RESTAURATIEPLAN SPRENG-SYSTEEM RIJSENBURGSE BOS

CONCEPT-EINDRAPPORT

Grontmij Advies & Techniek bv
afdeling Ruimtelijke Inrichting
afdeling Milieu

Zeist, december 1993

2205105

INHOUD

Pagina

1	**INLEIDING**	1
2	**METHODE VAN ONDERZOEK**	3
2.1	Hydrologisch onderzoek	3
2.2	Chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater	4
2.3	Bodemkundig onderzoek	4
2.4	Morfologie	4
3	**RESULTATEN**	5
3.1	Bodemopbouw en (grond)waterhuishouding	5
3.2	Chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater	17
3.3	Conclusies (grond)waterhuishouding en chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater	23
3.4	Bodem	24
3.5	Aanknopingspunten voor restauratie	24
4	**RESTAURATIEPLAN**	27
4.1	Oplossing waterhuishoudkundige knelpunten	27
4.2	Buffering van het sprengsysteem met kalkrijk grondwater	28
	4.2.1 Algehele peilverlaging in het sprengsysteem en bevorderen van de grondwaterbeweging naar de sprengen	28
	4.2.2 Algehele peilverlaging in het sprengsysteem, bevorderen diepe grondwaterbeweging naar de sprengen en aanleg van vrijlozende wellen	29
4.3	Vermindering van de bladophoping in de vijvers en sloten	30
4.4	Consequenties voor het beheer	30
4.5	Tijdpad voor uitvoering van het restauratieplan	31
4.6	Biologische kwaliteit na uitvoering van de maatregelen	31
4.7	Monitoring en bijstelling van maatregelen	32
5	**KOSTEN VAN UITVOERING VAN HET RESTAURATIEPLAN**	34
6	**MOGELIJKHEDEN VOOR FINANCIERING**	36
7	**LITERATUUR**	37

INHOUD (vervolg)

Pagina

BIJLAGEN

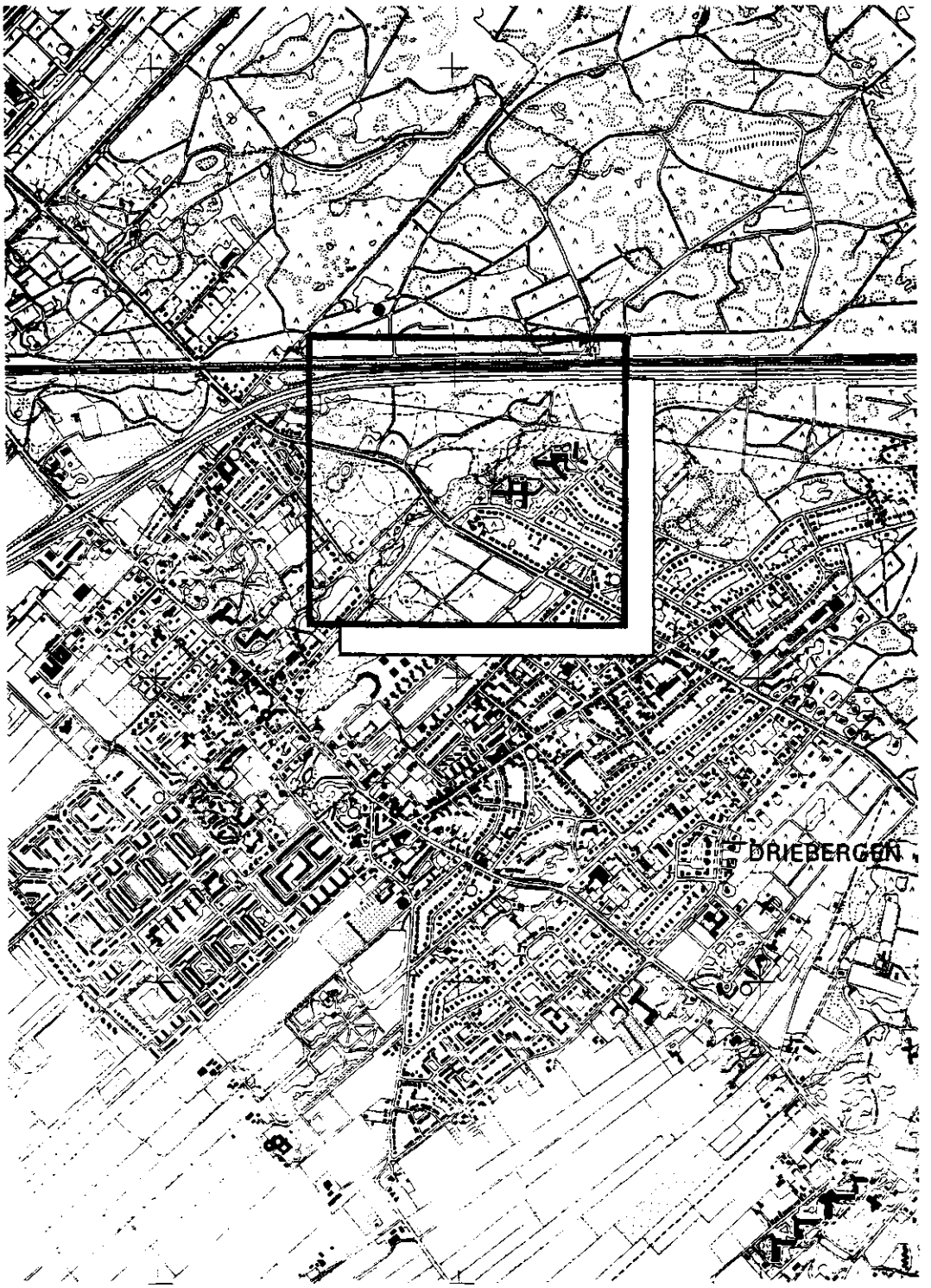
1 Situatiekaart van het onderzoeksgebied met locaties van boringen, peilbuizen, dwarsprofielen en bodemwaterpassingen
2 Boorprofielen
3 Isohypsenbeeld d.d. 28-2-1993 en 16-7-1993
4 Korte-termijnmaatregelen restauratieplan
5 Toetsing van de analysen van de waterbodemmonsters volgens de Derde Nota Waterhuishouding, aangevuld met MILBOWA.

1 INLEIDING

In 1991 is door Grontmij een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden voor herstel van acht vennen en vijvers op de Utrechtse Heuvelrug (Grontmij, 1992). Op basis van de huidige biologische en fysisch-chemische kwaliteit van de wateren en de potentie wordt aangegeven welke wateren voor restauratie een hoge prioriteit krijgen. Op grond hiervan heeft de provincie Utrecht ervoor gekozen een restauratieplan te laten opstellen voor twee van de wateren. Eén daarvan is het plasje de Grote Kom, dat gelegen is in het Rijsenburgse Bos in de gemeente Driebergen (figuur 1.1). Bij de gemeente Driebergen is het plasje ook bekend onder de naam 'De Bosvijvers". Dit plasje is in potentie een zwak gebufferde kwelvijver (Grontmij, 1992). In de huidige situatie wordt de plas bedreigd door verzuring en is er sprake van enige knelpunten in de vorm van recreatie om en nabij de plas en bladophoping in de plas. Het plasje is waarschijnlijk van oorsprong een gegraven sprengkop en staat via een sloot in verbinding met een tweede plas. Deze tweede plas watert via een sloot af richting Arnhemse Bovenweg. Op verzoek van de gemeente Driebergen is het restauratieplan uitgebreid naar het gehele sprengsysteem: beide plasjes, de verbindende sloot tussen beide en de afvoerende sloot vanaf het tweede plasje tot aan de Arnhemse Bovenweg (figuur 1.1).

D.d. 17 december 1992 heeft de provincie Utrecht opdracht gegeven aan Grontmij Advies en Techniek bv voor het opstellen van een restauratieplan. Hiervoor is allereerst hydrologisch en bodemkundig onderzoek uitgevoerd alsmede onderzoek naar de chemische samenstelling van het grondwater. De methoden die daarbij zijn gebruikt staan beschreven in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van het uitgevoerde onderzoek weer. In hoofdstuk 4 wordt het restauratieplan besproken.

Figuur 1.1 Situering van het studiegebied



2 METHODE VAN ONDERZOEK

2.1 Hydrologisch onderzoek

Om een beter beeld te krijgen van de huidige voeding van het sprengsysteem (beide plasjes en sloot), de diepte van het grondwater ter plaatse, de grondwaterstroming, de chemische samenstelling van het grondwater en beïnvloedende factoren, zijn in totaal twaalf peilbuizen geplaatst met een filterdiepte van 1,5-2,5 m beneden de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Bijlage 1 geeft de situering van deze peilbuizen. Nabij het meest noord-oostelijk gelegen plasje zijn zes peilbuizen geplaatst: drie peilbuizen in een raai in de richting van de snelweg en drie peilbuizen in een raai hier loodrecht op, waarbij één peilbuis in de richting van het nabijgelegen zwembad is geplaatst. De raai in de richting van de snelweg is parallel gekozen aan de regionale grondwaterstroming. In het plasje zelf is één peilbuis aan de rand geplaatst. De locatiekeuze van de peilbuizen hangt samen met de mogelijke beïnvloeding van het plasje vanuit de omgeving. In het verleden zijn door de provincie Utrecht in het plasje relatief hoge chloridegehalten waargenomen. Mogelijkerwijze hangen deze samen met beïnvloeding vanuit de nabijgelegen snelweg. Beïnvloeding vanuit het dichtbij gelegen zwembad wordt minder waarschijnlijk geacht, gezien het feit dat de richting van beïnvloeding loodrecht ligt op de regionale grondwaterstroming.

In het tweede, meer zuid-westelijk gelegen plasje zijn drie peilbuizen in één raai geplaatst, waarvan weer één in het plasje zelf (zie bijlage 1). In de afvoerende sloot zijn in totaal drie peilbuizen worden geplaatst. Op deze manier gesitueerd, kan op basis van de geplaatste buizen een goed beeld worden verkregen van de lokale grondwaterstroming en de huidige en potentiële voeding van het sprengsysteem.

Na plaatsing heeft waterpassing van de peilbuizen plaatsgevonden. De buizen zijn voorzien van een merkteken (houten piket) zodat ze gemakkelijk zijn te lokaliseren. In beide plasjes is tevens de mantelbuis ingemeten ten opzichte van NAP. Daarmee is ook het niveau van het waterpeil in de plasjes gevolgd. De waterstanden in de peilbuizen alsmede in de plasjes zijn gedurende drie maanden twee maal per maand opgenomen en wel op of rondom de 14e en 28e van de betreffende maand. Op deze data worden ook grondwaterstanden in bestaande TNO-buizen opgenomen, waardoor koppeling van de meetresultaten met deze gegevens kan plaatsvinden. Uiteindelijk zijn de waterstanden in de peilbuizen opgenomen op de volgende data: 28 januari 1993, 14 februari, 28 februari, 14 maart, 29 maart en 14 april en tenslotte op 16 juli. De TNO-gegevens zijn gebruikt om de door Grontmij gemeten gegevens, die vanwege de beperkte duur van het onderzoek slechts de natte winterperiode betreffen, te extrapoleren naar de droge zomerperiode. Ook is als aanvulling op de gemeten gegevens in het veld gebruik gemaakt van het reeds bestaande grondwatermeetnet van de provincie Utrecht.

Op basis van de meetresulaten in het veld en literatuur is een geohydrologische systeembeschrijving gemaakt (bodemopbouw, grondwaterhuishouding en grondwaterbeweging), toegespitst op de lokale geohydrologische omstandigheden ter plaatse van het sprengsysteem.

De waterhuishouding van de omgeving van het sprengsysteem is nader geanalyseerd. Daarvoor zijn de gemeente Driebergen en het waterschap benaderd.

2.2 Chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater

Op 28 januari, 28 februari en 29 maart zijn uit de 12 peilbuizen en uit beide plasjes watermonsters genomen ter analyse. Op 28 februari is tevens een monster genomen van het water dat (periodiek) door een pijp wordt aangevoerd en uitmondt in de verbindingssloot tussen beide plasjes. De monsters zijn geanalyseerd op het laboratorium van de provincie Utrecht. De volgende parameters zijn bepaald: zuurgraad, Elektrisch Geleidingsvermogen, chloride, sulfaat, bicarbonaat, natrium, kalium, calcium, magnesium, totaal-fosfaat, nitraat en ammonium.

2.3 Bodemkundig onderzoek

Bodemopbouw
Ter plaatse van de peilbuizen is de bodemopbouw tot 5 à 6 m diepte beschreven.

Vervuilingsgraad van het slib
Aangezien de plasjes en de sloot het jaar daarvoor nog geschoond waren, was er vrij weinig slib aanwezig. De laag die zich op de vaste bodem bevond, bestond voor het overgrote deel uit bladeren. Desondanks is geprobeerd om een slibmonster uit beide plasjes te nemen, zij het dat het aandeel aan blad daarin groot was. Om de vervuilingsgraad van de monsters vast te stellen zijn de volgende parameters bepaald: PAK (16 van EPA), cadmium, chroom, koper, lood, nikkel, zink, arseen, kwik, minerale olie, drogestofgehalte en organisch-stofgehalte. De kans op verontreiniging met PCB's en organochloorverbindingen werd dermate klein geacht, dat analyse van deze stoffen niet noodzakelijk werd gevonden. De analyse van de monsters heeft plaatsgevonden op het Laboratorium van de provincie Utrecht.

2.4 Morfologie

In het veld heeft waterpassing van beide plasjes en de directe omgeving alsook van de bodemhoogte van de sloot plaatsgevonden. De waterpassing van de plasjes is gedaan in de vorm van twee keer drie dwarsraaien, waarbij tot op circa 25 m buiten de plas de maaiveldniveaus zijn opgemeten. Eveneens zijn waterpeil en dikte van de sliblaag en bladlaag in de plasjes bepaald. Zij zullen in een eenvoudige dieptekaart worden weergegeven.

3 RESULTATEN

3.1 Bodemopbouw en (grond)waterhuishouding

Het veldwerk zoals dat is uitgevoerd is aangegeven op bijlage 1. Op bijlage 2 zijn de profielen van de twaalf boringen weergegeven. In elk boorgat is een peilbuis geplaatst (maximale boordiepte 6 m).

Gebiedsbeschrijving
De onderzoekslocatie ligt op de flank van het Utrechtse Stuwwallengebied. De maaiveldniveaus bedragen op de onderzoekslocatie NAP +4,4 m in het zuidwestelijke deel tot circa +6,2 m langs de rijksweg A12. In het gebied bevindt zich een aantal verstoven zandduinen waarvan de toppen boven de NAP +10 m reiken.
In noordoostelijke richting neemt het maaiveldniveau toe tot circa NAP +50 m (Leusderheide). In zuidwestelijke richting daalt het niveau tot circa NAP +2,8 m (gebied langs de Kromme Rijn).

Het stuwwallengebied is ontstaan in de één na laatste ijstijd (Saalien) waarin als gevolg van de schurende werking van het landijs grondmassa's zijn opgeworpen en daardoor veelal scheefgesteld.

Het stuwwallengebied betreft een infiltratie zone terwijl het gebied van de Kromme Rijn als kwelzone kan worden beschouwd. De onderzoekslocatie vormt de overgang van het infiltratie- naar het kwelgebied.

Ondiepe bodemopbouw
Aan de hand van de boringen kan de volgende algemene beschrijving van de bodem tot 6 m beneden maaiveld (-mv) worden gegeven:

- 0-0,10 m strooisellaag (bladeren);
- 0,10-0,50 m humeus matig fijn, leemarm zand;
- 0,50-6,00 m matig fijn tot matig grof, zwak lemig tot leemarm zand, grindhoudend.

Ter plaatse van boring 12 wordt tussen 3 en 4 m -mv sterk lemig fijn zand aangetroffen (gelaagd). De onderzoekslocatie ligt in een gebied dat wordt gerekend tot de zandgronden.

Diepe bodemopbouw
Op basis van algemene literatuur en aan de hand van een tweetal diepe boringen (nr 57 en 75 langs de spoorlijn op respectievelijk 1.300 en 500 m afstand) kan een beschrijving van de diepe bodemopbouw worden gegeven.

De eerder beschreven bodem tot 6 m -mv vormt de bovenzijde van een zandpakket (Formaties van Twente, Drente, Urk en Sterksel)), dat een dikte bereikt van circa 70 m. Deze peri-glaciale en fluviatiele afzettingen zijn goed waterdoorlatend. Dit pakket wordt aangeduid als eerste watervoerend pakket waarin overwegend horizontale grondwaterstroming plaatsvindt. Op een diepteniveau van circa 30 m -mv bevinden zich echter slechtdoorlatende leem- en kleilagen (Formatie van Drente) die te zamen een scheidende laag vormen en het watervoerend pakket opdeelt in twee afzonderlijke lagen (1A en 1B). Dat er op de locatie een weerstand aanwezig is wordt bevestigd door het potentiaalverschil tussen beide filters van TNO-P479 (zie grondwaterhuishouding) en de eerder genoemde diepe boringen 57 en 75. Deze circa 40 m diepe boringen tonen klei- en leemlagen tussen 26 en ten minste 33,5 m -mv. In boring 57 zijn kleilagen tot ten minste 43 m -mv aangetroffen.

De basis van het eerste watervoerend pakket wordt gevormd door klei- en leemhoudende zandlagen van de Formatie van Kedichem. De dikte van deze tweede scheidende laag bedraagt meer dan 20 m. Beneden de tweede scheidende laag wordt een tweede watervoerend pakket aangetroffen. Voor onderhavig onderzoek is dit pakket minder relevant.

Oppervlaktewaterhuishouding

Het open water op de onderzoekslocatie bestaat uit een tweetal plasjes. De plasjes worden verbonden door een sloot, die in zuidwestelijke richting afvoert. De lengte van dit systeem is circa 450 m. In het bosgedeelte is sprake van een kleine aftakking. De sloot vormt ook een aftakking rondom de Bosweide en komt uiteindelijk net voor een betonnen duiker onder de Arnhemsebovenweg weer op de primaire sloot. Deze duiker heeft een doorsnede rond 400 mm. De duiker functioneert in de huidige situatie niet. Naast deze duiker is ter plaatse een tweede duiker aanwezig, doorsnede rond 600 mm, met een b.o.k. (= binnen onderkant buis) aan de instroomzijde op NAP +3,43 m. Deze tweede duiker betreft een overstort.

Op het sloot/plassysteem monden twee afvoerbuizen uit. De meest noordelijke pvc-buis (b.o.k. +3,63 m) voert overtollig neerslagwater af van de verharde delen van het nabijgelegen bejaardencentrum Nassau-Odijkhof. De zuidelijker gelegen betonnen buis (b.o.k. +3,98 m) voert overtollig neerslagwater af van de verharde delen van het tehuis Sparrenheide.

De bodem van de sloot ligt op een niveau van circa NAP +3,20 m (zuidwest) tot +3,40 m (noordoost) en is ondanks de maaiveldhoogte verschillen tamelijk vlak. De plasjes hebben een bodemniveau van ongeveer NAP +2,50 m (noordelijke plas) en +2,25 m (zuidelijke plas). De slootbodem ligt derhalve circa 0,7 à 1 m hoger dan die van beide plasjes. In figuur 3.1 is een lengteprofiel van de afvoersloot gegeven (opname februari 1993). In de figuren 3.2 t/m 3.7 zijn dwarsprofielen van de plasjes gegeven. Voor de ligging van de profielen wordt verwezen naar bijlage 1.

In de sloot wordt nauwelijks slib aangetroffen; als er slib aanwezig is, is dit slechts een dunne laag, minder dan 10 cm dik. Het betreft locaties nabij de duiker en nabij meetpunten 12, 13 en 14. Veelal bestaat het slib voor het merendeel uit bladeren. Uit de figuren 3.2 t/m 3.7 blijkt dat in de beide plasjes de "slib"dikte maximaal enkele decimeters bedraagt. De "slib"dikte is beperkt in verband met recente baggerwerkzaamheden door de gemeente Driebergen (in de herfst van 1991).

In de periode 28 januari-14 april en op 16 juli 1993 is het oppervlaktewaterpeil in de plasjes alsmede in de sloot gemeten. De meetresultaten zijn vermeld in tabel 3.1, waarin overigens ook de grondwaterstanden in de peilbuizen staan vermeld. Over de gemeten perioden bedroeg de waterstand circa NAP +3,75 m (januari) tot +3,55 m (april) en +3,25 m (juli). In juli stond er niet of nauwelijks water in de sloot; de beide plasjes voerden geen water af. In de zomerperiode zakken de grondwaterstanden naar een dermate laag niveau dat de slootbodem droog valt en de plasjes geïsoleerd raken. In de huidige situatie is geen afvoer onder de Arnhemsebovenweg mogelijk en is sprake van stagnant water.

Het oppervlaktewaterpeil is op een vijftal locaties gemeten: nabij peilbuizen 6, 7, 10, 11 en 12 (zie figuren 3.8 en 3.9 en bijlage 1). Uit de opnamen blijkt dat in het stelsel tijdens bepaalde opnamedata een verhang in de waterspiegel aanwezig is, hetgeen duidt op afvoer. Het verhang blijft beperkt tot enkele centimeters.

In de natte winter/voorjaarsperiode bedraagt de waterdiepte in de sloot circa 0,20 m. In de plasjes is de waterdiepte dan 1 à 1,5 m. In de zomer valt de sloot droog; in de plasjes resteert een waterdiepte van circa 0,5 m.

Benedenstrooms van het Rijsenburgse Bos, na de duiker onder de Arnhemsebovenweg, kan het oppervlaktewater verder worden afgevoerd via de Heidetuin. Bij werking van de overstort wordt er voor gezorgd dat dit water niet de Heidetuin kan beïnvloeden. In de Heidetuin wordt een apart peilbeheer gevoerd, waarbij het waterpeil kunstmatig hoog wordt gehouden teneinde de begroeiing in de Heidetuin van water te voorzien. Er wordt grondwater opgepompt, waarbij het nagestreefde peil via een vlottersysteem in stand wordt gehouden. Het streefpeil ligt iets onder de beschoeiing (tijdens veldbezoek op 15-09-'93 waterpeil circa NAP +3,50 m). Onbekend is of er fluctuaties optreden gedurende het jaar. Aan de zuidkant van de Heidetuin, ter plaatse van de kruising van de sloot met de Oorthuijsenlaan verdwijnt een (groot) gedeelte van de afvoer via een drempel in de riolering. De hoogteligging van het hoofdriool verhindert namelijk een ongestoorde afvoer in perioden van waterbezwaar. Bij lage afvoer kan nog een gering gedeelte van het af te voeren debiet onder het riool doorstromen. Bij toenemend debiet stroomt de afvoer grotendeels in het riool.

Het is niet bekend of de slootbodem benedenstrooms van de Arnhemse Bovenweg op hetzelfde niveau ligt als bovenstrooms. Bij zowel de gemeente Driebergen als het waterschap ontbreken hiervoor gegevens.

Tabel 3.1: Grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen over de periode januari - juli 1993

peilbuis nr	onderkant filter (m-mv)	peilbuis niveau (m tov NAP)	maaiveld niveau (m tov NAP)	Grondwaterstanden (gerelateerd aan dagnummer en datum) ----------> 28 28-1	33 2-2	45 14-2	50 19-2	59 28-2	63 4-3	73 14-3	77 18-3	87 28-3	92 2-4	104 14-4	197 16-7
1	6.0	6.74	6.68	3.76		3.66		3.63		3.59		3.63		3.49	3.25
2	5.0	5.87	5.79	3.95		3.68		3.63		3.60		3.63		3.51	3.27
3	5.7	6.71	6.61	3.77		3.68		3.63		3.59		3.63		3.51	3.26
4	4.5	5.49	5.43	3.79		3.70		3.66		3.63		3.66		3.53	3.29
5	5.0	5.97	5.87	3.79		3.73		3.67		3.64		3.67		3.55	3.31
6	4.0	4.24	4.44	3.76		3.65		3.63		3.58		3.63		3.50	3.28
6-opp.w		4.185		3.73		3.62		3.60		3.55		3.60		3.49	3.28
7	4.0	4.41	4.66	3.75		3.62		3.61		3.56		3.61		3.46	3.24
7-opp.w		4.355		3.72		3.62		3.58		3.54		3.58		3.46	
8	4.0	4.74	4.7	3.73		3.62		3.58		3.50		3.58		3.42	3.20
9	4.0	5.21	5.19	3.72		3.62		3.58		3.51		3.60		3.25	3.21
10	4.2	4.38	4.69	3.76		3.59		3.57		3.52		3.57		3.43	3.23
10-opp.w		4.36		3.76		3.63		3.60		3.54		3.60		3.45	3.26
11	4.5	4.06	4.61	3.71		3.58		3.54		3.47		3.54		3.36	3.16
11-opp.w		4.05		3.74		3.63		3.60		3.53		3.60		3.37	
12	4.5	4.04	4.44	3.73		3.59		3.56		3.38		3.56		3.34	3.15
12-opp.w		4.04		3.75		3.63		3.60		3.54		3.60		3.36	
P479-1					3.72		3.59		3.57		3.51		3.45		
P479-2					3.37		3.34		3.29		3.27		3.22		

Grondwaterhuishouding

Op basis van een twaalftal peilbuizen (voor situering zie bijlage 1) kan de ondiepe grondwaterhuishouding rondom en onder de plasjes worden beschreven. De metingen hebben, afgezien die van juli, betrekking op een periode met relatief hoge grondwaterstanden. De opname in juli nadert de gemiddeld laagste grondwaterstand, die naar verwachting in september zal optreden.

In de figuren 3.8 en 3.9 zijn de gemeten grondwaterstanden grafisch weergegeven. De tijd-stijghoogtelijnen vertonen een gelijkmatig beeld: afgezien van enkele afwijkende waarnemingen is de trend in de buizen uniform. Het grondwater op de locatie daalt van circa +3,75 in januari tot +3,25 m in juli. Als gevolg van overvloedige neerslag in de periode eind maart stijgt het grondwater tijdelijk enigszins. In het noordoosten zijn de grondwaterstanden hoger dan in het zuidwestelijke deel van het onderzoeksgebied. De verschillen bedragen 0,1 à 0,2 m.

Uit de peilbuisopnamen zijn isohypsenbeelden (= lijnen met gelijke grondwaterstanden) te herleiden. De stromingsrichting van het grondwater is loodrecht op deze isohypsen. In algemene zin stroomt het grondwater vanuit de richting van de rijksweg. Bij een gradiënt van 0,15 m per 450 m en een doorlaatfactor van het ondiepe zandpakket van 10 m/etm en een porositeit van 30%, bedraagt de verplaatsingssnelheid van het grondwater bij benadering 5 m/jaar. Op bijlagen 3 en 4 is het isohypsenbeeld weergegeven d.d. 28-2-'93 en 16-7-'93. In februari is sprake van een licht drainerende werking van de noordelijke plas terwijl in juli het oppervlaktewater in geringe mate infiltreert naar het grondwater. In juli zijn de grondwaterstanden circa 0,50 m lager dan in de winterperiode.

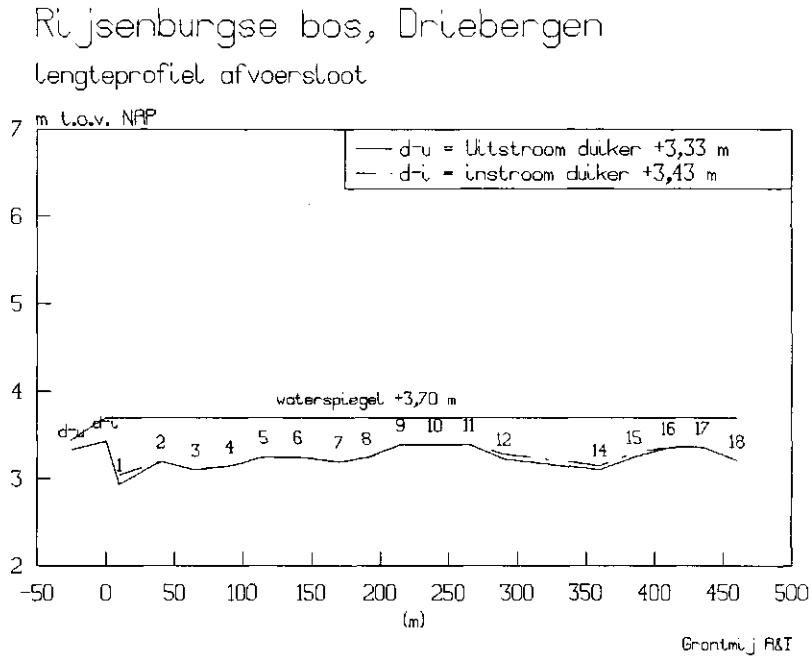
Teneinde een indruk te krijgen van de grondwaterfluctuaties over een meerjarige termijn zijn de meetgegevens van een geselecteerde peilbuis van IGG-TNO bestudeerd. Deze peilbuis (32C P0479) bevindt zich circa 450 m ten noordwesten van het onderzoeksgebied. De buis heeft twee filters op respectievelijk 20 en 37,5 m -mv. In figuur 3.10 is het stijghoogteverloop in beide filters over de periode januari-juli 1993 weergegeven. Uit het stijghoogteverloop blijkt dat er tussen het ondiepe en diepe filter een verschil bestaat van circa 0,25 m, hetgeen duidt op de aanwezigheid van een slecht doorlatende laag tussen 20 en 37,5 m -mv. Het stijghoogteverschil duidt op wegzijging van ondiep grondwater naar het diepe grondwater. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in het ondiepe filter bedroeg over de periode 1984 - 1992 NAP +3,85 m. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bedroeg over dezelfde periode +3,29 m. Gelet op de stromingsrichting van het grondwater is het verschil tussen GHG en GLG (circa 0,55 m) ook van toepassing op het onderzoeksgebied, hoewel de drainerende spreng plaatselijk voor een geringere dynamiek kan zorgen (afvlakking van grondwaterstanden). Deze gegevens stemmen goed overeen met de resultaten van het onderhavige onderzoek.

De grondwaterstanden en stromingsrichting op het onderzoeksgebied corresponderen met de regionale geohydrologische situatie. Uit het meerjarig gemiddelde grondwaterstandverloop (1975-1981) valt een zuidwestelijke grondwaterbeweging af te leiden. Volgens de algemene literatuur behoort het onderzoeksgebied tot het wegzijgingsgebied van de Utrechtse stuwwallen.

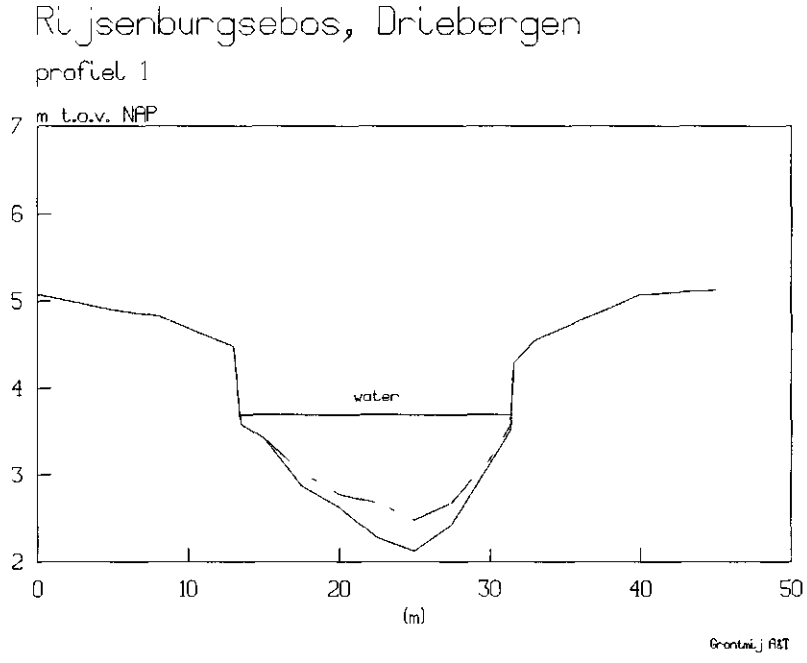
Relatie oppervlaktewater-grondwater

De meetgegevens van het oppervlaktewater gecombineerd met het grondwater levert de volgende resultaten op:

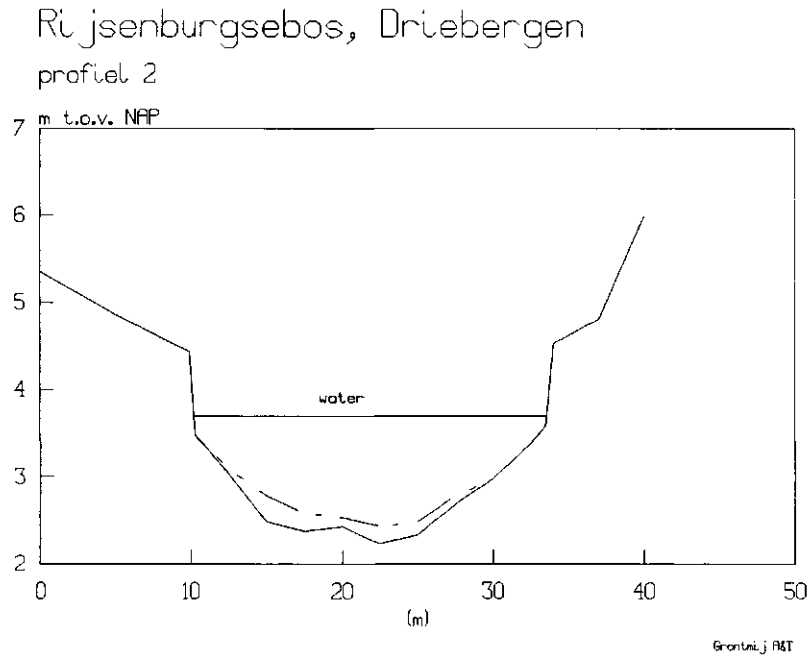
- de bodem van beide plasjes ligt nagenoeg permanent beneden het grondwaterniveau. Droogvallen van de plasjes is derhalve niet aan de orde;
- de slootbodem ligt dermate hoog dat het ondiepe grondwater in droge perioden tot beneden de slootbodem komt en de sloot daardoor droogvalt; afvoer vanuit de plas is in die situatie niet meer mogelijk;
- uit de peilverschillen blijkt dat het meest noordelijke plasje een locale drainerende werking heeft op het ondiepe grondwater. Van een drainerende werking is sprake gedurende perioden met neerslagoverschot. Het plasje ontvangt relatief jong grondwater, dat infiltreert tussen de rijksweg en het plasje. In juli 1993 is sprake van wegzijging van oppervlaktewater vanuit dit plasje naar het grondwater;
- het oppervlaktewater in het zuidelijke plasje heeft ten opzichte van het grondwater gedurende de meetperiode een hoger niveau. Deze plas ontvangt in directe zin geen grondwater, ergo het verliest in principe oppervlaktewater aan het grondwater (infiltratie) gedurende zowel natte als droge perioden.



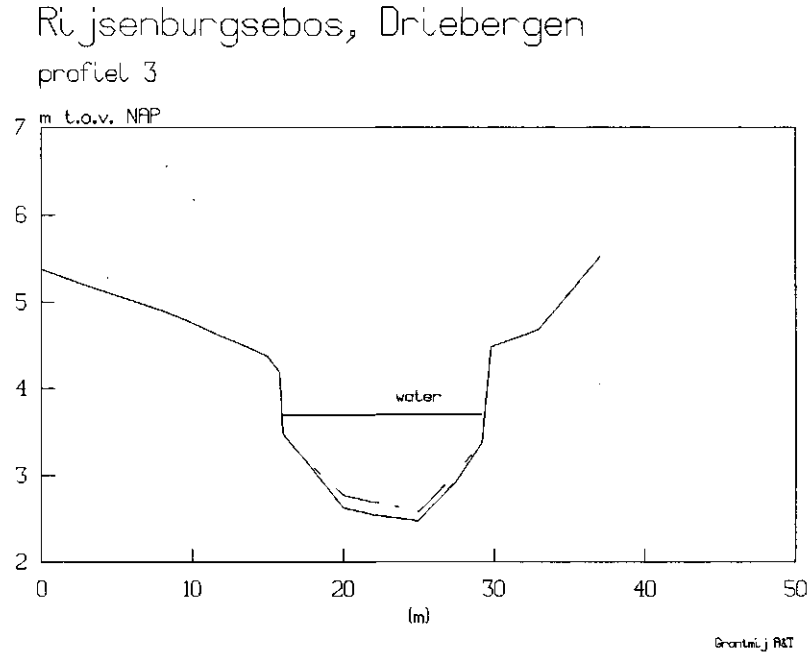
figuur 3.1



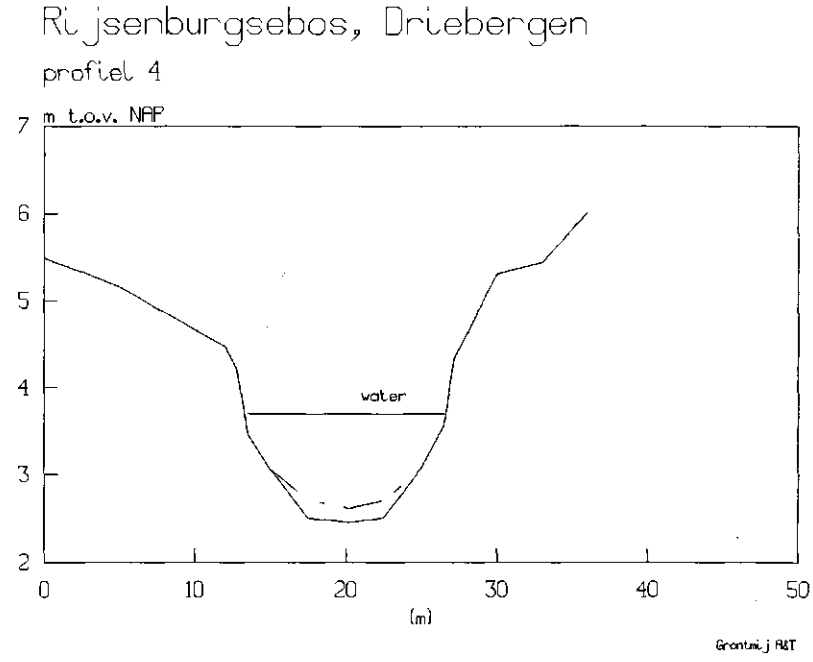
figuur 3.2



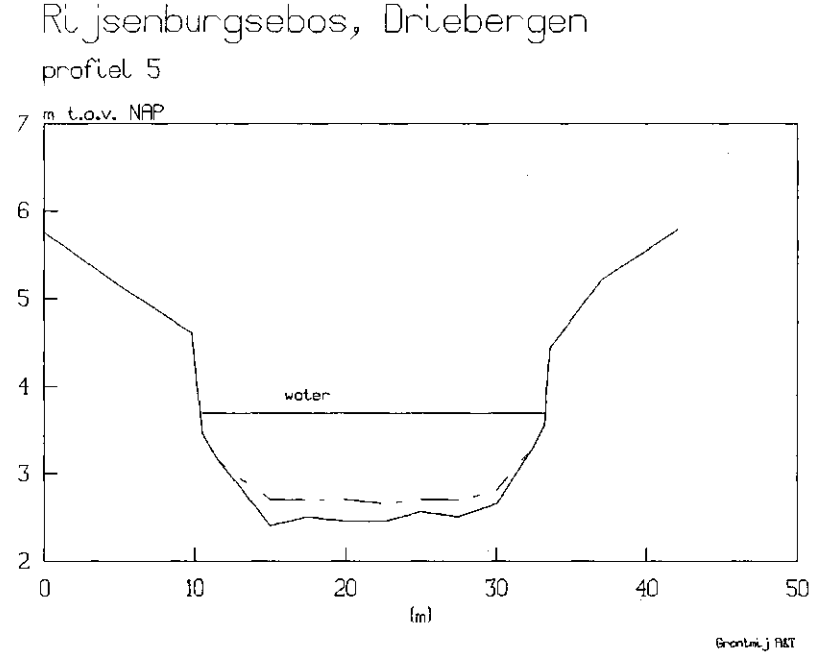
figuur 3.3



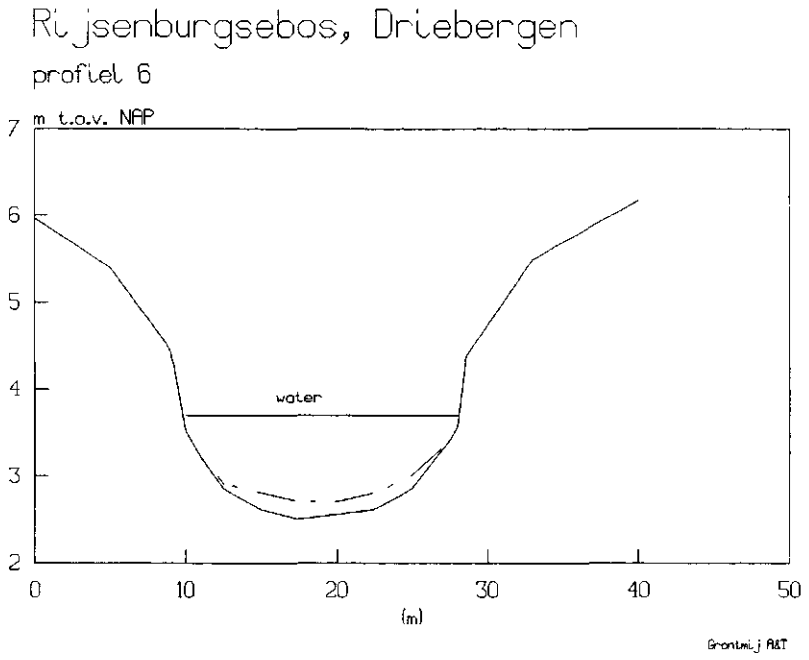
figuur 4



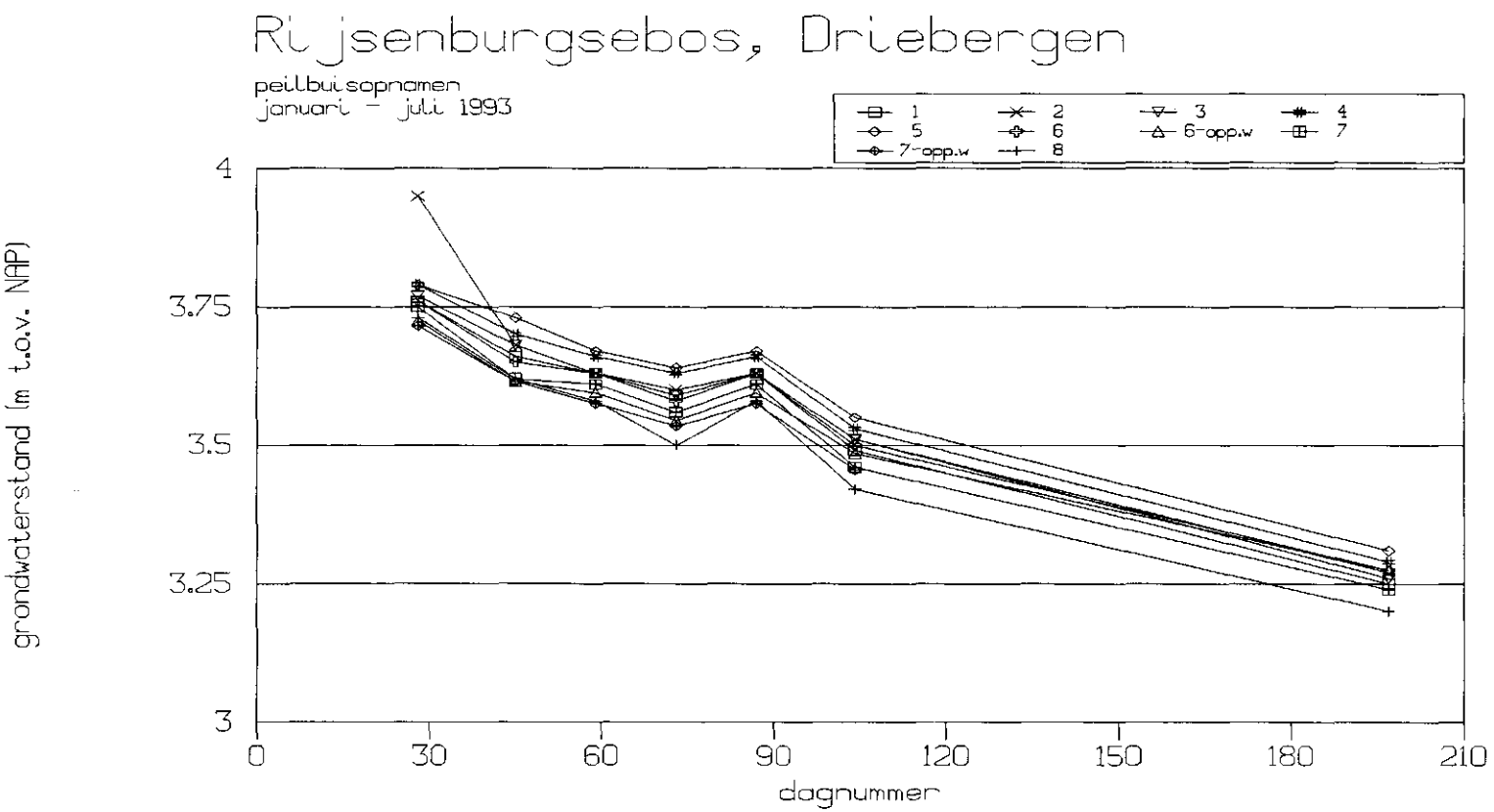
figuur 3.5



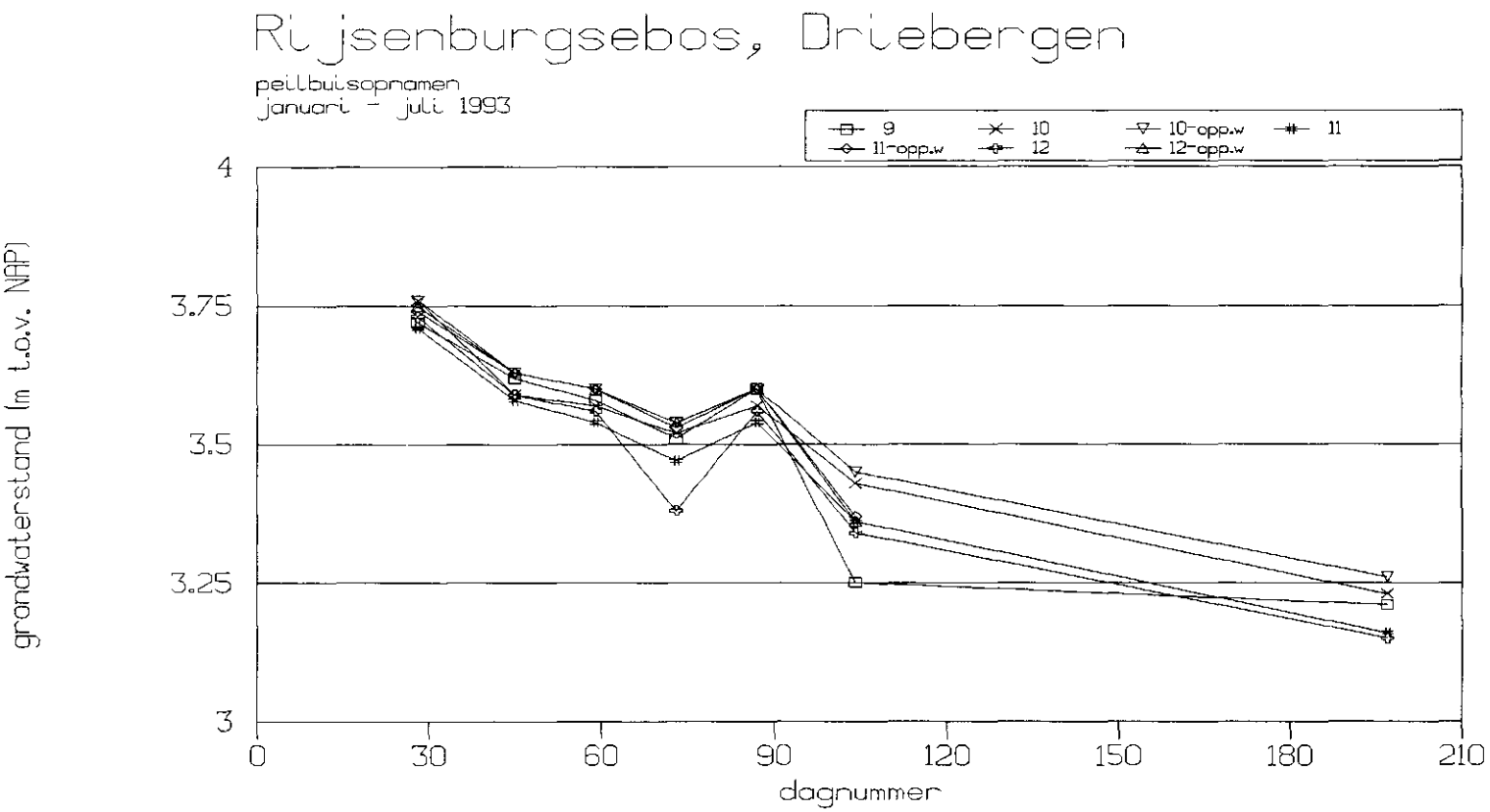
figuur 3.6


Rijsenburgsebos, Driebergen
profiel 6
m t.o.v. NAP
7
6
5
4
3
2
water
0
10
20
30
40
50
(m)
Grontmij A&T

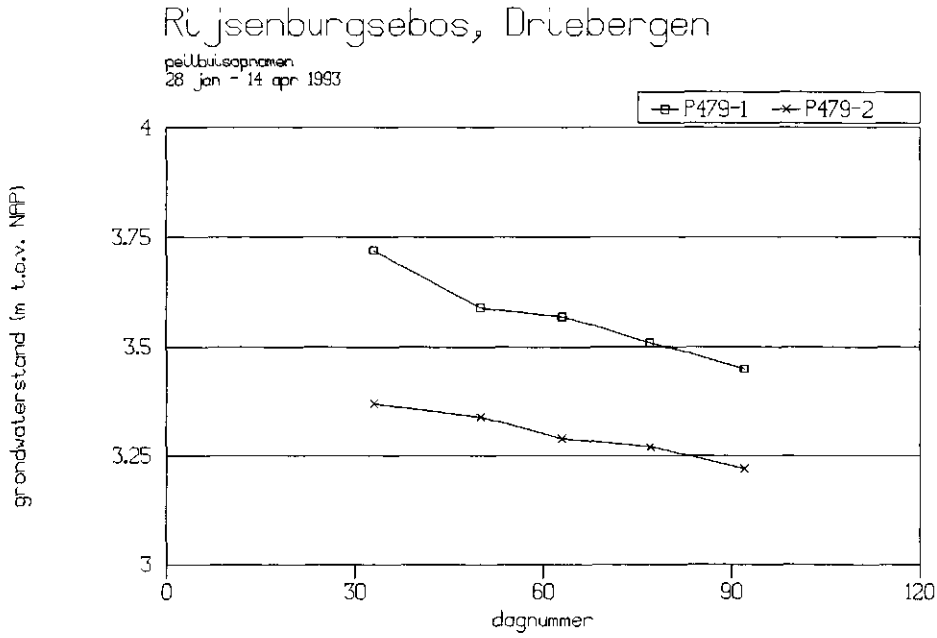
figuur 3.7


Rijsenburgsebos, Driebergen
peilbuisopnamen
januari - juli 1993
1
2
3
4
5
6
6-opp.w
7
7-opp.w
8
grondwaterstand (m t.o.v. NAP)
4
3.75
3.5
3.25
3
0
30
60
90
120
150
180
210
dagnummer

figuur 3.8


Rijsenburgsebos, Driebergen
peilbuisopnamen
januari - juli 1993
9
10
10-opp.w
11
11-opp.w
12
12-opp.w
grondwaterstand (m t.o.v. NAP)
4
3.75
3.5
3.25
3
0
30
60
90
120
150
180
210
dagnummer

figuur 3.9



figuur 3.10

3.2 Chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater

De analysen van de kwaliteit van het ondiepe grondwater (1,5-2,5 m-GLG) en het oppervlaktewater worden gepresenteerd in tabel 3.2. De macro-ionensamenstelling van het grond- en oppervlaktewater is weergegeven in de vorm van anionen- en kationendiagrammen (figuren 3.11-3.16). In deze ionendriehoeken zijn als referentie de samenstelling van regenwater (Atm) en gerijpt grondwater (Lit) meegenomen. Met plas 1 wordt steeds het meest noordoostelijk gelegen plasje aangeduid: het begin van het sprengsysteem.

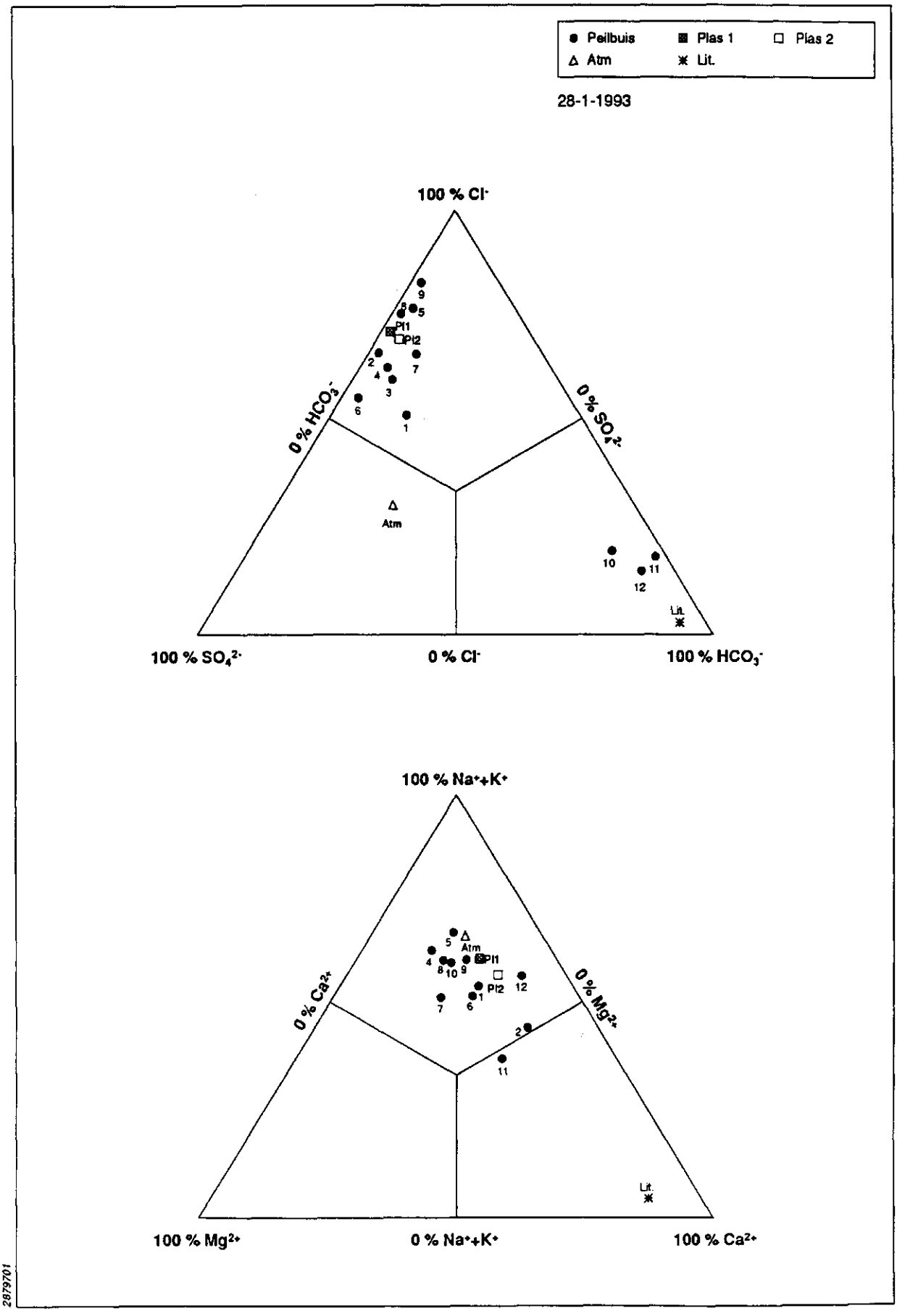
Macro-ionensamenstelling

Het grondwater ter plaatse van het sprengsysteem is overwegend van het NaCl-type. Alleen ter plaatse van peilbuizen 10, 11 en 12 is het water van het $NaHCO_3$-type en gaat enigszins de richting op van gerijpt grondwater: $Ca(HCO_3)_2$-type water. In enkele buizen is sprake van $CaCl_2$-type water (buizen 2 en 6). Buis 6 verschuift in het kationendiagram in de loop van de bemonsteringsperiode van een door natrium gedomineerde kationensamenstelling naar een door calcium gedomineerde kationensamenstelling. Hetzelfde geldt voor buis 7, alleen verschuift deze meer richting een door magnesium gedomineerde kationensamenstelling. Peilbuis 6 is gesitueerd in de eerste vijver, peilbuis 7 in de sloot tussen beide vijvers. Het oppervlaktewater in beide vijvers behoort tot het NaCl-type water.

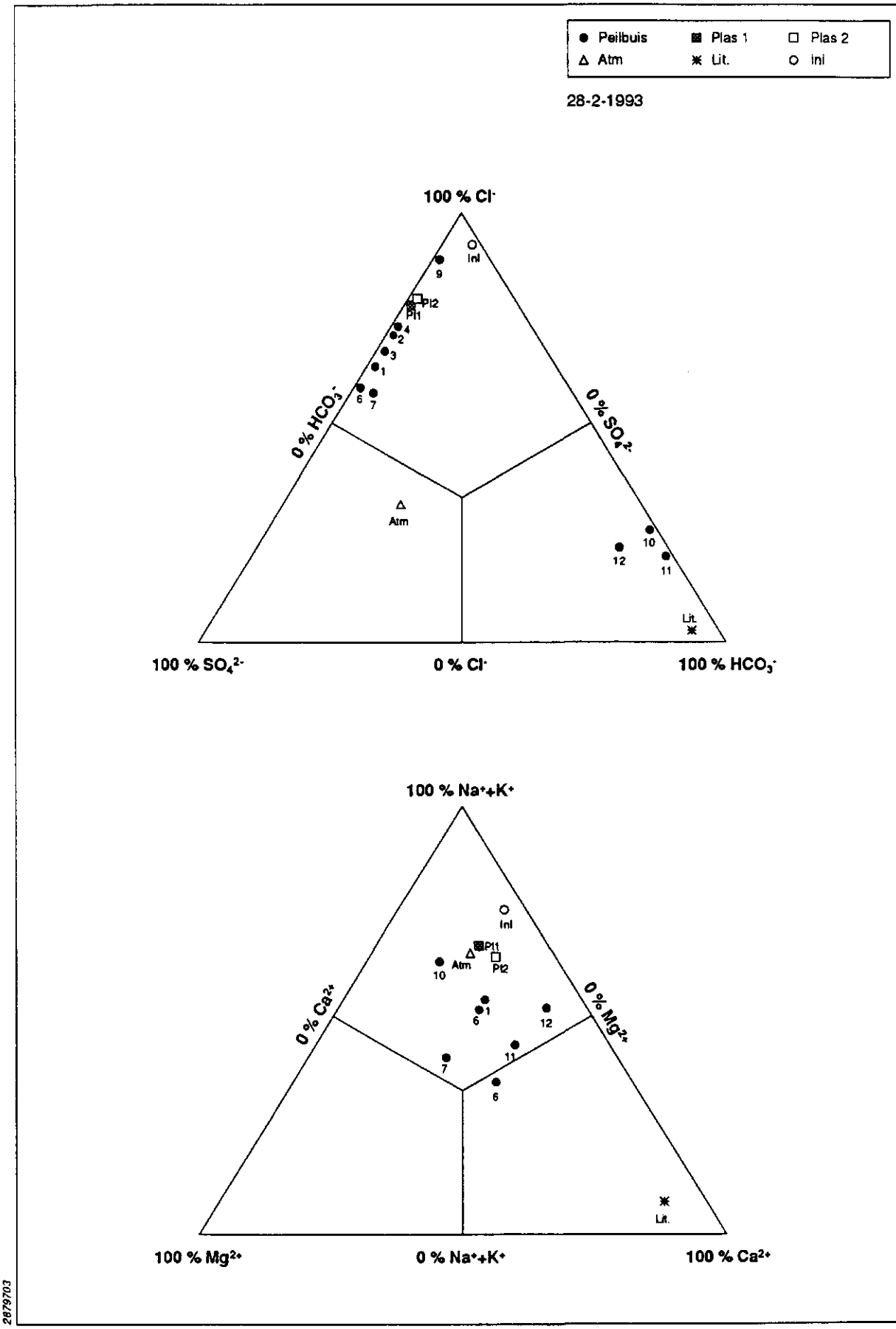
Tabel 3.2: Analyses van grondwater en oppervlaktewater. Parameters zijn weergegeven in mg/l, behalve EGV in microS/cm.
Plas 1 is het meest noordoostelijkt gelegen plasje: het begin van het sprengsysteem. De inlaat voert periodiek water aan en komt uit in de verbindingssloot tussen beide plasjes. Voor de situering van de peilbuizen zie bijlage 1.

Monster	Datum	pH	EGV	Cl	HCO3	SO4	Na	K	Ca	Mg	t-P	NH4	NO3
Peilbuis 1	28.1.93	4.3	230	17	8	14.1	11	1	5	2	.055	.01	8.8
	28.2.93	4	235	19	1	13.9					.012	.01	8.2
	29.3.93	4	239	20	1	15	9	2	6	2	.013	.01	8.9
Peilbuis 2	28.1.93	4.6	210	24	1	14.6	12	1	10	2	.019	.01	3
	28.2.93	4.3	210	27	1	13.9					.01	.01	3.2
	29.3.93	4.5	228	27	1	15	12	1	11	3	.013	.01	3.3
Peilbuis 3	28.1.93	4.3	275	19	4	13.1	10	1	2	2	.016	.01	15
	28.2.93	4.2	265	20	1	12.3					.012	.01	15
	29.3.93	4.1	273	16	1	12	10	1	5	2	.013	.01	15
Peilbuis 4	28.1.93	4.3	315	28	4	18.1	15	2	3	3	.018	.01	13
	28.2.93	4.1	360	39	1	18.7					.015	.01	16
	29.3.93	4.1	370	34	1	22	20	3	6	3	.025	.01	14
Peilbuis 5	28.1.93	4.3	525	76	5	25.3	38	3	8	5	.019	.01	17
	28.2.93	4.2	495	71	1	24.6					.013	.01	16
	29.3.93	4.3	475	61	1	24	36	4	11	4	.02	.01	16
Peilbuis 6	28.1.93	4.3	375	33	3	31	19	9	11	5	.018	.01	9.2
	28.2.93	4.3	360	32	1	29.1	16	2	17	7	.014	.01	8.6
	29.3.93	4.5	360	27	1	30	19	2	24	7	.018	.01	8.9
Peilbuis 7	28.1.93	5.4	105	13	3	6.2	10	2	4	3	.014	.01	1.2
	28.2.93	5.2	100	8	1	7.2	7	1	4	3	.013	.01	2.3
	29.3.93	5.5	120	6	1	8	7	2	8	5	.016	.01	3.7
Peilbuis 8	28.1.93	4.5	235	38	1	14.7	15	2	4	3	.015	.01	1.6
	28.2.93	4.4	235	40	1	14.2					.015	.01	2
	29.3.93	4.5	235	35	1	16	14	2	8	3	.017	.01	1.2
Peilbuis 9	28.1.93	4.5	210	36	1	8.5	13	2	4	2	.013	.01	4
	28.2.93	4.4	220	44	1	6.6					.012	.01	4.2
	29.3.93	4.5	235	44	1	6.4	19	2	8	2	.017	.04	4.4
Peilbuis 10	28.1.93	5.5	95	6	35	3.4	10	2	3	2	.016	.01	.09
	28.2.93	5.5	105	7	34	.1	10	2	2	2	.013	.01	.08
	29.3.93	6	205	6	34	3.8	9	3	8	2	.023	.08	.06
Peilbuis 11	28.1.93	5.8	145	10	71	.7	8	3	9	3	.15	1.1	.01
	28.2.93	5.8	145	10	68	.1	8	3	7	2	1.1	.26	.01
	29.3.93	6.3	170	17	64	.1	13	3	9	2	.23	.98	.01
Peilbuis 12	28.1.93	6.4	245	12	101	5.4	24	2	13	2	.053	.44	.01
	28.2.93	6.9	225	14	79	8.3	26	2	17	2	.56	.12	.01
	29.3.93	6.8	270	11	88	14	28	2	23	3	.08	.45	.01
Plas 1	28.1.93	4.7	240	32	1	15.7	23	2	8	3	.016	.62	1.3
	28.2.93	4.8	265	43	1	15.5	27	3	7	3	.014	.39	1.9
	29.3.93	5.2	275	43	9	15	32	3	11	3	.02	.32	1
Plas 2	28.1.93	5.2	160	22	1	10.4	15	2	7	2	.018	.85	.39
	28.2.93	5.5	220	37	1	12.2	22	2	7	2	.015	.67	.53
	29.3.93	5.5	245	40	6	14	30	3	11	2	.016	.43	.56
Inlaat	28.2.93	7.1	290	75	10	.1	40	1	9	1	.032	.32	1.2

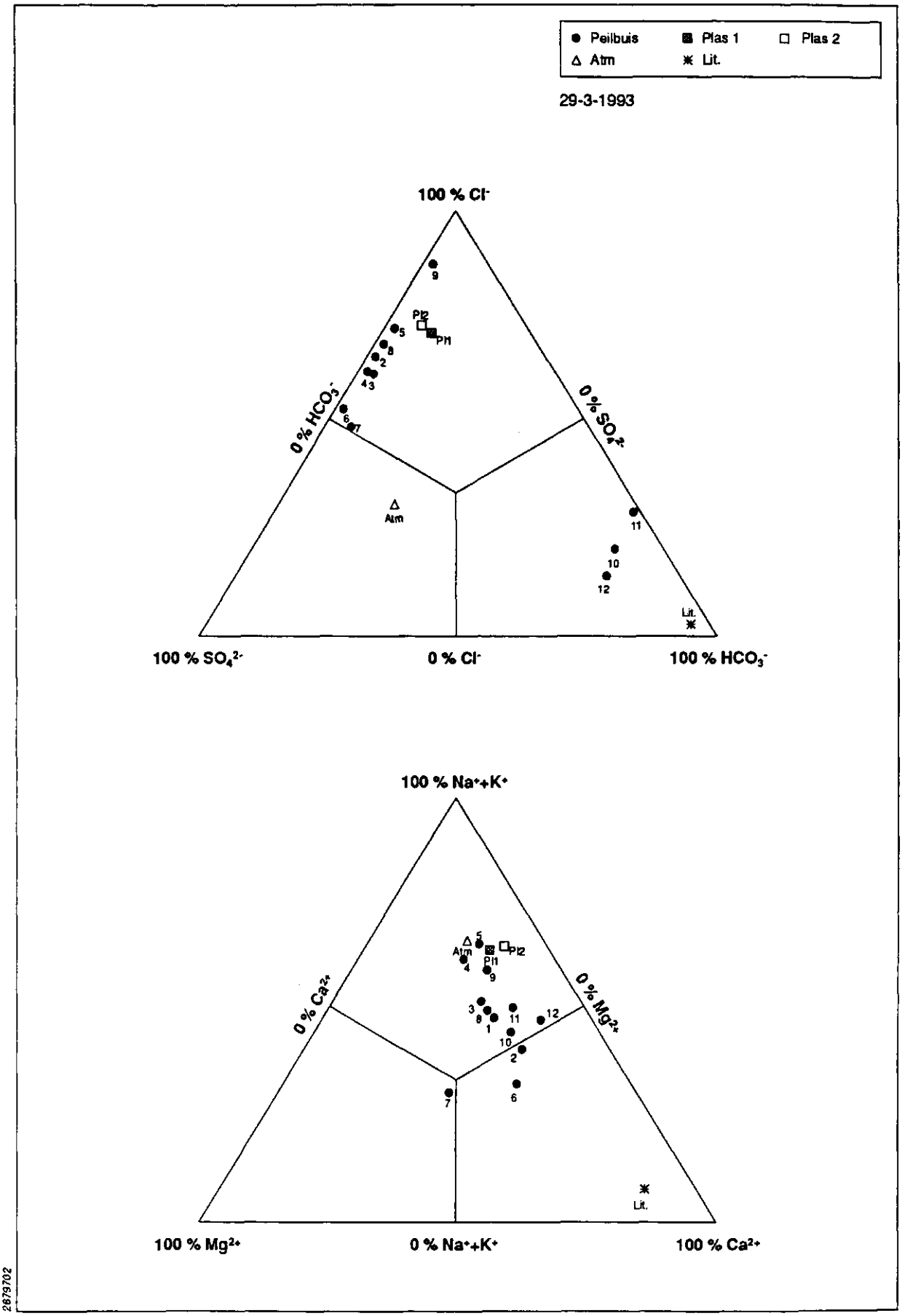
Figuren 3.11 en 3.12 Anionen- en kationendiagram van het grond- en oppervlaktewater ter plaatse van het sprengsysteem dd. 28 januari 1993



Figuren 3.13 en 3.14 Anionen- en kationendiagram van het grond- en oppervlaktewater ter plaatse van het sprengsysteem dd. 28 februari 1993



Figuren 3.15 en 3.16 Anionen- en kationendiagram van het grond- en oppervlaktewater ter plaatse van het sprengsysteem dd. 29 maart 1993



Het chloridegehalte is het hoogste in het grondwater ter plaatse van peilbuis 5 en in het water dat vanuit een buis (periodiek) de sloot instroomt die beide plasjes verbindt. In het grondwater ter plaatse van peilbuis 5 zijn ook zeer hoge EGV-waarden gemeten. Peilbuis 5 is circa 25 m van de snelweg A12 gesitueerd. De hoge chloridegehalten in het grondwater hier moeten worden toegeschreven aan de invloed van strooizout. De oorzaak van het hoge chloridegehalte in het water dat vanuit de buis (periodiek) de sloot instroomt, is niet duidelijk. Volgens de beheerder van het Rijsenburgse Bos, de gemeente Driebergen, voert de buis hemelwater af van de daken van het nabijgelegen bejaardenoord Nassau-Odijkhof. Deze inlaat is circa 10 à 15 jaar geleden gerealiseerd als maatregel tegen verdroging (inf. Dhr. Waanders, Plantsoenendienst, Gemeente Driebergen). Mogelijk wordt ook het hemelwater van enige parkeerplaatsen via deze buis afgevoerd. Dat zou het hoge chloridegehalte kunnen verklaren.

Buffering en zuurgraad

Gebufferd grondwater, dat al sterke gelijkenis vertoont met gerijpt grondwater, is aangetroffen in het ondiepe grondwater ter plaatse van de peilbuizen 10, 11 en 12. Peilbuis 10 is gesitueerd in het tweede plasje. In benedenstroomse richting neemt de hardheid toe. Ter plaatse van het tweede plasje is de alkaliniteit 0,56-0,57 meq.l^{-1} (zacht water), ter plaatse van peilbuis 11 1,05-1,16 meq.l^{-1} en ter plaatse van peilbuis 12 1,30-1,66 meq.l^{-1} (beide matig hard water). Het oppervlaktewater van beide plasjes is slechts zeer weinig gebufferd: 0.02-0,15 meq.l^{-1}.
Het grondwater ter plaatse van de peilbuizen 10, 11 en 12 is zwak zuur tot circumneutraal. Het grondwater ter plaatse van de overige peilbuizen is zuurder: de pH is lager dan 5, behalve in peilbuis 7, waar de pH net boven de 5 ligt. Van beide plasjes is plas 1 wat zuurder dan plas 2.

Voedingsstoffenrijkdom

Het fosfaatgehalte is overwegend laag. De fosfaatgehalten in het grondwater ter plaatse van peilbuizen 11 en 12 liggen hoger. Op 28-2-1993 liggen zij fors hoger.

Het ammoniumgehalte is ook overwegend laag. Uitzonderingen vormen peilbuizen 11 en 12. Ook in beide plasjes en in het water dat uit de buis (periodiek) in de verbindende sloot tussen beide plasjes stroomt, liggen de ammoniumgehalten hoger.

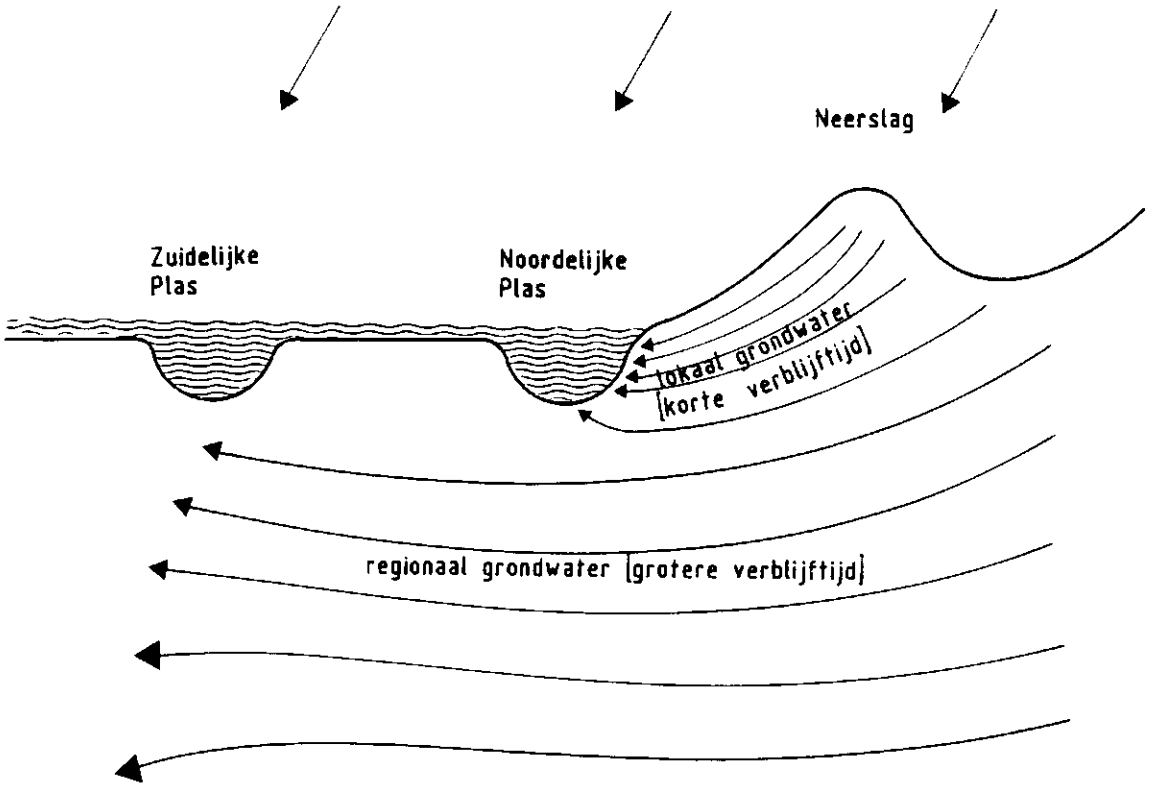
De nitraatgehalten zijn overwegend hoog. De hoogste waarden worden gemeten ter plaatse van peilbuizen 3, 4 en 5. Deze buizen zijn het meest bovenstrooms gelegen. In de buizen waar gerijpt grondwater is aangetroffen -buizen 11, 12 en 13- is nauwelijks nitraat in het grondwater gevonden.

3.3 Conclusies (grond)waterhuishouding en chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater

Uit het watertype dat ondiep in het gebied wordt aangetroffen kan worden afgeleid dat het grondwater anthropogeen beïnvloed is en daardoor veranderd is in macro-ionensamenstelling. Van nature wordt een NaCl-type water hier niet verwacht. Bij voeding met gerijpt grondwater zou sprake moeten zijn van $Ca(HCO_3)_2$-type water. Van voeding met grondwaterachtig water is alleen sprake ter plaatse van de drie meest benedenstrooms gelegen peilbuizen (10, 11 en 12). Ook uit de nitraatgehalten blijkt de menselijke beïnvloeding: vooral in de bovenstrooms gelegen peilbuizen worden zeer hoge gehalten aangetroffen. Van landbouw is in het bovenstrooms gelegen gebied geen sprake, eerder moet gedacht worden aan de invloed van atmosferische depositie. De bossen op de Utrechtse Heuvelrug dragen hier nog extra aan bij door invang van door de lucht getransporteerde stikstofverbindingen.

Uit de grondwateranalysen blijkt dat alleen wat lager op de flank van de Utrechtse Heuvelrug grondwaterachtig water ondiep wordt aangetroffen. Hogerop komt door daling van de grondwaterspiegel het grondwater niet meer zo hoog in het profiel en wordt vervangen door afstromend regenwater dat van samenstelling veranderd is door anthropogene factoren (strooizout en atmosferische depositie). Dit wordt geïllustreerd in figuur 3.17, waarin de grondwaterbeweging ter plaatse van het sprengsysteem is geschematiseerd.

Figuur 3.17 Schematisatie van de grondwaterbeweging ter plaatse van het sprengsysteem



3.4 Bodem

Vervuilingsgraad van het slib

De analysen van de waterbodemmonsters zijn getoetst volgens de Derde Nota Waterhuishouding, aangevuld met MILBOWA. De resultaten van de toetsing zijn weergegeven in bijlage 5.

Probleem bij de toetsing vormde het ontbreken van het lutumgehalte, dat is het percentage deeltjes kleiner dan 2 μm. Dit kon niet op het laboratorium van de provincie Utrecht worden bepaald. Op grond van vergelijkbare waterbodemmonsters genomen in de gemeente Driebergen in het kader van een ander project is het lutumgehalte ingeschat op 10%. Voor de zekerheid is nogmaals getoetst bij een aanname van het lutumgehalte van 3%. Dit is gedaan omdat juist bij de laagste lutumgehalten de concentraties aan zware metalen maatgevend kunnen zijn.

Uit de toetsingsresultaten (bijlage 5) blijkt dat de monsters worden ingedeeld in klasse 2 (licht verontreinigd). Voor deze indeling in klasse 2 zijn de gehalten aan PAK (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen) verantwoordelijk. De meeste gehalten aan PAK voldoen niet aan de toetsingswaarde. Ook bij toetsing in het geval van een lutumgehalte van 3% blijven de PAK's maatgevend. Bij de zware metalen worden geen overschrijdingen of ten hoogste overschrijdingen van de grenswaarde aangetroffen. De verontreiniging met PAK wordt veroorzaakt doordat deze stoffen met de atmosferische depositie worden aangevoerd en zich in de waterbodem ophopen. Opvallend is ook dat minerale olie de grenswaarde overschrijdt. Dit is mogelijk te wijten aan een storing van deze bepaling door humuszuren en andere organische stoffen, in dit geval veroorzaakt door de aanwezige bladresten in de monsters.

3.5 Aanknopingspunten voor restauratie

Een belangrijk aanknopingspunt voor restauratie vormt het gegeven dat in de ondergrond van het sprengsysteem gebufferd, grondwaterachtig water aanwezig is (zie paragraaf 3.2). Dit biedt mogelijkheden om de vijvers via toevoer van grondwater te bufferen en zodoende het streefbeeld "zwak gebufferd sprengsysteem" te realiseren. Om toevoer van gebufferd grondwater mogelijk te maken komen de volgende maatregelen in beeld:

1 verlenging van de spreng;
2 algehele peilverlaging in het sprengsysteem en tevens het bevorderen van de afvoer. Daartoe dient de bodemhoogte van de sloten en de plasjes te worden verlaagd. De afvoer wordt vergroot door de duiker onder de Arnhemsebovenweg weer te laten functioneren en ten zuiden van de Arnhemse Bovenweg het peil te verlagen of door een stuwtje met pomp aan het einde van het sprengsysteem aan te brengen;
3 verlaging van de bodemhoogte, bevorderen van de afvoer en algehele peilverlaging (als mogelijkheid 2), in combinatie met een of meerdere vrijlozende wellen in beide vijvers. Daartoe worden in beide vijvers een of meerdere putten geslagen tot in het grondwater;
4 een actieve grondwateronttrekking met behulp van een pomp en toevoer van het opgepompte water naar de vijvers;
5 een arthesische bron.

Alleen een verdieping van het sprensysteem is onvoldoende om toevoer van gebufferd grondwater te realiseren.

Mogelijkheid 1 biedt geen echte oplossing. Weliswaar zal een verlenging van het sprensysteem leiden tot een vergroting van de afvoer, maar dit betreft een watertype dat ongewenst is: jong grondwater, dat anthropogeen beïnvloed is en nauwelijks gebufferd. Ten hoogste zou door stijging van de grondwaterspiegel als gevolg van maatregelen als stopzetting of verplaatsing van grondwaterwinningen een dergelijke maatregel voor de toekomst zinvol kunnen zijn.

Op korte termijn biedt deze maatregel echter geen perspectief. Deze oplossing zal dan ook in hoofdstuk 3 niet nader worden beschouwd.

Mogelijkheden 2, 3 en 4 leiden wel tot een toevoer van gebufferd grondwater naar het sprengsysteem. Daarvan is mogelijkheid 4 geen duurzame oplossing en verdient dan ook niet de voorkeur van de opdrachtgever. Deze oplossing zal in hoofdstuk 4 niet verder worden uitgewerkt. Mogelijkheden 2 en 3 worden als meest kansrijke oplossingen gezien en zullen in hoofdstuk 4 nader worden uitgewerkt en de werking ervan onderbouwd. Daarnaast zal de mogelijkheid van een arthesische bron, oplossing 5, als oplossing worden onderzocht.

Buffering van het sprengsysteem met kalk of mergel is geen duurzame oplossing en kan bovendien leiden tot ongewenste neveneffecten, zoals interne eutrofiëring (Grontmij, 1992). Deze wijze van buffering zal dan ook in hoofdstuk 4 niet worden meegenomen.

Naast de uitwerking van maatregelen om de buffering van het sprengsysteem met kalkrijk grondwater te realiseren, zullen in hoofdstuk 4 maatregelen worden uitgewerkt om de bladophoping in de vijvers te verminderen. Ook zullen de consequenties voor het beheer van het gebied worden aangegeven.

Herprofilering van de vijvers met als doel het leefmilieu voor organismen in de oeverzone van de vijvers te vergroten (zoals voor helofyten en amfibieën), wordt in het restauratieplan niet meegenomen. De reden hiervoor is dat het de wens van de gemeente is het oorspronkelijke sprengsysteem morfologisch zoveel mogelijk in tact te laten. Bovendien is de gemeente bang dat de aanleg van een geleidelijke oeverzone de recreatie in de hand werkt. Het nodigt meer mensen uit om er te recreëren en hun honden uit te laten, hetgeen in de huidige situatie slechts zeer beperkt het geval is (inf. Gemeente Driebergen).

Een punt van aandacht is nog de invloed van strooizout vanaf de A12. Gestreefd zou moeten worden naar het voorkomen van de infiltratie van chlorideriijk water in de bodem langs de snelweg. Een dergelijke maatregel is niet in het restauratieplan opgenomen, maar vormt wel een punt van aandacht.

4 RESTAURATIEPLAN

Zoals al is aangegeven in paragraaf 3.4 zal in het restauratieplan een aantal maatregelen worden uitgewerkt. De maatregelen richten zich op:

1 buffering van het sprengsysteem met kalkrijk grondwater;
2 vermindering van de bladophoping in de vijvers.

Daarnaast zullen de consequenties voor het beheer worden aangegeven.

Waterhuishoudkundig gezien zijn een aantal knelpunten in het gebied aanwezig. Aan de oplossing van deze knelpunten dient te worden gewerkt. Op de korte termijn is het mogelijk om een gedeelte van het sprengsysteem, inclusief beide vijvers, te restaureren, waarbij voor de gesignaleerde waterhuishoudkundige knelpunten een overbruggingsmaatregel wordt voorgesteld. In paragraaf 4.1 wordt besproken welke waterhuishoudkundige knelpunten zich in het gebied voordoen. In paragraaf 4.2 worden de mogelijkheden voor voeding van het sprengsysteem met gebufferd grondwater uitgewerkt, waarbij waterhuishoudkundig gezien uitgegaan is van een korte-termijnoplossing, die beschouwd wordt als een overbruggingsmaatregel. In de overige paragrafen komen achtereenvolgens aan bod de mogelijkheden voor vermindering van bladophoping in het sprengsysteem, de consequenties van restauratie voor het beheer, het tijdpad van uitvoering, de biologische kwaliteit na uitvoering van de maatregelen, een voorstel voor monitoring, de kosten van uitvoering van het restauratieplan en mogelijkheden voor financiering.

4.1 Oplossing waterhuishoudkundige knelpunten

In het gebied zijn een aantal waterhuishoudkundige knelpunten aanwezig. Oplossing van deze knelpunten vormt een randvoorwaarde voor restauratie van het gehele sprengsysteem. Het gaat om de volgende waterhuishoudkundige maatregelen:

- afkoppeling van de afvoerbuizen afkomstig van de instellingen Nassau-Odijkhof en Sparrenheide;
- afkoppeling van de overstort die gesitueerd is aan de noordzijde van de Arnhemsebovenweg, juist voor de duiker onder de Arnhemsebovenweg;
- herstel van de afvoer onder de Arnhemsebovenweg;
- wijziging van het peilbeheer in de Heidetuin ten zuiden van de Arnhemsebovenweg, zodanig dat afvoer van water vanuit het Rijsenburgse Bos naar de Heidetuin mogelijk is. In de huidige situatie wordt in de Heidetuin een apart peilbeheer gevoerd, waarbij grondwater wordt opgepompt ter voeding van de grachten in de Heidetuin. Hierdoor is het peil in de Heidetuin circa 20 cm hoger dan het peil in het Rijsenburgse Bos. Na uitvoering van het restauratieplan zal de Heidetuin mee kunnen profiteren van het grondwaterachtige water afkomstig van het sprengsysteem in het Rijsenburgse Bos.

Van bovenstaande maatregelen dient afkoppeling van de genoemde afvoerbuizen, de eerste maatregel, op korte termijn te worden gerealiseerd. Het vormt een randvoorwaarde voor een geslaagde restauratie van de vijvers. Voor beide andere maatregelen wordt ten behoeve van restauratie van het sprensysteem op korte termijn een overbruggingsmaatregel voorgesteld (zie paragraaf 4.2).

Naast bovengenoemde maatregelen wordt geadviseerd de waterafvoer uit de Heidetuin niet meer rechtstreeks in het riool te laten wegstromen, maar van nut te laten zijn in het benedenstrooms gelegen gebied. Daartoe zal een verbinding met het benedenstrooms gelegen gebied gemaakt dienen te worden, waarbij een doorgang onder of boven langs het hoofdriool wordt gerealiseerd. Op deze wijze zal tevens de verbinding van de Utrechtse Heuvelrug met het Kromme Rijngebied, de oude afvoerroute, worden hersteld.

4.2 Buffering van het sprengsysteem met kalkrijk grondwater

4.2.1 Algehele peilverlaging in het sprengsysteem en bevorderen van de grondwaterbeweging naar de sprengen

In de huidige situatie is het waterpeil in de sprengen veelal in evenwicht met het grondwaterniveau in de directe omgeving. In de winterperiode voert de spreng grondwater af. In de zomerperiode zakt het freatisch grondwaterniveau dermate diep uit dat de slootbodem droogvalt en er geen afvoer plaats vindt. Een kunstmatige peilverlaging heeft tot gevolg dat meer grondwater gedurende een langere periode naar de sprengen zal stromen. Gelet op het grondwaterstandverloop in de peilbuizen dient gedurende het gehele jaar gestreefd te worden naar een oppervlaktewaterpeil dat circa 0,25 m lager is dan de huidige peilen. Dit betekent gedurende de winter/voorjaar periode een peil van circa NAP +3,5 m en gedurende de zomerperiode een peil van circa +3,25 m of enigszins lager. Een dergelijke peilverlaging zal gepaard moeten gaan met een geringe verlaging van de bodemhoogte van de sloten en de vijvers met 25 cm.

Door de aanwezigheid van de overstort langs de Arnhemse Bovenweg, waarbij gedurende de zomerperiode overstortwater de sloot rond het weiland instroomt, wordt als korte termijn maatregel voorgesteld een onderbemaling te realiseren in het traject ten noordoosten van peilbuis 11. Hiermee worden twee zaken bereikt:

1 overstortwater kan het sprengsysteem niet (meer) bereiken door de aanleg van een damwandje;
2 het onderbemalen sprenggedeelte zal sterker worden gevoed door grondwater.

De onderbemaling bestaat uit een pomp met een capaciteit van 10 à 15 m^3/uur. Indicatieve berekeningen tonen aan dat met een dergelijke capaciteit de kunstmatige verlaging kan worden bereikt. Het waterniveau in de spreng wordt gereguleerd door een vlottersysteem die de pomp aanstuurt. Het overtollige water wordt in de sloot gepompt, die het weiland omringt.

Uitgangspunt is dat het water aldaar infiltreert naar het grondwater. Afvoer via de duiker onder de Arnhemse Bovenweg is in de huidige situatie niet mogelijk. Deze afvoer zal op termijn dienen te worden hersteld.

4.2.2 Algehele peilverlaging in het sprengsysteem, bevorderen diepe grondwaterbeweging naar de sprengen en aanleg van vrijlozende wellen

In paragraaf 4.2.1 is een uiteenzetting gegeven hoe de toestroming van grondwater vanuit de omgeving naar de sprengen kan worden bevorderd. Teneinde verzekerd te zijn van toestroming van relatief sterk gebufferd grondwater (= dieper grondwater) kan als extra maatregel worden overwogen om in beide vijvers vrijlozende bronnen te realiseren. De bronnen worden geboord waarbij het filter op een diepte van 15 tot 20 m -mv wordt gerealiseerd. Bronnen met filters in het tweede watervoerend pakket wordt niet haalbaar geacht in verband met de lagere potentialen van het diepe grondwater (circa 25 cm lager). De bronnen -voorgesteld wordt om er ten minste twee per vijver aan te leggen- monden uit in de plas. Bij een kunstmatige verlaging van het oppervlaktewaterpeil zal de evenwichtssituatie worden verstoord. Mede door gelaagdheden in het ondiepe zandpakket ontstaat er een drukverschil tussen het filter en het oppervlaktewater waardoor grondwaterstroming naar het filter zal optreden. Afhankelijk van de filterweerstand wordt een aanvoer van diep grondwater berekend van 5 à 10 m^3/etm per twee bronnen.

Doordat de stijghoogte van het grondwater niet of nauwelijks groter is dan het huidige waterniveau zal er geen of nauwelijks stroming optreden. De bronnen zullen alleen functioneren als de bovenrandvoorwaarde (waterpeil) wordt aangepast.

Op de locatie is in geen geval sprake van artesisch grondwater; bronnen zonder aanvullende maatregelen zullen daardoor niet functioneren.

De bronnen dienen na aanleg te worden voorzien van kleppen. Indien het waterpeil onverhoed hoger is dan de stijghoogte van het diepe grondwater, zal de klep de buis afsluiten waardoor een neerwaartse stroming wordt voorkomen. Deze maatregel dient verstopping van de filters tegen te gaan. Overwogen kan worden om een mogelijkheid in te bouwen om de bronnen handmatig te kunnen afsluiten, teneinde de toevoer van grondwater handmatig te kunnen regelen.

Na uitvoering van de maatregelen zal monitoring van de waterkwaliteit noodzakelijk zijn om de verhouding gebufferd grondwater versus jong grondwater dan wel regenwater te evalueren en zo nodig bij te stellen. Op basis van de ingeschatte afvoer van het sprengsysteem, waarop de dimensie van het pompje is gebaseerd, en de aanvoer van diep grondwater vanuit de twee bronnen, treedt een verdunning van het diepe, gebufferde grondwater op met een factor van circa 20.

Met een dergelijke verdunning wordt naar verwachting een geringe buffering van het water van het sprengsysteem bereikt, zodat een systeem met zeer zacht water (alkaliniteit 0,1 - 0,5 meq.l^{-1}) wordt bereikt. Indien onvoldoende buffering van het oppervlaktewater wordt bereikt, dient het aantal bronnen te worden uitgebreid. Indien te hard water ontstaat met een te grote buffering, kan een van de bronnen worden afgesloten.
Het beleid van de provincie Utrecht is er op gericht om grondwateronttrekkingen op de Utrechtse Heuvelrug op termijn te verminderen. In de periode na de eeuwwisseling dient naar andere vormen van waterwinning ten behoeve van de drinkwatervoorziening te worden omgezien. Een vermindering van grondwateronttrekkingen zal leiden tot een verhoging van grondwaterstanden op de heuvelrug. Voor het sprengsysteem van het Rijsenburgse Bos betekent dit mogelijk een natuurlijk herstel van de toestroming van grondwater. In welke orde van grootte dit gebeurt is thans niet duidelijk.

4.3 Vermindering van de bladophoping in de vijvers en sloten

Vermindering van de bladophoping in de vijvers kan worden bewerkstelligd door inrichtingsmaatregelen en een aanpassing van het beheer. Inrichtingsmaatregelen in dit geval omvatten een beperkte dunning van het bos rondom de beide vijvers. Hierdoor zal de toevoer van bladafval verminderen. Daarnaast zal een aanpassing van het beheer noodzakelijk zijn om een kale zandbodem in stand te houden en ophoping van slib en bladafval zoveel mogelijk tegen te gaan. Het beheer wordt verder uitgewerkt in paragraaf 4.4.

Kap van bomen langs de sloten van het sprengsysteem is niet in het restauratieplan opgenomen vanwege twee redenen:

- stabiliteit van de oevers. Deze wordt in de huidige situatie mede in stand gehouden via beworteling van de zandoever;
- de levensmogelijkheden voor karakteristieke fauna; De aanwezigheid van karakteristieke fauna-elementen blijkt juist ook samen te hangen met beschaduwing van het biotoop.

Het voorgaande betekent dat een zandige bodem in de sloten in stand gehouden moet worden via het beheer. Dit wordt verder uitgewerkt in paragraaf 4.4.

4.4 Consequenties voor het beheer

Het restauratieplan heeft consequenties voor het beheer van het Rijsenburgse Bos. Volgens het huidige beheersplan moeten de sloot en vijvérs eens per tien jaar worden geschoond. Om de huidige vegetatie-ontwikkeling niet te verstoren worden de vijvers eens per tien jaar geschoond. De slot wordt om de vijf jaar geschoond.
Het huidige beheer bestaat uit het eens per tien jaar schonen van de sloot en vijvers, waarbij het centrale deel van de vijvers wordt ontzien. Om bladophoping in de vijvers te voorkomen dient dit huidige beheer te worden aangepast.

Geadviseerd wordt om na schoning en beperkte verdieping van beide vijvers en sloot bij uitvoering van het restauratieplan, in eerste instantie een schoningsbeheer te voeren van eens in de vijf jaar. Daarbij zou met het oog op de vegetatie en fauna die zich ter plekke ontwikkelt, een gefaseerd beheer kunnen worden gevoerd. Dat wil zeggen dat beurtelings één helft van de vijvers wordt schoongemaakt.

Hoewel het Rijsenburgse Bos vrij toegankelijk is, is de recreatie in de huidige situatie niet intensief. Maatregelen om de recreatie in te perken worden dan ook niet noodzakelijk geacht.

4.5 Tijdpad voor uitvoering van het restauratieplan

Bij de uitvoering van het restauratieplan zullen de werkzaamheden als volgt dienen te gebeuren:

1 afkoppeling van de twee afvoerbuizen;
2 een beperkte dunning van het bos rondom de vijvers;
3 een beperkte verdieping van sloot en vijvers en de aanleg van een damwandje met pomp. Indien als gevolg van deze maatregelen de beoogde waterkwaliteit in het sprengsysteem niet of in onvoldoende mate wordt bereikt, dient te worden overgegaan tot de aanleg van vrijlozende wellen in beide vijvers. De aanleg van deze wellen wordt gezien als een tweede fase in de uitvoering van het restauratieplan;
4 oplossen van de overige waterhuishoudkundige knelpunten, dat wil zeggen afkoppeling van de overstort, herstellen van de afvoer onder de Arnhemsebovenweg en aanpassing van het peilbeheer in de Heidetuin. De damwand en pomp worden dan overbodig;
5 het realiseren van een doorgang vanaf de Heidetuin onder of boven langs het hoofdriool.

Op de lange termijn dient gestreefd te worden naar volledig herstel van de oude afvoerroute vanaf de Utrechtse Heuvelrug naar het Kromme Rijngebied.

4.6 Biologische kwaliteit na uitvoering van de maatregelen

Uitvoering van de uitgewerkte maatregelen beogen een zwak gebufferd, zwak zuur en voedselarm kwelsysyteem met zandige oevers en bodem en de daarbij behorende karakteristieke plante- en diersoorten.

Vegetatie
Tot de karakteristieke plantesoorten van zwak zure, zwak gebufferde kwelvijvers behoren vlottende bies (*Scirpus fluitans*), duizendknoopfonteinkruid *(Potamogeton polygonifolius)* en witbloemige waterranonkel (*Ranunculus ololeucos*). Daarnaast komt knolrus (*Juncus bulbosus*) voor, echter niet in dominante aantallen. Dit laatste zou duiden op verzuring van het systeem. Ook drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) kan deel uitmaken van de vegetatie.

Genoemde soorten groeiden in de jaren zeventig in de noordelijke kwelvijver (provincie Utrecht, Bureau Milieuinventarisatie). Andere karakteristieke soorten van zwak gebufferde wateren die in de vijvers zouden kunnen worden aangetroffen zijn drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), pilvaren (*Pilularia globulifera*) en kranswieren als *Chara globularis* en *Nitella*-soorten.

Aangezien herprofilering van de vijvers niet in het restauratieplan is opgenomen en de huidige, steile oevers gehandhaafd zullen blijven, zal zich geen oevervegetatie kunnen ontwikkelen.

Fauna
Voor salamanders vormen de steile oevers van de vijvers geen bezwaar. Voor amfibieën, zoals de bruine kikker, kunnen de steile oevers een knelpunt zijn. Ook in de huidige situatie zijn geen kikkersoorten in de vijvers waargenomen. De potenties voor amfibieën nemen na uitvoering van het restauratieplan niet toe, aangezien herprofilering van de vijvers door de beheerder niet wenselijk wordt geacht.

Ten aanzien van de macrofauna zullen soorten die kenmerkend zijn voor organische bodem en/of zuurstofarm milieu sterk afnemen. Ook populaties die betrokken zijn bij bladafbraak, maar onder meer zuurstofrijke condities leven, zoals de waterpissebed *Asellus aquaticus*, zullen een afname ondergaan. Een verbeterde zuurstofhuishouding (na verwijdering van de bladlaag op de bodem) en bijmenging met gebufferd grondwater begunstigen de levenskansen van de karakterstieke soorten van venmilieus, zoals kokerjuffers, libellen en de waterspin (*Argyroneta aquatica*).

Diatomeeën (kiezelwieren)
Na uitvoering van restauratiemaatregelen zullen de mogelijkheden voor soorten kiezelwieren die gebonden zijn aan laag-alkaliene milieus toenemen. Het betreft soorten als *Peronia fibula, Stenopterobia curvula* en *Fragilaria exigua* (Grontmij, 1992). De verzuringsindicator *Eunotia exigua* zal in dominantie en aantallen afnemen.

4.7 Monitoring en bijstelling van maatregelen

Monitoring van de chemische kwaliteit van het water
Teneinde de verhouding gebufferd grondwater versus jong grondwater dan wel regenwater in de vijers en sloten te evalueren en zo nodig bij te stellen, is het noodzakelijk de alkaliniteit (= biologische hardheid van het water, uitgedrukt in meq.l^{-1}) in het oppervlaktewater te volgen. De eerste drie jaren na uitvoering van maatregelen dient dit maandelijks te gebeuren. De streefwaarde is een alkaliniteit tussen 0,1 en 0,5 meq.l^{-1}. Mocht als gevolg van peilverlaging en vergroting van de afvoer het sprengsysteem in onvoldoende mate gebufferd raken -de mogelijkheid bestaat dat met name de eerste vijver in onvoldoende mate gevoed wordt met gebufferd grondwater- wordt geadviseerd de vrijlozende wellen in de beide vijvers aan te leggen.

Indien zich dan nog een te lage alkaliniteit instelt, dient het aantal bronnen te worden uitgebreid. Bij een te grote toestroming van grondwater dient een van de bronnen te worden afgesloten. Naast monitoring van de alkaliniteit wordt geadviseerd eveneens de zuurgraad, de macro-ionensamenstelling en de voedingsstoffenrijkdom van het oppervlaktewater in de tijd te volgen (de eerste drie jaar één analyse per kwartaal, daarna jaarlijks).

Monitoring van organismen

Na uitvoering van restauratiemaatregelen wordt geadviseerd de ontwikkeling van vegetatie, macrofauna en kiezelwieren in de tijd te volgen. Een dergelijke monitoring maakt het mogelijk om bij ongewenste ontwikkelingen tijdig in te grijpen of via beheersmaatregelen bij te sturen.

5 KOSTEN VAN UITVOERING VAN HET RESTAURATIEPLAN

Afkoppeling van de twee afvoerbuizen
Afkoppeling van het hemelwater van Sparrenheide en Nassau-Odijkhof zal waarschijnlijk betekenen aansluiting op het openbare rioolnet. Dit kan nogal ingrijpend zijn in verband met de bergingscapaciteit van het stelsel. De kosten hiervan zijn voorlopig PM gelaten.

Dunning van het bos rondom de vijvers
Dit betreft gedeeltelijke verwijdering van loofhoutsoorten in een strook van circa 20 m rondom de vijvers. De stobben worden behandeld danwel gerooid. Het takhout wordt verwijderd. De oppervlakte van het gebied waar dunning plaatsvindt, wordt geschat op circa 7500 m^2. De kosten zijn geraamd op *f* 11.500,-.

25 cm verdieping van sloot en vijvers
De sloten worden grotendeels met handkracht geschoond in verband met het handhaven van de bomen op de oevers. De vijvers worden uitgediept met een kleine kraan en shovel. Het materiaal wordt afgevoerd en elders verwerkt. De kosten zijn geraamd op *f* 28.750,-.

Verwerking van het verontreinigde slib
De mogelijkheden voor verwerking van het klasse 2 slib hangt af van het provinciaal beleid. Indien wordt uitgegaan van het storten van het materiaal, moet rekening worden gehouden met een bedrag dat kan oplopen tot circa *f* 25.000,-. Bij dit bedrag is uitgegaan van een gemiddelde slibdikte van 10 cm en is voor het storten gerekend met kosten van *f* 100,- per ton.

Aanleg van een damwand in de sloot
De wand bestaat uit damwandplanken met een dikte van 0,04 m en een lengte van 3,00 m. De planken zijn verbonden met een gording van 0,06 x 0,16 m. De totale breedte van de damwand is 6,00 m. De kosten zijn geraamd op *f* 4.200,-.

Pompje met een capaciteit van 10 à 15 m^3/uur
Naast de damwand wordt een pompput geplaatst (circa 1,00 m^3) met een toevoer vanuit het sprengsysteem. Vanuit de pompput wordt een persleiding met lozing aangebracht naar de sloot rondom de bosweide. Een dompelpomp wordt geplaatst met aansluiting en voeding. Het totaal wordt zo ingericht dat een en ander van buitenaf niet zichtbaar is dan wel opvalt. De kosten zijn geraamd op *f* 9.300,-.

Vrijlozende wellen tot 15 à 20 m -mv
Aanbrengen van vier vrijlozende wellen met kleppen in het midden van de vijvers. De kosten zijn geraamd op *f* 25.000,-.

Oplossen van de overige waterhuishoudkundige knelpunten
Het gaat hier om afkoppeling van de overstort, herstellen van de afvoer onder de Arnhemsebovenweg en aanpassing van het peilbeheer in de Heidetuin. De kosten kunnen vooralsnog niet worden geraamd en zijn PM gelaten.

De totale uitvoeringskosten worden als volgt begroot:

Afkoppeling afvoerbuizen		PM
Dunning bos rondom vijvers	*f*	11.500,-
25 cm verdieping van sloot en vijvers[1]	*f*	28.750,-
Verwerking van het verontreinigde slib	*f*	25.000,-
Damwandje in sloot	*f*	4.200,-
Pompje (10 à 15 m^3/uur)	*f*	9.300,-
4 vrijlozende wellen tot 15 à 20 m-mv (incl. kleppen)	*f*	25.000,-
Oplossen overige waterhuishoudkundige knelpunten		PM
Totaal	*f*	103.750,-

De kosten zijn gebaseerd op het prijspeil van 1993. Alle kosten zijn exclusief BTW.

6 MOGELIJKHEDEN VOOR FINANCIERING

Ten aanzien van subsidiëring van het restauratieplan zijn potentieel de volgende mogelijkheden aanwezig:

- subsidiëring in het kader van de Rijksbijdrageregeling integraal waterbeheer (Regiwa);
- subsidiëring in het kader van het Provinciaal Waterhuishoudingsplan;
- financiering in het kader van het BNLU, het Beleidsplan Natuur en Landschap van de provincie Utrecht. Vanuit het BNLU kan subsidiëring plaatsvinden in het kader van:
  - natuurontwikkeling;
  - provinciale projecten natuur en landschap;
  - subsidiëring van derden;
- financiering in het kader van het Milieu Beleidsplan.

Financiering in het kader van de regeling Effectgerichte Maatregelen (EGM) is niet meer mogelijk, aangezien deze regeling na 1993 zal worden beëindigd.

7 LITERATUUR

- Grontmij, 1992.
  Mogelijkheden voor herstel van acht vennen en vijvers op de Utrechtse Heuvelrug. 65 pp. + Bijlagen.

- Provincie Utrecht, 1987.
  Grondwaterplan provincie Utrecht.

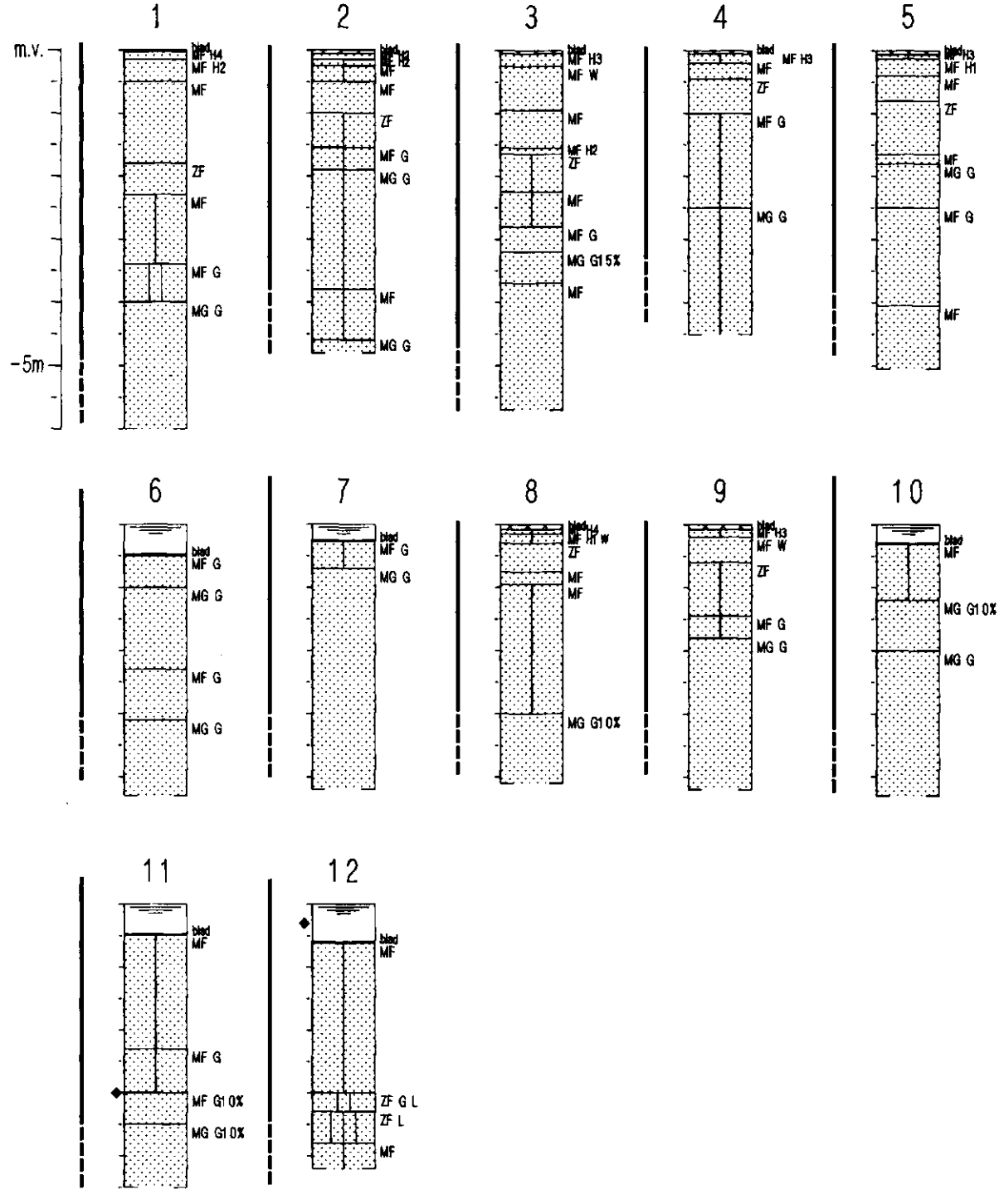
- Provincie Utrecht.
  Botanisch Meetnet. Bureau Milieuinventarisatie.

- DGV-TNO, 1978.
  Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad Utrecht.

- Provincie Utrecht, 1992.
  Grondwaterisohypsenkaarten, 51-2409 en 51-2410.

BIJLAGE 1 SITUATIEKAART VAN HET ONDERZOEKSGEBIED MET LOCATIES VAN BORINGEN, PEILBUIZEN, DWARSPROFIELEN EN BODEMWATERPASSINGEN

BIJLAGE 2 BOORPROFIELEN



voor verklaring van de boorprofieltekens zie bijgaand verklaringsblad

Grontmij

project: RESTAURATIEPLAN RIJSENBURGSE BOS TE DRIEBERGEN

opdrachtgever: PROVINCIE UTRECHT

onderdeel: Boorprofielen

schaal: 1:100

bestek:

tekening nr: 0225-212-93

wijzigingen: code: d.d.: get: acc: jj

datum: jan. '93

order nr: 92-8797

bijlage nr: 2 in bladen bladnr:

driebergbosbasaal

© Grontmij

Minerale sedimenten

Indeling naar lutumgehalte (delen < 2 μm)
(voor waterafzettingen)

zeer kleiarm zand	0 - 3%
matig kleiarm zand	3 - 5%
kleiig zand	5 - 8%
zeer lichte zavel	8 - 12%
matig lichte zavel	12 - 18%
zware zavel	18 - 25%
lichte klei	25 - 35%
matig zware klei	35 - 50%
zeer zware klei	> 50%

Indeling naar leemgehalte (delen < 50 μm)
(voor windafzettingen)

zeer leemarm zand	0 - 5%
matig leemarm zand	5 - 10%
zwak lemig zand	10 - 18%
sterk lemig zand	18 - 33%
zeer sterk lemig zand	33 - 50%
zandige leem	50 - 85%
siltige leem	> 85%

Veen

- veen
- kleiig veen
- zandig veen

Waterbodems

- water
- bagger / slib

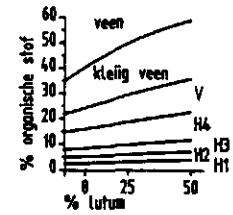
Aanduidingen (gebruikt in combinatie met voorgaande indeling)

Indeling van zand naar korrelgrootte

UF	uiterst fijn zand	M50-cijfer	50 - 105
ZF	zeer fijn zand	"	105 - 150
MF	matig fijn zand	"	150 - 210
MG	matig grof zand	"	210 - 420
ZG	zeer grof zand	"	420 - 2000

Indeling naar gehalte organische stof

H1	humusarm
H2	matig humeus
H3	zeer humeus
H4	humusrijk
V	venig



Bijzondere afzettingen

LS	löss
KL	keileem
KZ	keizand
PZ	pre-glaciaal zand
PK	potklei

Toevoegingen

G	grindhoudend	L	gelaagd
P	puin	S	katteklei
R	houtresten	F	ijzerconcreties
M	schelpen	C	kalkconcreties
W	rietwortels	O	ongerijpt

Grondwaterstand en hydromorfe kenmerken

- bovenkant gleyzône
- grondwaterstand met opname datum
- onderkant gleyzône

Peilbuis- en monstertrajecten

- grondwaterstand
- peilbuis
- filter
- I ongeroerd grondmonster
- II geroerd grondmonster

Plaatsaanduidingen van boringen, peilbuizen en sonderingen

1. plaats en nummer van boring
2. plaats en nummer van boring met peilbuis
3. plaats en nummer van boring met twee of meer peilbuizen
4. plaats en nummer van sondering
5. plaats en nummer van boring met sondering
6. plaats en nummer van sondering met peilbuis

Grontmij afdeling Bodem & Water

Verklaring van plaatsaanduidingen en boorprofieltekens

januari 1992

19.033

BIJLAGE 3 ISOHYPSENBEELD D.D. 28-2-1993 EN 16-7-1993

BIJLAGE 4 KORTE-TERMIJNMAATREGELEN RESTAURATIEPLAN

BIJLAGE 5 TOETSING VAN DE ANALYSEN VAN DE WATERBODEM-MONSTERS VOLGENS DE DERDE NOTA WATERHUIS-HOUDING, AANGEVULD MET MILBOWA

De gegevens in de volgende uitdraai zijn getoetst volgens:
3e nota waterhuishouding aangevuld met MILBOWA.

De weergegeven klasse-aanduidingen hebben de volgende betekenis:

klasse 0: voldoet aan streefwaarden
klasse 1: voldoet aan grenswaarden
klasse 2: voldoet aan toetsingswaarde
klasse 3: voldoet aan signaleringswaarde
klasse 4: overschrijdt de signaleringswaarde

klasse n: niet in een klasse in te delen a.g.v.
onzekerheid rond meetcijfer (detectiegrens)

Beheerder: Gemeente Driebergen

Toetsing waterbodemgegevens volgens 3e nota Waterhuishouding aangevuld met MILBOWA.

Lokatie: Plas 1, d.d.: 28- 2-1993

Gebruikte grootheden voor normalisatie van gehalten:
- Het org. stofgehalte is geschat m.b.v. (100 - gloeirest) * 0.90 (= 9.90%)
- Het gemeten lutumgehalte is 10.00 % deeltjes < 2 µm

Parameter		gemeten gehalte	gecorrigeerd gehalte	klasse	overschrijding klassegrens
METALEN					
Cadmium	mg/kg	0.50	0.58	0	
Kwik	mg/kg	0.06	0.07	0	
Koper	mg/kg	10.90	14.57	0	
Nikkel	mg/kg	12.00	21.00	0	
Lood	mg/kg	25.90	31.49	0	
Zink	mg/kg	14.60	21.55	0	
Chroom	mg/kg	59.85	85.50	0	
Arseen	mg/kg	1.59	2.01	0	
PAK's					
Benz(a)antraceen	mg/kg	0.12	0.12	2	(142 %)
Benzo(ghi)peryleen	mg/kg	0.14	0.14	2	(183 %)
Benzo(a)pyreen	mg/kg	0.14	0.14	2	(183 %)
Fenantreen	mg/kg	0.09	0.09	2	(82 %)
Ind(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg	0.12	0.12	2	(142 %)
Pyreen	mg/kg	0.20	0.20	2	(304 %)
Dibenz(ah)anthrac.	mg/kg	0.02	0.02	1	
Anthraceen	mg/kg	0.01	0.01	0	
Benz(b)fluorantheen	mg/kg	0.22	0.22	2	(11 %)
Benz(k)fluorantheen	mg/kg	0.09	0.09	1	(264 %)
Chryseen	mg/kg	0.16	0.16	2	(223 %)
Fluorantheen	mg/kg	0.26	0.26	1	(1651 %)
Som PAK's Borneff	mg/kg	0.97	0.98	2	(63 %)
PCB's					
PCB-28	µg/kg	.			
PCB-52	µg/kg	.			
PCB-101	µg/kg	.			
PCB-118	µg/kg	.			
PCB-138	µg/kg	.			
PCB-153	µg/kg	.			
PCB-180	µg/kg	.			
Som PCB's (7)	µg/kg	.			
BESTRIJDINGSMIDDELEN					
Pentachloorbenzeen	µg/kg	.			
Hexachloorbenzeen	µg/kg	.			
Som Aldrin/Dieldrin	µg/kg	.			
Endrin	µg/kg	.			
DDT(incl.DDD en DDE)	µg/kg	.			
α-Endosulfan/sulft	µg/kg	.			
α-HCH	µg/kg	.			
B-HCH	µg/kg	.			
γ-HCH	µg/kg	.			
Heptachloor & epox.	ug/kg	.			
Chloordaan	µg/kg	.			
Hexachloorbutadieen	µg/kg	.			
Pentachloorfenol	µg/kg	.			
DIVERSEN					
Minerale Olie (IR)	mg/kg	173.00	174.75	1	(249 %)
EOX	mg/kg	.			

EIND-OORDEEL voor het gehele monster is klasse: 2
Klasse-indeling gebaseerd op meer dan 2 overschrijdingen norm

Beheerder: Gemeente Driebergen

Toetsing waterbodemgegevens volgens 3e nota Waterhuishouding aangevuld met MILBOWA.

Lokatie: Plas 2, d.d.: 28- 2-1993

Gebruikte grootheden voor normalisatie van gehalten:
- Het org. stofgehalte is geschat m.b.v. (100 - gloeirest) * 0.90 (= 8.10%)
- Het gemeten lutumgehalte is 10.00 % deeltjes < 2 µm

Parameter		gemeten gehalte	gecorrigeerd gehalte	klasse	overschrijding klassegrens
METALEN					
Cadmium	mg/kg	0.49	0.61	0	
Kwik	mg/kg	0.09	0.10	0	
Koper	mg/kg	9.21	12.82	0	
Nikkel	mg/kg	11.95	20.91	0	
Lood	mg/kg	45.00	56.17	0	
Zink	mg/kg	40.05	60.85	0	
Chroom	mg/kg	22.85	32.64	0	
Arseen	mg/kg	2.63	3.44	0	
PAK's					
Benz(a)antraceen	mg/kg	0.22	0.27	2	(443 %)
Benzo(ghi)peryleen	mg/kg	0.26	0.32	2	(542 %)
Benzo(a)pyreen	mg/kg	0.28	0.35	2	(591 %)
Fenantreen	mg/kg	0.11	0.14	2	(172 %)
Ind(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg	0.23	0.28	2	(468 %)
Pyreen	mg/kg	0.41	0.51	2	(912 %)
Dibenz(ah)anthrac.	mg/kg	0.04	0.05	1	
Anthraceen	mg/kg	0.02	0.02	0	
Benz(b)fluorantheen	mg/kg	0.36	0.44	2	(122 %)
Benz(k)fluorantheen	mg/kg	0.15	0.19	1	(641 %)
Chryseen	mg/kg	0.26	0.32	2	(542 %)
Fluorantheen	mg/kg	0.48	0.59	2	(98 %)
Som PAK's Borneff	mg/kg	1.76	2.17	2	(262 %)
PCB's					
PCB-28	µg/kg	.			
PCB-52	µg/kg	.			
PCB-101	µg/kg	.			
PCB-118	µg/kg	.			
PCB-138	µg/kg	.			
PCB-153	µg/kg	.			
PCB-180	µg/kg	.			
Som PCB's (7)	µg/kg	.			
BESTRIJDINGSMIDDELEN					
Pentachloorbenzeen	µg/kg	.			
Hexachloorbenzeen	µg/kg	.			
Som Aldrin/Dieldrin	µg/kg	.			
Endrin	µg/kg	.			
DDT(incl.DDD en DDE)	µg/kg	.			
α-Endosulfan/sulft	µg/kg	.			
α-HCH	µg/kg	.			
β-HCH	µg/kg	.			
γ-HCH	µg/kg	.			
Heptachloor & epox.	ug/kg	.			
Chloordaan	µg/kg	.			
Hexachloorbutadieen	µg/kg	.			
Pentachloorfenol	µg/kg	.			
DIVERSEN					
Minerale Olie (IR)	mg/kg	153.00	188.89	1	(278%)
EOX	mg/kg	.			

EIND-OORDEEL voor het gehele monster is klasse: 2
Klasse-indeling gebaseerd op meer dan 2 overschrijdingen norm

Beheerder: Gemeente Driebergen

Toetsing waterbodemgegevens volgens 3e nota Waterhuishouding aangevuld met MILBOWA.

Lokatie: Plas 1, d.d.: 28- 2-1993

Gebruikte grootheden voor normalisatie van gehalten:
- Het org. stofgehalte is geschat m.b.v. (100 - gloeirest) * 0.90 (= 9.90%)
- Het gemeten lutumgehalte is 3.00 % deeltjes < 2 µm

Parameter		gemeten gehalte	gecorrigeerd gehalte	klasse	overschrijding klassegrens
METALEN					
Cadmium	mg/kg	0.50	0.62	0	
Kwik	mg/kg	0.06	0.08	0	
Koper	mg/kg	10.90	17.26	0	
Nikkel	mg/kg	12.00	32.31	0	
Lood	mg/kg	25.90	35.00	0	
Zink	mg/kg	14.60	27.68	0	
Chroom	mg/kg	59.85	106.88	1	(7 %)
Arseen	mg/kg	1.59	2.29	0	
PAK's					
Benz(a)antraceen	mg/kg	0.12	0.12	2	(142 %)
Benzo(ghi)peryleen	mg/kg	0.14	0.14	2	(183 %)
Benzo(a)pyreen	mg/kg	0.14	0.14	2	(183 %)
Fenantreen	mg/kg	0.09	0.09	2	(82 %)
Ind(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg	0.12	0.12	2	(142 %)
Pyreen	mg/kg	0.20	0.20	2	(304 %)
Dibenz(ah)anthrac.	mg/kg	0.02	0.02	1	
Anthraceen	mg/kg	0.01	0.01	0	
Benz(b)fluorantheen	mg/kg	0.22	0.22	2	(11 %)
Benz(k)fluorantheen	mg/kg	0.09	0.09	1	(264 %)
Chryseen	mg/kg	0.16	0.16	2	(223 %)
Fluorantheen	mg/kg	0.26	0.26	1	(1651 %)
Som PAK's Borneff	mg/kg	0.97	0.98	2	(63 %)
PCB's					
PCB-28	µg/kg	.			
PCB-52	µg/kg	.			
PCB-101	µg/kg	.			
PCB-118	µg/kg	.			
PCB-138	µg/kg	.			
PCB-153	µg/kg	.			
PCB-180	µg/kg	.			
Som PCB's (7)	µg/kg	.			
BESTRIJDINGSMIDDELEN					
Pentachloorbenzeen	µg/kg	.			
Hexachloorbenzeen	µg/kg	.			
Som Aldrin/Dieldrin	µg/kg	.			
Endrin	µg/kg	.			
DDT(incl.DDD en DDE)	µg/kg	.			
α-Endosulfan/sulft	µg/kg	.			
α-HCH	µg/kg	.			
ß-HCH	µg/kg	.			
γ-HCH	µg/kg	.			
Heptachloor & epox.	ug/kg	.			
Chloordaan	µg/kg	.			
Hexachloorbutadieen	µg/kg	.			
Pentachloorfenol	µg/kg	.			
DIVERSEN					
Minerale Olie (IR)	mg/kg	173.00	174.75	1	(249 %)
EOX	mg/kg	.			

EIND-OORDEEL voor het gehele monster is klasse: 2
Klasse-indeling gebaseerd op meer dan 2 overschrijdingen norm

Beheerder: Gemeente Driebergen

Toetsing waterbodemgegevens volgens 3e nota Waterhuishouding aangevuld met MILBOWA.

Lokatie: Plas 2, d.d.: 28- 2-1993

Gebruikte grootheden voor normalisatie van gehalten:
- Het org. stofgehalte is geschat m.b.v. (100 - gloeirest) * 0.90 (= 8.10%)
- Het gemeten lutumgehalte is 3.00 % deeltjes < 2 µm

Parameter		gemeten gehalte	gecorrigeerd gehalte	klasse	overschrijding klassegrens
METALEN					
Cadmium	mg/kg	0.49	0.66	0	
Kwik	mg/kg	0.09	0.11	0	
Koper	mg/kg	9.21	15.31	0	
Nikkel	mg/kg	11.95	32.17	0	
Lood	mg/kg	45.00	62.60	0	
Zink	mg/kg	40.05	78.81	0	
Chroom	mg/kg	22.85	40.80	0	
Arseen	mg/kg	2.63	3.93	0	
PAK's					
Benz(a)antraceen	mg/kg	0.22	0.27	2	(443 %)
Benzo(ghi)peryleen	mg/kg	0.26	0.32	2	(542 %)
Benzo(a)pyreen	mg/kg	0.28	0.35	2	(591 %)
Fenantreen	mg/kg	0.11	0.14	2	(172 %)
Ind(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg	0.23	0.28	2	(468 %)
Pyreen	mg/kg	0.41	0.51	2	(912 %)
Dibenz(ah)anthrac.	mg/kg	0.04	0.05	1	
Anthraceen	mg/kg	0.02	0.02	0	
Benz(b)fluorantheen	mg/kg	0.36	0.44	2	(122 %)
Benz(k)fluorantheen	mg/kg	0.15	0.19	1	(641 %)
Chryseen	mg/kg	0.26	0.32	2	(542 %)
Fluorantheen	mg/kg	0.48	0.59	2	(98 %)
Som PAK's Borneff	mg/kg	1.76	2.17	2	(262 %)
PCB's					
PCB-28	µg/kg	.			
PCB-52	µg/kg	.			
PCB-101	µg/kg	.			
PCB-118	µg/kg	.			
PCB-138	µg/kg	.			
PCB-153	µg/kg	.			
PCB-180	µg/kg	.			
Som PCB's (7)	µg/kg	.			
BESTRIJDINGSMIDDELEN					
Pentachloorbenzeen	µg/kg	.			
Hexachloorbenzeen	µg/kg	.			
Som Aldrin/Dieldrin	µg/kg	.			
Endrin	µg/kg	.			
DDT(incl.DDD en DDE)	µg/kg	.			
α-Endosulfan/sulft	µg/kg	.			
α-HCH	µg/kg	.			
ß-HCH	µg/kg	.			
γ-HCH	µg/kg	.			
Heptachloor & epox.	ug/kg	.			
Chloordaan	µg/kg	.			
Hexachloorbutadieen	µg/kg	.			
Pentachloorfenol	µg/kg	.			
DIVERSEN					
Minerale Olie (IR)	mg/kg	153.00	188.89	1	(278%)
EOX	mg/kg	.			

EIND-OORDEEL voor het gehele monster is klasse: 2
Klasse-indeling gebaseerd op meer dan 2 overschrijdingen norm