



# Technische uitwerking van een GGOR voor stedelijk gebied

TEUN WENDT, GRONTMIJ
RONALD DUBBELDAM, GRONTMIJ
JAN VAN 'T KLOOSTER, GEMEENTE AMERSFOORT

*Door Grontmij is een GGOR-methode ontwikkeld voor stedelijk gebied, waarmee zowel de actuele als de optimale grondwaterstanden beter in beeld kunnen worden gebracht. Hiermee kunnen voorspellingen worden gedaan over (toekomstige) grondwateroverlast en over effecten van te nemen maatregelen. Deze methode is daarmee tevens bruikbaar bij de uitvoering van de watertoets door gemeenten en waterbeheerders.*

In 2002 is door STOWA het Waternoodinstrument gelanceerd. Met dit instrument wordt handen en voeten gegeven aan het opstellen van het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime (GGOR). Vooral voor landbouw en terrestrische natuur kunnen hiermee de knelpunten in beeld worden gebracht. In het Waternoodinstrument is ook ruimte gereserveerd voor de functie stedelijk gebied. Momenteel is dit onderdeel niet meer dan een eenvoudige beslisregel: in stedelijk gebied is er een knelpunt als de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) hoger is dan 0,6 m-mv. Als de GHG lager is dan 0,8 m-mv, is er geen knelpunt. Deze beslisregel is echter onvoldoende om adequaat knelpunten in het stedelijk waterbeheer in kaart te brengen.

Hoewel al diverse initiatieven zijn genomen, heeft dit er tot nu toe niet toe geleid dat dit onderdeel verder is uitgewerkt. Wellicht komt dit door de juridische en technische complexiteit van het onderwerp. Uit het CIW-rapport 'Samen leven met grondwater' en het CAWSW-advies 'Zicht op grondwater' blijkt dat nog steeds veel onduidelijkheid bestaat over de verantwoordelijkheden ten aanzien van grondwateroverlast.

De technische kant is echter niet minder complex. Niet alleen de heterogeniteit in stedelijk gebied qua ontwatering en bodemopbouw, maar ook het lage schaalniveau waarop zich problemen voordoen, zijn hieraan debet. Grondwateroverlast treedt vaak op perceelsniveau op en wordt ook op perceelsniveau als knelpunt ervaren. Daarom moet een methodiek op zeer gedetailleerde schaal aangeven welke grondwaterstanden lokaal kunnen optreden en of hierbij problemen te verwachten zijn.

Het doel hiervan is om verdere invulling te geven aan stedelijk water in de Waternoodsystematiek. Ondanks de complexiteit van het onderwerp zou dit geen belemmering hoeven te vormen voor verdere uitwerking.

In dit artikel presenteren we een verbeterde methode om voor stedelijk gebied het optimale grond- en oppervlaktewaterregime (OGOR, de ideale toestand qua grondwaterhuishouding) en het actuele grond- en oppervlaktewaterregime (AGOR) op te stellen. AGOR staat voor de toestand van de (grond)waterhuishouding zoals die in werkelijkheid is. Zijn AGOR en OGOR goed in beeld, dan kunnen de knelpunten in het watersysteem, zoals grondwateroverlast, afgeleid worden.

De verbetering bij het onderdeel OGOR is dat een gedifferentieerde norm per grondgebruiksfunctie wordt toegepast. We gaan na of dit zinvol is en hoe dit vorm gegeven kan worden. Bij het onderdeel AGOR is onderzocht op welke wijze het actuele grondwaterregime het best in beeld gebracht kan worden.

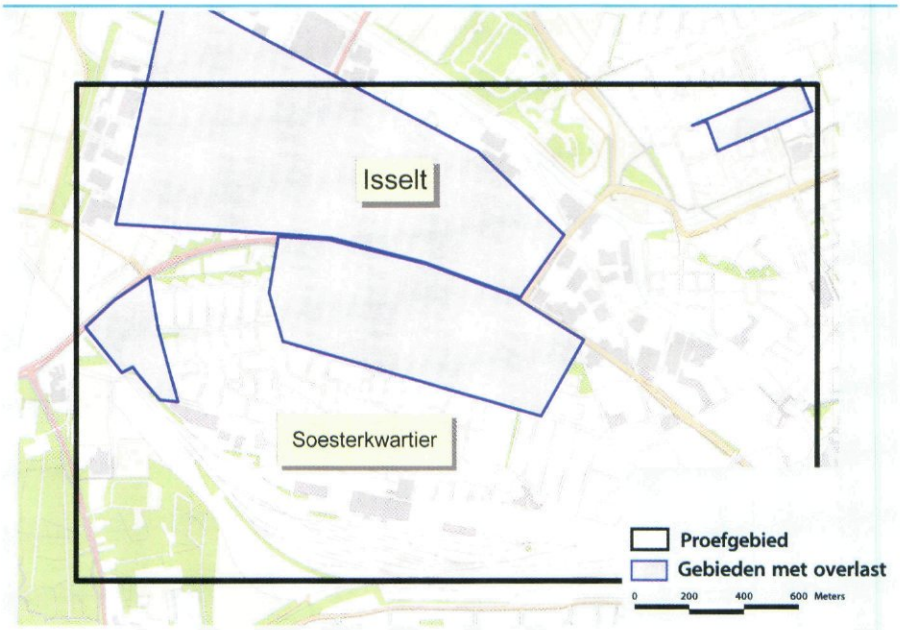
## Amersfoort

Het opstellen van het OGOR en AGOR is uitgewerkt voor een stedelijk gebied waarvan bekend is waar grondwateroverlast optreedt. Zo kan getoetst worden of de methode voldoende nauwkeurig is. Als proefgebied zijn de woonwijk Soesterkwartier en industriegebied Isselt in Amersfoort gekozen. In deze wijken treden op diverse locaties grondwateroverlast op[6]. In afbeelding 1 is aangegeven in welke delen van de wijken grondwateroverlast is gemeld bij de gemeente. Het betreft hier vooral water in kruipruimten.

De wijken liggen op de overgang van de 'hoge' Amersfoortse Berg naar de lage Eempolders. In het lage noordelijke deel bevindt de grondwaterstand zich dicht onder maaiveld. Vooral daar treedt grondwateroverlast op.

Voor dit proefgebied zijn vier knelpuntberekeningen uitgevoerd. Daarbij is gevarieerd met de wijze van opstellen van het OGOR en AGOR. In tabel 1 is aangegeven welke berekeningen zijn uitgevoerd. Het waarom van deze berekeningen wordt daarna uitgelegd.

*Afb. 1: Overzicht wijken Soesterkwartier en De Isselt en meldingen van grondwateroverlast.*



## OGOR

De (grond)waterhuishouding in een stedelijk gebied is optimaal als de grondwaterstand in de winter en voorjaar niet te hoog is. Een te hoge stand leidt immers tot water in de kruipruimtes en vloeren die verschimmelen of verrotten. Het leidt tot schade aan infrastructuur door opvriezen, tot te natte sportvelden en parken. Bij te lage grondwaterstanden ('grondwateronderlast') kunnen houten paalkoppen verrotten, parken verdrogen en gebouwen verzakken.

In het proefgebied hebben de klachten vooral te maken met te hoge grondwaterstanden. Wat te hoog is, is per functie verschillend. Het OGOR bestaat daarom uit een minimale ontwateringsdiepte per functie. Op basis van praktijkervaring en literatuuronderzoek is tabel 2 opgesteld.

De normen voor bebouwing zijn afhankelijk van het voorkomen van houten palen, kruipruimtes en kelders. In de beschouwde wijken komen geen houten palen voor en is niet kruipruimteloos gebouwd. Daarom wordt voor alle bebouwing uitgegaan van de meest voorkomende vorm: bebouwing met kruipruimtes.

Bij de minimale ontwateringsdiepte hoort een overschrijdingsfrequentie. Deze frequentie geeft aan hoe vaak en gedurende hoeveel aaneengesloten dagen de minimale ontwateringsdiepte overschreden mag worden voor er sprake is van overlast. In de literatuur worden hiervoor verschillende waarden gegeven. Deze zijn weergegeven in tabel 3.

Over de toe te passen overschrijdingsfrequentie bestaat geen consensus. Ook in de geraadpleegde literatuur is geen onderbouwing van de gehanteerde waarden opgenomen. Voor deze studie is een arbitraire keuze gemaakt en wordt uitgegaan van een overschrijdingsfrequentie van gemiddeld éénmaal per jaar gedurende één dag.

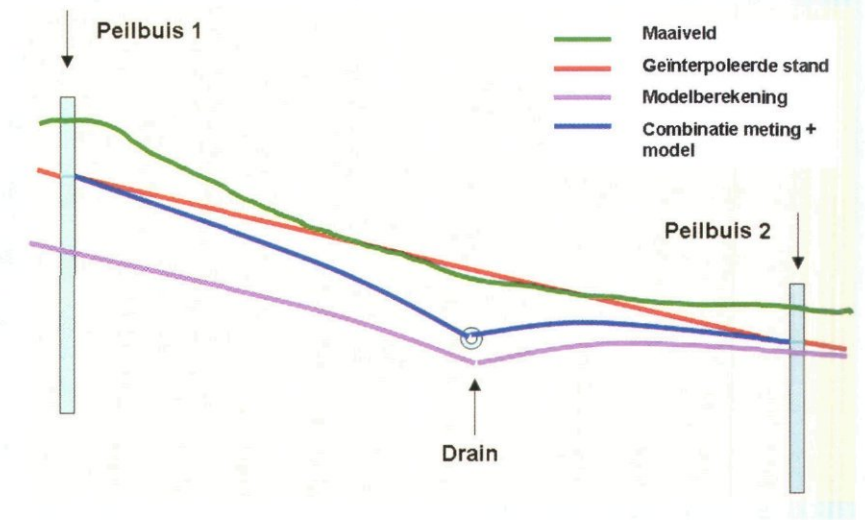
## AGOR

Het AGOR is het actuele grond- en oppervlaktewaterregime. Het AGOR levert twee problemen op. Welke grondwaterstand is exact het AGOR en hoe wordt deze gebiedsdekkend voldoende nauwkeurig bepaald? Beide problemen worden achtereenvolgens behandeld.

In het huidige waternoodinstrument wordt de GHG gebruikt als AGOR. De GHG wordt bepaald op basis van de drie hoogste metingen per jaar van een langjarige meetreeks. Hierbij wordt uitgegaan van de metingen rond de 14e en de 28e van elke maand. De tijd tussen deze metingen bedraagt gemiddeld 15 dagen. De GHG is daarmee dus de stand die, statistisch gezien, gemiddeld gedurende circa 45 dagen per jaar overschreden kan worden. Bij het OGOR is gesteld dat de minimale ontwateringsdiepte niet meer dan éénmaal per jaar gedurende één dag overschreden mag worden. De GHG is dan dus geen geschikte parameter voor het AGOR.

Een betere benadering is om uit de langjarige meetreeks de stand af te leiden die gemiddeld één keer per jaar wordt overschreden. Deze stand noemen we hier de T = 1 grondwaterstand. Deze stand ligt in het proefgebied circa 0,1 m hoger dan de GHG. De T = 1 grondwaterstand wordt echter niet gedurende één dag overschreden, maar - door de meetfrequentie van eens per 15 dagen - mogelijk veel langer. Om het AGOR behorende bij het gestelde OGOR exact te bepalen zou de grondwaterstand op dagbasis bepaald moeten worden. Hiervoor kunnen modellen nuttig zijn.

*Afb. 2: Schematische weergave AGOR's.*

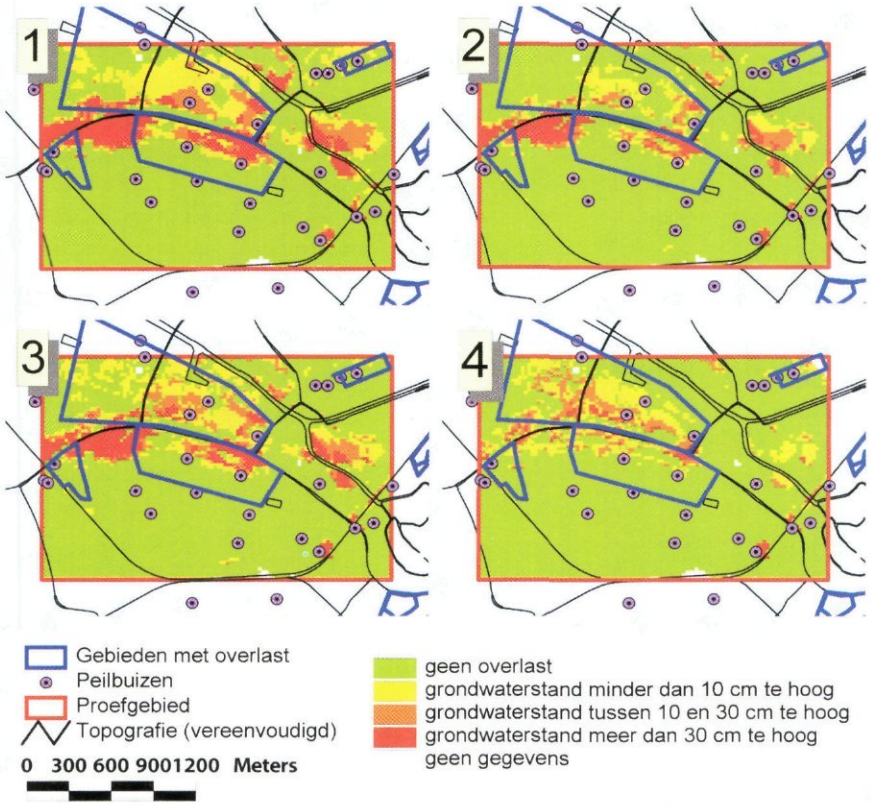



*Tabel 1. Uitgevoerde knelpuntenberekeningen.*

| bere-kening | OGOR | AGOR |
|---|---|---|
| 1 | ontwateringsdiepte van 0,8 m voor alle functies | GHG op basis van peilbuizen |
| 2 | gedifferentieerde ontwateringsdiepte per functie | GHG op basis van peilbuizen |
| 3 | gedifferentieerde ontwateringsdiepte per functie | T = 1 grondwaterstand per jaar op basis van peilbuizen |
| 4 | gedifferentieerde ontwateringsdiepte per functie | T = 1 grondwaterstand per jaar op basis van peilbuizen aangevuld met kennis uit modelberekeningen |

*Tabel 2. Gehanteerde ontwateringsnormen.*

| functie | omschrijving | minimale ontwaterings-diepte (m-mv) |
|---|---|---|
| bebouwing | alle bebouwing, inclusief tuinen | 0,7 |
| primaire wegen | snelwegen, autowegen, provinciale wegen, hoofdwegen | 1,0 |
| secundaire wegen | straten, fietspaden | 0,7 |
| overig verhard gebied | voetpaden, pleinen, parkeerterreinen | 0,4 |
| spoorwegen | spoorlijnen, rangeerterreinen | 1,5 |
| begraafplaatsen | afhankelijk van het type begraafplaats | 1,7 |
| glastuinbouw | | 0,5 |
| grasland s | portvelden, campings, recreatieterreinen, parken | 0,5 |
| openbaar groen | bos in bebouwd gebied, parken | 0,5 |




*Afb. 3: Berekende overlast per knelpuntberekening (zie tabel 1).*

Het is echter in stedelijk gebied een lastige klus om de absolute hoogte van de grondwaterstand gebiedsdekkend voldoende nauwkeurig te modelleren. Een bodemkaart met grondwatertrappen is in stedelijk gebied niet beschikbaar. Het lijkt daarom het meest nauwkeurig om gebruik te maken van gemeten grondwaterstanden. In en om het proefgebied zijn 30 peilbuizen beschikbaar. Van deze peilbuizen is over een periode van circa 15 jaar (1-1-1990 tot 30-06-2004) de GHG en de T = 1 grondwaterstand berekend. Sommige van de meetreeksen zijn korter dan 15 jaar. Door middel van tijdreeksanalyse konden ook hieruit bruikbare standen worden afgeleid.

Door middel van diverse interpolatietechnieken is een gebiedsdekkend beeld van het AGOR gegenereerd. Ondanks het redelijk hoge aantal peilbuizen bleken op diverse locaties onrealistische standen berekend te worden. De oorzaak hiervan is dat de gebruikte interpolatietechniek geen hydrologische kennis bezit. Hierdoor worden steile gradiënten in de grondwaterspiegel, door bijvoorbeeld drainagesystemen en watergangen, geïnterpoleerd als geleidelijke overgangen. Dit is weergegeven in afbeelding 2.

Een grondwatermodel berekent wél het effect van de drainage en de watergangen op de grondwaterstand. Hierdoor zijn de gradiënten beter, maar de berekende absolute grondwaterstand is vaak weer niet nauwkeurig genoeg. Combinatie van de gradiënt uit het model en de gemeten grondwaterstanden in de peilbuizen leveren de meest realistische AGOR op. De berekende grondwaterspiegel met het model is daarom bijgesteld op basis van de peilbuisgegevens (zie afbeelding 2).

*Tabel 3. Overschrijdingsfrequenties.*

| bron | gebruiksfunctie | overschrijdings-frequentie | maximaal aantal aaneengesloten dagen |
|---|---|---|---|
| Cultuurtechnisch Vademecum (2000) | alle functies | gemiddeld 1 x per jaar | 1 dag |
| Waterplan Amsterdam (2002) | bebouwing | 1 x per 2 jaar | 5 dagen |
| Heidemij (1993) proefproject Roosendaal | bebouwing met kruipruimten maximaal | 1 x per 2 jaar | 7 dagen |
| | secundaire wegen en paden maximaal | 1 x per winterhalfjaar | - |
| | primaire wegen en spoorlijnen maximaal | 1 x per winterhalfjaar | - |
| | openbaar groen | 1 x per groeiseizoen | 7 dagen |

*Tabel 4. Percentages overlast per functie.*

| functie | oppervlak | berekening 1 ha | berekening 2 % | berekening 3 % | berekening 4 % |
|---|---|---|---|---|---|
| bebouwing | 213 | 12 | 9 | 13 | 7 |
| primaire wegen | 12 | 22 | 28 | 36 | 38 |
| secundaire wegen | 58 | 15 | 14 | 17 | 10 |
| overig verhard gebied | 82 | 16 | 6 | 8 | 4 |
| spoorwegen | 41 | 1 | 3 | 4 | 4 |
| begraafplaats | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| glastuinbouw | 1 | 63 | 25 | 50 | 38 |
| openbaar groen | 31 | 16 | 10 | 11 | 3 |
| gras | 43 | 24 | 12 | 14 | 8 |
| totaal | 483 ha | 13% | 9% | 13% | 7% |

## Berekeningen knelpunten

De OGOR-normen zijn uitgedrukt ten opzichte van maaiveld. Om ze te kunnen vergelijken met het AGOR, zijn ze omgerekend naar NAP door ze te relateren aan een maaiveldhoogtekaart. Dit is een cruciale stap en een grote bron van fouten. De Algemene Hoogtekaart Nederland is niet bruikbaar in stedelijk gebied. Daarom is een maaiveldkaart gemaakt op basis van bestanden van putdekselhoogten van de riolering, aangevuld met beschikbare metingen uit waterpassingen.

Afbeelding 3 geeft per berekening de knelpunten weer. Uitgangspunt is dat overlast optreedt als de AGOR meer dan tien centimeter hoger ligt dan de OGOR (de oranje en rode gebieden). In de afbeelding is tevens met blauwe contouren aangegeven waar overlast is gemeld bij de gemeente.

In een samenvattende tabel is per berekening per functie het percentage met overlast weergegeven.

Het effect van een gedifferentieerde OGOR ten opzichte van een vaste OGOR voor elke functie is het verschil tussen berekening 1 en 2. Het totale gebied met overlast neemt af van 13 naar 9 procent. Bij primaire wegen en spoorwegen neemt het areaal met een te hoge grondwaterstand toe, bij de overige functies neemt het areaal af.

Het nut van een nauwkeurige AGOR wordt duidelijk door berekening 2, 3 en 4 te vergelijken. Indien de T = 1 grondwaterstand wordt gebruikt als AGOR in plaats van de lagere GHG, nemen de knelpunten uiteraard toe. Voor vier procent extra van het totale gebied wordt overlast berekend. Door het verbeteren van het AGOR met behulp van de gradiënt berekend met het grondwatermodel (berekening 4), neemt de overlast sterk af tot zeven procent van het gebied. Alleen voor de primaire wegen neemt de overlast toe.

In alle gebieden waar overlast gemeld is, wordt ook overlast berekend, zij het niet in alle delen van de overlastgebieden. Opvallender is echter dat op veel locaties wel overlast berekend wordt, maar niet gemeld. Vooral bij berekening 1, 2 en 3 speelt dit. Berekening 4 wordt door de gemeente Amersfoort als het meest reëel gezien, gezien de relatie met klachten en op basis van gebiedskennis.

## Conclusies

De resultaten van berekening 1, 2 en 3 worden als niet reëel beoordeeld. De belangrijkste oorzaak hiervan is de nauwkeurigheid van het AGOR. De beschikbare interpolatietechnieken zijn in principe onvoldoende nauwkeurig. Ze bezitten geen hydrologische kennis, zodat gradiënten in het werkelijke isohypsenpatroon ten gevolge van drainage of watergangen niet terugkomen in het geïnterpoleerde isohypsenpatroon. Het verwerken van hydrologische kennis uit modelberekeningen leidt tot een verbetering van het resultaat. Een gedetailleerde modellering van grondwatersysteem in het stedelijk gebied biedt daarom meerwaarde voor het opstellen van het AGOR. Verder is het belangrijk dat voldoende peilbuizen aanwezig zijn. In Amersfoort, waar het gemeentelijk meetnet bestaat uit ruim 100 peilbuizen, is dit het geval.

Het is in stedelijk gebied goed mogelijk de OGOR te differentiëren per functie. Hiervoor zijn voldoende topografische bestanden beschikbaar. Uit de berekeningen blijkt dat een gedifferentieerde norm ook zeker van invloed is op de hoeveelheid berekende overlast. Daarnaast wordt duidelijk voor welke functies het probleem het grootst is. Over de ontwateringsdieptes bestaat in de literatuur redelijke overeenstemming, al bestaan nog wel verschillen. Over de overschrijdingsfrequenties bestaat duidelijk geen overeenstemming. Bij verdere ontwikkeling van het onderdeel stedelijk gebied binnen Waternood moet dit worden uitgewerkt. Het nut van een gedifferentieerde norm is beperkt, zolang de AGOR bepaling onnauwkeurig is.

Het is evident dat de gehanteerde berekeningswijze van grote invloed is op het eindresultaat en de bruikbaarheid daarvan. Zelfs berekening 4 mag niet gezien worden als een juiste weergave van waar wel of geen overlast is.

De vraag of deze berekeningen wel nuttig zijn, is daarom terecht. Het nut zit vooral in de signaalfunctie die de overlastkaarten hebben (zie afbeelding 3). Ze geven aan waar mogelijk wat aan de hand is. De overlastkaart kan worden omgewerkt naar een risicokaart, waaruit snel blijkt of grondwateroverlast wel of niet aan de orde is in een bepaalde woonwijk. Tenslotte kan het effect van maatregelen tegen overlast in beeld worden gebracht. Gezien de mogelijke toekomstige zorgplicht van gemeenten met betrekking tot het stedelijke grondwaterbeheer, is het naar onze mening nuttig om het stedelijk gebied in Waternood verder uit te werken.

LITERATUUR


1) Biron D. (2004). Beter bouw- en woonrijp maken. Een verkennend onderzoek naar het bouw- en woonrijp maken in de Nederlandse praktijk en de problematiek rondom wateroverlast op de bouwplaats. SBR / TU Delft.
2) CAWSW (2004). Zicht op Grondwater. Advies.
3) CIW (2004). Samen leven met grondwater. Visie op het voorkomen en oplossen van stedelijke grondwaterproblemen.
4) Cultuurtechnisch Vademecum (2000). Elsevier bedrijfsinformatie.
5) Gemeente Amsterdam (2001). Waterplan Amsterdam 'Leven met grondwater'.
6) Grontmij (2003). Reductie winningen Amersfoort. Maatregelen voor grondwateroverlast als gevolg van de winningen Berg en Hogeweg.
7) Heidemij Advies / TU Delft (1991 / 1993). Bestrijding grondwateroverlast stedelijke gebieden, proefproject Roosendaal.