



# Selectie van relevante grondwaterkarakteristieken voor vegetatietypen ten behoeve van de SBB-catalogus: methode-ontwikkeling aan de hand van drie vegetatieklassen

S.P.J. van Delft  
P.W.F.M. Hommel  
R.W. de Waal

Alterra-rapport 1308, ISSN 1566-7197



Selectie van relevante grondwaterkarakteristieken voor vegetatietypen ten behoeve van de SBB-catalogus: methode-ontwikkeling aan de hand van drie vegetatieklassen



**Selectie van relevante grondwaterkarakteristieken voor vegetatietypen ten behoeve van de SBB-catalogus: methodeontwikkeling aan de hand van drie vegetatieklassen**

**S.P.J. van Delft  
P.W.F.M. Hommel  
R.W. de Waal**

**Alterra-rapport 1308**

**Alterra, Wageningen, 2007**

## REFERAAT

Delft, S.P.J. van, P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2007. *Selectie van relevante grondwaterkarakteristieken voor vegetatietypen ten behoeve van de SBB-catalogus; methode-ontwikkeling aan de hand van drie vegetatieklassen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1308. 78 blz.; 22 fig.; 3 tab.; 14 ref.

Voor 57 referentiepunten voor de Catalogus Vegetatietypen van Staatsbosbeheer is onderzocht welke grondwaterkarakteristieken de variatie in soortensamenstelling en vegetatietypen het beste verklaren. De studie is gericht op methode-ontwikkeling en daarom beperkt tot drie grondwaterafhankelijke verbonden en verwante rompgemeenschappen op klasse-niveau. Grondwaterkarakteristieken zijn afgeleid uit regimecurves die door het programma Menyanthes gesimuleerd zijn. Hierbij zijn diverse dieptevariabelen, duurvariabelen en enkele bodemkenmerken onderzocht. Van de grondwaterkarakteristieken is ook de variatie tussen de jaren bepaald. Toetsing van de vochtclassen in de Catalogus laat zien dat deze in meer dan de helft van de referentiepunten niet overeenkomt met de gehanteerde grenswaarden. Meestal zijn ze te droog geschat. Door middel van multivariate analyse is bepaald welke grondwaterkarakteristieken de vochttoestand het beste beschrijven. Hierop is voor de dataset als geheel geen eenduidig antwoord te geven omdat afhankelijk van het bereik van de dataset (klassen, of een verbond binnen een klasse) verschillende grondwaterkarakteristieken significant blijken te zijn. Voorgesteld wordt om deze relaties af te leiden per klasse en/of per verbond. Om de omvang van het werk te beperken kan overwogen worden om dit te beperken tot een aantal cruciale vegetatietypen in verschillende landschappen. Door de sturing van de hydrologie op die typen te concentreren, zullen de condities voor minder kritische vegetatietypen ook verbeterd kunnen worden.

Trefwoorden: Ecologie, ecohydrologie, grondwaterkarakteristieken, vegetatie

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl). Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie [www.boomblad.nl/rapportenservice](http://www.boomblad.nl/rapportenservice)

© 2007 Alterra  
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland  
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
2 Locatiegegevens	15
2.1 Selectie referentiepunten en tijdreeksanalyse	15
2.2 Grondwaterkarakteristieken	18
3 Vochtclassen SBB-catalogus	23
3.1 Toetsing schatting in SBB-catalogus	24
3.2 Conclusies	26
4 Beoordeling grondwaterkarakteristieken	27
4.1 Grondwaterkarakteristieken en aanvullende bodemkenmerken	27
4.2 Verklarende waarde voor grondwaterkarakteristieken	28
4.2.1 Methode	28
4.2.2 Resultaten	30
4.2.2.1 Analyse van alle opnamen	30
4.2.2.2 Analyse van het Knopbiesverbond	36
4.2.2.3 Analyse van het Dophei-verbond	37
4.2.2.4 Analyse van het Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje	43
4.2.3 Conclusies	47
5 Aanbevelingen voor de SBB-catalogus	53
Literatuur	55
<b><i>Bijlagen</i></b>	
1 Grondwaterkarakteristieken gesimuleerde reeksen	57
2 Gemiddelden en standaarddeviatie voor gesimuleerde grondwaterkarakteristieken	61
3 SBB-vochtklasse op basis van tijdreeksen	65
4 Bodemeigenschappen van de referentiepunten	69
5 Frequentieverdelingen van de grondwaterkarakteristieken en bodemkenmerken.	71



## Woord vooraf

Dit verkennend onderzoek werd in opdracht van Staatsbosbeheer uitgevoerd door medewerkers van Alterra (Research Instituut voor de Groene Ruimte; Wageningen Universiteit & Research). Het onderzoek werd verricht in het kader van het Staatsbosbeheer-project Terreincondities (projectleider Ing. J. Streefkerk).

Uitgangspunt voor het onderzoek was het bestand van SBB-referentiepunten. Dit zijn stabiele en representatieve voorbeelden van zowel aquatische als terrestrische, grondwaterafhankelijke vegetatietypen met ‘geringe vervangbaarheid’, waarvoor vegetatie, bodem, humus en hydrologie in detail zijn beschreven.

Selectie en beschrijving van deze referentiepunten vindt in verschillende inventarisatierondes sinds 1999 plaats, in opdracht van Staatsbosbeheer en het Ministerie van LNV (DWK; BO-cluster Ecologische hoofdstructuur, thema Abiotische randvoorwaarden; BO-cluster Vitaal landelijk gebied, thema Bodem). De inventarisatie-werkzaamheden worden verricht door medewerkers van Alterra en Staatsbosbeheer.

In 2006 werden voor 57 van de toen beschreven referentiepunten de grondwaterdynamiek geanalyseerd. Voor 2007 is een nieuwe analyseronde gepland, waarbij opnieuw een subset van circa 80 referentiepunten onderzocht zal worden. Het ligt in de bedoeling beide subsets te combineren en statistisch te analyseren waarbij de in deze rapportage gepresenteerde methode als voorbeeld zal dienen.





## Samenvatting

Ten behoeve van de Staatsbosbeheer-Catalogus voor vegetatietypen zijn de afgelopen jaren ruim 300 referentiepunten van grondwaterafhankelijke vegetatietypen met geringe vervangbaarheid beschreven. Van deze referentiepunten is de vegetatie, bodem, humus en ten dele ook grondwaterstandsverloop beschreven. Een volgende logische stap is om uit de abiotische kenmerken van deze referentiepunten randvoorwaarden voor de betreffende vegetatietypen af te leiden, met name voor wat betreft vocht, zuurgraad en trofieniveau. Het onderzoek waarvan in dit rapport verslag wordt gedaan, is hiertoe een eerste aanzet en was gericht op het selecteren van relevante grondwaterkarakteristieken uit de eerder beschreven referentiepunten voor drie vegetatieverbonden (*Knopbies-verbond*, *Dopheiverbond* en *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje*) en verwante *rompgemeenschappen op klasseniveau*.

Algemeen doel van het onderzoek is de ontwikkeling van een methode om uit grondwaterkarakteristieken van de beschreven referentiepunten op eenvoudige wijze hydrologische randvoorwaarden voor de betreffende vegetatietypen te kunnen afleiden (de ‘vochtklasse’).

De resultaten zullen worden gebruikt voor de completering van de SBB-catalogus van vegetatietypen en abiotische standplaatscondities. Met informatie uit de catalogus kan via terreinbeheer gestuurd worden op terreincondities die voor de doelcomponent (vegetatie) benodigd zijn.

### ***Locatiegegevens en grondwaterkarakteristieken***

Binnen de geselecteerde verbonden waren gegevens beschikbaar van 45 vegetatietypen op 95 locaties. Door Staatsbosbeheer zijn de referentiepunten getoetst op de beschikbaarheid van voldoende hydrologische meetreeksen, stabiliteit en de mogelijkheid om met het programma Menyanthes een passend model met voldoende voorspellende waarde af te leiden. Na deze toetsing bleven 57 referentiepunten over, verdeeld over 35 vegetatietypen.

Met het programma Menyanthes zijn tijdreeksanalyses uitgevoerd, waarna uit de gesimuleerde regimecurves een aantal grondwaterkarakteristieken is afgeleid. Dit betreft deels ‘dieptevariabelen’ (GHG, GVG, GLG, GNG, GG, en mediaan) en deels duurvariabelen (overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum op 0, 5 en 25 cm – mv.). Deze karakteristieken werden verkregen door middeling van waarden over de gesimuleerde periode. Omdat vermoed werd dat de variatie tussen de jaren ook een rol zou spelen bij het verdwijnen of verschijnen van kritische soorten is van deze variabelen ook de standaardafwijking over de gesimuleerde periode berekend. Om al deze berekeningen uit te kunnen voeren is door Alterra een macro geschreven in MS-Excel (VBA).

Omdat voor de vochttoestand niet alleen de grondwaterstanden bepalend zijn, maar ook eigenschappen van de bodem die vochthoudendheid en capillaire nalevering

beïnvloeden zijn ook enkele eenvoudige bodemkenmerken meegenomen in de analyse (organische stofgehalte en leemgehalte van zowel de bovengrond als de ondergrond).

### ***Vochtklassen Catalogus Vegetatietypen***

In de ‘Catalogus Vegetatietypen’ van Staatsbosbeheer worden vochtklassen onderscheiden op basis van de diepte waarop het grondwater overwegend voorkomt en de inundatieduur. Deze klassen zijn nader gespecificeerd voor vergelijking met GHG en GLG. De GHG, GLG en inundatieduur in de referentiepunten zijn vergeleken met de grenswaarden van de vochtklassen voor de vegetatietypen in de catalogus. Niet voor alle vegetatietypen in de catalogus was een schatting van de vochtklasse beschikbaar. Van de 42 referentiepunten waarvoor bij het betreffende vegetatietype in de catalogus een vochtklasse toegekend is, komt in 20 gevallen (48 %) de vochtklasse op basis van de tijdreeksgegevens overeen. De verschillen tussen de vegetatieklassen zijn groot. Voor het *Knopbies-verbond* en de bijbehorende rompgemeenschappen van de *Klasse der Kleine zeggen* is de overeenkomst goed met 8 van 10 referentiepunten (80 %). Voor het *Dophei-verbond* en de verwante rompgemeenschappen komen de vochtklassen bij 6 van de 11 referentiepunten overeen (55 %). Het slechtst is de overeenkomst bij het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* en de Rompgemeenschappen van de *Klasse der vochtige graslanden*, met 6 van de 21 punten (29 %). Waar de vochtklasse van de meetreeksen afwijkt van de schatting in de catalogus, is in 19 van 21 punten (90 % van de foute schattingen) de vochtklasse in de catalogus te droog geschat.

### ***Beoordeling grondwaterkarakteristieken***

Met behulp van multivariate statistische analysemethoden is voor de 57 referentiepunten, waarvan voldoende gegevens beschikbaar zijn, onderzocht welke grondwaterkarakteristieken de variatie in de soortensamenstelling (via Canonical Correspondence Analysis; CCA) en in vegetatietypen (Canonical Variate Analysis; CVA) het beste verklaard wordt. Dit is eerst gedaan voor de gehele dataset en daarna voor de drie verbonden met aanverwante klasse-rompgemeenschappen apart.

Uit de resultaten van de analyses kunnen een aantal belangrijke conclusies getrokken worden ten aanzien van de meest relevante grondwaterkarakteristieken.

- De selectie van de grondwaterkarakteristieken is in hoge mate afhankelijk van het niveau waarop de analyse plaats vindt (klasse- of verbond), maar bij de analyse op verbondsniveau, ook van het verbond waarvoor de analyse uitgevoerd wordt. Dit betekent dat het niet goed mogelijk is om een set van ‘universele’ grondwaterkarakteristieken te selecteren.
- De analyse op het niveau van *plantensoorten* (CCA) geeft een minder goed beeld dan de vergelijking op niveau van *vegetatietype* (CVA) bij de gehele dataset en bij het *Dophei-verbond* (11A). Bij het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* (16A) is het andersom, maar geven beide modellen een vrij laag percentage verklarende variantie ( $R^2$  18,3 en 9,9 %).
- Grondwaterkarakteristieken die in diverse analyses significant blijken te zijn, zijn GVG, GNG, mediaan en onderschrijdingsdatum op 25 cm – mv. Verder blijken in een aantal gevallen (met name op het hoogste niveau) de spreiding

van een aantal grondwaterkarakteristieken tussen de gesimuleerde jaren significant te zijn.

- Het belangrijkste bodemkenmerk blijkt het organische stofgehalte van de bovengrond te zijn. Dit is enerzijds van belang voor het vochthoudend vermogen van de bovengrond, maar is vooral ook afhankelijk van het grondwaterregime, omdat bij (langdurig) natte omstandigheden de afbraak van organische stof geremd wordt. Daarbij speelt ook de zuurgraad een rol, hoewel dat in dit onderzoek niet is opgenomen.

Uit de ordinatiediagrammen kan afgelezen worden wat de meest relevante grondwaterkarakteristieken zijn, maar het is niet mogelijk daarvoor grenswaarden af te lezen. Voor de belangrijkste grondwaterkarakteristieken is het bereik per vegetatietype bepaald. Gezien de beperkte omvang van de dataset moet dit als een indicatie worden gezien.

### ***Aanbevelingen voor Catalogus Vegetatietypen***

Uit de analyse is gebleken dat de in de Catalogus Vegetatietypen van Staatsbosbeheer gebruikte indeling in vochtclassen op basis van GHG, GLG en inundatieduur niet goed overeenkomt met de waarden van deze variabelen in de referentiepunten. Tevens is gebleken dat deze variabelen in de multivariate analyse ook niet significant blijken te zijn voor de variatie in soortensamenstelling of voor het voorkomen van vegetatietypen. Omdat de significantie van verschillende grondwaterkarakteristieken sterk kan verschillen, afhankelijk van het onderzochte bereik (over verschillende klassen en verbonden), wordt een flexibele aanpak voorgesteld, waarbij per klasse of verbond onderzocht wordt wat de meest relevante grondwaterkarakteristieken zijn en wat relevante grenswaarden zijn. Om dit voor alle vegetatietypen in de SBB-catalogus te doen stuit waarschijnlijk op praktische en financiële bezwaren. Een alternatief kan dan zijn om binnen een aantal landschappen (bijvoorbeeld duinen en beekdalen) een aantal cruciale vegetatietypen of verbonden te selecteren en daar de analyse voor uit te voeren. Door de sturing van de hydrologie op die typen te concentreren, zullen de condities voor minder kritische vegetatietypen ook verbeterd kunnen worden.

Omdat bij het beheer niet altijd beschikt kan worden over voldoende (betrouwbare) meetreeksen, wordt voorgesteld om vertaalfuncties af te leiden, waarmee de geselecteerde grondwaterkarakteristieken afgeleid kunnen worden uit kortere reeksen of schattingen van bijvoorbeeld GHG en GLG.



# 1 Inleiding

## ***Probleemstelling***

Er zijn weinig gekwantificeerde en aan exacte locaties gekoppelde gegevens beschikbaar met betrekking tot de abiotische randvoorwaarden van de verschillende in ons land voorkomende vegetatietypen. Vooral voor de grondwaterafhankelijke doelcomponenten is onvoldoende informatie aanwezig over de gewenste grond- en oppervlaktewatersituatie. Dit wordt door terreinbeherende instanties als Staatsbosbeheer als een groot probleem ervaren voor hun interne bedrijfssturing.

## ***Achtergrond***

Bij het Staatsbosbeheer is in de afgelopen jaren een catalogus samengesteld, waarin alle vegetatietypen zijn opgenomen die als doelcomponent voor het terreinbeheer in aanmerking komen (Schipper, 2002). Nieuwe versies van deze catalogus zullen uiteindelijk van alle doelcomponenten referenties bevatten voor de vegetatiesamenstelling en de benodigde abiotische condities.

Ten behoeve van deze catalogus zijn in eerdere onderzoeksfases (in 1999 t/m 2005) door Alterra i.s.m. Staatsbosbeheer ruim 300 referentiepunten van grondwaterafhankelijke vegetatietypen met geringe vervangbaarheid beschreven (Beets *et al.*, 2000 t/m 2005). Van deze referentiepunten is de vegetatie, bodem, humus en ten dele ook grondwaterstandsverloop beschreven. Een volgende logische stap is om uit de abiotische kenmerken van deze referentiepunten randvoorwaarden voor de betreffende vegetatietypen af te leiden, met name voor wat betreft vocht, zuurgraad en trofieniveau. Het onderzoek waarvan in dit rapport verslag wordt gedaan, is hiertoe een eerste aanzet en was gericht op het selecteren van relevante grondwaterkarakteristieken uit de eerder beschreven referentiepunten voor drie vegetatieverbonden. Omdat het gaat om de ontwikkeling van een methode is het onderzoek beperkt tot drie verbonden van grondwaterafhankelijke vegetatietypen:

- Het *Knobbiesverbond (09C – Caricion Davalliane)*
- Het *Dophei-verbond (11A – Ericion tetralicis)*
- Het *Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje (16A – Junco – Molinion)*

Uit de klassen waar deze verbonden toe behoren zijn eveneens een aantal romp- en derivaatgemeenschappen opgenomen die ecologisch verwant zijn aan de verbonden (Zie Tabel 1).

## ***Projectdoelstelling***

Algemeen doel van het onderzoek is de ontwikkeling van een methode om uit grondwaterkarakteristieken van de beschreven referentiepunten op eenvoudige wijze hydrologische randvoorwaarden voor de betreffende vegetatietypen te kunnen afleiden (de ‘vochtklasse’).

Meer specifiek zijn de volgende doelen geformuleerd:

1. Voor de vegetatietypen van drie verbonden zullen aan de hand van bestaande onderzoeksresultaten (de eerder beschreven referentiepunten) en per grondwaterkarakteristiek (zoals afgeleid m.b.v. het programma Menyanthes) de gemiddelde waarde en (voor zover mogelijk) de spreiding van de gevonden waarden worden berekend;
2. Voor de betreffende vegetatietypen zal worden bepaald in hoeverre de thans in de SBB-catalogus gegeven inschattingen van de vochtklasse correct zijn;
3. Met behulp van een statistische analyse zal het 'verklarend vermogen' van de verschillende kenmerken worden bepaald in hun onderlinge samenhang en in samenhang met de belangrijkste bodemkundige kenmerken (met name de textuur en organische stofgehalte). Deze analyse zal worden uitgevoerd per verbond en voor de totale data-set.

De analyse is uitgevoerd voor alle vegetatietypen van de hierboven genoemde verbonden waarvoor volledige referentiepunten aanwezig zijn en voor de bijbehorende romp- en derivaatgemeenschappen van de klassen. Het onderzoek is alleen gericht op de bepaling van de meest relevante vochtkarakteristieken t.b.v. de SBB-vochtklassen. Wel zijn bij de statistische analyse de belangrijkste bodemkundige kenmerken (met name de textuur en organische stof) meegenomen;

Invoer van hydrologische gegevens van de referentiepunten en afleiding van grondwaterkarakteristieken van deze referentiepunten m.b.v. het programma Menyanthes is uitgevoerd door Staatsbosbeheer. De statistische analyse en interpretatie is uitgevoerd door Alterra.

De resultaten zullen worden gebruikt voor de completering van de SBB-catalogus van vegetatietypen en abiotische standplaatscondities. Met informatie uit de catalogus kan via terreinbeheer gestuurd worden in terreincondities die voor de doelcomponent (vegetatie) benodigd zijn.

### ***Leeswijzer***

In dit rapport zijn de resultaten van het onderzoek vastgelegd. In hoofdstuk 2 worden de gegevens van de referentiepunten en de gemiddelde waarden en spreiding van de grondwaterkarakteristieken beschreven. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de vochtklassen van de SBB-catalogus voor de geselecteerde vegetatietypen vergeleken met de berekende grondwaterkarakteristieken. De statistische analyse en de selectie van de meest relevante van de grondwaterkarakteristieken wordt beschreven in hoofdstuk 4. Tot slot worden in hoofdstuk 5 een aantal aanbevelingen gedaan ten behoeve van de beschrijving van de vochttoestand in de SBB-catalogus.

## 2 Locatiegegevens

### 2.1 Selectie referentiepunten en tijdreeksanalyse

Voor dit onderzoek zijn referentiepunten geselecteerd die beschreven zijn t.b.v. het Staatsbosbeheer-project 'Terreincondities' (Beets *et al.*, 2000 t/m 2005). De selectie is beperkt tot 3 ecologisch verschillende verbonden van grondwaterafhankelijke vegetatietypen met grote betekenis voor het natuurbeheer. Uit de klassen waar deze verbonden toe behoren zijn eveneens een aantal romp- en Derivaatgemeenschappen opgenomen die verwant zijn aan de verbonden. Binnen de geselecteerde verbonden waren gegevens beschikbaar van 45 vegetatietypen op 95 locaties. Door Staatsbosbeheer zijn de referentiepunten getoetst op de beschikbaarheid van voldoende hydrologische meetreeksen, stabiliteit en de mogelijkheid om met *Menyanthes* een passend model met voldoende voorspellende waarde af te leiden. Na deze toetsing bleven 57 referentiepunten over van 35 vegetatietypen (Zie Tabel 1).

#### ***Eerste selectie criterium***

In de eerste selectie zijn alle *volledige* referentiepunten van het Knopbies-verbond, het Dophei-verbond en het Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje, alsmede van de rompgemeenschappen van de bijbehorende klassen opgenomen.

Bij de referentiepunten in de eerste selectie zijn meetreeksen in de bijbehorende peilbuizen geselecteerd, waarmee met het programma *Menyanthes* een tijdreeksanalyse is uitgevoerd. De selectie van de meetreeksen en de tijdreeksanalyse is door Staatsbosbeheer uitgevoerd. De lengte van de gebruikte meetreeks hing af van de hoeveelheid beschikbare gegevens en de stabiliteit van de vegetatie. In principe is voor elk punt uitgegaan van een gesimuleerde meetreeks van 10 jaar, tenzij veranderingen in de vegetatie aanleiding geven om van een kortere reeks uit te gaan. Hiervoor zijn alle punten met  $VS^1$  (stabiliteit vegetatie) = 3 nader bekeken. De volgende vuistregels zijn toegepast: (1) bij plaggen etc.: start meetreeks één jaar na ingreep; (2) bij subtiele vegetatieverandering (meestal in positieve zin), met name in rompgemeenschappen: meetreeks circa 50% van de periode waarin verandering zich voltrokken heeft.

Bij punten met een waardering 3 voor stabiliteit humus (HS = 3), is gekeken naar de stabiliteit van de vegetatie. Bij  $VS = 1$  of  $2$  zijn deze punten weggelaten omdat hier mogelijk veranderingen gaande zijn die door de vegetatie nog niet worden weerspiegeld omdat veranderingen in de abiotiek (bijvoorbeeld hydrologie) soms pas later tot uiting komen in de vegetatie (nauwlijng), terwijl in het humusprofiel al wel aanwijzingen voorkomen voor een verandering. Referentiepunten met  $VS = 3$

---

<sup>1</sup> De stabiliteit van de vegetatie wordt in het referentie-project aangegeven in 3 klassen, waarbij klasse 3 staat voor een acceptabele mate van instabiliteit (Beets *et al.*, 2002). Dit is met name van belang in het geval van pioniergezelschappen of van rompgemeenschappen ontstaan dankzij herstelbeheer. Locaties met een grotere mate van instabiliteit zijn niet in het referentie-project opgenomen.



duiden op een lichte instabiliteit en mogen alleen meedoen als het gaat om pioniervegetaties. Deze zijn opgenomen met een kortere meetreeks.

### ***Tweede selectie criterium***

Zoals hiervoor is beschreven, hangt de lengte van de meetreeks af van de stabiliteit van de vegetatie en het aantal jaren waarvoor een meetreeks beschikbaar is. Hierbij is in principe gewerkt met meetreeksen tot het jaar van inventarisatie. Omdat de meetreeksen minimaal 2 jaar lang moeten zijn, zijn ze uitgebreid tot na het inventarisatiejaar. Als ze dan nog de 2 jaar niet halen dan is het referentiepunt vervallen. Met de resterende set referentiepunten is met het programma Menyanthes voor elke meetreeks een model gefit.

### ***Derde selectie criterium***

Als derde criterium is gekeken naar de voorspellende waarde van het met Menyanthes afgeleide model. Als de het model  $< 70\%$  van de variantie verklaart, dan doet de reeks niet mee. Van de overgebleven meetreeksen zijn gesimuleerde reeksen berekend met een voor het vegetatietype relevante lengte (maximaal 10 jaar). Het idee hierbij is, dat sommige vegetatietypen representatief zijn voor veranderende hydrologische omstandigheden, waardoor soms kortere meetreeksen representatief geacht worden (zie uiteenzetting over stabiliteit hierboven).

Na deze laatste selectie zijn 57 referentiepunten overgebleven van 35 vegetatietypen (zie Tabel 1). Het aantal locaties per vegetatietype is beperkt. Voor 23 vegetatietypen is na de selectie slechts 1 referentiepunt beschikbaar, bij 7 vegetatietypen zijn dat er 2. Slechts 5 vegetatietypen hebben 3 tot 5 referentiepunten. De vegetatietypen die relatief goed vertegenwoordigd zijn, behoren tot het *Dophei-verbond* (Subassociaties binnen de *Associatie van Gewone dophei* en *Associatie van Kraaihei en Gewone dophei*), en het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* (met name subassociaties van het *Blaungrasland*).

De hydrologische stabiliteit van de referentiepunten is tenslotte getoetst met een lineaire trend-analyse (cm en % van fluctuatie) en een stap-trend-analyse (in cm).

De resultaten van de tijdreeksanalyse zijn door Staatsbosbeheer samengevat in een spreadsheet. Per referentiepunt is door Menyanthes een spreadsheet gemaakt met regimecurves voor de gesimuleerde jaren. Met Menyanthes zijn de volgende grondwaterkarakteristieken berekend:

- GHG Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand
- GVG Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand
- GLG Gemiddeld Laagste Grondwaterstand
- GNG Gemiddelde Najaarsgrondwaterstand
- GG Gemiddelde Grondwaterstand

Tabel 1. Aantallen referentiepunten per vegetatietype in definitieve selectie.

Code-SBB	Vegetatietype	Aantal
<i>Rompgemeenschappen klasse der Kleine zeggen (Parvocaricetea)</i>		
09-a	RG Veenpluis/Veenmos	1
09-c (= 11-b)	RG Grote veenbes	1
09-d	RG Addertong/Duinriet	1
09-g	RG Hennegras	1
09-h	RG Wilde gagel	1
09-j	RG Padderus	2
<i>Knobbies-verbond (Caricion davallianae)</i>		
09C1	Associatie van Vetblad en Vlozegge	1
09C2	Associatie van Armbloemige waterbies	1
09C3a	Knobbies-associatie; typische subass.	1
09C3c	Knobbies-associatie; soortenarme subass.	1
09C-a	RG Zeegroene zegge	1
09C-b	RG Armbloemige waterbies	1
09C-d	RG Kruipwilg en Bonte paardenstaart	1
<i>Totaal Klasse der Kleine zeggen</i>		14
<i>Romp- en derivaatgemeenschappen van de Klasse der hoogveenbulten en natte heiden (Oxycocco-Sphagnetea)</i>		
11-d	RG Eenarig wollegras/Veenmos	1
11-e	RG Lavendelhei	1
11-j (= 16A-g)	RG Geelgroene zegge / Dwergzegge	1
11-k	RG Beenbreek	2
11/a	DG Wilde gagel	1
<i>Dophei-verbond (Ericion tetralicis)</i>		
11A1a	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies; typische subass.	2
11A1b	Ass. van Moeraswolfsklauw en Snavelbies; soortenarme subass.	1
11A2a	Associatie van Gewone dophei; subass. van Veenmos	2
11A2c	Associatie van Gewone dophei; typische subass.	1
11A2e	Associatie van Gewone dophei; subass. van Gevlekte orchis	1
11A2f	Associatie van Gewone dophei; soortenarme subass.	2
11A3b	Associatie van Kraaihei en Gewone dophei; subass. van Broedkeltje	2
11A3c	Associatie van Kraaihei en Gewone dophei; typische subass.	5
<i>Totaal Klasse der hoogveenbulten en natte heiden</i>		22
<i>Rompgemeenschappen van de Klasse der vochtige graslanden (Molinio-Arrhenatheretea)</i>		
16-a	RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem	1
16-b	RG Veldrus	2
16-f	RG Kamgras, Rood zwenkgras en Moerasrolklaver	1
<i>Verbond van Biezekenoppen en Pijpestrootje (Junco-Molinion)</i>		
16A1a	Blauwgrasland; typische subass.	3
16A1b	Blauwgrasland; subass. van Borstelgras	4
16A1c	Blauwgrasland; subass. van Melkeppe	5
16A1d	Blauwgrasland; subass. van Parnassia	1
16A2c	Veldrus-associatie; soortenarme subass.	1
16A-a	RG Blauwe knoop en Blauwe zegge	3
<i>Totaal Klasse der vochtige graslanden</i>		21
<b>Eindtotaal</b>		<b>57</b>

Deze grondwaterkarakteristieken beschrijven een gemiddelde waarde voor de standen in een reeks van jaren (de gesimuleerde jaren). De werkelijke standen kunnen van jaar tot jaar verschillen, hetgeen van invloed kan zijn op het voorkomen van soorten, omdat sommige gevoelige soorten in een extreem nat of droog jaar kunnen verdwijnen. Behalve de gemiddelde waarden die door deze karakteristieken beschreven worden, is het daarom van belang ook naar de spreiding te kijken. Om die reden zijn deze variabelen door Alterra opnieuw berekend (zie 0), waarbij naast de gemiddelden ook de standaardafwijking berekend is.

## 2.2 Grondwaterkarakteristieken

Naast de hiervoor beschreven karakteristieken zijn door Alterra een aantal afgeleide variabelen bepaald. Hiervoor is in MS-Excel (VBA) een macro geschreven die per referentiepunt de afgeleide grondwaterkarakteristieken heeft berekend. Hiervoor zijn de door Menyanthes berekende regimecurves gebruikt, waarmee de volgende karakteristieken zijn berekend, inclusief de standaardafwijking over de gesimuleerde jaren:

- GHG, GVG, GLG, GNG, GG en mediaan
- dGXG = het gemiddelde verschil tussen de drie laagte en drie hoogste standen per jaar
- Overschrijdingsduur op 0, 5 en 25 cm diepte
- Onderschrijdingsdatum op 0, 5 en 25 cm diepte

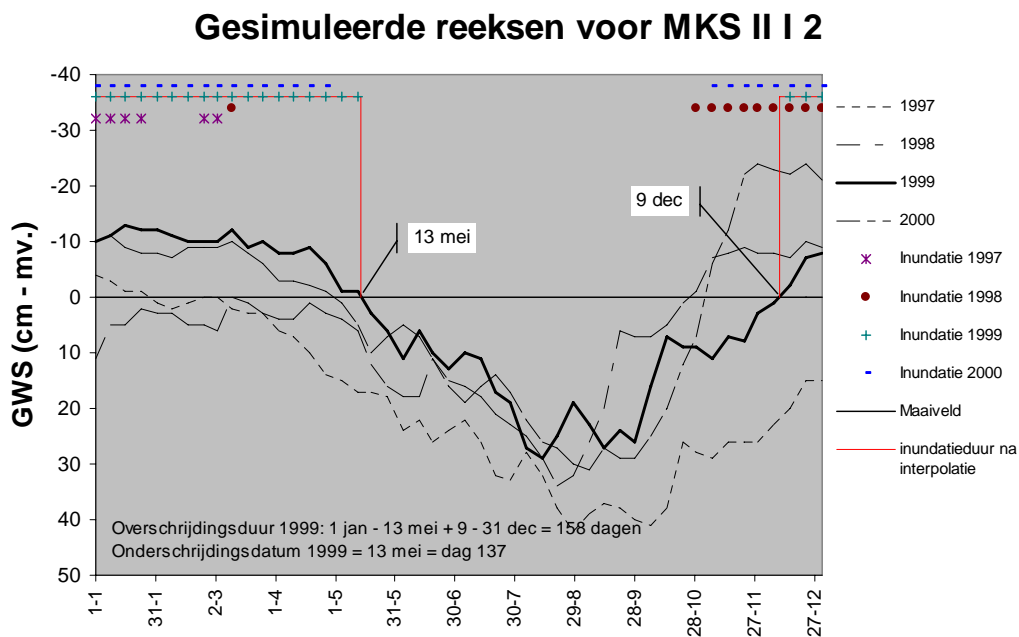
De door Menyanthes berekende grondwaterkarakteristieken en de daarvan afgeleide fluctuatie (dGXG) hebben betrekking op de diepte van de grondwaterspiegel op verschillende momenten in het jaar en worden verder in dit rapport ook wel aangeduid als ‘dieptevariabelen’. De overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum worden ook wel aangeduid als ‘duurvariabelen’.

De regimecurves zijn door Menyanthes weergegeven door grondwaterstanden voor 48 perioden per jaar met een lengte van 7 of 8 dagen. Bij de berekening van de dieptevariabelen GHG en GLG, wordt uitgegaan van de 24 tweewekelijkse metingen per jaar op de 14<sup>e</sup> en 28<sup>e</sup> van elke maand. Deze vallen niet samen met de tijdstappen in de regimecurves. Om de berekeningen correct uit te kunnen voeren zijn de standen voor de tweewekelijkse standen door interpolatie afgeleid. De GVG en GNG zijn bepaald door via interpolatie de standen op 1 april en 1 september te bepalen. De gemiddelde grondwaterstand en de mediaan zijn bepaald door per jaar het gemiddelde en de mediaan van de standen te bepalen en deze dan over de jaren te middelen. De fluctuatie (dGXG) is bepaald door per jaar het verschil te berekenen tussen de drie hoogste (HG3) en drie laagste standen (LG3) en deze over alle jaren te middelen.

De overschrijdingsduur geeft het aantal dagen per kalenderjaar dat het grondwater zich op, of boven, de aangegeven diepte bevindt (zie Figuur 1). Voor 0 cm komt dat overeen met de inundatieduur. Er kunnen meerdere kortere perioden zijn dat de grenswaarde overschreden wordt. Het totale aantal dagen is hiervoor gesommeerd.

De onderschrijdingsdatum is de eerste dag vanaf 1 januari dat het grondwater zich onder de grenswaarde bevindt. Het idee hierbij is dat de onderschrijdingsdatum aan het begin van het vegetaties seizoen relevanter kan zijn dan een eventuele overschrijding later in het najaar of de winter van hetzelfde kalenderjaar als de vegetatie in winterrust is.

De regimecurves zijn door Menyanthes weergegeven door grondwaterstanden voor 48 perioden per jaar met een lengte van 7 of 8 dagen. Om de overschrijdingsduur en de onderschrijdingsdatum zo nauwkeurig mogelijk te bepalen is het moment van over- of onderschrijding door lineaire interpolatie op dagbasis vastgesteld.

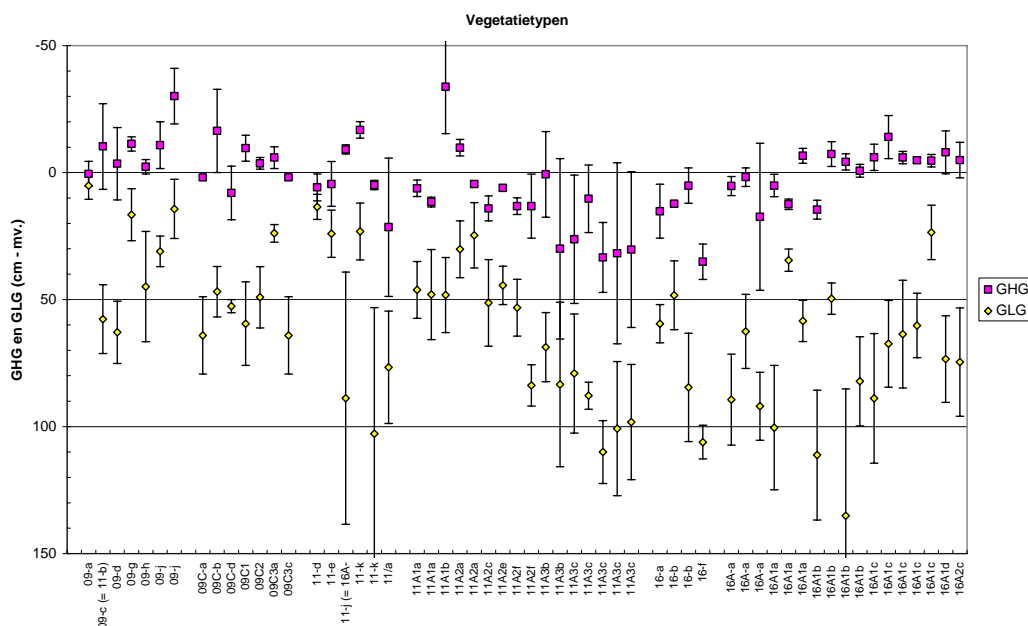


Figuur 1. Bepaling overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum.

In Figuur 1 is de bepaling van de overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum op 0 cm (= inundatie) geïllustreerd aan de hand van de regimecurve voor 1999 in referentiepunt MKS II.I.2. Volgens de regimecurve, die gebaseerd is op 48 tijdstippen, is de laatste dag dat het water boven maaiveld staat 12 mei (1 cm boven mv.). Op het eerstvolgende tijdstip (19 mei) staat het water 3 cm onder mv. Op basis van lineaire interpolatie wordt dan de onderschrijdingsdatum geschat op 13 mei (dag 137). Later in het jaar wordt voor 7 december een stand op 1 cm onder maaiveld gegeven en op 15 december 2 cm erboven. Hieruit volgt dat vanaf 9 december het water weer boven maaiveld staat, waarmee de totale inundatieduur voor 1999 op 158 dagen uitkomt. Op deze wijze zijn overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum bepaald voor alle gesimuleerde jaren en voor de grenswaarden op 0, 5 en 25 cm – mv. en vervolgens gemiddeld.

De grondwaterkarakteristieken zoals die zijn berekend door Menyanthes en de daarvan afgeleide gegevens staan in Bijlage 1. Voor de GHG en de GLG zijn de waarden per referentietype weergegeven in Figuur 2, inclusief de spreiding (sd) van de

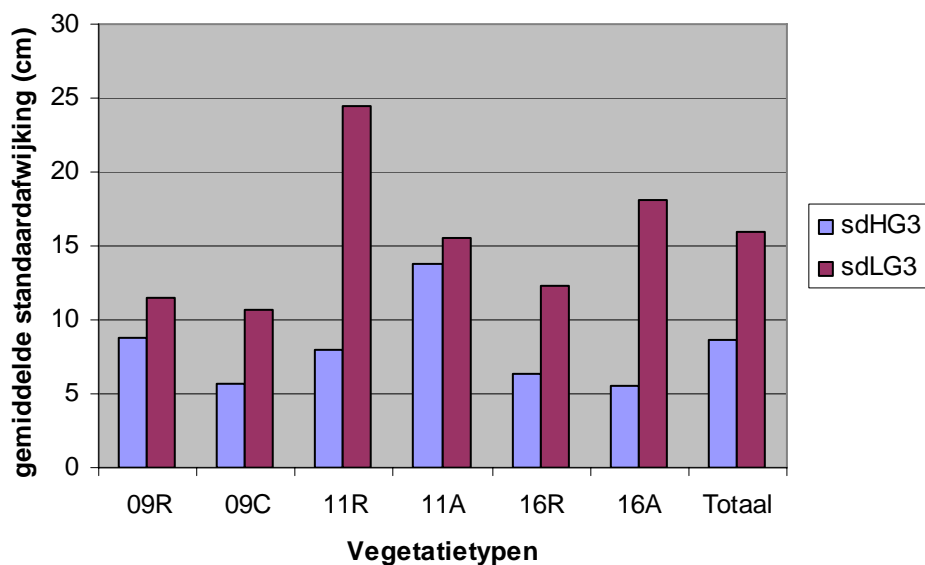
HG3 en LG3 over de gesimuleerde jaren. Deze spreiding kan sterk wisselen per referentiepunt, waarbij de grootte van de spreiding min of meer gekoppeld is aan de vegetatietypen. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 3, waarin de standaardafwijkingen van de referentiepunten zijn samengevat voor de rompgemeenschappen op klasseniveau en voor de verbonden. De spreiding in de LG3 is overal groter dan voor de HG3. Vooral voor de rompgemeenschappen van de *Klasse der hoogveenbulten en natte heiden (11R)* kunnen de laagste grondwaterstanden van jaar tot jaar sterk verschillen. In iets mindere mate geldt dat ook voor het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje (16A)* en het *Dophei-verbond*. Het laatste verbond heeft ook voor de HG3 een relatief grote spreiding tussen de jaren.



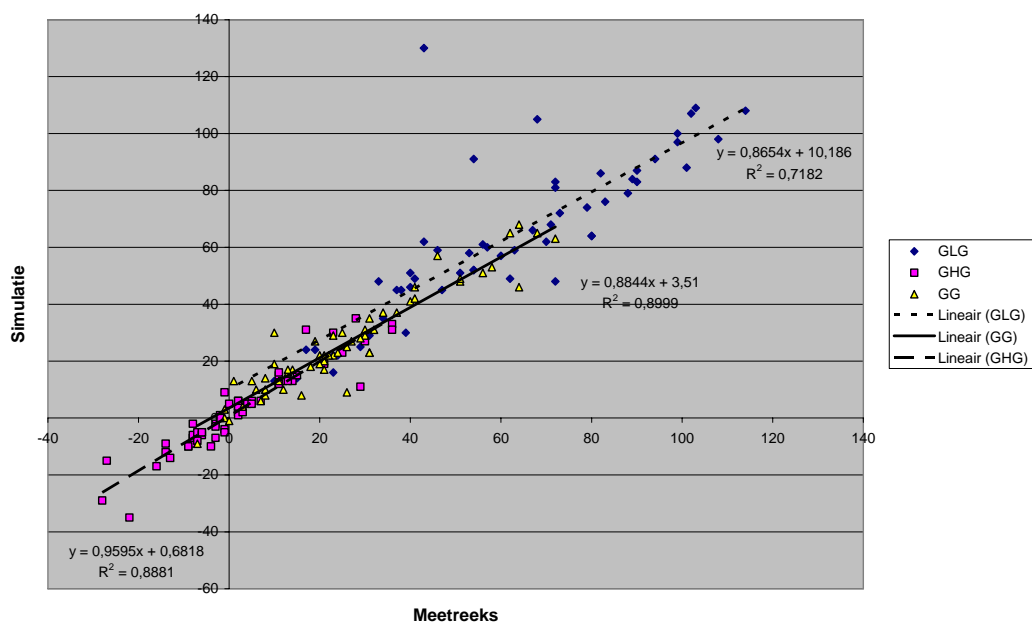
Figuur 2. Gemiddelde en standaardafwijking van GHG en GLG per referentiepunt en vegetatietype. (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1).

In Bijlage 2 zijn gemiddelde en standaardafwijking per vegetatietype en per verbond opgenomen. Niet voor alle vegetatietypen kon een standaardafwijking berekend worden, omdat er vaak slechts één referentiepunt van beschikbaar is.

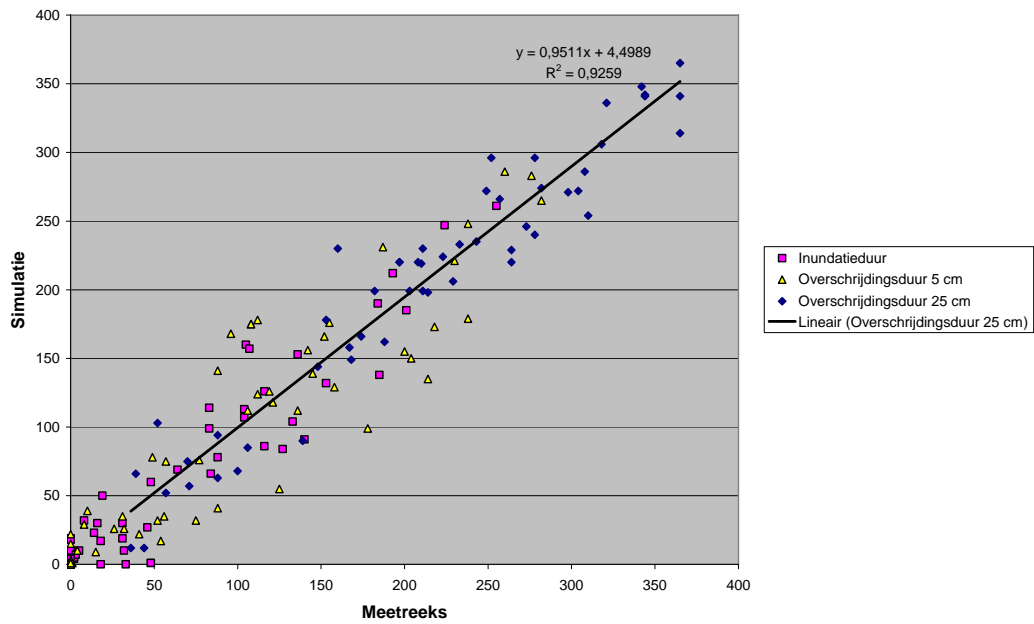
In Figuur 4 en Figuur 5 is een vergelijking uitgevoerd voor de GHG, GLG, GG en overschrijdingsduur op verschillende diepten tussen de meetreeksen en gesimuleerde reeksen.



Figuur 3. Standaardafwijking van HG3 (drie hoogste standen) en LG3 (drie laagste standen), gemiddeld per klasse en verbond. (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1).



Figuur 4. Vergelijking GHG, GLG en GG voor meetreeksen en gesimuleerde reeksen.



*Figuur 5. Vergelijking overschrijdingsduur op 3 verschillende dieptes voor de meetreeksen en gesimuleerde reeksen.*

Over het algemeen komen de waarden voor de gesimuleerde reeksen goed overeen met de meetreeksen. Alleen bij de GLG worden in enkele punten sterk afwijkende waarden gevonden. Dat komt omdat voor deze referentiepunten meetreeksen van slechts enkele jaren beschikbaar waren. Voor de simulatie zijn wel meer jaren gebruikt. De GLG op basis van de meetreeksen is dan minder betrouwbaar, zeker als er grote verschillen bestaan tussen natte en droge jaren. Omdat het model gekalibreerd is met grondwaterstanden én neerslag- en verdampingsgegevens, kan een langere simulatiereeks berekend worden, waaruit een betrouwbare GLG afgeleid kan worden.

### 3 Vochtklassen SBB-catalogus

In de ‘Catalogus Vegetatietypen’ van Staatsbosbeheer (Schipper, 2002) worden vochtklassen onderscheiden op basis van de diepte waarop het grondwater overwegend voorkomt en de inundatieduur. Deze klassen zijn door Schipper en Streefkerk (niet gepubliceerd) nader gespecificeerd voor GHG en GLG. Deze klassenindeling is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Klassenindeling vochtregime voor SBB-catalogus (Schipper en Streefkerk, niet gepubliceerd).

Vochtregime		GHG	GLG	Inundatieduur	Gt
Code	Omschrijving	cm-mv	cm-mv	dagen	
Aq	Aquatisch: groeiend in water (indicatorserie: klasse 1A)	<0	<0	>330	I
Am	Amfibisch: groeiend in milieus die tijdelijk aquatisch en tijdelijk terrestrisch zijn	<0	<5	220 tot 330	I
ZNat	Zeer nat: grondwater overwegend aan het maaiveld (indicatorserie: klasse 1B)	<0	<25	110 tot 330	I
Nat	Nat: grondwater overwegend tussen 0 en 20 cm onder het maaiveld (indicatorserie: klasse 2A + 2B)	0	40 - 50	0 tot 110	I
MNat	Matig nat: grondwater overwegend tussen 20 en 40 cm onder het maaiveld (indicatorserie: klasse 3)	5 - 25	50 - 75	0	II
Vo	Vochtig: grondwater overwegend tussen 40 en 60 cm onder het maaiveld (indicatorserie: klasse 4)	10 - 30	80 - 105	0	III
MDr	Matig droog: grondwater overwegend tussen 60 en 80 cm onder het maaiveld (indicatorserie: klasse 4)	10 - 30	105 - 150	0	III - V
Dr	Droog: grondwater overwegend lager dan 80 cm onder het maaiveld (indicatorserie: klasse 5)	10 - 70	150 - 190	0	V - VI

Op basis van de grenswaarden in Tabel 2 zijn de referentiepunten ingedeeld in de SBB-vochtklassen (Bijlage 3). Omdat gebruik gemaakt wordt van drie verschillende grondwaterkarakteristieken bleek het niet altijd mogelijk een referentiepunt eenduidig bij één vochtklasse in te delen. De punten zijn ingedeeld bij de vochtklasse waar zij het duidelijkst mee overeenkomen (kolom VK1). Voor 47 referentiepunten (82 %) zijn afwijkende indicaties opgenomen in kolom VK2 met een toelichting.

- Vaak is de GLG dieper dan de grenswaarden die in Tabel 2 gegeven worden voor een bepaalde inundatieduur. Bij 6 punten met een inundatieduur van 60 – 110 dagen is de GLG dieper dan 50 cm. Deze zijn toch als nat geclassificeerd. Bij 10 punten is de inundatieduur zelfs langer dan 110 dagen, terwijl de GLG dieper is dan 25 cm – mv. Deze zijn als zeer nat geclassificeerd. Bij één punt is de inundatieduur 247 dagen en de GLG 14 cm – mv. Dit is amfibisch.



- In drie gevallen is de GHG te diep bij de gegeven inundatieduur en/of GLG.
- Aan de andere kant zijn er 20 punten met een GLG dieper dan 50 cm ( vaak ook dieper dan 80 cm), waar het grondwater toch gedurende een beperkte periode (tot 50 dagen) boven maaiveld komt. Vaak is dan ook de GHG te ondiep. Afhankelijk van de diepte van de GLG zijn deze bij de klassen matig nat, vochtig of matig droog ingedeeld.
- Bij drie punten is de GLG ondieper dan 25 cm – mv. terwijl de inundatieduur in één geval 30 dagen is en in de andere 0 en 4. Toch zijn deze punten als zeer nat ingedeeld.

### 3.1 Toetsing schatting in SBB-catalogus

De schatting van de vochtklasse voor de vegetatietypen in de SBB-catalogus is getoetst door de vochtklasse van de referentiepunten uit te zetten tegen de vochtklassen die in de catalogus aan het betreffende vegetatietype zijn toegekend (Tabel 3). Door middel van een cijfer is aangegeven hoeveel referentiepunten van het vegetatietype in elke vochtklasse vallen. De afwijkende indicaties (zie vorige paragraaf) zijn tussen haakjes aangegeven. Voor 8 vegetatietypen is in de catalogus nog geen vochtklasse bekend. Dit betreft 15 referentiepunten.

Van de 42 referentiepunten waarvoor bij het betreffende vegetatietype in de catalogus een vochtklasse toegekend is, komt in 20 gevallen (48 %) de vochtklasse op basis van de tijdreeksgegevens overeen. De verschillen tussen de vegetatieklassen zijn groot. Voor het *Knobbies-verbond* en de bijbehorende rompgemeenschappen van de *Klasse der Kleine zeggen* is de overeenkomst goed met 8 van 10 referentiepunten (80 %). Voor het *Dopbeï-verbond* en de verwante rompgemeenschappen komen de vochtklassen bij 6 van de 11 referentiepunten overeen (55 %). Het slechtst is de overeenkomst bij het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpenstrootje* en de Rompgemeenschappen van de *Klasse der vochtige graslanden*, met 6 van de 21 punten (29 %). Ook voor de alternatieve indicaties die in Tabel 3 tussen haakjes zijn aangegeven is de overeenkomst niet beter. Waar de vochtklasse van de meetreeksen afwijkt van de schatting in de catalogus, is in 19 van 21 punten (90 % van de foute schattingen) de vochtklasse in de catalogus te droog geschat.

Tabel 3. Vergelijking vochtklasse volgens catalogus SBB (grijze arcering) en gesimuleerde tijdreeksgegevens. Het aantal referentiepunten per vochtklasse is aangegeven met een cijfer. Indien referentiepunten ook kenmerken van een andere vochtklasse hebben is dat aangegeven met een cijfer tussen haakjes.

Code-SBB	Vochtklasse								Opm	
	Aq	Am	Znat	Nat	MNat	Vo	MDr	Dr		
09-a			1	(1)					9.1	RG Veenpluis/Veenmos
09-c				1	(1)					RG Grote veenbes
09-d				1	(1)					RG Addertong/Duinriet
09-g			1						9.5	RG Hennegras
09-h				1						RG Wilde gage
09-j	1		1 (1)	(1)						RG Padderus
09C-a				(1)	1					RG Zeegroene zegge
09C-b				1						RG Armbloemige waterbies
09C-d				(1)	1					RG Kruipwilg & Bonte paardestaart
09C1			1		(1)				9.11	Associatie van Vetblad en Vlozegge
09C2			1	(1)						Ass.van Armbloemige waterbies
09C3a			1						9.1	Knobbies-ass.; typische subass.
09C3c				(1)	1					Knobbies-ass.; soortenarme subass.
11-d			1	(1)					11.16	RG Eenarig wollegras/Veenmos
11-e			1	(1)						RG Lavendelhei
11-j			1					(1)		RG Geelgroene zegge / Dwergzegge
11-k			1		(1)	1				RG Beenbreek
11/a				(1)	1					DG Wilde gage
11A1a				1	1 (1)				11.6	Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies; typische subass.
11A1b			1	(1)						Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies; soortenarme subass.
11A2a			2	(1)	(1)				11.8	Associatie van Gewone dophei; subass. van Veenmos
11A2c					1					Associatie van Gewone dophei; typische subass.
11A2e				1	(1)				11.11	Associatie van Gewone dophei; subass. van Gevlekte orchis
11A2f				(1)	1	1 (1)				Associatie van Gewone dophei; soortenarme subass.
11A3b				1 (1)	(1)	1			11.17	Associatie van Kraaihei en Gewone dophei; subass. van Broedkelkje
11A3c				(5)		4	1			Associatie van Kraaihei en Gewone dophei; typische subass.
16-a				(1)	1					RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem
16-b				(2)	1	1				RG Veldrus
16-f				(1)				1		RG Kamgras, Rood zwenkgras en Moerasrolklaver
16A-a				1 (2)	(1)	2				RG Blauwe knoop en Blauwe zegge
16A1a			1	1 (1)	(2)	1				Blauwgrasland; typische subass.
16A1b				3		(1)	1 (1)			Blauwgrasland; subass. van Borstelgras
16A1c			4	1	(3)	(1)				Blauwgrasland; subass. van Melkeppe
16A1d				1	(1)					Blauwgrasland; subass. van Parnassia
16A2c				1	(1)					Veldrus-associatie; soortenarme subass.

### Opmerkingen (naar Schipper, 2002)

---

9.1	(Veelal) sterk wisselende waterstanden
9.5	Met sterk wisselende waterstanden en tijdelijke inundatie van regenwater
9.11	Contactzonemilieu, waterstanden wisselend
11.6	Op fijnzandige bodems kan het wateregime ook in het natte bereik doorlopen (capillaire nalevering)
11.8	In droge perioden kan het grondwater onder de 40 cm wegzakken
11.11	Pendelend gradiëntmilieu
11.16	Ontstaat na vernatten en gaat na enkele jaren over in andere gemeenschappen
11.17	Inundatie in de winter

---

## 3.2 Conclusies

Ten aanzien van de vochtklassen in de SBB catalogus kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Het is lastig om op basis van de door SBB gehanteerde criteria (Tabel 2) de vochtklasse van een referentiepunt af te leiden uit de grondwaterkarakteristieken. Bij 82 % van de referentiepunten kon dit niet éénduidig gedaan worden. Met name de GLG en de inundatieduur leveren vaak tegenstrijdige indicaties op.
- Vergelijking van de geschatte vochtklasse in de catalogus met de vochtklasse van de meetreeksen in de referentiepunten laat zien dat slechts in 48 % van de gevallen de vochtklasse in de SBB-catalogus juist is weergegeven, ook als rekening gehouden wordt met tegenstrijdige indicaties van de grondwaterkarakteristieken.
- De juistheid van de schatting van de vochtklassen in de catalogus verschilt sterk per vegetatieklasse en is het beste voor de *Klasse der Kleine zeggen* (80 %) en het slechtst voor de *Klasse de vochtige graslanden* (29 %). Bij de *Klasse der hoogveenbulten en natte heiden* is de overeenkomst 55 %.
- Voor de referentiepunten waarvan de vochtklasse afwijkt van de schatting voor het vegetatietype is de schatting in 90 % van de gevallen te droog.

## 4 Beoordeling grondwaterkarakteristieken

De indeling in vochtklassen voor de vegetatietypen in de SBB-catalogus (Schipper en Streefkerk, niet gepubl.; Schipper 2002) is gebaseerd op expertkennis en is lastig te vertalen naar grondwaterkarakteristieken (zie Hoofdstuk 3). Omdat voor 57 referentiepunten binnen de drie onderzochte verbonden en verwante rompgemeenschappen diverse grondwaterkarakteristieken beschikbaar zijn, kon onderzocht worden of hiermee een meer kwantitatieve beschrijving van de vochttoestand van de vegetatietypen gegeven kan worden. De belangrijkste vraag hierbij is, welke grondwaterkarakteristiek(en) de variatie in de vegetatie het beste verklaart (verklaren). Hiervoor is gebruik gemaakt van multivariate statistische analysemethoden, waarmee de respons van plantensoorten en vegetatietypen op meerdere grondwaterkarakteristieken is bepaald.

### 4.1 Grondwaterkarakteristieken en aanvullende bodemkenmerken

De grondwaterkarakteristieken per referentiepunt zijn opgenomen in Bijlage 1. Omdat, behalve de gemiddelde grondwaterstanden of overschrijdingsduren, ook de spreiding over de jaren relevant kan zijn, is de standaardafwijking van deze variabelen in de analyse betrokken. De gemiddelden per vegetatietype worden vermeld in Bijlage 2. Deze gegevens zijn besproken in paragraaf 4.2.3. Omdat voor de vochtvoorziening van de vegetatie niet alleen het grondwaterstandsverloop, maar ook de hoeveelheid beschikbaar vocht bepalend zijn, zijn ook het leem- en organische stofgehalte van de bodem in de analyse betrokken. Hiervoor zijn van de profielbeschrijvingen het leem- en organische stofgehalte op twee dieptes overgenomen (zie Bijlage 4):

- Bovengrond: De laag van 0 – 10 cm, waar de meeste plantenwortels in voorkomen. Dit is bepalend voor het vochthoudend vermogen bij lagere grondwaterstanden.
- Ondergrond: Rond GLG niveau, omdat dit bepalend is voor de capillaire nalevering vanuit het grondwater.

Dit is een vrij eenvoudige benadering om een indicatie van de vochttoestand te krijgen. Om hier meer gedetailleerde informatie over te krijgen zou gewerkt moeten worden met een fysisch model als SWAP, maar dat valt buiten het bereik van dit project. Bovendien gaat het bij het afleiden van grondwaterkarakteristieken en aanvullende informatie om variabelen die relatief eenvoudig zijn waar te nemen of af te leiden.

Bij de gebruikte statistische methoden wordt uitgegaan van een normale verdeling van de waarden voor een variabele (Jongman *et al.*, 1987). Sommige variabelen kunnen een zgn. 'log-normale' verdeling vertonen, waarbij kleine waarden relatief vaak voorkomen en grotere waarden minder frequent. Dat doet zich vooral voor bij variabelen die alleen positieve waarden of de waarde 0 kunnen hebben, zoals de

overschrijdingsduur op verschillende diepten of gehalten (leem, organische stof). Bovendien is het zo dat relatieve verschillen belangrijker zijn bij kleine waarden dan bij grote waarden, zo is het verschil tussen 5 en 10% leem belangrijker dan tussen 70 en 75%. Door op deze variabelen een logtransformatie uit te voeren, kan alsnog een normale verdeling (van de getransformeerde variabele) bereikt worden. De statistische analyse wordt dan uitgevoerd met de getransformeerde variabele. De normaliteit van de variabelen is onderzocht door de frequentieverdeling in histogrammen weer te geven (zie Bijlage 5).

De meeste dieptevariabelen zijn min of meer normaal verdeeld, behalve de gemiddelde grondwaterstand (GG) en de mediaan. De duurvariabelen zijn over het algemeen log-normaal verdeeld, behalve de overschrijdingsduur op 25 cm met de bijbehorende onderschrijdingsdatum. Hiervoor is de verdeling min of meer normaal. De log-normaal verdeelde grondwaterkarakteristieken zijn door middel van een logtransformatie aangepast. Ook voor de bodemkenmerken is een logtransformatie nodig om aan de normaliteitseis voor de verdeling te voldoen. De transformatie is uitgevoerd door van de betreffende variabelen het natuurlijke logaritme ( $\ln$ ) te nemen. Om negatieve waarden te voorkomen en omdat voor ontbrekende waarden het logaritme (van 0) niet bepaald is, zijn de variabelen eerst met de waarde 1 opgehoogd. Voor GG en mediaan is de waarde verhoogd met 10, omdat deze grondwaterkarakteristieken in één referentiepunt een negatieve waarde hebben.

## 4.2 Verklarende waarde voor grondwaterkarakteristieken

### 4.2.1 Methode

Om te bepalen welke grondwaterkarakteristieken de variatie het beste verklaren is met het programma CANOCO (Ter Braak en Smilaur, 2002) een multivariate analyse uitgevoerd. Dit is gedaan met de hele dataset om na te gaan welke variabelen onderscheidend zijn op het hoogste niveau. Vervolgens is de variatie binnen de geselecteerde verbonden onderzocht. Voor de meest verklarende variabelen is aangegeven wat het bereik is binnen de geselecteerde verbonden. De analyses zijn samengevat in Figuur 19 t/m 22. De resultaten worden besproken in § 4.2.2.

De bedekking van de plantensoorten is opgenomen als percentage. Om de invloed van hoge bedekkingen te verminderen is logtransformatie toegepast op de bedekkingspercentages (Jongman *et al.*, 1987; Leps en Smilaur, 2003).

Bij een multivariate regressietechniek wordt in één analyse de respons van meerdere responsvariabelen (plantensoorten) op meerdere verklarende variabelen (vocht karakteristieken en bodemkenmerken) onderzocht. Hiervoor zijn verschillende methoden beschikbaar. De gebruikte methode is afhankelijk van de lengte van de gradiënt waarbinnen deze relatie onderzocht wordt. Bij een lange gradiënt zullen soorten (of vegetatietypen) vaak een optimale waarde hebben, met een spreiding naar beide zijden. Dat wordt het beste beschreven met een unimodaal responsmodel. Een soort heeft dan voor elke standplaatsfactor een optimum (u) en een tolerantie (t). Als

alleen binnen een korte gradiënt gekeken wordt, zal binnen dat bereik het voorkomen van een soort lineair toe- of afnemen en past een lineair model beter.

Voor de keuze tussen een lineair of een unimodaal responsmodel, is eerst een DCA uitgevoerd (Detrended Correspondence Analysis). Dit is een ordinatie met een unimodaal model waarbij de spreiding van de soorten langs de assen optimaal is. De respons op de standplaatsfactoren kan onderzocht worden door de variatie langs de assen in verband te brengen met deze standplaatsfactoren (indirect gradient analysis). De lengte van de ordinatieassen (gradiënt) is vergeleken met de standaarddeviatie (s.d.). Als deze lengte kleiner is dan 2 s.d., zullen de meeste responscurven lineair zijn en kan het beste een RDA (Redundancy analysis) gebruikt worden (Jongman *et al.*, 1987; Leps en Smilaur, 2003). Bij een lengte  $> 4$  s.d. is het responsmodel zeker niet lineair (dus unimodaal) en is een CCA (Canonical Correspondence Analysis) het meest geschikt. De DCA is ook gebruikt om na te gaan welke variabelen met elkaar gecorreleerd zijn. Omdat een vrij groot aantal grondwaterkarakteristieken getest wordt is dit waarschijnlijk voor een deel van de variabelen het geval. Deze correlatie is onderzocht door middel van de correlatiematrix die bij de DCA gemaakt wordt.

In de correlatiematrix wordt de correlatie tussen assen en variabelen en tussen variabelen onderling weergegeven op een schaal van -1 (sterk negatief gecorreleerd) tot 1 (sterk positief gecorreleerd). Bij een correlatiecoëfficiënt = 0 is er geen correlatie. Variabelen die onderling sterk gecorreleerd zijn voegen, wanneer ze beiden opgenomen worden weinig toe aan de verklarende waarde van het model en zijn meestal inwisselbaar. In dit onderzoek is het criterium gehanteerd, dat variabelen met een correlatiecoëfficiënt  $< -0,8$  of  $> 0,8$  sterk gecorreleerd zijn.

Een hoge correlatie komt ook tot uiting in de Variation Inflation Factor (VIF) in de uitvoer van de DCA. De VIF hangt proportioneel samen met de variantie in de regressiecoëfficiënt. Bij een hoge VIF is de variantie ook hoog en de voorspellende waarde klein. Als de VIF hoger is dan 20, is de variabele gecorreleerd met één of meer andere en draagt niet specifiek bij aan de analyse. Het is dan beter één van beide variabelen weg te laten uit het model.

Om bij het afleiden van de modellen alleen de meest verklarende variabelen te gebruiken, is voorwaartse selectie van variabelen toegepast. Hierbij wordt eerst voor elke variabele de verklarende variantie getest van een model met alléén die variabele. De variabele met de hoogste verklarende variantie wordt gekozen. Vervolgens wordt voor de overige variabelen nagegaan of het model verbeterd kan worden door de variabele toe te voegen aan het bestaande model. Hiervoor wordt de variabele gekozen die de verklarende variantie het meest doet toenemen. Dat wordt net zolang herhaald tot het model niet significant verbeterd kan worden door toevoeging van nog een variabele. Sommige variabelen zullen hierbij onderling een sterke correlatie vertonen. In dat geval is de voorwaartse selectie nogmaals uitgevoerd, waarbij steeds alleen de eerste van een set gecorreleerde variabelen is toegevoegd aan het model. Als het verschil tussen twee kandidaat-variabelen erg klein is, hebben we ook onderzocht hoe het model zich zou ontwikkelen met de andere variabele.

Bij een CCA (en RDA) wordt de respons van *individuele soorten* in de *opnamen* onderzocht. Hiermee is onderzocht wat de meest verklarende variabelen zijn voor de totale variatie in het voorkomen en de bedekking van *plantensoorten*. Vervolgens is met een Canonical Variate Analysis (CVA) onderzocht welke lineaire combinatie van standplaatsfactoren de variatie in *vegetatietypen* waartoe de opnamen behoren, het beste beschrijft.

## 4.2.2 Resultaten

De analyses zijn eerst uitgevoerd voor alle opnamen tezamen en vervolgens per verbond. De resultaten van de modelselecties zijn opgenomen in 0. In de volgende paragrafen worden de resultaten besproken en geïllustreerd met ordinatiediagrammen. Afhankelijk van het type analyse worden de opnamen en respectievelijk de *soorten* (CCA), of de *vegetatietypen* (CVA) weergegeven met puntsymbolen. De positie van deze punten ten opzichte van de verschillende assen geeft de spreiding langs die as weer. De standplaatsfactoren worden weergegeven door pijlen. De relatieve lengte van de pijl en de hoek van de pijl ten opzichte van een as of een ander pijl geven de mate van correlatie aan met die as of de andere pijl. Een kleine hoek staat voor een sterke correlatie. Bij een haakse hoek is er geen correlatie. De positie van opnamen of soorten (CCA) of vegetatietypen (CVA) langs een gradiënt van een standplaatsfactor kan worden afgelezen door een loodlijn te trekken van het punt dat de opname, soort of vegetatietype vertegenwoordigt, op de pijl die de standplaatsfactor beschrijft. Dit levert geen absolute maat voor de waarde van de standplaatsfactor, maar wel een indicatie voor de positie in de gradiënt.

### 4.2.2.1 Analyse van alle opnamen

#### *DCA van alle opnamen*

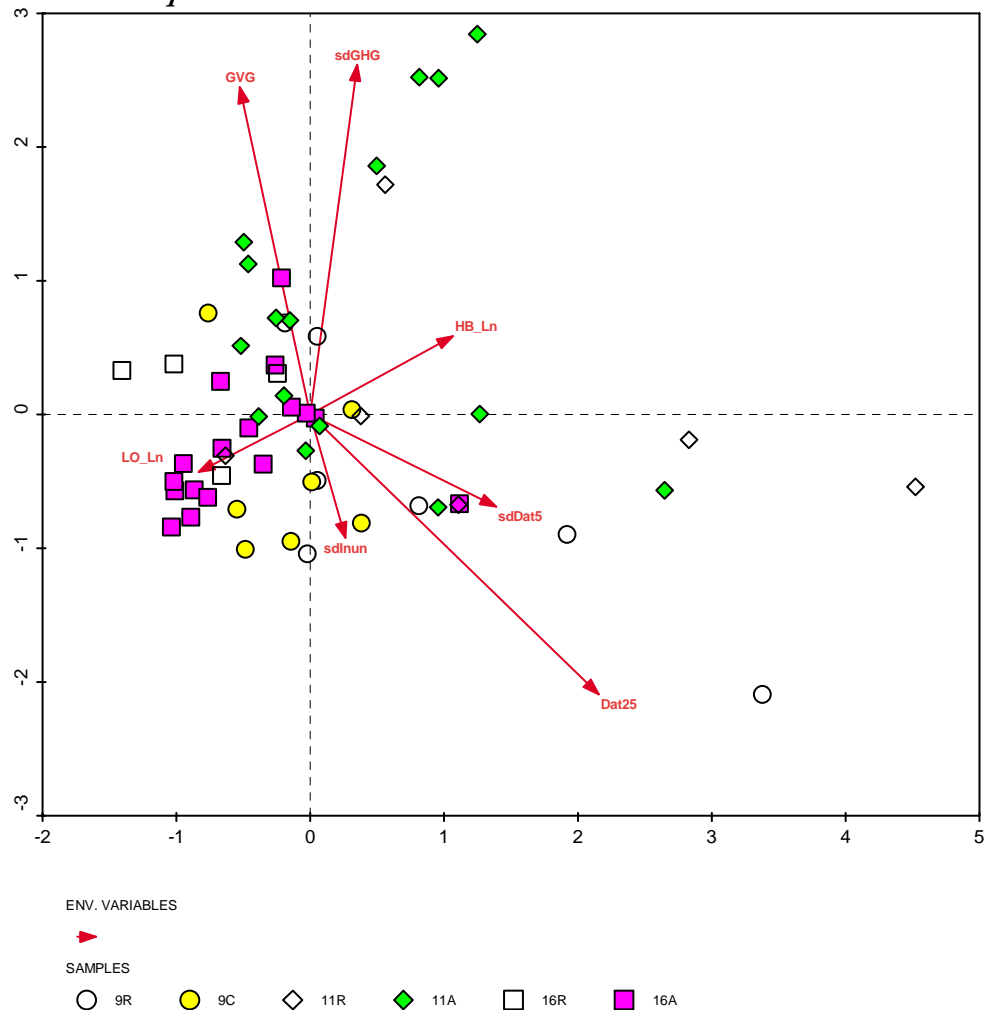
De gradiënten langs de eerste 3 assen zijn groter dan 4 s.d. Daaruit volgt dat een unimodaal responsmodel (CCA) het beste past.

Veel variabelen zijn onderling sterk gecorreleerd ( $> 0,8$  of  $< -0,8$ ):

- Met name de 'dieptevariabelen' zijn onderling sterk gecorreleerd
- De overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum per dieptegrens zijn ook sterk gecorreleerd
- De bodemkenmerken zijn onderling niet gecorreleerd.
- Indien variabelen gecorreleerd zijn, zijn vaak ook de bijbehorende standaardafwijkingen gecorreleerd.

Sterke correlaties komen ook tot uiting in hoge VIF, voor vrijwel alle grondwaterkarakteristieken. De bodemkenmerken hebben een lage VIF.

### CCA van alle opnamen



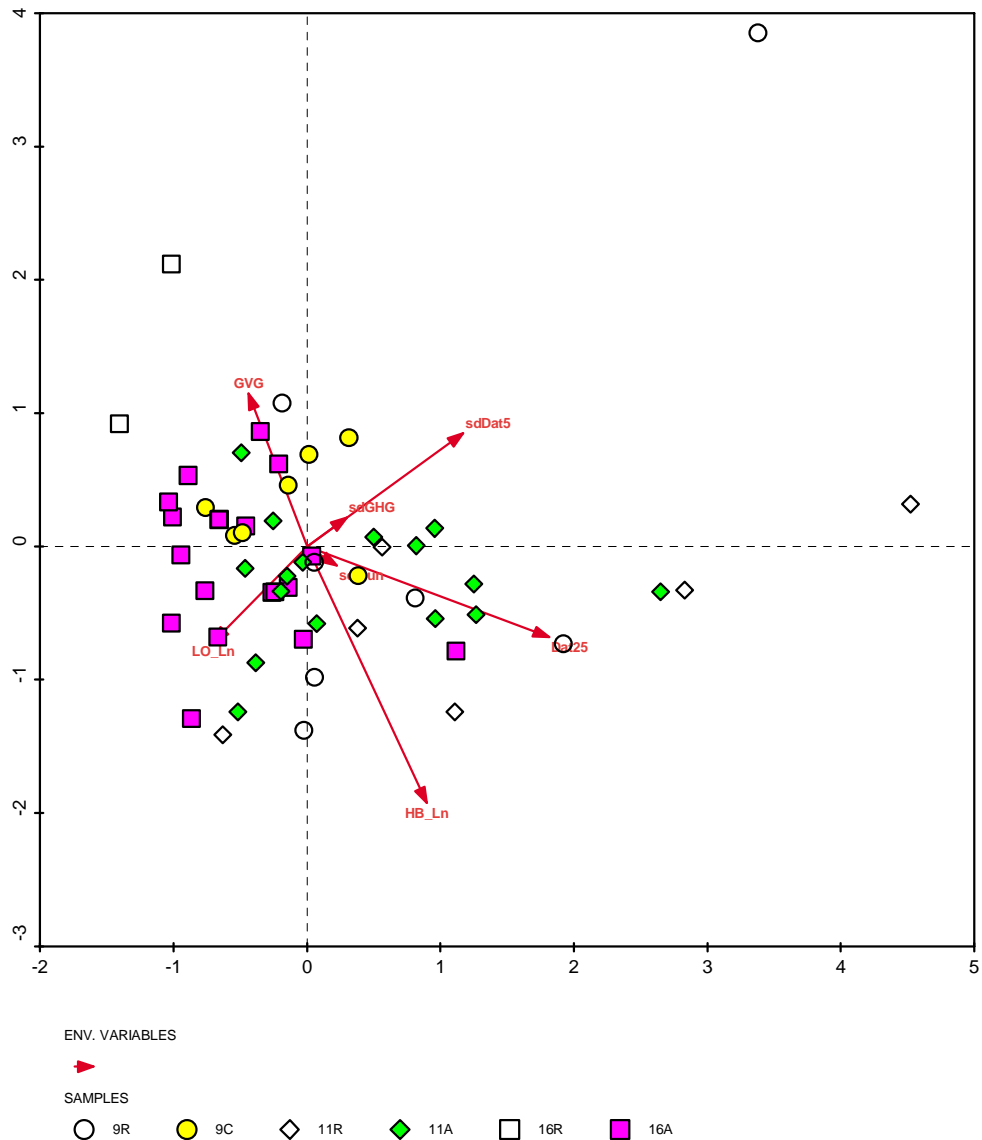
Figuur 6. CCA-diagram van de referentiepunten en standplaatsfactoren. (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

In Figuur 6. CCA-diagram van de referentiepunten en standplaatsfactoren is de positie van de referentiepunten langs de 1<sup>ste</sup> en 2<sup>e</sup> as van de ordinatie weergegeven ten opzicht van de standplaatsfactoren ( $R^2 = 20,1\%$ ). De punten zijn ingedeeld volgens de verbonden die ze vertegenwoordigen of als rompen op klasse-niveau.

- De punten zijn gerangschikt langs een vochtgradiënt, die bepaald wordt door GVG en de onderschrijdingsdatum op 25 cm. Met deze gradiënt zijn ook de standaardafwijking van GHG, inundatieduur en onderschrijdingsdatum op 5 cm gecorreleerd. Naarmate de GVG dieper is, is de spreiding van GHG groter. Naarmate het water later in het jaar onder 25 cm – mv zakt, is ook de spreiding voor de duurvariabelen groter.
- Haaks op deze vochtgradiënt staat een gradiënt die bepaald wordt door organische stof in de bovengrond en het leemgehalte in de ondergrond.

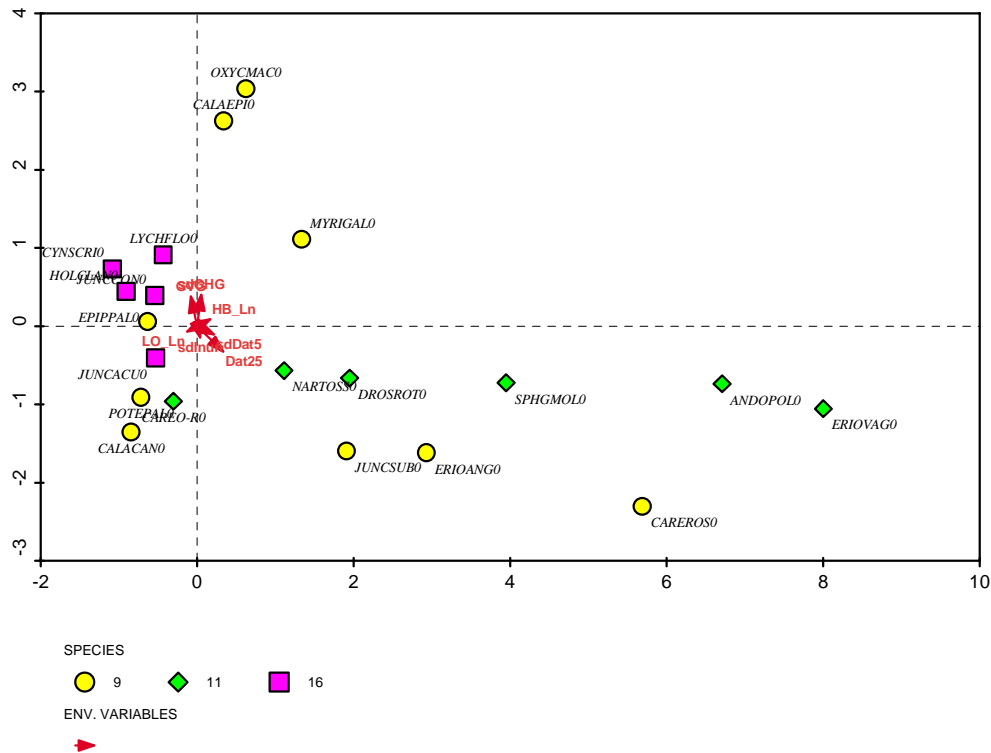


- Bij projectie op de 1<sup>ste</sup> en 3<sup>e</sup> as (Figuur 7), blijken sdGHG en sdDat5 min of meer haaks op de vochtgradiënt te staan.
- In deze projectie is het organische stofgehalte sterk negatief gecorreleerd met de GVG. Bij ondiepe grondwaterstanden komen door geringere afbraak hogere gehalten organische stof voor.
- Vegetatietypen van het *Knopbiesverbond* komen voor op de natste gronden, waarbij het water langere tijd ondieper dan 25 cm – mv voorkomt
- Het *Dopbeiverbond* komt veelal voor bij relatief diepere grondwaterstanden, maar een aantal referentiepunten komen juist ook voor op nattere locaties. Hierbij kan een grote spreiding voorkomen in de GHG bij diepere grondwaterstanden.
- Het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* lijkt zowel de diepere grondwaterstanden als langdurig ondiepe grondwaterstanden te mijden. Verder lijken deze vegetatietypen een voorkeur te hebben voor een lemige ondergrond.



Figuur 7. CCA-diagram van de referentiepunten en standplaatsfactoren (1<sup>ste</sup> en 3<sup>e</sup> as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

- Voor de rompgemeenschappen gelden dezelfde conclusies, maar de spreiding is groter dan voor de verbonden. Omdat het rompgemeenschappen betreft op het niveau van de vegetatieklasse, komen ze in een groter ecologisch bereik voor dan het verbond.
- Het percentage verklaarde variantie is voor deze analyse vrij laag ( $R^2 = 20,1\%$ ). Een groot deel van de variatie in de vegetatiesamenstelling wordt dus door andere factoren bepaald.

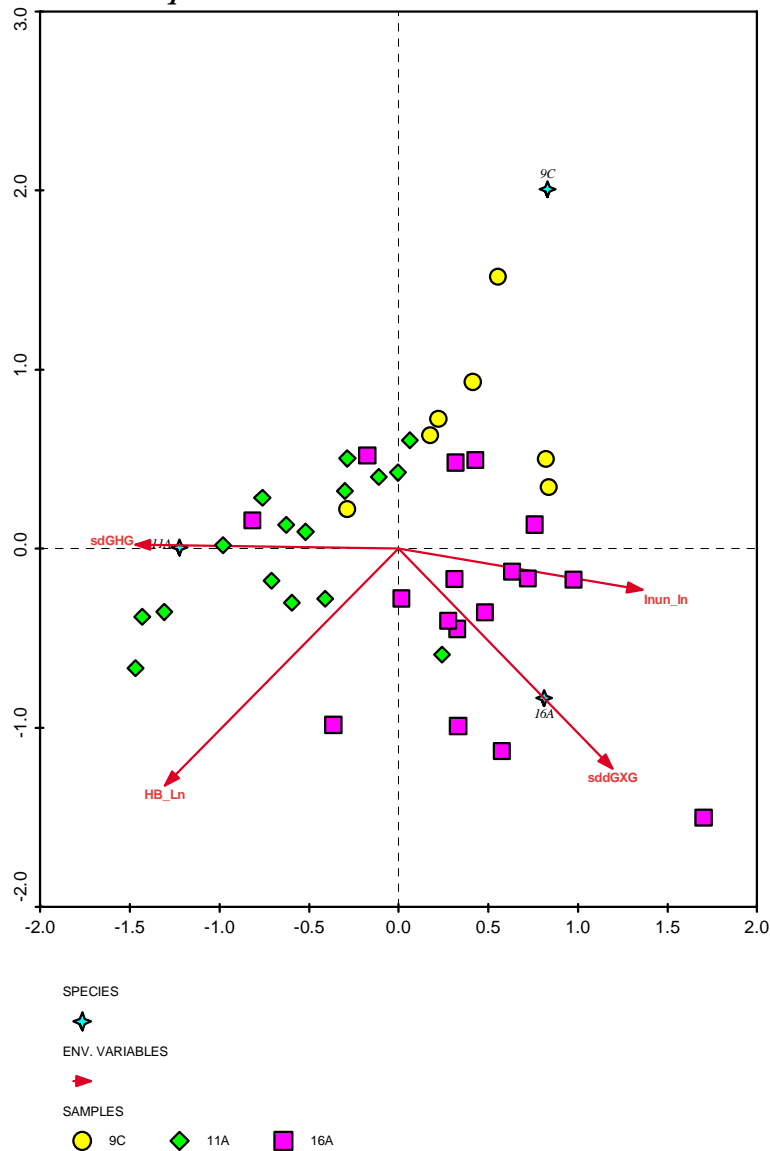


Figuur 8. Positie van enkele kensoorten in het CCA diagram voor alle opnamen (1<sup>ste</sup> en 2<sup>e</sup> as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

De positie van een aantal kensoorten van de verbonden en van associaties binnen de verbonden in het CCA diagram van alle referentiepunten is weergegeven in Figuur 8. Omdat de schaal van de diagrammen is geoptimaliseerd voor de respons van de referentiepunten (zie Figuur 6), zijn de pijlen voor de standplaatsfactoren in deze figuur relatief kort. De richting is echter hetzelfde.

- Aan de hand van de kensoorten is er een duidelijk onderscheid zichtbaar tussen de drie verbonden, dat vergelijkbaar is met de verschillen voor de referentiepunten.
- De kensoorten van het *Knopbiesverbond* komen bij verschillende omstandigheden voor.
- De kensoorten van het *Dopheiverbond* hebben een voorkeur voor plaatsen met een ondiepe GVG, maar verschillen onderling wel sterk voor de overschrijdingsduur op 25 cm – mv en de spreiding in de onderschrijdingsdatum op 5 cm.
- De kensoorten van het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* lijken wel een duidelijker voorkeur te hebben.

### CVA van alle opnamen



Figuur 9. CVA triplot voor drie verbonden (1<sup>ste</sup> en 2<sup>e</sup> as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

De CVA is uitgevoerd om het onderscheidend vermogen van de standplaatsfactoren voor de drie verbonden te onderzoeken. Hierbij zijn de rompen op klasse-niveau weggelaten. De respons van elk verbond is met een ster weergegeven in Figuur 9 ( $R^2 = 41,0\%$ ). De scores van de referentiepunten zijn weergegeven met verschillende symbolen voor het verbond waartoe ze behoren.

- De drie verbonden laten zich duidelijk onderscheiden als clusters van referentiepunten, maar binnen elk verbond lijken er ook duidelijke gradiënten te zijn voor de verschillende standplaatsfactoren

- Het *Knopbiesverbond (09C)* is overwegend gebonden aan humusarme standplaatsen met ondiepe grondwaterstanden, waar door een hoog kalkgehalte en/of lithotrofe kwel organische stof snel wordt afgebroken.
- Het *Dophei-verbond (11A)* komt op relatief drogere standplaatsen (minder lange inundaties) voor, met geringe spreiding voor de fluctuatie (sddGXG) over de jaren en soms een hoger organische stofgehalte als gevolg van zuurdere omstandigheden.
- Het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje (16A)* lijkt over het algemeen een grotere inundatieduur te hebben dan de andere verbonden en tevens een grotere spreiding in de fluctuatie.

#### 4.2.2.2 Analyse van het Knopbiesverbond

##### ***DCA van het Knopbiesverbond***

De gradiënten langs de eerste twee assen zijn langer dan 4 s.d. Daaruit volgt dat een unimodaal responsmodel (CCA) het beste past.

Veel variabelen zijn onderling sterk gecorreleerd ( $> 0,8$  of  $< -0,8$ ):

- De ‘dieptevariabelen’ zijn onderling sterk gecorreleerd, waarbij enerzijds GHG en GVG en anderzijds GLG en GNG sterk gecorreleerd zijn. Dat geldt ook voor bijbehorende standaardafwijkingen.
- De verschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum per dieptegrens zijn sterk gecorreleerd en vaak ook met de naastliggende dieptegrens. Dat geldt ook voor bijbehorende standaardafwijkingen.
- De bodemkenmerken zijn niet sterk gecorreleerd met de grondwaterkarakteristieken.
- Het organische stofgehalte in bovengrond is niet gecorreleerd met andere bodemkenmerken.
- De leemgehalten in boven- en ondergrond zijn sterk gecorreleerd
- Het organische stofgehalte in de ondergrond is sterk negatief gecorreleerd met het leemgehalte, zowel in de boven- als ondergrond

Sterke correlaties komen ook tot uiting in een hoge VIF, vooral voor de meeste dieptevariabelen.

##### ***CCA Knopbiesverbond***

Voor het *Knopbiesverbond* kan geen significant CCA-model worden afgeleid. De variatie in de bedekking van de plantensoorten wordt kennelijk door andere factoren bepaald.

##### ***CVA Knopbiesverbond***

Voor het *Knopbiesverbond* kan geen significant CVA-model worden afgeleid. Dat komt omdat van de meeste vegetatietypen binnen dit verbond slechts één referentiepunt beschikbaar is.

### 4.2.2.3 Analyse van het Dophei-verbond

#### ***DCA van het Dophei-verbond***

De gradiënten langs de eerste twee assen zijn iets korter dan 4 s.d. Daaruit volgt dat een unimodaal responsmodel (CCA) het beste past.

Veel variabelen zijn sterk onderling gecorreleerd ( $> 0,8$  of  $< -0,8$ ):

- De 'dieptevariabelen' zijn onderling sterk gecorreleerd. Dat geldt ook voor de bijbehorende standaardafwijkingen.
- De dieptevariabelen zijn vaak ook sterk gecorreleerd met overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum op 25 cm.
- De overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum per dieptegrens zijn sterk gecorreleerd, maar niet met de naastliggende dieptegrens. Dit geldt ook voor de bijbehorende standaardafwijkingen.
- De bodemkenmerken zijn niet onderling gecorreleerd.
- De bodemkenmerken zijn niet gecorreleerd met grondwaterkenmerken.

Sterke correlaties komen ook tot uiting in een hoge VIF, vooral voor de meeste dieptevariabelen.

#### ***CCA van het Dophei-verbond***

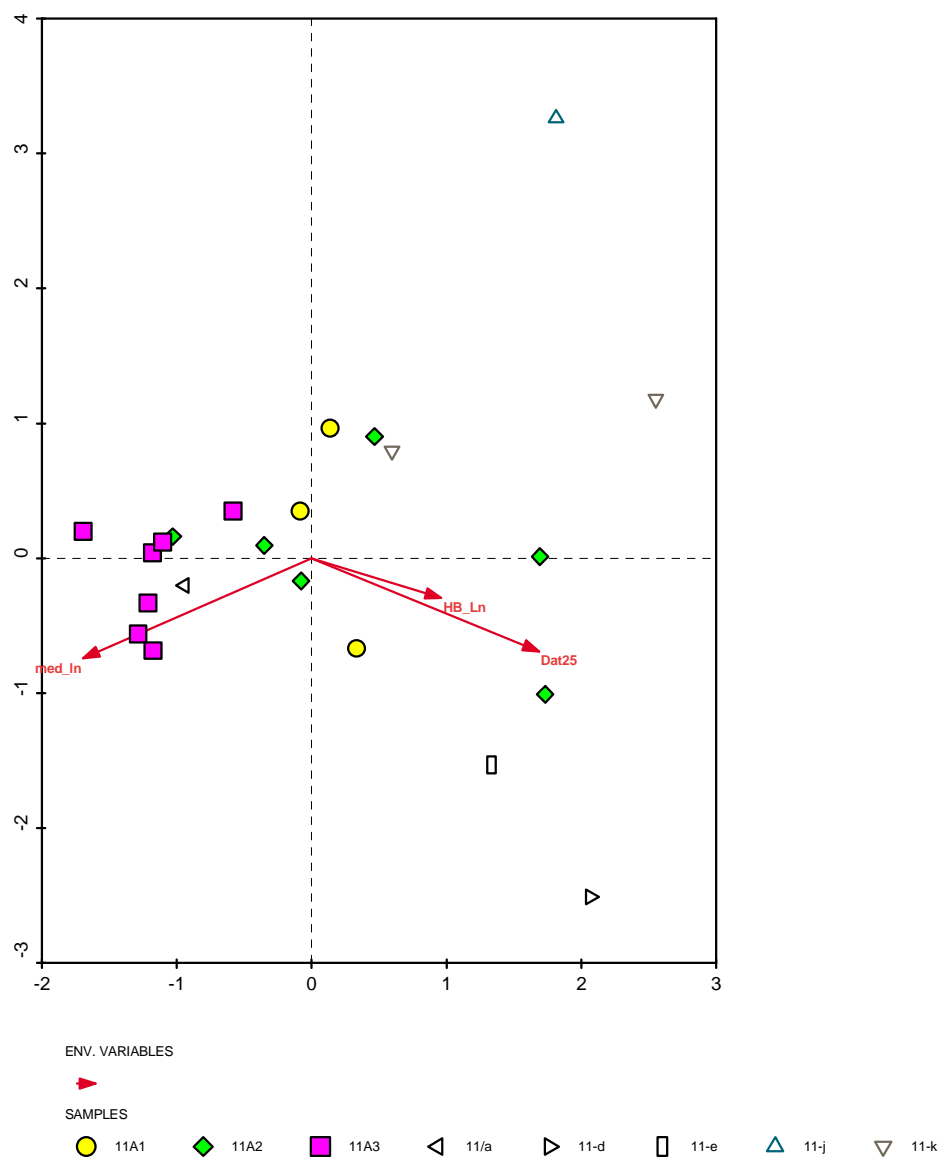
In Figuur 10 is de positie van de referentiepunten langs de 1<sup>ste</sup> en 2<sup>e</sup> as van de ordinatie voor het *Dophei-verbond* weergegeven ( $R^2 = 27,9$  %). De punten zijn ingedeeld volgens de vegetatietypen, op het niveau van Associatie of rompgemeenschap.

- De referentiepunten zijn geordend langs een vochtgradiënt die in de eerste plaats bepaald wordt door de mediaan van de grondwaterstanden. Langs deze gradiënt wordt 11A3 (*Associatie van Kraaibei en Gewone Dophei*) duidelijk onderscheiden van de andere associaties en van de meeste rompgemeenschappen die op nattere standplaatsen voorkomen. Alleen 11/a (*DG Wilde gage*) komt bij dezelfde grondwaterstanden voor.

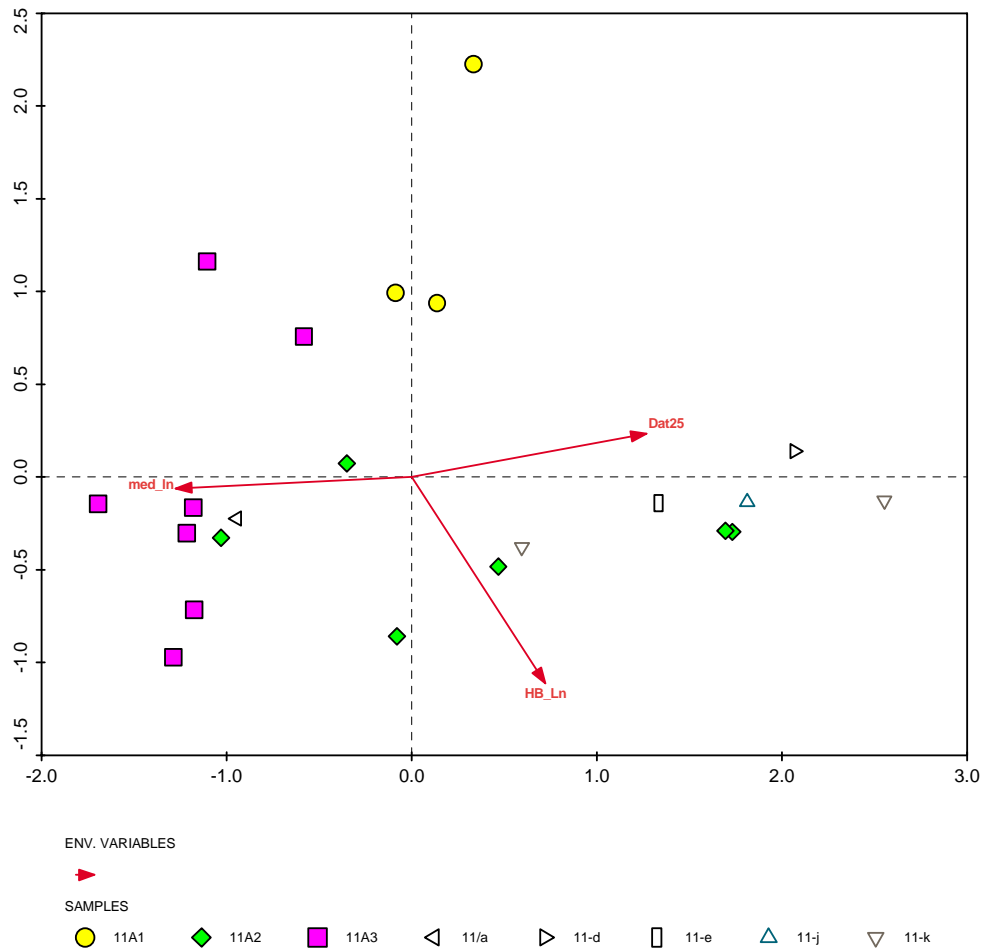
Het organische stofgehalte in de bovengrond (HB\_Ln) is gecorreleerd aan de onderschrijdingsdatum op 25 cm, wat betekent dat bij langdurig natte omstandigheden meer organische stof accumuleert.

Voor de CCA binnen het *Dophei-verbond* is de ordinatie langs de 1<sup>ste</sup> en 3<sup>e</sup> as uitgezet in Figuur 11.

- De derde as is vrij sterk gecorreleerd met het organische stofgehalte van de bovengrond (HB\_Ln).
- Langs deze gradiënt wordt 11A1 (*Associatie van Moeraswolfskluun en Snavelbies*) duidelijk onderscheiden van de andere vegetatietypen door een lager organische stofgehalte. Deze associatie komt als pioniergemeenschap voor op plagplekken en in karresporen op de natte heide (Schaminée *et al.*, 1995) en onderscheidt zich met een lager organische stofgehalte duidelijk van 11A2 (*Associatie van Gewone Dophei*) die als later successiestadium van hetzelfde milieu beschouwd moet worden.
- De rompgemeenschappen lijken alle een hoog organische stofgehalte en een late onderschrijdingsdatum op 25 cm gemeen te hebben.

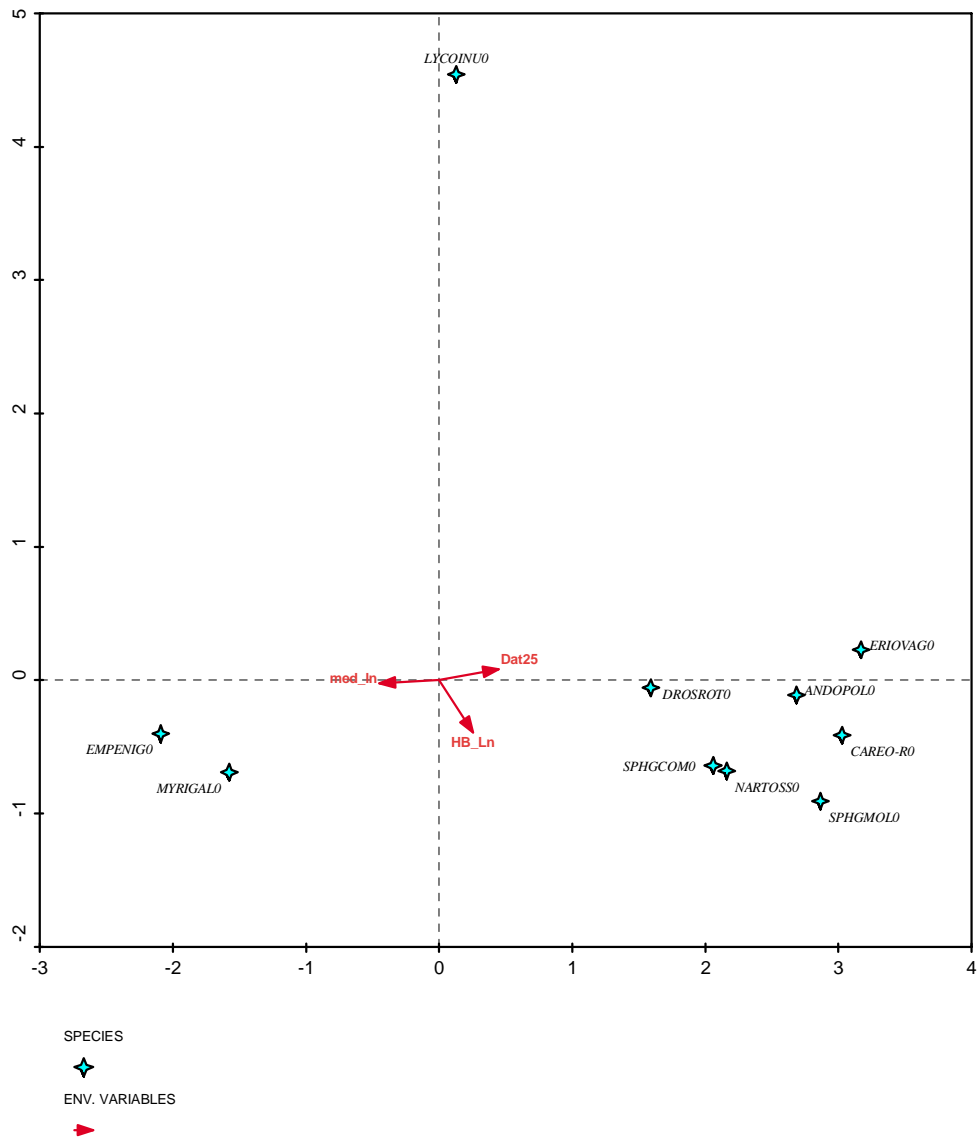


Figuur 10. CCA-diagram van referentiepunten en standplaatsfactoren binnen het Dopbeï-verbond (1ste en 2e as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).



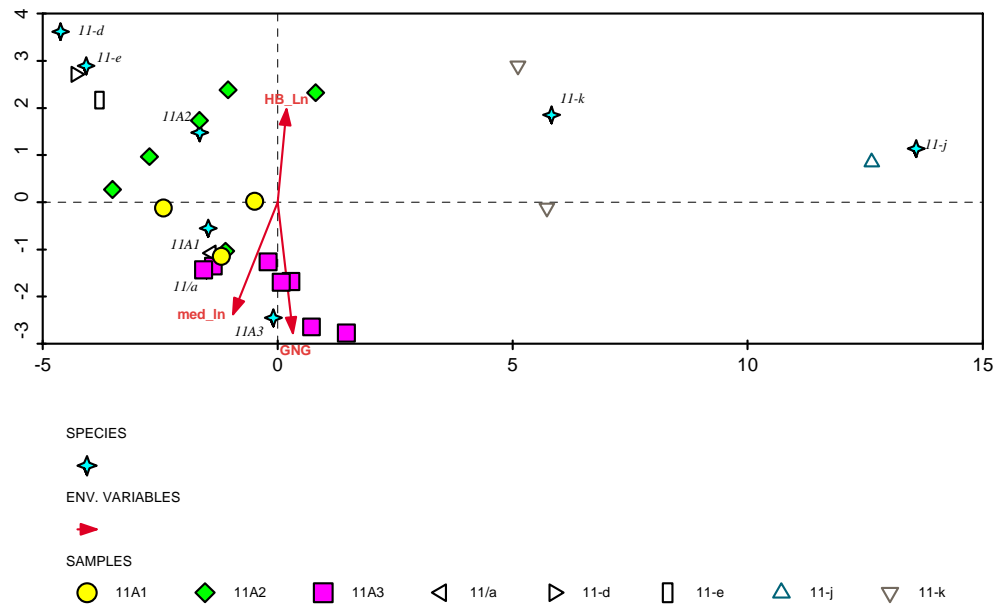
Figuur 11. CCA-diagram van referentiepunten en standplaatsfactoren binnen het Dopbeï-verbond (1ste en 3e as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).





Figuur 12. Positie van enkele kensoorten van de associaties en naamgevende soorten voor de rompgemeenschappen in het CCA-diagram van referentiepunten en standplaatsfactoren binnen het Dophei-verbond (1ste en 2e as; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

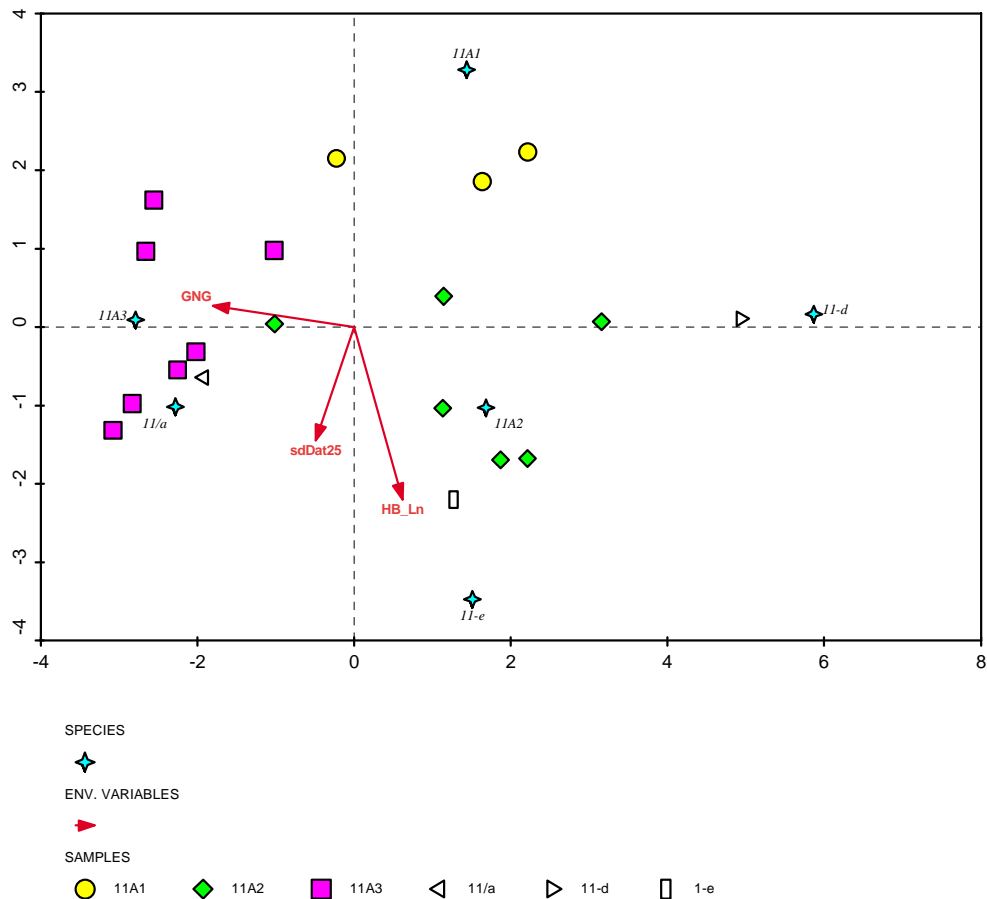
## CVA Dophei-verbond



Figuur 13. Triplot voor associaties en rompgemeenschappen binnen het Dophei-verbond (1<sup>ste</sup> en 2<sup>e</sup> as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

De respons van de vegetatietypen van het Dophei-verbond op de standplaatsfactoren is onderzocht doormiddel van een CVA (Figuur 13,  $R^2 = 32,2\%$ ). De respons van elk vegetatietype is weergegeven door een ster. De scores van de referentiepunten zijn weergegeven met verschillende symbolen voor de vegetatietypen waartoe ze behoren.

- In de CVA worden de drie associaties binnen het Dophei-verbond vrij duidelijk onderscheiden.
- De eerste as is niet duidelijk gecorreleerd aan standplaatsfactoren. Langs deze as nemen Klasse-rompgemeenschappen 11-j (RG Geelgroene zegge/Dwergzegge) en 11-k (RG Beenbreek) een duidelijk afwijkende plaats in, in vergelijking met de andere vegetatietypen, zonder dat dit aan één van de standplaatsfactoren gerelateerd is. Door deze uitbijters komt de relatie van de andere vegetatietypen met de standplaatsfactoren ook minder duidelijk tot uiting.

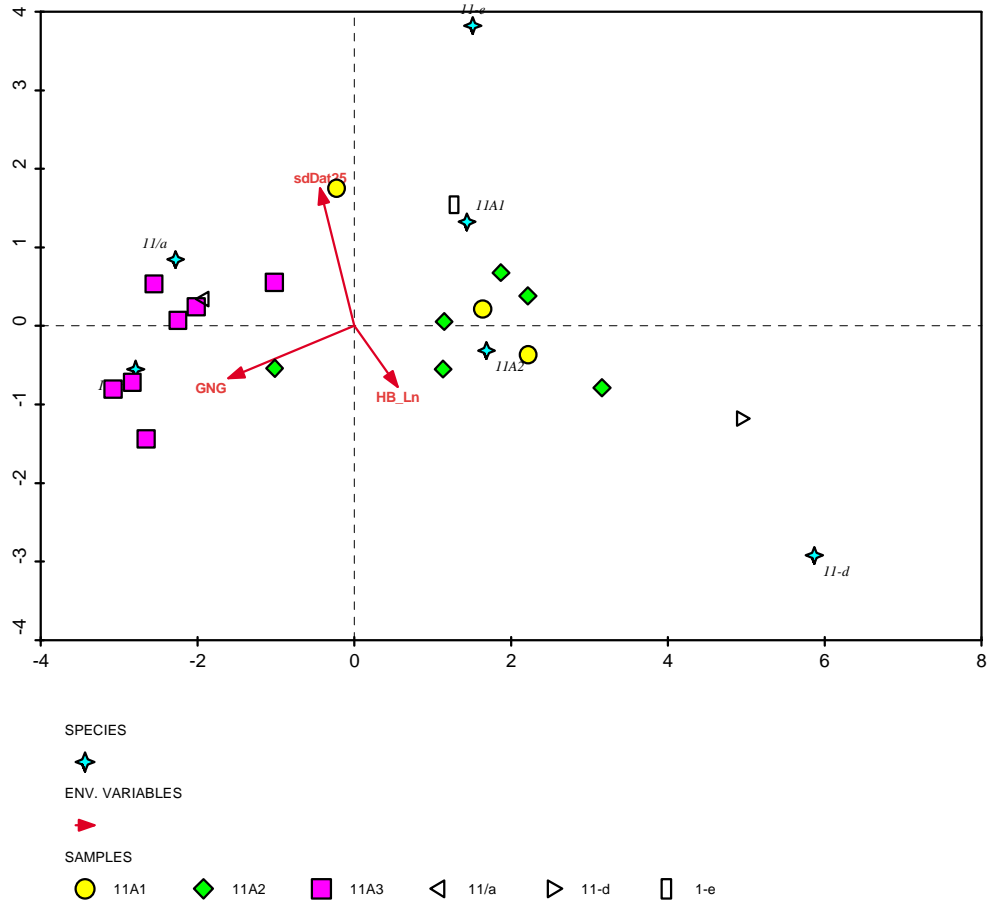


Figuur 14. Triplot voor associaties en rompgemeenschappen binnen het Dopbeivereinbond, zonder 11-j en 11-k (1ste en 2e as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

In Figuur 14 is de respons van de vegetatietypen van het Dopbeivereinbond op de standplaatsfactoren weergegeven met weglating van de uitbijters 11-j en 11-k (Figuur 13) doormiddel van een CVA ( $R^2 = 37,6\%$ ). Hierin komt de relatie van de vegetatietypen met de standplaatsfactoren duidelijker naar voren.

- De eerste as beschrijft een gradiënt van de GNG, waarlangs 11A3 (*Associatie van Kraaihei en Gewone dophei*) en 11/a (*DG Wilde gagel*) duidelijk onderscheiden worden van de andere associaties en rompgemeenschappen die allen op nattere standplaatsen voorkomen.
- Aan het andere eind van deze gradiënt komt 11-d (*RG Eenaarig wollegras / Veenmos*) voor op de natste standplaatsen.
- Langs de tweede as onderscheidt de *Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies* (11A1) zich met een lager organische stofgehalte dan 11A2 (*Associatie van Gewone dophei*). Dat komt omdat deze associatie voor komt op geplagde plekken in de hei.
- In dezelfde richting neemt langs de tweede as ook de spreiding toe van de onderschrijdingsdatum op 25 cm – mv. De variatie van jaar tot jaar in de datum dat het water onder deze stand zakt, lijkt bij 11A1 kleiner te zijn dan

bij 11A2. Bij projectie op de 3<sup>e</sup> as (Figuur 15) blijkt dat dit waarschijnlijk maar voor één referentiepunt geldt. De significantie van deze variabele in het model is ook vrij klein ( $P=0,046$ ; zie 0).



Figuur 15, Triplot voor associaties en rompgemeenschappen binnen het Dopbeivverbond, zonder 11-j en 11-k (1ste en 3e as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

#### 4.2.2.4 Analyse van het Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje

Omdat er voldoende referentiepunten zijn is voor het *Blauwgrasland* (16A1) de analyse uitgevoerd op het niveau van de subassociaties.

##### ***DCA van het Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje***

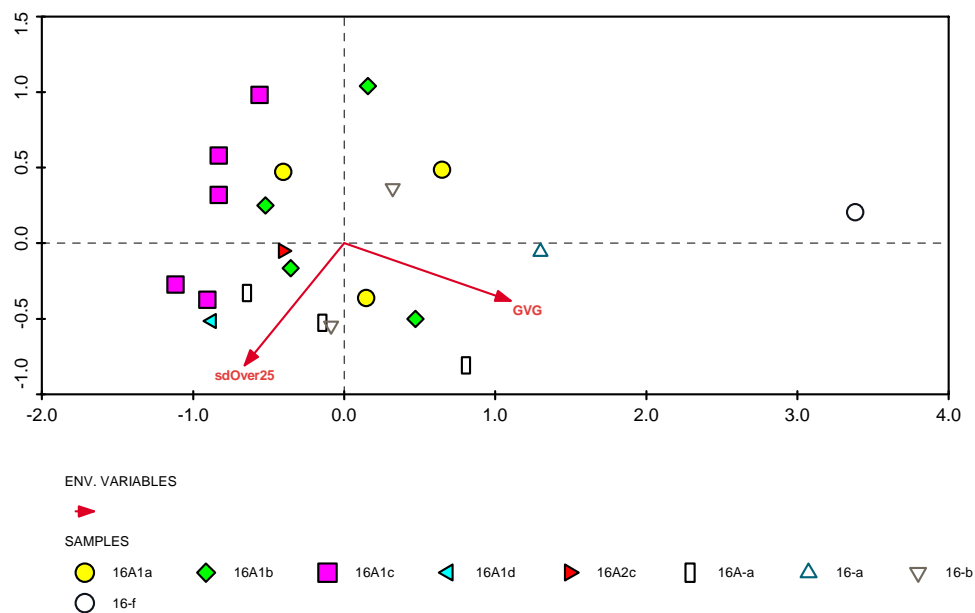
De gradiënt langs de eerste twee assen is  $> 4$  s.d. en langs de derde as bijna 4 s.d. Daaruit volgt dat een unimodaal responsmodel (CCA) het beste past.

Veel variabelen zijn onderling sterk gecorreleerd ( $> 0,8$  of  $< -0,8$ ), maar minder vaak dan bij de andere verbonden:

- Een deel van de 'dieptevariabelen' zijn onderling sterk gecorreleerd. Dat geldt dan voor al voor 'nabijgelegen' variabelen als GHG en GVG, GNG en GLG. Soms geldt dit ook voor de bijbehorende standaardafwijkingen.
- Dieptevariabelen zijn vaak ook sterk gecorreleerd met overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum. De GVG is sterk gecorreleerd met overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum op 5 en 25 cm. De onderschrijdingsdatum op 25 cm – mv. is ook sterk gecorreleerd met de 'diepere' dieptevariabelen (GLG, GNG, GG en mediaan).
- Datum van droogvallen en inundatieduur zijn sterk gecorreleerd.
- Overschrijdingsduur en onderschrijdingsdatum op 5 en 25 cm per dieptegrens sterk gecorreleerd maar ook met naastliggende dieptegrens (5 en 25 cm), niet met 0 cm
- Bodemkenmerken zijn onderling vaak gecorreleerd
- Bodemkenmerken zijn niet gecorreleerd met grondwaterkenmerken

Sterke correlaties komen ook tot uiting in een hoge VIF, vooral voor de meeste dieptevariabelen.

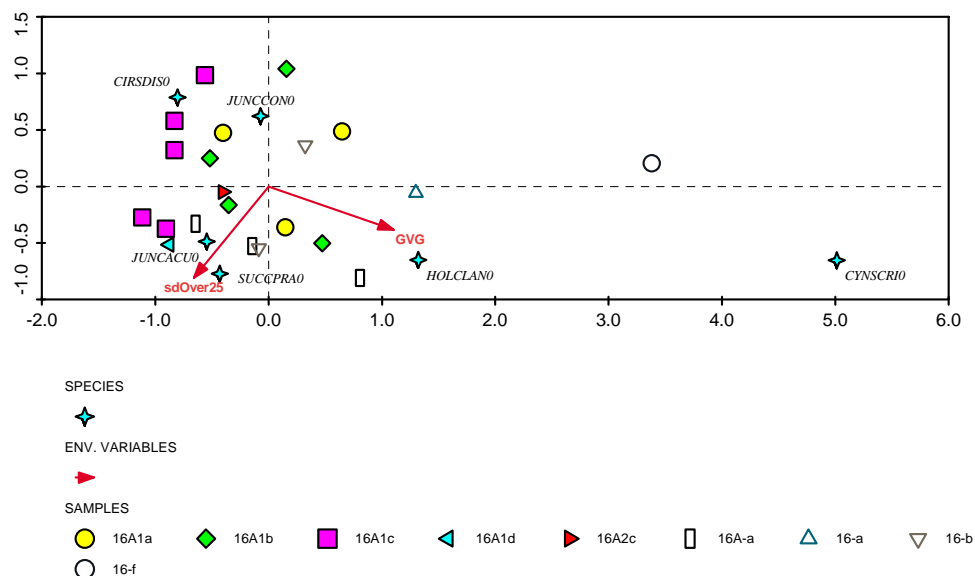
### CCA Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje



Figuur 16 CCA-diagram van referentiepunten en standplaatsfactoren binnen het Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje (1<sup>ste</sup> en 2<sup>e</sup> as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

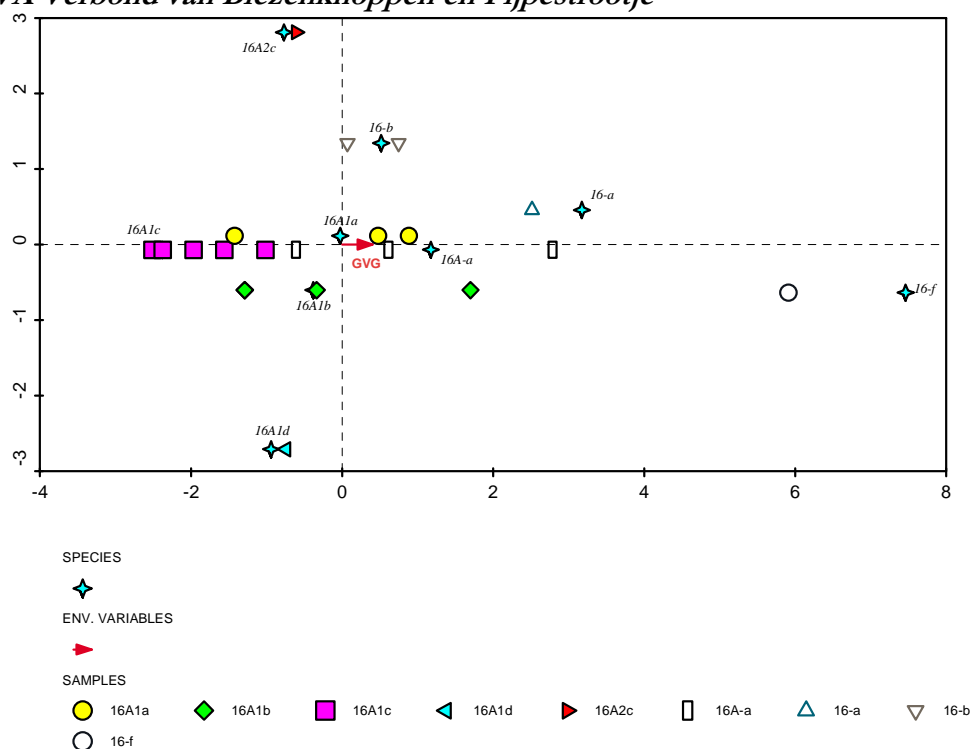
In Figuur 16 is de positie van de referentiepunten langs de 1<sup>ste</sup> en 2<sup>e</sup> as van de ordinarie weergegeven ( $R^2 = 18,3\%$ ). De punten zijn ingedeeld volgens de vegetatietypen, op het niveau van subassociatie of rompgemeenschap.

- De eerste as is min of meer gecorreleerd aan de GVG, terwijl, ongeveer haaks daarop de spreiding van de overschrijdingsduur op 25 cm staat. Langs deze as komt ook de grootste spreiding voor.
- De subassociaties binnen het *Blaauwgrasland* worden niet duidelijk onderscheiden, behalve de *Subassociatie van Melkeppe (16A1c)* die vooral bij een ondiepe GVG voorkomt.
- De *Veldrus-associatie (16A2)* en de *Rompgemeenschap van Veldrus (16-b)* komen in hetzelfde deel van de gradiënt voor als het *Blaauwgrasland*.
- De RG *Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem (16-a)* en RG *Kamgras, Rood zwenkgras en Moerasrolklaver (16-f)* komen op drogere standplaatsen voor dan de andere vegetatietypen.
- De RG *Blauwe knoop en Blauwe zegge (16A-a)* lijkt zich te onderscheiden van de *Typische subassociatie (16A1a)* en de *Subassociatie van Borstelgras (16A1b)* door een iets grotere spreiding van de overschrijdingsduur op 25 cm – mv. Het kan zijn dat door de variabele overschrijdingsduur de meer kritische kensoorten van het *Blaauwgrasland* verdwenen zijn in een relatief nat of droog jaar. Hoewel de *Subassociatie van Parnassia (16A1d)* slechts door één referentiepunt vertegenwoordigd wordt, lijkt deze geen last te hebben van een variabele overschrijdingsduur.



Figuur 17. Positie van enkele kensoorten van de (sub)associaties en naamgevende soorten voor de rompgemeenschappen in het CCA-diagram van referentiepunten en standplaatsfactoren binnen het Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje (1ste en 2e as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

## CVA Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje



Figuur 18. Triplot voor associaties en rompgemeenschappen binnen het Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje (1ste en 2e as). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1; voor de betekenis van de gebruikte codering van de variabelen, zie Bijlage 6).

De respons van de vegetatietypen van het Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje op de standplaatsfactoren is onderzocht doormiddel van een CVA (Figuur 18,  $R^2 = 9,9\%$ ). De respons van elk vegetatietype is weergegeven door een ster. De scores van de referentiepunten zijn weergegeven met verschillende symbolen voor de vegetatietypen waartoe ze behoren.

- In de CVA blijkt slechts één variabele (GVG) een significante bijdrage te leveren aan de variatie van de vegetatietypen. Het percentage verklarende variantie van het model is dan ook laag.
- De eerste as is volledig bepaald door de GVG. De spreiding langs de tweede as wordt bepaald door factoren die niet in het model zijn opgenomen.
- Net als bij de CCA zijn de vegetatietypen min of meer geordend langs een vochtgradiënt met aan de natte kant de *Subassociatie van Melkeppe (16Aac)* en aan de droge kant de *RG Kamgras, Rood zwenkgras en Moerasrolklaver (16-f)* en *RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem (16-a)*. Voor de overige vegetatietypen is het onderscheid minder duidelijk te maken.

### 4.2.3 Conclusies

In de analyses voor de verschillende verbonden en voor de gehele dataset zijn verschillende grondwaterkarakteristieken en bodemkenmerken als meest relevant geselecteerd. Dit is samengevat in Tabel 4.

Tabel 4. Selectie relevante grondwaterkarakteristieken en bodemkenmerken.

	Alles		Knopbies-verbond		Dophei - verbond			Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje	
	CCA	CVA	CCA	CVA	CCA	CVA1	CVA2	CCA	CVA
<b>R<sup>2</sup> (%)</b>	<b>20,1</b>	<b>41,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>27,9</b>	<b>32,2</b>	<b>37,6</b>	<b>18,3</b>	<b>9,9</b>
sdGHG	■	■						■	■
GVG									■
GNG						■	■		
Med_ln					■	■			
sddGXG		■							
Inun_Ln		■							
sdInun	■								
sdDat5	■								
sdOver25								■	
Dat25	■				■				
sdDat25							■		
HB_Ln	■	■			■	■	■		
LO_Ln	■								

#### Legenda

■	significant ( $0,01 < P < 0,05$ )
■	sterk significant ( $0,002 < P < 0,01$ )
■	zeer sterk significant ( $P \leq 0,002$ )

Uit de resultaten van de analyses en de samenvatting in Tabel 4 kunnen een aantal belangrijke conclusies getrokken worden ten aanzien van de meest relevante grondwaterkarakteristieken.

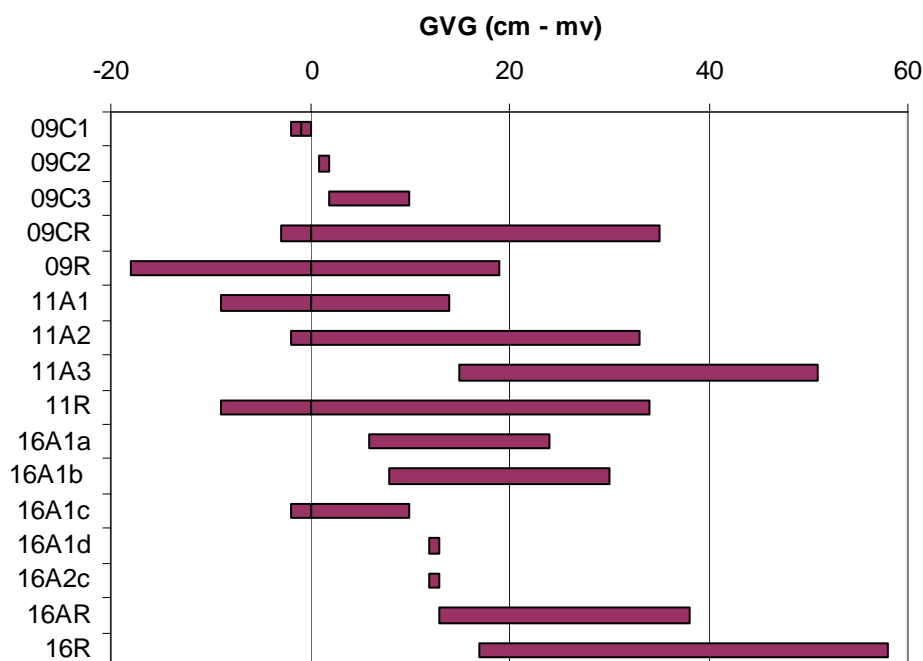
- De selectie van de grondwaterkarakteristieken is in hoge mate afhankelijk van het niveau waarop de analyse plaats vindt (klasse- of verbond), maar bij de analyse op verbondsniveau, ook van het verbond waarvoor de analyse uitgevoerd wordt. Dit betekent dat het niet goed mogelijk is om een set van 'universele' grondwaterkarakteristieken te selecteren.
- De analyse op het niveau van *plantensoorten* (CCA) geeft een minder goed beeld dan de vergelijking op niveau van *vegetatietype* (CVA) bij de gehele dataset en bij het *Dophei-verbond* (11A). Bij het *Verbond van Biezenknoppen en Pijpestrootje* (16A) is het andersom, maar geven beide modellen een vrij laag percentage verklarende variantie ( $R^2$  18,3 en 9,9 %).
- Op het hoogste niveau wordt de respons van de soorten (CCA) bepaald door een groot aantal variabelen, waaronder drie die de spreiding tussen jaren beschrijven. Kennelijk verschilt de stabiliteit van het grondwaterstandsverloop tussen de verbonden, waarbij de mate van spreiding ook afhankelijk is van het grondwater regime. Het *Dophei-verbond* komt voor bij relatief diepere grondwaterstanden (GVG), waarbij ook de spreiding van GHG



groter is dan voor de andere vegetatietypen. Op dezelfde manier neemt de spreiding van inundatieduur en onderschrijdingsdatum op 5 cm toe met de onderschrijdingsdatum op 25 cm.

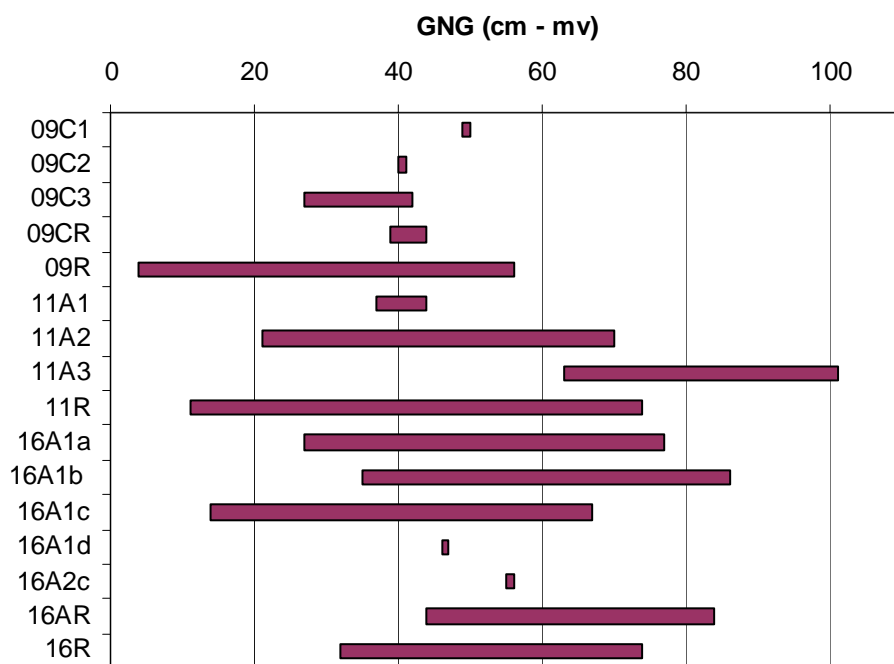
- Naast de grondwaterkarakteristieken blijken ook het leemgehalte in de ondergrond en organische stofgehalte in de bovengrond een onderscheidend vermogen te hebben voor de verbonden. Het leemgehalte in de ondergrond is bepalend voor de vochnalevering bij wat diepere grondwaterstanden.
- Voor het organische stofgehalte is er sprake van een zekere terugkoppeling. Een hoger organische stofgehalte helpt weliswaar bij het op peil houden van de vochtvoorziening in droge tijden, maar is zelf vaak gekoppeld aan (langdurig) ondiepe grondwaterstanden. Dit geldt vooral voor het *Dophei-verbond*. De zuurgraad speelt hierbij echter ook een rol, wat tot uiting komt in een laag organische stofgehalte bij het *Knopbiesverbond* en een hoog gehalte bij het *Dophei-verbond*.
- Op dit niveau wordt het onderscheid tussen de drie verbonden (CVA) bepaald door organische stof in de bovengrond, inundatieduur en de spreiding van GHG en fluctuatie (sdGHG en sddGXG).
- Voor het *Knopbiesverbond (09C)* kon geen enkel significant model afgeleid worden. Het aantal opnamen was hier te beperkt voor en het aantal herhalingen per vegetatietype onvoldoende voor een CVA. De variatie binnen dit verbond wordt kennelijk ook vooral bepaald door andere factoren, zoals wellicht saliniteit of kalkrijkdom in de duinvalleien.
- Binnen het *Dophei-verbond* zijn de mediaan (CCA en CVA1) en de GNG (CVA) de belangrijkste grondwaterkarakteristieken, bij de CCA samen met de onderschrijdingsdatum op 25 cm.
- Het organische stofgehalte in de bovengrond is in het *Dophei-verbond* relevant voor zowel soorten als vegetatietypen. Verschillen hangen enerzijds samen met grondwaterkarakteristieken, waarbij op natte standplaatsen organische stof accumuleert, maar lage organische stofgehalten kunnen ook veroorzaakt zijn door afplaggen van de heide.
- Het *Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje* is het enige waarbinnen de GVG onderscheidend is voor de respons van de plantensoorten (CCA) en de vegetatietypen (CVA). Binnen dit verbond is verder alleen de spreiding van de overschrijdingsduur op 25 cm relevant.
- Uit de onderzochte dataset kan een aantal conclusies getrokken worden, zoals hierboven beschreven. Het blijkt echter ook dat op een aantal punten de dataset nog onvoldoende is, omdat er voor veel vegetatietypen te weinig herhalingen zijn. Dit is vooral een probleem binnen het *Knopbies-verbond*, maar geldt ook voor delen van de andere onderzochte verbonden.
- In dit onderzoek is vooral gezocht naar de meest bruikbare grondwaterkarakteristieken, waarbij organische stof en leemgehalte zijn meegenomen vanwege de veronderstelde relatie met de vochtvoorziening. Het is duidelijk dat de variatie in de vegetatie niet alleen door grondwaterkarakteristieken bepaald wordt, maar ook door bodemeigenschappen en grondwaterkwaliteit. In een ander onderzoek (Hommel *et al.*, 2006) wordt hier aandacht aan besteed.

Uit de ordinatiediagrammen kan afgelezen worden wat de meest relevante grondwaterkarakteristieken zijn, maar het is niet mogelijk daarvoor grenswaarden af te leiden. In figuur 19 t/m 22 is voor de belangrijkste grondwaterkarakteristieken het bereik per vegetatietype uitgezet. Vanwege de beperkte omvang van de dataset moet dit als een indicatie worden gezien. Bij sommige vegetatietypen lijkt de spreiding in de figuren heel klein te zijn (zoals bij 09C2). Dat komt echter omdat daar slechts één referentiepunt van beschikbaar was. Bij de rompgemeenschappen is de spreiding erg groot. Dat komt echter ook omdat de rompgemeenschappen samen genomen zijn.

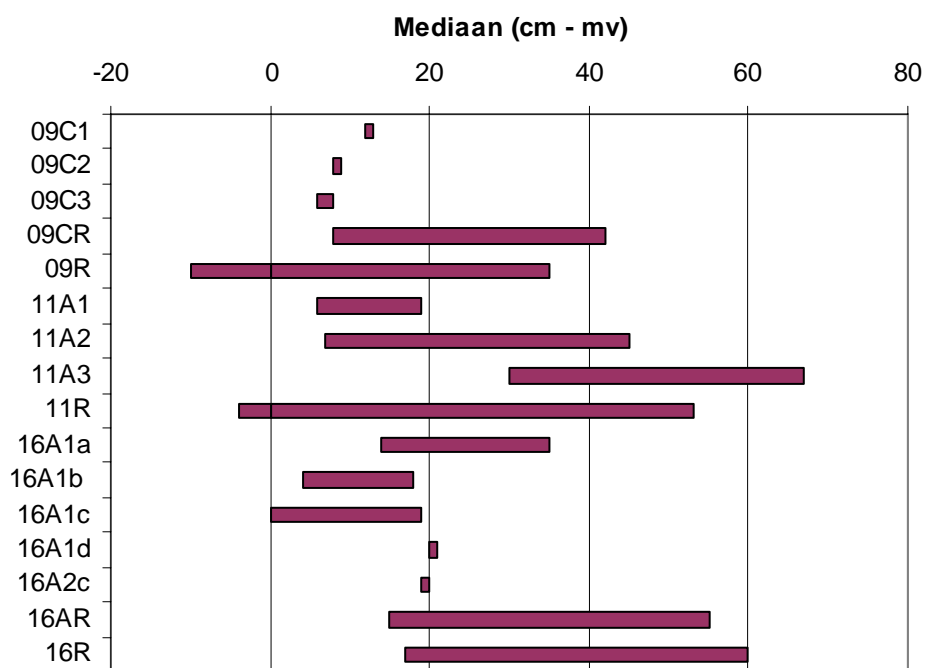


Figuur 19. Bereik van GVG waarden per vegetatietype (rompgemeenschappen zijn samengenomen). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1).

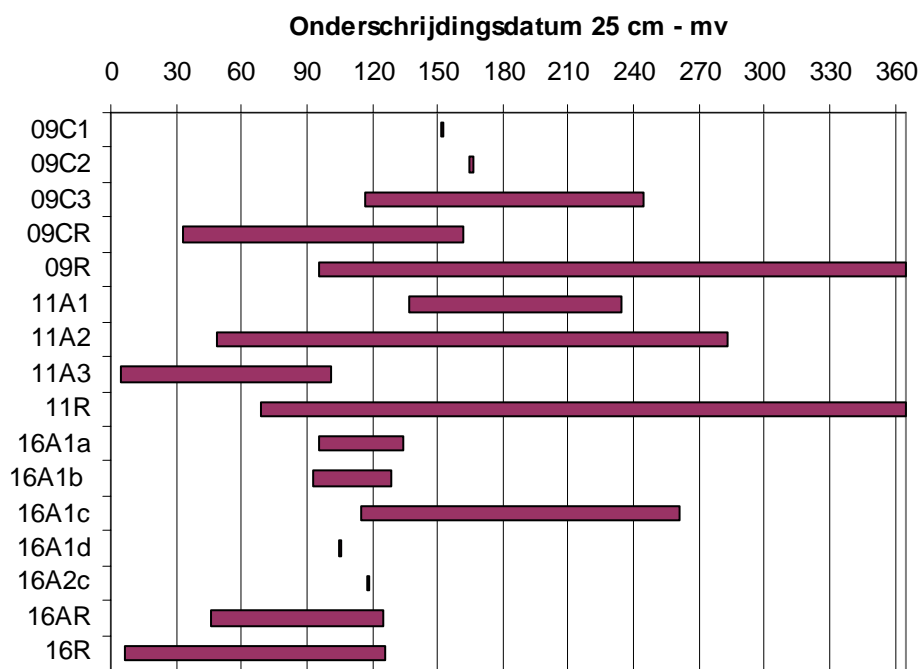
In Figuur 19 is een duidelijk vochtgradiënt te zien voor de associaties binnen het *Dophei-verbond*, waarbij 11A1 (Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbies) en 11A3 (Associatie van Kraaihei en Gewone dophei) een bereik hebben dat elkaar wederzijds uitsluit, terwijl 11A2 een tussenpositie inneemt die de andere associaties deels opverlapt. Deze verschillen zijn nog duidelijker voor de GNG (Figuur 20) en mediaan (Figuur 21). Binnen de *Blauwgraslanden (16A1)* heeft 16A1c (subassociatie van Melkeppe) een ondiepere GVG dan de overige subassociaties.



Figuur 20. Bereik van GNG waarden per vegetatietype (rompgemeenschappen zijn samengenomen). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1).



Figuur 21. Bereik van Mediaan waarden per vegetatietype (rompgemeenschappen zijn samengenomen). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1).



*Figuur 22. Bereik van de onderschrijdingsdatum op 25 cm per vegetatietype (rompgemeenschappen zijn samengenomen). (Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1).*



## 5 Aanbevelingen voor de SBB-catalogus

Uit de vergelijking van de vochtklassen in de SBB-catalogus met de vochtkenmerken van de referentiepunten (Hoofdstuk 3) is naar voren gekomen dat het éénduidig toekennen van deze vochtklassen op basis van GHG, GLG en inundatieduur niet goed gaat. Voor zover dat wel lukt, blijkt in ongeveer de helft van de gevallen de vochtklasse niet overeen te komen met de vochttoestand in de referentiepunten. Meestal is de schatting van de vochtklasse in de catalogus te droog.

Een betere beschrijving van het grondwaterregime kan verkregen worden door het afleiden van verschillende grondwaterkenmerken, in combinatie met bodemkenmerken. In Hoofdstuk 4 is onderzocht welke grondwaterkenmerken de variatie in de vegetatie het beste verklaren. Binnen de drie onderzochte verbonden en verwante rompgemeenschappen zijn GHG en GLG nergens als significante grondwaterkenmerk naar voren gekomen en inundatieduur alleen bij de CVA op het hoogste niveau. Het blijkt dat de selectie van grondwaterkenmerken ook sterk afhankelijk is van het bereik van de onderzochte dataset en de ecologische positie ervan. Een meer flexibele aanpak zou kunnen inhouden dat op verschillende hiërarchische niveaus, tussen klassen, tussen verbonden binnen een klasse en tussen associaties binnen een verbond volgens de in hoofdstuk 4 gehanteerde methode wordt onderzocht welke grondwaterkenmerken het meest relevant zijn en dat op basis van de respons van de vegetatietypen voor die grondwaterkenmerken het bereik wordt aangegeven. Om dit voor alle vegetatietypen in de SBB-catalogus te doen stuit waarschijnlijk op praktische en financiële bezwaren. Een alternatief kan dan zijn om binnen een aantal landschappen (bijvoorbeeld duinen en beekdalen) een aantal cruciale vegetatietypen of verbonden te selecteren en daar de analyse voor uit te voeren. Door de sturing van de hydrologie op die typen te concentreren, zullen de condities voor minder kritische vegetatietypen ook verbeterd kunnen worden.

Essentieel voor het afleiden van bovengenoemde relaties van grondwaterkenmerken met vegetatietypen, maar ook voor de sturing van het beheer, is dat er voldoende betrouwbare meetreeksen beschikbaar zijn. Dit zal niet altijd het geval zijn. Dit gemis kan deels ondervangen worden door het afleiden van vertaalfuncties, waarmee bijvoorbeeld een onderschrijdingsdatum of een GNG voorspeld kan worden uit kortere reeksen of schattingen van GHG en GLG. Op basis van empirische kennis en de in de analyses gevonden correlaties, kunnen relaties tussen variabelen verondersteld worden. Deze relaties zouden gebruikt kunnen worden voor het opstellen van vertaalfuncties. Voor de in Tabel 4 aangegeven grondwaterkenmerken en bodemkenmerken kunnen aldus relaties gevonden worden:

- De GVG kan vrij eenvoudig afgeleid worden uit de jaarlijkse metingen rond 1 april, mits die voor een voldoende reeks van jaren beschikbaar is. Een andere manier om de GVG te schatten is het gebruik van een vertaalfunctie waarbij de GVG wordt afgeleid uit GHG en GLG. Een dergelijke vertaalfunctie is afgeleid door Van der Sluijs & Van Heesen (1989).

- De GNG blijkt sterk gecorreleerd te zijn aan de GLG, zodat daar mogelijk ook een vertaalfunctie voor afgeleid kan worden.
- Voor de mediaan van de grondwaterstanden mag verwacht worden dat deze bij drogere gronden min of meer overeen zal komen met de gemiddelde grondwaterstand of met het midden tussen GHG en GLG. Met name voor nattere gronden zal de verdeling van de grondwaterstanden scheef zijn, met relatief veel grondwaterstanden dicht bij maaiveld en minder diepere standen. Wellicht kan hier via een logaritmische transformatie toch een vertaalfunctie voor afgeleid worden.
- De onderschrijdingsdatum op 25 cm is zonder metingen lastig vast te stellen. Er valt waarschijnlijk wel een vertaalfunctie af te leiden op basis van de datum van droogvallen, eventueel in combinatie met GHG of GLG. Verder mag een relatie verondersteld worden met het organische stofgehalte van de bovengrond, dat hoger zal zijn naarmate ondiepe grondwaterstanden langer voorkomen.
- Voor een aantal grondwaterkarakteristieken blijkt de spreiding tussen de jaren significant te zijn. Deze is alleen rechtstreeks af te leiden uit langere meetreeksen. Uit de analyses blijkt wel dat de grootte van de spreiding meestal positief gecorreleerd is aan de waarde van de variabele. Bij een ondiepe GXG of een korte overschrijdingsduur hoort meestal een kleine standaardafwijking, terwijl bij een diepere GXG of een lange overschrijdingsduur een grotere spreiding hoort.

Het afleiden van vertaalfuncties valt niet binnen het project waarover in dit rapport verslag gedaan wordt.

## Literatuur

- Beets, C. P., P. W. F. M. Hommel & R.W. de Waal (2000). *Selectie van referentiepunten t.b.v. het Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 1999*. Driebergen, Staatsbosbeheer / Wageningen, Alterra.
- Beets, C. P., P. W. F. M. Hommel & R.W. de Waal (2001). *Selectie van referentiepunten t.b.v. Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 2000*. Driebergen, Staatsbosbeheer / Wageningen, Alterra.
- Beets, C. P., P. W. F. M. Hommel & R.W. de Waal (2002). *Selectie van referentiepunten t.b.v. Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 2001*. Driebergen, Staatsbosbeheer / Wageningen, Alterra.
- Beets, C. P., P. W. F. M. Hommel & R.W. de Waal (2003). *Selectie van referentiepunten t.b.v. Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 2002*. Driebergen, Staatsbosbeheer / Wageningen, Alterra.
- Beets, C. P., P. W. F. M. Hommel & R.W. de Waal (2004). *Selectie van referentiepunten t.b.v. Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 2003*. Driebergen, Staatsbosbeheer / Wageningen, Alterra.
- Beets, C. P., P. W. F. M. Hommel & R.W. de Waal (2005). *Selectie van referentiepunten t.b.v. Staatsbosbeheer-project terreincondities : resultaten inventarisatie 2004*. Wageningen [etc.], Alterra [etc.].
- Braak, C. J. F. ter & P. Smilaur (2002). *Canoco for Windows*. Wageningen, Biometris - Plant Research International.
- Hommel, P.W.F.M., E. Brouwer, E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders en R.W. de Waal, 2006. *Verklarende bodemfactoren voor de soortensamenstelling in natuurgebieden; onderzoek aan de hand van 92 SBB-referentiepunten*. Alterra-rapport 1445. Alterra, Wageningen / B-ware Onderzoek Centrum RU Nijmegen.
- Jongman, R. H. G., C. J. F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren (1987). *Data analysis in community and landscape ecology*. Wageningen, Pudoc.
- Leps, J. & P. Smilaur (2003). *Multivariate Analysis of Ecological Data using Canoco*. Cambridge UK, Cambridge University Press.
- Schaminée, J. H. J., E.J. Weeda & V. Westhoff (1995). *De Vegetatie van Nederland; Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden*. Uppsala/Leiden, Opulus press.
- Schipper, P. C. (2002). *Catalogus vegetatietypen*. In: Staatsbosbeheer: Catalogi Bedrijfssturing; natuur, bos, recreatie en landschap. Tabblad 4 en 5. Versie maart 2002. Driebergen, Staatsbosbeheer.
- Schipper, P. C. & J. G. Streefkerk (niet gepubliceerd). *Terreincondities SBB*. Driebergen, Staatsbosbeheer.
- Sluijs, P. van der & H.C. van Heesen, 1989. *Veranderingen in de berekeningen van de GHG en GLG*. Landinrichting 29 p. 18-21





## Bijlage 1 Grondwaterkarakteristieken gesimuleerde reeksen

De karakteristieken zijn bepaald als de gemiddelden over de gesimuleerde jaren, de standaardafwijking (sd) beschrijft de variatie tussen de jaren. Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1.

Code-SBB	Gebied	Puntcode	Dieptevariabelen														Duurvariabelen												
			GHG	sd	GVG	sd	GLG	sd	GNG	sd	GG	sd	dGXG	sd	mediaan	sd	Gt	Overschrijdingsduur	sd	Overschrijdingsdatum	sd	Overschrijdingsduur	sd	Overschrijdingsdatum	sd	Overschrijdingsduur	sd	Overschrijdingsdatum	sd
																	0 cm	5 cm - mv.				25 cm - mv.							
<i>Rompgemeenschappen klasse der Kleine zeggen (Parvocaricetea)</i>																													
09-a	DWI	B559a.1	1	4,9	2	5,5	5	5,4	5	5,1	3	5,1	5	1,6	3	5,1	I	121	158	122	159	219	166	199	171	365	0	365	0
09-c (= 11-b)	TRS	B26c.1	-10	16,9	4	13,9	58	13,6	56	14,4	20	14,4	68	8,6	17	15,3	II	99	75	72	57	112	81	81	57	220	64	140	28
09-d	LDV	B106.1	-4	14,3	18	23,7	63	12,3	62	13,5	31	15,4	66	13,1	33	16,0	II	69	60	46	54	76	58	50	57	149	89	96	61
09-g	DBA	B52a.1	-11	2,8	-7	4,1	17	10,2	14	10,4	0	6,7	28	8,9	0	9,1	I	196	103	126	16	235	93	134	18	362	3	275	78
09-h	MNW	B164.1	-2	2,8	-1	3,5	45	21,7	42	23,7	11	5,3	47	21,5	5	1,9	I	84	52	71	66	179	61	130	55	306	32	219	59
09-j	MKS	II.1.2	-11	9,2	-1	6,5	31	6,0	30	8,0	8	7,4	42	6,6	8	9,7	I	114	65	71	67	168	55	108	39	296	61	205	27
09-j	MKS	3a.3	-30	10,9	-18	14,0	14	11,6	14	12,0	-9	12,5	44	9,0	-8	14,0	I	247	101	163	78	286	86	179	80	348	42	330	85
<i>Knopbies-verbond (Caricion davallianae)</i>																													
09C-a	DMU	B212.1	2	0,6	9	10,9	64	15,2	54	21,7	23	11,7	62	15,2	14	17,6	II	1	3	0	0	175	77	100	55	220	57	117	47
09C-b	KRP	B33.1	-16	16,4	-3	15,9	47	9,9	43	10,7	13	12,6	63	10,0	11	13,4	I	104	73	67	64	135	75	86	63	246	56	162	38
09C-d	PVB	B11a.1	8	10,6	34	12,2	53	2,6	49	5,5	36	6,2	45	11,2	39	6,9	II	10	15	2	4	22	23	12	21	85	55	33	32
09C1	LSM	B2b.1	-10	5,1	-2	17,1	60	16,5	55	19,2	18	12,6	69	15,6	10	16,4	II	153	60	116	69	166	59	118	68	220	74	152	62
09C2	LSM	B3b.1	-4	2,3	1	11,6	49	12,0	46	13,8	16	8,5	53	11,4	9	12,2	I	160	59	122	71	173	59	133	67	240	60	165	61
09C3a	BRM	B2a.1	-6	4,3	2	5,1	24	3,5	22	5,1	7	3,5	30	2,8	6	4,7	I	113	57	61	49	176	34	113	19	336	28	245	84
09C3c	DMU	B212.2	2	0,6	9	10,9	64	15,2	54	21,7	23	11,7	62	15,2	14	17,6	II	1	3	0	0	175	77	100	55	220	57	117	47
<i>Klasse der hoogveenbulten en natte heiden (Oxycocco-Sphagnetea)</i>																													
11-d	DWI	B549a.2	6	5,3	9	5,9	14	4,9	12	4,5	10	4,9	8	2,6	10	4,8	I	4	11	0	0	99	117	35	66	365	0	365	0
11-e	DWI	B562a.1	5	8,8	9	9,5	24	9,3	22	10,5	13	9,3	20	5,3	13	10,4	I	30	18	10	13	126	81	64	54	314	99	275	123

Code-SBB	Gebied	Puntcode	Dieptevariabelen														Duurvariabelen												
			GHG		GVG		GLG		GNG		GG		JGXG		mediaan		Gt	0 cm		5 cm - mv.			25 cm - mv.						
			sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	Overschrijdingsduur	sd		Overschrijdingsduur	sd	Overschrijdingsduur	sd	Overschrijdingsduur	sd						
11-j (= 16A-g)	GMO	14f1.1	-9	1,8	-7	2,3	89	49,6	59	57,0	13	11,5	98	49,8	-5	1,1	III	261	35	143	23	265	32	141	24	286	34	157	25
11-k	HBV	B18a.4	-17	3,3	-10	5,5	23	11,2	18	13,2	-1	5,5	40	11,3	-4	6,2	I	212	59	129	48	248	55	160	38	342	24	276	86
11-k	GMO	14f1.2	5	1,8	7	2,3	103	49,6	73	57,0	27	11,5	98	49,8	9	1,1	III	0	0	0	0	41	32	24	33	271	34	143	23
11/a	TRS	B101a.3	22	27,2	34	27,7	77	22,1	76	21,4	48	25,4	55	10,6	46	28,0	II	32	61	20	50	39	76	23	57	94	114	69	78
<i>Dophei-verbond (Ericion tetralicis)</i>																													
11A1a	HBV	B18a.2	6	3,3	13	5,5	46	11,2	41	13,2	22	5,5	40	11,3	19	6,2	I	5	9	1	4	26	27	16	21	230	55	142	28
11A1a	MNW	B164.4	12	1,9	13	2,7	48	17,7	48	20,6	22	3,9	36	17,3	19	1,7	I	0	0	0	0	0	0	0	0	296	39	234	75
11A1b	HBV	B20.1	-34	18,5	-2	1,6	48	14,8	41	2,8	8	19,2	82	3,7	12	21,6	I	157	75	55	42	178	95	78	45	230	107	137	4
11A2a	HBV	B18a.1	-10	3,3	-3	5,5	30	11,2	25	13,2	6	5,5	40	11,3	3	6,2	I	169	68	108	47	196	66	115	47	322	41	248	89
11A2a	BGV	B86a.1	5	0,7	5	0,8	25	12,8	24	12,7	10	3,8	20	12,5	7	0,6	I	0	0	0	0	112	47	91	43	341	38	283	79
11A2c	DWI	B573a.1	14	4,9	21	7,9	51	17,1	45	21,1	29	11,5	37	13,6	27	13,6	II	0	0	0	0	3	6	3	10	206	96	109	45
11A2e	GMO	15F1N.1	6	1,0	10	4,4	44	7,6	29	15,3	17	2,7	38	8,1	10	4,0	I	0	0	0	0	17	23	14	28	274	23	128	18
11A2f	HBV	B18a.3	13	3,3	20	5,5	53	11,2	48	13,2	29	5,5	40	11,3	26	6,2	II	0	0	0	0	1	3	0	0	178	66	114	47
11A2f	WSR	B122a.1	13	12,6	33	15,1	84	8,1	76	11,9	46	8,0	71	15,2	44	10,6	III	10	13	13	19	15	20	7	11	90	58	49	40
11A3b	TRS	B26c.2	1	16,9	15	13,9	69	13,6	67	14,4	31	14,4	68	8,6	28	15,3	II	50	57	35	38	78	68	42	51	144	84	101	59
11A3b	VLI	B1.1	30	35,5	45	37,5	83	32,4	83	32,7	57	34,7	53	13,5	57	37,0	III	27	65	15	46	32	79	16	48	68	102	52	70
11A3c	TRS	B101a.1	26	25,3	36	27,9	79	23,4	79	21,7	51	24,5	53	9,4	49	25,9	II	19	35	10	30	29	53	25	50	75	98	46	71
11A3c	VLI	B5.2	10	13,3	26	12,0	88	5,3	87	8,2	46	6,6	78	12,7	43	7,3	III	18	21	6	11	22	26	12	24	103	60	81	55
11A3c	VLI	B37a.1	33	13,8	51	17,8	110	12,4	107	14,3	68	14,5	77	9,8	65	19,1	III	2	4	3	10	2	3	3	10	12	9	5	7
11A3c	VLI	B45.1	32	35,6	45	37,1	101	26,4	100	26,2	65	30,4	69	14,9	66	30,8	III	19	32	10	30	26	43	25	49	52	63	38	58
11A3c	VLI	B46.1	30	30,7	44	29,9	98	22,7	97	23,4	63	26,3	68	12,9	63	27,9	III	7	12	4	12	10	16	8	18	66	60	56	55
<i>Klasse der vochtige graslanden (Molinio-Arrhenatheretea)</i>																													
16-a	TTB	B7a.1	15	10,6	35	11,4	60	7,5	57	8,0	41	7,7	44	12,3	45	7,9	II	4	8	2	4	9	13	2	4	63	40	30	36
16-b	SEG	B14a.1	12	1,0	17	3,7	48	13,5	37	19,2	22	3,6	36	13,8	17	2,9	I	0	0	0	0	0	0	0	0	266	37	126	25
16-b	MRK	B1a.2	5	7,0	22	14,0	85	21,4	77	23,6	37	11,7	80	23,6	33	16,3	III	17	19	5	8	32	28	18	23	166	69	97	51

Code-SBB	Gebied	Puntcode	Dieptevariabelen														Duurvariabelen												
			GHG		GVG		GLG		GNG		GG		JGXG		mediaan		Gt		0 cm		5 cm - mv.			25 cm - mv.					
			sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd				
16-f	DBL	B50a.2	35	7,0	60	11,8	106	6,7	88	18,6	66	5,6	71	8,5	61	7,4	III	2	3	0	0	3	5	0	0	12	11	6	11
<i>Verbond van Biezeknoppen en Pijpestrootje (Junco-Molinia)</i>																													
16A-a	DMA	B50b.1	5	3,8	21	18,9	89	17,9	78	23,9	37	14,0	84	18,0	31	19,3	III	4	13	7	21	55	52	37	44	162	69	91	61
16A-a	ESR	B8.1	2	3,7	12	11,8	63	14,6	53	16,5	24	9,4	61	12,7	18	10,2	II	23	37	5	12	75	52	43	49	224	68	125	53
16A-a	VGS	B3.2	17	29,0	37	29,0	92	13,4	88	16,5	53	18,2	75	20,9	54	16,0	III	30	42	26	44	35	44	29	47	57	68	46	68
16A1a	GZB	B12.1	5	4,4	23	14,1	100	24,5	86	33,2	42	14,3	95	24,0	35	17,3	III	10	14	4	6	35	25	19	22	158	61	96	47
16A1a	SLM	B4.1	13	2,1	20	2,3	35	4,4	30	7,7	22	1,8	22	5,2	20	2,0	I	0	0	0	0	1	3	0	0	272	30	134	24
16A1a	DMA	B42.1	-7	3,0	6	14,7	58	8,1	42	12,8	18	6,9	65	9,3	10	11,4	II	138	65	77	57	150	64	79	54	235	41	124	29
16A1b	GZB	B10a.1	15	3,7	29	12,9	111	25,5	96	34,8	50	14,3	97	25,6	40	18,5	III	0	0	0	0	1	3	0	0	146	62	93	45
16A1b	DMA	B46.1	-7	4,9	7	6,2	50	6,2	41	8,9	17	3,0	57	8,5	14	5,4	I	91	33	52	30	129	34	82	17	233	18	127	15
16A1b	DRAz	B608a.1	-4	3,1	7	12,3	135	49,9	93	60,6	31	16,7	139	48,9	5	7,2	V	107	63	46	46	231	53	115	45	254	49	129	36
16A1b	WSR	B132.1	-1	2,5	14	15,4	82	17,6	67	26,4	29	10,9	83	17,9	20	15,7	III	60	51	26	37	141	67	63	46	199	60	111	45
16A1c	GZB	A.1	-6	5,2	9	12,8	89	25,6	76	32,8	30	15,1	95	25,5	23	19,2	III	86	54	45	39	139	57	66	41	198	72	116	53
16A1c	STV	B2.2	-14	8,5	5	17,4	67	17,1	52	29,3	19	10,9	81	21,7	14	15,2	II	126	69	60	54	156	72	68	54	219	71	115	48
16A1c	WSR	B138.1	-6	2,4	-1	3,9	64	21,2	49	29,3	14	8,0	70	21,4	3	7,7	II	190	53	110	42	221	54	126	28	272	42	149	27
16A1c	AMR	B19.1	-5	0,9	2	6,8	60	12,7	52	16,6	19	6,5	65	12,7	14	10,0	II	132	47	72	26	155	43	106	18	229	50	139	21
16A1c	ULK	B3c.1	-5	2,5	-2	2,4	24	10,7	19	10,5	4	3,7	28	9,2	0	1,9	I	185	54	119	36	283	46	174	36	341	27	261	81
16A1d	STV	B2.1	-8	8,5	11	17,4	73	17,1	58	29,3	25	10,9	81	21,7	20	15,2	II	78	53	43	53	124	67	61	54	199	76	105	54
16A2c	MRK	B1a.1	-5	7,0	12	14,0	75	21,4	67	23,6	27	11,7	80	23,6	23	16,3	II	66	45	30	35	118	70	72	49	199	57	118	39



## Bijlage 2 Gemiddelden en standaarddeviatie voor gesimuleerde grondwaterkarakteristieken

Het cijfer vóór de scheidingstreep is het gemiddelde per vegetatietype, achter de streep staat de standaarddeviatie per vegetatietype, voor zover die bepaald kon worden. Bij vegetatietypen, waarvan slechts één referentiepunt beschikbaar was kan geen standaarddeviatie berekend worden. In dat geval is “NB” ingevuld. Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1.

Code-SBB	Dieptevariabelen						Duurvariabelen							
	GHG	GVG	GLG	GNG	GG	dCXG	0 cm		5 cm - mv.		25 cm - mv.			
							mediaan	Overschrijdingsduur	Overschrijdingsdatum	Overschrijdingsduur	Overschrijdingsdatum	Overschrijdingsduur	Overschrijdingsdatum	
09-a	1-NB	2-NB	5-NB	5-NB	3-NB	5-NB	3-NB	121-NB	122-NB	219-NB	199-NB	365-NB	365-NB	
09-c (= 11-b)	-10-NB	4-NB	58-NB	56-NB	20-NB	68-NB	17-NB	99-NB	72-NB	112-NB	81-NB	220-NB	140-NB	
09-d	-4-NB	18-NB	63-NB	62-NB	31-NB	66-NB	33-NB	69-NB	46-NB	76-NB	50-NB	149-NB	96-NB	
09-g	-11-NB	-7-NB	17-NB	14-NB	0-NB	28-NB	0-NB	196-NB	126-NB	235-NB	134-NB	362-NB	275-NB	
09-h	-2-NB	-1-NB	45-NB	42-NB	11-NB	47-NB	5-NB	84-NB	71-NB	179-NB	130-NB	306-NB	219-NB	
09-j	-20-14	-9-12	23-12	22-12	0-12	43-2	0-11	181-94	117-65	227-83	144-50	322-37	268-88	
09R	-10-10	0-11	33-23	32-22	9-13	43-22	8-13	133-65	96-42	182-72	126-52	292-81	233-97	
09C1	-10-NB	-2-NB	60-NB	55-NB	18-NB	69-NB	10-NB	153-NB	116-NB	166-NB	118-NB	220-NB	152-NB	
09C2	-4-NB	1-NB	49-NB	46-NB	16-NB	53-NB	9-NB	160-NB	122-NB	173-NB	133-NB	240-NB	165-NB	
09C3a	-6-NB	2-NB	24-NB	22-NB	7-NB	30-NB	6-NB	113-NB	61-NB	176-NB	113-NB	336-NB	245-NB	
09C3c	2-NB	9-NB	64-NB	54-NB	23-NB	62-NB	14-NB	1-NB	0-NB	175-NB	100-NB	220-NB	117-NB	
09C-a	2-NB	9-NB	64-NB	54-NB	23-NB	62-NB	14-NB	1-NB	0-NB	175-NB	100-NB	220-NB	117-NB	
09C-b	-16-NB	-3-NB	47-NB	43-NB	13-NB	63-NB	11-NB	104-NB	67-NB	135-NB	86-NB	246-NB	162-NB	
09C-d	8-NB	34-NB	53-NB	49-NB	36-NB	45-NB	39-NB	10-NB	2-NB	22-NB	12-NB	85-NB	33-NB	
09C	-3-8	7-13	51-14	46-12	20-9	55-14	15-11	77-72	53-54	146-57	95-39	224-74	142-64	

Code-SBB	Dieptevariabelen							Duurvariabelen					
	GHG	GVG	GLG	GNG	CG	dGXG	mediaan	0 cm	5 cm - mv.		25 cm - mv.		
								Overschrijdingsduur	Onderschrijdingsdatum	Overschrijdingsduur	Onderschrijdingsdatum	Overschrijdingsduur	Onderschrijdingsdatum
11/a	22-NB	34-NB	77-NB	76-NB	48-NB	55-NB	46-NB	32-NB	20-NB	39-NB	23-NB	94-NB	69-NB
11-d	6-NB	9-NB	14-NB	12-NB	10-NB	8-NB	10-NB	4-NB	0-NB	99-NB	35-NB	365-NB	365-NB
11-e	5-NB	9-NB	24-NB	22-NB	13-NB	20-NB	13-NB	30-NB	10-NB	126-NB	64-NB	314-NB	275-NB
11-j (= 16A-g)	-9-NB	-7-NB	89-NB	59-NB	13-NB	98-NB	-5-NB	261-NB	143-NB	265-NB	141-NB	286-NB	157-NB
11-k	-6-15	-1-12	63-56	45-39	13-20	69-41	3-9	106-150	65-91	145-146	92-96	307-50	210-94
11R	2-13	7-16	55-39	43-29	18-17	53-38	12-18	90-115	50-67	136-99	75-61	279-97	214-109
11A1a	9-4	13-0	47-1	44-6	22-0	38-3	19-0	3-4	1-1	13-18	8-11	263-47	188-65
11A1b	-34-NB	-2-NB	48-NB	41-NB	8-NB	82-NB	12-NB	157-NB	55-NB	178-NB	78-NB	230-NB	137-NB
11A2a	-3-10	1-6	27-4	24-1	8-2	30-14	5-3	85-120	54-76	154-59	103-17	332-13	266-25
11A2c	14-NB	21-NB	51-NB	45-NB	29-NB	37-NB	27-NB	0-NB	0-NB	3-NB	3-NB	206-NB	109-NB
11A2e	6-NB	10-NB	44-NB	29-NB	17-NB	38-NB	10-NB	0-NB	0-NB	17-NB	14-NB	274-NB	128-NB
11A2f	13-0	26-9	69-22	62-20	37-12	55-22	35-12	5-7	7-9	8-10	4-5	134-62	82-46
11A3b	15-21	30-21	76-10	75-11	44-18	61-10	43-20	39-16	25-14	55-33	29-18	106-54	77-35
11A3c	26-9	41-10	95-12	94-11	59-10	69-10	57-11	13-8	7-3	18-11	15-10	62-33	45-28
11A	12-17	23-17	66-26	62-28	36-21	54-19	34-22	30-54	16-29	47-62	28-35	168-106	114-81
16-a	15-NB	35-NB	60-NB	57-NB	41-NB	44-NB	45-NB	4-NB	2-NB	9-NB	2-NB	63-NB	30-NB
16-b	9-5	19-3	66-26	57-28	30-10	58-31	25-11	9-12	3-4	16-23	9-13	216-71	112-21
16-f	35-NB	60-NB	106-NB	88-NB	66-NB	71-NB	61-NB	2-NB	0-NB	3-NB	0-NB	12-NB	6-NB
16R	17-13	33-19	75-26	64-22	42-18	58-21	39-19	6-8	2-2	11-14	5-9	127-113	65-56
16A1a	4-10	16-9	64-33	52-29	27-13	61-37	22-13	49-77	27-43	62-78	33-41	222-58	118-20
16A1b	1-10	14-10	95-37	74-26	32-13	94-34	20-15	65-47	31-23	126-95	65-48	208-47	115-17
16A1c	-7-4	3-5	61-24	50-20	17-10	68-25	11-9	144-44	81-32	191-60	108-45	252-57	156-61
16A1d	-8-NB	11-NB	73-NB	58-NB	25-NB	81-NB	20-NB	78-NB	43-NB	124-NB	61-NB	199-NB	105-NB

Code-SBB	Dieptevariabelen							Duurvariabelen					
	GHG	GVG	GLG	GNG	GG	dGXG	mediaan	0 cm	5 cm - mv.		25 cm - mv.		
								Overschrijdingsduur	Onderschrijdingsdatum	Overschrijdingsduur	Onderschrijdingsdatum	Overschrijdingsduur	Onderschrijdingsdatum
16A2c	-5-NB	12-NB	75-NB	67-NB	27-NB	80-NB	23-NB	66-NB	30-NB	118-NB	72-NB	199-NB	118-NB
16A-a	8-8	23-13	81-16	73-18	38-15	73-12	34-18	19-13	13-12	55-20	36-7	148-84	87-40
16A	-1-9	12-11	75-27	61-22	27-13	75-27	20-14	78-62	42-37	121-80	67-46	212-62	122-43
Totaal	3-15	14-17	62-29	54-25	26-18	59-25	22-19	67-73	41-47	104-86	63-54	212-96	142-86





### Bijlage 3 SBB-vochtklasse op basis van tijdreeksen

De vochtklassen zijn bepaald op basis van de indicatie van de GHG, GLG en inundatieduur volgens de grenswaarden in Tabel 2. Onder de kopjes “vkGHG”, “vkGLG” en “vkInundatie” is aangegeven in welke vochtklasse(n) het referentiepunt volgens die grondwaterkarakteristiek zou vallen. Dit kan ook een bereik zijn van meerdere vochtklassen. Voor de GLG sluiten de klassen ZNat – Nat en MNat – Vo niet op elkaar aan, waardoor het kan zijn dat een GLG-waarde tussen twee klassen valt. In dat geval zijn beide klassen tussen haakjes () aangegeven. Op basis van de combinatie van grondwaterkarakteristieken is onder de kop “VK1” een definitieve vochtklasse vastgesteld. In een aantal gevallen gaf één of twee van de grondwaterkarakteristieken een duidelijk afwijkende indicatie. Dit is onder de koppen “VK2” en “Toelichting” aangegeven. Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1.

Code-SBB	Puntcode	Grondwaterkarakteristiek			Vochtklasse					
		GHG cm - mv.	GLG	Inundatie d/jr	vkGHG	vkGLG	vkInundatie	VK1	VK2	Toelichting
09-a	-B559a.1	1	5	121	Nat	ZNat	ZNat	ZNat	Nat	GHG te diep voor ZNat
09-c (= 11-b)	-B26c.1	-10	58	99	Aq-Nat	MNat	Nat	Nat	MNat	GLG te diep voor Nat
09-d	-B106.1	-4	63	69	Aq-Nat	MNat	Nat	Nat	MNat	GLG te diep voor Nat
09-g	-B52a.1	-11	17	196	Aq-Nat	ZNat	ZNat	ZNat		
09-h	-B164.1	-2	45	84	Aq-Nat	Nat	Nat	Nat		
09-j	-II.1.2	-11	31	114	Aq-Nat	(ZNat-Nat)	ZNat	ZNat	Nat	GLG te diep voor ZNat
09-j	-3a.3	-30	14	247	Aq-Nat	ZNat	Am-ZNat	Am	ZNat	GLG te diep voor Am
09C-a	-B212.1	2	64	1	Nat	MNat	Nat	MNat	Nat	GHG te ondiep voor MNat
09C-b	-B33.1	-16	47	104	Aq-Nat	Nat	Nat	Nat		
09C-d	-B11a.1	8	53	10	MNat	MNat	Nat	MNat	Nat	Inundatieduur te lang voor MNat
09C1	-B2b.1	-10	60	153	Aq-Nat	MNat	ZNat	ZNat	MNat	GLG te diep voor ZNat
09C2	-B3b.1	-4	49	160	Aq-Nat	Nat	ZNat	ZNat	Nat	GLG te diep voor ZNat
09C3a	-B2a.1	-6	24	113	Aq-Nat	ZNat	ZNat	ZNat		
09C3c	-B212.2	2	64	1	Nat	MNat	Nat	MNat	Nat	GHG te ondiep voor MNat
11-d	-B549a.2	6	14	4	MNat	ZNat	Nat	ZNat	Nat	Inundatieduur te kort voor ZNat
11-e	-B562a.1	5	24	30	Nat	ZNat	Nat	ZNat	Nat	Inundatieduur te kort voor ZNat

Code-SBB	Puntcode	Grondwaterkarakteristiek			Vochtklasse			VK1	VK2	Toelichting
		GHG cm - mv.	GLG	Inundatie d/jr	vkGHG	vkGLG	vkInundatie			
11-j (= 16A-g)	-14f1.1	-9	89	261	Aq-Nat	Vo	Am-ZNat	ZNat	Vo	GLG te diep voor ZNat
11-k	-B18a.4	-17	23	212	Aq-Nat	ZNat	ZNat	ZNat		
11-k	-14f1.2	5	103	0	MNat	Vo	MNat-Dr	Vo	MNat	GHG te ondiep voor Vo
11/a	-B101a.3	22	77	32	MNat-Mdr	(MNat-Vo)	Nat	MNat	Nat	Inundatieduur te lang voor MNat
11A1a	-B18a.2	6	46	5	MNat	Nat	Nat	Nat	MNat	GHG te diep voor Nat
11A1a	-B164.4	12	48	0	MNat-Mdr	MNat	MNat-Dr	MNat		
11A1b	-B20.1	-34	48	157	Aq-Nat	Nat	ZNat	ZNat	Nat	GLG te diep voor ZNat
11A2a	-B18a.1	-10	30	169	Aq-Nat	(ZNat-Nat)	ZNat	ZNat	Nat	GLG te diep voor ZNat
11A2a	-B86a.1	5	25	0	Nat	ZNat	MNat-Dr	ZNat	MNat	Inundatieduur te kort voor ZNat
11A2c	-B573a.1	14	51	0	MNat-Mdr	MNat	MNat-Dr	MNat		
11A2e	-15F1N.1	6	44	0	MNat	Nat	MNat-Dr	Nat	MNat	Inundatieduur te kort voor Nat
11A2f	-B18a.3	13	53	0	Vo-Dr	MNat	MNat-Dr	MNat	Vo	GHG te diep voor MNat
11A2f	-B122a.1	13	84	10	Vo-Dr	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
11A3b	-B26c.2	1	69	50	Nat	MNat	Nat	Nat	MNat	GLG te diep voor Nat
11A3b	-B1.1	30	83	27	Dr	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
11A3c	-B101a.1	26	79	19	Vo-Dr	(MNat-Vo)	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
11A3c	-B5.2	10	88	18	MNat-Mdr	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
11A3c	-B37a.1	33	110	2	Dr	MDr	Nat	MDr	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
11A3c	-B45.1	32	101	19	Dr	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
11A3c	-B46.1	30	98	7	Dr	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
16-a	-B7a.1	15	60	4	MNat-Mdr	MNat	Nat	MNat	Nat	Inundatieduur te lang voor MNat
16-b	-B14a.1	12	48	0	MNat-Mdr	Nat	MNat-Dr	MNat	Nat	GLG te ondiep voor MNat
16-b	-B1a.2	5	85	17	MNat-Mdr	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
16-f	-B50a.2	35	106	2	Dr	MDr	Nat	MDr	Nat	Inundatieduur te lang voor MDr
16A-a	-B50b.1	5	89	4	Vo-Dr	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
16A-a	-B8.1	2	63	23	Nat	MNat	Nat	Nat	MNat	GLG te diep voor Nat
16A-a	-B3.2	17	92	30	Vo-Dr	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
16A1a	-B12.1	5	100	10	MNat	Vo	Nat	Vo	Nat	Inundatieduur te lang voor Vo
16A1a	-B4.1	13	35	0	Vo-Dr	(ZNat-Nat)	MNat-Dr	Nat	MNat	Fluctuatie zeer gering

Code-SBB	Puntcode	Grondwaterkarakteristiek			Vochtklasse			VK1	VK2	Toelichting
		GHG cm - mv.	GLG	Inundatie d/jr	vkGHG	vkGLG	vkInundatie			
16A1a	-B42.1	-7	58	138	Aq-Nat	MNat	ZNat	ZNat	MNat	GLG te diep voor ZNat
16A1b	-B10a.1	15	111	0	Vo-Dr	MDr	MNat-Dr	MDr		
16A1b	-B46.1	-7	50	91	Aq-Nat	Nat	Nat	Nat		
16A1b	-B608a.1	-4	135	107	Aq-Nat	MDr	Nat	Nat	MDr	GLG te diep voor Nat
16A1b	-B132.1	-1	82	60	Nat	Vo	Nat	Nat	Vo	GLG te diep voor Nat
16A1c	-A.1	-6	89	86	Aq-Nat	Vo	Nat	Nat	Vo	GLG te diep voor Nat
16A1c	-B2.2	-14	67	126	Aq-Nat	MNat	ZNat	ZNat	MNat	GLG te diep voor ZNat
16A1c	-B138.1	-6	64	190	Aq-Nat	MNat	ZNat	ZNat	MNat	GLG te diep voor ZNat
16A1c	-B19.1	-5	60	132	Aq-Nat	MNat	ZNat	ZNat	MNat	GLG te diep voor ZNat
16A1c	-B3c.1	-5	24	185	Aq-Nat	ZNat	ZNat	ZNat		
16A1d	-B2.1	-8	73	78	Aq-Nat	MNat	Nat	Nat	MNat	GLG te diep voor Nat
16A2c	-B1a.1	-5	75	66	Aq-Nat	MNat	Nat	Nat	MNat	GLG te diep voor Nat



## Bijlage 4 Bodemeigenschappen van de referentiepunten

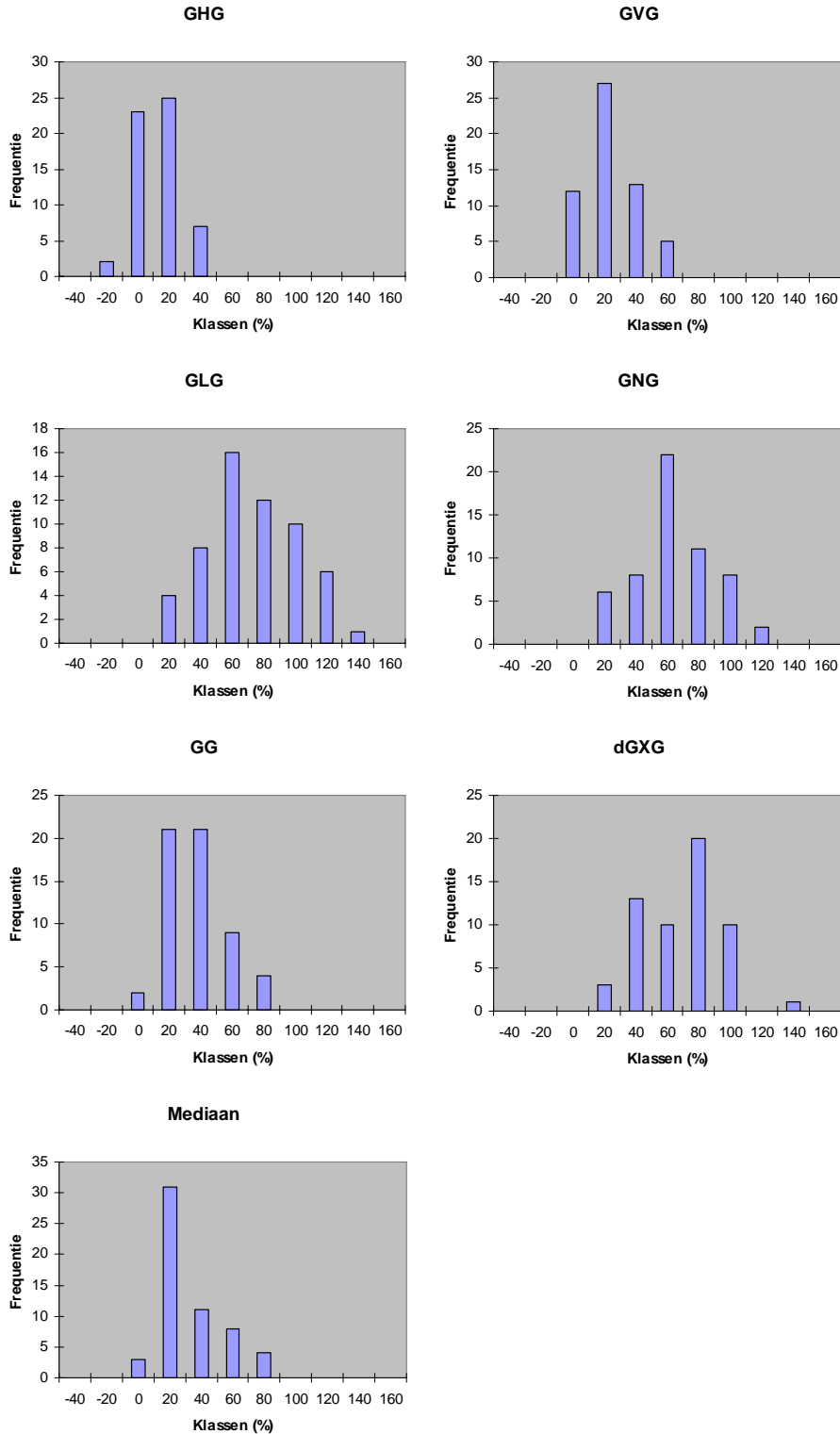
Voor de betekenis van de gebruikte codering van vegetatietypen, zie Tabel 1.

Code-SBB	Gebied	Puntcode	Bovengrond		Ondergrond	
			Organische stof (%)	Leem (%)	Organische stof (%)	Leem (%)
09-a	DWI	-B559a.1	1,5	12	0,3	12
09-c (= 11-b)	TRS	-B26c.1	57	3	0,2	8
09-d	LDV	-B106.1	5,5	8	0,5	10
09-g	DBA	-B52a.1	90		70	
09-h	MNW	-B164.1	55	10	6	27
09-j	MKS	-II.1.2	9	10	0,5	12
09-j	MKS	-3a.3	34	7	0,5	8
09C-a	DMU	-B212.1	12	11	0,5	12
09C-b	KRP	-B33.1	2	6	0,2	6
09C-d	PVB	-B11a.1	31	25	0,5	12
09C1	LSM	-B2b.1	12	40	0,5	50
09C2	LSM	-B3b.1	14	32	0,5	29
09C3a	BRM	-B2a.1	16	4	0,2	10
09C3c	DMU	-B212.2	14	11	0,5	12
11-d	DWI	-B549a.2	90		90	0
11-e	DWI	-B562a.1	85		35	10
11-j (= 16A-g)	GMO	-14f1.1	65	10	0,2	21
11-k	HBV	-B18a.4	90		1	10
11-k	GMO	-14f1.2	70		45	12
11/a	TRS	-B101a.3	48	3	0,2	8
11A1a	HBV	-B18a.2	25	8	0,2	10
11A1a	MNW	-B164.4	13	25	1	15
11A1b	HBV	-B20.1	26	8	0,2	17
11A2a	HBV	-B18a.1	90		2	12
11A2a	BGV	-B86a.1	98		95	
11A2c	DWI	-B573a.1	44	12	0,2	13
11A2e	GMO	-15F1N.1	72	4	2	20
11A2f	HBV	-B18a.3	88		2	12
11A2f	WSR	-B122a.1	49	13	0,8	50
11A3b	TRS	-B26c.2	26	8	0,2	8
11A3b	VLI	-B1.1	48	7	0,2	8
11A3c	TRS	-B101a.1	43	6	0,2	8
11A3c	VLI	-B5.2	18	7	0,2	7
11A3c	VLI	-B37a.1	37	7	0,2	8
11A3c	VLI	-B45.1	74	5	0,3	12
11A3c	VLI	-B46.1	65	6	0,2	8
16-a	TTB	-B7a.1	4	60	0,5	12
16-b	SEG	-B14a.1	11	25	5	16
16-b	MRK	-B1a.2	63	17	65	15
16-f	DBL	-B50a.2	7	7	1,5	18
16A-a	DMA	-B50b.1	12	55	0,5	15
16A-a	ESR	-B8.1	60	20	0,5	16

Code-SBB	Gebied	Puntcode	Bovengrond		Ondergrond	
			Organische stof (%)	Leem (%)	Organische stof (%)	Leem (%)
16A-a	VGS	-B3.2	5	6	0,2	6
16A1a	GZB	-B12.1	30	18	0,2	22
16A1a	SLM	-B4.1	90		12	80
16A1a	DMA	-B42.1	55	12	1	25
16A1b	GZB	-B10a.1	87		0,2	17
16A1b	DMA	-B46.1	20	60	0,5	25
16A1b	DRAz	-B608a.1	12	22	0,5	36
16A1b	WSR	-B132.1	16	22	0,2	22
16A1c	GZB	-A.1	12	25	0,5	16
16A1c	STV	-B2.2	16	24	1	15
16A1c	WSR	-B138.1	85		0,5	16
16A1c	AMR	-B19.1	56	35	60	35
16A1c	ULK	-B3c.1	80		80	
16A1d	STV	-B2.1	16	24	0,5	16
16A2c	MRK	-B1a.1	60	14	65	12

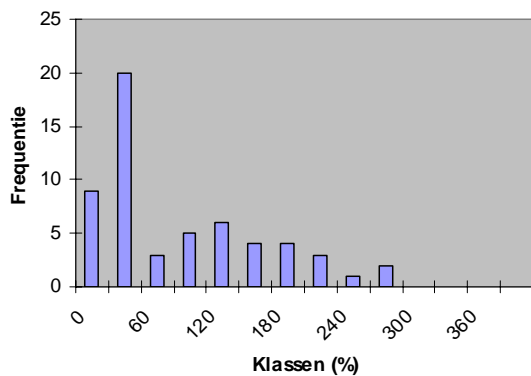
## Bijlage 5 Frequentieverdelingen van de grondwaterkarakteristieken en bodemkenmerken.

### *Frequentieverdelingen grondwaterkarakteristieken*

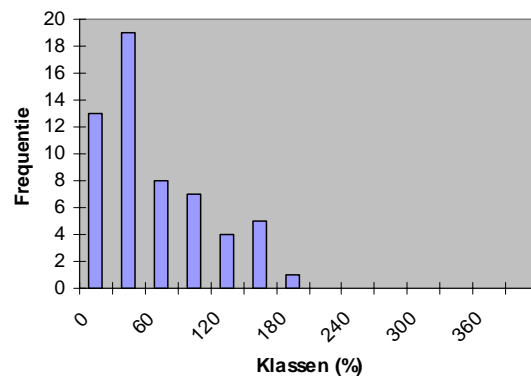




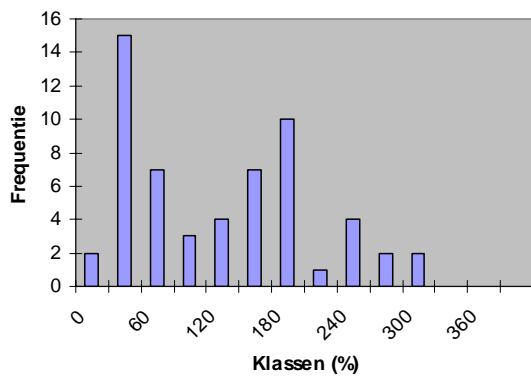
**Inundatie**



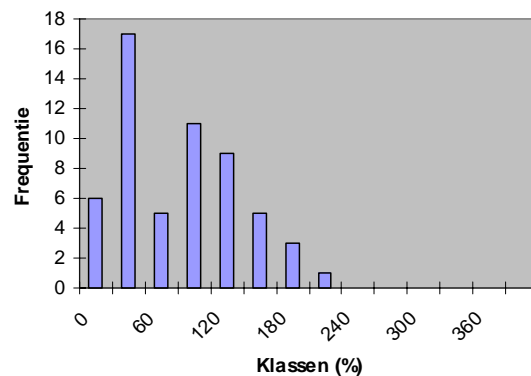
**Droogvaldatum**



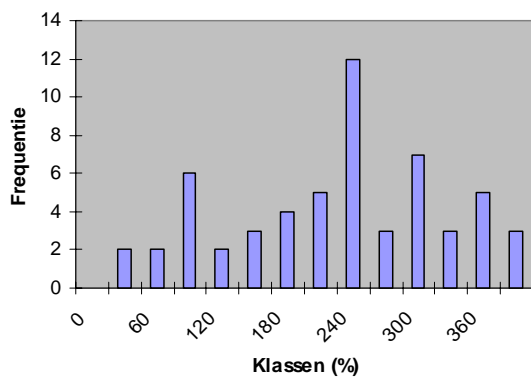
**Overschrijdsduur 5 cm**



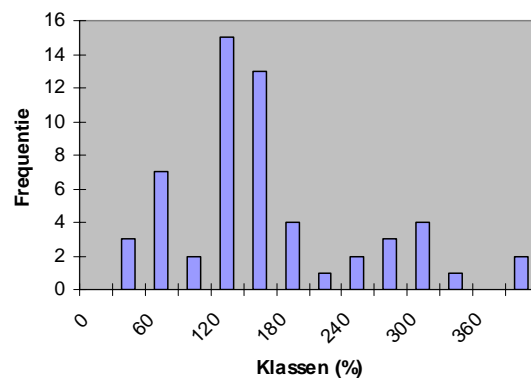
**Onderschrijdsdatum 5 cm**



**Overschrijdsduur 25 cm**

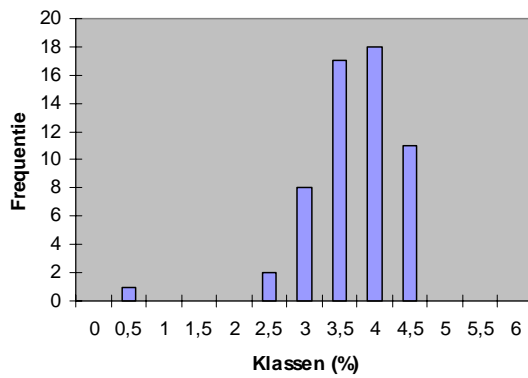


**Onderschrijdsdatum 25 cm**

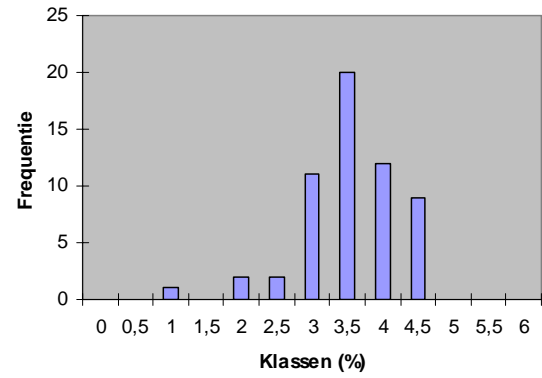


*Frequentieverdelingen grondwaterkarakteristieken na logtransformatie*

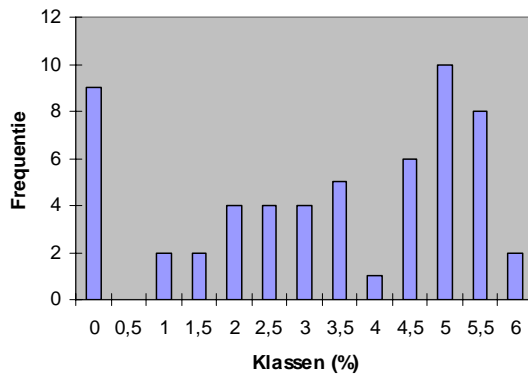
**GG\_In**



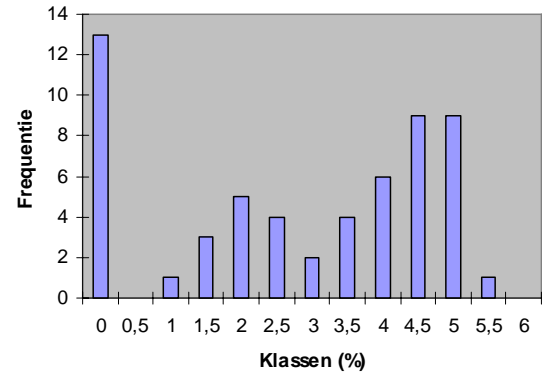
**Mediaan\_In**



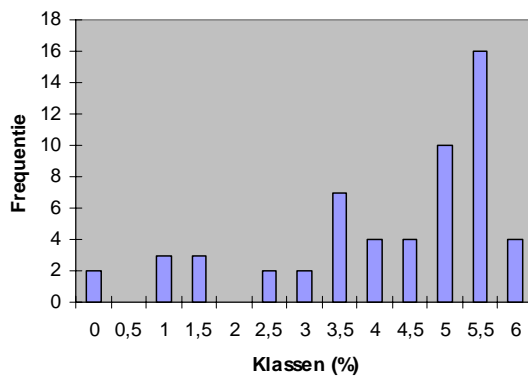
**Inun\_In**



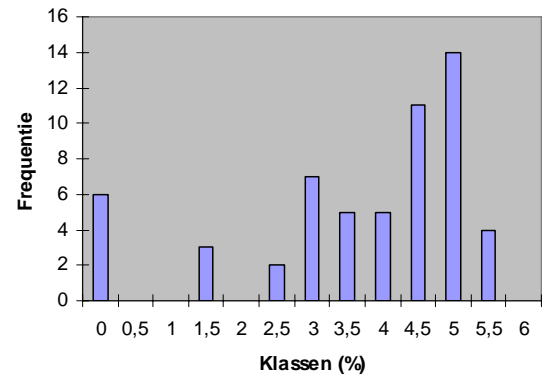
**Droog\_In**



**Over5\_In**

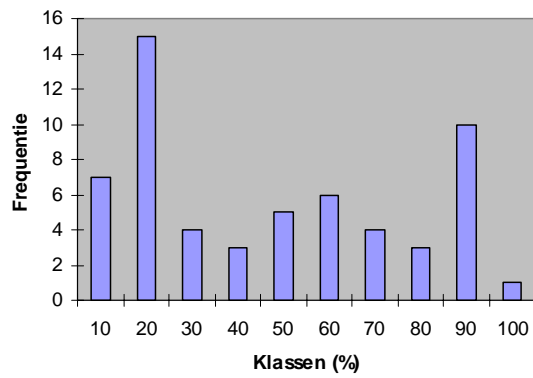


**Dat5\_In**

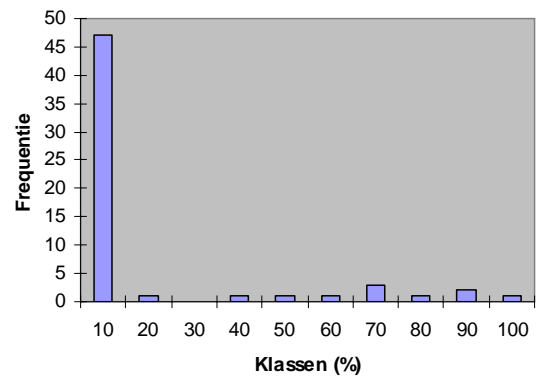


## *Frequentieverdelingen bodemkenmerken*

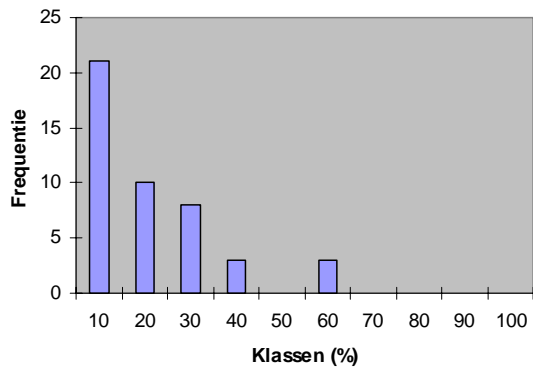
### Organische stof Bovengrond



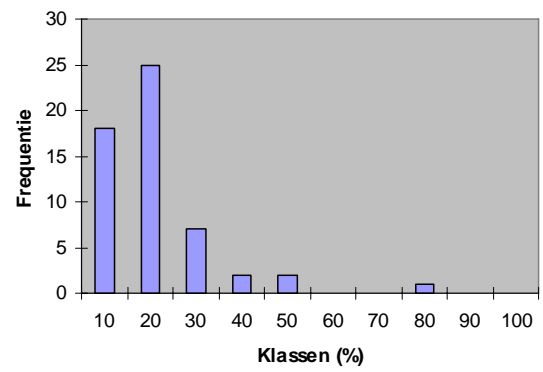
### Organische stof ondergrond



### Leem bovengrond

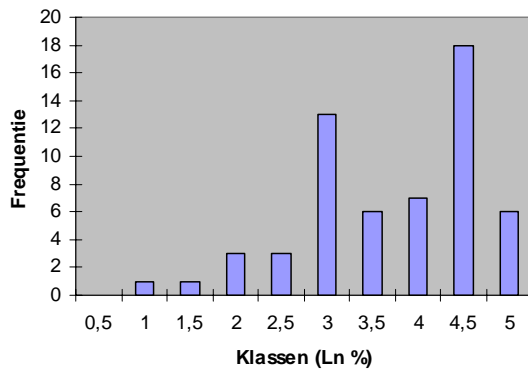


### Leem ondergrond

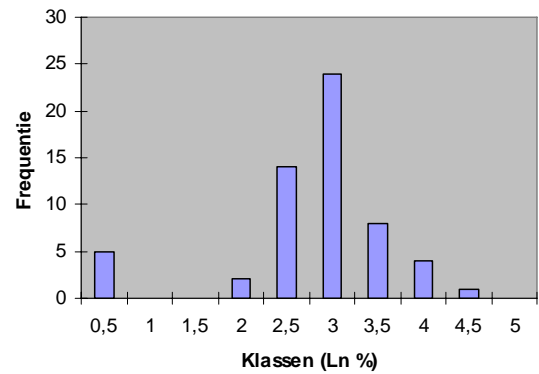


*Frequentieverdelingen bodemkenmerken na logtransformatie*

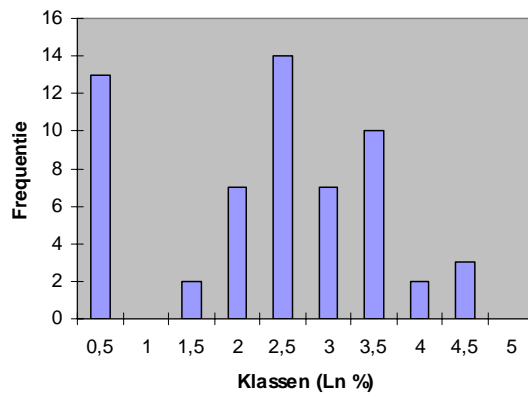
**Ln Organische stof bovengrond**



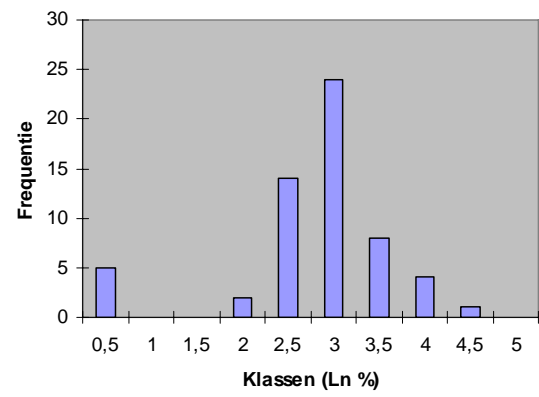
**Ln Organische stof bovengrond**



**Ln Leem bovengrond**



**Ln Leem ondergrond**







GHG	Gemiddelde hoogste grondwaterstand (cm – mv)
GVG	Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (cm – mv)
GLG	Gemiddelde laagste grondwaterstand (cm – mv)
GNG	Gemiddelde najaarsgrondwaterstand (cm – mv)
GG	Gemiddelde grondwaterstand (cm – mv)
dGXG	Het gemiddelde verschil tussen de drie laagte en drie hoogste standen per jaar (cm)
Med	Mediaan (cm – mv)
Inun	Inundatie: aantal dagen dat grondwater op of boven maaiveld staat
Dro	Droogvaldatum: de eerste dag vanaf 1 januari dat het grondwater zich onder maaiveld bevindt
Over5	Overschrijdingsduur 5 cm: aantal dagen dat grondwater op of boven 5 cm – mv staat
Dat5	Onderschrijdingsdatum 5 cm: de eerste dag vanaf 1 januari dat het grondwater zich onder de grenswaarde van 5 cm – mv bevindt
Over25	Overschrijdingsduur 25 cm: : aantal dagen dat grondwater op of boven 25 cm – mv staat
Dat25	Onderschrijdingsdatum 25 cm: de eerste dag vanaf 1 januari dat het grondwater zich onder de grenswaarde van 25 cm – mv bevindt
HB	Organische stofgehalte bovengrond (%)
LB	Leemgehalte bovengrond (%)
HO	Organische stofgehalte ondergrond (%)
LO	Leemgehalte ondergrond (%)