

## 4 Waterkwantiteit

*Sake van der Schaaf*

### 4.1 Inleiding

Het onderdeel Waterkwantiteit was vooral gericht op:

- Het uitwerken van tijdreeksen van grondwaterstanden en neerslagen om via de afhankelijkheid van bergingseigenschappen en waterstanden te komen tot een gereedschap voor het optimaliseren van peilen binnen hoogveenherstelgebieden.
- Het vinden van een methode voor het kwantificeren van waterstromen in zowel bestaande hoogveentjes (Dwingelerveld: Reigerplas en Harkeveen) als in hoogveenregeneratiegebieden met oude veenkern (Meerstalblok) en daarzonder (Haaksbergerveen). Uiteindelijk resulteerde dit in de zogenaamde overloopmethode die verderop nader wordt besproken.
- Het uitwerken van een methode om op basis van terreinhelling en afstand tot de waterscheiding te komen tot een richtlijn voor de verhouding van peilverschillen, compartimentbreedte en afstand tot de (toekomstige) waterscheiding in hoogveenregeneratiegebieden, de *hydromorfologische* benadering.

Om een kwantitatief beeld te krijgen van de hoeveelheden opgeloste stoffen, met name nutriënten, die met het afgevoerde water uit de gebieden verdwijnen, is met de betreffende terreinbeheerders overeengekomen dat zij op gezette tijden (in elk geval op de meetdagen voor grondwaterstanden) op aangegeven afvoerpunten watermonsters nemen. De monsters worden geanalyseerd door de groep Milieubiologie van de KUN. De uitkomsten zullen in het kader van het vervolgproject Hoogvenen worden geanalyseerd.

De gebruikte meettechnieken en apparatuur zijn beschreven in de tussenrapportages over 1999 en 2000. Ze worden in dit hoofdstuk, waar nodig, in samengevatte vorm opnieuw gegeven. De samenstelling van de apparatuur, Divers (typen D en TD), registrerende meetstuwen en registrerende regenmeters, onderging na plaatsing in 1998 en 1999 geen verandering. In het Meerstalblok is als gevolg van een mankement aan de registrerende regenmeter van medio juli 2001 tot medio januari 2002 geen neerslag gemeten. Het aantal storingen bleef verder beperkt tot effecten van vorst op de registrerende regenmeters, waardoor in de winterperioden enkele gaten in de meetreeksen ontstonden, met name in de reeks van het Dwingelerveld. Vergelijking van de gemeten reeksen met cijfers van nabijgelegen KNMI-stations heeft uitgewezen dat in alle gevallen redelijk betrouwbare schattingen van etmaaltotalen zijn te maken op basis van KNMI-cijfers. Voor kortere tijdsintervallen zijn in genoemde perioden echter geen gegevens beschikbaar.

De in het verslag over 2000 gesignaleerde problemen met de luchtdrukregistraties zijn opgelost door de ontwikkeling van een vergelijkingsstelsel voor alle referentie-Divers. Hiermee kunnen gaten in elke meetreeks worden vervangen door nauwkeurige schattingen, gebaseerd op een synthetische reeks die is afgeleid van alle

vijf referentie-Divers. Correlatie met de synthetische reeks leverde ook een bruikbare oplossing voor het probleem van de in het voorjaar van 1999 gestolen en pas in het najaar van dat jaar vervangen referentie-Diver in het Haaksbergerveen.

De waterpassing van de meetpunten in het Meerstalblok is in het voorjaar van 2001 gedaan. In beide andere gebieden is dat in 2000 gebeurd.

## 4.2 Resultaten & discussie

### 4.2.1 Grondwaterstand en bergingseigenschappen

Uit de gelijktijdige analyse van meetreeksen van neerslag en grondwaterstanden bleek een duidelijk verband tussen bergingscoëfficiënt en waterstand. Hiermee is in beginsel een gereedschap beschikbaar om uit grondwaterstands- en neerslagmeetreeksen een optimaal peil af te leiden, waarbij de waterstandsschommeling zo gering mogelijk is zonder dat dit leidt tot permanente inundatie, zodat een peil kan worden ingesteld waarbij de hydrologische omstandigheden voor de ontwikkeling van een veenvormende vegetatie zo goed mogelijk zijn. Het principe van de werkwijze, eerder uiteengezet in de rapportage over 1999, is als volgt.

De relatie tussen gemeten peilveranderingen en veranderingen in specifieke berging kunnen worden geschat volgens

$$m = \frac{dS_w}{dH} \quad (1)$$

waarin

- $m$  = bergingscoëfficiënt [1]
- $S_w$  = specifieke berging [L]
- $H$  = (grond)waterstand [L]

$m$  is afhankelijk van  $H$ , zodat vergelijking (1) een wat ingewikkelder proces beschrijft dan op het eerste gezicht lijkt. Voor korte regenperioden tot ongeveer 12 uur, waarbij de afvoer via verdamping of anderszins gering is ten opzichte van de neerslagsom  $P^*$  [L], geldt  $P^* \approx \Delta S_w$ , zodat

$$m(\bar{H}) \approx \frac{P^*}{\Delta H} \quad (2)$$

waarin

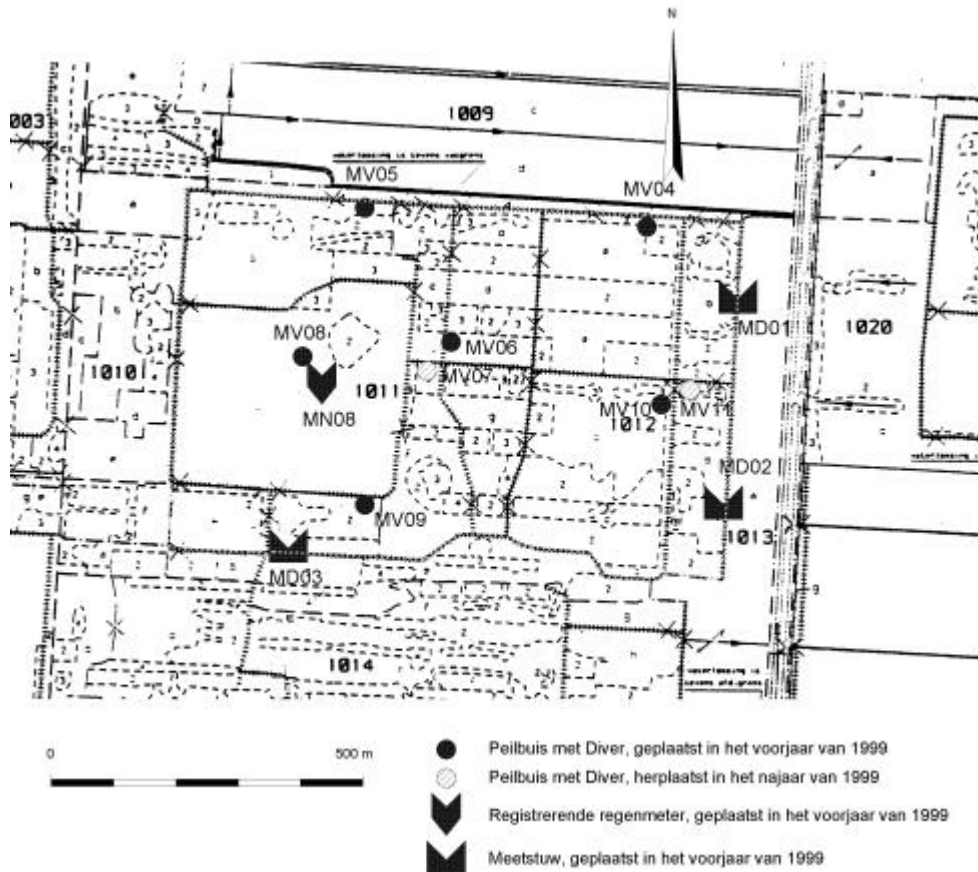
- $\bar{H}$  = gemiddelde (grond)waterstand tijdens het beschouwde tijdsinterval

Enkele voorbeelden worden hieronder gegeven. Ze zijn ontleend aan gegevens van het Meerstalblok (voor ligging van de meetpunten zie Figuur 4.1), maar de techniek is in principe toepasbaar op alle onderzochte gebieden.

Figuur 4.2 geeft het verloop in dagwaarden van (grond)waterstand en neerslag van april 1999 tot eind 2001, Figuur 4.3 de bijbehorende relatie tussen waterstand en bergingscoëfficiënt. Deze laatste is bepaald op basis van een of meer opeenvolgende tijdsintervallen van drie uur.

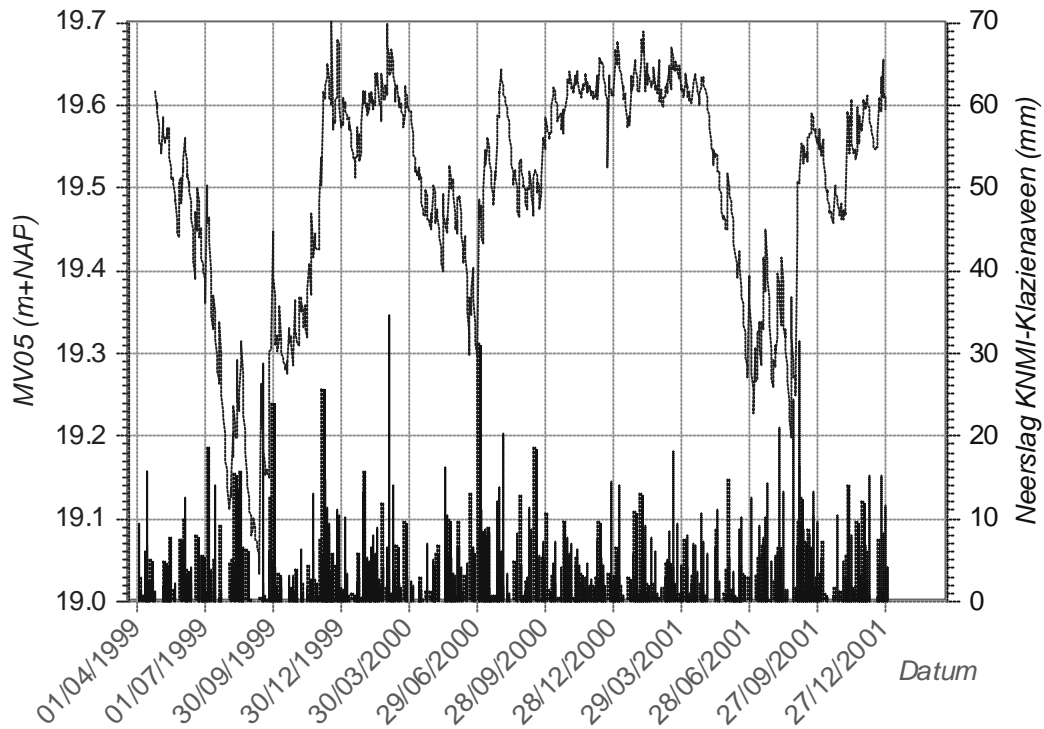
Uit Figuur 4.3 blijkt een toename van de bergingscoëfficiënt met stijgende waterstand. Bij waterstanden beneden NAP+19.40 m is de bergingscoëfficiënt ongeveer 0.1, wat duidt op gedegenereerd veen. Bij hogere waterstanden loopt de

waarde op tot omstreeks 0.4 bij een peil van NAP+19.65 m. Deze toename heeft in dit geval overigens meer te maken met de vorming van open water rond pollen Pijpenstrootje dan met een betere kwaliteit veen in de bovengrond. In dit geval zou het op grond van Figuur 4.3 aanbeveling verdienen, een overloopeil in te stellen van ongeveer NAP+19.70 m. Gegeven de instabiliteit van de naastliggende veendam, waarover verderop meer, is dit op het ogenblik echter geen haalbare zaak.

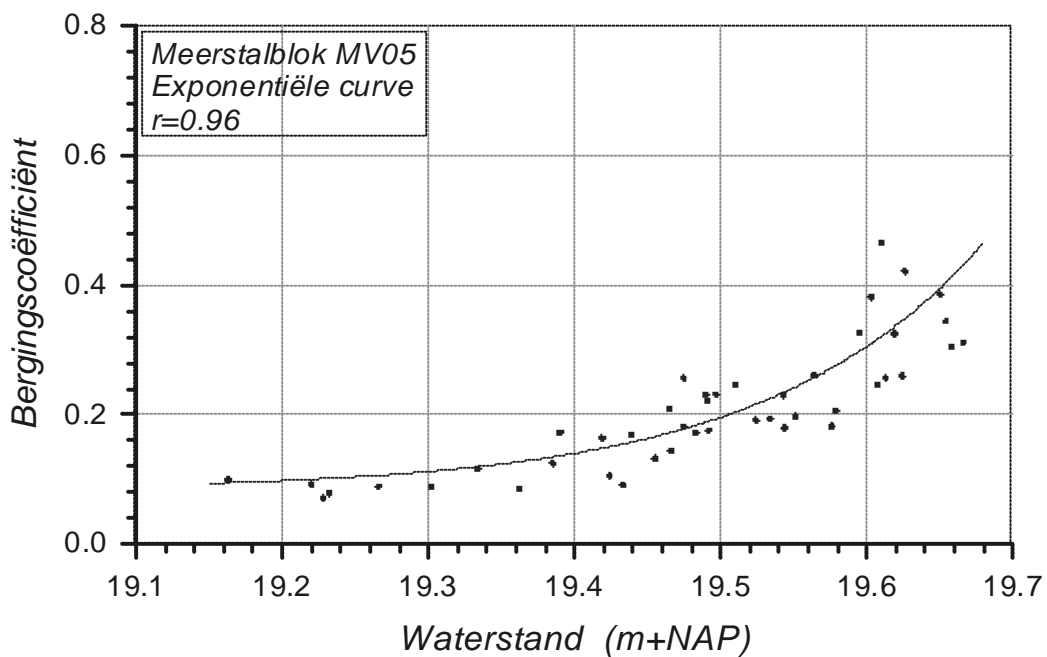


*Figuur 4.1: Ligging van de meetpunten in het Meerstalblok. Het bemeten gebied, op de kaart omringd door een stippellijn, is 51,05 ha groot.*

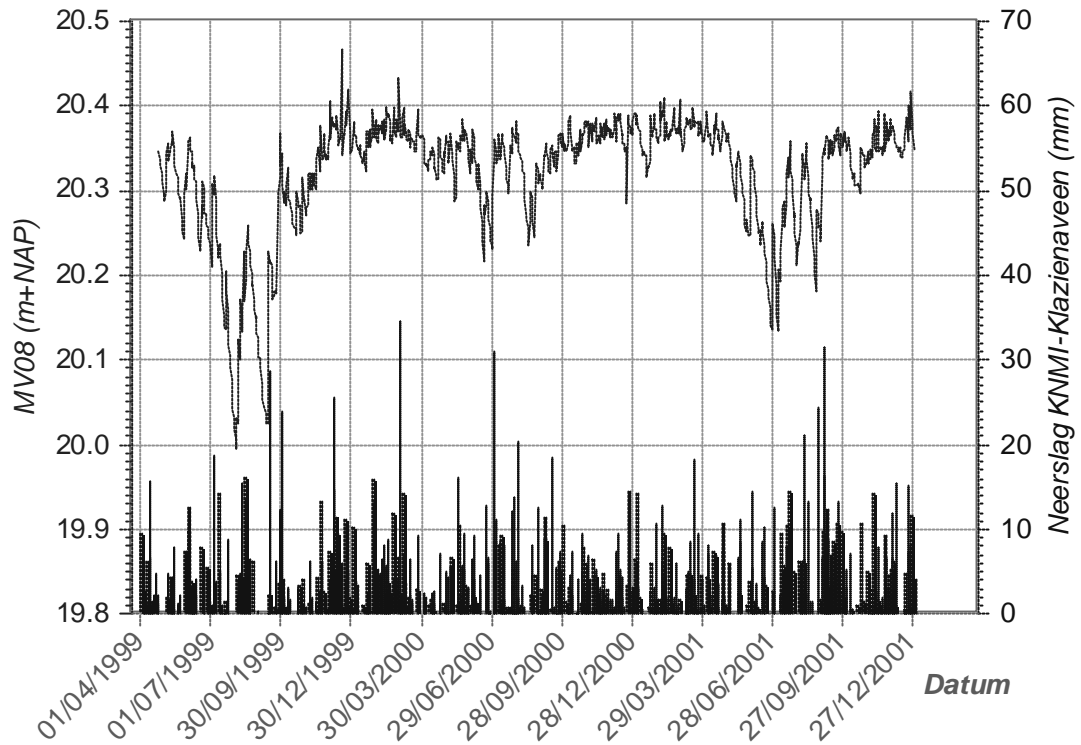
Figuur 4.4 geeft een zelfde grafiek als Figuur 4.2, maar nu voor een meetpunt, niet ver van het centrum van de onvergraven veenkern van het Meerstalblok. De fluctuatie van de waterstand is wat kleiner dan in Figuur 4.2. Dit komt tot uitdrukking in andere waarden van de bergingscoëfficiënt (Figuur 4.5). Figuur 4.5 geeft een steil verloop van de curve te zien bij een peil van NAP+20.30 m of hoger. Dit steile verloop geeft inundatie aan. Er is in dit geval dan ook weinig speelruimte om een hoger overloopeil in te stellen, ondanks het feit dat de waterstand in de zomer nog wel eens wat dieper wil wegzakken dan wenselijk is.



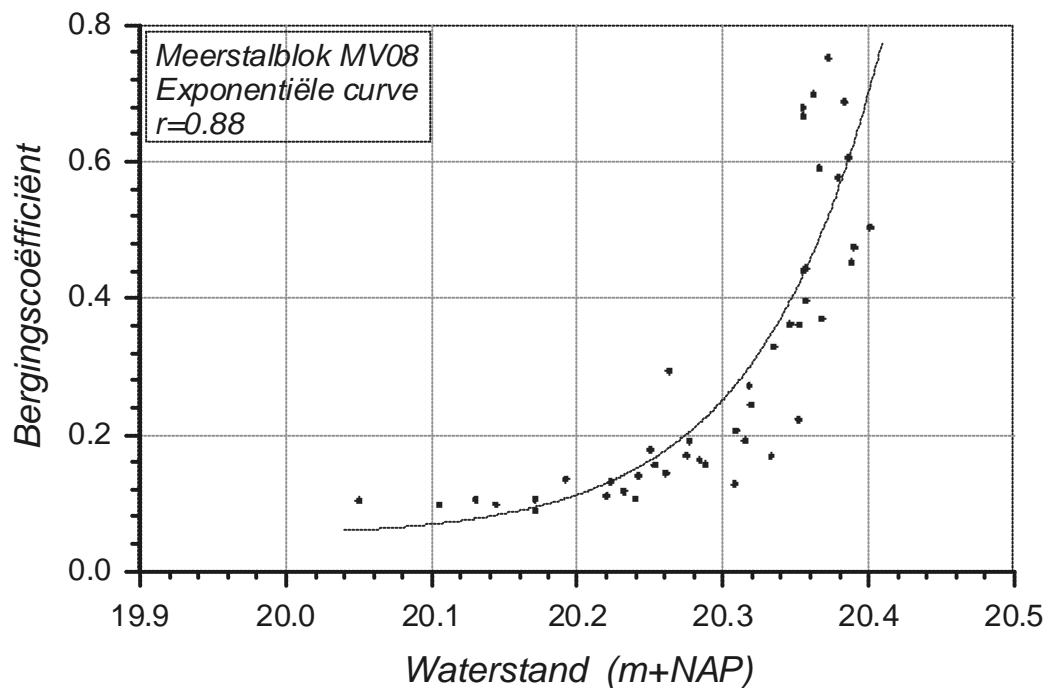
Figuur 4.2: Verloop in de tijd van stijghoogte en neerslag op het meetpunt MV05, gelegen tegen de noordelijke dam van het Meerstalblok.



Figuur 4.3: Bergingscoëfficiënt versus waterstand voor het meetpunt MV05, gelegen tegen de noordelijke dam van het Meerstalblok.

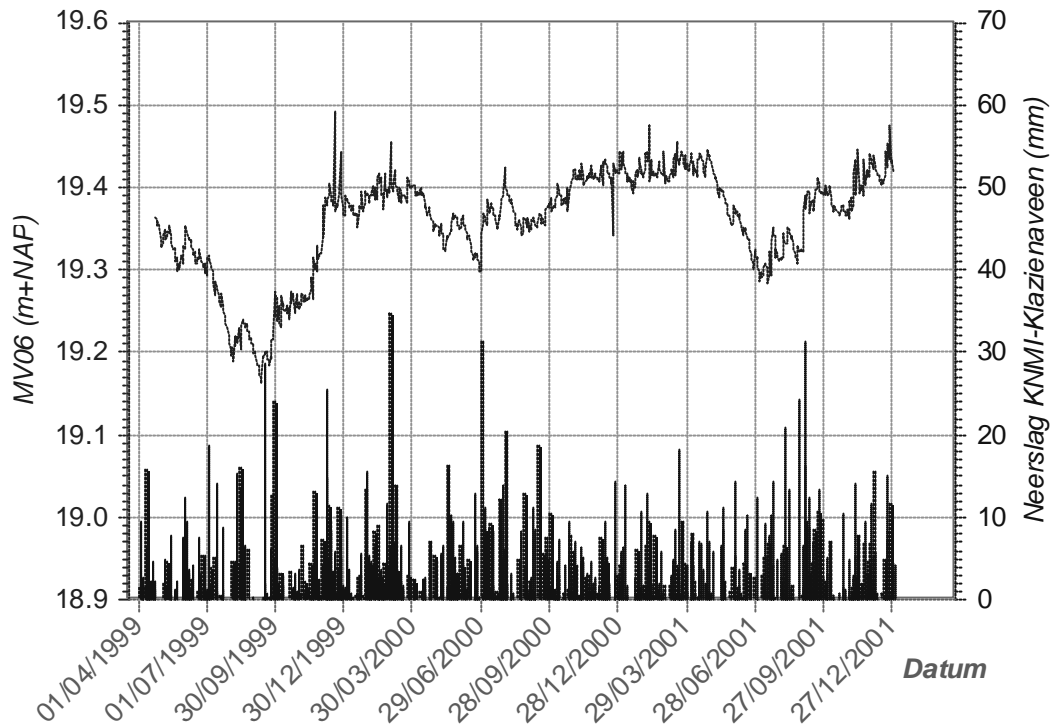


Figuur 4.4: Verloop in de tijd van stijghoogte en neerslag op het meetpunt MV08, gelegen nabij het midden van de onvergraven veenkern van het Meerstalblok.

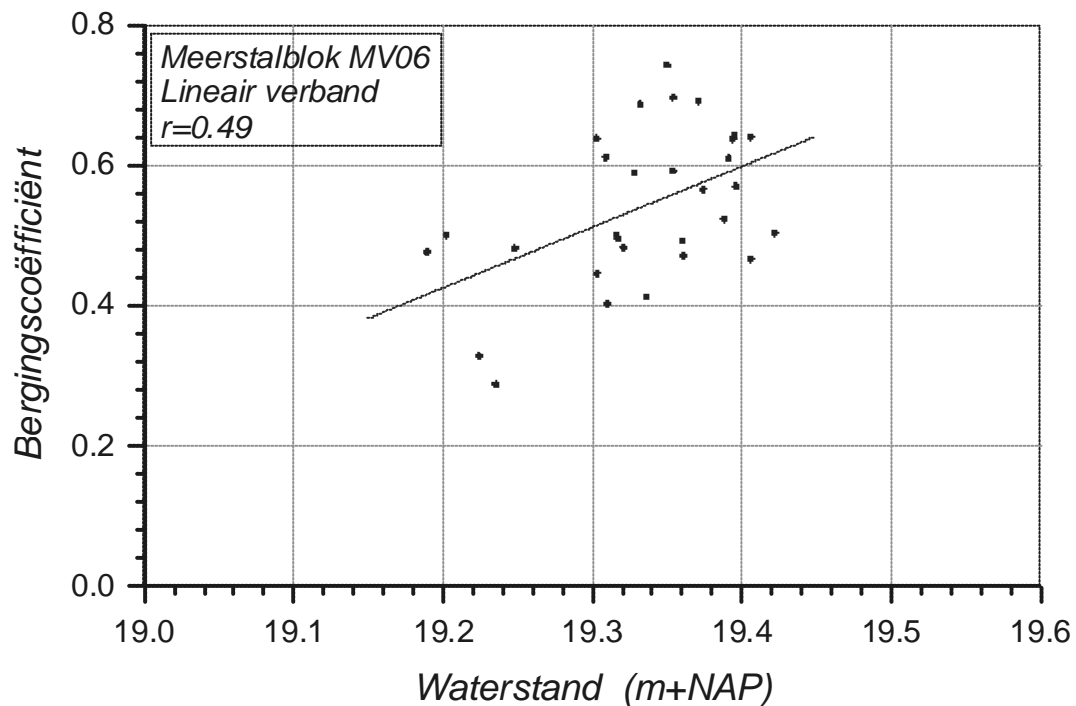


Figuur 4.5: Bergingscoëfficiënt versus waterstand voor het meetpunt MV08 nabij het midden van het onvergraven deel van het Meerstalblok.

Het peilverloop in een situatie met een drijftil in een belangrijk deel van het compartiment wordt weergegeven in Figuur 4.6.



Figuur 4.6: Verloop in de tijd van stijghoogte en neerslag op het meetpunt MV06, een compartiment met gedeeltelijke drijftil, vrijwel direct ten oosten van de onvergraven veenkern van het Meerstalblok.



Figuur 4.7: Bergingscoëfficiënt versus waterstand voor het meetpunt MV06 in een compartiment met gedeeltelijke drijftil, direct ten oosten van het onvergraven deel van het Meerstalblok.

Het statistisch verband in Figuur 4.7 is zwakker dan dat in Figuur 4.3 en Figuur 4.5. Dit is grotendeels te wijten aan de relatief geringe peilveranderingen bij neerslag als gevolg van de hogere bergingscoëfficiënt, waardoor de relatieve fout daarvan evenredig groter wordt. Uit de figuur blijkt een bergingscoëfficiënt van ongeveer 0.5; bij hogere waterstanden iets meer, bij lagere iets minder. De waterstandsfluctuaties zijn ongeveer even groot als deze vermoedelijk in de oorspronkelijke venen in Nederland zijn geweest, dus peilaanpassingen zijn in dit geval niet zinvol.

Deze techniek is niet toepasbaar met de gebruikelijke 14-daagse meetreeksen van waterstanden en etmaalsommen voor de neerslag. Een waarneeminterval van een uur zal in de meeste gevallen goede resultaten geven. Dit impliceert geautomatiseerd waarnemen van zowel neerslag als waterstand indien men via de beschreven methode wil komen tot het optimaliseren van het peilbeheer en tevoren de seizoensfluctuaties van de waterstand wil inschatten.

#### 4.2.2 De overloopmethode

Een probleem bij het bepalen van wegzijgings- en lekverliezen in peilcompartimenten in hoogveenherstelgebieden en afzonderlijke hoogveentjes als restpost in een waterbalans is dat deze verliezen klein zijn ten opzichte van andere balansposten. Kleine relatieve fouten in andere balansposten leiden daardoor tot een relatief grote onbetrouwbaarheid van op deze wijze berekende waarden voor wegzijgings- en lekverliezen. Een voorbeeld van een balans, ontleend aan de tussenrapportage over het jaar 2000, is hieronder weergegeven (Tabel 4.1).

Uit de tabel blijkt dat het verschil tussen de referentieverdamping van de KNMI-stations Hoogeveen en Twente enerzijds en de berekende som van verdamping, wegzijging en andere lekverliezen anderzijds zo gering is, dat daarover, zelfs als een geringe relatieve fout van de gemeten balansposten van 5% wordt aangenomen, geen kwantitatieve uitspraak van een redelijke relatieve precisie valt te doen. In absolute zin kan men op grond van de balans hoogstens vaststellen dat het bemeten deel van het Meerstalblok redelijk 'waterdicht' lijkt te zijn.

Tabel 4.1: Waterbalans Meerstalblok van 1 oktober 1999 tot en met 30 september 2000. Oppervlakte meetgebied 51.05 ha.

| Balanspost                                  | In (mm) | In (1000 m <sup>3</sup> ) | Uit (mm) | Uit (1000 m <sup>3</sup> ) |
|---|---------|---------------------------|----------|----------------------------|
| Neerslag                                    | 878     | 448.0                     |          |                            |
| Afvoer via meetstuwen                       |         |                           | 289      | 147.3                      |
| Toevoeging aan berging                      |         |                           | 50       | 25.3                       |
| Verdamping, wegzijging en lek               |         |                           | 539      | 275.4                      |
| Referentieverdamping KNMI-station Hoogeveen |         |                           | 534      | 272.5                      |
| Referentieverdamping KNMI-station Twente    |         |                           | 534      | 272.5                      |

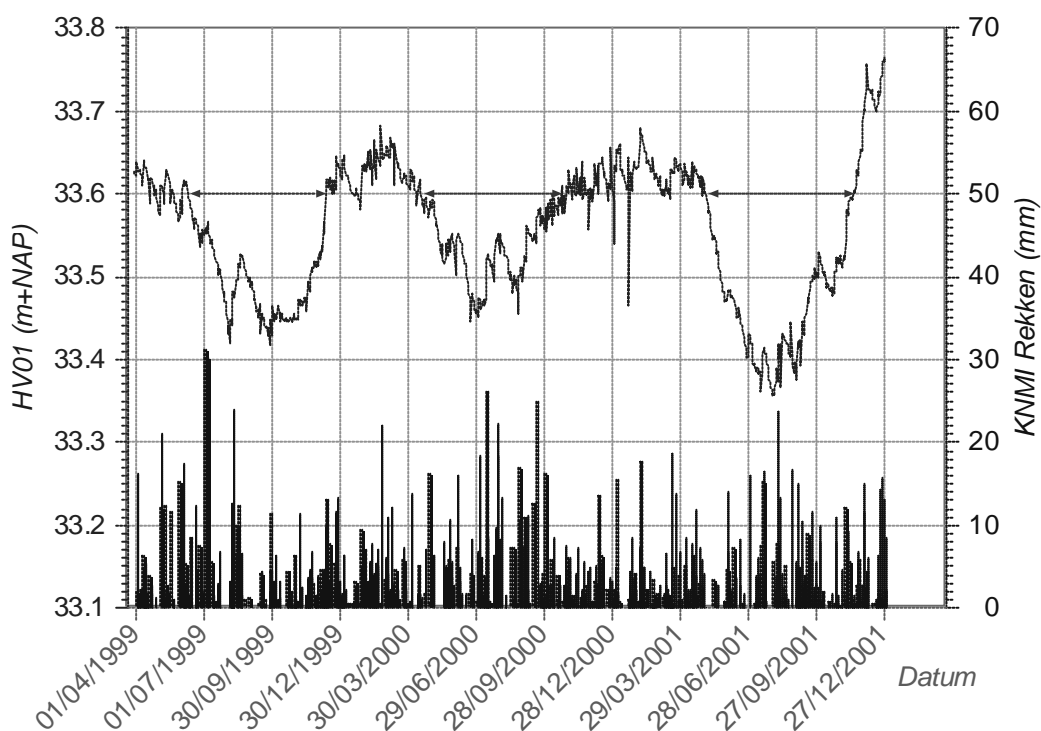
Daarom is getracht om tot een andere bepalingswijze van dergelijke waterverliezen te komen, waarbij een zo klein mogelijk aantal waterbalans termen is betrokken. Er wordt uitgegaan van de afvoerloze periode die in het zomerseizoen in de meeste compartimenten optreedt. Daarmee vervalt de afvoer als balans term en daarmee niet alleen de daaraan gekoppelde meetfout, maar ook de noodzaak tot het meten van afvoer.

Meestal wordt een periode van een zodanige duur verkregen, dat kleine verschillen in berging tussen begin en eind van de periode te verwaarlozen zijn. Uitgangspunt is dat de neerslag die in de periode valt, alle verliezen compenseert die tussen het einde van de afvoer in het voorjaar en het begin daarvan in het najaar compenseert. Die verliezen zijn inclusief de verdamping. Indien men aanneemt dat de verdamping van

het beschouwde compartiment gelijk is aan de referentieverdamping, kunnen de overige verliezen worden berekend. Deze aanname is een zwak punt van de methode en zou daarom onderwerp van nader onderzoek moeten zijn. Gegeven eerder gestelde prioriteiten en beschikbare middelen in het kader van OBN, zal dit onderzoek de eerstkomende paar jaar althans in dat kader niet mogelijk zijn.

Een belangrijk voordeel van de methode is dat het verschil in berging tussen begin en eind van de balansperiode kan worden verwaarloosd. Juist deze term van de waterbalans kan een niet onbelangrijke bron van fouten zijn. Vereiste is verder dat geen overloop optreedt naar het beschouwde compartiment vanuit andere compartimenten of randgebieden. In het laatste geval kan een negatief verlies exclusief verdamping worden gevonden. In sommige gevallen, waarin een externe toevoer wordt vermoed, kan de methode hierover echter ook uitsluitsel geven.

We illustreren de methode aan de hand van een analyse van het waterstandsverloop in een compartiment (C22) van het Haaksbergerveen. Als referentieverdamping wordt die van het nabijgelegen station Hupsel gebruikt. Vervolgens worden analyses gegeven van enkele andere compartimenten van het Haaksbergerveen, het Meerstalblok en de beide onderzochte veentjes in het Dwingelerveld.



*Figuur 4.8: Verloop in de tijd van waterstand en neerslag op het meetpunt HV01 in compartiment C22 (met gedeeltelijke drijfhtil) in het Haaksbergerveen. Het geschatte overlooppniveau is NAP+33.60 m. De overloopvrije perioden zijn aangegeven door middel van horizontale dubbele pijlen. Het oplopen van de waterstand in het najaar van 2001 is een gevolg van de aanleg van enkele nieuwe paden/dammen, waardoor het overlooppniveau van het compartiment is verhoogd.*

Figuur 4.8 geeft het verloop van de waterstand van april 1999 tot eind december 2001 in het compartiment weer. Uit de figuur blijkt een overlooppniveau van ongeveer NAP+33.60 m. De onderzoeksperioden zijn de zomers van 1999, 2000 en 2001. De uitkomsten voor de drie perioden zijn weergegeven in Tabel 4.2. Het resultaat duidt op wegzijgingsverliezen van gemiddeld rond de 40 mm per jaar.



Tabel 4.2: Uitkomsten van de overloopmethode voor het compartiment C22 van het Haaksbergerveen

| Overlooppeil (m+NAP) | Eerste dag | Laatste dag | Aantal dagen | Neerslag (mm) | Referentieverdamping Hupsel (mm) | Verlies (mm/d) |
|----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------|
| 33.60                | 11-06-99   | 13-12-99    | 186          | 384           | 396                              | 0.06           |
| 33.60                | 18-04-00   | 23-10-00    | 189          | 484           | 450                              | 0.18           |
| 33.60                | 05-05-01   | 18-11-01    | 198          | 465           | 449                              | 0.08           |

Tabel 4.3 geeft uitkomsten voor de compartimenten C8, C9 en C10 van het Haaksbergerveen. Deze compartimenten met een gezamenlijke oppervlakte van ruim 15 ha lozen via een meetstuw waar de waterstand wordt geregistreerd. Hier zijn de perioden genomen waarin de stuw geen of een verwaarloosbare afvoer had. De uitkomsten in Tabel 4.3 duiden op een kleine netto toevoer van gemiddeld ongeveer 25 mm per jaar. Deze toevoer zou afkomstig kunnen zijn van een dekzandrug die in het noorden aan de betreffende compartimenten grenst. De consistentie in beide tabellen duidt erop dat met de overloopmethode reële verschillen tussen de compartimenten worden berekend.

Tabel 4.3: Uitkomsten van de overloopmethode voor de compartimenten C8, C9 en C10 van het Haaksbergerveen

| Overlooppeil (m+NAP) | Eerste dag | Laatste dag | Aantal dagen | Neerslag (mm) | Referentieverdamping Hupsel (mm) | Verlies (mm/d)     |
|----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|----------------------------------|--------------------|
| 34.66                | 23-04-99   | 12-12-99    | 233          | 498           | 522                              | -0.06 <sup>1</sup> |
| 34.66                | 12-05-00   | 15-09-00    | 127          | 349           | 353                              | -0.03              |
| 34.66                | 21-05-01   | 17-09-01    | 120          | 322           | 338                              | -0.14              |

Tabel 4.4: Uitkomsten van de overloopmethode voor het Harkeveen in het Dwingelerveld.

| Overlooppeil (m+NAP) | Eerste dag | Laatste dag | Aantal dagen | Neerslag (mm) | Referentieverdamping Hoogeveen (mm) | Verlies (mm/d) |
|----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|-------------------------------------|----------------|
| 11.40                | 30-04-99   | 14-12-99    | 229          | 570           | 472                                 | 0.43           |
| 11.40                | 31-05-00   | 27-09-00    | 119          | 359           | 306                                 | 0.45           |
| 11.40                | 11-06-01   | 04-09-01    | 86           | 313           | 256                                 | 0.66           |

De beide onderzochte veentjes in het Dwingelerveld verschillen sterk in ligging. Het Harkeveen ligt als een enclave in diep ontwaterd landbouwgebied aan de rand van het dal van een beekdal, de Reigerplas ligt midden in het bosgebied. Rondom de Reigerplas is het gebied hoger dan het peil in het veen. De stijghoogte van het grondwater in de directe omgeving ligt echter 0.5 tot 1 m onder het peil in de Reigerplas. Tabel 4.4 en Tabel 4.5 geven de uitkomsten.

<sup>1</sup> Inclusief verrekening van 9 mm voor het feit dat het waterpeil bij het begin van de periode direct na installatie van de meetstuw 22 mm onder de kruin ervan stond (gebaseerd op een geschatte bergingscoëfficiënt van 0.4).

Tabel 4.5: Uitkomsten van de overloopmethode voor de Reigerplas in het Dwingelerveld.

| Overloop peil (m+NAP) | Eerste dag | Laatste dag | Aantal dagen | Neerslag (mm) | Referentie-verdamping Hoogeveen (mm) | Verlies (mm/d) |
|-----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|--------------------------------------|----------------|
| 13.11                 | 29-04-99   | 18-11-99    | 204          | 430           | 443                                  | -0.06          |
| 13.11                 | 10-06-00   | 26-08-00    | 75           | 196           | 210                                  | -0.19          |
| 13.11                 | 11-06-01   | 13-07-01    | 33           | 79            | 110                                  | -0.92          |

Het Harkeveen verliest duidelijk veel water naar zijn omgeving; op jaarbasis gaat het om bijna 200 mm. De Reigerplas daarentegen lijkt water te ontvangen. Dit is vermoedelijk oppervlakkig afstromend water. Dit vermoeden wordt versterkt door de grote toevoer in 2001, toen de afvoerloze periode sterk werd bekort doordat op verscheidene dagen grote neerslaghoeveelheden in korte tijd vielen. Omdat oppervlakkige afstroming vooral bij intensieve neerslag voorkomt, wordt daarmee de grote toevoer in de zomerperiode van 2001 plausibel. Ook hier blijkt de overloopmethode een duidelijk en verklaarbaar hydrologisch verschil tussen beide veentjes aan te geven.

Tenslotte beschouwen we een tweetal afzonderlijke compartimenten in het Meerstalblok en het totale gebied van ruim 50 ha dat door zwartveendammen hydrologisch van zijn omgeving is gescheiden (zie ook Tabel 4.1). Het compartiment met meetpunt MV06 lijkt uitstekend afgesloten met een berekende wegzijging van gemiddeld ongeveer 10 mm per jaar (Tabel 4.6). Dit lijkt niet het geval bij het meetpunt MV05, dat vrijwel tegen de noordelijke zwartveendam ligt (Tabel 4.7).

Tabel 4.6: Uitkomsten van de overloopmethode voor een compartiment met drijftil in het centrum van het Meerstalblok direct ten westen van de onvergraven veenkern (meetpunt MV06).

| Overloop peil (m+NAP) | Eerste dag | Laatste dag | Aantal dagen | Neerslag (mm) | Referentie-verdamping Hoogeveen (mm) | Verlies (mm/d) |
|-----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|--------------------------------------|----------------|
| 19.38                 | 27-04-99   | 09-12-99    | 227          | 485           | 481                                  | 0.02           |
| 19.38                 | 18-04-00   | 29-07-00    | 103          | 286           | 282                                  | 0.04           |
| 19.38                 | 23-05-01   | 05-09-01    | 105          | 317           | 314                                  | 0.03           |

Tabel 4.7: Uitkomsten van de overloopmethode voor het meetpunt MV05 tegen de noordelijke zwartveendam van het Meerstalblok.

| Overloop-peil (m+NAP) | Eerste dag | Laatste dag | Aantal dagen | Neerslag (mm) | Referentie-verdamping Hoogeveen (mm) | Verlies mm/d) |
|-----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|--------------------------------------|---------------|
| 19.60                 | 29-04-99   | 08-12-99    | 224          | 402           | 474                                  | -0.32         |
| 19.60                 | 30-03-00   | 11-10-00    | 196          | 459           | 450                                  | +0.05         |
| 19.60                 | 06-05-01   | 01-12-01    | 210          | 567           | 444                                  | +0.59         |

Hier lijkt de beschadiging van de dam bij de hoge neerslagen van najaar 1998 te leiden tot toenemende lekkage. Was er in 1999 nog een netto aanvoer, waarschijnlijk uit de hoger gelegen delen in de onvergraven kern, in 2000 en 2001 ontwikkelde zich een toenemend en aanzienlijk netto verlies. In Tabel 4.8 beschouwen we de ruim 50 ha Meerstalblok tussen de zwartveendammen. Net als bij de compartimenten C8-C10

van het Haaksbergerveen is hier de afvoerlose periode bepaald met behulp van de registraties bij de drie meetstuwen. Uit Tabel 4.8 blijkt dat het Meerstalblok als geheel hydrologisch zeer goed geïsoleerd is van zijn omgeving, een conclusie die enige betrouwbaarheid geeft aan de cijfers in Tabel 4.1.

Tabel 4.8: Uitkomsten van de overloopmethode voor ruim 50 ha tussen de zwartveendammen van het Meerstalblok. Afvoerlose perioden bepaald aan de hand van metingen aan de drie meetstuwen in het gebied.

| Overlooppeil (m+NAP) | Eerste dag | Laatste dag | Aantal dagen | Neerslag (mm) | Referentie-verdamping Hoogveen (mm) | Verlies (mm/d) |
|----------------------|------------|-------------|--------------|---------------|-------------------------------------|----------------|
| verschillend         | 18-06-99   | 07-12-99    | 173          | 309           | 325                                 | -0.08          |
| verschillend         | 19-06-00   | 03-07-00    | 15           | 44.3          | 43.8                                | 0.04           |
| verschillend         | 27-06-01   | 02-09-01    | 68           | 198           | 198                                 | 0.00           |

De uitkomsten van de overloopmethode duiden erop dat de methode een goed bruikbaar hulpmiddel is bij zowel het karakteriseren van afzonderlijke compartimenten als het schatten van wegzijging naar de ruimere omgeving, in feite dus bij beschouwingen op macroschaal. Ook hier geldt dat voor toepassing van waterstandswaarnemingen met een aanzienlijk hogere frequentie moeten plaatsvinden dan de momenteel gebruikelijke van 2 maal per maand. Vooral voor het vaststellen van het einde of onderbrekingen van afvoerlose perioden is dit van belang, omdat deze tijdstippen tijdstip in veel gevallen worden bepaald door kortstondige hoge neerslagpieken. Dit impliceert in feite wederom minimaal een gedeeltelijke automatisering van waterstandsmetnetten in hoogveenreservaten.

#### 4.2.3 Hydromorfologische bepaling van vooruitzichten op lange termijn in hoogveenherstelgebieden

Sinds het Iers-Nederlandse hoogveenproject in 1989-1993 is de maximale terreinhelling waarbij nog acrotelmvorming kan plaatsvinden een punt van discussie. Inmiddels is de theorie verder uitgebouwd en getoetst aan gegevens uit Ierse hoogveensystemen. Het concept *acrotelmcapaciteit*, de verhouding van doorlaatvermogen van de acrotelm en specifieke afvoer staat hierbij centraal.

Al in de jaren '50 van de vorige eeuw werd door Ivanov (Ivanov 1965, 1975, 1981; Edom & Golubcov 1996) een verband gesignaleerd tussen het gemiddelde doorlaatvermogen van de acrotelm, de grootte van het bovenstrooms gelegen gebied in een hoogveen, het stromingspatroon, de terreinhelling en de gemiddelde afvoer uit een hoogveen. Het onderzoek in Ierland heeft aangetoond dat deze relaties niet alleen gelden voor gemiddelde afvoeren, maar ook bij fluctuaties van de afvoer in de tijd in verregaande mate in stand blijven (Van der Schaaf 1999). De eigenschappen van de acrotelm zijn het resultaat van een tegenkoppelingsmechanisme, waarbij de snelheid van productie en afbraak de dominerende processen zijn. Een acrotelm die snel zijn water verliest, bijvoorbeeld als gevolg van een relatief grote terreinhelling, wordt frequenter en langer geëereerd dan één die langzamer zijn water verliest, dan wel regelmatig water ontvangt van iets hoger gelegen delen van het veen. Meer aëratie betekent een snellere afbraak en humificatie. Dientengevolge zal de acrotelm die vaak droog valt, een snelle overgang van pas gevormd veen met veel grove delen en grote poriën naar gehumificeerd materiaal met veel kleinere deeltjes en kleine poriën laten zien dan een acrotelm die lang nat blijft. Laatstgenoemde zal een veel geleidelijker overgang naar gehumificeerd materiaal vertonen en daarmee een groter doorlaatvermogen creëren dan de meer geëereerde. Het mechanisme komt erop neer dat overbodig doorlaatvermogen (snel) wordt afgebroken en benodigd doorlaatvermogen (geleidelijk) wordt opgebouwd (Van der Schaaf 1996). In het eerste geval is hoogveenvorming niet kansrijk, in het tweede wel. Het proces is kwantificeerbaar als men ervan uitgaat dat een evenwicht ontstaat, waarbij het doorlaatvermogen van de acrotelm, de flux de gegeven terreinhelling met elkaar in

overeenstemming zijn. Metingen op Clara Bog indiceren dat dit inderdaad het geval is (Van der Schaaf 1998, 1999).

Uitgangspunt is dat de hydraulische gradiënt in de acrotelm gelijk is aan de terreinhelling  $I$  [1]. Dan geldt voor de flux  $Q$  [ $LT^{-3}$ ] bij een stroompadbreedte  $B$  [L]:

$$Q = kD_a BI \quad (3)$$

waarin  $kD$  [ $LT^{-2}$ ] het doorlaatvermogen van de acrotelm is. Vergelijking (3) is niets anders dan de wet van Darcy.

Tegelijkertijd geldt ook dat  $Q$  het product is van de specifieke afvoer  $v_a$  [ $LT^{-2}$ ] en de oppervlakte van het bovenstroomse gebied:

$$Q = v_a \frac{LB}{f} \quad (4)$$

waarin  $L$  [L] de stroompadlengte (= afstand tot de waterscheiding) is en  $f$  [1] een vormfactor die het stromingspatroon aanduidt. Voor evenwijdige stroming geldt dat  $f=1$ , voor radiaal divergerende stroming is  $f=2$  en voor convergerende stroming is  $f<1$ . Substitutie van  $Q$  in (3) en (4) levert:

$$\frac{kD_a}{v_a} = t_a = \frac{L}{fI} \quad (5)$$

De grootheid  $t_a$  wordt *acrotelmcapaciteit* genoemd en heeft de dimensie [L]. Uit (5) blijkt dat  $t_a$  afhankelijk is van afstand tot de waterscheiding  $L$ , de terreinhelling en via de vormfactor  $f$  ook van het stromingspatroon, d.w.z. de topografie van het veenoppervlak.

Voor omstandigheden in de Ierse Midlands lijkt bij een  $t_a > 50$  km acrotelmontwikkeling kansrijk, bij een waarde  $< 30$  km kansarm (Van der Schaaf & Streefkerk, in druk). Gegeven de verschillen in klimaat tussen Nederland en Ierland zullen voor Nederlandse omstandigheden hogere waarden gelden. Ook de hogere depositie van N-verbindingen in Nederland kan tot een hogere norm leiden. Daarom zal de kritische grens van  $t_a$  voor Nederland hoger liggen dan die voor de Ierse Midlands. Een voorlopige veilige schatting voor Nederland zou wellicht circa 70, respectievelijk 40 km zijn in plaats van de 50, respectievelijk 30 km voor Ierland. Dit alles heeft consequenties voor de inrichting van terreinen voor hoogveenontwikkeling. Nabij een toekomstige waterscheiding zal de toekomstige terreinhelling zeer gering en bij voorkeur 0 moeten zijn, terwijl de waarde op grotere afstanden geleidelijk minder kritisch wordt.