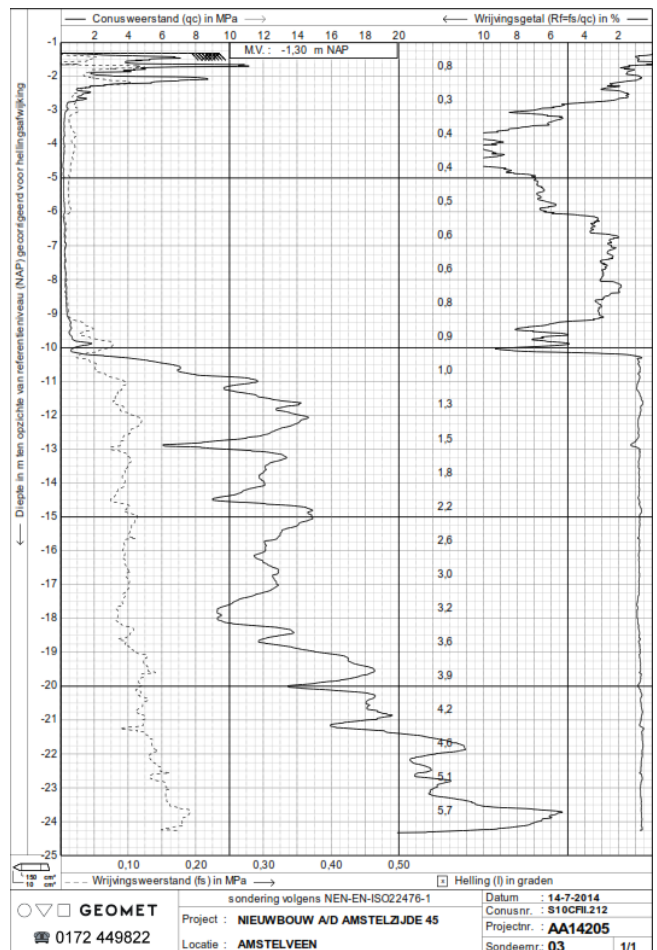
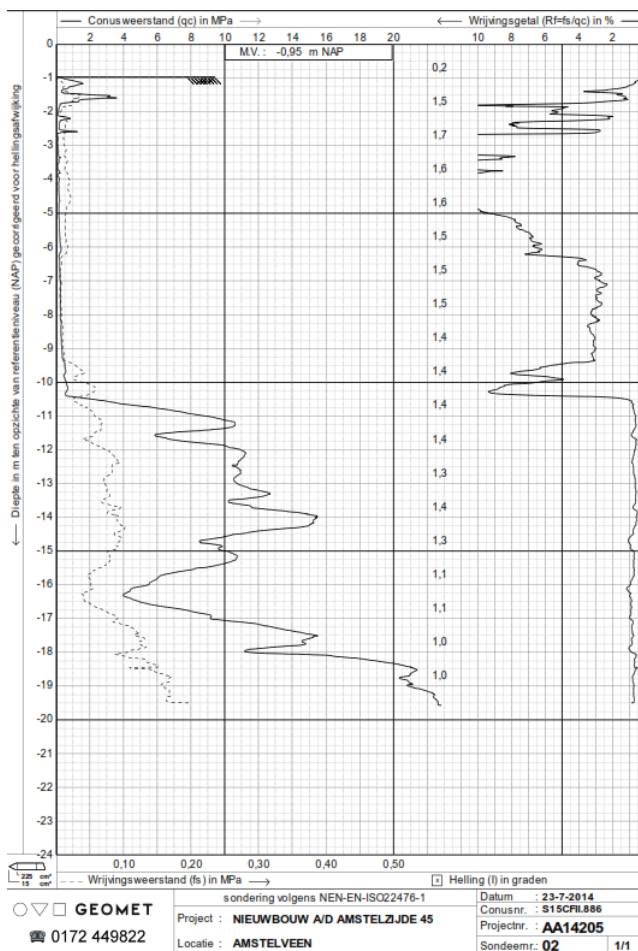
In het kader van de renovatie zal een nieuwe fundering bestaande uit Waal-Compactpalen worden aangebracht. Over ontwerp en dimensionering daarvan is een separaat advies opgesteld.

Aanleg van het souterrain is nu voorzien als een afzinkkelder. De uitvoeringsvolgorde daarvan is op hoofdlijnen als volgt:

1. Vanaf het maaiveld achter het pand, vlak afgewerkt op ca. NAP -1,3 m, worden de funderingspalen geïnstalleerd. Mits een daarvoor geschikt paaltype wordt gekozen, kunnen de paalkoppen daarbij direct worden afgewerkt nabij hun afkapniveau ter hoogte van de onderzijde van de keldervloer.
2. Op het (vlak afgewerkte) maaiveld achter het pand worden de buitenwanden van de kelder gerealiseerd. Voor zover nodig voor de volgende fase (3) worden de wanden versterkt uitgevoerd of tijdelijk ondersteund met een stempelframe (te beoordelen en uit te werken door constructeur en kelderbouwer). Op het niveau van de toekomstige aansluiting op de keldervloer worden voorzieningen (stekken, inkassingen, etc.) opgenomen om deze constructief en waterdicht aan elkaar te verbinden.
3. Door binnen de kelderwanden gecontroleerd te ontgraven, voor zover nodig met behulp van een bemaling, wordt de kelderconstructie in de bodem afgezonken naar zijn uiteindelijke positie.
4. Aansluitend wordt de keldervloer gerealiseerd, inclusief verbindingen met paalkoppen en kelderwanden. Na het aanbrengen van het kelderdek (begane grondvloer) is de ruwbouw van de kelder gereed.

Bodemopbouw en waterhuishouding

Rapport [b] bevat onderstaande relevante sonderingen.



Beide sonderingen geven blijk van het voor de omgeving redelijk gebruikelijke beeld:

- maaiveld ca. NAP -0,20 m (kade voorgevel) à NAP -1,30 m (achterzijde)
- toplaag (zand/klei) tot NAP -2,2 à -2,7 m (S_0)
- slappe veen- en kleihoudende lagen tot ca. NAP -6,7 m (C_1)
- slappe, siltige klei tot ca. NAP -9,3 m (C_1)
- basisveen tot NAP -10,2 à -10,5 m (C_1)
- draagkrachtig zand tot maximaal verkende diepte (ca. NAP -24 m) (S_1)

In hydrologische zin zijn de lagen met codering S waterdoorlatend en de lagen met codering C waterremmend. Alleen in S-lagen kan (in noemenswaardige mate) grondwaterstroming plaats vinden.

De freatische grondwaterstand is blijkens [b] en [c] waargenomen op:

- ca. NAP -2,10 m aan de achterzijde van de kelder.
- ca. NAP -1,67 m nabij de voorzijde van de kelder
- ca. NAP -1,05 m nabij de voorgevel van het pand.

Uit deze reeks blijkt het bestaan van een verhang van voorgevel naar achtergevel, onder invloed van infiltratie vanuit het open water van de Amstel, waarin het peil is waargenomen op NAP -0,42 m.

Blijkens gegevens die zijn achterhaald uit de grondwaterkaart van Nederland en het Dinoloket bedraagt de stijghoogte in het 1^{ste} watervoerend pakket (S_1) ter plaatse ca. NAP -4,0 m of iets dieper.



Beschouwing hydrologische aspecten

Verticaal evenwicht (opbarsting)

Referentievlak voor controle van het verticaal evenwicht van de putbodem is het hoogste niveau waarop de overgang tussen deklaag en 1^{ste} watervoerend pakket is aangetroffen, in dit geval NAP -10,2 m.

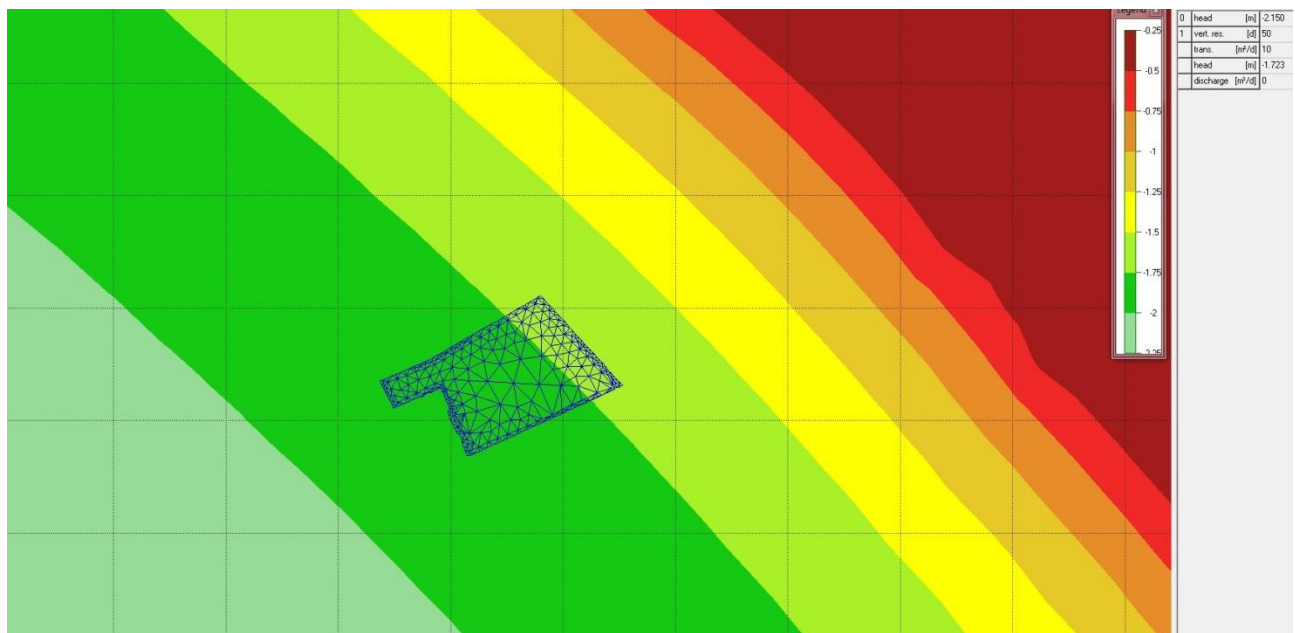
- De stijghoogte in het 1^{ste} watervoerend pakket bedraagt ter plaatse NAP -4,0 m of iets dieper. De opwaartse waterdruk op NAP -10,2 m bedraagt derhalve maximaal $10 \cdot (10,2 - 4,2) = 60$ kPa.
- Het gewicht van de bodemlagen tussen ontgravniveau (NAP -4,0 m) en NAP -10,2 m kan uitgaande van schattingen van de verzadigde volumegewichten voor veen ($10,5 \text{ kN/m}^3$), klei (15 N/m^3), resp. basisveen (12 N/m^3), worden geraamd ca. 80 kPa.
- Hieruit volgt een overall veiligheid van 1,33, hetgeen voor de onderhavige situatie (bouwput met beperkte horizontale afmetingen, aanwezigheid van verborgen veiligheid in de vorm van wrijving langs paalschachten) voldoende wordt geacht.

Bovenstaande betekent dat geen spanningsbemaling nodig is om het evenwicht van de bouwputbodem te verzekeren. Er zal uitsluitend (lichte) bemaling en drainage nodig zijn om een droge werksituatie te creëren.

Hydrologische modellering

In het kader van de gevraagde beschouwingen zijn met MicroFem enkele hydrologische berekeningen gemaakt. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten en modelleringen gebruikt:

- Gelet op het aanlegniveau van het souterrain (NAP -3,9 m) zijn voor de onderhavige beschouwing uitsluitend de formaties S_1 en C_1 (zie pagina 4) van belang.
- Laag S_0 betreft de (beperkt) watervoerende topzandlaag tot ca. NAP -2,7 m:
 - o vrije grondwaterspiegel op NAP -1,7 m à -2,1 m ter plaatse van kelderplot;
 - o doorlatendheid $kD_1 = 5$ à $10 \text{ m}^2/\text{dag}$
- Laag C_1 betreft het pakket met ondoorlatende veen- en kleilagen tussen ca. NAP -2,7 m en ca. NAP -10,2 m; deze laag kan voor dit geval worden beschouwd als hydrologische basis.
- Aan de hand van het peil in de Amstel en de peilbuiswaarnemingen is het verhang in de uitgangssituatie als volgt geconstrueerd in het model.
Rechtsboven (in rood) bevindt zich de Amstel, met een constant peil op het in [b] waargenomen peil van NAP -0,42 m. De isohypsen parallel aan de Amstel representeren het verhang van genoemd open waterpeil naar het freatisch peil in de polder (ca. NAP -2,10 m).



Bemaling tijdens afzinkoperatie (a)

De enige wateraandring van (relatieve) betekenis valt te verwachten aan het begin van de afzinkoperatie. In dat stadium dient in de toplaag (S_1) een open bemaling te worden toegepast om de grond onder de kelderwanden op gecontroleerde wijze te kunnen weg graven. Daarbij kan horizontale wateraandring door deze toplaag ontstaan. In dit stadium dient deze toplaag ter plaatse van de gehele kelder door middel van een bemaling te worden droog gezet, hetgeen een verlaging tot (maximaal) NAP -2,7 m impliceert. Van deze situatie (a), die zich overigens slechts kortstondig (1 à 2 dagen) zal voordoen, is een bemalingsberekening gemaakt.

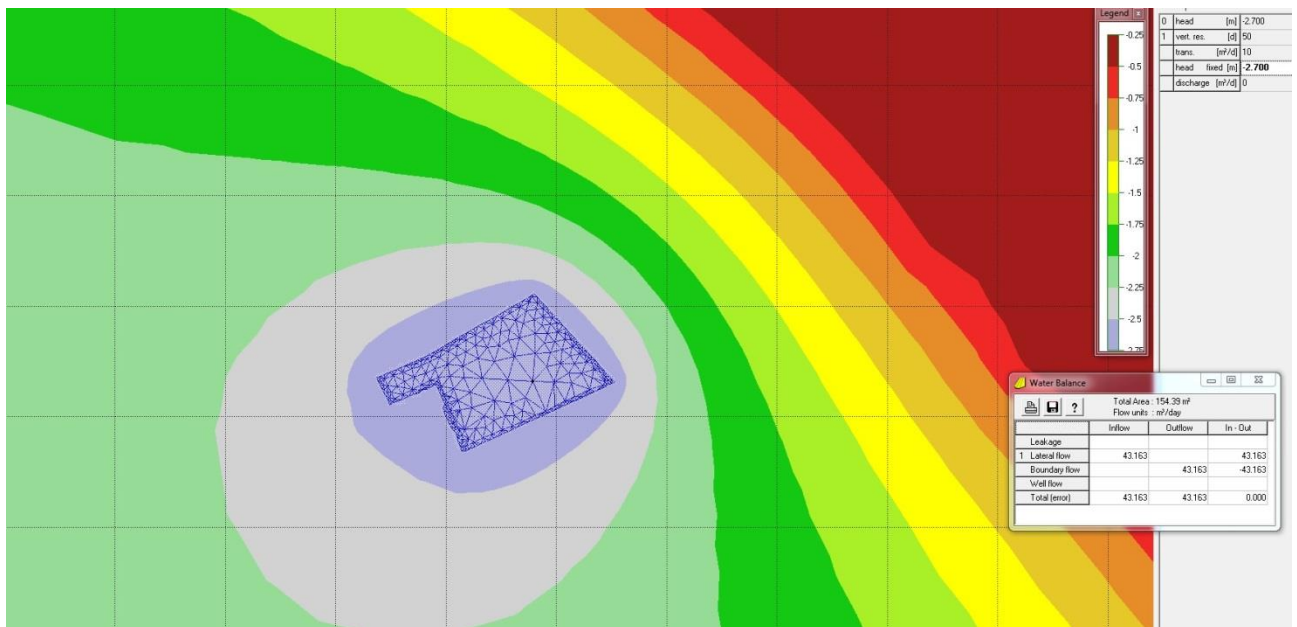
Met als uitgangspunten:

- bovenstaande hydrologische schematisatie;
- verlaging van het grondwaterpeil gemodelleerd door ter plaatse van de kelder een gefixeerd waterpeil op NAP -2,7 m in te voeren in laag S_1 ;

is het stationaire waterbezwaar berekend op $Q < 2 \text{ m}^3/\text{uur}$ ($43 \text{ m}^3 / \text{dag}$)

Onderstaand een grafische presentatie met het berekeningsresultaat.

- Het betreft een schematische plattegrond van de bouwkuip, met daarin de berekende isohypsen (lijnen van gelijke potentiaal) in toplaag S_1 , met intervalgrootte 0,25 m. Rechtsboven (in rood) bevindt zich de Amstel, met een constant peil op het in [b] waargenomen peil van NAP -0,42 m. De isohypsen parallel aan de Amstel representeren het verhang van genoemd open waterpeil naar het freatisch peil in de polder (ca. NAP -2,10 m).
- De tabel rechtsonder bevat de bepaling van het waterbezwaar binnen de bouwkuip (excl. neerslag), welke uitkomt op 43 m^3 per dag oftewel $1,8 \text{ m}^3$ per uur.



- De bijbehorende (relatieve) verlagingen van het grondwaterpeil in de omgeving zijn tamelijk gering; orde-grootte 0,25 à 0,50 m tot op maximaal 10 m van de bemaling.

Bemaling tijdens afzinkoperatie (b)

Zodra de onderzijde van de kelderwanden door de toplaag heen is (m.a.w. is afgezonken tot beneden ca. NAP -2,7 m) stopt de horizontale wateraandrang door laag S₁, omdat deze wordt afgesloten door de kelderwand. Vanaf dit punt vinden ontgraving en verlaging van het grondwaterpeil plaats in het slecht doorlatende pakket C₁; de bijbehorende wateraandrang zal verwaarloosbaar zijn. Ook van deze situatie (b), is een bemalingsberekening gemaakt voor de fase waarin het diepste ontgravingsniveau (NAP -3,95 m) is bereikt.

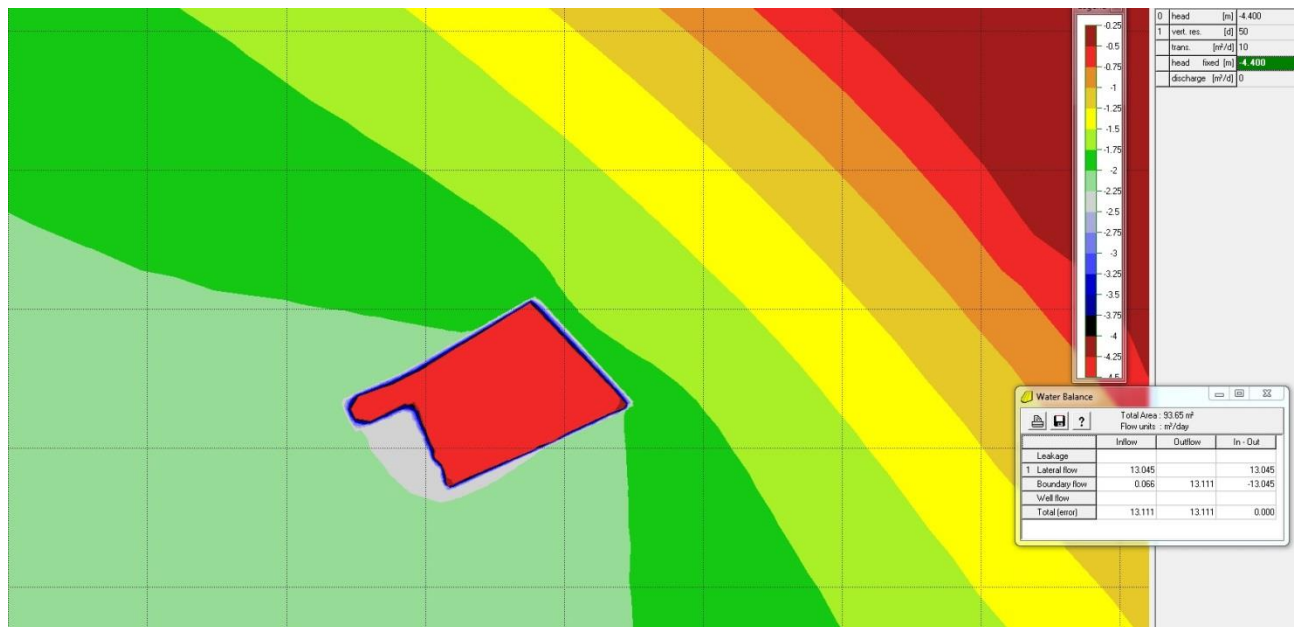
Met als uitgangspunten:

- bovenstaande hydrologische schematisatie;
- verlaging van het grondwaterpeil gemodelleerd door ter plaatse van de kelder een gefixeerd waterpeil op NAP -4,4 m in te voeren in laag S₁ (= 0,5 m beneden ontgraving)
- kelderwand gemodelleerd door ter plaatse een zeer lage waarde in te voeren voor de doorlatendheid kD₁;

is het stationaire waterbezwaar berekend op $Q < 1 \text{ m}^3/\text{uur}$ voor ($13 \text{ m}^3 / \text{dag}$)

Onderstaand een grafische presentatie met het berekeningsresultaat.

- Het betreft een schematische plattegrond van de bouwkuip, met daarin de berekende isohypsen (lijnen van gelijke potentiaal) in toplaag S₁, met intervalgrootte 0,25 m. Rechtsboven (in rood) bevindt zich de Amstel, met een constant peil op het in [b] waargenomen peil van NAP -0,42 m. De isohypsen parallel aan de Amstel representeren het verhang van genoemd open waterpeil naar het freatisch peil in de polder (ca. NAP -2,10 m).
- De tabel rechtsonder bevat de bepaling van het waterbezwaar binnen de bouwkuip (excl. neerslag), welke uitkomt op 43 m^3 per dag oftewel $1,8 \text{ m}^3$ per uur.



- De bijbehorende (relatieve) verlagingen van het grondwaterpeil in de omgeving zijn tamelijk gering; orde-grootte 0,25 m tot op maximaal 5 m van de bemaling.

Commentaar, beoordeling invloed bemaling

- Uit de beschikbare gegevens blijkt niet eenduidig of er in de kelder nog een verdiepte pompput en/of liftput is voorzien en zo ja, wat de afmetingen daarvan zijn. Mits de buitenwerkse afmetingen niet (al te veel) groter zijn dan ca. $1,5 \times 1,5 \times 1,0 \text{ m}^3$ zal de invloed van een dergelijke put op het waterbezwaar verwaarloosbaar zijn. Hetzelfde geldt voor het verticaal evenwicht.
 - Bij bovenstaande rekenresultaten valt het volgende op te merken:
 - Bovenstaande berekeningsresultaten betreffen de stationaire situatie, die in slecht doorlatende gronden pas na verloop van tijd wordt bereikt. Tot die tijd kan het waterbezwaar 10 à 20% groter uitvallen dan berekend, terwijl de omvang van het invloedsgebied en de bijbehorende (relatieve) verlagingen van het grondwaterpeil juist kleiner zullen zijn. Naar alle waarschijnlijkheid is de kelder in dit geval ruim voor het bereiken van de stationaire situatie op diepte. De verlagingen in de omgeving zullen dus waarschijnlijk kleiner uitvallen dan berekend.
 - Het berekende waterbezwaar en de bijbehorende verlagingen in de omgeving treden uitsluitend op in zandhoudende toplaag S_1 , waarvoor de doorlatendheid in het gehele model (met uitzondering van de Amstel) is aangenomen op $kD_1 = 10 \text{ m}^2/\text{dag}$. Deze waarde zal echter in werkelijkheid op zeer veel locaties aanzienlijk lager zijn. Zo valt van de Amstelkade voor het pand (een waterkering) te verwachten dat deze voor het grootste deel is opgebouwd uit slecht doorlatend materiaal (klei), zie bijvoorbeeld sondering O2. Daarnaast zal de dikte van de topzandlaag in de polder achter de bebouwing aan de Amstelkade afnemen tot nul.
- De praktische consequentie van beide overwegingen is vooral dat de verlagingen in de omgeving een stuk kleiner zullen uitvallen. Los daarvan kan worden gesteld dat de berekende verlaging binnen de normale bandbreedte van seizoensfluctuaties vallen.
- *Ook al vanwege de kortstondige tijdsduur van de bemaling (naar verwachting enkele dagen) kan reeds op voorhand (d.w.z. zonder zettingsberekeningen uit te voeren) dat de mogelijke zettingen van naburige panden of het maaiveld in de omgeving, onder invloed van de bemaling, verwaarloosbaar zal zijn.*
 - Ook voor andere aspecten (migratie bodemverontreinigingen, droogstand houten palen, scheidingsvlak zoet/zout grondwater etc.) zal de invloed van de bemaling op de omgeving verwaarloosbaar zijn.

Uitvoeringsaspecten

Inrichting bemaling

Voor de inrichting van de bemaling kan globaal worden uitgegaan van het volgende:

- Tijdens het afzinken door de toplaag een ring van vacuübronnen rondom de kelder, met het filter in de toplaag. Nadat de toplaag is gepasseerd, kunnen deze worden afgekoppeld.
- Binnen de kelderwanden kan het water tijdens het ontgraven water met een klokpomp worden verwijderd.
- Als de kelder op diepte is, dient onder de keldervloer een zandbed te worden aangebracht met daarin een stelsel van horizontale drains. Deze wateren af naar een verzamelput, van waaruit het water met een klokpomp wordt verwijderd.
- Lozing van het bemalingswater kan plaats vinden op het riool.

Overige invloeden van afzinkoperatie

- Bij het afzinken van een prefab kelder is – wat Allnamics betreft – niet de verlaging van het grondwaterpeil in de omgeving door de bemaling het belangrijkste risico. Het belangrijkste risico is ontspanning van de grondslag onder aangrenzende funderingen, die op hun beurt kunnen leiden tot

zettingen van die belendingen. Dit geldt overigens niet voor belendingen waarvan het aanzetniveau van de (paal)fundering zich beneden de ontspannen zone bevindt.

- De grootte van dit risico laat zich niet op voorhand inschatten, omdat niet goed kan worden ingeschat in welke mate de grondslag zal ontspannen en derhalve evenmin hoe resterende stijfheid en sterkte van die ontspannen grondslag zich verhouden tot belasting vanuit de belending. Naarmate de resterende marge tussen draagvermogen en belasting groter is, is het risico op ontoelaatbare zettingen kleiner.
- De optredende mate van ontspanning wordt nagenoeg volledig bepaald door de zorgvuldigheid en het vakmanschap waarmee deze wordt uitgevoerd. In het kader hiervan dient de uitvoerend (onder)aannemer te werken op basis van een gedegen werkplan, met gelijktijdige intensieve monitoring van de ontgraving en belending. Daarbij dient tevens te zijn voorzien in het paraat hebben van noodmaatregelen, die direct kunnen worden getroffen indien de monitoringresultaten daar aanleiding toe geven. Die noodmaatregelen moeten in staat zijn om de situatie te stabiliseren.

Monitoring

In het kader van de monitoring van (het effect van) de bemaling en de afzinkoperatie wordt het volgende aanbevolen:

- registratie grondwaterstand in de kelder
- idem van de aanwezige peilbuizen in de nabijheid van het werk
- registratie onttrekkingsdebiet
- vooropnames belendingen binnen het berekende invloedsgebied
- hoogtemetingen belendingen binnen het berekende invloedsgebied

Bovenstaande registraties zijn wat Allnamics betreft standaard maatregelen voor iedere willekeurige bouwput. In die zin is er geen sprake van bijzondere maatregelen.

Uitzondering hierop zijn de hoogtemetingen. In verband met het hiervoor besproken risico op zetting door ontspanning dient het aantal hoogtemerken groter te zijn gebruikelijk en dient ook de intensiteit van de metingen (in sommige fases) intensiever te zijn dan gebruikelijk.

- De direct aan het werk grenzende gevels van de belendingen dienen te worden voorzien van tenminste 3 hoogtemerken, op regelmatige tussenafstanden.
- Na een dubbele nulmeting dient de hoogte ervan gedurende de afzinkoperatie tenminste 4 maal per dag met nauwkeurigheid 0,1 mm te worden gecontroleerd ten opzichte van een onafhankelijk, plaatsvast referentiepunt, waarvan de hoogte ten opzichte van NAP is vastgelegd.
- Na het bereiken van de einddiepte dient gedurende een week tenminste 1 x per dag te worden gemeten; daarna kan de frequentie gedurende het restant van de kelderbouw worden terug gebracht tot 1 x per week.

Voor de toelaatbare zetting wordt (vooralnog) aanbevolen om een signaleringswaarde aan te houden van 3 mm en een grenswaarde van 5 mm.

Met vriendelijke groet,



Ir. R.F. van Dorp
Allnamics Geotechnical Experts BV