

Dwingelderveld

Deelonderzoek bijdrage waterbeheer tijdens extreme weersomstandigheden



dienst landelijk gebied
voor ontwikkeling en beheer



Dwingelderveld

Deelonderzoek bijdrage waterbeheer tijdens extreme weersomstandigheden

Definitief

Dienst Landelijk Gebied

Grontmij Nederland bv
Assen, 7 juli 2009

Verantwoording

Titel : Dwingelderved
Subtitel : Deelonderzoek bijdrage waterbeheer tijdens extreme weersomstandigheden
Projectnummer : 275971
Referentienummer : 275971-RB/BdG
Revisie : D
Datum : 7 juli 2009

Auteur(s) : ing. Ru Bijlsma en Bert de Greeff MSc

E-mail adres : ru.bijlsma@grontmij.nl

Foto voorkaft : Auteursrecht berust bij Hans Dekker (Holtveen dec. 2004)

Gecontroleerd door : ing. J.R. Zoetendal

Paraaf gecontroleerd : 

Goedgekeurd door : ing. D. Flikkema

Paraaf goedgekeurd : 

Contact : Stationsplein 12
9401 LB Assen
Postbus 29
9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
F +31 592 33 06 67
noord@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Aanleiding, doel en werkwijze.....	7
1.1	Aanleiding en doel	7
1.2	Opzet van het rapport	7
2	Historische hydrologische situatie	9
2.1	Onderzoekskader.....	9
2.2	Resultaten van de ruimtelijke spreiding	9
2.3	Resultaten van de analyse van historische gegevens van meetpunten met peilschalen en peilbuizen.....	10
2.3.1	Methode	10
2.3.2	Resultaten van de locaties met peilschalen.....	10
2.3.3	Resultaten van de locaties met peilbuizen	12
2.4	Conclusie op basis van historische gegevens	14
3	Neerslag-afvoermodel.....	16
3.1	Werkwijze.....	16
3.2	Opbouw van het neerslag-afvoermodel	17
3.2.1	Onverhard gebied	18
3.2.2	Open water.....	19
3.2.3	Stuwen	19
3.2.4	Grenzen	20
3.2.5	Neerslag.....	20
3.3	Scenario's	21
3.4	Resultaten	22
3.4.1	Ruimtelijke spreiding van inundaties onder verschillende omstandigheden	22
3.4.2	Afvoer en inundatieduur.....	22
3.4.3	Volume tijdelijk vast te houden water	23
3.4.4	Aandachtspunten ten aanzien de modeluitkomsten en de veldsituatie.....	24
4	Uitkomsten modelonderzoek in relatie tot vegetatietypen.....	26
4.1	Werkwijze.....	26
4.1.1	Indeling van vegetaties naar gevoeligheid voor een bepaalde inundatiehoogte en/of duur	26
4.2	Resultaten vergelijking uitkomsten neerslag-afvoermodel met de stand-plaatseisen ten aanzien van de extreme weersomstandigheden.....	29
4.2.1	Algemeen	29
4.2.2	Resultaten	30
5	Samenvatting	34
6	Gebruikte bronnen	35

Bijlage 1: Grafieken peilbuizen

Bijlage 2: Tabel standplaatseisen vegetatietypen

- Bijlage 3: Ligging gevoelige vegetatietypen
- Bijlage 4: Frequentieverdeling maaiveldhoogten
- Bijlage 5: Resultaten maaiveldanalyses vegetatietypen
- Bijlage 6: Resultaten scenario-berekeningen
- Bijlage 7: Drooglegging- en verschilkaarten
- Bijlage 8: Grafieken afvoer en waterstandsverloop
- Bijlage 9: Kaarten gevoelige habitattypen en inundatie
- Bijlage 10: Planten van hoogveenbulten

1 Aanleiding, doel en werkwijze

1.1 Aanleiding en doel

De intentie is door Waterschap Reest en Wieden en provincie Drenthe uitgesproken om tijdens extreme weersituaties, mede als gevolg van klimatologische veranderingen, de neerslag langer vast te houden in de verschillende gebieden binnen een stroomgebied.

Inzicht in de mogelijke effecten hiervan op vegetaties is maar gedeeltelijk beschikbaar.

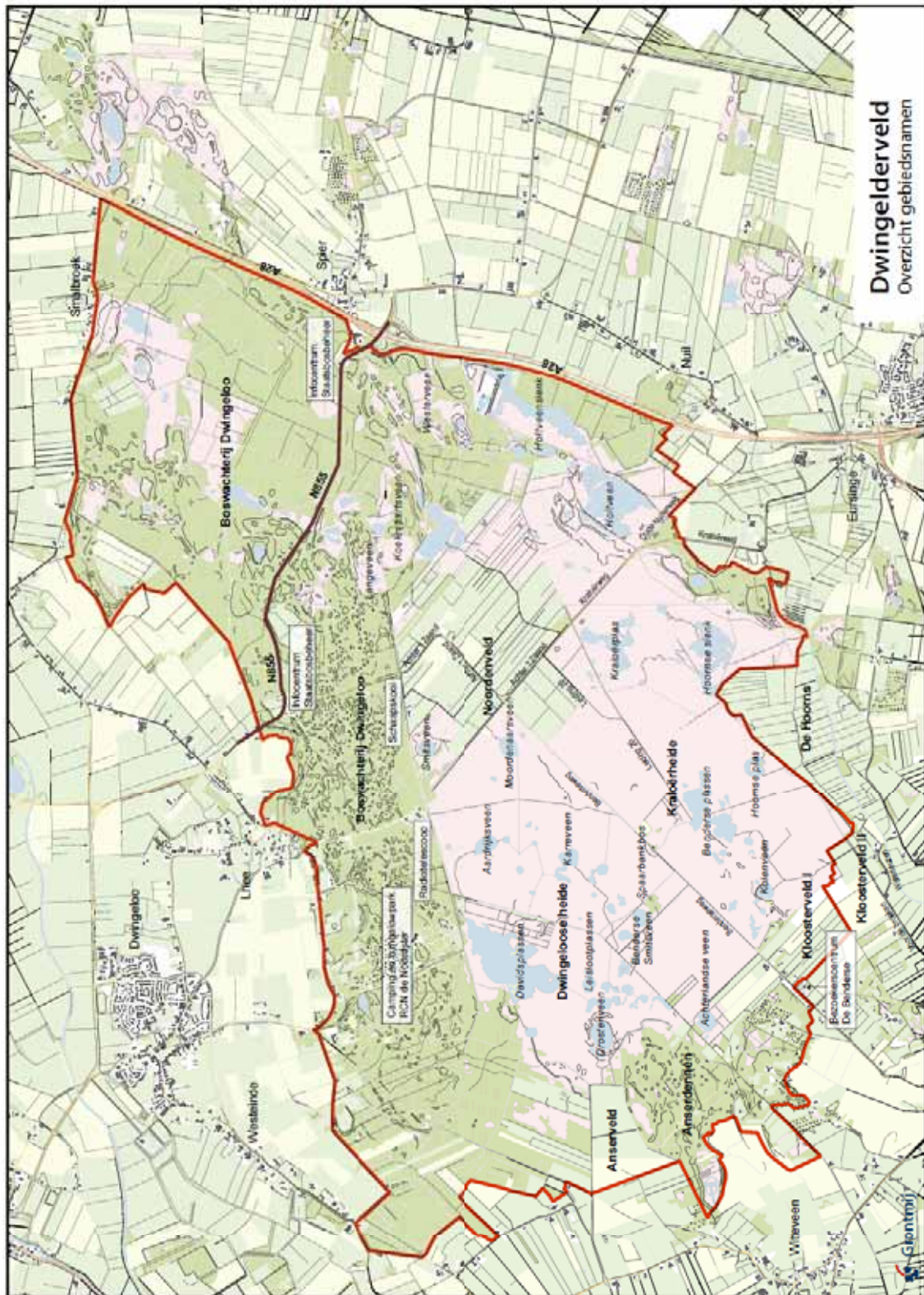
Het doel van het deelonderzoek is tweeledig: inzicht krijgen in de mogelijke effecten van de maatregelen, die verband houden met de extreme weersituaties, op vegetaties (habitattypen) en fauna, en inzicht krijgen in de tijdelijke bergingscapaciteit van het Dwingelderveld tijdens extreme weersituaties.

Er is een werkwijze gekozen die recht doet aan de doelstellingen voor het Natura 2000 gebied en aan de doelstellingen van waterschap en provincie om neerslag tijdens extreme weersituaties langer vast te houden.

In april 2009 heeft Dienst Landelijk Gebied aan Grontmij de opdracht gegeven voor het deelonderzoek. Het deelonderzoek is noodzakelijk voor de toetsen in het kader van de Natuurbeschermingswet en Flora- en faunawet. De planning van dit deelonderzoek is ingepast in die van de beide toetsen. De start van het deelonderzoek is 9 april en de bespreking van de (eind)concept is 11 mei 2009 en 4 juni en de afronding eind juni. Vanwege de krappe planning is een praktische maar inhoudelijk gedegen werkwijze gekozen, zonder uitputtend zijn. Bij de bespreking van 11 mei zijn op basis van de eerste verkenningen de scenario's bepaald die zijn uitgewerkt.

1.2 Opzet van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt de historische situatie van extreme weersomstandigheden onderzocht. In hoofdstuk 3 wordt de berekening uitgevoerd met behulp van een neerslag-afvoermodel, en in hoofdstuk 4 wordt de analyse uitgevoerd van de uitkomsten van het modelonderzoek in relatie tot de hydrologische randvoorwaarden van vegetatietypen. In hoofdstuk 5 staan de conclusies. In hoofdstuk 6 worden de gebruikte bronnen verantwoord.



Figuur 1.1 Toponiemenkaart

2 Historische hydrologische situatie

2.1 Onderzoekskader

Er zijn twee historische lijnen gevolgd om inzicht te krijgen in de opgetreden hydrologische situaties tijdens extreme neerslagsituaties.

De eerste lijn onderzoekt de ruimtelijke spreiding op kaart van de extreme weersituatie van oktober 1998 (met een natte zomer ervoor en een nat voorjaar daarna). Deze situatie is vergeleken met luchtfoto's uit die periode en andere natte jaren.

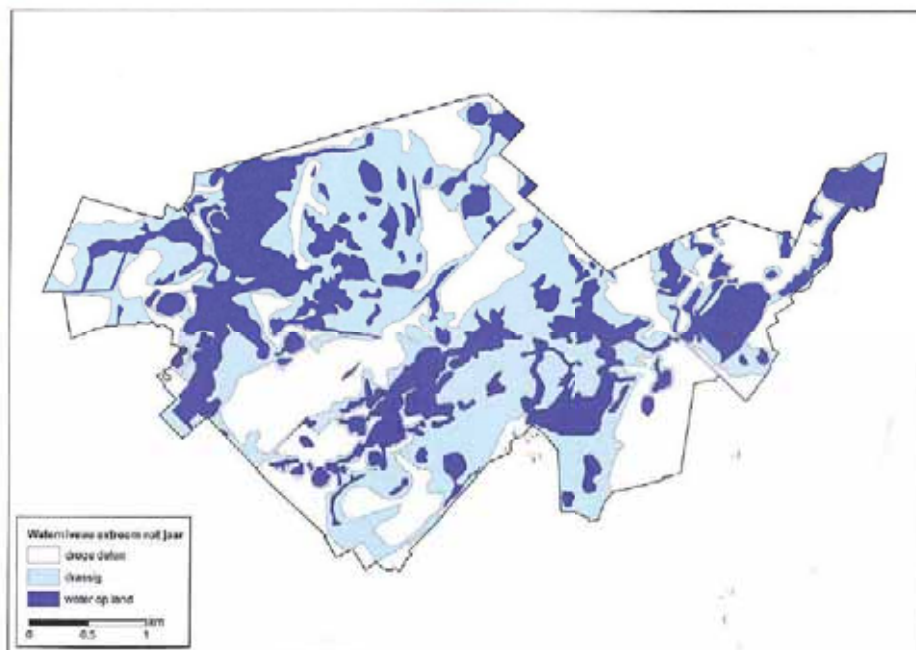
De tweede lijn onderzoekt meetreeksen over meerdere jaren van representatieve peilschalen die in en peilbuizen die in de buurt van een ven staan of in een representatieve vegetatie.

2.2 Resultaten van de ruimtelijke spreiding

De historische spreiding van de hydrologische omstandigheden in zeer natte perioden is de kaart met de situatie van 1981 en 1998 toen de weersituatie overeen kwam met de extreme weersituatie van 1 x per 100 jaar.

In het Dwingelderveld ontbraken toen kunstmatige voorzieningen die water langer vast konden houden. Grote gedeelten waren drassig (water nabij het maaiveld) en andere delen hadden water op het land, waarbij de bovenkant van de vegetatie meestal nog zichtbaar was. De afvoer vond vooral over maaiveld plaats. In de laaggelegen omgeving buiten de grens van het Dwingelderveld ontstond wateroverlast. De kaart (figuur 2.1) is gebaseerd op veldwaarnemingen in die perioden en is gepubliceerd in het rapport 'Nationaal Park Dwingelderveld: Broedvogels en beheer 1964-2006' (A.J. van Dijk 2007), met toestemming van Vereniging Natuurmonumenten. De hoogwatersituaties in verschillende jaren zijn ook vastgelegd met behulp van luchtfoto's die vanuit verschillende aanvliegerichtingen zijn genomen. Deze foto's zijn voor dit onderzoek beschikbaar gesteld door Albert Henckel van Staatsbosbeheer.

Figuur 2.1 Ruimtelijke spreiding van extreem nat jaar 1981, zomer en najaar 1998 en voorjaar 1999 (A.J. van Dijk 2007; Vereniging Natuurmonumenten).



2.3 Resultaten van de analyse van historische gegevens van meetpunten met peilschalen en peilbuizen

2.3.1 Methode

Er zijn peilschalen geselecteerd die verspreid in het Dwingelderveld in vennen staan waar zich grote peilveranderingen kunnen voordoen tijdens extreme weersituaties indien de WB21 maatregelen worden uitgevoerd.

In tabel 2.1 zijn representatieve peilschalen gepresenteerd met de resultaten van de gemeten waterstanden over een lange periode.

Ook zijn peilbuizen geselecteerd in representatieve vegetaties, gelegen in gebied waar extreme weersituaties invloed zouden kunnen uitoefenen (zie tabel 2.2 en bijlage 1).

De representatieve locaties en de betrouwbaarheid van peilschalen en –buizen zijn gebaseerd op de 'Evaluatie hydrologische meetnet Dwingelderveld (Grontmij 2008). De basisgegevens zijn verzameld uit DINO (TNO-NITG 2009).

De weersituatie die geleidt heeft tot een afwijkende stijging van waterstanden is geanalyseerd aan de hand van de dagwaarden van neerslag van station Hoogeveen, periode 1951 t/m heden (KNMI 2009). Aan de hand van deze dagwaarden kon nagegaan worden hoe groot de opgetreden 10-daagse bui was geweest. Met behulp van tabel 1.1 uit het STOWA rapport 'Statistiek van extreme neerslag in Nederland; definitiestudie' (rapportnummer 2002-24) kon nagegaan worden wat de (statistisch berekende) herhalingstijd is van de betreffende bui (1 x per jaar tot 1 x per 100 jaar).

Enkele geregistreerde 10-daagse buien van meetstation Hoogeveen (database KNMI) die lokaal in het Dwingelderveld geleid hebben tot waarneembare peilverhogingen zijn:

1 x per 100 jaar: oktober 1998 (184,5 mm)

1 x per 25 jaar: september 1994 (131,8 mm)

1 x per 7,5 jaar: oktober 1994 (95,8 mm)

1 x per 4 jaar: augustus 2004: 101,3 mm

1 x per jaar: april/mei 2002 (80 mm), februari 2004 (82 mm), mei/juni 1995 (75,1 mm)

2.3.2 Resultaten van de locaties met peilschalen

In tabel 2.1 zijn de locaties verzameld waarvan de gegevens zijn geanalyseerd

Tabel 2.1 Analyse peilschaalgegevens tijdens verschillende extreme weersituaties van enkele representatieve en betrouwbare meetpunten. De geregistreeerde verhogingen zijn uitgedrukt ten opzichte van de gemiddelde hoogste niveaus in de jaren ervoor en erna.

Peilschaalnummer	Ligging	Waargenomen situatie	Ligt in WB21 inundatiegebied	Ligt in inundatiegebied plas/drasgebied najaar 1998
P002	Grevesveen; zuid van bosrand, tussen Smitsveen en Davidshoeve	Meetperiode: 1981-2009 Vegetatie: in vooever RG Veenpluis-Veenmos, met Ass Gewone dopheide-Veenmos; Geregistreeerde verhoging circa 5 cm (najaar 1998)	nee	ja
P006	Drostenvveen, NO van Anserdennen	Meetperiode: 1981-2009 Vegetatie: ven, in oever RG Pijpestrootje-Veerms Geregistreeerde verhoging circa 15 cm (najaar 1998)	nee	nee
P007	Leisloutplassen, O van Anserdennen	Meetperiode: 1981-2009 Vegetatie: ven, met randvegetaties van Ass Veenmos-Snavelbies, RG Pijpestrootje-Veenmos, Ass Moeraswolfsklauw-Snavelbies Geregistreeerde verhoging circa 20 cm (voorjaar 1983), circa 5 cm (najaar 1995), circa 0 cm (najaar 1998), circa 5 cm (nazomer 2005).	ja	ja
P009	Kolenveen, O van Kloosterveld I	Meetperiode: 1981-2009 Vegetatie: ven, in oever RG Hondsviooltje-Tandjesgras (= nat heischraal grasland) of Ass Struikheide-Stekelbrem, subass Tandjesgras Geregistreeerde verhoging circa 0-5 cm (najaar 1998)	nee	ja
P012	Meeuwenplas	Meetperiode: 1981-2009 Vegetatie: ven, in venrand Ass Gewone Dopheide, typische subass., Ass Veenmos-Snavelbiezen Geregistreeerde verhoging niet waarneembaar	nee	ja

Peilschaal-nummer	Ligging	Waargenomen situatie	Ligt in WB21 inundatiegebied	Ligt in inundatiegebied plas/drasgebied najaar 1998
M561	Langeveen	<p>Meetperiode: nov. 1998 – 2009</p> <p>Vegetatie: in ven, in oeverzone Ass Gewone dopheide en Veenmos, subass Struikheide (Erico-Sphagnetum magellanici callunetosum; Klasse der hoogveenbulten en natte heiden)</p> <p>Geregistreerde verhoging circa 8-10 cm (voorjaar 2005). In periode nov 1999 – 2004: geen afwijkende waterstanden</p>	nee	nee
P17C0030	Leiding 20 ten N van Benderse plassen	<p>Meetperiode: jan 1998 – dec 2005</p> <p>Vegetatie: aan zuidzijde Ass Struikheide-Stekelbrem, soortenarme subass. Ook aan zuidzijde delen met RG Waterveenmos (Klasse der hoogveenslenken)</p> <p>Geregistreerde verhoging 25 cm (najaar 1998) en 20 cm (voorjaar 2002) tov GHG</p>	ja	Ja
P17C0048	Noordelijke Benderse plassen	<p>Meetperiode: najaar 1982 – voorjaar 1999</p> <p>Vegetatie: RG Waterveenmos (Klasse der hoogveenslenken) en hogere delen met Ass Struikheide-Stekelbrem, soortenarme subass</p> <p>Geregistreerde verhoging circa 5-10 cm t.o.v. GHG (najaar 1994) Bui van 1 x 25 jaar (sept 1994) gevolgd door bui van 1 x 7,5 jaar (okt 1994) en 2 buien van bijna 1 x jaar (mei en juni 1995).</p> <p>Bui van najaar 1998 (1 x 100 jaar) gelijk aan normale GHG</p>	ja	ja

2.3.3 Resultaten van de locaties met peilbuizen

Om na te kunnen gaan in hoeverre extreme weersituaties invloed hebben op de waterstanden in open water en/of vegetaties op het land, zijn eveneens enkele peilbuizen geanalyseerd die in het gebied staan waar extreme weersituaties invloed kunnen hebben op het (ondiepe) grondwater, met mogelijk inundatie tot gevolg. Daarbij zijn ook twee peilbuizen geselecteerd die vlak bij een peilschaal staan. De peilbuisanalyses zijn uitgewerkt in tabel 2.2

Tabel 2.2 Analyse peilbuisgegevens tijdens verschillende extreme weersituaties van enkele representatieve en betrouwbare meetpunten. De geregistreeerde verhogingen zijn ten opzichte van de gemiddelde hoogste niveaus in de jaren ervoor en erna.

Peilbuis-nummer	Ligging	Waargenomen situatie	Gelegen in WB21 inundatiegebied	Gelegen in inundatiegebied/plasdrasgebied najaar 1998
B012 B17C0376	Nabij Leiding 20	Meetperiode: 1982 - heden Vegetatie: Ass Struikheide-Stekelbrem, soortenarme subass Geregistreeerde verhoging tov GHG in vroege voorjaar 1999 en voorjaar 2002 circa 20 cm. De grondwaterstand is tijdens extremen 18 cm - mv	nee	ja
B046 B17C0392	Nabij rand Kloosterveld II	Meetperiode: 1993 - heden Vegetatie: Ass Struikheide-Stekelbrem, soortenarme subass, Ass Gewone dopheide, typische subass Geregistreeerde verhoging tov GHG januari 1995 circa 5 cm en najaar 1998 en voorjaar 2002 bijna 10 cm De grondwaterstand reikt tijdens extremen tot circa 5 cm + maaiveld	ja	nee
B047 B17C0393	Benderse plassen (noordoostelijke plas)	Meetperiode: 1993 - heden Vegetatie: RG Waterveenmos (Klasse der hoogveenslenken) en hogere delen met Ass Struikheide-Stekelbrem, soortenarme subass Geregistreeerde verhoging tov GHG najaar 1998 circa 50 cm. De grondwaterstand reikt in najaar 1998 tot 20 cm + maaiveld (eenmalig in de periode 1993-2003). In de periode 1993 t/m 2008 ligt de GHG gemiddeld circa 35 cm - mv		
B113 B17C0395	W van Davids-hoeve/N deel van Davidsplassen	Meetperiode: 1983 - heden Vegetatie: overgang tussen RG Knolrus-Veenmos, Ass Gewone Dopheide, typische subassociatie en RG Dopheide Geregistreeerde verhoging t.o.v. de GHG in najaar 1998 was 10 cm. De grondwaterstand (GHG) ligt in de periode 1993-voorjaar 2006 structureel circa 10 cm + mv en vanaf voorjaar 2006 structureel 20 cm – mv.	ja	ja
B17C0353 (ondiep)	Ten O van Kra-loërweg, ten noorden van Holtveen	Meetperiode: 1998 - 2008 Vegetatie: Ass Struikheide-Stekelbrem, subass Tandjesgras en soortenarme subass Geregistreeerde verhoging tov GHG is 5 cm in najaar 1998, vroege voorjaar 1999 en vroege voorjaar 2002. De grondwaterstand (GHG) reikt structureel tot aan of bijna aan mv.	nee	Niet bekend (buiten kaartbeeld)

Peilbuis-nummer	Ligging	Waargenomen situatie	Gelegen in WB21 inundatiegebied	Gelegen in inundatiegebied/plasdrasgebied najaar 1998
B17C0361 (ondiep)	Ten zuiden van Hoornse slenk	Meetperiode: 1998 - 2007 Vegetatie: Ass Veenmos-Snavelbiezen; Ass Gewone dopheide, subass veenmos Geregistreerde verhoging t.o.v. de GHG in vroege voorjaar 1999 en 2002 circa 20 à 25 cm. Het grondwater blijft tijdens deze extreme situaties tot circa 20 cm – mv.	nee	ja
B17C0398 (ondiep)	Hoornse slenk	Meetperiode: 1997 - 2008 Vegetatie: RG Eenarig wollegras-Veenmos; Ass Gewone dopheide, subass veenmos Geregistreerde verhoging circa 60 cm in vroege voorjaar 2007 en 2008; daarvoor nooit zulke verhogingen (waren daarvoor ca 10-15 cm). De grondwaterstanden (GHG) liggen tot in 2006 structureel net beneden (cica 10 cm) of net boven (circa 5 cm) het maaiveld. Vanaf 2006 liggen ze daar structureel ver boven.	ja	ja
B 561a (ondiep)	Langeveen	Meetperiode: nov 1998 – heden Vegetatie: hoogveen in stuifzandgebied; in oevers Ass Gewone dopheide en Veenmos, subass Struikheide. Geregistreerde verhoging van gemiddelde GHG met circa 5 cm tijdens extreme situaties (voorjaar 1999 en voorjaar 2002)	nee	nee

2.4 Conclusie op basis van historische gegevens

Aan de hand van de gepresenteerde representatieve peilschalen en peilbuizen kunnen voorzichtige conclusies getrokken worden:

- Op lokaties met een combinatie van zowel peilschaal in open water als peilbuis in de nabij gelegen oever, leiden extreme weersituaties in open water tot een geringere verhoging dan in de peilbuizen. Deze conclusie is gebaseerd op twee lokaties waar deze combinatie aanwezig is: Langeveen (peilschaal M 561 en Pb 561a en b) en Benderse plassen Noord (Peilschaal P17C0048 en PB B047/B17C0393). De waargenomen verschillen tussen open water en land in het Langeveen zijn beperkt. De dynamiek in het watersysteem ligt alle jaren ruim binnen de optimale situatie voor de betreffende vegetatie. Deze vegetatie is kwalitatief goed ontwikkeld (Schouwenaars et al 2002; Staatsbosbeheer 2002). De waargenomen verschillen bij de noordelijke Benderse plassen zijn relatief groot: 5-10 cm in het open watersysteem en ca. 50 cm in het grondwatersysteem, beide tijdens de extreme situatie van najaar 1998. De vegetatiekundige kwaliteit in en rond de noordelijke Benderse plassen is zeer matig (kleine oppervlakte rompgemeenschap Veenpluis-Veenmos en rompgemeenschappen Pijpestrootje of Pijpestrootje-Veenmos)(EGG-Consult 2007. Vegetatiekaart). De matige vegetatiekundige kwaliteit is waarschijnlijk eerder het gevolg van de grote seizoensdynamiek in het grondwater (fluctuaties in grondwater tussen zomer en winter 1.20 tot 2.0 m), dan het gevolg van de dynamiek in het oppervlaktewater (circa 40 cm);

- De geregistreerde peilverhogingen tijdens extreme weersituaties liggen in open water alle in de reeks 5-25 cm (N=8 peilschalen). Deze optredende situaties blijven min of meer binnen de bandbreedte van de hydrologische standplaatseisen (zie hoofdstuk 4);
- De geregistreerde peilverhogingen in het grondwater ten opzichte van de gemiddelde hoogste grondwatersituatie liggen alle in de reeks 5-20/25 cm, met uitzondering van de noordelijke Benderse plassen, met circa 50 cm (N=8 peilbuizen). Deze optredende situaties, met uitzondering van de noordelijke Benderse plassen, blijven min of meer binnen de bandbreedte van de hydrologische standplaatseisen. Ten opzichte van maaiveld zijn de maximaal optredende situaties tijdens extreme omstandigheden circa 5 cm + maaiveld, met uitzondering van de Hoornse slenk (> 70 cm + mv). Deze liggen alle ruim binnen de bandbreedte van de optimale hydrologische standplaatseisen.

Eindconclusie van de opgetreden hydrologische omstandigheden tijdens extreme weeromstandigheden, op basis van een historische terugblik, is

- a) dat de structureel voorkomende hydrologische situatie op de geanalyseerde peilschaal en – peilbuislocaties in de winter in beperkte mate verhoogd als gevolg van extreme weersituaties;
- b) dat de verhogingen zich afspelen binnen de bandbreedte van de optimale hydrologische standplaatseisen.

Op deze conclusie zijn incidenteel uitzonderingen waar extremere waterstanden optreden die buiten de bandbreedte van de hydrologische standplaatseisen vallen.

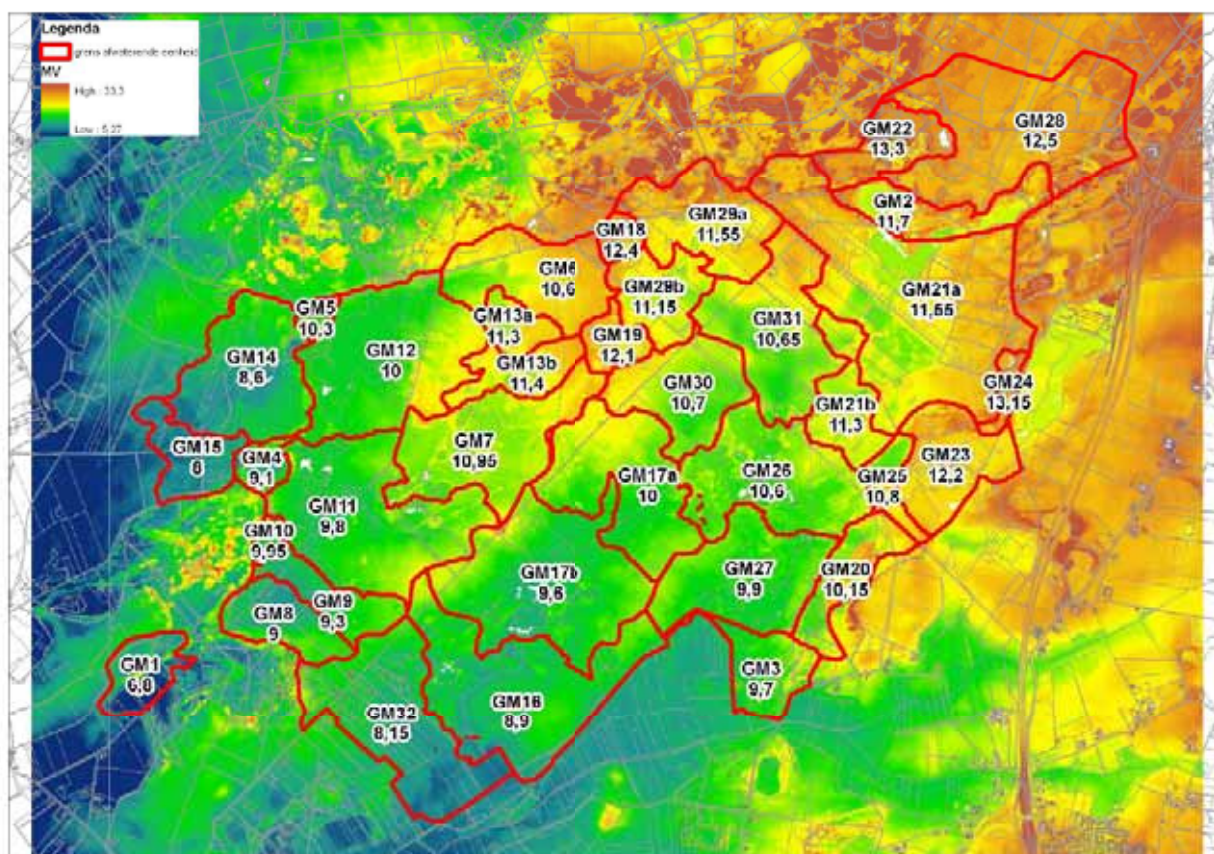
De resultaten van de historische analyse zijn gebruikt om de modelresultaten (zie hoofdstuk 3) van de referentiesituatie te verifiëren.

3 Neerslag-afvoermodel

3.1 Werkwijze

Om de effecten (inundatieverloop en – duur) van de voorgenoemen WB21 maatregelen beter in beeld te krijgen is een neerslagafvoermodel gemaakt. Dit model is een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid maar biedt voldoende resultaten om de bandbreedte van de optredende effecten inzichtelijk te maken. Hiermee kan vervolgens de effecten op de vegetatie worden ingeschat (zie hoofdstuk 4).

Het Dwingelderveld is in een 36-tal afwateringsgebieden verdeeld (zie figuur 3.1, clustering van de oorspronkelijke 111 afwaterende eenheden). Deze afwateringsgebieden zijn gebruikt om een globale waterbalans op te stellen tijdens de extreme neerslaggebeurtenissen T=10 en T=100. Per gebied is een maaiveldanalyse uitgevoerd. Tevens is een inschatting gemaakt van het bergend vermogen in de bodem met behulp van grondwaterstandmetingen, streefpeilen en de dikte van het dekzandpakket (maaiveldhoogte-keileemhoogte). De toekomstige streefpeilen van het waterbesluit zijn gebruikt om het areaal open water te bepalen per gebied.



Figuur 3.1 Overzichtskartaal 36 afwaterende gebieden met toekomstig streefpeil en maaiveldhoogte (AHN2006)

Deze gegevens zijn ingevoerd in een neerslag-afvoermodel Sobek RR. Met dit model wordt de afvoer van ieder deelgebied naar het benedenstrooms gelegen deelgebied bepaald. Dit resul-

teert in een gebiedsdekkend overzicht van beschikbare berging en afvoer. De bijdrage van het Dwingelderveld aan de wateropgave wordt dan inzichtelijk.

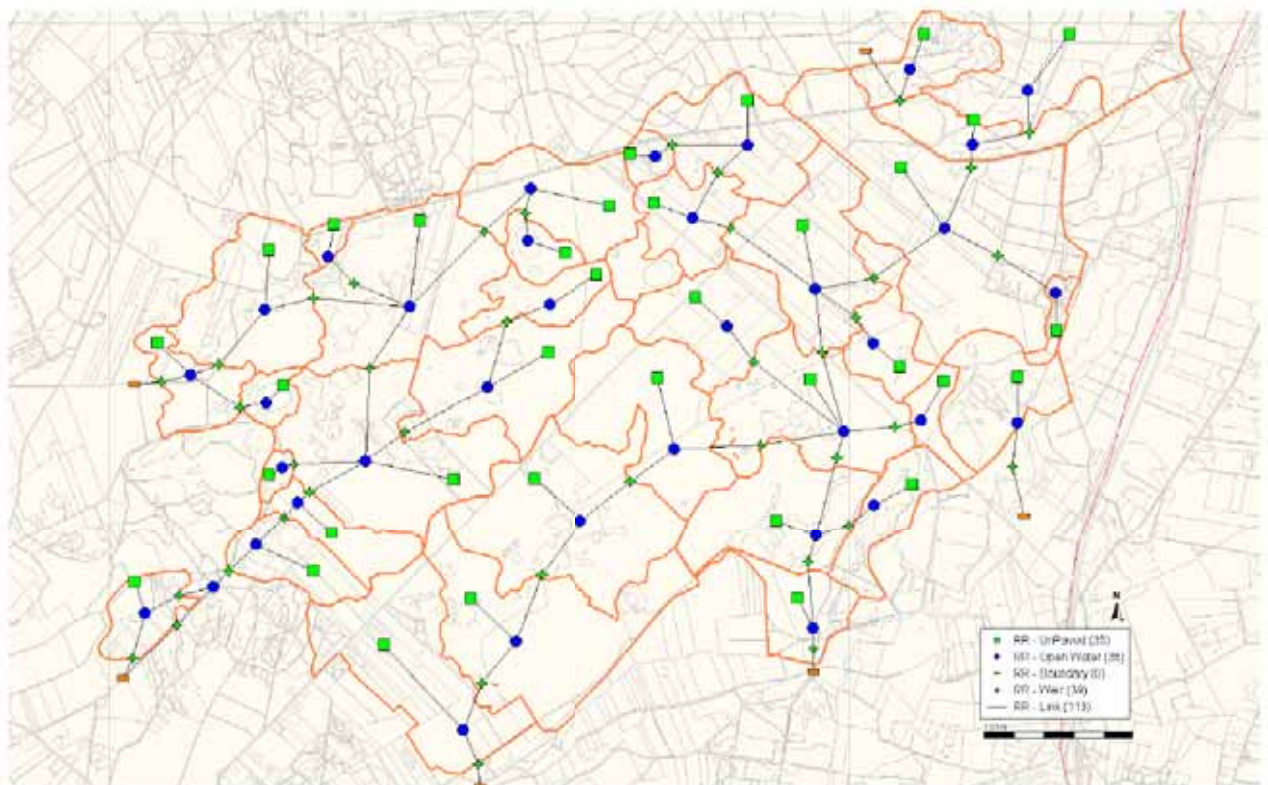
De resultaten van de historische analyse (zie hoofdstuk 2) zijn gebruikt om de modelresultaten van de referentiesituatie (GGOR) te verifiëren. Hierbij dient te worden opgemerkt dat geen model van de huidige situatie voor uitvoering van de voorgenomen maatregelen is gemaakt waardoor afwijkingen tussen berekeningsresultaten en historische waarnemingen goed mogelijk is. De afwijkingen zijn geanalyseerd en op basis van expert judgement zijn de toegepaste parameters waar nodig bijgesteld.

In de beschouwing wordt uitgegaan van scenario's met en zonder kunstwerken in het Dwingelderveld (knijpduikers) en met vaste of flexibel instelbare kunstwerken aan de rand van het Dwingelderveld. Verschillende beheerregimes (bijvoorbeeld vasthouden en sneller afvoeren indien mogelijk) zijn daarmee inzichtelijk te maken. Ook wordt nagegaan of het beheerregime invloed heeft op iets minder extreme neerslaggebeurtenissen, bijvoorbeeld 1x per jaar ($T=1$) en 1x per 10 jaar ($T=10$).

3.2 Opbouw van het neerslag-afvoermodel

Het opgestelde Sobek Rainfall Runoff (RR) model is een vereenvoudiging van het hydrologisch systeem van het Dwingelderveld. Het model biedt de mogelijkheid scenario's op eenvoudige wijze door te rekenen en te vergelijken en de interactie tussen de verschillende afwateringsgebieden te simuleren. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het model is opgebouwd. Het model bestaat uit vier componenten: onverhard gebied, open water, stuwen/drempels/weerstanden en buitengrenzen.

Het gemodelleerde gebied omvat circa 2.018 ha van de in totaal 2.056 ha die in het Waterbesluit zijn opgenomen. Het gebied Centrale Slenk-Leisloot en een westelijk deel van het Kloosterveld dat buiten de toekomstige kade ligt zijn ook meegenomen. In de onderstaande figuur 3.2 is een weergave van de modelschematisatie weergegeven. In tabel 3.1 zijn de ingevoerde waarde voor verschillende parameters opgenomen.



Figuur 3.2 Sobekmodelschematisatie

In overleg met het waterschap zijn nog enkele wijzigingen in afvoerroutes aangebracht:

- Het gebied GM19 ligt zo geïsoleerd dat geen oppervlakkige afvoer valt te verwachten, dit gebied is niet geschematiseerd;
- Het gebied GM22 voert zeer waarschijnlijk in noordwestelijke richting af. Deze is wel meegenomen in de schematisatie maar kent een eigen afvoergrens met benedenstroomse randvoorwaarde (boundary).
- De afvoer van GM12 Davidsplassen vindt nu grotendeels in zuidelijke richting plaats (GM11), het waterschap geeft aan dat een verbeterde afvoerroute richting het westen (GM14 Anserveld) voorkeur heeft om de toestroom naar de Centrale Slenk Leisloot te verminderen. Tussen GM12 en GM11 is een knijpconstructie in alle scenario's toegepast die de afvoer beperkt tot 0,014 m³/sec.
- Het gebied GM29 (noordwestzijde Noordenveld) is verdeeld in twee gebieden (GM29a en b). Bij de scenario's met knijpconstructies is hier een extra knijpconstructie toegepast.

Tabel 3.1 Parameters onverhard en open water met invoerwaarden

ID	Oppervlakte onverhard [ha]	Oppervlak open water [ha]	Oppervlakte totaal [ha]	Maaiveldhoogte [m+NAP]	Streefpeil [m+NAP]	Berging in depressies [mm]	Infiltratie snelheid [mm/uur]	Dikte onverzadigde zone [m]	Bergingscoëfficiënt [mm]
GM1	24,1	0,2	24,4	12,62	6,8	10	20	1	0,1
GM2	28,2	10,7	38,9	12,78	11,7	20	20	1	0,1
GM3	30,8	1,6	32,4	10,55	9,7	20	20	0,45	0,0606
GM4	8,3	3,6	11,9	10	9,1	10	20	0,35	0,0536
GM5	5,2	0,9	6,2	10,7	10,3	10	20	0,5	0,0642
GM6	60,5	1,9	62,4	12,28	10,4	10	20	0,8	0,0857
GM7	67,0	16,7	83,7	11,35	10,95	20	20	0,5	0,0642
GM8	26,7	5,7	32,3	10,4	9	10	20	0,35	0,0536
GM9	24,7	3,5	28,3	10,5	9,3	10	20	0,5	0,0642
GM10	4,4	0,5	5,0	10,3	9,95	10	20	0,2	0,05
GM11	99,5	17,4	116,9	10,5	9,8	10	20	0,3	0,05
GM12	81,7	27,2	108,9	10,51	10	10	20	0,2	0,05
GM13A	13,6	2,4	16,0	12,62	11,3	10	20	0,4	0,0571
GM13B	24,3	2,7	27,0	13	11,4	20	20	0,7	0,0785
GM14	61,0	15,3	76,3	9,59	8,6	20	20	0,3	0,05
GM15	27,2	3,0	30,2	9	8	10	20	0,5	0,0642
GM16	114,0	6,0	120,0	9,86	8,9	10	20	0,5	0,0642
GM17A	82,0	4,3	86,3	10,47	10	10	20	0,4	0,0571
GM17B	97,6	24,4	122,1	12,62	9,6	10	20	0,4	0,0571
GM18	8,3	0,9	9,2	13,17	12,5	10	20	0,6	0,0714
GM20	33,1	0,2	33,3	11,6	10,15	20	20	0,8	0,0857
GM21A	146,8	36,7	183,6	12,14	11,55	20	20	0,7	0,0785
GM21B	27,8	6,9	34,7	12,62	11,3	10	20	0,7	0,0785
GM22	30,1	3,3	33,5	13,66	13,3	10	20	0,4	0,0571
GM23	48,0	2,5	50,5	12,72	12	10	20	0,2	0,05
GM24	6,2	2,1	8,3	13,61	13,3	10	20	0,2	0,05
GM25	8,2	6,4	14,7	11,86	10,8	10	20	0,6	0,0714
GM26	65,3	21,8	87,1	10,84	10,6	10	20	0,2	0,05
GM27	63,0	11,1	74,1	10,72	9,9	10	20	0,2	0,05
GM28	131,1	1,3	132,4	13,37	12,5	20	20	1,1	0,1
GM29A	52,8	7,5	60,3	12,15	11,55	10	20	0,35	0,0536
GM29B	29,2	7,3	36,5	12,62	11,15	10	20	0,4	0,0571
GM30	47,4	8,4	55,8	11,25	10,7	20	20	0,35	0,0536
GM31	67,2	11,9	79,1	11,27	10,65	20	20	0,35	0,0536
GM32	84,5	12,1	96,6	10	8,15	15	20	0,8	0,0857
Totale	1730,0	289,0	2019,0						

3.2.1 Onverhard gebied

Het Dwingelderveld is in het waterbesluit verdeeld in 111 afwaterende eenheden. Voor het model is het gebied vereenvoudigd tot 36 afwaterende gebieden. De gebieden zijn geclusterd aan de hand van maaiveldverloop (natuurlijke barrières) en waterpeilen. Per gebied is de oppervlakte bepaald. Hierin is het open water oppervlak meegenomen om modelmatige redenen – de neerslag in het model wordt per rekentijdstap berekend aan de hand van het oppervlak onverhard en open water. Omdat het openwater oppervlak toeneemt in het model om de juiste waterstandstijgingen te berekenen terwijl het oppervlak onverhard niet afneemt wordt teveel neerslaginput berekend. Daarom wordt de neerslag op openwater gesteld op 0 mm.

Voor de maaiveldhoogte is de 50% maaiveldhoogte gebruikt tenzij deze te dicht nabij het streefpeil ligt – dan is een hoger maaiveld gehanteerd. In de gehanteerde modelbenadering dient geen inundatie in het onverhard gebied plaats te vinden – de berging vindt plaats in het open water. Voor het bepalen van de maaiveldhoogte is gebruik gemaakt van de AHN 2006

inclusief voorgenomen afgravingen in het Noordenveld en exclusief de voorgenomen ontgravingen in het Kloosterveld.

De berging in de bodem is afhankelijk van bodemtype en beschikbare onverzadigde zone (maaiveld-grondwaterstand). Gekozen is voor een bergingsruimte van 5% in de onverzadigde zone tussen maaiveld en 0,30 m-mv oplopend naar 10% op 1,00 m-mv. Deze bergingscoëfficiënt is op basis van expert judgement van onze (geo)hydrologen bepaald en hoort bij een zand-ondergrond (Hn21). De beschikbare onverzadigde zone bij aanvang van de berekening is bepaald met behulp van de uitgevoerde peilbuisanalyses (GHG) en analyse van de gemiddelde drooglegging per afwaterend gebied. Hieruit blijkt dat de dikte van de onverzadigde zone varieert tussen 0,20 m en 1,10 m gemiddeld per gebied. De toename in berging in de bodem door het vergroten van het onverhard oppervlak (onverhard inclusief open water, zie boven) is verdisconteerd.

Als de berging in de onverzadigde zone vol is treedt in eerste instantie berging op maaiveld op in de ingesloten laagtes/plassen e.d.. Hiervoor is met behulp van de maaiveldhoogtekaart een inschatting gemaakt per afwaterend gebied van deze bergingscomponent. De berging op maaiveld in depressies bedraagt 10-20 mm in de afwaterende eenheden.

Voor de infiltratiecapaciteit van de bovengrond is een hoge waarde (20 mm/uur) genomen om geen surface runoff door slechte doorlatendheid van de toplaag te krijgen. Hierdoor wordt eerst de berging in de bodem volledig benut alvorens berging op maaiveld en daarna surface runoff ontstaat.

Voor de drainagecomponent is gebruik gemaakt van de formule van Ernst. De toegepaste drainageweerstand voor surface runoff is gesteld op 0,05 (d). Als de berging in de bodem en in maaivelddepressies is gevuld voert het onverhard gebied snel af naar open water. De bodemdrainage is gesteld op 150 (d). Dit is voor podzolgronden een gangbare waarde. De weerstand van open water naar de bodem is gesteld op 2000 (d) om te voorkomen dat vanuit het open water de berging in de bodem wordt gevuld.

De kwel of wegzijging in het onverhard gebied is gedurende extreme buien een verwaarloosbare post. In het model is een wegzijging van 0,5 mm/d gehanteerd.

3.2.2 Open water

Voor het open water is per gebied 1 streefpeil gedefinieerd. Dit is het toekomstig streefpeil uit het waterbesluit. Het oppervlak aan open water is met behulp van de door het waterschap gemaakte droogleggingskaarten bij toekomstig streefpeil per afwaterend gebied bepaald. Het oppervlak open water neemt bij een stijging van de waterstand toe. Om dit goed te schematiseren is met behulp van een maaiveldcurve (frequentieverdeling) per gebied bepaald hoe groot het oppervlak is bij een bepaalde waterstand. Deze curve is in het model ingevoerd om hiermee een goede inschatting van de waterstanden te verkrijgen. Er is gerekend met een wegzijging naar de ondergrond van 0,5 mm/d. De neerslag op het open water is in het model gesteld op 0 om modelmatige redenen – de neerslag op open water is meegenomen in het onverhard gebied.

3.2.3 Stuwen

In werkelijkheid zijn de afwaterende gebieden voor het merendeel verbonden in extreme afvoersituaties via stroming over maaiveld (zie ook waterbesluit). De hooggelegen plassen, slenken en vennen voeren ondergronds via grondwater en bovengronds via stroming over maaiveld af naar lager gelegen gebieden. Deze stroming over maaiveld is in het model gesimuleerd met behulp van stuwen. De kruinbreedte van deze "stuwen" is met behulp van de maaiveldhoogtekaart geschat. Vervolgens is een lage afvoercoëfficiënt gehanteerd om de weerstand van het maaiveld en begroeiing te simuleren. Met behulp van enkele controleberekeningen is de toegepaste afvoercoëfficiënt voor stroming over maaiveld bepaald op 0,2 (-).

Voor de stuwen en knijpduikers is een normale afvoercoëfficiënt gehanteerd en een geringe kruinbreedte. De kruinbreedtes voor de knijpconstructie zijn voldoende breed gekozen om de

hieronder beschreven besturing niet nadelig te beïnvloeden. Met behulp van een controller kunnen deze knijpconstructies worden ingesteld op een maximaal wenselijke afvoer en een maximaal boven en/of beneden waterstand. De maximale afvoer is in eerste instantie gesteld op 0,34 l/s.ha wat overeenkomt met een afvoer van 3 mm/d. Vervolgens is een berekening uitgevoerd met een maximale afvoer van 0,69 l/s.ha (6 mm/d). De maximaal toelaatbare waterstanden zijn overgenomen uit het waterbesluit bijlage 11 (met enige aanpassingen op basis resultaten hoofdstuk 4). Een extra optimalisatieronde is uitgevoerd om meer bergingsruimte in het Kloosterveld te benutten. Hierna is nog een berekening uitgevoerd zonder knijpconstructies binnen het Dwingelderveld maar enkel op de randen van het gebied.

De volgende knijpconstructies zijn toegepast:

Intern	Randen
GM2	GM1
GM8	GM3
GM12->GM11 (bij ieder scenario)	GM15
GM17b	GM32
GM21a	
GM27 (bij ieder scenario)	
GM29a	
GM29b	
GM30	
GM31	

3.2.4 Grenzen

De grenzen van het model aan de benedenstroomse zijde worden gevormd door een zestal locaties waar een vast laag peil is ingevoerd om ongestoorde afvoer naar de beekdalen te simuleren. Er zijn geen gegevens bekend van waterstanden op de modelgrenzen.

3.2.5 Neerslag

De neerslag in het model is opgebouwd uit de 10-daagse neerslagsom conform de opbouw vermeld in het Waterbesluit pagina 18. Er is niet gerekend met een inlooperperiode omdat het model dusdanig is geschematiseerd dat dit bij aanvang een natte wintersituatie simuleert. Na de 10-daagse extreme neerslagperiode is een uitlooperperiode van 1 maand gezet. In deze maand is voor iedere dag een neerslag van 2,7 mm/d ingevoerd. Dit is de neerslag normaalwaarde over de maanden oktober tot en met januari van weerstation 327 Dwingeloo (329 mm) dagelijks verdeeld over de uitloopmaand. De totale neerslagsom in de modelperiode bedraagt dan circa 310 mm in 62 dagen. De verdamping wordt op basis van langjarige wintergemiddelden berekend (0,40 mm/d).

De neerslaggebeurtenissen T=1, T=10 en T=100 zijn berekend. De neerslaghoeveelheden zijn overgenomen uit het STOWA rapport 'Statistiek van extreme neerslag in Nederland; definitiestudie' (rapportnummer 2002-24). Deze hoeveelheden worden door waterschap Reest en Wieden gehanteerd om de WB21-wateropgave te bepalen. Opgemerkt dient te worden dat in het STOWA-rapport 'Statistiek van extreme neerslag in Nederland' (rapportnummer 2004-26) deze 10 daagse hoeveelheden zijn bijgesteld op basis van langduriger meetreeksen en statistische bewerkingen. De neerslaghoeveelheden voor kortere perioden (duur) liggen hoger dan de oude hoeveelheden. De neerslaghoeveelheden voor een duur van 10 dagen zijn circa 5% lager dan de door het waterschap gehanteerde hoeveelheden. Omdat het beleid van het waterschap uitgaat van de "oude" neerslaggegevens zijn deze in de modellering gebruikt. De berekeningsresultaten geven wellicht dus een iets negatiever beeld.

3.3 Scenario's

In onderstaande tabel 3.2 is aangegeven welke scenario's zijn gemodelleerd.

Tabel 3.2 Beschrijving van de scenario's die zijn geanalyseerd.

Karakteristiek	Aanduiding Scenario	Korte omschrijving
Toekomstige situatie	Streefpeil = initiële situatie	Toekomstige situatie in de winter die nagestreefd wordt. Deze situatie is te beschouwen als de GGOR (= Gewenste Grond- en Oppervlaktewater Regiem). Deze streefpeilen zijn conform het Waterbesluit
	GGOR T1	Toekomstige situatie met een neerslagsituatie die 1 x per jaar kan voorkomen
	GGOR T10	Toekomstige situatie met een neerslagsituatie die 1 x 10 per jaar kan voorkomen
	GGOR T100	Toekomstige situatie met een neerslagsituatie die 1 x 100 per jaar kan voorkomen
WB 21 situatie	WB21 3 mm T1	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld en langs de rand de knijpconstructies/stuwen zijn ingesteld op een afvoer van 3 mm/d (Conform Waterbesluit) met een neerslagsituatie die 1 x per jaar kan voorkomen
	WB21 3 mm T10	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld en langs de rand de knijpconstructies/stuwen zijn ingesteld op een afvoer van 3 mm/d (Conform Waterbesluit) met een neerslagsituatie die 1 x per 10 jaar kan voorkomen
	WB21 3 mm T100	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld en langs de rand de knijpconstructies/stuwen zijn ingesteld op een afvoer van 3 mm/d (Conform Waterbesluit) met een neerslagsituatie die 1 x per 100 jaar kan voorkomen
	WB21 6 mm T1	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld en langs de rand de knijpconstructies/stuwen zijn ingesteld op een afvoer van 6 mm/d met een neerslagsituatie die 1 x per jaar kan voorkomen
	WB21 6 mm T10	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld en langs de rand de knijpconstructies/stuwen zijn ingesteld op een afvoer van 6 mm/d met een neerslagsituatie die 1 x per 10 jaar kan voorkomen
	WB21 6 mm T100	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld en langs de rand de knijpconstructies/stuwen zijn ingesteld op een afvoer van 6 mm/d met een neerslagsituatie die 1 x per 100 jaar kan voorkomen
	WB21 6 mm + Kloosterveld T10	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld en langs de rand de knijpconstructies/stuwen zijn ingesteld op een afvoer van 6 mm, behalve bij het Kloosterveld waar de afvoer lager is dan 6 mm/d (meer geknepen), met een neerslagsituatie die 1 x per 10 jaar kan voorkomen
	WB21 6 mm + Kloosterveld T100	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld en langs de rand de knijpconstructies/stuwen zijn ingesteld op een afvoer van 6 mm, behalve bij het Kloosterveld waar de afvoer lager is dan 6 mm/d (iets meer geknepen), met een neerslagsituatie die 1 x per 100 jaar kan voorkomen

Karakteristiek	Aanduiding Scenario	Korte omschrijving
	WB21 6 mm + Kloosterveld T10 exclusief knijpconstructies (= kc)	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld geen knijpconstructies/stuwen aanwezig zijn, langs de randen alle stuwen ingesteld zijn op een afvoer van 6 mm, behalve bij het Kloosterveld waar de afvoer lager is dan 6 mm/d (meer geknepen), met een neerslagsituatie die 1 x per 10 jaar kan voorkomen
	WB21 6 mm + Kloosterveld T100 exclusief knijpconstructies (= kc)	Toekomstige situatie waarbij in het Dwingelderveld geen knijpconstructies/stuwen aanwezig zijn, langs de randen alle stuwen ingesteld zijn op een afvoer van 6 mm, behalve bij het Kloosterveld waar de afvoer lager is dan 6 mm/d (iets meer geknepen), met een neerslagsituatie die 1 x per 100 jaar kan voorkomen

NB.: bij alle scenario's van WB 21 6 mmm, is tussen de peilvakken GM 11 en GM 12 altijd een drempel in het model meegenomen, ook bij de scenario's zonder interne knijpconstructies.

3.4 Resultaten

Het model is voor de verschillende situaties doorgerekend voor het klimaatscenario. De berekende peilveranderingen zijn weergegeven in de tabel in bijlage 6. De ruimtelijke vertaling van de belangrijkste scenario's is weergegeven in verschillende kaarten waarop de berekende drooglegging staat (verschil waterstand en maaiveld) en verschilkaarten ten opzichte van rustpeil. De kaarten zijn voor de T100 situaties gemaakt (bijlage 7) die worden gebruikt voor de toetsing aan de Natuurbeschermingswet.

3.4.1 Ruimtelijke spreiding van inundaties onder verschillende omstandigheden

Uit de kaarten zijn de volgende inzichten ten aanzien van de ruimtelijke effecten af te leiden:

- Inundaties komen verspreid over de slenkstructuren voor bij de GGOR T100 situatie. De waterstandstijgingen variëren tussen 0,02 m en 0,42 m. Gemiddeld bedraagt de waterstandstijging circa 0,15 m.
- Bij de WB21 scenario's met knijpconstructies neemt voornamelijk in de benedenstrooms gelegen afwaterende gebieden (GM15, GM8, GM32, GM27) de inundatie toe. De waterstandverschillen ten opzichte van rustpeil variëren tussen circa 0,02 m en 1,00 m. In de meer bovenstrooms gelegen gebieden met knijpconstructies treden vooral hogere waterstanden op bij het knijpen tot 3 mm/d.
- De optimalisatie van het Kloosterveld leidt daar uiteraard tot hogere waterstanden, terwijl door het verwijderen van de interne knijpconstructies de waterstandstijgingen in het Dwingelderveld geringer worden.

3.4.2 Afvoer en inundatieduur

Om inzicht te krijgen in de duur van het tijdelijk vasthouden van water tijdens extreme weersituaties zijn van alle afvoerpunten langs de randen van het Dwingelderveld afvoergrafieken gemaakt van de situatie WB21 6 mm afvoer langs de randen, met uitzondering van het Kloosterveld waar de afvoer geringer is (sterker geknepen) en exclusief knijpconstructies in het Dwingelderveld (bijlage 7).

Uit de afvoergrafieken is af te leiden dat bij GM1 de afvoer aanzienlijk wordt geknepen ten opzichte van de GGOR situatie. De piek van 1,15 m³/sec wordt gereduceerd tot 0,20 m³/sec bij 6 mm/d knijpen en 0,10 m³/sec bij 3 mm/d knijpen. De afvoer wordt alleen bij het achterwege laten van de interne knijpconstructie GM8 overschreden. De waterstanden lopen hoog op (tot NAP +8,00 m) tijdens het knijpen. Het knijpen tot 3 mm/d leidt tot langdurige inundaties.

In GM3 wordt de maximale waterstand van NAP +9,90 m niet overschreden. Dit wordt veroorzaakt door de interne knijpconstructie tussen GM3 en GM27. De afvoerpiek van GGOR wordt van 1,80 m³/sec gereduceerd tot 0,60 / 0,30 m³/sec bij 6 mm/d en 3 mm/d knijpen.

Bij GM8 wordt de afvoer van 1,15 m³/sec gereduceerd naar 0,26 m³/sec resp. 0,13 m³/sec. De waterstanden lopen hoog op van NAP +9,00 m tot maximaal NAP +10,00 m bij 3 mm/d. De inundatieduur bedraagt bij 6 mm/d circa 21 dagen.

In GM15 wordt de afvoerpiek nauwelijks gereduceerd. Dit wordt veroorzaakt door het snel bereiken van de maximaal toelaatbare waterstand van NAP +8,60 m. De afvoerpiek bedraagt daardoor bij alle scenario's 0,90 m³/sec terwijl circa 0,20 m³/sec resp. 0,10 m³/sec bij 6 mm/d en 3 mm/d knijpen.

In GM32 Kloosterveld wordt de afvoerpiek van 1,37 m³/sec gereduceerd naar 0,30 m³/sec bij 6 mm/d en 0,15 m³/sec bij 3 mm/d. In de optimalisatieslag is 0,20 m³/sec aangehouden. De waterstanden lopen hoog op tot maximaal NAP +9,25 m. Door het knijpen is de inundatieduur vrij lang. De verwachting is dat met een flexibele knijpconstructie de duur flink kan worden verkort. De maximale berging zal dan niet worden benut omdat de hoogste waterstand pas na enkele weken optreedt door de nalevering van het bovenstrooms gelegen gebied. Daarom kan in dit gebied de knijpconstructie beter sterk knijpen direct na de neerslagpiek en vervolgens als het ontvangende systeem dit toelaat weer meer gaan afvoeren.

3.4.3 Volume tijdelijk vast te houden water

In tabel 3.3 en 3.4 zijn de volumes aangegeven van de tijdelijk vast te houden hoeveelheid water bij de verschillende scenario's. In tabel 3.3 zijn de volumes water weergegeven die worden vastgehouden in bodem en maaivelddepressies voor de verschillende scenario's.

Tabel 3.3 berekende hoeveelheid berging in bodem en maaivelddepressies

Scenario	berging in de bodem mm	berging in lokale depressies mm	Berging bodem totaal mm
GGOR T1	31	9	40
GGOR T10T	36	13	49
GGOR T100T	37	16	53
WB21 3 mm T1	31	9	40
WB21 3 mm T10	36	13	49
WB21 3 mm T100	37	16	53
WB21 6 mm T1	31	9	40
WB21 6 mm T10	36	13	49
WB21 6 mm T100	37	16	53
WB21 6 mm + Kloosterveld T10	36	13	49
WB21 6 mm + Kloosterveld T100	37	16	53
WB21 6 mm + Kloosterveld excl intem kc T10	36	13	49
WB21 6 mm + Kloosterveld excl intem kc T100	37	16	53

De berging in de bodem is bij alle gemodelleerde T100 situaties volledig benut (=53 mm).

Het totaal volume vastgehouden water in het open water is in tabel 3.4 weergegeven. Hierbij is de maximale berging bepaald gedurende de eerste twee weken na aanvang van de extreme neerslagsituatie. Vooral bij het knijpen tot 3 mm/d zal de berging in open water nog verder toenemen na de eerste twee weken door de vertraagde afvoer uit de bovenstrooms gelegen gebieden (berging in bodem, zie tabel 3.3), maar dit is een verschuiving van de berging van de post bodem naar de post open water zodat per saldo dit geen verschil geeft.

In kolom 2 staat het volume ten opzichte van de toekomstige gemiddelde situatie (GGOR-rust) en in kolom 3 staat het volume ten opzichte van de toekomstige gewenste situatie (GGOR). De GGOR-situatie komt min of meer overeen met het streefpeil in de winter conform het waterbesluit.

Tabel 3.4 Berekende berging in open water

Scenario	mm	m3	verschillen tov GGOR	
			mm	m3
GGOR T1	10	195.000		
GGOR T10T	23	476.000		
GGOR T100T	40	805.000		
WB21 3 mm T1	17	344.000	7	149.000
WB21 3 mm T10	47	947.000	23	471.000
WB21 3 mm T100	80	1.617.000	40	812.000
WB21 6 mm T1	11	215.000	1	20.000
WB21 6 mm T10	35	709.000	11	233.000
WB21 6 mm T100	67	1.365.000	28	560.000
WB21 6 mm + Kloosterveld T10	39	799.000	16	323.000
WB21 6 mm + Kloosterveld T100	72	1.455.000	32	650.000
WB21 6 mm + Kloosterveld excl intern kc T10	40	804.000	16	328.000
WB21 6 mm + Kloosterveld excl intern kc T100	72	1.460.000	32	655.000

Uit tabel 3.4 is af te leiden dat in de toekomstige situatie zonder specifieke WB21 maatregelen het Dwingelderveld tijdens extreme weersomstandigheden die 1 x per 100 jaar kunnen voorkomen, globaal 805.000 m3 extra water zal vast houden ten opzichte van de rustsituatie. Gezamenlijk met de berging in de bodem (zie tabel 3.3) bedraagt de initiële berging dan circa 90 mm bij T=100. Dit is naar verwachting aanzienlijk meer berging dan in de huidige situatie het geval is omdat door de maatregelen zoals het dempen van sloten en aanbrengen van maaiveldrem-pels de afvoer wordt vertraagd. Geschat wordt dat de bijdrage van de GGOR maatregelen circa 30 mm is.

Als uitgegaan wordt van de toekomstige situatie (GGOR), is de WB21 bijdrage met een afvoer van 3 mm/d (conform het Waterbesluit) bij 1 x per 100 jaar circa 810.000 m3. Bij een afvoer van 6 mm/d voor alle geplande knijpduikers en stuwen in en om het Dwingelderveld is de bijdrage circa 560.000 m3, en bij een situatie waarbij er in het Dwingelderveld geen knijpduikers of stuwen aanwezig zijn en langs de randen de voorzieningen zijn ingesteld op 6 mm/d (bij Kloosterveld iets lager, circa 4,5 mm/d) circa 655.000 m3.

Uitgaande van de vergelijking van WB21 bij een afvoer van 6 mm/d en bij het Kloosterveld iets minder afvoer, en dan de varianten met of zonder knijpduikers in het Dwingelderveld, kan de conclusie getrokken worden dat de interne knijpduikers niet bijdragen aan de totale hoeveelheid extra vast te houden water (650.000 m3 met interne knijpduikers en 655.000 m3 zonder interne knijpduikers). Dit is op zich logisch omdat aan de randen een vergelijkbare hoeveelheid van 6 mm/d wordt geknepen bij beide scenario's. De interne verdeling is uiteraard wel anders. Dit ontstaat vooral door de grotere toevoer naar gebied GM32 Kloosterveld en een toename van de afvoer van het Noordenveld richting de zuidelijke Kraloërplassen (GM27). In deze beide gebieden neemt de waterstandstijging met 0,30 m resp. 0,15 m toe.

3.4.4 Aandachtspunten ten aanzien de modeluitkomsten en de veldsituatie.

De modeluitkomsten hebben geleid tot enkele aandachtsgebieden waar aanpassingen aan de inrichting mogelijk noodzakelijk zijn. Tijdens extreme weersomstandigheden zijn in de volgende gebieden wellicht aanpassingen nodig:

- Anserveld (vak GM14 en GM15): de stijghoogte zal hoger worden dan het aanwezige maaiveld. Een kadevoorziening ontbreekt. Ten opzichte van het waterbesluit ontvangt dit gebied meer water omdat er water vanuit de Centrale slenk via de Davidsplassen omgeleid wordt naar het Anserveld;
- Hoornse slenk (vak GM27): het gebied dat zal inunderen is aan de oostzijde groter dan de lengte van de kade. De kade zal verder oostwaarts doorgetrokken moeten worden naar de natuurlijke hoogten;
- Westelijke begrenzing van vak GM7: de westelijke grens is een pad. De padhoogte is weliswaar iets hoger dan de omgeving, maar de peilstijging zal echter hoger zijn dan het pad. Dat

betekent dat het pad verhoogd zal moeten worden, of het water zal toegestaan worden door te stromen naar een lager gelegen deel in vak GM11;

- Knijpconstructies: het toepassen van flexibele knijpconstructies op de randen heeft de voorkeur. De inundatieduur kan ook na minder extreme neerslagsituaties (bijv. T=10) worden verkort wanneer het benedenstrooms gelegen systeem ruimte heeft voor meer afvoer vanuit het Dwingelderveld. Geadviseerd wordt om in de besteksfase het beheer en de werking van de knijpconstructies vast te leggen in een afsprakenlijst tussen waterschap en de terreinbeherende organisaties.

4 Uitkomsten modelonderzoek in relatie tot vegetatietypen.

4.1 Werkwijze

De resultaten van het neerslag-afvoermodel zijn vergeleken met de hydrologische randvoorwaarden van vegetatietypen.

Deze randvoorwaarden zijn als volgt bepaald:

- Per habitatype zijn de belangrijkste vegetaties bepaald die tot het habitatype worden gerekend. Sommige vegetaties kunnen tot verschillende habitatypen worden gerekend en komen daarom vaker voor.
- Van elk vegetatietype zijn de standplaatseisen aangegeven (zie bijlage 2). Hierin is aangegeven bij welke gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) het vegetatietype voorkomt. Als GVG waarden zijn de uiterste grenzen gehanteerd. Dat betekent dat het betreffende vegetatietype bij die GVG kan voorkomen met een waarschijnlijkheid van 0 % (= de ondergrens) tot 100 % (= optimale omstandigheid). Buiten de aangegeven grenzen zal het vegetatietype niet voorkomen, of in kwaliteit (sterk) afnemen als de hydrologische omstandigheden periodiek buiten deze aangegeven grenzen optreden. Een correctie naar de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) bleek niet nodig omdat deze GVG-waarden al boven de normaal optredende GHG waarden liggen. Dat komt omdat van de uiterste GVG-grenzen is uitgegaan die doorlopen tot 0 % doelrealisatie (= het niveau waarop de vegetaties niet meer voor kunnen komen). De uitersten van de hydrologische standplaatseisen zijn bepaald aan de hand van verschillende bronnen (Kiwa 2007; Waterlood 2006; Aggenbach & Jalink et al 1998 [1]; Aggenbach & Jalink 1998 [2]; Weeda et al 2000; LNV 2009).
- Er zijn 'ruime' hydrologische standplaatseisen aangehouden omdat de hydrologische toetsing gebeurt van extreme situaties die zich niet veelvuldig en op verschillende manieren zullen voordoen. Daardoor is er een zekere ruimte aanwezig in de toetsing, omdat de doelrealisatie zal komen te liggen tussen 0 % en 100 %. De gehanteerde 'buitengrenzen' zijn als redelijk absoluut te beschouwen.
- Van elk vegetatietype is de eventuele inundatiehoogte (GVG) en inundatieduur bekend (zie voorgaande). Op basis van deze waarden zijn drie klassen onderscheiden: zeer gevoelig, gevoelig en nooit. De uitkomsten van het neerslag-afvoermodel worden getoetst aan deze drie klassen.

4.1.1 Indeling van vegetaties naar gevoeligheid voor een bepaalde inundatiehoogte en/of duur

De vegetaties die benut worden om de uitkomsten van het neerslag-afvoermodel aan te toetsen zijn onderverdeeld in drie klassen. In tabel 4.1 worden deze klassen verantwoord.

Tabel 4.1 Indeling van vegetaties naar verschillende gevoeligheidsklassen voor inundatiehoogte en inundatieduur.

Klasse	Toegepaste criteria
Zeer gevoelig	Vegetatietypen met een <i>kleine bandbreedte</i> in de GVG (≤ 30 cm) en een <i>korte inundatieduur</i> (0-25 % van het jaar)
Gevoelig	Vegetatietypen met een <i>matig grote tot grote bandbreedte</i> in de GVG (> 30 cm) maar niet te hoog, en een <i>ruime inundatieduur</i> (25-100 % van het jaar)
Nooit	Vegetatietypen waarbij de hoogste grondwaterstand (ruim) onder maaiveld blijft en <i>inundatie nooit</i> mag optreden.

De vegetatietypen zijn vervolgens aan de hand van de klasse-indeling geclusterd. In tabel 4.2 is dit uitgewerkt. In bijlage 3 is een kaart opgenomen met de ligging van de vegetatietypen per klasse.

Tabel 4.2 Clustering van de vegetatietypen naar hun gevoeligheid voor bepaalde hydrologische omstandigheden, uitgewerkt in de klassen 'zeer gevoelig', 'gevoelig' en 'nooit'. De klasse 'nooit' betekent dat inundatie nooit mag optreden, terwijl de andere klassen aangeven dat ze (zeer) gevoelig zijn voor een bepaalde inundatiehoogte en/of -duur.

Habitatype (dik aangegeven) en bijbehorende vegetatietypen	Gevoeligheid voor een bepaalde inundatiehoogte en inundatieduur		
	Zeer gevoelig	Gevoelig	Nooit
Zure vennen			
Ass. van veenmos en snavelbies <i>Sphagno-Rynchosporium</i>	X		
Ass van Draadzegge en Veenpluis <i>Eriophoro-Caricetum lasiocarpae</i>		X	
Knolrus -veenmos <i>RG Juncus bulbosus-Sphagnum</i> oever van vennen		X	
RG Veenpluis-Veenmos <i>RG Eriophorum angustifolium-Sphagnum</i>		X	
RG Snavelzegge-Veenmos <i>RG Carex rostrata</i>		X	
Vochtige heiden			
Ass v gewone dophei subass veenmos <i>Ericetum tetralicis sphagnetosum</i>	X		
Ass v gewone dophei, subass met gevlekte orchis <i>Ericetum tetralicis orchietosum</i>	X		
Ass. v gewone dophei, soortenarm als de Ass van gewone dophei <i>Ericetum tetralicis typicum</i>	X		
Grondsterassociatie	X		
Hoogveenvegetaties			

Habitatype (dik aangegeven) en bijbehorende vegetatietypen	Gevoeligheid voor een bepaalde inundatiehoogte en inundatieduur		
	Zeer gevoelig	Gevoelig	Nooit
Ass v gewone dophei subass veenmos <i>Ericetum tetralicis sphagnetosum</i>	X		
Ass. v veenmos en snavelbies <i>Sphagno-Rhynchosporium</i>	X		
Ass. v gewone dophei en veenmos, subass witte snavelbies <i>Erico-Sphagnetum magellanicum, subass rhynchosporium</i>		X	
Slenkvegetaties			
Ass v moeraswolfsklauw en snavelbies <i>Lycopodio-Rhynchosporium</i>	X		
Ass. v veenmos en snavelbies <i>Sphagno-Rhynchosporium</i>	X		
Droge heide, Binnenlandse kraaiheidebegroeiingen, Stuijtheiden met struikheide, Jeneverbesstruweel			
Ass. van Kraaiheide, soortenarme subass			X
Ass. van struikheide en stekelbrem, subass <i>Cladonia</i>			X
Ass. van struikheide en stekelbrem, soortenarme subass			X
Ass. van struikheide en stekelbrem, subass <i>Tandjesgras</i>			X
Ass van Buntgras en heidespurrie, verarmde subass			X
Gaffeltand-Jeneverbesstruweel, Korstmosrijk			X
Gaffeltand-Jeneverbesstruweel, subass <i>Bochtige smele</i>			X
Heischrale graslanden			
Ass van Liggend walstro en schapengras			X
Ass van Klokjesgentiaan en borstelgras			X

De klasse 'zeer gevoelige vegetaties' verdraagt maar weinig inundatie (hoogte en duur). De hydrologische randvoorwaarden worden in deze klasse bepaald door de meest kritische vegetaties in deze klasse: de hoogveenvegetaties. De peildynamiek die deze vegetaties verdragen ligt in de bandbreedte waarbij het (drijvende) veen de waterstandsverandering kan volgen (meedalen en –stijgen). Zich ontwikkelende hoogvenen bestaan vooral uit veenplanten die in de slenken groeien, zoals waterveenmos, slank veenmos, snavelbiezen en veenpluis. Na verloop van (lange) tijd vestigen zich de bultvormende planten. Goed ontwikkelde hoogveenvegetaties, met slenk- en bultvormende plantensoorten, behoren tot de levende hoogvenen (habitatype 7110). Dit is op Europees niveau één van de weinige prioritaire habitattypen.

Levend hoogveen bestaat aan de oppervlakte uit kleinschalige slenken en bulten. Op de bulten groeien specifieke bultvormende planten die niet of nauwelijks (langdurige) inundatie verdragen. Karakteristiek voor de hoogveenbulten in het Dwingelderveld zijn plantensoorten zoals Kleine veenbes (*Vaccinium oxycoccos*), Lavendelheide (*Andromeda polifolia*), Eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*) en de veenmossen hoogveenveenmos (*Sphagnum magellanicum*), wrattig veenmos (*Sphagnum papillosum*) en rood veenmos (*Sphagnum rubellum*) (EGG-Consult 2006; Bakker 1998). De spreiding van deze soorten is onderzocht, als verfijning van de klasse 'zeer gevoelige vegetaties'. Het voorkomen van deze plantensoorten is een maat voor de hoge natuurkwaliteit van deze hoogveentjes. Belangrijke concentraties komen voor in het noordwestelijke en westelijke deel van het onderzoeksgebied (ten westen en zuiden van Davidsplassen, Karveen, Benderse Smitsveen), in de Holtveenslenk, lokaal in hoogveentjes ten noorden en zuiden van Leiding 20, Hoornse plas en de bosvennen in de boswachterij (kaart in bijlage 10).

De aanwezigheid van deze bultvormende planten is mede gebruikt als een randvoorwaarde om te bepalen of de mate van inundatie acceptabel is.

4.2 Resultaten vergelijking uitkomsten neerslag-afvoermodel met de standplaatseisen ten aanzien van de extreme weersomstandigheden.

4.2.1 Algemeen

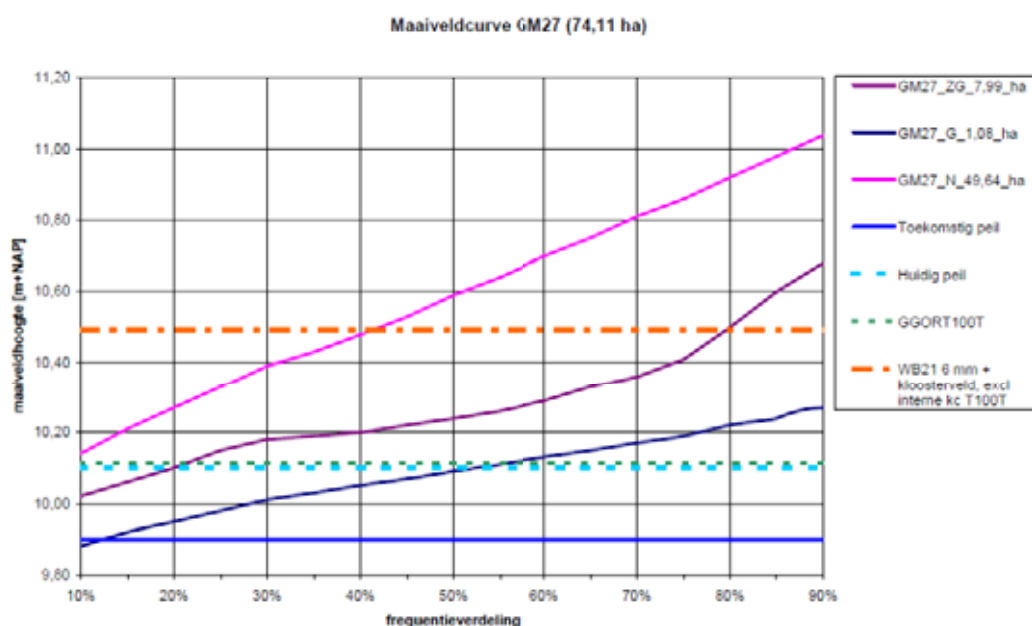
De vegetatietypen zijn verdeeld in de drie klassen zeer gevoelig, gevoelig en nooit. Met behulp van de beschikbare vegetatiekarteringen is bepaald dat binnen het onderzoeksgebied 231 ha zeer gevoelige vegetatietypen, 34 ha gevoelige vegetatietypen en 571 ha vegetatietypen die nooit mogen inunderen aanwezig is. Deze typer liggen voor een belangrijk deel in de Centrale slenk Leisloot en Davidsplassen en de Benderse slenk, maar ook in de andere peilvakken worden deze vegetaties aangetroffen. Zie bijlage 3 voor een overzichtskaart met de ligging.

Vervolgens is met een gisanalyse per afwaterend gebied bepaald wat de maaiveldhoogteverdeling is per type. In bijlage 4 zijn voor de afwaterende gebieden grafieken opgenomen, waar in verhouding een groot aandeel zeer gevoelig / gevoelig aanwezig is, en waar de peilveranderingen 20 cm of meer kunnen worden. Hierin is het huidige en toekomstig streefpeil ook opgenomen, waterstand van GGOR T100 (situatie van 1 x per 100 jaar bij de toekomstige situatie maar zonder knijpduikers of stuwen in het gebied), en een waterstand van WB 21 6 mm + Kloosterveld exclusief knijpconstructies in het Dwingelderveld. In het Kloosterveld is de afvoer iets beperkter dan de 6 mm (meer geknepen).

Voorbeeld van de gevolgde werkwijze

In figuur 4.1 is een voorbeeld van een dergelijke maaiveldcurve weergegeven. Het afwaterende gebied is 74,11 ha groot (Hoorse slenk)). In totaal is 7,99 ha zeer gevoelig (ZG), 1,08 ha gevoelig (G) en 49,64 ha mag nooit inunderen. Het huidige peil ligt hoger dan het toekomstige winterstreefpeil omdat de huidige vegetatieontwikkeling stagneert vanwege de permanent te hoge waterstanden. De curve laat zien dat bij een waterstandstijging tot bijvoorbeeld NAP +10,20 m circa 75 % van de oppervlakte van het gevoelige vegetatietype inundeert en circa 80 % van de oppervlakte van het areaal zeer gevoelig vegetatietype. De uiterste randen (<10% en >90%) zijn niet opgenomen in de grafieken in verband met onnauwkeurigheden.

WB21 Dwingelderveld



Figuur 4.1 Voorbeeld van maaiveldcurve deelgebied GM 27 (Hoorse slenk)

In bijlage 9 zijn kaarten opgenomen met de gevoelige vegetatietypen/habitattypen en de berekende inundaties voor de verschillende scenario's.

4.2.2 Resultaten

De uitkomsten van het modelonderzoek zijn gekoppeld aan de maaiveldcurves. Tevens is een tabel met alle voorlopige analyseresultaten toegevoegd.

Tabel 4.2 Oppervlakte en percentage van de geïnundeerde oppervlakte van de zeer gevoelige, gevoelige en 'nooit' vegetaties bij een situatie van GGOR T 100 ten opzichte van toekomstig streefpeil en de WB 21 6 mm + Kloosterveld (kleinere afvoer) zonder knijpconstructies in het Dwingelderveld.

Tabel met oppervlakte en percentage geïnundeerde oppervlakte kwetsbare vegetaties bij de aangegeven situaties

Vaknummer GM	Vakopvl totaal ha	Situatie GGOR T100 tov toekomstige peil						Situatie WB 21 6 mm + Kloosterveld excl kc T00 tov toekomstige peil					
		ZG		G		N		ZG		G		N	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
3	32,44	0,33	20	0	nvt	4,3	18	0,25	15	0	nvt	3,58	15
5	6,16	0,11	< 5	0	0	0	0	0,11	< 5	0	0	0	0
6	62,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	83,73	10,75	35	1,81	67	0	0	10,75	35	1,81	67	0	0
9	28,28	0,89	17	0	nvt	0	0	0,89	17	0	nvt	0	0
11	116,09	8,08	28	1,44	45	0	0	8,08	28	1,44	45	0	0
12	108,88	12,09	40	1,07	45	1,48	8	12,09	40	1,07	45	1,48	8
14	76,25	0,33	3	0	0	2,35	15	0,33	3	0	0	2,35	15
15	30,22	0	0	0	0	3,45	45	0	0	0	0	3,45	45
16	120,06	0,25	9	0	0	4,73	5	0,44	16	0	0	9,47	10
17a	86,3	1,97	16	0,15	7	0	0	2,09	17	0,18	8	0	0
17b	122,06	10,58	42	4,64	88	11,03	20	12,59	50	4,64	88	12,68	23
18	9,24	0	nvt	0	nvt	0	0	0	nvt	0	nvt	0	0
23	50,49	0	0	6,05	40	1,48	13	0	0	6,05	40	1,48	13
26	87,12	10,03	48	2,48	50	9,3	22	10,47	48	2,48	50	8,46	20
27	74,11	1,76	22	0,46	43	0	0	6,39	80	0,97	90	10,55	42
29b	36,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	79,18	0,29	39	0	nvt	0,12	23	0,29	39	0	nvt	0,12	23
32	96,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotalen		57,46		18,1		38,24		64,77		18,64		53,62	

NB.: de maaiveldcurves hebben een bereik van 10 % tm 90 %. Er wordt ervan uitgegaan dat de beide uitersten de onzekerheidsmarges zijn. Deze worden derhalve buiten beschouwing gelaten, tenzij vaststaat dat de vegetatie volledig boven het streefpeil ligt en bij GGOR T 100 en WB 21 deels onder het nieuwe peil komt te liggen. In dat geval wordt gerekend vanaf 0 % en zo nodig doorlopend naar 100 %.

Aan de hand van tabel 4.2 is een vergelijking te maken van de verandering in de toekomstige autonome situatie om de verdroging op te heffen, ten opzichte van de situatie dat er langs de randen van het Dwingelderveld knijpconstructies zijn aangebracht om het water langer vast te houden. De toekomstige autonome situatie is de situatie waarbij een extreme weersituatie zich voordoet in het Dwingelderveld nadat de structureel te nemen maatregelen zijn getroffen. Deze structureel te nemen maatregelen zijn gebiedseigen aanpassingen zoals sloten dempen, natuurlijke drempels herstellen en dergelijke.

Autonome toekomstige situatie

Met behulp van het model is gekeken in hoeverre het realiseren van de streefpeilen (de toekomstige autonome situatie) mogelijk leidt tot knelpunten voor vegetaties in de peilvakken. Dat kan vooral het geval zijn in de peilvakken waar grote peilveranderingen worden doorgevoerd. Op die locaties kunnen grote oppervlakte zeer gevoelige en gevoelige vegetaties permanent onder water komen te staan. Uit de grafieken met de maaiveldcurves (bijlage 4) is af te leiden in welke peilvakken knelpunten voor de bestaande vegetaties kunnen optreden. Van de in totaal 19 geanalyseerde peilvakken betreft het peilvak GM 9 waar circa 30 % van de zeer gevoelige vegetatie 's winters onder water kan komen te staan, en peilvak GM 26 waar bijna 50 % van de oppervlakte gevoelige vegetatie 's winters onder water kan komen te staan.

WB 21 situatie

Er zijn scenario's doorgerekend waarbij in het Dwingelderveld wel of geen knijpconstructies aanwezig zijn om water langer vast te houden tijdens extreme weersomstandigheden, behoudens tussen de peilvakken GM 11 en GM 12 (drempel in de vorm van een beperkte maaiveldverhoging) waar in alle scenario's een drempel aanwezig is.

Het scenario met knijpconstructies in en rond het Dwingelderveld (WB 21) heeft invloed op (zeer) gevoelige vegetaties in 6 tot 15 peilvakken van de in totaal 36 peilvakken.

Het laatste scenario (zie tabel 4.2), met WB21 maatregelen in de randen (bij knijpconstructies met 6 mm afvoer, behoudens minder afvoer in Kloosterveld, en geen knijpconstructies in het Dwingelderveld, behoudens tussen peilvakken GM 11 en 12), vergeleken met de toekomstige autonome situatie (GGOR T 100), leidt in de peilvakken 16, 17b en 27 tot de volgende verandering:

- van de zeer gevoelige vegetaties zal 6,83 ha extra inunderen (peilvakken 16, 17b en 27);
- van de gevoelige vegetaties zal 0,51 ha extra oppervlakte inunderen (peilvak 27);
- van de droge vegetaties die nooit mogen inunderen zal 10,55 ha extra inunderen. Deze komt geheel voor rekening van peilvak 27.

Behalve de inundatiefrequentie en inundatie-oppervlakte is de inundatieduur belangrijk. De inundatiehoogte en inundatieduur is van elk van de knijpconstructies in grafieken uitgewerkt (zie bijlage 8). In de peilvakken langs de randen waar knijpconstructies aanwezig zijn (peilvakken 1, 3, 8, 15 en 32) is de inundatieduur meestal meer dan de toegestane week. De autonome toekomstige situatie (GGOR T100) kent meestal een lage inundatiehoogte en korte inundatieduur. In de peilvakken waar zich veel water verzameld loopt de inundatiehoogte fors op en duurt het uiteraard ook lang voordat het water daar verdwenen is. Dit zijn meestal de locaties waar nu geen of zeer weinig waardevolle vegetaties aanwezig zijn. De toekomstige vegetatieontwikkeling zal door deze hydrologische situatie wel beïnvloed worden.

De locaties waar zich de wat grotere effecten voordoen én waar zich de gevoelige vegetaties bevinden zijn het Anserveld en de Hoornse slenk. In het Kloosterveld doen zich ook relatief grote effecten voor, maar hier worden niet of nauwelijks gevoelige vegetaties aangetroffen. Deze drie gebieden worden achtereenvolgens besproken.

Anserveld: in peilvak GM 15 zal de oppervlakte waar zich inundaties voordoen tijdens WB21 omstandigheden toenemen ten opzichte van de GGOR T100 situatie. Peilvak 14 is het aangrenzende bovenstrooms gelegen peilvak. In peilvak 14 zal de inundatie als gevolg van de WB21 situatie (6 mm + Kloosterveld, zonder interne knijpconstructies) gelijk zijn aan de autonome toekomstige situatie (GGOR T100) tijdens extreme weersituaties. Alleen in peilvak 15 zal de inundatieoppervlakte beduidend groter worden. In beide peilvakken samen inundeert circa 0,33 ha zeer gevoelige vegetaties (klasse ZG) en circa 5,8 ha droge vegetaties (klasse 'nooit'), zie tabel 4.1.

In het gebied van peilvak GM 14 bevinden zich in de zeer gevoelige vegetaties ook twee locaties met klokjesgentiaan. In dit peilvak worden lokaal ook bultvormende hoogveenplanten aangetroffen. De afvoer karakteristiek laat zien dat de inundatiehoogte in peilvak 15 redelijk groot is en dat de inundatieduur beperkt is (circa 1 week). Door de afvoer in de rand van het Anserveld versneld te starten is het effect van de inundatie tijdens extreme weersituaties op de zeer gevoelige vegetaties en specifieke planten verder te beperken. Ook de oppervlakte droge vegetaties die inundeert zal daarmee verder beperkt worden.

De drempel tussen peilvak GM 11 en GM 12 leidt tot het ombuigen van de afvoerrichting van het water uit de Centrale slenk. In plaats van richting Achterlandse veen stroomt het merendeel van het water dan richting Anserveld. In het grensgebied tussen GM 11 en 12 bevinden zich waardevolle vegetaties, waaronder hoogveenvegetaties met bultvormende planten. De optredende inundatie tijdens WB 21 omstandigheden zal gelijk zijn aan de autonome toekomstige situatie tijdens extremen. Het betreft de inundatie van circa 20 ha zeer gevoelige vegetatie en circa 1,5 ha gevoelige vegetatie. De inundatiehoogte ligt hierbij tussen de 0 en 20 cm, lokaal 25 cm op een kleine oppervlakte, en voldoet daarmee aan de meest kritische hydrologische randvoorwaarde. De inundatiehoogte van de droge vegetaties (klasse 'nooit') is kortdurend en ten hoogste circa 10 cm. Deze incidentele gebeurtenis hoeft voor de droge vegetaties geen bezwaar te zijn.

Hoornse slenk: in peilvak 27 zal de inundatieoppervlakte sterk toenemen tijdens de WB21 gebeurtenis ten opzichte van de autonome toekomstige situatie (GGOR T100). Hierdoor zal circa 4,63 ha zeer gevoelige en circa 0,51 ha gevoelige vegetatie (habitattype 3160 zure vennen) extra inunderen en circa 10 ha droge vegetatie (habitattype 4030 droge heiden) extra inunderen. De oppervlakte zeer gevoelige vegetaties bestaat uit de Associatie van Gewone dopheide,

subass. van Veenmos, en de rompgemeenschap Pijpestrootje. Zeer lokaal in de westelijke rand komt de Associatie Gewone dopheide, subass. met gevlekte orchis voor. In deze vegetaties worden, voor zover bekend, geen bultvormende hoogveenplanten aangetroffen die extra gevoelig zijn voor te hoge inundaties (op basis van waarnemingen tot 1998).

Langs het open water komen groeiplaatsen voor van de rompgemeenschap Knolrus-Veenmos. De hogere delen zijn begroeid met de Associatie van Kraaiheide, soortenarme subass. en de Associatie van Struikheide en Stekelbrem, subass. Cladonia. De inundatiehoogte van zowel de natte als de droge vegetaties zal circa 10-40 cm zijn. De inundatiehoogte zal geringer zijn dan bij de autonome toekomstige extreme weersituatie, maar wel iets langer duren dan een week. De optredende inundaties van beide aanwezige vegetatie-klassen voldoen bij een vaste afvoer van 6 mm niet aan de gestelde hydrologische randvoorwaarden.

De negatieve effecten worden beperkt door de afvoer eerder te starten. Dit is mogelijk omdat de knijpconstructie flexibel instelbaar wordt gemaakt. Er zullen echter wel effecten blijven bestaan op een gedeelte van de oppervlakte zeer gevoelige vegetaties (< 3,8 ha) en de droge vegetaties (< 16 ha). De hersteltijd van de droge habitattypen is 11-50 jaar, indien alle of vrijwel alle soorten zijn verdwenen (Stowa 2004). Omdat het gebied niet geïsoleerd ligt (zaadbronnen aanwezig), de inundatie kortdurend is (ruim een week), de inundatiehoogte over de helft van de oppervlakte < 20 cm is, en de extreme situatie incidenteel kan optreden, kan aangenomen worden dat de hersteltijd relatief kort is (circa 10 jaar). In het verleden stond tijdens de 1 x per 100 jaar situatie in 1998 van de nu berekende inundatie-oppervlakte van 16 ha circa 8 ha onder water (figuur 27 in Van Dijk 2007).

Er blijft leemte in kennis bestaan ten aanzien van de effecten en hersteltijd van droge vegetaties ten gevolge van tijdelijke, kortdurende extreme weersituaties.

Kloosterveld I en II: in peilvak GM 32 zal tijdens extreme weersituaties een grote oppervlakte inunderen. In dit gebied liggen nauwelijks gevoelige vegetaties. Deze zullen niet beïnvloed worden door de optredende inundaties. De inundaties zouden bij de autonome toekomstige situatie beperkt zijn (tot circa 20 cm) en na circa één week weer normaal zijn (zie grafiek waterstand van GM 32 in bijlage 8). Tijdens de WB21 situatie (6 mm + Kloosterveld en excl interne knijpconstructies) zal de inundatie hoog zijn (ruim 1 m) en pas na meerdere maanden weer min of meer normaal zijn. Bij een situatie van 1 x per 10 jaar zal de inundatiehoogte circa 70 cm zijn en bij een 1 x per jaar gebeurtenis circa 10 cm. De optredende dynamiek tijdens extreme weersituaties geeft een sterke beperking voor de ontwikkeling van slenk- en heidevegetaties. Het gebied zal zich eerder ontwikkelen in de richting van ruigere vegetaties van de schrale en matig voedselrijke omstandigheden en lokaal enige heideontwikkeling, vooral in de randen van de inundatiezones. De berekende inundatie beïnvloed in peilvak GM16 een kleine oppervlakte zeer gevoelige vegetaties (circa 0,2 ha) die met 0 tot maximaal 30 cm kan inunderen en een oppervlakte droge heide (circa 5 ha) die met 0 tot 20/25 cm kan inunderen. Deze invloed is aan te merken als de externe werking van de maatregelen in Kloosterveld II (en I) op de naastliggende habitattypen.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat de minste effecten worden verwacht bij scenario WB 21, 6mm, met iets geringere afvoer uit het Kloosterveld, en in het Dwingelderveld geen knijpconstructies. De effecten zijn daarbij vergeleken met de toekomstige autonome situatie tijdens extreme weersituaties, de zogenoemde GGOR T100 situatie.

Om de huidige verdroging van vegetaties op te heffen worden maatregelen getroffen die moeten leiden tot een structureel betere waterhuishoudkundige situatie van het Dwingelderveld. Dit is de streefsituatie (GGOR-rust).

Het realiseren van de streefsituatie door het nemen van maatregelen leidt in twee van de 19 beoordeelde peilvakken tot structureel grote veranderingen waarbij gevoelige vegetaties 's winters jaarlijks kunnen inunderen. Voor deze peilvakken is het belangrijk dat peilveranderingen geleidelijk in de tijd worden doorgevoerd, zodat de vegetaties zich geleidelijk kunnen verplaatsen over de aanwezige gradiënten.

Tijdens extreme weersituaties, die zich eenmaal per 100 jaar kunnen voordoen, treden de grootste effecten op in een gedeelte van het Anserveld, in de Hoorns slenk en in het Kloosterveld.

De effecten in het Anserveld en omgeving blijven binnen de hydrologische randvoorwaarden. De effecten in de Hoornse slenk blijven, ook als de afvoer eerder gestart wordt, op een gedeelte van de oppervlakte aanwezig.

In het Kloosterveld zijn de effecten groot. In Kloosterveld I en II worden nog herinrichtingsmaatregelen doorgevoerd. Er worden hier geen waardevolle vegetaties geraakt tijdens extreme weersituaties. In Kloosterveld I, waar het beïnvloedde gebied kleiner is dan in Kloosterveld II, worden wel enkele kwalificerende broedvogels aangetroffen (roodborsttapuit en paapje). Deze broedvogels gedijen echter goed bij iets ruigere, structuurrijke vegetaties die zich hier naar verwachting zullen gaan ontwikkelen. Kloosterveld I ligt binnen de begrenzing van het Natura 2000 gebied, en Kloosterveld II ligt er buiten, maar grenst er wel direct aan.

5 Samenvatting

In het Dwingelderveld worden onder andere waterhuishoudkundige maatregelen getroffen die gericht zijn op het opheffen van de interne verdroging en om tijdens extreme weersomstandigheden, die zich eenmaal per 100 jaar kunnen voordoen, extra water enige tijd langer te kunnen vasthouden. Om de mogelijke effecten van deze laatste maatregelen op de natuurwaarden te kunnen bepalen in de toetsen aan de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet (Grontmij 2009), is een deelonderzoek uitgevoerd naar de invloed van extreme weersomstandigheden.

Het deelonderzoek is uitgevoerd aan de hand van historische gegevens van peilschalen, grondwaterbuizen en kaarten en luchtfoto's van vroegere inundaties. Verder is met behulp van een neerslag-afvoermodel onderzocht waar zich bij verschillende scenario's waterstandstijgingen voordoen, hoe groot deze zijn en hoe deze zich verhouden tot gevoelige vegetaties. Tevens is aan de hand van afvoergrafieken en het waterstandverloop onderzocht hoe lang de inundatieduur zal zijn. De uitkomsten zijn vergeleken met de hydrologische randvoorwaarden van de gevoelige vegetaties.

Uit het oogpunt van natuur is als meest wenselijke scenario naar voren gekomen de inrichting met WB21 maatregelen in de randen, bij knijpconstructies met 6 mm afvoer, en enigszins minder afvoer in Kloosterveld, en geen knijpconstructies in het Dwingelderveld, behoudens een lage maaiveldverhoging tussen Davidsplassen en Leisloutplassen. De knijpconstructies in de randen zullen daarbij flexibel instelbaar worden zodat de afvoer van het tijdelijke vastgehouden water eerder kan plaatsvinden als het ontvangende water dat toestaat.

Bij dit scenario blijven de effecten beperkt tot enkele peilvakken die liggen in het Anserveld, Kloosterveld en Hoornse slenk. Deze peilvakken liggen in de rand van het Dwingelderveld. Van deze drie peilvakken zal de meeste invloed op gevoelige vegetaties tijdens extremen optreden zich voor kunnen doen in de Hoornse slenk.

De resultaten van onderhavige deelonderzoek zijn gebruikt voor de effectbeoordeling en afweging in het kader van de Natuurbeschermingswet en Flora- en faunawet.

6 Gebruikte bronnen

Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink, A.J.M. Jansen & W. van Boschginga, 1998. De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatietypen van pleistoceen Nederland. NOV-rapport 3.1. KIWA rapport.

Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink, bewerkt door M.J. Nooren, 1998. Hoogvenen. Indicatorsoorten voor verdroging en eutrofiëring van plantengemeenschappen in hoogvenen. Staatsbosbeheer & KIWA.

Delft, S.P.J., P.W.F.M. Hommel & R.W. de Waal, 2007. Selectie van relevante grondwaterkarakteristieken voor vegetatietypen ten behoeve van de SBB-catalogus. Alterra-rapport 1625. Wageningen.

Dijk, A.J. van, 2007. Nationaal Park Dwingelderveld. Broedvogels en beheer 1964 – 2006. SOVON-Vogelonderzoek Nederland en Vereniging Natuurmonumenten.

Grontmij, 2008. Evaluatie hydrologische meetnet Dwingelderveld. Meetnet Vereniging Natuurmonumenten.

LNV 2009. Gebiedendatabase Natura 2000 Dwingelderveld.

Schouwenaars, J.M., H. Esselink, L.P.M. Lamers & P.C. van der Molen, 2002. Ontwikkeling en herstel van hoogveensystemen. Bestaande kennis en benodigd onderzoek. Expertisecentrum Ministerie van LNV. Rapport EC-LNV nr. 2002/084 O.

Staatsbosbeheer, 2008. Gegevens peilbuizenmeetnet.

Staatsbosbeheer, 2009. Luchtfoto's uit verschillende jaren (niet gepubliceerd).

STOWA, 2002. Statistiek van extreme neerslag in Nederland; definitiestudie. Rapportnummer 2002-24.

Wamelink, G.W.G.W.W.W., j. Runhaar, m.m.v. H. van Dobben, J. Schaminée, P. Slim & R. de Waal, 2006. Abiotische randvoorwaarden voor natuurdoeltypen. Alterra-rapport 181.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren, 2000. Atlas van de plantengemeenschappen in Nederland. Deel 1: Wateren, moerassen en natte heiden.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren, 2002. Atlas van de plantengemeenschappen in Nederland. Deel 2: Graslanden, zomen en droge heiden.

www.grontmij.com

