

Gemeente Woerden
T.a.v. de heer W. van Bodegraven
Postbus 45
3440 AA WOERDEN

Datum: 26 oktober 2011
Kenmerk: KE54D, RAP20111026
Betreft: **Schilderskwartier Woerden rapportage aanvullende inmetingen**

Geachte heer Van Bodegraven,

In navolging van uw opdracht zijn aanvullende metingen in het Schilderskwartier uitgevoerd. De metingen zijn verricht om meer inzicht te krijgen over de spreiding van aanwezige lengte van betonopzetters en optredende grondwaterstanden. Het verkregen inzicht staat ten dienste van het richting geven aan maatregelen die toekomstige schade kunnen voorkomen. Deze aanvullende metingen zijn onvoldoende om per woning exacte conclusies te trekken over de toekomst van een specifieke fundering.

De metingen hebben bestaan uit:

- A. het inmeten van de aanlegdiepte van een betonopzetter en het plaatsen van een tijdelijk peilfilter per woningblok;
- B. het meten van de grondwaterstanden (twee meetmomenten) bij de woningblokken en presenteren van de gemeten waarden per woningblok.

Aansluitend op deze metingen hebben wij een interpretatie van de metingen voor het Schilderskwartier toegevoegd.

- C. Gebruikmakend van alle onderzoeksinformatie die wij in de afgelopen jaren hebben verzameld, is gezocht naar mogelijke nuancering in woningblokken met betrekking tot:
 - een permanent voldoende hoge grondwaterstand;
 - een permanent te lage grondwaterstand;
 - een situatie waarin sprake is van een grondwaterstand waarbij sprake kan zijn van (kortdurende) periodieke droogstand.

Deze rapportage beschrijft per onderdeel (A, B en C) de uitgevoerde werkzaamheden.

A. Inmeten onderzijde betonopzetters

In het onderzoeksgebied (risicogebied) zijn in totaal 98 woningblokken met funderingen op houten palen bij dit onderzoek betrokken. Het betreft niet alleen de woningblokken waarbij sprake is van particulier bezit. De gemeente heeft in overleg met de woningbouwcoöperatie ook de woningblokken uit haar bezit aan het onderzoek toegevoegd. Het onderzoek heeft dus plaatsgevonden bij alle woningblokken met houten palen in het onderzoeksgebied.

Bij negen van de woningblokken in het onderzoeksgebied is de onderzijde van de betonopzetter uit voorgaand onderzoek bekend.

De werkzaamheden in het kader van dit aanvullend onderzoek hebben bestaan uit:

- het bepalen van de indeling van woningblokken op basis van gevel- en terreininspectie;
- het kiezen van een inspectielocatie per woningblok;
- het benaderen van de woningeigenaar en na toestemming uitvoeren van een boring tot onder de onderzijde van de betonopzetter en het inmeten van de onderzijde ten opzichte van NAP;
- het aanbrengen van een tijdelijke peilbuis in, of in de directe omgeving van het inspectiegat.
- het aanbrengen van een tijdelijke peilbuis in, of in de directe omgeving van de woningblokken die in een eerdere onderzoeksfase zijn onderzocht.

Tijdens het onderzoek is gebleken dat bij enkele woningblokken geen medewerking van de eigenaren kon worden verkregen. Het onderzoek is bij deze woningblokken niet verder uitgevoerd. In totaal zijn, in het kader van dit onderzoek, bij 88 woningblokken metingen uitgevoerd. In [bijlage 8](#) is een opsomming gegeven van afwijkingen in het onderzoek met bijbehorende motivatie.

In [bijlage 1](#) is een tabel met de onderzoeksgegevens van het onderzoeksgebied opgenomen. De opgenomen gegevens betreffen naast een identificatie van het woningblok, het opgemeten niveau van de onderzijde van de aangetroffen betonopzetter ten opzichte van NAP. Zoals besproken zijn bij enkele blokken twee metingen van de onderzijde van de betonopzetter verricht. Beide resultaten zijn in de tabel opgenomen.

B. Grondwaterstand metingen

De grondwaterstand in de peilbuizen is tweemaal ingemeten ten opzichte van NAP.

Het betreft zowel de tijdelijke filters als de permanente peilbuizen in het gebied.

Op 12 en 19 september 2011 zijn volledige meetreeksen verzameld. In [bijlage 1](#) zijn de gemeten waarden ten opzichte van NAP per blok weergegeven. Aangezien de filters bij de ontgraving zijn aangebracht en een tijdelijke functie hebben, hebben wij ervoor gekozen om de meetwaarden van de grondwaterstand bij het desbetreffende adres op te geven.

C. Interpretatie metingen

In de tabel in [bijlage 1](#) is per woningblok berekend welk verschil tussen de gemeten grondwaterstand en de onderzijde van de betonopzetter op beide data aanwezig is.

Teneinde een beeld te krijgen over de spreiding van de gegevens over het onderzoeksgebied zijn in [bijlagen 2 en 3](#) overzichtstekeningen opgenomen waarin de gemeten gegevens per blok zijn weergegeven en waarbij de blokken voorzien zijn van een kleur waarmee een bandbreedte van het berekende verschil tussen grondwaterstand en onderzijde betonopzetter is weergegeven. Gerealiseerd dient te worden dat voor aantasting van funderingshout zuurstoftoetreding bij het hout een voorwaarde is. Onder de grondwaterstand is geen zuurstoftoetreding mogelijk. Boven de grondwaterstand is de samenstelling van het aanwezige bodemmateriaal doorslaggevend. Een dikke kleilaag op het niveau van de betonopzetter zal zuurstoftoetreding onmogelijk maken. De kleilaag is ook boven de grondwaterstand volledig verzadigd met water. De aanwezigheid van een dikke kleilaag heeft ook tot de bepaling van de noordgrens van het risicogebied geleid. Hier is bekend, en nu ook weer vastgesteld, dat lage grondwaterstanden optreden.

Voor de interpretatie van de resultaten is het van belang te analyseren onder welke meteorologische omstandigheden de grondwaterstandmetingen zijn verricht. Hiervoor zijn de neerslaggegevens van het KNMI weerstation De Bilt bruikbaar. In [bijlage 4](#) zijn de neerslaggegevens van dit weerstation opgenomen.

Uit deze gegevens blijkt dat de periode voor de meting van 12 september als maatgevend nat beschouwd mag worden. De gesommeerde negendaagse bruto neerslag bereikt op 12 september circa 80 mm. De gemeten grondwaterstanden zijn daarmee representatief voor een natte periode. Gezien de gemeten neerslaghoeveelheden zal naar verwachting in deze periode overigens ook wel de nodige wateroverlast zijn opgetreden.

Op enkele locaties worden op een en dezelfde meetdag op korte afstand grote verschillen in grondwaterstand gemeten. Dit wordt veroorzaakt door de verschillen in bodemopbouw in combinatie met de plaats van het filter in het profiel.

De metingen van 19 september 2011 betreffen het resultaat van, per saldo over de voorliggende dagen, belangrijk minder neerslag dan de periode voor de meting van 12 september 2011. De gesommeerde negendaagse bruto neerslag betreft nog geen 20 mm. En uit de dagelijkse netto neerslagsommen blijkt dat per saldo in de week tussen beide metingen geen neerslag is toegevoegd aan het grondwater. In de week tussen de metingen zou dus sprake moeten zijn van het uitzakken van de grondwaterstand. Dit blijkt ook het geval bij het merendeel van de peilfilters.

Het uitzakken van de grondwaterstand heeft een sterk over het gebied variërende snelheid. De meeste metingen zijn circa 25 cm lager in een week tijd. Op een aantal locaties wordt echter een opvallend grotere verlaging vastgesteld waarbij wordt opgemerkt dat de grondwaterstanden daar door de neerslag ook relatief hoog waren opgelopen. Ook deze verschillen hebben te maken met de grote variatie in bodemopbouw in de bovenste meters van het bodempakket. Het aanwezig zijn van aaneengesloten kleilagen met een sterk variërende horizontale afmeting zal voor de snelheid van het uitzakken van de grondwaterstand de belangrijkste factor zijn. Het water moet eerst horizontaal een zekere weg afleggen voordat het verticaal kan wegstromen. Deze plaatselijk langere route voor de afstroming manifesteert zich in een tragere daling van de grondwaterstand dan op plaatsen waar de kleilaag niet aanwezig is.

Hoewel de metingen zijn verricht met het doel om maatregelen voor het gehele risicogebied te kunnen aangeven, lijkt het toch verantwoord om, vooruitlopend op de maatregelen, een zekere onderverdeling in woningblokken te maken.

Woningblokken met te lage grondwaterstand

Bij de blokken waarbij in een maatgevend natte situatie (metingen 12 september 2011) al een lagere grondwaterstand wordt gemeten dan de onderzijde van de betonopzetter, mag worden verondersteld dat bij deze woningblokken een permanent te lage grondwaterstand aanwezig is. Op tekening van 12 september zijn dit alle oranje en rode blokken. Veiligheidshalve rekenen wij alleen die blokken tot deze categorie die meer dan 0,20 m droog staan in deze situatie. Hiermee wordt enige marge in verband met de onzekerheid van de gegevens (niveau onderzijde betonopzetter en variatie grondwaterstand over het blok) genomen). Het betreft de volgende blokken:

[Gegevens wegens privacy verwijderd]

Woningblokken met voldoende hoge grondwaterstand

Voor het bepalen voor welke woningblokken de optredende grondwaterstanden geen bedreiging vormen voor de fundering is de analyse ingewikkelder. Voor het combineren van onderzijde betonopzetter met de lage grondwaterstanden in het gebied zijn namelijk geen metingen per blok voorhanden. De twee meetmomenten in september zijn niet in een representatief droge periode uitgevoerd. Daarnaast is niet van iedere betonopzetter onder het woningblok de onderzijde gemeten waardoor een absolute uitspraak over het hele woningblok met enige onzekerheid blijft omgeven.

Voor een beschouwing over de lage grondwaterstanden in het risicogebied worden de al langere tijd in het gebied aanwezige peilbuizen benut. Van deze permanente peilbuizen in het onderzoeksgebied zijn wel langere meetreeksen beschikbaar (grofweg van januari 1996 t/m juli 2003). In [bijlage 5](#) zijn de meetreeksen van deze peilbuizen in het gebied opgenomen (peilbuizen HB1, HB2, HB3, HB6 en HB7; locatie peilbuizen op de overzichtstekeningen). Met name de peilbuizen HB 1 t/m 3 zijn vanwege hun locatie en de reactie op neerslag (de metingen van 12 en 19 september) bruikbaar voor een analyse over grondwaterstanden in een droge periode. Er lijken hier geen verstoringen

door schijngrondwaterspiegels aanwezig. Op basis van de meetreeksen is een gemiddelde grondwaterstand van deze buizen in het risicogebied berekend en opgenomen in onderstaande tabel.

Peilbuis	Gemiddelde grondwaterstand
HB1	-1,97 m
HB2	-1,98 m
HB3	-2,07 m
HB6	-1,84 m
HB7	-1,97 m

Voor de specifieke omstandigheden in het Schilderkwartier worden deze gemiddelde waarden aangehouden als maatgevende grondwaterstanden voor het ontstaan van aantasting van het funderingshout. Er wordt voor de specifieke bodemopbouw met de betonopzetters waar zuurstoftoetreding bij het funderingshout niet, dan wel zeer traag, tot stand blijkt te komen voor gekozen om niet de laagst voorkomende grondwaterstand als maatgevend voor aantasting aan te houden.

De op basis van de metingen in het risicogebied afgeleide maatgevende grondwaterstanden liggen overigens circa 15 cm hoger dan de met het grondwatermodel voor het gehele Schilderskwartier berekende gemiddelde waarden. Waar het grondwatermodel gemiddelde grondwaterstanden voor het gehele grondwatersysteem berekend heeft, geven specifiek voor het risicogebied de gemeten waarden een betere benadering voor het gemiddelde van de in het risicogebied optredende gemiddelde grondwaterstand.

De grondwaterstand ter plaatse van ieder woningblok is berekend waarbij het stromingspatroon in droge perioden uit de modelstudies is benut. Deze berekende grondwaterstanden per blok zijn ook in [bijlage 1](#) opgenomen. In [bijlage 6](#) is een overzichtstekening opgenomen volgens dezelfde methodiek als de overzichtstekeningen van de werkelijke meetdata, tevens is dezelfde kleurencodering en bandbreedte gebruikt.

Bij de volgende blokken is volgens de hierboven aangegeven analyse aantasting als gevolg van te lage grondwaterstanden niet te verwachten:

[Gegevens wegens privacy verwijderd]

Ook bij deze analyse rekenen wij alleen die blokken tot deze categorie waarvan is berekend dat de onderzijde van de betonopzetter zich meer dan 0,20 m onder de berekende grondwaterstand bevindt. Hiermee wordt enige marge in verband met de onzekerheid van de gegevens (niveau onderzijde betonopzetter, verschil bovenste funderingshout en onderzijde betonopzetter en variatie grondwaterstand over het blok) genomen.

Woningblokken met periodiek te lage grondwaterstand

Voor de overige blokken is er sprake van een grondwaterstand waarbij sprake kan zijn van (niet permanente) periodieke situatie van een lagere grondwaterstand dan de onderzijde van de betonopzetter. Deze blokken bevinden zich verspreid over het gebied. Het is voor het behoud van deze funderingen van belang hoe lang per jaar deze omstandigheid optreedt en of bij deze omstandigheden zuurstof tot het bodemprofiel en bij het funderingshout kan toetreden.

Nader onderzoek onder ander bestaande uit langjarige intensieve monitoring van de grondwaterstand bij deze blokken kan daar duiding aan geven en als onderlegger worden gebruikt om een goede risico-inschatting op het ontstaan van schade op te stellen.

In [bijlage 7](#) zijn de meetgegevens en de berekende grondwaterstand nogmaals opgenomen waarbij de woningblokken die in de andere categorieën vallen niet zijn gekleurd. Hiermee ontstaat een goed beeld van de spreiding van de woningblokken met de berekende verschillen tussen onderzijde betonopzetter en berekende grondwaterstand.

Begrenzing risicogebied

Aan de noordzijde van het risicogebied is nabij de begrenzingslijn zoals verwacht sprake van lagere grondwaterstanden in relatie tot de gemeten lengtes van de betonopzetters. Op basis van eerder onderzoek is vastgesteld dat ten noorden van de begrenzingslijn sprake is van een aaneengesloten kleipakket waarin capillaire opstijging plaatsvindt. Als gevolg hiervan zal geen zuurstofoetreding bij het funderingshout optreden. Aan de noodzakelijke voorwaarde voor schimmelaantasting is daarmee niet voldaan. Bij het bepalen van de noordgrens is een marge aangehouden. Het bodemprofiel is niet exact in beeld te brengen en ook is bij de bepaling van de grens rekening gehouden met een variatie van de betonopzetters. Het is zonder zeer intensief onderzoek niet mogelijk met meer zekerheid aan te geven of het funderingshout in de kleilaag aanwezig is. Mogelijk dat bij het uitwerken van maatregelen meer informatie over de specifieke omstandigheden bij de noordgrens beschikbaar komt.

Aanvullend advies

Door de metingen van de grondwaterstanden onder verschillende meteorologische omstandigheden is een nader beeld gekregen van het geohydrologisch systeem van de toplaag in de wijk. Zoals al eerder is aangegeven is het een zeer complex systeem. De grote variatie in bodemopbouw maakt dat het moeilijk is het effect van een infiltratiesysteem te voorspellen. De nu ter beschikking gekomen gegevens over het uitzakken van de grondwaterstand zonder aanvulling (circa 25 cm per week) geven nuttige informatie over de mogelijke effectiviteit van infiltratie. Verwacht wordt dat met een goed ontworpen infiltratiesysteem het uitzakken van het grondwater in droge perioden met enige decimeters kan worden beperkt. Wij adviseren om, na een proefproject in bijvoorbeeld een straat, een doelmatigheidsafweging op te stellen. Bij positieve resultaten kan dan bij voorkomende herrioleringswerken een dergelijk systeem worden uitgebreid. Een integrale infiltratievoorziening zal natuurlijk ten goede komen aan alle woningblokken in het gebied. Ook voor de woningblokken waarvan in deze rapportage is afgeleid dat er naar verwachting geen problemen optreden. Allerlei onzekerheden bij de afleiding worden hiermee teniet gedaan. Daarnaast is het zeer wel mogelijk dat ook voor de woningblokken waar nu van is vastgesteld dat circa 40 tot 60 cm aanvulling zou moeten plaatsvinden met een infiltratievoorziening toch beschermd worden. Een proefproject kan hier meer duiding aan geven. Bijkomend voordeel van een specifiek ontworpen leidingsysteem is dat het ook kan worden benut om de hoge grondwaterstanden in natte perioden te voorkomen. Een belangrijk deel van de wateroverlast kan hiermee effectief worden bestreden.

Door het uitvoeren van een aantal grondboringen rond de blokken aan de noordgrens kan mogelijk een nuancering worden aangebracht in de locatie van de noordgrens. Als voor een specifiek blok aan de huidige grens wordt vastgesteld dat de kleilaag ook daar nog goed ontwikkeld is dan kan de begrenzing van het risicogebied overeenkomstig worden aangepast.

Erop vertrouwend u hiermee van dienst te zijn.

Hoogachtend,

Wareco
Vestiging Amstelveen
ir. P.J.M. den Nijs

Bijlagen:

1. Onderzoeksgegevens en berekening verschil grondwaterstand en de onderzijde van de betonopzetter
2. Overzichtskaart grondwaterstand en diepte onderzijde betonopzetter, meetronde d.d.: 12 september 2011
3. Overzichtskaart grondwaterstand en diepte onderzijde betonopzetters, meetronde d.d.: 19 september 2011
4. Neerslaggegevens
5. Meetreeksen peilbuizen
6. Overzichtskaart berekende grondwaterstand en diepte onderzijde betonopzetter
7. Woningblokken met periodiek lage grondwaterstand
8. Opsomming afwijkingen

[Wegens privacy zijn de bijlagen niet toegevoegd]