



Hoogheemraadschap van  
**Rijnland**

# Adviesnota Grondwater



**Droge voeten, schoon water**



Hoogheemraadschap van  
**Rijnland**

## **Adviesnota grondwater**

Bij ruimtelijke ontwikkelingen en grondwateroverlast



## INHOUDSOPGAVE

### Deel A: Algemeen deel

1.	Inleiding.....	3
1.1	Waarom een adviesnota grondwater? .....	3
1.2	Wat wil Rijnland met de adviesnota bereiken?.....	3
1.3	Leeswijzer .....	3
2.	Beleidskader .....	5
2.1	Relevante wet- en regelgeving.....	5
2.1.1	Waterwet.....	5
2.1.2	Samenwerking waterpartners (Nationaal Bestuursakkoord Water).....	5
2.1.3	Bouwbesluit .....	5
2.2	Taken en verantwoordelijkheden.....	6
2.3	Visie en rol Rijnland.....	9
3.	Inhoudelijke aspecten grondwater .....	11
3.1	Definities.....	11
3.2	Grondwateroverlast.....	11
3.3	Hoe is de ondergrond van het beheersgebied van Rijnland opgebouwd?.....	12
3.4	Welke factoren beïnvloeden de grondwaterstand in het gebied?.....	14
3.5	Samenhang grondwater met waterketen en watersysteem.....	17

### Deel B: Advisering grondwateraspecten

4.	Beschrijven gewenste situatie.....	19
4.1	Ambities en streefbeelden.....	19
4.2	Gewenst grond- en oppervlaktewaterregiem (GGOR) .....	21
4.3	Het bouwproces .....	21
5.	Beoogde ontwateringsdiepte .....	23
5.1	Stedelijk gebied.....	23
5.2	Landelijk gebied .....	25
6.	Voorkomen en oplossen van grondwateroverlast.....	26
6.1	Functieverandering .....	26
6.2	Bouwrijp maken en technische oplossingen .....	26
6.3	Afweging .....	31
6.4	Onderzoek en advies .....	35
7.	Behandeling en afvoer van hemelwater.....	36
7.1	Inleiding .....	36
7.2	Afkoppelen en waterkwantiteit.....	36
7.3	Waterkwaliteit.....	37
7.4	Technieken.....	38
7.5	Maatwerk .....	39
8.	Ondergrondse infrastructuur en bouwwerken .....	40
8.1	Effecten ondergrondse infrastructuur en bouwwerken .....	40
8.2	Bemaling van grondwater.....	41
9.	Grondwatermeetnet .....	43
10.	Grondwaterloket.....	48
	Literatuur .....	51
Bijlage 1.	Begrippenlijst.....	52
Bijlage 2.	Analysetechnieken .....	53



## 1. Inleiding

### 1.1 Waarom een adviesnota grondwater?

Grondwater is al het water in de bodem. Meestal merken we niets van grondwater. Pas als er problemen zijn valt het op. Er bestaat een direct verband tussen het grondwaterpeil en grondwaterproblemen. Bij te *lage* grondwaterstanden kunnen problemen met (houten) funderingen ontstaan en landbouw- en natuurgebieden verdrogen. Een te *hoge* grondwaterstand is voor de natuur in Rijnland meestal geen probleem, maar voor de landbouw wel. De opbrengst van gewassen kan bijvoorbeeld minder zijn. Ook in stedelijk gebied kan een hoge grondwaterstand tot overlast leiden in woningen (vochtoverlast) en tuinen.

Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het grondwaterbeheer een taak van het waterschap geworden. Rijnland heeft in het Waterbeheerplan (WBP, looptijd 2010-2015) aangegeven deze rol proactief op te willen pakken. Gezien de rollen en taken van de verschillende partijen in het grondwaterbeheer en de bij de verschillende partijen aanwezige (lokale) kennis en kunde wil Rijnland niet eenzijdig voorschrijven hoe problemen opgelost moeten worden. Bovendien ligt in veel gevallen de verantwoordelijkheid voor de uiteindelijke keuze bij de gemeente. Rijnland is echter wel de regionale waterbeheerder en wil graag de bij haar aanwezige kennis delen.

In deze nota is zoveel mogelijk informatie over verschillende aspecten van het grondwaterbeheer opgenomen. De nota beperkt zich daarbij tot het beheer van de grondwater*kwantiteit* en richt zich daarmee op het voorkomen of beperken van grondwateroverlast (of –onderlast). In het adviesgedeelte ligt de nadruk vooral op de rol van grondwater bij ruimtelijke ontwikkelingen en bij bestaande grondwateroverlast. Dit zowel bij de plannen en projecten van partners als bij de eigen plannen van Rijnland. Gezien de opzet van de nota is de geleverde informatie van algemene aard en breed toepasbaar. Rijnland wil graag meedenken over welke oplossingen het best op lokale schaal kunnen worden toegepast.

### 1.2 Wat wil Rijnland met de adviesnota bereiken?

Deze nota bevat adviezen voor een ieder die betrokken is bij het grondwaterbeheer. De nota geeft niet aan wat je *moet* doen, maar wel wat je *kunt* doen. Het geeft een overzicht van mogelijkheden, elk met de voor- en nadelen benoemd. De informatie kan, samen met kennis van het lokale systeem, gebruikt worden om voor een specifiek geval een keus te kunnen maken. De nota vormt daarmee een naslagwerk voor zowel gemeenten als voor medewerkers van Rijnland zelf. In de adviesnota ligt de focus op de rol van het grondwater in het watersysteem, het voorkomen van grondwateroverlast en duurzame oplossingen. Daarbij heeft de nota de volgende doelstellingen:

- Informatievoorziening: de nota verschaft helder overzicht omtrent de rol van grondwater in het watersysteem binnen het beheersgebied van Rijnland;
- Uitwerking van het beleid: de nota bevat adviezen voor de praktische toepassing van het beleid, zoals bijvoorbeeld vastgelegd in het WBP en de keur, en het formuleren van standpunten ten aanzien van de verschillende aspecten van grondwater (bijvoorbeeld in een verbreed GRP en advisering over ruimtelijke plannen van gemeenten);
- De nota brengt structuur aan in de rol van grondwater in de lopende en geplande activiteiten.

### 1.3 Leeswijzer

Voorliggende nota bestaat uit twee delen, een algemeen deel (hoofdstukken 2 en 3) en een deel met adviezen voor de verschillende grondwateraspecten (hoofdstukken 4 tot en met 10). In bijlage 1 is een begrippenlijst opgenomen. Bijlage 2 bevat een korte toelichting op een aantal analysetechnieken, gericht op de dimensionering van een ontwateringssysteem.

Het algemene deel begint met een toegankelijk overzicht van de relevante wet- en regelgeving rond het grondwaterbeheer (hoofdstuk 2). Tevens wordt een overzicht gegeven van de taken en verantwoordelijkheden van de verschillende betrokken partijen bij het grondwaterbeheer. Tot slot wordt in dit hoofdstuk de visie en rol van Rijnland in het grondwaterbeheer beschreven. Hoofdstuk 3 geeft een inhoudelijk kader van grondwater. Dit is een iets technischer hoofdstuk, maar het geeft belangrijke informatie over welke factoren de grondwaterstand bepalen en wat de rol is van grondwater in het watersysteem. Kennis hiervan is nodig voor het kunnen achterhalen van de oorzaak van geconstateerde wateroverlast en voor het bedenken van juiste oplossingen.

In het tweede deel van de nota zijn adviezen met betrekking tot de verschillende grondwateraspecten opgenomen. Achtereenvolgens worden adviezen op de volgende terreinen gegeven:

- Beschrijven gewenste situatie (hoofdstuk 4)
- Beoogde ontwateringsdiepte (hoofdstuk 5)
- Voorkomen en oplossen van grondwateroverlast (hoofdstuk 6)
- Behandeling en afvoer van hemelwater (hoofdstuk 7)
- Ondergrondse infrastructuur en bouwwerken (hoofdstuk 8)
- Grondwatermeetnet (hoofdstuk 9)
- Grondwaterloket (hoofdstuk 10)

Voor deze adviesnota is mede gebruik gemaakt van bestaande literatuur. In verband met de leesbaarheid zijn in de tekst geen verwijzingen opgenomen. Wel is een literatuurlijst met de relevante bronnen opgenomen.

## 2. Beleidskader

### 2.1 Relevante wet- en regelgeving

#### 2.1.1 Waterwet

Sinds 22 december 2009 is er één Waterwet. De Waterwet is de integrale wet die regels geeft met betrekking tot het beheer en gebruik van watersystemen. In de Waterwet wordt daarbij nadrukkelijk gesproken over watersystemen: het samenhangende geheel van één of meer oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen. De Waterwet kent formeel slechts twee waterbeheerders: het rijk, als de beheerder van de rijkswateren, en de waterschappen, als de beheerders van de overige wateren. De waterschappen zijn daarnaast ook verantwoordelijk voor het zuiveringsbeheer. Met de invoering van de Waterwet zijn de waterschappen ook een voorname speler geworden in het beheer van het grondwater.

Provincies en gemeenten zijn in de Waterwet formeel geen waterbeheerder, maar hebben wel waterstaatkundige taken. Zo blijft de provincie voorlopig bevoegd gezag voor drie categorieën grondwateronttrekkingen en infiltraties: de openbare drinkwaterwinning, ondergrondse energieopslag en industriële onttrekkingen van meer dan 150.000 m<sup>3</sup> per jaar.

Op gemeenten rust een hemel- en grondwaterzorgplicht. De zorgplicht betekent dat gemeenten in openbaar gebied maatregelen treffen om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover doelmatig is en voor zover niet tot de zorg van waterschap of provincie behoort. De zorgplicht voor grond- en hemelwater verplicht gemeenten om het water in te zamelen, indien de perceelseigenaar bij wie het water vrijkomt in redelijkheid niet zelf voor adequate verwijdering van het water kan zorgen. Gemeenten zijn verplicht de zorg voor het grond- en hemelwater op te nemen in het GRP. Op particulier terrein is de perceelseigenaar primair zelf verantwoordelijk voor de verwerking van grond- en hemelwater.

#### 2.1.2 Samenwerking waterpartners (Nationaal Bestuursakkoord Water)

Het Rijk, provincies (IPO), gemeenten (VNG) en de Unie van Waterschappen hebben in 2008 het Nationaal Bestuursakkoord Water-Actueel (NBW-Actueel) ondertekend. Met de actualisatie van het NBW onderstrepen de betrokken partijen nogmaals het belang van samenwerking om het water duurzaam en klimaatbestendig te beheren. Het NBW heeft tot doel in 2015 de waterhuishouding in Nederland op orde te hebben. In 2003 is de oorspronkelijke versie van het NBW ondertekend. De NBW-partijen gaan nu gezamenlijk verder met de uitvoering van de nieuwe afspraken in het akkoord. Daarin staat onder meer hoe zij moeten omgaan met klimaatveranderingen, de stedelijke wateropgave en de ontwikkelingen in woningbouw en infrastructuur.

Daarnaast is in de Waterwet een artikel opgenomen (art. 3.8) dat gemeenten en waterschappen aanzet tot afstemming van taken en bevoegdheden voor een doelmatig en samenhangend waterbeheer.

#### 2.1.3 Bouwbesluit

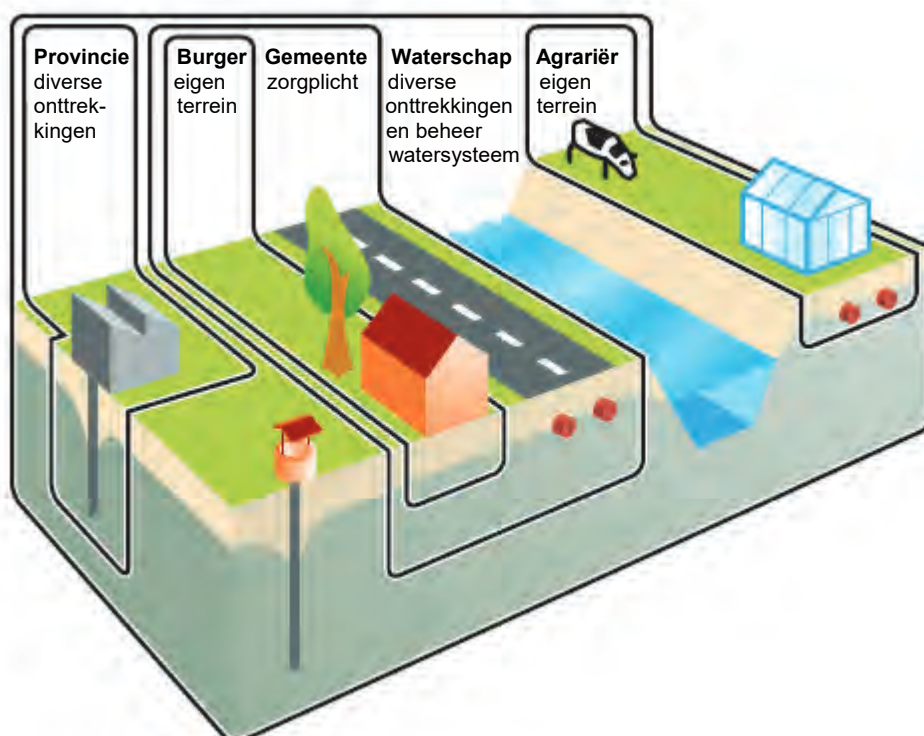
Het Bouwbesluit stelt eisen aan de kwaliteit van bestaande en nieuw te bouwen woningen. De gemeenten zijn het bevoegd gezag voor het naleven van het bouwbesluit. In het Bouwbesluit zijn onder andere eisen opgenomen met betrekking tot de waterdichtheid van woningen. De projectontwikkelaar of eigenaar draagt verantwoordelijkheid om te voldoen aan de waterdichtheideisen uit het Bouwbesluit. Volgens de toelichting op het Bouwbesluit komen de eisen, die aan de wering van vocht van buiten worden gesteld, er meestal op neer dat het dak, de gevel en de laagst gelegen vloer van het gebouw waterdicht moeten zijn.



Bij verbouwingen moet ook rekening worden gehouden met de eisen uit het Bouwbesluit. De eisen voor nieuwbouw zijn strenger dan voor bestaande bouw en op het moment dat een verbouwing plaatsvindt, moet aan de eisen voor nieuwbouw worden voldaan.

## 2.2 Taken en verantwoordelijkheden

In het grondwaterbeheer spelen verschillende partijen een rol. Ieder met eigen taken en verantwoordelijkheden. In figuur 2.1 is een overzicht gegeven van de verschillende partijen die betrokken zijn bij het beheer van het grondwater. Onderstaand wordt een nadere toelichting gegeven op de verschillende taken en verantwoordelijkheden.



Figuur 2.1 Bij grondwaterbeheer betrokken partijen

### Burger (of breder: perceelseigenaar)

De (huis)eigenaar is in eerste instantie zelf verantwoordelijk voor zijn eigendom en voor een goede staat ervan. Als een eigenaar grondwaterproblemen heeft, komen eventuele bouwtechnische/civieltechnische oplossingen dan ook voor zijn eigen rekening. Hierbij valt te denken aan het waterdicht maken van de vloer, het opvullen van de kruipruimte, het vervangen van de fundering of de aanleg van drainage.

Als de eigenaar zelf niet de mogelijkheid heeft om zich van overtollig grondwater te ontdoen (of om juist een voldoende hoge grondwaterstand rond het eigendom te behouden), is de gemeente verplicht om hier voorzieningen te treffen. Tenzij de gemeente hier buitensporig hoge kosten voor moet maken. Dit zal per geval en per locatie bekeken moeten worden. In sommige gevallen kan de gemeente bijvoorbeeld beslissen dat de situatie pas verbeterd kan worden bij groot onderhoud aan de weg of rioleering, zodat de kosten maatschappelijk aanvaardbaar blijven.

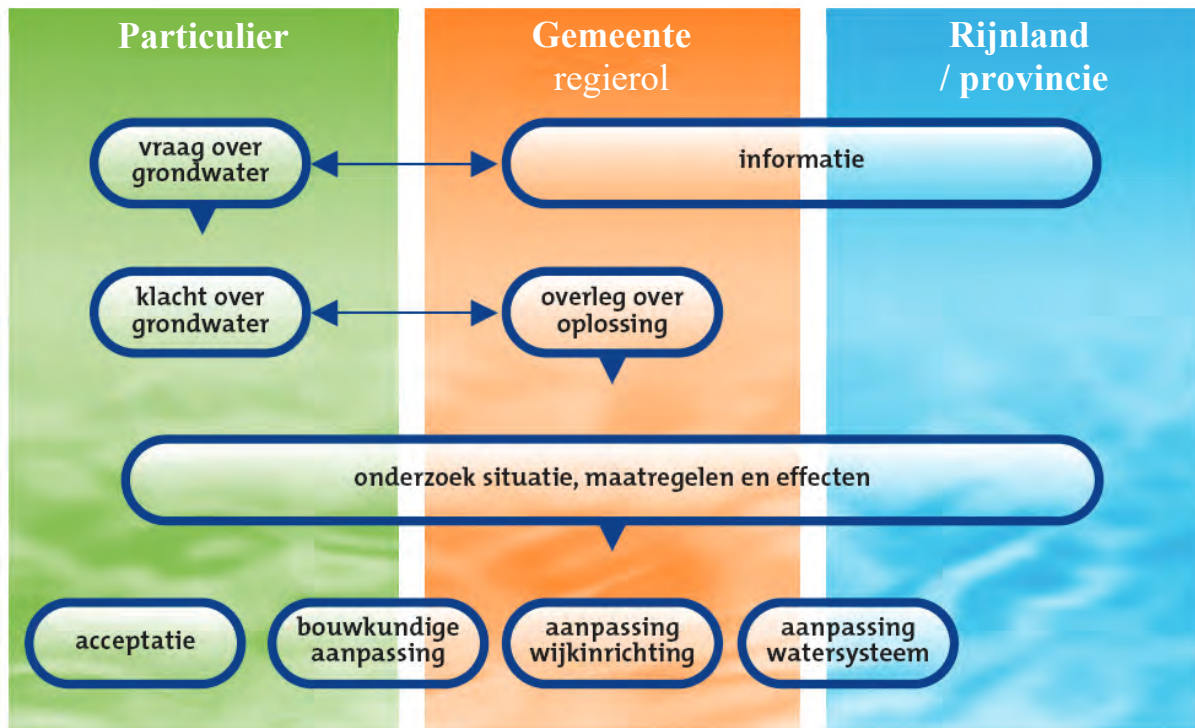
Gemeente

De gemeenten staan voor adequaat bouw- en woningtoezicht, een goed werkende riolering en ontwateringsvoorzieningen. Gemeenten zorgen voor het afkoppelen van hemelwater en een goede inrichting van nieuwe gebieden (bouwrijp maken).

Gemeenten hebben verschillende instrumenten tot hun beschikking om burgers in hun gedrag aangaande grondwateroverlast te sturen. De gemeenten kunnen burgers stimuleren met voorlichting en subsidie of ze door aanschrijving te dwingen tot het treffen van (gezamenlijke) maatregelen tegen grondwateroverlast. De Woningwet biedt gemeenten de mogelijkheid om de eisen, die het Bouwbesluit aan woningen stelt, af te kunnen dwingen.

Gemeenten kunnen regels ook vastleggen in een verordening. In geval structurele overlast doelmatig door maatregelen in de openbare ruimte kan worden aangepakt moet de gemeenten deze maatregelen uitvoeren. Als een andere overheid meer doelmatig kan optreden verdient dat de voorkeur. De gemeente voert hierbij regie (zie figuur 2.2). Bij een vraag of klacht stelt de gemeente een onderzoek in, kijkt welke maatregelen er mogelijk zijn en wat die opleveren. Indien nodig bieden het waterschap of de provincie de gemeente hierbij een helpende hand. Gemeenten kunnen de zorgtaak bekostigen uit de rioolheffing (zoals vastgelegd in het GRP). Bij het opstellen van het GRP hebben waterschappen en provincies een adviesrol.

Een belangrijk onderdeel van de zorgplicht is de loketfunctie van gemeenten. Veel gemeenten werken inmiddels aan de inrichting van een ‘waterloket’. Als burgers een vraag of klacht hebben, kunnen ze terecht bij hun eigen gemeente.



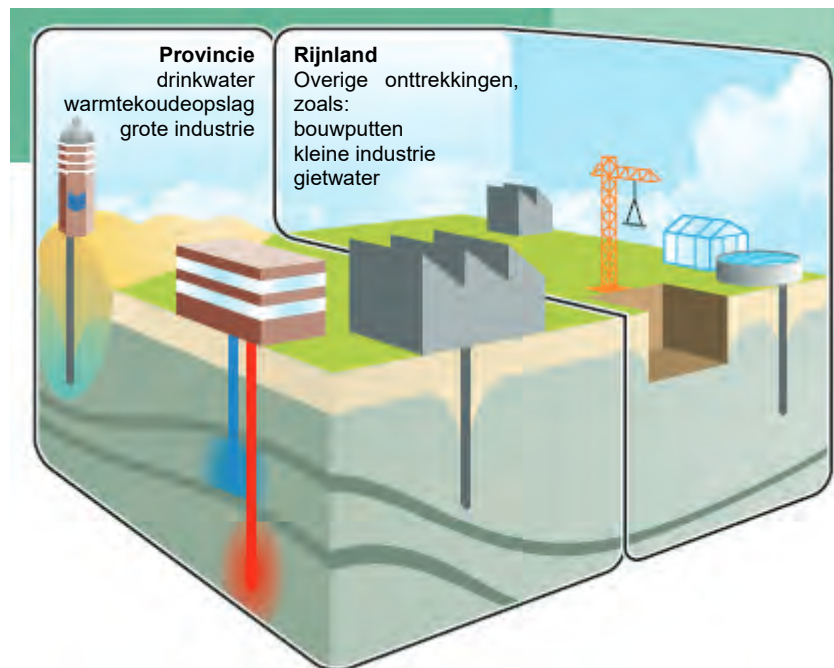
Figuur 2.2 Grondwaterloket-functie gemeente

### Rijnland

Rijnland is de beheerder van het hele watersysteem in het gebied, inclusief oppervlaktewater (sloten en kanalen en waterbodembodem) en grondwater. Rijnland staat voor een goed peilbeheer, voldoende berging en afvoercapaciteit van het oppervlaktewatersysteem. Daarnaast is Rijnland, samen met de provincies, verantwoordelijk voor het reguleren van grondwateronttrekkingen. Wel is er een duidelijke taakverdeling tussen Rijnland en de provincies.

Rijnland zorgt samen met gemeenten voor optimale grondwaterstanden. Door het instellen van oppervlaktewaterpeilen kunnen de grondwaterstanden worden beïnvloed. Als deze oppervlaktewaterpeilen tot te hoge of juist te lage grondwaterstanden leiden, kan Rijnland dit wijzigen. Hiervoor voert Rijnland (watergebieds)studies uit. Daarin wordt een grondige analyse gemaakt van alle belangen die samenhangen met het grond- en oppervlaktewater in een gebied. Zo'n analyse kan leiden tot de wijziging van het peilbesluit waarin de hoogte van de oppervlaktewaterpeilen staat beschreven. Eventueel geeft Rijnland ook adviezen over de ligging van functies (GGOR). Via de website van Rijnland kunt u de meest recente informatie krijgen over de watergebiedstudies en peilbesluiten.

Het onttrekken van grondwater moet gemeld worden bij Rijnland. Meestal kan met een melding worden volstaan, maar in sommige gevallen is een vergunning nodig. Rijnland verstrekt deze vergunning en houdt toezicht op naleving ervan. Mochten zich problemen voordoen bij het onttrekken, dan kan de onttrekking gestopt worden om een oplossing te zoeken. Onttrekkingen die bij Rijnland gemeld moeten worden zijn onttrekkingen voor agrarische doeleinden (gietwater of beregening) of voor industriële toepassingen (minder dan 150.000 kubieke meter per jaar). Ook voor tijdelijke onttrekkingen, ten behoeve van bouwputten, aanleg van tunnels of bodemsaneringen, moet bij Rijnland een vergunning aangevraagd worden.



Figuur 2.3 Bevoegd gezag grondwateronttrekkingen

### Provincie

De provincie is verantwoordelijk voor de algemene kaders waarbinnen waterschappen en gemeenten moeten werken en voor de kwaliteit van het grondwater (via de Wet op de Bodembescherming (Wbb)). Ten aanzien van grondwaterkwaliteit wordt opgemerkt dat een aantal gemeenten (ISV-gemeenten) zelfstandig bevoegd gezag zijn vanuit de Wbb.

De strategische kaders zijn vastgelegd in het provinciale waterplan en de verordening waterbeheer Rijnland.

In een aantal gevallen gaat de provincie over het verstrekken en handhaven van vergunningen voor grondwateronttrekking. Die gevallen zijn:

- grondwateronttrekkingen met bijbehorende infiltraties voor drinkwater.
- onttrekkingen van meer dan 150.000 kubieke meter per jaar door industriële bedrijven.
- onttrekkingen ten behoeve van bodemenergiesystemen.

Daarnaast regelt de provincie zaken zoals een schadecommissie voor grondwateronttrekkingen, het provinciale grondwatermeetnet en een register voor onttrekkingsgegevens. De provincie kan deze taken financieren via een heffing op grondwateronttrekkingen. Grondwateronttrekkingen kunnen overigens ook vallen onder de rijksheffing.

Vanuit haar taak ten aanzien van de grondwaterkwaliteit heeft de provincie ook het voortouw bij de Grondwaterrichtlijn van de KRW en de afstemming met bijvoorbeeld natuur, bodemverontreiniging, aardkundige waarden.

### **2.3 Visie en rol Rijnland**

Rijnland ziet het grondwater als integraal onderdeel van het watersysteem. Als beheerder van het grondwater richt Rijnland zich op het hoogwaardige en duurzame gebruik ervan en afstemming van het grondwaterbeheer op de grondgebruiksfuncties. Rijnland beschikt zowel over gebiedsspecifieke als vakinhoudelijke kennis van grondwater en houdt relevante ontwikkelingen op het gebied van grondwater bij.

Een duurzaam gebruik van het grondwatersysteem richt zich onder meer op behoud van de strategische voorraad zoet grondwater zoals aangegeven in het provinciale waterplan. Om dat te bereiken reguleert Rijnland via vergunningen en registratie van meldingen de onttrekkingen en infiltraties waarvoor de waterschappen volgens de Waterwet bevoegd gezag zijn. Daarbij kunnen voorwaarden worden gesteld aan het weer aanvullen van het zoete grondwater. Hiermee wordt bijgedragen aan het aanwezig blijven van zoet grondwater voor de hiervan afhankelijke functies.

De afstemming van het grondwaterbeheer op de aanwezige grondgebruiksfuncties zal onder andere plaatsvinden in de eigen gebiedsgerichte plannen. Bij het opstellen van peilbesluiten wordt de GGOR-methodiek (zie hoofdstuk 4) toegepast. Hiermee vindt een integrale, evenwichtige en transparante afweging van belangen plaats. Waar mogelijk worden waterpeilen afgestemd op de streefbeeldens voor het grondwater voor de verschillende landgebruiksfuncties. De Waterwet geeft de mogelijkheid om de gewenste grondwaterstanden ook vast te leggen in een peilbesluit. Verplicht is dit echter niet. Rijnland kiest ervoor om de grondwaterstanden niet vast te leggen, vanwege de beperkte beheersbaarheid van de grondwaterstanden in West-Nederland en omdat de verantwoordelijkheid voor ontwateringsvoorzieningen primair bij private partijen ligt.

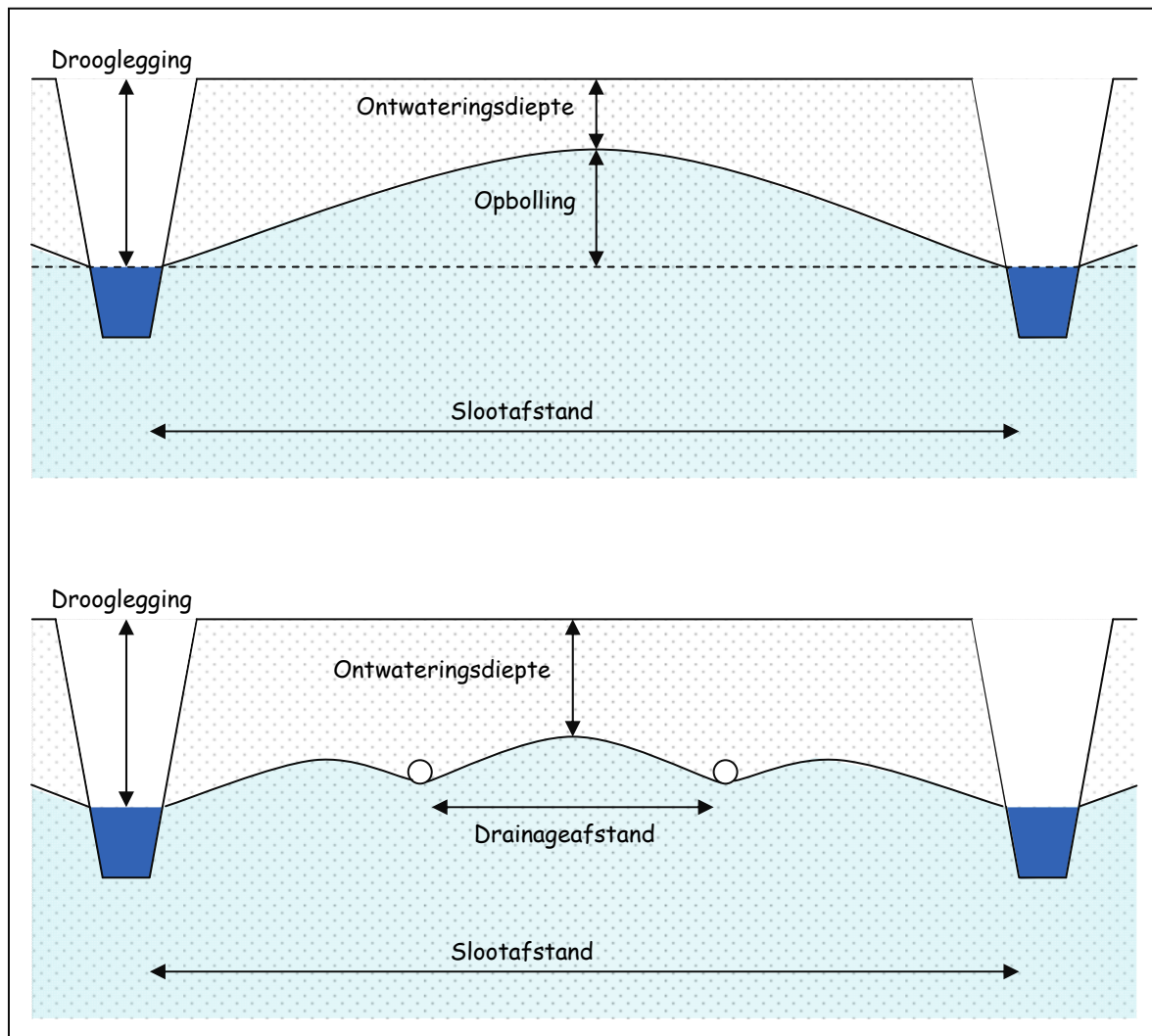
In het beheersgebied van Rijnland spelen vele ruimtelijke ontwikkelingen. Bij deze ontwikkelingen moet rekening gehouden met de randvoorwaarden van het (grond)watersysteem, zodat toekomstige problemen met grondwateroverlast zoveel mogelijk worden voorkomen. Rijnland zal daarom, door een actieve inbreng in planvormingsprocessen van derden, sturen op de ruimtelijke ontwikkelingen. In adviezen in het kader van het watertoetsproces zullen de grondwateraspecten dan ook volwaardig door Rijnland worden meegenomen.

Richting de gemeenten ziet Rijnland een proactieve maar vraaggestuurde adviesrol. De gemeente is voor de burger het eerste aanspreekpunt voor grond- en hemelwateroverlast. Rijnland stelt zich dienstverlenend op en is bereid om expertise in te zetten. Rijnland fungeert daarbij, vraaggestuurd, als back-office van het gemeentelijk loket. Ook vanuit de adviesrol bij zowel de watertoets als de GRP's neemt Rijnland grondwater volwaardig mee. De invulling van de rol van Rijnland is afhankelijk van de aard van de vraag en de bij Rijnland beschikbare kennis en capaciteit; in het ene geval kan Rijnland (direct) advies geven, in het andere geval is (aanvullend) onderzoek (door een adviesbureau) nodig. In dit laatste geval kan Rijnland bijvoorbeeld deelnemen in een begeleidingsgroep.

### 3. Inhoudelijke aspecten grondwater

#### 3.1 Definities

Gehanteerde definities ten aanzien van grondwater leiden vaak tot spraakverwarringen. Vooral drooglegging en ontwateringsdiepte worden regelmatig door elkaar gebruikt. In figuur 3.1 zijn de belangrijkste definities weergegeven in twee dwarsprofielen. Eén situatie waarbij de ontwatering alleen middels watergangen plaatsvindt, de ander een situatie waarbij tevens drainagebuizen aanwezig zijn. In bijlage 1 is een nadere omschrijving van de definities gegeven.



Figuur 3.1 Schematische dwarsprofiel situatie zonder en met drainage

#### 3.2 Grondwateroverlast

Grondwateroverlast komt in verschillende vormen voor. Het kan zich bijvoorbeeld uiten in een natte kruipruimte, lekkage in de kelder, optrekkend vocht of een te natte tuin. Vochtoverlast in huis heeft een duidelijke relatie met klachten aan de luchtwegen en ademhaling en heeft daardoor ook gevolgen voor de volksgezondheid. Ook kunnen zich als gevolg van rottende houten palen, funderingsproblemen voordoen die leiden tot constructieve schade. In landelijke gebieden kan ook sprake zijn van grondwaterstanden aan of nabij maaiveld, waardoor sprake is van natschade.

Bovengenoemde problemen hoeven niet altijd door grondwater veroorzaakt te worden. In deze gevallen is dus niet altijd sprake van *grondwateroverlast*. Het is belangrijk om de oorzaak van de overlast goed in beeld te brengen, omdat aan de hand van de oorzaak een passende oplossing voor het probleem gezocht moet worden (zie hoofdstuk 6).

Een muffe lucht, vochtige plekken en schimmel duiden op vocht in huis. Naast een grondwaterprobleem kan hier sprake zijn van te weinig ventilatie of lekke riolen of regenpijpen. Water in kruipruimte of kelder kan veroorzaakt worden door grondwater, maar ook door een beperkt oppervlaktewater- of rioleringsstelsel of door bouwtechnische aspecten. In landelijke gebieden kunnen naast het grondwater, problemen ontstaan door (ongewenste) peilstijgingen in of inundatie vanuit het oppervlaktewaterstelsel.

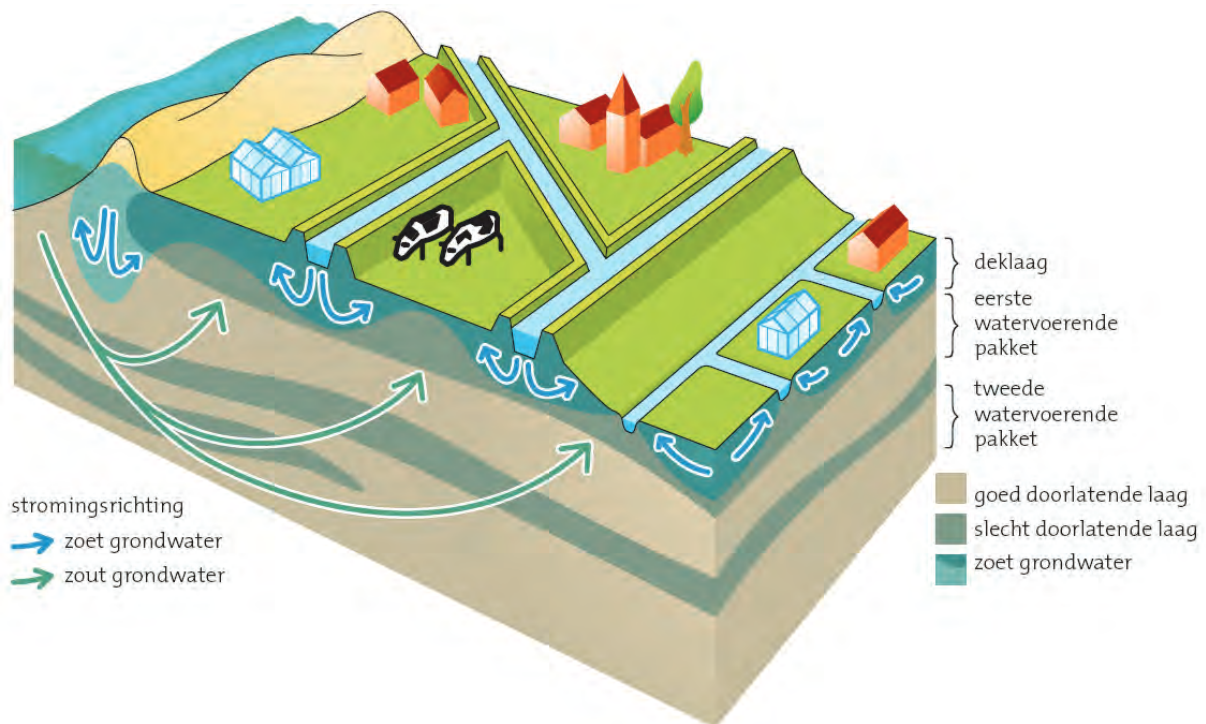
Van grondwateroverlast is sprake als de ontwateringsdiepte structureel te beperkt is voor de gebruiksfunctie die aan een gebied is gegeven. De benodigde ontwateringsdiepte is, inclusief een toegestane frequentie en duur van overschrijden, bevat in een ontwateringsnorm. In sommige gevallen moet de ontwateringsdiepte overigens beperkt blijven, bijvoorbeeld om maaiveldafval in veengebieden te voorkomen. Hier hangt de overlast dus feitelijk samen met de bouwtechnische omstandigheden (water- en vochtwerendheid). Meer informatie over ontwateringsnormen is gegeven in hoofdstuk 5.

In deze nota wordt vooral gesproken over *grondwateroverlast*. In sommige gevallen kan ook sprake zijn van te lage grondwaterstanden en daarmee van *grondwateronderlast*. Hoewel niet altijd nadrukkelijk genoemd is deze nota echter ook bruikbaar voor onderlast-situaties. Zo wordt bijvoorbeeld meestal drainage gebruikt om grondwater af te voeren, maar drainage kan ook gebruikt worden om water te infiltreren.

### **3.3 Hoe is de ondergrond van het beheersgebied van Rijnland opgebouwd?**

De bodemopbouw varieert ruimtelijk in het beheersgebied van Rijnland. Op basis van de bodemopbouw is in Rijnland een aantal karakteristieke gebieden te onderscheiden. Denk bijvoorbeeld aan de duinen, de polders en de diepe droogmakerijen.

In de ondergrond van Rijnland wisselen zandige lagen die goed water doorlaten (watervoerende pakketten) en lagen van klei en veen die slecht water doorlaten elkaar af. De grondwaterstroming vindt hoofdzakelijk plaats in de goed doorlatende lagen. In figuur 3.2 is het watersysteem, inclusief de ondergrond en het grondwater schematisch weergegeven.



Figuur 3.2 Schematische weergave watersysteem, ondergrond en grondwater Rijnland

Het dwarsprofiel in figuur 3.2 laat zien dat zich op verschillende diepteniveaus grondwatersystemen bevinden. Hoe groter het systeem dat wordt beschouwd, hoe dieper de grondwaterstroming plaatsvindt. Het diepste grondwatersysteem is de stroming van de Noordzee naar de diepe polders en droogmakerijen. Tegelijkertijd zijn er ondiepe grondwaterstromingen vanuit de hoger gelegen polders en boezemkanalen naar de lager gelegen polders. Ten slotte loopt tussen de poldersloten een ondiepe stroming vanuit het midden van een perceel naar de poldersloten.

Een groot deel van water in de diepe ondergrond van Rijnland is zout grondwater. Dit is een erfenis uit het verleden. Duizenden jaren geleden werd West-Nederland vaak overspoeld door de Noordzee. Dat oude zeewater zit nu nog steeds in de bodem. Maar het bovenste deel van het grondwater in de bodem en het grondwater onder de duinen zijn zoet. Dat komt doordat dit water later als regenwater de bodem is ingestroomd. Het ‘drijft’ als het ware op het zoute water.

De stroomsnelheid van het grondwater is veel lager dan de stroomsnelheid van het oppervlaktewater. In het grondwater bedraagt de stroomsnelheid van enkele tot hooguit tientallen meters per jaar. Het water dat ter plaatse van de Noordzee infiltreert doet er dan ook enkele honderden tot meer dan duizend jaar over om de meer oostelijk gelegen polders en droogmakerijen te bereiken.

Onderstaand wordt een aantal, voor Rijnland karakteristieke, grondwatersystemen beschreven.

#### Duinen

Langs de Noordzee liggen kustduinen. Hier zijn geen sloten en vaarten om het regenwater af te voeren. Ter plaatse van de duinen ontbreekt een slecht doorlatende deklaag en bestaat de ondergrond voornamelijk uit goed doorlatende zandige afzettingen. Hierdoor kan het regenwater in de duinen makkelijk in de bodem doordringen (infiltreren). Vervolgens stroomt dit regenwater geleidelijk door de bodem naar de polders in het oosten en naar de Noordzee in het westen. Het regenwater dat in de duinen valt, blijft enkele tientallen tot honderden jaren in de ondergrond voordat het naar het oppervlaktewater stroomt. Door de continue aanvoer van zoet water en het ontbreken van oppervlakkige afvoer ervan, ligt er onder de kustduinen een zoetwaterbel. Deze zoetwaterbel is de reden dat we in de duinen drinkwater zijn gaan winnen. Momenteel wordt in de duinen kunstmatig water geïnfiltrerd. Het aangevoerde water is grotendeels afkomstig uit de Maas.



Door de infiltratie en winning van water worden de grondwaterstanden kunstmatig op peil gehouden. Vanuit natuurherstel wordt gestreefd deze beïnvloeding te beperken hetgeen overigens tot grondwateroverlast in de duinrand kan leiden.

#### *Polders*

Een groot deel van Rijnland bestaat uit poldergebieden. Het betreft gebieden met over het algemeen een lager waterpeil dan de boezem. Het grondwater dat ter plaatse van de duinen infiltreert, komt in (een deel van) de polders weer aan de oppervlakte. Dit noemen we kwelwater. Polders kunnen ook naast diepere polders liggen waardoor het grondwater daarheen stroomt en in de minder diepe polders sprake is van infiltratie.

De bovenste laag van de bodem (de deklaag) bestaat uit klei en veen en laat minder goed water door dan de bodem in het duingebied. Bovendien is de deklaag in de polders dik. Deze combinatie maakt dat de grondwaterstroom veel weerstand ondervindt. De kwelstroom is daarom relatief klein.

De grondwaterstand in de polders wordt voornamelijk bepaald door de neerslag. Maar net als het kwelwater stroomt ook de neerslag die in de bodem doordringt, niet gemakkelijk door de deklaag. Om nu te voorkomen dat neerslag hoge grondwaterstanden en drassige grond veroorzaakt, zijn er veel sloten of drainage nodig.

In de deklaag bevinden zich plaatselijk met zandige afzettingen opgevulde geulen. Deze geulen zijn duizenden jaren geleden ontstaan toen het gebied nog onder invloed stond van eb- en vloedbewegingen vanuit de Noordzee. Ook in de omgeving van de Oude Rijn is lokaal sprake van een afwijkende bodemopbouw.

Onderdeel van de poldergebieden vormen de veenweidegebieden. De opbouw van de ondiepe ondergrond zorgt ervoor dat de veenweidegebieden sterk gevoelig zijn voor bodemdaling.

#### *Droogmakerijen*

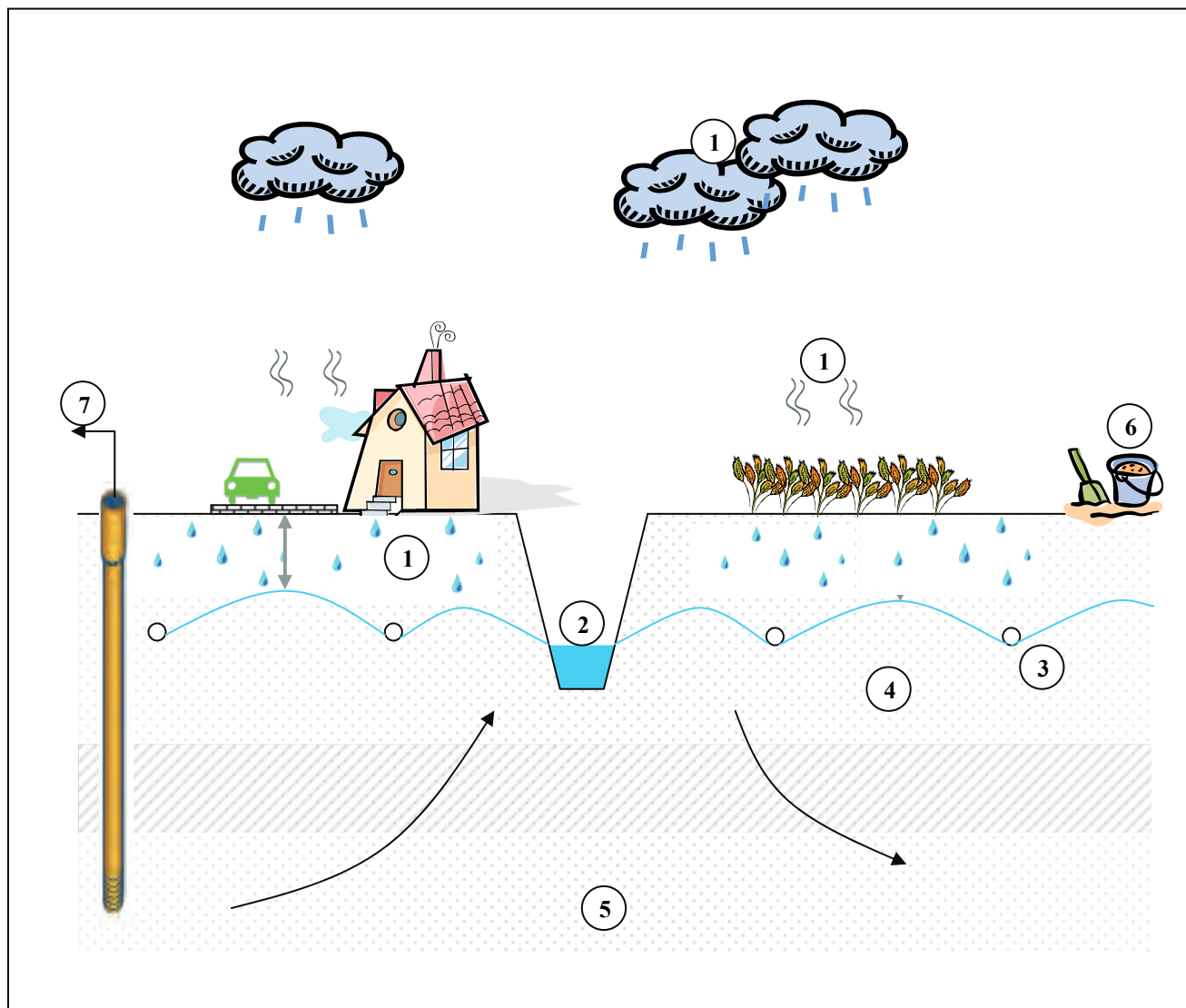
Op verschillende plaatsen in het beheersgebied van Rijnland liggen droogmakerijen. Dit zijn diepe polders die in de zeventiende en achttiende eeuw zijn ontstaan toen meren, vaak ontstaan door veenafgraving, zijn drooggelegd. De kwelstroom in de droogmakerijen is groter dan in de polders. Dit komt doordat de droogmakerijen dieper liggen. Het peilverschil met omliggende poldergebieden is groter en bovendien kan de deklaag dunner zijn waardoor de stroming soms ook nog eens minder weerstand ondervindt. De droogmakerijen ontvangen kwelwater vanuit de naastgelegen hogere poldergebieden, maar ook vanuit nog diepere gedeelten in de ondergrond.

Soms is het peilverschil zo groot dat de waterdruk groter is dan het gewicht van het grondpakket en er zogeheten wellen ontstaan. De wellen zijn doorgaans slechts een paar vierkante meter in omvang. Op deze plekken komt soms wel tien tot honderd keer zoveel kwel voor als elders in de omgeving.

### **3.4 Welke factoren beïnvloeden de grondwaterstand in het gebied?**

De grondwaterstand op een bepaalde locatie is van veel factoren afhankelijk. Hierdoor kan de grondwaterstand ruimtelijk en in de tijd sterk variëren. De ontwateringsdiepte is, naast de grondwaterstand, ook afhankelijk van de maaiveldhoogte (zie figuur 3.1). Een depressie in het maaiveld kan dus voor een lokaal grondwaterprobleem zorgen, terwijl op korte afstand van de depressie geen sprake is van een probleem.

De grondwaterstand is afhankelijk van hoeveel water het grondwatersysteem inkomt of uitgaat en hoe snel dit gebeurt. In figuur 3.3 zijn deze verschillende factoren weergegeven. In tabel 3.1 is een korte omschrijving van deze factoren gegeven en is aangegeven hoe deze factoren de grondwaterstand beïnvloeden. Bij plannen en projecten is het daarbij van belang om te bekijken of en hoe bepaalde ingrepen doorwerken in het grondwatersysteem en dus welke kansen en knelpunten deze factoren voor het betreffende plan/project bieden. In tabel 3.1 is dan ook aangegeven of en hoe de betreffende factor beïnvloed kan worden om zodoende de grondwaterstand (deels) te kunnen sturen.



Figuur 3.3 Factoren die de grondwaterstand beïnvloeden (nummers in de figuur verwijzen naar de genoemde factoren in tabel 3.1)

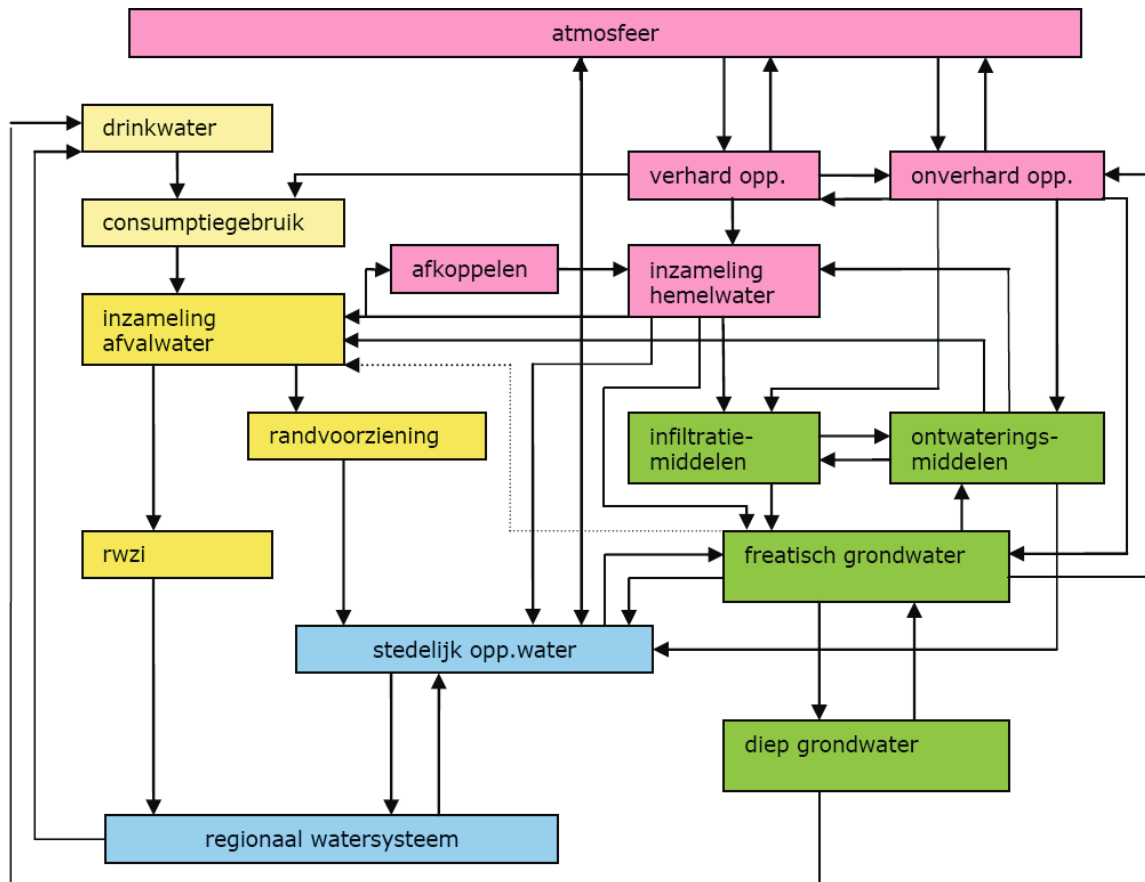
**Tabel 3.1 Factoren die de grondwaterstand beïnvloeden**

Nr.*	Factoren	Omschrijving	Mogelijkheden om te beïnvloeden
1	Grondwateraanvulling	Wordt bepaald door de neerslag en verdamping (natuurlijke factoren) en is dus ook afhankelijk van landgebruik en klimaatverandering. De hoeveelheid grondwateraanvulling kan ook beïnvloed worden door bijvoorbeeld het afkoppelen en infiltreren van hemelwater.	De hoeveelheid neerslag en verdamping is niet te regelen. De grondwateraanvulling is wel afhankelijk van de mate van verharding en het type verharding (waterdoorlatend of niet). Daarnaast kan de grondwateraanvulling beïnvloed worden door het infiltreren van hemelwater (afkoppelen verhard oppervlak).
2	Oppervlaktewater	Afhankelijk van het oppervlaktewaterpeil in relatie tot de grondwaterstand vindt afvoer van grondwater plaats of vindt infiltratie vanuit watergangen plaats.	Mede afhankelijk van de bodemopbouw kan de grondwaterstand beïnvloed worden door het oppervlaktewaterpeil. In slecht doorlatende gronden is de ruimtelijke uitstraling van peilveranderingen beperkt. Het effect van het oppervlaktewater op de grondwaterstand kan vergroot worden door het afwateringsstelsel te intensiveren, of de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond te vergroten.
3	Drainage	De ontwatering (afvoer van grondwater naar het oppervlaktewater) kan vergroot worden door het aanleggen van drainagebuizen.	Het aanleggen van drainage is een keus die vooral bij het bouwrijp maken naar voren komt. Hier kan het bijvoorbeeld worden afgewogen tegen (integraal) ophogen, of de aanleg van open water. Bij bestaande grondwaterproblemen kan worden overwogen om bijvoorbeeld bij de vervanging van riolering drainage mee aan te leggen.
4	Bodemopbouw	De doorlatendheid van het bodemmateriaal bepaalt in belangrijke mate hoe goed een gebied kan worden ontwaterd en daarmee hoe snel de grondwaterstand stijgt of daalt. Zand is goed waterdoorlatend, klei en veen zijn slecht waterdoorlatend. De bodemsamenstelling is ook medebepalend voor de mate van bodemdaling (zie ook maaiveldhoogte).	Tijdens het bouwrijp maken is de bodemgesteldheid te beïnvloeden. Integraal ophogen of een grondverbetering met zand zorgt voor een betere ontwatering.
5	Watervoerend pakket	Afhankelijk van het verschil tussen de freatische grondwaterstand en de druk van het grondwater in de diepere watervoerende pakketten is er sprake van kwel of infiltratie.	Kwel en infiltratie zijn veelal een regionaal gegeven (zie ook paragraaf 3.2) en nauwelijks te beïnvloeden. Mede afhankelijk van de peilstelling in het oppervlaktewater is lokale verandering van kwel- en infiltratiestromen wel mogelijk.
6	Maaiveldhoogte	De maaiveldhoogte zelf heeft vrijwel geen directe invloed op de grondwaterstand (afhankelijk van een bepaalde drooglegging werkt de maaiveldhoogte, via het oppervlaktewaterpeil, wel door in de grondwaterstand). De maaiveldhoogte is wel van belang voor de ontwateringsdiepte.	Een grondwaterprobleem als gevolg van een lokale depressie in het maaiveld kan verholpen worden door het maaiveld op te hogen. De maaiveldhoogte wordt ook bepaald door de wijze van bouwrijp maken. Wordt er bijvoorbeeld gekozen voor ophogen of niet? Met name in veenweidegebieden is sprake van een autonome bodemdaling die slechts beperkt af te remmen is. In deze gebieden zullen bij gelijkblijvende oppervlaktewaterpeilen de drooglegging en de ontwateringsdiepte steeds verder afnemen.
7	Externe factoren	Zoals bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitstralingseffecten van bijvoorbeeld vernattingmaatregelen (ten behoeve van natuur)</li> <li>• toenemen of verminderen / stopzetten grote grondwateronttrekkingen</li> <li>• Gebruik van de ondergrond: barrières in de vorm van funderingen, damwanden, tunnels, kademuren en dergelijke</li> <li>• Bouwputbemalingen, grondwatersaneringen en dergelijke</li> <li>• Lekke riolering</li> </ul>	Het betreft hier over het algemeen factoren die een lokaal effect op de grondwaterstand hebben. Bij deze ingrepen in het grondwatersysteem moet dus wel bekend zijn welke effecten te verwachten zijn. Indien ongewenste effecten te verwachten zijn, kunnen/moeten mitigerende maatregelen worden genomen.

\* in figuur 3.3

### 3.5 Samenhang grondwater met waterketen en watersysteem

Uit bovengenoemde factoren blijkt dat grondwater op verschillende manieren samenhangt met het andere aspecten van het watersysteem en de waterketen. Het freatische grondwater heeft relaties met de riolering, het oppervlaktewater, het hemelwater en het diepe grondwater. Beïnvloeding van één van deze onderdelen in het watersysteem kan dus gevolgen hebben voor de grondwaterstand (zie hiervoor ook tabel 3.1). De raakpunten tussen het freatisch grondwater en de andere onderdelen van het watersysteem zijn in figuur 3.4 weergegeven.



Figuur 3.4 Grondwater in de waterketen en het watersysteem (uit Waternet, 2009)

## **Deel B: Advisering grondwateraspecten**

In onderstaande hoofdstukken worden voor verschillende grondwateraspecten adviezen gegeven. Het betreft hier de mogelijkheden die er zijn bij het formuleren van beleid of het uitvoeren van plannen en projecten. Van verschillende technieken worden voor- en nadelen en aandachtspunten beschreven. Met deze informatie en kennis van het lokale systeem kan dan een uiteindelijke keuze voor een bepaalde ambitie of ontwateringssysteem gekozen worden. Of het nu gaat om een beleidsdocument of om de uitwerking ervan in plannen en projecten een belangrijke eerste stap is om de ambities, het streefbeeld en de uitgangspunten vast te leggen.

Achtereenvolgens worden adviezen voor de volgende aspecten behandeld:

- Beschrijven gewenste situatie (hoofdstuk 4)
- Beoogde ontwateringsdiepte (hoofdstuk 5)
- Voorkomen en oplossen van grondwateroverlast (hoofdstuk 6)
- Behandeling en afvoer van hemelwater (hoofdstuk 7)
- Ondergrondse infrastructuur en bouwwerken (hoofdstuk 8)
- Grondwatermeetnet (hoofdstuk 9)
- Grondwaterloket (hoofdstuk 10)

## 4. Beschrijven gewenste situatie

### 4.1 Ambities en streefbeelden

Ongeacht de planvorm moet vooraf nagedacht worden over het streefbeeld en het bijbehorende ambitieniveau's: hoe wordt met grondwater omgegaan en hoe wordt dat ingevuld. Hiermee geef je aan wat je met je plan wilt bereiken. Een aantal planvormen waar deze adviesnota een relatie mee heeft, zijn:

- **Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP).** In het GRP leggen gemeenten hun beleidskeuzes over de invulling van de grondwaterzorgplicht vast. Het GRP moet bij aanwezige grondwaterproblemen inzicht geven in de voorgenomen maatregelen voor de aanpak ervan;
- **Watertoets.** De watertoets is een instrument dat er voor zorgt dat bij alle ruimtelijke plannen (landelijk én stedelijk gebied) aandacht is voor de kwaliteit en kwantiteit van water. Rijnland kan daardoor al in een vroeg stadium meedenken over het ruimtelijke plan en bepaalt of het plan genoeg rekening houdt met (grond)water.
- **Peilbesluit.** In een peilbesluit worden de gewenste waterpeilen vastgelegd. Om te komen tot de gewenste waterpeilen maakt Rijnland gebruik van een transparante werkwijze (GGOR, zie paragraaf 4.2);
- **Watergebiedplan.** Rijnland stelt watergebiedplannen op om de benodigde maatregelen voor het op orde brengen van het watersysteem inzichtelijk te maken. Eventuele peilveranderingen die uit een Watergebiedplan volgen, worden in een peilbesluit vastgelegd.

Onderstaand zijn voor verschillende onderwerpen gerelateerd aan het grondwaterbeheer mogelijke ambities gegeven. Het overzicht dient als hulpmiddel bij het opstellen van plannen. Het overzicht is zeker niet compleet en mogelijk dat op basis van het lokale watersysteem andere keuzes gemaakt (kunnen) worden dan onderstaand genoemd. Het is aan de betrokken partijen om de uiteindelijke streefbeelden en ambities vast te leggen.

Onderwerp	Mogelijke ambities / (beleids)uitgangspunten
Rol grondwater in nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen en bouwplannen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het watersysteem wordt zo ingericht dat risico's op grondwateroverlast zoveel mogelijk beperkt worden;</li> <li>• Ingrepen in het watersysteem hebben een verwaarloosbare (of in ieder geval geen negatieve) invloed op de omgeving. Indien nodig worden mitigerende maatregelen opgesteld;</li> <li>• Bij de inrichting wordt nadrukkelijk gekeken naar kansen die het grondwatersysteem biedt. Zijn er bijvoorbeeld infiltratiemogelijkheden, of kunnen functies worden gecombineerd?</li> <li>• Uitgangspunt van nieuwe ontwikkelingen is "grondwaterneutraal bouwen";</li> <li>• Bij nieuwe ontwikkelingen wordt rekening gehouden met autonome ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld bodemdaling en klimaatverandering.</li> </ul>
Wat is een structureel grondwaterprobleem?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Op basis van de randvoorwaarden van de lokale situatie (bodempopbouw en watersysteem) worden gebiedsspecifieke normen opgesteld.</li> <li>• Landelijke richtlijnen worden gehanteerd;</li> </ul>
Voorkomen van grondwaterproblemen in nieuwe ontwikkelingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grondwateroverlast wordt zoveel mogelijk voorkomen;</li> <li>• Er wordt kruipruimteloos gebouwd;</li> <li>• Bij het voorkomen van grondwateroverlast wordt uitgegaan van een bepaalde wenselijkheid van maatregelen: bijvoorbeeld: het ophogen van het maaiveld is te verkiezen boven de aanleg van drainage;</li> <li>• Bij het voorkomen van grondwaterproblemen wordt gekozen voor duurzame oplossingen.</li> <li>• Bij de keuze voor een ontwateringsstelsel wordt niet alleen gekeken naar de aanlegfase, maar ook naar beheer- en onderhoudsfase (en -kosten);</li> </ul>

Onderwerp	Mogelijke ambities / (beleids)uitgangspunten
Aanpak grondwateroverlast in bestaand bebouwd gebied	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opstellen overzicht van bestaande grondwateroverlast met een planning van wanneer welke problemen worden aangepakt;</li> <li>• Problemen worden alleen aangepakt als dit doelmatig en kosteneffectief kan worden gedaan;</li> <li>• Kansen (herinrichtingen, herstructureringen en bouwplannen) worden zoveel mogelijk benut om grondwaterproblemen aan te pakken;</li> </ul>
Behandeling en afvoer hemelwater	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorkomen wordt dat afstromend hemelwater verontreinigd raakt;</li> <li>• Hemelwater wordt zoveel mogelijk lokaal vast gehouden;</li> <li>• Waar mogelijk wordt hemelwater geïnfiltreerd;</li> <li>• Er wordt geen hemelwater afgevoerd naar de zuivering;</li> </ul>
Beheer en onderhoud van systemen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Om een blijvende goede werking van het ontwateringssysteem te bevorderen wordt periodiek beheer en onderhoud uitgevoerd;</li> <li>• Er worden in het GRP en de begroting voorzieningen opgenomen voor periodiek onderhoud aan het ontwateringssysteem.</li> </ul>
Duurzaamheid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Er wordt gebruik gemaakt van niet-uitlogende materialen;</li> <li>• Toepassing van robuuste systemen, met een lange levensduur en beperkte onderhoudseisen;</li> </ul>
Beheer gegevens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle relevante gegevens worden door de gemeente in een “grondwateratlas” beheerd;</li> <li>• Er wordt een centrale database (format BRO) ingericht van alle meetgegevens van grondwaterstanden;</li> <li>• Informatie is toegankelijk voor zowel bewoners en eigenaren als voor andere betrokken partijen;</li> </ul>
Grondwatermeetnet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De gemeente zet een grondwatermeetnet op om gebiedsdekkend inzicht in het systeem te vergroten;</li> <li>• Voor het opnemen van grondwaterstanden wordt gebruik gemaakt van automatische drukopnemers;</li> <li>• Gemeente beheert de gegevens en voert (ruimtelijke) analyses uit. Resultaten zijn voor bewoners en eigenaren toegankelijk;</li> <li>• Om verlies aan gegevens/meetpunten te voorkomen wordt tijdig onderhoud van het meetnet uitgevoerd;</li> </ul>
Grondwaterloket	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De gemeente geeft burgers informatie over wat zij zelf kunnen doen om grondwateroverlast te beperken/voorkomen;</li> <li>• De gemeente legt vast binnen welke termijn klachten/vragen behandeld worden;</li> <li>• De gemeente voert actieve nazorg uit en brengt eventuele effecten van maatregelen in beeld;</li> </ul>
Samenwerking met andere partijen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Er wordt samengewerkt met verschillende partijen binnen de stedelijke omgeving (bewoners, buurtverenigingen);</li> <li>• Er wordt samengewerkt met andere partijen die betrokken zijn bij het (grond)waterbeheer (gemeente, waterschap, provincie).</li> </ul>

De gemeente moet uiteindelijk kiezen hoe in de bebouwde omgeving het beste met grondwater kan worden omgegaan. Bij die afweging wil Rijnland graag waar relevant bijdragen en kennis delen. Rijnland heeft voorkeur voor duurzame oplossingen en een robuuste inrichting van het systeem. Rijnland streeft daarbij, ook voor de lange termijn, naar de laagst maatschappelijke kosten.

## 4.2 Gewenst grond- en oppervlaktewaterregiem (GGOR)

Een manier om het streefbeeld en de bijbehorende ambities vast te leggen en om op transparante wijze een afweging van maatregelen te kunnen maken is GGOR.

GGOR is een denkwijze die uitgaat van het feit dat functies in Nederland sterk met het watersysteem verweven zijn. Iedere functie stelt eigen, specifieke, eisen aan het watersysteem. Vaak zijn de eisen van de verschillende functies strijdig met elkaar en kan niet elke functie optimaal bediend worden. Er moet een transparante afweging worden gemaakt en dat is het GGOR.

GGOR is ook een werkwijze. Het uitgangspunt is een integrale watersysteemanalyse op basis waarvan de huidige situatie wordt vastgelegd (het AGOR: Actuele Grond- en OppervlaktewaterRegiem). Het streefbeeld, ofwel de optimale situatie, wordt vastgelegd in het OGOR (Optimaal Grond- en Oppervlaktewaterregiem). Het OGOR bestaat uit een functiekaart en een overzicht van hydrologische randvoorwaarden voor iedere functie. Vervolgens worden het AGOR en OGOR met elkaar vergeleken om knelpunten inzichtelijk te maken. Op basis van de knelpunten wordt eventueel een aantal varianten doorgerekend (VGOR's: Verwacht Grond- en OppervlaktewaterRegiem), waarna het GGOR wordt vastgesteld.

De GGOR-systematiek wordt veelal toegepast in landelijke gebieden. Het biedt echter ook een eenduidige en transparante basis om kansen en knelpunten in het stedelijk watersysteem inzichtelijk te maken. De uitkomsten van het GGOR proces kunnen ook worden meegegeven aan de ruimtelijke ordening met name in situaties bij functiecombinaties die niet optimaal te faciliteren zijn.

Bij het opstellen van peilbesluiten maakt Rijnland gebruik van de GGOR-methodiek. Er vindt een analyse plaats van de huidige situatie en deze wordt vergeleken met de richtlijnen die voor elke functie gelden (zie hoofdstuk 5). Bij knelpunten wordt een optimaal peil afgewogen en worden eventuele te verwachten (neven)effecten beschreven. De peilbeheervariant die de functies het beste bedient is het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime. Het resultaat wordt vastgelegd in een nieuw peilbesluit.

## 4.3 Het bouwproces

Voor het in beeld brengen van de geschiktheid van een locatie voor een geplande ontwikkeling is onderzoek nodig. Uit het onderzoek blijkt aan welke randvoorwaarden het ontwerp moet voldoen om risico's op grondwateroverlast te beperken en welke kansen het (grond)watersysteem voor het ontwerp biedt. Aanbevolen wordt om een inrichtingsplan op te stellen dat rekening houdt met de kwaliteiten en beperkingen van de ondergrond.

In het bouwproces is een aantal fasen te onderscheiden, van initiatief tot en met realisatie. Hierbij wordt gewerkt van grof naar fijn, van een globaal idee naar een concrete uitvoering (zie figuur 4.1). Het is belangrijk om het (grond)watersysteem volledig mee te nemen in deze verschillende fasen.



Initiatiefase	Beschrijving gebied: regionale bodemopbouw, geohydrologie, geomorfologie Inzicht in (grond)watersysteem	Geo(morfo)logische kaart, bodemkaart, DINOLOket, REGIS Evt. beperkt veldwerk (boringen, peilbuizen, sonderingen)	Watertoetsproces	Vergunningverlening en handhaving
	<b>Wat zijn de kansen en knelpunten van het (grond)watersysteem in relatie tot de gewenste ontwikkeling</b>			
Definitiefase	Gewenste ontwateringsdiepte? Afvoer van grond- en hemelwater? Percentage open water? Wijze van bouwrijp maken? Duurzaamheid?	Aanvullend veldwerk, doorlatendheidsmetingen		
	<b>Randvoorwaarden en uitgangspunten ontwerp</b>			
Ontwerpfase	Systeemkeuze en dimensionering afvoer grond- en hemelwater. Effectberekeningen. Toe te passen materialen			
	<b>Ontwerp ont- en afwateringssysteem</b>			
Aanlegfase	Bouw, handhaving, Beheer en onderhoud			

Figuur 4.1 Stappen bouwproces en onderzoek watersysteem

### Initiatiefase

In de initiatiefase worden plannen getoetst op haalbaarheid – financieel en planmatig – en er worden mogelijke risico's en knelpunten in kaart gebracht. In relatie tot grondwater moet hier worden nagedacht over de locatiekeuze in relatie tot ontwatering en moeten keuzes worden gemaakt ten aanzien van de te realiseren bebouwing en infrastructuur.

### Definitiefase

In de definitiefase worden de verzamelde gegevens en de geformuleerde wensen uit de initiatiefase, omgezet in concrete randvoorwaarden en uitgangspunten ten behoeve van het ontwerp (meestal het programma van eisen). Op het gebied van ontwatering kan het gewenst of noodzakelijk zijn om meer detailinformatie te verzamelen. Deze randvoorwaarden en uitgangspunten vormen de afbakening voor het latere ontwerp en zijn dus een essentieel onderdeel van het bouwproces.

### Ontwerpfase

In het ontwerp wordt in detail uitgewerkt hoe de ontwikkeling eruit komt te zien en hoe dit gepland is. Het ontwerp wordt gemaakt op basis van de gegevens uit de definitiefase en waar nodig aangevuld met nieuwe gegevens. Tijdens de ontwerpfase worden er keuzes gemaakt ten aanzien van de toe te passen methode en ontwateringstechnieken, de dimensionering ervan, het toe te passen materiaal en de planning. In de ontwerpfase wordt ook nagedacht over het beheer en onderhoud van ont- en afwateringsvoorzieningen.

### Aanlegfase

Dit is de fase waarin de feitelijke bouw plaatsvindt. Hierbij kunnen ook diverse vergunningen spelen die betrekking hebben op het grondwatersysteem. Daarnaast vinden in deze fase toezicht en handhaving plaats op de bouwplaats door gemeente en waterschap. Al tijdens de bouw start het beheer en onderhoud van ont- en afwateringsystemen.

Afhankelijk van het ont- en afwateringssysteem is regelmatig onderhoud van het systeem noodzakelijk om langdurige werking te garanderen.

## 5. Beoogde ontwateringsdiepte

In het beheersgebied van Rijnland komen verschillende gebruiksfuncties, zoals landbouw, natuur en stedelijk gebied voor. Binnen bijvoorbeeld stedelijk gebied kunnen dan weer andere functies onderscheiden worden, zoals woningen met kruipruimten, woningen zonder kruipruimten, gebouwen met houten paalfunderingen, etc. Elke functie stelt specifieke eisen aan de ontwateringsdiepte: het mag niet te nat zijn, maar in een aantal gevallen ook niet te droog.

De gewenste of beoogde ontwateringsdiepte is naast de functie ook afhankelijk van lokale omstandigheden. Het huidige (water)systeem levert bepaalde randvoorwaarden. Zo kan in een gebied sprake zijn van een zeer beperkte drooglegging, terwijl het niet mogelijk/wenselijk is om het oppervlaktewaterpeil te verlagen. Hierdoor is niet op elke locatie de gewenste ontwateringsdiepte haalbaar. In deze gevallen moet bekeken worden of bouwtechnische oplossingen mogelijk zijn of dat een afwijkende norm moet worden gehanteerd.

De beoogde ontwateringsdiepte is geen vaste te garanderen grondwaterstand. Dit kan ook niet omdat de grondwaterstand een sterk dynamisch karakter heeft. Bovendien is de grondwaterstand in grote delen van West-Nederland in beperkte mate door het oppervlaktewaterpeil te sturen. De gewenste situatie wordt daarom gevat in een ontwateringsrichtlijn, waar, naast een gewenste ontwateringsdiepte, ook een frequentie en duur van overschrijden wordt opgenomen. Er bestaan geen landelijk vastgestelde ontwateringsnormen. Vanuit praktisch oogpunt wordt voor de beoogde ontwateringsdiepte meestal uitgegaan van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG, zie bijlage 1). Dit is de grondwaterstand die gemiddeld circa 40 dagen per jaar wordt overschreden.

### 5.1 Stedelijk gebied

Het uitgangspunt voor nieuw in te richten stedelijk gebied is dat voldoende ontwateringsdiepte wordt gerealiseerd voor de gewenste functie. Dit levert randvoorwaarden op voor de inrichting en het ontwerp en de wijze van bouw- en woonrijp maken. In tabel 5.1 zijn, als handreiking, algemene richtlijnen voor verschillende gebruiksfuncties samengevat. In een aantal gebieden zijn de randvoorwaarden van het watersysteem (bijvoorbeeld de drooglegging) dusdanig dat aan algemeen geldende normen niet voldaan kan worden. In deze gebieden zijn de normen meer richtinggevend en zal ook naar bouwtechnische oplossingen gezocht moeten worden om grondwaterproblemen te voorkomen.

Ten aanzien van het voorkomen van grondwateroverlast stellen gemeenten eigen beleid op dat leidend is. De beoogde ontwateringsdiepte in stedelijk gebied is dan ook een keuze die door de gemeente gemaakt wordt op basis van de lokale omstandigheden.

**Tabel 5.1 Richtlijnen gewenste ontwateringsdiepte nieuw in te richten stedelijke gebieden**

Gebruiksfunctie	Gewenste ontwateringsdiepte (m beneden mv)*
woningen/gebouwen met kruipruimte	0,90 m
woningen/gebouwen zonder kruipruimte	0,50 m
primaire wegen	1,00 m
secundaire wegen	0,70 m
begraafplaatsen (één, twee of drielaags)	1,40 m, 2,15 m, 2,90 m

\* let op: in de literatuur wordt de ontwateringsdiepte soms ook ten opzichte van het vloerpeil uitgedrukt

De motivatie van de norm voor woningen en gebouwen met kruipruimten is in tabel 5.2 weergegeven. Uitgangspunt is dat de kruipruimte droog moet blijven: de grondwaterstand moet lager zijn dan de kruipruimtebodem zodat deze niet vochtig kan worden door capillaire opstijging van grondwater.

**Tabel 5.2** *Onderbouwing ontwateringsdiepte voor woningen met kruipruimte*

	Ontwateringsdiepte (m beneden mv)
Hoogte begane grondvloer	+0,10 m
20 cm begane grondvloer	-0,10 m
50 cm kruipruimte	-0,60 m
30 cm capillaire opstijging van grondwater	-0,90 m
<b>Totaal</b>	<b>-0,90 m</b>

De richtlijnen ten aanzien van de ontwateringsdiepte voor wegen zijn gericht op het tegengaan van opvriezen in vorstperiodes en het nastreven van een zo veel mogelijk constante draagkracht van de wegen.

Voor begraafplaatsen wordt uitgegaan van een minimale dekking van 0,65 m. Voor een kist wordt uitgegaan van een hoogte van 0,45 m, waarbij de tussenruimte 0,30 m dient te zijn. De maximaal toelaatbare grondwaterstand ligt 0,30 m onder de diepst gelegen kist.

*Voorbeeld gemeente Alphen aan den Rijn: Gewenste ontwateringsdiepte*

Gekoppeld aan het grondgebruik kan voor de grondwaterstand een 'streefniveau' en een 'ingrijpniveau' worden vastgesteld. Onder streefniveau wordt verstaan het hoogste grondwaterstandniveau waarbij geen beperking aan het gebruik van de ondergrond voor de toegewezen bestemming ontstaat. Onder ingrijpniveau wordt verstaan het grondwaterstandniveau dat maximaal 25% van de tijd aanwezig is en waar bij overschrijding hiervan (hoogte en/of tijd) overlast of schade kan ontstaan. Als het ingrijpniveau wordt overschreden zullen maatregelen nodig zijn om de grondwaterstand geforceerd te verlagen naar het streefniveau.

De door de gemeente Alphen aan den Rijn na te streven ontwateringsdiepten zijn aangegeven in de navolgende tabel:

Grondgebruik	Ontwateringsdiepte	
	Streefniveau	Ingrijpniveau
Stedelijke groengebieden	0,50 m –mv	0,30 m –mv
Verblijfsgebieden voorzien van een elementenverharding	0,70 m –mv	0,50 m –mv
Wegen voorzien van een elementenverharding	0,70 m –mv	0,50 m –mv
Wegen voorzien van een asfaltverharding	0,90 m –mv	0,70 m –mv
Aangrenzende woon- en bedrijfsbestemmingen	0,70 m –mv	0,50 m –mv

Op basis van de gewenste ontwateringsdiepte en uitgaande van een vrije afwatering naar het oppervlaktewaterstelsel is voor stedelijk gebied een drooglegging van circa 1,20 m gangbaar. Uiteraard moet bij de keuze voor een bepaalde drooglegging (en dus streefpeil) ook rekening worden gehouden met lokale omstandigheden zoals de afstand tussen aanwezige sloten / ontwateringsmiddelen, bodemopbouw en zaken als de doorlatendheid van kadeconstructies.

De laatste jaren wordt in toenemende mate gebouwd zonder kruipruimte. In het algemeen wordt er zonder kruipruimte gebouwd als het verplicht aan de aannemers wordt gesteld. Aannemers zijn het er in het algemeen over eens dat het goedkoper is om zonder kruipruimte te bouwen, maar geven toch de voorkeur aan het bouwen met kruipruimte gezien het feit dat dat de 'standaard' bouwmethode is. Het grootste voordeel van het bouwen zonder kruipruimte is dat een geringere ontwateringsdiepte toelaatbaar is.

In bestaand stedelijk gebied is de aan de grond gegeven bestemming een gegeven: de mogelijkheden om de ontwateringsdiepte te beïnvloeden zijn vaak beperkt. Een grondwaternorm voor bestaand stedelijk gebied is daarom in het algemeen niet zinvol. Wel kan nagegaan worden wat de gewenste grondwaterstand is en in hoeverre eventuele knelpunten in de huidige situatie met maatregelen in het (grond)watersysteem verholpen zouden kunnen worden.

## 5.2 Landelijk gebied

Kerntaak van Rijnland is om door middel van het peilbeheer de voor een gebied vastgestelde functie te faciliteren. De drooglegging is daarbij een middel om een gewenste ontwateringsdiepte voor een bepaalde functie te realiseren. De ontwateringsdiepte is naast de drooglegging afhankelijk van de bodemopbouw, slootafstand, eventueel aanwezige drainage en de lokale maaiveldhoogte. De drooglegging is dus wel een belangrijke, maar niet de enige factor die de ontwateringsdiepte bepaalt. De voor een bepaalde functie te hanteren drooglegging is daarom in de regel een *richtwaarde*. De uiteindelijke keuze voor een bepaalde drooglegging (en daarmee peil) is een maatwerk afweging.

Tabel 5.3 geeft een overzicht van de richtwaarden voor drooglegging die Rijnland voor verschillende functies hanteert. Specifieke gebiedssituaties en of –doelstellingen, omringende functies of ontwateringstechnieken kunnen aanleiding geven tot een van de richtlijn afwijkende drooglegging. De keuze van de drooglegging en daarmee het te hanteren peil zal mede gebaseerd worden op de toepassing van de GGOR-methodiek (zie hoofdstuk 4).

**Tabel 5.3 Richtlijnen drooglegging [m]**

Grondsoort	Veen	Klei	Moerige gronden	Zand
<b>Grondgebruik</b>				
Grasland	≤ 0,60	0,80 – 0,95	0,85 – 0,90	0,85 – 0,90
Akkerbouw	-	0,90 – 1,25	0,95 – 1,10	0,90 – 1,05
Glastuinbouw	0,55	0,85	-	0,55 – 0,80
Boomteelt	0,45	0,85	-	-
Bollenteelt	-	-	-	0,60 – 0,80
Agrarisch + natuur	≤ 0,55	-	-	-
Natuur	≤ 0,55 (afhankelijk van het doeltype)	Afhankelijk van doeltype	Afhankelijk van doeltype	Afhankelijk van doeltype

## 6. Voorkomen en oplossen van grondwateroverlast

### 6.1 Functieverandering

De gewenste ontwateringsdiepte kan op verschillende manieren gerealiseerd worden. In veel gevallen vormen de huidige of vastgestelde grondgebruiksfuncties het uitgangspunt. Er zal dan veelal naar technische oplossingen gekeken worden om de gewenste ontwateringsdiepte te realiseren (zie paragraaf 6.2).

Er zijn echter ook situaties waarbij technische ingrepen niet (meer) wenselijk zijn of niet voldoen om de gewenste ontwateringsdiepte te bereiken. De grenzen van het watersysteem zijn bereikt, waardoor de huidige of geplande functies met de randvoorwaarden van het watersysteem conflicteren. Een functieverandering kan dan wenselijk zijn. Bij het opstellen van peilbesluiten, het uitvoeren van watergebiedstudies of het doorlopen van de watertoets signaleert Rijnland over welke situaties het hier gaat. Dit wordt vervolgens gecommuniceerd richting gemeenten en provincies, zodat hier bij het opstellen van structuurvisies en bestemmingsplannen rekening mee kan worden gehouden. Op deze manier levert het watersysteem de randvoorwaarden, gekeken wordt welke functies hierbij het best gefaciliteerd kunnen worden.

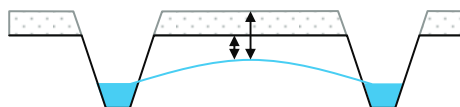
### 6.2 Bouwrijp maken en technische oplossingen

De gewenste ontwateringsdiepte kan op verschillende manieren gerealiseerd worden. Meestal is er sprake van een combinatie van technieken. Onderscheid kan worden gemaakt in bestaande situaties met grondwateroverlast en in nieuw in te richten gebieden. In bestaande situaties met grondwateroverlast zijn maatregelen erop gericht om de overlast op te lossen. In nieuw in te richten gebieden moeten maatregelen worden genomen om overlast te voorkomen. Onderstaand worden achtereenvolgens de volgende technieken besproken:

1. Ophogen van het maaiveld
2. Aanpassing oppervlaktewaterstelsel
3. Horizontale drainage
4. Drainage-infiltratiesystemen
5. Grindpalen of -sleuven
6. Grondverbetering
7. Bouwtechnische oplossingen

#### 1. Ophogen van het maaiveld

Ophogen met goed doorlatend zand (zie bijlage 2), eventueel in combinatie met aanvullende ont- en afwateringsmiddelen is een robuuste oplossing om grondwaterproblemen te voorkomen. Ophogen van het maaiveld kan als maatregel bij het bouw- en woonrijp maken van een nieuwbouwwijk worden meegenomen. Het kan echter ook in situaties met bestaande grondwateroverlast gebruikt worden door bijvoorbeeld tuinen op te hogen.



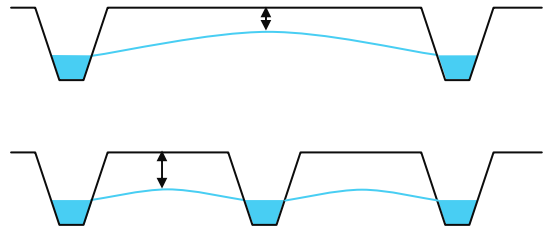
De levensduur van een grondverbetering is lang en er is nauwelijks risico op falen. Het ophogen heeft verder geen beheer- en onderhoudswerkzaamheden. Integraal ophogen met zand van buiten het plangebied is echter duur. Een compromis is om een deel van het plangebied met zand op te hogen of om zand te gebruiken als grondverbetering (zie punt 6).

In de praktijk wordt voor het ophogen in veel gevallen gewerkt met de cunettenmethode, waarbij vrijkomende grond uit de wegcunetten gebruikt wordt om het maaiveld op te hogen. Als de doorlatendheid van het uitgangsmateriaal beperkt is (zoals bij klei en veen) zijn aanvullende technieken noodzakelijk om de gewenste ontwateringsdiepte te bereiken.

Bij nieuw in te richten gebieden moet, afhankelijk van de lokale bodemopbouw, rekening worden gehouden met zettingen. Door het ophogen van het maaiveld kunnen de zettingen in het gebied versneld worden.

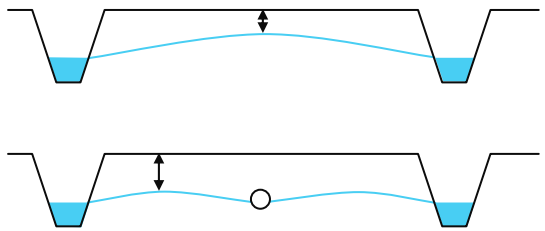
## 2. Aanpassing oppervlaktewaterstelsel

De ontwateringsdiepte kan vergroot worden door de drooglegging te vergroten (het oppervlaktewaterpeil te verlagen) of door extra watergangen te graven (en daarmee de slootafstand te verkleinen). Aanpassingen in het watersysteem hebben een relatief lange levensduur, zijn robuust en het risico op falen is beperkt. Door het mogelijk aantrekken van extra kwel en het versnellen van de autonome bodemdaling is in een aantal gebieden een peilverlaging niet wenselijk. Extra watergangen vragen meer beheer en onderhoud en ingrepen in het watersysteem leggen beslag op de ruimte, waardoor minder grond uitgeefbaar is.



## 3. Horizontale drainage

Drainage wordt gebruikt om de lokale grondwaterstand te verlagen en om daarmee een locatie geschikt te maken voor een specifieke gebruiksfunctie. Nadelen van de aanleg van drainage (kunnen) zijn dat grondwater versneld wordt afgevoerd (effect op het watersysteem) en dat in de omgeving (extra) verdroging optreedt. Drainage wordt bij voorkeur onder het ontwateringspeil aangelegd, zodat de drainagebuis altijd gevuld blijft met water.



Er kunnen verschillende soorten drainage worden onderscheiden:

- Bouwdrainage
- Bouwblokdrainage
- Cunetdrainage

Om te zorgen voor voldoende draagkracht in de bouwfase of voor het versnellen van het zettingsproces wordt bouwdrainage aangebracht. Uit ervaring is gebleken dat de drainage die voor de bouwfase is gebruikt, voor de woonfase als verloren moet worden beschouwd, omdat deze beschadigd en verstoord wordt door de bouwactiviteiten (graafwerkzaamheden, heien, etc.). Daarom is het nodig om een nieuw (tweede) drainagesysteem aan te leggen na de bouwfase als men een goed ontwaterd woongebied wil verkrijgen.

Bij bouwblokdrainage wordt drainage aangebracht midden, onder of rondom een bouwblok op korte afstand van de gevel. Bouwblokdrainage wordt over het algemeen aangesloten op de cunetdrainage onder de weg.

Ten behoeve van de stabiliteit van de weg en ter voorkoming van opvriezing worden in wegcunetten drains aangebracht. Ook in rioolsleuven wordt drainage aangelegd. Bij rioolvervanging is het aanleggen van drainage vaak nodig, omdat verouderde en kapotte riolen grondwater invangen en zodoende voor een (beperkte en lokale) ontwatering zorgen. Bij rioolvervanging wordt deze functie overgenomen door de drainage, waardoor grondwateroverlast na afloop van de rioolvervanging kan worden voorkomen.

De levensduur van drainage is relatief beperkt. In theorie worden levensduren van circa 30 jaar gemeld, in de praktijk blijkt de levensduur van bijvoorbeeld een PVC-ribbedrain gemiddeld niet langer dan 15 jaar. Drainage is ook een relatief kwetsbaar systeem, waarbij de levensduur sterk afhankelijk is van het beheer en onderhoud, eventuele zettingen en het grondgebruik. De aanleg van drainage in nieuw in te richten gebieden is relatief goedkoop en drainage legt geen beslag op ruimte.

De aanleg van drainage gebeurt veelal in open sleuven. In sommige gevallen is het niet of nauwelijks mogelijk om in open sleuven te werken. Dit bijvoorbeeld ter plaatse van begraafplaatsen waar drainage op grote diepte noodzakelijk is, of bijvoorbeeld om grondwateroverlast onder bestaande bebouwing op te lossen. In deze gevallen kan gebruik worden gemaakt van technieken waarbij geen open sleuf noodzakelijk is, zoals bijvoorbeeld horizontaal gestuurde boringen (HDD).

#### *Voorbeeld gemeente Haarlem: Beheer en onderhoud van drainage*

Het sterk verstedelijkte Haarlem kent zowel grondwateroverlast als –onderlast. Om de grondwateroverlast te bestrijden heeft Haarlem een uitgebreid systeem van bemalen en vrij verval drainages. Stelselonderdelen zijn drain-, transport-, en persleidingen, inspectieputten, instelputten en drainagepompen. In principe wordt het stelsel met doorspuiten onder hoge druk éénmaal per jaar van ingespoelde grond gereinigd en worden putten schoon gezogen. In de praktijk gebeurt dit minder vaak. Reinigen wordt nu nog als stad apart aanbesteed, in de toekomst wordt intensiever de samenwerking gezocht met buurgemeenten.

Drainagereiniging gaat met wisselend succes. De eis is “bodemschoon” opleveren, maar dit garandeert niet altijd de goede werking na reiniging. Het is immers niet makkelijk om verstopte drainsleuven schoon te spuiten, met name in kwelgebieden waar ook ijzerneerslag drains kunnen verstopten. Controle op dit aspect is echter zeer lastig. Waar reiniging aantoonbaar niet meer helpt, moet drainage worden vervangen.



#### *Omhulling*

Omhulling van drainagebuizen heeft twee doelen:

1. tegengaan van grondinspoeling van de drainbuis
2. bevorderen van stroming van het grondwater vanuit de grond de drain in

De dichtheid van het omhullingsmateriaal is het meest bepalend voor de effectiviteit en werkingsduur ervan:

- De karakteristieke poriëngrootte van omhullingsmateriaal dient minimaal 400 en maximaal 1100 micron te zijn. Polypropeenvezels met een O(90)-waarde van 450 (PP 450) is als regel een goed bruikbaar omhullingsmateriaal;
- Als er ijzerafzetting te verwachten is, moet de bandbreedte worden beperkt tussen 700 en 1100 micron. Bij ijzerafzetting zijn Polypropeenvezels 700 (PP700) of Polystyreen 1000 (PS1000) aan te bevelen.

Vanwege de economische risico's in de stad is het aan te bevelen om naast een goed omhullingsmateriaal ook de drainagesleuf aan te vullen met goed doorlatend materiaal (draineerzand, glasas, gebakken kleikorrels of grind).

Organische omhullingsmaterialen zoals kokosvezels verteren binnen 5 tot 20 jaar en zijn daarom meestal alleen bruikbaar bij tijdelijke drainages.

Het risico op inspoeling is extra groot bij aanleg van drainage in perioden met hoge grondwaterstanden en plassen op het terrein. Aanleg van drainage in droge omstandigheden is van groot belang.

### Doorspuiten

Bij het doorspuiten wordt een slang met daarop de spuitkop in de drain gevoerd vanaf de uitmonding tot aan het begin van de drain. Tijdens het invoeren en terugtrekken spuit er water met krachtige stralen uit de spuitkop. Losgemaakt vuil wordt afgevoerd met het water dat in de drain naar de uitmonding stroomt.

De werking van het drainagesysteem en daarmee de noodzaak tot doorspuiten kan worden afgeleid uit gemeten grondwaterstanden en de afvoer uit de drainagebuizen. Indirect kan er ook een praktische beoordeling in het terrein plaatsvinden (is het natter dan vroeger?), maar dit is subjectieve informatie en de nattere situatie hoeft niet altijd het gevolg van een slecht werkend drainagesysteem te zijn.

Doorspuiten van drains doet men alleen:

- als het nodig is: als een verslechtering van de werking van de drains is opgetreden of wordt verwacht;
- als deze verslechtering wordt veroorzaakt door vervuiling die losgemaakt en afgevoerd kan worden;
- als er geen risico is van inzanding als gevolg van drijfzand dat tijdens het doorspuiten wordt gevormd.

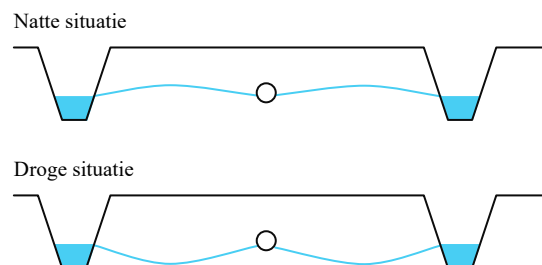
Effectiviteit van doorspuiten:

- sommige verstoppingsprocessen zijn permanent en worden niet verholpen
- doorspuiten is effectief bij fijn sediment of ijzerafzettingen in de buis en om (dode) wortels van éénjarige gewassen uit de perforaties te verwijderen
- zand in de buis kan wel worden losgespoten, maar niet worden afgevoerd
- het effect van doorspuiten op vuil in het omhullingmateriaal is nog onbekend
- in (fijne) zandgrond kan doorspuiten leiden tot meer zand in de drain

#### 4. Gecombineerde systemen (drainage- en infiltratie)

Met gecombineerde systemen kan in perioden met hoge grondwaterstanden grondwater worden afgevoerd en perioden met lage grondwaterstanden kan hemelwater geïnfilteerd worden (zie ook hoofdstuk 7). Veelal bestaan gecombineerde systemen uit geperforeerde rioolbuizen waardoor uitwisseling plaatsvindt tussen het water in de buis en het grondwater. De gecombineerde systemen hebben twee belangrijke aandachtspunten:

- Kwantitatief: in het plangebied en de directe omgeving moet voldoende ontwateringsdiepte zijn en een voldoende doorlatende ondergrond, anders kan het systeem tot grondwateroverlast leiden;
- Kwalitatief: de kwaliteit van het te infiltreren water is afhankelijk van de oppervlakken vanwaar het hemelwater afstroomt. Bij infiltratie van afstromend wegwater zijn bijvoorbeeld stoffen te verwachten als PAK's en zware metalen.

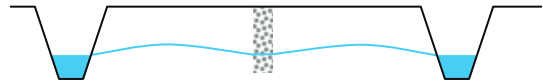


In het algemeen zijn de gecombineerde (drainage en infiltratie) systemen robuuster dan gewone drainage. Het systeem heeft doorgaans ook een langere levensduur. De aanleg van een gecombineerd systeem is duurder dan gewone drainage en de werking is sterk afhankelijk van het beheer en onderhoud. Het is nog niet mogelijk de levensduur van infiltratie- en percolatiesystemen te verlengen door middel van inwendige reiniging. Er kan wel rekening gehouden worden met het voorkómen van inspoeling van grove delen en het ontstaan van een bezinksellaag op de bodem. Metingen van de leegloopsnelheid van de voorziening kunnen de basis vormen van het onderhoudsplan. Meer informatie over de infiltratie van hemelwater en de effecten ervan op het watersysteem (kwantitatief en kwalitatief) zijn beschreven in hoofdstuk 7.

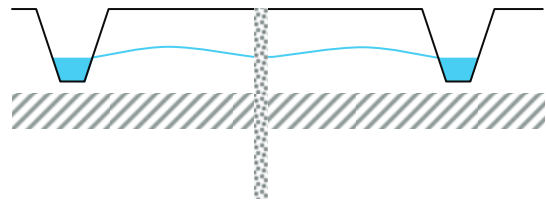


### 5. Grindpalen of –sleuven

Grindpalen of –sleuven worden gebruikt om de ontwatering van de ondiepe ondergrond te verbeteren. Grindsleuven maken, in sommige gevallen voorzien van een geperforeerde buis, veelal aan één of beide zijden contact met watergangen. In de grindsleuf is dan een gelijke waterstand als in het oppervlaktewater en daarmee fungeert de sleuf als een ontwateringsmiddel. Voordeel van grindsleuven is dat er wel een goede ontwaterende functie is, maar dat er geen beslag op het bovengronds ruimtegebruik wordt gelegd (zoals wel bij een watergang zou zijn).



Grindpalen worden gebruikt om het ondiepe grondwater af te voeren naar het diepere grondwater. Grindpalen zijn met name geschikt in infiltratiegebieden, waar sprake is van een slecht doorlatende bovengrond en een goed doorlatende ondergrond. Belangrijk bij grindpalen is om er zeker van te zijn dat de stijghoogte van het diepe grondwater gedurende het hele jaar voldoende laag is, om ondiep grondwater te kunnen afvoeren. Ook moet daarbij rekening worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld het reduceren of stopzetten van drinkwaterwinningen, waardoor de stijghoogte van het grondwater kan toenemen. Een ander belangrijk aandachtspunt bij de aanleg van grindpalen is het effect op de grondwaterkwaliteit. Bij het doorboren van slecht doorlatende lagen kan menging van grondwater van verschillende kwaliteit plaatsvinden.

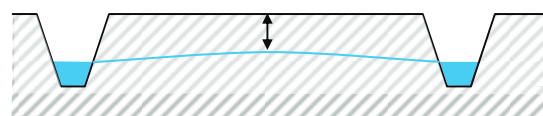
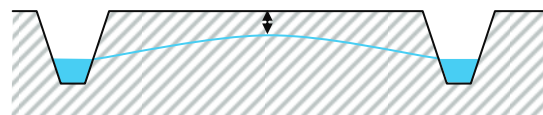


Door het aanleggen van grindpalen kan de kwel- en infiltratiesituatie veranderen. Hierdoor kan het aanleggen van grindpalen onder de keur van Rijnland vallen.

De toepassing van grindpalen of –sleuven is een robuuste oplossing met een lange levensduur en een beperkt risico op falen.

### 6. Grondverbetering

Grondverbetering is erop gericht de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond te verhogen en daarmee de ontwateringsdiepte te vergroten. Grondverbetering is net als ophogen gericht op het creëren van een voldoende doorlatende bovengrond (zie ook bijlage 2). Grondverbetering wordt toegepast in gebieden met een overwegend slecht doorlatende toplaag (klei en veen). De grondverbetering vindt plaats met goed doorlatend materiaal (zand), meestal afkomstig van buiten het plangebied. Voor grondverbetering is minder materiaal nodig dan voor integraal ophogen en is dus goedkoper. Grondverbetering wordt in de praktijk veelal gecombineerd met de aanleg van drainage. De grondverbetering zorgt er dan voor dat een betere toestroming van grondwater naar de drainage plaatsvindt.



Grondverbetering is een robuuste oplossing, met een lange levensduur en een beperkt risico op falen. Het legt geen beslag op het bovengronds ruimteverbruik en vergt geen nader beheer en onderhoud. Afhankelijk van de hoeveelheid grond die wordt aangevoerd voor het verbeteren van de doorlatendheid, kunnen zettingsrisico's een rol spelen.

## 7. Bouwtechnische oplossingen

Bouwtechnische oplossingen richten zich op het tegengaan van vochttransport door de muur en/of op het tegengaan van hoge vocht gehalten in de kruipruimte en/of het verminderen van het vochttransport door de vloer (Boven water komen, 2006).

Het vochttransport door de muur kan met mechanische en met chemische maatregelen tegen gegaan worden. Hiertoe wordt een onderbreking aangebracht in de muur. Mechanische onderbrekingen bestaan in de vorm van metaal, glas, beton, lei of kunststof. Mechanische maatregelen zijn zeer arbeidsintensief, maar tegen optrekkend vocht is het één van de meest effectieve methoden. Een mechanische maatregel heeft ongeveer dezelfde levensduur als een woning. Om nieuwe problemen te voorkomen moet de barrière voldoende hoog in de muur worden aangebracht. Ook is van belang dat om de mechanische kering heen niet alsnog een waterdoorlatende laag (bijvoorbeeld stucwerk) wordt aangebracht.

Bij de chemische maatregelen om het vochttransport door de muur tegen te gaan wordt onderscheid gemaakt in porie vullende en waterafstotende middelen. Bij de porie vullende middelen worden de poriën gevuld met een chemisch middel, waardoor geen vochttransport door de muur meer mogelijk is. Hiervoor worden silicaten, acryl-amide gels en gelerende silaan gebruikt.

Bij waterafstotende systemen worden de poriewanden waterafstotend gemaakt. Hierdoor neemt het capillaire transport van water door de poriën af. Als waterafstotende middel wordt gebruik gemaakt van siliconenharsen, siliconaten, stearaten en siliconenmicro-emulsie. In de praktijk worden alleen deze laatste twee positief beoordeeld.

Naast bovengenoemde mechanische en chemische middelen is een aantal maatregelen voorhanden die zich meer op symptoombestrijding richten dan op de aanpak van het probleem. Hieronder vallen waterafstotende verf, electro-osmose, droogpijpjes, extra ventilatie en voorzetwanden.

Hoge vochtgehalten in de kruipruimte kunnen worden tegengegaan door bodemafdekkende systemen en door ventilatie. Met ventilatie wordt niet de bron aangepakt: er is nog steeds vochttransport naar de kruipruimte. Bodemafdekkende systemen bestaan uit kleikorrels, schelpen, schuimbeton en/of dampremmende folies. Dampremmende folies worden beschouwd als uitermate effectief. Wel moet bij de aanleg voldoende aandacht besteed worden aan de aanhechting van het folie aan de muur van de kruipruimte.

Het vochttransport door de begane grondvloer kan worden tegengegaan door het dichten van gaten en kieren in de vloer. Gekozen kan worden voor het spuiten van een purschuim tegen de onderkant van de begane grondvloer. Eén van de problemen hierbij is dat het purschuim slecht hecht aan houten vloeren. Eén van de nadelen van purschuim is dat condensvorming op het purschuim kan optreden. Deze condens kan gaan druppelen in plassen op de bodem van de kruipruimte.

### 6.3 Afweging

In opdracht van Waternet is door Wareco (2004) een vergelijking gemaakt van de verschillende methoden om voldoende ontwateringsdiepte te realiseren. De methoden zijn beoordeeld op:

- technische criteria: effectiviteit, flexibiliteit, levensduur, robuustheid en kans op falen;
- praktische eigenschappen: ruimtebeslag, gebruiksbependingen, beheer, onderhoud, aanleg kosten en risico van zettingen;
- de mate van duurzaam waterbeheer: bergingscapaciteit, belasting op afwateringssysteem en waterkwaliteit.

De vergelijking is kwalitatief opgezet (naar Wareco, 2004). Met behulp van de gegevens kunnen methoden onderling op verschillende aspecten vergeleken worden. Op basis van de gegevens kan ook naar een combinatie van systemen gezocht worden om zoveel mogelijk positieve eigenschappen te combineren. De beoordeling van de systemen is op basis van gemiddelde situaties en geeft daarmee een algemeen beeld. Gegeven lokale omstandigheden kan een methode positiever of negatiever uitvallen.

*Technische criteria (tabel 6.1)*

De ophoogmethoden scoren niet goed op het criterium flexibiliteit. Bij de criteria levensduur, robuustheid en risico op falen scoren de drainagemiddelen het slechtst. Drainagesystemen zijn kwetsbaar voor verstopping en vernielingen. Van de ontwateringsmiddelen scoort een oppervlaktewaterstelsel het beste. Grindsleuven en grondverbetering worden van alle methoden gemiddeld het best beoordeeld.

*Praktische eigenschappen (tabel 6.2)*

De aanlegkosten en het ruimtebeslag zijn voor de methoden van integraal en partieel ophogen het hoogst vanwege de grote omvang van het grondverzet. De ontwateringsmiddelen hebben een klein ruimtebeslag en lage aanlegkosten maar hebben daarentegen wel beheer en onderhoud nodig. Grondverbetering wordt het positiefst beoordeeld. Ontwateren middels een oppervlaktewaterstelsel scoort op praktische eigenschappen slecht.

*Duurzaam waterbeheer (tabel 6.3)*

Alleen ontwateren middels een oppervlaktewaterstelsel wordt bij alle criteria positief beoordeeld. Het uitbreiden van het oppervlaktewaterstelsel is de meest duurzame oplossing vanwege de uitbreiding van het afwateringsstelsel en de toename van de berging binnen het gebied. Daarnaast wordt integraal en partieel ophogen ook positief beoordeeld. Door het ophogen met zand wordt grondwater niet versneld afgevoerd en de bergingsmogelijkheden beperkt uitgebreid. De drainagesystemen worden het meest negatief beoordeeld. Grondwater wordt hierbij versneld afgevoerd en de bergingscapaciteit wordt niet vergroot.

**Tabel 6.1**      *Scorekaart technische eigenschappen*

Ontwateringsmethoden		Effectiviteit	Flexibiliteit	Levensduur	Robuust	Risico op falen
Ophogen	Cunettenmethode	+	--	+	+	+
	Integraal ophogen	++	--	++	++	++
	Partieel ophogen	++	--	++	++	++
Ontwateren	Oppervlaktewaterstelsel	0	+	+	+	+
	Horizontale drainage	+	++	-	-	-
	Drainage-infiltratie systeem	+	++	-	-	-
	Grindpalen	+	+	+	+	+
Doorla- tendheid	Grondverbetering	+	+	++	++	++
	Grindsleuven	+	++	++	+	+

**Tabel 6.2** *Scorekaart praktische eigenschappen*

Ontwateringsmethoden		Ruimtebe- slag (boven- en ondergronds)	Gebruiksbe- perkingen (boven- en ondergronds)	Beheer	Onderhoud	Aanleg- kosten	Risico op zettingen
Ophogen	Cunettenmethode	-	++	++	++	0	-
	Integraal ophogen	--	++	++	++	--	-
	Partieel ophogen	--	++	++	++	-	-
Ontwateren	Oppervlaktewater- stelsel	0	--	--	-	0	+
	Horizontale drainage	+	-	-	--	+	+
	Drainage- infiltratie systeem	+	-	-	-	+	+
	Grindpalen	++	0	0	0	++	0
Doorla- tendheid	Grondverbetering	-	++	++	++	0	-
	Grindsleuven	+	-	+	++	+	0

**Tabel 6.3** *Scorekaart duurzaam waterbeheer*

Ontwateringsmethoden		Bergingscapaciteit	Belasting afwateringssysteem
Ophogen	Cunettenmethode	0	0
	Integraal ophogen	+	0
	Partieel ophogen	+	0
Ontwateren	Oppervlaktewater- stelsel	++	0
	Horizontale drainage	-	-
	Drainage- infiltratie systeem	+	-
	Grindpalen	0	+
Doorla- tendheid	Grondverbetering	0	0
	Grindsleuven	-/0	-

*Algemene adviezen en aandachtspunten ten aanzien van ontwateringssystemen*

- Kies voor een duurzame ontwateringssituatie en een bij voorkeur zo eenvoudig mogelijk ingericht ontwateringssysteem (indien bijvoorbeeld gebruik wordt gemaakt van drainage, dan bij voorkeur afvoer onder invloed van zwaartekracht);
- hou er rekening mee dat het ontwateringssysteem goed toegankelijk is voor onderhoudswerkzaamheden;
- ontwateringsmiddelen worden bij voorkeur niet te dicht bij bomen aangelegd om wortelingroei te voorkomen;
- hou het ontwerp eenvoudig; een te ingewikkeld ontwerp kan leiden tot fouten in de uitvoering en problemen bij het onderhoud;
- hou rekening met uitstralingseffecten buiten de projectgrens;
- het ontwerp moet goed worden overgedragen aan de uitvoerder om het ontwerp te waarborgen, inclusief relevante achtergrondinformatie als ontwerptekeningen, planning en fasering, vergunningen en eerdere aandachtspunten;
- controleer of het ontwerp wordt uitgevoerd zoals beoogd is;
- op particulier terrein is de eigenaar verantwoordelijk voor het onderhoud van een ontwateringssysteem, het is echter de vraag of de eigenaar zich daarvan bewust is. Leg daarom de taken en verantwoordelijkheden vast bij de overdracht van de ontwateringssystemen. Voor bewust maken van perceelseigenaar is echter meer nodig, daarom is voorlichting ook belangrijk;
- ontwateringssystemen nemen ook nadelen en risico's met zich mee. Het is daarom van belang dat bewoners maatregelen in overleg met de gemeente nemen;
- als onderhoud pas wordt opgepakt wanneer overlast optreedt, dan is het systeem veelal onherstelbaar en kan niet meer functioneren;
- het oplossen van grondwaterproblemen is veel duurder dan het voorkomen van problemen (vaak 5 tot 10 maal zo duur);
- het is raadzaam om het beheer en onderhoud van drainagesystemen goed mee te nemen in de beheer- en onderhoudplannen van bijvoorbeeld een nieuwbouwwijk en af te stemmen met de toekomstige beheerder.

## 6.4 Onderzoek en advies

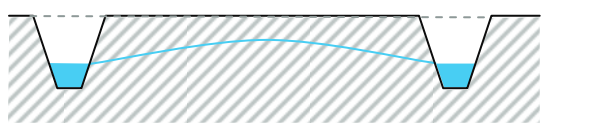
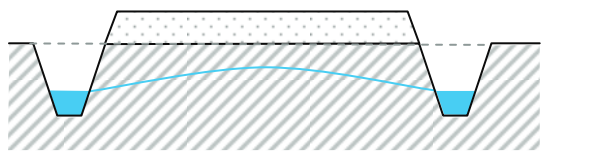
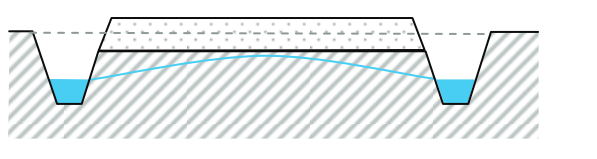
Om grondwateroverlast te voorkomen of te beperken, is gedegen onderzoek noodzakelijk. Het onderzoek richt zich op het in beeld brengen van de huidige situatie en het inzichtelijk maken van de te verwachten, toekomstige, situatie.

Voor de huidige situatie zijn van belang de bodemopbouw, de grondwaterstanden en de oppervlaktewaterpeilen. Ook eventuele aanwezige ontwateringsmiddelen moeten in de analyse meegenomen worden. Om de huidige situatie in beeld te brengen is veelal veldonderzoek noodzakelijk. Dit onderzoek kan bestaan uit boringen, sonderingen en plaatsen van peilbuizen. Afhankelijk van de situatie kunnen ook doorlatendheidsmetingen van de ondiepe ondergrond uitgevoerd worden (voor meer informatie over analysetechnieken wordt verwezen naar bijlage 2).

Om inzicht te krijgen in de (natuurlijke) dynamiek van het grondwater, moeten grondwaterstanden op meerdere momenten in een jaar gemeten worden. Eventueel kunnen grondwaterstandsmetingen ook met elektronische drukopnemers worden uitgevoerd om zo inzicht te krijgen in de reactie van de grondwaterstand op individuele neerslaggebeurtenissen (en hiermee inzicht in de doorlatendheid van de ondergrond). Voor meer informatie over grondwatermetingen wordt verwezen naar hoofdstuk 9.

De te verwachten, toekomstige situatie kan in beeld worden gebracht met behulp van berekeningen. Ten aanzien van de grondwatersituatie wordt geadviseerd om minimaal gebruik te maken van een analytische berekening. In specifieke gevallen kan een numeriek (gebiedsdekkend) rekenmodel noodzakelijk zijn. De berekeningen kunnen geïkt worden met de gegevens van de huidige situatie, waarna de toekomstige situatie in beeld kan worden gebracht. Met berekeningen kan de effectiviteit van verschillende maatregelen in beeld worden gebracht. In de berekeningen kan ook rekening worden gehouden met bijvoorbeeld klimaatscenario's.

Afhankelijk van de lokale situatie kunnen ook zettingsberekeningen noodzakelijk zijn. Uit een zettingsberekening blijkt hoeveel zetting te verwachten is bij een netto ophoging tot het gewenste niveau, en hoeveel dus extra opgehoogd dient te worden om op een gewenste eindhoogte van het maaiveld te komen (zie figuur 6.1).

	<p>Huidige situatie: ontwateringsdiepte is te gering voor de gebruiksfunctie. Om voldoende ontwateringsdiepte te creëren wordt bijvoorbeeld gekozen voor ophogen van het maaiveld.</p>
	<p>Bij een toename van de belasting op de ondergrond (onder andere als gevolg van het ophogen) moet rekening worden gehouden met zetting van de ondergrond.</p>
	<p>Uit een zettingsberekening blijkt dat bij een toename van de belasting een zetting optreedt van circa 0,25 m. Voor een netto ophoging van het maaiveld met 0,25 m, moet het huidige maaiveld dus met 0,50 m opgehoogd worden.</p>

Figuur 6.1 Principe zetting bij toename belasting

## 7. Behandeling en afvoer van hemelwater

### 7.1 Inleiding

De doelstelling van afkoppelen van hemelwater van de riolering is een robuuste, duurzame en kosten-effectieve (afval)waterketen. Hemelwater is in principe schoon genoeg om zonder behandeling in het milieu te worden teruggebracht. Infiltratie van hemelwater in de ondergrond ligt, gegeven de overwegend slecht doorlatende bovengrond in combinatie met een relatief kleine ontwateringsdiepte, in het beheersgebied van Rijnland meestal niet voor de hand.

Voor de korte termijn draagt het afkoppelen bij aan de KRW-doelstellingen. Maar Rijnland beoogt om het huidige veelal gemengde rioolsysteem op de langere termijn te laten evolueren richting een (volledig) gescheiden systeem, zodat een verdere emissiereductie wordt bereikt. De relatief lange afschrijvingstermijn van riolering maakt een korte termijn doelstelling lastig. Veel gemeenten zijn in ieder geval inmiddels enthousiast aan de slag gegaan met het afkoppelen vanuit milieu- en duurzaamheidsoogpunt.

Wij continueren ons beleid en sporen gemeenten aan om bij ontwikkelingen van nieuwbouw hemelwater niet te koppelen aan de AWZI en bij reconstructie- en vervangingswerkzaamheden te kiezen voor een gescheiden systeem.

Voor het afvoeren (lozen) van hemelwater hanteert Rijnland de volgende voorkeursvolgorde:

1. lozen op of in de bodem;
2. lozen in het oppervlaktewatersysteem;
3. lozen in ontwateringsstelsel of hemelwaterstelsel;
4. lozen in een vuilwaterriool.

Bovengenoemde afvoerroutes (moeten) worden beoordeeld op basis van waterkwantiteits- en waterkwaliteitseffecten (zie paragraaf 7.2 en 7.3).

### 7.2 Afkoppelen en waterkwantiteit

Het afkoppelen van verhard oppervlak van de riolering heeft een directe relatie met de waterkwantiteitsaspecten die geregeld zijn binnen de keur. Zo is het verboden om, zonder vergunning, werkzaamheden te verrichten als gevolg waarvan neerslag versneld tot afvoer komt. Ook is het verboden om, zonder vergunning, werkzaamheden te verrichten als gevolg waarvan een toename van de kwel of wegzijging van het grondwater zal ontstaan.

De gemeente beschrijft in het GRP welke afkoppelmaatregelen worden genomen en welke gevolgen deze maatregelen hebben voor de waterberging. Rijnland toetst (voor wat betreft waterkwantiteit) voor afkoppelplannen onder andere op:

- Effecten op de grondwaterstand (zowel lokaal als in de omgeving) en de van grondwater aanwezige belangen;
- Effecten op de hoeveelheid waterberging;
- Hydraulische effecten;

Bij onaanvaardbare (uitstralings)effecten kunnen specifieke technieken voor een bepaalde locatie ongeschikt worden bevonden.

### 7.3 Waterkwaliteit

Vooruitlopend op de definitieve invoering van het Besluit lozen buiten inrichtingen wijst Rijnland bij afkoppelprojecten op de zorgplicht en het nemen van preventieve maatregelen, als er twijfels zijn over de kwaliteit van het te lozen hemelwater. Vanuit een wijder milieuperspectief heeft preventie (brongerichte maatregelen) de voorkeur boven ‘end-of-pipe’ maatregelen.

Daar waar ondanks de zorgplicht en de preventieve maatregelen het te lozen hemelwater naar verwachting een aanmerkelijk negatief effect heeft op de oppervlaktewaterkwaliteit, kan in overleg tussen gemeente en waterschap gekozen worden voor aanvullende voorzieningen, een verbeterd gescheiden stelsel of - als laatste keus - aansluiten op het gemengde stelsel. Ook kan de gemeente in overleg met het waterschap kiezen voor een generieke ‘end-of-pipe’ aanpak. Deze keuze wordt onderbouwd in het Gemeentelijke Rioleringsplan. Op basis van het “Besluit lozen buiten inrichtingen” kunnen we in een specifiek geval een maatwerkvoorschrift opstellen, als een oppervlaktewaterdoelstelling in het gedrang komt.

In verband met de waterkwaliteit vragen bepaalde typen oppervlakken om bijzondere aandacht bij het lozen van hemelwater:

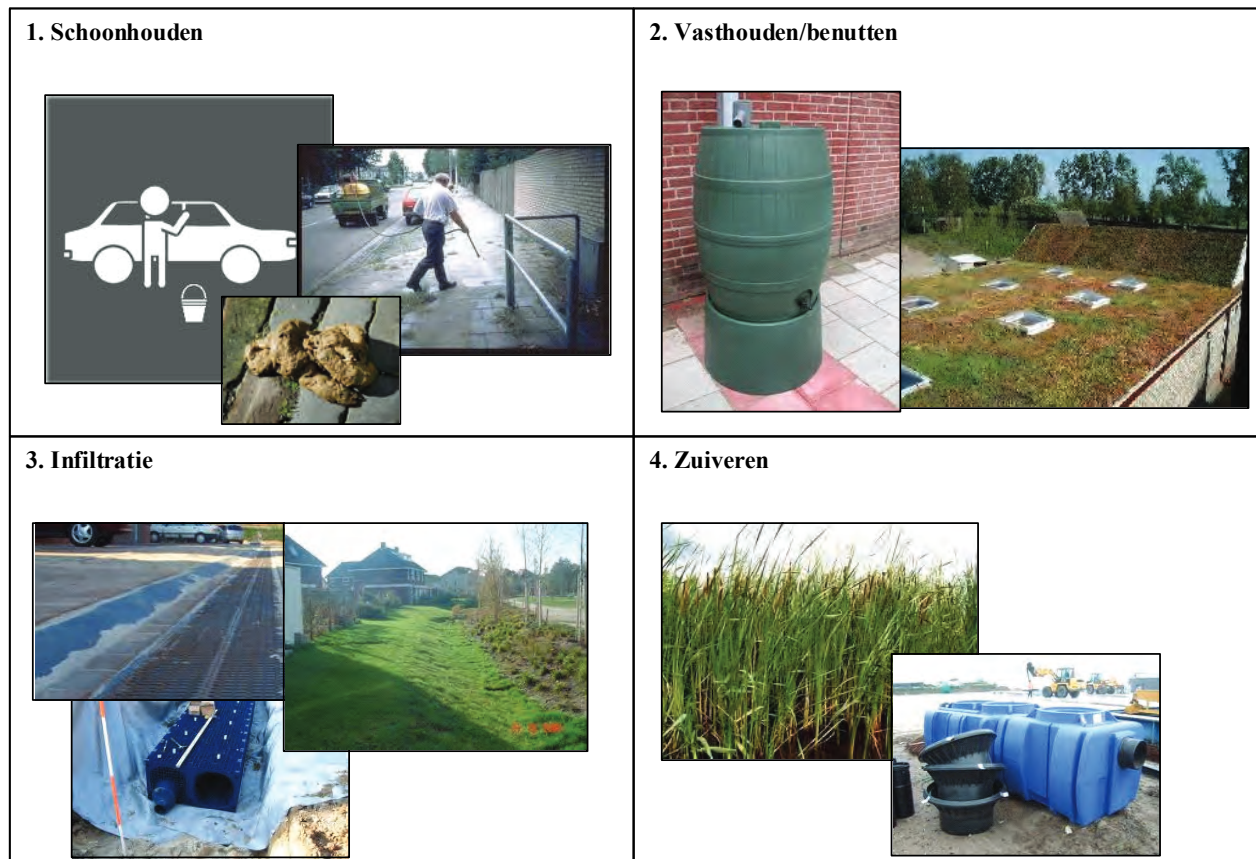
- Bedrijfsterreinen (uitgezonderd kantoren);
- Marktplaatsen;
- Laad- en losplaatsen;
- Overslagterreinen;
- Bus- en treinstations;
- Trambanen en –stations;
- Tunnels.

Gemeenten en projectontwikkelaars stellen steeds vaker vragen over het toepassen van bouwmaterialen. Er is een tendens dat meer uitlogende bouwmaterialen, zoals koper en zink, worden toegepast. In onze rol als adviseur en in samenwerking met gemeenten gaan wij bij initiatiefnemers aandacht vragen voor de invloed van diffuse bronnen op oppervlaktewater en alternatieve maatregelen en materialen. Vroegtijdige voorlichting vergroot de kans dat gemeenten en projectontwikkelaars plannen aanpassen. In uiterste gevallen, nadat Rijnland de invloed op het oppervlaktewater heeft aangetoond, zullen wij pleiten voor het beperken van de emissies, bijvoorbeeld door het coaten van uitlogende oppervlakken of door het toepassen van een voorziening.



## 7.4 Technieken

Voor de behandeling en afvoer van hemelwater zijn verschillende technieken voorhanden. De volgende soorten technieken kunnen worden onderscheiden:



### 1. Schoonhouden

Door te voorkomen dat afstromend hemelwater vervuild raakt, zijn geen of beperkte zuiverende voorzieningen nodig. Bij het schoonhouden van hemelwater kan aan de volgende maatregelen gedacht worden:

- voorkomen gebruik uitlogende materialen;
- voorkomen foutieve aansluitingen;
- beperken verkeersbewegingen;
- beperken verhard oppervlak;
- het voorkomen van afstroming van hondenuitwerpselen;
- vermijden van vervuilende activiteiten op straat, zoals auto's wassen en repareren en chemische onkruidbestrijding.
- toepassen van duurzaam onkruidbeheer;
- aangepaste gladheidbestrijding;
- de bewoners, gebruikers en beheerders voor te lichten over de werking van de riolering en een juist gebruik hiervan;

### 2. Vasthouden / benutten

Door het vasthouden en eventueel benutten van hemelwater wordt voorkomen dat (directe) afstroming naar het rioolstelsel of oppervlaktewaterstelsel plaatsvindt. Het vasthouden van water vindt onder andere met behulp van vegetatiedaken plaats.

Het hemelwater kan ook tijdelijk opgeslagen worden, waarna het in en om huis gebruikt kan worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een regenton of een (ondergronds) retentie bassin om hemelwater van daken in op te slaan. Het hemelwater is vervolgens te gebruiken voor het doorspoelen van toiletten, beregening van de tuin en/of het wassen van de auto. Afhankelijk van de toepassing is het noodzakelijk het hemelwater te filteren. Bij het benutten van hemelwater bestaan milieuhygiënische risico's en er moet dan ook aandacht worden geschonken aan foutieve aansluitingen.

### 3. Infiltratie

Ten aanzien van infiltratie van hemelwater kan onderscheid gemaakt worden in infiltratie vanaf maaiveld en ondergrondse infiltratie. Bij infiltratie kan zowel hemelwater van daken als van overige verharde oppervlakken (stoepen, straten) gebruikt worden.

Infiltratie vanaf maaiveld vindt plaats met waterdoorlatende verharding, halfverhardingen, infiltratiegoten, wadi's of filterbermen. Ondergrondse infiltratie kan plaatsvinden met behulp van infiltratiekratten, geperforeerde buizen of diepte infiltratie (grindpalen). Voordeel van de ondergrondse systemen is dat deze geen beslag leggen op de uitgeefbare ruimte. Punt van aandacht bij de ondergrondse systemen is echter het beheer en onderhoud. In een deel van deze systemen kan ook hemelwater (tijdelijk) geborgen worden. Indien infiltratie naar het grondwater niet mogelijk of wenselijk is, kunnen de systemen aan de onderzijde ook met een waterdicht folie uitgevoerd worden met een afvoer naar oppervlaktewater. In deze systemen ligt de nadruk op het zuiveren en vertragen van de afvoer.

Een belangrijk aandachtspunt bij het infiltreren van hemelwater is de zuivering van het hemelwater voordat het in het watersysteem terechtkomt. Daarbij spelen drie processen een rol:

- Filtratie van bijvoorbeeld bladeren voordat het hemelwater de voorziening instroomt;
- Adsorptie van zware metalen en PAK's aan ondergrond en eventuele bodemverbetering (lavastenen). Dit kan betekenen dat rekening moet worden gehouden met periodieke afvoer van de toplaag (één keer per tien tot dertig jaar);
- Afbraak van organische verontreinigingen in de ondergrond.

Infiltratie van hemelwater in de ondergrond is alleen mogelijk bij een overwegend goed doorlatende ondergrond en een voldoende grote ontwateringsdiepte.

### 4. Zuiveren

Voordat afstromend hemelwater van verharde oppervlakken in het watersysteem terechtkomt, kan het op een aantal manieren gezuiverd worden. Daarbij kan gedacht worden aan helofytenfilters, bezinkbassins en bijvoorbeeld olieafscidders en slibvangputten.

## 7.5 Maatwerk

De behandeling van hemelwater is maatwerk en daarmee sterk afhankelijk van lokale omstandigheden. Tijdens het overleg met gemeenten brengt Rijnland een aantal aspecten aan de orde met betrekking tot het afkoppelen:

- duurzaam bouwen;
- het toepassen van berm- of bodempassage;
- toezicht en controle tijdens de aanlegfase ter voorkoming van verkeerde aansluitingen;
- juridische verankering van de particuliere verantwoordelijkheden (vergunningverlening);
- handhaving tijdens de beheerfase ter voorkoming van verkeerde aansluitingen (bijvoorbeeld door controleputjes op de erfgrans);
- het hemelwaterriool uit te voeren met (straat)kolken voorzien van extra zand- slibvang of zakputten (putten met verdiepte bodem) op tactische plekken in het stelsel;
- adequaat beheer van straatoppervlak, straatkolken en zakputten (straatvegen en kolken/putten zuigen);

## 8. Ondergrondse infrastructuur en bouwwerken

### 8.1 Effecten ondergrondse infrastructuur en bouwwerken

In stedelijke gebieden bevindt een deel van de infrastructuur zich onder de grond. Hierbij valt te denken aan kabels, leidingen en riolering. Soms is ook sprake van verdiept aangelegde of ondergrondse bouwwerken als (parkeer)kelders, en tunnel(bakken).

Ondergrondse infrastructuur en bouwwerken kunnen effecten hebben op de grondwaterstroming en daarmee op de omgeving. Eventuele effecten zijn afhankelijk van:

- karakteristieken van het grondwatersysteem;
- omvang en diepteligging van de infrastructuur / het bouwwerk;
- en de wijze van aanleg.

In het algemeen hebben kabels, leidingen en riolering een verwaarloosbaar effect op de grondwaterstroming. Wel kan er sprake zijn van tijdelijke effecten wanneer voor een aanleg in de droge een bemaling noodzakelijk is (paragraaf 8.2). Ondergrondse bouwwerken kunnen een permanente invloed hebben op het grondwatersysteem. Afhankelijk van de wijze van aanleg kan bij ondergrondse bouwwerken ook sprake zijn van tijdelijke effecten (paragraaf 8.2).

Permanente effecten van ondergrondse infrastructuur en bouwwerken kunnen zich voordoen wanneer aanleg ervan plaatsvindt in een goed waterdoorlatende laag. In goed waterdoorlatende lagen is sprake van een overwegend horizontale grondwaterstroming. Door ondergrondse infrastructuur en bouwwerken kan deze stroming (deels) geblokkeerd worden, waardoor, aan de bovenstroomse zijde van het object, opstuwing van grondwater optreedt. Dit kan mogelijk tot grondwateroverlast leiden. Of opstuwing daadwerkelijk tot grondwateroverlast zal leiden is mede afhankelijk van de diepte van het object in relatie tot de dikte van de waterdoorlatende laag. Ook speelt de oriëntatie van het object in relatie tot de grondwaterstromingsrichting een rol. Bij een oriëntatie parallel aan de stromingsrichting is de opstuwing kleiner bij een oriëntatie dwars op de stromingsrichting.

Bij de aanleg van ondergrondse infrastructuur en bouwwerken moet men ook bedacht zijn op het doorsnijden van afsluitende lagen. Afsluitende lagen bestaan uit slecht waterdoorlatende afzettingen (zoals klei en veen) en bevinden zich tussen goed waterdoorlatende lagen. Bij het doorsnijden van afsluitende lagen bestaan risico's op kortsluitstroming. Kortsluitstroming heeft:

- kwantitatieve effecten: bestaande verticale grondwaterstroming (kwel of wegzijging) kan vergoot of omgekeerd worden, waardoor ongewenste effecten optreden en grondwateroverlast kan ontstaan;
- kwalitatieve effecten: grondwater van verschillende kwaliteiten worden met elkaar gemengd, waardoor bijvoorbeeld een toename van verzilting kan optreden.

Naar aanleiding van het bovenstaande wordt aanbevolen om bij ondergrondse bouwwerken onderzoek te doen naar eventuele effecten op het grondwatersysteem. Het onderzoek bestaat uit het goed in beeld brengen van de huidige situatie (waarschijnlijk is veldonderzoek noodzakelijk) en het inzichtelijk maken van effecten. Dit laatste kan indien nodig met modelberekeningen onderbouwd worden.

Plannen en projecten in de ondergrond zullen steeds meer onder de ruimtelijke ordening gaan vallen en daarmee ook onder de watertoets. Grondwateraspecten worden dan ook steeds nadrukkelijker in het wateradvies meegenomen.

## 8.2 Bemaling van grondwater

Om ondergrondse infrastructuur en bouwwerken in het beheersgebied van Rijnland in de droge te kunnen aanleggen is in de meeste gevallen een verlaging van de grondwaterstand door middel van een bemaling noodzakelijk. Het beleid van Rijnland ten aanzien van grondwateronttrekkingen heeft de volgende doelen:

- In beeld (laten) brengen van de gevolgen van een grondwateronttrekking en waar relevant laten toepassen van mitigerende maatregelen;
- Doelmatige en duurzame benutting van grondwater.

Permanente grondwateronttrekkingen voor kelders of civieltechnische werken (polderprincipe) zijn onwenselijk, tenzij wordt aangetoond dat sprake is van zeer grote kosteneffectiviteit, garanties over duurzaamheid en een klein onttrekkingsdebiet. Dat geldt ook voor onttrekkingen voor laagwaardige toepassing zoals koel- of proceswater tenzij alternatieven duidelijk minder kosteneffectief of duurzaam zijn.

Het beleid van Rijnland rond grondwateronttrekkingen is verwoord in de keur en in een beleidsregel. Conform de keur is het verboden om zonder vergunning grondwater te onttrekken in milieubeschermingsgebieden en om grondwater met een hoger debiet dan 10 m<sup>3</sup>/uur (of 12.000 m<sup>3</sup>/jaar) te onttrekken. Bij een melding van een grondwateronttrekking of een aanvraag voor een vergunning vraagt Rijnland om gevolgen van de onttrekking in beeld te brengen. De aard en het detailniveau van de gevolgen die in beeld moeten worden gebracht verschillen per onttrekking. De volgende aspecten kunnen een rol spelen:

- Verlaging/verhoging grondwaterstanden (freatische) en/of stijghoogten (watervoerend pakket). Van belang is de invloedssfeer van de onttrekking waarbij in de regel per relevante laag ten minste de contour van de verlaging/verhoging van de grondwaterstand en –stijghoogte van 5 cm in kaart wordt gebracht;
- Verlaging van grondwaterstanden bij gevoelige objecten (bebouwing, waterkeringen, infrastructuur en kunstwerken, bomen, natuur, landbouw, zettinggevoelige gronden). Waar relevant en mogelijk ook de verlaging ten opzichte van historische fluctuaties in beeld brengen;
- Geohydrologische bodemopbouw en eventueel geohydrologische schematisering;
- Berekening zetting, klink of negatieve kleeft evenals, indien relevant, gevolgen voor fundering. Hierbij vormt de NEN 6740 de leidraad voor constructieve schade;
- Aanwezigheid bodem- en grondwaterverontreiniging evenals de invloed van de onttrekking/ infiltratie hierop;
- Diepteligging zoetwater/zoutwatergrensvlak en de gevolgen van de grondwateronttrekking en –infiltratie hierop (modelberekening);
- Gevolgen voor landbouw, natuur, bebouwing, waterkeringen, infrastructuur, zetting gevoelige gronden, bodem- en grondwaterverontreinigingen, onttrekkingen van derden, kunstwerken en eventuele archeologische of aardkundige waarden. Hierbij kunnen (tijdelijke) grondwaterstandsverlaging, grondwaterstandfluctuaties, kwel/infiltratieverdeling en kwaliteitsverandering aspecten zijn;
- Bij infiltratie van hemelwater kunnen de gevolgen voor de (grond-)waterkwaliteit in het (grond-)waterlichaam een rol spelen.

De initiatiefnemer wordt geacht de redelijkerwijs te verwachten maatregelen te nemen om negatieve gevolgen van de onttrekking te voorkomen. De invulling is sterk aan de initiatiefnemer maar moet zoveel mogelijk in de vergunningsaanvraag al worden uitgewerkt. Bij die maatregelen kan worden gedacht aan:

- Beperken onttrekking door civieltechnische of geohydrologische maatregelen (werken binnen damwand, werken in den natte, toepassing onderwaterbeton etc.)
- Infiltratiemiddelen om (gevolgen) grondwaterpeilverlaging te beperken;
- Geoptimaliseerd onttrekkingsregiem om effecten te minimaliseren (bijvoorbeeld laten opkomen grondwaterpeil tijdens onderbrekingen in het werk, of uitstellen werkzaamheden tot na het groeiseizoen);
- Funderingsvervangende of ondersteunende constructies;
- Overige maatregelen zoals beregening, isolatie bodemverontreiniging door schermen etc.
- Schaderegeling;
- Bij infiltratie van hemelwater met het doel om dit water vervolgens weer te onttrekken moet het water via een zandfilter of bodem passage worden geleid en mag de “first flush” (eerste 4 mm van een bui) niet worden geïnfiltrerd.

Rijnland stimuleert om bronneringswater en bemalingswater van saneringen (na zuivering), indien infiltratie in de bodem niet mogelijk is, rechtstreeks af te voeren naar oppervlaktewater. De rechtstreekse lozing op oppervlaktewater dient te voldoen aan de geldende regels (algemene regels, activiteitenbesluit, maatwerkvoorschrift of vergunning van Rijnland).

Indien het water, gebaseerd op de kwaliteitstoetsing, wel direct geloosd kan worden op het oppervlaktewater, maar er is geen oppervlaktewater in de nabijheid van de locatie waar geloosd moet worden, kan -indien aanwezig- via het gemeentelijk hemelwaterriool worden geloosd.

De minst goede oplossing vanuit milieuhygiënisch oogpunt bestaat uit het lozen van het bemalingswater via het gemeentelijke vuilwaterriool of het gemengd riool.

## 9. Grondwatermeetnet

Gemeenten kunnen voor een doelmatige invulling van de grondwaterzorgplicht een grondwatermeetnet opzetten. Het opzetten en onderhouden van een grondwatermeetnet is niet verplicht, maar het heeft wel belangrijke voordelen:

- een meetnet geeft inzicht in het grondwatersysteem en fluctuatie van grondwaterstanden (in de tijd en ruimtelijke verschillen) en eventuele trends;
- met metingen kunnen vroegtijdig problemen geïdentificeerd worden:
  - (te) lage grondwaterstanden, zodat bijvoorbeeld schade door droogstand van funderingen kan worden voorkomen;
  - (te) hoge grondwaterstanden, zodat vochtoverlast bij woningen of schade aan wegen door opdooi en stabiliteitsverlies kan worden voorkomen;
- metingen geven een objectieve onderbouwing van klachten;
- metingen kunnen gebruikt worden voor inschatten van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen en van voorgenomen maatregelen (zoals drainageaanleg, rioolvervanging, bouwrijp maken, bodemsaneringen en bouwputbemalingen);
- met metingen kan het functioneren van voorzieningen (zoals drainagesystemen) geanalyseerd worden.

*Voorbeeld gemeenten Veenweidegebied: gezamenlijke invulling grondwaterzorgplicht en inrichten grondwatermeetnet*

In 2009 hebben de gemeenten Bodegraven, Reeuwijk, Boskoop, Rijnwoude, Waddinxveen, Nieuwkoop en het hoogheemraadschap Rijnland de werkgroep “samenwerking grondwater veengebieden” geformeerd. Doel ervan is te kijken in hoeverre er een gezamenlijke invulling kon worden gegeven aan de nieuwe grondwaterzorgplicht. De gemeenten zijn qua omvang, bodemopbouw, geohydrologie en grondwaterproblematiek redelijk met elkaar te vergelijken.

Na een eerste verkennend overleg is besloten om samen met een adviesbureau een grondwatermeetplan en een voorlopig grondwaterbeleid op te stellen. Tauw heeft het werk aangenomen en met behulp van vier interactieve workshops uitgevoerd. Met name het leerelement van de workshops is goed bevallen.

Momenteel wordt de uitvoering en de exploitatie van het meetnet op de markt gezet. Het adviesbureau dat het werk aanneemt is gedurende vijf jaar verantwoordelijk voor bruikbare, betrouwbare, nauwkeurige en via internet goed toegankelijke meetdata. Tevens wordt de data geanalyseerd en verwerkt in een heldere en pragmatische rapportage. De gemeenten worden zodoende maximaal ontzorgd. De samenwerking heeft geleid tot een aanzienlijke besparing op kosten en personeel en is bij bovengenoemde gemeenten goed bevallen.

Monitoring van het grondwatersysteem kent verschillende stappen:

- vaststellen doelstellingen
- meetnetontwerp
- aanleg en installatie
- meten
- dataopslag en analyse
- meetnetbeheer

### *Vaststellen doelstellingen*

Hoe het grondwatermeetnet eruit komt te zien is afhankelijk van het doel van het meten. Is dat bijvoorbeeld het onderbouwen van klachten, het in beeld brengen van infiltratiemogelijkheden, of het inzichtelijk maken van effecten van ingrepen? Mogelijk gelden in verschillende wijken verschillende doelstellingen. Ook kan er sprake zijn van een basismetnet, dat afhankelijk van ontwikkelingen later uitgebreid wordt of dat er juist na verloop van tijd meetpunten komen te vervallen.

Doelstellingen van een grondwatermeetnet kunnen in het GRP worden opgenomen.

#### *Voorbeeld gemeente Gouda: monitoring grondwaterstanden bij rioolvervang*

Bij het opstellen van het GRP 2004 - 2008 was een grondwaterstrategie één van de bouwstenen. In het GRP werd gekozen om het gemengde rioolstelsel in de vooroorlogse woonwijken in een periode van 15 jaar te vervangen door een gescheiden rioolsysteem. Daarbij moest dan ook een oplossing komen voor het grondwaterpeil. Er is voor gekozen in de vooroorlogse woonwijken (waar de woningen onderheid zijn met houten heipalen) door middel van een aan te leggen infiltratie/drainageleiding het grondwaterpeil te gaan beheren. Voor het te handhaven grondwaterpeil wordt het oppervlaktewaterpeil aangehouden.

Nu de eerste grootschalige rioolvervangingsprojecten zijn uitgevoerd, is besloten bij nieuwe projecten eerst een jaar grondwaterstanden te gaan meten alvorens met de rioleringswerkzaamheden te beginnen en de infiltratie/drainageleiding aan te leggen. Op die manier ontstaat een beter beeld van de huidige grondwaterstanden en zijn klachten en vragen van bewoners voor, tijdens en na de rioleringswerkzaamheden beter te beantwoorden.

### *Meetnetontwerp*

Het meetnetontwerp richt zich in eerste instantie op waar peilbuizen geplaatst worden om de grondwaterstanden op te nemen. Waar peilbuizen geplaatst worden hangt af van de doelstellingen van het meetnet. Soms wordt er uitgegaan van een vast aantal peilbuizen voor een bepaald oppervlak, maar meestal is sprake van een variërend aantal peilbuizen tussen verschillende wijken. Klachten van (grond)wateroverlast of bijvoorbeeld een specifieke bodemopbouw kunnen aanleiding zijn om lokaal het meetnet te verdichten. Het heeft de voorkeur om peilbuizen te plaatsen op openbaar terrein. Voor specifieke klachten kan het noodzakelijk zijn om ook particuliere terreinen te meten.

Bij het meetnetontwerp horen naast de locatie van de peilbuizen ook overwegingen met betrekking tot de opname- (en eventueel rapportage-)frequentie. Landelijk gezien wordt veelal een tweewekelijkse opnamefrequentie aangehouden met een meting op de 14<sup>e</sup> en 28<sup>e</sup> dag van een maand. Met deze opnamefrequentie kan de jaarlijkse dynamiek van de grondwaterstanden goed in beeld worden gebracht en is ook correlatie met andere beschikbare langjarige meetreeksen (DINOloket) mogelijk. Voor het in beeld brengen van de reactie van het grondwatersysteem op individuele neerslaggebeurtenissen is een meetfrequentie van bijvoorbeeld één of meer keer per dag, gedurende een relatief korte periode, noodzakelijk. Hiervan zal vooral bij klachten met betrekking tot (grond)wateroverlast sprake zijn.

Het meetnetontwerp is altijd een lokale afweging, waaruit een specifieke meetdichtheid en –frequentie volgt. Voor een aantal gemeentes zijn gegevens van het grondwatermeetnet in tabel 9.1 weergegeven (Bron: RIZA, 2002).

**Tabel 9.1**      **Overzicht monitoring in verschillende gemeenten**

<b>Gemeente</b>	<b>Meetdichtheid (hectare per peilbuis)</b>	<b>Meetfrequentie</b>	<b>Gebruik meetnet</b>
Castricum	10	1x / maand	Gedrag grondwater Oorzaken grondwateroverlast
Delft	8,5	1x / 2 uur	Herijking grondwatermodel Oorzaken grondwaterproblemen
Dordrecht	1,7 – 6	1x / 14 dagen	Signalering onderlast Opzetten grondwatermodel
Amsterdam	5	1x / 2 maanden	Signalering onderlast en overlast Oorzaken grondwaterproblemen Toetsing aan normen
Eindhoven	100	1x / 14 dagen	Gedrag grondwater Meetnet wordt uitgebreid ivm beperkte representativiteit
Hengelo	Beperkt	Beperkt	TNO meetnet Gedrag grondwater bij saneringen
Enschede	16	1x / 14 dagen	Gedrag grondwatersysteem Oorzaken grondwateroverlast

Afhankelijk van de meetfrequentie moet besloten *hoe* de grondwaterstanden worden opgenomen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen handmatige en automatische opname van de grondwaterstand. Bij automatische opname van de grondwaterstand wordt gebruik gemaakt van elektronische drukopnemers. Voordeel van deze drukopnemers is dat de grondwaterstand met een hoge (vooraf in te stellen) frequentie grondwaterstanden opneemt, maar dat deze maar bijvoorbeeld één keer per half jaar hoeft te worden uitgelezen. Nadeel van automatische drukopnemers is de eenmalig grote investering die gedaan moet worden. Binnen één meetnet kan ook gebruik worden gemaakt van een combinatie van handmatige en automatische opname van de grondwaterstanden.

Voor automatische drukopnemers zijn ook telemetriesystemen beschikbaar, waardoor het uitlezen van gegevens op afstand kan plaatsvinden. Hiermee kunnen bijvoorbeeld ook gemeten grondwaterstanden “real-time” op een website gevolgd worden.

*Kosten: handmatig of automatisch meten?*

Welke wijze van meten het goedkoopst is, is van vele factoren afhankelijk, zoals: gewenst aantal metingen per jaar, het aantal peilbuizen, reistijd naar de meetpunten, afschrijvingstermijn apparatuur, etc.

Uit verschillende berekeningen blijkt dat bij meer dan circa 10 metingen per jaar, automatisch meten van grondwaterstanden goedkoper is dan handmatige opname. Bij 24 metingen per jaar is handmatig meten circa twee maal duurder dan automatisch opnemen.

Het kostenverschil tussen semiautomatisch en volautomatisch (telemetrie) opnemen is moeilijker aan te geven. Een volautomatisch systeem is door extra investeringen duurder. Afhankelijk van specifieke factoren (afschrijvingstermijn, onderhoud ed) is een volautomatische systeem minimaal circa 10% duurder dan een semiautomatisch systeem.



### *Aanleg en installatie*

Aanleg en installatie van het meetnet zal veelal door een aannemer plaatsvinden. Belangrijke aandachtspunten bij de aanleg en installatie van een meetnet zijn:

- het regelen van toestemming op particuliere terreinen;
- afwerking van de peilbuizen: aan maaiveld of erboven, met of zonder (afsluitbare) straatpot, etc. Vooral wanneer gebruik wordt gemaakt van automatische drukopnemers moet het meetpunt enigszins robuust ingericht worden;
- inmeten van de locatie van de peilbuis (xy-coördinaten);
- waterpassen van de bovenkant van de peilbuis (NAP-hoogte) en de plaatselijke maaiveldhoogte;
- opstellen boorbeschrijving (bodempopbouw geeft vaak een verklaring voor ruimtelijke verschillen in de dynamiek in grondwaterstanden);
- Het op juiste diepte plaatsen van peilbuizen (in relatie tot de gewenste gegevens en de bodempopbouw).

### *Metten*

Het meten van de grondwaterstand kan handmatig of automatisch plaatsvinden (zie kader hierboven). Het is gebruikelijk om de grondwaterstand ten opzichte van de bovenkant van de peilbuis in te meten en samen met de NAP-hoogte van de bovenkant van de peilbuis om te rekenen naar een NAP-hoogte. In verband met de kwaliteit van de metingen wordt geadviseerd de opname ervan iedere keer door dezelfde persoon te laten doen.

### *Dataopslag en analyse*

De eenvoudigste manier voor het ordenen, opslaan en analyseren van gegevens is een spreadsheet. Hier zijn ook mogelijkheden beschikbaar om bijvoorbeeld grafieken van het verloop van de grondwaterstand in de tijd weer te geven. Voor het beheer van gegevens en het format waarin dit gebeurt wordt, landelijk gezien, steeds meer rekening gehouden met de Basisregistratie Ondergrond (BRO, zie kader).

#### *Basisregistratie ondergrond*

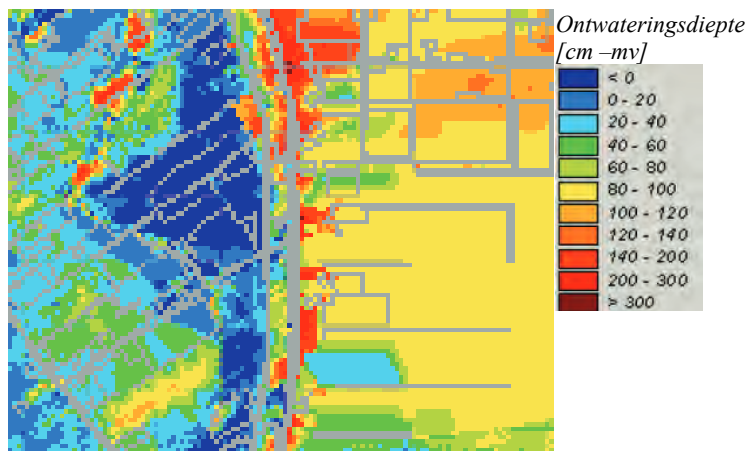
De Basisregistratie Ondergrond (BRO) moet gegevens gaan bevatten over de bodem en ondergrond, zoals bodemkundige en geologische opbouw van de ondergrond. Die gegevens zijn bijvoorbeeld van belang voor overheden die zich bezig houden met stijging van de zeewaterspiegel, bodemdaling, ondergronds bouwen, natuurbeheer, koude-warmteopslag of opslag van CO<sub>2</sub>. De registratie is naar verwachting vanaf 1 januari 2013 in gebruik. Vanaf dat moment moeten bronhouders gegevens aanleveren aan BRO.

De Rijksoverheid werkt aan een wetsvoorstel om de Basisregistratie Ondergrond te kunnen realiseren. De BRO is waarschijnlijk eind 2012 gereed. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu is verantwoordelijk voor de BRO en zorgt voor het wettelijk kader.

Er is ook specifieke software beschikbaar voor het beheer van meetreeks-gegevens. Met deze software zijn uitgebreidere bewerkingen op meetreeksen mogelijk en kunnen bijvoorbeeld ook tijdreeksanalyses uitgevoerd worden (zie figuur 9.1 en bijlage 2). Voor de ruimtelijke weergave en gebiedsdekkende analyse van gemeten grondwaterstanden kan gebruik worden gemaakt van geografische informatiesystemen (figuur 9.2).



Figuur 9.1 Voorbeeld tijdreeksanalyse (rood: meetgegevens, blauw: gesimuleerde reeks)



Figuur 9.2 Voorbeeld ruimtelijke weergave ontwateringsdiepte

### Meetnetbeheer

Voor een langdurig gebruik van het meetnet is een goed beheer en onderhoud ervan noodzakelijk. Peilbuizen kunnen onbruikbaar raken door:

- verstopping van het filter (afhankelijk van de grondsoort en waterkwaliteit kan dit een rol spelen);
- handelingen op particuliere terreinen (zoals bijvoorbeeld het ophogen van tuinen);
- handelingen op openbare terreinen (zoals bijvoorbeeld vervanging van riolering, nieuwe inrichting, vervanging wegdek, etc);
- criminaliteit.

Bij gebruik van automatische drukopnemers wordt geadviseerd om minimaal halfjaarlijks te controleren of de drukopnemers naar behoren functioneren.

## 10. Grondwaterloket

Vanuit de zorgplicht is de gemeente het aanspreekpunt voor grondwaterproblemen van burgers. De gemeente is verplicht een loket in te richten waar vragen en klachten van burgers over grondwater afgehandeld worden. Daarvoor hoeft de gemeente niet perse een apart en fysiek loket in te richten, maar ze moet wel zorgvuldig omgaan met klachten. Het loket heeft zowel de functie van informatievoorziening als van klachtenafhandeling.

### *Voorbeeld gemeente Alphen aan den Rijn: invulling grondwaterloket*

Het oplossen van grondwateroverlastproblemen is maatwerk. Er bestaat geen generieke aanpak die een oplossing voor alle gevallen biedt. Eerst moet de oorzaak van grondwaterlast in beeld worden gebracht en dat kunnen er vele zijn. Vervolgens kan naar een gerichte oplossing worden gezocht.

De gemeente Alphen aan den Rijn treedt hierbij richting bewoners niet op als een ingenieursbureau die een kant en klaar oplossingsproduct aanbiedt en de uitvoering hiervan begeleidt. De gemeentelijke taak beperkt zich tot een globaal onderzoek en het aangeven van oplossingsrichtingen voor het grondwaterprobleem, waarna de bewoners deze zelf verder uit kunnen (laten) werken.

Met deze werkwijze zal de komende jaren ervaring worden opgedaan. Evaluatie van deze werkwijze, aangevuld met jurisprudentie en politieke besluiten, kan aanleiding zijn om deze werkwijze aan te passen.

Een grondwaterloket heeft zowel voor de burger als voor de gemeente voordelen:

- burgers kunnen ergens met hun vragen en klachten over grondwater terecht;
- ongeacht de oplossing van de vraag/klacht blijven de burgers één aanspreekpunt houden (de gemeente);
- de gemeente bouwt kennis op van het grondwatersysteem: er is inzicht in welke grondwaterproblemen op welke locaties optreden;
- door betere en vroegtijdige communicatie wordt voor burgers duidelijk waarom ingrepen in de waterhuishouding genomen worden, hoe met de effecten wordt omgegaan en waar aanvullende informatie verkregen kan worden.

### *Voorbeeld gemeente Nieuwkoop: schriftelijke reactie van gemeente op vraag van een bewoner*

“In deze brief willen wij reageren op uw vraag over de mogelijke oplossingen tegen het water in de kruipruimte onder uw woning.

Voor wat betreft de voorzieningen aan uw woning voor eventuele overlast van het grondwater zijn de richtlijnen van de nieuwe “wet gemeentelijke watertaken” leidend. In deze wet is geregeld dat de perceeleigenaar op eigen terrein zelf verantwoordelijk is voor maatregelen tegen grondwater.

Bewoners kunnen grondwateroverlast voorkomen en/of beperken door drainage op eigen terrein aan te leggen of door bouwkundige aanpassingen te realiseren. Hieronder valt dus o.a. het waterdicht maken van kruipruimtes, het aanschaffen van ontvochtigers of het aanvullen van de bodem van de kruipruimte als deze verzakt blijkt te zijn.

Als u ervoor kiest om drainage aan te leggen kunt u deze laten afvoeren naar het oppervlaktewater (sloot) achter uw woning.”

De front-office van het grondwaterloket wordt door de gemeente ingevuld. Waar nodig kan gebruik worden gemaakt van (watersysteem)kennis van Rijnland (back-office). Rijnland wil op doelmatige wijze expertise en capaciteit inzetten. Rijnland is ook aanspreekpunt wanneer blijkt dat maatregelen in het oppervlaktewatersysteem het meest doelmatig zijn om grondwaterproblemen op te lossen.

De invulling van het grondwaterloket kan in het GRP opgenomen worden. Onderdelen die daarbij benoemt kunnen worden zijn:

- hoe het loket voor burgers te bereiken is;
- hoe het loket bemenst wordt;
- een stappenplan van ontvangst klacht tot aan de uitvoering van oplossingen (zie onder);
- hoe en wanneer na ontvangst van een klacht naar burgers gecommuniceerd wordt over hoe de klacht verder behandeld zal worden (dit is nog niet het probleem oplossen!);
- hoe verdere communicatie richting burgers plaatsvindt.

Geadviseerd wordt om een stappenplan op te stellen van ontvangst van een klacht tot aan de uitvoering van oplossingen. Het stappenplan dient om klachten eenduidig en volledig af te handelen. Een stappenplan kan de volgende onderdelen bevatten:

- Ontvangst klacht
- Onderzoek: vaststellen of daadwerkelijk sprake is van grondwateroverlast (eventueel door uitvoeren nader (veld)onderzoek)
- Opstellen plan van aanpak
- Uitvoering
- Monitoring effecten

*Voorbeeld gemeente Haarlem: Aanpak grondwaterklachten*

Per jaar bereiken enkele tientallen grondwatergerelateerde klachten de gemeente. De meerderheid betreft overlastklachten van individuele woningeigenaren. De huidige aanpak van Haarlem is weinig formeel, hetgeen de duidelijkheid naar betrokkenen niet ten goede komt. Haarlem werkt nog aan een meer geformaliseerde aanpak om dit te verbeteren. Grofweg is de handelwijze als volgt:

**1. Inventarisatie fase**

- Inschatting ernst en omvang van de klacht

**2. Diagnose stellen**

- Onderzoek naar de oorzaak
  - Hydrologische oorzaken (kwel, wegzijging, grondverdichting, onttrekkingen, enz)
  - Technische oorzaken (waterleidingbreuk in de straat of “bij de burens”, lokale lozingen, verstopte drainage, enz)
  - Bouwtechnische oorzaken (ventilatie, vochtwering, fundamenteën, enz)
- Wie heeft welke verantwoordelijkheden ?

**3. Aanpak voor oplossing**

- Technisch
- Communicatie

Het zal geen verbazing wekken dat fase 1 meestal weinig tijd kost. Soms is voorzichtigheid geboden. Grondwaterproblemen zijn letterlijk nogal diffuus van aard en een nadere inventarisatie door bij de burens aan te bellen in de nabije omgeving van de klacht, kan een verkeerde inschatting voorkomen.

De zoektocht naar de oorzaak is altijd maatwerk, waarbij alle ter beschikking staande kennis en instrumenten standaard moeten worden geraadpleegd / ingezet. Opvallend in deze fase is dat niet alleen gezocht moet worden naar grondwaterhydrologische oorzaken, maar evenzeer naar externe factoren en naar bouwtechnische problemen met vocht.

De gemeente is natuurlijk niet voor alle problemen verantwoordelijk, maar de gemeente heeft wel het voortouw bij onderzoek naar de oorzaak. Verantwoordelijkheden moet de gemeente nadrukkelijk en expliciet aan de orde stellen. Hier kunnen goede informatieve, kant-en-klare folders bij helpen.

Belangrijk onderdeel van het stappenplan is om vast te stellen of er daadwerkelijk sprake is van een grondwaterprobleem (onderzoek). Onderzoek is erop gericht om de volgende vragen te beantwoorden:

- Hoe hoog staat het grondwater?
- Wat was de neerslag tijdens het optreden van de klachten?
- Wat zijn de veranderingen ten opzichte van de grondwatersituatie in het verleden?
- Hoe vindt de voeding van het grondwatersysteem plaats?
- Waar zitten de ontwateringsmiddelen?

Bij geconstateerde wateroverlast is van belang of de overlast afkomstig is uit het grondwater of bijvoorbeeld uit het oppervlaktewater of riolering. Analyse van de watersamenstelling kan inzicht geven in de herkomst van het water. Ook is van belang of er recente wijzigingen in het watersysteem hebben plaatsgevonden, waardoor nu sprake is van wateroverlast.

Ook kan het uitvoeren van een bouwkundig onderzoek gewenst zijn. De gemeente kan hierin adviseren, maar de kosten van een dergelijk onderzoek zijn veelal voor de burger. Aspecten van een bouwkundig onderzoek zijn:

- Locatie en aard van de overlast;
- Gedrag van bewoners (ventileren);
- Ligging kruipruimte ten opzichte van het maaiveld (tuin) en de straathoogte;
- Bouwkundige staat van de woning;
- Het meten van de luchtvochtigheid;
- Controle op optrekkend vocht;
- Vochttransport door de kruipruimte, via de vloer of de muur;

Nadat is vastgesteld dat er inderdaad sprake is van een grondwaterprobleem wordt vastgesteld of de burger zelf verantwoordelijk is voor een oplossing of dat er ook een verantwoordelijkheid voor de gemeente en eventueel het waterschap of de provincie ligt.

## Literatuur

- Beter Bouw- en Woonrijp Maken, 2007. Ontwatering in stedelijk gebied.
- Boven water komen. Leven met water, 2006. Definitiestudie naar grondwateroverlast in bestaand stedelijk gebied.
- Commissie integraal waterbeheer (CIW), 2004. Samen leven met grondwater. Visie op het voorkomen en oplossen van stedelijke grondwaterproblemen.
- Grontmij, 2005. Omgaan met regenwater in stedelijk gebied. Handboek.
- Hoogheemraadschap van Rijnland, 2010. Nota emissiebeheer riolering.
- ILRI, 1994. Drainage principles and applications. ILRI-publicatie 16.
- ILRI, 1994. Analysis and evaluation of pumping test data. ILRI-publicatie 47.
- Leidraad riolering. Module A2500 Grondwateroverlast in bebouwd gebied.
- Leidraad riolering. Module B2200 Functioneel ontwerp: inzameling en transport van hemelwater.
- Leidraad riolering. Module B2300 Functioneel ontwerp: inzameling en transport van grondwater.
- Leidraad riolering. Module C2500 Grondwateronderzoek.
- Provincie Zuid-Holland, 2008. Beleidskader peilbeheer Zuid-Holland.
- RIZA, 2002. Grondwaterzorg(en) in de praktijk.
- Stichting Bouwresearch (SBR), 1989. Bemaling van bouwputten.
- STOWA, 2009. Grondwater in stedelijk gebied, praktijkvoorbeelden van kansen creëren en omgaan met knelpunten. STOWA-rapport 2009-18.
- Wareco, 2004. Vergelijking van methoden om de ontwateringsdiepte te vergroten (in opdracht van Waternet).

### Websites:

- [www.waterwet.nl](http://www.waterwet.nl)  
[www.wetten.overheid.nl](http://www.wetten.overheid.nl)  
<http://www.3bw.nl>

## Bijlage 1. Begrippenlijst

**Afkoppelen** Hemelwater van schone verharde oppervlakken niet langer afvoeren via het rioolstelsel, maar gebruiken of in de bodem infiltreren of rechtstreeks afvoeren naar het oppervlaktewater. Hierdoor worden de riolering en de rioolwaterzuiveringsinstallatie minder belast en komt er meer schoon water in het lokale watersysteem.

**Afwatering** De afvoer van water via een stelsel van open waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.

**Drainage** Een systeem van doorlatende/geperforeerde kunststof pijpen in de bodem, waarin opvang en afvoer van overtollig grondwater plaatsvindt, waardoor de grondwaterstand beheerst kan worden.

**Drainageafstand** Onderlinge afstand tussen drainagebuizen.

**Drainagediepte** Het hoogteverschil tussen een drainagebuis en het grondoppervlak.

**Drooglegging** Het hoogteverschil tussen de waterspiegel in een waterloop en het grondoppervlak.

**Freatisch grondwater** Water in de verzadigde zone met een vrije grondwaterspiegel

**GHG** Gemiddeld hoogste grondwaterstand: het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden in een jaar, gemiddeld over een periode van minimaal acht jaar (gebaseerd op een reeks van één meting per 14 dagen).

**Grondwateroverlast** Situatie waarbij structureel sprake is van een te kleine ontwateringsdiepte in relatie tot de aan de locatie toebedeelde gebruiksfunctie

**Infiltratie** Intrede van water in de bodem.

**Kwel** Het uittreden van grondwater.

**Mitigerende maatregelen** Maatregelen voor het voorkomen of reduceren van de negatieve effecten van een ingrepen

**Ontwatering** De afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door drainagebuizen en greppels naar een stelsel van grotere waterlopen.

**Ontwateringsdiepte** Het hoogteverschil tussen de freatische grondwaterstand en het grondoppervlak.

**Opbolling** Het maximale hoogteverschil tussen het peil in de ontwateringsmiddelen en de freatische grondwaterstand daartussen in een afvoersituatie.

**Slootafstand** Onderlinge afstand tussen open waterlopen.

**Verdroging:** Schade aan land- en waternatuur als gevolg van te lage grondwaterstanden, vermindering van kwelstromen, het droogvallen van water of de aanvoer van gebiedsvreemd water.

## Bijlage 2. Analysetechnieken

### 1 Inleiding

Een goed onderzoek naar de lokale bodemopbouw en het grondwatersysteem is noodzakelijk om de kansen en knelpunten vanuit het watersysteem voor een bepaalde ontwikkeling in beeld te brengen. Inzicht in de huidige situatie kan uit verschillende beschikbare informatiebronnen worden verkregen (hoofdstuk 2 van deze bijlage). Het betreft hier veelal regionale gegevens die voor een goed beeld aangevuld moeten worden met lokaal veldwerk (hoofdstuk 3). Hierbij wordt specifiek aandacht geschonken aan technieken om de doorlatendheid van de ondergrond in beeld te brengen.

Met de gegevens van de bodemopbouw en het grondwatersysteem kunnen berekeningen worden uitgevoerd. Een beschrijving van toepasbare rekentechnieken is gegeven in hoofdstuk 4. Eén van de mogelijkheden om grondwateroverlast te voorkomen of beperken is de aanleg van drainage. In hoofdstuk 5 worden formules en uitgangspunten gegeven om de benodigde drainage te kunnen berekenen.

De in deze bijlage opgenomen tabellen, figuren, formules en uitgangspunten dienen om een eerste indicatie en gevoel van de situatie te geven. Voor het uiteindelijke ontwerp zijn gedetailleerde berekeningen met goed onderbouwde uitgangspunten noodzakelijk.

### 2 Beschikbare informatiebronnen

Voor het in beeld brengen van de huidige bodemopbouw en grondwatersysteem zijn verschillende informatiebronnen beschikbaar. Op basis van deze informatie is veelal al aan te geven of er sprake is van kwel of infiltratie, of zettingsrisico's of risico's op grondwateroverlast mogelijk een rol spelen, of het ondiepe grondwater zoet of zout is en dergelijke. Belangrijk aandachtspunt bij de beschikbare gegevens is de actualiteit ervan. Zo zijn bijvoorbeeld de bodem- en grondwatertrappenkaart tussen de jaren zestig en negentig gemaakt. Door bijvoorbeeld grondverbetering en aanleg van drainage is de informatie over met name de grondwatertrappen niet altijd actueel en betrouwbaar.

Beschikbare (regionale) informatie geeft een eerste indruk van het plangebied. Veelal is te weinig (betrouwbare) informatie aanwezig om een ontwerp op te baseren en is lokaal veldwerk noodzakelijk (zie hoofdstuk 3 van deze bijlage). Uit de beschikbare informatie blijkt waar gegevens ontbreken, of waar gegevens onvoldoende betrouwbaar zijn. De kennis die wordt opgedaan uit de beschikbare informatie kan gebruikt worden om gericht veldwerk uit te voeren. In een plangebied met een deels venige en deels zandige bodem kan dan bijvoorbeeld aanvullend veldwerk vooral gericht worden op het deel met een venige bodem.

Beschikbare informatiebronnen voor de bodemopbouw en het grondwatersysteem zijn:

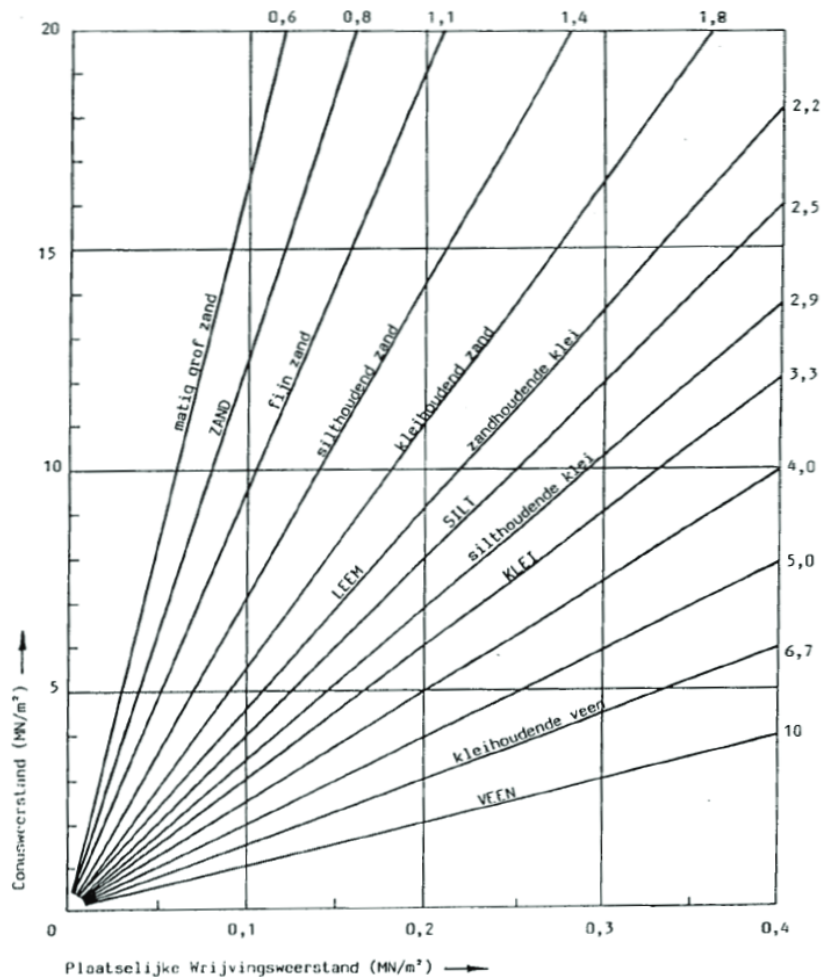
- DINOloket van TNO, hier zijn boringen, sonderingen, gemeten grondwaterstanden en grondwaterkwaliteitsgegevens beschikbaar. Via het DINOloket zijn ook gegevens over de geologische / geohydrologische schematisering van de ondergrond beschikbaar (REGIS);
- Provinciale of gemeentelijke informatiesystemen;
- Informatie van het waterschap (leggergegevens, oppervlaktewaterpeilen, geohydrologie, gebiedskennis);
- Waterkansenkaarten;
- Al uitgevoerde verkennende bodem-, explosieven- en archeologische onderzoeken. Uit deze onderzoeken is de bodemopbouw tot circa 2,0 m –mv in beeld gebracht;
- Grootschalige grondwatermodellen;
- Bodemkaart (Stichting voor bodemkartering, STIBOKA);
- Geologische kaart (Rijks geologische dienst, RGD)
- Geomorfologische kaart (STIBOKA/RGD).



### 3 Lokaal veldwerk

#### 3.1 Boringen, peilbuizen en sonderingen

Voor aanvullend onderzoek naar de bodemopbouw zijn boringen en sonderingen nodig. Ondiepe boringen tot een diepte van circa 4 á 5 m leveren inzicht in eventueel aanwezige ophooglagen en ondiepe slecht doorlatende lagen. Voor het in beeld brengen van de diepere bodemlagen wordt veelal gebruik gemaakt van sonderingen. Bij sonderingen wordt geadviseerd om naast de conusweerstand ook altijd de wrijvingsweerstand te meten, omdat de wrijvingsweerstand veel nuttige informatie oplevert. De conus- en wrijvingsweerstand wordt bepaald door het bodemmateriaal. In figuur B2.1 is een indeling van grondsoorten als functie van de genoemde weerstanden gegeven.



Figuur B2.1 Indeling grondsoorten op basis van conus- en wrijvingsweerstand

De beschikbare regionale gegevens kunnen informatie geven over waar boringen en sonderingen uitgevoerd moeten worden. Gaat het bijvoorbeeld om de grens tussen twee (bodem)eenheden nauwkeurig in beeld te brengen of is het juist de bedoeling om een representatieve boring binnen een bepaalde eenheid te hebben. Ook kunnen de beschikbare gegevens aanleiding zijn om het aantal boringen en sonderingen in een bepaald deel van het studiegebied te vergroten.

Om boringen en sonderingen onderling te kunnen vergelijken en om bijvoorbeeld een dwarsprofiel van de bodemopbouw te kunnen maken, wordt geadviseerd om ter plaatse van boringen en sonderingen de maaiveldhoogte in te meten en de boring/sondering uit te zetten tegen NAP-hoogte.

Voor peilbuizen geldt daarnaast een aantal specifieke aandachtspunten:

- Let bij de locatie van peilbuizen op de ligging ten opzichte van watergangen. In een peilbuis dicht bij een watergang zal een grondwaterstand gemeten worden die vrijwel overeenkomt met het oppervlaktewaterpeil. Als bijvoorbeeld inzicht in de maximale opbolling van de grondwaterstand gewenst is, moet een peilbuis halverwege het perceel, midden tussen watergangen geplaatst worden;
- Wanneer wordt gemeten? Is inzicht in de hoogste grondwaterstand wenselijk dan moeten grondwaterstanden in de periode oktober-maart worden opgenomen. Is juist inzicht in de laagste grondwaterstanden nodig, dan meten in de periode april-september. Geadviseerd wordt grondwaterstandsgegevens van meerdere jaren te verzamelen.
- Een zo lang mogelijke reeks van gemeten grondwaterstanden is wenselijk. Zowel voordat de ontwikkeling plaatsvindt (om de huidige situatie in beeld te brengen) als erna (om eventuele effecten inzichtelijk te maken). Houdt hier bij de locatie en afwerking van peilbuizen rekening mee. Peilbuizen kunnen bovengronds of ondergronds afgewerkt worden. Bij een ondergrondse afwerking zijn minder beperkingen voor het landgebruik, maar een ondergrondse afwerking is ook minder zichtbaar en bestaat het risico op onbewuste beschadiging van de peilbuis.
- Houdt bij de afwerking van peilbuizen ook rekening met de wijze van monitoren. Als bij het monitoren gebruik wordt gemaakt van automatische dataloggers is een enigszins robuuste afwerking noodzakelijk.
- Bij peilbuizen wordt, naast de plaatselijke maaiveldhoogte, ook de hoogte van de peilbuis gewaterpast. Dit om de grondwaterstand ten opzichte van NAP te kunnen bepalen.
- Bedenk vooraf het meetdoel van de peilbuis en daarmee de diepte van de peilbuis. Is het van belang om de freatische grondwaterstand te meten of de stijghoogte van het diepere grondwater? Houdt daarbij rekening met ondiepe slecht doorlatende lagen. Zorg ervoor dat filters niet halverwege een overgang tussen bijvoorbeeld een zand- en een kleilaag zitten.

### 3.2 Doorlatendheid bodemmateriaal

In geval van drainage- of infiltratiemiddelen is met name de horizontale doorlatendheid van de ondergrond van belang. In enkele gevallen (infiltratie vanaf maaiveld, infiltratie door een ondiepe slecht doorlatende laag) kan de verticale doorlatendheid bepalend zijn. In Nederland is de verticale doorlatendheid circa 5 tot 10 maal zo klein als de horizontale doorlatendheid.

Zonder verder hieronder steeds apart te noemen wordt met doorlatendheid de horizontale doorlatendheid bedoeld.

De opbolling van de grondwaterstand en daarmee de ontwateringsdiepte wordt mede bepaald door de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond. Voor verschillende grondsoorten kan globaal de volgende bandbreedte van doorlatendheden worden gegeven (tabel B2.1):

**Tabel B2.1 Bodemmateriaal en doorlatendheid (m/dag)**

<i>Grondsoort</i>	<i>Doorlatendheid [m/dag]</i>
Zwak siltige klei	<0,0001
Matig tot sterk siltige klei	0,0001 – 0,001
Sterk siltige klei	0,001 – 0,01
Zwak zandige tot sterk zandige klei	0,01 – 0,1
Kleiig en uiterst fijn zand	0,1 – 1
Zeer fijn tot matig fijn zand	1 – 10
Matig grof tot zeer grof zand	10 – 100
Uiterst grof zand en grind	100 – 1000
Kleiig veen	0,005 – 0,1
Veen	0,1 – 1

Bovengenoemde doorlatendheden zijn indicatief van aard. De doorlatendheid van zand wordt mede bepaald door de pakking en sortering van de korrels. Bij klei en veen wordt de doorlatendheid sterk beïnvloed door de structuur en de mate van samendrukking.

Om locatiespecifiek de doorlatendheid met meer nauwkeurigheid en betrouwbaarheid te kunnen vaststellen zijn verschillende methoden voorhanden. Onderstaand wordt een korte beschrijving van deze methoden gegeven.

#### *Korrelgroottesamenstelling*

Er bestaat een verband tussen de doorlatendheid van bodemmateriaal en de samenstelling ervan. Hoe grover het uitgangsmateriaal, hoe hoger de doorlatendheid. Belangrijk daarbij is de bijmenging met fijn materiaal (lutum en silt) omdat deze de doorlatendheid verlaagt. Voor zandafzettingen en sterk zandige klei, tot een maximaal lutumgehalte van 12%, is een volgende empirische relatie afgeleid:

$$K = \left( \frac{M63}{60} \right)^2 * 10^{0,2*L}$$

Met:

K = doorlatendheid [m/dag]

M63 = mediaan van de zandfractie [ $\mu\text{m}$ ]

L = lutumgehalte in % (deeltjes kleiner dan 2  $\mu\text{m}$ )

De mediaan van de zandfractie wordt als volgt ingedeeld:

<i>Zandmediaan</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>Code M63</i>
63-105 $\mu\text{m}$	Uiterst fijn zand	63
105-150 $\mu\text{m}$	Zeer fijn zand	105
150-210 $\mu\text{m}$	Matig fijn zand	150
210-300 $\mu\text{m}$	Matig grof zand	210
300-600 $\mu\text{m}$	Zeer grof zand	300
600-2000 $\mu\text{m}$	Uiterst grof zand	600

#### *Veldproeven*

Voor het bepalen van de doorlatendheid zijn verschillende methoden voorhanden. In de ondiepe ondergrond wordt daarbij veelal gebruik gemaakt van proeven met één boorgat. De proeven gaan uit van het feit dat het toevoegen of verwijderen van een bepaald volume water in een boorgat leidt tot een bepaalde, al dan niet in de tijd variërende waterstand in het boorgat. De reactie voor de waterstand op de volumeverandering is een maat voor de doorlatendheid van de ondergrond.

De meest gebruikte veldproeven zijn in tabel B2.2 weergegeven. Alle proeven zijn op twee manieren uit te voeren: er kan water aan het boorgat worden toegevoegd, of er kan water uit het boorgat verwijderd worden. In tabel B2.2 is in de omschrijving uitgegaan van het verwijderen van water.

**Tabel B2.2 Veldproeven horizontale doorlatendheid**

Proef	Omschrijving	Meetgegevens / stoppen proef	Toepasbaarheid
Constant debiet (constant flow)	De waterstand in het boorgat wordt verlaagd door water met een constant debiet aan het boorgat te onttrekken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aflezen constant debiet</li> <li>• Meten waterstand in boorgat</li> <li>• Proef kan gestopt worden als constante waterstand in boorgat bereikt is</li> </ul>	Goed doorlatende gronden ( $K > 1$ m/dag)
Constante waterstand (constant head)	De waterstand in het boorgat wordt verlaagd tot een bepaald niveau. Door aanpassen van het debiet wordt de waterstand in het boorgat constant gehouden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meten verlaging waterstand boorgat</li> <li>• Meten onttrokken debiet per tijdseenheid</li> <li>• Proef kan gestopt worden als stationaire situatie is bereikt (het debiet hoeft niet meer aangepast te worden om de waterstand constant te houden)</li> </ul>	Matig tot goed doorlatende gronden ( $K < 10$ m/dag)
Instantane verandering waterstand (slugtest, falling head, hooghoudtproef, boorgatproef)	Uit het boorgat wordt instantaan een bepaalde hoeveelheid water onttrokken. De snelheid waarmee de waterstand in het boorgat zich hersteld is een maat voor de doorlatendheid van de ondergrond.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume water dat onttrokken wordt</li> <li>• Meten waterstand in het boorgat totdat de initiële waterstand zich hersteld heeft.</li> <li>• Proef stopt als initiële waterstand hersteld is</li> </ul>	Slecht tot matig doorlatende gronden ( $K < 5$ m/dag)

Verdere aandachtspunten bij veldproeven:

- Om instorten van het boorgat te voorkomen kan gebruik worden gemaakt van een casing. Belangrijk is dat deze casing een verwaarloosbare weerstand tegen grondwaterstroming heeft;
- Voor enigszins betrouwbare resultaten wordt geadviseerd om de waterstand in het boorgat met minimaal 0,5 m te verlagen of verhogen;
- Boorgatmetingen zijn minder geschikt om de doorlatendheid van klei-gronden te bepalen;
- Om de betrouwbaarheid van de schatting van de doorlatendheid wordt geadviseerd om de meting een aantal keer in hetzelfde boorgat te herhalen en, afhankelijk van de grootte van het plangebied, op een aantal verschillende locaties uit te voeren;
- Gebruik bij de veldproeven casings met een filterlengte van 0,5 of 1,0 m lang en zorg dat dit filter gedurende de gehele proef onder water staat. Indien inzicht in de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond gewenst is, is het dus handiger om water aan het boorgat toe te voegen;
- Plaats het filter niet door het grensvlak van twee bodemlagen;
- Geadviseerd wordt om de waterstand in het boorgat met automatische drukopnemers te registreren;
- Voor de uitwerking van de proeven zijn literatuur (zie bijvoorbeeld Kruseman & de Ridder, 2000) en software-programma's beschikbaar;

#### 4 Rekentechnieken

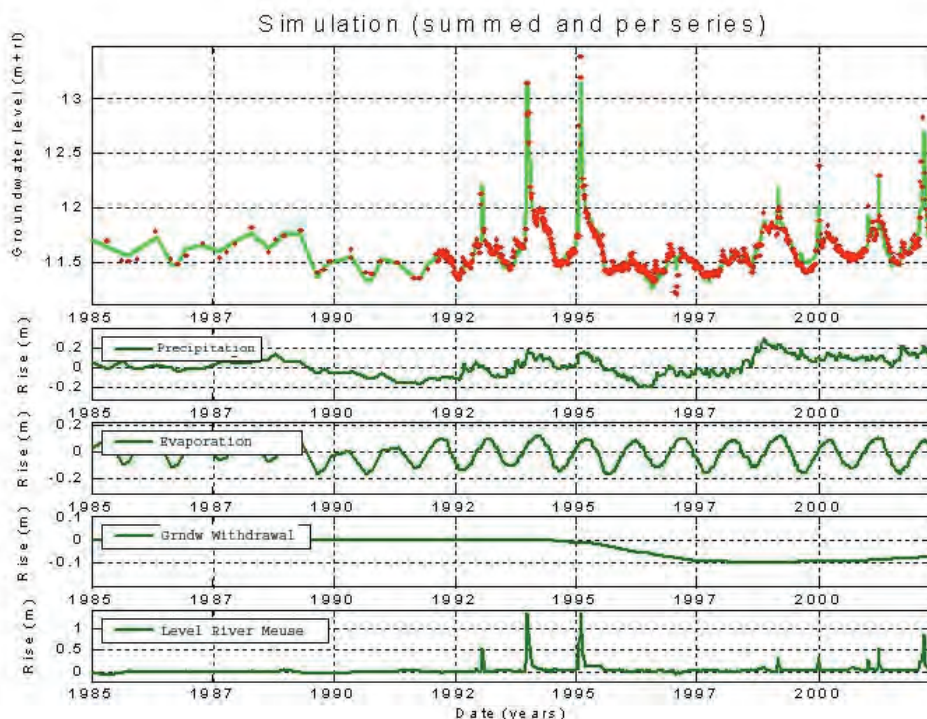
Een onderdeel van het geohydrologisch onderzoek is het uitvoeren van modelberekeningen. Modelberekeningen kunnen verschillende doelen hebben:

- Ondersteuning bij systeemanalyse en beschrijving van de huidige situatie;
- Dimensionering van bijvoorbeeld een ontwateringsstelsel of hemelwaterinfiltratiesysteem;
- Berekening uitstralingseffecten van ingrepen en eventueel benodigde mitigerende maatregelen.

Een model is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Elke berekening kan dan ook worden opgevat als een model. Bij een model wordt in de praktijk vaak gedacht aan een driedimensionaal numeriek model. Maar ook een (eenvoudige) analytische berekening is een model. Bij overleg met derden moet dus worden afgesproken wat onder een model verstaan wordt.

Welk type model gebruikt wordt is van een aantal factoren afhankelijk. Met numerieke modellen kunnen complexe situaties (bijvoorbeeld ten aanzien van bodemopbouw en watersysteem), gebiedsdekkend, worden doorgerekend. Voor gebiedsdekkende modellen zijn echter veel gegevens nodig en afhankelijk van de gewenste uitvoer, met een hoog detailniveau. Het opzetten van een dergelijk model heeft alleen zin als deze gegevens met voldoende betrouwbaarheid beschikbaar zijn. Daarnaast gaat met gebiedsdekkende modellen een relatief grote inspanning (in de vorm van tijd en geld) gepaard. Analytische berekeningen daarentegen zijn snel en gemakkelijk uit te voeren. Met analytische berekeningen kunnen ook de gevoeligheden van verschillende parameters snel in beeld worden gebracht. Veelal wordt voor een (aantal) representatieve dwarsdoorsnede(n) een analytische berekening gemaakt om toch een idee te hebben van ruimtelijke verschillen in het studiegebied. Voor complexe situaties zijn geen analytische oplossingen bekend, dus in dit geval moet de schematisering verder versimpeld worden of moet een numerieke berekening worden uitgevoerd.

De laatste jaren wordt ook steeds meer gebruik gemaakt van de methodiek van tijdreeksanalyse van gemeten grondwaterstanden (zie figuur B2.2). Met tijdreeksanalyse wordt inzicht verkregen in de factoren die de dynamiek van de grondwaterstand verklaren. Hiervoor wordt gezocht naar een statistisch verband tussen reeksen van grondwaterstandsmetingen en zogenaamde verklarende reeksen (neerslag, verdamping, onttrekkingen en dergelijke). Met behulp van tijdreeksanalyse kan bepaald worden hoe groot de invloed van een verklarende reeks (bijvoorbeeld de neerslag) op het verloop van de grondwaterstand is. Wanneer een betrouwbaar tijdreeksmodel is gemaakt, kan simulatie van reeksen plaatsvinden. Simulatie kan gebruikt worden om bij een meetreeks met weinig metingen, meer “meetgegevens” te genereren of om bijvoorbeeld het effect van een veranderende neerslag (als gevolg van klimaatveranderingen of bijvoorbeeld hemelwaterinfiltratie) inzichtelijk te maken.



**Figuur B2.2** Voorbeeld tijdreeksanalyse (rode punten: gemeten grondwaterstanden, groene lijn: berekende grondwaterstanden), met de invloed van verschillende factoren op de dynamiek van de grondwaterstand

## 5 Drainageberekeningen

Het ontwerp van een drainagesysteem is in belangrijke mate gericht op het bepalen van de benodigde drainafstand en draindiepte. Hierbij wordt veelal gebruikt gemaakt van stationaire berekeningen. Deze berekeningen gaan uit van een bepaalde ontwateringsdiepte die bij een bepaalde (stationaire) afvoer wordt nagestreefd. Het uitgangspunt van stationaire berekeningen is dat de afvoer door een ontwateringsmiddel gelijk is aan de neerslag (en kwel) die in het ondiepe grondwatersysteem terechtkomt. Ondanks deze aanname kan met behulp van stationaire berekeningen een goede inschatting worden gemaakt van de benodigde drainageafstanden.

### 5.1 Drainagediepte

Uitgangspunt voor drainageberekeningen is de voor een bepaalde functie gewenste ontwateringsdiepte. Deze ontwateringsdiepte bepaalt samen met de drainagediepte de toegestane opbolling van de grondwaterstand tussen de drainagebuizen. Bij een laag drainageniveau is een grotere opbolling toegestaan en kan een grotere drainageafstand aangehouden worden. Bij een hoger drainageniveau is een kleinere opbolling van de grondwaterstand toegestaan en moet intensiever gedraineerd worden.

Ten aanzien van de drainagediepte moet ook rekening worden gehouden met eventuele gelaagdheid in de ondiepe ondergrond. Drainage wordt bij voorkeur in goed waterdoorlatende lagen aangelegd. Eventueel kan van bijvoorbeeld grindkoffers gebruik worden gemaakt om contact te maken met goed waterdoorlatende lagen.

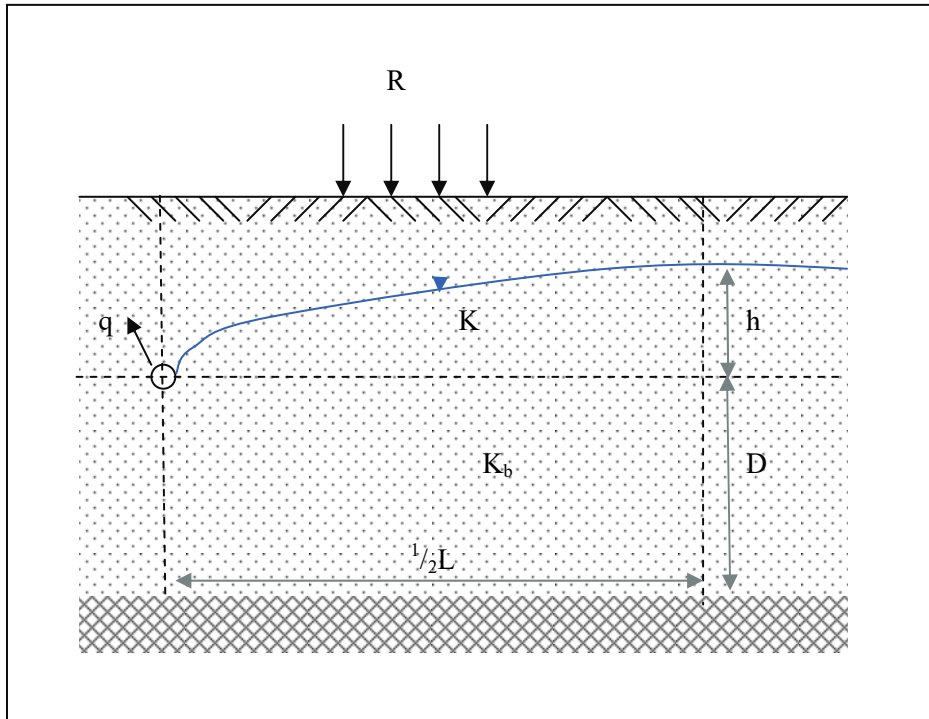
### 5.2 Drainageafstand

Voor de berekening van de drainageafstand zijn verschillende formules beschikbaar. Onderstaand is de drainageformule van Hooghoudt gegeven. Deze formule ziet er als volgt uit (zie figuur B2.1 voor een toelichting op de gebruikte symbolen):

$$q = \frac{8 \cdot K_b \cdot d \cdot h}{L^2} + \frac{4 \cdot K \cdot h^2}{L^2}$$

Waarin:

- $q$  = maatgevende afvoer (neerslag ( $R$ ) + kwel) (m/dag);
- $K$  = doorlatendheid bodem boven het ontwateringsmiddel (m/dag);
- $K_b$  = doorlatendheid bodem beneden het ontwateringsmiddel (m/dag);
- $d$  = equivalente diepte, een functie van  $L$ ,  $D$  en  $r$  (m);
- $r$  = straal van drainagebuis (m)
- $h$  = maximale opbolling tussen ontwateringsmiddelen, doorgaans op  $\frac{1}{2}L$
- $L$  = afstand tussen ontwateringsmiddelen (m);
- $D$  = laagdikte (m)



Figuur B2.1 Verklaring symbolen drainageberekening

#### Maatgevende afvoer

Voor de maatgevende afvoer wordt veelal uitgegaan van een norm van 5 mm/dag voor de neerslag. In kwelgebieden kan daarbij nog rekening worden gehouden met de invloed van kwel op de maatgevende afvoer en wordt veelal uitgegaan van een norm van 7 mm/dag.

#### Doorlatendheid

Voor meer informatie over de doorlatendheid wordt naar het begin van deze bijlage verwezen.

#### Equivalentente diepte

De equivalentente diepte is geïntroduceerd om rekening te houden met radiale stroming in de nabijheid van de drains. De equivalentente diepte is onder andere afhankelijk van de drainageafstand (L). Hierdoor moet de formule van Hooghoudt een aantal maal iteratief (achter elkaar) worden doorgerekend om tot een juiste drainageafstand te komen. De waarde van de equivalentente diepte kan uit tabellen afgelezen worden. In tabel B2.1 is de waarde van de equivalentente diepte als functie van de drainageafstand en laagdikte voor drainage met een buisdiameter van 0,1 m gegeven.

**Tabel B2.1** Waarde van de equivalente diepte als functie van de drainageafstand (L) en de laagdikte (D), voor drainage met een buisdiameter van 0,1 m.

L →	5 m	7.5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	L →	50	75	80	85	90	100	150	200	250	
D												D										
0.5 m	0.47	0.48	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.5	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0.75	0.60	0.65	0.69	0.71	0.73	0.74	0.75	0.75	0.75	0.76	0.76	1	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
1.00	0.67	0.75	0.80	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.96	0.96	2	1.72	1.80	1.82	1.82	1.83	1.85	1.00	1.92	1.94	1.94
1.25	0.70	0.82	0.89	1.00	1.05	1.09	1.12	1.13	1.14	1.14	1.15	3	2.29	2.49	2.52	2.54	2.56	2.60	2.72	2.70	2.83	2.83
1.50	0.70	0.88	0.97	1.11	1.19	1.25	1.28	1.31	1.34	1.35	1.36	4	2.71	3.04	3.08	3.12	3.16	3.24	3.46	3.58	3.66	3.66
1.75	0.70	0.91	1.02	1.20	1.30	1.39	1.45	1.49	1.52	1.55	1.57	5	3.02	3.49	3.55	3.61	3.67	3.78	4.12	4.31	4.43	4.43
2.00	0.70	0.91	1.08	1.28	1.41	1.5	1.57	1.62	1.66	1.70	1.72	6	3.23	3.85	3.93	4.00	4.08	4.23	4.70	4.97	5.15	5.15
2.25	0.70	0.91	1.13	1.34	1.50	1.69	1.69	1.76	1.81	1.84	1.86	7	3.43	4.14	4.23	4.33	4.42	4.62	5.22	5.57	5.81	5.81
2.50	0.70	0.91	1.13	1.38	1.57	1.69	1.79	1.87	1.94	1.99	2.02	8	3.56	4.38	4.49	4.61	4.72	4.95	5.68	6.13	6.43	6.43
2.75	0.70	0.91	1.13	1.42	1.63	1.76	1.88	1.98	2.05	2.12	2.18	9	3.66	4.57	4.70	4.82	4.95	5.23	6.09	6.63	7.00	7.00
3.00	0.70	0.91	1.13	1.45	1.67	1.83	1.97	2.08	2.16	2.23	2.29	10	3.74	4.74	4.89	5.04	5.18	5.47	6.45	7.09	7.53	7.53
3.25	0.70	0.91	1.13	1.48	1.71	1.88	2.04	2.16	2.26	2.35	2.42	12.5	3.74	5.02	5.20	5.38	5.56	5.92	7.20	8.06	8.68	8.68
3.50	0.70	0.91	1.13	1.50	1.75	1.93	2.11	2.24	2.35	2.45	2.54	15	3.74	5.20	5.40	5.60	5.80	6.25	7.77	8.84	9.64	9.64
3.75	0.70	0.91	1.13	1.52	1.78	1.97	2.17	2.31	2.44	2.54	2.64	17.5	3.74	5.30	5.53	5.76	5.99	6.44	8.20	9.47	10.4	10.4
4.00	0.70	0.91	1.13	1.52	1.81	2.02	2.22	2.37	2.51	2.62	2.71	20	3.74	5.30	5.62	5.87	6.12	6.60	8.54	9.97	11.1	11.1
4.50	0.70	0.91	1.13	1.52	1.85	2.08	2.31	2.50	2.63	2.76	2.87	25	3.74	5.30	5.74	5.96	6.20	6.79	8.99	10.7	12.1	12.1
5.00	0.70	0.91	1.13	1.52	1.88	2.15	2.38	2.58	2.75	2.89	3.02	30	3.74	5.30	5.74	5.96	6.20	6.79	9.27	11.3	12.9	12.9
5.50	0.70	0.91	1.13	1.52	1.88	2.20	2.43	2.65	2.84	3.00	3.15	35	3.74	5.30	5.74	5.96	6.20	6.79	9.44	11.6	13.4	13.4
6.00	0.70	0.91	1.13	1.52	1.88	2.20	2.48	2.70	2.92	3.09	3.26	40	3.74	5.30	5.74	5.96	6.20	6.79	9.44	11.8	13.8	13.8
7.00	0.70	0.91	1.13	1.52	1.88	2.20	2.54	2.81	3.03	3.24	3.43	45	3.74	5.30	5.74	5.96	6.20	6.79	9.44	12.0	13.8	13.8
8.00	0.70	0.91	1.13	1.52	1.88	2.20	2.57	2.85	3.13	3.35	3.56	50	3.74	5.30	5.74	5.96	6.20	6.79	9.44	12.1	14.3	14.3
9.00	0.70	0.91	1.13	1.52	1.88	2.20	2.57	2.89	3.18	3.43	3.66	60	3.74	5.30	5.74	5.96	6.20	6.79	9.44	12.1	14.6	14.6
10.00	0.70	0.91	1.13	1.52	1.88	2.20	2.57	2.89	3.23	3.48	3.74	∞	3.88	5.38	5.76	6.00	6.26	6.82	9.55	12.2	14.7	14.7
∞	0.71	0.93	1.14	1.53	1.89	2.24	2.58	2.91	3.24	3.56	3.88											

In het geval dat de drains zich aan de onderzijde van de watervoerende laag bevinden (of bijvoorbeeld bij volledig doorsnijdende watergangen) en er derhalve nauwelijks radiale stroming rond de drains kan plaatsvinden is er voornamelijk sprake van horizontale stroming naar de drains en kan de equivalente diepte vervangen worden door de laagdikte D.

Maximale opbolling

De maximaal toegestane opbolling van de grondwaterstand is afhankelijk van het ontwateringsniveau en de gewenste ontwateringsdiepte. Afhankelijk van de ontwateringssituatie geldt voor het ontwateringsniveau het volgende:

Ontwateringssituatie	Ontwateringsniveau	
Ontwatering door watergangen	Ontwateringsniveau is gelijk aan de drooglegging	
Ontwatering door drainage boven oppervlaktewaterpeil	Ontwateringsniveau is gelijk aan de drainagediepte	
Ontwatering door drainage onder oppervlaktewaterpeil	Ontwateringsniveau is gelijk aan de drooglegging	



Uitgaande van bijvoorbeeld een situatie zonder drainage, een drooglegging van 1,20 m en een gewenste ontwateringsdiepte van 0,90 m, bedraagt de maximale opbolling 0,30 m.

#### Afstand tussen ontwateringsmiddelen

Met de drainageformule kan de benodigde afstand tussen ontwateringsmiddelen bepaald worden die noodzakelijk is om de gewenste ontwateringsdiepte te realiseren. Uit de hierboven gepresenteerde figuren blijkt dat, uitgaande van drainage boven het oppervlaktewaterpeil, de maximaal toegestane opbolling van de grondwaterstand toeneemt met de diepte van de drainage. Uit de drainageformule blijkt vervolgens dat bij een grotere opbolling een grotere afstand tussen de drains hoort. Bij een drainagesysteem boven het oppervlaktewaterpeil geldt dus dat bij dieper draineren een minder intensief drainagesysteem nodig is.

#### Laagdikte

De laagdikte betreft de diepte tot waar stroming naar de ontwateringsmiddelen plaatsvindt, gemeten vanaf het ontwateringsniveau. Afhankelijk van de laagdikte kan zich een aantal situaties voordoen:

- De laagdikte is zeer klein (maximaal circa 20 procent van de opbolling): het eerste deel van de drainageformule vervalt;
- De laagdikte is zeer groot (minimaal circa 40 keer groter dan de opbolling ( $h$ )): het tweede deel van de drainageformule vervalt en voor de equivalente diepte kan worden uitgegaan van de laagdikte ( $d=D$ );
- In de overige gevallen moet met de hele formule gerekend worden en moet worden gerekend met de equivalente diepte.

### 5.3 *Draindiameter en verhang*

Drainagebuizen kunnen horizontaal of onder een bepaald verhang worden aangelegd. Bij aanleg onder verhang wordt de afvoercapaciteit van de drains vergoot. Een nadeel is echter dat bij een (te) groot verhang verschil ontstaat tussen het ontwateringsniveau aan het begin en het einde van de drainagebuis. In de praktijk wordt vaak gedraineerd tot een verhang van maximaal circa 0,10 m / 100 m. Bij toepassing van een drainagesysteem zonder verhang dient geen te kleine buisdiameter te worden gekozen, omdat anders een ontoelaatbaar drukverval in de drain zal optreden, waardoor de toelaatbare opbolling zal worden overschreden.

De maximaal toelaatbare drainagelengte mag niet meer bedragen dan circa 200 á 250 m. Dit in verband met het beheer en onderhoud van drains (doorspuiten). Geadviseerd wordt om waar mogelijk de drains horizontaal aan te leggen en naar twee zijden te laten afwateren.

De capaciteit van een drainagebuis is afhankelijk van de dikte van de buis en van het verhang van/over de buis. Er zijn grafieken beschikbaar waarin de capaciteit van drainagebuizen als functie van deze variabelen is weergegeven. Ter indicatie kan ervan worden uitgegaan dat op een drainagebuis met een uitwendige diameter van 0,10 m en een verhang van 0,10 m / 100 m circa 2,5 ha kan ontwateren. Op eenzelfde buis met een verhang van 0,02 m / 100 m kan circa 1,0 ha ontwateren.

## Hoogheemraadschap van Rijnland

Archimedesweg 1  
postbus 156  
2300 AD Leiden

telefoon (071) 30 63 063  
fax (071) 51 23 916  
post@rijnland.net

Meer weten over het  
hoogheemraadschap  
van Rijnland? kijk op:  
[www.rijnland.net](http://www.rijnland.net)

