

Effecten van klimaatverandering op maaiveldddaling en grondwaterstanden in Friesland

Theunis Osinga, Wiebe Terwisscha van Scheltinga (wetterskip Fryslân), Johan Medenblik (provincie Fryslân), Peter Jansen Cees Kwakernaak (Alterra Wageningen UR)

In het Friese veenweidegebied zijn de landbouwgebieden diep ontwaterd. Hierdoor oxideert het veen in hoog tempo, waardoor het maaiveld op veel plekken met 15 mm per jaar daalt. Bij een onveranderde drooglegging zal de maaiveldddaling als gevolg van klimaatverandering nog verder toenemen, waardoor het veendek eind deze eeuw op veel plaatsen verdwenen zal zijn. De versnelde maaiveldddaling en het verdwijnen van het veendek zullen gevolgen hebben voor de grondwaterstanden en de stijghoogte van het diepe grondwater in en rond het veenweidegebied. De uitgevoerde analyses vormen input voor de komende Veenweidevisie, de langetermijnvisie voor het veenweidegebied in de provincie Fryslân.

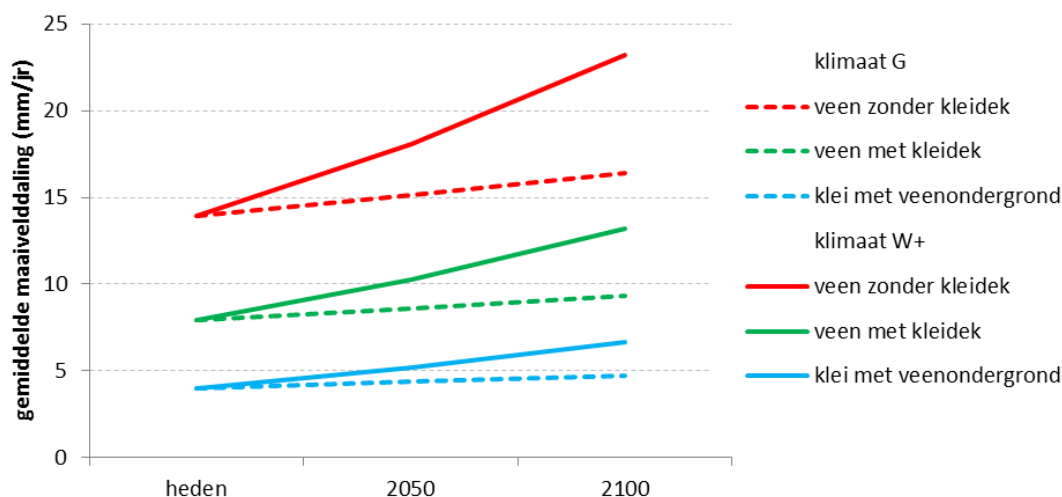
In het project 'Waarheen met het Veen' [1, 2] is berekend wat de effecten zijn van klimaatverandering op de veenoxidatie en daarmee op de maaiveldddaling in veenweidegebieden. Dat is gedaan voor twee klimaatscenario's. Het minst extreme scenario (G) gaat uit van een matige opwarming en lijkt verder grofweg op het huidige klimaat. In het meest extreme scenario (W+) stijgt de gemiddelde temperatuur met 2°C in 2050 en 4°C in 2100, en zijn de zomers veel droger door overheersende oostenwinden. Hogere zomertemperaturen veroorzaken een snellere veenoxidatie en meer verdamping. Bij het W+ scenario zal de zomergrondwaterstand lager zijn dan nu, als gevolg van meer verdamping (+15%), minder neerslag (-19%) en onvoldoende toevoer van water vanuit de sloten tot midden onder de percelen. Deze processen leiden tot een versnelde maaiveldddaling, die kan oplopen tot een toename met 70% in 2100 t.o.v. nu.

Effect klimaatverandering op bodemdaling

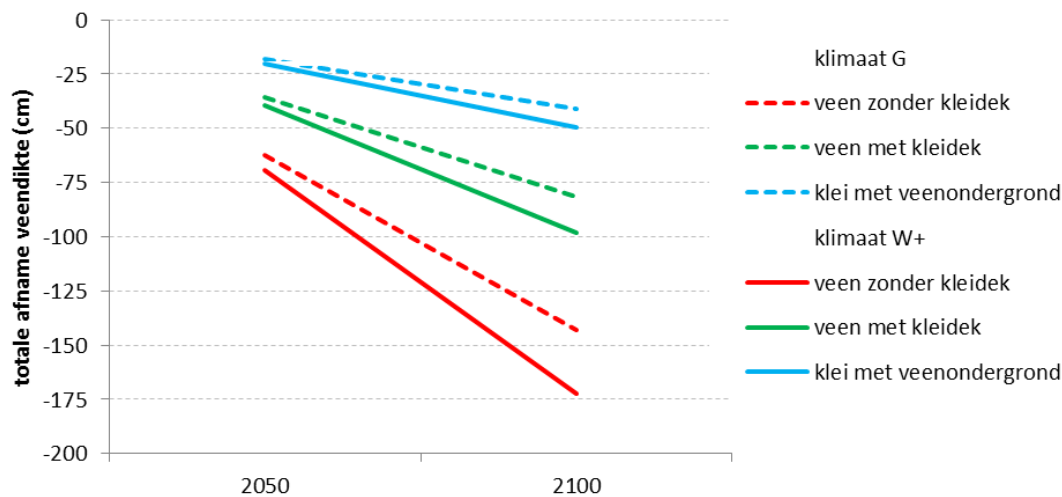
De effecten van klimaatverandering op de maaiveldddaling in veengronden zijn in het hierboven genoemde onderzoek berekend voor het westelijk veenweidegebied. Die analyses zijn uitgevoerd met een dynamisch grondwatermodel dat rekening houdt met de maaiveldddaling en aanpassingen van het slootpeil. De gevolgen van klimaatverandering voor het Friese veenweidegebied wijken naar verwachting af van die in de westelijke veenweiden vanwege de diepere ontwatering, een andere veensoort (veenmosveen) en de dunnere veenlaag op de minerale ondergrond. Zo is het aannemelijk dat dieper in het veenprofiel de diffusie van zuurstof een limiterende factor is voor de veenoxidatie. Deze verschillen zijn verwerkt in het onderzoek voor het Friese veenweidegebied. In afbeelding 1 staat het verloop van de gemiddelde maaiveldddaling (d.w.z.: uitgaande van een gemiddeld weerjaar) tot 2100 in het Friese veenweidegebied, zoals die berekend is voor volgens de klimaatscenario's G en W+. Er zijn 3 typen veenbodems onderscheiden. Bij 'veen met kleidek' is de kleilaag 15 - 40 cm dik en bij 'klei met veenondergrond' is de kleilaag 40 - 80 cm. De afgebeelde maaiveldddaling is die van de landbouwkundig gebruikte veenweiden, waarbij verondersteld is dat de huidige ontwateringsdiepte gelijk blijft. De gemiddelde maaiveldddaling in veengebieden zonder kleidek zal bij W+ toenemen met circa 1 cm per jaar tot 2100. In veengebieden met kleidek neemt de

gemiddelde maaiveldddaling bij een W+ scenario toe met circa een halve centimeter per jaar. Bij een G-scenario neemt de gemiddelde maaiveldddaling ook toe, maar dan in veel mindere mate.

In afbeelding 2 staat de afname van de totale veendikte tot het jaar 2050 en 2100, uitgaande van een gemiddelde maaiveldddaling en bij een voldoende dik veenpakket. Gezien de relatief geringe veendikte in Friesland [3] zal het veen op veel plaatsen ruim voor 2100 al zijn verdwenen. Het oxideren van de laatste veenresten verloopt weliswaar langzamer, via een venige naar moerige en vervolgens minerale bodem, maar bij een veendikte van minder dan 40 cm wordt al niet meer van een veenbodem gesproken.



Afbeelding 1 Verloop van de maaiveldddaling bij gemiddeld weerjaar in het Friese veenweidegebied bij de klimaatscenario's G en W+



Afbeelding 2 Totale afname van de veendikte in Friese veenweidegebied bij klimaatscenario's G en W+

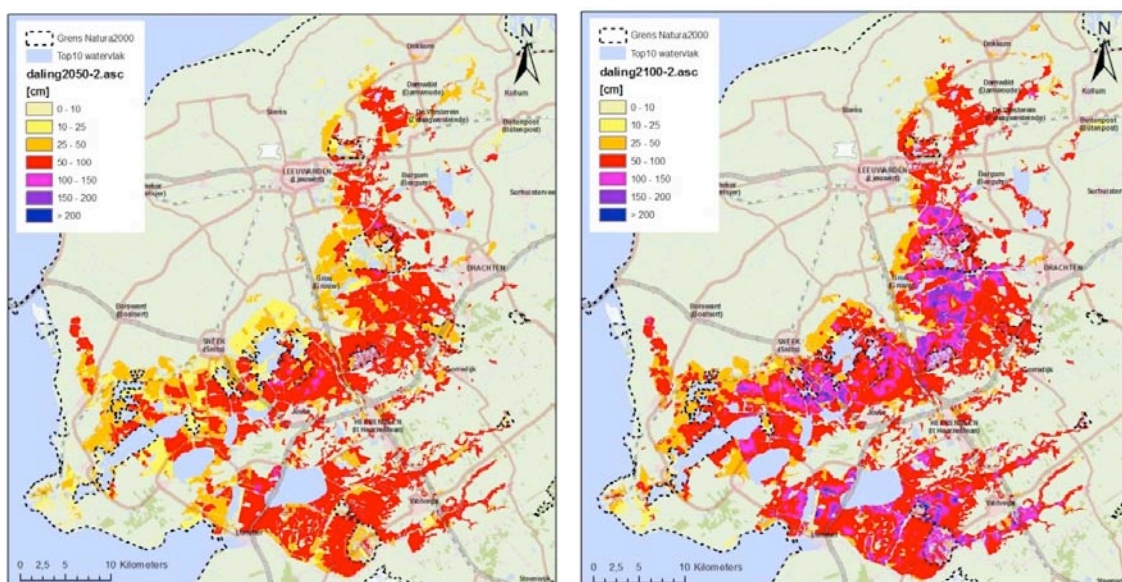
In tabel 1 staan de oppervlakten aan resterende veengronden in 2050 en 2100, bij het gematigde klimaatscenario G en het extreme scenario W+. Van de veengronden zonder kleidek zal eind deze eeuw nog maar 10% over zijn, wanneer wordt uitgaan van klimaatscenario W+ en continuering van de huidige drooglegging. Afbeelding 3 geeft een ruimtelijk beeld van de maaiveldddaling in 2050 en 2100 bij klimaatscenario W+. Momenteel zijn er al plekken, met

name in het zuidoosten van Friesland, waar het veen verdwenen is. In 2050 en 2100 zal dat areaal sterk toenemen, met name in de gebieden waar geen kleidek voorkomt.

Tabel 1. Oppervlakte (ha) veengronden, veengronden met een kleidek en klei met een veenondergrond met klimaat G en W+ in 2050 en 2100

De getallen zijn globaal en hebben geen betrekking op de veenmoerassen.

klimaatsscenario	G			W+		
	jaar	recent	2050	2050	2100	
<i>bodemtype:</i>						
veen		34000	25000	6000	21000	4000
veen met kleidek		20000	19500	12000	19000	10000
klei op veenondergrond		12000	12000	8000	12000	7000



Afbeelding 3 Totale maaivelddaling t.o.v. 2010 in 2050 (links) en 2100 (rechts) bij klimaatsscenario W+

Gevolgen voor de grondwaterstanden

Om de huidige drooglegging te handhaven zullen bij steeds sneller verlopende maaivelddaling ook de polderpeilen in gelijke mate moeten worden verlaagd (zogenaamde peilaanpassingen). Welke consequenties zullen deze toekomstige peilaanpassingen hebben voor het grondwatersysteem? Met behulp van het grondwatermodel MIPWA heeft Wetterskip Fryslân begin 2013 de effecten van de maaivelddaling en de peilaanpassingen op het grondwater middels een stationaire berekening doorgerekend. Hierbij dient men zich te realiseren dat deze berekeningen een schematisatie van de werkelijkheid zijn en dat de resultaten een globaal beeld geven van de effecten op het grondwatersysteem.

Werkwijze modellering

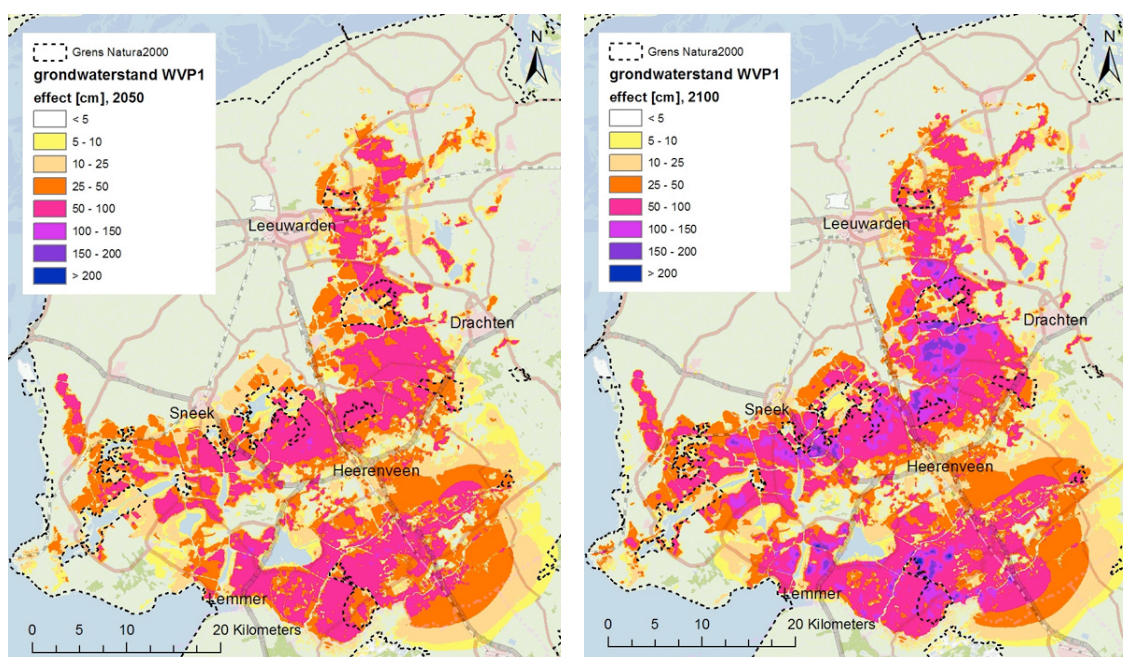
Met behulp van MIPWA 2.0 (grondwatermodel Noord-Nederland) is een drietal stationaire berekeningen uitgevoerd. De eerste berekening betreft de huidige situatie, de tweede

berekening de situatie in 2050 en de laatste die in 2100. NAP-gerelateerde modelparameters als maaiveld, slootpeilen, slootbodemoogte, insnijding watergangen, diepte buisdrainage, hoogteligging greppels, zijn aangepast op basis van de door Alterra berekende maaiveldddaling voor 2050 en 2100 bij klimaatsscenario W+. Er is ook rekening gehouden met toenemende kwel door een vermindering van de weerstand van de (dunner wordende) veendeklaag. Gerekend is met een weerstandsafname van 1,5 maal de dikte (in cm), dus bij een afname van 100 cm neemt de deklaagweerstand af met 150 dagen.

Een belangrijk uitgangspunt voor de berekeningen is dat het huidige niveau van de boezem ongewijzigd blijft op -0,52 m NAP. De door Alterra berekende maaiveldddaling in deze boezemlanden is dan ook gelimiteerd tot een niveau van -0,32 m NAP (20 cm boven boezempeil). Het betreft hier vooral gebiedjes rondom de Friese Meren en beekdalen als het Koningsdiep, de Tjonger en de Linde.

Resultaten en effecten

De maaiveldddaling in het veengebied, en de daaraan gekoppelde peilaanpassingen, zullen tot gevolg hebben dat de freatische grondwaterstand ongeveer in gelijke mate zal dalen t.o.v. NAP. Het grondwaterpeil zal niet alleen in het veengebied zelf dalen, maar ook in een belangrijk deel van het zandgebied van Friesland (Friese Wouden). Dit zandgebied in het zuidoostelijk deel van de provincie Friesland maakt deel uit van het Drents Plateau. De berekeningsresultaten voor 2050 en 2100 laten zien dat in een deel van de Friese Wouden de grondwaterstand ca. 1 meter kan gaan dalen (zie afbeelding 4). Op sommige locaties in het veengebied daalt de grondwaterstand zelfs met ca. 2 meter t.o.v. NAP.

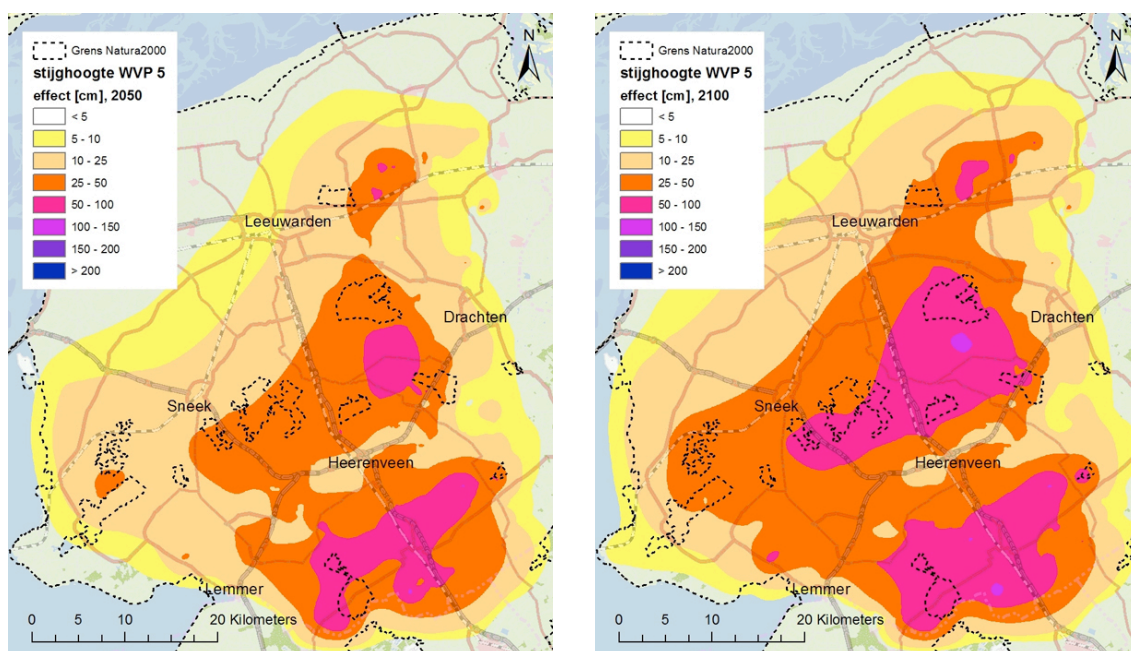


Afbeelding 4: Daling van de freatische grondwaterstand bij klimaatsscenario W+ in 2050 (links) en in 2100 rechts)

Opvallend is dat de effecten op de grondwaterstand en kwel in 2050 niet veel verschillen van de effecten in 2100. Dit komt doordat volgens berekeningen van Alterra in een groot deel van

het veengebied de grootste maaiveldvaling vooral in de komende decennia zal plaatsvinden. De komende 35 jaar zullen dus sterk bepalend zijn voor de toekomst van het grondwatersysteem van Friesland. Ter illustratie: het gebied waar het effect op de grondwaterstand meer dan 5 cm is beslaat in 2050 een areaal van 133.500 ha, en daar komt tussen 2050 en 2100 nog geen 10.000 ha bij (totaal 143.400 ha).

Ook de stijghoogten in de diepere watervoerende pakketten zullen aanzienlijk afnemen. Deze verlaging zal niet alleen plaatsvinden in het veengebied zelf, maar heeft ook een uitstraling in de richting van de Friese Wouden en het kleigebied van Fryslân (zie afbeelding 5). De effecten op de stijghoogte van het diepe grondwater spelen dus op provinciale schaal.



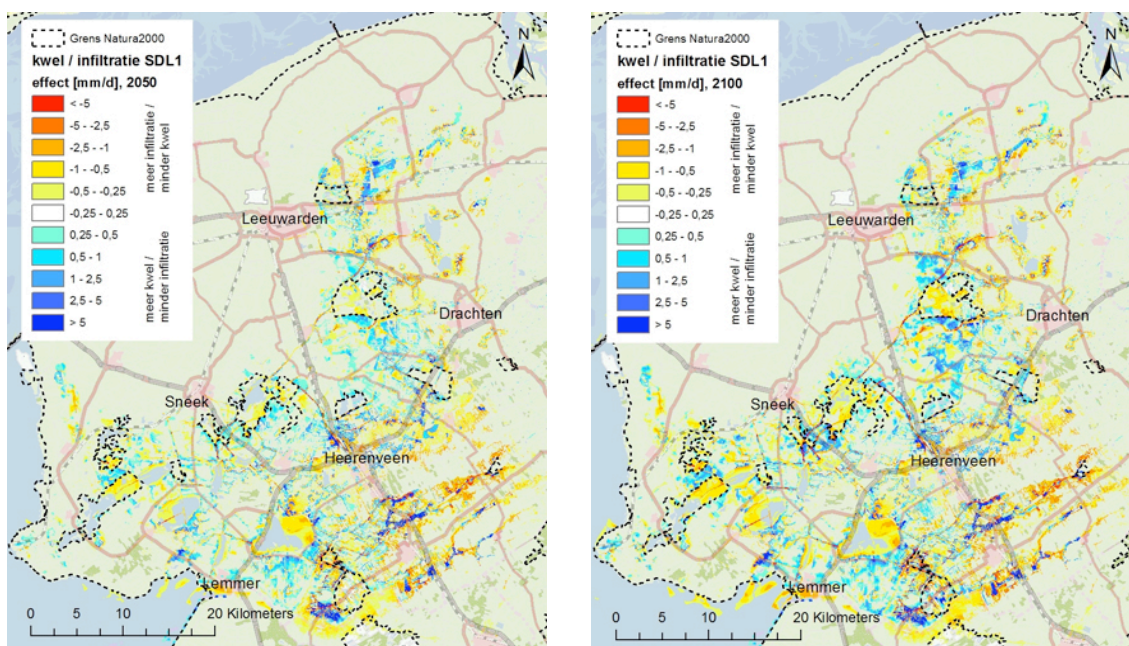
Afbeelding 5: Daling van de stijghoogte van het diepe grondwater bij klimaatscenario W+ in 2050 (links) en in 2100 (rechts)

De daling van het maaiveld zal ook gevolgen hebben voor de kwel- en infiltratieflex (afbeelding 6). De hoeveelheid kwel in de diep gelegen polders in het veengebied zal toenemen. Deze polders komen namelijk dermate laag te liggen dat er meer grondwater naartoe zal stromen: de infiltratie vanuit de Friese boezem en vanuit de Friese Wouden zal toenemen. Om het boezemsysteem op peil te houden gedurende perioden van neerslagtekort, zal de vraag naar (zoet) water toenemen.

De infiltratie vanuit de Friese Wouden neemt vermoedelijk minder toe dan afbeelding 6 laat zien, omdat waarschijnlijk gerekend is met een (te) lage keileemweerstand en een (te) hoge doorlatendheid van de diepe watervoerende pakketten. Dit is een algemeen erkend verbeteringspunt van MIPWA v2.0. In de meest recente versie van MIPWA is de keileemweerstand inmiddels verhoogd.

Gelet op bovenstaande is wellicht ook de verlaging van de diepe stijghoogtes iets overschat. Mogelijk zullen de werkelijk optredende fluxen geringer zijn en daarmee ook de verlagingen van de grondwaterstanden en diepere stijghoogten in de hogere delen grenzend aan het veenweidegebied. Dit neemt niet weg dat de stationaire berekeningen met het

grondwatermodel een goede indicatie geven van de effecten van de maaiveldvaling op het grondwatersysteem.



Afbeelding 6: Verandering kwel / infiltratie door veenoxidatie bij klimaatscenario W+ in 2050 (links) en in 2100 (rechts)

Regionale uitwerking

Voor drie deelgebieden in de provincie Fryslân worden de effecten op het grondwatersysteem kort toegelicht.

1. Friese veenweidegebied

De effecten in het Friese veenweidegebied verschillen per functie (natuur, landbouw, bebouwd gebied):

Natuurgebieden

De daling van de grondwaterstand in de landbouwgebieden van het Friese veenweidegebied zal toenemende verdroging van de natuurgebieden in het veengebied tot gevolg hebben. Het peilverschil tussen de landbouwpolders en de naastliggende natuurgebieden zal groter worden, waardoor meer infiltratie (of minder kwel) in de natuurgebieden zal plaatsvinden. Tevens zal de grondwaterstand in de natuurgebieden dalen. De behoefte aan water ter compensatie van de toegenomen wegzijging zal in perioden van neerslagtekort sterk toenemen.

Landbouwpolders

In de diep gelegen landbouwpolders zal de kwelflux toenemen, met als gevolg dat de gemalen meer kwelwater moeten uitmalen (afbeeldingen 5 en 6). Naar verwachting zal daarom de capaciteit van de gemalen moeten worden vergroot. Bovendien zal de energievraag van de gemalen vanwege een groter aantal draaiuren toenemen.

Door de toename van de kwelflux in de diepe polders zal de huidige droogteschade voor de landbouw hier verminderen. Daar staat tegenover dat de natschade in de landbouw zal

toenemen. Om deze natschade tegen te gaan zal extra moeten worden geïnvesteerd in middelen voor detailontwatering (drainage, begreppeling) – wat het bodemdalingsproces dan wel weer zal versnellen.

De toename van de kwelflux kan tot grotere instabiliteit van de waterlopen in de diep gelegen polders leiden, met name indien de deklaag wordt doorsneden. Er kunnen 'wellen' (loopzand) en verzakkingen ontstaan. Het onderhoud aan de natte infrastructuur zal hierdoor naar verwachting intensiveren. Daarnaast neemt het risico op instabiliteit van de veenkades toe, bijvoorbeeld door 'piping'.

Bebouwing

De kans op funderingsschade bij kwetsbare bebouwing in het veenweidegebied zal toenemen door een daling van de grondwaterstand.

2. Friese kleigebied

Nog onvoldoende duidelijk is of de verlaging van de stijghoogte van de diepere watervoerende pakketten onder het kleigebied van Fryslân zal leiden tot een toename van de zoutintrusie. Mogelijk kan lagere stijghoogte (minder tegendruk) tot gevolg hebben dat de zout/zoet grens ondieper komt te liggen. De grens zal wel beneden de wortelzone blijven, zodat dit geen problemen oplevert voor de landbouw. Wel moet nader onderzoek duidelijk maken of eventueel toenemende zoutintrusie consequenties kan hebben voor drinkwaterwinningen, zoals bij Garyp, Noard-Burgum en Oudega.

3. Zandgebied Friese Wouden

Natuurgebieden

Lagere grondwaterstanden en toenemende infiltratie in het zandgebied zal ook in de Friese Wouden de verdroging van natuurgebieden versterken. De (regionale) kwel in beekdalen zal afnemen.

Landbouwgebieden

De grondwaterstands daling in het veenweidegebied zal meer droogteschade voor de landbouw in de Friese Wouden veroorzaken.

Conclusies en aanbevelingen

Door de vaak diepe drooglegging en de geringe dikte van de veenlaag zal het veen, als drager van het veenweidelandschap, bij continuering van het huidige (water)beleid in grote delen van Friesland aan het eind van deze eeuw verdwenen zijn. Het belangrijkste proces daarbij is de oxidatie van het veen. De snelheid waarmee dit proces zich voltrekt hangt af van de bodemgesteldheid en van de mate van klimaatverandering. Bij een veenbodem zonder kleidek en bij het warme en zomerdroge klimaatscenario W+ zal het proces van veenoxidatie het snelst verlopen.

Het verdwijnen van het veen betekent een daling van het maaiveld. Deze maaiveld daling zal doorwerken in het grondwatersysteem van het Friese veenweidegebied en van een groot gebied daaromheen. Bij een extreem klimaatscenario kan de daling van de grondwaterstand in deze eeuw op bepaalde plaatsen in het veenweidegebied oplopen tot 2 meter. Dit zal onder andere ook merkbaar zijn in het aangrenzende zandgebied van de Friese Wouden, waar het grondwater als gevolg van maaiveld daling in de veenpolders tot wel een meter kan dalen.

Deze analyse van de gevolgen van maaiveld daling voor de grondwaterstanden is uitgevoerd met een stationaire berekening met het grondwatermodel MIPWA. Daarmee is een eerste beeld ontstaan van de effecten. Een nadere analyse met een tijdsafhankelijk grondwatermodel zal binnenkort hierover in meer detail inzicht geven.

Bij ongewijzigd beleid zullen grote delen van Friesland binnen afzienbare tijd grondig van karakter veranderen. Het verdwijnen van de dunne veenbodem zal niet alleen een andere ondergrond opleveren voor de landbouw en andere functies, maar zal zeker ook gevolgen hebben voor de (grond)waterhuishouding. In huidige kwelgebieden zal de toestroom van grondwater aanzienlijk toenemen. Daar staat tegenover dat het waterverlies in gebieden die een hoog waterpeil nodig hebben (natuur, bebouwing) extra groot zal worden. Voor een duurzame toekomst van het Friese veenweidegebied en het oostelijker gelegen zandgebied is het noodzakelijk om keuzes te maken. Dat zal gebeuren in de Veenweidevisie die momenteel wordt voorbereid.

Literatuur

- (1) Jansen, P.C., E.P. Querner, C. Kwakernaak (2007). Effecten van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden. Een scenariostudie in het gebied rond Zegveld. Wageningen, Alterra rapport 1516.
- (2) Woestenburg, M., C. Kwakernaak (2009): Waarheen met het veen. Kennis voor keuzes in het westelijk veenweidegebied. Wageningen, Uitgeverij Landwerk.
- (3) F. de Vries, D.J. Brus en B. Kempen (2014). Actualisatie bodemkaart van de veengebieden in Noord-Nederland (in druk). Wageningen, Alterra Wageningen UR.
- (4) Grijpstra, J. (2012). Projectplan Veenweidevisie. Nieuwe toekomstperspectieven. Provincie Fryslân.