

Stedelijk grondwater; gebruik, hinder en beheer

de gebieden, waarbinnen de berging en de afvoer zich moeten bevinden redetwisten de Duitsers en de Zwitsers. Vanuit de Nederlandse 'hoge en droge' positie lijkt dit een zinloos dispuut.

De zinloosheid kan echter allerm minst worden bewezen.

Het bovenstaande moge illustreren hoe weinig ook internationaal bekend is over de invloed van rioolstelsels op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Conclusies

— Voor het ontwerpen van effectieve rioolstelsels is in de Nederlandse situatie meerdere kennis omtrent de stedelijke hydrologie niet noodzakelijk.

— Simulatiemodellen geven een goed kwalitatief inzicht in het effect van maatregelen t.b.v. de verbetering van de waterkwaliteit.

— Een beter inzicht in de relatie tussen te treffen maatregelen en de vermindering van de vervuiling is dringend gewenst. In dit verband zullen integrale waterkwaliteitsmodellen moeten worden opgesteld, getoetst en benut. Integraal wil in dit verband zeggen, dat de inbreng van de verschillende disciplines zoals de hydrologie, de hydraulica, de ecologie, de economie, de civiele techniek etc. van gelijke kwaliteit is.

Literatuur

1. Schenkeveld, M. M. *Regengegevens uit de 5-minuten analyse*, Interne tota DHV, febr. 1976.
2. DHVizier, 1e jaargang nr. 2, april 1976.
3. Wiggers, J. B. M., Leunk, J. W. en Bakker, K. *Beoordeling van rioolstelsels, vuilozingen en kostenaspecten*. Geaccepteerd voor publicatie in *H₂O*, maart 1977 (concept).
4. Veldkamp, F. B. *Riolering en waterverontreiniging*. Stora-nota, 1975.
5. Berg, J. A. van den, en Ven, G. E. *Kwantitatieve aspecten van de afvoer van regenwater in stedelijke gebieden*. *H₂O* (10) 1977, nr. 9.
6. Wiggers, J. B. M. *Regenwasserableitung und -Behandlung an hand von Beispielen aus den Niederlanden*, 10. Essener Tagung, Aken, maart 1977.

Inleiding

Een bekend gezegde luidt: 'Wien het water deert, die het water keert'. Voor het grondwater lijkt echter beter op te gaan: 'Wat het oog niet ziet, dat deert niet'. Het besef dat het open water niet alleen onze vijand is, maar ook een primaire levensbron, is duidelijk doorgebroken. Het grondwater is nooit een spectaculaire vijand geweest, al kan het erg hinderlijk zijn. Langzaam begint ook hier het besef door te dringen welk een belangrijke grondstof het grondwater is. Om enerzijds het gebruik veilig te stellen en



IR. E. SCHULTZ

wetenschappelijk medewerker afdeling Waterhuishouding van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders te Lelystad



IR. R. H. J. KREMER

Hoofd Bureau Grondmechanica Dienst der Publieke Werken van de Gemeente Amsterdam

anderzijds de hinder binnen aanvaardbare grenzen te houden, is een goed beheer van het grondwater net zo noodzakelijk als voor het open water.

In de opeenvolgende stadia van de verstedelijking komen gebruik, hinder en beheer van het grondwater op verschillende wijzen naar voren. In dit artikel zal dan ook allereerst een indruk worden gegeven van de uitgangstoestand, dat wil zeggen van de omstandigheden welke in Nederland worden aangetroffen. Vervolgens wordt ingegaan op de grondwateraspecten verbonden aan het bouwrijp maken van terreinen. En tenslotte wordt het grondwater in de stad belicht.

Na deze inventarisatie zal worden aangegeven op welke plaatsen knelpunten zijn en waar verbeteringen kunnen worden aangebracht.

De uitgangstoestand

Wanneer we kijken naar de hydrologie, de waterhuishouding en de geologie, dan kunnen zeer globaal in Nederland twee hoofdgroepen worden onderscheiden. In het westen en noorden en plaatselijk langs de rivieren liggen de poldergebieden. In het oosten en zuiden van het land liggen in hoofdzaak de zandgronden. Langs de kust hebben we dan vanzelfsprekend nog de duinen. Deze zijn echter slechts indirect van belang door hun functie voor de drinkwatervoorziening.

De poldergebieden worden allereerst gekenmerkt door de kunstmatige waterbeheersing. Via een stelsel van greppels of drains, sloten en tochten wordt het overtollige neerslagwater door de gemalen afgevoerd. Er is dus sprake van een kunstmatig beheerste grondwaterstand, waarbij de grondwaterstand varieert binnen vrij enge grenzen.

Een ander minder in het oog springend, maar zeker niet minder belangrijk hydrologisch aspect van de poldergebieden ligt in het feit dat in deze gebieden slecht doorlatende lagen voorkomen waardoor er een indirecte relatie is tussen het ondiepe en het diepe grondwater. Voor het diepe grondwater is hierdoor veelal sprake van overspanning, of onderspanning, wat aanleiding is tot kwel of infiltratie. Een aspect van grondwaterkwaliteit vormt hierbij het verschijnsel dat het diepe grondwater vaak zout is, waardoor het in kwelgebieden een belasting vormt voor het oppervlaktewater.

Zo bedraagt de jaarlijkse chloridebelasting van Midden West-Nederland door kwel, gasbronnen en industriële grondwateronttrekkingen 180.000 ton/jaar [1]. Naast deze hydrologische en waterhuishoudkundige kenmerken zijn er een aantal geologische aspecten die in relatie tot het grondwater van belang zijn. In poldergebieden bestaat de bovenlaag, het Holoceen, meestal uit klei en/of veen. De bovenlaag is slecht doorlatend en vooral veen is sterk samendrukbaar. De dikte van deze laag varieert van enkele meters tot ongeveer twintig meter. Onder het Holoceen ligt het Pleistoceen. Het Pleistoceen is opgebouwd uit één of meer watervoerende lagen, gescheiden door slecht doorlatende lagen. In relatie tot de berekening van de grondwaterstroming wordt algemeen aangenomen dat zich in het Pleistoceen op 200 à 300 m — NAP de ondoorlatende basis bevindt [2]. Het maaiveld in de poldergebieden ligt in het algemeen vlak en de geologische gelaagdheid is horizontaal.

Voor de zandgronden komt met betrekking tot de hydrologie en de waterhuishouding naar voren, dat er sprake is van een vrije afstroming door beken en riviertjes. Aangezien ook in deze gebieden het ingrijpen van de mens niet achterwege is gebleven worden de beken en riviertjes zomers veelal gestuwd teneinde op deze wijze in de gebieden waar dit mogelijk is een zodanige grondwaterstand te bewerkstelligen, dat verdroging van de gewassen wordt voorkomen. Om een goede ont- en afwatering te realiseren zijn vele beken verbeterd wat in de regel heeft geleid tot diepere grondwaterstanden in het stroomgebied. Daarnaast komen op de zandgronden ook gebieden voor waar de grondwaterstand zich vele meters beneden

maaiveld bevindt en dus niet van invloed is op de vegetatie.

In het algemeen kan van de zandgronden worden gesteld dat er sprake is van grondwaterstandsfluctuaties binnen vrij ruime grenzen. Hierbij is vaak sprake van een kwetsbare geohydrologische situatie waarbij plaatselijke ingrepen in de grondwaterstand in wijde omgeving gevolgen kunnen hebben. Vaak is er in deze gebieden sprake van een directe relatie tussen het ondiepe en het diepe grondwater en is er één water voerende laag. Keilemlagen en breukvlakken kunnen echter de grondwaterstroming beïnvloeden waarbij vooral bij breukvlakken over korte afstanden verschillen in de grondwaterstanden van enkele meters kunnen voorkomen. De kwaliteit van het grondwater is goed en wel zodanig dat wij momenteel voor iets meer dan de helft van onze drinkwatervoorziening aan dit grondwater onttrekken [3].

Voor de zandgronden is het voornaamste geologische kenmerk voor het grondwater dat sprake is van één doorlatend pakket. Plaatselijk komen verstoringen voor zowel steil, breukvlakken, als horizontaal, keilemlagen. Er is in de regel sprake van hellende gebieden.

Uitgaande van deze zeer globaal omschreven uitgangstoestand is het interessant in welke delen van Nederland de stedenbouw wordt geconcentreerd. Een blik in de verstedelijkingsnota leert dan dat van de veertien groeikernen of groeisteden er twaalf in de poldergebieden liggen [4]. In de Atlas van Nederland kan van de kaart met grondwaterstanden in de winter worden afgelezen dat deze ter plaatse van de groeikernen of groeisteden veelal liggen tussen maaiveld en veertig centimeter beneden

maaiveld [5]. Bij het opstellen van de verstedelijkingsnota is dus kennelijk niet gekeken naar de geohydrologie of de geologie. De hieruit voortvloeiende kosten voor bouwrijp maken en funderen worden in principe als noodzakelijk geaccepteerd. Wel wordt vaak getracht op deze uitgaven te bezuinigen, waardoor of uit hydrologisch gezichtpunt, of ten aanzien van de gebruiksmogelijkheden van het stedelijk gebied een minder gunstige situatie ontstaat.

In de gemeenten die niet zijn aangewezen als groeikern of groeistad maar waar toch, zij het op kleinere schaal, wordt gebouwd zijn de uit oogpunt van ontwatering goede stukken vaak reeds bebouwd en is men voor de nieuwbouw aangewezen op de lager gelegen slecht ontwaterde gebieden. Was men in de poldergebieden en vooral in de grote steden er aan gewend, dat er maatregelen moeten worden genomen om hinder van het grondwater te voorkomen, voor de kleinere gemeenten en voor gemeenten waarvoor het bouwen in dit soort gebieden nieuw is zorgt het grondwater vaak voor onaangename verrassingen. Het is dan ook van belang dat alvorens tot stadsuitbreiding van enige omvang wordt overgegaan er een bodemkundig en geohydrologisch onderzoek wordt verricht. Op basis hiervan kan een inzicht worden verkregen in de ontwateringsmaatregelen die getroffen moeten worden.

Een aantal gegevens met betrekking tot het grondwater zijn vaak wel bekend. Genoemd kunnen worden:

- de gegevens van het archief van grondwaterstanden TNO;
- de grondwaterkaarten schaal 1 : 50.000 van TNO (slechts enkele gereed);
- gegevens in het pompproeven archief

van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening;

- de geologische kaarten schaal 1 : 50.000 van de Rijks Geologische Dienst;
- de bodemkaarten schaal 1 : 50.000 van de Stichting voor Bodemkartering;
- de waterstaatskaarten schaal 1 : 50.000 van de Topografische dienst van Rijkswaterstaat;
- gegevens uit gemeente- en waterschapsarchieven, of van drinkwaterleidingbedrijven.

Over de kwaliteit van het grondwater is vaak nog weinig bekend. Betreffende het voorkomen van zoet- of zout grondwater bevatten de rapporten van de geo-elektrische metingen door de Dienst Waterhuishouding en Waterbeweging van Rijkswaterstaat veel informatie [6]. Ook bevatten de regionale studies van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding veel gegevens betreffende de kwaliteit van het grondwater [1].

Het bouwrijp maken

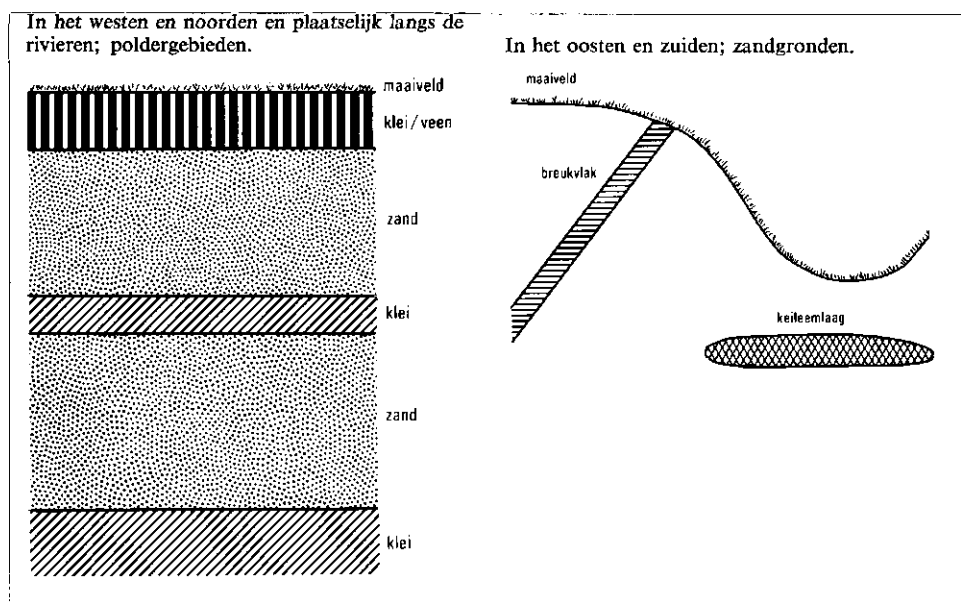
Bij het tot stand brengen van nieuwe woongebieden moeten een aantal civieltechnische en cultuurtechnische werkzaamheden worden verricht waarbij het grondwater in zijn verschillende verschijningsvormen een rol speelt. Hierbij moet worden gedacht aan het graven van stadsgrachten, aanleg van rioleringen en nutsleidingen, bouwputten, drainage en grondverbetering. In dit stadium wordt vooral hinder van het grondwater ondervonden. Gebruik wordt er zelden gemaakt van het grondwater.

In de poldergebieden liggen de terreinen die in aanmerking komen voor bebouwing veelal laag, met 's winters grondwaterstanden in, of enkele decimeters onder het maaiveld. Om in dergelijke gebieden toch te kunnen bouwen zijn dan in principe de volgende maatregelen mogelijk:

- a. ophogen van het gebied;
- b. grondwaterstandsverlaging door polderpeilverlaging, eventueel in combinatie met de aanleg van een drainagesysteem;
- c. ophogen in combinatie met grondwaterstandsverlaging.

Deze maatregelen zullen een verschillende invloed hebben op de grondwaterstand zoals deze in de uitgangstoestand aanwezig is. Voor ophogen geldt dat de grondwaterstand in ieder geval niet daalt. Wel ontstaan er als gevolg van het ophogen, door het uitpersen van het grondwater uit de slecht doorlatende lagen, zettingen. Grondwaterstandsverlaging zal in gebieden met kwel resulteren in een toename van de kwel. In gebieden met infiltratie zal de infiltratie afnemen en mogelijk zelfs veranderen in

Afb. 1 - Profielopbouw in Nederland.



kwel. Een drietal nadelige verschijnselen kunnen zich nu voordoen:

— Er ontstaan zettingen. In veengebieden bovendien oxidatie en krimp waardoor de maaiveldsdaling vrijwel gelijk is aan de verlaging van de grondwaterstand.

— Toename van de kwel resulteert in een verlaging van de stijghoogte van het diepe grondwater, waardoor extra zettingen in de bovenlaag zullen optreden.

— Het kwelwater is veelal zout waardoor de gebruiksmogelijkheden van het oppervlaktewater nadelig worden beïnvloed.

Voor het laatste punt is vaak voor de beheerder van het oppervlaktewater in het omringende landelijke gebied niet acceptabel. In de regel resulteert dit in voorwaarden die met name aan het chloridegehalte van het uit de stad afkomstige water worden gesteld. Uitsluitend grondwaterstandsverlaging is dan ook meestal niet mogelijk. Bij de combinatie van grondwaterstandsverlaging en ophoging zijn de gevolgen principieel gezien dezelfde als bij uitsluitend grondwaterstandsverlaging, alleen is het door de combinatie mogelijk de veranderingen in kwel, of infiltratie te reguleren. Het probleem is hierbij echter vaak dat hoewel de formules om de grondwaterstroming, of de veranderingen daarin te berekenen wel bekend zijn, de kennis van de bodemconstanten (het doorlaatvermogen (kD) en de hydraulische weerstand (c)) zodanig is, dat moeilijk is aan te geven wat er precies zal gaan gebeuren. Een speciaal geval doet zich nog voor wanneer het bovenste grondwater zoet is en zich daaronder zout grondwater bevindt. Grondwaterstandsverlaging zal dan leiden tot optrekken van het zoet-zout grensvlak, waardoor het kwelwater na verloop van tijd zout kan worden [7].

Naast de hinder die tijdens de bouw van het grondwater kan worden ondervonden, zijn er nog een aantal andere aspecten waarbij het grondwater een rol speelt. Zo ontstaat er bij verstedelijking een vergroting van de sloot, c.q. tochtafstanden hetgeen vooral consequenties zal hebben voor de fluctuatie in de grondwaterstand. Bij ontgravingen en ophogingen ontstaan vaak stabiliteitsproblemen. En tenslotte moet worden genoemd dat er een twee bodem systeem ontstaat. De tuinen en leidingen en in de regel ook de straten en de pleinen liggen op of in het Holoceen. Huizen, gebouwen en bruggen zijn gefundeerd op het pleistocene zand. Om hierbij zettingsproblemen binnen redelijke grenzen te houden, zal er een zekere tijd moeten verlopen voordat na ophogen of grondwaterstandsverlaging met de bouwwerkzaamheden kan worden begonnen. Voor het twee bodem systeem is een evenwichts-

toestand van het grondwater altijd van groot belang. Elke latere ingreep leidt namelijk tot nieuwe zettingen en zettingverschillen.

In de *zandgebieden* verschillen de oorzaken van de problemen veelal van die in de poldergebieden; de te nemen maatregelen zijn echter gelijk. Door de kwetsbare geohydrologische situatie zal grondwaterstandsverlaging leiden tot grondwaterstands dalingen in de omgeving. Omdat in deze gebieden geringe veranderingen in het geohydrologisch regiem vergaande consequenties kunnen hebben voor met name de vegetatie zijn grondwaterstands dalingen doorgaans niet acceptabel. Veelal zal dan moeten worden overgegaan tot ophogen. Door de vaak grillige geologische opbouw moet er op worden gerekend, dat men voor onaangename verrassingen komt te staan. Breukvlakken en keileemlagen kunnen aanleiding geven tot een grillig verloop van de grondwaterstand. Bij juiste toepassing bieden deze gebieden echter ook meer mogelijkheden om de indeling van het project op de natuurlijke aspecten af te stemmen. Zettingsproblemen spelen in deze gebieden in de regel een minder grote rol, dan in de poldergebieden.

De maatregelen welke bij het bouwrijp maken genomen worden, moeten leiden tot een voldoende drooglegging. Hoe groot deze drooglegging tijdens de bouw fase moet zijn is niet wettelijk voorgeschreven, terwijl er ook geen algemeen aanvaarde criteria zijn. Een tweetal uitgangsprincipes zijn mogelijk:

a. De gemeente treft die maatregelen die nodig zijn om een goed ontwaterd bouwterrein aan de bouwer en de toekomstige bewoners te kunnen aanbieden. Op een goed ontwaterd bouwterrein moet het berijden van het terrein, de aanleg of het herstel van nutsleidingen en rioleringen, alsmede het opslaan van bouwmaterialen zonder wateroverlast kunnen plaatsvinden. De norm die hiertoe veelal gehanteerd wordt, is een drooglegging van tenminste 70 cm beneden maaiveld met een overschrijdingsfrequentie van eenmaal per 1 à 2 jaar [8].

b. De gemeente treft voorzieningen dat de

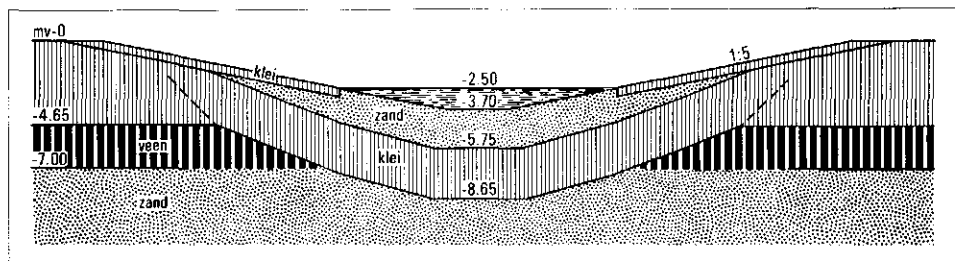
bouwterreinen bereikbaar zijn en ziet erop toe dat de bouwverordeningen ten aanzien van het grondwater worden nageleefd. In feite komt dit erop neer dat de bouwer zich moet zien te redden en dat de bewoner in de vorm van de bouwverordeningen een zekere waarborg heeft tegen wateroverlast.

Een volgende fase van het bouwrijp maken bestaat uit het graven van de stadsgrachten, rioolsleuven en bouwputten. Bij al deze werkzaamheden kan hinder worden ondervonden van het ondiepe grondwater. In de poldergebieden is daarbij het gevaar aanwezig, dat door overspanning in het Pleistoceen de holocene gracht- of putbodems opbarsten. Deze verstoringen kunnen resulteren in een aanzienlijke toename van de veelal zoute kwel en een verlaging van de overspanning.

Een goed voorbeeld van deze problematiek vormt de aanleg van de grachten bij de bouw van Almere. De eerste kern van Almere, Almere-Haven wordt gebouwd direct achter de Gooimeerdijk. Het Holoceen ter plaatse is vijf meter dik en de lagen zijn vrijwel niet geconsolideerd (poriënvolume 70 à 80 %). Het gebied is opgespoten met één meter zand waardoor het maaiveld momenteel op ongeveer NAP — 2,50 m ligt. Het peil in de grachten wordt NAP — 4,80 m. de grachtbodems komt op NAP — 6 m te liggen. Het streefpeil in het Gooimeer bedraagt gemiddeld NAP — 0,30 m. Door de ligging direct achter de dijk is de stijghoogte van het grondwater in het Pleistoceen in of boven het maaiveld.

Indien de grachten zonder speciale voorzieningen worden aangelegd zal een verlaging van de stijghoogte optreden tot op, of iets boven grachtpeil. Dit komt neer op een verlaging van de overspanning van het diepe grondwater met ongeveer 2,50 meter. Door het hoge poriënvolume van de holocene lagen zal alleen deze verlaging van de stijghoogte al leiden tot een zetting in de orde van grootte van één meter. Daarnaast bestond de vrees voor grondwaterstands dalingen in het Gooi. Deze problematiek heeft ertoe geleid, dat de grachten in Almere-Haven zijn voorzien van een bodemafluiting die bestaat uit een 3 m

Afb. 2 - Schematisch dwarsprofiel van de grachten in Almere-Haven.



dikke kleilaag, geballast door een 2 m dikke zandlaag.

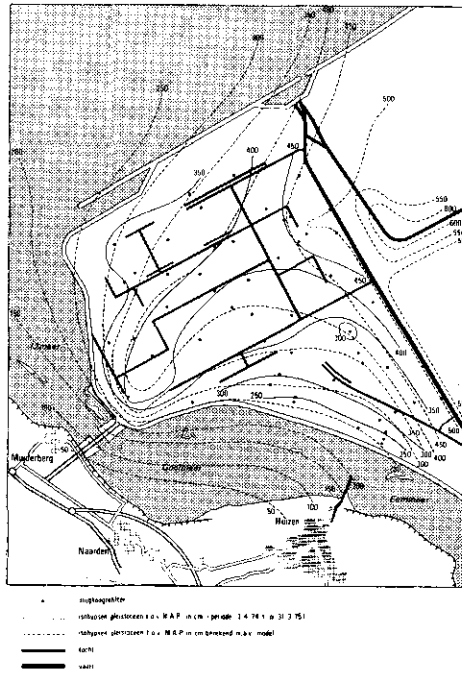
Deze bodemafluiting maakt de grachten aanzienlijk duurder als normale grachten. Voor de volgende kernen is dan ook onderzocht in hoeverre ook hier een bodemafluiting noodzakelijk is. Door de komst van de computers zijn we thans in staat zowel de stationaire- als de niet-stationaire grondwaterstroming in een gebied te beschrijven. Toepassing van dergelijke modellen vindt in toenemende mate plaats bij het berekenen van de invloed van grondwaterwinning [9]. Om de invloed van de te graven stadsgrachten te kunnen bepalen is het Almere gebied in een model ingebouwd, waarmee de stationaire grondwaterstroming kan worden gesimuleerd. Hierbij kwam naar voren dat vooral de afstand tot de dijk van belang was. De tweede kern van Almere, Almere-Stad ligt tenminste twee kilometer binnen de dijk. Met het model kon nu worden berekend, dat als gevolg van de aanleg van de grachten in deze kern een verlaging van de stijghoogte te verwachten viel in de orde van grootte van 10 cm. Deze verlaging was zo gering, dat een bodemsluiting in de grachten hier achterwege kan blijven.

De verstedelijkte fase

Bij stedebouw wordt ongeveer 50 % van het oppervlak verhard. Het gedeelte van de neerslag op het verharde oppervlak infiltreert vrijwel niet, maar wordt via de riolen naar de waterlopen afgevoerd. In poldergebieden kan dit ondermeer tot gevolg hebben dat plaatselijk een te grote drooglegging van plantsoenen of plantgaten ontstaat. Bij bouwputten met bronbemaling kan het tijden duren voordat het grondwater weer is aangevuld.

Op de zandgronden is er door de directe relatie tussen het ondiepe en het diepe grondwater een rechtstreekse beïnvloeding van het hydrologisch regiem en kunnen er problemen ontstaan met de vochtvoorziening, ook voor de omgeving.

Naast het kwantiteitsaspect kunnen verschillende activiteiten in de stad een nadelige invloed hebben op de kwaliteit van het grondwater. We hoeven maar te denken aan lekkende olie- of benzinetanks, of riolen. In de poldergebieden wordt bij verontreiniging in de regel alleen het freatisch grondwater aangetast, waarbij er door de vakindeling waarvan in deze gebieden sprake is bovendien beperkte verspreidingsrisico's zijn. Op de zandgronden zijn er bij verontreiniging grote verspreidingsrisico's. Uit de diverse publicaties over dit onderwerp komt hierbij nadrukkelijk naar voren, dat er vrij weinig bekend is over dit kwaliteitsaspect.

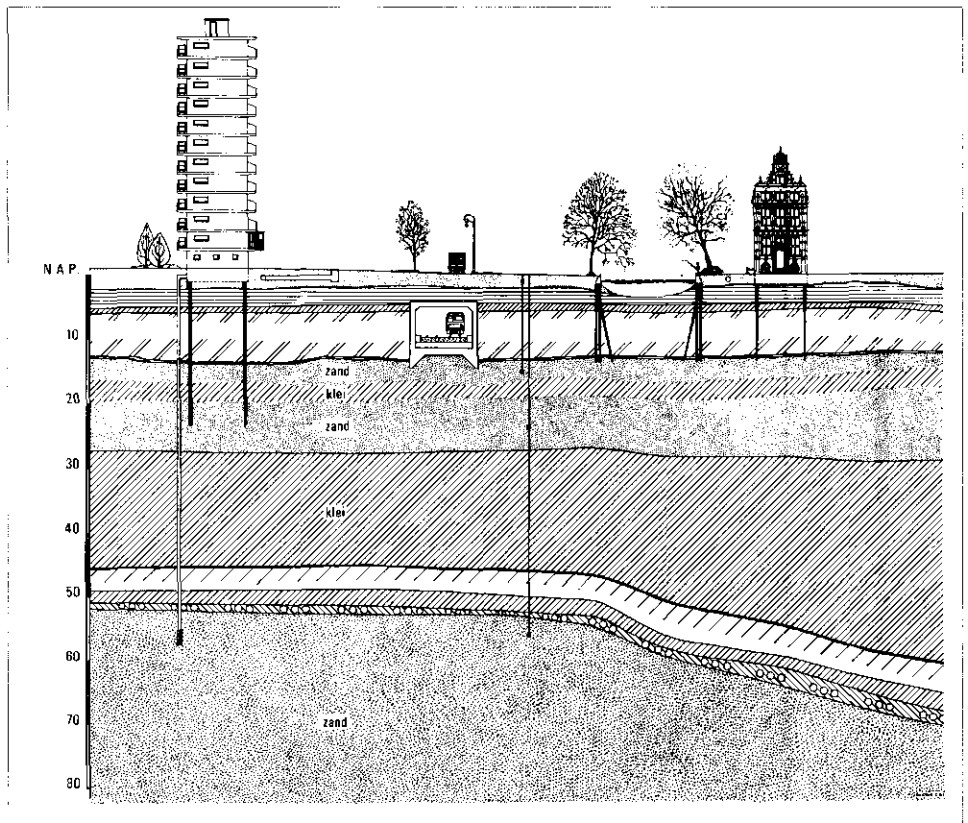


Afb. 3 - Berekende en gemeten isohypsen voor het Almere gebied in de huidige situatie.

Gebruik van het grondwater

Bij het gebruik van het ondiepe grondwater komen een drietal mogelijkheden naar voren. Bekend is bij vrijwel iedereen, dat dit grondwater kan worden benut voor de vochtvoorziening van tuinen en plantsoenen.

Afb. 4 - De situatie in Amsterdam.



Daarnaast ook voor de conservering van houtconstructies, met name voor houten heipalen.

Het ondiepe grondwater wordt echter ook benut voor het op hoogte houden van straten, tuinen, pleinen en leidingen. Dit laatste wordt nergens vermeld in de vele publicaties over verdeling en beheer van het grondwater.

Aan de diepe watervoerende lagen kan water worden onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening, bedrijfswater, koelwater, of bluswater. In de poldergebieden wordt de grondwaterdruk ook, zij het lang niet altijd bewust, benut voor het op hoogte houden van funderingszandlagen. De volgende consequenties van het gebruik van het diepe grondwater zijn van belang. Grondwaterwinning leidt tot stijghoogteverlaging waardoor zettingen kunnen optreden in de lagen waarin gefundeerd is. Wanneer grondwater wordt opgepompt en vervolgens na gebruik wordt geloosd op het oppervlaktewater, kan dit leiden tot verzilting. Een bekend voorbeeld hiervan vormden de lozingen van de Gist- en Spiritusfabriek in Delft op het boezemwater van Delfland. Hierdoor liepen de chloridegehalten ter plaatse op tot boven de 1000 mgCl⁻/l.

Ook speelt bij grondwaterwinning natuurlijk het gevaar dat de winning van zoet water resulteert in het optrekken van zout grond-

water en daarmee tot het vervallen van gebruiksmogelijkheden.

Hinder van grondwater

Ten aanzien van het ondiepe grondwater is allereerst van belang dat het grondwater geen hinder mag opleveren voor de bewoners. Kruipruimten dienen droog te zijn. Daarnaast is een goede drooglegging vereist voor wegverhardingen, voor de aanleg van funderingen op staal en moet aanleg, of herstel van kabels en leidingen zonder wateroverlast kunnen plaatsvinden.

Een aspect dat minder bekend is, vormt het feit dat er een directe relatie is tussen een vochtige woning en het optreden van ziekten als astma, bronchitis en rheuma.

Bij systematisch onderzoek in de binnenstad van Leiden bleek in een woonwijk met vochtige woningen het percentage van de minderjarigen dat leed aan astma bijna twee en een half maal zo hoog als in een wijk met droge woningen. Ook op andere plaatsen is dit verband, zij het minder systematisch aangetoond. Hoewel de kwaliteit van de woningen tegenwoordig verbeterd is, kan vocht onder overigens goede woningen nog steeds de oorzaak zijn van het optreden van bovengenoemde ziekten.

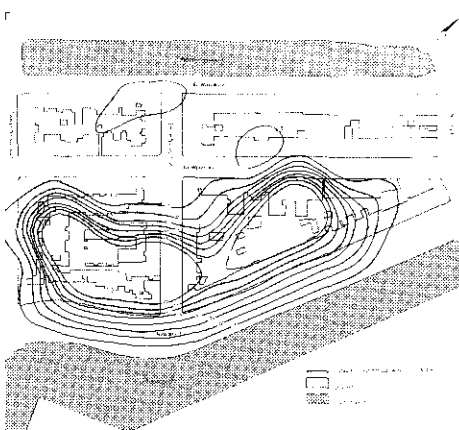
Op basis van deze resultaten zal er vooral bij stadsvernieuwing op moeten worden toegezien dat eventueel bestaande hinder van het grondwater wordt verholpen [10]. Van het diepe grondwater wordt vooral hinder ondervonden bij bouwputten die vaak moeten worden bemalen teneinde ze droog te houden c.q. opbarsten te voorkomen. De consequenties voor het diepe grondwater zijn hierbij in wezen gelijk aan de consequenties van het gebruik van diep grondwater met dit verschil dat bij bouwputten in de regel sprake is van een tijdelijke situatie. Bij bouwputten wordt echter ook veelal het ondiepe grondwater onttrokken.

Beheer van het grondwater

De gedachte, dat beheer van het grondwater noodzakelijk is, heeft voor het eerst wettelijk vorm gekregen in de Grondwaterwet Waterleidingbedrijven in 1954. Deze wet is specifiek gericht op de winning van grondwater voor de drinkwatervoorziening [11]. Pas rond 1970 kwamen geleidelijk provinciale grondwaterverordeningen tot stand en eerst in het zittingsjaar 1975/1976 werd een ontwerp grondwaterwet bij het parlement ingediend die onlangs in de Tweede Kamer is behandeld [12]. In artikel 1 lid 3 van deze wet staat echter ondermeer:

'Deze wet is niet van toepassing op het onttrekken van grondwater:

a. bij de ontwatering of afwatering van gronden;'



Afb. 5 - Isohypsenskaart bovenste pakket Staatsliedenbuurt Amsterdam.

Weliswaar blijkt uit de memorie van toelichting, dat onderkend wordt, dat deze werken de grondwaterstand beïnvloeden, maar omdat zij niet het onttrekken van grondwater ten doel hebben, worden zij buiten de wet gehouden. Er is dus geen algehele wettelijke regeling ten aanzien van het grondwater. Sterker nog, de typisch stedelijke belangen bij het grondwater worden in de memorie van toelichting niet genoemd.

De laatste tien jaar zijn regelmatig publicaties over de bedreiging, bescherming en beheer van het grondwater verschenen [13]. Deze hebben praktisch alle betrekking op de voor de watervoorziening beschikbare hoeveelheid grondwater en de bedreigingen daarvan, zowel door een tekort als wel door verontreiniging. De problematiek van stedelijk grondwater en de daaraan ver-

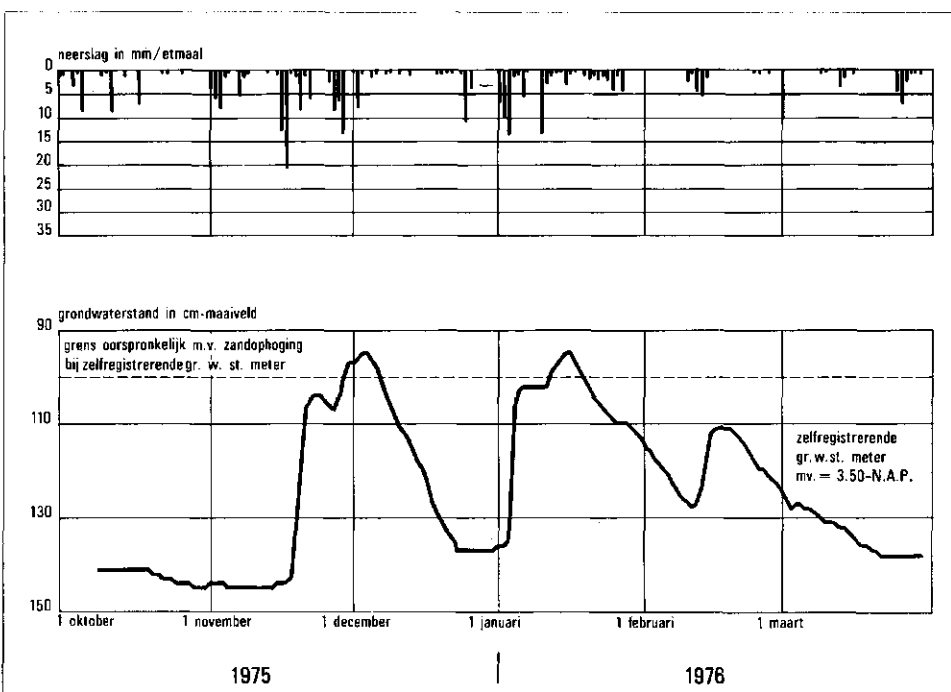
bonden belangen kwamen niet over het voetlicht. Het grondwater speelt in de stedelijke gebieden echter een grote rol, zowel actief ten behoeve van het groen en voor winning, als passief voor het op hoogte houden van straten, pleinen en funderingen en het nat houden van funderingspalen. Wettelijke regelingen waarin staat omschreven wie de beheerder van het grondwater in de stad is zijn er niet.

Het actief beheren van het grondwater, dat wil zeggen het vaststellen van de juiste grondwaterpeilen voor het ondiepe en diepe grondwater, het controleren van de werkelijke grondwaterstanden en het afvoeren of suppleren van water om de vastgestelde peilen te handhaven, komt dan ook niet voor. Voor ons oppervlaktewater daarentegen is dit al eeuwen de gewoonste zaak van de wereld.

Een aantal dingen wordt wel gedaan:

1. In enkele gemeenten worden grondwaterstanden regelmatig waargenomen in peilputten. De gegevens worden gearchiveerd, soms ook opgenomen in het archief van grondwaterstanden van TNO.
2. Op grond van Hinderwet en Bouwverordening kunnen grondwateronttrekkingen verboden worden of aan voorwaarden worden gebonden. Bij de vergunningverlening wordt echter buiten beschouwing gelaten, of de onttrekking past in een eerlijke verdeling van het beschikbare grondwater. Ook de kwaliteitsaspecten van de onttrekking blijven buiten beschouwing.
3. Op grond van een aantal provinciale grondwaterverordeningen kunnen vergun-

Afb. 6 - Neerslag en het continu geregistreerde grondwaterstandsverloop in een wijk van Lelystad.



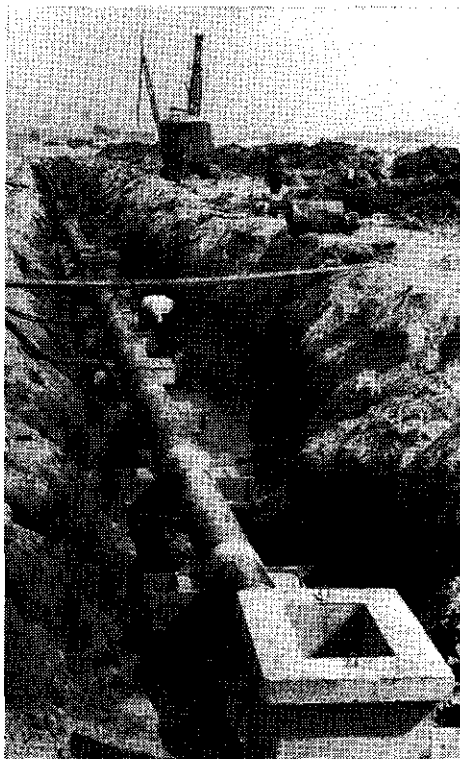
ningen voor onttrekkingen verleend of geweigerd worden, waarbij een afweging van alle belangen plaatsvindt. Er is echter bepaald geen eenheid op dit gebied, zodat bijv. in Rotterdam de vergunningverlening wel zodanig geregeld is, terwijl in Amsterdam met zijn kwetsbare oude bebouwing — nog — geen vergunning nodig is.

De Zuidhollandse provinciale grondwaterverordening stelt namelijk het gehele provinciale gebied vergunningplichtig, terwijl de Noordhollandse verordening slechts een algehele registratieplicht kent en alleen Velsen en het Gooi als vergunningplichtig gebied zijn aangewezen. Toch wordt in Amsterdam jaarlijks tussen de 15 en 20 miljoen m³ grondwater gewonnen.

4. In veel gevallen, juist bij de bouw van grote kunstwerken of gebouwen, wordt wel degelijk rekening gehouden met het grondwater. Dit gebeurt hetzij door een zodanige uitvoeringsmethode te kiezen dat het grondwater niet wordt beïnvloed, zoals bijv. de zinkmethode en de caissonmethode voor de bouw van de Rotterdamse resp. Amsterdamse metro, dan wel voor bijzondere voorzieningen als bijv. damwandschermen of retourbemalingen.

Wanneer de thans in behandeling zijnde grondwaterwet in werking treedt, kan de onttrekking van grondwater met vergunningen geregeld worden. Aangezien de geohydrologische kennis en ervaring vooral op de waterwinning gericht zijn, zullen vergunningvoorwaarden op dat gebied voldoende onderbouwd worden. Voor het stellen van goede voorwaarden ter bescherming van stedelijke bebouwing is de beschikbare kennis en ervaring te fragmentarisch en is onderzoek dan ook noodzakelijk. Of de ontwikkeling van het grondwaterbeheer zover zal gaan dat een peilbeheersingssysteem compleet met infiltratie-inrichtingen wordt aangelegd, is thans niet te overzien. Wel is reeds gesuggereerd om water in een stadswijk te infiltreren om het grondwater te beïnvloeden als eventuele oplossing voor het vergroten van de draagkracht van de houten paalfunderingen.

Tot slot een praktijkvoorbeeld van de bedreiging van stedelijk grondwater en de daaraan verbonden risico's. In Amsterdam-west was op een binnenterrein van een woningblok een garagebedrijf gevestigd. Uit de omgeving kwamen op een gegeven moment klachten over benzine- en olielucht in de woningen. Onderzoek leerde dat een leiding naar een van de benzine-opslagtanks vermoedelijk reeds geruime tijd lekte. De benzine was inmiddels over het grondwater uitgevloeid tot onder nabijgelegen



Aanleg van een transportriool.

huizen, waarbij de brandweer in enkele panden een tijdelijke ontruiming noodzakelijk achtte. Gepoogd werd de benzine te verwijderen door het wegpompen van het ondiepe grondwater onder de garage. Dit lukte nauwelijks aangezien bij dalende grondwaterstand de benzine zich aan de gronddeeltjes hechtte. Ook bestrijding met chemische middelen in de kruipruimten gaf weinig resultaat. De oplossing werd gevonden door in de garage juist water te infiltreren en zo de benzine weg te drijven. Direct voor de woningen kon de benzine met grondwater worden opgevangen, aanvankelijk in een sleuf en later in een drainbuis. Een goed(e) beheer(sing) van het grondwater kan dus ook kwalitatief van levensbelang zijn.

Aanbevelingen

1. Onderzoek om te komen tot optimaliseren van het systeem van stadsaanleg ten opzichte van uitgangssituaties.
2. Onderzoek ten behoeve van de normstelling betreffende drooglegging en grondwaterbeheersing als basis voor de te stellen richtlijnen.
3. Aanwijzing van de grondwaterbeheerder in het stedelijk gebied.
4. Onderzoek om vorm te geven aan grondwater kwantiteitsbeheer en kwaliteitsbeheer met name voor stedelijke gebieden en rekening houdend met stedelijke belangen.

Dankbetuiging

De schrijvers danken de heren Bisschop en Smale van de Grontmij, de heer Pette van Adviesbureau Arnhem, de heer Sipkes van Infra Consult en de heren Somers en Leupen van het Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek TNO voor hun suggesties bij het opstellen van dit artikel.

Literatuur

1. Regionale Studies. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding. Bijv.: *Hydrologie en waterkwaliteit van Midden West-Nederland*. ICW regionale studies 9. Wageningen 1976.
2. Faber, F. J. *Zo ontstond Nederland*. Servire, Den Haag, 1966.
3. Ontwerp-structuurschema Drink- en Industrie-watervoorziening 1972. Tweede Kamer der Staten-Generaal, zitting 1974-1975, 133337, nrs. 1 - 3.
4. Derde nota over de ruimtelijke ordening, deel 2: verstedelijkingsnota.
5. *Atlas van Nederland*. Samengesteld door de Stichting Wetenschappelijke Atlas van Nederland. Staatsdrukkerij- en Uitgeversbedrijf. Den Haag.
6. Rapporten betreffende geo-elektrisch onderzoek. Rijkswaterstaat, Dienst Waterhuishouding en Waterbeweging. Bijv.:
Dam, J. C. van, *Het geo-elektrisch onderzoek in het randgebied van Zuidelijk-Flevoland*.
7. Dam, J. C. van, *Partial depletion of saline groundwater by seepage*. Journal of Hydrology. Volume 29, no. 3/4, april 1976.
8. Schultz, E., en Segeren, W. A. *Cultuurtechnische aspecten van het bouwrijp maken van terreinen*. Cultuurtechnisch Tijdschrift, jaargang 16, nr. 1, juni/juli 1976.
9. Akker, C. van den, *Een mathematisch model voor de berekening van de gevolgen van een grondwateronttrekking in het geval van twee watervoerende pakketten gescheiden door een semi-permeabele laag*. Afstudeerontwerp, Technische Hogeschool Delft, Maart, 1972.
10. Varenkamp, H. en Leupen, M. J., *Vochtige woningen en astma. Onderzoek naar het verband tussen vochtigheid en klachtenpresentie, uitgevoerd in 580 woningen in Leiden*. Instituut voor Gezondheidstechniek TNO, werkrapport D35, oktober 1973.
11. Soest, J. J. van, *Grondwaterbeheer*. Voordracht uit de 28e vacatiecursus in drinkwatervoorziening d.d. 8 en 9 januari 1976. Technische Hogeschool Delft.
12. *Regelen inzake het onttrekken van grondwater en het kunstmatig infiltreren van water in de bodem (Grondwaterwet)*. Tweede Kamer der Staten-Generaal, zitting 1976 - 1977, 13705, nr. 13.
13. Venhuizen, K. D. *Bedreiging en bescherming van grondwater*. H₂O (9) 1976, nr. 19, pag. 375-386.

