



Publicatie ‘Ontwatering in stedelijk gebied’

definitief 2 (d.d. 20-04-2007)

groeidocument



BETER BOUW- EN WOONRIJP MAKEN

SBR
Kruisplein 25q
3014 DB Rotterdam
Postbus 1819
3000 BV Rotterdam

Project Bureau TU Delft
Sectie Waterhuishouding
Stevinweg 1, kamer 476
Postbus 5048
2600 GA Delft

Publicatie

Publicatie 'Ontwatering in stedelijk gebied'

Naam project	:	Beter Bouw en Woonrijp maken
Projectnummer	:	P07467 en GD112-7
Documentnummer	:	GD112-7/WEET/04
Status	:	definitief 2 (groeidocument)
Datum	:	20 april 2007
Concept gecontroleerd, namens het atelier door	:	ir. F.H.M. van de Ven ir. W. Visser ir. D.J. Biron
<i>paraaf</i>	:	
Definitief gecontroleerd, namens de kennissgroep door	:	C. Nijburg
<i>paraaf</i>	:	
Definitief goedgekeurd, namens de stuurgroep door	:	H. Hengeveld
<i>paraaf</i>	:	

SBR

Kruisplein 25q
3014 DB Rotterdam
Postbus 1819
3000 BV Rotterdam

Telefoon	010 – 206 59 59
Telefax	010 – 413 01 75
website	www.bouwrijp.nl
e-mail	info@bouwrijp.nl

Uitsluiting aansprakelijkheid

Aan de inhoud van deze publicatie kunnen geen rechten worden ontleend. De organisatie van BBWM aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor de inhoud van deze publicatie en de hierin verstrekte informatie.

Copyright BBWM

Niets uit deze publicatie mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van BBWM, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
VOORWOORD	1
1. INLEIDING	2
1.1. Aanleiding	2
1.2. Doel	3
1.3. Visie beter bouw- en woonrijp maken	3
1.4. Actief leren	3
1.5. Status en context document	4
1.6. Leeswijzer	4
2. BEGRIPPEN, DEFINITIES EN ONTWATERINGSCRITERIA	6
2.1. Begrippen en definities	6
2.2. Ontwateringscriteria en SGOR	7
3. BELEID EN JURIDISCHE ASPECTEN	10
3.1. Inleiding	10
3.2. Ontwatering algemeen: verantwoordelijkheden actoren	11
3.2.1. Inleiding	11
3.2.2. Provincies	11
3.2.3. Waterschappen	11
3.2.4. Gemeenten	12
3.2.5. Particulieren	13
3.3. Ontwatering in de planfase (ontwerp)	14
3.4. Ontwatering in de inrichtingsfase (aanleg)	15
3.5. Ontwatering in de beheersfase (beheer en onderhoud)	15
3.5.1. Wet Gemeentelijk Watertaken	15
3.5.2. Reikwijdte van de voorgestelde grondwaterzorgplicht	17
4. (BOUW)PROCES EN ORGANISATIE, ROL VAN DIVERSE PARTIJEN	21
4.1. Inleiding	21
4.2. Actoren	21
4.3. Het bouwproces en het waterbeheer	22
4.3.1. Planfase	23
4.3.2. Initiatief-fase	23
4.3.3. Definitiefase	24
4.3.4. Ontwerpfase	25
4.3.5. Voorbereidingsfase	26
4.3.6. Realisatiefase	26
4.3.7. Beheerfase	27
4.4. Valkuilen in het bouwproces	28
5. INTEGRAAL ONTWERP VAN ONTWATERINGSSYSTEMEN	31
5.1. Inleiding	31
5.1.1. Waarom een ontwerp?	31
5.1.2. De plaats van het ontwerp in het proces van bouw- en woonrijpmaken	31
5.2. Geohydrologisch onderzoek ter bepaling van de AGOR	32
5.2.1. Onderzoek bepaling bodemopbouw en grondwaterregime	32
5.2.2. Valkuilen bij geohydrologisch onderzoek	38
5.3. Inventarisatie van de gebruiksfuncties en toetsingscriteria's (BGOR)	38
5.3.1. Vaststellen gedifferentieerde gebruiksfuncties	38
5.3.2. Toetsingscriteria ontwatering (BGOR)	39
5.4. Toetsing AGOR aan BGOR, beoordeling knelpunten	40
5.5. Keuze wijze van realisatie grondwaterregime (SGOR)	40

5.6.	Overzicht ontwateringssystemen voor beheersing grondwaterregime	41
5.6.1.	Soorten ontwateringssystemen	43
5.6.2.	Valkuilen bij keuze type ontwateringssysteem	45
5.7.	Ontwerp ontwateringsmiddelen (SGOR)	45
5.7.1.	Uitgangspunten en randvoorwaarden	45
5.7.2.	Ontwerpberekeningen	46
5.7.3.	Beoordeling effect op de omgeving	51
5.7.4.	Materiaalkeuze drain en omhulling	51
5.7.5.	Monitoringsplan	54
5.8.	Valkuilen in het ontwerp / dimensionering	54
6.	AANLEG ONTWERINGSYSTEMEN	55
6.1.	Inleiding	55
6.2.	Overdracht aan uitvoerder en waarborging ontwerp	56
6.3.	Uitgangspunten en randvoorwaarden	56
6.4.	Aanlegmogelijkheden van ontwatering	57
6.5.	Valkuilen aanleg ontwateringssystemen	57
7.	BEHEER EN ONDERHOUD ONTWERINGSYSTEMEN	59
7.1.	Inleiding	59
7.2.	Overdracht aan beheerder	59
7.3.	Monitoring en beheer	60
7.4.	Onderhoud	60
7.5.	Valkuilen bij beheer en onderhoud	61
8.	PROBLEMEN IN BESTAAND GEBIED EN BIJ (HER)INRICHTING	62
8.1.	Inleiding	62
8.2.	Analyse	62
8.3.	Type maatregelen en uitvoerbaarheid	63
8.4.	Wie regelt dit nu allemaal?	65
8.5.	Valkuilen bij oplossen problemen in bestaand stedelijk gebied	65
9.	PRAKTIJKVOORBEELDEN	66
9.1.	Laag Nederland (nieuwbouw Katwijk)	66
9.1.1.	Gebiedsbeschrijving en AGOR	66
9.1.2.	BRM plus	67
9.1.3.	Ontwatering tijdens bouw- en woonfase	68
9.1.4.	Drainage op openbaar en uitgeefbaar gebied	69
9.1.5.	Ervaring ontwerpproces en rol betrokken partijen	70
9.2.	Laag Nederland (bestaand stedelijke gebied Dordrecht)	70
9.2.1.	Inventarisatie	71
9.2.2.	Beoordelingsmethodiek	71
9.2.3.	Geohydrologisch rekenmodel ter bepaling effecten	73
9.2.4.	Resultaat	73
9.2.5.	Ervaring ontwerpproces en aandachtspunten	73
9.3.	Hoog Nederland (bestaand stedelijk gebied Hoogeveen)	74
9.3.1.	Problemen	74
9.3.2.	Oorzaak grondwateroverlast	74
9.3.3.	Oplossing grondwateroverlast	75
9.3.4.	Proces	75
9.3.5.	Fasering in uitvoering	75
9.3.6.	Financiële aspecten	76
9.4.	Laag Nederland (bestaand stedelijk gebied Castricum)	76
9.4.1.	Oplossingen grondwateroverlast	76
9.4.2.	Doelstelling wijk Noord-End	78
9.4.3.	AGOR Noord-End	78

9.4.4.	Ontwerp drainage wijk Noord-End	78
9.4.5.	Onderhoud drainage wijk Noord-End	79
10.	LITERATUUR, ARTIKELEN EN WEBSITES	81
	laatste bladzijde	82

Bijlagen		aantal bladzijden
I	Definities en begrippen	3
II	Statistische ontwateringscriteria per gebruiksfunctie	1
III	Verslag minisymposium 15 juni 2006	5
IV	Colofon BBWM	1
V	Colofon publicatie “Ontwatering in stedelijk gebied”	1
VI	Geohydrologische grondwatersystemen in Nederland	3

VOORWOORD

Reeds in 2004 is gebleken dat opnieuw aandacht moet worden besteed aan de huidige gang van zaken op het gebied van bouw- en woonrijp maken. Daarom is het project Beter Bouw- en Woonrijp Maken (BBWM) begin 2005 opgestart (zie ook www.bouwrijp.nl).

In april 2005 heeft het BSIK-programma Leven met Water zijn goedkeuring verleend voor fase 1 van het project BBWM. De eerste fase bestaat uit twee onderdelen, te weten:

1. het opstellen van het Programma van Eisen van het project BBWM;
2. het uitwerken van een deelpublicatie 'Ontwatering in stedelijk gebied'.

Deze voorliggende publicatie maakt dus onderdeel uit van fase 1 van het project BBWM. Wie heeft niet van grondwateroverlast en -onderlast gehoord of (in)direct mee te maken gehad? Er is al veel over geschreven en gepubliceerd. Toch is het een aspect waar gemeenten, waterschappen (en vervolgens adviesbureaus) tot op heden nog steeds regelmatig mee worden geconfronteerd en voor oplossingen moeten zorgen.

De publicatie beperkt zich tot de (vernieuwende) aspecten en inzichten voor ontwatering in stedelijk gebied voor wat betreft de techniek (ontwerp en aanleg) alsmede het beleid, juridisch, proces en organisatie. Ook tracht de publicatie complementair te zijn op de Module Grondwater in de Leidraad Riolering van Stichting Rioned en de publicatie "Boven water komen, definitiestudie grondwateroverlast in bestaand stedelijk gebied" van Tauw (2006).

In deze publicatie wordt ingegaan op het voorkomen van grondwateroverlast (een goed ontwerp en een goede aanleg) en het praktisch oplossen van grondwateroverlast in bestaand stedelijk gebied. Het voorliggend document is een groeidocument. Het geeft de huidige kennis en inzichten van ontwatering weer. Momenteel worden enkele technische en procesmatige vraagstukken nog onderzocht. Zodra er resultaten zijn wordt het document geactualiseerd.

Het colofon over het project BBWM en de publicatie 'Ontwatering in stedelijk gebied' is respectievelijk opgenomen in bijlage IV en V.

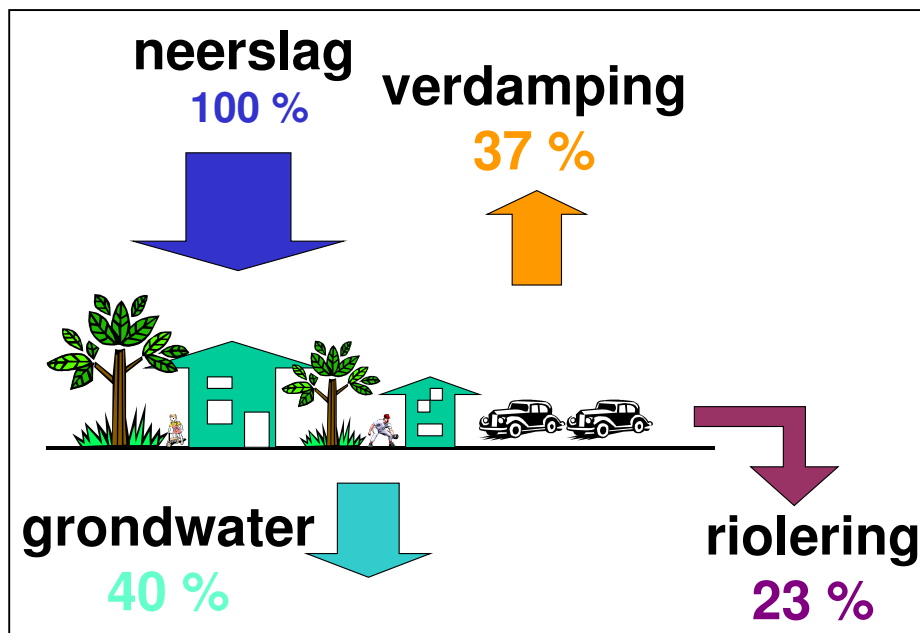
1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Water in de kruipruimte, een vochtige woning, muffe lucht en/of een drassige tuin komen door een te hoge grondwaterstand in stedelijk gebied regelmatig voor. Ook een te lage grondwaterstand, ook wel grondwateronderlast genoemd, kan problemen opleveren. De gevolgen van te lage grondwaterstanden zijn zettingen, droogval en paalrot van funderingspalen (en daardoor verzakkingen). Een te hoge of te lage grondwaterstand kan dus overlast betekenen, maar kan ook leiden tot aanzienlijke economische en maatschappelijk schade.

Aandacht voor grondwaterbeheersing in de stad is dus van groot belang. Zo is bekend dat te hoge grondwaterstanden gemiddeld tot 50% meer Cara-klachten door de hogere luchtvochtigheid in de woningen. Voor kinderen is zelfs een 3,5 keer hogere kans op chronische klachten vastgesteld. Uit evaluatie van een meetnet in Lelystad (in een gemiddelde jaren-zeventig-wijk) blijkt dat van alle neerslag 40% (!) in het grondwater terechtkomt en slechts 23% in de riolering (zie afbeelding 1.1). Het aandeel infiltratie en afstroming via het grondwater wordt vaak onderschat.

Afbeelding 1.1. Stedelijke waterbalans



Ondanks de toegenomen theoretische kennis op het gebied van ontwatering in stedelijk gebied en (praktijk)ervaringen bij bouwrijpmaken op van terreinen komt er tot op de dag van vandaag nog steeds grondwateroverlast (en –onderlast) voor. Blijkbaar wordt deze kennis en / of praktijkervaring niet goed overgedragen, niet goed geregeld en / of onvoldoende met de betrokken actoren gecommuniceerd.

Ook laat de wijze van bouwrijp maken (de aanleg van de ontwatering) nog steeds te wensen over. Al in de bouwfase treedt, door het onvoldoende bouwrijp maken, wateroverlast op waardoor het werken op bouwterreinen voor zowel mens als machine vaak tot problemen leidt. Vastgesteld is dat het verkeerd / onvoldoende bouw- en woonrijp maken van gronden een belangrijke oorzaak is van latere problemen in de woon- / gebruiksfase, gemiddeld voor Nederland: circa 50 %!

Een goed ontwerp en aanleg van ontwatering is van wezenlijk belang voor het voorkomen van grondwateroverlast. Echter, er vinden nog steeds ontwerpen van

ontwatering plaats waarbij vrijwel geen onderbouwende geohydrologische berekeningen worden gemaakt of waarbij vaak één enkele grondwaterstandsmeting wordt gebruikt. Ook wordt momenteel nog uitgegaan van statische ontwateringscriteria voor diverse gebruiksfuncties in het stedelijk gebied met een ontwerpafvoer (of overschrijdingskans) in de bouw- en woonfase.

Sinds 1998 (Dienst Landelijk Gebied en Unie van Waterschappen 'Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater', 1998) is er de filosofie en denkwijze van WaterNood. Deze filosofie richt zich op het realiseren van een zo optimaal mogelijk regime voor grond- en oppervlaktewater voor de betreffende gebruiksfunctie of zelfs het aanpassen van het gebruik aan het regime. In deze filosofie dienen de belangen voor landbouw, natuur en stedelijk gebied zorgvuldig te worden afgewogen (proces). Echter, voor stedelijk gebied is het optimale grond- en oppervlaktewater per gebruiksfunctie in een bouw- en woonfase (nog) niet uitgewerkt.

Naast het oplossen van grondwateroverlast in bestaand stedelijk gebied is het van belang in nieuw te bebouwen gebieden grondwateroverlast te voorkomen. Om bovengenoemde redenen worden in deze publicatie zowel de (vernieuwende) aspecten en inzichten voor ontwatering beschreven wat betreft de techniek (ontwerp en aanleg) alsmede het beleid, juridisch, proces en organisatie. Ook tracht de publicatie complementair te zijn op de Module grondwater in de Leidraad Riolerings van Stichting Rioned en de publicatie "Boven water komen, definitiestudie grondwateroverlast in bestaand stedelijk gebied" van Tauw (2006).

1.2. Doel

De nieuwe publicatie richt zich op grondwateroverlast en ontwatering in bebouwde omgeving in relatie tot bouw- en woonrijp maken. De publicatie beoogt een overzicht te geven van de bestaande en vernieuwende kennis over ontwatering in stedelijk gebied. De publicatie dient als handvat en richtlijn hoe met ontwatering om te gaan.

In de publicatie worden zowel de technische aspecten zoals ontwerp, aanleg en beheer van ontwateringssystemen als beleid, juridische en procesmatige en organisatorische aspecten beschreven. De publicatie gaat vooral in op grondwaterkwantiteitsaspecten die van belang zijn om te komen tot een duurzaam en veilig grondwatersysteem in stedelijke gebieden.

1.3. Visie beter bouw- en woonrijp maken

Het project richt zich op technieken en processen die leiden tot het beter bouw- en woonrijp maken (BBWM). In een bewustzijn dat een verbeterde samenwerking door de bouwpartners in alle bouwfasen (initiatief-, ontwerp-, realisatie en beheer & onderhoud fase) moet leiden tot een werk- en woonomgeving die voor zowel bouwpartners, bewoners als beheerders een meerwaarde oplevert.

Door samenwerking ontstaat innovatie die tot een waardetoevoeging leidt en bovendien leidt tot een duurzamer bouw- en woonrijp maken. Daartoe wordt in dit project een proces benut dat zich zowel richt op **actief leren** als op het in samenhang met de praktijk ontwikkelen van de benodigde kennis.

1.4. Actief leren

De bouw- en woonrijp maken fase wordt bij uitstek in de praktijk geregeld. De praktische kennis van de (on)mogelijkheden van het woon- en bouwrijp maken ligt daarom voornamelijk op een lokaal niveau bij gemeentes en aannemers. De theoretische kennis voor het ontwerp van ontwateringssystemen ligt voornamelijk op een regionaal niveau bij ingenieursbureaus en kennisinstituten.

De grootste uitdaging voor de publicatie lag in het effectief **ontsluiten** van praktische ervaring en signaleren van problemen en het hierop **aansluiten** van theoretische kennis en innovaties. Om dit te bereiken is gewerkt volgens het procesmodel BBWM. Cruciaal binnen dit model was de interactie met de eindgebruikers van de publicatie en de kennishouders. Dit gebeurt via workshops tijdens symposia en kenniscellen. Beide hebben een eigen doel:

- de workshops dragen bij aan de ontsluiting van praktische ervaring;
- de kenniscellen verzorgen de aansluiting van innovatie en kennis.

De auteurs van de publicatie hebben de kennisoverdracht tussen beide gestroomlijnd en hebben zorg gedragen dat de informatie vanuit workshops en kenniscellen effectief zijn verwerkt in deze publicatie.

1.5. Status en context document

De concept publicatie geeft een overzicht van de huidige kennis over ontwatering in stedelijk gebied. De huidige kennis is kort omschreven met een verwijzing naar de bijlage of naar de bewuste literatuur, artikelen in vakbladen of websites.

Met een beschrijving van de huidige kennis wordt ook de actualisatie van de kennis in onderstaande publicaties bedoeld:

- SBR-publicatie 99 'Bouwrijp maken van terreinen' uit 1984 (hoofdstuk 5);
- SBR-publicatie 145 'Te hoog grondwater in de bebouwde omgeving' uit 1986.

Getracht is overlap met de publicatie "Boven water komen, definitiestudie grondwateroverlast in bestand stedelijk gebied" (Tauw 30 augustus 2006) en de Module Grondwater van de Leidraad Riolerings te voorkomen. Zo mogelijk wordt aangesloten op de kennis in deze stukken en waar nodig wordt hiernaar verwezen.

Ontbrekende en vernieuwende kennis wordt wel in deze publicatie uitgewerkt. Deze nieuwe kennis is opgedaan in de kennispoule (eindgebruikers) en in de kenniscellen.

De voorliggende publicatie is een groeidocument. Het geeft de huidige kennis en stand van zaken weer. Tevens is zichtbaar gemaakt welke vraagstukken inmiddels in kenniscellen worden onderzocht (gele kaders) en optioneel kunnen worden onderzocht (grijze kaders). Zodra er resultaten uit de kenniscellen zijn kan het document worden bijgewerkt. Dit is een proces van enkele jaren.

1.6. Leeswijzer

Deze publicatie is in drie delen opgebouwd:

- een algemeen en proces deel. Allereerst worden in hoofdstuk 2 de begrippen en ontwateringscriteria geformuleerd. In hoofdstuk 3 worden het beleid en juridische aspecten rondom ontwatering gepresenteerd. Daarna wordt in hoofdstuk 4 het bouwproces en de rol van de betrokken partijen hierin beschreven;
- een deel dat het ontwerp tot en met beheer van ontwateringsmiddelen beschrijft. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op het ontwerp en dimensionering van ontwateringsmiddelen. De praktische aandachtspunten bij de aanleg van deze ontwateringsmiddelen wordt beschreven in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 aandacht besteedt de beheersaspecten van ontwateringsmiddelen. Tot slot wordt in hoofdstuk 8 de type en uitvoerbaarheid van de maatregelen beschreven. Ook geeft dit hoofdstuk aandacht aan de actoren;
- een deel met praktijkvoorbeelden. Met een praktijkvoorbeeld uit hoog- en laag Nederland wordt toegelicht welke ervaring met ontwatering in het ontwerp-,

aanleg- en beheerproces zijn opgedaan. De praktijkvoorbeelden gaan in op proces en techniek, bestaand en nieuw stedelijk gebied, overlast en onderlast.

Met gele en grijze kaders in de tekst is respectievelijk aangeduid waar de kennis-cellen mee bezig zijn of optioneel mee bezig kunnen gaan.

2. BEGRIPPEN, DEFINITIES EN ONTWATERINGSCRITERIA

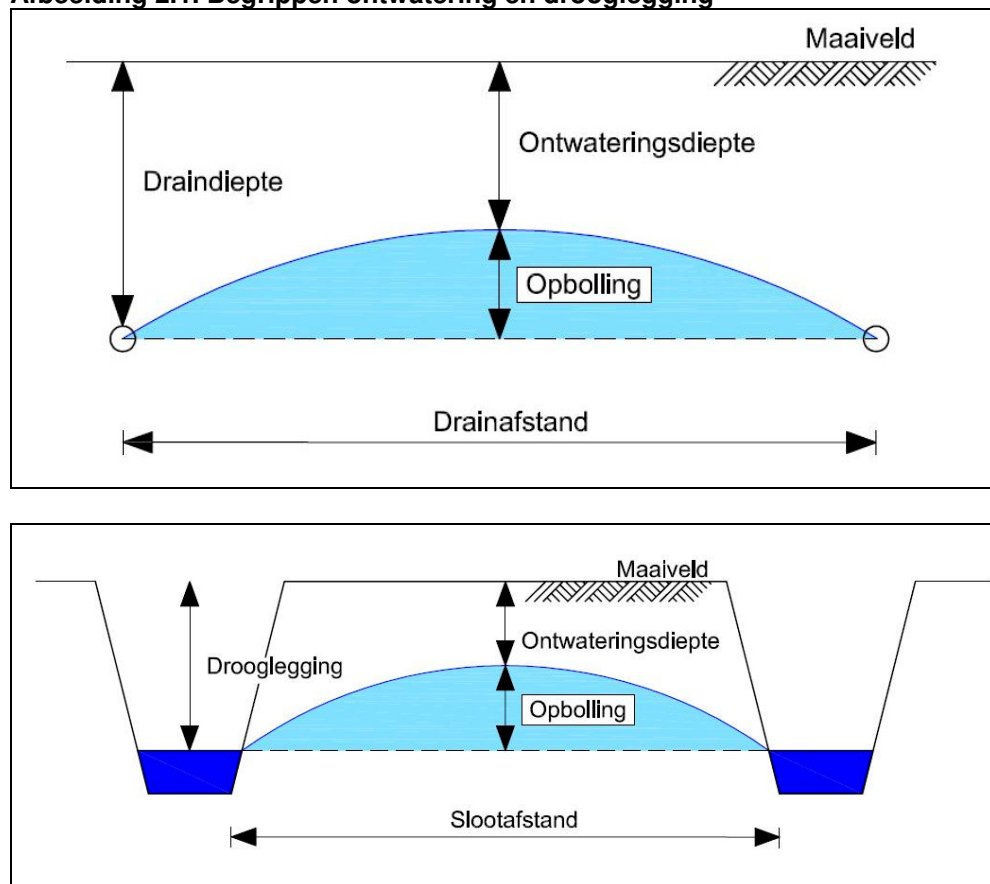
De gebruikte terminologie voor ontwatering bij bouw- en woonrijp maken wordt vaak door elkaar gebruikt. Bekende voorbeelden zijn drooglegging versus ontwateringsdiepte. Dit hoofdstuk beoogt een helder begrip en definitiekader te geven.

Een ander erg belangrijk aspect zijn de ontwateringscriteria in bebouwd gebied. De gebruikte criteria verschillen momenteel vaak tussen gemeenten en zijn statisch. Er wordt ingegaan op de huidige ontwateringscriteria in relatie tot de ontwerpafvoer en overschrijdingskans. Tevens wordt kort ingegaan op de filosofie van WaterNood en de toepassing in stedelijk gebied.

2.1. Begrippen en definities

In deze paragraaf wordt ingegaan op de begrippen die gebruikt worden bij ontwatering in stedelijk gebied. Hierbij valt te denken aan bijvoorbeeld ontwatering, opbolling en drooglegging (zie afbeelding 2.1), grondwateroverlast, grondwaterisohypse, kwel, stijghoogte et cetera. Een lijst met relevante begrippen is in bijlage I opgenomen. Vaak worden drooglegging en ontwateringsdiepte door elkaar gehaald.

Afbeelding 2.1. Begrippen ontwatering en drooglegging



- ontwateringsdiepte: de afstand tussen de grondwaterstand en het maaiveld
- draindiepte: de afstand tussen de drain en het maaiveld
- drooglegging: de afstand tussen het oppervlaktewaterpeil en het maaiveld
- opbolling: het maximale hoogteverschil tussen de grondwaterstand de waterstand in de drain en/of watergang

2.2. Ontwateringscriteria en SGOR

Binnen het stedelijk gebied bevinden zich verschillende (gebruiks)functies (zoals o.a. gebouwen met en zonder kruipruimte, gebouwen met houten paalfunderingen, wegen, tuinen, plantsoenen en begraafplaatsen). Deze gebruiksfuncties stellen verschillende eisen ten aanzien van de hoogste grondwaterstand (ontwateringsdiepte) of laagste grondwaterstand.

In stedelijk gebied dient de ontwatering zondanig te zijn dat zowel in de bouwfase als in de woonfase geen overlast wordt ondervonden van te hoge grondwaterstanden. Dit betekent dat te allen tijde een voldoende grote ontwatering gewaarborgd moet zijn. Een voldoende ontwatering voor een gebruiksfunctie in stedelijk gebied wordt aangeduid als ontwateringscriteria. De ontwateringscriteria dienen te worden gecombineerd met, of:

- een ontwerpafvoer (bijvoorbeeld voor wegen geldt in een woonfase een ontwateringsdiepte van 1,0 m-mv bij een maatgevende afvoer van 5 mm/dag (SBR, publicatie 99, Bouwrijpmaken van terreinen));
- of een overschrijdingskans (bijvoorbeeld voor woningen met kruipruimte geldt in de woonfase een ontwateringsdiepte van 0,9 m-mv. Deze mag met een herhalingskans van ½ keer per jaar overschreden worden. Als de duur van de maximale overschrijding wordt dan 5 dagen gehanteerd (DWR, Gemeentelijke nota waterbeheer Amsterdam)).

Een voorbeeld van ontwateringscriteria gecombineerd met een ontwerpafvoer is in tabel 2.1. weergegeven. In bijlage II is een uitgebreidere overzicht opgenomen van gehanteerde ontwateringscriteria per functie (Publicatie 99, Bouwrijpmaken van terreinen; Cultuurtechnisch Vademecum en Gemeentelijke nota waterbeheer Amsterdam).

Tabel 2.1. De ontwateringscriteria voor de verschillende gebruiksfuncties in een stedelijk gebied (SBR, publicatie 99, Bouwrijpmaken van terreinen)

Gebruiksfunctie	Statische criteria	
	Ontwateringsdiepte (m beneden mv)	Afvoer (mm/etm)
I. tijdens de bouwfase		
- aanleg van bouwwerken	0,60-0,70	
- aanleg van PTT-kabels	0,50-0,60	
laagspanningskabels	0,60	
gasleidingen	0,65-1,00	
hoogspanningskabels	0,90	
rioleringsbuizen	1,00-3,50	
— aanleg van primaire wegen	1,00	
secundaire wegen	0,70	
pleinen, parkeerterreinen	0,40	
— begaanbaarheid	0,50-0,70	
Samenvattend: tijdens de bouwfase	0,70-0,80	10
II. de woonfase		
- woningen/gebouwen met kruipruimte	0,70	
- kabels en leidingen	0,60-1,00	
- primaire wegen	1,00	
- secundaire wegen	0,70	
- industriegebieden, centrumgebieden	0,70	

Samenvattend: de woonfase	0,70	5 mm/etm
Tuinen, plantsoenen, parken	0,50	7
Kampeertreinen	0,50	10
Begraafplaatsen	0,30 beneden onderkant	kist
Sportvelden	0,50	15

Voor de momenteel gehanteerde (statische) ontwateringscriteria kan worden opgemerkt dat in deze criteria en ontwerpafvoer geen rekening wordt gehouden met:

- infiltratie van regenwater via IT-riool of wadi;
- toename van de neerslag als gevolg van klimaatsverandering (Waterbeheer 21^e eeuw);
- de fluctuatie, dynamiek of regime van de grondwaterstand. De gehanteerde ontwateringscriteria zijn (te) statisch. Het is beter om deze criteria dynamisch te formuleren, bijvoorbeeld uit te drukken in gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en/of gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) of bijvoorbeeld in een overschrijdingsduurlijn.

In dit laatste punt staat het grondwaterregime centraal. Het grondwaterregime dient richtinggevend te zijn voor de te hanteren oppervlaktewaterpeilen. Reeds in 1998 hebben de Dienst Landelijk Gebied en de Unie van Waterschappen een methode beschreven om te komen tot een grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van watersystemen in de publicatie 'Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater' (www.stowa.nl). De methode wordt aangeduid met de term WaterNOOD (WATERsysteemgericht NOmeren, Ontwerpen en Dimensioneren). Deze methode richt zich op het realiseren van een zo optimaal mogelijk regime voor grond- en oppervlaktewater voor de betreffende gebruiksfunctie of zelfs het aanpassen van het gebruik aan het regime. Een sleutelrol in deze methode spelen de begrippen XGOR:

- AGOR = Actuele Grond- en Oppervlaktewater Regime;
- BGOR = Beste Grond- en Oppervlaktewater Regime;
- SGOR = Stedelijk best haalbare Grond- en Oppervlaktewater Regime;
- doelrealisatie = de mate (score) waarin de AGOR aan SGOR voldoet (0-100%).

Voor het stedelijk gebied is het beste grond- en oppervlaktewater per gebruiksfunctie in een bouw- en woonfase (nog) niet uitgewerkt. Dit komt omdat de methode oorspronkelijk is opgezet voor het landelijk gebied (landbouw en natuur). Ook het WaterNood-Instrumentarium (Gis-applicatie) waarmee de doelrealisatie per gebruiksfunctie in stedelijk gebied kan worden berekend is niet voldoende gedifferentieerd per gebruiksfunctie. Dit instrumentarium is dus nog niet toepasbaar in stedelijk gebied. Zo berekend het WaterNood-Instrumentarium (nog) voor alle gebruiksfuncties in stedelijk gebied een doelrealisatiescore van 100% indien de GHG lager is dan 80 cm-mv. Deze score loopt lineair af tot 0% bij een GHG van 60 cm-mv.

De hier voorgestelde SGOR komt qua filosofie grotendeels overeen met de GGOR. Toch moeten enkele nuanceringen/aanpassingen worden gemaakt;

- er hoeft in stedelijk gebied geen weging plaats te vinden. De gemeente kan het grondwaterregime vaststellen. Het oppervlaktewaterregime moet in overleg met het waterschap worden vastgesteld;
- het schaalniveau komt overeen met de gemeentelijke schaal en is kleiner dan de regionale schaal voor de GGOR;
- de naamgeving is aangepast (BGOR i.p.v. OGOR en SGOR i.p.v. GGOR).

Het SGOR kan via het waterbeheersplan en via de watertoets doorwerken in het ruimtelijke beleid van gemeenten (o.a. structuur- en bestemmingsplan). Daarom is het van belang voor stedelijk gebied de BGOR (dynamische toetsingscriteria) voor de verschillende gebruiksfuncties in de bouw- en woonfase nader uit te werken in een kenniscel. Dit betreft toetsingscriteria voor grondwater maar ook voor het oppervlaktewater (maximale peilstijging voor bijvoorbeeld riooloverstortdrempel, beschoeiing, etc.).

Een aantal jaren geleden is reeds een start gemaakt met haalbaarheidsonderzoeken (pilots) voor een SGOR in stedelijk gebied ((Witteveen+Bos, GGOR Boomgaardshoek, 2003 en Witteveen+Bos, Waternood in de stad, Richtlijnen een aanbevelingen voor de praktijk, 2000). Hierin is destijds al geconcludeerd dat de SGOR in (bestaand) stedelijk gebied goed toepasbaar en dat hierdoor is sprake is van een integrale beschouwing van het watersysteem in relatie tot de eisen die de gebruiksfunctie stelt. Echter voor de diverse gebruiksfuncties is in uitgegaan van statische ontwateringscriteria, hierdoor mist het nog een dynamisch aspect. Dit aspect kan goed in een kenniscel worden onderzocht.

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag "Wat is een éénduidig raamwerk voor dynamische ontwateringscriteria (BGOR) voor een bouw- en woonfase per gebruiksfunctie " is mogelijk een belangrijke vraag om in een kenniscel nader te laten uitwerken. De eventuele resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

3. BELEID EN JURIDISCHE ASPECTEN

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het wettelijk kader, de bestuurlijke aspecten en het beleid voor het huidige en toekomstige grondwaterbeheer. Uit literatuur blijkt dat de bestuurlijk-juridische situatie helder is voor wat betreft het oppervlaktewaterbeheer, de grondwaterwinning, de bescherming van de grondwaterkwaliteit en de riolering. Voor het dagelijks beheer en verantwoordelijkheden van freatisch grondwater is de situatie in ontwikkeling (advies CIW: Samen leven met Grondwater), hoewel er inmiddels al meer is geregeld dan veelal wordt verondersteld.

Van belang is met name goed duidelijk te maken hoe de stedelijk grondwatertaak er feitelijk uitziet en wie er per te onderscheiden activiteit verantwoordelijkheid draagt. Tevens geeft dit hoofdstuk een overzicht van de mogelijkheden die er zijn om 'grondwater' een plaats te geven in de verschillende planvormen en voorzover mogelijk de voor- en nadelen daarvan.

Kenniscel (Procesvraag)

De kennisvraag "Wat zijn de juridische-, financiële- en beheersmiddelen om een goede ontwatering te bereiken" wordt momenteel in een kenniscel onderzocht. De resultaten worden geïntegreerd in dit hoofdstuk

Kenniscel (Proces vraag) – optioneel

De kennisvraag "(Hoe) moet de toetsing van het ontwerp van stedelijke ontwatering geregeld worden? is mogelijk een onderwerp om in een kenniscel te laten onderzoeken. De resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

3.1. Inleiding

In relatie tot de stedelijke grondwaterproblematiek is het van belang dat er door het bouw- en woonrijp maken van gronden een voldoende ontwateringsdiepte wordt gerealiseerd. De belangrijkste bouw- en woonrijpmaatregelen zijn (indien nodig):

1. het ophogen of afgraven van terreinen;
2. het ontwerp, de aanleg en het beheer van ontwateringsmiddelen en het vasthouden en bergen van regenwater;
3. oppervlaktewaterpeilbeheer (peilverlaging);
4. combinatie van deze drie.

De juridisch relevante vraag is nu op welke wijze, zo dit al het geval is, het ontwerp en de aanleg van ontwateringsmiddelen bij het bouwrijp maken van gronden een plek heeft gekregen in de wet- en regelgeving? Als er één 'grondwaterbeheersonderwerp' is dat al sinds jaar en dag de (ook juridische) gemoederen bezighoudt, dan is het wel de vraag naar de (stedelijke) ontwateringszorg, als onderdeel van het kwantitatieve grondwaterbeheer. Hierbij is het van belang te onderscheiden tussen de ontwateringszorg op het particuliere terrein enerzijds en die in het publieke domein anderzijds. Op beide terreinen gelden immers verschillende verantwoordelijkheden. Voor zowel publiekrechtelijke als privaatrechtelijke actoren (inclusief de perceelseigenaar) zijn er verantwoordelijkheden te onderkennen. Ieder heeft zo een eigen rol, en om dit zo helder mogelijk te maken, beschrijven wij deze volgende drie fasen:

- planfase (ontwerp);
- Inrichtingsfase (aanleg);
- Beheersfase.

Deze drie fasen hangen ook voor wat betreft ontwatering met elkaar samen. Zo zijn de keuzes en maatregelen in de planfase en de inrichtingsfase van wezenlijke invloed op de vraag of zich in de beheersfase problemen voor kunnen doen. Zo zullen een slechte lokatiekeuze of het onvoldoende bouwrijp maken van gronden de kansen op waterproblemen in de beheersfase vergroten.

Voordat elk van de fasen in een aparte paragraaf wordt beschreven, wordt eerst kort ingegaan op de verschillende verantwoordelijkheden van ontwatering (paragraaf 3.2)

3.2. Ontwatering algemeen: verantwoordelijkheden actoren

3.2.1. Inleiding

Voor het stedelijk grondwaterpeilbeheer als zodanig is er geen partij verantwoordelijk te houden. Het rijk, de provincie, het waterschap en de gemeente hebben weliswaar een zekere bemoeienis met de beheersing (c.q. het beheer) van de grondwaterstand, maar deze taak is wettelijk niet aan één der partijen opgedragen. Geen van de partijen kan dan ook juridisch gehouden worden om maatregelen te nemen of schade te vergoeden aan eigenaren van bouwwerken (onroerende zaken, inclusief tuinen) die hinder ondervinden van een te hoge (of te lage) grondwaterstand (Met het wetsvoorstel 'Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken' (kortweg: Wet gemeentelijke watertaken komt hierin wel enige verandering (zie hierna paragraaf. 3.5 en Tweede Kamer, vergaderjaar 2005-2006, 30578, nrs. 1 en 2).

3.2.2. Provincies

Op grond van de Wet op de waterhuishouding (Wwh) is de provincie verantwoordelijk voor het Provinciaal waterhuishoudingsplan. Daarin wordt het beleidskader vastgesteld voor de uitvoering van 'watertaken' door waterschappen, gemeenten en de provincie zelf. Ook dient de provincie een streekplan te maken, incl. waterparagraaf. Verder is de provincie belast met de goedkeuring van bestemmingsplannen en vrijstellingsbesluiten. Op basis van de Grondwaterwet is de provincie het bevoegde orgaan voor de vergunningverlening voor de onttrekking van grondwater en daarmee samenhangende infiltratie. Let op: de Gww ziet niet op het onttrekken van grondwater bij de ontwatering of afwatering en biedt derhalve geen instrumenten voor maatregelen ter bestrijding van de grondwaterproblematiek. Wat betreft de rol van de provincie moet in voor het ontwateringsvraagstuk de conclusie zijn dat deze niet echt belangrijk is.

3.2.3. Waterschappen

Op grond van de Waterschapswet (Wsw) zijn waterschappen verantwoordelijk voor de waterstaatkundige verzorging van hun gebied. Dit omvat de waterkering en/of de waterhuishouding. In principe valt hier ook het stedelijke gebied onder nu de Wsw geen onderscheid maakt tussen bijvoorbeeld landelijk en stedelijk gebied, en ook niet tussen bebouwde en niet-bebouwde kom.

Het waterschap heeft geen actieve grondwaterbeheerstaken in het stedelijk gebied. In de praktijk, met name ook in de praktijk van het bouwrijp maken van gronden hebben waterschappen hier natuurlijk wel een belangrijke rol, doordat zij belast zijn met het oppervlaktewater(peil-)beheer. Formeel echter is het waterschap geen grondwaterbeheerder. De Wet op de waterhuishouding (Wwh) ziet weliswaar op een duurzaam beheer van het totale watersysteem, het juridisch beheersinstrumentarium ziet alleen op het kwantiteitsbeheer van oppervlaktewater. Tot de verantwoordelijkheid van het waterschap valt ook het verlenen van keurontheffingen. Op grond van de keur (waterschapsverordening) kan de aanleg van drainage aan een keurontheffing of – vergunning gebonden zijn. Bij het waterschap dient dit te worden nagegaan. Drainage valt binnen de keur meestal onder het hoofdstuk 'regels over aanvoer, afvoer, lozen en onttrekken van (schoon) water'. Het gaat dus om kwantiteitsaspecten, niet om kwaliteit (hierop ziet de Wet verontreiniging oppervlaktewateren). Voor activiteiten van een beperkte omvang kan vaak met een

melding worden volstaan, maar voor lozingen en onttrekkingen van een grotere omvang moet een ontheffing of vergunning worden aangevraagd. Een keurontheffing of keurvergunning – te verlenen door het waterschap aan degene die een bepaalde op waterkwantiteit gerichte activiteit wilt uitvoeren (denk aan een gemeente of een projectontwikkelaar) - is in de regel nodig voor activiteiten als:

- het dempen, graven en vergraven van waterlopen;
- het aanleggen van dammen met duiker;
- het aanleggen van drainage;
- lozen van hemelwater op oppervlaktewater;
- rondpompen van water in vijvers/watergangen;
- onderbemaling;
- het aanbrengen van stuwen.

De waterschappen hebben in de bestemmingsfase ten aanzien van de waterhuishouding een belangrijke rol via de eerdergenoemde watertoets (zie hierna paragraaf 3.3).

3.2.4. Gemeenten

Een ontwateringstaak voor gemeenten is er al evenmin. De Woningwet, het Bouwbesluit of de Wet milieubeheer geven hiervoor geen basis. De rechter heeft zich hier een aantal malen over gebogen: uit het positieve recht kan niet worden afgeleid dat de gemeente verantwoordelijkheid draagt voor het aanleggen van ontwateringssystemen in het publieke domein. De gemeente schendt dan ook geen rechtsplicht wanneer zij deze systemen niet aanlegt (Zie uitspraak Hof 's-Hertogenbosch 13 november 1996).

Intermezzo: casus Amelose Woningstichting

Meest bekend en relevant is de casus van de Almelose Woningstichting 'Beter Wonen' (A. van Hall 1998, pp. 993-994) De stichting klaagt over veel te hoge grondwaterstanden in een wijk waar zij als erfpachter woningen verhuurt. De klachten bestaan al geruime tijd, maar sinds 1994 in verhevigde mate. Uit technisch onderzoek van onderzoeksbureau Grontmij blijkt dat er een zekere mate van ontwatering nodig is. Beter Wonen acht het aanbod van de gemeente om de helft van de kosten van het plaatsen van pompen (voor onderbemaling) te dragen onvoldoende, de stichting meent immers dat de gemeente alle kosten moet dragen. De Rechtbank Almelo en in hoger beroep het Hof Arnhem zijn eensgezind in hun oordeel dat de gemeente niet aansprakelijk is voor de kosten van deze voorzieningen omdat 'bij gebreke aan een wettelijke regeling terzake, initiatieven inzake de bestrijding of voorkoming van grondwateroverlast door de gemeente niet in rechte kunnen worden afgedwongen'.

Een beroep van Beter Wonen op beleidsvoornemens in respectievelijk de derde Nota waterhuishouding (NW3) en de Evaluatienota Water (ENW) baten de stichting niet. (Respectievelijk: TK 1988-1989, 21,250, nrs. 1-2 en TK 1993-1994, 21,250, nrs. 27-28) Dergelijke nota's zijn immers geen wetgevingsproducten. Zij kunnen geen verplichtingen opleggen aan derden, zij leggen slechts de uitgangspunten voor het toekomstig beleid vast. Het recht biedt volgens het Hof geen basis "om aan te nemen dat de gemeente verantwoordelijkheid draagt voor het aanleggen van ontwateringssystemen. Door deze systemen niet aan te leggen, schendt de gemeente dus ook geen rechtsplicht".

Het Hof denkt vervolgens wel mee, in de lijn van toen al bestaande beleidsvoornemens (NW3 en ENW), en stelt dat het redelijk is dat de desbetreffende grondeigenaren zelf verantwoordelijk zijn voor de afvoer van het overtollige water van hun perceel, en dat de gemeente het voorbij de perceelsgrens overneemt. Het Hof verwijst daarbij ook naar soortgelijke voorzieningen als riolering, gas en elektriciteit. Het Hof wijst er verder nog op dat zolang Beter Wonen niet bereid is haar percelen te draineren en voor de ontwatering tot aan de perceelsgrens te zorgen, de aanleg van een gemeentelijk afvoersysteem (in het publieke domein) geen zin heeft.

De *gemeentelijke bouwverordening* hoort overigens wel voorschriften te bevatten met betrekking tot het gebruik en de staat van het erf of het terrein (art. 8, tweede lid, onder b Woningwet. art. 5.1.1 MBV), waaruit valt op te maken dat open erven en terreinen geen nadeel voor de gezondheid van of hinder voor de gebruikers mogen opleveren als gevolg van ondermeer drassigheid. Uit de gemeentelijke praktijk blijkt echter dat de verordening terzake vooral bepalingen bevat over de netheid, e.d.

Cruciaal voor de ontwateringsproblematiek is dat gemeenten al bij het bestemmen van gronden rekening dienen te houden met de gevolgen van voorgenomen ruimtelijke besluiten (zoals bestemmingsplanwijzigingen, voorbereidings- en vrijstellingsbesluiten) voor de waterhuishoudkundige situatie, waartoe ook de 'grondwaterhuishouding' moet worden gerekend.¹ Bij een verantwoorde afweging van de betrokken belangen kunnen latere problemen met grondwater in de beheersfase langs deze weg al in de bestemmingsfase zoveel mogelijk worden voorkomen. Deze verantwoordelijkheid heeft in 2003 ook wettelijk gestalte gekregen via de zogenoemde watertoets, verankerd in artikel 10 Besluit op de ruimtelijke ordening (Bro). Op de watertoets wordt nader ingegaan in paragraaf 3.3.

3.2.5. Particulieren

De verantwoordelijkheid van particulieren vloeit allereerst voort uit het burgerlijk recht. Een eigenaar dan wel *erfpachter* is verantwoordelijk voor de staat waarin de bij hem in eigendom zijnde gebouwen verkeren, *inclusief de fundering* (de fundering is immers een onlosmakelijk onderdeel van de opstal) en het - indien gewenst - waterdicht zijn van kelders en kruipruimtes, en voor de toestand waarin zijn percelen verkeren. Van hem mag worden verwacht dat hij, indien nodig of gewenst, de vereiste (waterhuishoudkundige en/of bouwkundige) maatregelen neemt om problemen als gevolg van een bepaalde grondwaterstand te voorkomen of te bestrijden, voorzover deze niet aantoonbaar worden veroorzaakt door onrechtmatig handelen of nalaten van een ander (particulier of overheid). Of daarvan sprake is wordt per geval bezien volgens de daarvoor geldende regels van het aansprakelijkheidsrecht (zie artikel 6:162 en artikel 5:39 van het Burgerlijk Wetboek). Concreet maatregelen betreffen bijvoorbeeld de ontwatering van het eigen perceel, het zelf waterdicht maken van het bouwwerk of het zorgdragen voor een goede fundering. Eén en ander volgt met name ook uit jurisprudentie (Rechtbank Amsterdam, 11 september 1996, rolnr. H.94.0565 en Hof 's-Hertogenbosch 13 november 1996, rolnr. 366/94/HE, BR 1997, p. 872, resp. p. 874, en Hof Arnhem, 3 juni 1997 (Almelo), rolnr. 96/118, BR 1997, nr. 10, p. 877).

Daarnaast vloeien ook uit het publiekrecht verplichtingen voort voor particulieren. Zij dienen immers te voldoen aan de bouwvoorschriften uit de Woningwet en de daarop gebaseerde regelgeving (het Bouwbesluit en de gemeentelijke bouwverordening). Waar het de grondwaterstand betreft, verplicht de bouwregelgeving (het Bouwbesluit en/of de gemeentelijke bouwverordening) *niet* tot het waterdicht maken van ruimtes beneden de begane grondvloer, tenzij deze ruimtes als een zogenoemd verblijfsgebied wordt gebruikt, dat wil zeggen een ruimte waar mensen regelmatig verblijven (denk aan een keuken, een slaapkamer of een beneden het maaiveld gelegen badkamer). Van de particulier wordt dan ook op dit punt verwacht dat hij, behalve dat hij ervoor zorgt dat zijn onroerende zaak voldoet aan de eisen op grond van de bouwregelgeving, ook zelf ervoor zorgt dat het voldoet aan

¹ Relevant te melden is dat de watertoets met name ook een grondwatertoets impliceert: ruimtelijke plannen moeten getoetst worden aan de mogelijke gevolgen voor het grondwatersysteem. Verzaking hiervan levert ons inziens strijd op met de eisen van een zorgvuldige besluitvorming.

wensen die hij zelf daar bovenop heeft ten aanzien van het object. Hij zal hiervoor dan bouwkundige en/of waterhuishoudkundige maatregelen en voorzieningen dienen te treffen.

Ten slotte is het wat betreft de verantwoordelijkheden van particulieren van belang te wijzen op een aantal typische hinderbepalingen uit het privaatrecht, te weten uit het Burgerlijk Wetboek (BW):

- Art. 5:38 BW: "lagere erven moeten het water ontvangen dat van hoger gelegen erven van nature afloopt"
- Art. 5:39 BW: "de eigenaar van een erf mag niet in een mate of op een wijze die volgens artikel 162 van Boek 6 onrechtmatig is, aan eigenaars van andere erven hinder toebrengen door *wijziging te brengen in de loop, hoeveelheid of hoedanigheid* van over zijn erf stromend water of van het *grondwater*, dan wel door gebruik van water dat zich op zijn erf bevindt en in open gemeenschap staat met het water op eens anders erf" (mijn cursivering).
- Art. 5:41 BW: "van de artikelen 38, 39 (...) kan bij verordening worden afgeweken".
- Opvallend hierbij is in te zien dat er op een publiekrechtelijke wijze afgeweken kan worden van deze privaatrechtelijke bepalingen.

3.3. Ontwatering in de planfase (ontwerp)

Gemeenten dienen zij bij het bestemmen van gronden rekening te houden met de gevolgen van voorgenomen ruimtelijke besluiten (zoals bestemmingsplanwijzigingen, voorbereidings- en vrijstellingsbesluiten) voor de waterhuishoudkundige situatie, waartoe ook de 'grondwaterhuishouding' moet worden gerekend. Relevant te melden is dat de watertoets (geregeld in artikel 10 Besluit op de ruimtelijke ordening (Bro)) met name ook een grondwatertoets impliceert: ruimtelijke plannen moeten getoetst worden aan de mogelijke gevolgen voor het grondwatersysteem. Verzaking hiervan levert ons inziens strijd op met de eisen van een zorgvuldige besluitvorming (zie paragraaf 3.3). Bij een verantwoorde afweging van de betrokken belangen kunnen latere problemen met grondwater in de beheersfase langs deze weg al in de bestemmingsfase zoveel mogelijk worden voorkomen. De watertoets resulteert, na het wateradvies dat de waterschappen opstellen, in een waterparagraaf die als toelichting wordt opgenomen bij het bestemmingsplan. De watertoets is uiteindelijk van invloed op de lokatiekeuze en/of de wijze van inrichten van een gebied.

Let op: de waterparagraaf is een onderdeel van de toelichting op het plan en als zodanig niet juridisch bindend. Het verdient aanbeveling om voorzover mogelijk wateraspecten ook vast te leggen in de planvoorschriften en plankaarten.

Bij de watertoets worden de volgende rollen onderscheiden:

- *initiatiefnemer*: dit is de overheidspartij die het plan of de planwijziging in gang zet.
- *waterbeheerder*: de waterbeheerder(s) die bij het plangebied betrokken zijn).
- *beoordelaar*: het bevoegd gezag dat uiteindelijk het plan (deels) goed of afkeurt, eventueel geadviseerd door de provinciale of rijks-planologische commissie die het plan toetst aan het ruimtelijk beleid (de provincie toetst bestemmingsplannen en zogenoemde vrijstellingsbesluiten (art. 19-WRO procedures). De provincie kan van haar bevoegdheid om aanwijzingen (aan de gemeente) te geven gebruik maken, maar in de praktijk komt dit zelden of nooit voor.

Voorbeeld: de watertoets en de rollen en verantwoordelijkheden bij een bestemmingsplan:

- Initiatiefnemer is de gemeenteraad.

- Waterbeheerders zijn waterschap, Rijkswaterstaat, provincie en/of soms gemeente
- Beoordelaar is de provincie (Gedeputeerde Staten).

3.4. **Ontwatering in de inrichtingsfase (aanleg)**

Het Bouwbesluit, de in 1992 in werking getreden AMvB ex art. 2 Ww, kent slechts *technische* voorschriften betreffende het bouwen en de staat van bestaande bouwwerken en standplaatsen. Het Bouwbesluit is niet van invloed op de grondwaterstand, het besluit stelt simpel gezegd alleen eisen aan de kwaliteit van het bouwwerk. Er is dan ook geen relatie tussen de wijze van bouwen en de huidige en de te verwachten grondwaterstand. Ontwerpuitsgangspunten voor bijvoorbeeld een lokaal gewenste ontwateringsdiepte zijn niet in wet- of regelgeving verankerd. Het Bouwbesluit verplicht gemeenten ook niet om in nieuwbouwwijken een adequaat ontwateringssysteem te realiseren. Het ontwateren van gronden ziet immers op het reguleren van het grondwaterpeil en hoort alleen al om die reden principieel niet thuis in het domein van het bouwrecht.²

De gemeentelijke bouwverordening, voorzover hier van belang, bevat limitatieve opgesomde *gebruiksvoorschriften* en planologische voorschriften. Voor wat betreft de grondwaterproblematiek is relevant te constateren dat het Bouwbesluit (BB) noch de gemeentelijke bouwverordening (Mbv) eisen stelt aan de vochtdichtheid van kelders en kruipruimtes. Eén en ander is overigens anders wanneer een kelder als verblijfsgebied, toilet- of badruimte wordt gebruikt. In deze gevallen geldt de eis van waterdichtheid wel, dit volgt uit de artikelen 3.22 en 3.23 BB.

De aanleg van ontwateringsmiddelen kan aan een gemeentelijke aanlegvergunning zijn gebonden. Of dit zo is, blijkt uit het bestemmingsplan.

3.5. **Ontwatering in de beheersfase (beheer en onderhoud)**

Op het eigen terrein is de perceelseigenaar zelf verantwoordelijk voor ontwatering op het eigen terrein. Voor het openbare terrein echter was er tot voor kort niets geregeld (zie paragraaf 3.2). Door de Wet Gemeentelijke watertaken komt hierin (binnenkort) verandering.

3.5.1. **Wet Gemeentelijk Watertaken**

Het wetsvoorstel beoogt een aantal wettelijke voorzieningen te creëren, dat tegemoet komt aan de in de praktijk van het stedelijke waterbeheer ervaren problemen, met name in de inrichtings- en de beheersfase. Het wetsvoorstel voorziet ondermeer in:

1. Een splitsing van de thans in de Wet milieubeheer (Wm) geregelde zorgplicht voor de inzameling en het transport van afvalwater in twee afzonderlijke zorgplichten (zoals al aangekondigd in de zogenoemde 'regenwaterbrief' (Kamerstukken II 2003/04 28 966, nr. 2).
2. de zorgplicht in de Wm wordt beperkt tot de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater;
3. in de Wet op de waterhuishouding wordt een zorgplicht voor de gemeente op het punt van hemelwater opgenomen.

² SBR wees hier al op in 1986 (het pré-Bouwbesluit-tijdperk). SBR stelde een droogleggingseis voor als ontwerpcriterium c.q. een ontwerp-grondwaterstand (wat vroeger drooglegging heette, noemt men nu ontwateringsdiepte). SBR stelde dat bouwverordeningen niet zijn toegesneden op het regelen van grondwaterstanden. Grondwaterstanden werden (worden) in de bouwregelgeving vanuit een bouwtechnische invalshoek benaderd en vormen als zodanig geen geschikt instrument om te komen tot een adequaat stedelijk grondwaterbeheer. Of anders gesteld: bouwregelgeving kan eventueel in de bouwkundige sfeer maatregelen voorschrijven om overlast- of onderlastproblemen zoveel mogelijk te voorkomen. Maar niet aan de grondwaterstanden zelf, daarvoor is waterhuishoudkundig beleid nodig

4. Een zorgplicht voor de gemeente voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en deze niet tot de verantwoordelijkheid van het waterschap of de provincie behoort (kortweg: 'grondwaterzorgplicht');
5. Het creëren van een heffingsbevoegdheid in de Gemeentewet, die de gemeenten, beter dan het thans in die wet opgenomen rioolrecht, in staat moet stellen de kosten te verhalen die gepaard gaan met de (verbrede) gemeentelijke wateropgave.
6. De mogelijkheid voor gemeenten bij verordening regels te stellen met betrekking tot het lozen van afvloeiend hemelwater en grondwater.
7. Een 'verbreding' van het gemeentelijk rioleringsplan (GRP), door in artikel 4.22 Wm op te nemen dat gemeenten in hun GRP naast de reeds bestaande planverplichting voor de riolering ook aandacht besteden aan hun zorgplicht voor grond- en hemelwater.

De voorgestelde gemeentelijke grondwaterzorgplicht, zo blijkt uit het voorgestelde art. 9b, eerste lid Wwh, ziet op het in het openbare gemeentelijke gebied treffen van maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en deze niet tot de zorg van het waterschap of de provincie behoort. Het tweede lid van hetzelfde artikel geeft vervolgens aan welke concrete maatregelen tot de zorgplicht gerekend kunnen worden.

Intermezzo: Tekst art. 9b Wwh (wetsvoorstel)

1. De gemeenteraad of het college van burgemeester en wethouders dragen zorg voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet tot de zorg van het waterschap of de provincie behoort;
2. De maatregelen, bedoeld in het eerste lid, omvatten mede de verwerking van het ingezamelde grondwater, waaronder in ieder geval worden begrepen de berging, het transport, de nuttige toepassing en het, al dan niet na zuivering, op of in de bodem of in het oppervlaktewater brengen van ingezameld grondwater, en het afvoeren naar een inrichting als bedoeld in artikel 15a van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren.

Van belang bij de voorgestelde nieuwe zorgplicht is dat er een goede afstemming wordt bewerkstelligd tussen de bestemming, de inrichting en het beheer van bebouwde gebieden en de daarvoor van belang zijnde (grond-)waterhuishouding. En wel op een zodanige wijze dat een duurzame leefbare omgeving ontstaat. Dit betekent dat gemeenten, vanaf inwerkingtreding van de zorgplicht, zich zoveel mogelijk inspannen structurele problemen als gevolg van een voor de gebruiksfunctie te hoge grondwaterstand in openbaar bebouwd gebied te voorkomen of te beperken.

Uit art. 9b, tweede lid Wwh wordt duidelijk welke maatregelen binnen het bereik van de nieuwe zorgplicht vallen. Het gaat uitsluitend om waterhuishoudkundige maatregelen in de openbare ruimte van het bebouwde gebied. Afhankelijk van de concrete situatie, kunnen de inspanningen bestaan uit het inzamelen, bergen, transporteren en het nuttig toepassen van (relatief) schoon water zoals door het terugbrengen in de bodem of het oppervlaktewater van afgevoerd grondwater (en hemelwater).

Ook andere maatregelen die een gunstig effect op de grondwaterstand hebben, zoals de alsmede verbetering van de waterdoorlatendheid van de bodemtoplaag en hydrologische compartimentering van de bodem door de aanleg van kleischermen, kunnen oplossingen bieden in bestaande wijken waar zich problemen met grondwaterstanden voordoen en waar bijvoorbeeld het oppervlaktewaterpeilbeheer door het waterschap geen oplossing kan bieden. De eerder genoemde maatregelen kunnen de vorm hebben van een openbaar ontwateringsstelsel zoals horizontale of verticale drainagebuizen, afvoergeulen, infiltratietransportbuizen, drainagekratten of percolatievoorzieningen (zoals drainagekoffers, wadi's en infiltratiebekkens). Er is dus, zo vervolgt de toelichting, een duidelijke parallel tussen de maatregelen ter verwerking van ingezameld grondwater enerzijds en van maatregelen met betrekking tot hemelwater anderzijds.

Intermezzo: Openbaar ontwateringsstelsel

Een openbaar ontwateringsstelsel is een voorziening voor het verwerken van ingezameld grondwater, niet zijnde een openbaar vuilwaterriool, in beheer bij een gemeente of een rechtspersoon die door een gemeente met het beheer is belast. Af te voeren grondwater kan afkomstig zijn van het openbare terrein en van particuliere percelen. Voor de verzameling op de particuliere percelen is de perceelseigenaar verantwoordelijk, voor de inzameling en het transport in het openbare terrein de gemeente. Het openbare ontwateringsstelsel zorgt ervoor dat het af te voeren grondwater gebracht wordt naar hetzij een oppervlaktewater, hetzij de bodem (infiltratie elders), hetzij het rioleringsstelsel. Omdat niet al het af te voeren grondwater schoon genoeg is om direct te lozen op het oppervlaktewater of in de bodem zal soms een lichte zuivering nodig zijn. Het gemeentelijke ontwateringsstelsel kan daarom ook zuiveringsschakels omvatten zoals een helofytenfilter of een zuiveringsfilter. Te verontreinigd grondwater zal naar een rioolwaterzuiveringsinrichting moeten worden afgevoerd.

3.5.2.

Reikwijdte van de voorgestelde grondwaterzorgplicht

De voorziene grondwaterzorgplicht herbergt een aantal verschillende elementen in zich waarop hierna uitvoerig wordt ingegaan. De zorgplicht richt zich volgens de redactie van art. 9b, eerste lid Wwh op het:

- a) door de gemeenteraad of het college van B&W zorgdragen voor
- b) het in het openbaar gemeentelijke gebied
- c) treffen van maatregelen
- d) teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming
- e) zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken,
- f) één en ander voorzover het treffen van die maatregelen doelmatig is en
- g) deze niet tot de verantwoordelijkheid van het waterschap of de provincie behoort.

De essentiële elementen uit de zorgplicht worden hieronder nader toegelicht.

Ad a) Gemeentelijk zorgplicht

De keuze om de zorgplicht bij gemeenten neer te leggen sluit aan bij haar rol en bestaande taken ten aanzien van de openbare ruimte en stedelijke ontwikkeling. De zorgplicht omvat de aanleg van het ontwateringsstelsel en vervolgens een adequaat beheer van deze voorzieningen. De elementen die bij het beheer een rol spelen zijn regelmatige inspectie, tijdige vervanging en financiële reserveringen (vergelijk zorgplicht riolering).

Ad b) Openbaar gemeentelijke gebied

De zorgplicht is van toepassing op de openbare ruimte, dus vanaf de perceelsgrens. Met maatregelen op of in het openbaar terrein kunnen problemen op particuliere percelen zijn verholpen. Er zijn echter ook situaties waarin dergelijke maatregelen niet afdoende of niet doelmatig zijn. In die gevallen kan het af te voeren grondwater dat door particulieren (huishoudens en bedrijven) aan de perceelsgrens wordt aangeboden, worden verzameld en getransporteerd door middel van een openbaar ontwateringsstelsel, dan wel, indien uit de gemeentelijke afweging blijkt dat er geen andere optie is voorhanden is, door middel van een al aanwezig rioolstelsel.

Gelet op de eigen verantwoordelijkheid van particulieren, strekt de zorgplicht niet zover dat gemeenten ook gehouden zijn maatregelen te nemen op percelen die in particulier eigendom zijn. Eigenaren dienen zelf te zorgen voor een goede staat van de bij hen in eigendom zijnde percelen en gebouwen. Zij dienen in dat kader zelf waterhuishoudkundige en/of bouwkundige maatregelen te treffen. Hij moet er zelf voor zorgen dat een teveel aan grondwater naar het aansluitpunt van het gemeentelijk ontwateringsstelsel wordt geleid.

Ad c) Te treffen maatregelen

De zorgplicht ziet enkel op eventueel te treffen waterhuishoudkundige maatregelen. Hulpmiddel hierbij is het GRP. Het verbrede GRP zal ten minste een overzicht bevatten van de in de gemeente aanwezige voorzieningen voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater, de inzameling en verwerking van afvloeiend hemelwater en de voorgenomen maatregelen ter voorkoming of beperking van nadelige gevolgen van de grondwaterstand alsmede een overzicht van de financiële gevolgen van de in het plan aangekondigde activiteiten. In het plan moet ten slotte worden opgenomen welk afwegingskader wordt gebruikt bij de uitvoering van de diverse zorgplichten. Gemeenten hebben hierbij een zekere beleidsvrijheid, zo hebben zij ruimte voor een gefaseerde aanpak, rekening houdend met de te genereren middelen. In het plan moet worden aangegeven wat kan worden verwacht ten aanzien van aanleg, onderhoud en vervanging, financiële reserveringen en inspectie. Uit het 'verbrede GRP' moet, waar het de grondwaterstandsproblematiek betreft, ook kunnen worden opgemaakt wanneer kan worden gesproken van structurele grondwaterstandsproblemen, zodat particulieren kunnen weten in welke omstandigheden zij maatregelen van de gemeente mogen verwachten.

Het GRP hoeft niet te worden goedgekeurd door de provincie (GS), wel houdt de provincie haar aanwijzingsbevoegdheid. Het GRP dient te worden afgestemd met provinciaal waterhuishoudingsplan en het waterbeheerplan van de waterschappen.

Ad d) Structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming

De gemeente dient maatregelen te treffen om de structurele beperking van de gebruiksfunctie van de grond als gevolg van grondwaterproblemen zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken. Er is sprake van aantasting van de gebruiksfunctie wanneer het normale gebruik wordt belemmerd. Gedoeld wordt hier met name op de bovengrondse gebruiksfuncties (zoals wonen, werken en infrastructuur). Hoewel ook parkeergarages, tunnels en andere (grotendeels) ondergrondse bouwwerken kunnen lijden onder de gevolgen van grondwateroverlast, ziet het wetsvoorstel hier niet op. Overlast in geval van ondergrondse bouwwerken vraagt vooral om bouwkundige oplossingen, het realiseren van een voor dergelijke constructies geschikte ontwateringsdiepte is feitelijk geen optie, nu dat zou betekenen dat in dergelijke gevallen een ontwateringsdiepte van enkele meters gerealiseerd zou moeten worden.

Bewust is er in de definitie vanuit gegaan dat de nadelige gevolgen van de grondwaterstand *structureel* moeten zijn. Klimatologische omstandigheden (waaronder calamiteiten zoals extreme neerslag en overstroming door rivieren) kunnen leiden tot een tijdelijk hogere grondwaterstand. De gebruiksfunctie wordt daardoor weliswaar tijdelijk verminderd, maar dat betekent niet dat deze ook op de langere termijn wordt aangetast. Wel kan het klimaat veranderen (structureel natter worden). Wie de definitie goed beschouwt ziet dat er een zeker (normaal maatschappelijk) risico bij de perceelseigenaar wordt gelegd: *incidentele* gevallen van overlast komen voor zijn of haar rekening. Behalve het kader van een duidelijke verantwoordelijkheid voor de overheid, heeft immers ook de perceelseigenaar een eigen verantwoordelijkheid.³ Incidenteel zal deze laatste een zekere mate van wateroverlast moeten accepteren c.q. daartegen zelf maatregelen toe dienen te treffen. Dit volgt sinds mensenheugenis al uit het privaatrecht.

In welke gevallen kan worden gesproken van structurele grondwaterproblemen, kan niet worden bepaald op rijksniveau, omdat de waterhuishoudkundige omstandigheden in heel Nederland daarvoor te zeer van elkaar verschillen. Zo mogen de inwoners in veengebieden wellicht wat vaker overlast verwachten dan ingezetenen op de meer hoog en droog gelegen gronden. Problemen door te lage grondwaterstanden doen zich voor in sommige laaggelegen gebieden in het westelijk en noordelijk deel van het land. Het wetsvoorstel voorziet hierin door van gemeenten te vragen om in het GRP rekening te houden met de lokale omstandigheden.

Ad e) Zoveel mogelijk voorkomen of beperken (inspanningsplicht)

Met de formulering van de nieuwe zorgplicht die de bestaande verantwoordelijkheden zal aanvullen, wordt tot uiting gebracht dat gemeenten in de toekomst structurele grondwateroverlast zoveel mogelijk dienen te voorkomen en eventueel nadelige gevolgen te beperken, op de manier en volgens de grenzen zoals hiervoor uiteen gezet. Voorkomen dat grondwaterproblemen überhaupt ontstaan, door al in de fasen van het bestemmen en inrichten rekening te houden met het grondwater, verdient uiteraard de voorkeur. Indien grondwaterproblemen niet kunnen worden voorkomen en er toch sprake is van structurele overlastproblemen op het openbare terrein, brengt de nieuwe taak van gemeenten voortaan met zich mee dat gemeenten het af te voeren grondwater op het openbaar terrein op een doelmatige wijze verwerken.

Aangezien de gemeente als beheerder van de openbare ruimte geen instrumenten heeft om actief het grondwaterpeil te beïnvloeden, is de zorgplicht niet zo ruim ingevuld dat daaronder zou vallen het beheer van het grondwater. Dit laat onverlet dat een gemeente zowel bij haar eigen als bij uitbestede werken in de openbare ruimte en bij bestemming en inrichting van nieuwbouwlocaties onwenselijke effecten op de grondwaterstanden zoveel mogelijk voorkomt en indien dit niet mogelijk is, deze tegengaat.

Ad f) Doelmatigheidseis

Evenals bij de zorg voor het vuilwater en het hemelwater het geval is geeft ook hier de term 'doelmatig' in de zorgplicht duidelijk aan dat de gemeenten bij de concrete invulling en uitoefening van hun zorgplicht beleidsvrijheid hebben. De grondwater-toestand kan op regionaal, lokaal en nog kleiner niveau (wijk- of zelfs perceelsniveau) zeer verschillend zijn. Het is daarom van belang dat ook op regionaal en lo-

³ Vergelijk ook het advies van de Commissie Waterbeheer 21e eeuw (Commissie Tielrooij, 2000), hoofdstuk 4, p. 35, waar over het versterken van de eigen zorgplicht van individuen, bedrijven en afzonderlijke overheden wordt gesproken.

kaal niveau kan worden gezien of er problemen zijn, zo ja, welke en in welke omvang. Hetzelfde geldt voor de afweging op welke manier wordt omgegaan met af te voeren grondwater of aan te voeren water en op welke wijze de beschikbare middelen worden ingezet. Ofwel, zoals de Commissie van advies voor de waterstaatswetgeving het heeft verwoord: “De zorgplicht betekent niet automatisch dat elke gemeente ineens en overal ontwateringsmiddelen moet aanleggen. Daar waar geen overlast is of dreigt, is de aanleg van drainage immers niet doelmatig. En daar waar wel overlast is geconstateerd, is de doelmatigheidsvraag eveneens aan de orde. Daarbij dienen de financiële implicaties, de omvang en de duur van de problemen in de afweging te worden betrokken, alsmede de verschillende mogelijke oplossingen om grondwateroverlast tegen te gaan.” (Commissie van Advies inzake de Waterstaatswetgeving (2004), ‘Zicht op grondwater. Een juridisch perspectief op grondwaterbeheer in bebouwd gebied’, Den Haag). Zo is het, gelet op het streven naar deregulering en naar ruimte voor vasthouden van water, niet wenselijk in het bebouwde gebied een uiterst kostbare regulering van grondwaterstanden voor te schrijven. Dat zou niet doelmatig zijn.

Bij het benaderen van het grondwater vraagstuk dient per situatie te worden gezien welke waterhuishoudkundige en/of bouwkundige maatregelen het meest doelmatig zijn. Bij deze afweging komt betekenis toe aan de aard, de omvang, de schaal en de duur van te verwachten of ontstane problemen. Hierbij moet erop worden gewezen dat de hier bedoelde zorgplicht zich beperkt tot waterhuishoudkundige maatregelen op en in het openbare terrein. Bouwkundige oplossingen zijn voor rekening van de perceelseigenaren. Indien het echter doelmatiger is om (waterhuishoudkundige en/of bouwkundige maatregelen te nemen op het particulier terrein en de betrokken eigenaren daarmee akkoord gaan, zijn dergelijke maatregelen door gemeenten overigens niet uitgesloten. Zij zijn hiertoe echter niet verplicht.

Ad g) Relatie met de verantwoordelijkheid van het waterschap of de provincie

Waar het de ‘grondwaterzorgplicht’ voor het openbare terrein betreft, gaat deze enkel op indien en voorzover er geen ander bestuursorgaan verantwoordelijkheid draagt. Zo kan het waterschap, dit zal zeker gelden in het buitengebied, op indirecte wijze invloed uitoefenen op de grondwaterstand, en is de provincie op grond van de Grondwaterwet belast met de vergunningverlening met betrekking tot grondwateronttrekkingen, hetgeen eveneens van invloed kan zijn op het niveau van het grondwater.

Afstemming en samenwerking tussen de verschillende overheden, zijn en blijven hierbij cruciaal, en in die zin zal het de burger ook met de invoering van deze nieuwe zorgplicht nog niet altijd even duidelijk zijn welk overheidsorgaan verantwoordelijkheid draagt voor de oplossing van problemen met de grondwaterstand. Van belang blijft ook hier de samenwerking tussen gemeente en waterschap, waarbij in vergelijking met de situatie tot nu toe, de invoering van een ‘verbreed rioolrecht’ (gemeentelijke waterheffing) meer mogelijkheden biedt om specifieke maatregelen te treffen.

4. (BOUW)PROCES EN ORGANISATIE, ROL VAN DIVERSE PARTIJEN

4.1. Inleiding

Het ruimtelijke planvorming- en ontwikkelingsproces, vanaf de locatiekeuze tot en met het beheer van het gerealiseerde bouwwerk is een ingewikkeld proces, waarbij veel actoren een rol spelen. Over het algemeen is grondwater en de ontwatering niet sturend bij het (her)inrichten van stedelijk gebied. Dit terwijl het niet goed inspelen op deze aspecten kan leiden tot grondwateroverlast tijdens en na de realisatie van bouwwerken. In de praktijk blijkt dat wateroverlast zowel in de bouw- als gebruiksfase kan (of had kunnen) worden voorkomen wanneer grondwater integraal was meegenomen in het besluitvormingsproces rondom bouwprojecten.

Het is echter niet allemaal kommer en kwel. In veel gevallen wordt aanvankelijk wel aandacht besteed aan het grondwater, zo wordt via de verplichte watertoets al in een vroeg stadium het water meegenomen in de besluitvorming. In de praktijk echter blijven uitgesproken ambities niet altijd even hoog op de agenda staan. Dat is enerzijds het gevolg van het ingewikkelde bouwproces en de vrijheidsgraden op het gebied van ontwatering, zowel tijdens de planfase als de bouwphase. Anderzijds valt de ontwatering nog vaak tussen wal en schip waar het gaat om de taken en verantwoordelijkheden van de diverse actoren ten aanzien van het grondwater in het stedelijke gebied.

Dit hoofdstuk beoogt een platform te zijn om discussie omtrent taakverdeling en verantwoordelijkheden op gang te houden en richting te geven aan het grondwaterbeheer, vanuit de behoeften van de verschillende actoren.

In dit hoofdstuk wordt dan ook ingegaan op de relatie tussen het bouwproces en de 'water' planvorming. Geschetst wordt wat de dagelijkse praktijk is en waar mogelijke verbeterpunten liggen.

4.2. Actoren

Om het bouwproces en de rol van ontwatering daarin te kunnen doorgronden is het allereerst van belang de actoren in dat proces te kennen en duidelijk te maken hoe de verschillende fasen in ruimtelijke ontwikkelingsplannen passen (zie tabel 4.1). Hierbij is onderscheid gemaakt in een planfase (gaat vooraf aan het eigenlijke bouwproces), de bouwphase (dit is het eigenlijke bouwproces) en de beheerfase (nadat het bouwwerk is gerealiseerd).

Tabel 4.1. Actoren tijdens de verschillende bouwfasen

Fasen	Betrokken partijen	Resultaat
Planfase	Overheid, gemeente, Waterschap	Structuurvisie, bestemmingsplan, watergebiedsplan, waterkansenkaart, waterplannen
Bouwphase		
Initiatief	Gemeente, ontwikkelaar	Schetsontwerp
Definitie	Gemeente, ontwikkelaar	Voorontwerp
Ontwerp	Ontwerper, ontwikkelaar	Definitief ontwerp
Vorbereiding	Ontwerper, ontwikkelaar, aannemer	Bestek
Realisatie	Ontwikkelaar, aannemer	Oplevercontract (niet altijd)
Beheerfase	Gebruiker, gemeente	Onderhoudscontract (niet altijd)

Niet alle actoren zijn direct betrokken bij het bouwproces. Daarom wordt hier nog onderscheid gemaakt in directe en indirecte actoren. Als indirecte actoren worden landelijke overheden en provincies beschouwd. Zij zijn vaak kaderstellend; wetgeving en normen vormen de belangrijkste stuurmiddelen. De directe actoren moeten

samen tot een resultaat (de stedelijke (her)inrichting) komen en overeenstemming bereiken over het te volgen pad. Hierbij worden verschillende fasen tijdens de bouw doorlopen. Als het gaat om informatieoverdracht in het kader van het bouwproces is sprake van een min of meer gestandaardiseerd proces (programma van eisen-ontwerp-bestek-oplevering). In iedere fase worden beslissingen genomen op basis van door actoren aangedragen informatie. Gemeenten zijn vaak ook projectontwikkelaar. In alle fasen kan en wordt kennis betrokken van kennisinstituten en kunnen adviseurs worden ingezet.

4.3. Het bouwproces en het waterbeheer

Het bouwproces is over het algemeen op te delen in een aantal herkenbare fasen. Deze fasen worden doorlopen bij het realiseren van het initiatief. De afzonderlijke fasen overlappen elkaar. Tijdens deze overlap worden gegevens overgedragen (documenten) en bestaat de mogelijkheid tot feedback uit de volgende fase. Zo kunnen belangrijke aandachtspunten vanuit de definitie-fase worden meegenomen naar de ontwerpfase. Ook kan vanuit de ontwerpfase worden gevraagd naar meer specifieke gegevens die (nog) niet in het Programma van Eisen (definitiefase) staan. Het bouwproces is in werkelijkheid echter complex. Het is niet zuiver chronologisch, er vinden constant terugkoppelingen en vooruitwijzingen plaats, niet alle activiteiten lopen gelijk en soms gaat informatie verloren omdat niet alles goed is vastgelegd.

De te doorlopen stappen ten behoeve van een goed waterbeheer en een goede ontwatering lopen parallel aan het bouwproces en zijn idealiter een logisch onderdeel van het bouwproces. Hoewel daarbij niet altijd alles even goed gaat zijn een aantal stappen/procedures inmiddels wel gemeengoed. Hierdoor is een eerste goede stap gezet om ontwatering en wateroverlast op de bouwagenda te houden of te krijgen.

Met name de projectontwikkelaar en gemeente zijn zeer nauw betrokken bij het bouwproces en hebben een groot belang bij het gerealiseerd krijgen van het initiatief. In tabel 4.2 zijn de rollen en verplichtingen ten aanzien van ontwatering in het bouwproces samengevat weergegeven. Hoewel het (grond)water onderdeel uitmaakt van het proces is het nog maar de vraag in hoeverre dit door deze partijen voldoende wordt uitgenut. Met andere woorden: is het water een last of een lust? Veel hangt af van de ambities van de gemeente en de wisselwerking tussen gemeente, waterschap en initiatiefnemer. Is de wisselwerking actief dan gaat hier een stimulerende werking van uit. Vaak nog heeft het vraagstuk (grond)water een verplicht karakter (een watertoets is verplicht, drainage is noodzakelijk om aan ontwateringscriteria te voldoen). Dergelijke verplichtingen kunnen tot gevolg hebben dat er onvoldoende prikkels zijn om creatief met water om te gaan.

Tabel 4.2. Rollen en verplichtingen in het proces

	Planfase	Bouwfase					Beheerfase
		Initiatief	Definitie	Ontwerp	Voorbereiding	Realisatie	
grondwater in:	haalbaarheid ambitie	watertoets	waterparagraaf	ontwatering en riolering	vergunningen	aanleg	monitoring op werking, onderhoud
verplicht?	nee	ja	ja	ja	ja	ja	nee
waar vastgelegd	structuurvisie	watertoets	Besluit ruimtelijke ordening (BRO)	ontwaterings en rioleringsplan	WVO grondwaterwet		
wie is verantwoordelijk	overheid	initiatiefnemer	initiatiefnemer	initiatiefnemer	initiatiefnemer	aannemer	gebruiker, gemeente
wie toetst	overheid	waterschap	waterschap	gemeente	provincie waterschap	gemeente waterschap	gemeente

In de praktijk blijkt dan ook dat, alle goede bedoelingen ten spijt, de aandacht voor het grondwater en daarmee ontwatering tijdens het bouwproces vaak verslapt.

Tijdens de initiatieffase zijn de ambities vaak nog hoog. Echter, tijdens het bouwproces veranderen inzichten, belangen, plannen en wordt er ingeleverd op de aanvankelijke ambities en gestelde eisen. Een voorbeeld hiervan is het ruimtebeslag van wadi's. Vaak uitgesproken als een ambitie delven deze vaak het onderspit wanneer er te weinig ruimte voor parkeerplaatsen dreigt. In de huidige situatie wordt ontwatering dan nog te vaak een ondergeschoven kindje, in sommige gevallen ontbreekt een afdoende toetsing voor dit aspect.

4.3.1. Planfase

In deze fase vindt de eigenlijke aanwijzing van gebieden plaats die bestemd worden voor nieuw stedelijk gebied. Dergelijke gebieden zijn dan een gegeven waarmee initiatiefnemers het 'zullen moeten doen'. Bij de aanwijzing en keuze van dergelijke gebieden worden veel afwegingen gemaakt. Vaak nog wegen sociaal-economische belangen zwaarder dan het (grond)waterbelang. Vaak worden wel ambities en randvoorwaarden ten aanzien van het (grond)water uitgesproken: 'de afvoer van water uit het gebied mag de landbouwnorm niet overschrijden' of 'gestreefd moet worden naar een waterneutrale inrichting'. Maar in hoeverre deze ambities overeind blijven zal blijken tijdens het bouwproces. Door in deze fase goede waterkansenkaarten op te stellen is het in elk geval beter mogelijk om bepaalde locaties vanuit waterhuishoudkundig perspectief meer of minder geschikt te verklaren.

Een belangrijk uitvloeisel van deze fase is onder andere het bestemmingsplan. De waterkenmerken kunnen in het bestemmingsplan worden opgenomen waarmee door de gemeente de randvoorwaarden ten aanzien van bouwen kunnen worden vastgelegd. In de praktijk echter kennen de bestemmingsplannen daarin nog vele (detail)verschillen. Wat hierbij ook goed kan helpen is het beschikbaar zijn van een SGOR (Stedelijk best haalbare Grondwater en Oppervlaktewater Regime) voor stedelijk gebied. In slechts een aantal gevallen is zo'n SGOR opgesteld terwijl dit juist een goed uitgangspunt kan zijn voor het vaststellen van de randvoorwaarden ten aanzien van ontwatering.

4.3.2. Initiatief-fase

In de initiatieffase krijgen de eerste gedachten rond een project vorm, waarbij ideeën worden opgetekend. Plannen worden in deze fase ook getoetst op haalbaarheid -financieel en planmatig- en er worden mogelijke risico's en knelpunten in kaart gebracht, opdat een verantwoorde beslissing kan worden genomen.

Zo'n initiatief kan bestaan uit geheel nieuwe uitbreiding (bijvoorbeeld VINEX, (www.deblauwestad.nl) maar ook 'inbreiding' in reeds bestaand stedelijk gebied. Deze fase wordt gebruikt om de scope van het plan te definiëren, te oriënteren op de mogelijkheden en het opstellen van eerste intentieverklaringen. Voor grondwater is het van belang om zaken zoals de locatie, en de toekomstige bebouwing duidelijk te krijgen. Met betrekking tot deze vragen moet ook bekeken worden wat haalbaar is, dit zal de opdrachtgever of de wetgevende instantie aan kunnen geven.

In deze fase dienen een groot aantal keuzes te worden gemaakt en moeten afspraken worden gemaakt. Zo moet worden nagedacht over de locatiekeuze in relatie tot ontwatering en moeten keuzes worden gemaakt ten aanzien van de te realiseren bebouwing en infrastructuur. Door in deze fase grondwater al een volwaar-

dige plaats te geven kunnen veel (grote) wateroverlastproblemen worden voorkomen of opgelost in het geval van inbreidingslocaties.

De locatie wordt gekozen op basis van een aantal criteria, zoals bereikbaarheid, financiën en bestemmingsplan. Ook het (grond)water moet onderdeel van deze keuze uitmaken. Hierbij komt het voor, dat het belang van andere criteria groter wordt geacht dan dat van water en de keuze op een, watertechnisch gezien, mindere locatie valt. Op zich hoeft dat niet tot problemen te leiden, zolang uit het watertoetsproces maar duidelijk is geworden wat de consequenties van de gemaakte keuzes voor het water zijn en wat de eventuele maatregelen en kosten voor beheer en onderhoud zijn. Juist in deze fase is het van belang om het grondwater goed in kaart te brengen.

Checklist lokatiekeuze

- Wat is het NAP niveau van het bestaande maaiveld?
- Wat is het huidige grondwaterstandregime in het gebied (AGOR)?
- Is er oppervlaktewater in het gebied?
- Hoe ligt het maaiveld ten opzichte van de omgeving?
- Hoe lopen de grondwaterstromingen, is er kwel?
- Wat is de ondergrond in het gebied, hoe verhoudt deze zich met grondwater?
- Wat is de aard van de grondlagen (zand, klei, veen);
- Wat is de doorlatendheid van de grondlagen;
- Zettingsgevoeligheid bij ontwatering en belastingen (veen, klei);
- Wat is er al aanwezig aan waterpartijen, zijn deze te gebruiken binnen het plan?
- Is er bestaande bebouwing en hoe kwetsbaar is die?
- Is er al eens watergerelateerde problematiek (wateroverlast, vervuiling) gesignaleerd?
- Is er grondwatervervuiling aanwezig, wat was de vorige functie van het gebied?
- Wat is het (oude/nieuwe) bestemmingsplan van het gebied?
- Wat moet er gebeuren om het gebied geschikt te krijgen (definitie/ontwerp)?
- Wijze van bouw- en woonrijpmaken?
- Zijn er grondwateronttrekkingen in de directe omgeving, is er kans dat deze worden gestopt?
- Toekomstverwachtingen met betrekking tot extremer klimaat?

Checklist bebouwing

- Wat wordt de hoeveelheid verhard oppervlak (hoeveel huizen, straten etc.)?
- Is het wijkthema conflicterend met water(berging)?
- Wat voor type woningen worden er gebouwd? Hierbij valt te denken aan vrijstaand, appartement, met gras op het dak. Dit heeft een sterke samenhang met het aantal vierkante meters verhard oppervlak (en daarmee ook onverhard oppervlak);
- Wordt er onder maaiveld gebouwd? (van belang in relatie tot grondwaterstanden).

Door de vragen van de checklists te beantwoorden wordt in een vroeg stadium al inzicht verkregen waar de knelpunten met betrekking tot grondwater kunnen liggen en kan worden aangegeven waar verder geohydrologisch onderzoek (zie hoofdstuk 5) en eventuele aanpassingen nodig zijn. Het is met name van belang om bovenstaande informatie goed vast te leggen, zodat het kan dienen als referentie tijdens het vervolg van het bouwproces opdat 'men niet vergeet'.

4.3.3. Definitiefase

Hierin worden de verzamelde gegevens en de geformuleerde wensen die tijdens de initiatief-fase zijn verzameld, omgezet in concrete randvoorwaarden en uitgangspunten ten behoeve van de het ontwerp (meestal het Programma van Eisen). De keuzes die in de initiatieffase zijn gedaan worden hier nader beschouwd en afhankelijk van adviezen en commentaar van bevoegde gezagen bijgesteld. 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 vormen dus een essentieel onderdeel van het bouwproces. Waar nodig wordt verder onderzoek gedaan (dit kan ook al wenselijk zijn in de initiatieffase). Door (grond)water en ontwatering een vast onderdeel te laten zijn van het programma van eisen wordt het belang van dit onderwerp in deze fase geborgd. Eventueel ingeschakelde adviesbureaus moeten de scheidslijn tussen een fatsoenlijk en onvoldoende advies scherp in de gaten houden. Hierbij is dan wel voldoende kennis bij de gemeente benodigd om onderzoekvoorstellen en uitgevoerd onderzoek op inhoud te kunnen beoordelen.

Checklist definitiefase

- wat is de vereiste ontwateringsdiepte?
- hoe wordt overtollig grondwater tijdens en na de bouw afgevoerd?
- hoeveelheid open water in relatie tot verhard oppervlak
- hoe wordt het bouwrijpmaken vormgegeven?
- wie is eindverantwoordelijk voor de ontwatering tijdens en na bouw?
- duurzaamheid.

Zijn bovenstaande punten te verenigen met:

- de lokatiekeuze;
- de gewenste functies;
- het stedenbouwkundig concept;
- de bebouwing;
- de ontsluiting, verkeer, parkeren, infrastructuur;
- recreatie, speelmogelijkheden;
- het groen.

4.3.4. Ontwerpfase

In het ontwerp wordt in detail uitgewerkt hoe de woonwijk eruit komt te zien en hoe dit gepland is. Het ontwerp wordt gemaakt op basis van de gegevens uit het programma van eisen en waar nodig aangevuld met nieuwe gegevens. Ook wordt in deze fase berekend of het ontworpen systeem:

1. zal voldoen tijdens de realisatiefase (overlast op de bouwplaats);
2. of schade beperkt blijft indien systeem wordt overbelast;
3. de kwaliteit van de leefomgeving met kleine ingrepen sterk kan worden verbeterd.

Tijdens de ontwerpfase worden keuzes gemaakt ten aanzien van de toe te passen methode en ontwateringstechnieken, de dimensionering ervan, het toe te passen materiaal en de planning

Checklist keuze toe te passen methoden en technieken

- Wat is de gewenste ontwateringsdiepte?
- Wat is de bodemgesteldheid?
- Hoe ligt het bouwterrein er nu bij?
- Beschikbare methodes om tot het gewenste grondwaterregime te realiseren (peil oppervlaktewater, drainage, watergangen en sloten aanleggen, ophogen);
- Systeemkeuze drainage;
- Wat zijn lozingsmogelijkheden drainage?
- Wat zijn de voor- en nadelen van desbetreffende methode t.a.v. grondwater?
- Wat is het toepassingsgebied van deze methode?
- Hoe verhoudt deze methode zich tot de aanleg en onderhoud van het systeem?
- Wat is de duurzaamheid van de gekozen methode?
- Wat zijn de kosten van deze methode (aanleg, beheer, onderhoud)?

Checklist dimensionering van het ontwateringssysteem

- Wat is maatgevend voor de afvoer, zowel in de **bouw**fase als in de **gebruiks**fase?
- Wat is de verhouding verhard-onverhard oppervlak?
- Wat is de doorlatendheid van de grond?
- Hoeveel bergend vermogen moet er zijn **tijdens** de bouw?
- Zijn er eventueel tijdelijk extra (bergings)voorzieningen nodig?
- Hoeveel bergend vermogen moet er zijn **na** de bouw?
- Wat zijn de kosten?

Checklist materiaalkeuze

- Wat zijn de voor- en nadelen van mogelijk toe te passen materiaal (meer of minder robuuste drains, drains met of zonder extra buitenlaag)?
- Wat is het toepassingsgebied van dit materiaal?
- Welk materieel wordt ingezet op de bouwplaats? (i.v.m. dichtrijden, verslempen van de grond hetgeen grotere kans op wateroverlast oplevert)?
- Wat zijn de kosten?

Checklist planning

- Passen de maatregelen ten aanzien van ontwatering in planning bouwproces?
- Is nog aanvullend onderzoek noodzakelijk?
- Worden beoogde doelstellingen ten aanzien van ontwatering gehaald?

4.3.5. Voorbereidingsfase

Na het maken van het ontwerp vindt voorbereiding op de daadwerkelijke realisatie plaats. Het betreft dan voornamelijk de planning van de bouw, de benodigde vergunningen en het te plegen onderhoud tijdens en na de bouwwerkzaamheden (hetgeen wordt vastgelegd in het bestek).

Deze fase heeft een sterke connectie met het ontwerp en de uitvoering. De ontwerptekeningen moeten zodanig worden aangepast dat vergunningen kunnen worden verkregen en de aannemer op de bouwplaats weet hoe en wanneer het werk gemaakt kan worden.

Checklist voorbereiding

- Is het ontwerp uit te voeren?
- Hoe wordt het ontwerp in de praktijk gebouwd?
- Welke vergunningen moeten aangevraagd worden?
- Is er tijdelijke ontwatering (tijdens de bouw) en wordt daarna nog permanente ontwatering aangelegd?
- Wat moet er af zijn vóór de ontwatering kan worden aangelegd (bouwlogistiek)?
- Voor welke activiteit moet de ontwatering gereed zijn?
- Welke activiteiten beïnvloeden het ontwateringssysteem?
- Zijn er tijdelijke bemalingen noodzakelijk?
- Is er voldoende bergend vermogen tijdens de bouw?
- Wie is er verantwoordelijk voor de waterhuishouding tijdens de bouw?
- Wanneer start het onderhoud?

4.3.6. Realisatiefase

Dit is de fase waarin de feitelijke bouw plaatsvindt. Op de bouwplaats zal de aannemer allerlei zaken tegenkomen die niet op papier staan en deze oplossen op basis van ervaring. De vrees voor problemen bij het toepassen van nieuwe technieken kan leiden tot het snel teruggrijpen op oude, vertrouwde methoden. Het is belangrijk deze zaken terug te koppelen met de ontwerpers en de planners, omdat zij

kennis bezitten over het ontwerp en kunnen aangeven of de aangedragen oplossing binnen het ontwerp past. Dit geldt des te meer voor de gehanteerde uitgangspunten ten aanzien van het grondwater en de ontwatering. Daarnaast vindt in deze fase toezicht en handhaving plaats op de bouwplaats door gemeente en waterschap. Een goede communicatie tussen aannemer en de handhavers is van wezenlijk belang om de oorspronkelijke uitgangspunten en randvoorwaarden te borgen.

Checklist realisatie

- Kloppen de aangeleverde tekeningen?
- Zijn alle vergunningen aangevraagd en geïmplementeerd?
- Welke activiteiten zijn van invloed op het watersysteem?
- Hoe is de huidige situatie op de bouwplaats (droog, nat), is actie nodig?
- Wordt het werk goed uitgevoerd?
- Installatie monitoringsysteem;
- ARBO tijdens de bouwwerkzaamheden, kan er onder voldoende droge omstandigheden worden gewerkt?

De gemeente heeft als toetsende instantie in de ontwerp-, voorbereiding- en realisatiefase de kans om de aspecten die met ontwatering te maken hebben, in goede banen te leiden. Zo zijn er voorbeelden van gemeenten die het ontwerp, voorbereiding en realisatie door één afdeling laten doen. De ontwerper van de gemeente begeleidt tevens de geotechnische en geohydrologische onderzoeken voor het desbetreffende project. De onderzoeken worden, samen met input vanuit de gemeente, vervolgens gebruikt voor het opstellen van een waterhuishoudingsplan. Hierbij wordt tegelijkertijd het waterschap betrokken. Tijdens de voorbereiding en realisatie heeft de ontwerper regelmatig overleg met de projectrealisator, de werkvoorbereider en de opzichter. Hierdoor kunnen eventuele knelpunten in het werk worden opgelost en kan worden geleerd voor volgende projecten. Bij nieuwe bouw aanvragen wordt de toetsing door de ontwerper van de gemeente uitgevoerd waarbij het bouwpeil en niveau riolering door de ontwerper wordt bepaald.

De aangelegde riolering, watergangen en drainage worden vrijwel direct ingemeten met behulp van GPS waardoor eventuele afwijkingen ten opzichte van het bestek nog kunnen worden gecorrigeerd. Deze werkwijze draagt ertoe bij dat uitgevoerde werken sneller aan een afdeling beheer kunnen worden overgedragen.

Bovenstaande werkwijze biedt goede kansen om éénduidig met ontwateringsaspecten om te gaan, mits de uitgangspunten die aan het waterhuishoudingsplan ten grondslag liggen goed zijn afgestemd op het watersysteem.

4.3.7. Beheerfase

De beheerfase is de laatste fase, maar begint in feite al veel eerder. Zo dient de beheerder reeds in de ontwerpfase (of nog eerder) aan te geven wat de consequenties van een bepaald ontwateringssysteem zijn voor het beheer en onderhoud. Ook moet in de gaten worden gehouden of het voorgestelde systeem goed wordt aangelegd. Fouten in de aanleg kunnen alleen nog worden verholpen in de beheerfase, vaak betekent dit extra onderhoud (zowel structureel als incidenteel) en dus extra kosten. Omdat bouwprojecten jaren kunnen duren is het raadzaam om al tijdens de bouw te beginnen met onderhoud, zeker vanwege het feit dat ontwatering al vroeg in de bouw wordt aangelegd.

De gemeente en particulier zijn verantwoordelijk voor het beheer van de ontwateringsmiddelen op openbaar respectievelijk privaat terrein. Particuliere drainage wordt echter nog wel eens verwaarloosd door bewoners. Dit is vaak te wijten aan

onwetendheid: zij zijn er nooit op geattendeerd en zijn druk met hun nieuwe woning. Zaken als infiltratie, drainage water, afschot tuinen, achterpaden en dichtgetreden grond rondom de woning zijn op dat moment (nog) niet in beeld. Een oplossing hiervoor is het noemen van deze zaken in het koopcontract. De ontwikkelaar is wettelijk verantwoordelijk voor een goed ontwerp en uitvoering van de ontwatering. In sommige gevallen zal de ontwikkelaar mogelijke claims kunnen verhalen op andere partijen. Knelpunt daarbij kan zijn dat wat een goede grondwaterzorg is, per gemeente aanzienlijk kan variëren.

Checklist onderhoud

- Welke ontwateringsmaatregelen zijn er aanwezig?
- Klopt het opgeleverde systeem met de tekeningen?
- Is het voorgestelde onderhoudsplan voldoende?
- Wanneer moet het onderhoud starten (na of tijdens de bouw)?
- Wie verzorgt klachtenregistratie (grondwaterloket, zorgplicht gemeente)?

4.4. Valkuilen in het bouwproces

Juist in de planfase liggen grote kansen om (vanuit ontwatering beschouwde) 'slechte' locaties te mijden. Sociaaleconomische factoren zullen over het algemeen zwaarder wegen dan de factoren die met ontwatering te maken hebben. Als potentiële knelpunten al worden erkend wordt veel vertrouwen in beschikbare technieken gesteld.

Met name in de *initiatief- en definitiefase* zijn er relatief veel vrijheidsgraden waar het gaat om de ontwatering. Om juist water een volwaardige plaats in het bouwproces te geven is voor deze fase de watertoets in het leven geroepen. Deze verplichte toets wordt echter voor zowel grote nieuwbouwlocaties als voor kleine inbreidingen toegepast. De watertoets biedt over het algemeen goed inzicht in de wateraspecten van een te ontwikkelen initiatief en zorgt ervoor dat ambities en principes ten aanzien van het grondwater en ontwatering zijn vastgelegd. Er is echter geen absolute verplichting voor de initiatiefnemer zich daaraan te houden. Wel moet hij motiveren waarom hij afwijkt en dient de consequenties van die afwijking in beeld te brengen. Ontwatering is één van de vele aspecten waarmee bij het realiseren van ruimtelijke plannen rekening moet worden gehouden. Door ontwatering een meer prominente plaats in het besluitvormingsproces te geven kunnen mogelijke problemen worden voorkomen.

In de *ontwerpfase* is het openbaar gebied over het algemeen zodanig ingericht dat bouwrijpprincipes zijn doorgevoerd. In deze fase worden de 'grove' principes op detailniveau uitgewerkt. De vrijheidsgraden voor de initiatiefnemer zijn daarbij echter groot. Ditzelfde geldt voor de gemeente als het gaat om het openbaar gebied. Te vaak blijkt dat in deze fase omwille van andere belangen ingeboet wordt op de bouwrijp- en ontwateringsprincipes.

Eventuele tekortkomingen in het ontwateringsontwerp kunnen al in de *realisatiefase* aan het licht komen. De aannemer kan als gevolg van slechte ontwatering overlast ondervinden. Dit kan leiden tot slechte arbeidsomstandigheden en slechte begaanbaarheid van het bouwterrein. Het is vaak een voorbode van de problemen die zich voor kunnen gaan doen tijdens de gebruiksfase.

In de *gebruiksfase* komen principe- en ontwerpfouten aan het licht. De gebruiker en gemeente worden geconfronteerd met deze fouten en gebreken. Het herstel van deze onvolkomenheden gaan gepaard met veel ergernis en relatief hoge kosten. Gemeenten worden geconfronteerd met hoge kosten voor het beheer.

Concluderend kan worden gesteld dat het grondwater en de ontwatering niet altijd de aandacht krijgen die het verdient. Vaak wordt ingeleverd op de aanvankelijke ambities ten aanzien van het grondwater, omdat andere belangen prevaleren boven de ontwatering. Wanneer het belang van het grondwater te laat in het bouwproces herkend wordt, moeten er kunstgrepen worden uitgevoerd om tot (niet optimale) oplossingen te komen.

In een kenniscel (proces) wordt nagedacht over de vraag hoe het belang van ontwatering tijdens het bouwproces beter te bewaken.

Kenniscel (Procesvraag)

De kennisvraag "Hoe waarborg je ontwatering tijdens het ontwerp- en bouwproces en tijdens het beheer" wordt momenteel in een kenniscel onderzocht. De resultaten worden geïntegreerd in dit hoofdstuk

Suggesties voor verbetering

Het is over het algemeen geen onwil om het grondwater en de ontwatering geen integraal onderdeel uit te laten maken van het bouwproces. Het is eerder een combinatie van onvoldoende kennis, het ontbreken van een duidelijk toetsingskader en een onvolledige communicatie die ontwatering niet voldoende hoog op de bouwagenda zetten.

Factoren voor het succesvol afstemmen van het bouwproces en waterbeheer

- Hoe wordt bewustwording gecreëerd; op welke manier worden de belangen van een goede ontwatering zichtbaar gemaakt?
- Hoe wordt verantwoordelijkheidsgevoel gecreëerd?
- Wie heeft welke taken?
- Welke actor is verantwoordelijk voor het grondwater, algemeen en per fase?
- Wie zorgt voor overdracht van het grondwaterbelang naar een volgende fase (communicatie)?
- Wie zorgt voor terugkoppeling naar een vorige fase, welke actoren voor grondwater?
- Hoe hier het overzicht over te houden, centraal overleg o.d., wie moet hier dan bij aanwezig zijn?
- Welke afspraken dienen contractueel vastgelegd te worden?
- Hoe zit het met aansprakelijkheden bij optredende grondwaterproblemen?
- Registratie van het ontwateringssysteem: waar liggen leidingen/drainen/doorspuitpunten/lozingspunten, wat is de aanlegdiepte?
- Wie coördineert klachtenregistratie?

Alle bovenstaande vragen roepen om een 'overkoepelend' geheel, teneinde de zorg voor het grondwater te borgen. De indruk bestaat dat de meeste middelen voor deze borging wel voorhanden zijn maar dat daar in de praktijk nog niet altijd op een goede wijze gebruik van wordt gemaakt. De huidige watertoets is daarvoor nog te beperkt en te vrijblijvend.

Gedacht kan worden aan een Masterplan Water. Door de ontwatering integraal onderdeel te laten zijn van dit Masterplan krijgt het de plaats die het moet hebben. De watertoets vormt een belangrijk onderdeel van het Masterplan en wordt met name in de initiatief- en definitiefase toegepast. Het Masterplan is niet 'vrijblijvend' en er moet één toetsende instantie voor de Masterplan zijn. Deze instantie borgt de afspraken die in het Masterplan Water zijn afgesproken, van begin tot eind.

In het Masterplan Water worden taken en verantwoordelijkheden ten aanzien van het grondwater vooraf bepaald en vastgelegd. Het accorderen van het plan door de deelnemende actoren creëert bewustwording, borgt het belang van grondwater

in het gehele bouwproces en verplicht de actoren tot het naleven van het Masterplan. Het Masterplan kan vervolgens worden opgenomen als bijlage bij de realisatieovereenkomst tussen de marktpartijen (onderdeel van het bestek). Voor particuliere eigenaren kunnen informatie en verantwoordelijkheden ten aanzien van het grondwater en ontwatering worden opgenomen in een uit het Masterplan afgeleid Watercertificaat dat onderdeel gaat uitmaken van het eigendomsbewijs. Nu al zijn er voorbeelden waar in een koopcontract de verantwoordelijkheden voor aangelegde ontwateringsmiddelen worden vastgelegd.

5. INTEGRAAL ONTWERP VAN ONTWATERINGSSYSTEMEN

5.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke stappen er bij het ontwerp van een ontwateringssysteem doorlopen moeten worden, wat cruciale keuzemomenten zijn en wat minimaal benodigd is voor goed ontwerp van een ontwateringssysteem. De inhoud van het hoofdstuk richt zich met name op hen die een systeem zelf willen ontwerpen of een ontwerp moeten beoordelen.

5.1.1. Waarom een ontwerp?

Grondwateroverlast in stedelijk gebied hangt dikwijls samen met het feit dat het ont- en afwatering niet voldoet aan de ontwateringscriteria. Het ontwerp van het ontwateringssysteem is dan ook een belangrijke fase in het bouw- en woonrijpmaken. Uit afstudeeronderzoek van de TU Delft (Beter bouw- en woonrijpmaken, Verkennend onderzoek wijze van bouwrijpmaken in Nederland. TU Delft (o.a. D. Biron), 2004) is gebleken dat van onderzocht projecten er 11 niet juist worden bouwrijp gemaakt (in de aanleg gaat het dan mis). Ontwateringsvoorzieningen worden vaak aangelegd op basis van ervaring. Achteraf blijkt hierdoor veel problemen met grondwateroverlast te ontstaan.

Ondanks het belang van een goed ontwerp blijken er in de recente praktijk nog steeds gevallen voor te komen van grondwateroverlast die te herleiden zijn tot fouten in de ontwerpfase. De oorzaken hiervoor kunnen divers van aard zijn, zoals:

- het gebruik van onvoldoende of onbetrouwbare gegevens;
- het hanteren van verkeerde uitgangspunten en ontwerpcriteria;
- het onvoldoende rekening houden met toekomstige ontwikkelingen in het gebruik (van aanleg- naar woonfase) of de omgevingsfactoren van het gebied (bijvoorbeeld klimatologische veranderingen);
- de keuze voor een verkeerd type ontwateringssysteem;
- geen rekening gehouden met afkoppelen en infiltratie van regenwater in combinatie met het ontwerp van de ontwatering;
- het onvoldoende rekening houden met de geohydrologische bodemeigenschappen van het gebied (zoals het optreden van kwel, zetting en inklinking);
- het niet rekening houden met tijdsafhankelijke variaties van (hydrologische) omgevingsfactoren;
- het ontwerp niet goed of onvolledig uitvoeren (aanlegfase);
- het onvoldoende rekening houden met het toekomstig beheer en onderhoud.

5.1.2. De plaats van het ontwerp in het proces van bouw- en woonrijpmaken

Het ontwerp van het ontwateringssysteem is onderdeel van een uitgebreid proces. Voorafgaand aan de fase van het ontwerp van een ontwateringssysteem zijn er uitgangspunten geformuleerd die van invloed zijn op het ontwerp van het ontwateringssysteem. Hierbij kan worden gedacht aan:

- de keuze ten aanzien van de wijze van bouwrijpmaken? Partieel of integraal ophogen in combinatie met bodemverbetering, gesloten grondbalans, peilverandering. Deze keuze hangt soms ook weer af van de keuze van het ontwateringssysteem;
- de keuze t.a.v. riolering en regenwaterafvoer. Komen er wadi's of andere infiltratievoorzieningen?
- de aard van de bebouwing, woonwijk, industriegebied of anderszins. Daarmee hangt samen de mate van verharding en de ligging van de vaste elementen van de infrastructuur (wegen, kabels en leidingen in sleuven);
- het ambitieniveau ten aanzien van water. Welke plaats wordt het water gegeven in het ontwerp? Moet het een wijk worden waar water een grote rol speelt of is water op de achtergrond aanwezig?

- is er al een schetsplan of waterstuctuurkaart, waarop de ligging en omvang van het water indicatief zijn aangegeven?
- wat zijn de relaties met de omgeving van het plangebied, welke aansluitingsmogelijkheden zijn er?

De fase van het ontwerp van ontwatering in stedelijk gebied bestaat uit een aantal subfasen, waarvan er globaal 5 kunnen worden onderscheiden:

1. het geohydrologische onderzoek voor het bepalen van de AGOR (Actuele Grond- en Oppervlaktewater Regime);
2. inventarisatie van de gebruiksfuncties en toetsingscriteria's van het Beste Grond- en Oppervlaktewater Regime (BGOR)
3. toetsing AGOR aan de BGOR;
4. de keuze van een ontwateringssysteem;
5. dimensionering van het ontwateringssysteem.

In afbeelding 5.1 is een stroomschema opgenomen voor het ontwerp van een ontwateringssysteem, waarin een uitwerking van deze 5 fasen is opgenomen. In het stroomschema zijn de diverse keuzemomenten opgenomen met daarnaast de uit te voeren werkzaamheden in chronologische volgorde en de momenten van terugkoppeling in het proces.

5.2. Geohydrologisch onderzoek ter bepaling van de AGOR

Voor het bepalen van het AGOR is het noodzakelijk om het geohydrologisch systeem in beeld te brengen. Er zijn diverse geohydrologische systemen (bijvoorbeeld, klei-/veenpolders, rivieren, vrij afwaterende zandgebieden etc.) Deze zijn kort beschreven in bijlage VI. Voor het in beeld brengen van het geohydrologisch systeem zijn de volgende vragen van belang:

- wat is het verloop van de grondwaterstand en de diepere stijghoogte in de ruimte en in de tijd? Treden er bijvoorbeeld grote variaties op in de tijd en zijn er natte plekken in het terrein aanwezig;
- zijn er 'externe' factoren die van invloed zijn op het hydrologisch systeem? Denk hierbij bijvoorbeeld aan een waterwinning, een rivier (hoog- en laagwater), klimaatverandering en zeespiegelstijging;
- is het gebied een kwel of infiltratiegebied? Hoe groot is hierin de variatie in ruimte en tijd?
- wat is de waterkwaliteit van het grond- en oppervlaktewater?

Om antwoord op deze vragen te kunnen geven wordt een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd.

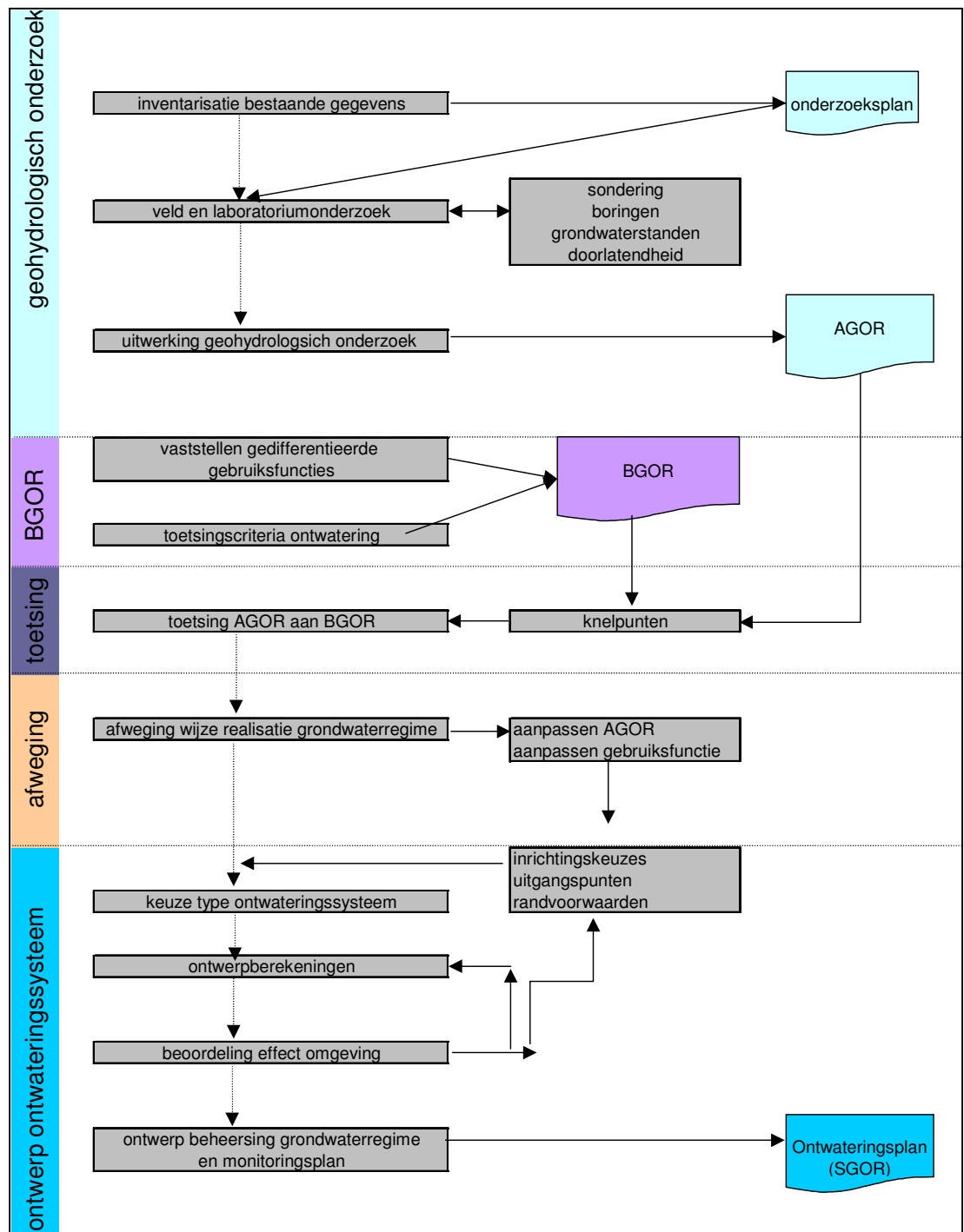
5.2.1. Onderzoek bepaling bodemopbouw en grondwaterregime

inleiding

Bij het ontwerp van een ontwateringssysteem spelen diverse factoren een rol. Vaak is de meest bepalende factor is de samenstelling van de bodem (met name de opbouw en de doorlatendheid). Deze bodemeigenschappen kunnen op korte afstand sterk variëren en zijn over het algemeen niet op lokale schaal voldoende nauwkeurig bekend. Daarom is het uitvoeren van een geohydrologisch onderzoek ter bepaling van het AGOR van groot belang.

Veelal vindt er ten behoeve van bouwrijpmaken geen apart geohydrologisch onderzoek plaats voor het ontwerp van het ontwateringssysteem. Vanuit kosten- en tijdoverweging is het goed om de diverse onderzoeken rondom bouwrijpmaken te combineren. Daarom moet het geotechnisch grondonderzoek en het geohydrologisch onderzoek ten behoeve van de ontwatering worden gecombineerd, vaak ook eventueel met het milieukundig bodemonderzoek.

Abbeelding 5.1 Stroomschema ontwerp ontwateringssysteem



Het geohydrologisch onderzoek kan worden onderverdeeld in:

1. inventarisatie bestaande geohydrologische gegevens;
2. veld- en laboratoriumonderzoek.

1. inventarisatie bestaande gegevens

Het geohydrologisch onderzoek begint met een uitgebreide inventarisatie van bestaande gegevens. Bronnen en informatie die kunnen worden geraadpleegd zijn:

- (verouderde) grondwaterkaart van Nederland (DGV-TNO), de informatie uit de grondwaterkaart is goed bruikbaar om een eerste idee te verkrijgen van de bodemopbouw, geohydrologische schematisatie, grondwaterstanden en stijg-

hoogten. De informatie is echter regionaal van aard en niet geactualiseerd op basis van nieuwe ondergrondgegevens;

- www.dinoloket.nl hieruit kunnen boorstaten, sondeergrafieken, grondwaterstanden en stijghoogten worden opgevraagd.
- voor de diepere ondergrond kan via het dinoloket het REgionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS) worden geraadpleegd. Hierin is informatie opgenomen over de verbreiding, dikte en geohydrologische parameters (kD en C) van de geologische formaties;
- de papieren bodem / geologische kaart geeft een eerste indruk van de ondiepe ondergrond, maar wordt niet meer geactualiseerd op basis van nieuwe informatie;
- www.bodemdata.nl (Alterra), hierin zijn de digitale bodemkaarten opgenomen inclusief de bijbehorende achtergrondinformatie (ondiepe boringen);
- (archief)gegevens eerder onderzoek, uit de archieven van gemeenten, provincies, landinrichtingsdiensten en dergelijke kan soms nog bruikbare gegevens uit eerdere onderzoeken worden gehaald;
- de geodatabank (www.geodatabank.nl) waarin sonderingen, boringen en geotechnische profielen zijn opgenomen.

2. Veld- en laboratorium onderzoek

algemeen

Op basis van de inventarisatie wordt een plan gemaakt voor veld- en laboratoriumonderzoek. Het veldonderzoek bestaat meestal uit het uitvoeren van sonderingen, boringen, nemen van (on)geroerde monsters plaatsing en waarnemen van peilbuisen. Daarnaast zijn relatief dure geofysische meetmethoden beschikbaar voor de bepaling van de bodemopbouw.

De hoeveelheid benodigd uit te voeren geohydrologisch veld- en laboratoriumonderzoek hangt af van:

- de gedetailleerdheid en representativiteit van de reeds aanwezige informatie;
- de ruimtelijke en verticale variatie in bodemopbouw en geohydrologische schematisatie (doorlatendheden);
- de gradiënt en fluctuatie van grondwaterstanden en stijghoogten;
- de zettings- of inklinkingsgevoeligheid van de bodem;
- hoe het stedelijk gebied is ingericht of ingericht gaat worden.

Bij het geohydrologisch onderzoek voor bouwrijpmaken wordt veelal vanuit kostenefficiëntie en tijdsdruk aangesloten bij het benodigde geotechnisch onderzoek. Hiervoor zijn indicatieve minimale hoeveelheden voor bepaald op basis van een basisonderzoek (CUR rapport 2003-7, bepaling van geotechnische parameters).

Op dit moment zijn er geen richtlijnen of NEN-normen voor de minimale omvang van het uit te voeren geohydrologisch onderzoek. Dit kan in een kenniscel worden uitgezocht. Door het ontbreken van richtlijnen wordt het geohydrologische onderzoek vaak op basis van ervaring en expert-judgement ingeschat. Zo wordt bijvoorbeeld als hart-op-hart afstand voor sonderingen indicatief een minimale afstand van 50 m aangehouden, voor boringen 200 m. Bij een complexe bodemopbouw in het gebied dient het benodigde grondonderzoek met een factor 1,5 – 2 vermenigvuldigd te worden ten opzichte hetgeen in geotechnische richtlijnen noodzakelijk is.

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag “Wat is het minimaal benodigd geohydrologisch onderzoek voor bouwrijpmaken? En hoe dwing ik dat af, met een richtlijn, of in de wartertoets? is mogelijk een belangrijk onderwerp om in een kenniscel te laten onderzoeken. De eventuele resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

veldonderzoek

Sonderingen hebben als voordeel dat ze goedkoop zijn, snel zijn uit te voeren en een goede informatie geven over de bodemopbouw (voorkomen van zand, klei of veen) tot circa 30 meter minus maaiveld. Met behulp van waterspanningsmetingen en dissipatieproeven kan bovendien de doorlatendheid van slecht doorlatende lagen in situ worden bepaald en kan de stijghoogte worden gemeten. Opgemerkt wordt dat dit éénmalige indirecte metingen zijn. Het in 2005 uitgevoerde ringonderzoek sonderen (Tiggelman en Beukema. Ringonderzoek sonderen, geotechniek 3^e jaargang, 2006) heeft aangetoond dat verschillen in de resultaten van de sonderingen tussen verschillende bedrijven aanzienlijk kunnen zijn. Dit betekent dat sonderingen altijd moeten worden uitgevoerd tezamen met boringen om tot een juiste interpretatie van de sondeergrafieken te komen.

Boringen hebben als voordeel dat de geboorde grond direct kan worden geïnspecteerd. Er zijn verschillende boormethoden beschikbaar (handboring, pulsborring, luchtlift) ieder met hun eigen voor- en nadelen. Voor nauwkeurige beschrijving van grondlagen en om ongestoorde monsters te verzamelen kan een Begeman of ackermanboring (volledig gestoken boring) worden gebruikt. Voor diepe boringen wordt meestal gebruikt gemaakt van luchtlift of zuigboringen. Een nadeel bij boringen is dat ze vaak relatief duur zijn.

Peilbuizen kunnen worden geplaatst in een boorgat (meerdere filters) of worden weggedrukt als sondering. Weggedrukte peilbuizen (één filter) zijn echter alleen maar toe te passen om de freatische grondwaterstand te meten, omdat er geen bentonietafdichting kan worden toegepast.

Het is voor groot belang voor de bepaling van het AGOR dat de grondwaterstand in het plangebied frequent en gedurende langere periode van jaren wordt gemeten. De grondwaterstanden kunnen handmatig (wekelijks- of tweewekelijks) worden gemeten of digitaal (per seconde, minuut of uur) met de zogenaamde Divers. Voor het bepalen van het grondwaterregime kan naast de uitgevoerde metingen ook een relatie worden gelegd met een representatieve lange meetreeks uit DINO.

Een peilbuis kan naast de bepaling van de grondwaterstand of stijghoogte ook worden gebruikt voor het bepalen van de radiale verzadigde doorlatendheid van de ondergrond (Hooghoudtmeting op een peilbuisfilter, zie ook intermezzo). Om de verzadigde doorlatendheid van de onverzadigde zone te kunnen meten kan de zogenaamde dubbele-ring-infiltratometer worden toegepast. Met deze infiltratiemeter kan vooraf een inschatting gemaakt worden of de bodem voldoende doorlatend is om hemelwater te kunnen infiltreren.

Abbeelding 5.2. Voorbeeld ring-infiltrrometer



Intermezzo: boorgatmethode (Hooghoudtmeting)

De boorgatenmethode komt er op neer dat er water uit een boorgat of peilbuis wordt gepompt en gemeten wordt hoe snel het verlaagde waterniveau per tijdseenheid stijgt. Uit de snelheid van de stijging van het waterniveau kan de doorlatendheid worden afgeleid. De doorlatendheid die hierbij wordt gemeten is de horizontale doorlatendheid over de natte lengte van de boring of geperforeerde gedeelte van de peilbuis (grondwaterspiegel – diepte boring/onderkant peilbuisfilter). Omdat het waterniveau in het boorgat/peilbuis snel kan stijgen is en met name het begintraject bepalend is voor kwaliteit van de meting is het aan te bevelen hierbij gebruik te maken van een automatische drukopnemer (Diver), waarmee met een hoge frequentie de waterstand gemeten kan worden. Het is van groot belang deze waterstand bij aanvang en einde van de proef te controleren met een handmatige meting. Voor de uitwerking van de boorgatenmethode wordt gebruik gemaakt van de methode van Hooghoudt of Ernst. Voor beide methoden geldt dat de metingen aan bepaalde voorwaarden moet voldoen om tot betrouwbare resultaten te leiden. Het is goed om hiervan voor de proef kennis te nemen. Meer over de uitwerking van deze methoden is uitvoerig beschreven Beers, The auger-hole method (Bulletin 1. ILRI, Wageningen 1976.) Om de betrouwbaarheid van de metingen te vergroten is het aan te bevelen om de metingen in één boorgat/peilbuis te herhalen en in meerdere boorgaten/peilbuizen uit te voeren.

De meting kan ook uitgevoerd worden door andersom te werk te gaan door water in het boorgat te brengen en daarna het wegzakken van het waterniveau te meten (omgekeerde hooghoudtmeting). In de praktijk blijkt dat het uitvoeren van dergelijke proeven in een open boorgat tot afkalving van het boorgat leidt, met name in zandige gronden. Om dit te voorkomen kan gebruik worden gemaakt van een casing (of peilbuis) tot boven de diepte waarop de doorlatendheid gemeten moet worden. Door Bouwer 1978 is een vergelijkbare methode ontwikkeld om deze metingen uit te werken.

Met de relatief dure geofysische metingen kan een continu ruimtelijk beeld van de bodemopbouw worden verkregen. Meestal moeten geofysische metingen in combinatie met boringen of sonderingen worden uitgevoerd, zodat de metingen worden

gecorrleerd aan 'harde meetdata'. Een nadeel is dat de interpretatie de nodige kennis vereist en de technieken niet allemaal een hoge nauwkeurigheid bereiken. Een goede beschrijving van de diverse geofysische technieken is opgenomen in het CUR rapport (CUR, Geofysische technieken voor Grondonderzoek, rapport 182). Kort samengevat kunnen de geofysische technieken worden onderverdeeld in:

- mechanische technieken (bijvoorbeeld gravimetrie);
- elektromagnetische technieken (bijvoorbeeld grondradar en geo-electrisch onderzoek);
- nucleaire technieken (bijvoorbeeld gammastraling);
- overigen (remote sensing, tracers).

laboratoriumonderzoek

Door het nemen van een monster in een boring kunnen diverse geotechnische maar ook geohydrologische eigenschappen zoals de doorlatendheid van de grond in het laboratorium worden bepaald. Tijdens het veldonderzoek kan middels een boring een ongeroerd (gestoken) of een geroerd monster worden genomen.

Met een ongeroerd (en dus niet verstoord) grondmonster kan in het laboratorium het volgende worden bepaald:

- k- waarde (middels een constant head test op goed doorlatende grond of een falling head test op slecht doorlatende grond);
- pF-curve;
- vochtgehalte en porositeit.

Met een geroerd (en dus verstoord) grondmonster kan in het laboratorium het volgende worden bepaald:

- vochtgehalte (indicatief);
- k-waarde middels korrelgrootte analyse. Door het monster door een aantal zeven van diverse fijnheid heen te laten gaan kan de verdeling van de korrelgrootte worden bepaald. Deze methode is met name geschikt voor monsters van zand en grind. In de onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de benaming van de diverse korrelgrootte fracties (SBR. Bemaling van bouwputten, publicatie 190.03, 2003).

Tabel 5.1. Overzicht benaming korrelgrootte fracties

korrelgrootte van (µm)	tot (µm)	benaming
0	2	lutum
2	63	silt
63	105	uiterst fijn zand
105	150	zeer fijn zand
150	210	matig fijn zand
210	300	matig grof zand
300	600	zeer grof zand
600	2.000 (2 mm)	uiterst grof zand
2.000 (2 mm)	5.600 (5,6 mm)	fijn grind
5.600 (5,6 mm)	16.000 (16 mm)	matig grof grind
16.000 (16 mm)	63.000 (63 mm)	zeer grof grind
63.000 (63 mm)	200.000 (200 mm)	stenen

Uit de korrelgrootte analyse blijkt hoe het monster over de verschillende fracties is verdeeld. Om hieruit een k-waarde te schatten kan gebruik gemaakt worden van diverse empirische relaties. De meest gebruikte zijn die van Seelheim en Hazen, zie tabel 5.2.

Tabel 5.2. De empirische relatie tussen k-waarde en korrelverdeling

methode	formule	eenheden
Hazen	$k = 1002 * (D10)^2$	k = doorlatendheid in m/dag D10 = korreldiameter waarbij 10 gewichtsprocenten van het monster een kleinere diameter heeft (mm)
Seelheim	$k = 308 * (D50)^2$	k = doorlatendheid in m/dag D50 = korreldiameter waarbij 50 gewichtsprocenten van het monster een kleinere diameter heeft (mm)

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag "Wat zijn de beschikbare (veld)methoden voor de betrouwbare bepaling van de doorlatendheid, en wat is de variatie (verschillen) van de k-waarde bepaling van de diverse methoden? zijn mogelijk interessante vragen om in een kenniscel te laten onderzoeken. De resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

5.2.2. Valkuilen bij geohydrologisch onderzoek

Uit praktijkvoorbeelden blijkt dat er ten aanzien van het geohydrologisch onderzoek een aantal valkuilen bestaan die de kwaliteit of toepassing van het onderzoek kunnen schaden. Een aantal van deze valkuilen zijn bijvoorbeeld:

- het gebruiken van gegevens die niet geschikt zijn voor de gewenste toepassing of schaalniveau. Dit kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door het gebruik van tot lokaal niveau geïnterpoleerde gegevens, zonder de schaaldichtheid en betrouwbaarheid van de achterliggende informatie te controleren;
- vaak worden diepe stijghoogtemetingen en grondwaterstanden omgewisseld, dit kan komen doordat de diepte van een peilbuis niet goed bekend is;
- vaak wordt een grondwaterstand of stijghoogte éénmalig gemeten, hiermee wordt geen inzicht verkregen in het grondwaterregime;
- als het grondwaterregime wel over een langere periode wordt gemeten, wordt deze niet geïnterpreteerd in combinatie met gegevens over de ligging van de drains en sloten, de toestand van deze ontwateringsmiddelen en over de neerslag in de (lange) meetperiode;
- er wordt te weinig of verkeerd onderzoek uitgevoerd. Een stelregel is 'grondveldonderzoek kost altijd geld, of u het nu wel of niet doet' (CUR, Geofysische technieken voor Grondonderzoek, rapport 182). De ervaring leert dat teveel onderzoek over het algemeen minder kost dan te weinig onderzoek;
- het onderzoek wordt uitgevoerd voor een situatie of een tijdstip dat niet representatief is voor het toekomstig gebruik. De bodem in de bouw- en woonfase kan veranderd zijn door verdichting, verslemping en dergelijke. Hierdoor is het veldonderzoek dat voorafgaand aan het bouwrijpmaken is uitgevoerd niet meer representatief;
- het veldonderzoek wordt op basis van verkeerde methoden uitgewerkt of onbetrouwbare resultaten worden niet uit de uitwerking weggelaten;
- er worden vaak (nog) geen grondwatermodellen opgesteld voor de voorspelling van het grondwaterregime.

5.3. Inventarisatie van de gebruiksfuncties en toetsingscriteria's (BGOR)

5.3.1. Vaststellen gedifferentieerde gebruiksfuncties

Voor het bepalen van de BGOR in stedelijk gebied (dynamische ontwateringscriteria) moet worden uitgegaan van de gebruiksfuncties. Voor stedelijk gebied is het

noodzakelijk de gebruiksfuncties zo veel mogelijk te differentiëren. Hierbij is het bodemtype minder van belang om een tweetal redenen:

- de ontwateringscriteria die aan gebruiksfuncties in stedelijk gebied worden gesteld, zijn niet of nauwelijks afhankelijk van het bodemtype. Pas bij de dimensionering van de ontwateringsmiddelen is het bodemtype van belang;
- de bovengrond in stedelijke gebieden worden over het algemeen voorafgaand aan de bouw bewerkt. In de lage delen van Nederland wordt het maaiveld bijvoorbeeld opgehoogd met zand voorafgaand aan de bouw.

Met behulp van gegevens (Masterplan, Structuurplan, Bestemmingsplan) kunnen de gebruiksfuncties nader gedifferentieerd worden. In tabel 5.3 is een voorbeeld opgenomen van gedifferentieerde gebruiksfuncties.

Tabel 5.3. Gedifferentieerde gebruiksfuncties voor de bouw- en woonfase

bouwfase	
bouwwerken	-
infrastructuur	- aanleg kabels en leidingen - aanleg riolering - aanleg (bouw)wegen
begaanbaarheid	te bebouwen terrein
woonfase	
woningen en bedrijven	- bebouwing met waterdichte kelder - bebouwing met niet-waterdichte kelder - bebouwing met kruipruimte - kruipruimteloze bebouwing - bebouwing met fundering op houten palen - Tuinen
droge infrastructuur	- primaire wegen (asfalt) - secundaire wegen (klinkers) - tram / spoor - ondergrondse, waterdichte constructie
Water	- stedelijk gebruikswater - stedelijk leefwater - stedelijk natuurwater - Infiltratievoorzieningen
Openbaar groen	- plantsoen (gras / struweel/ solitaire bomen) - park wetland (struweel / moeras) - park vochtig (elzen / berken) - park droog (beuken, eiken)
Volkstuinen	
Militair oefenterrein	- Kazerne - Terrein
Sportvelden	
Begraafplaatsen	
Kampeerterreinen	

5.3.2. Toetsingscriteria ontwatering (BGOR)

Zoals reeds beschreven in paragraaf 2.2 zijn de (verschillende) ontwateringscriteria in combinatie met een ontwerpafvoer die gehanteerd worden voor stedelijk gebied statisch (zie bijlage II). Ondanks dat deze criteria al vele jaren worden gebruikt in het ontwerp, is het niet wenselijk deze criteria ook daadwerkelijk te hanteren voor het BGOR. Hiermee wordt geen rekening gehouden met de dynamiek van het grondwater, ofwel het grondwaterregime. Beter is om uit te gaan van dynamische ontwateringscriteria voor de bouw- en woonfase.

Dergelijke dynamische ontwateringscriteria kunnen worden uitgedrukt in bijvoorbeeld een gemiddeld hoogste of laagste grondwaterstand (respectievelijk GHG, GLG) of een grondwaterstand met een toelaatbare overschrijdskans.

Middels de dynamische ontwateringscriteria kunnen criteria aan het grondwaterregime worden opgelegd voor de vlakdekkende (gedifferentieerde) gebruiksfuncties. Voor de realisatie van deze criteria is het oppervlaktewater volgend op het grondwater.

5.4. Toetsing AGOR aan BGOR, beoordeling knelpunten

Het optimale grondwaterregime kan vervolgens voor iedere gebruiksfunctie in de bouw- en woonfase worden vergeleken met het actuele grondwaterregime. Het resultaat is een vlakdekkende 'basis' knelpuntenkaart.

Deze kaart kan tevens als werktekening worden gebruikt. Nadat de knelpunten bekend en beoordeeld zijn, kan bekeken worden of:

- de knelpunten opgelost kunnen worden door het aanpassen van het grondwaterregime. Daarbij moet wel beoordeeld worden of het oplossen van een knelpunt voor de ene gebruiksfunctie geen ongewenste (of gewenste) effect tot gevolg heeft voor een andere gebruiksfunctie;
- de gebruiksfunctie aan te passen aan het AGOR (bijvoorbeeld grondwaterneutraal te bouwen).

De keuze voor één (of een combinatie) van beide mogelijkheden voor het oplossen van de knelpunten bepaalt mede de wijze van realisatie van het grondwaterregime dat moet leiden tot het realiseren van het Stedelijk best haalbare Grond – en Oppervlaktewater Regime (SGOR).

5.5. Keuze wijze van realisatie grondwaterregime (SGOR)

Om het best haalbare grondwaterregime te bereiken en daarna te beheersen zijn verschillende methoden beschikbaar. Deze zijn:

- oppervlaktewaterpeil aanpassen;
- ontwateringsmiddelen aanleggen;
- ophogen;
- combinatie van deze methoden.

Het (integraal) ophogen van het maaiveld wordt alleen toegepast als de omstandigheden dat vereisen en het financieel aantrekkelijk is (bv. Amsterdam, Almere). Door integraal ophogen ontstaat er op de lange termijn flexibiliteit (wegen zijn niet gebonden aan ooit gegraven wegcunnetten). Het verlagen van het oppervlaktewaterpeil en te diep draineren kan nadelige gevolgen hebben ten aanzien van zettingen en een toename van de afvoer. In deze publicatie wordt daarom niet verder ingegaan op de methodes ophogen en peilaanpassing van het oppervlaktewater.

In de keuze en afweging voor de wijze om het grondwaterregime te beheersen kan ook nog een andere gebruiksfunctie worden opgelegd, bijvoorbeeld kruipruimte-loos bouwen (grondwaterneutraal bouwen), andere wegconstructies, etc, zie afbeelding 5.3. Ook kan bij de keuze in het bouwrijpmaken gekozen worden voor een natter grondwaterregime (verschillende maten van 'natheid'), bijvoorbeeld met 60 cm drooglegging of bouwen op water.

In de volgende paragrafen wordt verder ingegaan op de methode van het aanleggen van ontwateringsmiddelen. Eerst worden de verschillende soorten ontwateringsmiddelen beschreven. Vervolgens wordt het ontwerp en de dimensionering van de ontwateringsmiddelen beschreven.

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag “Wat is het afwegingskader voor ophogen, (geen) drainage, peilverlaging en kruipruimteloos bouwen? is mogelijk een onderwerp om in een kenniscel te laten onderzoeken. De resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

Afbeelding 5.3. Voorbeeld wateroverlast in de kruipruimte tijdens de bouw



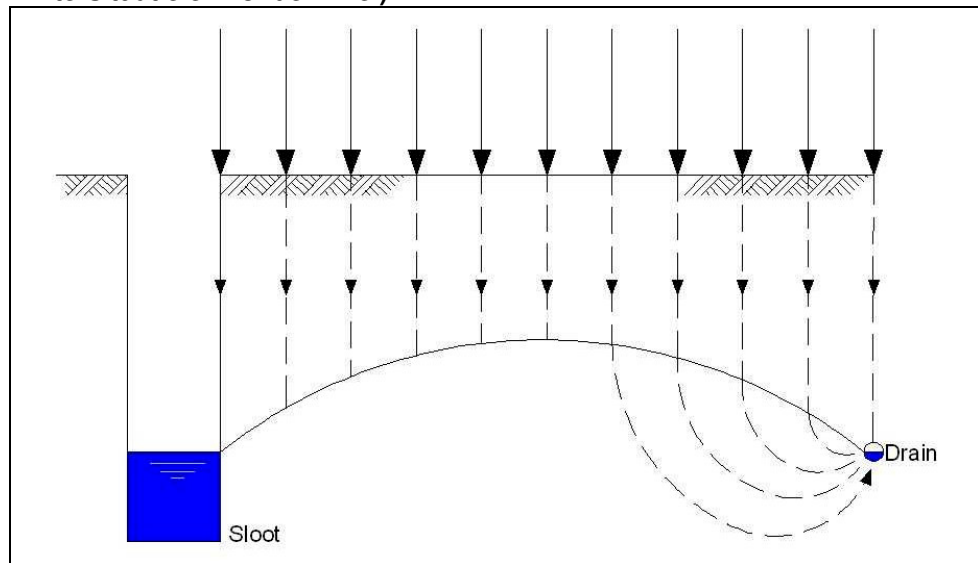
5.6.

Overzicht ontwateringssystemen voor beheersing grondwaterregime

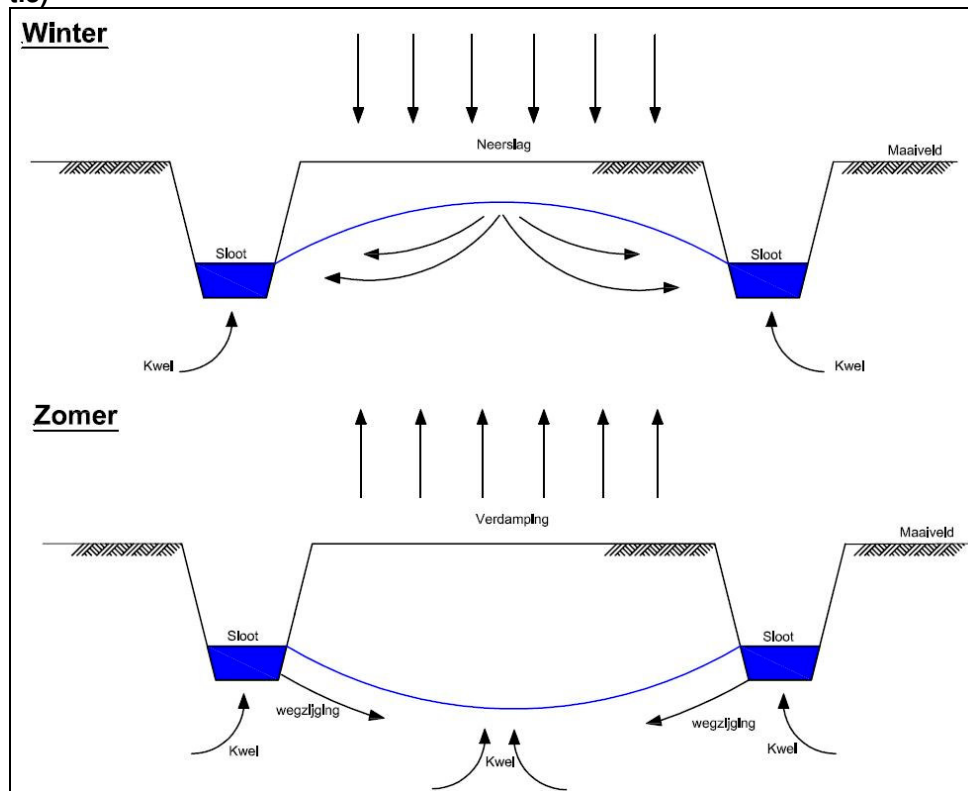
Door het aanbrengen van een afwatering- en ontwateringssysteem is het mogelijk om het grondwaterregime in een gebied zodanig te beheersen, dat bepaalde gebruiksfuncties die van nature niet een gebied zouden kunnen voorkomen toch gerealiseerd kunnen worden. Van de neerslag verdampt een deel (evapotranspiratie), stroomt oppervlakkig af en een deel van de neerslag infiltreert in de bodem. Als het neerslag water de grond indringt stroomt het in de richting van de ontwateringsmiddelen (zie afbeelding 5.4). De ontwatering kan ook door kwelwater worden gevoed vanuit onderliggende diepere watervoerende pakketten. Ook het omgekeerde kan het geval zijn, grondwater zijgt weg naar onderliggende diepere watervoerende pakketten en wordt gevoed vanuit de ontwateringsmiddelen (zie afbeelding 5.5).

De toepassing van ontwateringssystemen is in het verleden ontstaan in de landbouw. Omdat men toen op de hogere gronden woonde was de toepassing van ontwateringssystemen in woongebieden niet wijdverbreid. De ontwikkeling van de ontwateringssystemen heeft dan ook lange tijd een relatie gehouden met de landbouw. Oudere technieken die vroeger in de landbouw werden toegepast, zoals drainage met natuurlijke materialen, moldrains, drainage met pijpjes van klei en beton en schelpendrainage zijn vervangen door PVC-buisdrainage. In stedelijke ontwatering is de toepassing van PVC-buizen voor ontwatering veruit dominant.

Afbeelding 5.4. De afvoer van neerslag naar een ontwateringsmiddel (in een wintersituatie en zonder kwel)



Afbeelding 5.5. De afvoer van neerslag naar een sloot (zomer- en wintersituatie)



Er dient ontwatering worden aangelegd in de zowel de bouwphase als in de woonfase. Welk ontwaterings (-of drainage)systeem ook voor de bouwphase wordt aangelegd en hoe het ook wordt aangelegd, ervaring leert dat het nodig is om een nieuw (tweede) drainagesysteem aan te leggen na de bouwphase als men een goed ontwaterd woongebied wil verkrijgen. De bouwdrainage dient dus als verloren te worden beschouwd. Gebleken is dat in talrijke uitbreidingsplannen, waar geen drainage was aangelegd om te functioneren tijdens de woonfase, achteraf alsnog drainage is aangelegd. Het achteraf aanleggen van drainage in woongebieden gaat echter gepaard met overlast en hoge kosten.

5.6.1. Soorten ontwateringssystemen

Op hoofdlijnen worden de volgende ontwateringssystemen onderscheiden:

- ophogen;
- (verloren) bouwdrainage;
- bouwblokdrainage;
- cunetdrainage of riolsleufdrainage;
- verticale drainage;
- bemalen drainage;
- open water;
- wadi's.

De benodigde ontwatering wordt verkregen door een combinatie van deze ontwateringssystemen. De keuze voor een ontwateringssysteem wordt mede bepaald door de lozingsmogelijkheden van het drainwater. Er kan niet geloozd worden op een gemengd of verbeterd gescheiden rioolstelsel, omdat al het drainwater (en dus grondwater) naar een afvalwater- of rioolwater zuivering gaat.

Voor de ontwatering van het stedelijk gebied wordt over het algemeen de voorkeur gegeven aan drainage omdat dit niet ten koste gaat van de hoeveelheid uitgifbare grond en het onderhoud goedkoper is. Aangezien vervanging van een systeem relatief duur is, is levensduur (i.v.m. kwetsbaarheid) een belangrijk keuzecriterium.

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag "Wanneer wordt diepe en/of ondiepe drainage gekozen? is mogelijk een onderwerp om in een kenniscel te laten onderzoeken. De eventuele resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

ophogen

Middels ophogen met goed doorlatend zand fungeert deze zandlaag als drain. Door open water evenwichtig te verdelen over een bouwplan (en eventueel in combinatie met drainage) is er een robuuste ontwatering.

(verloren) bouwdrainage

Voor het verzorgen van voldoende draagkracht in de bouwfase of het versnellen van het zettingsproces wordt bouwdrainage aangebracht. Vaak wordt bouwdrainage machinaal met een draineermachine aangebracht. Deze bouwdrainage wordt vaak (deels) gecombineerd met andere ontwateringssystemen zoals bouwblokdrainage. Daarbij moet de drainage die voor de bouwfase is gebruikt als verloren worden beschouwd omdat deze beschadigd en verstoord wordt door de bouwactiviteiten (graafwerkzaamheden, heien, etc).

bouwblokdrainage

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. Om beschadigen te voorkomen wordt de drainage aangebracht vóór het aanleggen van de kabels en leidingen en dus niet pas na de realisatie van de woningen. Bouwblokdrainage is eigenlijk bedoeld voor de woonfase en is met name gericht op het drooghouden van kruipruimtes en tuinen. Maar in de praktijk wordt bouwblokdrainage gebruikt tijdens de bouwphase en moet daarom als verloren worden beschouwd.

cunetdrainage / rioolsleufdrainage

Ten behoeve van de stabiliteit van de weg en ter voorkoming van opvriezing wordt er over het algemeen in het wegcunet een drain aangebracht. Deze drains liggen over het algemeen net buiten de randen van de weg en wateren doorgaans direct af op het oppervlaktewater (aansluiting op gemengd of verbeterd gescheiden rioolstelsel mag niet). Ook in rioolsleuven wordt drainage aangelegd. Bij rioolvervanging is het aanleggen van drainage vaak nodig, omdat verouderde en kapotte riolen veelal 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 drainage in rioolsleuven wordt doorgaans voorzien van drainage inspectieputten. In enkele gevallen wordt bij een relatief dun slechtdoorlatende deklaag de cunetten en / of rioolsleuf tot in het Pleistocene pakket aangebracht.

Infiltratie en Transport (IT) riolen is een vorm van cunet- of rioolsleufdrainage. IT riolen bestaan uit geperforeerde rioolbuizen waardoor het water naar het grondwater kan infiltreren (soms zijn IT-riolen ook nog uitgevoerd met een drain onderin). IT riolen worden dus niet specifiek aangelegd voor ontwatering, maar deze functie kunnen ze evengoed vervullen. Bruikbare informatie met betrekking tot IT riolen kan bijvoorbeeld worden gevonden op www.riool.net. Bij de aanleg van IT riolen is de kwaliteit van het te infiltreren water een belangrijk aandachtspunt. Bij infiltratie van afstromend wegwater zijn stoffen te verwachten als PAK's en zware metalen. De concentraties van deze stoffen zijn afhankelijk van de wegbelasting. De effecten van deze stoffen op de grondwaterkwaliteit is mede afhankelijk van de mobiliteit van de stoffen. Doordat de mobiliteit van deze stoffen onder normale omstandigheden gering is, zullen de gevolgen voor de grondwaterkwaliteit naar verwachting beperkt zijn. Wel zal er rondom het IT riool ophoping van stoffen kunnen ontstaan. Hoe zich dit verhoudt tot de KRW hangt mede af van de geformuleerde doelstellingen en de achtergrondconcentraties van de betreffende waterlichamen. Over het algemeen zal de impact van een IT riool naar verwachting lokaal en beperkt zijn, terwijl in het kader van de KRW beoordeling op waterlichaamniveau zal plaatsvinden. Wel zal toetsing moeten plaatsvinden aan de nader vast te stellen drempelwaarden van de nieuwe grondwaterrichtlijn.

vertikale drainage

Verticale drainage wordt hoofdzakelijk toegepast voor:

- a) het versnellen van een zettingsproces. Door verticale drainage (in de bouwfase) wordt de zetting bevorderd door het uittreden van grondwater uit samendrukbare, slecht doorlatende lagen. Het grondwater wordt dus uitgeknepen en stroomt naar boven;
- b) voor afvoer van drainwater naar de diepere ondergrond. Dit type verticale drainage is met name geschikt in gebieden waar een slecht doorlatende laag zorgt voor te hoge grondwaterstanden of schijngrondwaterstanden, terwijl de stijghoogte van het onderliggende pakket beduidend lager is. Om het stagnerende water naar het watervoerend pakket af te voeren kan verticale drainage worden toegepast. Om verticale drainage ten behoeve van de ontwatering te kunnen toepassen moet aan een drietal voorwaarden voldaan worden:
 - de stijghoogte in het onderliggende watervoerend pakket moet gedurende het hele jaar zodanig zijn dat het grondwater voldoende kan worden afgevoerd;
 - het doorlaatvermogen van het watervoerende pakket moet zodanig zijn dat het water voldoende zijdelings kan afstromen in het pakket;
 - de verticale drainage mag niet tot wateroverlast problemen leiden in nabijgelegen gebieden.

bemalen drainage

Onder bemalen-drainage wordt verstaan drainage die dieper dan de ontwateringsbasis (c.q. oppervlaktewaterpeil) in de omgeving ligt. Deze drainage kan niet onder vrij verval lozen en moet worden gecombineerd met een pomp om de ontwateringsdiepte te realiseren. Doorgaans wordt hiervoor een verzamelput / inspectieput gebruikt. Bemalen drainage wordt alleen in uitzonderlijke gevallen of tijdelijk gebruikt, bijvoorbeeld bij de bemaling van een aanleg van een rioolsleuf, het versnellen van zettingen of het tijdelijk invangen van dijkse kwel bij hoogwater.

open water (vijvers, sloten, grachten, greppels)

Open water wordt in het stedelijk gebied aangelegd voor de berging en afvoer van water maar ook voor de belevingswaarde. Daarnaast kan open water ook een ecologische, recreatieve of transport functie vervullen. Ook zijn er praktijkgevallen bekend waarin ontwatering alleen door open water door het waterschap wordt toegestaan (bijvoorbeeld IJburg, Amsterdam). In deze context heeft open water een ontwaterende functie. In goed doorlatende gronden kan de aanwezigheid van open water zelfs voldoende zijn voor het bereiken van voldoende ontwatering middels een acceptabel grondwaterregime. Opgemerkt wordt dat open water meer onderhoud vergt dan drainagesystemen.

wadi's

Een wadi is een infiltratievoorziening voor de opvang, berging en infiltratie (of afvoer) van neerslag. In een komvormige greppel kan het regenwater infiltreren naar het grondwater (of afgevoerd worden middels een drain naar het oppervlaktewater). Primaire functie van een wadi is dus infiltratie en dus niet beheersing van het grondwaterregime. Echter een wadi heeft wel invloed op het grondwaterregime (stijging grondwaterstand) en dus ook op de ontwateringsdiepte. Hiermee dient in de dimensionering van de ontwatering rekening mee te worden gehouden.

5.6.2. Valkuilen bij keuze type ontwateringssysteem

Uit praktijkvoorbeelden blijkt dat er ten aanzien van de keuze en van het type ontwateringssysteem een aantal valkuilen zijn:

- bij het aanbrengen van een ophooglaag op het oude maaiveld wordt niet altijd drainage meegenomen. Door verdichting van het oude maaiveld is het aanbrengen van drainage op het oude maaiveld zeer aan te bevelen (hierbij dient wel eerst de bouwvoor verwijderen);
- het aanbrengen van een ontwateringssysteem of het vergroten van de ontwateringsdiepte betekent dat het gemiddelde grondwaterniveau kan dalen. Hierdoor kunnen zettingen optreden;
- er wordt geen of te weinig geohydrologisch onderzoek uitgevoerd. Hierdoor kan het voorkomen dat op basis van één grondwaterstandsmeting een ontwateringssysteem voor een hele woonwijk wordt ontworpen. De ruimtelijke en temporele variatie is daarvoor dan onvoldoende in beeld.

5.7. Ontwerp ontwateringsmiddelen (SGOR)

5.7.1. Uitgangspunten en randvoorwaarden

De ontwatering van een gebied moet worden ingepast in een (geo)hydrologisch systeem en in de stedelijke (natte) infrastructuur. Dit brengt de nodige randvoorwaarden en uitgangspunten met zich mee. Het is van groot belang om hierover voorafgaand aan het bouwrijpmaken een goed beeld te vormen. Het achteraf aanpassen van ontwateringsmiddelen in een stedelijk gebied is doorgaans een erg dure onderneming en niet zonder risico van beschadigen van privé eigendommen, kabels en leidingen en dergelijke.

Voorafgaand aan het ontwerp zullen de volgende zaken moeten worden geïnventariseerd:

- de kavelindeling;
- de bouwblokindeling;
- de ligging van de grens tussen particulier en openbaar terrein;
- of er infiltratie van regenwater gaat plaatsvinden;
- inrichtingskeuzes (bijvoorbeeld waterstructuur);
- randvoorwaarden oppervlaktewater (streefpeilen, maximale peilstijgingen).

beheersaspecten die van belang zijn in het ontwerp

In het ontwerp dient er vooraf rekening mee gehouden te worden dat het ontwateringssysteem goed toegankelijk is voor onderhoudswerkzaamheden. Bij voorkeur bevat een ontwateringssysteem met drainbuizen niet teveel bochten (zeker niet groter dan circa 15 graden), hellingen, kruisingen en ligt het niet veel dieper dan 1,2 m beneden maaiveld (is onhandig en duur). Het aantakken van diverse buizen op een centrale verzamelleiding heeft mogelijk tot gevolg dat bij een verstopte verzamelleiding een groot gebied onvoldoende ontwaterd wordt. Daarom kan vanuit levensduur en onderhoud de volgende twee stelregels worden aangehouden:

- het systeem wordt bij voorkeur zo eenvoudig mogelijk wordt ingericht;
- de drainage wordt bij voorkeur onder het ontwateringspeil aangelegd zodat de drainagebuis altijd gevuld blijft met grondwater. Hierdoor komt de buis niet in contact met zuurstof en treden er geen of minder chemische reacties op waardoor de buis mogelijk kan dichtslaan met ijzer- en/of mangaanoxide;
- de drainage wordt bij voorkeur niet te dicht bij bomen aangelegd om wortelgroei te voorkomen. Is dat niet mogelijk dan moet de drainbuis beschermd worden met een sterk geotextiel. Hiermee worden verstoppingen voorkomen.

5.7.2. Ontwerpberekeningen

Bij het ontwerp van een ontwateringssysteem gaat het om de dimensionering van:

- de drainafstand ofwel de drainstructuur;
- de draindiameter en drainhelling;
- de locatie en inrichting van de lozings- en doorspuitpunten;
- het materiaal voor de drainomhulling.

Voordat de dimensioneringsberekeningen uitgevoerd kunnen worden, dient eerst de draindiepte te worden vastgesteld. De diepte van een ontwateringsmiddel wordt met name bepaald door de ontwateringsbasis (ofwel het oppervlaktewaterpeil in de omgeving) en de gewenste ontwateringsdiepte. Hierbij worden de volgende stelregels gehanteerd:

- als minimale diepte in verband met het optreden van vorst in de grond wordt doorgaans 0,7 meter gronddekking aangehouden onder wegen en andere infrastructuur;
- de tijdelijke drainage in de bouwfase (bijvoorbeeld kruislingse drainage) dient diep genoeg worden aangelegd. Tijdens de bouwfase worden regelmatig grondverstorende activiteiten uitgevoerd. Bovendien kunnen er problemen ontstaan bij het leggen van kabels, leidingen en riolering. Door de drainage in de bouwfase diep genoeg aan te leggen is de kans op verstoringen kleiner. Daarnaast kunnen de drains tijdelijk worden gebruikt voor grondwerkzaamheden door de inzet als horizontale bemaling;
- permanente drainage voor de woonfase wordt na de bouwfase aangelegd. Deze drainage wordt bij voorkeur onder het ontwateringsbasis aangelegd, zodat de drainagebuis altijd gevuld blijft met grondwater. Hierdoor heeft de drainage minder de kans om te verstopen ten gevolge van oxidatie en uitvlokken van ijzerverbindingen of door biofilm;

- de drains moeten nauwkeurig op de goede diepte worden aangelegd. De afwijking op de vastgestelde draindiepte dient op basis van ervaring kleiner te zijn dan $\frac{1}{2}d$.

rekenmethoden

Het ontwateringssysteem kan gedimensioneerd worden met verschillende rekenmethoden. Hierbij wordt over het algemeen gebruik gemaakt van analytische formules of van grondwatermodellen. Deze berekeningsmethoden zijn verschillend van aard:

- analytisch versus numeriek;
- stationair versus instationair (met gemiddelde waarden rekenen, of het meenemen van variaties in de tijd zoals frequentie en duur van overschrijden van ontwateringscriterium).

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag "Wanneer moet welke rekenmethoden worden toegepast voor de dimensionering van de ontwateringsmiddelen? mogelijk een vraag om in een kenniscel te laten onderzoeken. De resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

In de praktijk wordt van grof (analytisch) naar fijn (gedetailleerde) grondwatermodellen gewerkt. De keuze voor een berekeningsmethode hangt af van

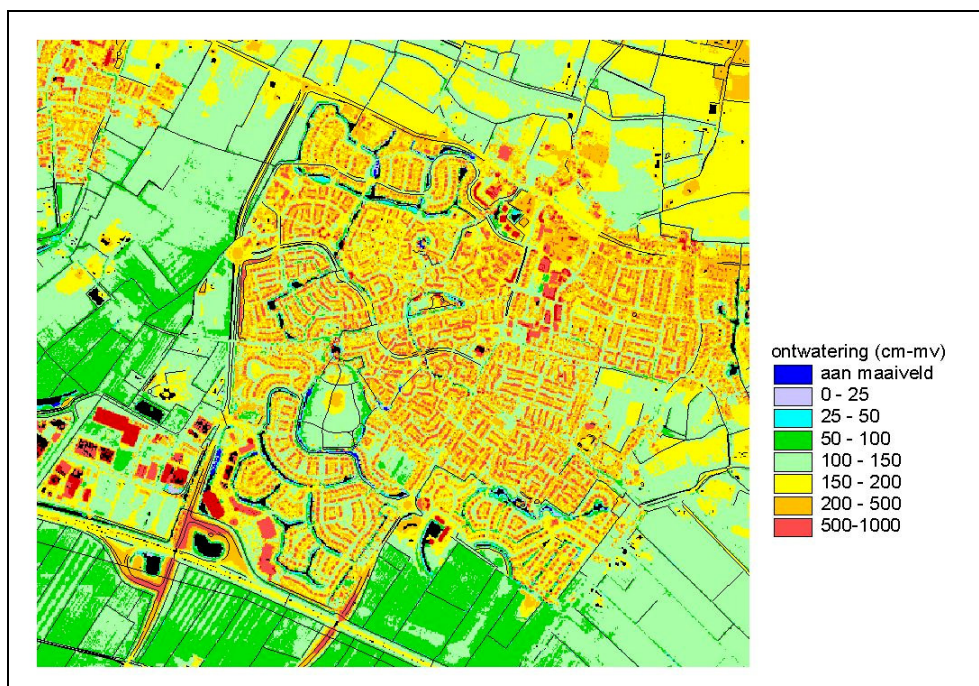
- de snelheid van de gewenste berekeningsresultaten;
- beschikbare (geohydrologische) gegevens;
- of er infiltratie van regenwater gaat plaatsvinden (bijvoorbeeld wadi's);
- hoe de BGOR is geformuleerd (tijdsafhankelijke ontwaterscriteria?);
- de relatie tussen het oppervlaktewater en grondwater in de ondiepe ondergrond (interactie van het topsysteem: de (weerstand) van de weg van de neerslag via berging in de bodem naar afvoer in het oppervlaktewater).

Analytische berekeningen kunnen over het algemeen snel en eenvoudig worden uitgevoerd, maar gaan soms uit van vergaande aannamen. Daarnaast zijn analytische berekeningen minder geschikt voor complexe en tijdsafhankelijke situaties. Het gebruik van een gedetailleerd grondwatermodel heeft als voordeel dat deze ook ten behoeve van de berekenen van de effecten gebruikt kan worden. Numerieke methoden omvatten over het algemeen modelberekeningen die eenvoudig (isotroop) of meer complex opgezet kunnen worden. Veel gebruikte numerieke methoden zijn:

- MODFLOW (zie voorbeeld afbeelding 5.6);
- MicroFEM/Triwaco.

Numerieke methoden kosten doorgaans meer tijd, maar kunnen goed gecombineerd worden met een geohydrologisch onderzoek naar de effecten op omgeving en het hydrologisch systeem (zie paragraaf 5.7.3.).

Afbeelding 5.6. Detail uit een ontwateringskaart, berekend op basis van een MODFLOW model en het AHN. Voor meer betrouwbare ontwateringskaarten is het gebruik van puthoogten aan te bevelen.



berekening afstand ontwateringsmiddel

Om de benodigde afstand van een drain of watergangen te berekenen kan gebruik worden gemaakt van diverse methoden die in de hierboven zijn beschreven. De afstand van de ontwateringsmiddelen hoeft niet over het gehele gebied gelijk te zijn, maar kan variëren afhankelijk van de uitgangspunten en randvoorwaarden (bijvoorbeeld grenzen particulier/openbaar terrein), doorlatendheid van de -bodem, de kwelintensiteit, infiltratie vanuit infiltratievoorzieningen en het gewenste grondwaterregime.

Een bekend voorbeeld van een veelgebruikte analytische berekening voor het bepalen van de drainafstanden is de formule van Hooghoudt (opgenomen in het onderstaande intermezzo).

intermezzo: voorbeeld analytische methode Hooghoudt.

Een veelgebruikte en eenvoudige analytische methode is de methode van Hooghoudt. De vergelijking van Hooghoudt is (voor verklaring van de parameters zie afbeelding.):

$$q = (8 * K_2 * d * h + 4 * K_1 * h^2) / L^2$$

waarin:

q = maatgevende afvoer (aanvulling + kwel + infiltratie uit wadi) (m/dag);

K₁ = doorlatendheid bodem boven het ontwateringsmiddel (m/dag);

K₂ = doorlatendheid bodem beneden de ontwateringsmiddel (m/dag);

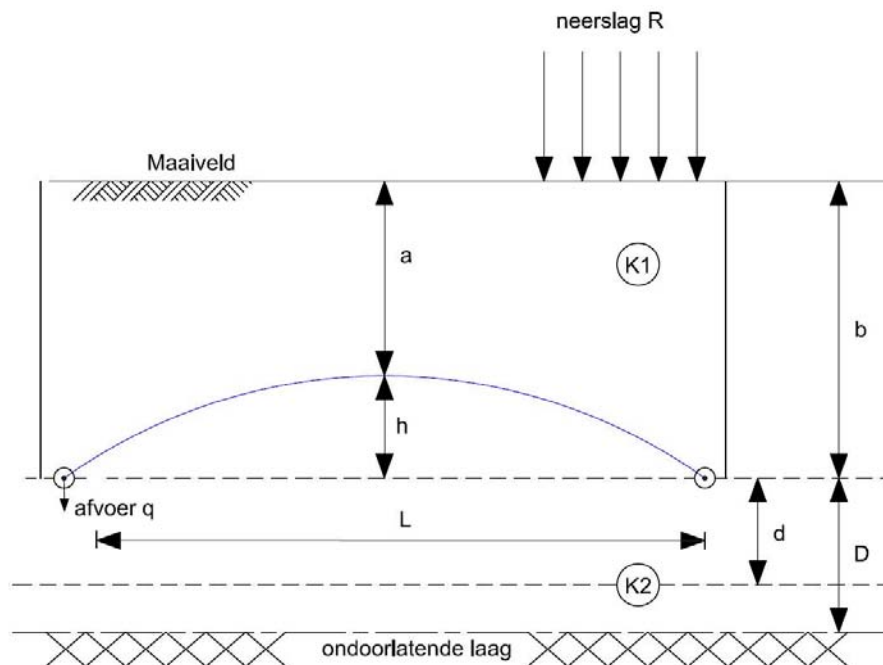
d = equivalente diepte, een functie van L, D en r (m)

D = diepte van de ondoorlatende laag onder het ontwateringsniveau, indien geen laag aanwezig is wordt D oneindig (m);

h = maximale opbolling tussen ontwateringsmiddelen, doorgaans op ½L. Hierbij is h = b – a (m);

L = afstand tussen ontwateringsmiddelen (m);
 b = drooglegging (m-mv)
 a = ontwateringsdiepte (m-mv)

Afbeelding intermezzo: Verklaring parameters



berekening diameter ontwateringsmiddel

Het bepalen van de diameter van het ontwateringsmiddel wordt in deze publicatie beperkt tot de diameter van drainagebuizen. Het bepalen van de benodigde diameter van open water valt buiten het aandachtsveld van deze publicatie.

De diameter van een drainage buis is bepalend voor de capaciteit van de ontwatering. Na het intreden van het water in de drainbuis stroomt het water door de buis naar de sloot of verzameldrain, waarbij het debiet dus steeds groter wordt. Er is een verband tussen de diameter van de drainbuis, de capaciteit en het te ontwateren oppervlak. Er zijn hiervoor diverse (empirische) relaties ontwikkeld. Voor de veel toegepaste ontwerpafvoer van 7 mm / etm (aanvulling + kwel + infiltratie uit wadi is 7 mm / etm) geven zij de maximaal te ontwateren oppervlakte voor verschillende draindiameters (zie tabel 5.4).

Hierbij wordt rekening gehouden met een beperkte reductie van de afvoercapaciteit ten gevolge van vervuiling van de drains bij normaal onderhoud. Voor andere ontwerpafvoeren kan men de maximaal te ontwateren oppervlakte eenvoudig berekenen, omdat de oppervlakte omgekeerd evenredig is met de ontwerpafvoer. Bij een ontwerpafvoer van 5 mm/etm (woonfase) dient het afvoerend oppervlak met 7/5 te worden vermenigvuldigd. Bij deze berekeningen wordt meestal uitgegaan van de hydraulische helling van 10 cm per 100 m.

Tabel 5.4. Maximaal te ontwateren oppervlakte (in ha) van PVC-ribbelbuizen, bij een ontwerpafvoer van 7 mm/dag en toepassing van een reductie in verband met vervuiling, bij verschillende hydraulische hellingen (ref SBR 99 Bouwrijpmaken van terreinen)

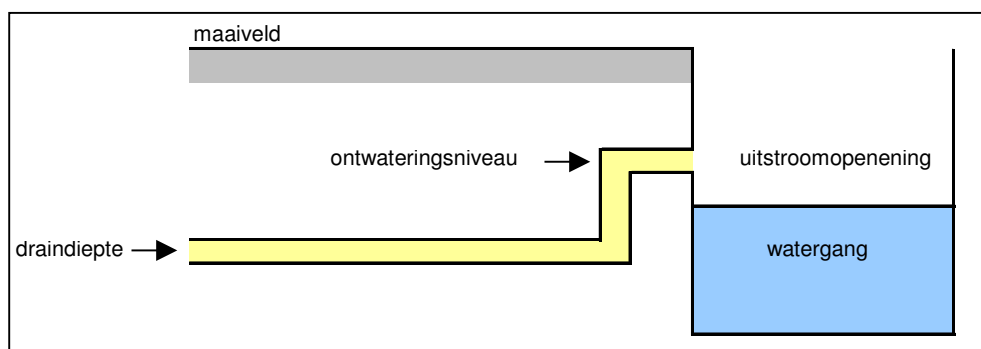
dia- meter drain in mm	Hydraulische helling in cm / 100 m									
	4	5	6	8	10	15	20	25	30	40
50	0,09	0,11	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28	0,32	0,36	0,44
60	0,20	0,23	0,26	0,31	0,36	0,48	0,58	0,67	0,75	0,91
65	0,24	0,28	0,31	0,38	0,44	0,57	0,69	0,81	0,91	1,10
80	0,53	0,61	0,69	0,84	0,97	1,27	1,54	1,79	2,02	2,45
100	1,19	1,38	1,56	1,88	2,19	2,87	3,47	4,03	4,55	5,51

Uit tabel 5.4. zou afgeleid kunnen worden dat hoe groter de helling hoe beter de ontwatering is. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat het onder een helling leggen van drainagebuizen ook mogelijk een nadeel heeft. Zo zal bij verstopping van de drain (benedenstrooms) het water niet meer weg kunnen stromen, waardoor de ontwatering stagneert en mogelijk wateroverlast veroorzaakt. Ook kunnen luchtinsluitingen de afvoer blokkeren. In de praktijk worden de drains in stedelijk gebied daarom veelal nagenoeg horizontaal gelegd.

ontwerp inrichting lozingspunt drainage

Bij het ontwerp verdient de inrichting van doorspuitpunten, eindpunten, controleputten en uitstroompunten van de drainage de aandacht ten behoeve van het beheer en onderhoud. Zo is het raadzaam om de drains permanent onder de minimale grondwaterstand aan te laten leggen om zo verstopping door oxidatie van ijzer te voorkomen. In dit geval wordt het eindpunt van de drainbuis (circa 10 á 30 cm) hoger aangelegd dan het functionele drainagestelsel, maar wel zodanig dat het lozingspunt altijd uitmondt boven het streefpeil van het oppervlaktewater. De draindiepte is dan dus groter dan de ontwateringsdiepte. In dit geval de ontwateringsdiepte gelijk aan het niveau van de uitstroomopening (zie afbeelding 5.7). Tevens is hierbij een bijkomend voordeel dat bij onderhoud van de oever van de watergang (maaien) de uitstroomopening zichtbaar is. Opgemerkt wordt dat de uitstroomopening ook gelijk aan het streefpeil van de watergang aangelegd kan worden om een grotere ontwaterdiepte te realiseren (of minder te hoeven ophogen).

Afbeelding 5.7. Inrichtingschets lozingspunt drainage



5.7.3. Beoordeling effect op de omgeving

Nadat de ontwatering is ontworpen en gedimensioneerd dient beoordeeld te worden of er negatieve (geohydrologische) effecten op de omgeving zullen optreden. Er moet antwoord worden gegeven op:

- wat is het effect van de toekomstige inrichting en ontwatering van het gebied (woonfase) op de hydrologie? Denk hierbij bijvoorbeeld aan het effect van afkoppelen, de toename van het verhard oppervlak, de aanwezigheid van diepe parkeerkelders of tunnels en de aanpassing van de hoeveelheid open water;
- wat is de uitstraling/effect van de ontwatering richting de omgeving? Wat is de invloed van de ontwatering op natuur, landbouw, stabiliteit van infrastructuur of openbaar groen in de omgeving?

Middels een geohydrologisch onderzoek kan op deze vragen antwoord worden gegeven. Het geohydrologisch onderzoek kan uitgevoerd worden op verschillende detailniveaus, afhankelijk van de omvang en kenmerken van zowel het projectgebied als de omgeving. Vaak wordt in eerste instantie een geohydrologische systeemanalyse uitgevoerd, waarin een conceptueel geohydrologisch model wordt opgesteld. Dit geeft op hoofdlijnen aan hoe de huidige grondwaterstroming verloopt, waar kwel en infiltratiegebieden liggen en welke interactie met oppervlaktewater er plaatsvindt. Rekening houdend met eventuele zettingen (en het voorkomen daarvan) kan het oppervlaktewaterpeil worden bepaald voor het realiseren van de SGOR. Middels het grondwatermodel kunnen de effecten op de omgeving worden berekend zoals verandering van het grondwaterregime en verandering van de kwel- en infiltratiefluxen buiten het projectgebied. Indien het tot ongewenste effecten leidt, moet het ontwerp worden aangepast of zelfs de uitgangspunten of randvoorwaarden worden bijgesteld.

relatie ontwerp en watertoets

Het inzichtelijk maken van de effecten van de ontwatering van (nieuw) stedelijk gebied dient ook ten behoeve van de waterparagraaf in het bestemmingsplan. Middels het procesinstrument “watertoets” kan dit worden gecommuniceerd met de (grond)waterbeheerder. De watertoets is verplicht voor waterhuishoudkundige relevante ruimtelijke plannen. De watertoets is geen aparte procedure, maar een traject dat geïntegreerd is in de procedure van het ruimtelijk plan.

Intermezzo Watertoets

De watertoets heeft als doel de negatieve effecten van plannen en besluiten op de waterhuishouding te voorkomen en mogelijke kansen voor het watersysteem te benutten. In de watertoets wordt in eerste instantie beoordeeld of een beoogde locatie geschikt is voor de geplande ontwikkelingen. Daarna wordt in een tweede stap ingegaan op de randvoorwaarden om voor het gebied de gewenste waterhuishoudkundige situatie te bereiken.

In de watertoets komen (technische) aspecten aan de orde zoals

- het voorkomen van (grond)wateroverlast,
- het effect op het grondwaterregime in de omgeving;
- het effect op de kwaliteit van het grondwater (wordt in deze publicatie niet verder uitgewerkt, indringen van brak / zout oppervlaktewater in drainagebuizen, waardoor zoutschade aan openbaar groen en tuinen kan ontstaan).

5.7.4. Materiaalkeuze drain en omhulling

In totaal worden er jaarlijks in Nederland ongeveer 20-25 miljoen meters drainagebuis gelegd. Ongeveer 70% van de drainagebuizen wordt in de landbouw gebruikt, en 30% in stedelijke gebieden. Drainage begon met het toepassen van aardebui-

zen, waar in de ruimtes tussen de verschillende buizen grondwater kon indringen. Vanaf de jaren zeventig kwamen de PVC buizen in opkomst. Het begon met effen buizen met sleuven, tot de huidige PVC buizen met ribbelvorm en perforaties.

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag “Wat is een goede materiaalkeuze voor ontwateringssyste- men” is mogelijk een belangrijk onderwerp om in een kenniscel te laten on- derzoeken. Hierbij wordt gedacht aan drainagebuistype (PVC, HDPE) en omhullingmateriaal (kokos, grind, et cetera). De eventuele resultaten worden geïntegreerd in deze paragraaf.

Buiten ontwateringssystemen van open water worden tegenwoordig bij veel ont- wateringssystemen gebruik gemaakt van PVC (ribbel)buizen. Het aanbod aan dia- meters, kleuren en accessoires voor de PVC buizen is groot. Een belangrijk aan- dachtspunt is de keuze van het omhullingsmateriaal en de sleufvulling. Omhul- lingsmaterialen kunnen grofweg in de 4 typen worden onderscheiden:

- natuurlijke materialen (zoals kokosvezels);
- kunststof volumineuze non-woven omhullingen (zoals polypropeenvezels en korrels zogenaamde PP, zie intermezzo);
- kunststof dunne woven omhullingsmaterialen (zoals nylon, typar);
- granulair materiaal (grind, lavaliet, argex, zie intermezzo) en afbeelding 5.7).

Bij de keuze van omhullingsmateriaal speelt de afweging tussen voldoende be- scherming tegen inspoeling van gronddeeltjes en de weerstand van het materiaal. Goed doorlatende omhulling zal in eerste instantie goed ontwateren, maar door in- spoeling snel inzanden / dichtslibben. Over het algemene geldt dat volumineuze materialen goed beschermen tegen het inspoelen van ijzerafzettingen en langere tijd goed doorlatend blijven. Dunne omhullingsmaterialen zijn over het algemeen meer geschikt bij fijnzandige of andere fijne bodemmaterialen, omdat dunne mate- rialen beter filteren.

Een uitgebreide studie naar het gebruik van materialen in relatie tot ontwatering is opgenomen in een rapport van de FAO (FAO. Materials for subsurface landdrain- age systems. Rome, 2005). In tabel 5.5 zijn de toepassingsmogelijkheden van de meest gebruikte, KOMO-gecertificeerde omhullingsmaterialen gegeven.

Tabel 5.5. Toepassingsmogelijkheden van de meest gebruikte, KOMO- gecertificeerde omhullingsmaterialen (artikel Landinrichting 1992. Huinink)

Omhullingsmateriaal	Grondsoort ¹					
	Klei (tot drain- diepte >25% lu- tum)	Overige klei, en zeer fijn (M ₅₀ <120µm)	zavel zand	Sterk le- mig zand en löss (>17% leem)	Overig zand (<17% leem, M ₅₀ >120 µm)	Veen en klei op veen
	profiel volledig gerijpt?					
	ja	nee	ja	nee		
Volumineus						
kokos-700, kokos-1000	2)	ja			ja	ja
turfkokos, turf	2)	ja ³⁾			ja ³⁾	ja ³⁾
polypropeen-450	2)	ja ³⁾	ja ³⁾	ja ³⁾	ja ³⁾	ja ³⁾
polypropeen-700	2)	ja	-- ⁴⁾	-- ⁴⁾	ja	ja

5.7.5. Monitoringsplan

Het uitvoeren van een goede integrale monitoring van de grond- en oppervlaktewater standen door de tijd is van groot belang voor de betrouwbaar vaststellen van het AGOR en de benodigde ontwatering. Over het algemeen ontbreken deze gegevens. Enkele gemeenten in Nederland hebben een eigen gemeentelijk grond- en oppervlaktewatermeetnet, waarbij aangesloten kan worden of waaruit informatie verkregen kan worden. In paragraaf 7.3. wordt nader ingegaan op de monitoring van het watersysteem en het functioneren van de ontwatering na de aanlegfase.

Afbeelding 5.8. Grind als drainomhulling bij aanleg wadi



5.8. Valkuilen in het ontwerp / dimensionering

Ten aanzien van het ontwerp en dimensionering van ontwateringsystemen spelen de volgende valkuilen mogelijk een rol:

- er wordt geen rekening gehouden met restzettingen, waardoor de drainagebuizen op zettingsgevoelige plaatsen (vergraven terreindelen of delen met overhoogte) er na enige jaren een knik in de drainagebuizen ontstaat;
- er wordt geen rekening gehouden met geohydrologische effecten buiten de projectgrens;
- er wordt geen rekening gehouden met de te verwachten klimatologische en autonome ontwikkelingen. Hiermee wordt ondermeer de toename van de neerslagvolume en -intensiteit en de zeespiegelstijging mee bedoeld;
- slecht bereikbare of zelfs afwezige doorspuitpunten maken gebruik van drainage zinloos;
- er wordt een te ingewikkeld ontwerp gemaakt voor een ontwateringssysteem, dat leidt tot fouten in uitvoering en problemen bij het onderhoud.

6. AANLEG ONTWATERINGSSYSTEMEN

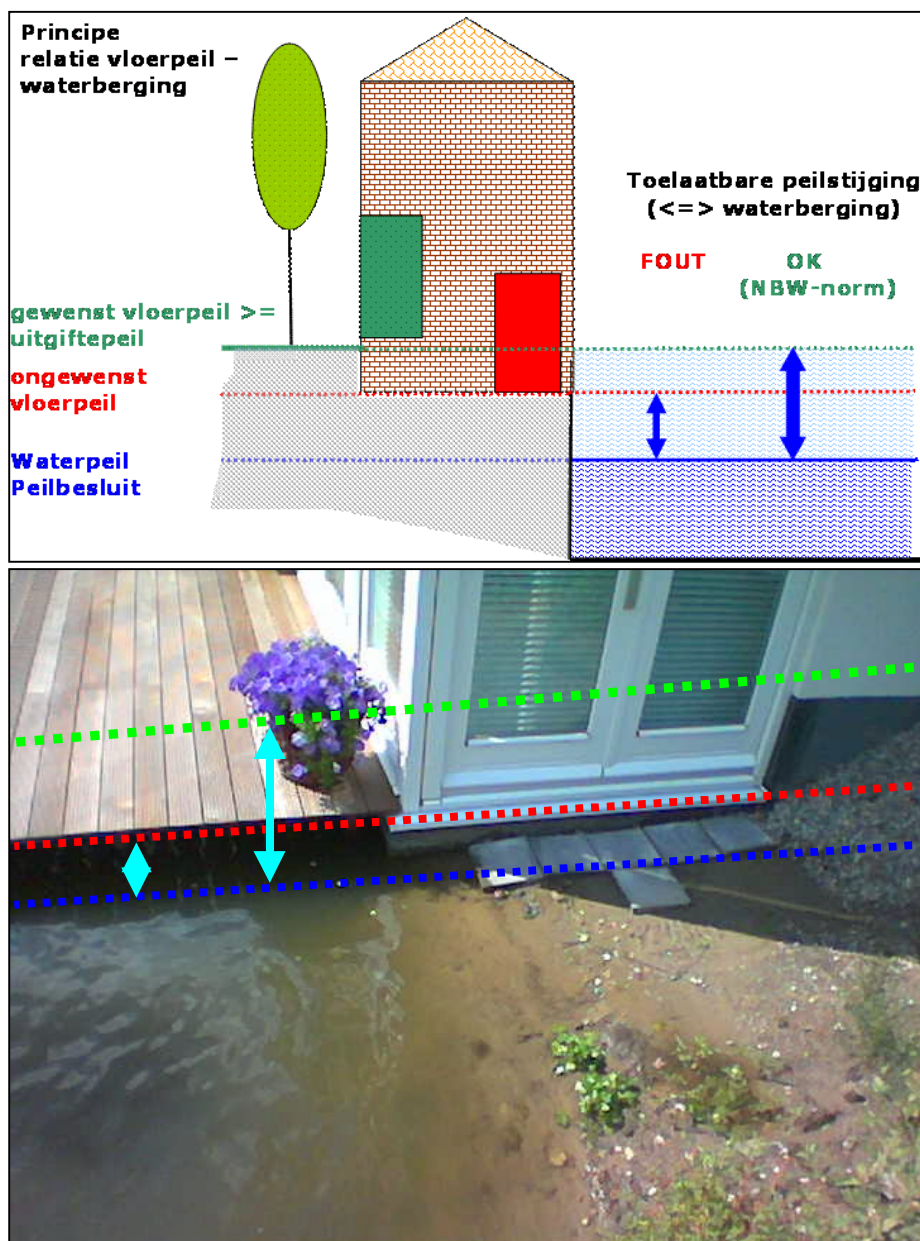
6.1. Inleiding

Ondanks zorgvuldig ontwerp van ontwateringssystemen kan, als gevolg van de manier waarop de systemen worden aangelegd, toch grondwateroverlast ontstaan. Redenen hiervoor kunnen zijn:

- overdracht aan uitvoerder en waarborging ontwerp;
- uitgangspunten en randvoorwaarden.

In onderstaande afbeelding is een voorbeeld geschetst hoe het fout kan gaan in de praktijk (bron Hoogheemraadschap van Schieland) bij de aanleg van een nieuwe woonblok. In dit praktijkvoorbeeld is in afwijking van het uitgangspunt het vloerpeil lager aangelegd dan het uitgiftepeil.

Afbeelding 6.1 Voorbeeld lager vloerpeil dan uitgiftepeil



Hier wordt eerst op deze redenen ingegaan. Vervolgens wordt ingegaan op de diverse aanlegmogelijkheden van ontwatering (en wadi's) en de valkuilen bij de aanleg van ontwateringssystemen.

6.2. Overdracht aan uitvoerder en waarborging ontwerp

Een goed ontwerp alleen is geen garantie voor een goed functionerend ontwateringssysteem. Voordat met aanleg kan worden begonnen is duidelijkheid nodig over de achtergronden van het ontwerp en kennis met betrekking tot mogelijke valkuilen. Dit betekent dat het ontwerp goed moet worden overgedragen aan de uitvoerder. Bij voorkeur blijft de ontwerper betrokken bij de uitvoering zodat de ontwerpaspecten en de achtergrondinformatie daarbij gewaarborgd blijven. Mocht de praktijk of de uitvoering hier om vragen dan is het mogelijk om het ontwerp bij te stellen.

De uitvoerder is verantwoordelijk om na te gaan of alle relevante informatie uit het ontwerp voorhanden is. Dit betreft ontwerptekeningen, planning en fasering, vergunningen en eerdere aandachtspunten. Door een goed contact met de ontwerper kan:

- snel extra informatie worden verkregen;
- een eventuele fout of onduidelijkheid in het ontwerp teruggekoppeld worden;
- gecontroleerd worden of het ontwerp wordt uitgevoerd zoals beoogd is..

Voordat de uitvoering gestart kan worden dienen met de diverse overheden afspraken te worden gemaakt. Deze afspraken hebben vaak een vast tijdpad van aanvraag tot implementatie. Het is dus essentieel om een dergelijk traject op tijd op te starten en daarnaast te controleren op naleving van de afspraak door beide partijen (wat, waar, wanneer en hoe).

6.3. Uitgangspunten en randvoorwaarden

Het is duidelijk dat het goed uitvoeren van een goed ontwerp zal leiden tot een goed ontwateringssysteem. Echter, de randvoorwaarden waaronder het systeem wordt aangelegd kunnen een belangrijke invloed hebben op de uiteindelijke uitvoering van het ontwerp.

Belangrijke randvoorwaarden voor de goede aanleg van ontwateringssystemen zijn:

- de uitvoerende partij dient op de hoogte te zijn van andere werkzaamheden op het bouwterrein en inschatten welke van invloed zijn op de ontwatering. Hierbij is kennis en ervaring nodig;
- de al eerder genoemde overdracht en waarborging van het ontwerp. De uitvoerder moet geprikkeld zijn aanvullende achtergrondinformatie te willen verzamelen. Hiervoor is een betrokken en gedreven uitvoering noodzakelijk;
- daarnaast dient de uitvoerder gekwalificeerd zijn om het ontwerp te beoordelen en om zo nodig met suggesties voor verbetering/aanpassing te komen;
- goede communicatie met betrekking tot achtergronden/wijzigingen en vooral aanpassingen in het ontwerp.

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag "Wat is de invloed van bouwwerkzaamheden op de infiltratiecapaciteit?" is mogelijk een onderwerp om in een kenniscel te laten onderzoeken. De resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

6.4. **Aanlegmogelijkheden van ontwatering**

Hier worden de aspecten behandeld die bij de aanleg van de verschillende systemen een rol spelen. Hierbij wordt aangesloten bij datgene wat in het hoofdstuk ontwerp is behandeld.

Via ontgraving

Bij deze aanlegwijze wordt drainage in de ondergrond aangebracht waarbij grond wordt ontgraven en aangevuld met goed doorlatend materiaal. Deze methode wordt veel toegepast en is goed toepasbaar nabij bestaande bebouwing (bouw-blokdrainage). Het graven gebeurt over het algemeen mechanisch maar kan, bij gevoelige objecten, ook handmatig worden uitgevoerd.

Via kettinggraafmachine

Bij deze aanlegwijze wordt met behulp van een smalle graafmachine een sleuf gegraven waarbij drainage direct wordt aangebracht. De sleuf wordt aangevuld met het ontgraven materiaal. Deze methode wordt veel toegepast bij het draineren van grote oppervlakken (landbouw). Met behulp van deze methode kan snel en over grote oppervlakken drainage worden aangebracht. De maximale diepte tot waar drainage kan worden aangebracht bedraagt om praktische redenen circa 7 m.

Via verticale boringen

Deze wijze van afvoeren van water wordt toegepast in specifieke gevallen, bijvoorbeeld wanneer er geen ruimte is om sleufdrainage aan te leggen. Dat kan het geval zijn in gebieden waar sprake is van veel kabels en leidingen in de ondergrond of de aanwezigheid van verontreinigde bodems. Bij deze aanlegwijze wordt met behulp van een boormachine een gat geboord (doorsnede boorgat kan variëren van 5 tot 50 cm) tot in een watervoerende laag naar waar het overtollige water kan worden afgevoerd. In het boorgat wordt een verticale drainagepijp aangebracht. Het boorgat wordt aangevuld met goed doorlatend materiaal (drainagezand).

Via horizontaal gestuurde boringen

Kenniscel (Techniek vraag) – optioneel

De kennisvraag "Hoe kan drainage worden aangelegd met een gestuurde boring? is mogelijk een onderwerp om in een kenniscel te laten onderzoeken. De resultaten kunnen worden geïntegreerd in deze paragraaf.

Via Wadi's

Een wadi is een infiltratievoorziening voor de opvang, berging en infiltratie (of afvoer) van neerslag. Wadi's worden toegepast om een vertraagde afvoer van regenwater naar het grondwater en vervolgens naar het oppervlaktewater te realiseren. De wadi heeft een relatief groot oppervlak met als doel het bergen van water, ook aan het maaiveld. Primaire functie van een wadi is dus infiltratie en dus niet beheersing van het grondwaterregime. Het water kan infiltreren naar de ondergrond.

6.5. **Valkuilen aanleg ontwateringssystemen**

Voor ontwateringssystemen spelen de volgende valkuilen mogelijk een rol:

Algemeen en proces

- geen goed of onvolledig ontwerp;
- bij het niet aanwezig (of onvolledig) zijn van een ontwerp, ontwatering aanleggen op basis van ervaring;

- het niet aanleggen van ontwatering op uitgeefbaar terrein, terwijl dit in het ontwerp is aangegeven;
- geen onderhoud plegen tijdens bouwfase, terwijl de bouw jaren duurt;
- de overeengekomen (tijdelijke) peilwijzigingen worden niet op tijd doorgevoerd;
- er vindt geen goede communicatie plaats tussen degene die het ontwerp van de ontwatering heeft gemaakt en degene die de uitvoering doet. Bij problemen bij de aanleg wordt het ontwerp niet aangepast (en de deskundigheid van de ontwerper betrokken), maar naar eigen inzicht praktisch opgelost. Dit kan leiden tot situaties waarbij de uitgangspunten van het ontwerp niet meer kloppen of niet geheel meer geldig zijn. Hierdoor kan een goed ontworpen systeem alsnog tot ontwateringsproblemen leiden.

Materiaal en machines

- bij gebruik van flexibele buizen (pvc-ribbel) komen vaak beschadigingen voor die niet gerepareerd worden. Daarnaast kunnen grote vervormingen tijdens de aanleg leiden tot slecht functionerende ontwatering;
- geen goede uitvoering van het materiaal rondom de buis en in de sleuf om de intree weerstand te verkleinen en inspoeling te voorkomen;
- niet goed verdichten van de bodem. Dit kan leiden tot latere verzakkingen van leidingen en daardoor minder goed functioneren van de drains;
- de aanleg van drains met een sleufmachine kan de zijkant van de sleuf verdichten (de grond wordt weggeduwd naar de zijkant). Hierdoor vermindert de doorlatendheid;
- bodemverdichting tijdens de bouwfase, als gevolg van het bewerken en berijden van de bodem met zware machines en bouwverkeer. Water blijft dan langer op het maaiveld staan, waardoor de drains kunnen niet kunnen functioneren (zie voorbeeld afbeelding 6.2);
- het hoger/lager aanleggen van bouwwegen dan de omliggende percelen kan leiden tot 'kuipvorming'.

Afbeelding 6.2. Voorbeeld van het niet goed bouwrijp opleveren



7. BEHEER EN ONDERHOUD ONTWERINGSYSTEMEN

7.1. Inleiding

Het goed functioneren van een ontwateringssysteem valt of staat met een goed beheer en onderhoud. Dat beheer begint al tijdens de bouwphase. Vervolgens is de overdracht van het ontwateringssysteem van de uitvoerder naar de beheerder een belangrijke stap in het onderhoud.

Het is belangrijk te realiseren dat het 'ontwateringssysteem' in de meest brede zin van het woord moet worden opgevat. Het is zaak dat ook alle betrokkenen bij bouwactiviteiten zich dat realiseren. Het gaat bij ontwateringssystemen niet alleen over drainage en pompen, ook ophogingen, wadi's, goten, bestrating etc. zijn elementen in het hele ontwateringssysteem van het bebouwd gebied.

7.2. Overdracht aan beheerder

In het stedelijk gebied is in de openbare ruimte de gemeente beheerder van de ontwateringsmiddelen. De particuliere eigenaar dient overtollig grondwater vrij te kunnen lozen (aannameplicht van de gemeente). Dat zou kunnen door de afvoer van het particuliere terrein op dit systeem aan te sluiten. In de praktijk blijkt nogal eens dat gemeenten en particulieren niet altijd goed op de hoogte zijn van de aanwezigheid van ontwateringsmiddelen (drainage) en dus is ook het beheer en onderhoud niet altijd optimaal georganiseerd.

De eerste mogelijke problemen ontstaan al bij de overdracht van dergelijke systemen van de uitvoerder aan de beheerder. Kennis over uitvoeringstechnische problemen, afwijkingen ten opzichte van het ontwerp en inzicht in de (ontwerp)achtergronden zijn essentieel voor het goed kunnen onderhouden van het aangelegde systeem. Voorgesteld wordt hiertoe per project een 'platform' voor de overdracht van ontwerper-uitvoerder-beheerder-eigenaar in te richten.

Met een formele overdracht in een platform is meteen duidelijk vanaf welk moment, wie verantwoordelijk is voor het beheer. Het vroeg, bij voorkeur al vóór de aanleg, betrekken van de beheerder-eigenaar bij de aanleg kan hierbij stimulerend werken. Ten aanzien van de overdracht kan onderscheid worden gemaakt tussen organisatorische en technische aspecten.

Organisatorische aspecten van overdracht systemen

- informatie over ontwerp en aanleg, wijzigingen t.o.v. ontwerp, aandachtspunten, tekeningen, stand van zaken vergunningen;
- vaststellen of er informatie ontbreekt en bij wie deze informatie opgevraagd kan worden
- vaststellen of er al onderhoud heeft plaatsgevonden en of zich daar eventueel al problemen mee hebben voorgedaan;
- controle bij overdracht van het systeem. Ligt het systeem erbij zoals is aangegeven op tekening? Doorspuiten systeem om onderhoudbaarheid te toetsen;
- in overleg tussen ontwerper, de uitvoerder en de uiteindelijke beheerder bepalen wanneer, welk onderhoud noodzakelijk is. Door dit al in een vroeg stadium vast te leggen wordt de betrokkenheid van de beheerder vergroot. Dit kan betekenen dat reeds tijdens de aanleg (in de bouwphase) met onderhoud kan worden begonnen. Hierbij geldt: hoe sneller het onderhoud na de constructie begint des te minder informatie er verloren gaat. Dit pleit voor aanwezigheid van de toekomstige beheerder bij het bouwteam. Nu is dat niet altijd het geval;
- suggestie: De ontwerper/constructeur levert bij ontwerp een gebruikershandboek aan de uiteindelijke beheerder. Daarin zijn de voorgeschreven inspectie- en onderhoudswerkzaamheden opgenomen die moeten worden uitgevoerd om een lange levensduur van het systeem te waarborgen.

Technische aspecten van de overdracht

- inventarisatie van beheersmaatregelen. Het uit te voeren beheer wordt mede bepaald door natuurlijk aanwezige omstandigheden of van het gekozen ontwerp. Zo kunnen opgespoten terreinen vaak last hebben van ijzerafzettingen in de drainleidingen;
- frequentie van onderhoud, ontwerp, richtlijnen (is dit vaak genoeg;
- bekende schoonmaakmethodes, voor- en nadelen (doorspoelen);
- controle in het veld: algemene monitoring en op calamiteiten, zoals verstoppingen, lekken, vervuilingen etc.;
- hoe te handelen bij verstoppingen, lekken, vervuilingen etc.

7.3. Monitoring en beheer

Bij het beheer is het van belang dat de beheerder-eigenaar zich verantwoordelijk voelt voor het ontwateringssysteem. In veel gevallen zal in stedelijk gebied de gemeente de beherende instantie zijn. Kennis en betrokkenheid moeten reeds bij aanleg van het systeem worden opgebouwd. Op particulier terrein is de eigenaar verantwoordelijk voor het onderhoud. In de praktijk is het maar de vraag of de eigenaar zich daar altijd van bewust is.

Belangrijk onderdeel bij het beheer is de monitoring. Om na te kunnen gaan of een ontwateringssysteem naar behoren werkt is het regelmatig doorspuiten van drains en drainageputten alleen niet voldoende. Immers, een goed doorgespoten drain is nog geen garantie voor een voldoende werkende ontwatering. Monitoring van grondwaterstanden en drainageafvoeren helpt bij de bepaling van de behoefte aan doorspuiten (Q/h-relaties). Monitoring van de grondwaterstand is noodzakelijk om na te gaan of het hele systeem van ontwatering aan de behoefte voldoet. In veel gemeenten is al een meetnet van peilbuizen aanwezig en worden grondwaterstanden regelmatig opgenomen. Interpretatie van de gegevens kan worden gebruikt bij het beheer en onderhoud van het ontwateringssysteem en anticiperen op eventuele problemen. Interpretatie van grondwaterstanden is overigens nauwelijks mogelijk zonder de bijbehorende drainafvoeren.

In verschillende kennisdocumenten is informatie beschikbaar over de wijze van monitoren en het opstellen van bruikbare onderhoudsschema's (Tauw 2003. Boven water komen, definitiestudie grondwateroverlast in bestand stedelijk gebied (internetpublicatie)). In het openbaar gebied is de gemeente hiervoor verantwoordelijk. Monitoring en onderhoud wordt in veel gevallen uitbesteed.

Op particulier terrein zal in de praktijk geen monitoring plaatsvinden. Pas nadat wateroverlast optreedt wordt de eigenaar zich vaak bewust van zijn verantwoordelijkheden op dit vlak.

7.4. Onderhoud

De wijze van onderhoud is in diverse publicaties (onder andere Tauw 2003. Boven water komen, definitiestudie grondwateroverlast in bestand stedelijk gebied (internetpublicatie) en bij diverse daarvoor toegeruste bedrijven terugvindbaar. Wat opvalt is dat er geen 'standaard' voorgeschreven methodieken zijn. Enerzijds levert dat voordelen op als het gaat om het vinden van creatieve oplossingen. Het nadeel is dat onderhoud op deze wijze sterk afhankelijk wordt van de onderhoudende instantie en de kwaliteit dus voor de eigenaar van het systeem moeilijk te borgen is.

In het kader van deze publicatie is het meer interessant om na te gaan óf richtlijnen die hiervoor bestaan worden nageleefd. Bij de opstellers van deze publicatie bestaat de indruk dat voor het onderhoud van de meest voorkomende typen van ontwatering (drainage, infiltratiestroken) min of meer standaard werkwijzen worden

gevolgd. Vooral wanneer dergelijk onderhoud door daarvoor gespecialiseerde bedrijven wordt uitgevoerd zal het 'fysische' onderhoud in goede handen zijn. Of het onderhoud echter ook plaatsvindt op basis en naar aanleiding van goede monitoringsgegevens (doet het systeem waarvoor het is ontworpen?) wordt meer twijfelachtig. Als dat niet zo is moet de vraag gesteld worden wat daar aan kan worden gedaan. Eén van de manieren is hier al eerder genoemd: zorg ervoor dat bij de beherende instantie al vanaf het ontwerp informatie aanwezig is en kweek bewustwording. Een goede manier daarvoor kan zijn het inzichtelijk maken van de kosten voor regulier, standaard (en overbodig?) onderhoud en zet deze af tegen meer gericht, (door monitoring) 'onderbouwd' onderhoud. De daarmee te bereiken besparingen spreken bestuurders zeer waarschijnlijk aan.

De particuliere eigenaar is verantwoordelijk voor de afvoer van het grondwater van het eigen terrein. De gemeente heeft de plicht dit water te ontvangen en af te voeren. Onderhoud van de 'particuliere systemen' (bouwblokdrainage) wordt in de praktijk pas opgepakt wanneer overlast optreedt. Dit kan ertoe leiden dat systemen onherstelbaar zijn geworden waardoor getouwtrek zal ontstaan over de vraag wie daar nu verantwoordelijk voor is. Het vastleggen van deze verantwoordelijkheden en de communicatie daarover is een belangrijk aspect bij het waarborgen van een goede ontwatering.

7.5. Valkuilen bij beheer en onderhoud

De rode draad bij het beheer en onderhoud is dat de eigenaar van het systeem zich bewust moet zijn van zijn taken en verantwoordelijkheden. Voor een gemeente is de overdracht van ontwateringssytemen en het daarbij behorende onderhoud meer dagelijkse praktijk dan voor de gemiddelde particuliere eigenaar. Het vastleggen van taken en verantwoordelijkheden bij overdracht van ontwateringssytemen is daarbij van groot belang. In de praktijk blijkt echter dat handboeken en protocollen ook niet altijd werken. Kennis en kunde van (de werking en monitoring van) ontwateringssytemen is vaak persoonsafhankelijk. Het is de kunst deze kennis binnen gemeenten te borgen en over te dragen. Ook de overdracht van deze kennis van de particuliere eigenaar op een nieuwe particuliere eigenaar is een belangrijk punt van aandacht.

In de praktijk blijkt vaak dat gemeenten 'standaard' onderhoud plegen volgens een bepaald protocol (om de zoveel tijd, die en die systemen doorspuiten). Het kan juist kostenbesparend werken om eerder gericht onderhoud (op basis van goede monitoring) te plegen. Dit leidt direct tot meer betrokkenheid van de eigenaar (ook de particuliere!) bij de ontwateringssytemen.

Ten behoeve van de monitoring en het onderhoud zou een inspectie- en onderhoudsboek opgesteld moeten worden. Dit wordt door de leverancier van het systeem (dit kan de ontwerper zijn maar ook degene die het systeem heeft aangelegd) aangeleverd bij overdracht van het systeem. Dit document dient dan tevens onderdeel te zijn van de overdrachtnaar een andere eigenaar (verkoop woningen).

De levensduur van drainage (PVC-ribbelrain) bedraagt 12-15 jaar. Deze is korter dan rioleringsbuizen. Dat betekent dat ergens in de loop van de levensduur van een woonwijk, de drainage moet worden vervangen zónder dat dit bijvoorbeeld kan worden gecombineerd met de vervanging van de riolering. De kosten die met zo'n vervanging gemoeid zijn hangen in hoge mate af van de inrichting boven de drainage (drains onder een weg, trottoir of onder openbaar groen). Het is dus zaak om reeds bij het ontwerp van het drainagesysteem rekening te houden met de levensduur en gebruiksfunctie aan maaiveld, zodat de vervangingskosten binnen de perken kunnen blijven.

8. PROBLEMEN IN BESTAAND GEBIED EN BIJ (HER)INRICHTING

8.1. Inleiding

Vaak treden grondwaterproblemen pas op jaren nadat een woonwijk is aangelegd, maar soms ook vlak erna (zie afbeelding 8.1). Dit kan het gevolg zijn van maatregelen die in de omgeving zijn genomen. Voorbeelden hiervan zijn de stopzetting van grondwaterwinning, bodemdaling of een verandering in het peilbeheer. Vaak is het achterhalen van de oorzaak niet eenvoudig. Naast deze problemen biedt binnenstedelijke vernieuwing (herinrichting) juist kansen waar het gaat om het (weer) op orde brengen van de (grond)waterhuishouding.

Afbeelding 8.1. Voorbeeld aanleg drainage in bestaande nieuwbouwwijk



In alle gevallen moet er iets gebeuren met de inrichting van het ontwateringssysteem. In de praktijk worden globaal dezelfde stappen doorlopen als bij de aanleg van een volledig nieuw systeem (ontwerp, aanleg en beheer), maar er treden wel specifieke knelpunten op. Deze hebben te maken met de bereikbaarheid en praktische uitvoerbaarheid van maatregelen in reeds bebouwd gebied. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op deze vraagstukken.

8.2. Analyse

In vroeger tijden was men zich meer bewust van de risico's die het wonen nabij het (grond)water met zich meebrengen. Terpen werden opgeworpen en huizen werden bij voorkeur op de hogere gronden aangelegd. Met de aanleg van dijken, droogmakerijen en de ontwikkeling van steeds betrouwbaardere gemalen verdween de noodzaak tot het kiezen van een 'natuurlijke' woonlocatie. Steeds nattere locaties werden ontwikkeld.

Deze ontwikkeling heeft tot gevolg dat we in Nederland steeds dichterbij het grondwater zijn gaan wonen. Ontwatering van klei- en veengronden heeft geleid en leidt nog steeds tot bodemdaling. Bodemdaling als gevolg van gas- en zoutwinning en autonome bodemdaling als gevolg van tektonisch kantelen kan in West-

Nederland een centimeter per jaar bedragen. Wanneer daar de voorspelde klimaatverandering en zeespiegelrijzing bij worden opgeteld wordt een goed beeld verkregen van de problemen die nu al in sommige stedelijke gebieden (Delft, Gouda) spelen. Innovaties en de wil tot andere oplossingen zijn nodig om deze situaties het hoofd te kunnen bieden. 'Waterbewust bouwen' is daar een goed voorbeeld van.

Daar staat tegenover dat in veel gebieden juist een tekort aan grondwater dreigt of dat de ontwatering te intensief is. Een afgeleid probleem daarvan is bijvoorbeeld paalrot. Het verhogen van het grondwaterpeil door middel van bijvoorbeeld afkoppelen en het infiltreren van oppervlaktewater zijn manieren om dergelijke problemen het hoofd te bieden. Hierbij snijdt het mes aan twee kanten, want het afkoppelen heeft als belangrijk voordeel dat neerslag vertraagd wordt afgevoerd.

Een ander aspect dat invloed op ontwatering in stedelijk gebied heeft is ondergronds bouwen en lekkende riolering (zie Tauw 2003. Boven water komen, definitiestudie grondwateroverlast in bestaand stedelijk gebied (internetpublicatie)). Deze aspecten hebben tot gevolg dat de grondwaterhuishouding in het stedelijk gebied verstoort raakt. Zo heeft een lekkende riolering een drainerend effect en leidt het tot verlaagde grondwaterstanden. Wanneer een dergelijke riolering wordt vervangen stijgt de grondwaterstand en kan dit leiden tot wateroverlast. Het onderkennen van deze mogelijke problemen kan overlast voorkomen.

8.3. Type maatregelen en uitvoerbaarheid

Om huidige en toekomstige problemen te voorkomen kunnen veel maatregelen worden getroffen. Deze maatregelen lopen uiteen van beter ontwateren (ophogen, draineren) tot bouwtechnische oplossingen (drijvend wonen, kruipruimteloos, op palen, andere locaties van woongebieden).

Drainage

De verschillende wijzen van drainage zijn in paragraaf 5.6.1 besproken. Deze 'klassieke' grondwaterbeheersing wordt in bestaand stedelijk gebied veelal aangebracht tijdens renovatie van riolering. Hiermee kunnen bestaande overlastproblemen vaak worden opgelost en toekomstige worden voorkomen. Punt van aandacht hierbij is het beheer van de drainage. De vraag moet worden gesteld waarom en waar grondwater op deze manier wordt onttrokken en waarheen het wordt afgevoerd. Zo kan worden voorkomen dat onnodig en te veel grondwater wordt gedraineerd. Goede kennis en monitoring van de grondwatersituatie levert een goede basis voor het inregelen en beheer van dergelijke systemen.

Wadi's, IT en ondergrondse berging

Deze systemen zijn ontwikkeld om de snelle afvoer van hemelwater naar het oppervlaktewater in eerste instantie te beperken, in twee instantie te vertragen en tot slot de afvoer naar rioolwaterzuiveringen te beperken. Bijkomend voordeel is dat op deze wijze het hemelwater zijn natuurlijke weg naar het grondwater vindt. Bij de aanleg van deze systemen is een goede analyse van het grondwatersysteem noodzakelijk. Teveel infiltratie kan namelijk ook een averechts effect hebben en juist grondwateroverlast veroorzaken. Bij grondwateronderlast kan middels infiltratie problemen worden voorkomen. In binnenstedelijk gebied leveren deze systemen goede mogelijkheden. Er zijn al veel ruimtebesparende varianten in gebruik (zoals bijvoorbeeld watercells onder bestaande wegen) die goed gecombineerd kunnen worden met andere functies (wadi's en parken).

Ophoging

Deze wijze van bouwrijp maken is, zeker in de lage delen van Nederland, een zeer gebruikelijke werkwijze. Het mes snijdt hierbij aan vele kanten: er wordt een bouwen woonrijpe situatie gecreëerd, de afstand tot het grondwater wordt vergroot, er kan op zettingen van de ondergrond worden geanticipeerd, nutsvoorzieningen kunnen relatief eenvoudig worden aangebracht en vervangen, en ontwatering kan eenvoudig plaatsvinden.

In bestaand bebouwd gebied is echter niet altijd ruimte voor een dergelijke aanpak. Een integrale aanpak is dan gewenst (alleen wegen ophogen biedt geen langdurige oplossing). Daarnaast bestaat het gevaar van het afwentelen van wateroverlastproblemen naar omliggende bebouwing. Denk hierbij aan relatief laaggelegen tuinen die tijdens het bouwrijpmaken niet mee zijn opgehoogd. Een belangrijke kans die deze wijze van grondwaterbeheersing biedt is het combineren van werkzaamheden. Materiaal dat wordt ontgraven voor bijvoorbeeld waterberging (natte parken) kan worden toegepast bij ophoging van stedelijk gebied. Het in een vroeg stadium nadenken (al tijdens het meerjarig plannen van de inrichting van stedelijk gebied) over deze mogelijkheden biedt zeker duurzame mogelijkheden.

Drijvend wonen

Van oudsher is wonen op het water een manier om stijgend (grond)water het hoofd te bieden. Meer innovatieve en grootschalige projecten kunnen deze wijze van bouwen tot gemeengoed maken. Het hoeft hierbij overigens niet altijd te gaan om bouwen óp het water. Ook het anders bouwen op slappe, zettingsgevoelige gronden is een vorm van drijvend bouwen (denk aan ongefundeerd (zonder palen) kruipruimteloos bouwen). In binnenstedelijk gebied zijn wellicht extra mogelijkheden te creëren voor deze vorm van bouwen. Combinatie met waterpartijen (in het kader van wateropgave) biedt goede mogelijkheden.

Kruipruimteloos bouwen

Deze vorm van bouwen maakt het mogelijk om dichters op het grondwater te wonen. Een kruipruimte is normaal gesproken noodzakelijk bij toepassing van houten vloeren en het bereikbaar houden van nutsvoorzieningen die ondergronds de woningen binnenkomen. Gecombineerd met het principe van drijvend wonen (bouwen op een betonnen bak, die mee kan bewegen met de bodem of zelfs kan worden opgekrakt) kan tot duurzame oplossingen leiden. In de praktijk blijkt echter dat wanneer de vrijheidsgraden bij de uitvoering van bouwprojecten groot zijn, deze vorm van bouwen minder kansrijk is. Zelfs in de planvorming kan deze vorm van bouwen sneuvelen omdat het afwijken van de 'standaard' (bouwen met kruipruimten) vaak als lastig en duur wordt beoordeeld. In binnenstedelijk gebied biedt deze bouwwijze echter belangrijke voordelen, omdat met minder ophoging kan worden volstaan en bijvoorbeeld diep heien kan worden voorkomen (er kan dan 'op staal' worden gebouwd).

Wonen op palen

Deze vorm van bouwen is van oudsher een uitgelezen manier om in goede harmonie en veilig met het water te kunnen wonen. In veel Aziatische landen bijvoorbeeld wordt nog steeds op deze traditionele wijze gebouwd. De voordelen zijn dan ook legio: wateroverlast (vochtproblemen) wordt voorkomen, nutsvoorzieningen zijn eenvoudig te onderhouden, overstromingen leveren veel minder schade op en waterberging is eenvoudig te realiseren. Moderne vormen van deze wijze van bouwen zijn al veelvuldig uitgevoerd, denk hierbij aan de drive-in woningen waarbij de onderste verdieping van een woning als carport of garage wordt uitgevoerd. Maar ook aangepaste ontwerpen met minder hoge palen (0,3 á 0,5 m) bieden goede mogelijkheden. Ook in het binnenstedelijk gebied biedt deze bouwwijze

goede mogelijkheden. Zelfs in oude centra kan deze bouwwijze goed worden ingepast: voer bebouwing uit met een (niet bewoond) souterrain en de bebouwing sluit aan bij de historische bebouwing.

Selectie woongebieden

De optie van het volledig verplaatsen of opgeven van gebieden voor bebouwing staat ver weg van haalbare en reële mogelijkheden om aan huidige problemen het hoofd te bieden. Wel is het goed denkbaar dat bij het selecteren van nieuwe woongebieden in de ruimtelijke ordening de voorkeur gegeven kan worden aan plaatsen waar de ontwatering geen probleem vormt of gaat vormen.

8.4. Wie regelt dit nu allemaal?

Het bovenstaande geeft al aan dat veel basistechnieken voor het oplossen van grondwaterproblemen in het stedelijk gebied beschikbaar zijn. Het op innovatieve wijze uitwerken van deze basistechnieken tot betaalbare en geaccepteerde oplossingen vormt nog steeds een uitdaging. De indruk bestaat dat de wil tot innovatie en het toepassen van nieuwe technieken door bouwende Nederland ook wordt toegejuicht. In een symposium dat ten behoeve van deze publicatie is gehouden werd opgemerkt dat aan nieuwe normen daaromtrent geen behoefte is. Wel is er sterke behoefte aan duidelijke referentiekaders en een verantwoordelijke overheid met betrekking tot het toepassen van technieken, zodat meer ruimte en draagvlak ontstaat voor het toepassen van deze innovatieve technieken.

De meest direct aangewezen uitvoerende bestuurlijke organisatie voor het stimuleren en stroomlijnen van het grondwaterbeheer is waarschijnlijk de gemeente. Bij projectontwikkelaars bestaat behoefte aan een duidelijke en centrale regie als het gaat om grondwater en ontwatering. Het waarborgen van het waterbelang in meer brede zin is een taak die het meest past bij de waterschappen. In de praktijk blijkt vaak dat binnen gemeenten daadkracht en financiële middelen ontbreken voor een actief beheer. Hier is nu verbetering in gekomen door de wet Verbreding Watertaken Gemeenten en verbreed rioolrecht (zie ook hoofdstuk 3). Deze ontwikkeling geeft de komende jaren ruimte voor actief beheer. Regionale of zelfs landelijke overheden hebben daar een duidelijke taak.

Centrale regie ten aanzien van grondwater en ontwatering past gezien de huidige taakverdeling wellicht goed bij de provincie. Naast de vergunningverlening ten aanzien van onttrekkingen kan deze ook het stoppen van onttrekkingen begeleiden. Gezien de taken en verantwoordelijkheden ten aanzien van het waterbeheer (ook in het kader van de watertoets) is het onderbrengen van alle watertaken bij het waterschap een andere mogelijkheid.

Zoals ook in hoofdstuk 3 besproken is duidelijk in elk geval dat een centrale, éénduidige regie op het gebied van stedelijk grondwaterbeheer ontbreekt. Reden te meer om daarover bijvoorbeeld in stedelijke waterplannen heldere en bindende afspraken tussen partijen te maken. Om hierover een meer gedragen voorkeur uit te kunnen spreken kan gebruik gemaakt worden van bouwpartners die betrokken zijn bij de kenniscellen in het kader van het project Beter Bouw- en Woonrijp maken.

8.5. Valkuilen bij oplossen problemen in bestaand stedelijk gebied

De indruk bestaat dat veel van de (toekomstige) vraagstukken ten aanzien van ontwatering in het stedelijk gebied niet altijd even effectief en efficiënt wordt aangepakt. Meer kennis van zaken in zijn algemeenheid en een meer coördinerende rol van bijvoorbeeld de gemeenten kan hiervoor een oplossing zijn. In hoofdstuk 9 worden twee praktijkgevallen gegeven van projecten waar sprake is van grondwateroverlast in bestaand stedelijk gebied.

9. PRAKTIJKVOORBEELDEN

In dit hoofdstuk worden vier voorbeelden uit de praktijk nader toegelicht, te weten:

- laag Nederland (nieuwbouw Katwijk);
- laag Nederland (bestaand stedelijk gebied Doordrecht);
- hoog Nederland (bestaand stedelijk gebied Hoogeveen, met name het proces);
- laag Nederland (bestaand stedelijk gebied Castricum.)

9.1. Laag Nederland (nieuwbouw Katwijk)

De gemeente Katwijk is volop bezig met de herontwikkeling van 't Duyfrak, een bestaand kassengebied in Valkenburg dat getransformeerd wordt tot een nieuwbouwlocatie. Het gebied is gelegen ten zuiden van de bestaande dorpskern van Valkenburg en ten westen van de Oude Rijn. Het plan omvat de aanleg van infrastructuur en de realisatie van circa 800 woningen en een aantal voorzieningen met een oppervlakte van circa 20 ha. 't Duyfrak wordt een wijk waarin water een belangrijke rol speelt. Veel woningen liggen aan het oppervlaktewater en binnen het plangebied wordt gestreefd naar 100 % afkoppelen van hemelwater (dus niet aansluiten van hemelwater op de gemengde riolering (vuilwaterriool) of een verbeterd gescheiden riool).

Afbeelding 9.1. Plan 't Duyfrak



9.1.1. Gebiedsbeschrijving en AGOR

Het plangebied is een voormalige locatie met veel kassen en landerijen (zie afbeelding 9.2). De (ondiepe) bodem bestaat afwisselend uit zand en kleilagen. Het

huidige maaiveldniveau ligt ongeveer op circa NAP-0,1 m. De gemiddelde grondwaterstand bevindt zich hier op ongeveer een 0,5 meter beneden maaiveld (circa NAP-0,60 m). Het toekomstige maaiveldniveau wordt door ophoging op een peil van NAP+0,40 m gebracht. Bij een oppervlaktewaterpeil van de boezem van NAP -0,60 m betekend dit een drooglegging van 1,0 meter. De maximale peilstijging in de boezem bedraagt 0,25 m (1x 10 jaar), omdat dan een maalstop geldt voor de polders.

Afbeelding 9.2. Situatie bestaand gebied



Door de hoge grondwaterstand is de kans op wateroverlast gedurende de bouwfase en in de woonfase voor de toekomstige bewoners aanzienlijk wanneer er onvoldoende grondwatertechnische, civieltechnische en/of bouwkundige maatregelen worden genomen. Voor het keuze en ontwerp van een adequaat ontwateringssysteem is inzicht nodig in de doorlatendheid van de bodem.

Hiervoor is een veldonderzoek uitgevoerd waarbij op meerdere lokaties de doorlatendheid is bepaald met behulp van Hooghoudtproeven. De gevonden k-waarden variëren van 0,4 - 0,9 m/dag, met een gemiddelde k-waarde van 0,7 m/dag. Voor het ontwerp is uitgegaan van de laagste (maatgevende) doorlatendheid van 0,4 m/dag, om zo een voldoende gedimensioneerd ontwateringssysteem te kunnen ontwerpen. Tevens is er voor gekozen om de woningen zonder kruipruimte te bouwen om de benodigde ontwateringsdiepte onder de woningen te beperken (tot 0,5 m-mv) en om de kans van grondwateroverlast in de woonfase te minimaliseren. Het bouwen zonder kruipruimte is in het grondcontract met de marktpartijen opgenomen.

9.1.2. BRM plus

De gemeente heeft er voor gekozen om tijdens het bouw- en woonrijpmaken een aantal werkzaamheden uit te voeren die eigenlijk niet behoren tot het standaard pakket aan activiteiten, het zogenaamde bouw- en woonrijpmaken PLUS. Hiervoor is gekozen om de kwaliteit van de bouwkavels te verhogen, gezien de hoge grondwaterstand (en daarmee samenhangende slechte bouwomstandigheden) van het plangebied. Door het uitvoeren van de volgende aanvullende activiteiten wordt de kwaliteit van de bouwkavel verhoogd:

Bouwrijpmaken PLUS:

- grondverbetering d.m.v. ploegen en het aanbrengen van zand tijdens het bouwrijp- en woonrijp maken;
- de aanleg van permanente drainage op uitgeefbare percelen;
- de aanleg van bouwwegen op uitgeefbare percelen;
- het maken van de civieletechnisch aansluitingen ten behoeve van het afkoppelen van hemelwaterafvoer naar het oppervlaktewater en de afvoer van drainagewater naar het oppervlaktewater.

9.1.3. Ontwatering tijdens bouw- en woonfase

Voor de ontwatering van het gebied zijn een tweetal fasen te onderscheiden: de bouwfase en de woonfase. Tijdens de bouwfase is een minimale ontwateringsdiepte vereist van 0,90 m, waardoor een uitgebreid systeem van bouwdrainage benodigd is. Tijdens de woonfase kan door maatregelen met betrekking tot het volledig afkoppelen van hemelwater behoefte bestaan aan een andersoortig ontwateringssysteem.

De gehanteerde (statistische) ontwateringscriteria voor de bouwfase zijn in tabel 9.1 weergegeven.

Tabel 9.1. Ontwateringscriteria drainage bouwfase

Gebruiksfunctie	Statische criteria	
	Ontwateringsdiepte (m beneden mv)	Afvoer (mm/etm)
I. tijdens de bouwfase		
- aanleg van wegen	0,70	10
- aanleg van woningen	0,90	10

Op basis van de genoemde ontwateringscriteria zijn de volgende drainafstanden en dimensies voor de bouwfase berekend:

- theoretisch minimale drainafstand voor wegen: 7 meter, inwendige diameter 200 mm (IT-riolen, waarbij de leidingen tevens dienen voor afvoer van het hemelwater);
- theoretisch minimale drainafstand voor woningen: 7 meter, inwendige diameter 92 mm (bouwblokdrainage).

De drains worden aangelegd op een diepte van NAP -0,80 m en liggen hiermee enkele decimeters onder de oppervlaktewaterpeil (NAP -0,60 m). Hiermee wordt het neerslaan van ijzeroxide voorkomen / beperkt.

De gehanteerde (statistische) ontwateringscriteria voor de woonfase zijn in tabel 9.2 weergegeven.

Tabel 9.2. Ontwateringscriteria drainage woonfase

Gebruiksfunctie	Statische criteria	
	Ontwateringsdiepte (m beneden mv)	Afvoer (mm/etm)
I. tijdens de woonfase		
- wegen	0,70	5
- woningen zonder kruipruimte	0,50	5
- tuinen	0,50	5

Op basis van deze ontwateringscriteria zijn de volgende drainafstanden voor de eindfase berekend:

- theoretisch minimale drainafstand voor wegen: 12 meter, inwendige diameter 200 mm (IT- riolen, waarbij de leidingen tevens dienen voor afvoer van het hemelwater);
- theoretisch minimale drainafstand voor woningen zonder kruipruimtes: 34 meter (ringdrainage);
- theoretisch minimale drainafstand tuinen: 25 meter.

De drains worden eveneens aangelegd op een diepte van NAP -0,80 m en liggen hiermee enkele decimeters onder de oppervlaktewaterpeil (NAP -0,60 m).

9.1.4. Drainage op openbaar en uitgeefbaar gebied

De gemeente legt in het plangebied drainage aan in het openbaar gebied. Deze hoofddrainage bestaat uit een IT-drain Ø 200 mm in een grindkoffer van 750 x 700 mm welke gelegen is onder de hoofdwegen van het plangebied. Om de kwaliteit van bouw kavels te verhogen wordt door de gemeente tevens op uitgeefbaar gebied tijdelijke en permanente drainage aangelegd tijdens het bouwrijpmaken. De (permanente) drainage op uitgeefbaar gebied wordt na overdracht van de kavel eigendom van de eigenaar die dan verantwoordelijk is voor het verdere onderhoud, beheer en eventueel vervangen. De verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid voor grondwateroverlast is na overdracht van de kavel voor de eigenaar van de kavel. Om dit te waarborgen is één en ander uitgeleid vastgelegd in de koopovereenkomsten van de kavels. In de koopovereenkomsten is onder andere beschreven waar de drains liggen, op wat voor diepte en hoe de drain er uit ziet. Daarnaast is ook de verantwoordelijkheid voor onderhoud en aansprakelijkheid goed geregeld.

De volgende drainagemaatregelen zijn verder in het uitgeefbaar gebied getroffen:

- voor een bouwblok wordt op de erfgrans met de openbare weg op circa 50 cm uit de erfgrans op uitgeefbaar terrein een permanente flexibele drain Ø 100 mm in een grindkoffer van 500 x 500 mm aangelegd. Vanwege de beperkte ruimte door onder andere kabels en leidingen in het openbaar gebied is deze drain aangelegd op uitgeefbaar gebied. De drain wordt aangesloten op het IT-drainagesysteem van het openbare gebied.
- voor de kavels die gelegen zijn aan een watergang wordt achter de damwand van de beschoeiing een permanente flexibele drain in een grindkoffer van 500 x 300 mm aangebracht. De drain wordt aangesloten op het IT-drainagesysteem van het openbare gebied.
- op circa 10 m uit de erfgrans wordt een tijdelijke grindkoffer van 500 x 300 mm zonder drain aangelegd, welke wordt verbonden met de omliggende drainage ter hoogte van de erfgrans. Deze tijdelijke drainage is alleen ten behoeve van de ontwatering in de bouwfase;
- de gezamenlijke achterwegen worden voorzien van doorlatende verharding. Om een goede ontwatering te realiseren tijdens de gebruiksfase wordt onder deze gezamenlijke achterpaden een IT-drain Ø 200 mm in een grindkoffer van 750 x 1150 mm aangelegd. De drain wordt aangesloten op het IT-drainagesysteem van het openbare gebied.
- voordat de tuin rondom de woning (achter en voortuin) door de aannemer wordt afgewerkt tot de definitieve afwerkhoogte (voordat de woning wordt opgeleverd) dient de grond door de bouwer / eigenaar te worden doorgespit tot een diepte van circa 0,50 m. Hiermee wordt voorkomen dat een ondoorlatende laag ontstaat.

Afbeelding 9-3. Aanleg grindsleuf t.b.v. ontwatering wegcunet



9.1.5. Ervaring ontwerpproces en rol betrokken partijen

Tijdens het stedenbouwkundig ontwerpproces heeft de gemeente in een vroeg stadium ook de civieltechnische aspecten die van belang zijn bij de herontwikkeling betrokken. De ervaring is dat ontwerpkeuzes die tijdens het stedenbouwkundig ontwikkelingsproces worden gemaakt, in een later stadium niet eenvoudig meer zijn aan te passen, terwijl dit vanuit financieel of technisch oogpunt soms toch noodzakelijk blijkt. Door het samenbrengen van diverse disciplines konden technische en financiële randvoorwaarden in een vroeg stadium worden ingebracht om zo tot een realiseerbaar en beheerbaar ontwerp te komen. Hierbij is gebruik gemaakt van het ontwerpconcept 'concurrent engineering', het parallel schakelen van de verschillende ontwerpdisciplines. Hierdoor zijn de ontwerpen goed op elkaar afgestemd, wat tot gevolg heeft gehad dat in het totale ontwerp haast geen concessies zijn gedaan en het de investeringskosten zo laag mogelijk worden gehouden.

9.2. Laag Nederland (bestaand stedelijk gebied Dordrecht)

Op basis van verschillende funderingsonderzoeken en herstelwerkzaamheden is door de gemeente Dordrecht in 2003 vastgesteld dat naast diverse andere funderingsproblemen voor een deel van de woningen van voor 1945 in de ring rond het centrum sprake is van grondwateronderlast. Gedurende een deel van het jaar daalt de grondwaterstand beneden het niveau van het hoogste funderingshout, waardoor soms schimmelaantasting (paalrot) optreedt. Voor een deel van die woningen is funderingsherstel noodzakelijk voor de resterende woningen kan de paalrot mogelijk vertraagd en/of voorkomen worden door lokaal de grondwaterstand te verhogen.

Om meer inzicht te krijgen in de technische mogelijkheden om de grondwaterstand te verhogen en vervolgens te beheersen en hiermee verdere schade te voorkomen is een uitgebreid geohydrologisch onderzoek uitgevoerd (zie hiervoor H2O nr. 19 in 2005, aanpak van grondwateroverlast in Dordrecht). Dit onderzoek bestond uit een inventarisatie en de vaststelling van de grondwaterbeheersgebieden en het opstellen en uitwerken van grondwaterbeheersmaatregelen per peilgebied.

9.2.1. Inventarisatie

Tijdens de uitgebreide inventarisatie van aanwezige en benodigde informatie zijn grondwaterbeheersgebieden vastgesteld waar via technische maatregelen de grondwaterstand mogelijk lokaal zodanig verhoogd kan worden, dat het funderingshout van de onderzochte woningblokken (onderzoeksblokken) minimaal 0,3 meter onder het grondwaterpeil komt. Vervolgens zijn de mogelijkheden voor een grondwaterbeheersmaatregel onderzocht en is voor de onderzoeksblokken (blokken bestaande uit twee of meer woningen) waar dit mogelijk bleek, een concept grondwaterbeheersmaatregel voorgesteld. In dit deel van het onderzoek zijn 56 gebieden met in totaal 1.625 woningen verdeeld over 321 onderzoeksblokken bekeken.

Om de uniformiteit van de beoordeling van de onderzoeksblokken bij dit groot-schalig onderzoek te garanderen, is een beoordelingsmethodiek en hydrologisch model opgesteld waarmee voor elk onderzoeksblok is bepaald of het instellen van een grondwaterbeheersmaatregel noodzakelijk en/of haalbaar is.

9.2.2. Beoordelingsmethodiek

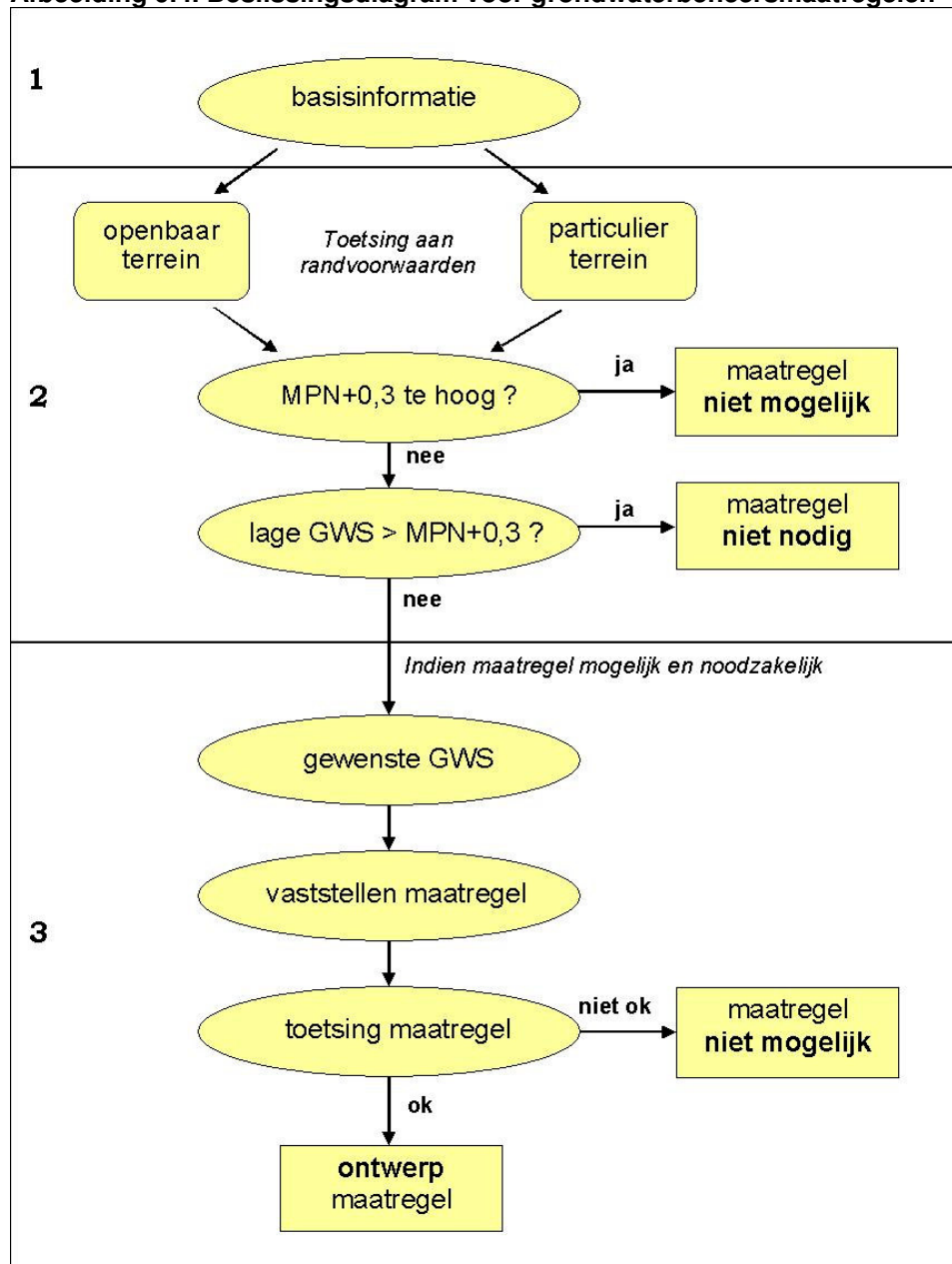
Voor het vaststellen van de haalbaarheid en effectiviteit van GrondWaterBeheers-Maatregelen (GWBm) is een beslissingsdiagram opgezet. Afbeelding 9.4 toont hiervan een vereenvoudigde versie. Binnen dit beslissingsdiagram zijn drie stappen te onderscheiden: basisinformatie (1), toetsing van de basisinformatie aan randvoorwaarden (2) en de keuze en het ontwerp van grondwaterbeheersmaatregelen (3).

In de eerste stap is gedetailleerde informatie verzameld van alle woningen waarvan bekend is dat deze een geschatte levensduur hebben van meer dan 15 jaar⁴. Het gaat om informatie over onder meer historie van de grondwaterbeheersgebieden, funderingen, geohydrologie, bodemopbouw, drainage- en rioleringsstelsels. Deze informatie is met behulp van een geografisch informatiesysteem verwerkt, geanalyseerd en gepresenteerd op themakaarten.

In de tweede stap is onderscheid gemaakt in maatregelen in openbaar of particulier terrein. Voor beide categorieën zijn (statische) ontwateringscriteria vastgesteld (bijvoorbeeld: wegen: wegcruin minus 1,0 m, voor- en achtertuinen: maaiveld minus 0,5 m). Eén van de belangrijkste maten in dit onderzoek is het Maatgevende PaalkopNiveau (MPN). Dit is het hoogste funderingshout (dus niet alleen de paalkop, maar inclusief onder andere het dwarshout) van een onderzoeksblok en hierdoor dus maatgevend voor dat blok. Indien de vereiste 0,3 meter grondwaterdekking boven het funderingshout hoger is dan de ontwateringscriteria voor tuinen en/of wegcunetten, dan is de conclusie dat de gewenste grondwaterstandverhoging niet mogelijk is. Indien voor funderingen op staal in de nabijheid van een onderzoeksblok de grondwaterstand significant of boven GHG stijgt, dan is een aanvullende stabiliteitsberekening nodig.

⁴ Voor een fundering met onvoldoende draagkracht, door wat voor oorzaak dan ook, heeft grondwaterstandverhoging geen zin. Bij veel panden vond ten tijde van het onderzoek nog monitoring van zakkings of grondwaterstand plaats om uitsluitel te krijgen over de funderingskwaliteit. Daarom is de selectie ruim genomen. Voor een aantal panden zal na monitoring blijken dat grondwatermaatregelen niet nodig of niet meer zinvol zijn.

Afbeelding 9.4. Beslissingsdiagram voor grondwaterbeheersmaatregelen



Vervolgens is in deze tweede stap beoordeeld hoe de lage grondwaterstand zich verhoudt ten opzichte van het MPN +0,3 m. Op basis van deze analyse zal lijken of een maatregel noodzakelijk is of dat restricties noodzakelijk zijn voor grondwatergebruik of dat een maatregel moet worden aangelegd waarmee een grondwaterdekking kan worden gerealiseerd van minimaal MPN +0,3 m. De lage grondwaterstand is vastgesteld op basis van grondwatermonitoringsgegevens van het speciaal voor dit project sterk verdichte peilbuizenmeetnet (maandelijks gemeten sinds 1999) en een neerslagstation van de gemeente Dordrecht. Deze gegevens zijn voor eigenaren en belangstellenden overigens via internet te raadplegen.

In de derde stap is aan de hand van luchtfoto's en themakaarten een selectie gemaakt van typen grondwaterbeheersmaatregelen die op de locatie kunnen worden aangelegd. Het betreft informatie over het type woning, de ruimte voor de aanleg van een maatregel en de aanwezigheid van drainage en oppervlaktewater. Deze

informatie is gebruikt voor het kiezen van plaats en aard van een maatregel op particulier en/of openbaar terrein.

9.2.3. **Geohydrologisch rekenmodel ter bepaling effecten**

Met een numeriek tweedimensionaal geohydrologisch rekenmodel zijn de grondwaterstandverhogende effecten berekend op grond waarvan de haalbaarheid van de beheersmaatregel is vastgesteld. Met dit model zijn de effecten van een verhoging van de grondwaterstand bij verschillende parameters voor een stationaire situatie berekend. De invoer voor het model bestaat uit de grootte van het invloedsgebied (zonering), de nuttige neerslag, de doorlatendheid van de bodem en het grondwaterverhang. De bodemopbouw is bekend uit de boorstaten van de vele projectpeilbuizen die gezet zijn, aangevuld met een aantal doorlatendheidsmetingen die in raaien zijn uitgevoerd nabij de onderzochte blokken. Om onderscheid te kunnen maken tussen de verschillende gebruiksfuncties van de grond aan de voor- en achterzijde van de onderzoeksblokken zijn de onderzoeksblokken opgesplitst in vier tot zes zones (wegcunet, voortuin, woning, achtertuin etc.). Indien blijkt dat een maatregel haalbaar is, is een voorlopig ontwerp en globale kostenraming voor de realisatie hiervan, opgesteld.

9.2.4. **Resultaat**

In totaal zijn zeven typen maatregelen ontworpen die afzonderlijk of in combinatie kunnen worden aangelegd. Het betreft vijf maatregelen op particulier terrein en twee op de openbare weg. Alle grondwaterbeheersmaatregelen, met uitzondering van het verhogen van het drainage-instelniveau in de weg, bestaan uit het plaatsen van een infiltratietransport-riool (IT-riool) in een grindkoffer in de weg of langs de woningen aan voor- of achterzijde. Met deze IT-riool kan water in de bodem worden geïnfiltreerd. Het water benodigd voor infiltratie is afkomstig van sloten of vijvers in Dordrecht en wordt door middel van één of meerdere pompen via een bestaand gesloten leidingsysteem (schoonwater riolen/duikers) naar het infiltratieriool gepompt.

In sommige gevallen zijn aanvullende maatregelen nodig om wateroverlast of juist het wegstromen van water te voorkomen. Deze maatregelen zijn het plaatsen van een kleidam of foliescherm haaks op het wegcunet, een waterkerend scherm evenwijdig aan de gevel in het wegcunet en/of in de voor- en achtertuinen of het ophogen van de achtertuinen.

Voor circa 36% van de panden is een concept-ontwerp voor een grondwaterbeheersmaatregel opgesteld. Voor circa 41% van de panden was geen maatregel noodzakelijk. Voor de overige 13% van de panden was binnen de geldende randvoorwaarden geen maatregel mogelijk. Met de eigenaren van deze ca. 200 panden is overleg gezocht om te bezien wat in hun situatie nog mogelijk is.

De kosten van de grondwaterbeheersmaatregelen bedragen gemiddeld tussen de 6.000 en 7.000 euro per pand⁵, met in individuele gevallen grote uitschieters naar beneden en naar boven.

9.2.5. **Ervaring ontwerpproces en aandachtspunten**

Met het ontwerp van de maatregel is deze echter nog lang niet ingevoerd. Een aantal obstakels is al opgelost, maar andere moeten nog worden opgelost:

⁵ Ter vergelijking: de kosten van funderingherstel bedragen gemiddeld een kleine 60.000 euro per pand, te vermeerderen met onderzoek en planvorming.

- plaatselijk kan de grondwaterstromingsrichting veranderen. Eventueel aanwezige mobiele verontreinigingen stromen dan mogelijk richting fundering en woning;
- de kwaliteit van het gebruikte oppervlaktewater is matig (tot slecht). Hoe invoering van de maatregel in het kader van de Europese grondwaterrichtlijn mogelijk is, is nog punt van onderzoek;
- maatregelen worden deels uitgevoerd op particulier gebied. Het beheer zal dus ook deels in handen van particulieren komen. Juridisch moet dit nog wel geregeld worden;
- ondanks dat de kosten van de maatregel gemiddeld op ruim tien procent van de herstelkosten van de fundering komen, zal nog veel overleg met de eigenaren nodig zijn, niet alleen over de verdeling van de kosten, maar ook over de uitvoeringswijze.

De maatregelen zijn nu conceptmaatregelen. Deze zijn zoveel mogelijk intern en extern met betrokkenen afgestemd. Inmiddels is men gestart met het voorbereiden van een definitief ontwerp en de aanbesteding. Inmiddels zijn ook al enkele particuliere eigenaren begonnen met het uitvoeren van de maatregelen.

9.3. Hoog Nederland (bestaand stedelijk gebied Hoogeveen)

In Hoogeveen bevindt zich een woonwijk genaamd Wolfsbos. De wijk bestaat uit ruim 2000 huizen. De wijk ligt langs de Hoogeveense Vaart en heeft een structuur die kenmerkend is voor wijken die gebouwd zijn in de jaren '70. Twee brede ontsluitingswegen met dwarsstraten – waaronder veel rijtjeswoningen en twee-onder-één-kap woningen. Groenvoorzieningen zijn in de wijk volop aanwezig.

9.3.1. Problemen

De wijk heeft wateroverlast. De volgende type problemen kunnen worden onderscheiden:

- grondwaterproblemen (water in de kruipruimte, optrekkend vocht, natte speelveldjes);
- regenwaterproblemen (water wat in tuinen blijft staan, afstroming en verzameling op lage terreindelen);
- rioleringsproblemen (geringe capaciteit riool, water op straat);
- zettingsproblemen (scheuren in de muren van woningen en straten die scheef liggen).

9.3.2. Oorzaak grondwateroverlast

De grondwateroverlast wordt met name veroorzaakt door keileem in de ondiepe ondergrond. De keileem leidt tot hoge grondwaterstanden. Het grondwater kan niet infiltreren. De afwezigheid of het onvoldoende functioneren van ontwateringsmiddelen leidt er toe dat de hoge grondwaterstand niet weg kan worden genomen. Hoge grondwaterstanden veroorzaken vervolgens vochtoverlast.

Afbeelding 9.5. Grondwater in de kruipruimte



9.3.3. Oplossing grondwateroverlast

De meest kansrijke maatregel voor de oplossing van grondwateroverlast bestaat uit het aanleggen van drainage. Dit geldt zowel op perceelsniveau als in de groenstroken. De drainage wordt aangesloten op een structuur die het overtollig water afvoert. In het gebied wordt bovendien gekeken naar mogelijkheden om oppervlaktewater te creëren en naar mogelijkheden om openbaar groen aan te leggen om water te bergen.

Een concept uitvoeringsplan is gereed. Daarin is aangegeven welke maatregelen worden getroffen in het openbaar groen en welke op perceelsniveau. Uitgangspunt op perceelniveau is dat de drainage zoveel mogelijk in de tuinen wordt aangelegd.

9.3.4. Proces

De inzet is om in een samenwerkingstraject vorm te geven aan water in de wijk Wolfsbos, niet alleen vanuit het perspectief van gemeente en waterschap, maar ook vanuit het perspectief van de bewoners van Wolfsbos zelf. De intentie is dat water in de wijk meer gaat leven en dat de bewoners water ruimer zien dan alleen een probleem. In de wijk zijn peilbuizen geplaatst die worden afgelezen door de bewoners zelf. Het waterschap Reest en Wieden verwerkt de gegevens. Zij staan weergegeven op de site van de gemeente Hoogeveen. Verder zijn er bewonersavonden georganiseerd. Tevens is een kerngroep van bewoners geformeerd. Zij heeft een belangrijke functie in het proces. Zij is een soort buffer. Ze wordt nauw betrokken bij het gehele proces. Zij is voor de gemeente een klankbordgroep. En bewoners kunnen er terecht met vragen. Daarnaast is er een gemeenteloket opgericht waar bewoners ook terecht kunnen met vragen. Met regelmaat worden tijdens het proces de bewoners op de hoogte gehouden van de ontwikkelingen (door de bijeenkomsten, de buurtkrant en de nieuwsbrief).

9.3.5. Fasering in uitvoering

Om het einddoel te realiseren wordt de problematiek gefaseerd aangepakt. Per deelgebied wordt een maatregelenpakket opgesteld. Er wordt gelet op overlast van grondwater en op mogelijkheden om het systeem gezonder te maken (ook het

economische systeem!). Vervolgens is een planning gemaakt waarbij zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met andere herinrichtingwerkzaamheden. De eigenaren en bewoners worden zoveel mogelijk bij de plannen betrokken. De inzet daarbij is consensus te bereiken over de te nemen maatregelen.

Op basis van prioritering is een buurt aangewezen als proefbuurt. Deze proefbuurt wordt op korte termijn aangepakt. Op basis van ervaringen van deze buurt wordt een definitieve planning opgesteld. Vervolgens worden de andere buurten één voor één aangepakt op basis van een prioritering. Buurten met de grootste problemen en waar bereidheid is om mee te doen hebben de hoogste prioriteit.

Bij het proefproject heeft de gemeente aangeboden een regiefunctie te vervullen. Bewoners ondertekenen een contract waarin zij aangeven dat ze bereid zijn mee te doen en zullen betalen voor de maatregelen op perceelsniveau. Het technische uitvoeringsprogramma is voorgelegd aan de gehele proefbuurt. Een intentieverklaring is uitgereikt. De bedoeling is dat het plan voor de zomer van 2007 definitief wordt gemaakt en dat voor de bouwvakantie 2007 het plan besteksgereed is.

9.3.6. Financiële aspecten

Het streven is een pakket van maatregelen te treffen die niet meer dan strikt noodzakelijk is en tegen de laagst mogelijke maatschappelijke kosten. De maatregelen die worden genomen in openbaar gebied worden in beginsel gefinancierd door de gemeente. De maatregelen op particulier terrein en bouwtechnische maatregelen zijn in beginsel voor rekening van de perceelseigenaar.

9.4. Laag Nederland (bestaand stedelijk gebied Castricum)

Bewoners in Castricum hadden een aantal problemen. Zo was er op relatief grote schaal sprake van water in de kruipruimten, een vochtig binnenklimaat en natte tuinen waar regelmatig flinke plasvorming optrad. De problematiek bestond uit grondwateroverlast en regenwateroverlast.

Er speelden verschillende zaken. Wijken waren op een traditionele manier bouwrijp gemaakt. De onttrekkingen vanuit de duinen t.b.v. de drinkwaterwinning waren sinds de jaren '80/90 gereduceerd. De jaren '90 waren relatief nat. Afwateringsloten functioneerden onvoldoende

9.4.1. Oplossingen grondwateroverlast

Bijzonder voor Castricum is dat op grote schaal de zaken zijn aangepakt zonder duidelijkheid over de verantwoordelijkheden. Gemeente Castricum heeft het voortouw genomen om de problemen op te lossen. Op grote schaal is drainage aangelegd. Dit is betaald uit de algemene middelen. Een andere bijzonderheid is dat de drainage in het eerste deelplan met name is aangelegd onder de achterpaden. Tenslotte is het bijzonder dat de duinrellen van de riolering zijn afgehaald (een soort afkoppelmaatregel).

Afbeelding 9.6. Aanleg van de drainage



In de kernen Castricum en Bakkum is een enquête gehouden onder de bewoners zodat inzicht is ontstaan in de ernst en omvang van de problematiek. Uit deze resultaten en nader onderzoek is besloten tot een aanleg van een drainagesysteem in de wijken waar de overlast het grootst is. Zowel onder de rijwegen/trottoirs als onder de achterpaden is drainage aangebracht. Begonnen is in de wijk Molendijk-Zuid om ervaring op te doen. Het hele proces van ontwerp, aanleg en functioneren is geëvalueerd. Gemiddeld bleken de grondwaterstanden ca. 15 cm gedaald te zijn. De maximale grondwaterstanden gaven een reductie van ruim 20 cm te zien. Ook de bewoners, die via een enquête om hun mening was gevraagd, waren tevreden over het bereikte effect. Meer dan 50% van de bewoners vond dat de

overlast in de tuin en de woning was gereduceerd of opgelost. Driekwart vond dat de problematiek rondom de kruipruimte sterk was verbeterd of opgelost.

De resultaten van de eerste wijk zijn meegenomen bij de aanpak van de andere wijken. Door het voorlichten van de bewoners over de aanpak en het betrekken van bewoners bij het oplossen van de problemen, was er meer draagvlak en begrip ontstaan. Bovendien wilden de bewoners meer mee werken aan de oplossingen, ook op eigen terrein.

In dit praktijkvoorbeeld wordt verder ingegaan op de wijk Noord-End.

9.4.2. Doelstelling wijk Noord-End

Het doel is het binnen aanvaardbare proporties terugbrengen van de grondwateroverlast die bewoners van de wijk Noord-End ervaren.

Uitgaande van een maximale diepte van de kruipruimte van 0,70 meter beneden het vloerpeil van de woningen en maximaal 0,20 meter capillaire opstijging van het grondwater in het zand onder de woningen betekent dit dat de grondwaterstand ter plaatse van de woningen slechts éénmaal per tien jaar hoger mag zijn dan 0,90 meter beneden het vloerpeil van de woning. Dit komt overeen met circa 0,70 meter beneden het wegpeil (= maaiveld). Uit ontwaterings-experimenten en aanleg in andere wijken is gebleken dat de aanleg van een horizontaal drainagestelsel het meest effectief is.

9.4.3. AGOR Noord-End

Uit het bodemonderzoek blijkt dat de ondiepe bodemopbouw tot circa 3 meter minus maaiveld hoofdzakelijk bestaat uit zwak tot matig siltig fijn zand. In meerdere profielen komen kleilaagjes voor met een dikte van enkele decimeters tot ruim één meter. Tevens zijn in het bodemonderzoek de doorlatendheden bepaald door Fall-headmetingen in een aantal peilbuizen. De doorlatendheid varieert tussen de 0,5 en 5 meter per dag. De gemiddelde doorlatendheid bedraagt 2,5 meter per dag.

Uit het kruipruimte-onderzoek blijkt dat de ondiepe bodemopbouw tot circa 1 m minus de vloer van de kruipruimte hoofdzakelijk bestaat uit matig grof zand met in veel gevallen een siltige bijmenging. Op een aantal locaties bevinden zich op een diepte van 0,5 tot 1,25 m minus bovenkant vloer slecht doorlatende kleilaagjes met een dikte van één tot meerdere decimeters.

Na het uitgevoerde kruipruimte-onderzoek zijn steekproefsgewijs hoogtemetingen uitgevoerd om de hoogteligging van vloeren en tuinen te bepalen. De hoogte van de as van de weg ligt bij de ingemeten woningen tussen de NAP+0,06 en 0,17 m, de tuinhoogte tussen NAP+0,15 en 0,27 m en het vloerpeil van de woningen tussen NAP+0,27 en 0,39 m.

De gemiddelde vloerhoogte van de onderzochte woningen bedraagt NAP+0,33 m, de gemiddelde tuinhoogte NAOP+0,20 m en de gemiddelde weghoogte NAP+0,10 m. Hieruit volgt dat het vloerpeil van de woningen gemiddeld 0,13 m hoger ligt dan de tuin en gemiddeld 0,23 m hoger dan de weg.

9.4.4. Ontwerp drainage wijk Noord-End

Er is berekend dat de drainagebasis circa NAP-1,10 m moet zijn. Er zijn een aantal overwegingen om te kiezen voor een grotere draindiepte:

- in verband met ijzerneerslag in de drainageleidingen verdient het aanbeveling de leidingen permanent onder de grondwaterstand te houden. De onderzijde van de drainageleiding moet tenminste op NAP-1,15 m komen te liggen, af-

hankelijk van de draindiameter. Aanbevolen wordt een wat grotere marge in acht te nemen;

- bij een drainagebasis van BAP-1,10 m wordt het overschrijdingscriteria van 1 keer in de 10 jaar niet volledig gehaald;
- ook in verband met mogelijke wortelingroei is het belangrijk de drain permanent onder de grondwaterstand te houden.

Op basis van deze criteria is gekozen voor een aanlegdiepte van de b.o.b. van de drainage op NAP-1,40 m. Hierdoor zal ook bij draindiameters tot 250 mm de gewenste drainagebasis van NAP-1,10 m gehandhaafd blijven. Bovendien kunnen de drains ter plaatse van kruisingen met de kabels- en leidingenstrook onder de kabels en leidingen gelegd worden.

In tabel 9.3 zijn de aanlegdieptes van de drainage gepresenteerd uitgaande van diverse draindiameters en geen horizontaal verval van de drains zelf.

Tabel 9.3. Aanlegdiepte drainagestengren

draindiameter (mm)	aanlegdiepte (m NAP)	bovenzijde drainage (m NAP)
100	-1,40	-1,30
160	-1,40	-1,24
200	-1,40	-1,20
250	-1,40	-1,15

Bij kruisingen met de bestaande riolering is het niet altijd mogelijk de drainageleidingen op de gewenste diepte te leggen. Om luchtinsluitingen in de drainageleidingen te voorkomen wordt de drainage bij 'problematische' kruisingen onder het riool door gelegd. Hierbij wordt uitgegaan van 0,10 meter speling tussen de onderzijde van de rioolbuis en de bovenzijde van de drainageleiding.

De diameters van de drainage zijn zo gekozen dat de waterspiegelverhanglijn in de leidingen bij een afvoer van 6 mm/dag onder de 1,20 m-mv blijft. Voor het drainagestelsel in de wijk Noord-End is vooral gekozen voor drains met een diameter van Ø100 mm, met uitzondering van de verzamel drains. Deze verzamelleidingen krijgen een diameter variërend van Ø160 tot Ø250 mm om drukopbouw in deze leidingen te beperken.

Het water dat via de drainage aan het gebied onttrokken wordt, wordt met eenemaal met persleiding geloosd op een watergang. De gemaalcapaciteit is gebaseerd op een debiet dat eens in de 10 jaar op het oppervlaktewater geloosd gaat worden.

De gemeente Castricum heeft gekozen voor Strabusil PE drains met een omhulling van polypropreen. Wegkruisingen worden gemaakt met mantelbuizen. Nabij de vele bomen is aangeraden om zoveel mogelijk van flexibele drains gebruik te maken of kant en klare bochten toe te passen. De bochten die worden toegepast worden uit kostenoverweging met normale PVC-hulpstukken gemaakt. De leidingen Ø300 mm ter plaatse van het gemaal worden uitgevoerd als gesloten PVC-leiding.

9.4.5. Onderhoud drainage wijk Noord-End

Voor het drainagestelsel dat is aangelegd in de wijk Noord-End zijn de volgende onderhoudsmaatregelen voorgesteld:

- binnen twee jaar na aanleg éénmaal doorspuiten met lage druk en veel water in verband met de verhoogde kans op zandinspoeling tijdens of direct na de aanleg en het constateren van eventuele gebreken;

- 1x per 6 jaar doorspuiten met lage druk en veel water in verband met chemische neerslagen;
- 1x per 2 jaar onderbemalen van het stelsel, waarbij tevens een inspectie plaatsvindt van de werking van de afzonderlijke drainagestrengen. In de jaren waarin het stelsel wordt doorgespoten vindt geen onderbemaling plaats.

10. LITERATUUR, ARTIKELEN EN WEBSITES

Literatuur

- Fugro, algemene toelichting continu elektrisch sonderen
- CUR rapport 182 Geofysische technieken voor grondonderzoek. CUR 1996 ISBN 90 376 0039 5
- Kruseman G.P en N.A. de Ridder Analysis and evaluation of pumping test data. ILRI Wageningen 1989. ISBN 90 70754 207
- Hooghoudt S.B., Bijdragen tot de kennis van enige natuurlijke grootheden van de grond. verslagen landbouwkundig onderzoek 46 - 14. Den Haag 1940
- Ernst, L.F., Grondwaterstroming in de verzadigde zone en hun berekening bij aanwezigheid van horizontale evenwijdige open leidingen. Verslagen landbouwkundig onderzoek 67-15 Wageningen 1962.
- Van Beers, W.F.J., The auger-hole method, Wageningen 1958
- Bouwer, H., Groundwater Hydrology, New York 1978 ISBN 0 07 006715 5
- CUR, Bepaling geotechnische parameters, CUR rapport 2003-7 ISBN 90 3760 3424
- FAO, Materials for subsurface landdrainage systems, Rome 2005 ISSN 0254 5284
- Van Baars, F en H.C. van de Graaf. De bepaling van de doorlatendheid met de dissipatietest.
- SBR 99 Bouwrijpmaken van terreinen W.A.Segeren en H. Hengeveld, 1984 ISBN 90 201 1713 0
- Handreiking WaterWeg (SBR)
- Ministerie van V&W, Rijkswaterstaat, Riza Lelystad. Grondwateroverlast in het stedelijk gebied. KPMG/Grontmij, februari 2001.
- Anders omgaan met hemelwater in bestaand stedelijk gebied. Beleidsverkenning naar effecten en grenzen van het sturen met hemelwater in bestaand stedelijk gebied. Documentnummer 99032082. Projectnummer 105486. mei 2002
- Hemelwater in stedelijk gebied. Noodzaak tot innovatief afkoppelen. Doede Boomsma. Afdeling Milieukunde Radboud Universiteit Nijmegen. Januari 2005
- Naar een waterparagraaf in koopcontracten. mr. P.J. de Putter en mr H.F.M.W. van Rijswijk
- Tiggelman en Beukema (2006) Ringonderzoek Sonderen. Geotechniek 10^e jaargang #1
- Tauw (2006). Boven water komen, definitiestudie grondwateroverlast in bestand stedelijk gebied (internetpublicatie).
- SBR. Bemaling van bouwputten, publicatie 190.03, 2003) ISBN 90-5367-386-5.
- SBR-publicatie 145 'Te hoog grondwater in de bebouwde omgeving' uit 1986.
- Rechtbank Amsterdam, 11 september 1996, rolnr. H.94.0565 en Hof 's-Hertogenbosch 13 november 1996, rolnr. 366/94/HE, BR 1997, p. 872, resp. p. 874, en Hof Arnhem, 3 juni 1997 (Almelo), rolnr. 96/118, BR 1997, nr. 10, p. 877.
- Kamerstukken II 2003/04 28 966, nr. 2. (regenwaterbrief)
- Commissie Waterbeheer 21e eeuw. Commissie Tielrooij, 2000.
- Commissie van Advies inzake de Waterstaatswetgeving (2004), 'Zicht op grondwater. Een juridisch perspectief op grondwaterbeheer in bebouwd gebied', Den Haag.
- Beter bouw- en woonrijpmaken, Verkenend onderzoek wijze van bouwrijpmaken in Nederland. TU Delft (o.a. D. Biron), 2004
- Fugro. Inventarisatie en vaststelling grondwaterbeheersgebieden. 2003.
- Fugro. Grondwaterbeheersmaatregelen per grondwaterbeheersgebied. 2005.
- Fugro. Lokale bodemopbouw en doorlatendheid grondwaterbeheersgebieden. 2005.

Artikelen

- J.T.M. Huinink. Herziening keuzetabel drainage-omhullingsmateriaal. Landinrichting 1992/32 3 pagina 31-33
- J. Nijman (Fugro) en A. Mollema (gemeente Dordrecht). Aanpak van grondwateroverlast in Dordrecht. H2O nr. 19. 2005.

Geraadpleegde websites (tussen juni 2006 – december 2006)

- www.bouwrijp.nl
- www.waterweg.info
- www.riool.net
- www.waterwet.nl
- www.waterland.net
- www.uvw.nl
- www.stowa.nl
- www.deblauwestad.nl
- www.bodemdata.nl
- www.dinoloket.nl
- www.geobank.nl
- cms.dordrecht.nl

BIJLAGE I Begrippenlijst

Begrippenlijst

Afkoppelen:	Regenwater van schone verharde oppervlakken niet langer afvoeren via het rioolstelsel, maar gebruiken of in de bodem infiltreren of rechtstreeks afvoeren naar het oppervlaktewater.
Afsluitende laag:	Laag in de bodem die zo wordt genoemd vanwege zijn eigenschap dat hij grondwater slecht doorlaat.
Afwatering:	De afvoer van water via een stelsel van open-waterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.
c-waarde:	Weerstand die een bodemlaag biedt tegen een verticale grondwaterstroming.
Bouwtechn. maatr.	Maatregelen in de woning (in de kruipruimte of kelder, of in de woonruimte), met als doel vochtoverlast te beperken.
Bouwrijpmaken:	Een terrein zodanig inrichten dat aanleg van infrastructuur, woningen, recreatievoorzieningen en dergelijke mogelijk wordt.
Capillaire opstijging:	Opwaartse stroming van water boven de grondwaterspiegel als gevolg van adhesiekrachten tussen water en de wand van nauwe kanalen (poriën) in grond of keramische materialen.
Corrosie:	Aantasting, roest.
Deklaag:	Slecht doorlatende bovenlaag.
DINO:	(Digitale Informatie Nederlandse Ondergrond), een direct benaderbare databank voor grondwatergegevens in beheer bij TNO Grondwater en Geo-Energie in Delft.
Doorlatendheid:	Het vermogen van de grond om water en/of lucht door te laten.
Drainage:	De afvoer van water over en door de grond en door het waterlopenstelsel.
Drooglegging:	De afstand tussen het oppervlaktewaterpeil en het maaiveld.
Dun waterproblematiek:	De aanvoer van grote hoeveelheden regenwater naar de zuiveringsinstallatie, waardoor de verontreinigingsgraad van het influent in de tijd sterk fluctueert en het zuiveringsproces niet optimaal verloopt.
Freatisch grondwater:	Het grondwater in de bovenste bodemlaag, dat (indirect) in contact staat met de atmosfeer. De freatische grondwaterstand is een andere term voor grondwaterspiegel.
Gemengd rioolstelsel:	Zowel regenwater als afvalwater worden via hetzelfde buizenstelsel ingezameld en afgevoerd.
GHG:	Gemiddeld hoogste grondwaterstand. Dit is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden van de afgelopen 8 jaren, gebaseerd op maandelijkse metingen.
Geohydrologie:	De leer van de grondwaterstroming en de –dynamiek in samenhang met de structuur en de opbouw van de ondergrond.
Gescheiden rioolstelsel:	Afval en regenwater worden apart ingezameld en getransporteerd via twee buizenstelsels.
Grondwater:	Water beneden het grondoppervlak, meestal beperkt tot het water beneden de grondwaterspiegel.
Grondwaterisohypse:	Hoogtelijn voor de grondwaterstand of voor de stijghoogte van het grondwater. Een grondwaterisohypsenkaart geeft met lijnen (isohypsen) punten aan met gelijke stijghoogte. De kaart geeft onder andere informatie over: de stromingsrichting van het grondwater.
Grondwateronderlast:	Problemen die zich voordoen als gevolg van lage grondwaterstanden. Bijvoorbeeld aantasting van houten funderingen als gevolg van droogstand.
Grondwateroverlast:	Wateroverlast door hoge grondwaterstanden. Bijvoorbeeld plasvorming op binnenterreinen of vocht in kruipruimtes.
Hydrologische kringloop:	Een reeks processen en toestanden die water kan doorlopen (zoals neerslag, berging, afvoer, verdamping) waarbij telkens weer een ander toestand wordt bereikt.
Infiltratie:	Intrede van water in de bodem.
Infiltratiekoffer:	Compacte voorziening voor de opvang en infiltratie van regenwater.

Inklinking:	Het proces van bodemdaling in klei- en veengebieden door ontwatering, samen-drukking en bij veen ook afbraak (oxydatie of mineralisatie) van het organisch ma-teriaal.
Koude/warmte-opslag:	Benutten van capaciteit van de bodem voor opslag en onttrekking van warm of koud water.
Kruipruimte:	Ruimte onder de begane-grondvloer in gebruik voor het bereiken van leidingen voor inspectie, onderhoud of reparatie, en voor ventilatie van de vloer en eventuele houten constructiedelen onder de woning.
Kwel:	Het uittreden van grondwater.
Maaiveld:	Grondoppervlak, bovenzijde van de bodem.
Meetnetten van TNO:	TNO heeft verschillende grondwaterstandsmeetnetten in beheer. Dit betreft ver-schillende typen, zoals voor research, strategisch waterbeheer, operationeel wa-terbeheer. De meest voorkomende meetfrequentie is eenmaal per 14 dagen. De gegevens worden opgeslagen in DINO.
Methodiek Waternood:	Een nieuwe kijk op het waterbeheer waarbij het grondwaterregime richtinggevend wordt gesteld voor de te hanteren oppervlaktewaterpeilen.
Ontpolderde polder:	Polder waarin de bevoegdheden ten aanzien van het waterkwantiteitsbeheer zijn overgegaan van een waterschap naar een gemeente.
Ontwatering:	De afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door drains, kleine sloten en greppels naar een stelsel van grote waterlopen met als functie af-watering.
Ontwateringsdiepte:	De afstand tussen de hoogste grondwaterstand tussen twee ontwateringsmiddelen (sloot, drain) en het maaiveld.
Onverhard oppervlak:	Oppervlak in stedelijk gebied waar neerslagwater kan infiltreren (plantsoenen, tui-nen, bermen).
Onverzadigde zone:	Deel van de grond boven de grondwaterspiegel, waarin de bodemporiën zowel water als lucht bevatten. De verzadigde zone is het deel waar de poriën geheel gevuld zijn met water.
Opbolling:	Het maximale hoogteverschil tussen de grondwaterspiegel en de waterstand in de drainagebuizen en/of watergangen.
Oppervlaktewater:	Water dat stroomt over of verblijft op het aardoppervlak.
Overstort:	Voorziening waardoor bij regen het teveel aan rioolwater (neerslagwater al dan niet vermengd met afvalwater) dat niet in het stelsel kan worden geborgen, kan worden geloosd op het oppervlaktewater.
Peilbeheer:	Het beheren van waterstanden door gerichte activiteiten als stuwbediening of be-maling.
Peilbuis:	Algemene term voor een buis of soortgelijke constructie met een kleine diameter waarin een grondwaterstand c.q. stijghoogte kan worden gemeten.
Peilgebied:	Een gebied waarin een en hetzelfde peil wordt nagestreefd.
Percolatie:	Neerwaartse beweging van water in de onverzadigde zone.
Piekafvoer:	De grootste afvoer die gedurende een hoogwaterperiode (na neerslag) voorkomt.
Regenwaterriool:	Riool voor het transport van regenwater.
Regenwateruitlaat:	Locatie waar een regenwaterriool uitstroomt in het oppervlaktewater.
REGIS:	Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem, een interactief informatiesysteem dat beschikt over voor het waterbeheer relevante en actuele gegevens. REGIS wordt beheerd door TNO.
Retentievijver:	Vijver voor de berging van water.
Stagnante wateren:	Wateren waarin geen stroming plaatsvindt.
Stijghoogte:	Hoogte boven een referentievlak tot waar het water in een peilbuis stijgt. Deze stijghoogte is afhankelijk van de druk van het grondwater ter plaatse van de ope-ning onderin de peilbuis.
Verdroging:	Schade aan land- en waternatuur als gevolg van lage grondwaterstanden, vermin-dering van kwelstromen, het droogvallen van water of de aanvoer van gebieds-vreemd water.

Verhard oppervlak:	Oppervlak in stedelijk gebied waar neerslagwater niet kan infiltreren, maar oppervlakkig afstroomt (huizen, straten, en dergelijke)
Wadi:	Voorziening voor de opvang, berging en afvoer van neerslag. In een komvormige greppel kan het regenwater infiltreren. Vervolgens kan infiltratie naar het grondwater plaatsvinden of afvoer via een drain.
Waterkansenkaart:	Kaart waarop gebieden zijn aangegeven die kansrijk zijn voor een bepaalde ontwikkeling of ingreep.
Wegzijging:	Neerwaartse stroming van grondwater.
Zetting:	Bodemdaling als gevolg van inklinking, krimp, door de bouw van kunstwerken, het ophogen van de grond of het aanbrengen van andere materialen.

BIJLAGE II Statische ontwateringscriteria bij verschillende gebruiksfuncties

BIJLAGE III Verslag minisymposium 15 juni 2006

Verslag

Minisymposium Grondwater in stedelijk gebied

Datum: Donderdag 15 juni 2006, 13.30 – 16.00 uur

Locatie: TU Delft, Faculteit Civiele Techniek

- Aanwezig: Marco Oosterveld (BAM Wegen)
Jeroen Rijke (TU Delft/Dura Vermeer Business Development)
Peter Roos (gemeente Lelystad)
Bas Schoots (BAM Infra)
Ad van Wensen (Voorzitter BVFP en SPFN)
Bert Zwanenburg (Woningborg BV)
Barend van Buuren (Woningborg BV)
de heer Swan (Geodelft)
Lorenz Mooij (Bokx Vastgoed)
Najib Puyan (Dura Vermeer BD)
Annemarije Kooistra (Ballast Nedam, IC+E)
Amy Bowker (Ingenieursburo Rotterdam)
Jelle Buma (NITG-TNO Bouw en Ondergrond)
Sjaak Clarisse (gemeente Delft)
Hanneke Cusell (Waternet)
Anita Kos (Waternet)
Maarten Heersema (Infocus)
Jan Kloekhorst (Grontmij)
Ron van Geloven (Panagro Vastgoedontwikkeling)
Peter van Oppen (SBR)
Welmoed Visser (Grontmij)
Rutger de Graaf (TU Delft)
Frans van de Ven (TU Delft)
Mario Hartog (Grontmij)
Matthijs Bonte (Witteveen+Bos)
Leo van Wee (Witteveen+Bos)
David Biron (Witteveen+Bos)
- Afwezig : Eilard Jacobs (Waternet)
Jeroen van het Klooster (gemeente Amersfoort)
- Afgemeld: Ireen Röling (RWS-RIZA)
Guus Ronsdorf (gemeente Lelystad)
Frank van Swol (gemeente Eindhoven)
J. de Visser (aannemingsbedrijf Nieuwenhuizen-Daandels BV)
de heer Bruins (Waterschap Regge en Dinkel)
Willem van Dijk (Ballast-Nedam)
D. Rombout (Ballast-Nedam)
Lambert (Geodelft)
Theo van den Berg (Waternet)
Reinier Besemer (Dura Vermeer Business Development)
Pieter van der Brugge (Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard)
Hans Gehrels (NITG-TNO Bouw en Ondergrond)
Freek Hoeksema (Grontmij)
Jan Koopman (Ballast-Nedam Infra N-W)
Patrick de Laat (Martens en Van Oord aannemingsbedrijf)
Ron de Lange (gemeente Haarlemmermeer)

Wim Post (Geodelft)
Diederik Anema (gemeente Apeldoorn)
Martijn Apswoude (gemeente Nijmegen)
D. Rombout (Ballast Nedam)
Ad van Goch (gemeente Oosterhout)
Ard de Jong (LATEI projectontwikkeling)
Albert Bos (Infocus)
Ewald Dijkman (Bouwend Nederland)

1. Opening en programma (Frans van de Ven)

Frans van de Ven opent het symposium en heet iedereen van harte welkom. Hij licht het programma toe en doet een voorstelronde.

Programma:

13.30 uur: voorstelronde;
13.45 uur: toelichting project BBWM (David Biron);
14.00 uur: toelichting publicatie Grondwater in stedelijk gebied (Leo van Wee);
14.10 uur: opzet, doel, verwachting symposium (Leo van Wee);
14.15 uur: uitkomst enquête en stellingen (Leo van Wee);
14.35 uur: pauze;
14.45 uur: werksessies in groepen (o.l.v. Frans van de Ven en Mario Hartog);
15.45 uur: terugkoppeling per groep (Frans van de Ven en Mario Hartog);
15.55 uur: kennisvragen (David Biron);
16.00 uur: sluiting en biertje.

2. Toelichting project BBWM (David Biron)

Zie sheets presentatie.

3. Toelichting publicatie Grondwater (Leo van Wee)

Zie sheets presentatie.

4. Opzet doel en verwachting symposium (Leo van Wee)

Zie sheets presentatie.

5. Uitkomst enquête en stellingen (Leo van Wee)

Zie sheets presentatie in de bijlage.

6. Samenvatting werksessies

De werksessies hebben tot doel om de vragen te identificeren die bij bestaan over het onderwerp stedelijk grondwater en ontwatering. Er zijn twee werksessies gehouden. Hiervoor hebben de aanwezigen zich verdeeld over twee groepen. De groepen gingen in op respectievelijk de procesmatige aspecten (groep onder leiding van Mario Hartog) en de technische aspecten (groep onder leiding van Frans van de Ven). Om de discussie te prikkelen waren er vijf stellingen geformuleerd waar aanwezigen op konden reageren.

6.1. Werksessie techniek

De voorzitter van de groepsdiscussie begon de sessie met een minuut van stilte waarin hij de aanwezigen verzocht om bij zichzelf te raden te gaan wat de meest relevante vragen zijn die beantwoord dienen te worden in de publicatie stedelijk grondwater. Hieruit volgde de volgende punten:

- hoe is de wetgeving nou eigenlijk geregeld?
- is er een quickscan beschikbaar om te bepalen hoeveel drainage vereist is?
- wanneer leg je diepe of ondiepe drainage aan (kwel of hemelwater)?

- klopt Hooghoudt wel?, het lijkt het invloedsgebied van drainagemiddelen te onderschatten!
- wie betaalt wat?, en wat zijn de financiële voordelen voor een ontwikkelaar om de zaken goed te regelen?
- wie regelt de handhaving (met betrekking tot vloerpeilen en maaiveldhoogtes)?
- wat is een goede definitie van wateroverlast?
- hoe kunnen de frequentie en de duur van wateroverlast worden verwerkt in drainageberekeningen?
- hoe maak je een afweging tussen wel of niet ontwateren (en bijvoorbeeld op-hogen, andere bouwwijze, of aanleg van open water)?
- wat is de invloed van ondergronds bouwen op ontwatering?
- wat is de invloed van lekkende riolen op ontwatering?
- hoe kan worden afgedwongen dat er meer wordt gelet op de effecten buiten de projectgrens?
- wat zijn de effecten van klimaatsverandering?

De voorzitter stelt de vraag wat goede bronnen van informatie zijn die niet mogen worden vergeten in de publicatie:

- Hanneke Cusell (Waternet) heeft een studie meegenomen van Amsterdam naar de effectiviteit van verschillende ontwateringsmiddelen;
- TU Delft en Tauw hebben een onderzoek gedaan naar de juridische aspecten 'boven water komen';
- Waterbond heeft een studie gedaan naar wateraspecten in koopcontracten.

Stelling 1: De Ribbeldrain is niet duurzaam

- onvermijdbaar in stedelijk gebied;
- doorlatende verharding (bijvoorbeeld Aquaflow) is een goed alternatief;
- in Amsterdam wordt, met name, dubbelwandige drainagebuis (bijvoorbeeld Strabusil) met omhulling PP450 gebruikt, deze is beter onderhoudbaar en sterker;
- algemeen lijkt de ribbeldrain minder te worden gebruikt en meer voor duurdere (en duurzamere) materialen te worden gekozen.

Stelling 2: Drainage ook onderhouden op uitgeefbaar terrein

- de gemeentes vinden dat de burger zijn eigen drainage moet onderhouden;
- als gekozen wordt voor drainage moet ook onderhoud plaatsvinden;
- elk huis aansluiten op de gemeentelijke drainagestelsels (zoals bij de riole-ring);
- bij ophogen volgens cunetmethode is drainage op particulier terrein vaak onontkoombaar, maar vaak weet de burger niet hoe die zijn drainage moet onderhouden;
- het is beter om de burger het te laten regelen, immers die ziet wanneer het probleem ontstaat;
- vaak is het probleem dat de overlast bij een ander huis ontstaat dan waar de inspectie of onderhoudsopening zit;
- drainage is niet wenselijk op uitgeefbaar terrein. Beter is om op te hogen;
- drainage is niet toegestaan in nieuwe stedelijke gebieden in Amsterdam;
- een oplossing kan zijn om het beheer in een VVE onder te brengen;
- bewustwording is een belangrijk aspect;
- opnemen van drainagemiddelen (en verplicht onderhoud) in koopcontracten is belangrijk.

Stelling 3: Formele ontwerpnorm (NEN) voor ontwatering

- algemeen wordt gedacht dat dit niet nodig is;

- is er wel een 'sense of urgency' voor dit onderwerp;
- een richtlijn is voldoende;
- ontwatering is vaak maatwerk dus juist geen NEN.

Stelling 4: Altijd geohydrologisch onderzoek

- ja uiteraard;
- maar we doen het nooit!;
- tijdsfactor is belangrijk, k-waarden voor de bouw zijn vaak totaal anders dan voor de bouw en erna.

Stelling 5: Drainage in bouwfase niet gebruiken voor de woonfase

- gaat bijna altijd kapot;
- drainage in bouwfase wordt vaak wel goed geregeld omdat dit direct voordeel biedt (minder uitval tijdens bouw);
- er moet een goede manier komen om te controleren of bouwdrainage nog voldoet na de bouw. Het is zonde om iets dat nog voldoet weg te gooien!

6.2. Werksessie proces

In deze werksessie werd onderstaande stellingen geponeerd:

- stelling 1: alleen drainage aanbrengen in de openbare ruimte;
- stelling 2: formele toetsing 'ontwateringsplan';
- stelling 3: formele controle op aanleg en beheer;
- stelling 4: monitoringssysteem mag niet ontbreken;
- stelling 5: Waterschap betaalt mee aan de ontwatering.

Echter, de discussie is gevoerd naar aanleiding van de vraag wat de deelnemers van de deelpublicatie ontwatering verwachten en welke problemen zij op dit moment ondervinden. Een aantal aspecten in de discussie waren:

- er is behoefte aan een referentiekader waaraan getoetst gaat worden, geen behoefte aan een nieuw NEN 'keurslijf';
- water valt bij planvorming soms tussen wal en schip, er wordt bijvoorbeeld in Watertoetsen wel aandacht aan onder andere grondwater geschonken maar gaandeweg wordt het water uit het oog verloren;
- volgens een deelnemer hoort grondwater niet in een watertoets thuis;
- er zijn richtlijnen genoeg, dóe er wat mee!;
- behoefte aan meer centrale regie als het om grondwater en ontwatering gaat, een projectontwikkelaar heeft behoefte aan één duidelijk standpunt op dit gebied. Provincie zou zo'n regierol moeten hebben of moet het waterschap een meer actieve / bevoegde rol krijgen?, de watertoets is nu te vrijblijvend;
- wie toetst?
- een belangrijk onderdeel van de publicatie is duurzaamheid (geen drainage, goed beheersbaar);
- proces BBWM is bewustwording, hoe kweek je dat bij overheden én burger;
- maak onderzoek en ontwerp structureel onderdeel van ontwatering / bouwrijp maken;
- zorg voor betere toegankelijkheid van informatie, ook ten aanzien van grondwater;
- gemeente en eigenaar verantwoordelijk maken voor ontwatering is geen goed idee, de manier van bouwen moet veranderen. Bouw met je omgeving!;
- schep helderheid (definities, verantwoordelijkheden, wat heb je nodig voor een goed ontwateringsplan (doe meer onderzoek), maak mogelijkheden inzichtelijk.

Samenvattend:

- er is duidelijk geen behoefte aan een nieuwe norm maar wel behoefte aan een referentiekader waaraan getoetst kan worden. Wie houdt het belang van grondwater in de gaten, met andere woorden: wie heeft welke verantwoordelijkheden;
- creëer bewustwording over het bouwen en wonen in lage / natte gebieden;
- bouw mét je omgeving. Verander de manier van bouwen, breek hiervoor een lans in de publicatie;
- schep helderheid. Waar hebben we het over (definities), maak technieken inzichtelijk en omschrijf wie welke taak en verantwoordelijkheid heeft.

7. Kennisvragen

David vertelt dat aan genodigden een oproep wordt gedaan voor het deelnemen aan een kenniscel. De kennisvragen komen op de website te staan (www.bouwrijp.nl). De kenniscellen worden gecoördineerd door Jelle Buma van TNO. Het is de bedoeling dat de kenniscel bestaat uit vier á zes personen met een celtrekker waarbij er circa 16 uur per persoon aan tijdsbesteding wordt verwacht. Na start van de celopdracht dient binnen een beperkte tijd (zes á acht weken) de kennisvraag te zijn beantwoord aan de cellencoördinator Jelle Buma.

7. Rondvraag

Nagekomen enquêtes worden verwerkt en meegenomen in de kennisvragen en in de publicatie.

8. Sluiting en borrel

Na afloop van het minisymposium worden de aanwezigen uitnodigd voor het nuttigen van een drankje in het café in de kelder van de faculteit Civiele Techniek.

BIJLAGE IV Colofon BBWM

Leden Stuurgroep

Tauw (voorzitter)	de heer	H. Hengeveld.
Ingenieursbureau gemeente Den Haag/G4	de heer	C. Nelissen
gemeente Lelystad	de heer	R. Bouwmeister
Aveco de Bondt	de heer	G.J. Braas
Panagro	de heer	R. van Geloven
Leven met Water	de heer	C. Nijburg
SBR	de heer	P. van Oppen
TU Delft (voorzitter Atelier)	de heer	F. van de Ven

Leden Atelier

TU Delft (voorzitter Atelier)	de heer	F. van de Ven
SBR	de heer	P. van Oppen
Witteveen+Bos	de heer	D.Biron
	de heer	R.Herrema
Grontmij Nederland bv	mevrouw	W.Visser
	de heer	J. Dop
Geodelft	mevrouw	K.Janssen-Roelofs
Sterk Consulting	de heer	P.de Putter

Adviseur proces BBWM

Ingenieursbureau Gemeentewerken	de heer	C. Buijs
Rotterdam	mevrouw	K. Oostendorp

Interestgroup

Gemeente Lelystad	de heer	R. Bouwmeister
Tauw	de heer	H. Hengeveld
SBR	de heer	P. van Oppen
Aveco de Bondt	de heer	G.J. Braas
Panagro Vastgoedontwikkelaar	de heer	R. van Geloven
Gemeente Berkel en Rodenrijs	de heer	J.B. van der Brugge
Gemeente Zaanstad	de heer	D. Emmer
Leven met Water	de heer	C. Nijburg
CUR	de heer	F. Jonker
CROW	de heer	J. Krol
Hegeman Bouwgroep Almere	de heer	G. Schoterman
Ministerie van SZW	de heer	B. Nouwens
Gemeentewerken Rotterdam	de heer	A. Raghoenath
Gemeentewerken Rotterdam	de heer	C. Buijs
Ingenieursbureau Den Haag	de heer	C. Nelissen
J&W	de heer	L.J. Dijkhuis
Panagro Vastgoedontwikkelaar	de heer	R. van Geloven
KWS	de heer	Don
Bouwend Nederland	de heer	E. Dijkman

BIJLAGE V Colofoon publicatie “Ontwatering in stedelijk gebied”

Procesmanager Atelier

Witteveen+Bos	de heer	D. Biron
---------------	---------	----------

Leden Projectteam

Witteveen+Bos (projectleider)	de heer	T.H. van Wee
Grontmij Nederland bv	de heer	M.P. Hartog
Witteveen+Bos	de heer	M. Bonte
Sterk Consulting	de heer	P. de Putter

Leden Kennispoule “Ontwatering in stedelijk gebied”

Provincie Gelderland	de heer	G.P. Meijers
Gemeente Dordrecht	de heer	R. Weeda
TNO/Delft Cluster ¹	de heer	J. Buma
Waternet	de heer	E. Jacobs
Cluster Water in de stad	mevrouw	I.S. Röling
TU-Delft	de heer	F. van de Ven
Leven met Water	de heer	C. Nijburg
DuraVermeer	de heer	(S. de Boer)
Universiteit Groningen (Bouwkunde), stage	de heer	E. Luijendijk

¹ Delft Cluster workpackage (DC-ISW WP 3 "Grondwaterstad"), met co-financiering door STOWA en Rijkswaterstaat/RIZA.

Leden Kenniscel “Actoren bij de borging van ontwatering tijdens het bouwproces”

Waterschap Vallei&Eem	de heer	D. van Dam
Gemeente Ede	de heer	M. Ettema
Provincie Gelderland	de heer	D. Corpel
Arcadis	de heer	F. van der Heijden
TNO	de heer	N. van Oostrum

BIJLAGE VI Geohydrologische grondwatersystemen in Nederland

VI. GEOHYDROLOGISCHE GRONDWATERSYSTEMEN IN NEDERLAND

Voor verschillende geohydrologische situaties in laag en hoog Nederland is de werking van het grondwatersysteem in relatie tot bodemkundige, waterhuishoudkundige en geohydrologische factoren kort gekarakteriseerd. Dit betreft een beschrijving van de volgende geohydrologische systemen:

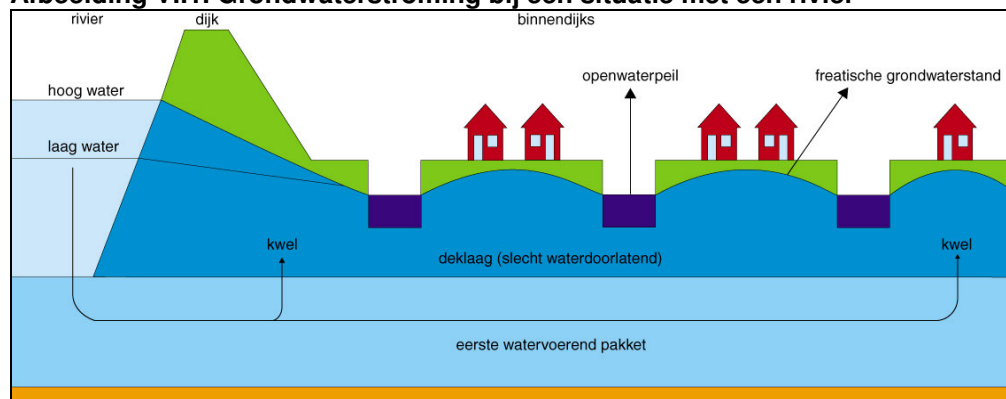
- rivierengebied;
- klei-/veengebieden;
- vrij afwaterende (zand)gebieden;
- binnenduinrand.

rivierengebied

Het rivierengebied in Nederland komt met name voor in het westen en midden. Het omvat afzettingen opgebouwd door de grote rivieren. In afbeelding VI.1 is te zien dat de bodem in het rivierkleigebied is opgebouwd uit slecht waterdoorlatende deklaag en een onderliggend watervoerend pakket. In het watervoerend pakket is de grondwaterstroming met name horizontaal. In de slechtdoorlatende deklaag is de grondwaterstroming vooral verticaal. In al deze lagen is water aanwezig in de poriën tussen de gronddeeltjes. Het grondwater in de deklaag van de bodem wordt freatisch grondwater genoemd. Stroming van het water vindt plaats van een hoge druk naar een lage druk. In het eerste watervoerende pakket onder de polder is de druk van het water hoger dan die van het water in de deklaag, de bovenste laag van de bodem. Daarom stroomt water vanuit het eerste watervoerende pakket naar het ondiepe systeem. Dit verschijnsel wordt kwel genoemd. Aangezien het eerste watervoerende pakket wordt gevoed vanuit de rivieren is de water-/kweldruk in dat pakket daarom nabij de rivieren hoger dan verder in de polder.

De basis voor de freatische (ondiepe) grondwaterstand wordt gelegd door het peil van het oppervlaktewater in watergangen, vijvers en dergelijke. Indien geen neerslag, verdamping of kwel zou optreden, zou de grondwaterstand gelijk zijn aan het oppervlaktewaterpeil (dat kunstmatig op peil wordt gehouden). Kwel is overal in de polder in meerdere of mindere mate en continu aanwezig en zorgt samen met de neerslag voor een opbolling van de grondwaterstand ten opzichte van het oppervlaktewater. Alleen in lange droge perioden (hoge verdamping en opname van bodemvocht door planten) kan het voorkomen dat de grondwaterstand zich beneden de oppervlaktewaterstand instelt en dus een holle vorm aanneemt. De mate van opbolling is afhankelijk van de afstand tussen de sloten, de doorlatendheid van de bodem en aanwezigheid van ontwateringsmiddelen (drainage en/of drainerende roling).

Afbeelding VI.1. Grondwaterstroming bij een situatie met een rivier



klei-/veengebieden (poldergebieden)

De zee heeft gedurende de laatste 8000 jaar getijdenafzettingen in Nederland gedeponeerd. Al deze afzettingen kwamen tot stand in elkaar regelmatig opvolgende transgressiefasen van de zee (Westland Formatie, Afzettingen van Calais, etc.). Deze klei-/veenafzettingen komen voor in het westen en noorden van het land. In het noorden van Nederland woonden reeds lang geleden mensen op terpen, ter bescherming tegen overstromingen. Tussen de terpen maakte men vanaf ongeveer het jaar 1000 verhoogde verbindingswegen. Daar waar deze dijken een gesloten ring vormden ontstond een polder. Nadat in de Middeleeuwen in het noorden een bedijkte kustlijn was ontstaan werden brede stroken aangeslibt land telkens weer ingedijkt, zodat een aantal langwerpige, oost-west georiënteerde polders ontstonden.

In het Utrecht-Hollandse veengebied vond de eerste bewoning plaats op de hogere, stevige oevers van riviertjes en kreken. Vanaf deze hogere delen werden de venen ontwaterd, met behulp van evenwijdige sloten loodrecht op de ontwateringsbasis (het riviertje). Eerst vond de ontginning in een strook langs de riviertjes plaats, later ook meer binnenwaarts gelegen. Zo ontstonden rijen evenwijdige polders, de zogenaamde slagen. Aanvankelijk vond er alleen ontwatering plaats. Ten gevolge van deze ontwatering trad inklinking van klei en veen op. Deze inklinking, tezamen met zeespiegelrijzing, bracht het maaiveld tot beneden het niveau van de ontwateringsmiddelen. De ontwateringsbasis moest worden bedijkt en het overtollige water moest via hooschop, paardenmolen, windmolen en later het gemaal uit het gebied worden gemalen. Grote delen van het veen werden afgegraven als brandstof (turf) of verbrand in verband met de vruchtbaarheid, zodat meren en moerassen ontstonden. Regionale beheerseenheden werden noodzakelijk in verband met de afdamming van de rivier- en kreekmondingen, ter bescherming tegen hoge buitenwaterstanden. De afvoer van het water naar het buitenwater vond gedurende laag water door middel van spuisluizen plaats. Binnen het dijkenstelsel ontstond een netwerk van waterlopen en plassen voor de afvoer van het water uit de polders en voor de berging van het water als bij hoog buitenwater de afvoer gestremd was. Dit regionale afvoer-bergingsstelsel heet boezem.

Polders die niet via een boezemsysteem afwateren treft men aan in zuidwest Nederland, in het riviergebied en de IJsselmeerpolders. In zuidwest Nederland worden de polders bemalen naar buitenwater. In het rivierengebied en in de IJsselmeerpolders is het peil van het hoofdafwateringssysteem lager dan de sloten en kan vrij worden afgevoerd, eventueel zelfs met droogvallende sloten.

De afvoer van het overtollig water uit een polder kan geschieden door natuurlijke of vrije lozing of door bemaling. Natuurlijke lozing geschiedt door uitwateringssluizen naar het buitenwater of via stuwen naar de boezem. Uitsluitend vrije lozing komt in laag Nederland niet veel meer voor. Bemaling van een polder geschiedt door middel van een gemaal rechtstreeks op het open water of op de boezem.

vrij afwaterende (zand)gebieden

Het zwak golvend zandlandschap in het zuiden, midden en oosten van Nederland is voornamelijk gevormd tijdens het laatste deel van het Pleistoceen. Het hellende zandgebied wordt omschreven als alle niet-poldergebieden. De hellende gebieden in Nederland bestaan uit redelijk tot goed doorlatende zandgronden met een grote infiltratiecapaciteit. Dit, gecombineerd met de gematigde neerslagintensiteit, maakt dat nagenoeg alle neerslag in de ondergrond dringt en via het grondwater tot afvoer komt. Slechts in delen van Zuid-Limburg is sprake van oppervlakkige afstroming. Het primaire reliëf, dat is het niet-gestuwde zandgebied, is onvoldoende om het neerslagoverschot als grondwaterstroming af te voeren. Dit heeft tot gevolg

gehad dat zich een afwateringssysteem heeft ontwikkeld in de vorm van beken in de richting van de primaire helling

Gebieden met meer reliëf, zoals de stuwwallen, zijn wel in staat zonder beken het neerslagoverschot af te voeren als grondwater. Dit grondwater treedt als kwel uit aan de voet van de stuwwal. Er kan onderscheidt in drie gebieden worden gemaakt:

- het lage gebied. Het maaiveld is laag gelegen ten opzichte van het peil in de beken en de grondwaterstand is hoog. Het is veelal een kwel gebied. Een intensieve ontwatering is nodig en men treft er dan ook veel sloten aan. Er is in dit gebied een geringe berging voor water aanwezig. Daardoor wordt neerslag relatief snel afgevoerd;
- het hoge gebied. Zowel in de zomer als in de winter ligt het maaiveld hoog ten opzichte van het peil in de beek en ook ten opzichte van de grondwaterstand. Bekken en sloten voor de detailontwatering komen in dit gebied niet voor. Waterafvoer vindt gedurende het gehele jaar plaats via de diepere ondergrond. Deze afvoer wordt de basisafvoer genoemd. Deze basisafvoer is te beschouwen als de langzame afvoercomponent van een hellend gebied;
- het middelhoge gebied. De grondwaterstanden zijn aan het einde van de zomerperiode vrij diep ten opzichte van maaiveld. Er is voldoende berging in de grond aanwezig om de winterneerslag op te vangen. Toch stijgt op den duur de grondwaterstand zo hoog ten opzichte van maaiveld dat in dit gebied sloten voor de ontwatering nodig zijn en dit gebied ook bijdraagt aan de snelle grondwatercomponent van de afvoer.

binnenduinrand

De duinen bestaan uit een enkele meters tot tientallen meters dik (matig fijn) zandpakket dat door de wind is afgezet. Het grondwatersysteem in de duinen gekenmerkt door de aanwezigheid van een zoetwater. Als gevolg van het jaarlijkse neerslagoverschot vindt in de duinen opbolling van het freatisch vlak plaats en ontstaat er een zoetwaterbel. Het natuurlijke grondwaterstromingspatroon kent een waterscheiding die centraal in de duinen ligt. Hierdoor vindt er een oostelijke en westelijke afstroming van zoet water plaats. Aan de randen van deze infiltratiegebieden treedt het geïnfiltreerde zoete regenwater uit. Deze zone (binnenduinrand) heeft een breedte van enkele tientallen tot enkele honderden meters. Dit grondwater wordt middels sloten of duinrellen afgevoerd. Aan de zeezijde treedt dit zoete grondwater uit in de kuststrook.