

**Analyse infiltratie en mogelijke
grondwateroverlast, Tortellaan 4, Den Haag
Bruning / Gemeente Den Haag (20140884)**

ter plaatse van de Tortellaan 4, Vogelwijk, Den Haag

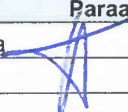

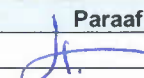
drs. J.T. Buma

1209486-005

Titel

Analyse infiltratie en mogelijke grondwateroverlast, Tortellaan 4, Den Haag
Bruning / Gemeente Den Haag (20140884)

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Stichting Achmea Rechtsbijstand	1209486-005	1209486-005-BGS-0001	9

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	sept. 2014	drs. J.T. Buma		drs. R.J. Stuurman		dr. H.S. Otter	

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Evaluatie ontwerp op grondwateraspecten	2
3 Effect infiltratievoorziening op de grondwaterstand Tortellaan 4	3
3.1 Basisgegevens	3
3.2 Rekenmethode	4
3.3 Afleiding rekenwaarden	5
3.4 Resultaten	6
4 Conclusies	8
5 Referenties	9

1 Inleiding

De gemeente Den Haag heeft het voornemen om in de Vogelwijk in Den Haag het bestaande gemengde riool te vervangen door een gescheiden rioolstelsel in combinatie met ondergrondse infiltratievoorzieningen. Eén van deze voorzieningen, in fase 4, is geprojecteerd in een groenstrook tegenover de woning Tortellaan 4. Dit is het smalle deel van de Tortellaan, waar de afstand tot de gevels van de huizen ca. 13 meter bedraagt. De bewoner van Tortellaan 4, de heer Bruning, is van mening dat de gekozen constructie leidt tot een extra verhoging van het grondwaterpeil bij regenval, die op haar beurt zal leiden tot wateroverlast bij die huizen die zijn voorzien van een kelder. Dit is voor de heer Bruning een reden om bezwaar te maken tegen het gekozen ontwerp. Hij heeft dit per brief dd. 22 april 2014 kenbaar gemaakt aan het College van B&W van Den Haag. Het ontwerp van de infiltratievoorzieningen in de Vogelwijk is beschreven in een rapport van Syncera (2006) en een rapport van MWH (2013). Laatstgenoemd rapport betreft de infiltratievoorziening tegenover Tortellaan 4.

Namens Stichting Achmea Rechtsbijstand en de heer Bruning heeft advocatenkantoor Delissen Martens te Den Haag aan Deltares verzocht een deskundigenoordeel uit te brengen in deze kwestie. Dit deskundigenoordeel is onder te verdelen in de volgende drie te beantwoorden vragen:

- 1 Is het ontwerp van de infiltratievoorzieningen 'Vogelwijk fase 4' voldoende onderbouwd om er van uit te mogen gaan dat de grondwateroverlastfrequentie in de kelder van de woning aan de Tortellaan 4 niet zal toenemen ?
- 2 Is er een (alternatieve) methode waarmee het effect van de infiltratievoorziening op de grondwaterstand ter plaatse van de Tortellaan 4 kan worden geschat ?
- 3 Zo ja, is er kans op grondwateroverlast bij het gekozen ontwerp ?

De beantwoording van vraag 1 zal in hoofdstuk 2 aan de orde komen, de beantwoording van vragen 2 en 3 wordt tezamen genomen in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 bevat conclusies en aanbevelingen.

2 Evaluatie ontwerp op grondwateraspecten

Bij bestudering van de beide rapporten valt op dat het rapport van Syncera (2006) veel uitgebreider is dan het rapport van MWH (2013). In eerstgenoemd rapport is uitgebreid ingegaan op de effecten op de grondwaterstand, en specifiek de mogelijke effecten op diepe kelders, terwijl dit in het MWH-rapport niet is gedaan. In het MWH-rapport wordt volstaan met de constatering dat infiltreren goed mogelijk is, gezien de gemeten doorlatendheden en zandige bodemopbouw zoals gebleken uit de boorprofielen. Een analyse van de effecten op de grondwaterstand ontbreekt.

Het rapport van Syncera (2006) betreft de infiltratievoorzieningen ter plaatse van het Mezenplein en het Nachtegaalplein. Deze locatie ligt 2 km ten noordoosten van de Tortellaan 4. De randvoorwaarden met betrekking tot het grondwatersysteem en het infiltratiesysteem zijn niet identiek op beide locaties. Zo is de afstand tussen de infiltratievoorzieningen en de dichtstbijzijnde bebouwing ter plaatse van de Tortellaan 4 aanmerkelijk kleiner dan ter plaatse van het Mezenplein en het Nachtegaalplein, namelijk 13 m (Tortellaan 4) tegen 25 m (Mezenplein) en 35 m (Nachttegaalplein). Het is, in het kader van de onderhavige analyse, op basis van de door Syncera (2006) gehanteerde methode niet mogelijk om deze resultaten te vertalen naar een afstand tussen infiltratievoorziening en dichtstbijzijnde bebouwing van 13 m. Daarnaast is niet duidelijk op welke wijze de beschikbare berging in de bodem is bepaald (respectievelijk 750 en 500 (of 930 ?) m³) en hoe een waterbalansmodel bestaande uit compartimenten (InfoWorks) kan worden gebruikt om een ruimtelijk variabel fenomeen als een grondwaterstandsverhoging rond een infiltratielocatie te bepalen. Het is dan ook niet verantwoord om de conclusies uit het Syncera-rapport (2006) zonder meer van toepassing te verklaren op de locatie Tortellaan 4.

De conclusie luidt dat het ontwerp van de infiltratievoorzieningen 'Vogelwijk fase 4' onvoldoende onderbouwd is om er van uit te mogen gaan dat de grondwateroverlastfrequentie in de kelder van de woning aan de Tortellaan 4 niet zal toenemen.

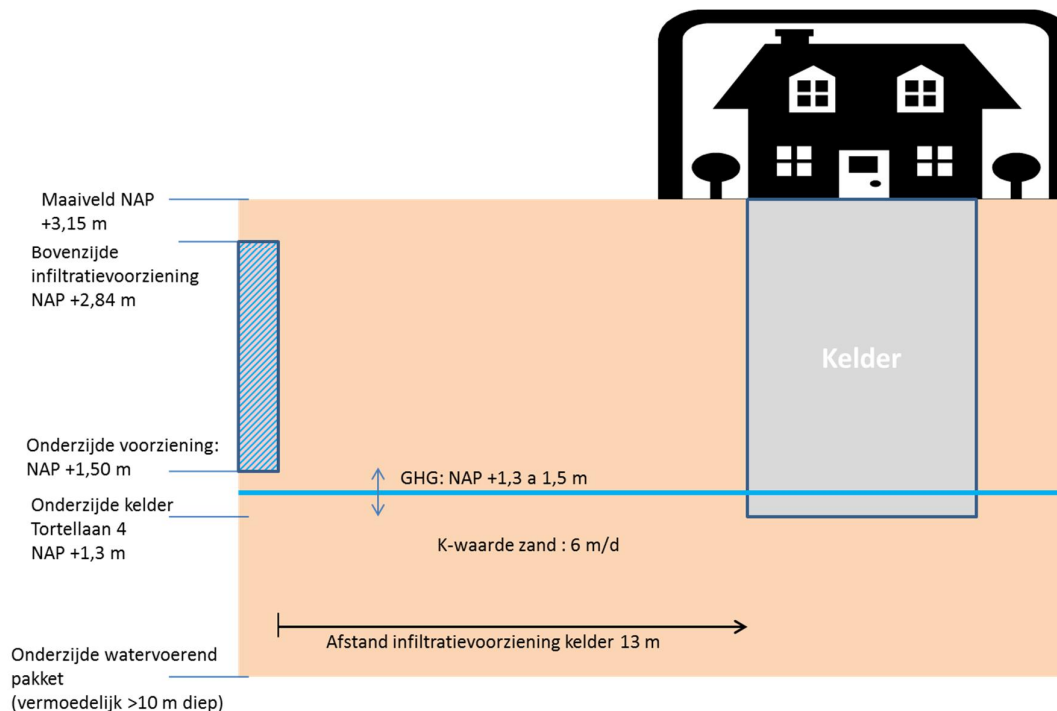
3 Effect infiltratievoorziening op de grondwaterstand Tortellaan 4

3.1 Basisgegevens

Op basis van de genoemde rapporten en aanvullende informatie van de heer Bruning is het onderstaande schematische dwarsprofiel samengesteld (figuur 1). Hierbij gelden de volgende kanttekeningen:

- De maaiveldhoogte is afgeleid uit MWH (2013), tabel 1;
- De bovenzijde infiltratievoorziening wordt niet vermeld in MWH (2013) en is daarom afgeleid uit een tekening op 16 april 2014 door de heer Bruning ontvangen van de opzichter (NAP +2,84 m);
- De GHG is de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Deze is visueel geschat uit grafieken van meetreeksen CP151 en CP153 van de gemeente Den Haag¹. Meetpunt CP151 staat nabij Tortellaan 75 en CP153 nabij Spotvogellaan 45;
- De onderzijde kelder is opgegeven door de heer Bruning op een niveau van circa 1,87 m onder straatniveau. Van belang is dat de onderzijde kelder daarmee onder de GHG ligt, zoals geschat in het vorige punt. Dit hoeft niet per se te betekenen dat de kelder nu al overlast ondervindt. Ten eerste kan de GHG lokaal iets lager liggen, en ten tweede kan de kelder van onderaf waterdicht zijn tot een bepaald niveau. Een stijging van de grondwaterstand boven dit niveau kan leiden tot intredend grondwater en overlast;
- De afstand van de infiltratievoorziening tot de woning en kelder Tortellaan 4 (13 m) is afgeleid uit het emailbericht aan de heer Bruning, dd. 26-5-2014, van de heer K. Hufen, programma-manager Riolerings en Waterbeheersing van de Dienst Stadsbeheer van de Gemeente Den Haag;
- De afgebeelde waarde voor de verzadigde doorlatendheid van de bodem is de rekenwaarde, zijnde 60% van de gemiddelde waarde verkregen uit 6 doorlatendheidsproeven in 2 peilbuizen ter plaatse van de voorgenomen infiltratievoorziening (MWH, 2013);
- Het watervoerend pakket bestaat uit het zand dat hier in de bovenste 3,5 m van de bodem uniform is aangetroffen in de twee door MWH (2013) gerapporteerde boringen. Dit betekent dat een eventuele slechtdoorlatende laag niet binnen 3,5 m diepte voorkomt. Niet bekend is hoeveel dieper een dergelijke laag wel wordt aangetroffen, maar afgaande op de Nieuwe Geologische Kaart van Den Haag en Rijswijk en Wareco (2014) is een diepte van minimaal 10 meter realistisch.

¹ <https://wareco-denhaag-public.munisense.net/>. Meetwaarden kunnen sinds kort niet meer worden gedownload zodat een nauwkeurige bepaling van de GHG niet mogelijk is.



Figuur 1. Schematische dwarsdoorsnede Tortellaan 4.

3.2 Rekenmethode

Om het effect van infiltratie op de grondwaterstand in te schatten is gebruik gemaakt van de formule van Theis voor tijdsafhankelijke grondwaterstroming onder invloed van een grondwateronttrekking in een freatisch (= ondiep) watervoerend pakket (zie bv. Grondwaterzakboekje, blz. 28/29, figuur 3.24; Bot, 2011). Deze formule, die toegepast mag worden in freatische watervoerende pakketten zolang het berekende effect $\varphi(r)$ klein is ten opzichte van de watervoerende dikte D , luidt

$$\varphi(r) = \frac{Q}{2\pi kD} \cdot \ln\left(\frac{R_i(t)}{r}\right), \text{ waarin}$$

Q = de onttrekking, die als een infiltratiedebiet voorgesteld kan worden wanneer een negatieve waarde wordt ingevuld (m^3/d);

k = verzadigde doorlatendheid van de bodem (6 m/d, zie figuur 1);

D = watervoerende dikte (m);

t = tijd verstreken sinds aanvang van de onttrekking (dagen);

$R_i(t)$ = invloedsgebied van de onttrekking, deze wordt groter naarmate t groter wordt;

r = afstand tot de onttrekking.

Hierna wordt de afleiding van de rekenwaarden voor $R_i(t)$, D en r besproken.

3.3 Afleiding rekenwaarden

De formule voor $R_i(t)$ luidt

$$R_i(t) = \sqrt{\frac{2,25kDt}{\mu}} \quad (\text{zie bv. Grondwaterzakboekje; Bot, 2011}), \text{ waarin } \mu \text{ de}$$

freatische bergingscoëfficiënt is. Voor zand is een waarde voor μ van 0.20 gangbaar.

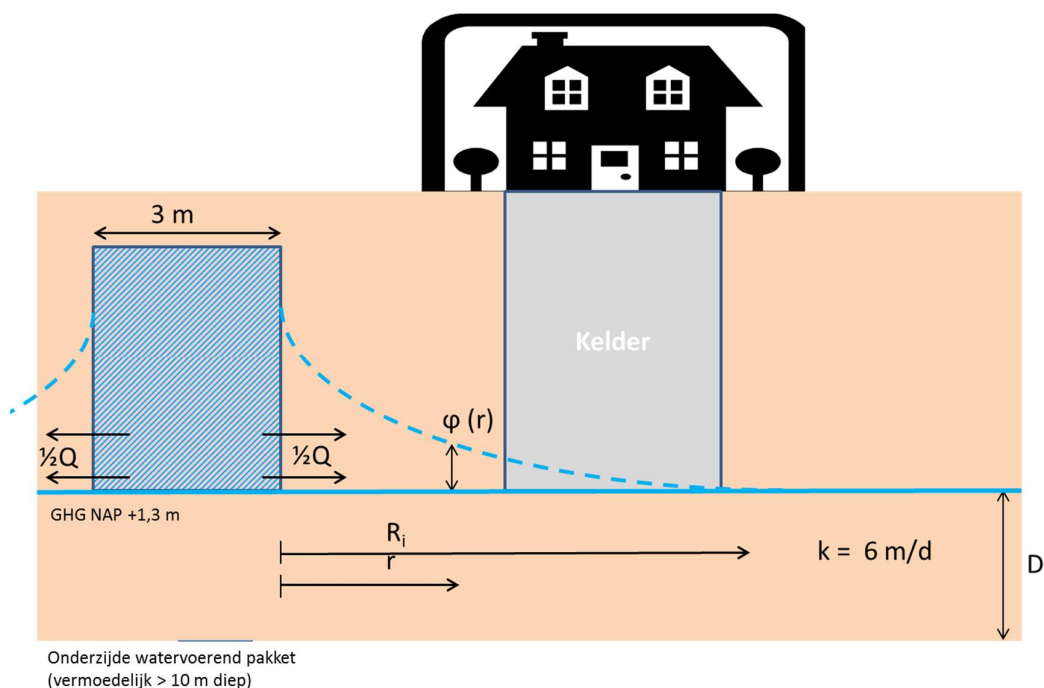
Er zijn drie berekeningen uitgevoerd:

- In het rapport van MWH (2013) wordt de lediging van de infiltratievoorziening als functie van de tijd beschreven, met als uitgangspunt volledige vulling. Na 1 dag is 44% van 930 m³, ofwel 409 m³, in de bodem geïnfiltreerd. Voor Q in de formule van Theis is derhalve een waarde van 409 m³/d gehanteerd, als daggemiddeld infiltratiedebiet.
- Er is een tweede berekening uitgevoerd op basis van een gemiddeld debiet van 316 m³/d gedurende twee dagen; dit komt overeen met een lediging van 68% na twee dagen, eveneens conform het rapport van MWH (2013).
- Een derde berekening is uitgevoerd met alleen de lediging op de tweede dag. Met andere woorden, de berging na de eerste dag lediging wordt als een nieuwe beginvoorwaarde beschouwd. De initiële berging in de voorziening is dan 56% (100 – 44%), dit zal vaker voorkomen dan een situatie met volledige vulling. De daaropvolgende lediging is dan 24% (68% - 44%) van 930 m³, ofwel 223 m³/d gedurende 1 dag.

Omdat niet bekend is hoe diep de eerstvolgende slechtdoorlatende laag voorkomt, is de waarde voor D gevarieerd in de berekening. Op basis van de Nieuwe Geologische kaart van Den Haag en Rijswijk kan worden verwacht dat D tenminste 10 m is.

Bij ondergrondse voorzieningen wordt er van uitgegaan dat infiltratie alleen via de wanden plaatsvindt, omdat de bodem van een voorziening in de loop van de tijd kan dichtslibben (Leidraad Riolerings, module C2200, RioNed). Aangenomen is dat het infiltratiedebiet Q gelijkmatig verdeeld wordt tussen de wand die op ca. 13 m van de woning Tortellaan 4 ligt, en de overstaande wand, die op ca. 16 m van Tortellaan 4 ligt. Dit betekent dat r voor de ene helft van het debiet 13 m is, en voor de andere helft 16 m. In feite wordt de formule van Theis dus voor twee bronnen toegepast, en worden de beide resulterende grondwaterstandsverhogingen vervolgens gesommeerd.

Omdat de voorziening langgerekt is en ca. 25 m lang (wederom afgeleid uit de tekening op 16 april 2014 door de heer Bruning ontvangen van de opzichter) zal een deel van het water op iets grotere afstand van Tortellaan 4 infiltreren. Om dit effect te beschouwen is nog een berekening uitgevoerd met 6 bronnen; 3 per wand en gelijkmatig verdeeld over de lengte van de voorziening.



Figuur 2. Parameters rekenmethode effect infiltratie op grondwaterstand.

3.4 Resultaten

In onderstaande tabel 1 zijn de berekende grondwaterstandsverhogingen ter plaatse van de voorgevel van Tortellaan 4, als gevolg van lediging van de infiltratievoorziening samengevat.

Tabel 1: berekende grondwaterstandsverhoging ter plaatse van Tortellaan 4 (voorgevel) als gevolg van lediging van de infiltratievoorziening.

Watervoerende dikte D	Berekening 1 Na 1 dag lediging Initiële vulling 100%	Berekening 2 Na 2 dagen lediging Initiële vulling 100%	Berekening 3 Na 1 dag lediging initiële vulling 56%
10 m, 2 bronnen	0.64 m	0.78 m	0.35 m
25 m, 2 bronnen	0.45 m	0.47 m	0.25 m
10 m, 6 bronnen	0.50 m	0.68 m	0.27 m
25 m, 6 bronnen	0.40 m	0.42 m	0.22 m

De grondwaterstandsverhoging na 1 à 2 dagen lediging van een volledig gevulde infiltratievoorziening is een aantal decimeters. Dit is een tijdelijk effect; na verloop van tijd daalt de grondwaterstand weer. Voor wateroverlast in een kelder kan echter één dag met te hoge grondwaterstanden voldoende zijn. Ook de grondwaterstandsverhoging bij 56% initiële vulling van de infiltratievoorziening is nog aanzienlijk (0.22 tot 0.35 m na 1 dag lediging, afhankelijk van de dikte van het watervoerend pakket en de bronnenconfiguratie). De verhouding tussen het berekende effect en de watervoerende dikte D varieert tussen 1% en 8% en is daarmee klein, hetgeen toepassing van de Formule van Theis rechtvaardigt.

De frequentie waarmee de voorziening tot 100% (berekening 1 en 2) of 56% (berekening 3) gevuld raakt, kon niet worden vastgesteld met de beschikbare gegevens. Bij een goede (niet te ruime) dimensionering van de voorziening ligt het voor de hand dat een vulling tot 56% met enige regelmaat zal optreden. Niet duidelijk is in hoeverre dit geldt voor een situatie met volledige vulling.

De berekende effecten zijn groter dan de effecten berekend door Wareco (2014), waar bij bebouwing direct grenzend aan infiltratievoorzieningen de grondwaterstand tijdelijk stijgt met maximaal 0,1 m. Wareco heeft deze berekeningen uitgevoerd met een numeriek grondwatermodel. Omdat de specificaties van de gehanteerde modelschematisatie en – parameters in het genoemde rapport ontbreken, kon de oorzaak van dit verschil niet worden nagegaan of beoordeeld.

4 Conclusies

Op basis van de voorgaande analyse kunnen de drie vragen uit hoofdstuk 1 als volgt worden beantwoord:

- 1 Is het ontwerp van de infiltratievoorzieningen 'Vogelwijk fase 4' voldoende onderbouwd om er van uit te mogen gaan dat de grondwateroverlastfrequentie in de kelder van de woning aan de Tortellaan 4 niet zal toenemen? *Nee. In het rapport van MWH (2013) wordt geen aandacht besteed aan de effecten van de infiltratievoorzieningen op de grondwaterstand. Voor de infiltratievoorzieningen Mezenplein en Nachtegaalplein is dit wel gedaan, maar de conclusies zijn niet zonder meer toe te passen op de locatie Tortellaan 4.*
- 2 Is er een (alternatieve) methode waarmee het effect van de infiltratievoorziening op de grondwaterstand ter plaatse van de Tortellaan 4 kan worden geschat? *Ja. Om het effect van infiltratie op de grondwaterstand in te schatten is gebruik gemaakt van de formule van Theis voor tijdsafhankelijke grondwaterstroming onder invloed van een grondwateronttrekking in een freatisch (= ondiep) watervoerend pakket. De grondwateronttrekking is negatief gesteld, zodoende verandert deze in een infiltratie;*
- 3 Zo ja, is er kans op grondwateroverlast bij het gekozen ontwerp? *Ja, grondwateroverlast kan niet worden uitgesloten. Bij een vullingsgraad van 56%, waarvan aannemelijk is dat die met enige regelmaat zal optreden, wordt een tijdelijke grondwaterstandsverhoging in de orde van grootte van enkele decimeters berekend. Gezien de nu al waarschijnlijk geringe marge tussen de keldervloer en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) is dit een significante verhoging die tot intredend grondwater kan leiden.*

5 Referenties

Bot, B (2011) Grondwaterzakboekje. Bot Raadgevend Ingenieur, Rotterdam.

MWH (2013) Berekening van infiltratiecapaciteit in infiltratievoorzieningen Vogelwijk 4. Rapport d.d. 6-5-2013, project M13A0148, Delft.

Syncera (2006) Infiltratieproeven en berekening grondwateroverlast Vogelwijk fase I. Notitie d.d. 29-11-2006, project W06A0048, Delft.

Wareco (2014) Grondwateroverlast Vogelwijk Den Haag. Rapport d.d. 23-5-2014, BG56 RAP20140522, Amstelveen.