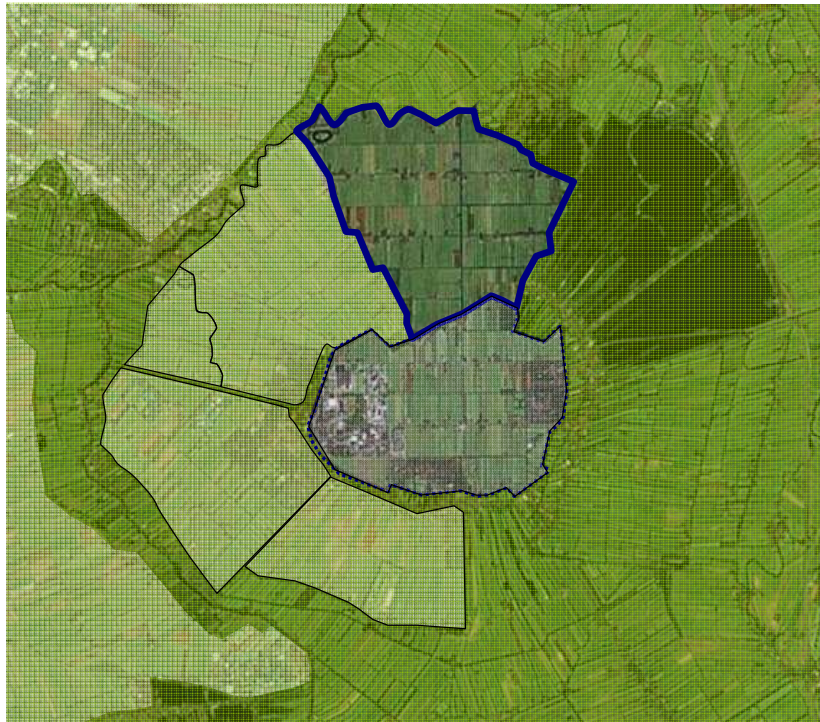


Maaiveldddaling en drooglegging in Groot Mijdrecht nu en in de toekomst



Auteur: Wageningen UR - Alterra

**Achtergrondrapport van de Verkenning water Groot Mijdrecht Noord
Juli 2008**

Voorwoord

Het voorliggende rapport maakt deel uit van een serie (water)technische onderzoeksrapporten bij het rapport “Verkenning water Groot Mijdrecht Noord tweede fase”. Deze rapporten zijn gemaakt voor het project Verkenning Groot Mijdrecht Noord dat is getrokken door de provincie Utrecht en is uitgevoerd samen met het Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht en de gemeente De Ronde Venen.

De achtergrondrapporten zijn door onderzoeksbureaus opgesteld in opdracht van waterschap en provincie. Alle beschikbare technische achtergrondrapporten die gemaakt zijn voor de het project Groot-Mijdrecht Noord zijn:

Titel rapport:	Auteur:
<i>Voorverkenning Wateropgave De Ronde Venen</i>	<i>Provincie Utrecht en AGV</i>
Grondwateronderzoek Voorverkenning Wateropgave De Ronde Venen Maaiveld daling in de veenpolders van De Ronde Venen	WL Delft hydraulics TNO Bouw en ondergrond
<i>Verkenning Water Groot-Mijdrecht Noord</i>	<i>Provincie Utrecht en AGV</i>
Grondwateronderzoek Verkenning Water Groot Mijdrecht Noord Bouwstenen voor strategieën voor polder Groot Mijdrecht Noord Effect kwelscherm Groot Mijdrecht op bodemdaling Functiecombinatie natuur en water Groot Mijdrecht Noord	WL Delft hydraulics Grontmij TNO Bouw en ondergrond Witteveen en Bos, B-ware, Universiteit Utrecht, Instituut voor milieuvraagstukken GeoDelft TNO Bouw en ondergrond
Invloed peilverhoging op waterkeringen rondom Groot Mijdrecht Stabiliteit water- en landbodems in Groot Mijdrecht	
<i>Aanvullingen Verkenning Water Groot-Mijdrecht Noord</i>	
Beschrijving grondwatermodel Groot Mijdrecht Kwaliteitscontrole grondwatermodel Water- en stoffenbalansen van de droogmakerijen in De Ronde Venen Waterkwaliteitsgegevens in de De Ronde Venen	WL Delft hydraulics TNO Bouw en ondergrond Provincie Utrecht en AGV Provincie Utrecht en AGV
<i>Verkenning Water Groot-Mijdrecht Noord tweede fase</i>	
Beschrijving aangepast grondwatermodel Groot-Mijdrecht	Royal Haskoning, WL Delft hydraulics, Acacia Water
Grondwateronderzoek Verkenning Water Groot Mijdrecht Noord tweede fase	Royal Haskoning, WL Delft hydraulics, Acacia Water
Aanvullend veldonderzoek Groot Mijdrecht Noord Maaiveld daling en drooglegging in Groot Mijdrecht nu en in de toekomst Effecten van Groot-Mijdrecht water op de ecosystemen in de omgeving	Acacia Water Alterra DHV

Colofon

Titel	Maaiveld daling en drooglegging in Groot Mijdrecht nu en in de toekomst
Auteur:	J.J.H. van den Akker, T. Hoogland, A.H. Heidema, Wageningen UR - Alterra
Datum:	Juli 2008
Rapportnummer:	Alterra-Rapport 1734

Alterra-Rapport 1734.doc

Alterra, Wageningen, 2008

© 2008 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Inhoud

1	Inleiding	7
2	Gegevens en Werkwijze	8
2.1	Gegevens	8
2.1.1	Hoogtemetingen	8
2.1.2	Grondwaterstand en Polderpeilen	10
2.1.3	Bodemkaarten	10
2.1.4	DINO-profielen	13
2.1.5	Zoutgehalte van het grondwater	14
2.2	Model voor maaiveldddaling	14
2.2.1	Uitgangspunten	14
2.2.2	Beschouwde modellen	14
2.2.3	Betrouwbaarheid van modelresultaten	21
2.3	Validatie	22
2.4	Interpretatie van het toegepaste model	23
3	Resultaten modelvoorspellingen	25
3.1	Modelvoorspellingen	25
3.2	Maaiveldddaling en drooglegging 2005	25
3.3	Toekomstige maaiveldddaling en drooglegging	27
3.3.1	Maaiveldddaling en drooglegging strategie Niets Doen	27
3.3.2	Maaiveldddaling en drooglegging strategie De Venen	30
3.4	Consequenties voor de landbouw	31
4	Conclusies	37
5	Literatuur	39
	Bijlage 1	40
	Historische maaiveldhoogten langs de Proosdijer dwarstocht	40

1 Inleiding

De provincie Utrecht is, samen met het Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht, in het gebied van de polder Groot Mijdrecht al enige jaren bezig een verkenning uit te voeren naar de toekomst van deze droogmakerij. Dit naar aanleiding van geconstateerde waterproblemen. Er zijn in dit kader een aantal oplosrichtingen verkend, strategieën genaamd.

De commissie Remkes (Remkes et al., 2007) heeft de gedane onderzoeken beoordeeld en concludeert dat de geconstateerde problemen inderdaad van dusdanige aard zijn dat dit moet leiden tot een bezinning op de toekomst van de polder. Tevens constateert de commissie een aantal lacunes in het onderzoek.

De commissie Remkes beveelt o.a. aan om een kaart te vervaardigen, waarop zichtbaar is hoe lang bij handhaving van de huidige waterpeilen landbouw nog mogelijk is. Daarbij moet rekening worden gehouden met de verschillende grondsoorten in de polder.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat daartoe een voorspelling moet worden gedaan van de bodemdaling in de strategie “Niets Doen”. Daarnaast wordt gevraagd een voorspelling te doen voor een variant van de strategie “De Venen”, namelijk peilverhoging in het oostelijk deel van de polder. Dit om te laten zien hoe ver de bodemdaling in de loop der tijd voortschrijdt.

2 Gegevens en Werkwijze

2.1 Gegevens

Vanuit Waternet en de provincie Utrecht zijn verschillende soorten gegevens beschikbaar gesteld die mogelijk gerelateerd zijn aan de maaiveldddaling in Groot Mijdrecht.

2.1.1 Hoogtemetingen

De eerste metingen van maaiveldhoogte zijn afkomstig uit het Tophoogte bestand en zijn in Groot Mijdrecht tussen 1954-1968 opgenomen. Deze hoogtecijfers zijn afgerond naar tientallen centimeters vanwege de veronderstelde nauwkeurigheid van de meting. Verder is de plaatsing van het punt waarop gemeten is slechts globaal in de kaart ingetekend. De coördinaten van deze punten zijn achteraf vanaf een kaart gemeten. Wel kan er van uit worden gegaan dat op een representatief punt is gemeten en bijvoorbeeld greppels en randen langs sloten zijn vermeden.

In 1997/1998 is het eerste AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland) opgenomen vanuit een vliegtuig. In 2004 is opnieuw een opname gevlogen vanwege ontevredenheid over de kwaliteit van het eerste AHN. Waternet heeft in de winter van 2005 in raaien in noord-zuidrichting waterpasmetingen laten doen om de AHN gevlogen in 2004 te corrigeren voor grashoogte en eventueel andere onnauwkeurigheden. Er is gekozen voor een uniforme correctie van deze AHN met -4 cm. In deze gecorrigeerde versie van de AHN ligt het maaiveld dus 4 cm lager dan in de originele AHN gevlogen in 2004.

Door Waternet is deze gecorrigeerde AHN gebruikt om ter plekke van de waterpasmetingen uit de periode 1954-1968 de hoogten in 2005 te bepalen. Dit heeft geresulteerd in een “bolletjeskaart” waarin per meetpunt van de waterpasmetingen uit de periode 1954-1968 de maaiveldddaling per jaar is aangegeven (zie Figuur 1). De maaiveldddaling per jaar is daarbij berekend door het hoogteverschil van de waterpasmeting en de hoogte bepaald met de gecorrigeerde AHN te delen door het aantal jaren tussen de waterpasmeting en 2005.

Door Waternet zijn verschillende versies van het AHN aan Alterra geleverd voor dit onderzoek. Echter, geen van de aangeleverde versies bleek de gecorrigeerde AHN te zijn die voor de bolletjeskaart is gebruikt. Er was ook geen versie bij van de AHN gevlogen in 2004. Er is dus geen gebiedsdekkende AHN beschikbaar. Alleen ter plaatste van de bolletjes zijn de meetgegevens beschikbaar. Daarom kan er geen vlakdekkende kaart gemaakt worden van de voorspelling en kunnen alleen “bolletjeskaarten” worden gemaakt.

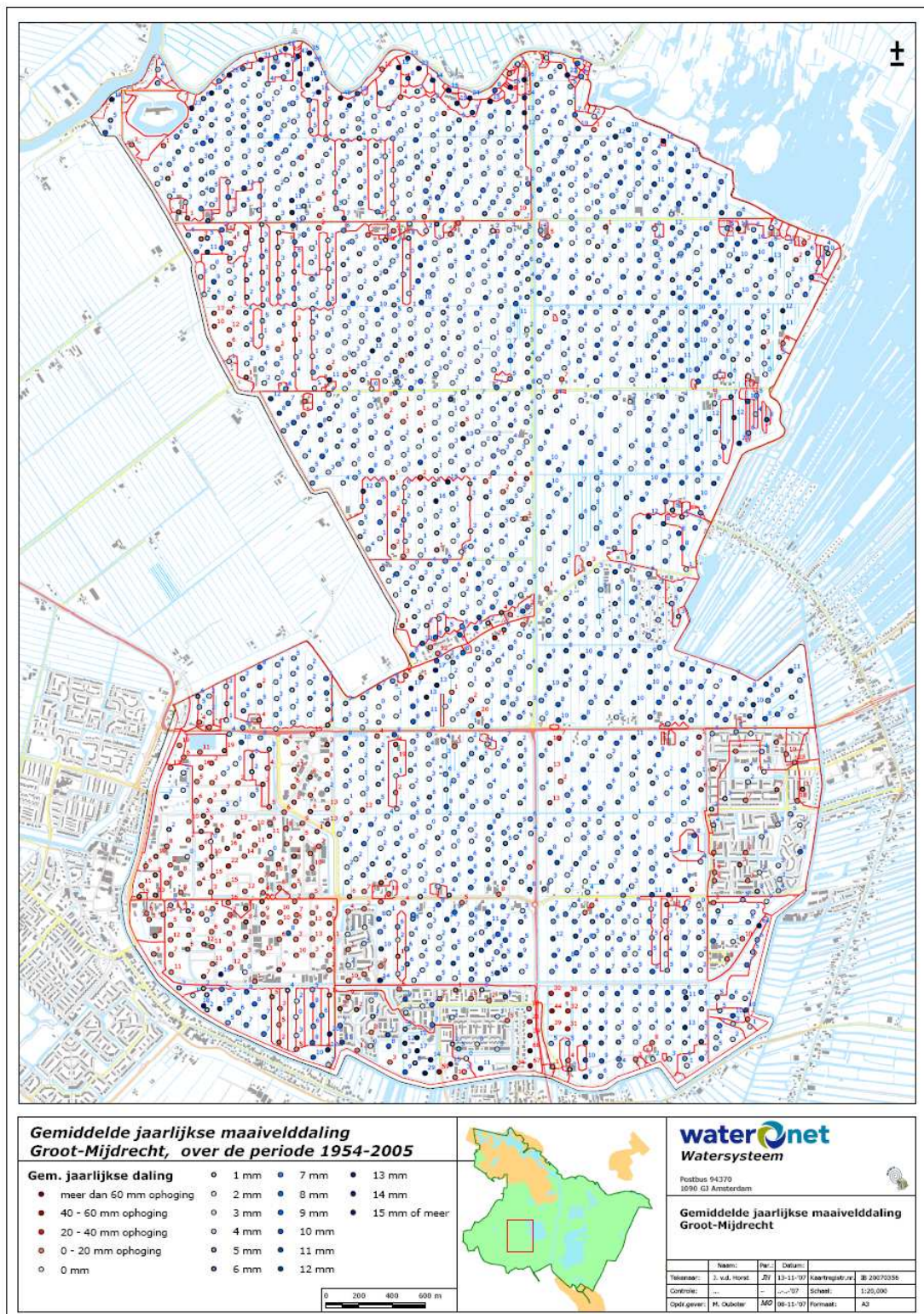


Fig. 1. Gemiddelde jaarlijkse maaiveldddaling Groot-Mijdrecht over de periode 1954/1968 – 2005. In de periode 1954 – 1968 zijn waterpassingen verricht op ongeveer de plekken van de bolletjes op de kaart. In 2005 zijn van dezelfde plekken met behulp van een gecorrigeerde AHN uit 2004 de hoogten bepaald. Uit de hoogteverschillen tussen beide perioden en het aantal tussenliggende jaren zijn de maaiveldddalingen per jaar bepaald.

2.1.2 Grondwaterstand en Polderpeilen

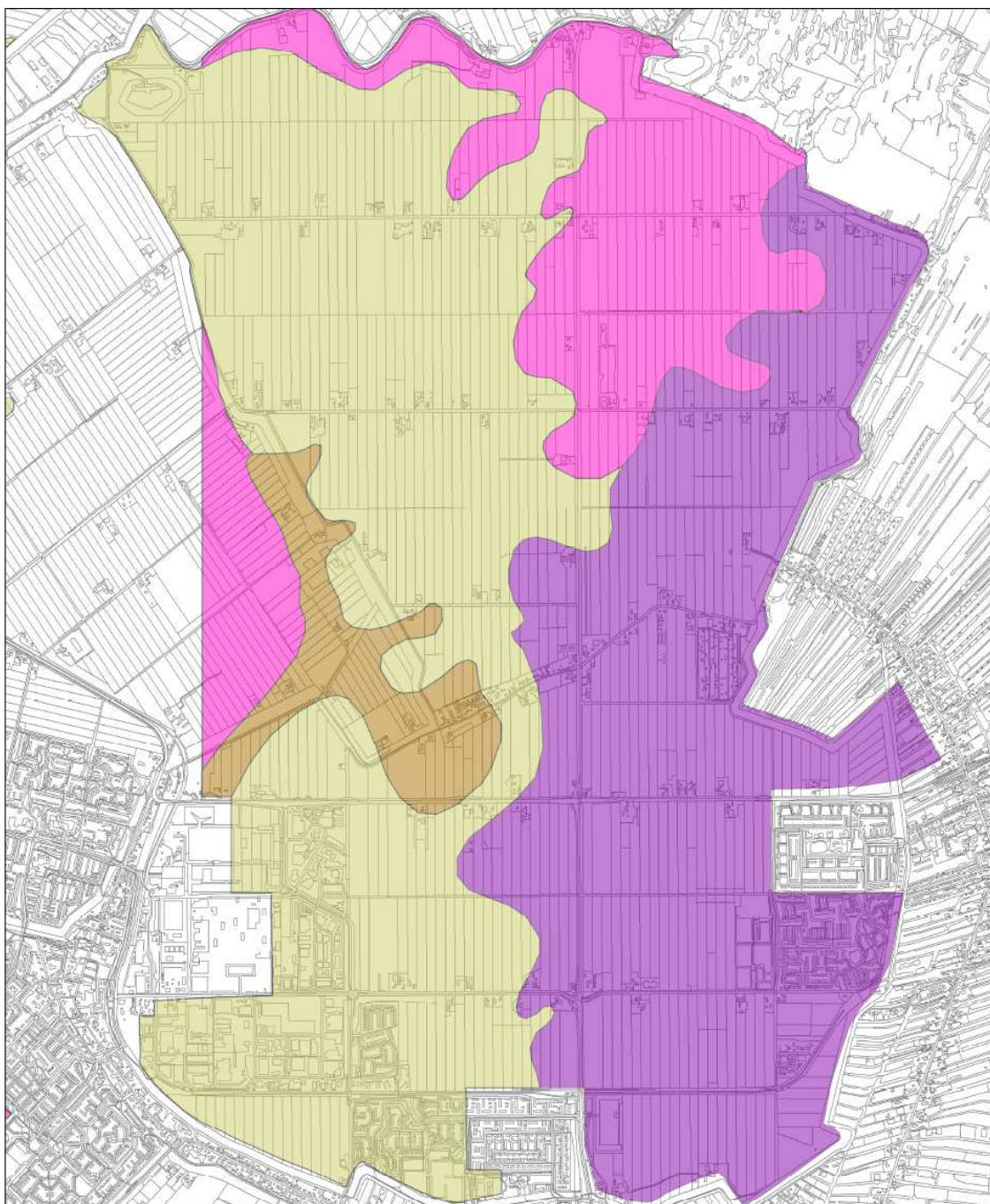
De maaiveldddaling in de veengebieden wordt voor een belangrijk deel bepaald door de grondwaterstand en de veranderingen die hierin over verschillende decennia hebben plaatsgevonden. Meestal zijn gegevens over veranderingen in de grondwaterwaterstand niet direct beschikbaar maar wordt daarvan een inschatting gemaakt op basis van gegevens over de veranderingen in het peilbeheer.

Voor de Polder Groot Mijdrecht zijn voor de jaren 1951, 1965 en 1990 kaarten met de vastgestelde zomer en winterpeilen beschikbaar gesteld. Daarnaast is in 2004 en 2005 het actuele peil en de begrenzing van peilvakken opgenomen en als digitaal bestand aangeleverd. Onduidelijk is vanaf wanneer de opgenomen actuele situatie van kracht is. Als invoer voor het model dat de maaiveldddaling beschrijft zijn de peilen gebruikt uit de peilbesluiten vanaf respectievelijk 1954, 1966 en 1991 en vanaf 1995 is het actuele peil gebruikt. Voor het maken van prognoses voor de jaren 2009-2050 zijn voor de strategie “Niets Doen” uit de Verkenning Water de actuele peilen gehandhaafd voor de hele periode. Voor de strategie “De Venen” uit de Verkenning Water wordt in het oostelijk deel van de polder Groot-Mijdrecht een zomerpeil van -6.40 m. N.A.P gehanteerd en wordt in het overige deel van de polder het actuele peil aangehouden.

2.1.3 Bodemkaarten

Een ander belangrijke verklaring voor maaiveldddaling wordt gegeven door de bodemkundige opbouw. Gebieden met dikke veenpakketten dalen over het algemeen sneller vooral als ook boven het grondwaterpeil dikke veenpakketten voorkomen.

Informatie over de bodemopbouw is beschikbaar uit de 1:50.000 bodemkaart van Stiboka uit 1964-1968 (zie Figuur 2) en uit de bodemkaart 1:25.000 van Stouthamer et al., 2008 (zie Figuur 3). De bodemtypes in beide kaarten zijn volgens een vergelijkbare indeling (legenda) geclassificeerd. Bij een bodemkartering wordt tot 120 cm diep geboord. Bij gronden met veen in het profiel wordt bij veengronden over de volle diepte van 120 cm veen aangetroffen. Bij veengronden met een minerale ondergrond wordt binnen de 120 cm een minerale ondergrond aangetroffen. Indien de laag veen dunner is dan 40 cm voldoet de grond niet aan de definitie van veengrond en gaat deze over in een moerige grond. Is de venige laag dunner dan 5 cm, dan betreft het een minerale grond. Veel veengronden en moerige gronden hebben een minerale of mineraalrijke toplaag. Indien deze dikker is dan 15 cm wordt dit in de veenklassering aangegeven. Indien de minerale of mineraalrijke toplaag dikker is dan 40 cm, dan wordt de bodem aangeduid als een minerale deklaag op veen.



Bodemkaart 1964/67

Bodemtype



pMn85A



Wo



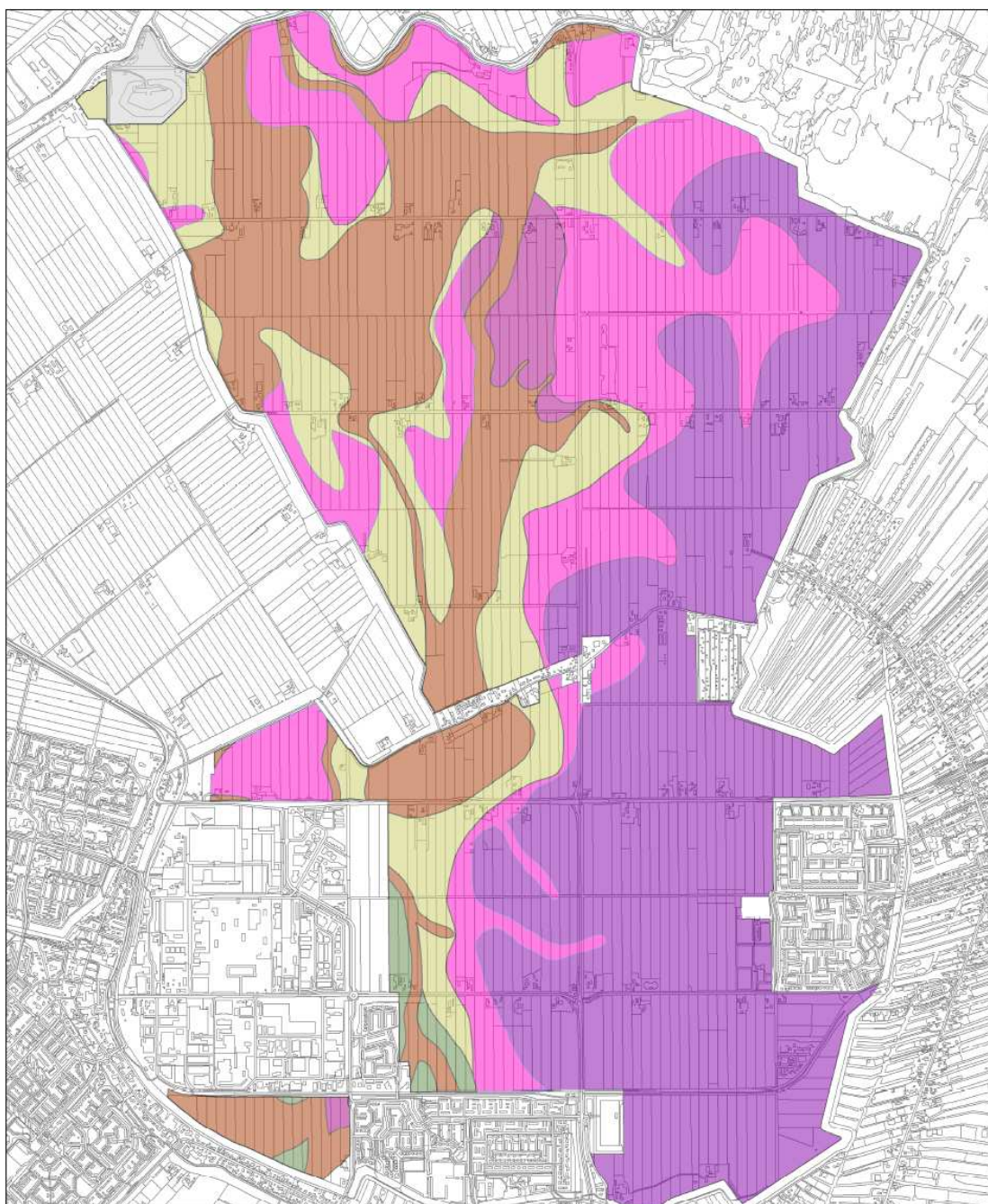
Vk



Vr



Fig.2. Bodemkaart Groot Mijdrecht 1 : 50 000 uit 1964/67. pMn85A: kleigrond, Wo: moerige grond met een ongerijpte ondergrond van klei of zavel, Vk: veengrond met een kleiondergrond, Vr: vlierveengrond bestaande uit rietveen en zeggerietveen.



Bodemkaart 2005 Bodemtype



0 0.25 0.5 1 1.5 2 Kilometer



Fig.3. Bodemkaart Groot Mijdrecht 1 : 25 000 (Stouthamer et al., 2008). Mo80Cw: kalkarme kleigrond, Wo: moerige grond met een ongerijpte ondergrond van klei of zavel, pVk: weideveengrond met een kleiondergrond, Vk: veengrond met een kleiondergrond, Vr: vlieveengrond bestaande uit rietveen en zeggerietveen.

In de polder Mijdrecht Noord hebben de veen- en moerige gronden voor het overgrote deel geen minerale of mineraalrijke toplaag. Bijna al het veen is aangeduid als een vlierveengrond bestaande uit rietveen en zeggerietveen (Vr). Een deel van de veengronden heeft een kleiondergrond (Vk). Een klein oppervlakte is weideveengrond (minerale eerdlaag dikker dan 15 cm) met een kleiondergrond (pVk). De moerige gronden hebben allemaal een ongerijpte ondergrond van klei of zavel (Wo). De minerale gronden zijn allemaal klei- of zavelgronden.

Na overleg met enkele karteerders met veel ervaring in het veenweidegebied is op basis van de bodemtypes de verwachte veendikte ten tijde van de opname geschat. Voor veengronden (Vr) is een veendikte van 120 cm aangenomen, voor veengronden met een kleiondergrond (Vk en pVk) een veendikte van 100 cm, voor moerige gronden (Wo) een veendikte van 30 cm en voor minerale gronden een veendikte van 5 cm. Deze generalisatie van de veendikte in de bovengrond naar 4 klassen leidt tot een verlies van informatie, maar is noodzakelijk omdat er geen exacte veendikten in de kaarten zijn weergegeven.

Op de lange termijn wordt maaiveldddaling vooral veroorzaakt door de afbraak (oxidatie) van veen boven de grondwaterstand (van den Akker et al., 2007). Bij vergelijking van beide bodemkaarten blijkt op een fors aantal locaties in 2005 een dikker veenpakket gekarteerd dan volgens de kartering van 1964-1968 aanwezig was. Waarschijnlijk heeft het dit te maken met verschil in schaalniveau waarop is gekarteerd. In deze studie wordt in elk geval verondersteld dat geen veengroei heeft plaatsgevonden. De veendikten uit de 1:25.000 kaart van 2008 zijn hier gebruikt als invoer voor een model dat de maaiveldddaling beschrijft. Er is met de veendikte volgens de recente bodemkaart gewerkt omdat dit de meest actuele informatie betreft en daarom het meest geschikt wordt geacht voor voorspelling.

2.1.4 DINO-profielen

Over de profielopbouw dieper onder het maaiveld is informatie gehaald uit profielbeschrijvingen uit DINO. Helaas was voor deze beschrijvingen geen jaartal van opname beschikbaar. De meeste gegevens zullen wel in de 50-er en 60-er jaren verzameld zijn t.b.v. de Geologische kaart van Nederland. De opeenvolging van textuur (zand, klei of veen) in de profielbeschrijvingen is gebruikt om de veendikte in de ondergrond te schatten. Omdat DINO-profiel beschrijvingen voor een beperkt aantal locaties beschikbaar zijn is een interpolatie uitgevoerd om overal over een schatting van de veendikte in de ondergrond te kunnen beschikken. De veendikte in de ondergrond bleek nauwelijks ruimtelijk te variëren en bleek ook geen duidelijk ruimtelijk patroon te vertonen. Veendikten in de ondergrond variëren tussen 80 cm en 200 cm met een enkele uitschieter tot veendikten van 470 cm, maar liggen voor bijna de hele gebied rond de 150 cm. De veendikte in de ondergrond levert als invoer voor het model dat de maaiveldddaling beschrijft nauwelijks betere voorspellingen maar is vanwege de fysische interpretatie wel gebruikt.

2.1.5 Zoutgehalte van het grondwater

Een aangeleverde kaart van het chloride gehalte in figuurvorm is gedigitaliseerd en vervolgens is het chloridegehalte gebruikt als een schatting voor het sulfaatgehalte in het grondwater omdat de sulfaat- en chloridegehalten sterk gecorreleerd zijn. De chloridegehalten zijn uiteindelijk niet gebruikt als invoer in het uiteindelijke model dat de maaiveldddaling beschrijft omdat deze geen verklaring leverden voor de gevonden maaiveldddaling.

2.2 Model voor maaiveldddaling

2.2.1 Uitgangspunten

In eerdere studies is vastgesteld dat de maaiveldddaling in veengebieden vooral optreedt door oxidatie van veen in de bovengrond maar dat daarnaast ook (veen)klink en langzame afbraak in de ondergrond een bijdrage aan de maaiveldddaling kan leveren (van den Akker et al., 2007). De oxidatie van veen in de bovengrond wordt uiteraard bepaald door de dikte van veenpakket maar ook door de mate waarin lucht in contact staat met het veen. Oxidatie vindt plaats in het veen boven het grondwaterniveau. Echter, in de percelen zijn geen grondwaterstanden gemeten en van berekende grondwaterstanden uit een modelbenadering was door de commissie Remkes aangegeven dat deze verbetering behoefde. Grondwaterstanden zijn sterk gerelateerd aan slootpeilen, waarvan wel gegevens bekend zijn.

In deze studie zijn bij één model gemiddelde zomergrondwaterstanden afgeleid uit de gehanteerde zomerpeilen tussen 1954 en 2005 met behulp van een empirische relatie. Bij een tweede modellering is direct gebruik gemaakt van de slootpeilen in de zomer.

Voor alle beproefde modellen is eerst een controle op de te gebruikte gegevens uitgevoerd. Daarbij zijn locaties waarin een maaiveldstijging van 10 cm of meer tussen 1954/1968 – 2005 is opgetreden buiten beschouwing gelaten. De grens van 10 cm is gehanteerd omdat dit gezien de nauwkeurigheid van de beide hoogtemetingen nog een meetfout kan zijn; bij grotere stijgingen is waarschijnlijk sprake van ophoging of bebouwing in het AHN. Ook locaties met extreme maaiveldddalingen van meer dan 150 cm. tussen 1954/1968 – 2005 zijn op vergelijkbare redenen buiten beschouwing gelaten. Verder kunnen in de modellen alleen die locaties worden gebruikt waarin alle benodigde gegevens wat betreft peilen en bodemtypes beschikbaar zijn; hierdoor zijn ook een aantal locaties afgevallen. In totaal zijn 1470 van de in totaal 1924 locaties gebruikt om de modellen van de maaiveldddaling vast te stellen.

2.2.2 Beschouwde modellen

Als verkenning zijn eerst puur statistische lineaire regressiemodellen gebruikt om de maaiveldddaling te verklaren om hiermee te verkennen welke factoren bepalend zijn voor de gevonden maaiveldddaling. De meest verklarende factoren waren de peilen na 1965, de actuele peilen en de bodemkaarten. De oude en nieuwe bodemkaarten

bleken beide ongeveer evenveel van de maaiveldddaling te verklaren. Met een puur statistisch model bleken voorspelnauwkeurigheden van de maaiveldddaling tussen 1954 en 2005 van ongeveer 17 cm haalbaar te zijn.

Als de processen verantwoordelijk voor maaiveldddaling, klink en veenafbraak op fysische basis worden beschouwd, leidt dat tot een andere modelformulering. Als eerste fysische benadering is de maaiveldddaling gemodelleerd afhankelijk van de gemiddelde zomergrondwaterstand en de veendikte (Model_GWS). Uit een meer dan 30-jarige monitoring van maaiveldddalingen in het veenweidegebied volgt dat maaiveldddalingen goed kunnen worden beschreven met een lineaire vergelijking in de vorm van $y = ax + b$, waarin y de maaiveldddaling per jaar en de x de drooglegging of beter de zomergrondwaterstand of de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) (Van den Akker et al., 2007). In formulevorm kan de maaiveldddaling ($d(MV)/dT$) als gevolg van oxidatie in bovenste 120 cm worden verklaard door grondwaterstand t.o.v. maaiveld (GWS) of de veendikte, afhankelijk van welke het kleinst is, maal een afbraakcoëfficiënt ($-K$). Daarnaast treed ook maaiveldddaling op als gevolg van klink en langzame afbraak in de ondergrond. Deze zijn onderdeel van de constante Kl in de formule.

$$\frac{d(MV)}{dT} = -K * \text{Minimum}(GWS; Veendikte) - Kl \quad (1)$$

$$GWS = 0.4 * (MV - ZP) + 30$$

De gemiddelde zomergrondwaterstand (GWS) wordt hierbij benaderd met een afleiding van de drooglegging ($MV - ZP$), waarin ZP het zomerslootpeil en MV de maaiveldhoogte. Deze afleiding is gebaseerd op een analyse van monitoringgegevens van grondwaterstanden en slootpeilen van veenweidegebieden (Van den Akker et al., 2007).

Deze modelformulering leverde nauwkeuriger uitspraken op dan het puur statistische regressie model (voorspelnauwkeurigheid van 15 cm).

Als tweede fysische benadering is de maaiveldddaling gemodelleerd afhankelijk van het zomerpeil en een factor voor de veendikte (Model_ZP). De maaiveldddaling ($d(MV)/dT$) als gevolg van oxidatie in bovenste 120 cm worden verklaard door de drooglegging ($MV - ZP$) maal een factor voor de veendikte (Fc) maal een afbraakcoëfficiënt ($-K$). De maaiveldddaling door klink en anaerobe afbraak in de ondergrond is onderdeel van de constante Kl .

$$\frac{d(MV)}{dT} = -K * Fc * (MV - ZP) - Kl \quad (2)$$

$$Fc = 1; Veendikte > 80cm.$$

$$Fc = \frac{Veendikte}{80}; Veendikte \leq 80cm$$

De veronderstelling van deze modelformulering is dat de bijdrage van de bovengrond aan de maaiveldddaling wordt veroorzaakt door de dikte van het

droogvallende veenpakket binnen 80 cm diepte. De 80 cm diepte is gebaseerd op de ondergrens van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bij Grondwatertrap II (Gt II), die voor het overgrote deel van de polder geldt, zeker als men rekening houdt met optredende kwel. Veen dat dieper ligt dan de GLG ligt bijna altijd onder het grondwater en staat daardoor niet bloot aan oxidatie. Voor veendikten ≥ 80 cm is daarom de reductiefactor $F_c = 1$. De oxidatie van veen stopt zodra geen veen meer in de bovengrond beschikbaar is en F_c , 0 wordt.

Door de ondergrond wordt een bijdrage aan maaiveldddaling door klink en anaerobe afbraak geleverd. Om de klink en langzame afbraak van de ondergrond beter in beide modellen te onderscheiden in de constante K_I is bij beide modellen ook het effect van de veendikte in de ondergrond beschouwd en de klink als functie van de veendikte ingebracht. De variatie van de veendikte in de ondergrond ($> 1,2$ m – MV) bleek echter gering. Wel met minima en maxima van 0,8 en 2 m, maar voor het overgrote deel rond de 1,5 m. Hierdoor leidde het meenemen van de veendikte in de ondergrond niet tot nauwkeuriger voorspellingen en daarom is in beide modellen volstaan met een vaste waarde K_I waarin het aandeel van de ondergrond in de maaiveldddaling is verdisconteerd.

De initiële veendikte waarmee de factor (F_c) wordt bepaald is afgeleid uit de 1:25.000 bodemkaart uitgebracht in 2008 ((Stouthamer et al., 2008)). Om uit deze recente bodemkaart de initiële veendikte in de jaren 1954-1968 te bepalen is gebruik gemaakt van de oude 1:50.000 bodemkaart. Alleen op de locaties waar volgens de oude 1:50.000 bodemkaart meer veen aanwezig was dan volgens de recente 1:25.000 bodemkaart is de veendikte van de recente bodemkaart vermeerderd met de hoeveelheid veen die in ongeveer 50 jaar is geoxideerd. De dikte waarmee de veendikte wordt vermeerderd om de initiële veendikte van 1954-1968 te schatten is door kalibratie verkregen en bedraagt 56 cm in 51 jaar. Dit houdt een maaiveldddaling in van ca 11 mm per jaar. Dit is vrij groot, maar verklaarbaar omdat het meestal punten betreft waarbij de drooglegging groot is. Verder is de waarde deels fictief omdat het een onderdeel is van een optimalisatie waarbij ook de parameters in formule (2) werden geoptimaliseerd. Er is met de veendikte volgens de recente bodemkaart (Stouthamer et al., 2008) gewerkt omdat dit de meest actuele informatie betreft en daarom het meest geschikt wordt geacht voor voorspelling.

Deze procesformuleringen zijn sinds de eerste hoogtemeting in periode 1954-1968 in tijdstappen van een jaar doorgerekend met telkens de voor dat moment geldende zomerpeilen en vanaf 1995 het actuele peil. De waarde van de initiële veendikte, de afbraakcoëfficiënt ($-K$) en de klink in de ondergrond (K_I) worden gekalibreerd, zodanig dat het gekwadrateerde verschil tussen voorspelde en gemeten maaiveldhoogte in 2005 wordt geminimaliseerd. De gekalibreerde parameters van de beide fysische modellen zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Parameterwaarden en nauwkeurigheid van de beproefde modellen. De maximale oxidatiediepte van 80 cm is de ondergrens van de GLG bij een grondwatertrap Gt II.

Parameter	Lineaire regressie	Model_GWS	Model_ZP
Afbraakcoëfficiënt (-K) [1/jaar]	-	0.0049	0.0055
Klink en langzame afbraak [cm/jaar]	-	0.29	0.22
Gesommeerde Veendikte [cm]	-	32.89	55.62
Maximale oxidatie diepte [cm]	-	-	80
Voorspel nauwkeurigheid [cm]	± 17	15.08	14.06

Model_ZP levert de nauwkeurigste voorspellingen van de maaiveldddaling van 14 cm en is daarom in dit onderzoek toegepast voor voorspellingen.

Naast de kwantitatieve beoordeling van de nauwkeurigheid op basis van de voorspelfout is ook naar het ruimtelijk patroon van de residuen gekeken. Het residu is de voorspelde maaiveldhoogte min de gemeten maaiveldhoogte in 2005. Als nog grootschalige ruimtelijke structuur in de residuen aanwezig is, duidt dat op een model waarin verklarende parameters ontbreken. Toevallige verschillen die te maken hebben met meetfouten in hoogten of lokale afgravingen op ophogingen van het maaiveld kunnen niet met het model worden verklaard maar leiden in de residuen kaart alleen tot kleinschalige (lokale) patronen. Een bron van fouten en grote residuen is ook de discretisering van de veendikte op basis van de bodemkaart tot respectievelijk 5 cm op minerale gronden, 30 cm voor moerige gronden (Wo) en 100 cm voor veengronden met een kleiondergrond (Vk en pVk). Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als de grens tussen twee bodemsoorten op de bodemkaart in werkelijkheid net iets anders ligt dan aangegeven of indien de werkelijke veendikte nog wel in een bepaalde bodemklasse valt, maar het verschil in aangenomen veendikte en werkelijke veendikte groot is. De residuen horend bij het toegepaste model zijn weergegeven in Figuur 4 en vertonen geen grootschalige patronen die zouden duiden om het ontbreken van belangrijke verklarende factoren. Wel bevinden zich lokaal de grootste residuen bij de rand van de polder, bij de bebouwing en bij grensovergangen tussen bodemklassen.

Een belangrijke vraag is of de constante maaiveldddaling in Model_ZP van 2,2 mm per jaar grotendeels kan worden toegeschreven aan een voortdurende klink en anaerobe afbraak van de laag veen van ca. 1,5 m dikte in de ondergrond. Uit een beschouwing van het deel van de polder Groot Mijdrecht-Noord nabij het dorpje Waverveen (zie Figuur 5), waar op zowel de Bodemkaart van 1967 (Fig. 2) als op de Bodemkaart van 2008 (Fig. 3) de grond als mineraal wordt aangegeven, volgt dat de gemeten maaiveldddalingen (Fig. 1) daar wel zo ongeveer rond de 2 mm per jaar liggen. Daarbij moeten echter wel de rand langs het dorpje en een paar maaiveldddalingen en –stijgingen die geclusterd zijn op een paar percelen, buiten beschouwing worden gelaten. Een probleem is ook dat de Bodemkaart uit 1967 stamt terwijl de hoogtemetingen in 1954 zijn gedaan. Het zou kunnen dat er nog een dunne veenlaag in de periode 1954 – 1967 is verdwenen en de klei in de bovengrond bovendien nog moest rijpen.

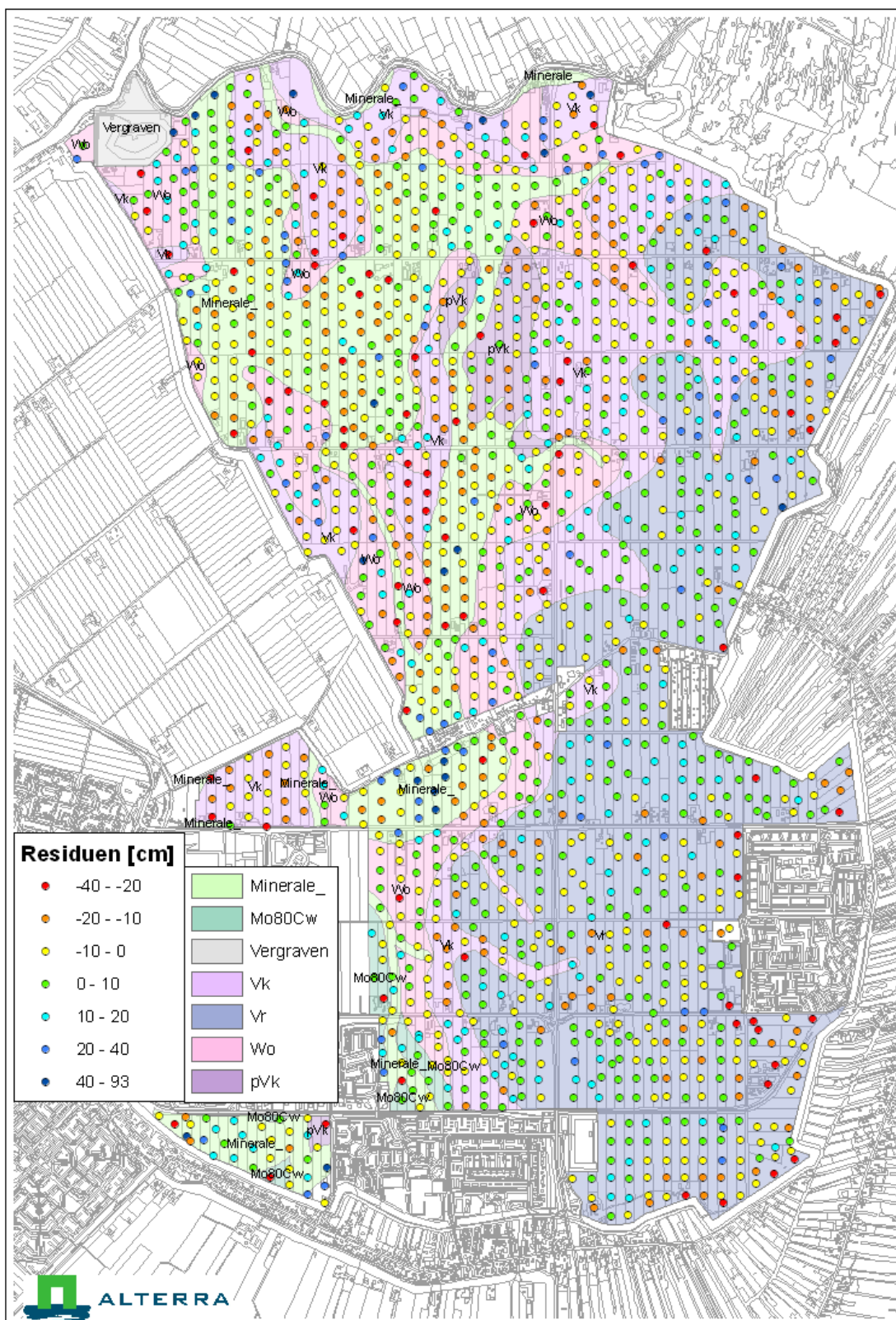
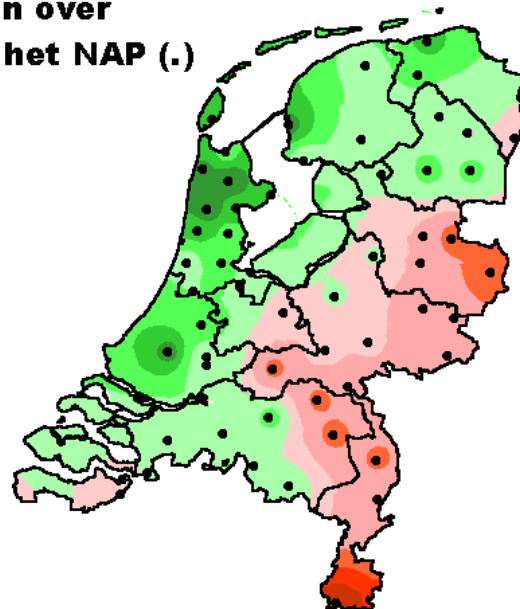
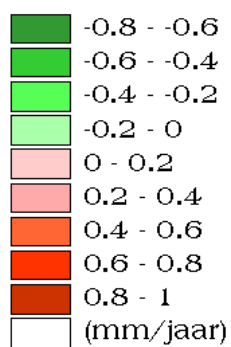


Fig. 4. Residuenkaart van het model met de drooglegging



Fig. 5. De polder Groot Mijdrecht nabij Waverveen.

**Vertikale bewegingen Pleistoceen
bepaald uit waterpassingen over
ondergrondse merken van het NAP (.)**



RWS Meetkundige Dienst 1997

Fig. 6. Daling van de pleistocene ondergrond. Bron: [RDNAP](#)

De Bodemkaart van 1951 (Bennema, 1952) bleek in deze zeer waardevol te zijn. Op deze kaart konden goed de percelen met klei worden geïdentificeerd en deze bleken bij Waverveen grotendeel maaivelddalingen van 0 – 4 mm per jaar te hebben op de Waternetkaart (Figuur 1).

Hoewel het er op lijkt dat in ieder geval een groot deel van de constante maaivelddaling van 2,2 mm per jaar ook op de minerale gronden optreedt is daarmee nog niet duidelijk wat de verklaring hiervoor is en of dit dus ook in de toekomst zo is en blijft. Een deel van de zakking kan worden verklaard uit de tectonische daling van de pleistocene ondergrond (zie Figuur 6). Groot Mijdrecht ligt ongeveer op de contour van 0,2 mm per jaar. Dit verklaart dus ongeveer 10 % van de constante maaivelddaling.

De resterende constante maaivelddaling van 2 mm per jaar blijkt niet goed te kunnen worden verklaard uit klink en consolidatie door de polderpeilverlagingen in de periode 1954 – 2005. In 1951 had het grootste gedeelte van de polder Groot-Mijdrecht Noord een polderpeil van -6,55 m NAP. In 1965 werd het polderpeil verlaagd tot -6,60 m NAP en in 1990 werd het peil verder verlaagd tot -6,70 m NAP. In sommige delen zijn grotere peilverlagingen toegepast in de periode 1954 – 2005. Anderzijds zijn een groot deel van de waterpassingen na 1954 in 1959 en 1961 gedaan. Uitgaande van een peilverlaging van 15 cm in 1965 en een veenlaag in de ondergrond met een dikte van 1,50 m kan een maaivelddaling door klink en consolidatie worden ingeschat met behulp van de zettingsformule van Keverling Buisman (uit Langejan, 1977):

$$St = bp (a_p + a_s \log (t/t_0)) \quad (3)$$

Waarin:

St	= zetting op tijdstip t
t	= tijd in dagen
b	= beschouwde laagdikte
p	= toename korrelspanning
a_p	= primaire samendrukkingsconstante
a_s	= seculaire samendrukkingsconstante
t_0	= tijdseenheid (meestal 1 dag)

Door de peilverlaging neemt het opdrijvend vermogen met 15 cm waterdruk af, oftewel de korrelspanning neemt met 1,5 kPa toe. Voor veen is de primaire samendrukkingsconstante $a_p = 0,001 - 0,004 \text{ kPa}^{-1}$ (Langejan, 1977). De seculaire samendrukkingsconstante kan op $a_s = 0,0015$ worden gesteld. Voor de range van $a_p = 0,001 - 0,004 \text{ kPa}^{-1}$ komt men dan op een zetting van 16 tot 23 mm in 40 jaar. Per jaar kan dan ca. 0,5 mm verklaard worden uit de zetting door de peilverlagingen in de periode 1954 – 2005. Echter, deze waarde is waarschijnlijk te groot. Het maaiveld is in deze periode zeker 10 cm meer gezakt dan de peilverlaging. Bovendien lag het maaiveld in de beginperiode van de polder Groot Mijdrecht veel hoger en was de drooglegging toen veel groter dan tegenwoordig (zie Bijlage 1). Daardoor waren de korrelspanningen in het diepe veen veel hoger dan tegenwoordig. Het valt daarom te verwachten dat kortstondige toenames van de korrelspanningen door geringe

peilverlagingen, die de voortdurende maaiveld dalingen niet eens bijhouden, maar een beperkte zetting veroorzaken.

Een mogelijke verklaring voor de constante maaiveld daling is naast de daling van de pleistocene ondergrond en de klink, de anaerobe afbraak van het veen, waarbij methaan (CH₄) wordt gevormd. Van de grootte van deze anaerobe afbraak is echter weinig bekend. Wat uiteindelijk geconcludeerd kan worden is dat de toegepaste constante maaiveld daling van 2.2 mm per jaar in Model_ZP in het verleden op de minerale gronden sinds 1954 inderdaad lijkt te zijn opgetreden, met het voorbehoud dat het aantal metingen waarop dit is gebaseerd beperkt is in aantal en kwaliteit. Het is wel waarschijnlijk dat het model op de minerale gronden de maaiveld daling eerder overschat dan onderschat.

2.2.3 Betrouwbaarheid van modelresultaten

De gemeten maaiveld daling waarop het toegepaste model is gekalibreerd bevat afrondingsfouten en meetfouten. De tophoogte metingen van 1954-1968 voor meetlocaties zijn niet exact op het punt aangegeven op de kaart gemeten en zijn afgerond naar tientallen cm. Door de afronding wordt maximaal een fout van 5 cm gemaakt. Ook de hoogtemeting in het AHN bevat meetfouten; er wordt namelijk een middeling van hoogtemetingen binnen 5x5 m cellen uitgevoerd terwijl binnen een cel wel ruimtelijke variatie in maaiveld hoogten bestaat.

Hoewel in het vroege voorjaar is gevlogen en er aan de hand van waterpassingen gecorrigeerd is met – 4 cm voor grashoogten en dergelijke, zal door onderlinge verschillen in grashoogten toch nog fouten worden geïntroduceerd. Als we aannemen dat de maximale variatie in maaiveld hoogte in een blok van 5x5 meter ongeveer 15 cm bedraagt, dan is het verschil tussen het celgemiddelde en het celmaximum dus 7,5 cm. Als we veronderstellen dat dit verschil overeenkomt met het 90 percentiel, dan wordt de standaarddeviatie $7,5/1,64 = 4.6$ is ongeveer 5. Dit zijn overigens allemaal vrij grove aannamen die we niet goed kunnen kwantificeren. De meetfout voor een specifieke locatie binnen dit blok is daarmee op net als de eerder genoemde afrondingsfout 5 cm. De locaties waar volgens de beide metingen een maaiveld stijging van meer dan 10 cm is opgetreden zijn om deze reden niet voor de modelkalibratie gebruikt.

De overige metingen van de maaiveld daling bevatten echter ook de eerder genoemde afronding- en meetfouten. Als we veronderstellen dat de meet- en afrondingsfout op een locatie onafhankelijk van elkaar zijn kan de totale fout in de berekende maaiveld daling worden geschat met:

$$Fout_{MVD} = \sqrt{(Afrondingsfout)^2 + (Meetfout)^2} \approx 7 \quad (4)$$

Het opgestelde model is gericht op het schatten van de maaiveld daling als gevolg oxidatie van veen in de bovengrond en klink in de ondergrond. Aannemelijk is dat in de periode 1954-2005 ook verandering van maaiveld hoogten als gevolg van grondverplaatsing (ophogen, afgraven, sloten graven of dichten e.d.) en

grondbewerking (ploegen, woelen) heeft plaatsgevonden die in de gemeten maaiveldddaling is meegenomen. Lokaal kunnen dit grote fouten zijn maar over alle meetlocaties bezien gaat het vermoedelijk om een geringe fout, hoewel dit lastig is te kwantificeren.

De standaarddeviatie van de residuen (verschil tussen gemeten en voorspeld) over de periode 1954/68 – 2005 bedraagt voor het toepaste model 14 cm. Exclusief de meetfouten bedraagt de nauwkeurigheid van het model, als we aannemen dat de modelfouten en meetfouten onafhankelijk zijn, ongeveer 12 cm. Het model omvat dan nog wel de niet-voorspelbare hoogteverandering als gevolg van grondverplaatsing en grondbewerking. Omdat deze niet-voorspelbare handelingen ook in toekomst zullen optreden lijkt het geen bezwaar deze extra bron van onzekerheid mee te modelleren in de voorspellingen. Als de modelnauwkeurigheid over 50 jaar ongeveer 12 cm bedraagt en we gaan uit van een meetfout in de beginsituatie (AHN, 2005) van 5 cm is de toename van de onzekerheid per jaar $(12-5)/50 = 0.14$ cm/jaar. De onzekerheid van voorspellingen voor de jaren na 2005 bedraagt dan $5 \text{ cm} + 0.14 \text{ cm/jaar}$.

Als we aannemen dat de gebieden of locaties waar nu grotere verschillen tussen gemeten en voorspelde hoogten optreden ook in de toekomst de gebieden zijn waar minder nauwkeurige voorspellingen mogelijk zijn, kan ook een ruimtelijke differentiatie in de nauwkeurigheid worden aangebracht. Met geostatistiek zou dan naast een lokale schatting van de nauwkeurigheid ook een lokale bijstelling van modelvoorspelling kunnen worden gemaakt afhankelijk van de residuen. Dat is in deze studie echter niet gevraagd en dus niet gedaan, maar zou in een vervolgstudie kunnen worden gedaan.

2.3 Validatie

In 2005 zijn door waterpassing hoogtemetingen in een aantal raaien door Groot Mijdrecht uitgevoerd. Deze hoogtemetingen zijn gebruikt voor een uniforme bijstelling van het AHN van 2004 maar als individuele metingen niet gebruikt voor het modelleren van de maaiveldddaling. Deze meetgegevens zijn in deze studie gebruikt om de modelvoorspellingen van de maaiveldhoogten te valideren. Bedacht moet worden dat voor een correcte validatie nieuwe hoogtemetingen zouden moeten worden uitgevoerd op gelote (random) locaties. Uiteraard zijn de hoogtemetingen in 2005 niet random, maar voor een goede indruk van de validiteit van het model wel bruikbaar. Omdat de hoogtemetingen en de modelvoorspelling niet voor exact dezelfde locaties zijn uitgevoerd is geselecteerd op gemeten maaiveldhoogten dichterbij dan 10 m van een locatie met een modelvoorspelling. Na deze selectie bleek op 54 locaties een vergelijking tussen de gemeten en voorspelde maaiveldhoogte mogelijk. Als we veronderstellen dat door waterpassing verkregen maaiveldhoogten foutloos zijn dan zijn de verschillen het gevolg van de onnauwkeurigheid van de 54 modelvoor-spellingen. De gemiddelde fout (systematische afwijking) bedraagt 1.9 cm en de standaarddeviatie (toevallige fout) bedraagt 14.4 cm. Dat de systematische fout afwijkt van 0 wordt deels veroorzaakt

doordat de vergeleken metingen en voorspellingen niet op exact dezelfde locatie liggen. Hierdoor wordt ook de toevallige fout overschat. Als wel op dezelfde locaties was gemeten, mag een lagere toevallige fout verwacht worden. De orde grootte van de gevonden toevallige fout (nauwkeurigheid) komt goed overeen met veronderstelde nauwkeurigheid van ongeveer 14 cm. (zie paragraaf Betrouwbaarheid van modelresultaten)

2.4 Interpretatie van het toegepaste model

Integreren van de differentiaalvergelijking, horend bij Model_ZP, levert een exponentieel dalende maaiveldhoogte in de tijd. De drooglegging (*MV-ZP*) is de drijvende kracht voor de maaiveldddaling en die wordt steeds kleiner naarmate het maaiveld (*MV*) verder is gedaald totdat het zomerslootpeil (*ZP*) opnieuw wordt verlaagd en de drooglegging, en dus de maaiveldddaling, weer toeneemt. In Figuur 7 zijn modelresultaten gegeven van een aantal willekeurige punten. Deze hoeven dus zeker niet representatief te zijn voor de betreffende grondsoort. De punten betreffen een veengrond met kleiondergrond (*Vk*), een moerige grond (*Wo*) die in een Minerale grond verandert, een Minerale grond en veengrond met een kleiondergrond (*Vk*) die in een moerige grond (*Wo*) verandert.

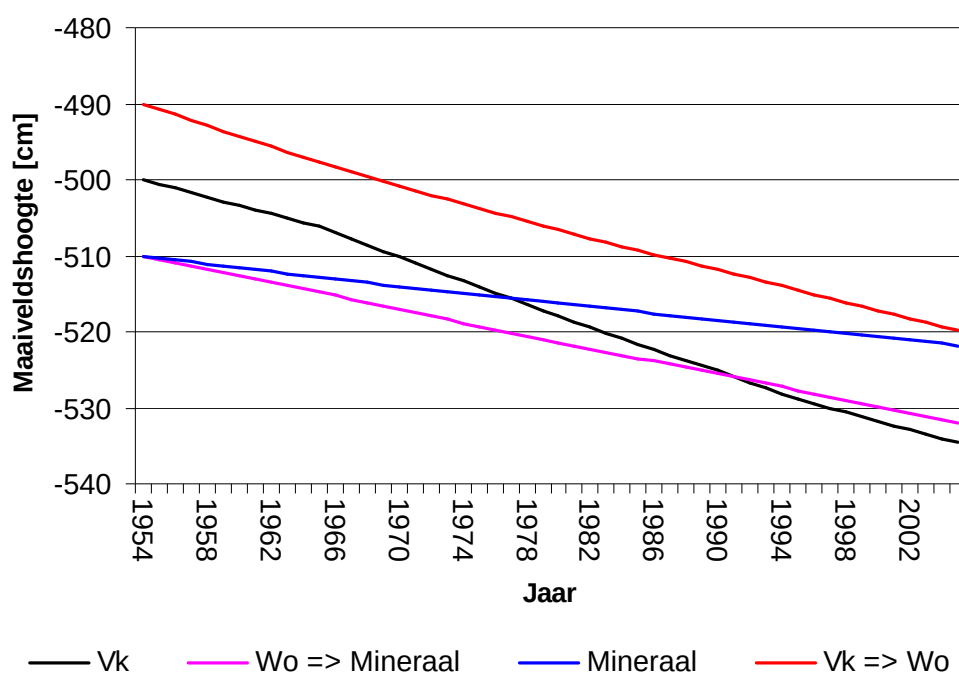


Fig. 7. Modelresultaten voor een aantal willekeurige punten. Gepresenteerd zijn een veengrond met kleiondergrond (*Vk*), een moerige grond (*Wo*) die in een Minerale grond verandert, een Minerale grond en veengrond met een kleiondergrond (*Vk*) die in een moerige grond (*Wo*) verandert.

De knik in de maaiveldddaling van de veengrond met een kleiondergrond (*Vk*) is het gevolg van de peilverlaging van 20 cm in 1966.

Het model dat de meest nauwkeurige voorspellingen levert, Model_ZP, heeft een veenafbraakcoëfficiënt van 0.0055 jaar^{-1} en een klink en langzame afbraak van 2.2 mm/jaar en een initiële veendikte (veendikte in 2005 vermeerderd met 56 cm). Voor locaties met een drooglegging van 100 cm en een veendikte groter dan 80 cm wordt daardoor een maaivelddaling van 7.7 mm/jaar ($=5.5 + 2.2 \text{ mm/jaar}$) voorspeld. Als in de bovengrond geen veen (meer) aanwezig is, vermindert de maaivelddaling tot 2.2 mm/jaar . Naarmate de veendikte of de drooglegging afneemt, neemt ook de gemodelleerde maaivelddaling af.

3 Resultaten modelvoorspellingen

3.1 Modelvoorspellingen

Voorspellingen van de maaiveldddaling en de drooglegging in de huidige of toekomstige situaties zijn alleen gemaakt met behulp van het nauwkeurigste fysische model: Model_ZP (Vergelijking 2). Daarbij is gebruik gemaakt van de hoogten in 2005 uit het bijgestelde AHN als initiële waarden voor de maaiveldhoogte. De initiële veendikte in de bovengrond in 2005 is afgeleid uit de 1:25.000 bodemkaart (Stouthamer et al., 2008) (zie Figuur 3) en de peilen voor de actuele situatie zijn in het model gebruikt.

Er zijn twee strategieën beschouwd:

Handhaven van het huidige peil in geheel Groot-Mijdrecht (strategie Niets Doen uit de Voorverkenning Water)

Daarnaast is ook de strategie “De Venen” doorerekend, waarin een gewijzigd peil van -6.40 t.o.v. N.A.P in het oostelijk deel van de polder wordt gehandhaafd.

De resultaten van de modelvoorspellingen zijn in kaarten gegeven die als Bijlage 2 aan het rapport zijn toegevoegd. Niet elke kaart zal even intensief worden toegelicht, omdat een aantal kaarten vooral een tussenstap geven.

3.2 Maaiveldddaling en drooglegging 2005

Maaiveldddaling 2005

Dit is de maaiveldddaling zoals dat in het Model_ZP van 2004 tot 2005 wordt berekend en is voor beide strategieën het uitgangspunt (zie Figuur 8 en Bijlage 2). De grootste maaiveldddalingen blijken op te treden langs de randen waar in de huidige situatie een grotere drooglegging is vanwege het relatief hooggelegen maaiveld. De modelvoorspellingen zijn vooral in deze gebieden kleiner dan de gemiddelde maaiveldddalingen die uit de maaiveldddalingenkaart van Waternet volgen (zie Figuur 1 en de residuenkaart). Dit wordt verklaard door grotere maaiveldddalingen in het verleden, die worden veroorzaakt door een grotere drooglegging langs de randen in het verleden. Het is dus logisch dat de maaiveldddalingen gemiddeld over de periode 1954 – 2005 groter zijn dan de maaiveldddaling in 2005. De kleinste maaiveldddaling vindt plaats in het noord-westelijk deel van het gebied waar veel minerale en moerige gronden voorkomen. Op de minerale gronden blijft de maaiveldddaling beperkt tot 2,2 mm per jaar. De afnemende maaiveldddaling komt ook al tot uiting in de Waternetkaart met gemeten gemiddelde maaiveldddalingen in de periode 1954/1968 – 2005 (Figuur 1) en in de historische maaiveldddalingen (zie Bijlage 1). Op plekken in het noordwestelijk deel waar zich nog veen bevindt, gaan de maaiveldddalingen met 5 tot 7 mm per jaar door. In het oostelijk deel, waar nog veel veen aan het oppervlak komt, zijn de maaiveldddalingen 4 á 5 mm per jaar.

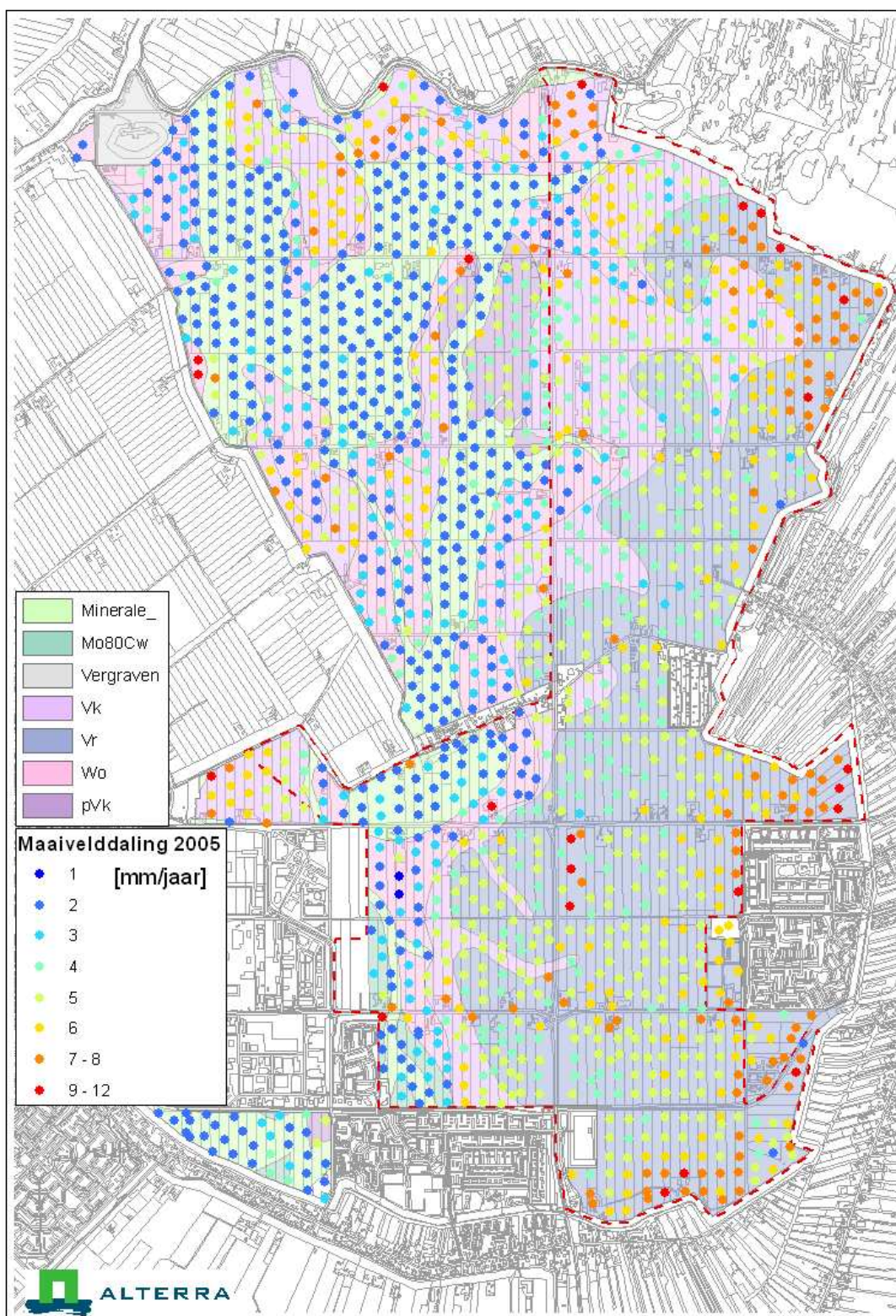


Fig. 8. Maaiveldddaling in mm per jaar in 2005. Dit is de maaiveldddaling die door het model is berekend voor de periode 2004 – 2005. Met een rode streeplijn is het gebied aangegeven van de strategie 'De Venen'.

De maaiveldalings in het oostelijke veengebieden zijn in het algemeen kleiner dan in het westelijk gebieden omdat in het oostelijk gebied de drooglegging in de veengebieden 10 tot 20 cm geringer is dan in de westelijke veengebieden. Hoewel de Waternetkaart incidenteel een maaiveldstijging laat zien, mogelijk veroorzaakt door meetfouten, voorspelt het model geen stijgingen.

Drooglegging 2005

De grootte van de drooglegging volgt per hoogtemeetpunt uit de hoogten uit de gecorrigeerde AHN2004 en de Actuele Peilen. De grootste drooglegging is zichtbaar langs de noordrand van Groot Mijdrecht en vlak langs wegen en nabij bebouwing (zie kaart Bijlage 2). Dit betreft de locaties met een relatief hoog maaiveld dat nabij wegen, dijken en bebouwing vermoedelijk vooral door ophoging is ontstaan. In het midden van Groot Mijdrecht, vooral aan de oostzijde zijn de geringste droogleggingen tot ongeveer 30 cm zichtbaar. In het westelijk deel komen op een aantal kleigebieden grote droogleggingen voor tot ca 120 cm. In het algemeen zijn de kleigronden (veel) beter ontwaterd met droogleggingen van 80 – 90 cm en meer, dan de moerige en de veengronden, die een drooglegging hebben van 50 – 60 cm. In het oostelijk gedeelte heeft een groot deel in het centrum een drooglegging van slechts 30 – 40 cm.

3.3 Toekomstige maaiveldaling en drooglegging

3.3.1 Maaiveldaling en drooglegging strategie Niets Doen

Toekomstige maaiveldaling strategie Niets Doen

Met het Model_ZP zijn de maaiveldalings in het jaar 2020 en 2050 berekend.

In 2020 beginnen de maaiveldalings ten opzichte van de situatie in 2005 al enigszins af te nemen. In het noordwestelijk zal dit bij de moerige gronden vooral zijn omdat de veendikte begint af te nemen. De veenlaag van de moerige gronden is echter nog niet verdwenen en de maaiveldalings zijn daar 3 – 3,5 mm per jaar. Op de venen met een kleiondergrond (Vk) zijn de maaiveldalings nog 4 mm en meer, maar daar speelt de drooglegging ook nog een grote rol. Op de diepere veengronden, die in voornamelijk in het oostelijk deel zijn gesitueerd, liggen de maaiveldalings rond de 4 tot 5 mm per jaar, maar worden sterk beïnvloed door de drooglegging die door de maaiveldalings steeds verder afneemt. Daardoor zijn in het middengedeelte de maaiveldalings ca 4 mm per jaar. Langs de randen zijn de maaiveldalings nog steeds relatief groot, tot bijna 8 mm per jaar.

In 2050 zijn op de moerige gronden de veenlagen voor een groot deel op en worden daardoor de maaiveldalings 2,2 tot 3 mm per jaar. (zie kaart Bijlage 2 en Fig. 9). De veengronden met een kleiondergrond (Vk) hebben dat stadium nog niet bereikt en daar wordt de maaiveldaling vooral beperkt door de steeds kleiner wordende drooglegging. Ditzelfde geldt voor de diepere veengronden. Door de plaatselijk grotere droogleggingen in het westelijk deel zijn daar de maaiveldalings op de veengronden groter (3 – 5 mm per jaar) dan in het oostelijk deel (2,5 – 4 mm per jaar), dat grotendeels een kleinere drooglegging heeft.

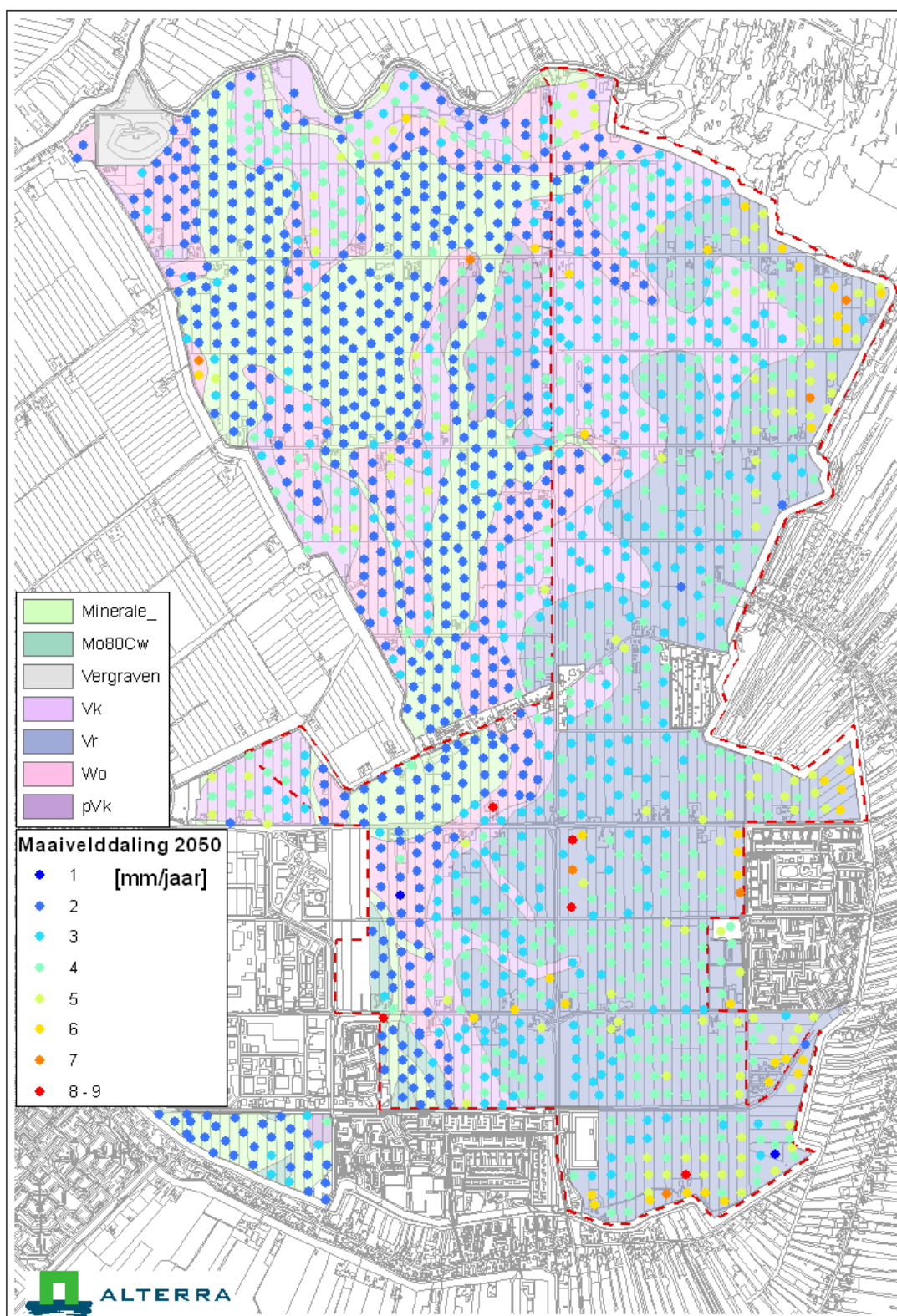


Fig. 9. Maaiveldddaling in mm per jaar in 2050 bij de strategie 'Niets Doen'. Dit is de maaiveldddaling die door het model is berekend voor de periode 2049 – 2050. Met een rode streeplijn is het gebied aangegeven van de strategie 'De Venen'.

Langs de randen van de polder zijn de maaiveld dalingen van de veengebieden nog steeds groter dan in de rest van de polder (tot ca 6 mm per jaar), maar zijn door de steeds kleinere resterende drooglegging al duidelijk verminderd ten opzichte van de maaiveld dalingen in 2005 en 2020. In 2050 is ten opzichte van 2005 het maaiveld met 30 cm gedaald. Omdat het maaiveld aan de rand van de polder eigenlijk het talud van de ringdijk is, moet wel rekening worden gehouden dat de stabiliteit van de dijk hierdoor verminderd is. De minerale gronden en de moerige gronden zijn vooral geconcentreerd in het westelijk deel van de polder Groot Mijdrecht (zie de recente Bodemkaart (Stouthamer et al., 2008) in Bijlage 2 en Figuur 3) op enkele kleine gebieden na in het noordwesten met veen op een kleiondergrond (Vk) met maaiveld dalingen tot 5 mm per jaar en een deel in het oosten met een diepere veengrond met maaiveld dalingen tot 4 mm per jaar. In het oostelijk deel van de polder met vooral diepere veengronden is de maaiveld daling door de beperkte drooglegging in grote delen rond de 3 mm per jaar.

Toekomstige drooglegging strategie Niets Doen

Door de sterke koppeling van de maaiveld daling met de drooglegging nemen de grootste droogleggingen het sterkst af doordat bij de veengronden daar de grootste maaiveld dalingen optreden. Bij de moerige gronden raakt op een bepaald moment het veen op en neemt de drooglegging alleen nog door de continue maaiveld daling van 2,2 mm per jaar af.

In 2020 is de drooglegging ten opzichte van 2005 wel duidelijk afgenomen, maar nog niet echt spectaculair. Op de kleigronden blijft de drooglegging groot. De grootste afname van de droogleggingen (ca 10 cm) vindt plaats in de veengebieden in het noordwestelijk deel, waar plaatselijk droogleggingen zijn van rond de 100 cm en in de veengebieden langs de randen van de polder. Maar ook bij de nattere veengronden met een drooglegging van 40 – 50 cm zijn de droogleggingen met ca 7 cm afgenomen. Bij de moerige gronden wordt de maaiveld daling duidelijk beperkt doordat de veenlaag dun is en neemt de drooglegging van 2005 tot 2020 slechts met 4 cm af.

In 2050 zijn de verschillen in drooglegging ten opzichte van 2005 bij de veengronden fors te noemen. Bij de kleigronden is de drooglegging wel duidelijk met ca 10 cm afgenomen, maar de resterende droogleggingen zijn nog steeds grotendeels meer dan 80 – 90 cm. Bij de moerige gronden is de drooglegging met 15 tot 20 cm afgenomen en de resterende drooglegging is slechts 30 tot 45 cm en soms nog minder. Ook in de veengebieden is de drooglegging met 15 tot 20 cm afgenomen. Bij enkele grote droogleggingen van veengronden van 70 – 80 cm in 2005 zijn de droogleggingen zelfs met meer dan 25 cm afgenomen. In het oostelijk gedeelte heeft een groot deel in het centrum in 2050 een drooglegging van rond de 20 cm en noordelijk en zuidelijk daarvan een drooglegging van slechts 30 – 40 cm. Aan de randen zijn de droogleggingen nog steeds groter dan in de rest van de veengebieden in de polder, al zijn deze fors afgenomen met 30 cm en meer.

3.3.2 Maaiveldddaling en drooglegging strategie De Venen

Bij deze strategie worden de drooglegging en maaiveldddaling tegelijkertijd geanalyseerd. In Figuur 10 is aangegeven in welk gedeelte het water wordt opgezet tot -6.40 m NAP. Voor de berekeningen met het model is aangenomen dat dit in 2010 gaat gebeuren. De analyse van maaiveldddalingen en droogleggingen beperkt zich tot het groene gebied, omdat voor de rest van de polder Groot Mijdrecht dezelfde situatie geldt als voor het eerder besproken strategie Niets Doen.

De peilverhoging tot -6,40 m NAP betekent voor het overgrote deel van het groene gebied een peilverhoging van 30 cm. Omdat in het centrale deel de drooglegging in 2005 al beperkt was tot 30 – 50 cm, zal dit gedeelte na peilverhoging voor een groot deel plas-dras staan en zelfs deels permanent onder water verdwijnen. Bedacht moet worden dat de meetpunten min of meer representatief zijn voor de gemiddelde maaiveldhoogte van een perceel. In een perceel komen gemakkelijk hoogteverschillen van + of – 10 cm voor. In een vrij brede strook langs de greppel is het maaiveld vaak lager en langs de sloot juist iets hoger dan de gemiddelde maaiveldhoogte. Langs de greppel zal het water zich dan uitspreiden over het lagere midden van het perceel. De hogere delen langs de sloten blijven als langgerekte eilanden boven water.

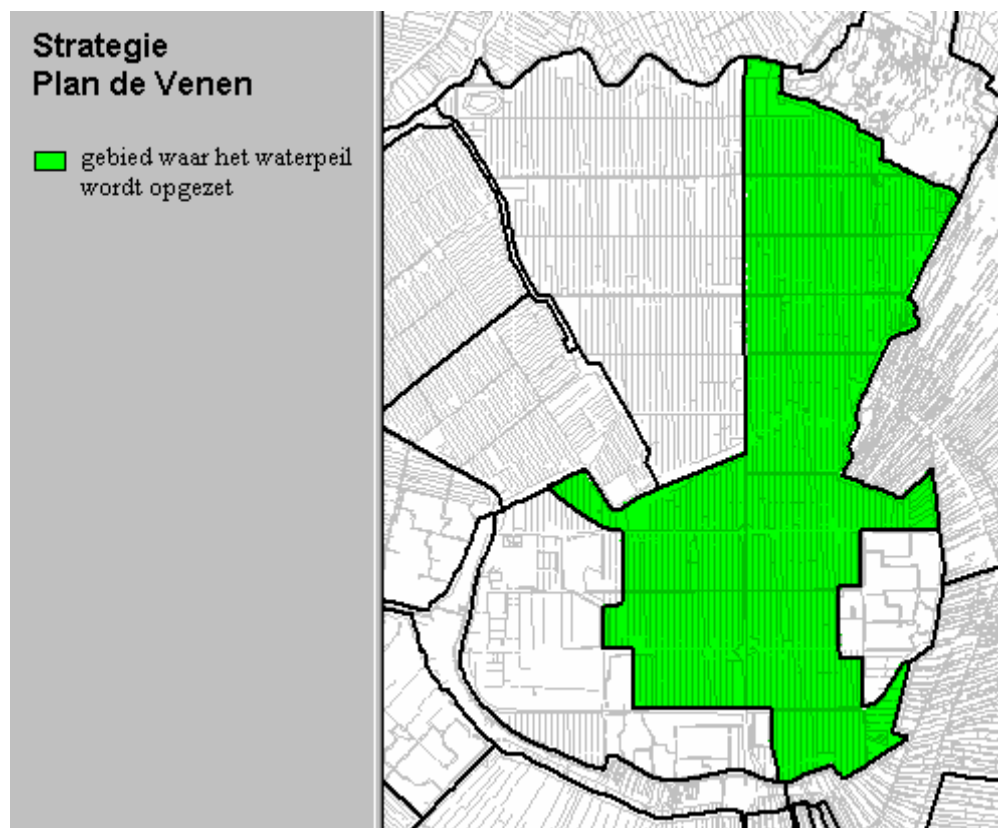


Fig. 10. Strategie De Venen, waarbij het peil in het groen aangegeven deel op -6,40 m NAP wordt gezet. Voor het overgrote deel betekent dit een opzetten van 30 cm (Bron: Verkenning water Groot Mijdrecht Noord, november 2006).

Langs de randen van de polder ligt het maaiveld nog vrij hoog en daar worden de droogleggingen ca 80 cm. Het minerale deel onder Waverveen ligt relatief hoog en heeft een drooglegging tot 90 cm. Een groot gedeelte buiten het centrale deel heeft nog een ontwatering van 20 – 40 cm. Door de peilopzetting worden de maaiveld dalingen sterk beperkt. In het centrale deel is de maaiveld daling 2,2 tot 3 mm per jaar. Buiten het centrale deel zijn de maaiveld dalingen 3 – 4 mm per jaar. Langs de polderranden op plekken waar veen aanwezig is zijn nog flinke maaiveld dalingen tot 7 mm per jaar mogelijk. Tegen de bebouwing aan in het westelijk deel en onder Waverhoek is de grond mineraal en is de maaiveld daling beperkt tot 2,2 mm per jaar. Aan de oostelijke kant tegen de bebouwing aan zijn de maaiveld dalingen nog ca 5 - 6 mm per jaar.

In 2020 zijn de drooglegging en de maaiveld daling verder afgenomen, maar de veranderingen ten opzichte van de situatie in 2010 zijn nog beperkt. In 2050 heeft het centrale gedeelte dat plas-dras stond zich echter sterk uitgebreid tot aan de randen van de polder. Alleen deze randen en het minerale deel onder Waverhoek heeft nog een drooglegging duidelijk groter dan 20 cm. De maaiveld dalingen in bijna het hele gebied kleiner dan 3 mm per jaar en op grote delen 2,2 mm per jaar. Echter, de omstandigheden zijn zo sterk veranderd dat het natuurlijke habitat veenmoeras is geworden, waar zelfs weer veenvorming te verwachten is. De berekende maaiveld dalingen zijn daarom triviaal. Bij de randen van de polder liggen echter nog steeds delen met veen met een hoger maaiveld en daardoor een drooglegging tot nog 70 cm. De maaiveld dalingen zijn daar nog ca 6 mm per jaar. Net als bij de strategie Niets Doen moet hier rekening worden gehouden dat de voortdurende maaiveld daling van het talud van de ringdijk de stabiliteit van de dijk vermindert.

3.4 Consequenties voor de landbouw

Vrijwel geen enkele melkveehouder wil een hoger slootpeil dan hij nu heeft. Als dit toch moet, wordt als voorwaarde gesteld dat in ieder geval een redelijk groot deel een goede drooglegging heeft van minimaal 60 cm op veengronden en 70 cm op kleigronden. De belangrijkste bezwaren van slootpeilverhogingen zijn de kortere beweidingperiode, de insparing van werktuigen, inkomensdaling, beperking van de bedrijfsontwikkeling, de slechtere benutting van mineralen, de lagere kwantiteit en kwaliteit van de grasproductie en de risico's voor de diergezondheid (Ham et al., 1998). De lagere kwantiteit van de grasproductie wordt vooral veroorzaakt door natschade. Natschade ontstaat door verdrinking, een korter groeiseizoen (vanwege verminderde bewerkings- en beweidingsmogelijkheden), structuurafname (vertrapping) en verminderde stikstofbeschikbaarheid. De verminderde stikstofbeschikbaarheid ontstaat niet alleen doordat meer stikstof uit- en afspoeld en denitrificeerd, maar ook omdat, door de beperking van de mineralisatie, minder stikstof vrij komt uit het veen.

In het onderzoeksrapport van Remkens et al., 2007 is aangegeven dat productietechnisch een drooglegging van 70 cm na moet worden gestreefd. Bij verlaging van een drooglegging naar 20 cm neemt de opbrengst in droge stof met meer dan 25 % af (zie Figuur 9). Van der Ploeg (2001) geeft aan dat een verlaging van de

drooglegging van 60 cm naar 30 tot 40 cm een inkomstenderving van ca 200 EURO per ha kost.

Na overleg met een aantal specialisten op het gebied van drooglegging en mogelijkheden voor landbouw in het veenweidegebied is geconcludeerd dat een drooglegging van minimaal 30 cm toch zeker noodzakelijk is. Daarbij is er rekening mee gehouden dat de polder Groot Mijdrecht een kwelgebied is. In een gebied zonder kwel, zoals bij de proefboerderij Zegveld, kan zelfs bij een drooglegging van 20 cm nog geboerd worden. Daar hoort wel bij dat er ook nog een aantal percelen (liefst de helft van het bedrijf) met een betere drooglegging ter beschikking moeten staan. Indien dit niet het geval is, dan is de bedrijfszekerheid nihil en is landbouw op commerciële basis niet goed mogelijk. Ook zullen de koeien dan regelmatig in de zomer op stal moeten.

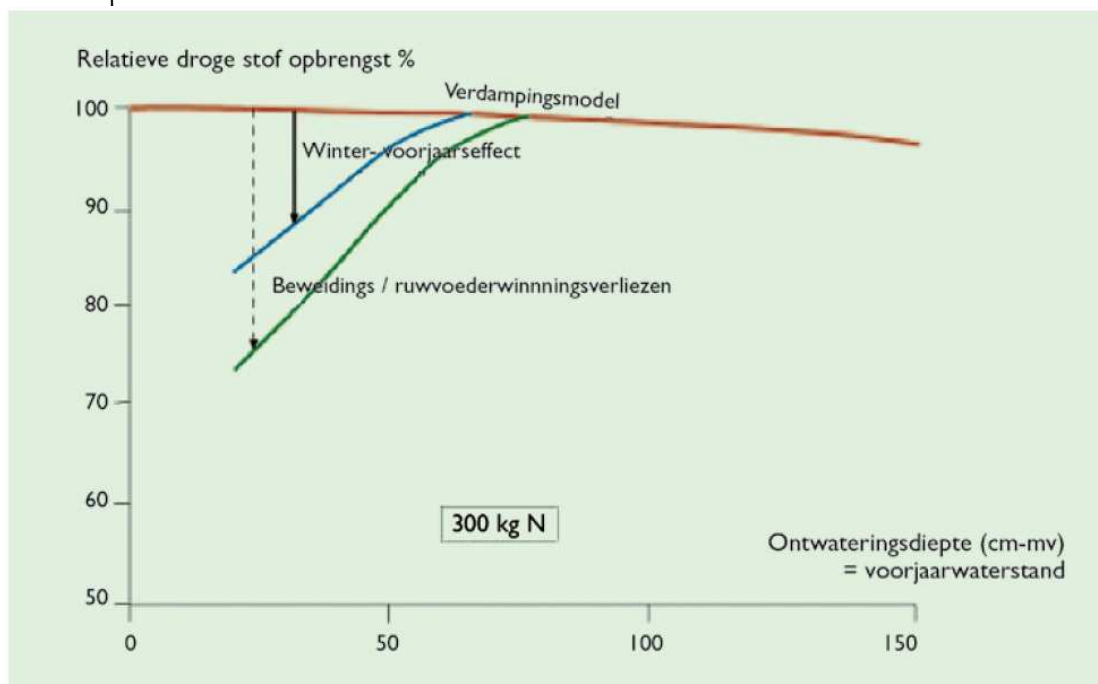


Fig. 11. Effect van de ontwateringsdiepte (drooglegging) op de relatieve droge stof opbrengst.
Bron: van wijk en Feddes, 1975 geciteerd door Remkes et al., 2007.

Uit het proefschrift van van der Ploeg (2001) blijkt al dat te veel percelen met een te geringe drooglegging de boer enkele duizenden euro's per jaar inkomstenderving kost. Voor een nauwkeuriger bepaling van de minimale drooglegging zou veel meer bekend moeten zijn over de grondwaterstanden (en daarmee de GHG en de GLG). Waarschijnlijk kunnen in de zomer de grondwaterstanden in de westelijke helft van de polder door de afsluitende werking van de klei-ondergrond dieper worden dan in het oostelijk gebied, waar de veenondergrond een grotere doorlatendheid heeft en sterker door de kwel wordt beïnvloed. Daar staat tegenover dat in natte perioden het oostelijk deel sneller droog is dan de kleigebieden in het westelijk deel. Verder is de individuele bedrijfssituatie van groot belang. Per bedrijfssituatie kan de waarde van een aantal percelen nogal verschillen.

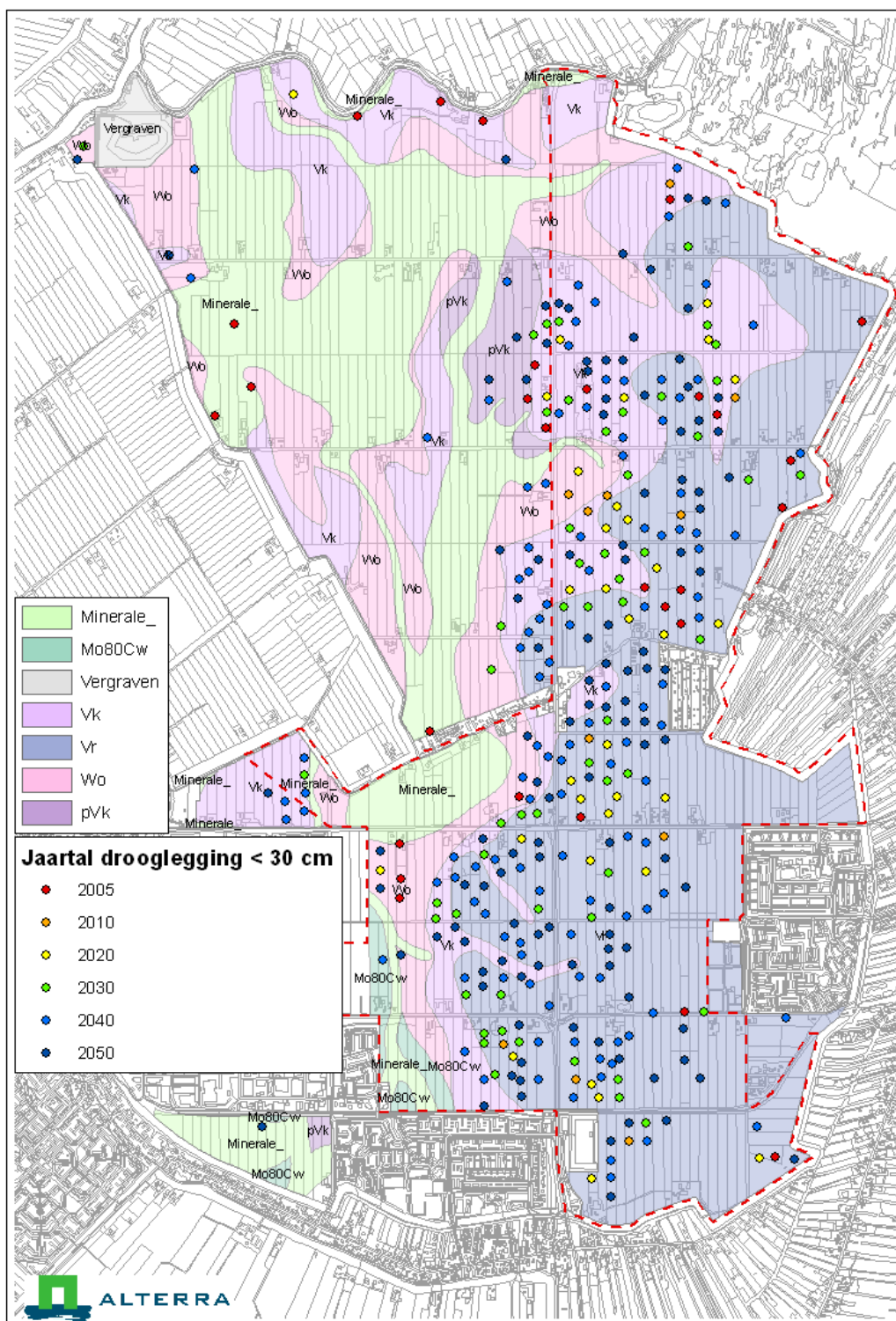
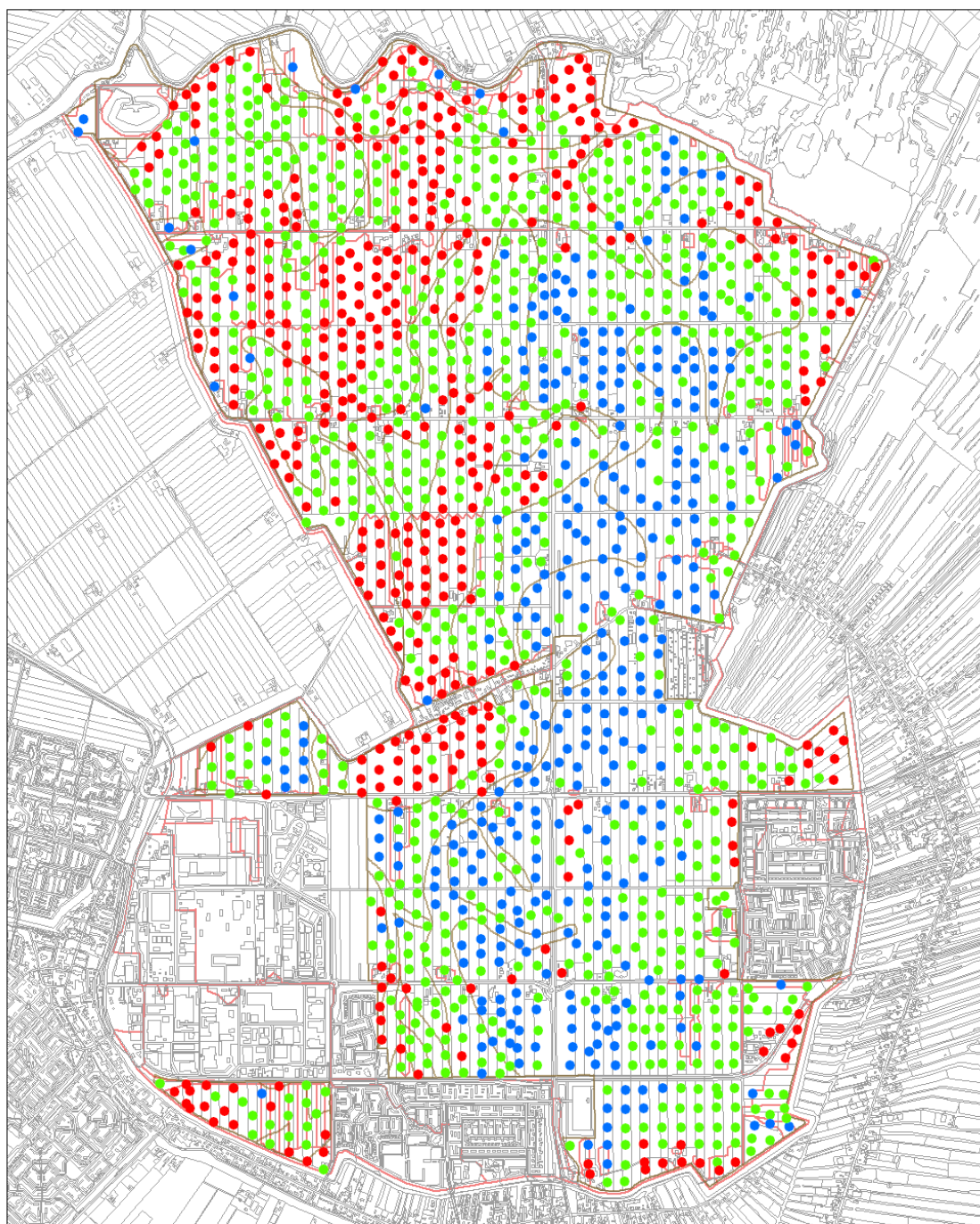


Fig. 12. De bolletjes geven aan wanneer bij de strategie 'Niets Doen' bij een bepaald punt het maaiveld zoveel is gedaald dat de drooglegging kleiner wordt dan 30 cm. NB met de rode streeplijn is het gebied aangegeven dat bij de strategie 'De Venen' een slootpeil van -6,40 m NAP krijgt.

Zelfs percelen met een minimale drooglegging kunnen een waarde hebben als dit betekent dat daarmee voldoende ruimte ontstaat om alle mest uit te rijden. Dit gebeurt dan vaak niet op de (te) natte percelen, maar op de drogere percelen van het bedrijf.

Beschouwing van een aantal kaarten met de drooglegging bij de strategie Niets Doen in 2005, 2010, 2020, 2030, 2040 en 2050 laat zien dat al in 2005 een aantal percelen in het centrum nog maar net aan het criterium van 30 cm drooglegging voldoet. In Figuur 12 is aangegeven hoe in de loop der jaren steeds meer punten een drooglegging krijgen die kleiner is dan 30 cm. In het noordwestelijk deel, dat in de strategie De Venen niet wordt vernat, zijn de droogleggingen in het algemeen groter dan 50 cm en in een enkel geval iets minder dan 40 cm. In 2010 is de situatie nog niet veel veranderd en pas in 2020 zijn op het oostelijk deel gebieden met aaneengesloten percelen herkenbaar die de drooglegging van 30 cm niet halen. In het noordwestelijk deel is in enkele punten de drooglegging te klein geworden. In 2030 zijn de gebieden in het oostelijk deel met een te geringe drooglegging wat verder uitgebreid. Het overgrote deel heeft echter nog voldoende drooglegging. In het noordwestelijk deel is nu op halverwege de grens met het oostelijk deel een klein gebied met te geringe drooglegging. Ook in het midden van het zuidelijk gedeelte begint de drooglegging te weinig te worden. In 2040 beginnen in het oostelijk deel en het zuidelijk deel verschillende gebieden met te geringe drooglegging zich aaneen te sluiten. In het noordwestelijk deel is de drooglegging in het overgrote deel nog voldoende, hoewel op de grens met het oostelijk gebied plekken ontstaan waar de drooglegging te klein wordt. In 2050 is de situatie in het oostelijk en zuidelijk deel verder iets verslechterd. Zie ook Figuur 13. Het centrumgedeelte is min of meer aaneengesloten en niet meer geschikt voor landbouw. Daaromheen is nog steeds landbouw mogelijk. Op het noordwestelijk deel blijft de toename van het oppervlak met te weinig drooglegging beperkt. Er zijn wel grote delen waar de drooglegging rond de 40 cm ligt, maar het deel met een drooglegging minder dan 30 cm is nog niet groot. In het noordwestelijk deel zijn ook nog veel gronden met een voldoende drooglegging.

Voor een boer is de compensatie van percelen met een slechte of matige drooglegging met een aantal percelen met een goede ontwatering van groot belang om het risico dat de koeien in een natte periode op stal moeten worden gezet te beperken en om in een nat jaar in ieder geval nog een groot deel van het ruw voer zelf te kunnen winnen. Een probleem is wel dat het kan zijn dat de verdeling van percelen die steeds natter worden eenzijdig bij een paar boeren terecht komen. Een ander aspect is dat door het verdwijnen van de veenlaag een ondergrond tevoorschijn komt met grotere hoogteverschillen dan men in het veenweidegebied gewend is. Door de in veel gevallen beperkte drooglegging treden al snel natte plekken in het perceel op, wat de bedrijfsvoering en inzet van de percelen voor beweiden bemoeilijkt en extra vertrapping en opbrengstverlies geeft. Dit maakt egaliseren en een zekere herindeling van de percelen noodzakelijk.



Droogleggingsklasse [cm - MV]
Peilbeheer Actueel

Jaar 2050

- < 30
- 30 - 60
- > 60



0 0.25 0.5 1 1.5 2 Kilometer

Fig. 13. Droogleggingsklassen in 2050 bij de strategie 'Niets Doen'. Landbouwtechnisch gezien is een drooglegging < 30 cm zeer slecht, 30 – 60 cm matig en > 60 cm redelijk tot goed.

Bij de strategie De Venen is de analyse voor het noordwestelijk deel hetzelfde als dat van de strategie Niets Doen. Wel moet worden bedacht dat hoewel de drooglegging van het noordwestelijk deel van de polder bij beide strategieën hetzelfde is, de grondwaterstand door de peilverhoging in het gebied 'De Venen' zal leiden tot hogere grondwaterstanden in het noordwestelijk deel. Het perspectief voor de landbouw gebaseerd op de drooglegging is dus enigszins te optimistisch. Voor een betere voorspelling zijn echter betrouwbare grondwaterstanden nodig.

Door de grote peilverhoging in het oostelijk en zuidelijk deel bij de strategie De Venen, wordt bij invoering in één keer de drooglegging daar nog slechter dan de situatie in 2050 bij de strategie Niets Doen. Alleen in het noordelijk deel en wat randgebieden zou nog landbouw mogelijk zijn.

4 Conclusies

Conclusies

De toekomst van de polder Groot Mijdrecht als landbouw- of natuurgebied en zelfs als woongebied valt goed aan de hand van de bodemkaart te analyseren. De diepere veengebieden (Vr) en de veengebieden met een kleiondergrond dalen momenteel met 4 tot 5 mm per jaar en kunnen nog meer dan een meter zakken. Bij handhaving van de huidige peilen (strategie Niets Doen) ontstaan langzaam droogleggingen die de landbouw onmogelijk maken. In 2005 zijn al delen in het centrum van het veengebied zo slecht ontwaterd dat de landbouw beperkt wordt. De eerste 10 tot 20 jaar verslechtert de situatie landbouwkundig gezien wel en in het centrum groeit het deel waar de landbouw sterk beperkt wordt. In 2050 is de maaivelddaling in het veengebied door de steeds geringer wordende drooglegging afgenomen tot 3 tot 4 mm per jaar. De droogleggingen zijn dan zo gering dat in het overgrote deel van de veengebieden de landbouw beperkt of helemaal onmogelijk is.

In de strategie De Venen worden voornamelijk de veengebieden vernat. Alle veengebieden worden daardoor zo nat dat dit een keuze is voor natuur en de landbouw in het gebied wordt opgegeven. In het noordelijk deel en aan de randen blijft nog landbouw mogelijk.

Voor beide strategieën is de situatie in het noordwestelijk deel van de polder gelijk. Uit de bodemkaart volgt dat een groot deel van dit gebied uit kleigronden en moerige grond bestaat. Daarnaast bestaat er nog een aanzienlijk deel met veen op een kleiondergrond. Op deze veengronden wordt de ontwatering op den duur zo slecht dat landbouw onmogelijk wordt. Tot 2050 is de drooglegging in het grootste deel van deze veengebieden echter nog voldoende om (suboptimaal) landbouw te bedrijven. Op de moerige gronden worden de droogleggingen wel ongunstiger maar landbouw blijft mogelijk. Concluderend kan worden gesteld dat de landbouw in het noordwestelijk deel nog lange tijd onder redelijk goede tot matige omstandigheden kan doorgaan en alleen in een beperkt gedeelte de landbouw niet meer goed mogelijk zal worden.

Conclusies en aanbevelingen ter verbetering van de voorspellingen

Uit het onderzoek zijn een aantal conclusies te trekken en aanbevelingen te doen ter verbetering van de voorspellingen en verificatie van de gevonden maaivelddalingen. Een zwak punt is de vaststelling van de continue maaivelddaling van de ondergrond. De maaivelddaling van de minerale gronden waar al meer dan een halve eeuw geleden de veenlaag is verdwenen is daarvoor een goede maat, maar deze kon maar zeer onnauwkeurig worden vastgesteld op ca 2 mm per jaar. Een goede verklaring voor deze maaivelddaling kon niet worden gevonden. Het kan goed zijn dat de zakking van de ondergrond minder is dan deze 2 mm. Daarmee zou de situatie in vooral het noordwestelijk deel iets te ongunstig zijn vastgesteld. Voor de veengebieden zal dit echter weinig uitmaken. Een tweede aspect is dat op de

bodemkaart de natuurlijke overgang van een moerige grond naar een veengrond met kleiondergrond in het model inhoudt dat op de grens de veendiepte in één klap van 30 cm naar 100 cm diepte zakt. Eigenlijk zou minimaal een tussenstap moeten gemaakt. Eigenlijk geldt dit zelfs ook voor de overgang van een minerale grond naar een moerige grond. Met behulp van de originele boringen van de recente bodemkaart zou dit mogelijk moeten zijn.

Het model kan worden verbeterd door aan te nemen dat de gebieden of locaties waar nu grotere verschillen tussen gemeten en voorspelde hoogten optreden ook in de toekomst de gebieden zijn waar minder nauwkeurige voorspellingen mogelijk zijn. Met geostatistiek zou dan naast een lokale schatting van de nauwkeurigheid ook een lokale bijstelling van modelvoorspelling kunnen worden gemaakt afhankelijk van de residuen.

Verdere mogelijkheden om het model en de presentatie van de resultaten te verbeteren zijn het digitaliseren van de vrij gedetailleerde bodemkaart van 1951 (Bennema, 1952) en deze opnieuw te interpreteren om de kleigebieden en de veendiepten op dat moment goed in beeld te krijgen. Daarnaast zou de in 2005 door Waternet gecorrigeerde AHN boven water moeten komen om meer vlakdekkend de resultaten te presenteren.

Een goede en redelijk goedkope verbetering van de modellering van de maaiveldddaling zou het gebruik van berekende (uit het grondwatermodel) en gemeten GLG waarden kunnen zijn. Daarnaast zijn voor het vaststellen van de mogelijkheden van de landbouw de GHG waarden noodzakelijk.

In de nabije toekomst kan een goede verificatie van de berekende maaiveldddalingen worden verkregen door de waterpassing van hoogten in raaien die in de winter van 2005 is gedaan opnieuw uit te voeren. Deze metingen zullen waarschijnlijk een goed inzicht geven in de werkelijk optredende maaiveldddalingen.

5 Literatuur

- Akker, J.J.H. van den, J. Beuving, R.F.A. Hendriks en R.J. Wolleswinkel, 2007. Maaiveldddaling, afbraak en CO₂ emissie van Nederlandse veenweidegebieden. Leidraad Bodembescherming, Sdu, Den Haag, 32 p
- Bennema, J., 1952. De bodemkartering van de droogmakerij Groot Mijdsrecht. Stiboka rapport 287.
- Ham, A. van den, T. de Haan & H. Prins (1998). Melkveehouderij tussen te nat en te droog. Landbouw Economisch Instituut, publicatie 3.169.
- Langejan, A., 1977. Grondmechanica. Deel 1. Collegedictaat, Delft, TH Delft, Afdeling Civiele Techniek.
- Ploeg, B. van der (2001). Het Weigevoel in het Groene Hart van de Randstad: een studie onder melkveehouders in het Westelijk Veenweidegebied naar hun bereidheid en mogelijkheden zich te ontwikkelen van productieboer tot plattelandsondernemer. Proefschrift Wageningen Universiteit.
- Remkes, J.W., K. d'Angremont, M. Donze, R.A. Feddes, P. Vellinga en P. Huisman, 2007. Water en Bodemdaling in Groot-Mijdsrecht. Rapport van de Onderzoekscommissie Water en Bodemdaling Groot-Mijdsrecht Noord. Utrecht. RDNAP. Rijksdriehoeksmeting en NAP voor Normaal Amsterdams Peil, website van de Nederlandse Geometrische Infrastructuur: <http://www.rdnap.nl/algemeen/hoogte/bodembeweging.html>
- Stouthamer, E., H.J.A. Berendsen, J. Peeters & M.T.I.J. Bouman, 2008. Een nieuwe bodemkartering op schaal 1:25.000 van de veengebieden in de Provincie Utrecht
- Wijk, A.L.M. van en R.A. Feddes, 1975. Invloed van de waterhuishouding op de opbrengst van Landbouwgewassen. Wageningen, Nota ICW 867.

Bijlage 1

Historische maaiveldhoogten langs de Proosdijer dwarstocht

J. Mankor, Provincie Utrecht

Inleiding

Naast de gegevens die gebruikt zijn voor het bodemdalingsmodel, zijn er meer historische gegevens van bodemhoogten. Het betreft gegevens van de hoogteligging van de meerbodem vlak voor de drooglegging (Anonymus, 1865) en gegevens van de waterpassingen van Reintjes (1902). Deze extra gegevens kunnen gebruikt worden voor een verificatie en visualisatie van de bodemdaling in Groot-Mijdrecht.

Materiaal

In 1865 is langs een aantal raaen op de toenmalige plas de bodemhoogte t.o.v. AP¹ ingemeten, alsmede een bodemprofiel, helaas niet tot op de zandondergrond.



Figuur 1 Boringen in Groot-Mijdrecht Noord

De groene punten geven de gegevens uit Dino weer, de gele betreffen de boringen van Reintjes (1902) en de bruine die van Anonymus (1865).

¹ Het AP is de voorloper van het NAP (tot ca 1885). Voor de regio rond Mijdrecht was het AP 6 cm hoger dan het NAP.

Reintjes heeft waterpassingen gedaan langs de dwarswegen en dwarstochten en ook langs deze raaien bodemprofielen gemaakt, deze reiken wel tot op de zandondergrond. De figuren uit het kaartmateriaal van 1865 en 1902 zijn gedigitaliseerd. Op figuur 1 is de ligging van al deze meetpunten in Groot-Mijdrecht Noord aangegeven.

De maaiveldhoogte langs de Proosdijer dwarstocht was het meest bruikbaar om een dwarsdoorsnede over de polder te maken die vier perioden met een tussenpoos van telkens ca 50 jaar beschrijft (1865, 1902, 1950, 2004). De voornaamste reden is dat langs deze dwarstocht in 1865 de meeste metingen liggen.

Resultaat

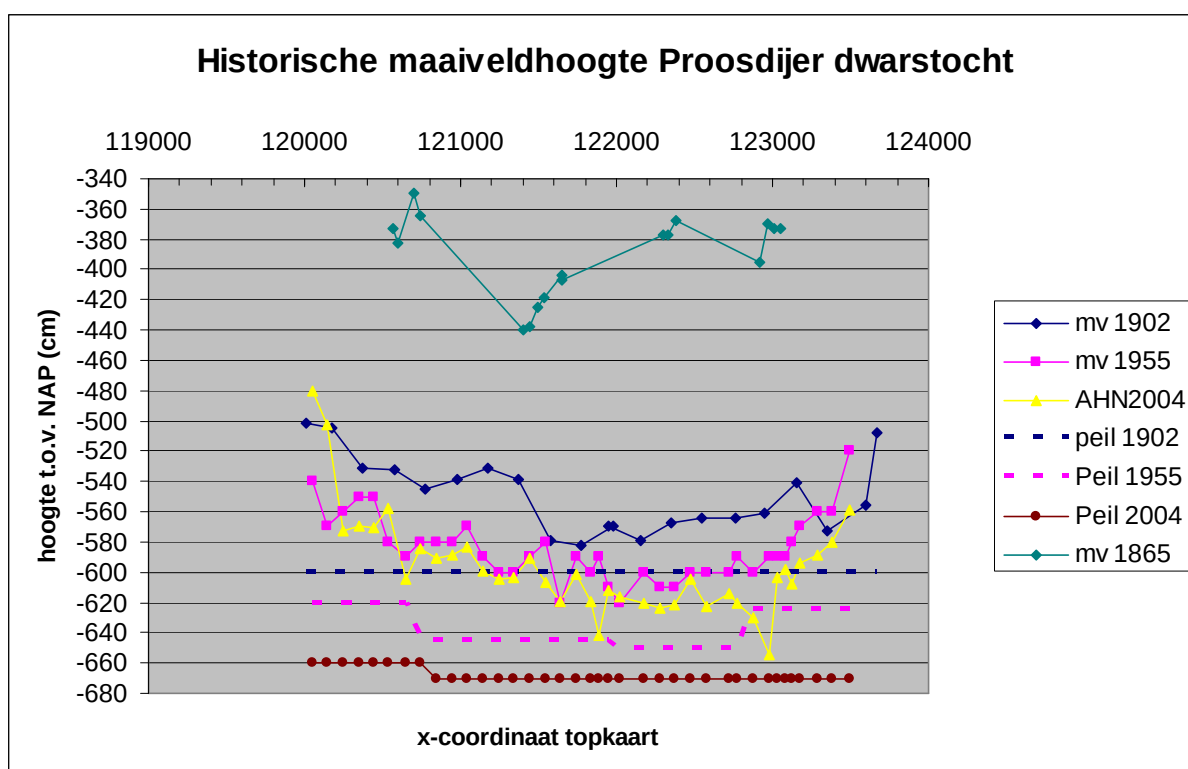
De dwarsdoorsnede van de maaiveldhoogten is gegeven in figuur 2, daarin zijn ook de polderpeilen aangegeven, behalve die in 1865 (-1.10 beneden AP). Het volgende kan worden geconcludeerd:

Door de drooglegging van Groot Mijdrecht is het maaiveld tot 1902 met ca 2 meter gedaald. In het oostelijk deel is de daling het grootst.

Hierdoor is rond 1902 de situatie ontstaan dat het oostelijk deel van Groot-Mijdrecht lager ligt dan het westelijk deel. Daar heersen dan plaatselijk droogleggingen van 20 cm.

Tussen 1902 en 1950 zet de bodemdaling zich voort. In het westen is de bodemdaling wat groter dan in het oosten.

Ook na 1950 zet de bodemdaling zich voort. Nu is de bodemdaling in het oosten juist iets groter dan in het westen.



Soms geven de meetgegevens aan dat de bodem gestegen is. Dat kan te maken hebben met meetfouten, maar het kan ook reëel zijn. Materiaal dat vrij komt bij het schonen of verbeteren (bijv rond 1960) van de dwarstochten kan op de kant gelegd zijn.

Discussie

De grote bodemdaling vlak na de drooglegging bestaat ongetwijfeld voor een groot deel uit zetting: het verschil tussen de oorspronkelijke bodemligging en het eerste polderpeil lag rond de 2 meter. De grotere daling in het oostelijk deel heeft dan te maken met de grotere zettingsgevoeligheid van veen, dat daar een veel groter deel van de deklaag uitmaakt dan in het westen. Zetting speelde ook een grote rol in de omgeving. Men was genoodzaakt, het peil van -1.30 m AP vlak voor drooglegging te verlagen naar -1.70 AP vlak er na (Reintjes, 1902).

Na 1902 is oxidatie van veen relatief een veel grotere rol gaan spelen. Uit de bodemprofielen van Reintjes blijkt dat bijna overal veen aan het oppervlakte ligt. Het is daardoor te verklaren dat de bodemdaling in het westelijk en oostelijk deel van Groot-Mijdrecht ongeveer even groot is, zij het in het oosten iets minder als gevolg van de kleinere drooglegging daar. Vanaf ca. 1950 begint plaatselijk het veen op te raken (zie Bennema 1952 en Poelman 1966) de bodemdaling vermindert dan naar de ca. 2 mm/jr zoals in dit rapport aangegeven. Omdat in het oosten het veen dik is, gaat de veenoxidatie daar door. De totale bodemdaling is daarom het grootst in het oostelijke deel.

Literatuur

- Anonymus, 1865. Kaartmateriaal bij de concessieaanvraag voor Groot Mijdrecht
- Bennema, J., 1952. De bodemkartering van de droogmakerij Groot Mijdrecht. Stiboka rapport 287.
- Poelman. 1966. De bodem van Utrecht – Toelichting bij blad 6 van de bodemkaart van Nederland. Stiboka.
- Reintjes A.B.. 1902. Rapport inzake het waterschap Groot Mijdrecht.

