

DE BEREKENING VAN HET GEDRAG VAN NEERSLAGLENZEN MET BEHULP VAN EEN WATERBALANSMODEL

Rapportage

92.3100.0

mei 1994

**DE BEREKENING VAN HET GEDRAG
VAN NEERSLAGLENZEN MET BEHULP
VAN EEN WATERBALANSMODEL**

Rapportage

92.3100.0

mei 1994

**IWACO B.V.
Vestiging Noord
Postbus 2198
9704 CD Groningen
(050) 73 44 55**

COLOFON:

IWACO B.V.
Vestiging Noord
Postbus 2198, 9704 CD Groningen
Wegalaan 5, 9742 NA Groningen
Telefoon (050-734455)
Telefax (050-711430)

Projectnummer: 92.3100.0
Projecttitel: De berekening van de invloed van
ingrepen op het gedrag
van neerslaglenzen met behulp van een
waterbalansmodel (92.30000.0)
Rapporttitel: Rapportage

26 mei 1994
neerslaglenzen

Ber. van invloed van ingr. op het gedrag
van neersl.1
met behulp v/e waterbal.model
787

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

SAMENVATTING

Bij ecohydrologische herstelprojecten in "natte" natuurgebieden is het voorspellen van het effect van de maatregelen op de ondiepe grondwaterkwaliteit van groot belang. Het gaat in deze gebieden immers vaak om plantengemeenschappen waarvoor de kwaliteit van het opkwellende grondwater (veelal met een bovenlokale herkomst) een belangrijke standplaatsfactor is. Een belangrijke vraag die in ecohydrologische herstelprojecten naar voren komt is dan ook:

Komt door herstelmaatregelen het diepe grondwater wel of niet in de wortelzone?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is door IWACO een model gemaakt van de waterbalans van de verzadigde en onverzadigde zone. Het model berekent de waterbalans van twee soorten water: neerslagwater en diep grondwater. Belangrijke processen die een rol spelen bij de waterbalans zijn in het model opgenomen. Het gaat om de nuttige neerslag, drainage/infiltratie, kwel of wegzijging en oppervlakkige afstroming.

Bij de modellering is het concept van een neerslaglens gebruikt. Een neerslaglens is een relatief dunne laag freatisch grondwater. Dit grondwater bestaat uit lokaal geïnfiltreerd regenwater. Onder de neerslaglens bevindt zich grondwater met een "bovenlokale" herkomst, het zgn. diepe grondwater.

Het ontwikkelde model is een zogenaamd "puntmodel". Dit houdt in dat het model betrekking heeft op een bepaald punt in het veld. Een dergelijk punt wordt o.a. gekarakteriseerd door een bepaalde (relatieve) maaiveldshoogte en afstand tot de ontwateringsmiddelen. Deze parameters verklaren voor een belangrijk deel de grote ruimtelijke variatie die binnen één perceel kan bestaan voor wat betreft de kwantiteit/kwaliteit van het ondiepe grondwater. Met het waterbalansmodel is het mogelijk de effecten van ingrepen op veldniveau op de ontwikkeling van neerslaglenzen te simuleren.

Het model is een hulpmiddel bij het voeren van effectief waterbeheer in bijvoorbeeld natuurreservaten. Het model kan tevens worden gebruikt in studies naar de mogelijkheden voor natuurbeheer in natte gebieden.

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	1
2.	DE STROMINGSSITUATIE WAARBIJ NEERSLAGLENZEN KUNNEN ONTSTAAN	4
3.	MODELBSCHRIJVING	7
4.	REKENVOORBEELD	10
5.	REFERENTIES	11

BIJLAGEN

1. Schema
2. Symbolenlijst
3. Formularium

FIGUREN

1. Het voorkomen van een neerslaglens op diep grondwater.
2. Schematisch overzicht van de oorsprong en bestemming van grondwater.
3. Schematisch overzicht van de stromingssituaties die op perceelsniveau ontstaan door verschillende combinaties van oorsprong en bestemming van grondwater (naar [3]).
4. Grondwaterstandsverloop en het grensvlak regenwater/diep grondwater (voor peilopzet).
5. Grondwaterstandsverloop en het grensvlak regenwater/diep grondwater (na peilopzet).

1. INLEIDING

"Het is de dynamiek van neerslaglenzen, zowel in fysische als chemische zin, die de kans op uitsterven van bijzondere plantensoorten op korte termijn bepaalt".

"Inzichten waarin tevens de invloed van ingrepen op het gedrag van neerslaglenzen is verwerkt, kunnen eigenlijk alleen verkregen worden door modelsimulaties".

Deze twee citaten van drs. J.H. Hoogendoorn in "Geohydrologische evaluatie ten behoeve van ecologische effectbepaling in het gebied Gorecht" [1] geven het belang aan van de ontwikkeling van een neerslaglenzensimulatiemodel ten behoeve van het behoud en de bescherming van grondwaterafhankelijke vegetaties. Het gaat daarbij om plantengemeenschappen waarvoor de kwaliteit van het opkwellende grondwater (veelal met een bovenlokale herkomst¹ een belangrijke standplaatsfactor is².

Wat is een neerslaglens?

Een neerslaglens is een relatief dunne laag freatisch grondwater. Dit grondwater bestaat uit lokaal geïnfiltreerd regenwater (figuur 1). Onder de neerslaglens bevindt zich grondwater met een "bovenlokale" herkomst, het zgn. diepe grondwater. Een neerslaglens bestaat uit recent geïnfiltreerd, regenwater. Dit water is relatief jong (hooguit enkele jaren). Het diepe grondwater heeft een langere reis achter de rug en is daarom relatief oud (tientallen tot duizenden jaren). Over het algemeen wijkt de chemische samenstelling van regenwater duidelijk af van de chemische samenstelling van diep grondwater. Omdat het water in een neerslaglens relatief jong is, bestaat er doorgaans een duidelijke relatie tussen de chemische samenstelling van dit type water en de samenstelling van de neerslag. De chemische samenstelling van het diepe grondwater wordt vooral bepaald door de grote verblijftijd³ in de bodem en de chemische interactie met het bodemmateriaal.

De chemische samenstelling van het water in de wortelzone wordt onder andere bepaald door de samenstelling van de neerslag en de samenstelling van het diepe grondwater. De chemische samenstelling van het water in de wortelzone is voor natuurlijke vegetatie van groot belang. De waterkwaliteit bepaalt in belangrijke mate voor de vegetatie afhankelijke "standplaatsfactoren", zoals zuurgraad (ofwel basenverzadiging). Regenwater bevat zeer weinig basen en veel H^+ -ionen; infiltratie ervan in de wortelzone vormt daardoor een potentiële bedreiging voor kalkminnende vegetaties.

Een voorbeeld van grondwaterafhankelijke vegetatie is het Dotterbloemhooiland dat ondermeer in sommige Drentse beekdalen voorkomt. Op plaatsen met neerslaglenzen komen veelal zuurminnende vegetatietypen voor, waaronder kleine zegge-vegetaties.

¹Verder aangeduid als "diep grondwater".

²Verder aangeduid als "kalkminnende vegetaties".

³Een verblijftijd van tientallen jaren is niet ongevoel.

Er kan worden gesteld dat (met name op termijn) de overlevingskansen van m.n. kalkminnende vegetaties worden verkleind wanneer een neerslaglenzen permanent in, of in de buurt van de wortelzone aanwezig is.

Niet overal ontstaan duidelijk ontwikkelde neerslaglenzen. Het zijn vooral "natte gebieden" (met kwel) waar neerslaglenzen van ecohydrologisch belang zijn (hoofdstuk 2).

Door menselijk ingrijpen (bijvoorbeeld drinkwaterwinning of ontwatering) kan een nat gebied verdrogen. Het effect van dit ingrijpen gaat echter verder dan de vochthuishouding: ook de chemische samenstelling van het water in de wortelzone kan erdoor veranderen. Wanneer bijvoorbeeld een ondiep greppelsysteem wordt vervangen door een diep slotensysteem kan dit tot gevolg hebben dat diep grondwater niet meer in de wortelzone komt. Er kan verzuring optreden waardoor kalkminnende vegetatie verdwijnt.

Het doel van veel hydro-ecologische regeneratieprojecten is het zoveel mogelijk herstellen van de oorspronkelijke (natte) toestand in het gebied. De maatregelen die voorgesteld worden kunnen verschillend van aard zijn, maar hebben veelal betrekking op het aanpassen van slootpeilen, het wijzigen van de drainage, het tegengaan van wegzijging of het bevorderen van toestroming van kwelwater. EGM- en REGIWA-projecten⁴ zijn voorbeelden van hydro-ecologische regeneratieprojecten.

Steeds duidelijker wordt dat de hierdoor optredende vernatting niet automatisch leidt tot de terugkeer van voor de oorspronkelijke vegetatie geschikte standplaatsfactoren. De verklaring hiervoor wordt soms gevonden in de waterkwaliteit in de wortelzone. Wanneer diep grondwater na uitvoering van de herstelmaatregelen nog steeds niet tot in de wortelzone kan doordringen, overheerst hier de verzurende werking van de neerslag. Herstel van de oorspronkelijke vegetatie blijft dan uit.

Bij hydro-ecologische herstelprojecten is dus het voorspellen van het effect van de maatregelen op de ondiepe grondwaterkwaliteit van groot belang. Concreet: komt door herstelmaatregelen het basenrijke grondwater wel of niet in de wortelzone?

Om meer inzicht in de neerslaglenzen problematiek te verkrijgen is door IWACO een waterbalansmodel gemaakt. Belangrijke processen die een rol spelen bij deze waterbalans zijn in het model opgenomen. Het gaat om de nuttige neerslag, drainage/infiltratie, kwel of wegzijging en oppervlakkige afstroming.

Het ontwikkelde model is een zogenaamd "puntmodel". Dit houdt in dat het model betrekking heeft op een bepaald punt in het veld. Een dergelijk punt wordt o.a. gekarakteriseerd door een bepaalde (relatieve) maaiveldshoogte en afstand tot de ontwateringsmiddelen. Deze werkwijze sluit aan bij de grote ruimtelijke variatie die binnen één perceel kan bestaan voor wat betreft de kwantiteit/kwaliteit van het ondiepe grondwater. Met het waterbalansmodel is het mogelijk de effecten van ingrepen op perceelsniveau op de ontwikkeling van neerslaglenzen te simuleren.

⁴EGM = Effect-gerichte maatregelen tegen verzuring; REGIWA = Regeling Integraal Waterbeheer.

Het model kan een hulpmiddel zijn bij het voeren van effectief waterbeheer in bijvoorbeeld natuurreservaten. Tevens kan het model worden gebruikt voor de bepaling van de mogelijkheden voor natuurbeheer in natte gebieden.

2. DE STROMINGSSITUATIE WAARBIJ NEERSLAGLENZEN KUNNEN ONTSTAAN

Om te begrijpen onder welke omstandigheden neerslaglenzen kunnen ontstaan is het nuttig een aantal grondwaterstromingssituaties te onderscheiden. De verschillen in stromingssituaties ontstaan door verschillen in grootte van de volgende termen in de waterbalans van een gebied:

- neerslagoverschot/neerslagtekort
- kwel/wegzijging
- wateraanvoer/waterafvoer

Er is sprake van een **neerslagoverschot** wanneer de neerslag groter is dan de verdamping. In de Nederlandse situatie is dit (op jaarbasis) altijd het geval. In de zomer is er echter veelal sprake van een **neerslagtekort**: de verdamping overtreft de neerslag. Dit neerslagtekort wordt in de winter ruimschoots goed gemaakt doordat in deze periode de neerslag zeer veel groter is dan de verdamping.

Wanneer een gebied relatief laag is gelegen, kan er een grondwaterstroming ontstaan. Het grondwater stroomt dan van het relatief hoog gelegen gebied naar het lager gelegen gebied. In dit lager gelegen gebied stroomt dit diepe grondwater weg via sloten, greppels en drains. Een dergelijk laag gelegen gebied wordt aangeduid als een **kwelgebied**: de afvoer uit het gebied overtreft het neerslagoverschot. In het hoger gelegen gebied infiltreert het neerslagoverschot en stroomt naar het lager gelegen gebied. In het hoger gelegen gebied is er sprake van **wegzijging**.

Wanneer er in het hoger gelegen gebied sprake is van **wateraanvoer** via sloten dan kan het neerslagoverschot eventueel aangevuld worden met het aangevoerde water⁵. Het neerslagoverschot en het aangevoerde water stroomt dan via het grondwater naar het lager gelegen gebied. In het lager gelegen kwelgebied wordt dit diepe grondwater (aangevuld met het neerslagoverschot in het kwelgebied zelf) middels sloten, greppels en drains afgevoerd. In het kwelgebied is er sprake van **waterafvoer** middels drainage.

Het grondwater in een bepaald gebied kan in principe zijn **oorsprong** vinden in:

- het neerslagoverschot in het gebied
- een nabij gelegen hoger gebied dat fungeert als "bron" voor diep grondwater (kwelwater)
- aangevoerd gebiedsvreemd water dat door middel van sloten is geïnfiltreerd

Het neerslagoverschot, het kwelwater (en eventueel aangevoerd en geïnfiltreerd gebiedsvreemd water) moet ook ergens blijven: het heeft een bepaalde **bestemming**. Als bestemming van het grondwater kan worden aangemerkt:

- het neerslagtekort (verdamping is groter dan de neerslag)
- de wegzijging (naar lager gelegen gebieden)
- de waterafvoer (middels drainage)

Door verschillende combinaties van oorsprong en bestemming van grondwater ontstaan verschillende stromingssituaties.

⁵Een situatie die in Nederland overigens niet heel veel voorkomt.

In figuur 2 zijn schematisch 20 combinaties aangegeven. In figuur 3 (welke is ontleend is aan [3]) zijn schematisch de corresponderende verschillende stromingssituaties weergegeven die op perceelsniveau ontstaan. In kleur is de soort grondwater aangegeven:

- neerslagwater (blauw)
- diep grondwater (=kwelwater, groen)
- (aangevoerd, gebiedsvreemd) infiltratiewater (oranje)

De scheiding in de bestemming van het grondwater is aangegeven d.m.v. een stippellijn. Door middel van twee horizontale lijnen is in figuur 3 een weerstandbiedende laag aangegeven. Tenslotte wordt de grondwaterstromingsrichting door middel van pijlen weergegeven.

Situatie 4 is eenvoudig. De oorsprong van het grondwater wordt gevormd door het (lokale) neerslagoverschot. Al het grondwater wordt afgevoerd door middel van drainage (=bestemming). Situatie 10 is ook eenvoudig. Er is geen neerslagoverschot of tekort. Er vindt slechts infiltratie van aangevoerd gebiedsvreemd water vanuit de sloten plaats (=oorsprong). Na infiltratie "verdwijnt" het water door wegzijging naar de diepere ondergrond (=bestemming). De derde eenvoudige situatie (20) ontstaat ook wanneer er geen neerslagoverschot of tekort is. In dit geval wordt al het kwelwater (=diep grondwater) dat afkomstig is uit een hoger gelegen gebied afgevoerd middels drainage.

De meeste stromingssituaties zijn minder eenvoudig omdat het grondwater bestaat uit een combinatie van twee van de drie soorten grondwater (neerslagwater, diep grondwater, gebiedsvreemd infiltratiewater). Verder kunnen er twee (i.p.v. één) bestemmingen van grondwater zijn.

In de stromingssituaties 1 t/m 3 is er sprake van een regenwaterlens.

De oorsprong van het grondwater wordt in deze situaties gevormd door het neerslagoverschot en het kwelwater (=diep grondwater). Afvoer van het grondwater vindt plaats middels drainage. Het hier gepresenteerde waterbalansmodel heeft m.n. betrekking op deze stromingssituaties.

Hierbij moet worden opgemerkt dat alleen in de stromingssituatie 1 het diepe grondwater dicht nabij het maaiveld aanwezig is. In deze situatie kan onder bepaalde omstandigheden aanrijking van het bodemadsorptiecomplex met calcium plaatsvinden. Dit is van groot belang voor de overlevingskansen van kalkminnende vegetatie (hoofdstuk 1).

Bij het bovenstaande is uitgegaan van een stromingssituatie zoals die gemiddeld bestaat over een groot aantal jaren (stationaire situatie). In werkelijkheid is er bijvoorbeeld in een kwelgebied (situatie 1) in de zomer een neerslagtekort. Wanneer dit neerslagtekort een permanent karakter zou krijgen, dan zou uiteindelijk bijvoorbeeld stromingssituatie 16 kunnen ontstaan.

Door de beperkte periode waarin er sprake is van een neerslagtekort, komt het niet zo ver. Wel kan bijvoorbeeld de neerslaglens in de zomer dunner worden of zelfs helemaal verdwijnen, waardoor diep grondwater de wortelzone kan bereiken⁶.

Het zal duidelijk zijn dat de waterbalans van een bepaald gebied kan wijzigen door een gewijzigd beheer of inrichting van het gebied. Hierdoor kan bijvoorbeeld de stromingssituatie 2 veranderen in een stromingssituatie 1 (figuur 2). Dit zou in een intensief gedraineerd gebied bijvoorbeeld kunnen worden bereikt door aanleg van een ondiep greppelsysteem gecombineerd met peilopzet in de bestaande (grote) waterlopen.

Een dergelijk effect zou mogelijk bereikt kunnen worden door vermindering/opheffing van een grondwaterwinning. (Een deel) van het gewonnen water kan namelijk bestaan uit diep grondwater. Zonder winning zou dit diepe grondwater door kwel in het waterafvoersysteem zijn terechtgekomen of hebben bijgedragen aan de verdamping. Opheffing van de waterwinning kan dus de kweldruk vergroten waardoor de stromingssituatie 2 kan wijzigen in stromingssituatie 1 (figuur 2).

Met het beschreven model is het mogelijk het verloop in de tijd van de dikte van de neerslaglens te berekenen voor de stromingssituaties 1 t/m 3. De problematiek van de regenwaterlenzen is bij de overige stromingssituaties niet aan de orde.

Met het model is het mogelijk om in de reeds genoemde stromingssituaties het effect van een gewijzigd beheer of een gewijzigde inrichting van een gebied op de regenwaterlenzen aan te geven. Daarmee vormt het een hulpmiddel bij de (her)inrichting en beheer van natte natuurgebieden.

⁶Een ander effect van het niet-stationaire karakter van de randvoorwaarden van het hydrologische systeem is dat de scheiding tussen de waterlichamen van verschillende herkomst vervaagt: er treedt een zekere menging op. Dit aspect wordt hier buiten beschouwing gelaten.

3. MODELBESCHRIJVING

Voor de modellering van de dikte van een neerslaglens wordt de waterbalans beschouwd op een representatieve lokatie in het veld (figuur 1). Op deze lokatie kan er sprake zijn van een neerslagoverschot of een neerslagtekort (mm/d). Door (voornamelijk) horizontale stroming kan dit neerslagoverschot/tekort worden af-resp. aangevoerd naar/van de sloot. Doorgaans doet slechts een enkele meters dikke (verzadigde) bodemlaag mee aan de stroming van/naar de ontwateringsmiddelen.

De grens tussen het grondwater dat meedoet aan de (horizontale) stroming naar/van de sloot en het grondwater dat niet aan deze stroming meedoet, wordt vaak gemarkeerd door de aanwezigheid van een weerstandbiedende klei- of leemlaag. De bovenkant van deze klei- of leemlaag vormt de onderrand van het systeem. Het maaiveld vormt de bovenkant van het systeem.

Het model betreft de bodemlaag boven de klei- of leemlaag. Dit systeem⁷ kan door stroming door de weerstandbiedende klei- of leemlaag water uitwisselen met het regionale systeem. Het waterbalansmodel beperkt zich tot de beschrijving van dit ondiepe systeem.

De kern van het model draait om de waterbalans van twee soorten water: neerslagwater en diep grondwater. Voor beide watersoorten wordt per tijdstap een aparte balans bijgehouden.

De wijze van modellering wordt schematisch weergegeven in bijlage 1. In bijlage 2 zijn de gebruikte symbolen vermeld. Mathematisch wordt de wijze van modellering weergegeven in het formulier (bijlage).

De belangrijkste processen die een rol spelen bij de vorming van neerslaglenzen zijn in het waterbalansmodel gemodelleerd. Het gaat om:

1. het neerslagoverschot/tekort
2. waterafvoer (drainage/oppervlakkige afstroming)
3. kwel/wegzijging

ad 1: Het neerslagoverschot/tekort

Het neerslagoverschot is gelijk aan de neerslag min de verdamping. Het is duidelijk dat een groter neerslagoverschot een relatief dikke regenwaterlens zal veroorzaken (onder gelijke omstandigheden).

De verdamping is afhankelijk van het vochtgehalte van de wortelzone. Voor de gebieden waarvoor het model relevant is ("natte" gebieden), geldt dat er nauwelijks sprake is van enige reductie in de verdamping door verdroging. In deze gebieden is de actuele verdamping bij benadering gelijk aan de potentiële verdamping. Het neerslagoverschot kan daarom als een externe parameter worden beschouwd; het is dus een invoergegeven.

⁷Verder aangeduid als "ondiep systeem".

ad 2: Waterafvoer (drainage/oppervlakkige afstroming)

Drainage treedt op wanneer de (freatische) grondwaterstand hoger is dan de drainagebasis (=slootpeil). Infiltratie uit oppervlaktewater treedt op wanneer de freatische grondwaterstand lager is dan de drainagebasis. Infiltratie wordt voor de beschouwde (kwel)gebieden als minder relevant gezien en wordt daarom buiten beschouwing gelaten. Het drainagewater is afkomstig uit de regenwaterlens en uit grondwater met een regionale herkomst.

De drainage/infiltratie intensiteit (mm/dag) is evenredig aan het stijghoogteverschil tussen de grondwaterstand en de ontwateringsbasis (slootpeil). De evenredigheidsfactor wordt vertegenwoordigd door de drainageweerstand (d).

De aldus berekende drainageintensiteit wordt verdeeld over de regenwaterlens en het diepe grondwater in het ondiepe systeem. De verdeling is naar evenredigheid over beide soorten grondwater verdeeld. Wanneer de dikte van de regenwaterlens in het ondiepe systeem A (mm) bedraagt, en er B (mm) diep grondwater in het ondiepe systeem is, dan is bij benadering $A/(A+B)$ -ste deel van de drainage-intensiteit afkomstig uit de regenwaterlens en de rest uit het diepe grondwater.

Aangenomen is dat er een direct verband bestaat tussen de vochtinhoud van het ondiepe systeem (A+B (mm)) en de grondwaterstand (GWS (m+onderkant systeem)) (bijlage 1):

$$A + B = (\text{GWS} \times \Theta_{fr}) + MV \times \Theta_{fc}$$

In woorden:

- Over de hele dikte van het profiel (=MV (m+onderkant systeem)) geldt dat het vochtgehalte minimaal gelijk is aan de veldcapaciteit Θ_{fc} .
- Verder is tot aan de grondwaterstand (GWS) het profiel verzadigd. De "extra" hoeveelheid vocht boven veldcapaciteit bedraagt in het verzadigde deel van het profiel: $\text{GWS} \times \Theta_{fr}$ (mm), (Θ_{fr} = de freatische bergingscoëfficiënt).

Oppervlakkige afstroming kan plaatsvinden wanneer de grondwaterstand boven maaiveld uitkomt. Het water dat deelneemt aan de oppervlakkige afstroming is doorgaans afkomstig uit de neerslaglenzen. Alleen wanneer er geen neerslagwater in het bodemprofiel aanwezig is, zal het diepe grondwater oppervlakkig afstromen. Oppervlakkige afstroming kan op eenzelfde wijze worden beschreven als de drainage/infiltratie. Het maaiveld fungeert dan als ontwateringsbasis van een drainagesysteem met een lage drainageweerstand. Het verschil met het "normale" drainagesysteem is dat doorgaans alleen water afkomstig uit de regenwaterlens oppervlakkig afstroomt.

ad 3: Kwel/wegzijging

De regionale invloed op een gebied kan zich doen gelden door een relatief hoge of juist lage stijghoogte in het diepe grondwater. Een relatief hoge stijghoogte van het diepe grondwater kan ervoor zorgen dat het ondiepe systeem wordt gevoed; er is dan sprake van kwel. In de omgekeerde situatie is er sprake van infiltratie. In de beschouwde gebieden is er vrijwel steeds sprake van kwel (hoofdstuk 2).

⁸De term (MV x Θ_{fc}) heeft een vaste waarde en is als zodanig van ondergeschikt belang.

De kwel of wegzijging is evenredig aan het stijghoogteverschil tussen de (freatische) grondwaterstand en de diepe stijghoogte. De hydraulische weerstand van de (al dan niet fictieve) klei- of leemlaag vertegenwoordigt de evenredigheidsconstante in deze relatie.

4. REKENVOORBEELD

Te diepe ontwatering kan ertoe leiden dat in een kwelgebied de grondwaterafhankelijke vegetatie plaatsmaakt voor minder gewenste, zuurminnende vegetatietypen.

In het algemeen neemt door peilopzet de kweldruk af. In bepaalde situaties kan evenwel door peilopzet er voor worden gezorgd dat het diepe grondwater de wortelzone bereikt. De standplaatsfactoren voor de oorspronkelijke vegetatie worden op deze wijze versterkt.

Ter illustratie wordt het effect van peilopzet in een kwelgebied op het gedrag van de regenwaterlens berekend.

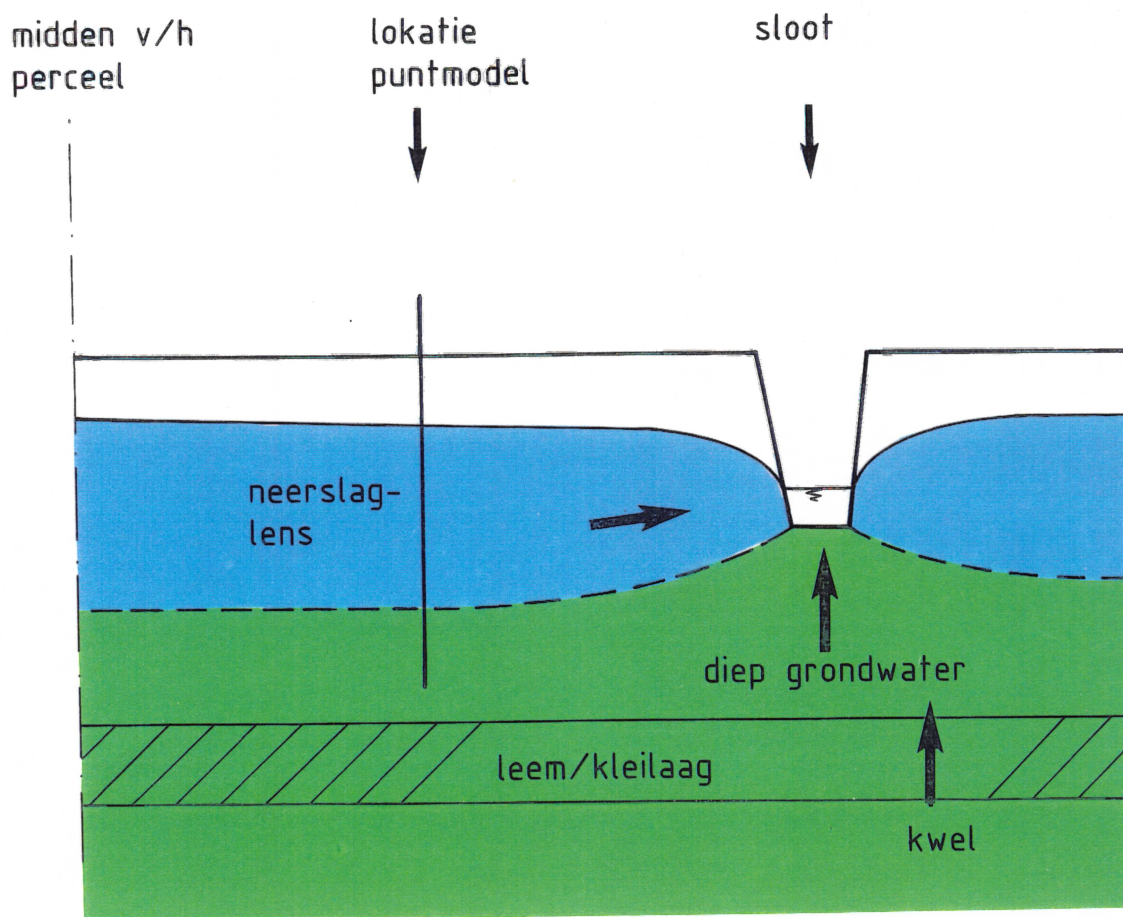
In figuur 4 wordt de situatie voor regeneratie weergegeven. De drainagebasis bevindt zich op 60 cm-mv. De grondwaterstand is minimaal ca. 47 cm-mv en maximaal 0 cm-mv. Het grensvlak regenwater/diep grondwater beweegt zich tussen 140 en 83 cm-mv. Het is duidelijk dat in deze situatie het diepe, kalkrijke grondwater de wortelzone niet, of nauwelijks kan bereiken.

Door peilopzet ontstaat de situatie in figuur 5. De drainagebasis bevindt zich op 30 cm-mv. De grondwaterstand zakt in de zomer niet verder weg dan deze hoogte. In de winter is het gebied plasdras. Het grensvlak regenwater/diep grondwater beweegt zich tussen 37 en 10 cm-mv, waardoor het diepe grondwater de wortelzone makkelijk kan bereiken.

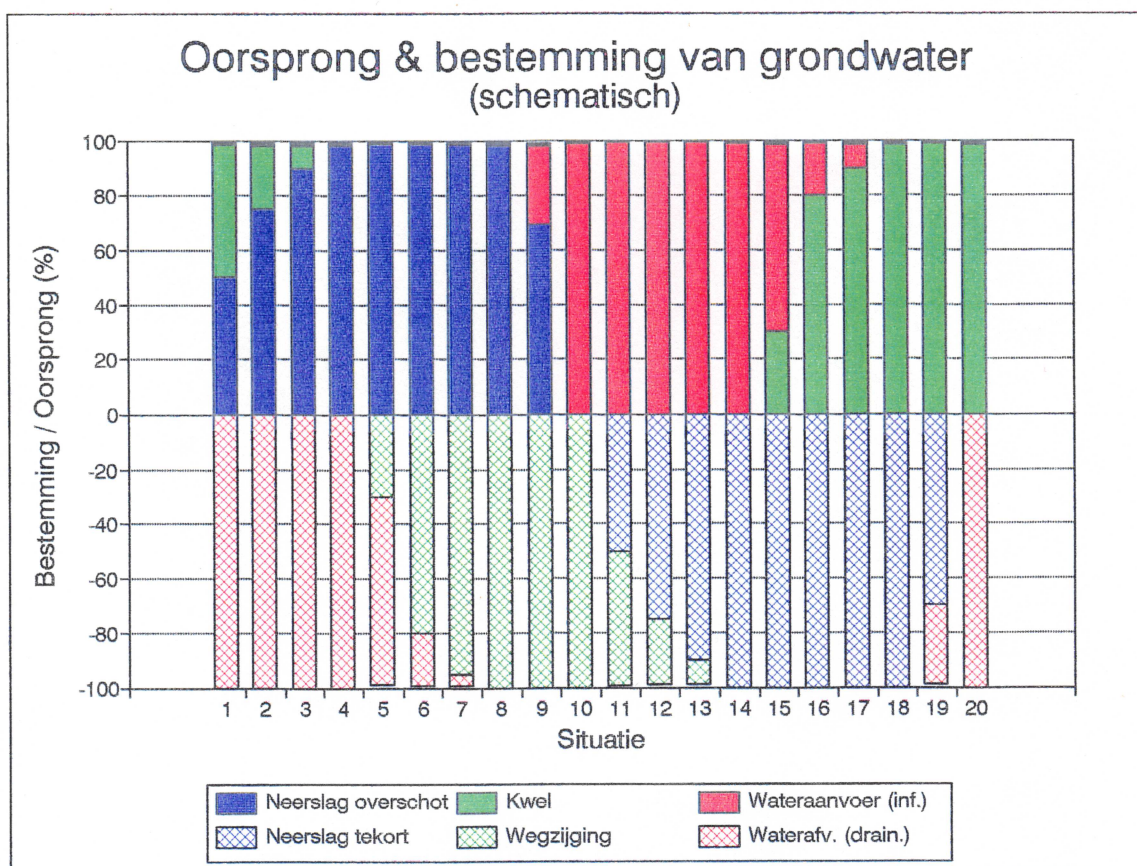
5. REFERENTIES

1. TNO, 1989
J.H. Hoogendoorn: "Geohydrologische evaluatie ten behoeve van ecologische effectbepaling in het gebied Gorecht", (rapportnr. OS 89-66-B).
2. Staring Centrum 1990
P. Groenendijk: "Effecten van waterbeheer op standplaatsfactoren van korte vegetaties; Grondwaterstand en vochtleverantie", (rapportnr. 64.3).
3. L.F. Ernst, ICW 1983
Wegzijing en kwel; de grondwaterstroming van hogere naar lagere gebieden (rapport 7).

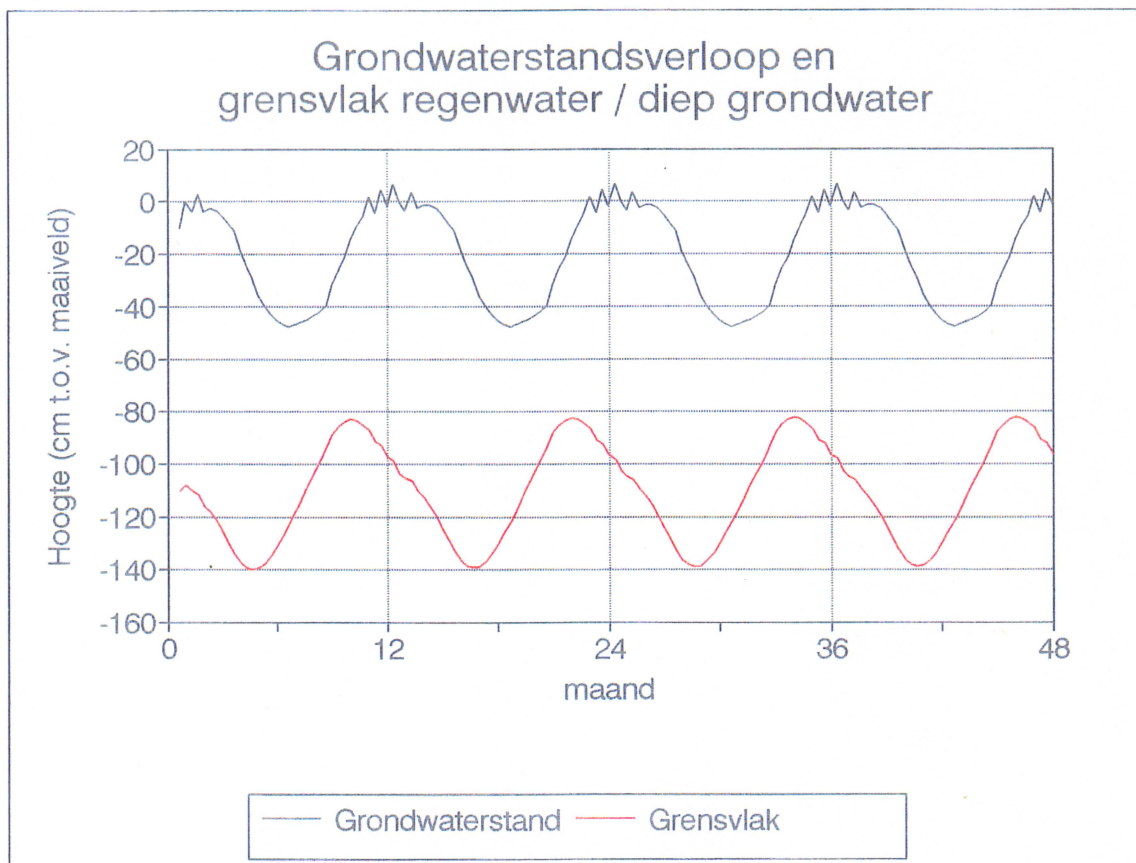
Figuren



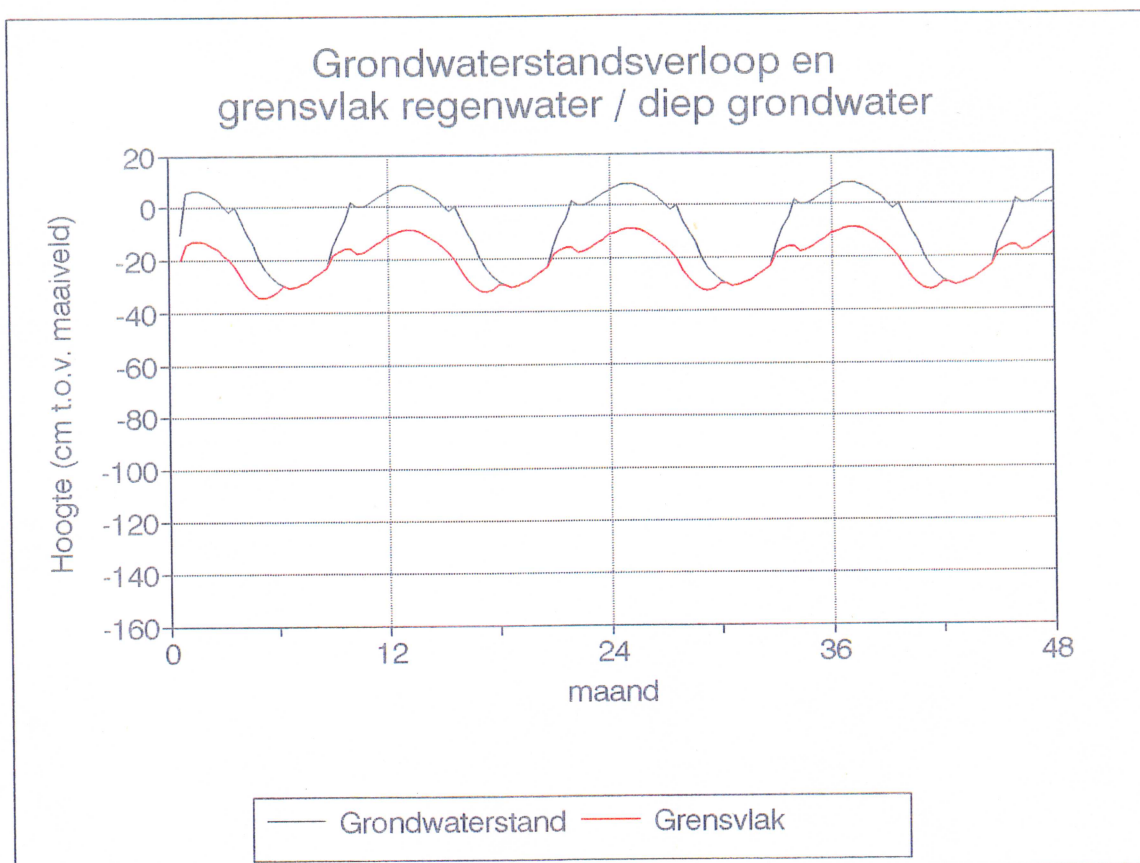
Figuur 1: Het voorkomen van een neerslaglens op diep grondwater.



Figuur 2: Schematisch overzicht van de oorsprong en bestemming van grondwater.



Figuur 4: Grondwaterstandsverloop en het grensvlak regenwater/diep grondwater (voor peilopzet).



Figuur 5: Grondwaterstandsverloop en het grensvlak regenwater/diep grondwater (na peilopzet).

**Hoofdkantoor en
Afdeling Buitenland**

Hoofdweg 490
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
Tel. : 010 - 4076543
Fax : 010 - 2201005
Telex : 24069 iwaco NL

**Milieulaboratorium en
Regionale Vestiging West**

Hoofdweg 490
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
Tel. : 010 - 4076543
Fax : 010 - 2200025

Regionale Vestiging Zuid

Stationsplein 21-22
Postbus 525
5201 AM 's-Hertogenbosch
Tel. : 073 - 874111
Fax : 073 - 120776

Regionale Vestiging Noord

Wegalaan 5
Postbus 2198
9704 CD Groningen
Tel. : 050 - 734455
Fax : 050 - 711430