



provincie  Utrecht

Uitgave november 2010

Toelichting Grondwatertrappenkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000

*en de daarbij behorende CD-rom met de Grondwatertrappenkaart
en de mediane Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstandskaart*



PROVINCIE UTRECHT

***Toelichting Grondwatertrappenkaart
Veengebieden provincie Utrecht,
schaal 1:25.000***

*en de daarbij behorende CD-rom met de Grondwatertrappenkaart
en de mediane Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstandskaart*

M. Boerefijn, I.A. de Groot & E. Stouthamer

Colofon

In opdracht van

provincie Utrecht, afdeling Bodem en Water.

Uitvoering

Tauw bv.

Departement Fysische Geografie, Faculteit Geowetenschappen, Universiteit Utrecht.

Projectgroep

- namens de Universiteit Utrecht:
Mw. Dr. E. Stouthamer (projectleider)

- namens Tauw bv:
Ir. M. Boerefijn (projectleider)
Mw. Drs. I.A. de Groot (projectmedewerker)

- namens de provincie Utrecht:
F.F. Otto (projectleider)
Drs. A.A. Brombacher (projectadviseur)

Druk

Boom & van Ketel grafimedia, Haarlem

Oplage

500

Grafische verzorging

Geomedia - Faculteit Geowetenschappen - Universiteit Utrecht

Copyright: De provincie Utrecht bezit het auteursrecht op dit werk. Het is daarom niet toegestaan de informatie – anders dan voor persoonlijk (niet commercieel) gebruik – te verspreiden of te kopiëren zonder schriftelijke toestemming van de provincie Utrecht.

Samenvatting

Bodemdaling in veengebieden in Nederland is een bekend probleem. Het grootste deel (circa 60%) van de bodemdaling wordt veroorzaakt door oxidatie van organische stof. De diepte tot waarop oxidatie optreedt, wordt in belangrijke mate bepaald door de grondwaterstand. Om beleid te kunnen ontwikkelen met betrekking tot duurzame ruimtelijke inrichting met bijbehorend bodemgebruik, is het belangrijk om over actuele gegevens van de bodemgesteldheid en de grondwaterstand te beschikken. Voor dit doel zijn de meest actuele gebiedsdekkende gegevens, die dateren uit de periode 1965-1987, te oud zoals bijvoorbeeld de Bodemkaart van Nederland schaal 1:50.000 (Stiboka, 1965-1984).

De provincie Utrecht heeft aan de Universiteit Utrecht en Tauw bv opdracht gegeven om voor de veengebieden een bodemkaart op te stellen op schaal 1:25.000, inclusief twee afgeleide kaarten op schaal 1:50.000. De twee afgeleide kaarten geven de kwetsbaarheid weer van de bodem voor oxidatie en voor bodembewerking. Deze kaarten zijn beschikbaar gekomen in 2008 (Stouthamer et al., 2008).

Als aanvulling op deze bodemkaart is door Universiteit Utrecht en Tauw bv in opdracht van de provincie Utrecht tevens een Grondwatertrappenkaart opgesteld op schaal 1:25.000. Een dergelijke kaart geeft een ruimtelijk beeld van de fluctuatie van de grondwaterstand uitgedrukt in een Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en een Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). De GHG karakteriseert de grondwaterstand in een gemiddelde winterperiode en wordt circa 10% van de tijd overschreden (=natter dan de GHG). De GLG karakteriseert de grondwaterstand welke aan het einde van een gemiddelde zomer wordt verwacht en wordt circa 10% van de tijd onderschreden (=droger dan de GLG). Naast de Grondwatertrappenkaart bevat de meegeleverde CD-rom de mediane Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstandskaart. De Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) komt overeen met de grondwaterstand welke gemiddeld voorkomt rond 1 april.

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode januari 2008-maart 2010. Bij het opstellen van de kaart is gebruik gemaakt van gebiedsdekkende grondwatermodellen welke zijn opgesteld in opdracht van de waterschappen en de provincie Utrecht. Tevens zijn er op 126 locaties aanvullende metingen uitgevoerd om meer informatie te verkrijgen over de GHG en de GLG in de veengebieden.

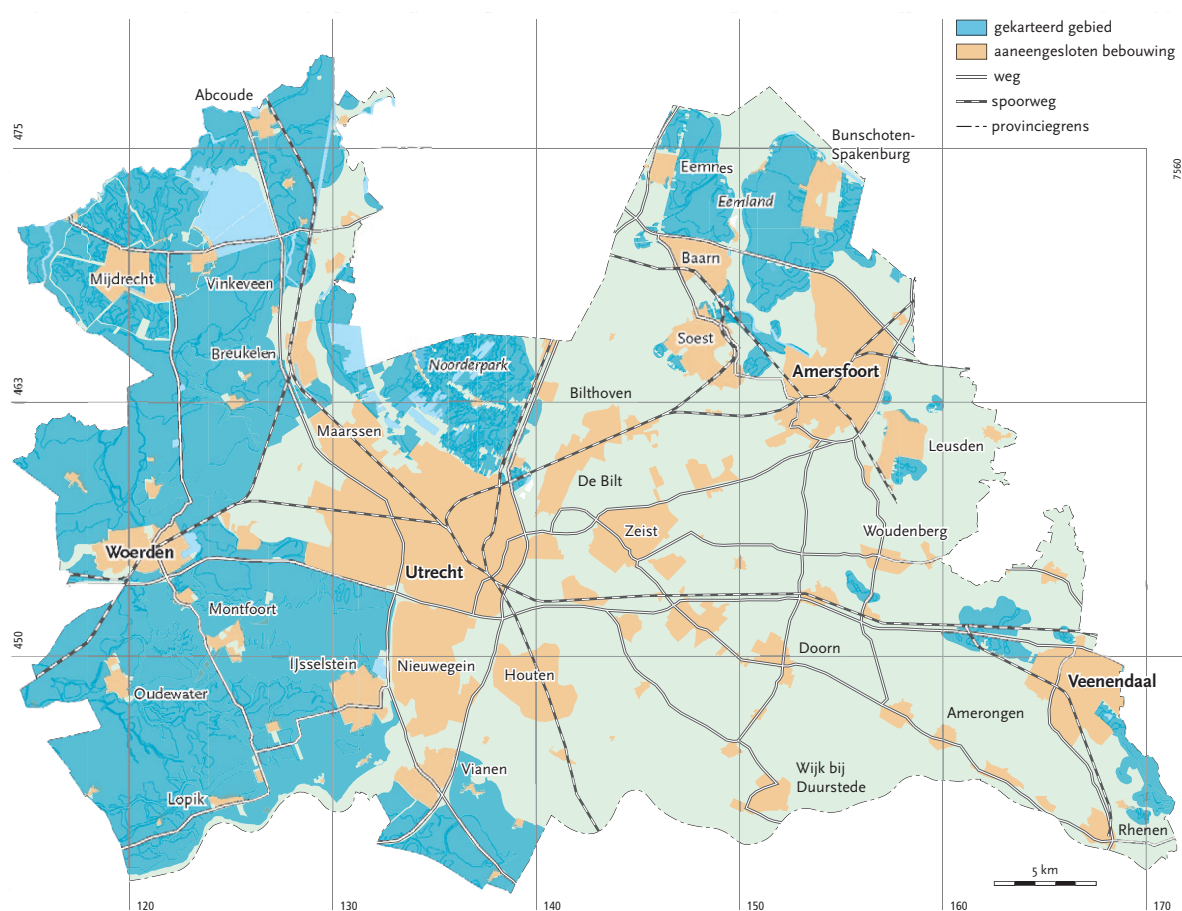
Het resultaat van het uitgevoerde onderzoek is beschreven in dit rapport dat de toelichting vormt op de kaarten en de bestanden. De kaarten, de bestanden en het rapport vormen één geheel en vullen elkaar aan. Met de Grondwatertrappenkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000 is een zo actueel en nauwkeurig mogelijk overzicht van de grondwatertrappen beschikbaar gekomen.

Inhoud

1	Inleiding	7
2	Werkwijze	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Meting van de grondwaterstand in peilbuizen	10
2.3	Grondwatermodellen	10
2.4	Opstellen van de Grondwatertrappenkaart	12
3	Grondwatertrappenkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000	15
3.1	Inleiding	15
3.2	GLG en GHG	15
3.3	Grondwatertrappen	16
3.4	GVG	16
4	Nauwkeurigheid van de kaart	17
4.1	Inleiding	17
4.2	Grondwatermodellen	17
4.3	Vertaling van modeluitkomsten naar de bodemkaart	18
5	Relatie met de kwetsbaarheid voor oxidatie	19
5.1	Inleiding	19
5.2	Invloed van de grondwaterstand	19
	Literatuurlijst	21
	Contactpersonen waterschappen	22
	Bijlage	
	CD-rom	

1 Inleiding

In opdracht van de provincie Utrecht is een nieuwe Grondwatertrappenkaart voor de veengebieden in de provincie Utrecht op schaal 1:25.000 opgesteld (Figuur 1). Deze kaart sluit aan bij de eerder opgestelde Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000 met de bijbehorende afgeleide kaarten (Stouthamer et al., 2008).



Figuur 1 Het gekarteerde gebied. De gekarteerde veengebieden omvatten de veengronden en de moerige gronden die zijn aangegeven op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000 (Stiboka, 1965-1984) met daar omheen een buffer van 500 meter, aangevuld met inzichten, gebaseerd op karteerervaring, van de Universiteit Utrecht. De totale oppervlakte van het gekarteerde gebied bedraagt circa 590 km². De oppervlakte exclusief bebouwing bedraagt circa 510 km².

De Grondwatertrappenkaart op schaal 1:25.000 geeft, samen met de bijbehorende bestanden, inzicht in de hoogte van de grondwaterstand in de winter-, het voorjaar en de zomer. Dit inzicht dient voor de provincie Utrecht als basis voor te formuleren beleid in haar strategische plannen met betrekking tot, onder meer, het tegengaan van (ongelijkmatige) bodemdaling en het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime (GGOR). Het vervaardigen van een grondwatertrappenkaart maakte oorspronkelijk deel uit van de opdracht voor het opstellen van bovengenoemde bodemkaart voor de veengebieden. Echter, door de grote hoeveelheid neerslag die in de zomer van 2007 is gevallen, konden de benodigde metingen voor de Grondwatertrappenkaart pas in 2008 uitgevoerd worden.

De Grondwatertrappenkaart is opgesteld door Tauw bv en Universiteit Utrecht. De inhoudelijke werkzaamheden, inclusief de uitgevoerde metingen van de grondwaterstand, zijn uitgevoerd door Tauw bv. Universiteit Utrecht was verantwoordelijk voor de coördinatie, de afstemming met de bodemkaart en de kwaliteitscontrole. Het gehele project is begeleid door een projectgroep, bestaande uit medewerkers van de provincie Utrecht, de Universiteit Utrecht en Tauw bv en door een klankbordgroep bestaande uit medewerkers van de vier waterschappen en Prof. Dr. Ir. M.F.P. Bierkens (Universiteit Utrecht).

Dit rapport vormt de toelichting op de Grondwatertrappenkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000. De legenda die bij de kaarten staat afgedrukt geeft een globale karakteristiek. De kaart en het rapport vormen één geheel en vullen elkaar aan.

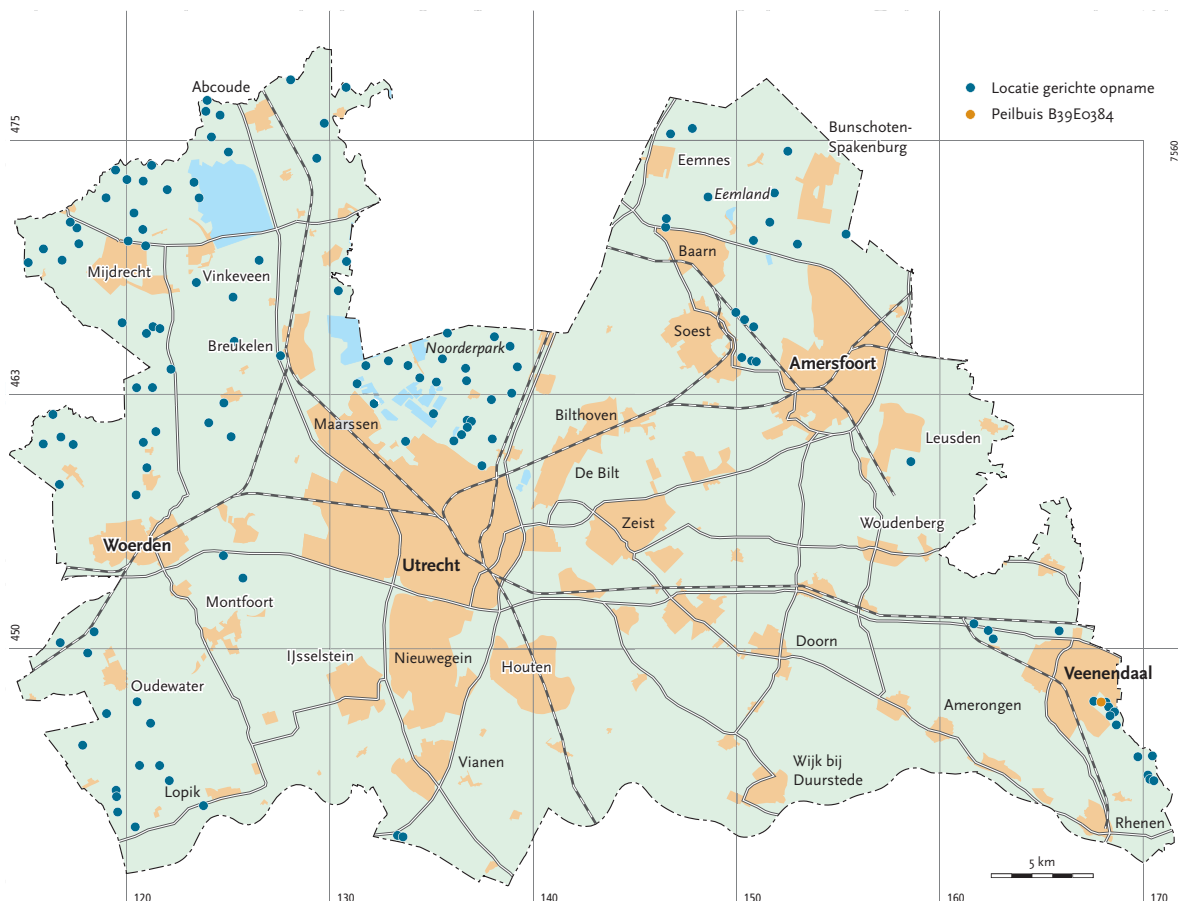
Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de gevolgde werkwijze bij het maken van de kaarten beschreven. Het eindproduct is beschreven in hoofdstuk 3. Een beschouwing van de nauwkeurigheid van de Grondwatertrappenkaart is opgenomen in hoofdstuk 4. Het rapport sluit in hoofdstuk 5 af met een beschrijving van de relatie tussen de Grondwatertrappenkaart en de eerder opgestelde Bodemkaart met daarbij behorende kwetsbaarheidskaarten.

2 Werkwijze

2.1 Inleiding

De Grondwatertrappenkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000 geeft inzicht in de hoogte van de freatische grondwaterstand in de winter (GHG: de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) en de zomer (GLG: de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) en de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG). De benodigde gegevens hiervoor zijn gebaseerd op berekeningen met gebiedsdekkende grondwatermodellen. Bij de keuze voor de te gebruiken grondwatermodellen is gebruik gemaakt van gemeten grondwaterstanden.



Figuur 2 Locaties van de gerichte opnames.



Figuur 3 Grenzen van de beheersgebieden van de waterschappen.

2.2 Meting van de grondwaterstand in peilbuizen

De hoogte en de fluctuatie van de grondwaterstanden wordt gemeten in peilfilters. In de provincie Utrecht bevinden zich in de veengebieden in totaal 48 geschikte peilfilters waarin gedurende meer dan 3 jaar de freatische grondwaterstand is gemeten (Figuur 2). Ter plaatse van deze peilbuizen bestaat er dus een goed inzicht in de fluctuatie van de grondwaterstand. Een gebiedsdekkend beeld van de fluctuatie van de grondwaterstand is verkregen door het toepassen van bestaande grondwatermodellen.

2.3 Grondwatermodellen

De waterschappen beschikken over gebiedsdekkende grondwatermodellen waarmee eind 2009 het verloop van de grondwaterstand is berekend. Deze modellen zijn gebaseerd op gegevens van onder meer de bodemopbouw, het verloop van neerslag en verdamping, de hoogte van waterpeilen en de invloed van grondwateronttrekkingen. In kader 1 is beschreven van welke modellen gebruik is gemaakt. De keuze voor deze modellen is gebaseerd op een vergelijking (validatie) van de uitkomsten van deze modellen met gemeten grondwaterstanden. De belangrijkste eigenschappen van de modellen zijn opgenomen in tabel 1.

Tabel 1 Modeleigenschappen.

Onderdeel	HDSR	WV&E	Rivierenland	AGV
Modelresolutie	25 x 25 m ²	75x75 m ² tot 150x150 m ²	25 x 25 m ²	perceelsniveau
Modelresolutie in de tijd (tijdstapgrootte)	1 dag	0,25 dag voor grondwater en 0,025 voor oppervlaktewater	1 dag	1 dag
Rekenperiode model	1990-2005	1990-2005	1994-2004	1996-2004

Kader 1 Toegepaste grondwatermodellen

De Grondwatertrappenkaart is gebaseerd op vier gebiedsdekkende grondwatermodellen waarvan de modeluitkomsten eind 2009 zijn ontvangen:

- Beheersgebied Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR): het niet-stationaire Simgro(6.x)-Modflow model dat is ontwikkeld door Deltares en Alterra in opdracht van HDSR en de provincie Utrecht en in nauwe samenwerking met Vitens. Het model beslaat de klimaatperiode 1990-2005 (Alterra, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Deltares, provincie Utrecht & Vitens, 2009).
- Beheersgebied Waterschap Vallei en Eem (WV&E): drie niet-stationaire Simgro modellen waarvan de ondergrondschematisatie is overgenomen uit het Veluwe model van TNO. Het model beslaat de klimaatperiode 1990-2005 (mail Almer Bolman, 2009).
- Beheersgebied Waterschap Rivierenland: het niet-stationaire Modflow-Simgro model dat is ontwikkeld door Deltares, Alterra, Tauw en Royal Haskoning. Het model beslaat de klimaatperiode 1994-2004 (Deltares/TNO, 2008).
- Beheersgebied Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht: een door Waternet ontwikkelde GxG tool (GxG = GLG, GHG en GVG). De tool beslaat de klimaatperiode 1996-2004 (Waternet, 2008).

De betreffende gegevens kunnen worden opgevraagd bij de provincie Utrecht. Een overzicht van contactpersonen van de waterschappen die de modeluitkomsten hebben aangeleverd staat op pagina 22.

Validatie van de modellen

In 2008 zijn er zowel in de winter (14-18 maart) als in de zomer (6-11 augustus) gerichte opnames uitgevoerd van de grondwaterstand op 126 locaties verspreid over de veengebieden in de Provincie. Bij een gerichte opname wordt de freatische grondwaterstand gemeten in een open boorgat (kader 2). De gemeten grondwaterstanden in deze boorgaten zijn vervolgens vertaald naar een GLG en een GHG en vergeleken met de beschikbare modeluitkomsten. Deze vergelijking heeft allereerst geleid tot een onderbouwde keuze voor de gebruikte modellen. Daarnaast geven de verschillen tussen de metingen en de modeluitkomsten inzicht in de betrouwbaarheid van de modellen en dus ook in de betrouwbaarheid van de Grondwatertrappenkaart welke is gebaseerd op de modeluitkomsten (hoofdstuk 4). Deze verschillen hadden een acceptabele omvang, er heeft dus geen aanpassing van de modellen en/of de modeluitkomsten plaatsgevonden op basis van de uitgevoerde gerichte opnames. Wel zullen de gerichte opnames en daarvan afgeleide GLG en GHG in de toekomst worden gebruikt bij reguliere verbeteringen van de betreffende modellen en bij de ontwikkeling van nieuwe modellen.

Kader 2 Werkwijze gerichte opnames

Metingen

De boringen voor de gerichte opnames zijn uitgevoerd tot circa 10 cm onder de grondwaterstand. Na het boren is de locatie ingemeten met GPS en is het boorgat afgedekt met een plaatje van hout. De meting van de grondwaterstand heeft plaatsgevonden minimaal 24 uur na het boren van het boorgat. In deze rustperiode bereikt de grondwaterstand weer een evenwichtstoestand.



Boorploeg aan het werk.

Kader 3 Vertaling naar GLG en GHG

In de periode waarin de gerichte opnames zijn uitgevoerd zijn ook de grondwaterstanden gemeten in de beschikbare peilbuizen in de veengebieden. Deze peilbuismetingen zijn vergeleken met de bekende GLG's en GHG's ter plaatse van de peilbuizen. Uit de vergelijking van bekende GLG's/GHG's en peilbuismetingen volgt een regressievergelijking waarmee de grondwaterstanden van de gerichte opnames zijn vertaald naar een geschatte GLG en GHG.

2.4 Opstellen van de Grondwatertrappenkaart

Inleiding

De met de modellen berekende grondwatertrappen zijn toegekend aan de eenheden op de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000. Dit heeft per kaarteenheden op de Bodemkaart geleid tot een enkelvoudige grondwatertrap (bijvoorbeeld GT II) of een samengestelde grondwatertrap (bijvoorbeeld GT II/III). In het eerste geval overheerst er duidelijk één grondwatertrap binnen de betreffende kaarteenheden. In het tweede geval is er sprake van meerdere grondwatertrappen die beiden veel voorkomen in de betreffende kaarteenheden. Daarnaast zijn kaarteenheden in voorkomende gevallen opgesplitst, als er sprake was van een duidelijke ruimtelijke verdeling van verschillende grondwatertrappen met elk een groot oppervlak. De grenzen van de bestaande kaarteenheden zijn hierbij dus niet verlegd. De betreffende kaarteenheden zijn alleen opgedeeld in meerdere subeenheden.

Basisprincipes

De eenheden moeras, petgaten, minerale gronden en water zijn overgenomen uit de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, aan deze eenheden zijn geen grondwatertrappen toegekend. Daarnaast zijn lijnelementen smaller dan 50 m met een afwijkende grondwatertrap buiten beschouwing gelaten. Voorbeelden hiervan zijn verhoogde wegtaluds en spoordijken. Dit betekent dat twee vlakken met dezelfde grondwatertrap welke worden gescheiden door een dergelijk lijnelement toch als een aaneengesloten vlak zijn weergegeven.

Enkelvoudige grondwatertrap

Er is een enkelvoudige grondwatertrap (bv. GT II) toegekend aan alle kaarteenheden op de bodemkaart:

- waarbij één bepaalde grondwatertrap meer dan 60% van het oppervlak van de kaarteenheden beslaat en
- waarbij het gesommeerde oppervlak van alle andere (minder omvangrijke) grondwatertrappen kleiner is dan 5 ha. Het oppervlak van deze minder omvangrijke grondwatertrappen is in dat geval namelijk te klein om op de kaart weer te geven. Bij een groter gesommeerd oppervlak is de betreffende kaarteenheden opgesplitst (zie hieronder).

Samengestelde grondwatertrap

Er is een samengestelde grondwatertrap (bv. GT II/III) toegekend aan alle kaarteenheden op de bodemkaart, waarbij de meest voorkomende grondwatertrap en de op één na meest voorkomende grondwatertrap samen meer dan 60% van het oppervlak van de kaarteenheden beslaan én waarbij de op twee na meest voorkomende grondwatertrap een oppervlak heeft dat kleiner is dan 10 ha. Als de op twee na meest voorkomende grondwatertrap een oppervlak heeft dat groter is dan 10 ha dan is de kaarteenheden gesplitst (zie hieronder). Bij het combineren van verschillende grondwatertrappen tot een samengestelde grondwatertrap is de volgende volgorde gehanteerd:

- twee grondwatertrappen met hetzelfde Romeinse begingetal worden gecombineerd tot één samengestelde grondwatertrap (bv. II en II* tot II/II*. Of III en III* tot III/III*).
- twee grondwatertrappen binnen dezelfde GLG-range worden gecombineerd tot één samengestelde grondwatertrap (bv. III* en IV tot III*/IV of V* met VI tot V*/VI).
- drie grondwatertrappen worden samengevoegd tot één samengestelde grondwatertrap bestaande uit drie grondwatertrappen (bv I/II/II*) als wordt voldaan aan één of meerdere van de volgende voorwaarden:

- de drie grondwatertrappen hebben orde grootte een gelijk oppervlak én hebben een sterke ruimtelijke spreiding binnen de kaarteenheden (er is vrijwel geen sprake van aaneengesloten GT-vlakken);
- het oppervlak van de twee grootste grondwatertrappen samen is kleiner dan 60% van het oppervlak van de (opgesplitste) kaarteenheden. De drie grootste grondwatertrappen hebben wel samen een oppervlak \geq 60%.

Opsplitsen van kaarteenheden

Bij opsplitsen wordt de betreffende kaarteenheden verdeeld in meerdere subeenheden. Het opsplitsen is zodanig gebeurd dat de grenzen van de kaarteenheden niet zijn gewijzigd. De splitsingslijnen zijn met een blauwe doorgetrokken lijn weergegeven. Dit is overeenkomstig de bestaande Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000. De splitsingslijnen lopen relatief recht in gebieden waarbij de variatie van de grondwatertrappen binnen één kaarteenheden duidelijk wordt bepaald door een verschil in oppervlaktewaterpeil. In alle andere gevallen is er sprake van meer vloeiende/gebogen lijnen. Een kaarteenheden is opgesplitst als wordt voldaan aan de volgende criteria:

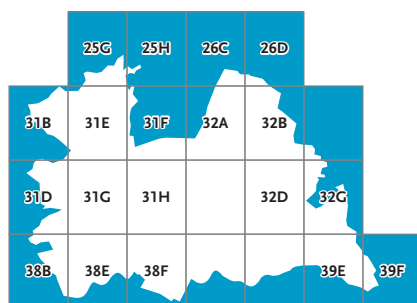
- het opsplitsen leidt tot meer eenduidige grondwatertrappen met daarbinnen een vrijwel uniforme grondwatertrap;
- het oppervlak van een opgesplitste deel van een kaarteenheden bedraagt minimaal 5 ha;
- de minimale breedte van een opgesplitste kaarteenheden bedraagt 100 m;
- minimaal 60% van het oppervlak bestaat uit één grondwatertrap (bij een enkelvoudige grondwatertrap) of uit twee grondwatertrappen (bij een samengestelde grondwatertrap).

Uitzonderingen

Voor meer dan 95% van de kaarteenheden op de bodemkaart kon op basis van bovenstaande criteria een grondwatertrap worden toegekend. Bij de overige kaarteenheden is in geringe mate afgeweken van de hierboven beschreven uitgangspunten of is geen grondwatertrap toegekend. Overigens is ook in de bestaande Bodemkaart geen kaarteenheden toegekend aan enkele van dit soort, kleine en sterk heterogene, vlakken.

Presentatie

Er is gebruik gemaakt van dezelfde kaartbladindeling als voor de Bodemkaart (Figuur 4). Voor de presentatie van de grondwatertrappen is ervoor gekozen om de vlakken te vullen met de kleuren uit het standaard kleurenschema van Alterra. Bij samengestelde grondwatertrappen is hierbij gekozen voor de kleur van de meest voorkomende grondwatertrap. De grenslijnen van de eenheden op de grondwatertrappenkaart zijn weergegeven in blauw. Indien in de eenheid op de grondwatertrappenkaart een grens ligt tussen twee eenheden op de bodemkaart, die niet overeenkomt met een grens tussen twee eenheden op de grondwatertrappenkaart, dan is deze weergegeven in zwart. Als de grens tussen twee grondwatertrappen en twee eenheden op de bodemkaart samenvalt, dan is deze weergegeven in blauw. De kaarteenheden van de bodemkaart zijn niet ingekleurd, de codes van de kaarteenheden op de bodemkaart zijn wel (in grijs) in de kaart gezet.



Figuur 4 Bladindeling van de Grondwatertrappenkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000.

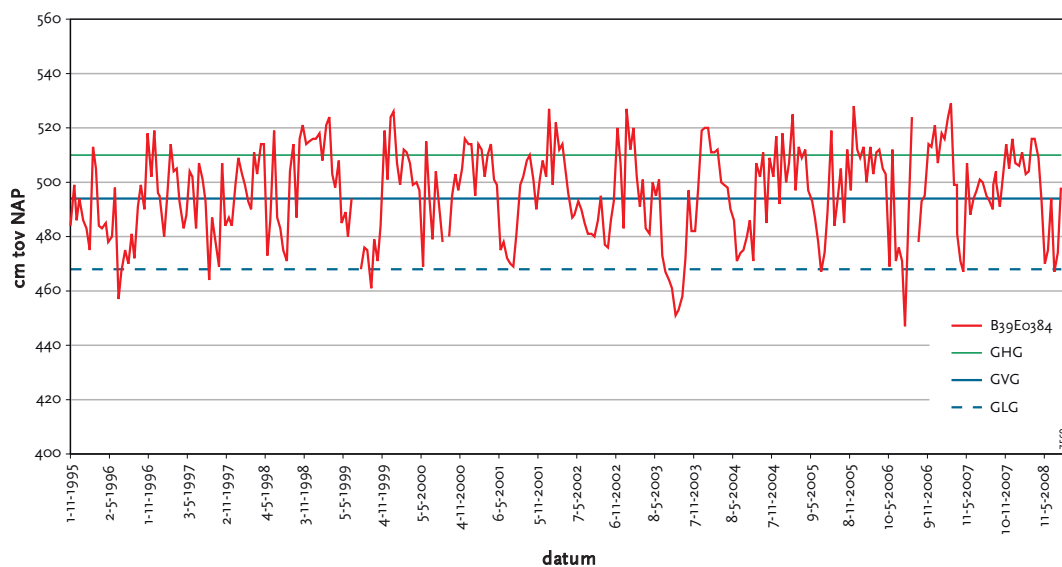
3 Grondwatertrappenkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000

3.1 Inleiding

De Grondwatertrappenkaart bestaat feitelijk uit de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000, met daaraan toegevoegd het ruimtelijke voorkomen van de grondwatertrappen. Voor een beschrijving van de bodemkaart wordt verwezen naar de Toelichting Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000 (Stouthamer et al., 2008). In dit hoofdstuk worden de gepresenteerde grondwatertrappen beschreven.

3.2 GLG en GHG

De grondwaterstand fluctueert gedurende het jaar met in de meeste jaren de hoogste en de laagste standen in respectievelijk de winter en de zomer. Met name de seizoensverschillen in neerslag en verdamping veroorzaken deze fluctuatie. Om de fluctuatie van de grondwaterstand te karakteriseren wordt gebruik gemaakt van grondwatertrappen welke zijn gebaseerd op een combinatie van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG).



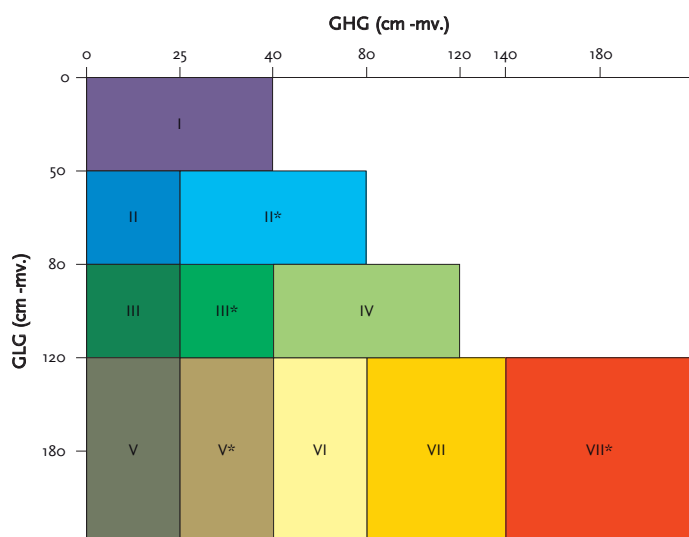
Figuur 5 Gemeten grondwaterstand en hoogte van de GLG, GVG en GHG in peilbuis 384 (voor locatie zie Figuur 2).

De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) geeft een indicatie van de gemiddelde grondwaterstand in de winter. De GHG is berekend door middeling van de drie hoogste grondwaterstanden (HW₃) die in een hydrologische winterperiode (1 oktober t/m 31 maart) zijn gemeten of berekend uitgaande van 24 grondwaterstanden per jaar (rond elke 14e en 28e dag van de maand). Bij een periode van, bijvoorbeeld, 15 jaar gaat het dus om het gemiddelde van (15 jaar * 3 standen/jaar=) 45 standen (Figuur 5). De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) is een maat voor de grondwaterstand die in de zomer aan het einde van het groeiseizoen wordt verwacht in een gemiddeld jaar. De GLG is op een zelfde wijze berekend als de GHG alleen dan uitgaande van de drie laagste grondwaterstanden in het hydrologische zomerhalfjaar (LW₃, 1 april t/m 30 september) (Figuur 5).

3.3 Grondwatertrappen

Op de Grondwatertrappenkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000 is een indeling in 11 grondwatertrappen gehanteerd (Figuur 6).

Bij de grondwatertrappen I en II gaat het om natte gronden waarbij het grondwater in de winter (bijna) aan het maaiveld staat. De grondwatertrappen III en IV zijn van toepassing op gronden waarbij in de zomer de grondwaterstand beperkt uitzakt als gevolg van, bijvoorbeeld, aanvoer van grondwater vanuit hoger gelegen gebieden of vanuit watergangen. De drogere gronden worden gekenmerkt door grondwatertrap V, VI en VII. Daarnaast is er sprake van vier grondwatertrappen met een lagere (drogere) GHG. Deze grondwatertrappen hebben de toevoeging '*'. Dit komt bijvoorbeeld voor op goed gedraineerde percelen.



Figuur 6 Gehanteerde indeling in grondwatertrappen (naar Alterra, 2006).

3.4 GVG

De Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) is het gemiddelde van de berekende grondwaterstand rond 1 april (Figuur 5). De grondwatertrap wordt bepaald door de GHG en de GLG en niet door de GVG. De GVG kan echter wel van belang zijn voor bijvoorbeeld het inschatten van de bereikbaarheid van akkerbouwpercelen in het voorjaar en de kansen voor natuurontwikkeling. De GVG is daarom eveneens berekend en in een aparte kaartserie opgenomen. Op de Mediane Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstandsk kaart is in iedere kaarteenheid op de Grondwatertrappenkaart de mediane GVG weergegeven (zie CD-rom).

4 Nauwkeurigheid van de kaart

4.1 Inleiding

De Grondwatertrappenkaart geeft de ruimtelijke verdeling van de grondwatertrappen op een schaal van 1:25.000 weer. De kaart is goed bruikbaar voor de beoordeling van de grondwatertrappen op regionaal niveau (minimaal meerdere percelen bij elkaar), maar niet op het niveau van individuele percelen. Voor het bepalen van de toepasbaarheid van de kaarten is het van belang om inzicht te hebben in de nauwkeurigheid van de weergegeven grondwatertrappen. Deze nauwkeurigheid wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de gebruikte grondwatermodellen en de vertaling van de modeluitkomsten naar de kaarteenheden van de Bodemkaart.

4.2 Grondwatermodellen

Nauwkeurigheid van de grondwatermodellen

Voor elk beheersgebied van de vier waterschappen is gebruik gemaakt van het best beschikbare grondwatermodel. Een model is en blijft echter een geschematiseerde, en dus vereenvoudigde, weergave van een complexe werkelijkheid. De met de modellen berekende grondwaterstanden worden daarom per definitie gekenmerkt door enige onnauwkeurigheid. Eén van de oorzaken hiervan is een gebrek aan gebiedsdekkend inzicht in de variabele bodemopbouw. Daarnaast speelt mee dat de modellen per modelcel van, overwegend 25*25 m², één gemiddelde grondwaterstand berekenen terwijl er in de praktijk sprake is van meer variatie binnen het betreffende oppervlak.

Kader 4 Selectie van primaire peilfilters

Uit de peilbuizen binnen de provincie Utrecht zijn alle zogenaamde 'stambuizen' geselecteerd. Dit zijn peilbuizen die geschikt zijn om de GLG en de GHG te berekenen op basis van de aanwezige meetreeks. Een peilbuis wordt aangemerkt als stambuis als wordt voldaan aan de volgende criteria:

1. *Peilbuisgegevens*: de locatie van de peilbuis (X en Y coördinaat) is bekend en bevindt zich binnen het gebied waarvoor de Grondwatertrappenkaart wordt opgesteld.
2. *Filter*: De filterdiepte ten opzichte van het maaiveld is bekend. De reeksen moeten zijn waargenomen met een filter waarvan de onderkant zich maximaal 2,00 meter beneden maaiveld bevindt. In infiltratiegebieden of gebieden met geringe kwel (<0.5 mm/dag) moeten de reeksen waargenomen zijn in een filter waarvan de onderkant zich maximaal 3,00 meter beneden maaiveld bevindt. De maximale filterlengte bedraagt 1 m.
3. *Meetreeks*: Er is sprake van een aaneengesloten meetperiode van minimaal 3 jaar met minimaal 9 waarnemingen in elk hydrologisch halfjaar.

Deze onbetrouwbaarheid is voor alle vier de modellen geschat door de met de modellen berekende GLG en GHG te vergelijken met:

- De GLG en GHG welke zijn berekend op basis van gemeten grondwaterstanden in stampeilbuizen. Dit zijn peilbuizen die voldoen aan vooraf gestelde criteria (zie kader 4). In totaal gaat het om 48 peilbuizen.
- De GLG en GHG welke zijn geschat voor de 126 locaties waar gerichte opnames zijn uitgevoerd (zie paragraaf 2.3).

Uit deze vergelijking blijkt dat de met de modellen berekende GLG en GHG gemiddeld circa 0,15 m tot 0,32 m afwijkt van de GLG en de GHG welke is gebaseerd op de metingen (tabel 2). Deze afwijking heeft voor de ondiepe grondwatertrappen een zelfde orde grootte als het verschil in grenzen tussen de grondwatertrappen (=0,15 m tot 0,40 m, zie Figuur 6). Dit betekent dat er een reële kans is dat de met de modellen berekende grondwatertrappen in het veld, op lokale schaal, één GT-klasse afwijken (bv. GT II in plaats van GT III).

Tabel 2 Vergelijking van GLG en GHG gebaseerd op modeluitkomsten en metingen. Een negatieve waarde betekent dat de modeluitkomst een lagere GLG of GHG oplevert dan de metingen.

Beheersgebied	Vergelijking tussen modeluitkomsten en primaire peilfilters				Vergelijking tussen modeluitkomsten en gerichte opnames			
	Gemiddeld verschil (m)		Gemiddeld absoluut verschil (m)		Gemiddeld verschil (m)		Gemiddeld absoluut verschil (m)	
	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden	-0,14 (n=21)	0,08 (n=23)	0,23 (n=21)	0,26 (n=23)	-0,04 (n=34)	0,00 (n=34)	0,15 (n=34)	0,15 (n=34)
Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	+0,07 (n=52)	-0,01 (n=52)	0,20 (n=52)	0,20 (n=52)
Waterschap Vallei en Eem	-0,05 (n=16)	-0,09 (n=16)	0,32 (n=16)	0,23 (n=16)	+0,09 (n=32)	-0,01 (n=32)	0,25 (n=32)	0,27 (n=32)
Waterschap Rivierenland	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

n.v.t. niet berekend in verband met te weinig beschikbare metingen (≤ 10)

Actualiteit van de grondwatermodellen

Elk model berekent de fluctuatie van de grondwaterstand gedurende een specifieke modelperiode (tabel 1). De fluctuatie van de grondwaterstand wordt bepaald door tijdsafhankelijke factoren zoals neerslag, verdamping, oppervlaktewaterpeilen en grondwateronttrekkingen. Wijzigingen in deze processen kunnen leiden tot een verandering van de grondwaterstand en daarmee tot een andere grondwatertrap. De Grondwatertrappenkaart representeert de GHG en GLG gedurende de periode zoals opgenomen in tabel 1 (p. 10). Eventuele recente wijzigingen in het watersysteem zijn hierin dus niet opgenomen. De kaart betreft een momentopname.

4.3 Vertaling van modeluitkomsten naar de bodemkaart

De met de modellen berekende grondwatertrappen voldoen binnen de kaarteenheden van de bodemkaart in het algemeen aan de in de Grondwatertrappenkaart opgenomen grondwatertrap. Binnen een kaarteenheid zullen ook locaties voorkomen met een andere grondwatertrap. Deze zogenaamde onzuiverheden worden veroorzaakt door de grote variatie van de grondwaterstand op korte afstand, de nauwkeurigheid van de grenzen, de noodzaak tot verwaarlozen van te kleine oppervlakten met afwijkende grondwatertrappen of het niet opmerken ervan. Bij de vertaling van de met de modellen berekende grondwatertrappen naar de kaarteenheden is een maximale onzuiverheid van 40% aangehouden. Met andere woorden: in minimaal 60% van de modelcellen in een kaarteenheid komt de gepresenteerde grondwatertrap (of samengestelde grondwatertrap) voor. Uiteraard geldt hierbij de nuancering dat er binnen de modelcellen ook sprake is van een zekere mate van onzuiverheid, omdat er voor elke modelcel één gemiddelde grondwaterstand wordt berekend terwijl dat in de praktijk meer variabel kan zijn. De weergegeven grondwatertrappen zijn hierdoor enigszins ruim van inhoud en dus minder geschikt voor gedetailleerd werk, zoals nauwkeurige beoordelingen op perceelsniveau. Voor dergelijke meer kleinschaliger projecten kan de Grondwatertrappenkaart wel dienen als een eerste indicatie en als een goede basis voor de inrichting van lokale meetnetten.

5 Relatie met de kwetsbaarheid voor oxidatie

5.1 Inleiding

De gevoeligheid van de bodem voor bodemdaling als gevolg van oxidatie van organische stof wordt bepaald door:

1. de aanwezigheid en de dikte van een mineraal dek;
2. de diepte en de dikte van moerige¹ lagen in het bodemprofiel;
3. het organische stofgehalte van het moerige materiaal;
4. de aanwezigheid van een minerale ondergrond;
5. de diepte van bodembewerking;
6. de grondwaterstand, met name de GLG en de GHG.

De factoren 1-4 zijn meegenomen bij de bepaling van de kwetsbaarheid van de bodem voor bodemdaling als gevolg van oxidatie van organische stof. De kwetsbaarheid is weergegeven op de Kwetsbaarheid voor oxidatie van organische stof kaart, schaal 1:50.000, behorend bij de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht. De kwetsbaarheid voor bodemdaling als gevolg van oxidatie van organische stof is gebaseerd op het profieltype (factor 1, 2 en 4), de diepte en de dikte van minerale en moerige lagen in het bodemprofiel (factor 1 en 2) en het organische stofgehalte van het moerige materiaal (factor 3). De invloed van bodembewerking op de kwetsbaarheid voor bodemdaling als gevolg van oxidatie van organische stof (factor 5) is weergegeven op een aparte kaart: Kwetsbaarheid voor oxidatie van organische stof bij bodembewerking, schaal 1:50.000, behorend bij de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht. Deze kaart is gebaseerd op de dikte van de minerale deklaag, de diepte van de bovenkant van het moerige materiaal in het bodemprofiel en de diepte waarop bodembewerking plaatsvindt. De methoden die gebruikt zijn om de kwetsbaarheid te kwantificeren en de klassenindeling (kwetsbaar, matig kwetsbaar en niet kwetsbaar) die is weergegeven op de kaarten is uitvoerig beschreven in de Toelichting bij de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1:25.000 (hoofdstuk 4 en 5, Stouthamer et al., 2008).

5.2 Invloed van de grondwaterstand

Naast de in de kwetsbaarheidskaarten verwerkte factoren 1-5 is ook de grondwaterstand en het grondwaterstandsverloop van invloed op de kwetsbaarheid van de bodem voor bodemdaling als gevolg van oxidatie van organische stof. Met name de GLG en de duur van het voorkomen van de GLG en de GHG zijn van belang.

¹ Moerig materiaal is de samenvattende naam voor veen, zandig veen, kleilig veen, venig zand en venige klei (zie Appendix A in de Toelichting Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht).

Aan het eind van de zomer, als de temperatuur relatief hoog is en de grondwaterstand laag, zijn de condities voor oxidatie optimaal. Het organische stof dat zich boven de grondwaterspiegel bevindt zal onder deze omstandigheden oxideren. Dit is een langzaam, continu proces waardoor uiteindelijk alle organische stof in de ondergrond zal vergaan. De maximale bodemdaling als gevolg van volledige oxidatie van al het aanwezige organische materiaal is gelijk aan de totale dikte van het organische stof boven de GLG.

In het algemeen geldt dat hoe lager de grondwaterstand, hoe gevoeliger de bodem is voor oxidatie van organische stof en dus voor bodemdaling. De kwetsbaarheid is daarnaast afhankelijk van bovengenoemde factoren 1-5. Dit betekent dat gebieden die als kwetsbaar zijn weergegeven op de kwetsbaarheidskaarten gevoeliger zullen zijn voor bodemdaling als gevolg van oxidatie van organische stof indien er in die gebieden een lage GLG is in vergelijking met wanneer er een hogere GLG is.

Uit onderzoek van Van den Akker (2005) blijkt bijvoorbeeld dat de totale bodemdaling² bij proefboerderij Zegveld tussen 1966 en 2003 circa 12 mm/jaar bedroeg bij een slootpeil van 60 cm-mv, en circa 6 mm/jaar bij een slootpeil van 30 cm-mv. Echter, de spreiding in de gemeten waarden is groot en er is geen duidelijk lineair verband tussen maaiveld daling en slootpeil (verlaging).

Een belangrijke kanttekening hierbij is dat het toenemen van bodemdaling door grondwaterstandverlaging niet uitsluitend het gevolg is van oxidatie, maar ook van irreversibele krimp en klink. Oxidatie vindt voornamelijk plaats in de bovenste 25-30 cm van het bodemprofiel. Bij een grotere drooglegging oxideert met name het makkelijk afbreekbare organisch materiaal. Op langere termijn, als al het makkelijk afbreekbare materiaal verdwenen is en alleen nog het moeilijk afbreekbare materiaal overblijft, is de drooglegging nog nauwelijks van invloed op de oxidatie.

Naast de grondwaterstand en het uitgangsmateriaal zijn ook de temperatuur, het vochtgehalte, de zuurgraad en het landgebruik van invloed op de oxidatie. In de zomer is de oxidatiesnelheid veel groter dan in de winter en in eutroof bosveen is de oxidatiesnelheid groter dan in oligotroof mosveen. Eutroof bosveen bevat namelijk meer makkelijk afbreekbaar organisch materiaal dan oligotroof mosveen (Van Hardeveld et al., 2003).

2 De totale bodemdaling in het veenweidegebied bestaat uit de factoren klink, krimp, zetting en oxidatie. Klink is het gevolg van verdichting en zakking van de ondergrond door het eigen gewicht. Ontwatering en verdamping zorgen voor verdroging van de bodem, wat resulteert in krimp en oxidatie. Krimp is grotendeels omkeerbaar, na vernatting zal een groot deel van de krimp ongedaan gemaakt worden. Echter een klein deel van de krimp is irreversibel en draagt bij aan bodemdaling. Zetting is het gevolg van compactie van de bovengrond door druk van buitenaf, bijvoorbeeld door het gebruik van zware landbouwmachines. Na ontwatering kan een deel van de organische stof vergaan door oxidatie. Het grootste deel van de totale bodemdaling (60-65%) is het gevolg van oxidatie (Schothorst, 1967). Voor een uitgebreidere beschrijving van bodemdaling in veengebieden zie de Toelichting Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, Appendix B.

Literatuurlijst

- Alterra, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Deltares, provincie Utrecht & Vitens (2009).
Ontwikkeling HDSR Hydrologisch Modelinstrumentarium.
- Akker, J. van den (2005). Maaiveldaling en verdwijnende veengronden. In: W. Rienks & A. Gerritsen (2005),
Veenweide 25x belicht. Alterra.
- Deltares/TNO (2008). Grondwatermodellering Rivierenland, kenmerk 2008-U-R0827/A.
mail Almer Bolman, 5 maart 2009, WVE.
- Gaast, J.W.J. van der, Massop, H.T.L., Vroon, H.R.J. & Staritsky, I.G. (2006). Hydrologie op basis van
karterbare kenmerken. Wageningen, Alterra-rapport 1339.
- Hardeveld, H.A. van, F.H. van Schaik, F.A.A. Kramer, E. Oomen & M. Dijkstra (2003). Peilbeheer in
veenweidegebied. Een literatuurstudie. Leiden: Hoogheemraadschap Rijnland.
- Schothorst, C.J. (1967). Bepaling van de componenten van de zakking na grondwaterstandsaling. In:
Landbouwkundig Tijdschrift 79 (11), pp. 402 – 411.
- Waternet (2008). Achtergronddocument GGOR, kenmerk 08.002684.

Contactpersonen waterschappen

Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden: Joost Heijkers

Waterschap Rivierenland: Jan van Bakel

Waterschap Vallei en Eem: Almer Bolman

Waterschap Amstel Gooi en Vecht: Johan Ellen

Bijlage

CD-rom

Toelichting

Grondwatertrappenkaart

Mediane Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstandskaart

In opdracht van:



provincie :: Utrecht

Uitgevoerd door:



Universiteit Utrecht



Tauw