

Kansen voor trilveen

Ecohydrologisch onderzoek in de Noordmanen

Afstudeeronderwerp in opdracht van:



**VAN HALL
LARENSTEIN**
PART OF WAGeningen UR

K.A. Vlaanderen
R.L. Visser
23 juni 2010 (herzien)

Verantwoording

Titel : Kansen voor trilveen
Subtitel : Ecohydrologisch onderzoek in de Noordmanen
Opdrachtgever : Grontmij
Projectnummer : 2010-01
Kader : Een afstudeerproject van Hogeschool Van Hall Larenstein
Auteurs : K.A. Vlaanderen en R.L. Visser
E-mail adres : oike@xs4all.nl , repe.visser@hetnet.nl

Trefwoorden : Trilveen; Weerribben; Verdroging

Begeleiders : Giel Bongers Van Hall Larenstein Velp
Martin Jansen Van Hall Larenstein Leeuwarden
Ru Bijlsma Grontmij Nederland

Uitgever : Van Hall Larenstein
Plaats : Velp
Datum : 23 juni 2010 (herzien)

Contact : Oike Vlaanderen
Abel Tasmanplein 17
9726 EL Groningen

Voorwoord

U staat op het punt om het moeras in te duiken! Daarmee start de inleiding van dit onderzoek waar wij, in het kader de afstudeerrichting Ecohydrologie (Van Hall Larenstein), de afgelopen 6 maanden hard aan hebben gewerkt.

Het idee om in de Noordmanen onderzoek te doen naar 'Kansen voor trilveen' kwam tot stand na overleg met Ru Bijlsma en Sandra Schunselaar van Grontmij. In de aangrenzende polder Wetering-West zou in eerste instantie hoogwaardige natuur gerealiseerd worden volgens het Natuurbeheerplan van provincie Overijssel. In polder Wetering-West is ontwikkeling van hoogwaardige natuur niet meer mogelijk vanwege andere inrichtingsplannen.

De start van het onderzoek was spannend. Er was geen budget voor het uitvoeren van onderzoek. Via verschillende wegen is getracht sponsoren te vinden die dit onderzoek een warm hart toe willen dragen. Helaas vielen aangeschreven sponsoren één voor één af en leek het onderzoek uit te lopen op een nachtmerrie. Uiteindelijk zijn de bodemanalyses kosteloos uitgevoerd door onderzoekcentrum B-WARE, dat deel uitmaakt van het Institute for Water and Wetland Research (IWWR) van de Radboud Universiteit Nijmegen. Alcontrol Laboratories te Rotterdam was bereid om de grondwatermonsters te analyseren en heeft zo het onderzoek gesponsord. Zonder deze medewerking van deze instellingen hadden wij het onderzoek niet kunnen uitvoeren. Dank hiervoor!

We konden nu met een goed gevoel het moeras in voor onderzoek. Wij belandden inderdaad in een moeras van informatie uit diverse onderzoeken met verschillende in- en uitgangspunten wat betreft de ontwikkeling van overgangs- en trilveen. Wij hebben slechts een klein deel van de vele processen die daarbij spelen onderzocht.

Ru Bijlsma heeft ons als externe begeleider van Grontmij, met raad en daad geholpen om ons hoofd boven water te houden. De opbouwende kritiek van Giel Bongers en Martin Jansen heeft ons verder uit het moeras omhoog getrokken. Wij willen hen daarvoor hartelijk bedanken.

Peter Mekink en René Prakken waren van onschatbare waarde tijdens het veldwerk.

Fons Smolders (B-WARE) zijn wij erkentelijk voor de tijd die hij genomen heeft om de bodemanalyses met ons te bespreken

Erica Zwanenburg heeft als betrokken bewoner uit het gebied verschillende keren de peilbuizen ingemeten. Daarmee heeft ze ons veel tijd bespaard.

Onder begeleiding van terreinbeheerder Jeroen Breedenbeek (SBB) hebben wij het gebied de Noordmanen leren kennen en kregen wij inzicht in de problematiek die daar speelt.

Tot slot willen wij ons thuisfront héél hartelijk bedanken voor de steun die wij hebben ontvangen in de afgelopen jaren.

Velp, 3 juni 2010

K.A. Vlaanderen

R.L. Visser

Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door de medewerking van:



ALcontrol Laboratories



Grontmij

Samenvatting

In de kop van Overijssel ligt Nationaal Park Weerribben-Wieden, het grootste laagveenmoeras van Nederland. De Weerribben en de Wieden zijn aangewezen als Natura 2000-gebied, wat hun belang voor de Europese natuur benadrukt. Er bestaat echter geen natte verbinding tussen de kerngebieden van de Weerribben en de Wieden. Dit rapport spitst zich toe op de zuidelijke punt van de Weerribben, lokaal bekend als de Noordmanen. Binnen de begrenzing van Natura 2000 vormt de Noordmanen de schakel tussen de Weerribben en de Wieden. Het gebied is sterk verdroogd door grote drooglegging en daaraan gekoppelde diepe ontwatering, waardoor het veen is afgebroken en de vegetatie is verruigd. Momenteel vormt het dus meer een barrière dan een verbinding voor de planten en dieren die van moerasnatuur afhankelijk zijn. Centraal in dit onderzoek staat de mogelijkheid om hoogwaardige natte natuur te ontwikkelen in de Noordmanen. Als doeltype voor hoogwaardige natte natuur is gekozen voor de meest soortenrijke variant: trilveen van de Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge, valt onder het Europese habitatype Overgangs- en trilveen (H7140a). Trilveen ontstaat als verlandingsvegetatie in voedselarm, zwak zuur en basenrijk open water dat beschut ligt voor golfslag en windwerking. De Noordmanen bestaat uit een afwisseling van dichtgegroeide petgaten, rietlanden, grasland dat met zand is opgehoogd, struweel en broekbossen. Van de Noordmanen was onvoldoende informatie beschikbaar over de bodemopbouw, waterhuishouding en voedselrijkdom om een uitspraak te kunnen doen over de geschiktheid van het gebied voor ontwikkeling van trilveen. Onderzocht is hoe het ecohydrologisch systeem in de Noordmanen werkt en in hoeverre hydrologie, bodem- en waterkwaliteit voldoen aan de eisen die trilveen aan zijn omgeving stelt. Om een moerasvegetatie te krijgen zal het gebied vernat moeten worden. Dit onderzoek verschaft inzicht in het risico van interne eutrofiëring en geeft aan met welke maatregelen dat is te beperken.

Allereerst is uit bestaande literatuur informatie gehaald over de eisen die de Associatie van Schorpioenmos en Ronde Zegge aan zijn standplaats stelt. Daar waar geen specifieke informatie beschikbaar was, zijn de waarden genomen die gelden voor trilveen of soortenrijke vegetaties in het algemeen. Voor het veldwerk zijn twee raaien van oost naar west over het gebied getrokken. Langs elke raai zijn op vier plaatsen peilbuizen geplaatst en bodemonsters genomen. In de peilbuizen is tweewekelijks de waterstand gemeten. De peilbuizen zijn eenmaal bemonsterd; gelijktijdig zijn oppervlaktewatermonsters genomen. De bodem- en watermonsters zijn geanalyseerd op nutriënten en (macro-)ionen. Met deze gegevens is enerzijds bekeken in hoeverre de bodem- en waterkwaliteit aan de standplaatsen van trilveen voldoet. Anderzijds is uit de gegevens inzicht verkregen hoe het ecohydrologisch systeem in de Noordmanen werkt. Een voorbehoud moet worden gemaakt ten aanzien van de bevindingen. Om een gedegen ecohydrologische systeemanalyse te maken dient het gebied over een langere periode en in verschillende seizoenen gemonitord te worden.

Uit het verloop van de zuurgraad en de elektrische geleidbaarheid van de bodem is opgemaakt dat er regenwaterlenzen aanwezig zijn. Dieper in de bodem is aanvoer van ijzer- en carbonaatrijk grondwater geconstateerd. Het grondwater wordt echter afgevangen door de diep in de zandbodem uitgegraven watergangen, waardoor de kwel niet de wortelzone kan bereiken.

De belangrijkste voorwaarde voor het ontstaan van trilveen is beschut liggend open water. Dit soort waterpartijen zijn momenteel niet aanwezig in de Noordmanen en zullen dus gegraven moeten worden. Vervolgens hangt het af van de bodem- en waterkwaliteit en de waterhuishouding of verlanding via trilveenvegetaties op gang kan komen.

Het waterpeil in de watergangen van de Noordmanen staat nu anderhalve meter beneden maaiveld. Dat zal omhoog moeten naar 20 cm beneden maaiveld ter plaatse van de nieuw te graven petgaten. Het oppervlaktewater is rijk aan nutriënten fosfaat, nitraat en sulfaat, wat ongunstig is voor trilveen. Het grondwater heeft de juiste zuurgraad, maar is op een aantal locaties nog te voedselrijk. De veenbodem is door de verdroging in sterke mate gehumificeerd ten gevolge van indringing van zuurstof. Daarnaast zijn voedingstoffen aangevoerd door agrarisch gebruik en depositie vanuit de lucht. Vooral de

bovenste lagen van de bodem zijn daardoor voedselrijk. Ammonium is in het gehele bodemprofiel vertegenwoordigd. Door de aanwezigheid van pyriet in de bodem bestaat het risico van interne eutrofiëring.

Om een gunstige abiotische situatie te creëren voor trilveenverlanding, zal in ieder geval de bovenste 50-80 centimeter van de bodem verwijderd moeten worden. Tegelijkertijd dient het grondwaterpeil verhoogd te worden. Om het afvangen van kwel tegen te gaan, kunnen de watergangen het beste met klei of leem verondiept worden. Overtollig regenwater kan via oppervlakkige begreppeling wegstromen, waardoor ook nutriënten uit de bodem afgevoerd worden. De meest kansrijke plekken voor trilveen zijn de voormalige petgaten. Op de rijkere graslandpercelen lijkt dotterbloemhooiland een haalbaar vegetatietype.



Turfwinning in de Weerribben (www.np-weerribbenwieden.nl)

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	5
Samenvatting	7
1	Inleiding..... 11
1.1	Het grootste laagveenmoeras van Nederland 11
1.2	Probleembeschrijving 11
1.3	Aanleiding voor het onderzoek 12
1.4	Probleemanalyse 12
1.5	Probleemdefinitie 12
1.6	Doelstelling 12
1.7	Onderzoeksvragen 12
1.8	Werkwijze..... 13
1.9	Opbouw van dit rapport..... 13
2	Gebiedsbeschrijving..... 15
2.1	Noordmanen 15
2.2	Geologie en geohydrologie 17
2.2.1	Geologie 17
2.2.2	Geohydrologie..... 18
2.3	Hydrologie..... 19
2.3.1	Grondwaterstanden en -stroming..... 19
2.3.2	Oppervlaktewaterhuishouding 19
2.4	Bodemkaart..... 20
3	Onderzoeksmethodiek 21
3.1	Keuze veldwerklocaties 21
3.2	Vegetatie..... 21
3.3	Bodembemonstering en -analyse 21
3.4	Waterbemonstering en –analyse 23
4	Optimale situatie habitatype overgangs- en trilveen 25
4.1	Interacties bij vorming van laagveen 25
4.2	Veeenvorming 26
4.3	Vegetatie..... 27
4.3.1	Trilveen 27
4.4	Kritische belastingen voor trilveen 28
5	Resultaten 31
5.1	Bodemprofielen..... 31
5.2	Bodemanalyse 33
5.3	pH-profielen 36
5.4	Waterkwaliteit..... 38
5.5	Watertype 40
5.6	EGV-profielen..... 42
5.7	Waterkwantiteit 43

5.8	Vegetatie.....	46
5.8.1	Vegetatiekartering 1998	46
6	Werking ecohydrologisch systeem in Noordmanen	49
6.1	Hydrologie en kwel	49
6.2	Oppervlaktewatersysteem.....	51
6.3	Voedselrijkdom en vegetatie	51
7	Kansen en knelpunten voor trilveenontwikkeling.....	53
7.1	Knelpunten.....	53
7.2	Kansen.....	54
7.3	Inrichtingsmaatregelen.....	55
7.4	Beheer	56
8	Conclusie, discussie en aanbevelingen	57
8.1	Conclusie	57
8.2	Discussie.....	57
8.3	Aanbevelingen.....	58
	Literatuurlijst	59
	Begrippenlijst.....	61

Bijlagen

Bijlage 1	Ligging Noordmanen in NW-Overijssel
Bijlage 2	Oppervlaktewatersysteem
Bijlage 3	Locatie peilbuizen en metingen
	3-1 Locatie peilbuizen en prikstokmetingen
	3-2 Metingen peilbuizen 32 en 58
Bijlage 4	Boorprofielen
Bijlage 5	Analyseresultaten grondmonsters
Bijlage 6	Maion-diagram
Bijlage 7	EGV-metingen en verwerking
	7-1 Prikstokijking
	7-2 Prikstokmetingen
	7-3 Regressievergelijking
	7-4 Watertyperingen EGV-meting
Bijlage 8	Eigenschappen peilbuizen
Bijlage 9	Stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket
Bijlage 10	Vegetatiekartering 1998

1 Inleiding

U staat op het punt om het moeras in te duiken! U staat voor de keus a: stoppen en niet verder lezen of b: u aan de hand laten meenemen om te ontdekken of het moeras zich nog kan ontwikkelen en uitbreiden in de beoogde ecologische verbindingszone tussen de Weerribben en de Wieden.

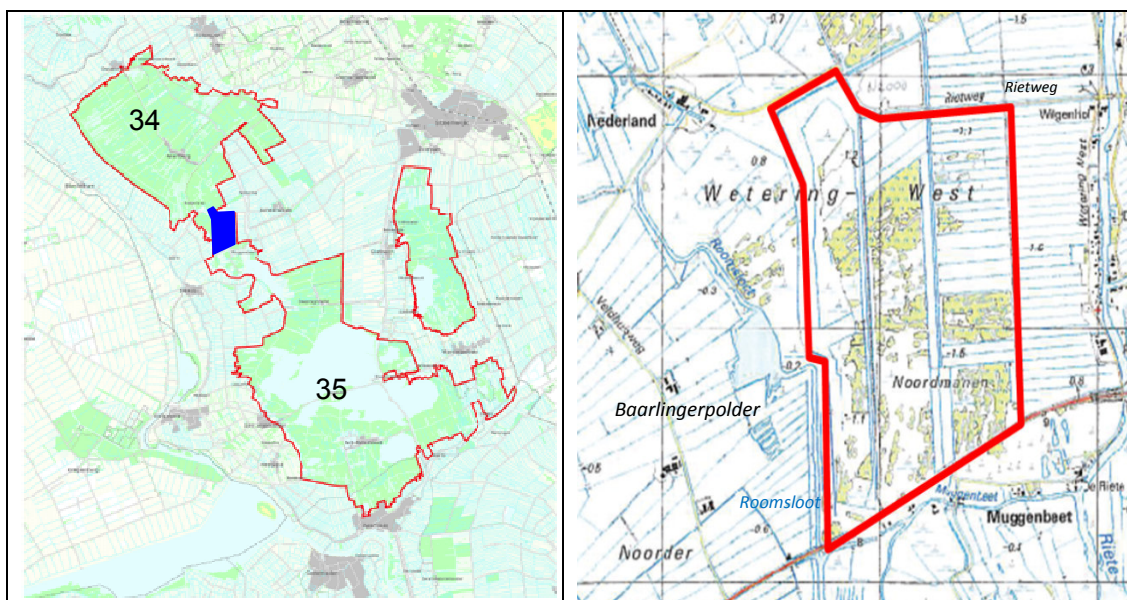
1.1 Het grootste laagveenmoeras van Nederland

In de kop van Overijssel ligt het grootste aaneengesloten laagveenmoeras van Nederland: Nationaal Park Weerribben-Wieden. Het gebied heeft een eigen karakter door de afwisseling van moerassen, rietvelden, moerasbossen, petgaten, legakkers, grote plassen en veenweiden. Door de verscheidenheid van het landschap herbergt het gebied veel bijzondere soorten planten en dieren.

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft in november 2006 de Wieden en de Weerribben aangewezen als Natura2000-gebied. Daarmee heeft de Nederlandse overheid aangegeven dat deze gebieden binnen Europa uniek zijn, en meer dan het behouden waard voor de biodiversiteit binnen Europa en voor toekomstige generaties.

1.2 Probleembeschrijving

De zuidelijke punt van de Weerribben ligt in de polder Wetering-West en is lokaal bekend als de Noordmanen. De Noordmanen maakt deel uit van de ecologische hoofdstructuur (EHS) en moet de verbinding vormen tussen de Weerribben (Natura 2000-gebied 34) en de Wieden (Natura 2000-gebied 35). Het gebied is echter sterk verdroogd door ontwatering van polder Wetering-West, met als gevolg verruiging van de vegetatie. Hierdoor is de Noordmanen juist een onderbreking van de natte habitats binnen het Nationaal Park in plaats van de verbinding die het zou moeten zijn volgens het provinciaal natuurbeleidsplan. In Figuur 1-1 is de ligging van de Noordmanen (blauw) weergegeven.



Figuur 1-1 Begrenzing Natura 2000-gebied Weerribben (34) en Wieden (35) (Provincie Overijssel) en ligging Noordmanen in polder Wetering-West (Kadaster)

Het onderzoeksgebied 'Noordmanen' ligt tussen de Roomsloot en de agrarische percelen die aansluiten op Wetering-West. In het zuiden wordt de grens gevormd door de provinciale weg N333 Steenwijk –

Blokkzijl en in het noorden door de Rietweg. In bijlage 1 is de ligging van de Noordmanen in Noordwest Overijssel aangegeven.

1.3 Aanleiding voor het onderzoek

Aanvankelijk was het de bedoeling om in de naastgelegen polder Wetering-West hoogwaardige natuur te ontwikkelen, met een mozaïek van laagveenmoeras, open water, rietland en natte schraalgraslanden (Natuurgebiedsplan Overijssel, 2008, p. 22). In het kader van WB21 (Waterbeheer 21^e eeuw) is de polder Wetering-West door waterschap Reest en Wieden aangewezen als locatie voor het realiseren van extra waterberging. Door de inrichting van Wetering-West als retentiegebied voor voedselrijk boezemwater vervalt daar de mogelijkheid voor het ontwikkelen van hoogwaardige nieuwe natuur.

Ter compensatie wil Staatsbosbeheer in de Noordmanen hoogwaardige natuur realiseren. Daarmee zou tevens invulling worden gegeven aan de provinciale doelstelling zoals verwoord in het Natuurbeheerplan provincie Overijssel, 22 september 2009: "versterking van de moerasverbinding tussen de Wieden en de Weerribben" (p. 12). Staatsbosbeheer geeft hierbij de voorkeur aan ontwikkeling van de verlandingsvegetatie 'Overgangs- en trilveen', in het kader van Natura 2000 beschreven als habitattype 7140a. Trilveen heeft een zeer soortenrijke vegetatie en is als habitattype in Nederland zeldzaam. Grontmij is betrokken bij verschillende projecten voor ontwikkeling van nieuwe natuur in Noordwest Overijssel en heeft opdracht gegeven te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn voor ontwikkeling van trilveen in de Noordmanen.

1.4 Probleemanalyse

In de huidige verdroogde toestand van de Noordmanen is de ontwikkeling van hoogwaardige verlandingsvegetaties niet haalbaar. Hierdoor voldoet de provincie Overijssel niet aan haar verantwoordelijkheid voor het behoud en de verbetering van kwaliteit van een bijzonder laagveenmoeras, hetgeen uiteindelijk door Europa wordt verlangd. De koppeling van de natte natuurgebieden Wieden en Weerribben komt nu niet tot stand, hetgeen migratie van flora en fauna binnen het Nationaal Park Weerribben-Wieden hindert. Eigenaar Staatsbosbeheer heeft niet de vrije hand in het beheer van de Noordmanen, omdat op een groot gedeelte pachtcontracten rusten.

1.5 Probleemdefinitie

Van het gebied de Noordmanen is onvoldoende informatie beschikbaar over de huidige bodemopbouw, de voedselrijkdom van de bovengrond, het grondwater en de waterhuishouding, om inrichtingsmaatregelen op te kunnen stellen voor ontwikkeling van hoogwaardige natuur. Voor het kunnen realiseren van hoogwaardige natuur in deze EHS is enerzijds onderzoek nodig naar de optimale situatie voor trilveen en anderzijds naar de huidige situatie in het gebied de Noordmanen.

1.6 Doelstelling

Doel van dit onderzoek is het krijgen van inzicht in de ontwikkelingsmogelijkheden van trilveen in de Noordmanen, door het geven van inzicht in het functioneren van het ecohydrologisch systeem van het gebied.

1.7 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt: *"Welke ontwikkelkansen zijn er voor trilveen in nieuw te graven petgaten binnen de Noordmanen?"*

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

- A) Wat zijn de vereiste omstandigheden voor het habitattype 'overgangs- en trilveen' (Habitattype 7140a)?
- B) Wat zijn de huidige omstandigheden in de Noordmanen?
- C) Hoe werkt het ecohydrologisch systeem in de Noordmanen en wat zijn in de actuele toestand de knelpunten en kansen voor het bereiken van Overgangs- en trilveen (H7140-A)?
- D) Met welke maatregelen is een gunstige Ausgangssituatie te bereiken voor Overgangs- en trilveen (H7140-A)?

1.8 Werkwijze

Allereerst is gezocht naar de beschikbare literatuur en gegevens over a) algemene informatie over trilveenvegetatie en de kritische waarden daarvoor en b) gebiedsinformatie over de Noordmanen. De ontbrekende informatie over de omstandigheden in de Noordmanen is verkregen via veldwerk. Op grond van de gevonden data doen we een uitspraak over het functioneren van het ecohydrologisch systeem in de Noordmanen. Door het vergelijken van de actuele situatie in de Noordmanen met de optimale omstandigheden voor trilveen wordt duidelijk waar knelpunten en kansen liggen en welke gevolgen maatregelen kunnen hebben op de ontwikkeling van het gebied.

1.9 Opbouw van dit rapport

In hoofdstuk 2 wordt u meegenomen de Noordmanen in aan de hand van een korte ontstaansgeschiedenis en een beschrijving van de huidige toestand van het gebied. Hoofdstuk 3 beschrijft hoe het onderzoek is uitgevoerd. Het ontstaan van laagveen en specifiek het habitatype trilveen is beschreven in hoofdstuk 4. Vervolgens zijn de resultaten van het onderzoek en de interpretatie daarvan beschreven in hoofdstuk 5. Dan volgt in hoofdstuk 6 een ecohydrologische systeembeschrijving. Aan de hand van abiotische referentiewaarden voor trilveen wordt in hoofdstuk 7 aangegeven wat in de Noordmanen kansen en knelpunten zijn voor de ontwikkeling van trilveen. Mogelijke inrichtingsmaatregelen en hun te verwachten effecten passeren daarbij de revue. In hoofdstuk 8 wordt de onderzoeksvraag beantwoord en vindt u kanttekeningen bij de onderzoeksresultaten. Aanbevelingen voor nader onderzoek zijn eveneens in dit hoofdstuk opgenomen. Achterin het rapport is een verklarende woordenlijst opgenomen voor de vaktermen.

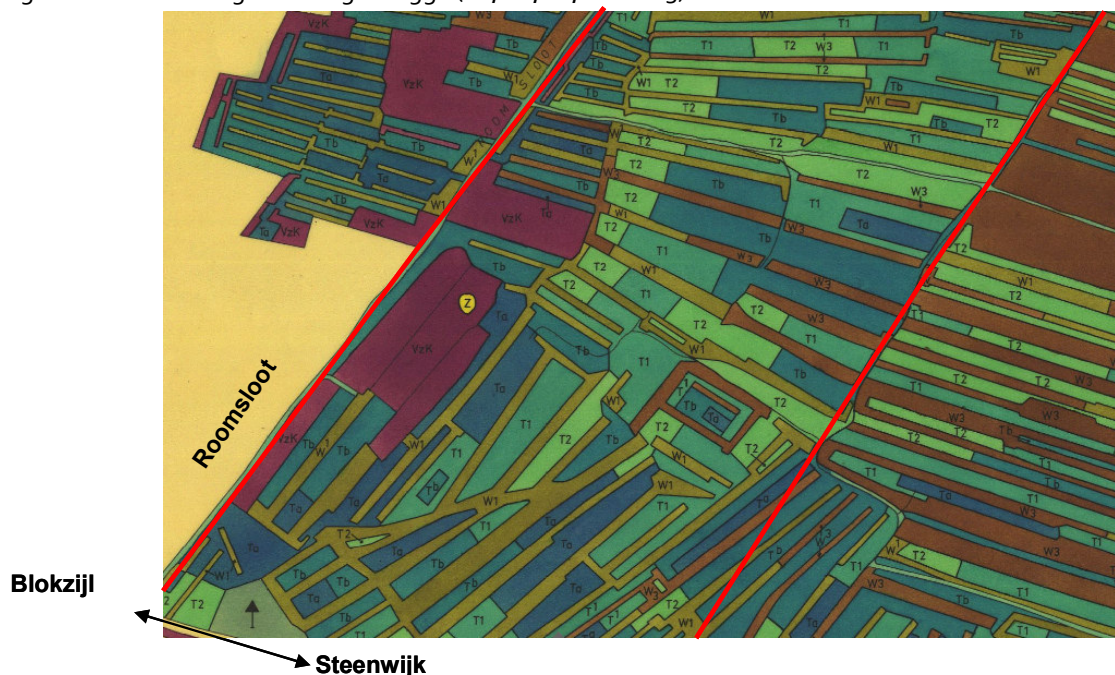
In de inleiding is vermeld dat dit onderzoek gaat over het gebied de Noordmanen. Om een beeld bij het gebied te krijgen is een gebiedsbeschrijving gemaakt in paragraaf 2.1. De opbouw van de diepe ondergrond is in paragraaf 2.2 toegelicht, verdeeld over de onderwerpen geologie (2.2.1) en geohydrologie (2.2.2). De werking van het hydrologisch systeem is vervolgens in paragraaf 2.3 beschreven. Tot slot is een korte beschrijving van de aanwezige bodemtypen gegeven in paragraaf 2.4.

2.1 Noordmanen

Het gebied Noordmanen ligt binnen het laagveengebied van de Weerribben en bestaat uit een afwisseling van verlande petgaten met wilgenstruwelen, berken- en elzenbos, rietlanden en uit een aantal graslanden. De Noordmanen ligt in polder Wetering-West. Deze polder is rond 1928 samen met andere polders rond Scheerwolde ontstaan. Bij de ontginning en inpoldering werd volgens een bepaalde procedure gewerkt. Eerst werd er bemalen, geëgaliseerd en een mengsel van verschillende veensoorten werd vervolgens door de grond gespit. Vervolgens werd er bezand, bekalkt en bemest. Zo ontstond vanaf 1928, door onder andere inschakeling van grote aantallen werkelozen, ook polder Wetering West. Deze polders worden ook wel domeinpolders genoemd (Stoffelsen, 2008).

Tot halverwege de 20^e eeuw is er turf gestoken in de Noordmanen waardoor plassen, petgaten en legakkers zijn ontstaan. Vlak na de tweede Wereldoorlog vond de turfwinning op uitgebreide schaal plaats vanwege de grote behoefte aan brandstof. Door de ontginning, bemaling en klink zijn de polders lager komen te liggen dan de boezem zelf. Vanaf Wetering-West is dit goed zichtbaar. Het maaiveld van de Noordmanen varieert in hoogte tussen ca. -1,80 m NAP aan de oostkant tot ca. -1,20 m NAP aan de westkant. Daarmee ligt de Noordmanen iets lager de omliggende polders. De Roomsloot vormt aan de westkant de grens van de Noordmanen.

Op de bodemkaart van 1951 is te zien dat een groot gedeelte van de polder Wetering-West uit petgaten en legakkers bestaat. Op de uitsnede van de bodemkaart zoals weergegeven in Figuur 2-1, zijn de donkerbruin gekleurde vakken venige zetwalgronden (W3), de donker-olijfgroene smalle stroken zijn kleiige zetwallen (W1), de lichtgroene tot blauwgroene vakken zijn petgaten met verlandingsstadia van net beginnende verlanding tot stevige kragge (Ta, Tb, T1, T2 en T3).



Figuur 2-1 Uitsnede bodemkaart 1955; rood is gebiedsgrens (Stichting voor Bodemkartering, 1955)

Uit de gegevens van de bodemkaart is op te maken dat vanaf 1928 slecht een deel van de polder in cultuur is gebracht. Tijdens en vlak na de oorlog is vanwege gebrek aan brandstof nog turf gewonnen en zijn de laatste petgaten gegraven aan de zuidwestkant van de Noordmanen (mondelinge melding dhr. Timmerman en mevr. E. Zwanenbrug).

In de jaren '60 van de vorige eeuw zijn percelen aan de oostkant van deze polder en enkele percelen in de Noordmanen verder in cultuur gebracht. Dit gebeurde onder andere door bezanding waardoor de percelen geschikt gemaakt zijn voor de moderne agrarische sector. Betere ontwatering zorgde ook voor inklinking van de veenbodem (Figuur 2-2). In deze periode zijn in de Noordmanen ook twee zandbanen aangelegd. Oorspronkelijk zou één van deze zandbanen bestemd zijn voor een verbindingsweg tussen de provinciale weg en Kalenberg. Op de bodemkaart, zie Figuur 2-9 par. 2.4, zijn deze zandbanen terug te vinden als lange smalle stroken die van noord naar zuid liggen. De weg is er nooit gekomen. De overgebleven petgaten zijn in de loop van de jaren via verschillende successiestadia verland en dichtgegroeid met wilgen, elzen, berken en ruigtevegetaties.



Figuur 2-2 Inklinking van de veenbodem: de boomwortels stonden ooit onder het maaiveld (Foto O. Vlaanderen)

De Noordmanen is eigendom van Staatsbosbeheer (SBB). Het grootste deel van het gebied wordt op basis van eenjarige pachtcontracten in gebruik gegeven bij agrariërs en een rietteler. Enkele percelen zijn op basis van een zesjarig pachtcontract verpacht. Op verpachte graslanden is het uitrijden van vaste mest toegestaan. De praktijk wijst uit dat drijfmest opgebracht wordt en de percelen dus (zwaar) bemest zijn (eigen waarneming februari/maart 2010). Verpachte rietlanden zijn in 2008/2009 door de pachter geplagd. Daarbij is ca. 0,10 m geplagd. De plaggen zijn op de oude legakkers gezet. In maart - april 2010 is op deze percelen riet geoogst (Figuur 2-3).

De zone tussen de Roomsloot en de westelijke zandbaan wordt het jaar rond begraaasd door jongvee (Figuur 2-4). SBB heeft voor de Noordmanen geen beheerplan en voert naast de verpachting van percelen geen actief beheer. Wel heeft SBB in het kader van het soortenbeschermingsprogramma voor de Grote vuurvliinder in enkele oude petgaten slenken uitgegraven om ruige rietlandvegetatie te krijgen. Vrije wandeling is mogelijk op de noord-zuid gelegen zandbanen.



Figuur 2-3 Rietooig in maart (Foto O. Vlaanderen)



Figuur 2-4 Beweiding met jongvee (Foto E. Zwanenburg)

2.2 Geologie en geohydrologie

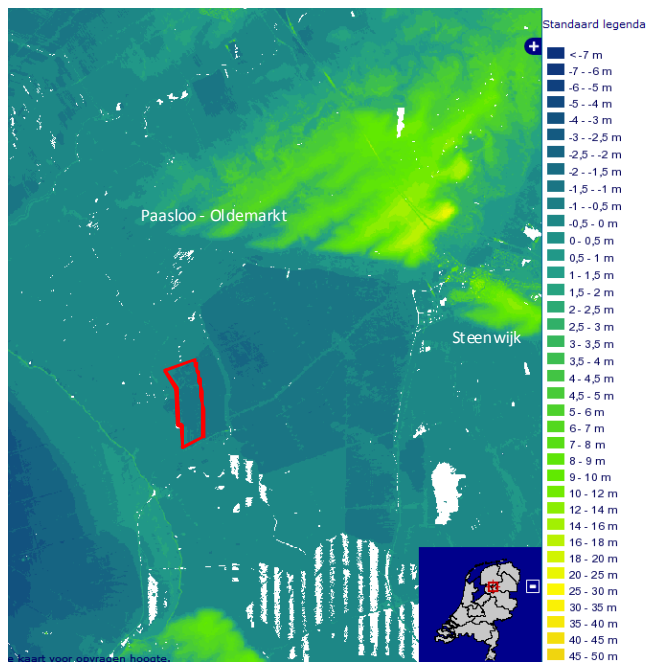
2.2.1 Geologie

De geologische ondergrond van gebied bestaat van oud naar jong uit Pleistocene (diepe afzettingen) van zand en grind en is voornamelijk van mariene oorsprong. Na terugtrekking van de zee aan het begin van het Pleistoceen werd de mariene sedimentatie vervangen door fluviatiele afzettingen. De fluviatiele afzettingen bestaan uit de formatie van Peize met daarin een kleiafzetting op een diepte van ca. -114 tot -124 m NAP en de formatie van Appelscha. Later stroomde de toenmalige Rijn van zuid naar noord door Noordwest Overijssel. De rivierafzettingen uit deze periode behoren tot de formatie van Urk. Deze afzetting is aanwezig van ca. -33 tot -49 m NAP. Daarboven is een laag van uit de formatie van Drenthe (laagpakket van Schaarsbergen) afgezet van ca. -28 tot -33 m NAP. Het smeltwaterdal van de Vecht, dat ten zuiden van de stuwwal door het gebied van Scheerwolde en de Weerribben loopt, is aan het einde van het Saalien ontstaan. Door het landijs werden de rivieren gedwongen om naar het westen af te stromen. Zowel het smeltwater van het landijs, als de grindrijke fluviatiele afzettingen van de Rijn werden toen door de stroomdalen afgevoerd. De Rijn stroomde via het dal van IJssel en de Vecht in westelijke richting naar zee. Rivierafzettingen die zich in deze perioden, tot na de laatste ijstijd (Weichselien) vormden, worden tot de formatie van Kreftenheye gerekend.

Binnen deze formatie is een kleipakket aanwezig die tot het Laagpakket van Zutphen wordt gerekend. Deze kleilaag is 1,2 – 2 m dik en bevindt zich aan de oostkant van polder Wetering-West op ca. -14 m NAP en aan de westkant op ca. -24 tot -26 m NAP. In de laatste ijstijd, waarin het landijs dit gebied niet bereikte, werden dekzanden en beekzanden afgezet op de formatie van Kreftenheye. Deze horen tot de formatie van Boxtel en komen in het hele gebied voor, zowel in het smeltwaterdal als op de stuwwallen van Paasloo-Oldemarkt. Aan het einde van de ijstijd en daarna in het Holoceen verbeterde het klimaat en werd veen gevormd in de diepe gedeelten van de beekdalen (formatie van Nieuwkoop). De gehele vlakte ten zuiden van Gaasterland en de keileemhoogte van Paasloo-Oldemarkt werd met veen overdekt. Tijdens overstromingen vanuit zee is op het laagveen klei afgezet.

Omstreeks de middeleeuwen drong de zee via de IJsselmonding dit gebied weer binnen en werd het veenpakket geleidelijk aan door de golfslag afgebroken en ontstond in de loop der tijd de Zuiderzee. In de Zuiderzee en later het IJsselmeer werden zeer humeuze, kleiige sedimenten afgezet. Aan de westkant van het gebied liggen deze aan de oppervlakte (Dinloket / Berendsen, 2004). In Tabel 2-1 is de opbouw van de geologische ondergrond weergegeven.

Op de uitsnede in Figuur 2-5 van de algemene hoogtekarta van Nederland (AHN) zijn de keileemhoogten van Paasloo-Oldemarkt en Steenwijk duidelijk zichtbaar als lichtgroene vlakken.



Figuur 2-5 Uitsnede AHN; met rood is de Noordmanen aangegeven (www.ahn.nl)

2.2.2 Geohydrologie

De hierboven beschreven geologische afzettingen zijn bepalend voor de hydrologie in de ondergrond. Het eerste watervoerend pakket bestaat voornamelijk uit de formatie van Boxtel. De waterscheidende laag wordt gevormd door de Kreftenheye Zutphen klei (KRZU) (diepte circa -14 à -26 m NAP) aflopend van oost naar west. Deze laag komt binnen het gehele gebied van de Noordmanen voor, variërend met een dikte tussen 1,2 en 2 m. De volgende scheidende laag (Peize Waalre complex) wordt aangetroffen op een diepte van ca. -114 m NAP. In het gebied kan de diepe bodemopbouw als volgt worden geschematiseerd (Tabel 2-1):

Tabel 2-1 Opbouw geologische ondergrond en geohydrologische schematisatie (boring B16Doo77)

Bovenkant (m ⁻¹ NAP)	Geologische formatie	Omschrijving	Geohydrologische schematisatie
-0,55	Formatie van Nieuwkoop	Veen	Deklaag
-3,0	Formatie van Boxtel	Zand, geel-grijs, matig fijn	1 ^e watervoerend pakket
-9,0	Formatie van Kreftenheye, laagpakket van Wijchen	Leem, blauw-grijs	
-10,0	Formatie van Kreftenheye	Zand, bruin- grijs, matig grof tot zeer grof	
-24,0	Formatie van Kreftenheye, laagpakket van Zutphen	Klei, matig siltig	Slechtdoorlatende laag
-26,0	Formatie van Kreftenheye	Zand, zeer grof grindig	2 ^e watervoerend pakket
-30,0	Formatie van Drente, laagpakket van Schaarsbergen	Grind	
-33,0	Formatie van Urk, laagpakket van Veenhuizen	Zand, bruin-grijs, matig grof	
-49,0	Formatie van Appelscha	Zand, zeer grof, zwak grindig	
-66,0	Formatie van Peize	Zand, grijs, matig tot zeer grof	
-114,0	Formatie van Peize, laagpakket van Balk (klei)	Klei, grijs, matig siltig	Slech doorlatende basis
-124,0	Formatie van Peize	Zand, matig fijn kleiig	

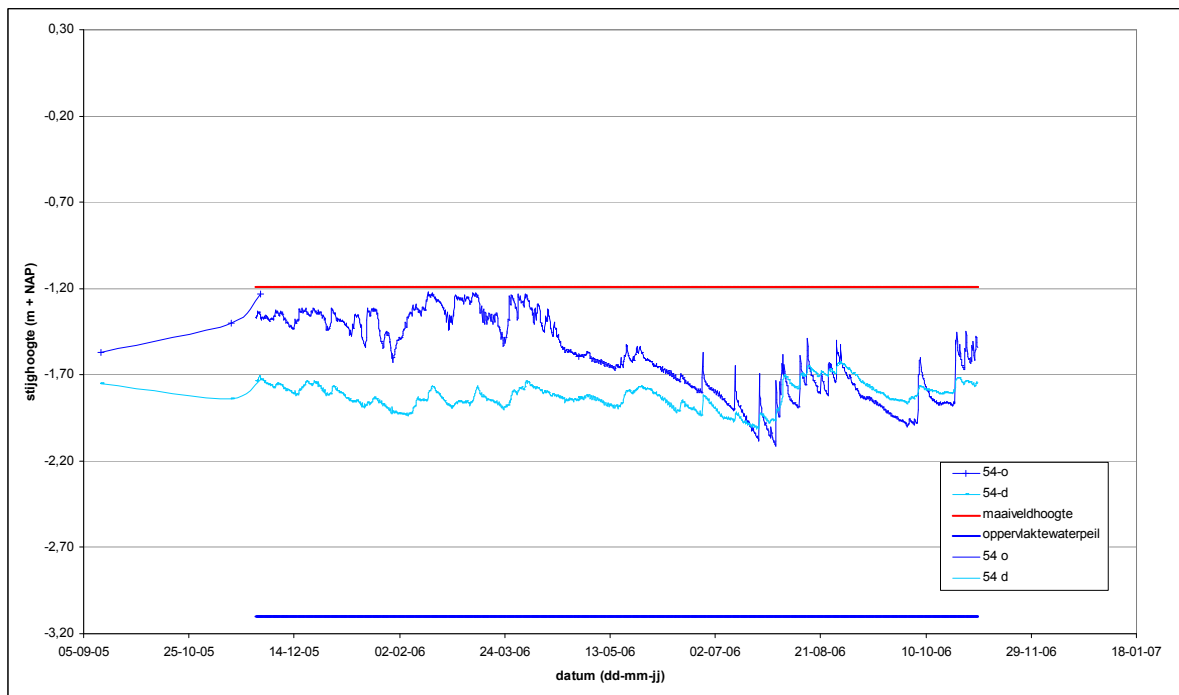
(www.dinoloket.nl)

2.3 Hydrologie

2.3.1 Grondwaterstanden en -stroming

De diepe grondwaterstroming is in zuidwestelijke richting, vanaf het Drents Plateau richting de Noord-oostpolder. Ter plaatse van de domeinpolders buigt deze echter af in zuidoostelijke richting, ook in het diepe watervoerende pakket (Dinoloket, Geohydrologisch model Actueel, 2008).

Uit onderzoek van Grontmij (Grontmij, 2010) is gebleken dat ter plaatse van de boezem Wetering sprake is van wegzijging vanuit het oppervlaktewater naar het freatisch grondwater en naar het diepere watervoerend pakket. In de diepe polder Wetering-West is sprake van een flinke kwel naar de watergangen. Dit is duidelijk zichtbaar door roestvorming in de sloten en het niet bevriezen van de watergangen tijdens de wintermaanden van 2009-2010 (eigen waarneming). Uit de meting van peilbuis 54, aan de zuidwestkant van de Noordmanen (periode september 2005 - oktober 2006), is af te leiden dat in natte perioden sprake is van een opbolling door stagnatie van regenwater. De freatische grondwaterstand is dan hoger dan de stijghoogte in de onderliggende zandlaag. In droge perioden zakt de grondwaterstand weer uit en is er sprake van diepe kwel. Deze diepe grondwaterstroming komt niet hoger dan 50 cm beneden maaiveld, uitgezonderd peilbuis 32, en bereikt dus niet de wortelzone van de planten. Uit de meting van peilbuis 58, aan de oostkant van de Noordmanen (periode juli 2006 - augustus 2007), is eveneens af te leiden dat de stijghoogte vanuit de zandondergrond in droge perioden hoger is dan het freatisch grondwater. Het verschil is hier aanzienlijk minder. Lange tijd van het jaar is de stijghoogte van het diepe grondwater net iets onder de freatische waterspiegel (Grontmij, 2010). Op basis van deze twee metingen is op te maken dat er netto wegzijging plaatsvindt uit het gebied. In Figuur 2-6 is de peilbuismeting van peilbuis 54 weergegeven. De locaties van de peilbuizen is terug te vinden in bijlage 3-1. De metingen van peilbuis 32 en 58 zijn opgenomen in bijlage 3-2.



Figuur 2-6 Peilbuismeting peilbuis 54 (Grontmij)

Door de relatief slecht doorlatende deklaag van veen, de siltige meerbodemiaag en de relatief grote slootweerstand zijn de freatische grondwaterstanden in de oostelijke kant van polder Wetering-West, ondanks de diepe ontwatering en grote drooglegging, relatief hoog (watertrap III*). Ter plaatse van peilbuis 32 komt de stijghoogte vanuit het eerste watervoerend pakket tot in de wortelzone. Omdat hier alleen een stijghoogte uit het eerste watervoerend pakket gemeten is, is niet duidelijk of hier sprake is van kwel of wegzijging. Maar gezien de stijghoogte nemen wij aan dat kwel hier tot in de wortelzone reikt.

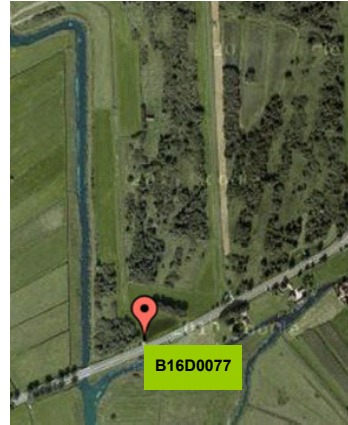
2.3.2 Oppervlaktewaterhuishouding

De huidige situatie van het oppervlaktewater is weergegeven in bijlage 2. Hierop zijn de watergangen, waterpeilen (zomer en winter) en kunstwerken (voor zover bekend) in en om de Noordmanen aangege-

ven. De Noordmanen is één peilgebied met een streefpeil van -3,10 m NAP. Het peilbeheer wordt gereguleerd door gemaal Wetering (zie Figuur 2-7). Dit gemaal staat langs Wetering Oost ter hoogte van de kruising met de ir. Luteijnweg.



Figuur 2-7 Gemaal Wetering



Figuur 2-8 Ligging meetpunt B16D0077, links daarvan is de Roomsloot zichtbaar.

In het gebied liggen twee watergangen die ten noorden van de Rietweg samenkomen in de hoofdwatergang die afvoert naar gemaal Wetering. Deze watergangen hebben volgens de Keur een bodempeil van -3,70 m NAP. De bodem van deze watergangen zit ruim in de zandondergrond.

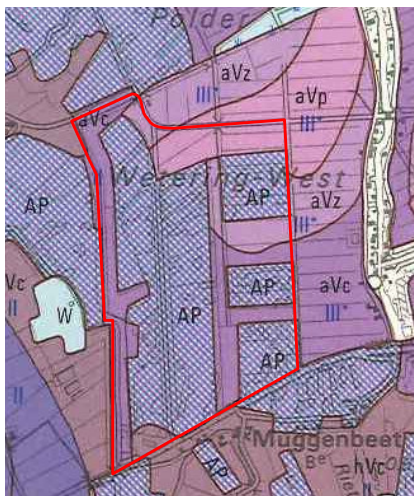
Het landbouwgebied ten oosten van de Noordmanen watert via perceelsloten af op de oostelijk gelegen watergang in de Noordmanen. Het oostelijk deel en het midden van de Noordmanen wordt eveneens via deze watergang ontwaterd. Het westelijk deel van de Noordmanen wordt ontwaterd via, de noord-zuid gelegen, sloten langs de zandbaan richting de Rietweg.

Op de watergang aan de westkant van het gebied is één watergang aangesloten vanuit het de Noordmanen. Deze watergang heeft eveneens een bodemhoogte van -3,70 m NAP. De stijghoogte van het eerste watervoerend pakket is in meetpunt B16D0077 (zie Figuur 2-8) in de zuidwesthoek van het gebied ca. -1,62 m NAP. Hieruit is af te leiden dat deze watergang kwel afvangt uit het eerste watervoerend pakket.

De westgrens van de Noordmanen wordt gevormd door de Roomsloot, deze heeft een boezempeil van -0,73 / -0,83 m NAP (zomer/winter). De aan de westkant van de Roomsloot ligt op ca. -0,50 m NAP en heeft een streefpeil van -1,00 / -1,30 m NAP (zomer/winter).

2.4 Bodemkaart

Volgens de Bodemkaart van Nederland, blad 16 West, (zie Figuur 2-9) komen in het gebied Noordmanen de volgende bodemtypen voor: Madeveengronden met zand binnen 1,20 m (aVz), Madeveengronden bestaande uit zeggeveen, rietzeggeveen of mesotroof broekveen (aVc), Madeveengronden met een humuspodzol (beginnend ondieper dan 1,20 m) (aVp) en petgaten (AP).



Figuur 2-9 Bodemkaart van de Noordmanen (Stiboka, 1988, blad 16 West)

3 Onderzoeksmethodiek

Nu een beeld is geschetst van het gebied is in dit hoofdstuk ingegaan op de methodiek die bij dit onderzoek is gebruikt.

De keuze van veldwerklocaties is toegelicht in paragraaf 3.1. In paragraaf 3.2 is toegelicht hoe de bestaande vegetatie is kaart wordt gebracht. Een belangrijk onderdeel van het onderzoek bestaat uit het bemonsteren en analyseren van verschillen de bodemlagen en het grond- en oppervlaktewater (paragraaf 3.3 en 3.4).

3.1 Keuze veldwerklocaties

Raaien

Vanwege de beschikbare tijd is ervoor gekozen om twee raaien uit te zetten op basis van de bodemkaart van Nederland blad 16 West, de kaart van de vegetatiekartering van 1999 en zichtbare vegetatiestructuren vanaf een luchtfoto. Beide raaien lopen van oost naar west door de Noordmanen. De plaats van de raaien is zo gekozen dat zij diverse verschijningsvormen van de vegetatie doorsnijdt. Een van de raaien raakt een in de vegetatiekartering genoemde 'trilveenachtige vegetatie'. Langs deze raaien zijn peilbuizen geplaatst, bodemmonsters genomen en is de vegetatie bekeken.

Dwarsprofielen

De uitgezette raaien zijn door Grontmij (GEO-groep) ingemeten in x, y, en z. Daarmee is zowel de ligging in het Rijksdriehoekstelsel (RD-coördinaten) als de hoogteligging ten opzichte van N.A.P. bekend. Deze dwarsdoorsnede is als basis gebruikt voor het verwerken van de EGV-metingen en van het verloop van grond- en oppervlaktewaterstanden in het plangebied. De raaien zijn weergegeven in bijlage 2.

3.2 Vegetatie

Uit de bestaande literatuur is een beschrijving opgesteld van de verschijningsvorm van trilveen en de optredende successiereksen in laagveengebieden. In 1998 en in 2009 zijn in opdracht van Staatsbosbeheer vegetatiekarteringen van de Weerribben gemaakt. Het zuidelijke deel van de Weerribben, waaronder de Noordmanen, is alleen in de kartering van 1998 opgenomen. Op grond daarvan is een uitspraak gedaan over de toestand van het veen en de mogelijke ontwikkelingsrichting van de vegetatie.

Door gesprekken met de terreinbeheerder en inwoners van het gebied is informatie verkregen over de landschappelijke ontwikkelingen in de Noordmanen gedurende de afgelopen decennia.

3.3 Bodembemonstering en -analyse

Bodemprofielen

Een globaal inzicht in de bodemgesteldheid is verkregen door bestudering van historische kaarten, de bodemkaart, het raadplegen van Dinoloket (TNO) voor diepe ondergrond en de website bodemdata.nl. De bestaande bodemkaart geeft in eerste instantie een goed beeld van de bodem binnen het plangebied. Omdat de bodemkaart is opgesteld op basis van boringen uit 1978 is actualisatie van de bodemgegevens noodzakelijk om de huidige situatie in beeld te krijgen.

Daarvoor zijn grondboringen uitgevoerd met een edelmanboor Ø 100 mm en zo nodig doorgezet met een zuigerboor. De boringen zijn langs de uitgezette raaien geplaatst. In het veld is de exacte locatie bepaald. De boorpunten zijn met GPS vastgelegd. De boringen zijn tot minimaal 120 cm benden maai-veld (–mv) doorgezet. Van de boringen zijn profielbeschrijvingen gemaakt via Boormanagement van www.TerraIndex.com. Ook hydromorfe kenmerken als roest en gley, de mate van veraarding en een schatting van de GLG en de GHG zijn genoteerd. Op basis van een beperkt aantal boringen zijn de veranderingen ten opzichte van de bodemkaart vastgesteld.



Figuur 3-1 Grondboring bij peilbuis 2 (Foto O. Vlaanderen)

Bodembemonstering

Over de bodemkwaliteit van het onderzoeksgebied was geen informatie beschikbaar. Informatie is verzameld door het nemen van grondmonsters. Deze grondmonsters zijn genomen op 10 maart 2010. Binnen een straal van één meter zijn vier boringen verricht. Per boring is op minimaal twee opeenvolgende diepten 0-20 cm -mv en 20-40 cm -mv een monster genomen. Per laag zijn deze steken samengevoegd tot één mengmonster. In de voormalige petgaten is op 16 maart 2010 aanvullend bemonsterd op een diepte van 50-60 en 100-120 cm -mv, net boven de zandondergrond. De exacte diepte is afhankelijk van de horizonten in het bodemprofiel en werd in het veld definitief bepaald op basis van de verschillende horizonten. Daarbij moet bij boring 9 worden opgemerkt dat de monsters van 50-60 en 100-120 cm -mv niet zijn geanalyseerd, doordat ze bij vergissing in een rugzak waren achtergebleven. De bodemanalyses zijn uitgevoerd door onderzoekcentrum B-WARE, dat deel uitmaakt van het Institute for Water and Wetland Research (IWWR) van de Radboud Universiteit Nijmegen.

Bodemanalyse

Een belangrijk onderdeel van het onderzoek is het vastleggen van de fosfaattoestand en het zuurbufferend vermogen van de bodem.

Een goede maat voor de hoeveelheid beschikbaar fosfaat (P) voor planten is de Olsen-P concentratie van de bodem. De Olsen-P extractie (Olsen e.a., 1954) is een internationaal veel gebruikte methode die goed correleert met vegetatietypen. Door het bepalen van de Olsen-P en de totale voorraad P is iets te zeggen over de fosfaatvoorraad en de beschikbaarheid van fosfaat bij vernatting van de bodem. Het onderzoek heeft zich dan ook beperkt tot:

- Bepaling drooggewicht en gloeiverlies (organisch stofgehalte)
- Olsen-extract: Olsen-P bepaling (hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat)
- Zoutextract ter bepaling van de CEC (zuurbufferend vermogen)
- Destructie: tot-P, tot-Ca, tot-Mg, tot-Fe, tot-Mn, tot-S, tot-Si, tot-Zn, tot-Al (na ontsluiting met salpeterzuur)

Voor het bepalen van de verschillende bodemchemische parameters heeft B-WARE de hieronder beschreven analysemethoden gebruikt¹.

Vochtgehalte en organisch stofgehalte

Het vochtgehalte van de bodem werd via het vochtverlies bepaald. Dit gebeurde door in duplo bodemmateriaal te drogen gedurende 24 uur bij 70° C. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het gedroogde bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550° C. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met de fractie organisch materiaal in de bodem.

¹ De beschrijving van de analysemethoden is afkomstig van B-WARE.

Massa-Volumebepaling

Omdat dichtheden van zand- en veenbodems onderling sterk kunnen verschillen heeft B-WARE alle bodemkenmerken uitgedrukt per liter verse bodem in plaats van per gram droge bodem. Bodemtypen kunnen zo beter met elkaar worden vergeleken. Dit sluit ook beter aan bij de veldcondities, want planten wortelen in een bepaald bodemvolume. Ter bepaling van het massavolume werd van elke bodem een volume gedroogd waarna het versgewicht bepaald werd.

Plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P)

Door middel van een Olsen-P extractie is de hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat in de bodem bepaald. Aan 3 gram droog en gemalen bodemmateriaal werd 60 ml 0,5 M natriumbicarbonaat (NaHCO_3) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werd het extract uitgeschud op een schudmachine (100 r.p.m.) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon Rhizons. Het extract werd bij 4 °C bewaard tot verdere analyse.

Bodemdestructie

Door de bodem te destructuren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie aan elementen, waaronder nutriënten en zware metalen, in het bodemmateriaal te bepalen. 200 mg fijngemalen gedroogde bodem werd afgewogen in teflon destructievaatjes. Vervolgens werd 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H_2O_2 , 30%) toegevoegd en geplaatst in een destructiemagnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedurende 17 minuten gedestruëerd. Het destruaat werd met gedemineraliseerd water aangevuld tot 100 ml. De monsters werden in polyethyleenpotjes bij 4 °C bewaard voor verdere analyse.

Zoutextracten

In de zoutextracten worden de ionen gemeten die door natrium (kationen) of chloride (anionen) van het bodemadsorbtiecomplex worden verdrongen. Zout-extracten werden gemaakt door verse bodem uit te schudden met 0,2 mol l-1 NaCl-oplossing. Vervolgens wordt de pH gemeten waarna het monster wordt gefilterd. In de filtraten worden de concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), zwavel (S), fosfor (P), ijzer (Fe), silicium (Si), gemeten met behulp van de ICP-OES en de concentraties ammonium (NH_4^+), nitraat (NO_3^-) en kalium (K) aan de hand van kleurreacties met autoanalyser technieken.

3.4 Waterbemonstering en –analyse

Peilbuizen

In het onderzoeksgebied, op de plaats van de genomen boorprofielen, zijn peilbuizen geplaatst voor het opnemen van de grondwaterstanden en het bemonsteren van het grondwater (Figuur 3-2). De peilbuizen zijn ingemeten ten opzichte van N.A.P.



Figuur 3-2 Plaatsing van de peilbuizen (Foto O. Vlaanderen)

In totaal zijn tien peilbuizen geplaatst: acht ondiepe peilbuizen tot een diepte van ca. 1,20 m -mv en twee diepe peilbuizen tot ca. 2,5 m -mv. De diepe peilbuizen dienen om de stijghoogte vanuit het eerste watervoerend pakket te meten en zijn voorzien van een mantelbuis. Deze mantelbuis voorkomt instroming van grondwater uit de deklaag naar het diepe filter. De mantelbuis is tot ca. 0,30 m in de onderliggende zandondergrond geplaatst. Na plaatsing zijn de peilbuizen leeggepompt. Vn alle peilbuizen zijn in de periode van begin maart 2010 tot half mei 2010 de waterstanden in de buis gemeten.

Waterkwaliteit en pH-profielen

Het belangrijkste doel van dit onderdeel is om de kwaliteit en de herkomst van het grond- en oppervlaktewater in beeld te brengen. Daarvoor zijn watermonsters genomen uit de peilbuizen die langs de raaien zijn geplaatst en monsters uit het oppervlaktewater van de watergangen. De watermonsters zijn geanalyseerd door Alcontrol te Rotterdam. De volgende macroparameters zijn in het laboratorium bepaald:

- Bicarbonaat HCO_3^- , Ammonium NH_4^+ , Calcium Ca^{2+} , Chloride Cl^- , IJzer Fe^{2+} , Kalium K^+ , Magnesium Mg^{2+} , Natrium Na^+ , Nitraat NO_3^- , Kjeldahl-stikstof N_{Kj} , Ortho-fosfaat PO_4^{3-} , Sulfaat SO_4^{2-} , totaal-P.

Van de watermonsters is op basis van macro-ionenconcentraties de verwantschap met referentiewatertypen bepaald. Als referentietypen zijn lithotroof, atmotroof en beïnvloed (Rijn)water genomen. Het Rijnwatertype geeft de mate van beïnvloeding door verontreiniging (bemesting) aan.

Van het bodemvocht is per bodemhorizont de zuurgraad gemeten met pH-indicatorstrookjes om te bepalen of er sprake is van regenwaterlenzen en of kwel ook de wortelzone bereikt. De pH's zijn uitgezet in een pH-profiel.

EGV-prikstokmetingen

Langs de uitgezette raaien zijn op 10 april 2010 in de petgaten EGV-metingen verricht met de prikstok (Figuur 3-3). De prikstok is een veld-EGV meter waarmee met behulp van een sonde tot ca. 2,0 meter diepte de geleidbaarheid van het grondwater gemeten kan worden. De meetpunten zijn in x en y coördinaten vastgelegd. Het EGV is vanaf 20 cm -mv elke 10 cm gemeten tot aan de zandondergrond. De metingen zijn verwerkt in een dwarsprofiel. Dit levert een patroon op waarmee een relatie is te leggen naar de herkomst van het water, aan de hand van de grondwatermonsters die uitgezet zijn in het Mai-on-diagram.

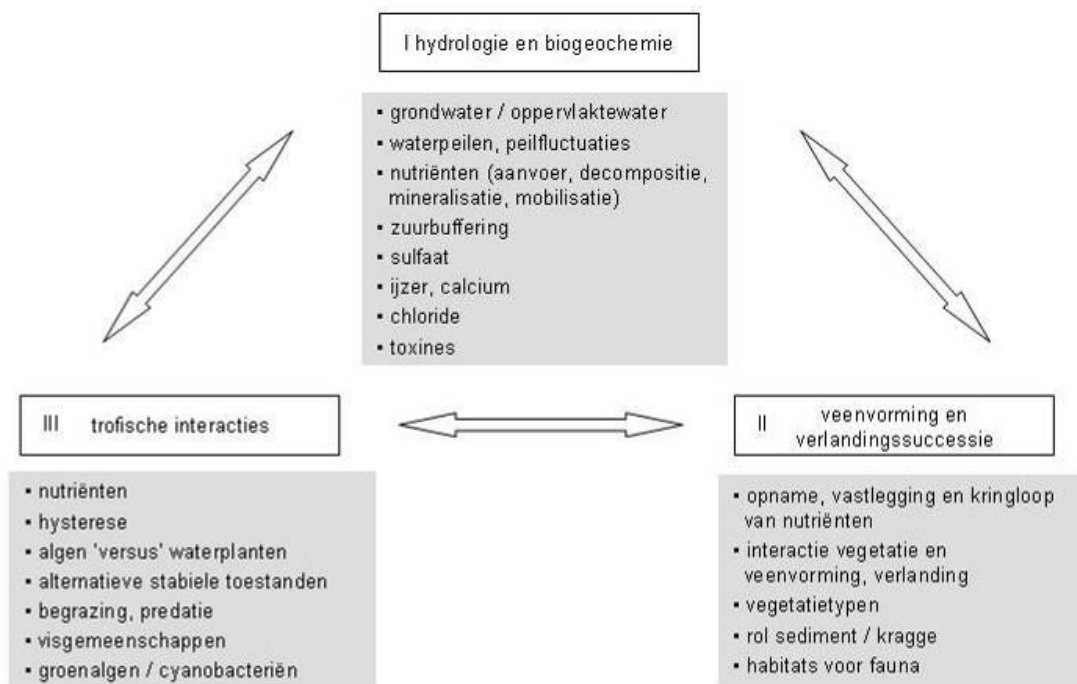


Figuur 3-3 Prikstokmeting in voormalig petgat (Foto O. Vlaanderen)

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vorming van veen en op het habitatype overgangs- en trilveen met de daarbij horende specifieke plantengemeenschappen. Deze plantengemeenschappen komen pas tot ontwikkeling als de ondergrond (bodem), de waterkwaliteit en de waterhuishouding aan de noodzakelijke vereisten voldoen. In de laatste paragrafen zijn deze vereisten beschreven.

4.1 Interacties bij vorming van laagveen

In laagveenmoerassen wordt de vorming van laagveen door veel factoren beïnvloed. In het Pre-advies Laagveenwateren (Lamers et al., 2001) zijn deze factoren onderverdeeld in drie clusters die onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden en elkaar gedeeltelijk overlappen. Het betreft de clusters: I hydrologie en biogeochemie, II veenvorming en verlandingssuccessie en III trofische interacties. De interactie tussen deze clusters is in Figuur 4-1 weergegeven.



Figuur 4-1 Schematische weergave van de interactie tussen de drie cluster (Lamers et al., 2001)

In deze studie wordt aandacht besteed aan een gedeelte van cluster 1 en 2 uit het bovenstaand schema. Daarbij beperkt het onderzoek zich tot de onderdelen: grondwater en oppervlaktewater, waterpeilen, nutriënten (gericht op fosfaatbeschikbaarheid, mineralisatie, mobilisatie), zuurbuffering en de aanwezigheid van sulfaat, ijzer, calcium en chloride.

Bij de ontwikkeling van laagveen spelen een paar ionen een belangrijke rol. De rol van bicarbonaat, nitraat en sulfaat binnen het proces van de ontwikkeling van veen wordt eerst toegelicht.

Bicarbonaat

Voor het ontwikkelen van laagveen is onder ander het zuurbufferend vermogen (alkaliniteit) van het oppervlaktewater en grondwater van belang. (Bi)carbonaat vormt het belangrijkste ion van dit zuurbufferend vermogen. Daarnaast vormt (bi)carbonaat een bron van anorganisch koolstof voor submerse planten in hard water, waar kooldioxide in het water schaars is. Door deze twee factoren is bicarbonaat

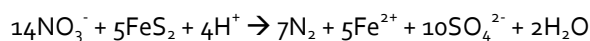
een van de belangrijkste verklarende factoren voor de verspreiding van waterplanten (Bloemendaal et al., 1988). Te hard water stimuleert echter ook weer oxidatie van organische stof (met een alkaliteit van > ca. 0,5-1 meq/l) en daarmee ook het vrijkomen van voedingsstoffen (Lamers et al., 2009).

Nitraat- en sulfaatproblematiek

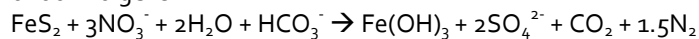
De stikstofbelasting vormt voor veel Natura 2000-gebieden een groot probleem. Stikstof komt in Nederland vrij door toedoen van landbouw, verkeer en industrieën. De totale stikstofdepositie voor de laagveenwateren zal, inclusief de door de vegetatie ingevangen droge depositie, ongeveer op 40-50 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ liggen (Lamers et al., 2001). Voor trilvenen is een kritische N-depositiewaarde bepaald van 25-30 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ (Bobbink en Lamers, 1999).

Stikstof in de vorm van nitraat (NO₃⁻) kan in grondwatergevoede systemen tot problemen leiden waar stikstoflimitatie heerst (Smolders, 2009). Ook kan nitraat ijzer in geoxideerde toestand houden waardoor nitraatverrijkt grondwater meestal arm aan ijzer is.

Als nitraat via infiltrerend regenwater in contact komt met pyriethoudende afzettingen zal aanrijking van het grondwater plaats vinden met sulfaat (zie Figuur 4-2). Dit proces kan gaan volgens de reactievergelijking:

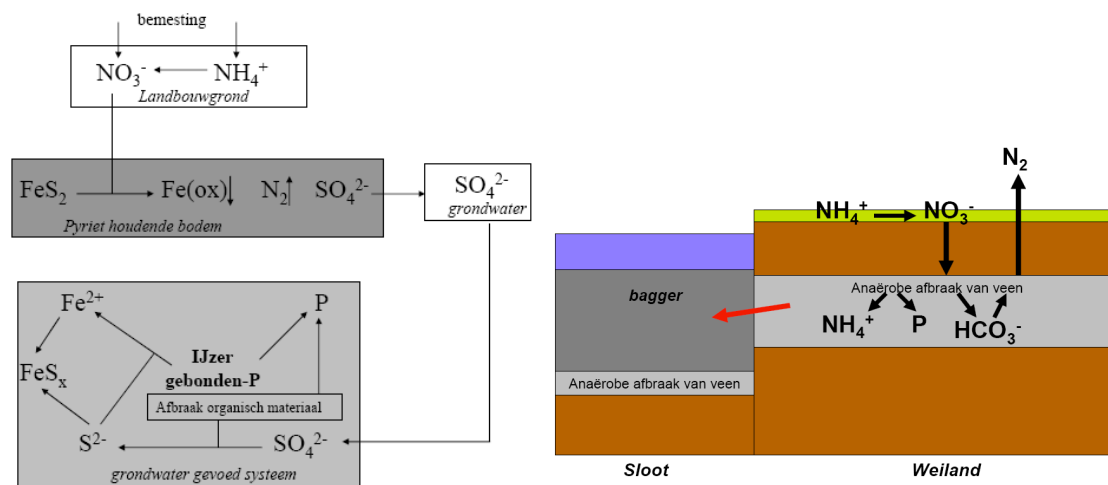


of ook volgens:



Sulfaat wordt gebruikt door bodembacteriën bij de afbraak van organisch materiaal, waarbij het giftige sulfide wordt gevormd (sulfaatreductie). Daarnaast kan een toename van de sulfaatreductie in combinatie met een afname van de ijzerinput de beschikbaarheid van fosfaat verhogen (Smolders et al., 2009). Met name wanneer de bodem uit veen bestaat, kan dit leiden tot een ernstige eutrofiëring als gevolg van een versnelde afbraak van het veen.

De anaerobe afbraak van organisch materiaal kan ook ontstaan door een verhoogde input van nitraat volgens het proces zoals weergegeven in Figuur 4-2. Dit wordt ook wel natte verbranding genoemd. Daarbij komt ammonium, fosfaat, bicarbonaat en stikstof vrij.



Figuur 4-2 Uitspoeling van nitraat kan tot hoge sulfaatconcentraties in het grondwater leiden. Natte verbranding van organische stof. Een hoge sulfaatbelasting, dan wel nitraatbelasting kan onder verschillende omstandigheden resulteren in eutrofiëring van natte natuur door fosfaatmobilisatie (Smolders et al., 2009).

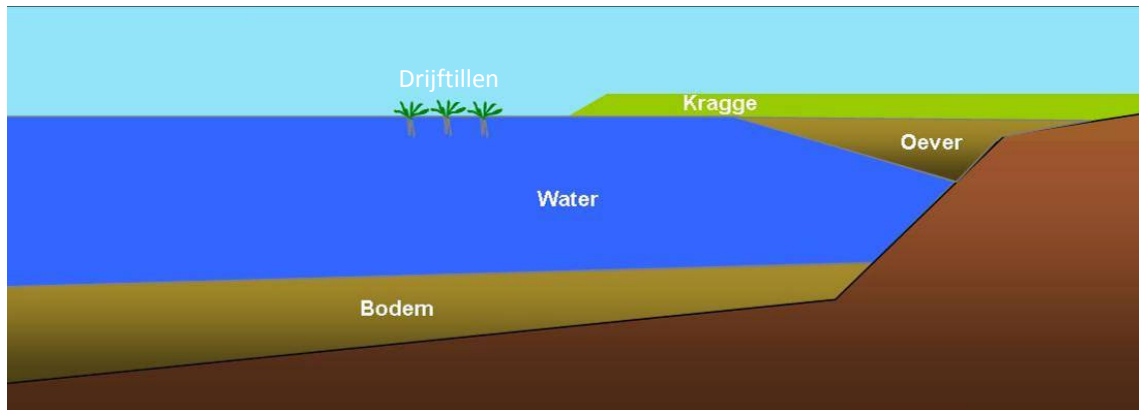
4.2 Veenvorming

Bij het proces van verlanding hopen onverteerde plantendelen zich op als veen en de ophoping van veen stuurt op haar beurt weer de successie (Bakker et al., 1997). De sturende factor bij het verlandingsproces is de water- en bodemkwaliteit en de mate aan blootstelling aan wind en golven. Bij de juiste water- en bodemkwaliteit kunnen drijftillen ontstaan van bijvoorbeeld krabbescheer. Wanneer zich hierin soorten als Waterscheerling (*Cicuta virosa*) en Hoge cyperzegge (*Carex pseudocyperus*) kunnen vestigen, ontstaan kleine drijftillen, die ook vanuit het midden van kleine plassen concentratiepunten voor verlanding kunnen zijn (Lamers et al., 2004). Naast veenvorming door ondergedoken waterplanten vindt in laagveenwateren ook verlanding plaats door langzame uitbreiding van oevervegeta-

ties. Daarbij groeien wortelstokken langzaam het open water in en vormen zo vanaf de oever een drijvend vlechtwerk op het water. Het drijvend vermogen van kraggen is mede afhankelijk van de vorming van methaangas. Dit gas komt vrij bij de zuurstofloze afbraak van organische stof in carbonaathoudend water. Het methaangas mengt slecht met water en hecht zich aan veen en wortelstokken van helofyten. Zo kunnen ook drijftillen ontstaan doordat stukken veen opdrijven waaraan veel methaangas is gehecht.

De volgende stap in de successie is de vorming van overgangs- en trilveen. Bij overgangs- en trilveen is stevigheid nauwelijks aanwezig; bij betreding golft het veen op de onderliggende waterlaag. De plantengemeenschappen van overgangs- en trilvenen vormen ontwikkelingsstadia in de verlanding die begint in het openwater van sloten, plassen en petgaten (www.synbiosys.alterra.nl).

In dit stadium van verlanding worden drijftillen en kraggen gevormd die voor het habitatype overgangs- en trilveen van belang zijn. In Figuur 4-3 is schematisch het proces van verlanding van open water naar drijftillen en kraggen weergegeven.



Figuur 4-3 Schematische weergave ideaal verlandingsproces (naar L. Lamers et al., 2006)

4.3 Vegetatie

In laagveen treedt een natuurlijke vegetatieontwikkeling op, waarbij open water verlandt en overgaat in veen. Door deze successiesreeks komt in veengebieden een grote verscheidenheid aan plantengemeenschappen voor. Welke successiereeks optreedt hangt af van de voedsel- en basenrijkdom van het water en van het gevoerde beheer (Figuur 4-4).

Veen ontstaat doordat afgestorven plantenresten zich onder natte, zuurstofloze omstandigheden ophopen. Verlanding kan op verschillende manieren optreden. Ten eerste doordat biezten of lisdodden zich in ondieper water vestigen. Ten tweede wanneer Riet vanuit de oever met zijn wortels een drijvende vegetatiemat vormt, waar ook andere planten zich kunnen vestigen, de zogeheten kragge. Ten derde wanneer drijvende planten als Krabbenscheer en Waterscheerling ineenvlechten tot drijftillen, waarin zich bijvoorbeeld zeggen kunnen vestigen (Tolman en Jongman, 1999. P. 80-2).

Planten in de jonge kragge onttrekken hun voedingstoffen vooral aan het oppervlaktewater. Zolang de kragge drijft, beweegt hij mee met de waterstand, waardoor het 'grondwater' er altijd even hoog staat. Na verloop van tijd hopen zich meer plantenresten op, en wordt de kragge dikker en steviger. In de bovenlaag kan zich dan regenwater ophopen en ontstaat een zuur, voedselarm milieu. De onderlaag wordt nog gevoed door het basenrijke oppervlaktewater. De worteldiepte van een plant is bepalend voor zijn voorkomen op de kragge. (Jalink, 1996. p. 31)

4.3.1 Trilveen

Een van de bijzondere vegetatietypen in laagveengebieden is trilveen. Dit kan zich ontwikkelen in basenrijke, matig voedselrijke (mesotrofe), beschutte wateren. Trilveen bestaat uit een begroeiing van mossen, cypergrassen, kruiden en laagblijvend riet op een zeer natte kragge (Bal et al. 2001). Trilveen wordt zo genoemd omdat het veert als je eroverheen loopt.

In de Habitatrichtlijn worden twee hoofdtypen trilveen onderscheiden:

- H7140_A Overgangs- en trilvenen (trilvenen)

Trilvenen bestaan uit mosrijke op het water drijvende plantenmatten. Van de vaatplanten voeren schijngrassen de boventoon en in de moslaag domineren slaapmosses. In trilvenen kunnen zeldzame orchideeën groeien.

- H7140_B Overgangs- en trilveen (veenmosrietlanden)

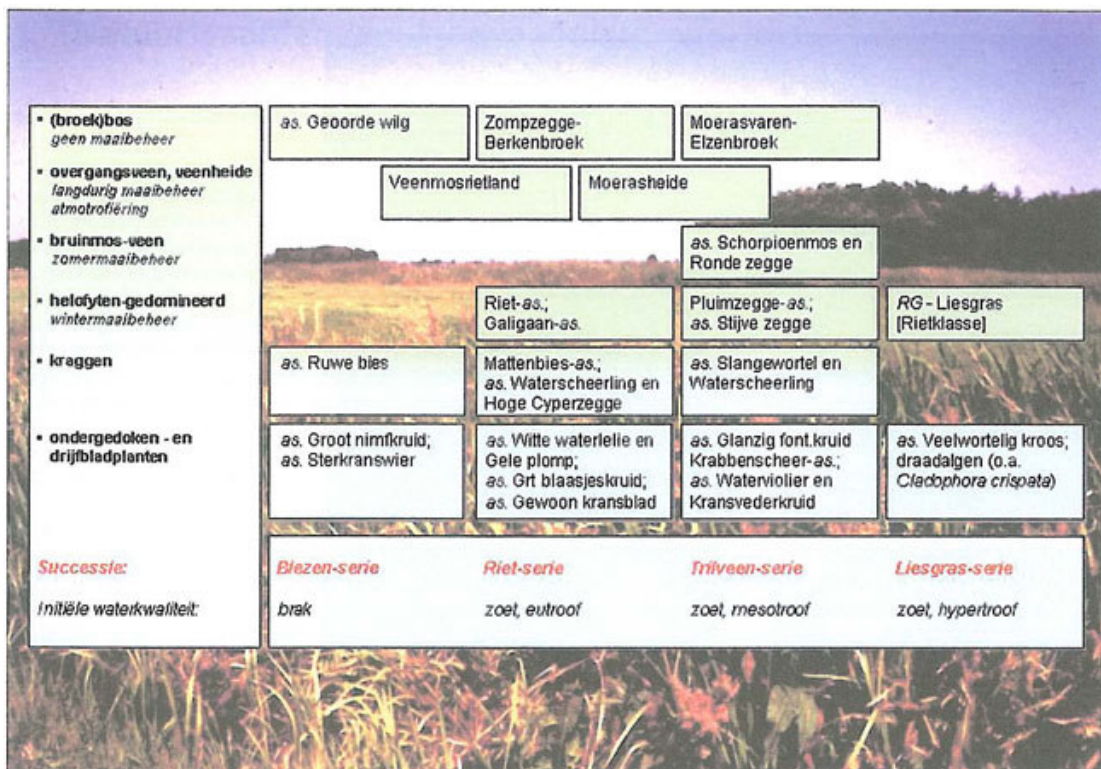
Veenmosrietlanden ontwikkelen zich als gevolg van een verdere stabilisering van de veenlaag. Kenmerkend is een gesloten moslaag met dominantie van veenmossoorten, een varenrijke kruidlaag en een ijle rietlaag (Citaat uit: www.synbiosys.alterra.nl/Natura2000/doc.).

Habitattypen H7140-A kan worden onderverdeeld in verschillende plantengemeenschappen.

Een typerende, maar ook gevoelige plantengemeenschap van de trilveenserie is de Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge (code gBa1). Deze associatie kan ontstaan uit de Galigaanassociatie, of uit de Associatie van Waterscheerling en Hoge Cyperzegge, en uit de Subassociatie met Moerasvaren van de Riet-associatie. Bij een zomermaai-beheer gaat de Associatie over in Veenmosrietland. Zonder maai-beheer ontwikkelt zich een broekbos. (Jalink, 1996).

Kenmerkende plantensoorten van de Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge zijn:

Ronde zegge, Draadzegge, Rood schorpioenmos, Moeraskartelblad, Parnassia, Kleine valerian, Waterdriblad en Groenknolorchis. (Jalink, 1996).



Figuur 4-4. Schema van de vegetatiesuccessiereeksen in laagveen (Lamers et al. 2001)

4.4 Kritische belastingen voor trilveen

Wil een vegetatie zich optimaal ontwikkelen, dan moet worden voldaan aan een bepaalde combinatie van de standplaatsfactoren vochttoestand, zuurgraad en voedselrijkdom. Voor de Associatie van Schorpioenmos en Ronde Zegge geldt dat zij wordt gevoed door mesotroof, lithoclien grondwater of door lithoclien, mesotroof tot matig eutroof oppervlaktewater, met oppervlakkige regenwaterinvoel. De zuurgraad varieert van basisch in de onderlaag tot matig zuur in de bulten. Alleen diepwortelende soorten als Padderus en Waterdriblad bereiken het basische water. De vochttoestand is submers in de slenken tot matig nat in bulten, met constante waterstand (Jalink, 1996) zie tabel 4.1.

Tabel 4-1 Standplaatsfactoren voor trilveen volgens Jalink (1996)

Waterregime	Submers	Grondwater permanent boven maaiveld
	Matig nat	Grondwater 10-20 cm onder maaiveld
Zuurgraad	Basisch	pH >7,5
	Matig zuur	pH 4,5 – 5,5
Trofiegraad	Mesotroof	N- en P-arm
	Matig eutroof	Matige aanvoer van N en P

Zuurgraad

De optimale pH voor de Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge varieert volgens Jalink (1996) van 'basisch tot matig zuur'. In de indicatorserie koppelt hij daaraan een pH-waarde van 4,5 – 7,5, echter zonder te noemen of het om pH(H₂O) gaat of om pH(KCl).

In het Handboek Natuurdoeltypen (Bal et al. 2001) wordt voor trilveenvegetaties een zuurgraad tussen 'matig zuur' en 'neutraal' gegeven, met een optimum voor 'zwak zuur'. Die hierbij horende pH-waarden zijn pH(H₂O) 4,5 – 7,5. Gezien de gelijkenis tussen de waarden in beide bronnen, doelde Jalink (1996) vermoedelijk op de pH(H₂O).

Fosfaat en nitraat

De vereisten voor de fosfaatgehalten in de bodem zijn voor diverse vegetatietypen door onderzoekscentrum B-WARE onderzocht. Uit referentieonderzoeken zijn de volgende kritische waarden bepaald:

Tabel 4-2 Kritische belasting voor vegetatietypen volgens B-WARE (2010) Niet gepubliceerd

Trilveen/blauwgrasland	Dotterbloemhooiland	Bloemrijk grasland	Eenheid
Olsen-P < 300	Olsen-P < 800	Olsen-P < 1500	μmol·L ⁻¹
Totaal-P < 5	Totaal-P < 20		mmol·L ⁻¹
Tot-Ca > 20	Tot-Ca en tot-Fe > 100		mmol·L ⁻¹

Stowa geeft in NOV-rapport 3-2 de volgende parameters voor de waterchemie:

Tabel 4-3 Kritische belasting voor grondwaterchemie volgens Blokland en Kleijberg (1997)

Parameter	Vorm	Kritische waarde	Eenheid	Kritische waarde	Eenheid
N	NO ₃ ⁻	0,32	mg·L ⁻¹	5,16	μmol·L ⁻¹
	NH ₄ ⁺	0,84	mg·L ⁻¹	46,56	μmol·L ⁻¹
P	PO ₄ ³⁻	0,38	mg·L ⁻¹	4,00	μmol·L ⁻¹
pH	Niet gespecificeerd	4,5 – 6,5	-		

Behalve de absolute belastingen met nutriënten, zijn zeker ook de relatieve verhoudingen tussen de bodemchemische parameters belangrijk. De ratio tussen ijzer en fosfaat speelt in de Nederlandse laagveengebieden een belangrijke rol (Jalink en Witte, 2009). Fosfaat is in veengronden een beperkende factor, waardoor de mate van PO₄-beschikbaarheid van invloed is op de (mogelijke) vegetatieontwikkeling. Bij een verhouding Fe:PO₄ van kleiner dan 1, zal eutrofiëring door fosfaatmobilisatie optreden. Bij een verhouding Fe:PO₄ van groter dan 10, wordt het fosfaat sterk geïmmobiliseerd. Dit laatste is gunstig voor de voedselarme situatie die voor soortenrijke vegetaties als trilveen noodzakelijk is.

Macro-ionen: chloride en sulfaat

Lamers et al (2006) beschrijven dat de in laagveen wenselijke ijzer:fosfaatratio van groter dan tien in principe alleen voorkomt bij sulfaatconcentraties beneden de 200 μmol en chlorideconcentraties beneden de 2000 μmol·L⁻¹ (Tabel 4-4).

Tabel 4-4 Kritische belasting van bodemvocht voor soortenrijke vegetaties in laagveen (Lamers et al., 2006, p. 47)

Parameter	Kritische waarde	Eenheid
Fe:PO ₄ -ratio	>10	mol/mol
Sulfaat	200	μmol·L ⁻¹
Chloride	2000	μmol·L ⁻¹

5 Resultaten

Na een beschrijving van het gebied Noordmanen, de opzet van het onderzoek (hoofdstuk 3) en de eisen die het habitattype overgangs- en trilveen stelt aan haar omgeving (hoofdstuk 4) zullen in dit hoofdstuk de resultaten van de verschillende deelonderzoeken worden beschreven.

De bodemprofielen en de daarbij horende bodemtypen komen in paragraaf 5.1 aan bod. Vervolgens wordt ingegaan op de bodemanalyses, paragraaf 5.2. en de pH van de verschillende bodemhorizonten paragraaf 5.3. De waterkwaliteit is beschreven in paragraaf 5.4. De kwaliteit geeft ook een beeld van de herkomst van het grondwater (paragraaf 5.5). Door het maken van EGV-profielen is een relatie met de herkomst van water gelegd (paragraaf 5.6). Waterkwantiteit is in paragraaf 5.7 beschreven waarna tot slot wordt ingegaan op de vegetatie in de Noordmanen, paragraaf 5.8.

5.1 Bodemprofielen

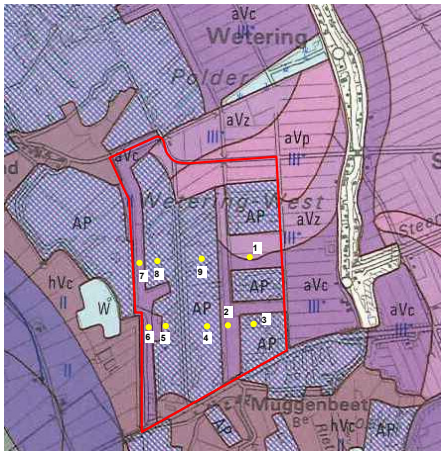
Bij de gebiedsbeschrijving is al aangegeven dat op basis van de bestaande bodemkaart de volgende bodemtypen voorkomen in Noordmanen: madeveengronden met zand beginnend binnen 1,20 m –mv (aVz), Madeveengronden bestaande uit zeggeveen, rietzeggeveen of mesotroof broekveen (aVc), Madeveengronden met een humuspodzol (beginnend ondieper dan 1,20 m) (aVp) en petgaten (AP).

Op basis van de uitgevoerde boringen zijn de bodemtypen opnieuw geclassificeerd. In Tabel 5-1 zijn de bodemtypen opgenomen volgens de bodemkaart van Nederland blad 16 West en de geactualiseerde bodemtypen op basis van de uitgevoerde boringen. In

Figuur 5-1 zijn de genummerde boorpunten globaal weergegeven. Voor de exacte ligging wordt verwezen naar bijlage 3-1 (Locatie peilbuizen en prikstokmeting EGV). In bijlage 4 zijn de profielbeschrijvingen opgenomen.

Tabel 5-1 bodemtypen 1978 en 2010

Boringnummer	Bodemkaart van Nederland blad 16 West	Geactualiseerde bodemclassificatie
1	Madeveengrond (aVz)	Meerveengrond (zV)
2	Madeveengrond (aVc)	Broekeerdgrond (zWz)
3	Petgat (AP)	Vlietveengrond (Vo)
4	Petgat (AP)	Vlietveengrond (Vo)
5	Petgat (AP)	Koopveengrond (hV)
6	Madeveengrond (aVc)	Koopveengrond (hV)
7	Madeveengrond (aVc)	Koopveengrond (hVp)
8	Petgat (AP)	Koopveengrond (hV)
9	Petgat (AP)	Vlietveengrond (Vo)



Figuur 5-1 Bodemkaart Noordmanen met boorlocaties (Stiboka, 1988, blad 16 West).

Uit de vergelijking van de bodemprofielen wordt duidelijk dat de petgaten in de periode tussen 1978 en 2010 verder zijn verland en dat een bodemtype is gevormd. Ter plaatse van petgat 3, 4 en 9 is het bodemtype vlietveengrond geclassificeerd. De toplaag is ca. 0,20 m dik en bestaat uit slap, veraard veen. De onderliggende horizont bestaat uit uiterst slap tot zeer slap veen. Deze veenlaag bestaat bij boring 3 uit bagger en bij boring 4 en 9 uit bijna niet herkenbaar zeggeveen. Het totale veenpakket verloopt in dikte van ca. 1,40 m bij boring 3 in het oosten tot ca. 0,75-1,00 m in het westen van het gebied.

Een duidelijk verschil met de bodemkaart van 1978 is het verschil tussen de madeveengronden en de koopveengronden. Op de bodemkaart van 1955, zie paragraaf 2.1, blijkt dat er kleiige zetwallen in het gebied voorkomen. De uitgevoerde boringen zijn mogelijk juist in of bij deze zetwallen uitgevoerd, waarbij de kleiige horizonten zijn aangeboord.

De locatie van de boringen 5 en 8 zijn in het veld niet herkenbaar als zetwal. Uit de boringen blijkt dat verspreid door het gebied, weliswaar op verschillende diepten, kleiige afzettingen voorkomen. De als koopveengrond geclassificeerde bodemtypen komen alleen aan de westkant van het gebied voor. De weilanden ter plaatse van boring 1, 2, 6 en 7 zijn in het verleden bezand (melding dhr. Timmerman) en vervolgens bewerkt waardoor een heterogene toplaag is ontstaan. De toplaag bestaat aan de oostkant uit matig fijn, sterk siltig, matig humeus zand. Aan de westkant, boring 6 en 7, bestaat de toplaag uit uiterst zandig, matig humeus klei.

De zandondergrond in de petgaten loopt van oost naar west op van ca. -3,20 m NAP (boring 3) tot ongeveer -2,60 m NAP. Onder de graslanden aan de westkant ligt de zandondergrond op ca. -1,75 tot -2,20 m NAP.

In de zandondergrond zijn matig tot sterk siltige lagen aangetroffen direct onder het veenpakket.

Interpretatie bodemprofielen

Van de bodemprofielen die in de petgaten zijn gemaakt is af te lezen dat de petgaten na 1978 verder zijn verland en volledig zijn gevuld met veen. De toplaag in de petgaten bestaat deels uit een mat van rietwortels en voor een deel uit een veraarde veenlaag. Het veen dieper in de bodemprofielen is slecht herkenbaar als zegge- of rietveen. Alleen helemaal onderin het profiel, net boven de zandondergrond, is bij enkele boorpunten het type veen te herleiden door de aanwezigheid van herkenbare plantendelen. Omdat in het veen nauwelijks herkenbare plantenresten aanwezig zijn duidt dit op verwerking (oxidatie) van afgestorven plantenresten. Oxidatie van veen kan door verschillende processen op gang komen. Eén van de oorzaken is verlaging van het waterpeil waardoor zuurstof de bodem indringt. Het kan in anaerobe situaties ook veroorzaakt worden door nitraat (NO_3^-) of door aanvoer van sulfaatrijk (SO_4^{2-}) grondwater, zie paragraaf 4.1. Figuur 5-2 illustreert hoe veraard en niet herkenbaar veen er uit ziet.



Figuur 5-2 Niet herkenbaar veen duidt op oxidatie en afbraak van veen (Foto R. Visser)

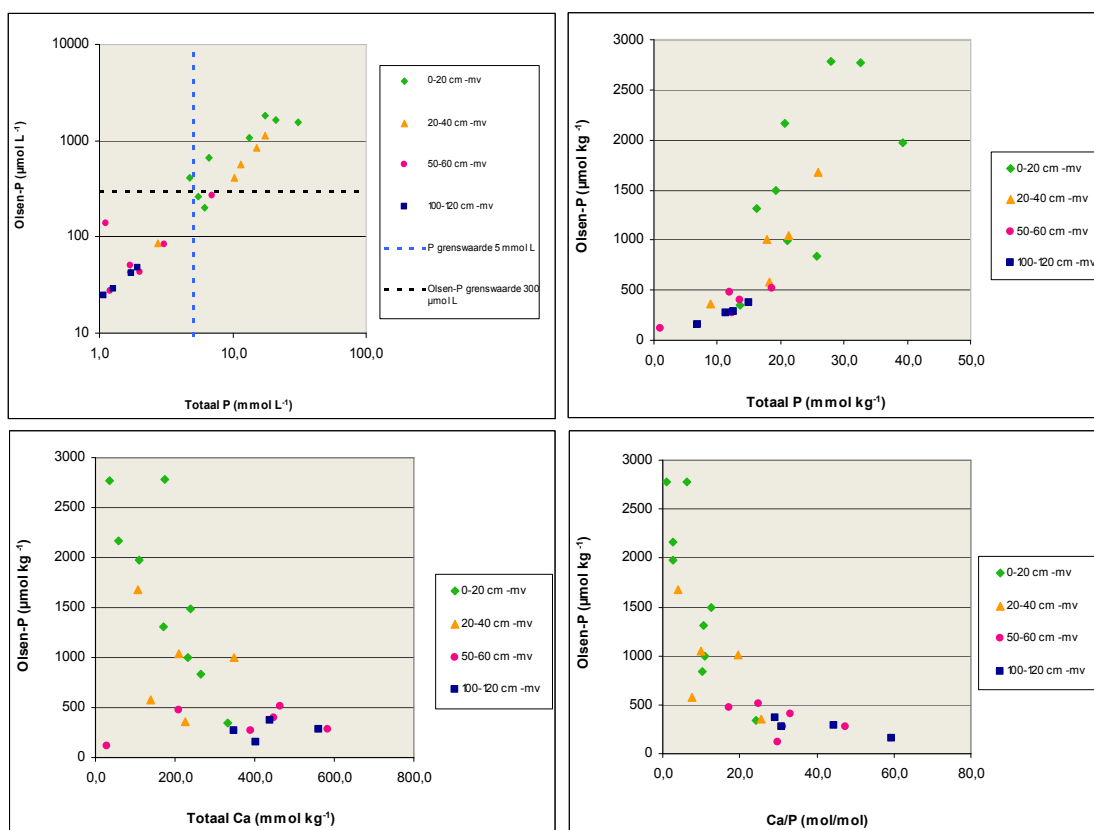
Ter plaatse van de boringen 1, 2, 6 en 7 is de grond in gebruik als weiland. Ter plaatse van boring 1 is het bodemtype geclassificeerd tot een meerveengrond in plaats van een madeveengrond. Het verschil met de madeveengrond is dat bij de meerveengrond meer zand door het profiel is verwerkt en het organische stofgehalte minder dan 15% is, zie ook analyseresultaten van B-WARE (Stoffelsen, 2008). Door bewerkingen kan in de loop van de tijd meer zand door het profiel zijn verwerkt; daarbij kan door afbraak en vertering het organische stofgehalte lager zijn geworden dan tijdens de opnamen in 1978. Boring 2 is nu geclassificeerd als beekerdgrond. Hoewel deze grond ook alle kenmerken heeft van een madeveengrond wordt het profiel ter plaatse van deze boring gerekend tot een beekerdgrond omdat de venige tussenlaag niet binnen 40 cm -mv begint.

Op basis van de negen boringen die voor het onderzoek zijn gemaakt is geen volledig geactualiseerde bodemkaart op te stellen. Daarvoor zijn meer boringen noodzakelijk. Wel wordt uit deze boringen duidelijk dat binnen het gebied een grotere variatie aanwezig is dan de bodemkaart aangeeft.

5.2 Bodemanalyse

Tijdens het veldwerk zijn van elke boorlocatie bodemonsters verzameld. In afwijking van de onderzoeksopzet is niet overal een opeenvolgend bodemprofiel bemonsterd. Hiervoor is gekozen omdat een beperkt aantal monsters geanalyseerd kon worden bij B-WARE. In de petgaten is bemonsterd op een diepte van 0-20, 50-60 en 100-120 cm -mv. In de weilanden is op een diepte van 0-20, 20-40 en tussen 40-90 cm -mv een monster genomen. In de grafiek zijn de monsterdiepte van 50-90 (boring 2) en 40-60 (boring 7) ondergebracht in de categorie 50-60. De analysresultaten van de monsters zijn opgenomen in bijlage 5.

In Figuur 5-3 zijn de resultaten van het bodemkwaliteitsonderzoek naar het voor planten beschikbaar fosfaat Olsen-P afgezet tegen het totaal beschikbaar P, zowel in L^{-1} als in kg^{-1} , alsmede het aanwezige Ca en de Ca/P-ratio.



Figuur 5-3 De beschikbare hoeveelheid Olsen-P in relatie tot P-totaal, Ca en de Ca/P ratio. De monsterdiepte is per diepte weergegeven.

Linksboven in Figuur 5-3 is de waarde van Olsen-P en totaal-P in liters bodemvolume aangegeven. Uit de figuur blijkt dat de ondiepe gronden van 0-40 cm –mv > 300 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Olsen-P en > 5 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ totaal-P bevatten. De hoeveelheid beschikbaar fosfaat alsook het totaal-fosforgehalte neemt beneden 40 cm –mv sterk af tot < 500 $\mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ Olsen-P en < 20 $\text{mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ totaal-fosfor.

De correlatie tussen Olsen-P en totaal-P is vrij sterk. Meer fosfaat leidt tot hogere waarden van Olsen-P. Daar is uit af te leiden dat fosfaat niet allemaal gebonden wordt en er sprake is van mobilisatie van fosfaat. Dit lijkt bevestigd te worden door totaal-Ca te relateren aan Olsen-P: de ondiepe monsters tot 40 cm –mv hebben hoge Olsen-P waarden en bevatten een lager gehalte calcium. Het aanwezige calcium is niet in staat om het vrije fosfaat te binden.

Vrij veel calcium en weinig fosfaat in een bodem duidt op immobilisatie van fosfaat door de vorming van het slecht oplosbare calciumfosfaat. Nadat fosfaat is geadsorbeerd aan het oppervlak van kalk, is een kern gevormd voor de groei (precipitatie) van calciumfosfaat op het oppervlak van het kalkdeeltje. Door deze groei gaat een groot deel van het gevormde calciumfosfaat steeds slechter in oplossing. Tijdens dit proces treedt ook wijziging van de mineraalstructuur op. Het gecombineerde effect is dat dit langzaam gevormde materiaal relatief slecht weer in oplossing gaat (Schoumans et al., 2004). Dit proces is rechtsonder in Figuur 5-3 ook terug te zien waarbij de Ca/P ratio is uitgezet tegen de Olsen-P waarde. Hierbij is te zien dat een hoge Ca/P-ratio (dus een overmaat aan calcium) leidt tot lagere gehalten aan plantbeschikbaar fosfaat.

In verschillende monsters is een verhoogde concentratie van zwavelverbindingen aangetroffen. De herkomst van deze zwavelverbindingen in de petgaten is niet duidelijk. De hoge atmosferische depositie van zwavel in de vorige eeuw kan hieraan ten grondslag liggen (van Delft et al., 2005). In de graslanden is de rijke bemesting waarschijnlijk de boosdoener.

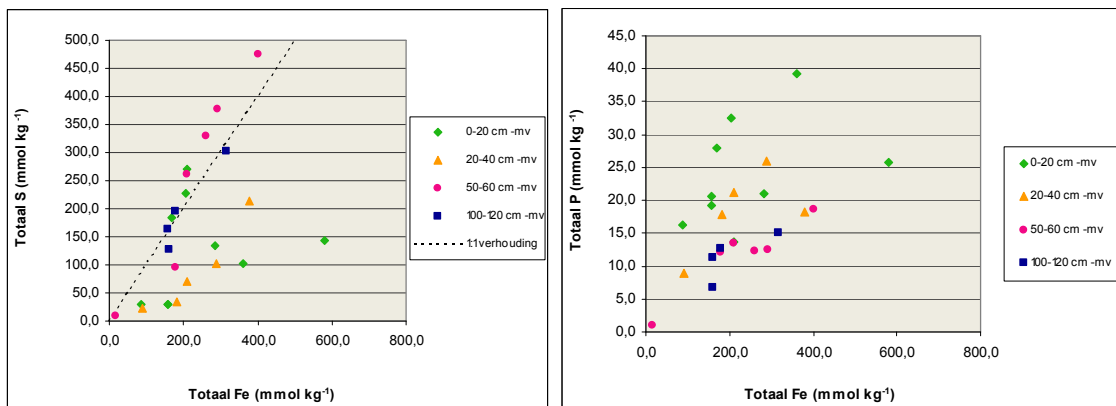
Uit Figuur 5-4 is op te maken dat er een correlatie is tussen sulfaat en het aanwezig ijzer. Opvallend is de, nagenoeg een-op-eenverhouding tussen sulfaat en ijzer van de diepe monsters. Dat kan duiden op de aanwezigheid van pyriet (ijzersulfide FeS) in de bodem. Het risico op interne eutrofiering is groot bij een overmaat aan sulfaat ten opzichte van ijzer in de bodem ($\text{Fe/S-ratio} < 1$) (Van Delft et al., 2005). In de petgaten is op een diepte van 100-120 cm –mv deze waarde kleiner of gelijk aan 1 (zie bijlage 5).

Als pyriet wordt blootgesteld aan zuurstof zal oxidatie van pyriet optreden. Het vrijkomende sulfaat kan in anaerobe omstandigheden bijdragen aan de afbraak van organische stof (zie ook hoofdstuk 4). Onder anaerobe omstandigheden zal eerst nitraat als oxidator optreden en zowel voor oxidatie van pyriet als van organische stof zorgen. Gezien de lage concentraties NO_3 en de hoge gehalten van zwavelverbindingen in de grond is hier mogelijk sprake van pyrietoxidatie.

De hoeveelheid sulfaat in de toplaag tot 40 cm –mv is in verhouding tot ijzer lager dan in de diepe monsters. Sulfaat is mobieler dan ijzer en kan makkelijk uitspoelen naar de diepe ondergrond. Opvallend is dat op een diepte van 50-60 cm –mv naar verhouding veel sulfaat aanwezig is. Dit kan duiden op aanwezigheid van pyriet. De 1:1 verhouding tussen ijzer en sulfaat is een aanwijzing voor de aanwezigheid van pyriet in de bodem.

In de grondwatermonsters is concentratie sulfaat kleiner dan 1 mmol/l^{-1} .

Bij de oxidatie van organische stof komt NH_4^+ vrij. In de bodemonsters zijn redelijk hoge concentraties ammonium terug gevonden. Dat bevestigt dat er oxidatie van organische stof plaatsvindt.



Figuur 5-4 Correlaties tussen de Totaal S- en de Totaal Fe in het linkerfiguur en de correlatie tussen de Totaal-P en de Totaal-Fe rechts

Op de bodem van de watergangen binnen de Noordmanen is veel ijzerhydroxide neergeslagen. Dit duidt op aanwezigheid van kwel. De aanwezigheid van ijzeroxiden op de bodem van sloten binnen het gebied hoeft niet alleen te duiden op aanvoer van ijzerrijke kwel uit de diepe ondergrond. Het kan ook een gevolg zijn van oxidatie van pyriet waarbij ijzer vrijkomt dat neerslaat zodra het in contact komt van zuurstof. Ijzeroxiden kunnen ook via het oppervlaktewater vanuit het landbouwgebied aan de oostkant van de Noordmanen aangevoerd zijn.

In Figuur 5-5 is op de foto de neerslag van ijzeroxiden zichtbaar als een roodbruine laag, ook is een ijzerbacterievlies zichtbaar.



Figuur 5-5 Neerslag van ijzeroxiden en ijzerbacteriënvlies in een sloot (Foto O. Vlaanderen)

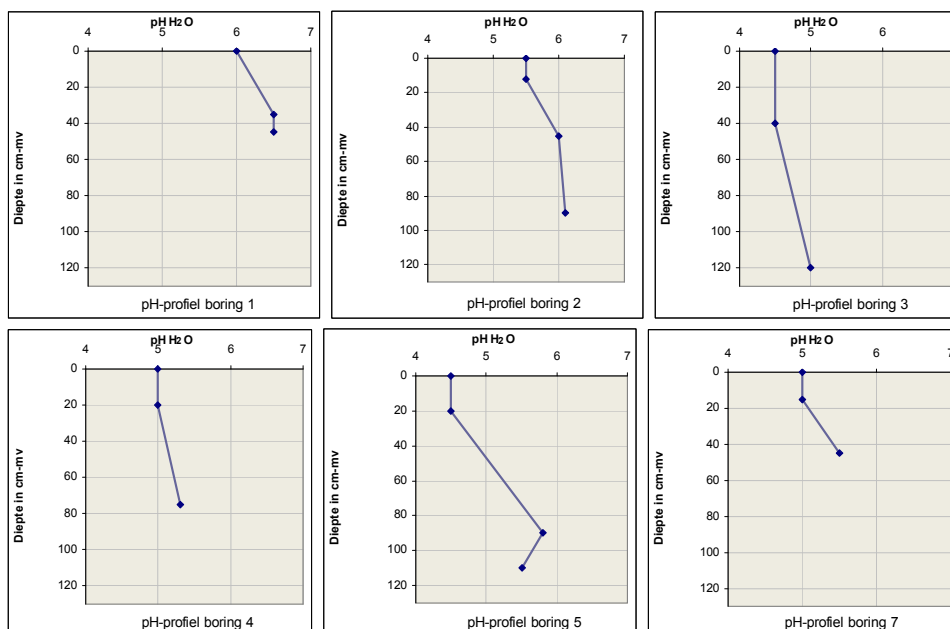
Wordt de hoeveelheid ijzer uitgezet tegen de totale hoeveelheid fosfaat dan is hier een duidelijke correlatie te zien tussen ijzer en fosfaat (Figuur 5-4). De correlatie tussen de diepe monsters duidt op binding van fosfaat aan ijzer. Dit is gunstig voor de vegetatie. De ondiepe monsters bevatten duidelijk meer fosfaat dan ijzer. Hier is meer fosfaat beschikbaar voor planten zoals ook uit Figuur 5-3 blijkt.

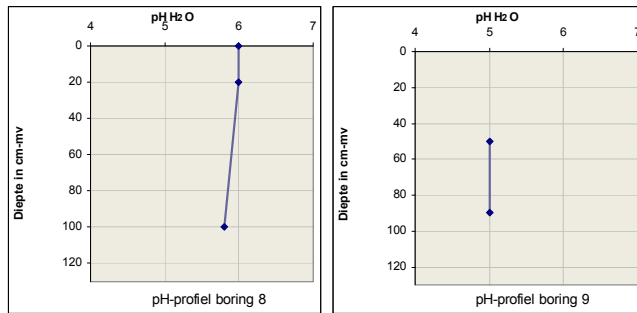
5.3 pH-profielen

Binnen het gebied is vooral in droge perioden, aan het einde van de zomer, diepe kwel aanwezig (paragraaf 2.3.1 en 5.7). Om na te gaan of in de Noordmanen nog kwel aanwezig is dat de wortelzone bereikt, is tijdens veldwerk van de bovenste horizonten de pH(H₂O) gemeten met pH-indicatorstrips. De locaties van de pH metingen komen overeen met die van de peilbuizen zoals in bijlage 4 is aangegeven. Boring 1, 2 en 7 staan in een weiland. De boringen 3, 4, 5, 8 en 9 zijn in petgaten genomen. De gemeten waarden zijn in de boorprofielen opgenomen (bijlage 5). De pH is per boring uitgezet in een pH-profiel en weergegeven in Figuur 5-6.

Als er invloed van kwel in de wortelzone aanwezig is, is dat van invloed op de zuurgraad van de bodem. Hoger in het profiel zal de pH deels worden bepaald een opwaartse flux (kwel en/of capillaire opstijging) en een neerwaartse flux van infiltrerend neerslagwater (Kemmers et al., 2008).

De pH van de bovenste horizont in de petgaten (Pb 3, 4, en 5) ligt tussen de 4.5 en 5. In de onderliggende horizonten loopt de pH op naar respectievelijk 5, 5.3 en 5.8. In de bemeste graslanden (boring 1, 2 en 7) heeft de pH een waarde tussen 5 en 6. In de ondergrond stijgt de pH verder tot 6.5 op 0,45 m-mv bij boring 1 en 6.1 bij boring 2 op 1,0 m-mv. Uit de pH-profielen is op te maken dat de pH stijgt met de diepte van het profiel. De GHG ligt bij deze meetpunten op 0,30 tot 0,45 m-mv en de GLG op 1,10 -1,20 m-mv. De pH in de toplaag van de boringen 1, 2 en 7 beginnen binnen de range van pH 5-6 en zijn daarmee zwak zuur. Dieper in het profiel stijgt de pH naar basisch. De invloed van bemesting met kalk, zie paragraaf 2.1, kan van invloed zijn op pH van de onderliggende bodemhorizonten binnen deze graslanden. Ook de aanwezigheid van kleiige en siltige bodemlagen kunnen hier zorgen voor een basischer pH. Daarnaast is de invloed van de bufferende werking door calciumhoudend grondwater onderin het profiel zichtbaar door de stijging van de pH. Vrijkomend zuur (H⁺) bij oxidatie van o.a. pyriet kan geneutraliseerd worden door omwisseling met de basische kationen zoals calcium (Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺) kalium (K⁺) en natrium (Na⁺) van adsorptiecomplex.





Figuur 5-6 pH-profielen boring 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 en 9

De pH-profielen van de bovenste horizonten in de petgaten vertonen veel overkomsten. De pH ligt rond 4,5–5. De pH van boring 8 wijkt hier echter van af en vertoont een wat basischer zuurgraad van 6. De matig tot zwakzure pH in de petgaten bevestigt het beeld dat er sprake is van regenwaterlenzen. Dit komt ook overeen met de gemeten EGV-waarden zoals weergegeven in Figuur 5-8, waarin de blauwe kleuren aangegeven dat het aandeel atmosferisch water daar groter is.

Uit de pH-profielen is op te maken dat de pH toeneemt met de diepte van het profiel. Invloed van kwel lijkt hierbij een rol te spelen. De invloed van kwel kan in petgaten minder zijn door de aanwezigheid van een sterk siltige laag met een kleine doorlaatfactor direct onder het veen.

5.4 Waterkwaliteit

Bij alle analyses moet rekening worden gehouden dat het om een éénmalige bemonstering gaat. Het geeft daarom slechts een grove indicatie over de geschiktheid van het water voor trilveenvegetaties.

De door Alcontrol verrichte analyses van de watermonsters uit de peilbuizen en van het oppervlaktewater leverden de volgende resultaten op:

Tabel 5-2 Resultaten analyse watermonsters (Alcontrol)

In oranje is aangegeven waar de kritische belasting wordt overschreden.



Analyse	Eenheid	Grasland	Grasland	Petgat	Petgat	Petgat	Petgat	Grasland	Petgat	Petgat	Oppervlw 2	Oppervlw 1
		Pb 1	Pb 2	Pb 3	Pb 4 o	Pb 4 d	Pb 5	Pb 7	Pb 9 o	Pb 9 d		
pH-KCl	-	6,7	6,2	6,7	5,5	5,9	5,8	6,3	5,6	5,9	7,0	7,0
Temperatuur t.b.v. pH	°C	21,0	21,0	21,1	21,1	21,1	20,9	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
METALEN												
Calcium	μmol·L ⁻¹	5489	1223	3743	499	898	948	1622	649	1297	1846	1971
Kalium	μmol·L ⁻¹	46,0	<25,6	199,5	76,7	<25,6	<25,6	<25,6	53,7	<25,6	38,4	40,9
Magnesium	μmol·L ⁻¹	493,6	148,1	423,7	115,2	123,4	176,9	267,4	61,7	94,6	246,8	238,6
Natrium	μmol·L ⁻¹	826,4	956,9	522,0	348,0	291,4	1000,4	435,0	291,4	265,3	1653	1348
IJzer (2+)	μmol·L ⁻¹	7,2	<3,6	<3,6	7,2	7,2	82,4	<3,6	26,9	80,6	<3,6	14,3
ANORGANISCHE VERBINDINGEN												
Ammonium	μmolN·L ⁻¹	49,96	14,28	78,52	10,71	10,71	28,55	121,34	10,71	10,71	107	128
Fosfaat (tot)	μmolP·L ⁻¹	3,23	3,23	6,46	12,92	12,92	3,23	9,69	6,46	19,37	13	16
Bicarbonaat	μmol·L ⁻¹	11144	2786	9341	508	2130	1262	3278	1049	2458	4425	4425
DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN												
Chloride	μmol·L ⁻¹	319	1190	435	610	348	1277	493	493	406	2003	1771
Kjeldahl-stikstof	μmol·L ⁻¹	299,8	199,9	392,6	421,1	164,2	421,1	428,3	356,9	249,8	300	250
Nitraat	μmol·L ⁻¹	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	29,0	19,4
Sulfaat	μmol·L ⁻¹	812	52,05	58,30	198	52,05	521	583	100,98	52,05	177	135
(Ortho)fosfaat	μmolP·L ⁻¹	<3,23	<3,23	<3,23	<3,23	5,81	<3,23	6,78	<3,23	4,52	<3	<3
Alkaliteit*	meq·L ⁻¹	12	2,5	9,4	0,5	2,0	0,8	2,8	0,8	2,3	4,6	4,2
Analyse	Eenheid	Pb 1	Pb 2	Pb 3	Pb 4 o	Pb 4 d	Pb 5	Pb 7	Pb 9 o	Pb 9 d	Oppervlw 2	Oppervlw 1
		Grasland	Grasland	Petgat	Petgat	Petgat	Petgat	Grasland	Petgat	Petgat		

*) De alkaliteit is indicatief, omdat de maximale conserveringsduur volgens SIKB-protocol 3001 is overschreden.

Zuurgraad

Voor de zuurgraad zijn de pH(H₂O)-waarden genomen die in het veld gemeten zijn tijdens de bemonsteringen op 16 maart 2010, omdat de conserveringsduur van de watermonsters voor de laboratorium-analyse was overschreden.

Tabel 5-3 Veldmetingen van de zuurgraad d.d. 16-03-2010

Analyse	Eenheid	Grasland	Grasland	Petgat	Petgat	Petgat	Petgat	Grasland	Petgat	Petgat	Oppervl 2	Oppervl 1
		Pb 1	Pb 2	Pb 3	Pb 4 o	Pb 4 d	Pb 5	Pb 7	Pb 9 o	Pb 9 d		
pH-H ₂ O	-	6,6	6,4	6,7	5,5	6,1	5,8	6,5	5,6	5,9	7,2	7,2
Zuurgraad	-	Neutraal	Zwak zuur	Neutraal	Zwak zuur	Zwak zuur	Zwak zuur	Neutraal	Zwak zuur	Zwak zuur	Neutraal	Neutraal

De zuurgraad van het grondwater is zwak zuur tot neutraal. Dit is een gunstige uitgangswaarde voor de ontwikkeling van trilveen, dat matig zuur tot neutraal grondwater verlangt.

Nutriënten: nitraat en fosfaat

Tabel 5-4 Stikstof in de watermonsters

Vorm stikstof	Eenheid	Pb 1	Pb 2	Pb 3	Pb 4 o	Pb 4 d	Pb 5	Pb 7	Pb 9 o	Pb 9 d	Oppw 2	Oppw 1
Nitraat	μmol/l	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	<12,09	29,03	19,35
Kjeldahl-stikstof*	μmolN/l	299,8	199,9	392,6	421,1	164,2	421,1	428,3	356,9	249,8	299,8	249,8
Ammonium	μmolN/l	49,96	14,28	78,52	10,71	10,71	28,55	121,34	10,71	10,71	107,1	128,5
Organisch N (= N-Kj - NH ₄ ⁺)	μmolN/l	249,8	185,6	314,1	410,4	153,5	392,6	306,9	346,2	239,1	192,7	121,3

*) Kjeldahl-stikstof is de som van de hoeveelheid organisch gebonden stikstof, ammoniak (NH₃) en ammonium (NH₄) in het monster.

Uit tabel 5-4 is op te maken dat de meeste stikstof in organisch gebonden vorm aanwezig is. Aangenomen is dat de Kjeldahl-stikstof voornamelijk uit ammonium en organisch gebonden N bestaat, en dat het aandeel ammoniak te verwaarlozen is. Het aandeel organisch gebonden stikstof is dan af te leiden door het aandeel aan ammonium af te trekken van de Kjeldahl-stikstof. De organisch gebonden stikstof kan beschikbaar komen voor de vegetatie als de organische stof verder humificeert.

Blokland en Kleijberg (1997) geven voor stikstof en fosfaat de volgende kritische waarden:

Tabel 5-5 Kritische waarden van de grondwaterchemie voor de Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge, naar Blokland en Kleijberg (1997), p. 584-6

Parameter	Vorm	Kritische waarde	Eenheid
N	NO ₃ ⁻	5,16	μmol·L ⁻¹
	NH ₄ ⁺	46,56	μmol·L ⁻¹
P	PO ₄ ³⁻	4,00	μmol·L ⁻¹

Het gehalte aan ammonium is in peilbuizen 1, 3 en 7 een factor 1,1 tot 2,6 hoger dan deze kritische waarde.

De fosfaatgehalten zijn in de peilbuizen 4-o, 4-d, 7, 9-o en 9-d tot een factor 1,7 te hoog voor trilveen. Voor nitraat viel de kritische waarde buiten de detectiegrens van de meetapparatuur. Op basis van de peilbuismonsters kunnen daarom geen uitspraken gedaan worden of de nitraatgehalten laag genoeg of te hoog zijn.

Op basis van de kritische waarden van Blokland en Kleijberg (1997) kan voor de oppervlaktewatermonsters geconcludeerd worden dat de gehalten aan fosfaat, nitraat en ammonium te hoog zijn voor de Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge. Het ammoniumgehalte is in één watergang een factor 2,8 te hoog, het fosfaatgehalte tot een factor 4 en het nitraatgehalte is een factor 2,4 tot 5,6 te hoog.

Tabel 5-6 IJzer-fosfaatratio in de watermonsters

	IJzer (2+) $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	Fosfaat (tot) $\mu\text{molP}\cdot\text{L}^{-1}$	FE:PO ₄ mol/mol
Pb 1 Grasland	7,2	3,23	2,22
Pb 2 Grasland	<3,6	3,23	<1,11
Pb 3 Petgat	<3,6	6,46	<0,55
Pb 4 o Petgat	7,2	12,92	0,55
Pb 4 d Petgat	7,2	12,92	0,55
Pb 5 Petgat	82,4	3,23	25,51
Pb 7 Grasland	<3,6	9,69	<0,37
Pb 9 o Petgat	26,9	6,46	4,16
Pb 9 d Petgat	80,6	19,37	4,16
Oppervlw 1	<3,6	13	<0,28
Oppervlw 2	14,3	16	0,89

Een ijzer:fosfaatratio groter dan 10 is gunstig voor de vastlegging van fosfaat. Bij een ijzer:fosfaatratio kleiner dan 1 treedt er vrijwel zeker interne eutrofiëring op.

Macro-ionen: chloride en sulfaat

Zoals vermeld in paragraaf 4.4 beschrijven Lamers et al (2006) dat de in laagveen wenselijke ijzer:fosfaatratio groter dan 10, in principe alleen voorkomt bij sulfaatconcentraties beneden de 200 μmol en chlorideconcentraties beneden de 2000 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Het chloridegehalte in oppervlaktewatermonster 1 zit net boven de kritische belasting.

Voor sulfaat geldt dat in de graslandpercelen bij peilbuis 1 en 7 en in het petgat bij peilbuis 5 de gehalten boven de kritische belasting van 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ liggen. Bij deze gehalten aan sulfaat is de kans op interne eutrofiëring en sulfidevergiftiging aanwezig (Lamers et al., 2006).

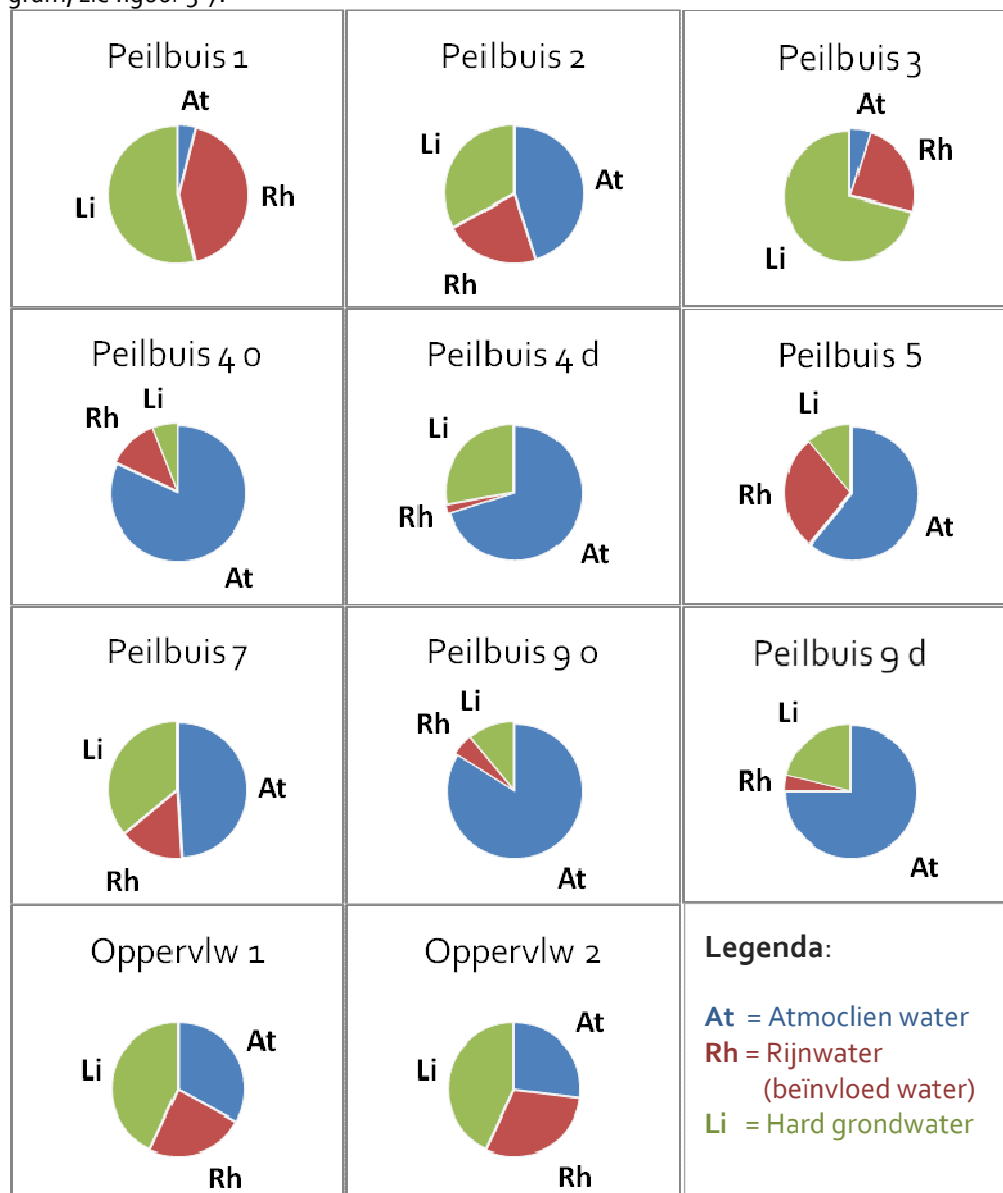
5.5 Watertype

Om een indruk te geven van de typen water die in het gebied aanwezig zijn, is statistisch de mengverhouding tussen lithoclien en atmoclien water en door mest beïnvloed water bepaald. Dit zegt nog niets over de herkomst van het water, maar geeft een indruk van de samenstelling van het water. De gemeten gehalten aan ionen zijn omgezet in milli-equivalentgewicht. Deze gehalten zijn vergeleken met de standaardwaarden die gelden voor de referentiewatertypen At (regenwater), Rh (Rijnwater), LiAng (hard grondwater) en Th (zeewater). Met een Pearsonvergelijking is de gelijkenis met de vier referentiewatertypen in procenten uitgedrukt. Deze percentages staan in Tabel 5-7 weergegeven. De verwantschap van de watermonsters met thalassotroof en lithotroof water is uitgezet in een Maion-diagram, waarna de mengverhoudingen tussen lithotroof en atmotroof water en Rijnwater zijn afgelezen. 'Rijnwater' staat hierbij voor beïnvloeding van het water door meststoffen. De afgelezen mengverhoudingen zijn samen met de gemeten EGV's van de grondwatermonsters in Tabel 5-7 opgenomen. Het Maion-diagram is opgenomen als bijlage 6.

Tabel 5-7 Similariteit van de watermonsters met referentiewatertypen

Nummer	Similariteit (%)				Aandeel (%)			EGV (mS/m)	Nummer
	LiAng	Th	At	Rh	At	Rh	Li		
Pb 1 <i>Grasland</i>	88	70	-46	71	4	42	54	130	Pb 1 <i>Grasland</i>
Pb 2 <i>Grasland</i>	94	35	-44	62	45	22	33	46	Pb 2 <i>Grasland</i>
Pb 3 <i>Petgat</i>	96	54	-56	60	5	24	71	96	Pb 3 <i>Petgat</i>
Pb 4 o <i>Petgat</i>	65	1	-3	46	82	12	6	20	Pb 4-1 <i>Petgat</i>
Pb 4 d <i>Petgat</i>	95	0	-51	24	70	2	28	25	Pb 4-2 <i>Petgat</i>
Pb 5 <i>Petgat</i>	70	34	3	73	61	28	11	39	Pb 5 <i>Petgat</i>
Pb 7 <i>Grasland</i>	97	24	-39	42	49	15	36	46	Pb 7 <i>Grasland</i>
Pb 9 o <i>Petgat</i>	87	-6	-34	31	84	5	11	19	Pb 9-1 <i>Petgat</i>
Pb 9 d <i>Petgat</i>	94	-1	-49	24	75	4	21	27	Pb 9-2 <i>Petgat</i>
Oppervlw 1	95	39	-45	64	33	24	43	60	Oppervlw 1
Oppervlw 2	92	47	-41	71	27	30	43	64	Oppervlw 2

Per watermonster zijn de mengverhoudingen van de referentiewatertypen uitgezet in een cirkeldiagram, zie figuur 5-7.

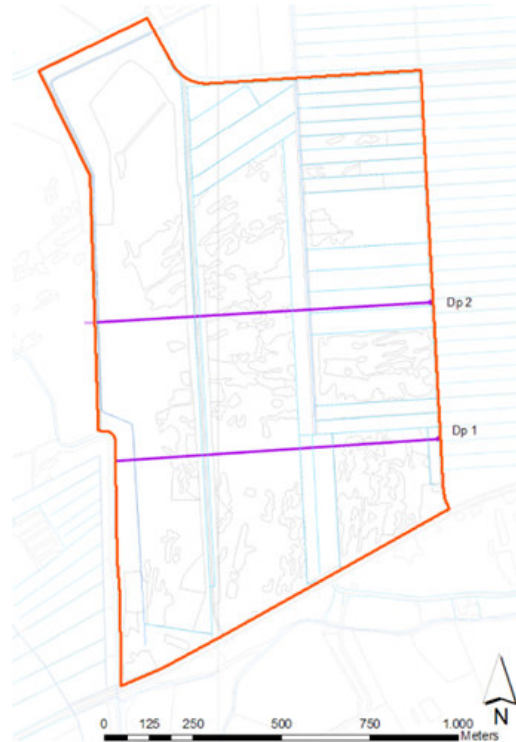


Figuur5-7 Mengverhouding van het water in de bemonsterde peilbuizen en van het oppervlaktewater

Te zien valt dat de peilbuizen 4, 5 en 9 het meest onder invloed staan van regenwater. De hardheid van het water in de buizen 1, 2, 3, en 7 kan duiden op invloed van landbouw en de oxidatie van organische stof (veenafbraak) omdat daarbij HCO_3^- vrijkomt. In peilbuis 3 kan naast afbraak van organische stof de invloed van diepe kwel bijdragen aan een verhoogd bicarbonaatgehalte. Het aandeel Rijnwater wordt veroorzaakt door een hoog gehalte NH_4^+ . De oppervlaktewateren bevatten hard, met nutriënten verrijkt water.

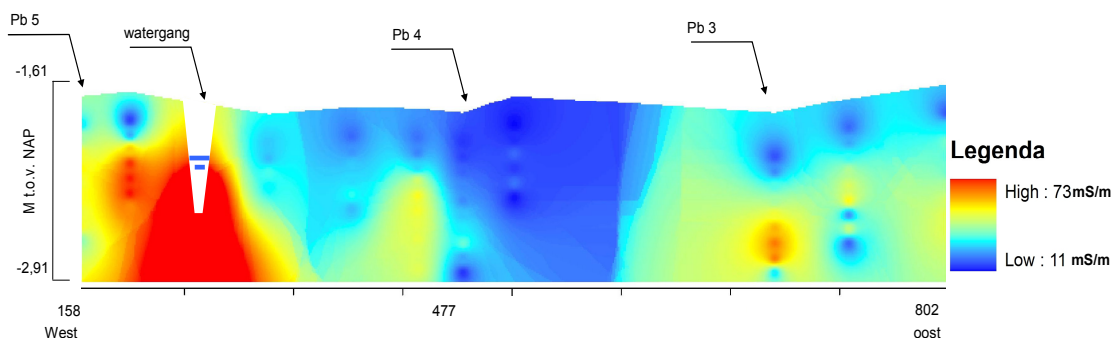
5.6 EGV-profielen

De prikstok is tijdens het veldwerk geijkt (bijlage 7-1). Dit is nodig omdat de prikstok een andere weerstand heeft dan de sonde waarop de EGV-meter is afgestemd. De waarden die de prikstok aangeeft blijken een factor 2,6 hoger te liggen dan de waarde van de sonde. De ijking is gemaakt door ook in een aantal sloten het EGV te meten met zowel de prikstok als met een EGV-sonde. Deze waarden zijn in een diagram gezet waarvan vervolgens de regressielijn is bepaald. De gemeten prikstokwaarden (bijlage 7.2) zijn vervolgens herberekend door ze te vermenigvuldigen met de regressievergelijking. De verkregen EGV-waarden zijn vervolgens in Excel verwerkt en gekoppeld aan de afstand vanaf het nulpunt van het lengteprofiel. Daardoor is ook de hoogte in meters ten opzichte van N.A.P. bekend. Deze gegevens zijn met GIS verwerkt tot een dwarsprofiel. Het zo verkregen dwarsprofiel geeft een indruk van het verloop van het EGV binnen het plangebied. Bij het dwarsprofiel moet aangetekend worden dat de afstand tussen de gemeten punten groot is. Daardoor ontstaat tussen twee punten met een grote afstand een onbetrouwbaar beeld van het EGV in het dwarsprofiel. De ligging van de dwarsprofielen zijn weergegeven in Figuur 5-8 en bijlage 2.



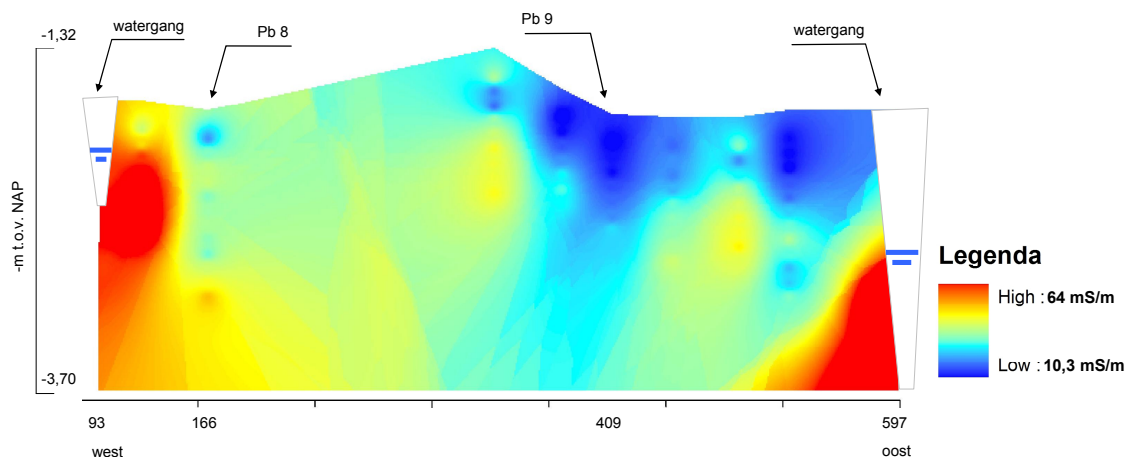
Figuur 5-7 Ligging dwarsprofielen

In Figuur 5-8 zijn de EGV-metingen van dwarsprofiel 1 weergegeven. De donkerblauwe kleur geeft een waarde van 11 mS/m weer en de felrode kleur geeft een waarde van 73 mS/m weer.



Figuur 5-8 Dwarsprofiel 1

In Figuur 5-9 zijn de EGV metingen langs dwarsprofiel 2 weergegeven. De donkerblauwe kleur geeft een waarde van 10,4 mS/m weer en de felrode kleur geeft een waarde van 70 mS/m weer.



Figuur 5-9 Dwarsprofiel 2

Uit de prikstokmetingen is af te leiden dat het EGV dieper in het profiel oploopt. Dit duidt op een hoger ionenconcentratie. In dwarsprofiel 1 is dit goed zichtbaar bij peilbuis 3. Bovenin het profiel is duidelijk een lage concentratie opgeloste ionen aanwezig, een lage EGV, wat duidt op een groter aandeel atmosferisch water.

Ter plaatse van de felrode kleuren is een hoge EGV gemeten.

In dwarsprofiel 1 is een hoge EGV gemeten in een watergang en in een petgat met sterk veraard veen.

In dwarsprofiel 2 zijn de hoge waarden in watergangen gemeten. De gemeten waarden zijn opgenomen in bijlage 7.

Met het bepalen van de verwantschap, zoals weergegeven in het Maion-diagram (bijlage 6) van de grondwatermonsters, zie paragraaf 5.5, is de mengverhouding van regenwater (Atmotroof; At), grondwater (Lithotroof; rLi) en Rijnwater (Rh) bepaald. Deze waarden zijn samen met het gemeten EGV van de grondwatermonsters in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** opgenomen.

Vervolgens is een regressielijn bepaald van het aandeel At, Li en Rh. Voor At levert dit een R^2 van 0,89 wat een goede waarde is. Voor Li en Rh levert dit een waarde van R^2 op van respectievelijk 0,71 en 0,69. De determinatiecoëfficiënt (R^2) is het percentage waarmee de variantie van y uit x is te verklaren. Hoe dichter deze bij 1 uitkomt hoe kleiner de afwijking van de gevonden waarden is.

De regressievergelijkingen zijn weergegeven in bijlage 7-3.

Met de regressievergelijking is de gemeten EGV-waarde teruggerekend naar een verwantschap van regenwater, grondwater en Rijnwater. Deze berekeningen zijn opgenomen in bijlage 7-4.

Uit deze verwantschapsbepaling is af te leiden dat het aandeel regenwater volgens de berekening varieert tussen At% 47-81 %, het grondwater Li% 12-34% en Rijnwater tussen Rh% 6-20%. Dit lijkt op een toename van grondwaterinvloed onderin het profiel.

Bij deze interpretatie moet wel rekening worden gehouden met de invloed van nutriënten die vrijkomen door afbraak van organische stof en de oxidatie van o.a. pyriet. Hierdoor stijgt ook het EGV, waardoor een verkeerde interpretatie van meetgegevens mogelijk is.

5.7 Waterkwantiteit

Grondwater

Het waterpeil in de geplaatste peilbuizen is in de periode van 15 maart tot 14 mei 2010 gemeten. De eigenschappen van de peilbuizen zijn opgenomen in bijlage 8.

De kortdurende meting van de peilbuizen is niet representatief voor het grondwaterstandverloop, maar geeft wel een indruk van de grondwaterstand binnen het gebied. Op basis van deze kortdurende metingen zijn geen gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG) en gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden (GVG) af te leiden.

De grondwaterstanden van de Noordmanen, gemeten in de periode van 15 maart tot 14 mei 2010, zijn weergegeven in Tabel 5-3.



Figuur 5-10 Locaties peilbuizen in en rond de Noordmanen

De peilbuismetingen van Grontmij in de periode 2005-2006 en 2006-2007 van peilbuis 32, 54 en 58 geven wel een beeld van het verloop binnen het meetjaar. De gemiddelde grondwaterstanden van de zomer- en winterperiode zijn in Tabel 5-2 uitgewerkt.

Tabel 5-2 Stijghoogten

Nummer	Maaiveld in meter t.o.v. NAP	Zomer- stijghoogte freatisch (m –mv)	Winter- stijghoogte freatisch (m –mv)	Zomer- stijghoogte 1 ^e WVP (m –mv)	Winter- stijghoogte 1 ^e WVP (m –mv)
Pb 32	-1,69	-	-	0,97	0,71
Pb 54	-1,19	0,47	0,29	0,64	0,62
Pb 58	-1,00	1,18	0,84	1,10	0,86

Uit de peilbuismetingen van Grontmij blijkt dat er netto sprake van is wegzijging. Zoals in hoofdstuk 2 is geconstateerd is de aan het eind van de zomer de stijghoogte uit het eerste watervoerend pakket hoger dan het freatisch grondwater.

Uit de eigen peilbuismetingen van maart tot en met mei 2010 blijkt dat de het freatisch grondwater in de petgaten aan het eind van de winter op of net onder maaiveld staat.

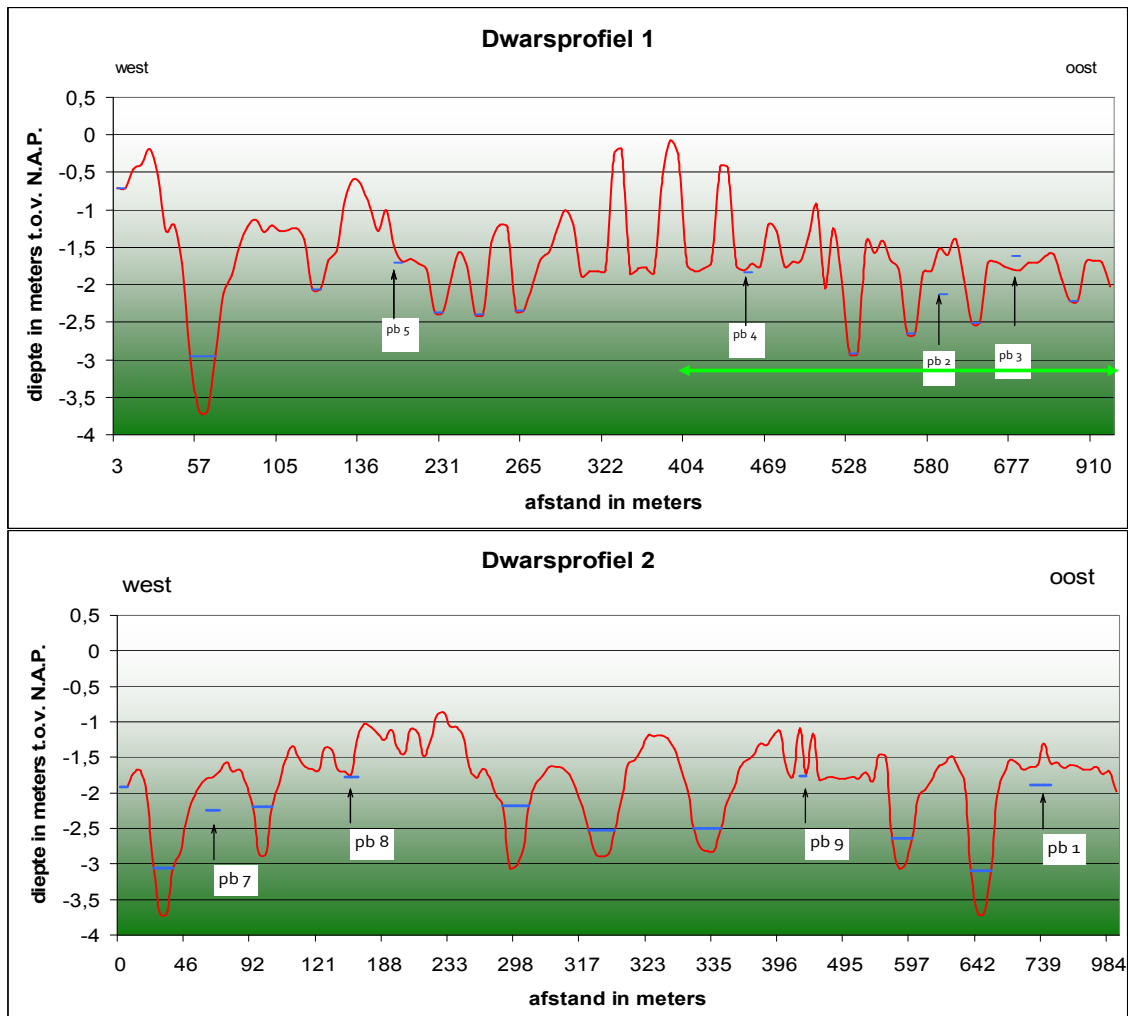
In de petgaten begint de grondwaterstand begin april te dalen. De grondwaterstand in de petgaten ter plaatse van peilbuis 3, 4 en 9 staat begin maart tussen ca. -1,60 en -1,85 m NAP. Aan de westkant van het gebied staat de grondwaterstand in de petgaten op ca. -1,70 en -1,80 m NAP. Dit komt overeen met een grondwaterstand van ca. 0,10 m –mv.

De grondwaterstand in de graslandpercelen bij peilbuis 1 en 2 staat gemiddeld op 0,45 m –mv. Het graslandperceel aan de westkant van het gebied wordt sterkt ontwaterd door de watergang langs de westkant van het gebied, die een waterpeil heeft van -3,10 m NAP. De graslandpercelen aan de oostkant, peilbuis 1 en 2, worden eveneens sterkt ontwaterd door de schouwsloten die afwateren op de centrale watergang in het gebied. Uit de boringen blijkt dat de GHG rond 0,30 – 0,45 m –mv ligt. Uit de metingen is op te maken dat grondwaterstanddaling optreedt binnen de gemeten periode. In de meting van 14 mei 2010 is zichtbaar dat de grondwaterstand stijgt na een periode van veertien dagen waarin relatief veel neerslag is gevallen.

Tabel 5-3 Peilbuismetingen Noordmanen (in meters t.o.v. NAP) en GHG en GLG volgens boringen

Nummer	Maaiveld	15-03-10	02-04-10	18-04-10	02-05-10	14-05-10	GHG (m –mv)	GLG (m –mv)
Pb 1	-1,84	-1,89	-2,25	-2,48	-2,46	-2,28	0,45	1,10
Pb 2	-1,6	-2,13	-2,1	-2,14	-2,04	-1,92	0,30	1,20
Pb 3	-1,81	-1,62	-1,93	-1,97	-1,94	-1,89	0,05	0,50
Pb 4 o	-1,81	-1,83	-1,83	-1,9	-1,89	-1,82	0	0,40
Pb 4 d	-1,81	-1,83	-1,85	-1,92	-1,9	-1,83	0	0,40
Pb 5	-1,69	-1,71	-1,77	-1,8	-1,83	-1,76	0	-
Pb 7	-1,77	-2,24	-2,44	-2,53	-2,42	-2,31	0,40	-
Pb 8	-1,73	-1,78	-1,87	-1,94	-1,86	-1,78	0	0,50
Pb 9 o	-1,76	-1,74	-1,86	-1,94	-1,94	-1,86	0	0,50
Pb 9 d	-1,76	-1,97	-1,98	-2,03	-2,03	-1,95	0	0,50
Pb 32	-1,69	-1,99	-1,68	-1,65	-1,65	-1,92	-	-

In Figuur 5-11 zijn twee dwarsprofielen weergegeven met de stijghoogte van het grondwater in de peilbuizen en de oppervlaktewaterpeilen, zoals gemeten tijdens de meting van de lengteprofielen op 23 februari 2010. In bijlage 2 is de ligging van de dwarsprofielen weergegeven.



Figuur 5-11 Dwarsprofielen met ligging peilbuizen, grondwater- en oppervlaktewaterstanden (oppervlaktewaterstanden gemeten op 23 februari 2010)

Voor de inrichtingsplannen van polder Wetering-West, heeft Grontmij een grondwatermodellering uitgevoerd met het modelinstrumentarium MIPWA (Grontmij, 2010). Op basis van het gekalibreerde regionale grondwatermodel is de stijghoogte van het eerste watervoerend pakket berekend in polder Wetering-West. De Noordmanen is niet specifiek in dit model meegenomen. Wel zijn peilbuis 32, 54 en 58 meegenomen voor de kalibratie van het regionaal model. Daarom zouden de resultaten van het model ook gebruikt kunnen worden voor het onderzoek in de Noordmanen.

Voor deze studie is de stijghoogte van het eerste watervoerend pakket afgetrokken van de AHN, waarmee de stijghoogte ten opzichte van maaiveld is berekend. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in bijlage 9.

De berekening laat zien dat in grote delen van de Noordmanen, de stijghoogte tot ca. 1,30 – 1,40 m -mv komt. Het verschil in stijghoogte uit het model en de stijghoogte in de in de peilbuizen 4 d en 9 d is gedeeltelijk te verklaren uit het ontbreken van de weerstand, in de peilbuizen, van het veenpakket en de matig tot sterk siltige lagen in de ondergrond. Bij de peilbuizen 4 en 9 is de stijghoogte ca. 0,10 m -mv. Tussen de uitkomsten van het model en de situatie in het veld zijn duidelijk verschillen aanwezig. In het kader van dit onderzoek zijn, op basis van dit model, geen uitspraken mogelijk over de invloed van kwel op de wortelzone. Plaatselijke omstandigheden kunnen zorgen dat er wel kwel aan het oppervlak komt door bijvoorbeeld afstroming van regenwater.

Wel bevestigt de uitkomst het beeld dat er eerder sprake is van wegzijging dan van kwel binnen de Noordmanen.

Oppervlaktewater

Binnen de Noordmanen zijn geen watergangen aanwezig die rechtstreeks in contact staan met het boezemwater van kanaal Wetering en de Roomsloot. Volgens Waterschap Reest en Wieden wordt er geen water ingelaten vanuit de omliggende boezemwateren. Het oppervlaktewatersysteem is afhankelijk van grondwater, afstromend regenwater en de aangesloten schouwsloten uit het omliggend gebied in Wetering-West.

Het waterpeil in de Noordmanen wordt zoals aangegeven in hoofdstuk 2 gereguleerd door gemaal Wetering. In de dwarsprofielen (Figuur 5-11) zijn zowel oppervlaktewaterpeilen als grondwaterstanden weergegeven. In de dwarsprofielen is af te lezen dat de peilen in watergangen ver beneden de grondwaterstand staan. Het streefpeil van -3,10 m NAP zorgt voor een drooglegging van gemiddeld 1,50 m. Daarbij komt dat de watergangen diep insnijden in de zandondergrond en daarmee veel kwelwater afvangen. De watergangen hebben daardoor een zeer sterk drainerend effect op de Noordmanen.

De invloed van het hoger gelegen peil van de Roomsloot is niet nader onderzocht. Zoals aangegeven in hoofdstuk 2, is te verwachten dat eventuele kwel vanuit de Roomsloot en de nog hoger gelegen Baarlingerpolder deels wordt weggenomen door de diep insnijdende bodem van de watergang net naast de Roomsloot. De hoger gelegen Roomsloot en de Baarlingerpolder zorgen voor druk op de diepe grondwaterstroming. Hierdoor heeft het diepe grondwater de neiging om als kwel in de Noordmanen uit te treden.

5.8 Vegetatie

Tijdens het veldwerk zijn onder andere bij peilbuis 4 wel 'kwelminnende' planten aangetroffen zoals Waterviolier en Padderus. Dit duidt op basenhoudend water. Dit hoeft nog niet te betekenen dat diepe kwel de wortelzone bereikt. Padderus is een naijler, omdat hij diep wortelt kan hij basenrijk water bereiken waar soorten als Parnassia dat niet meer kunnen (Jalink, 1996), Waterviolier duidt op het bestaan van een lokaal kwelsysteem (Tolman en Jongman, 1999).

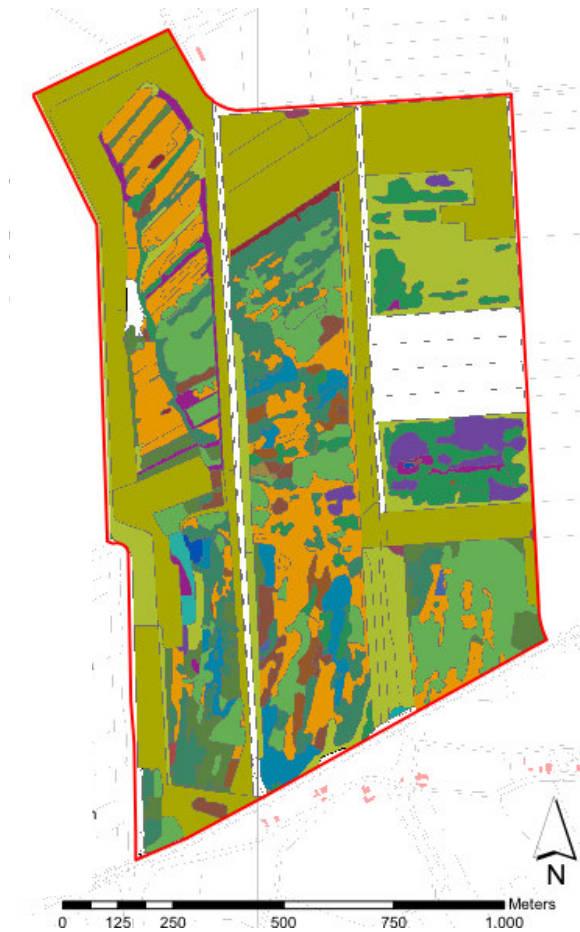
5.8.1 Vegetatiekartering 1998

In de vegetatiekartering van de Weerribben (Jongman en Tolman, 1999) zijn twee indelingen voor de vegetatie gemaakt: een gedetailleerde vegetatietypologie op basis van soortsaanstelling en een samenvattende vegetatiemozaïek waarin vegetatietypen samengevoegd zijn op basis van ruimtelijke variatie en milieuomstandigheden. Een lijst met het vegetatiemozaïek en de bijbehorende de vegetatietypen is opgenomen in bijlage 10.

Vanwege het niet beschikbaar zijn van opnametabellen, kan de Indicatorenreeks van Jalink (1996) niet toegepast worden. Daarom is in dit onderzoek het vegetatiemozaïek gebruikt om uitspraken te doen over de vegetatieontwikkeling in de Noordmanen.

Vegetatiemozaïek

Het vegetatiemozaïek toont dat de vegetatie van de Noordmanen bestaat uit rietmoerassen, zeggenmoerassen, wilgenstruweel, broekbossen, graslanden en ruigten. Op basis van de vegetatiesamenstelling kan geconcludeerd worden dat de voedselrijkdom varieert van matig voedselrijk tot zeer voedselrijk. De vochttoestand is nat, vochtig of droog/verdroogd.



*Figuur 5-12 Vegetatiemozaïek op basis van de vegetatiekartering uit 1998
Een grotere weergave inclusief verklaring is opgenomen als bijlage 10.*

Dit vegetatiemozaïek uit 1998, Figuur 5-12, bevestigt het beeld dat in het voorjaar van 2010 tijdens het veldwerk van de Noordmanen is ontstaan: het gebied is vochtig tot droog, voedselrijk en verruigd.

Bij de kartering in 1998 is geen trilveen aangetroffen in de Noordmanen. Wel is er een klein oppervlak aan veenmosrietland gevonden. Veenmosrietland kan in de successiereeks de opvolger zijn van trilveen bij een zomermaai-beheer (Van Loon, 2008) en/of bij het toenemen van regenwaterinvloed (Lamers et al. 2001). Gezien de wegzigging in het gebied (zie paragraaf 5.7) en het niet voeren van een zomermaai-beheer in de Noordmanen lijkt atmotrofiëring de meest waarschijnlijke oorzaak.

De overige natte vegetaties waren in 1998 rietmoerassen en zeggenmoerassen. Rietmoerassen ontstaan in voedselrijke omstandigheden. Zeggemoerassen ontstaan in matig voedselrijke omstandigheden. De broekbossen en struweelvegetaties zijn voedselrijk tot matig voedselrijk, vaak verdroogd en verruigd.

Bij een voortschrijdende verlanding en het achterwege blijven van maaibeheer, wordt veenmosrietland opgevolgd door een broekbos. Allereerst vormt zich een wilgenstruweel, waaruit in wat zuurdere omstandigheden berkenbroekbos ontstaat en in minder zure omstandigheden elzenbroekbos (Van Leerdam en Vermeer, 1992).

Vegetatietypen

Tolman en Jongman (1999) hebben een vegetatietypologie ontwikkeld voor de Weerribben. In de vegetatiekartering van 1998 zijn de elzenbroekbossen en berkenbroekbossen binnen één gemeenschap

ondergebracht, omdat in de Weerribben relevante classificatiekenmerken van boom- kruid- en mos- laag elkaar tegenspreken. Door wisselende waterhuishoudkundige ingrepen geven de drie vegetatiela- gen verschillende omstandigheden in ruimte en tijd weer.

Het beeld dat uit de aanwezige broekbosassociaties naar voren komt is dat van verdroogde, voedsel- rijke en soms verzuurde milieumomstandigheden.

De associaties uit het wilgenverbond zijn grotendeels in de gedegradeerde droge, verruigde en ver- stoorde vorm aangetroffen (codes 1Nf-1Nh). Slechts op enkele plaatsen is de natte vorm met grote zegge aangetroffen (code 1Nc). Deze is gebonden aan langdurig geïnundeerde, voedselrijke stand- plaatsen.

Van de gemeenschap van zwarte els en zachte berk zijn eveneens vooral de droge degradatievormen aangetroffen (codes 1Oh-1Om). De natte voedselrijke vorm (codes 1Oa-1Od) werd op enkele plaatsen aangetroffen.

De twee aangetroffen associaties die in de categorie Veenmosrietland vallen (codes 1Fc en 2Fb), zijn beide veenmosrijke varianten. Dit duidt op een geïsoleerde ligging ten opzichte van het oppervlakte- water en een grote invloed van regenwater in het bovenste deel van het veen (Jongman en Tolman, 1999).

De Grote zeggevegetaties (codes 1Da-9Da) bevatten diepe wortelaars, die mogelijk nog wel basen- rijker grondwater kunnen bereiken.

De overige lage vegetaties zijn gekenmerkt als voedselrijke graslanden en ruigtevegetaties.



Figuur 5-13 Vegetatie bekijken in een geplagd rietland met terreinbeheerder J. Bredenbeek (Foto O. Vlaanderen)

6 Werking ecohydrologisch systeem in Noordmanen

In hoofdstuk 2 is een beschrijving van de Noordmanen gegeven en is ingegaan op de geologische en de geohydrologische situatie. Op basis van bestaande informatie is vastgesteld dat er in en rond de Noordmanen netto sprake is van wegzijging. Het oppervlaktewatersysteem is beschreven, evenals de voorkomende bodemtypen volgens de bodemkaart van Nederland.

Van de bodem en het grond- en oppervlaktewater ontbraken kwaliteitsgegevens om uitspraken te kunnen doen of binnen de Noordmanen kansen voor de ontwikkeling van trilveen aanwezig zijn. Die kansen doen zich voor als de groeiplaatsomstandigheden voldoen aan de gewenste situatie voor het habitatype zoals omschreven in hoofdstuk 4. Dat deze omstandigheden niet voldoen, blijkt wel uit het feit dat open water met verschillende verlandingsstadia in de Noordmanen ontbreken. Daarom is onderzoek gedaan naar de grond- en waterkwaliteit binnen de Noordmanen. De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 5. In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek samengevoegd tot een ecohydrologische systeembeschrijving. Daarbij wordt ingegaan op hydrologie en kwel (6.1), de werking en invloed van het oppervlaktewatersysteem op haar omgeving (6.2) en tot slot op de invloed van zowel het hydrologisch systeem als het oppervlaktewatersysteem op de standplaats van de vegetatie (6.3).

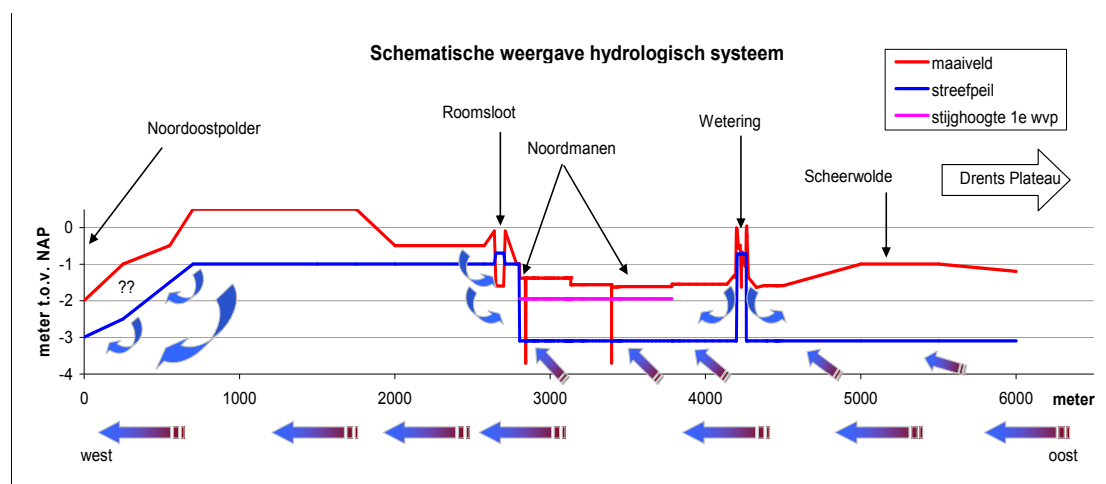


*Figuur 6-1 Van beheermaatregel... ...naar bloemrijk grasland
Weideperceel bij peilbuis 1 op 16 maart en 2 mei 2010 (Foto's resp. O. Vlaanderen en E. Zwanenburg)*

6.1 Hydrologie en kwel

We hebben gezien dat de diepe grondwaterstroom onder de Noordmanen grotendeels afhankelijk is van de grondwaterstroming vanaf het Drents plateau en de stuwwallen rond Paaslo-Oldemarkt in het noordoosten (par. 2.3). Door de lagere ligging van de Noordmanen ten opzichte van de omgeving is in de Noordmanen diepe kwel aanwezig. Het hoge waterpeil van de Roomsloot en de hogere ligging van de Baarlingerpolder ten westen van de Roomsloot werken als een barrière voor het diepe grondwater. Dit resulteert in een grotere stijghoogte van het eerste watervoerende pakket, waardoor diepe kwel in de lager gelegen Noordmanen uittreedt (par. 5.7). Dit is zichtbaar aan neergeslagen ijzeroxiden op de bodem van de watergangen die in de zandondergrond zijn ingesneden.

De werking van het hydrologisch systeem ten opzichte van de omgeving is schematisch weergegeven in Figuur 6-2.

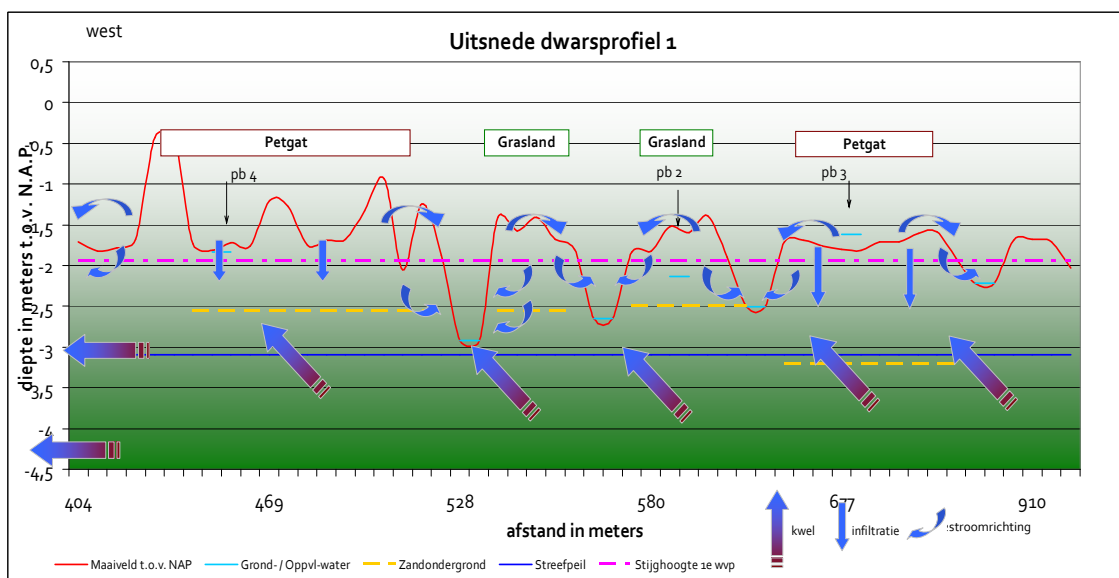


Figuur 6-2 Schematische weergave hydrologisch systeem

Op basis van grondwaterstandmetingen in de Noordmanen, Pb 4-d, 9d, 54d, 58d en B16Doo77 blijkt dat de stijghoogte vanuit het eerste watervoerend pakket (1^e wvp) in de zomer en winter varieert tussen -1,85 en -2,05 m NAP. Tijdens het peilen van peilbuis 4d en 9d bleek de stijghoogte vanuit het 1^e wvp in de peilbuizen, gelijk aan of net onder maaiveld te staan, ca. -1,81 m NAP (par. 2.3 en 5.7).

Door de aanwezigheid van een slechtdoorlatende, matig tot sterk siltige zandige laag direct onder het veenpakket wordt de kwelstroom afgeremd. Hierdoor komt de kwelstroom niet tot in het maaiveld. Regenwaterlenzen zorgen voor tegendruk en afname van kwelinvloed (par. 5.7). Aanvulling van de basisvoorraad door gebufferd grondwater in de wortelzone blijft hierdoor achterwege. Wel is de hoeveelheid calcium in het grondwater en de bodem redelijk hoog, zeker bij peilbuis 3 (par. 5.1 en 5.5). Hier is mogelijk meer kwelinvloed doordat de zandbodem ter plaatse van de peilbuis op -3,21 m NAP ligt. Dit is ca. 0,75 meter dieper dan de zandondergrond in de omgeving. Hier is mogelijk sprake van enige doorstroming met gebufferd grondwater vanwege de diepere ligging van dit petgat. Het grote aandeel van lithotroof water in peilbuis 3 wordt vooral veroorzaakt door de hoge concentratie calcium en bicarbonaat. Het aandeel Rijnwater is gerelateerd aan een verhoogd ammoniumgehalte (par. 5.5). Oxidatie van organische stof en daarmee het vrijkomen van bicarbonaat en ammonium kunnen hiervan de oorzaak zijn en een vertekend beeld geven wat betreft de herkomst van het geanalyseerde water.

In Figuur 6-3 is de werking van het hydrologische systeem tussen peilbuis 3 en peilbuis 4 weergegeven. In de figuur is zowel de stroomrichting als de stijghoogte vanuit het 1^e wvp schematisch weergegeven. De gele lijn geeft de hoogteligging van de zandondergrond aan.



Figuur 6-3 Hydrologische werking tussen peilbuis 3 en peilbuis 4

Het aandeel regenwater in de petgaten >60% is (par. 5.5 en 5.6). Uitzondering hierop is het voormalige petgat ter plaatse van peilbuis 3. De pH-profielen en het gemeten EGV bevestigen de aanwezigheid van regenwaterlenzen (par. 5.3 en 5.6) in de petgaten. Netto is er sprake van wegzijging binnen de Noordmanen (par. 5.7).

Het grondwater ter plaatse van de graslanden bij peilbuis 1, 2 en 7 vertoont vergeleken met dat van de voormalige petgaten meer invloed van lithotroof water. De hoeveelheid calcium en bicarbonaat zijn op die locaties hoog. Dit is waarschijnlijk het gevolg van grondbewerkingen en bekalking. De grondbewerkingen hebben plaatsgevonden om de percelen geschikt te maken voor de landbouw, zie ook paragraaf 2.1. Het toedienen van kalk verlaagt de zuurgraad maar bevordert ook de oxidatie van het nog aanwezige organische stof in de bodem, waarbij bicarbonaat vrijkomt. Ter plaatse van graslanden vindt sterke infiltratie van regenwater plaats door de drainerende werking van de naastgelegen watergangen (par. 5.7).

6.2 Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem is niet afhankelijk van ingelaten oppervlaktewater, maar wordt gevoerd door kwel, neerslagwater en instroming van overtollig water uit het aangrenzende deel van polder Wetering-West.

De watergangen die tot in de zandondergrond zijn gegraven vangen veel kwel af en hebben een sterk drainerende werking op het gebied vanwege de grote drooglegging (par. 2.1 en 5.7).

Neerslag van ijzerhydroxiden op de bodem van watergangen (Figuur 6-4) bevestigen de aanwezigheid van kwel.

Polder Wetering-West wordt ontwaterd via perceelsloten die door de Noordmanen lopen. Het overtollige en met nutriënten verrijkte water wordt langs de petgaten aan de oostkant van de Noordmanen geleid. Dit water is voedselrijk (par. 5.4).



Figuur 6-4 IJzerhydroxiden op de bodem van een 's winters niet bevroren watergang

6.3 Voedselrijkdom en vegetatie

Als gevolg van de inpoldering, de rijke bemesting door de landbouw en de atmosferische depositie van ammoniak en zwavel treden processen op die zorgen voor eutrofiëring binnen de Noordmanen.

De aanvoer van gebufferd grondwater is, zoals eerder geconstateerd, beperkt doordat de kweldruk wordt afgeremd en veel kwel door de diepe watergangen wordt afgevangen (par. 5.2.). Hierdoor kan kwelwater minder bijdragen aan het opladen van het adsorptiecomplex van de bodem. Toch is buffering aanwezig zoals blijkt uit de hoeveelheid calcium en bicarbonaat dat in zowel de grond als in het grondwater is aangetroffen (par. 5.2 en 5.4). De hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in de petgaten is laag, wat gunstig is voor ontwikkeling van schrale vegetaties. Fosfaat lijkt voornamelijk gebonden te worden door calcium en ijzer (par. 5.2). In de wortelzone is nitraat in hoge concentraties aanwezig.

Uit de boorprofielen is af te leiden dat de structuur van het veen in de petgaten niet of nauwelijks herkenbaar is (par. 5.1). Dit komt door de sterke oxidatie van organische stof. De oxidatie van organische stof in de petgaten is het gevolg van de diepe ontwatering van het gebied (par. 2.3.2) waardoor zuurstof kan indringen (par. 5.2). Daarnaast treedt oxidatie op als gevolg van nitraat, dat zowel voor oxidatie van pyriet als van organische stof kan zorgen (par. 5.2). Bij oxidatie van organische stof komen voedingsstoffen vrij (humificatie).

In de watergangen binnen het gebied zijn hoge concentratie aan bicarbonaat gemeten en is duidelijk zichtbaar dat ijzerhydroxiden neerslaan op de bodem van de watergang.

Door de aanwezigheid van calcium en ijzer is het aanwezige fosfaat in de diepere bodem vastgelegd. Bij toename van de hoeveelheid sulfaat/sulfide zal het aanwezige fosfaat weer mobiliseren, doordat sulfide het fosfaat van het ijzer-fosfaatcomplex kan verdringen.

Door bemesting en de diepe ontwatering van de graslandpercelen zijn deze matig arm tot matig rijk aan beschikbaar fosfaat voor planten (par. 5.2).

De hierboven beschreven processen zorgen voor toename van de voedselrijkdom binnen de Noordmanen. Uit de vegetatieopname van 1998 is dit eveneens af te leiden. Vegetatie van rietmoerassen, zeggenmoerassen, wilgenstruweel, broekbossen, graslanden en ruigten vertegenwoordigen matig voedselrijke tot zeer voedselrijke standplaatsen (par. 5.8.1). Deze voedselrijke vegetaties zijn ook tijdens de veldbezoeken in maart en april 2010 aangetroffen.

Door de lage ligging van de Noordmanen ten opzichte van haar omgeving komt diepe kwel in de Noordmanen omhoog. Deze diepe kwel treedt voornamelijk op aan het einde van de zomer. Veel kwel wordt afgevangen door de diep in de zandondergrond ingesneden watergangen. Daarnaast zorgen slechtdoorlatende matig tot sterk siltige lagen direct onder het veenpakket, voor een remmende werking op de stijghoogte van het diepe grondwater. Aanwezige regenwaterlenzen dragen eveneens bij aan de vermindering van de stijghoogte van het diepe grondwater. Hierdoor wordt de bufferende werking van grondwater op het adsorptiecomplex van de bodem beperkt.

Het oppervlaktewatersysteem wordt gevoed door kwelwater, neerslagwater en overtollig water uit polder Wetering-West.

Diepe ontwatering en nitraatbelasting dragen bij aan oxidatie van organische stof en het vrijkomen van nutriënten. Hierdoor komen voedselrijke vegetaties tot ontwikkeling, zoals ook uit de vegetatieopname van 1998 blijkt.

7 Kansen en knelpunten voor trilveenontwikkeling

Overgangs- en trilvenen ontstaan bij een verlanding vanuit open water. Zoals in hoofdstuk 4 uiteengezet, dient het open water beschut te liggen en basenrijk, zwak zuur, voedselarm tot matig voedselrijk water te bevatten.

In dit hoofdstuk wordt geanalyseerd of de bodemkwaliteit en hydrologie geschikt zijn voor de ontwikkeling van trilveenvegetatie in de te graven petgaten. Als deze niet geschikt blijken, wordt bekeken met welke maatregelen de bodemkwaliteit en hydrologie zo te beïnvloeden zijn, dat aan de standplaatsseisen wordt voldaan. Als dat niet te realiseren is, wordt aangegeven welk vegetatietype in dat geval wel kansrijk zou zijn.

7.1 Knelpunten



Figuur 7-1 Verruigd petgat en geëutrofieerde watergang (Foto's O. Vlaanderen)

Ecotoop

De hoofdvoorwaarde voor trilveenontwikkeling, open water, ontbreekt in de Noordmanen. Verlanding via trilveenvegetaties komt voor in petgaten en kleine plassen met geringe blootstelling aan wind en golven. Geschikte waterpartijen zullen dus gecreëerd moeten worden.

Bodem

In de graslandpercelen bij boringen 1, 2, 6, en 7 is tot een diepte van 40 cm –mv het Olsen-P- en het totaal-P- gehalte te hoog voor trilveen. Op diepten meer dan 40 cm –mv zijn alleen van boring 2 en 7 gegevens bekend. Het gehalte totaal-P is bij boring 2 ook tot een diepte van 90 cm –mv nog te hoog, evenals het nitraatgehalte.

In de voormalige petgaten is bij boring 5 en 9 het Olsen-P-gehalte in de bovenste 20 cm te hoog voor trilveen. Het totale gehalte fosfaat is in de eerste 20 cm te hoog bij boring 3, 5 en 9.

Hydrologie

Het waterregime voldoet niet aan de gewenste situatie. De Noordmanen is diep ontwaterd, waardoor de bodem verdroogt. De sterk drainerende werking van de diepe watergangen zorgt voor het verlagen van de kweldruk. Daardoor kan het ijzer- en calciumhoudende grondwater de wortelzone niet bereiken en blijft de gewenste buffering achterwege.

Aanwezige regenwaterlenzen in de petgaten zorgen eveneens voor tegendruk en voorkomen daarmee dat kwelwater hoog in het profiel kan opstijgen.

Het oppervlaktewater bevat te veel van de nutriënten ammonium, nitraat en fosfaat, waardoor het niet geschikt is om water te leveren aan verlandingsvegetaties.

Het grondwater heeft in peilbuis 1, 5 en 7 een te hoge concentratie sulfaat. Concentraties hoger dan $400 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ sulfaat in grondwater kunnen zorgen voor interne eutrofiëring (Smolders, 2010). Peilbuis 1, 3 en 7 bevatten daarbij tevens een te hoge concentratie ammonium.

De peilbuizen 3, 4, 7 en 9 bevatten te hoge concentraties van de voedingstof fosfaat.

De meest bekende plantensoort die verlanding vanuit open water in gang zet is Krabbescheer. Krabbescheer is heel gevoelig voor de kwaliteit van het water, zowel wat betreft ammonium- als sulfidegehalte. Arts et al. (2007, p.34) geven een kritische belasting van $40 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ammonium. De gemeten ammoniumgehalten in het oppervlaktewater zijn 7-12% te hoog. Lamers et al. (2007, p.47) stellen dat sulfidotoxiciteit bij Krabbescheer optreedt bij een belasting van $5 - 10 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Sulfaat wordt in de anae-robe waterbodem continu omgezet in sulfide. Met de huidige hoge sulfaatgehalten in het grond- en oppervlaktewater, is kans op sulfidevergiftiging aanwezig.

Vegetatie

In de huidige situatie ontbreken in de Noordmanen de plantensoorten die typerend zijn voor de Associatie van Schorpioenmos en Ronde zegge. Ook de 'ecosystem engineers', de typische verlandingssoorten als Krabbescheer en Waterscheerling, zijn niet aangetroffen in de Noordmanen. Of zij zich zullen vestigen nadat er waterpartijen van de juiste kwaliteit zijn gecreëerd, hangt af van de aanwezigheid van een diasporavoorraad in het gebied of de directe omgeving.

Beheer

Periodiek zal de basenvoorraad in de bodem aangevuld moeten worden. Dit kan bereikt worden door kortdurende inundatie of door doorstroming met water van voldoende kwaliteit. Het oppervlaktewater is daarvoor in zijn huidige kwaliteit niet geschikt, het is te hard en te sulfaatrijk. Sulfaat kan uit water worden verwijderd door er kalk aan toe te voegen, maar dan wordt het bicarbonaatgehalte dusdanig hoog dat het oxidatie van organische stof stimuleert.

7.2 Kansen



Figuur 7-2 Rietveld van dhr. Timmerman nabij peilbuis 4 met waterviolier. Waterviolier is een indicator voor lokale kwel (grondwater dat een korte afstand in de bodem heeft afgelegd) (Foto's O. Vlaanderen en E. Zwanenburg)

Bodem

Het calciumgehalte is overal hoog genoeg en werkt als buffer. Het ammoniumgehalte is matig hoog. Ter plaatse van boring 4 blijven de waarden in het hele bodemprofiel onder de kritische belasting voor de concentratie Olsen-P, totaal-P en nitraat. Bij de overige boringen zijn de nutriëntengehalten dieper in de ondergrond op een voldoende laag niveau.

Hydrologie

De Noordmanen is laaggelegen ten opzichte van de omgeving, het ligt zelfs lager dan de Weerribben. Daardoor is in het gebied kwel aanwezig waarmee binnen de Noordmanen voldoende potentie is voor de ontwikkeling van kwelgevoede vegetaties. Dat er aanvoer van ijzer is, is te zien aan het neerslaan van ijzeroxiden in de watergangen.

Het grondwater is zwak zuur tot neutraal met een pH van 6,5. Voor de ontwikkeling van trilveen is dat een prima waarde.

Vegetatie

In Noordmanen zijn zowel vegetaties van het Verbond van berkenbroekbossen en wilgenbroekbossen als van het elzenverbond aangetroffen. Dit zijn in de successiereeks beide opvolgers van trilveen. Dat is een aanwijzing dat de omstandigheden ooit dusdanig zijn geweest dat er trilveen aanwezig was.

7.3 Inrichtingsmaatregelen

Figuur 7-3 Door Staatsbosbeheer ontwikkelde kraggenschraper (Foto O. Vlaanderen)

Bodem

Door het afgraven van de voedselrijke bovengrond wordt een goede uitgangssituatie gecreëerd voor schrale vegetaties.

Aan de kwaliteit van bodem en het water in de recentelijk geplagde rietlanden van de heer Timmerman, nabij peilbuis 4, lijkt plaggen effectief te zijn. In de verlande petgaten gaat het om het verwijderen van circa 50-80 cm bovengrond. Hiermee blijft de trofiegraad van de bodem binnen de kritische belasting voor ontwikkeling van trilveen. Door het afgraven een brede zone rond de petgaten is een bufferzone te creëren waardoor inspoeling van nutriënten uit omliggende gronden vermindert.

Een belangrijk positief effect van afgraven is dat gebufferd grondwater in de petgaten stroomt en daarmee de kans vergroot wordt voor de vorming van trilveenachtige vegetaties.

Voor de ontwikkeling van trilveen in de huidige graslanden zijn nog grotere ingrepen nodig zoals het dieper afgraven van de voedselrijke lagen en het creëren van open water.

Hydrologie

De invloed van gebufferd grondwater kan groter worden door het verondiepen van de watergangen. De watergangen dienen met klei of leem gedempt te worden, zodat de drainageweerstand toeneemt. Hierdoor zal grondwater hoger in het profiel kunnen komen en kan ijzer- en basenrijke kwel mogelijk periodiek de wortelzone bereiken.

Het waterpeil dient anders gereguleerd te worden. Verdroging leidt tot afbraak van organische stof. Als regenwater stagneert, ontstaat verzuring door regenwaterlenzen en worden nutriënten niet afgevoerd.

Door het plaatsen van stuwen en het vasthouden van gebufferd grondwater is een positief effect op de vegetatie te verwachten. Door oppervlakkige begreppeling kunnen regenwaterlenzen tot een minimum worden beperkt waardoor kwel nog hoger in de wortelzone kan komen. Met de combinatie van stuwen en oppervlakkige begreppeling is te diepe ontwatering te voorkomen en is afvoer van regenwater met daarin opgeloste nutriënten mogelijk.

Het oppervlaktewater kan voor een deel van zijn nitraat en fosfaat ontdaan worden door het langs een helofytenfilter te leiden. Hierdoor wordt het water voedselarm, wat het geschikter maakt voor periodieke inundatie van het trilveen. Een helofytenfilter verwijdert echter niet het sulfaat en bicarbonaat (Lamers, 2006), waardoor het risico op interne eutrofiëring blijft bestaan.

Vegetatie

De successie wordt teruggezet door het verwijderen van bosopslag en de gemineraliseerde bovenlaag. Of er dan verlanding en trilveen kan ontstaan, is afhankelijk van de aanvoer van voldoende basenrijk en voedselarm water en van de aanwezigheid (of introductie) van een diasporavoorraad van 'ecosystem engineers' als Krabbescheer en Waterscheerling.

Om ontwikkeling van trilveenvegetaties op gang te helpen, is introductie van diaspora en zaden van de kenmerkende soorten als Ronde zegge, Draadzegge, Schorpioenmos, Moeraskartelblad, Parnassia, Kleine valeriaan en Waterdrieblad aan te bevelen.

7.4 Beheer

Trilveen kan op de schaal waarop het in Nederland voorkomt, niet bestaan zonder beheer. Om een soortenrijke vegetatie te verkrijgen, dient het beheer gericht te zijn op verschraling. Tijdens de eerste verlandingsfase met drijvende vegetatie, kunnen door het wegvissen van een gedeelte van de Krabbescheer voedingsstoffen verwijderd worden. Om trilveenvegetaties te langer te behouden is een zomermaai-beheer nodig. Met het maaisel worden dan voedingsstoffen afgevoerd.

Uiteindelijk zal de verlanding doorzetten en is periodiek terugzetten van de successie nodig. Dit kan door het opnieuw uitgraven van petgaten of door het plaggen van de bovenlaag van de bodem. Door deze maatregelen periodiek uit te voeren ontstaat een mozaïek van ecotopen met verschillende stadia van verlanding. Hierdoor vinden diaspora van planten altijd wel ergens een geschikte standplaats. Uiteindelijk is de kern van trilveen immers dat het tijdelijk bestaat.

Door het afgraven van 50-80 cm bovengrond en het verhogen van de grondwaterstand door het verondiepen van watergangen kan de invloed van gebufferd grondwater groter worden. De voedingswaarde in de graslanden blijft te hoog voor ontwikkeling van trilveen. In de voormalige petgaten zou wel een verlandingsvegetatie kunnen ontstaan. Een zomermaai-beheer is nodig om de vegetatie schraal te houden.

8 Conclusie, discussie en aanbevelingen

8.1 Conclusie

De hoofdvraag van dit onderzoek luidde: Welke ontwikkelkansen er zijn voor trilveen in nieuw te graven petgaten binnen de Noordmanen. Op basis van de gevonden resultaten wordt geconcludeerd dat die kansen gering zijn. In de huidige situatie, zonder open water, met een verdroogde bodem en verruigde vegetatie is trilveenontwikkeling niet mogelijk. Voor ontwikkeling van trilveen is open water nodig, dat zwak zuur tot neutraal, matig voedselrijk en basenhoudend is. Het water mag niet teveel blootstaan aan windwerking en golfslag. Men dient wel in ogenschouw te nemen dat vanwege de eenmalige meting in dit onderzoek, de nodige reserves in acht moeten worden genomen ten aanzien van de conclusies.

De Noordmanen ligt lager dan de omringende polders. Het is zelfs lager gelegen dan de Weerribben. Als in Noordwest-Overijssel een plek kansrijk is voor het naar boven komen van kwel, dan is het wel in de Noordmanen. Daarvoor is het wel noodzakelijk dat de diep drainerende watergangen in de Noordmanen worden gedempt het diepe grondwater hoger in het bodemprofiel kan komen. Door het plaatsen van stuwen is het waterpeil te reguleren.

Het grond- en oppervlaktewater in de Noordmanen hebben de juiste zuurgraad voor trilveen. Zowel het oppervlaktewater als het grondwater is te voedselrijk voor trilveenontwikkeling. In het oppervlaktewater is het chloridegehalte aan de hoge kant. Het grondwater in de graslanden heeft een te hoog sulfaatgehalte voor soortenrijke vegetaties.

De bovenlaag van de bodem is overal te voedselrijk. Dieper in de bodem is de verhouding tussen Ca, Fe en P gunstig voor schrale vegetaties. In de voormalige petgaten is, door het verwijderen van de bovenste 50 tot 80 cm in combinatie met het opzetten van het grondwaterpeil, een goede uitgangssituatie voor trilveen te creëren met grondwatergevoed open water. Door het afgraven van een bufferzone rond de nieuwe petgaten, wordt nalevering van voedingstoffen uit de omliggende bodem verminderd. Door oppervlakkige begreppeling is afstroming van regenwater mogelijk en worden regenwaterlenzen voorkomen.

Om voedingstoffen aan het systeem te onttrekken kan in de beginfase van de verlanding een deel van de Krabbescheer uit het water worden verwijderd. In een latere fase is een zomermaai-beheer de aangewezen methode om voedingstoffen af te voeren.

De aanvulling van de basenvoorraad in de bodem wordt bewerkstelligd door doorstroming met basenrijk grondwater en/of door inundatie met oppervlaktewater. Voor doorstroming met oppervlaktewater zal eerst het oppervlaktewater voedselarmere dienen te zijn en een lager chloridegehalte moeten hebben.

8.2 Discussie

Een groot deel van de bevindingen in dit onderzoek is gebaseerd op metingen die eenmalig zijn verricht. Dat is een smalle basis voor een ecohydrologische systeemanalyse van een gebied. Idealiter zouden er meerdere malen per jaar monsters moeten worden geanalyseerd. Ook is een meerjarige meting van grondwaterstanden nodig.

Omwille van de tijd zijn de peilbuizen een week na het plaatsen bemonsterd. Volgens de richtlijnen had dat twee weken moeten zijn. Ook is het mogelijk dat een deel van de watermonsters niet anaeroob bemonsterd is, doordat de filters verstopt raakten met fijn organisch materiaal en halverwege het vullen van de monsterflessen vervangen moesten worden.

In de huidige graslanden zal met afgraven en peilverhoging een voedselrijker dotterbloemhooiland makkelijker gerealiseerd kunnen worden dan het milieugevoelige trilveen.

Het broekbos in de Noordmanen is op sommige percelen enkele decennia oud en redelijk ontwikkeld. Omwonenden hebben aangegeven dat zij gesteld zijn op de bossen, als afwisseling voor de moerassen in de Weerribben. Het is het overwegen waard om ervoor te kiezen een deel van de broekbossen te laten staan. Wel zullen bij peilverhoging de berken het door nattere omstandigheden waarschijnlijk niet overleven.

8.3 Aanbevelingen

Om een volwaardige uitspraak te kunnen doen over de Noordmanen, is langdurige monitoring van het gebied nodig. Over meerdere seizoenen en jaren dient de bodem- en waterkwaliteit en de waterhuishouding gevolgd te worden.

Bemesting door het huidig agrarisch gebruik dient zo snel mogelijk gestopt te worden om niet meer voedingsstoffen in het gebied te brengen.

Door inscharing van vee is te voorkomen dat de graslanden verruigen. Dit is ook te bereiken door het toepassen van verschrallingsbeheer (maaïen en afvoeren).

De toekomstige waterberging in Wetering-West zal invloed hebben op de waterhuishouding van de Noordmanen. Geadviseerd wordt om voor de aanleg van deze voorziening te starten met het monitoren van de grondwaterkwaliteit en -kwantiteit in de Noordmanen, zodat veranderingen ten opzichte van de huidige situatie zijn waar te nemen. Hiervoor is het noodzakelijk een monitoringsnet van peilbuizen aan te leggen.



Figuur 8-1 Geel schorpioenmos (Foto Josef Hlasek)

Literatuurlijst

- Arts, G.H.P., A.J.P. Smolders, J.D.M. Belgers. 2007. *Kwaliteit van oppervlaktewater, poriewater en sediment in relatie tot de vegetatiekundige samenstelling van 60 aquatische referentiepunten: een statistische analyse*. Wageningen, Alterrapport 1479.
- Bakker, S.A., C. Jasperse en J.T.A. Verhoeven, 1997. *Accumulation rates of organic matter associated with different successional stages from open water to carr forest in former turbaries*. Plant Ecology 129: 113-120.
- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingier, R. Haverman, A.J.F.M. van Opstal, F.J. van Zadelhoff. 2001. *Handboek Natuurdoeltypen*. Wageningen, Expertisecentrum LNV.
- Berendsen, H.J.A. 2004. *Landschappelijk Nederland, De vorming van het land*, Van Gorcum & Comp. B.V., Assen).
- Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs (red). 1988. *Waterverharding. Waterplanten en waterkwaliteit*. Stichting uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, en Vakgroep Aquatische Oecologie en Biologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, pp. 147-158.
- Blokland, K.A. en R.J.M. Kleijberg. 1997. *De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische natuurdoelen Holoceen Nederland*. STOWA. NOV rapport 3-2.
- Bobbink, R., Lamers, L.P.M. 1999. *Effecten van stikstofhoudende luchtverontreiniging op vegetaties – Een overzicht*. Technische Commissie Bodembescherming, Den Haag.
- Delft, S.P.J., van, R.H. Kemmers, A.G. Jongmans. 2005. *Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring*. Wageningen, 2005. Alterra-rapport 1161
- Jalink, M.H. 1996. *Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring in laagveenmoerassen*. Driebergen, Staatsbosbeheer.
- Jalink, M. en F. Witte. 2009. *Dictaat ecohydrologie concept*. Dictaatnummer 234108. Van Hall Larenstein, Velp.
- Kogel, T. den. 2008. *Natuurgebiedsplan Overijssel. Begrenzingsplan voor de nieuwe natuur en beheersgebieden in Overijssel*. Provincie Overijssel, oktober 2008.
- Lamers, L., M. Klinge en J. Verhoeven. 2001. *OBN Pre-advies Laagveenwateren*. Expertisecentrum LNV. Wageningen.
- Lamers, L.P.M., P.J.J. van den Munckhof, M. Klinge en J.T.A. Verhoeven. 2004. *Verdroogd, vermest, verstarde en versnipperd; hoe moet dat nu met onze laagveenwateren?* "In "Duurzaam natuurherstel voor behoud van biodiversiteit. 15 jaar herstelmaatregelen in het kader van het overlevingsplan bos en natuur". Rapport EC-LNV nr 2004/305: 109-169.
- Lamers, L.P.M. (red), J. Geurts, B. Bontes, J. Sarneel, H. Pijnappel, H. Boonstra, J. Schouwenaars, M. Klinge, J. Verhoeven, B. Ibelings, E. Van Donk, W. Verberk, B. Kuiper, H. Esselink, J. Roelofs. 2006. *Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren*. Eindrapportage 2003-2006. Rapport DK nr. 2006/057-O Ed. Ede, Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Lamers, L., W. Verberk, J. Schouwenaars, M. Klinge, W. Rip, J. Verhoeven en G. Kooijman. 2009. *Laagveenherstel: soorten turven of het landschap boetsen?* De Levende Natuur, 110 de jaargang, nummer 3, maart 2009.
- Leerdam, A. van. en J.G. Vermeer. 1992. *Natuur uit het moeras! Naar een duurzame ecologische ontwikkeling in laagveenmoerassen*. Driebergen, Staatsbosbeheer, Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij.
- Loon, H. van (red). *Vegetatiekunde*. Reader nummer 242108. Velp, Van Hall Larenstein.
- Olsen S.R., Cole C.W., Watanabe R. en Dean L.A., 1954. *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. US Dpt. of Agriculture circular 939
- Schunselaar, S. en K. Van der Hauw. 2010. *Stationaire grondwatermodellering Weterin Oost en Wetering West*. Grontmij, Zwolle.

- Schoumans, O., Ehler, P., Chardon, W. 2004. Evaluatie van methoden voor het karakteriseren van gronden die in aanmerking komen voor reparatiebemesting. Wageningen, 2004. Alterra-rapport 730-3.
- Smolders, A.J.P., Lucassen E., Van Mullekom M., Tomassen H. en Brouwer E. 2009. Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: p.33-38.
- Smolders, A.J.P en M. van Mullekom . 2009. *Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden: Moerputten/Vlijmens Ven.*, Rapportnummer. 2009.032.
- Stoffelsen, G.H. 2008. *Bodemkundig-hydrologisch onderzoek van de deelgebieden Scheerwolde en Oldemarkt in het strategisch groenproject Noordwest-Overijssel*. Alterra rapport 1684.
- Tolman, M.E. en M. Jongman. 1999. *Vegetatiekartering Weerribben*. Rapportnummer EV 99/9. Groningen, Everts en De Vries e.a. In opdracht van Staatsbosbeheer.

Kaartmateriaal:

- Haans, J.C.F.M. en Hamming, C. 1955. *Over de bodemgesteldheid van het veengebied in het Land van Vollenhove*. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Rapport no. 583.
<http://library.wur.nl/cck/index2.html?url=http://library.wur.nl/WebQuery/cck/lang/805>

- Bodemkaart van Nederland 1988. *Bodemkaart van Nederland, blad 16 west*. Stichting voor Bodemkartering. Wageningen 1988.

Website:

- www.ahn.nl
www.dinoloket.nl o.a. Geohydrologisch model Actueel (gebaseerd op REGIS II.1 - 2008).
www.TerraIndex.com
www.synbiosys.alterra.nl
http://www.synbiosys.alterra.nl/Natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_7140.pdf
<http://www.np-weerribbenwieden.nl/documents/historie.xml?lang=nl>

Synbiosys2.0

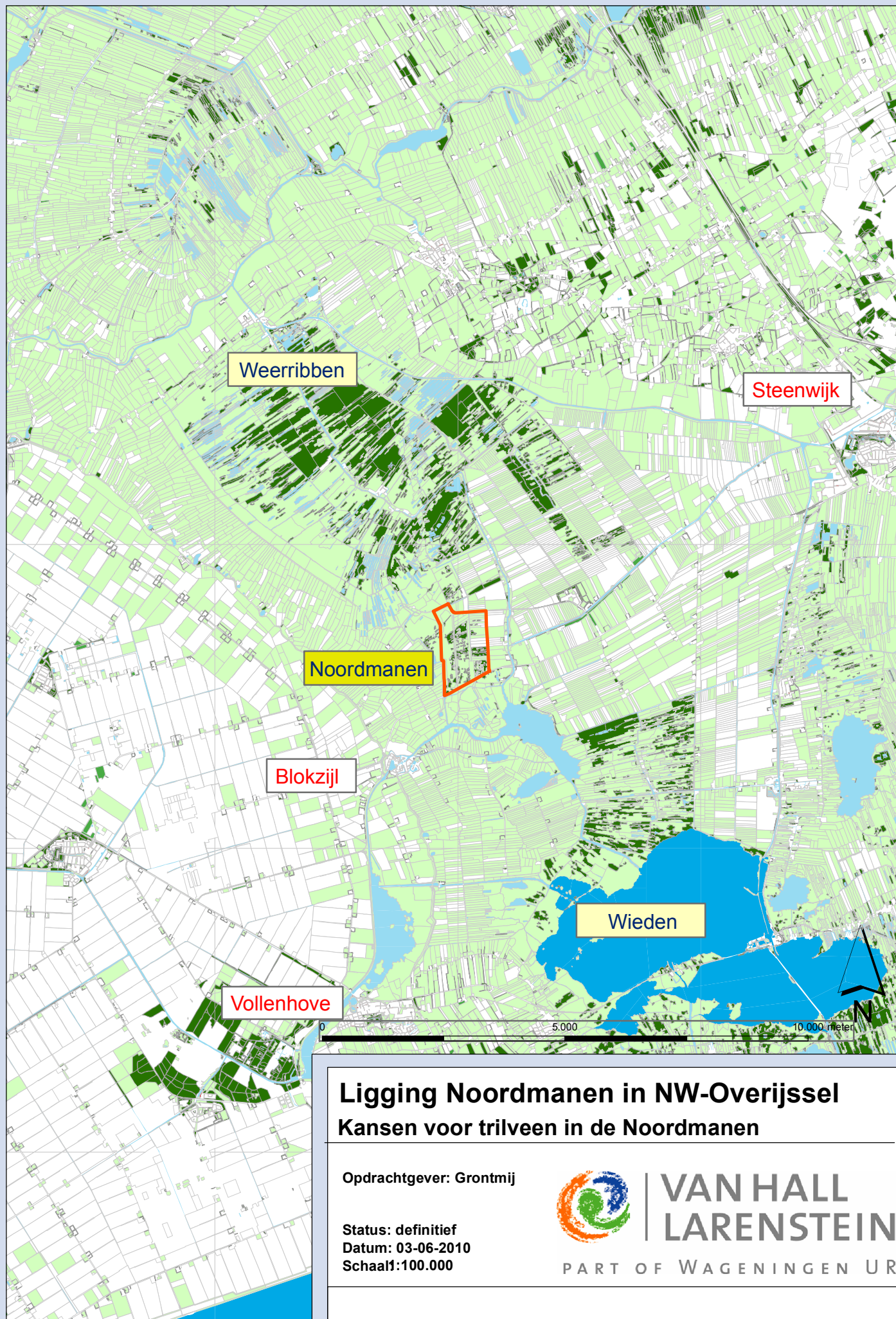
Begrippenlijst

1 ^e wvp	Eerste watervoerende pakket; de bodemlaag waarin grondwater wordt getransporteerd onder de eerste slechtdoorlatende laag
Aanrijking	Het toenemen van in water opgeloste voedingstoffen en/of ionen
Adsorptiecomplex	Het totaal van de klei- en humusdeeltjes in de bodem dat voedingstoffen en ionen kan vasthouden
Alkaliteit	Het vermogen van water om zuur op te nemen, zuurbufferend vermogen
Associatie	Vegetatietype met een vaste samenstelling aan planten
Atmoclien	Water van atmosferische oorsprong, regenwater
Atmotroof	Door atmoclien water gevoed
Doorlaatfactor	Een maat voor het vermogen van de grond om een vloeistof door te laten
Drooglegging	Waterstand in de watergangen ten opzichte van het maaiveld
Drijftil	Een drijvend eilandje dat uit samengegroeide planten bestaat
Ecohydrologie	Wetenschap die zich bezig houdt met de interactie tussen ecologie en watersystemen
EGV	Elektrisch geleidingsvermogen
Eutrofiëring	Verrijking met nutriënten
Fluvatiel	Van rivieren afkomstig
Freatisch	Grondwater in de bovenste waterhoudende laag van de bodem, die in open verbinding staat met de atmosfeer
Gley	Verschijnselen in de bodem veroorzaakt door periodieke verzadiging met water
GLG	Gemiddeld laagste grondwaterstand
GHG	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
Grondwatertrap	Klasse die wordt gedefinieerd door de GLG en GHG ter plaatse
Habitatype	Natuurlijk woongebied van een soort of levensgemeenschap
Helofyt	Meerjarige moerasplant met de bloeiwijze boven water, bijvoorbeeld Riet
Horizont	Laag in het bodemprofiel die door bodemvormende processen is ontstaan
Humificatie	Omzetten van organische stof in humus
Hydromorfe kenmerken	Bodemkenmerken veroorzaakt door bodemvocht en grondwaterbeweging
Kragge	Drijvend vegetatiedek in een verlandingsproces, bijeengehouden door plantenwortels
Keur	Verordening van het waterschap over waterbeheer en waterschapswerken
Kwel	Het uittreden van grondwater

Laagveen	Veen dat gevoed wordt door gebufferd grond- of oppervlaktewater
Lithoclien	Water dat in contact is geweest met een kalkhoudende bodem
Lithotroof	Door lithoclien water gevoed
Marien	Van de zee afkomstig
Mesotroof	Matig voedselrijk
Milli-equivalentgewicht	meq; het aantal milligram van een stof dat reageert met een mol protonen of elektronen
-mv	Beneden maaiveld
NAP	Normaal Amsterdams Peil, gemiddelde hoogte van de zeespiegel
Natura 2000	Europees natuurbeleid
N-depositie	Stikstofdepositie, aanvoer van stikstof vanuit de lucht
Ontwatering	Diepte van het freatisch grondwater onder het maaiveld
Oxidatie	Een chemische reactie waarbij elektronen worden afgestaan
Petgat	Langgerekte veenput die ontstaat door het winnen van turf
pH	Maat voor de zuurgraad; pH 7 is neutraal, pH > 7 is basisch, pH < 7 is zuur
Podzol	Bodem waar naar beneden zakkend water mineralen, klei en humusverbindingen heeft meegevoerd, die op een bepaalde diepte zijn neergeslagen
Raai	Denkbeeldige lijn waarlangs metingen worden gedaan
Reductie	Een chemisch proces waarbij elektronen worden opgenomen
Retentiegebied	Waterbergingsgebied
Saaien	De voorlaatste ijstijd, die de noordelijke helft van Nederland bedekte
Sediment	Minerale bodemlaag die door wind of water is afgezet
Silt	Bodemfractie met een korrelgrootte van 16 tot 50 micron
Stijghoogte	De potentiële hoogte van de waterstand in een watervoerend pakket indien dit in contact met de atmosfeer zou staan
Submers	Onder de waterspiegel
Successie	Natuurlijke verandering in de tijd van de plantengroei, waarbij het ene vegetatietype geleidelijk in het andere overgaat
Thalassotroof	Door zeewater gevoed
Trilveen	Op het water drijvende veengrond, dat golft als je erop loopt
Trofiegraad	Mate van voedselrijkdom
Veen	Bodem die bestaat uit een opeenhoping van afgestorven plantenresten die niet zijn vergaan
Vegetatie	Het plantendek op een bepaalde plaats
Wegzijing	Netto neerwaartse grondwaterwaterstroming
WB21	Waterbeheer 21 ^e eeuw; beleid om wateroverlast ten gevolge van klimaatverandering te verminderen

Bijlage 1

Ligging Noordmanen in NW-Overijssel



Ligging Noordmanen in NW-Overijssel

Kansen voor trilveen in de Noordmanen

Opdrachtgever: Grontmij

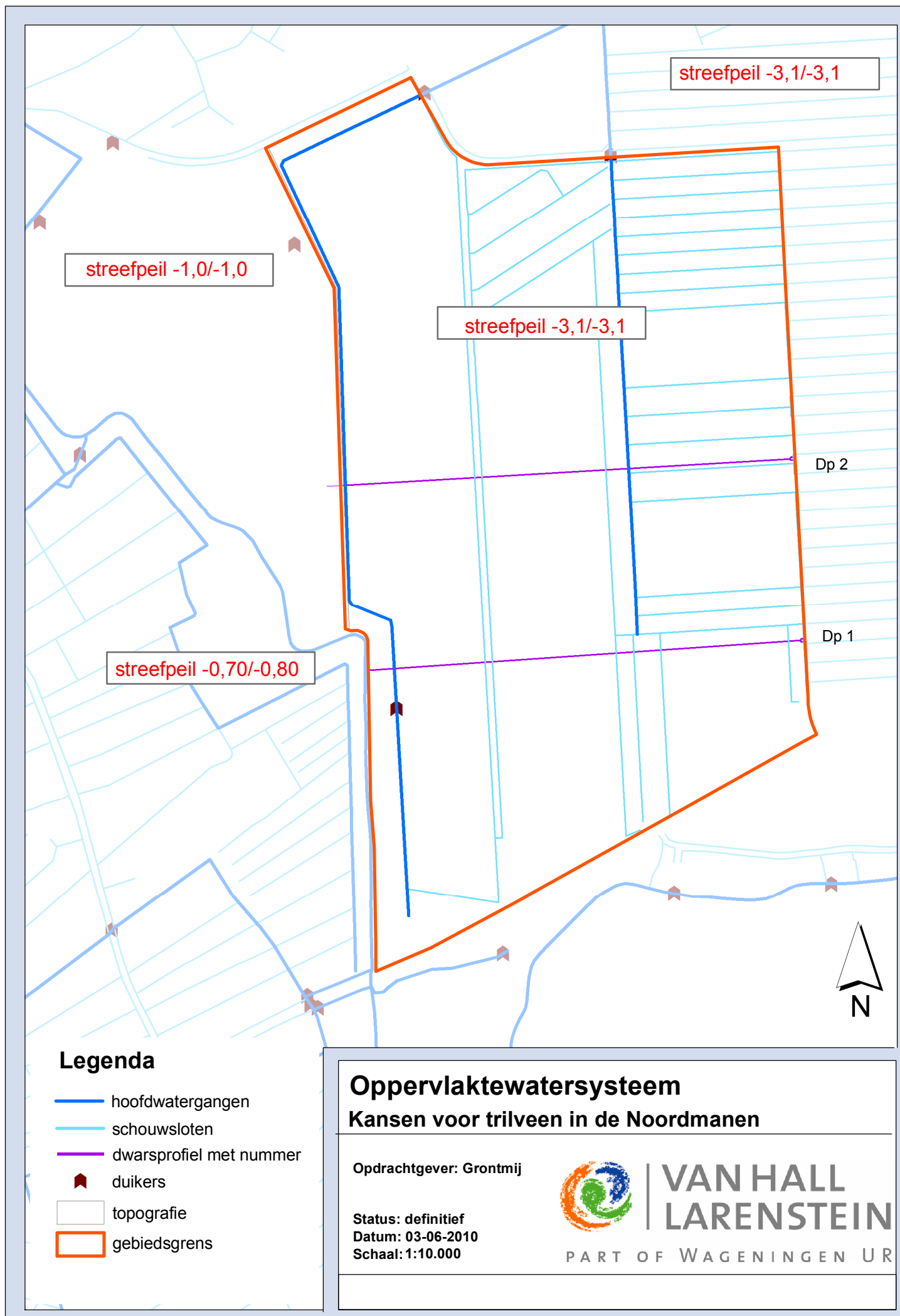
Status: definitief
Datum: 03-06-2010
Schaal: 1:100.000



**VAN HALL
LARENSTEIN**
PART OF WAGENINGEN UR

Bijlage 2

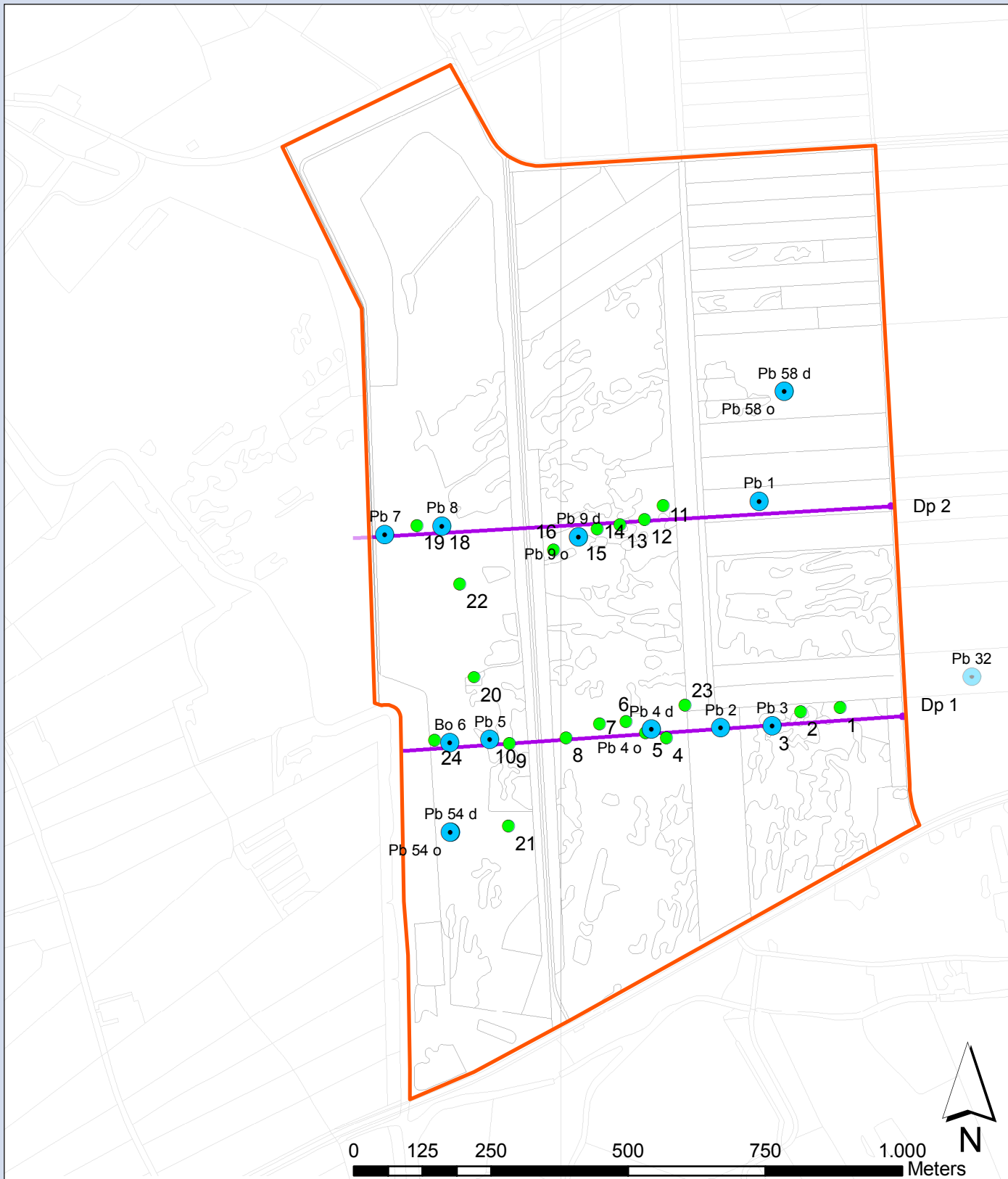
Oppervlaktewatersysteem



Bijlage 3

3-1 Locatie peilbuizen en prikstokmetingen

3-2 Metingen peilbuis 32 en 58



Legenda

- Pb 4 = peilbuis met nummer
- prikstokmeting met nummer
- dwarsprofiel met nummer
- topografie
- gebiedsgrens

Locatie peilbuizen en prikstokmetingen Kansen voor trilveen in de Noordmanen

Opdrachtgever: Grontmij

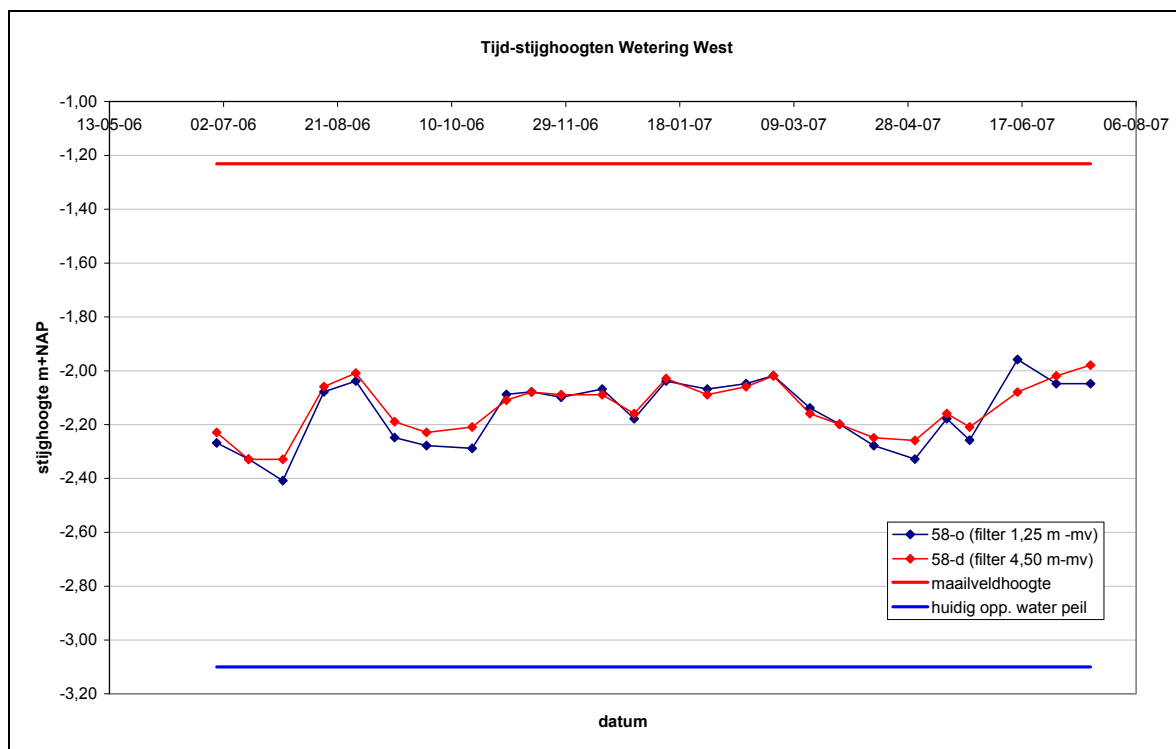
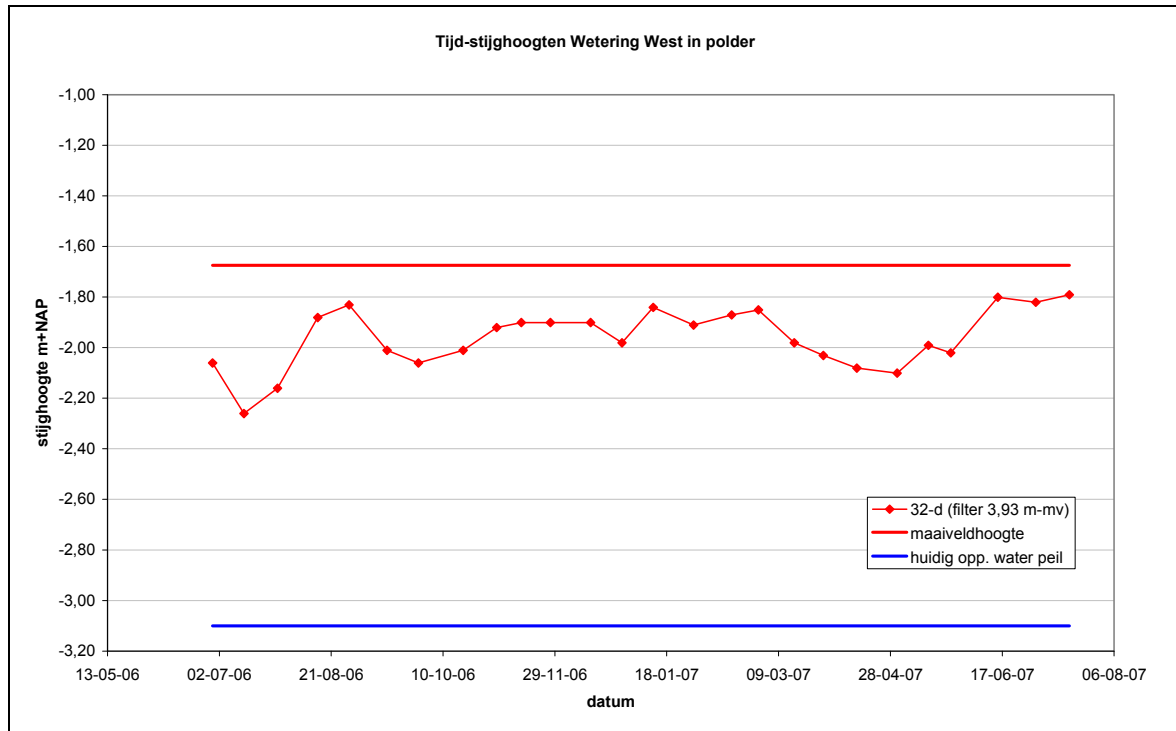
Status: definitief
Datum: 03-06-2010
Schaal: 1:10.000



**VAN HALL
LARENSTEIN**

PART OF WAGENINGEN UR

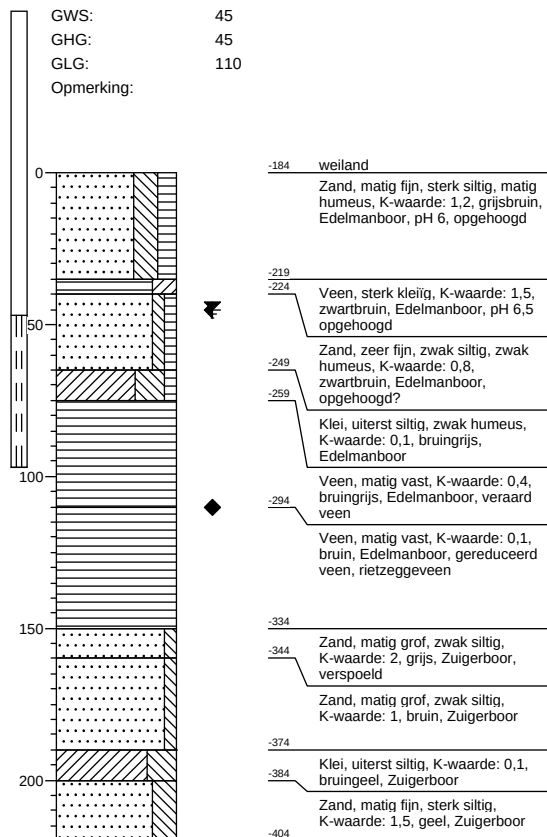
Bijlage 3-2
Meting peilbuis 32 en 58 (Grontmij, 2010)



Bijlage 4 Boorprofielen

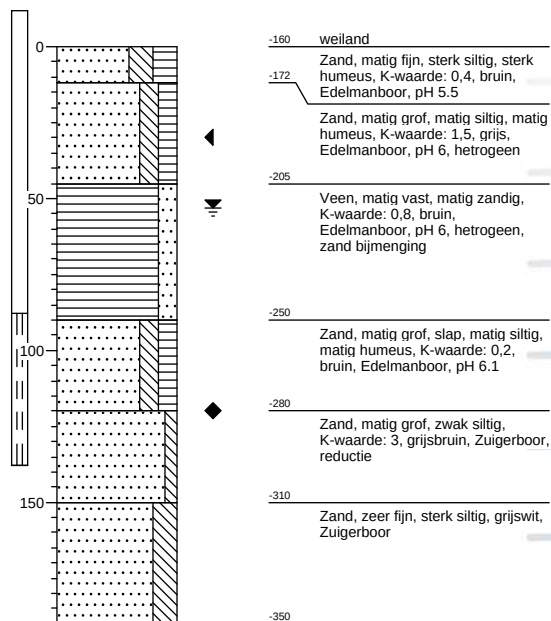
Boring: 1

X: 195362
Y: 529232
Datum: 09-03-2010
GWS: 45
GHG: 45
GLG: 110
Opmerking:



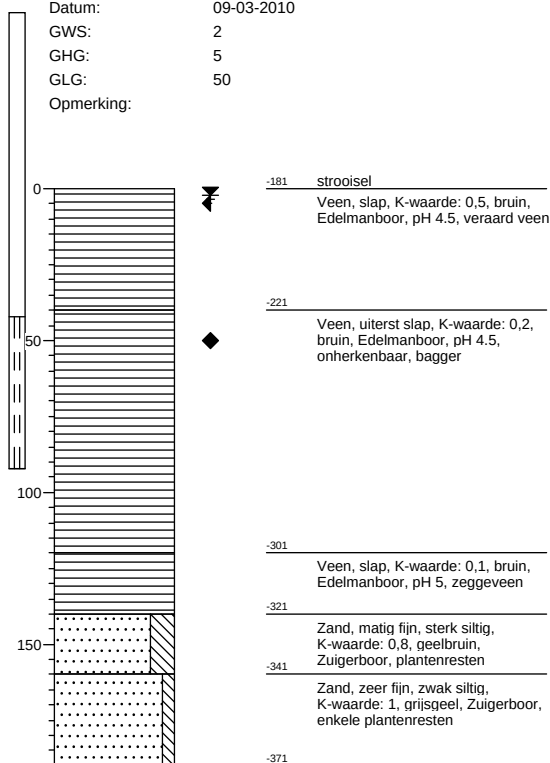
Boring: 2

X: 195292
Y: 528819
Datum: 09-03-2010
GWS: 53
GHG: 30
GLG: 120
Opmerking:



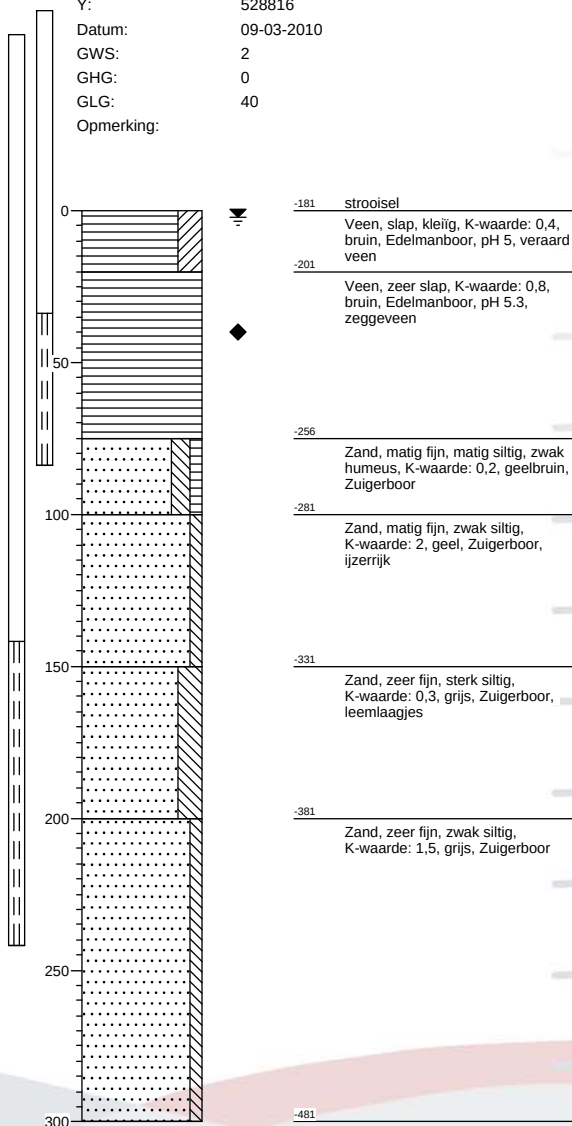
Boring: 3

X: 195386
Y: 528822
Datum: 09-03-2010
GWS: 2
GHG: 5
GLG: 50
Opmerking:



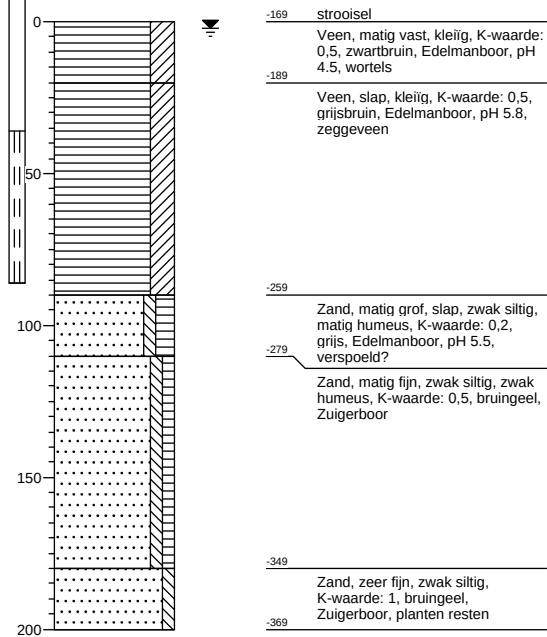
Boring: 4

X: 195166
Y: 528816
Datum: 09-03-2010
GWS: 2
GHG: 0
GLG: 40
Opmerking:



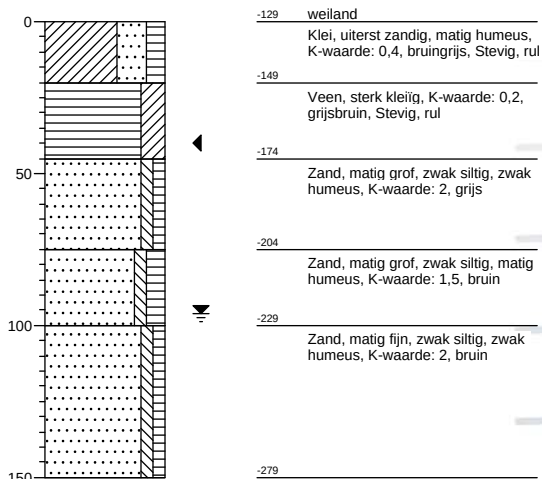
Boring: 5

X: 194871
Y: 528798
Datum: 09-03-2010
GWS: 2
GHG: 0
GLG:
Opmerking:



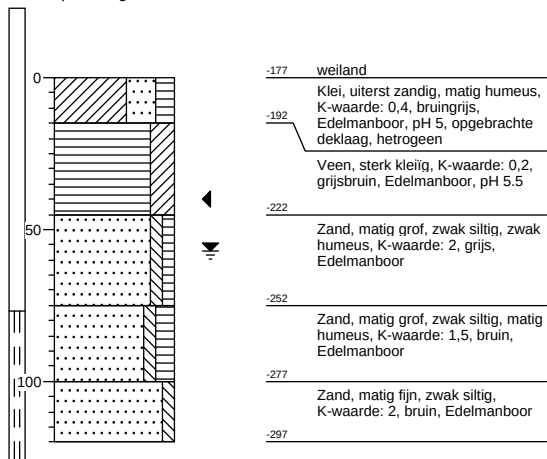
Boring: 6

X: 194798
Y: 528792
Datum: 09-03-2010
GWS: 96
GHG: 40
GLG:
Opmerking:



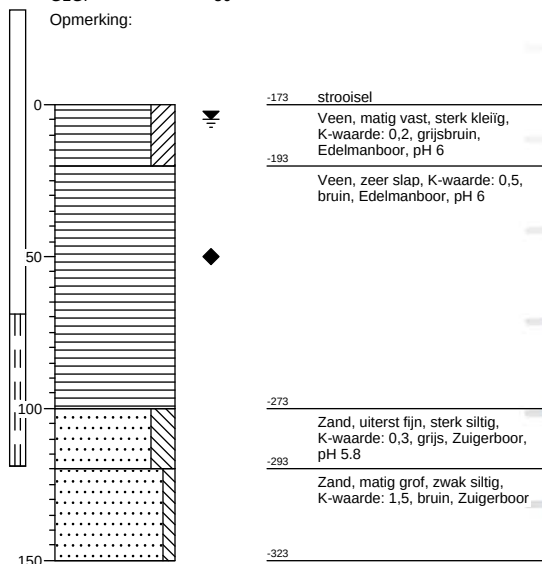
Boring: 7

X: 194680
Y: 529172
Datum: 09-03-2010
GWS: 57
GHG: 40
GLG:
Opmerking:



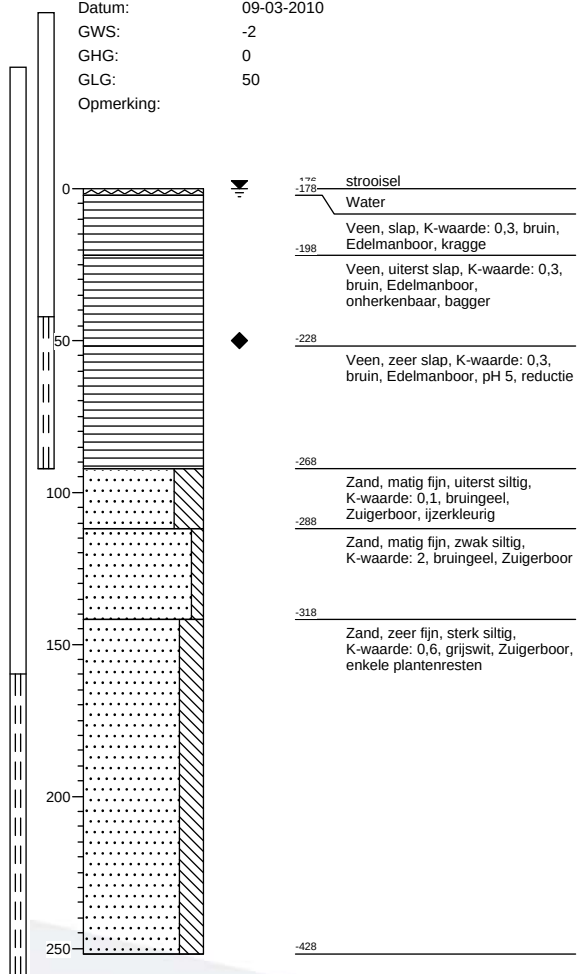
Boring: 8

X: 194784
Y: 529187
Datum: 09-03-2010
GWS: 5
GHG: 0
GLG: 50
Opmerking:



Boring: 9

X: 195033
Y: 529168
Datum: 09-03-2010
GWS: -2
GHG: 0
GLG: 50
Opmerking:



Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

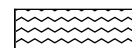
- geroerd monster
- ongeroerd monster

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

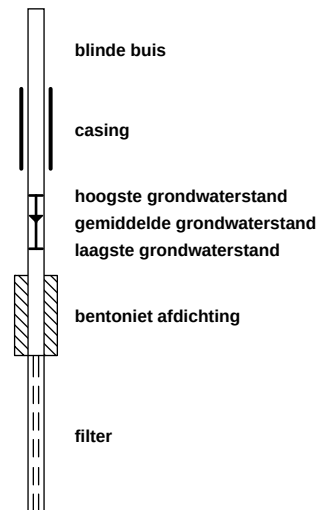


slib



water

peilbuis



Bijlage 5

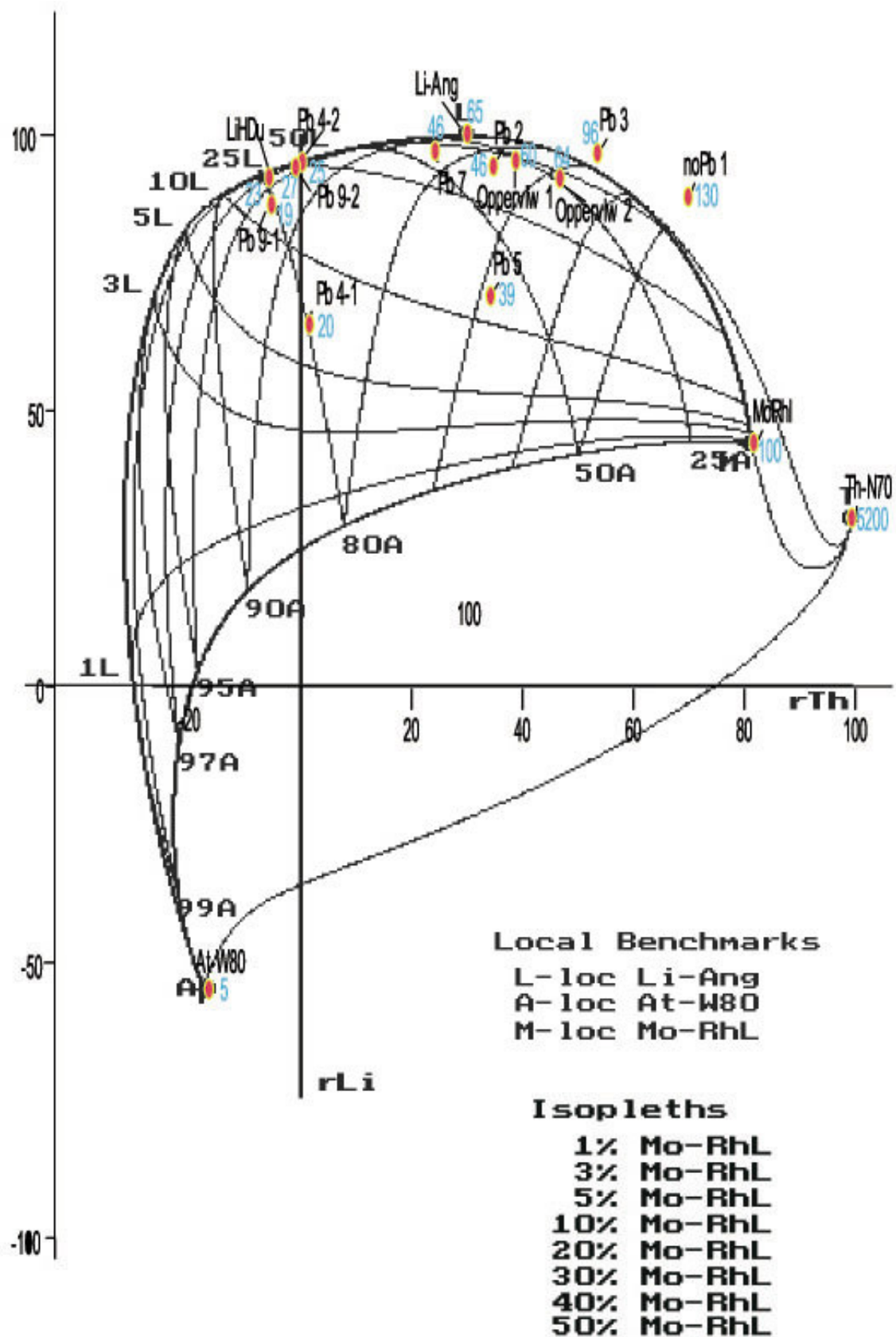
Analyseresultaten grondmonsters

					per liter bodemvolume													
Boring-nr.	monster diepte	% Vocht-gehalte	kg L ⁻¹ Mas Vol.*	% Org. Stof	mmol L ⁻¹ Tot-Al	mmol L ⁻¹ Tot-Ca	mmol L ⁻¹ Tot-Fe	mmol L ⁻¹ Tot-K	mmol L ⁻¹ Tot-Mg	mmol L ⁻¹ Tot-Mn	mmol L ⁻¹ Tot-Na	mmol L ⁻¹ Tot-P	mmol L ⁻¹ Tot-S	mmol L ⁻¹ Tot-Si	mmol L ⁻¹ Tot-Zn	μmol L ⁻¹ Olsen-P	μmol L ⁻¹ NO ₃	μmol L ⁻¹ NH ₄
1	0-20	24,6	1,10	10,3	185,5	263,8	172,5	17,6	102,6	3,8	7,5	21,1	31,7	12,2	0,6	1639	275,1	853,5
1	20-40	32,4	0,85	14,8	186,8	294,8	154,7	14,4	95,5	2,9	6,5	15,1	29,5	12,8	0,5	851	248,0	434,6
2	0-20	38,7	0,82	14,2	69,4	141,3	71,2	7,5	45,3	2,0	4,8	13,4	25,3	10,3	0,4	1081	142,7	151,0
2	20-40	21,9	1,17	4,2	106,3	261,9	105,4	10,8	54,5	1,8	6,6	10,3	26,5	13,9	0,3	418	140,9	108,0
2	50-90	53,4	0,58	25,7	129,1	121,1	103,0	10,0	26,7	0,9	4,2	7,0	54,7	9,1	0,2	273	233,9	115,6
3	0-20	77,0	0,26	55,4	57,6	60,5	74,3	4,8	9,7	0,4	6,0	5,5	35,4	4,3	0,2	260	61,3	214,2
3	50-60	89,2	0,10	84,8	9,0	57,4	25,7	0,8	3,5	0,5	2,6	1,2	32,5	1,2	0,0	27	14,1	106,4
3	100-120	89,3	0,10	88,1	7,0	56,8	18,2	0,4	2,3	0,4	2,4	1,3	19,7	1,0	0,0	29	4,8	105,3
4	0-20	88,9	0,13	93,6	2,4	41,6	26,3	0,5	2,7	0,5	2,2	1,7	34,0	0,5	0,2	43	6,7	111,7
4	50-60	87,8	0,13	73,5	13,1	56,2	26,4	1,3	5,3	0,9	1,5	1,7	32,7	1,8	0,1	51	0,4	31,1
4	100-120	85,0	0,15	48,0	11,7	54,0	24,5	0,7	3,2	0,8	1,5	1,7	25,3	2,1	0,0	42	3,5	56,2
5	0-20	78,8	0,24	62,1	68,5	41,1	40,4	6,1	12,8	0,1	6,2	6,7	43,7	4,1	0,1	662	3,9	366,5
5	50-60	83,0	0,16	65,7	52,8	62,4	47,0	3,3	13,9	0,9	2,8	2,0	60,7	2,7	0,1	44	0,7	242,9
5	100-120	83,4	0,16	62,8	12,0	63,8	25,3	0,7	4,7	0,8	2,5	1,1	20,1	1,5	0,0	25	0,2	127,2
6	0-20	38,3	0,79	24,9	269,2	85,5	286,4	16,5	51,4	0,7	6,2	31,0	81,0	14,7	0,6	1562	812,7	88,5
6	20-40	47,6	0,67	31,3	237,6	71,8	194,6	15,0	41,1	0,6	5,3	17,4	69,0	12,8	0,4	1126	222,4	58,8
7	0-20	30,9	0,84	16,4	106,4	48,2	132,2	9,7	20,1	1,3	4,9	17,5	25,2	9,8	0,5	1827	1238,8	186,9
7	20-40	55,3	0,54	29,4	129,2	112,3	113,3	7,8	22,8	2,7	3,2	11,4	37,6	8,5	0,5	562	690,5	171,4
7	40-60	23,8	1,20	3,8	13,2	33,6	20,4	4,1	1,8	0,5	4,0	1,1	11,3	5,9	0,2	140	22,4	14,2
8	0-20	78,5	0,24	56,7	66,9	63,5	138,7	5,7	13,5	3,6	2,9	6,2	34,4	3,4	0,4	200	4,7	386,2
8	50-60	84,1	0,16	66,7	37,3	76,2	65,8	2,9	11,2	3,1	1,8	3,1	77,7	2,2	0,2	84	2,2	318,3
8	100-120	86,9	0,13	74,6	16,9	56,5	40,7	1,5	7,0	1,8	1,3	1,9	38,9	1,6	0,1	48	0,1	233,9
9	0-20	86,8	0,15	70,5	33,3	5,3	30,0	4,2	4,0	0,1	1,3	4,8	33,3	2,3	0,1	407	4,8	416,1
9	20-40	86,3	0,15	74,4	23,9	21,0	57,1	1,4	2,4	0,2	1,9	2,7	32,0	2,3	0,2	86	1,8	111,8

*Massa Volume= kilogram droge bodem per liter verse bodem

per kg droge bodem																	
		mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	mmol kg ⁻¹	μmol kg ⁻¹	μmol kg ⁻¹	μmol kg ⁻¹	mol/mol	mol/mol
Boring- nr.	monster diepte	Tot-Al	Tot-Ca	Tot-Fe	Tot-K	Tot-Mg	Tot-Mn	Tot-Na	Tot-P	Tot-S	Tot-Si	Tot-Zn	Olsen-P	NO ₃	NH ₄	Ca/P	Fe/S
1	0-20	168,9	240,1	157,0	16,1	93,4	3,5	6,9	19,2	28,8	11,1	0,5	1492	250,4	776,9	12,5	5,4
1	20-40	220,2	347,6	182,4	16,9	112,6	3,4	7,6	17,8	34,8	15,1	0,6	1003	292,4	512,3	19,6	5,2
2	0-20	84,2	171,3	86,3	9,1	54,9	2,5	5,8	16,2	30,7	12,4	0,5	1311	173,1	183,2	10,6	2,8
2	20-40	91,2	224,6	90,3	9,2	46,7	1,5	5,7	8,8	22,7	11,9	0,2	358	120,8	92,6	25,4	4,0
2	50-90	222,8	209,0	177,7	17,3	46,0	1,6	7,2	12,0	94,4	15,7	0,4	471	403,7	199,6	17,4	1,9
3	0-20	219,7	230,9	283,5	18,5	37,0	1,5	22,9	21,1	135,2	16,4	0,8	994	234,0	817,4	10,9	2,1
3	50-60	91,6	583,9	261,8	8,0	35,3	5,2	26,1	12,3	330,4	12,2	0,3	278	143,2	1083,3	47,4	0,8
3	100-120	69,5	560,7	179,7	3,6	22,6	3,8	23,7	12,6	194,5	10,0	0,3	283	47,2	1039,0	44,4	0,9
4	0-20	19,2	330,9	209,3	4,3	21,5	3,6	17,3	13,7	270,3	4,2	2,0	345	53,3	887,9	24,2	0,8
4	50-60	104,7	448,1	210,6	10,0	42,0	7,5	12,0	13,5	260,9	14,2	0,4	404	2,8	248,1	33,3	0,8
4	100-120	75,4	348,6	158,6	4,4	20,9	5,1	9,7	11,3	163,5	13,8	0,3	271	22,7	363,1	30,9	1,0
5	0-20	288,0	172,7	169,9	25,8	53,7	0,5	25,9	27,9	183,5	17,1	0,3	2780	16,5	1540,1	6,2	0,9
5	50-60	329,1	388,7	292,9	20,5	86,8	5,4	17,4	12,4	377,9	16,6	0,5	272	4,4	1512,9	31,2	0,8
5	100-120	75,7	403,1	160,0	4,2	29,9	5,1	15,7	6,8	126,8	9,5	0,2	157	1,2	804,2	59,3	1,3
6	0-20	340,3	108,1	362,0	20,9	64,9	0,9	7,8	39,2	102,4	18,5	0,7	1974	1027,2	111,9	2,8	3,5
6	20-40	353,6	106,9	289,6	22,3	61,2	0,9	7,8	25,9	102,7	19,1	0,6	1675	331,0	87,5	4,1	2,8
7	0-20	126,0	57,1	156,5	11,5	23,8	1,6	5,8	20,7	29,8	11,6	0,5	2162	1466,3	221,2	2,8	5,2
7	20-40	240,0	208,7	210,5	14,5	42,3	5,0	6,0	21,2	69,9	15,8	0,9	1044	1282,6	318,3	9,9	3,0
7	40-60	11,0	28,0	17,0	3,4	1,5	0,4	3,4	0,9	9,4	4,9	0,2	116	18,7	11,8	30,0	1,8
8	0-20	279,9	265,7	580,6	23,7	56,6	14,9	12,1	25,8	144,1	14,1	1,6	836	19,9	1616,5	10,3	4,0
8	50-60	227,6	465,5	401,5	17,7	68,6	18,7	11,1	18,7	474,2	13,6	1,1	512	13,4	1943,2	24,9	0,8
8	100-120	131,6	438,9	316,0	11,6	54,0	14,2	10,4	15,0	302,3	12,4	0,7	373	0,7	1816,0	29,3	1,0
9	0-20	226,5	36,3	204,5	28,4	27,0	0,8	9,2	32,5	226,6	15,4	0,6	2773	32,7	2833,1	1,1	0,9
9	20-40	158,7	139,8	379,2	9,2	16,0	1,3	12,6	18,2	212,6	15,1	1,3	574	11,7	742,5	7,7	1,8

Bijlage 6 Maion-diagram



LEGENDA

* Cijfers in blauw geven EGV-waarden weer

Bijlage 7

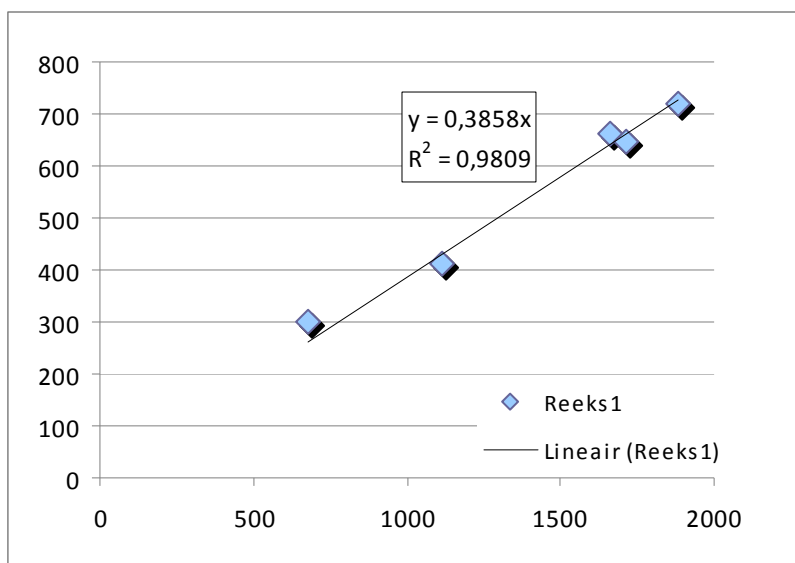
EGV-metingen en verwerking

- 7-1 Prikstokijking
- 7-2 Prikstokmetingen
- 7-3 Regressievergelijking
- 7-4 Watertyperingen EGV-meting

Bijlage 7-1 Prikstokijking

Ijking prikstok aan EGV-sonde

Prikstok	Sonde	Locatie	X-coörd	Y-coörd
676	300	Sloot bij peilbuis 1, 10.00u	195359	529199
1660	660	Einde lange sloot nabij peilbuis 2		
1885	720	Smalle sloot	194959	528782
1112	410	Sloot tussen Pb7 en Pb8	194713	529165
1716	648	Sloot bij peilbuis 1, 13.00u	195359	529199



Regressievergelijking voor de prikstokijking uit de bovenvermelde waarden

Vergelijking door snijpunt (0,0): $EGV(\text{sonde}) = 0,386 - EGV(\text{prikstok})$

Bijlage 7-2 Prikstokmetingen

X-coörd.	195 510				X-coörd.	195 438			
Y-coörd.	528 855				Y-coörd.	528 848			
Peilbuisnr.	-				Peilbuisnr.	-			
Dwp	1	Afst	110		Dwp	1	afst	183	
Opmerkingen					Opmerkingen				
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger
20	391	7,1		151	20	426	7,1		164
30	622	7,1		240	30	531	7,0		202
40	744	7,0		287	40	678	6,9		258
50	711	6,9		274	50	847	6,9		322
60	734	6,9		283	60	938	6,9		356
70	832	6,9		321	70	1044	7,0		397
80	919	7,0		355	80	498	7,1		189
90	960	7,1		370	90	883	7,2		336
100	955	7,1		368	100	421	7,5		160
110	676	7,3	Z	261	110				
120	517	7,4	Z	199	120				
130	473	7,6	Z	182	130				
140					140				
150					150				
X-coörd.	195 386				X-coörd.	195 193			
Y-coörd.	528 822				Y-coörd.	528 800			
Peilbuisnr.	3				Peilbuisnr.	-			
Dwp	1	Afst	238		Dwp	1	Afst	432	
Opmerkingen					Opmerkingen				
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger
20	-	-			20	275			106
30	383	7,2		148	30	314	8,4		121
40	479	7,1		185	40	418	8,3		161
50	698	7,1		269	50	339	8,1		131
60	816	7,0		315	60	440	7,9		170
70	1001	7,0		386	70	284	7,8		110
80	1171	7,1		452	80	166	8,1	Z	64
90	1273	7,1		491	90				
100	1268	7,3		489	100				
110	626	7,5	z	242	110				
120	491	7,6	Z	189	120				
130	469	7,7	Z	181	130				
140					140				
150					150				

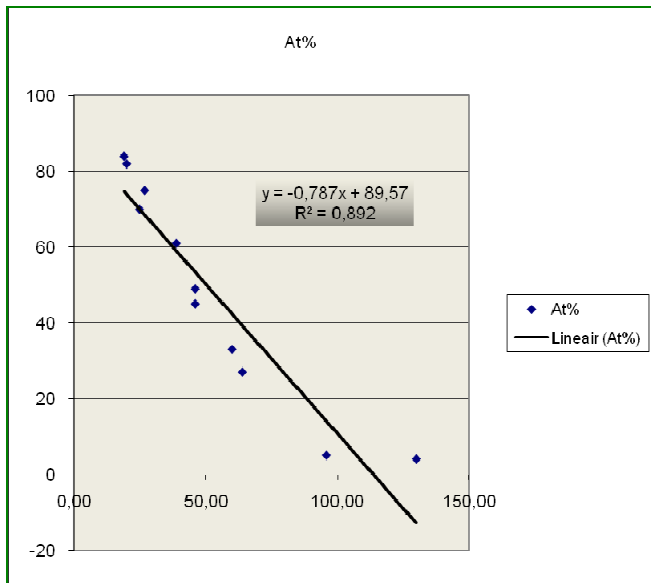
X-coörd.	195 155				X-coörd.	195 119			
Y-coörd.	528 810				Y-coörd.	528 830			
Peilbuisnr.	-				Peilbuisnr.	-			
Dwp	1	Afst	470		Dwp	1	Afst	504	
Opmerkingen					Opmerkingen Regenwater op veld				
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger
20	336	8,5		130	20	438	8,5		169
30	350	8,4		135	30	467	8,7		180
40	407	8,3		157	40	595	8,8		230
50	472	8,2		182	50	914	8,7		353
60	478	8,2		184	60	1024	8,7		395
70	569	8,1		220	70	1007	8,5		389
80	630	8,0		243	80	964	8,5		372
90	724	7,9		279	90	970	8,4		374
100	525	7,9		203	100	935	8,3		361
110	335	7,8		129	110	950	8,4		367
120	247	7,9	z	95	120	490	8,4	Z	189
130	255	8,0	Z	98	130	275	8,7	Z	106
140	244	8,3	Z	94	140	258	8,7	Z	100
150					150	260	8,7	Z	100
X-coörd.	195 071				X-coörd.	195 010			
Y-coörd.	528 826				Y-coörd.	528 800			
Peilbuisnr.	-				Peilbuisnr.	-			
Dwp	1	Afst	553		Dwp	1	Afst	615	
Opmerkingen					Opmerkingen Veenmos				
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw.	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger
20	426	8,8		164	20	578	9,5		223
30	494	9,0		191	30	558	9,1		215
40	581	8,9		224	40	692	8,9		267
50	606	8,8		234	50	649	8,5		250
60	674	8,6		260	60	400	8,5	Z	154
70	560	8,5		216	70	308	8,5	Z	119
80	277	8,4	Z	107	80	343	8,6	Z	132
90	266	8,5	Z	103	90	321	8,4	Z	124
100	227	8,5	Z	88	100	285	8,6	Z	110
110					110				
120					120				
130					130				
140					140				
150					150				

X-coörd.	194 907				X-coörd.	194 871			
Y-coörd.	528 790				Y-coörd.	528 798			
Peilbuisnr.	-				Peilbuisnr.	5			
Dwp	1	Afst	718		Dwp	1	Afst	754	
Opmerkingen		sterk veraard, droog, zeer dicht veenpakket			Opmerkingen		Zakte ergens doorheen' van 110-120		
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (oC)	Zand aanw	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (oC)	Zand aanw	EGV omger
20	354	8,2		137	20	627	8,1		242
30	527	8,0		203	30	811	7,8		313
40	1128	7,9		435	40	1003	7,6		387
50	1389	7,8		536	50	1039	7,6		401
60	1412	7,8		545	60	1000	7,5		386
70	1417	7,8		547	70	1028	7,5		397
80	1246	7,8		481	80	988	7,3		381
90	605	8,0	Z	233	90	1015	7,3		392
100	775	8,2	Z	299	100	781	7,3		301
110					110	433	7,6	Z	167
120					120	388	7,6	Z	150
130					130	395	7,8	Z	152
140					140				
150					150				
X-coörd.	195 187				X-coörd.	195 153			
Y-coörd.	529 225				Y-coörd.	529 199			
Peilbuisnr.	-				Peilbuisnr.	-			
Dwp	2	afst	415		Dwp	2	afst	450	
Opmerkingen		Veraard veen			Opmerkingen				
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp p (°C)	Zand aanw	EGV omger
20	297	7,0		115	20	656	6,7		253
30	286	6,7		110	30	455	7,3		176
40	267	6,4		103	40	571	7,3		220
50	379	6,2		146	50	720	7,2		278
60	407	6,0		157	60	785	7,1		303
70	525	6,0		203	70	836	7,1		323
80	630	5,9		243	80	842	7,0		325
90	705	5,9		272	90	876	7,1		338
100	619	6,1		239	100	800	7,2		309
110	508	6,2		196	110	345	7,5	Z	133
120	528	6,4		204	120	310	7,5	Z	120
130	652	6,6		252	130				
140	537	6,9	Z	207	140				
150	640	7,1	Z	247	150				
160	665	7,1	Z	257					

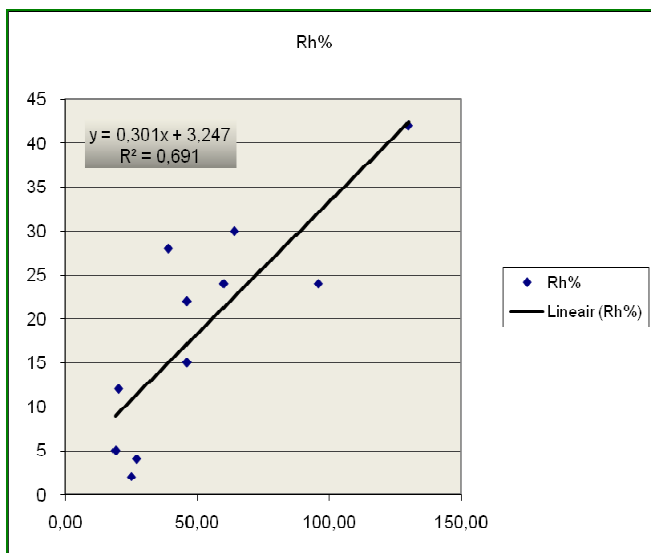
X-coörd.	195 108				X-coörd.	195 067			
Y-coörd.	529 190				Y-coörd.	529 182			
Peilbuisnr.	-				Peilbuisnr.	-			
Dwp	2	afst	496		Dwp	2	afst	538	
Opmerkingen					Opmerkingen				
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Tem p (°C)	Zand aanw	EGV omger
20	407	7,0		157	20	270	6,4		104
30	460	7,3		177	30	304	7,2		117
40	441	7,0		170	40	295	7,1		114
50	493	6,8		190	50	365	7,0		141
60	632	6,6		244	60	407	7,0		157
70	668	6,4		258	70	448	6,9		173
80	677	6,4		261	80	549	6,8		212
90	706	6,3		272	90	536	6,9		207
100	759	6,4		293	100	237	7,0	Z	91
110	431	6,6	Z	166	110	237	7,0	Z	91
120	260	6,9	Z	100	120				
130					130				
140					140				
150					150				
X-coörd.	195 033				X-coörd.	194 987			
Y-coörd.	529 168				Y-coörd.	529 144			
Peilbuisnr.	9				Peilbuisnr.	-			
Dwp	2	afst	573		Dwp	2	afst	620	
Opmerkingen					Opmerkingen				
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Tem p (°C)	Zand aanw	EGV omger
20	268	7,1		103	20	704	8,2		272
30	286	7,0		110	30	437	7,7		169
40	375	7,0		145	40	412	7,3		159
50	460	6,8		177	50	685	7,1		264
60	584	6,7		225	60	760	7,0		293
70	613	6,6		236	70	846	6,9		326
80	580	6,6		224	80	830	6,8		320
90	454	6,7	Z	175	90	828	6,8		319
100	330	6,7	Z	127	100	855	6,9		330
110	280	6,9	Z	108	110	440	7,2	Z	170
120					120	289	7,4	Z	111
130					130				
140					140				
150					150				

X-coörd.	194 785				X-coörd.	194 738			
Y-coörd.	529 188				Y-coörd.	529 188			
Peilbuisnr.	-				Peilbuisnr.	-			
Dwp	2	afst	819		Dwp	2	afst	865	
Opmerkingen		5 meter vanaf peilbuis 8			Opmerkingen				
Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp (°C)	Zand aanw	EGV omger	Diepte (cm -mv)	EGV (mS/cm)	Temp p (°C)	Zand aanw	EGV omger
20	464	7,1		179	20	768	8,1		296,3
30	657	7,0		253	30	900	7,8		347,2
40	745	6,7		287	40	1123	7,5		433,3
50	750	6,5		289	50	1212	7,5		467,6
60	660	6,5		255	60	1261	7,4		486,5
70	690	6,3		266	70	1257	7,3		485,0
80	707	6,2		273	80	1389	7,3		535,9
90	670	6,2		258	90	1349	7,2		520,4
100	639	6,2		247	100	626	7,5	Z	241,5
110	766	6,4		296	110	477	7,5	Z	184,0
120	847	6,4		327	120				
130	945	6,7		365	130				
140	752	7,0	Z	290	140				
150	403	7,3	Z	155	150				

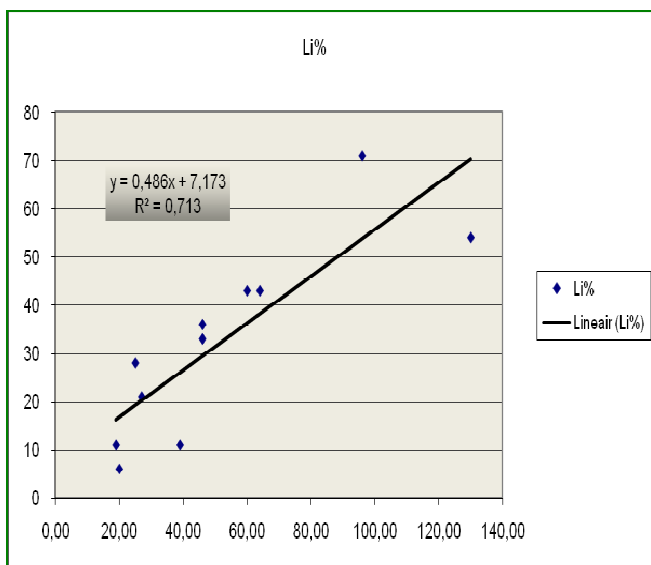
Bijlage 7-3 Regressielijnen watertypen



EGV en atmoclien water



EGV en Rijnwater



EGV en lithoclien water

Bijlage 7-4 Watertypering EGV metingen

De afstand is weergegeven ten opzichte van het nulpunt van het dwarsprofiel

Dwarsprofiel 1											
Afstand in m	diepte in cm	mS/m	At%	Li%	Rh%	Afstand in m	diepte in cm	mS/m	At%	Li%	Rh%
110	-161					504	-178				
110	-181	15,1	78	15	8	504	-198	16,9	76	15	8
110	-191	24,0	71	19	10	504	-208	18,0	75	16	9
110	-201	28,7	67	21	12	504	-218	23,0	71	18	10
110	-211	27,4	68	21	12	504	-228	35,3	62	24	14
110	-221	28,3	67	21	12	504	-238	39,5	58	26	15
110	-231	32,1	64	23	13	504	-248	38,9	59	26	15
110	-241	35,5	62	24	14	504	-258	37,2	60	25	14
110	-251	37,0	60	25	14	504	-268	37,4	60	25	15
110	-261	36,9	61	25	14	504	-278	36,1	61	25	14
183	-171					504	-288	36,7	61	25	14
183	-191	16,4	77	15	8	553	-177				
183	-201	20,3	74	17	9	553	-197	16,4	77	15	8
183	-211	26,0	69	20	11	553	-207	19,1	75	16	9
183	-221	32,4	64	23	13	553	-217	22,4	72	18	10
183	-231	35,9	61	25	14	553	-227	23,4	71	19	10
183	-241	40,0	58	27	15	553	-237	26,0	69	20	11
183	-251	19,1	75	16	9	553	-247	21,6	73	18	10
183	-261	33,8	63	24	13	615	-182				
238	-181					615	-202	22,3	72	18	10
238	-211	14,8	78	14	8	615	-212	21,5	73	18	10
238	-221	18,5	75	16	9	615	-222	26,7	69	20	11
238	-231	26,9	68	20	11	615	-232	25,0	70	19	11
238	-241	31,5	65	22	13	665,93	-239	72,7	32	43	25 WS
238	-251	38,6	59	26	15	666,33	-290	72,7	32	43	25 WS
238	-261	45,2	54	29	17	667,31	-290	72,7	32	43	25 WS
238	-271	49,1	51	31	18	667,71	-239	72,7	32	43	25 WS
238	-281	48,9	51	31	18	718	-166				
238	-291	24,2	71	19	11	718	-186	13,7	79	14	7
432	-169					718	-196	20,3	74	17	9
432	-189	10,6	81	12	6	718	-206	43,5	55	28	16
432	-199	12,1	80	13	7	718	-216	53,6	47	33	19
432	-209	16,1	77	15	8	718	-226	54,5	47	34	20
432	-219	13,1	79	14	7	718	-236	54,7	47	34	20
432	-229	17,0	76	15	8	718	-246	48,1	52	31	18
470	-181					754	-169				
470	-201	13,0	79	13	7	754	-189	24,2	71	19	11
470	-211	13,5	79	14	7	754	-199	31,3	65	22	13
470	-221	15,7	77	15	8	754	-209	38,7	59	26	15
470	-231	18,2	75	16	9	754	-219	40,1	58	27	15
470	-241	18,4	75	16	9	754	-229	38,6	59	26	15
470	-251	22,0	72	18	10	754	-239	39,7	58	26	15
470	-261	24,3	70	19	11	754	-249	38,1	60	26	15
470	-271	27,9	68	21	12	754	-259	39,2	59	26	15
470	-281	20,3	74	17	9	754	-269	30,1	66	22	12

De afstand is weergegeven ten opzichte van het nulpunt van het dwarsprofiel

Dwarsprofiel 2													
Afstand	diepte	mS/m	At%	Li%	Rh%		Afstand	diepte	mS/m	At%	Li%	Rh%	
in m	in cm						in m	in cm					
338,5	-310	64,0	39	38	23	ws	573	-160	0,0				Pb 9
339,1	-370	64,0	39	38	23	ws	573	-180	10,3	81	12	6	
343,64	-370	64,0	39	38	23	ws	573	-190	11,0	81		7	
344,24	-310	64,0	39	38	23	ws	573	-200	14,5	78	14	8	
415	-175	0,0					573	-210	17,8	76	16	9	
415	-195	11,5	81	13	7		573	-220	22,5	72	18	10	
415	-205	11,0	81	13	7		573	-230	23,7	71	19	10	
415	-215	10,3	81	12	6		573	-240	22,4	72	18	10	
415	-225	14,6	78	14	8		620	-132	0,0				
415	-235	15,7	77	15	8		620	-152	27,2	68	20	11	
415	-245	20,3	74	17	9		620	-162	16,9	76	15	8	
415	-255	24,3	70	19	11		620	-172	15,9	77	15	8	
415	-265	27,2	68	20	11		620	-182	26,4	69	20	11	
415	-275	23,9	71	19	10		620	-192	29,3	66	21	12	
415	-285	19,6	74	17	9		620	-202	32,6	64	23	13	
415	-295	20,4	74	17	9		620	-212	32,0	64	23	13	
415	-305	25,2	70	19	11		620	-222	32,0	64	23	13	
450	-180	0,0					620	-232	33,0	64	23	13	
450	-200	25,3	70	19	11		819	-175	0,0				
450	-210	17,6	76	16	9		819	-195	17,9	75	16	9	
450	-220	22,0	72	18	10		819	-205	25,4	70	20	11	
450	-230	27,8	68	21	12		819	-215	28,8	67	21	12	
450	-240	30,3	66	22	12		819	-225	28,9	67	21	12	
450	-250	32,3	64	23	13		819	-235	25,5	70	20	11	
450	-260	32,5	64	23	13		819	-245	26,6	69	20	11	
450	-270	33,8	63	24	13		819	-255	27,3	68	20	11	
450	-280	30,9	65	22	13		819	-265	25,9	69	20	11	
496	-180	0,0					819	-275	24,7	70	19	11	
496	-200	15,7	77	15	8		819	-285	29,6	66	22	12	
496	-210	17,8	76	16	9		819	-295	32,7	64	23	13	
496	-220	17,0	76	15	8		819	-305	36,5	61	25	14	
496	-230	19,0	75	16	9		865	-168	0,0				
496	-240	24,4	70	19	11		865	-188	29,6	66	22	12	
496	-250	25,8	69	20	11		865	-198	34,7	62	24	14	
496	-260	26,1	69	20	11		865	-208	43,3	55	28	16	
496	-270	27,2	68	20	11		865	-218	46,8	53	30	17	
496	-280	29,3	67	21	12		865	-228	48,7	51	31	18	
538	-178	0,0					865	-238	48,5	51	31	18	
538	-198	10,4	81	12	6		865	-248	53,6	47	33	19	
538	-208	11,7	80	13	7		865	-258	52,1	49	32	19	
538	-218	11,4	81	13	7		891,32	-220	42,9	56	28	16	ws
538	-228	14,1	78	14	7		891,57	-285	42,9	56	28	16	ws
538	-238	15,7	77	15	8		892,14	-286	42,9	56	28	16	ws
538	-248	17,3	76	16	8		892,57	-220	42,9	56	28	16	ws
538	-258	21,2	73	17	10								
538	-268	20,7	73	17	9								

Bijlage 8

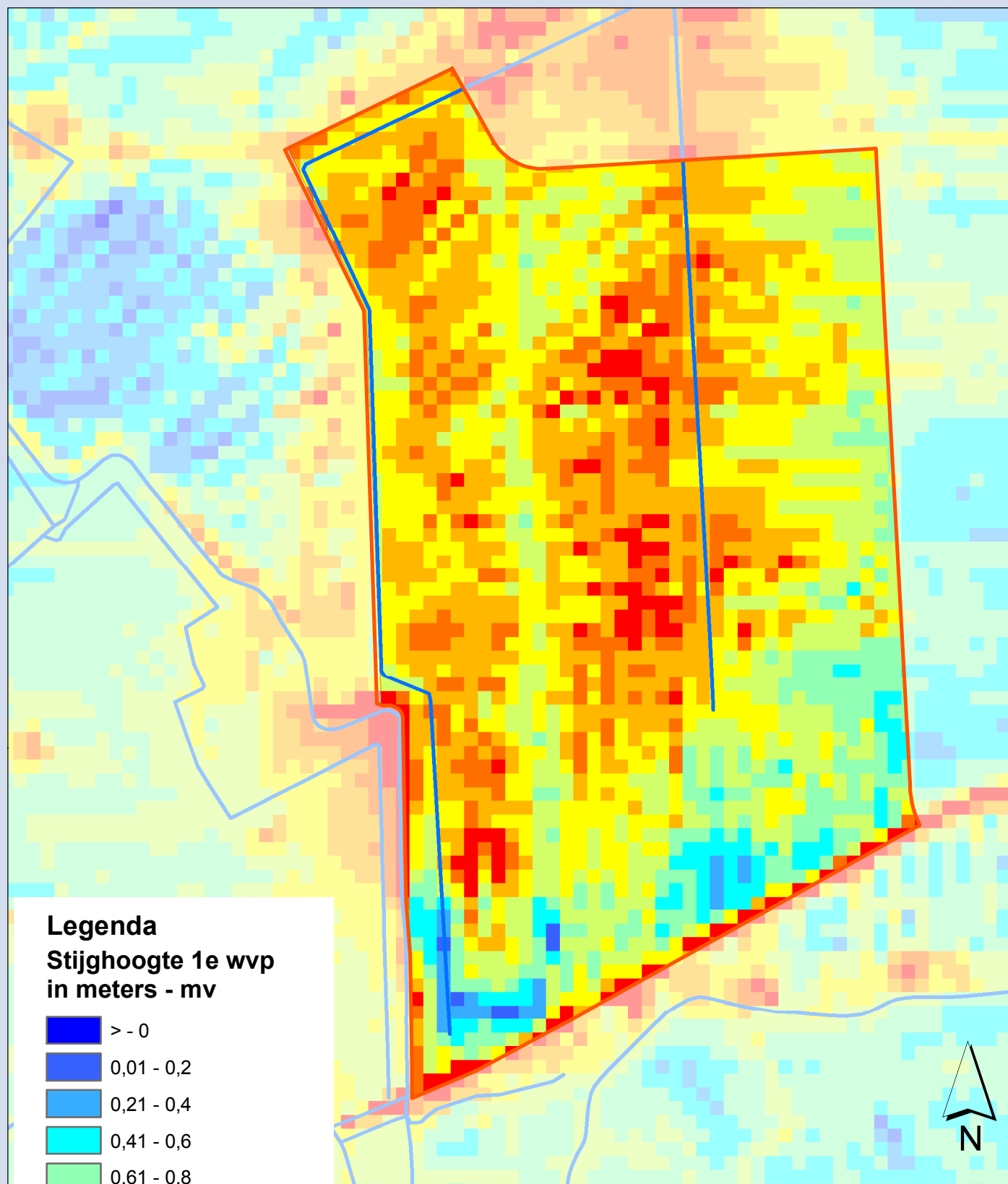
Eigenschappen peilbuizen

Peilbuisnr.	X- coördi- naat	Y- coördi- naat	BKNT Pb in m t.o.v. NAP	Maaiveld in m t.o.v. NAP	BKNT_F in m t.o.v. NAP	ONKT_F in m t.o.v. NAP	lengte filter in m
Pb 1	195362	529232	-1,31	-1,84	-2,31	-2,81	0,5
Pb 2	195292	528819	-1,48	-1,60	-2,48	-2,98	0,5
Pb 3	195386	528822	-1,23	-1,81	-2,23	-2,73	0,5
Pb 4 o	195166	528816	-1,15	-1,81	-2,15	-2,65	0,5
Pb 4 d	195166	528816	-1,23	-1,81	-3,23	-4,23	1
Pb 5	194871	528798	-1,05	-1,69	-2,05	-2,55	0,5
Pb 7	194680	529172	-1,54	-1,77	-2,54	-3,04	0,5
Pb 8	194784	529187	-1,42	-1,73	-2,42	-2,92	0,5
Pb 9 o	195033	529168	-1,18	-1,76	-2,18	-2,68	0,5
Pb 9 d	195033	529168	-1,36	-1,76	-3,36	-4,36	1
Pb 32*	195750	528912	-1,08	-1,69	-5,62	-6,12	0,5
Pb 54 o*	194800	528629	-1,23	-1,19	-1,93	-2,43	0,50
Pb 54 d*	194799	528629	-0,67	-1,19	-4,87	-5,37	0,50
Pb 58 o*	195408	529432	-1,28	-1,23	-1,98	-2,48	0,50
Pb 58 d*	195408	529432	-0,73	-1,23	-5,23	-5,73	0,50

* Deze peilbuizen zijn door Grontmij geplaatst en gemonitord in de periode 2005-2006. Alleen peilbuis 32 is meegenomen in de periode van 15 maart tot 14 mei 2010.

Bijlage 9

Stijghoogte 1^e watervoerend pakket



Legenda

Stijghoogte 1e wvp in meters - mv

- > - 0
- 0,01 - 0,2
- 0,21 - 0,4
- 0,41 - 0,6
- 0,61 - 0,8
- 0,81 - 1
- 1,1 - 1,2
- 1,3 - 1,4
- 1,5 - 1,6
- 1,7 - 1,8
- hoofdwatervangingsgebied
- Gebiedsgrens

Stijghoogte 1e watervoerend pakket Kansen voor trilveen in de Noordmanen

Opdrachtgever: Grontmij

Status: definitief
Datum: 03-06-2010
Schaal: 1:10.000



**VAN HALL
LARENSTEIN**

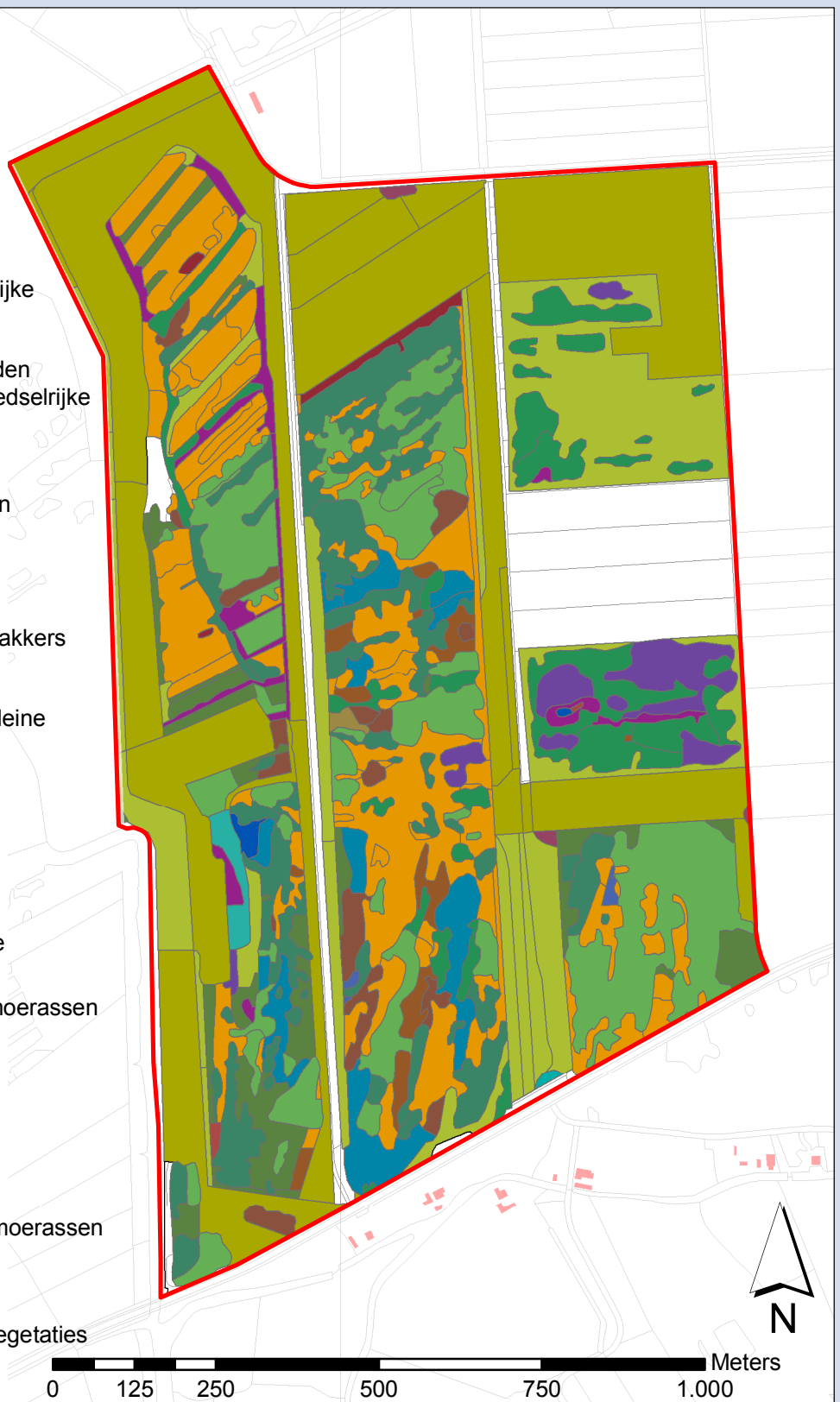
PART OF WAGENINGEN UR

Bijlage 10 Vegetatiekartering 1998

Legenda

Vegetatiecomplexen

-  Droge ruigten
-  Droge - vochtige, voedselrijke graslanden
-  Droge - vochtige, zeer voedselrijke graslanden
-  Droge - vochtige, matig voedselrijke graslanden
-  Matig voedselrijk broekbos
-  Natte bloemrijke graslanden (Molinietalia-gem)
-  Niet gekarteerd
-  Onbegroeide bodem, tredgemeenschappen en akkers
-  Overstromingsgraslanden
-  Veenmosrietland en zure kleine zeggenmoerassen
-  Verdroogd wilgenstruweel
-  Verdroogd/verruigd voedselrijk broekbos
-  Verdroogd/verruigd matig voedselrijk broekbos
-  Verdroogde/verruigde grote zeggenmoerassen
-  Verdroogde/verruigde rietmoerassen
-  Vochtig wilgenstruweel
-  Vochtige ruigten
-  Voedselrijk broekbos
-  Voedselrijke grote zeggenmoerassen
-  Voedselrijke rietmoerassen
-  Zeer voedselrijke moerasvegetaties
-  topo_ondergrond
-  Gebiedsgrens



Vegetatiekartering 1998

Kansen voor trilveen in de Noordmanen

Opdrachtgever: Grontmij

Status: definitief
Datum: 03-06-2010
Schaal: 1:10.000



**VAN HALL
LARENSTEIN**

PART OF WAGENINGEN UR

Vegetatiemozaïk met vegetatietypen

Code	Vegetatiemozaïek	Code	Vegetatietyptologie Weerribben	Landelijke typologie Nederland	SbbType
12	Verdroogde/verruigde rietmoerassen	1Cd	Gem v Riet V v Haagwinde, ruigtkruidenarm	RG Haagwinde - Riet-[Kl. natte strooiselruigten]	32-c
12	Verdroogde/verruigde rietmoerassen	1Cd+5Dc	Gem v Riet V v Haagwinde, ruigtkruidenarm+Gem v Rietgras verruigd	RG Haagwinde - Riet-[Kl. natte strooiselruigten]+RG Rietgras-[Klasse der natte strooiselruigten]	32-c+32-e
12	Verdroogde/verruigde rietmoerassen	1Cd+6Bc	Gem v Riet V v Haagwinde, ruigtkruidenarm+Gem v Liesgras verruigd	RG Haagwinde - Riet-[Kl. natte strooiselruigten]+RG Liesgras-[Riet-klasse]	32-c+08-a
12	Verdroogde/verruigde rietmoerassen	1Ce	Gem v Riet V v (Haagwinde), Hennegras, ruigtkruiden	RG Hennegras-[Verbond der grote Zeggen]	08C-f
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	2Da	Gem v Moeraszegge inops	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	2Da+2Dd	Gem v Moeraszegge inops+Gem v Moeraszegge verruigd	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b+08C-b
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	2Da+5Da	Gem v Moeraszegge inops+Gem v Rietgras V v inops	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Rietgras-[Riet-klasse]	08C-b+08-b
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	2Da+5Dc	Gem v Moeraszegge inops+Gem v Rietgras verruigd	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Rietgras-[Klasse der natte strooiselruigten]	08C-b+32-e
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	2Da+7Da	Gem v Moeraszegge inops+Gem v Pluimzegge Typische vorm	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Pluimzegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b+08C-c
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	2Db	Gem v Moeraszegge V v Puntmos/ Moeraswalstro	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	2Db+2Dc	Gem v Moeraszegge V v Puntmos/ Moeraswalstro+Gem v Moeraszegge V v Mol-Arrh soorten	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b+08C-b
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	2Db+7Da	Gem v Moeraszegge V v Puntmos/ Moeraswalstro+Gem v Pluimzegge Typische vorm	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Pluimzegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b+08C-c
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	5Da	Gem v Rietgras V v inops	RG Rietgras-[Riet-klasse]	08-b
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	5Da+5Dc	Gem v Rietgras V v inops+Gem v Rietgras verruigd	RG Rietgras-[Riet-klasse]+RG Rietgras-[Klasse der natte strooiselruigten]	08-b+32-e
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	5Da+7Da	Gem v Rietgras V v inops+Gem v Pluimzegge Typische vorm	RG Rietgras-[Riet-klasse]+RG Pluimzegge-[Verbond der grote Zeggen]	08-b+08C-c
40	Voedselrijke grote zeggenmoerassen	7Da	Gem v Pluimzegge Typische vorm	RG Pluimzegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-c
48	Vochtige ruigten	1Ra+5Dc	Gem v Hennegras Typische vorm+Gem v Rietgras verruigd	RG Hennegras-[Verbond der grote Zeggen]+RG Rietgras-[Klasse der natte strooiselruigten]	08C-f+32-e
48	Vochtige ruigten	2Rb	Gem v Pitrus V zonder veenmos	DG Pitrus-[Klasse der vochtige graslanden]	16/d
54	Verdroogde/verruigde grote zeggenmoerassen	2Dd	Gem v Moeraszegge verruigd	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b
54	Verdroogde/verruigde grote zeggenmoerassen	2Dd+5Dc	Gem v Moeraszegge verruigd+Gem v Rietgras verruigd	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Rietgras-[Klasse der natte strooiselruigten]	08C-b+32-e
54	Verdroogde/verruigde grote zeggenmoerassen	2Dd+7Da	Gem v Moeraszegge verruigd+Gem v Pluimzegge Typische vorm	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Pluimzegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b+08C-c
54	Verdroogde/verruigde grote zeggenmoerassen	3Dc	Gem v Scherpe zegge V v Mol-Arrh soorten	Associatie v Scherpe zegge, soortenarme subass.	08C2c
54	Verdroogde/verruigde grote zeggenmoerassen	5Dc	Gem v Rietgras verruigd	RG Rietgras-[Klasse der natte strooiselruigten]	32-e
74	Zeer voedselrijke moerasvegetaties	6Bb	Gem v Liesgras V v Mol-Arrh soorten	RG Liesgras-[Riet-klasse]	08-a
90	Droge ruigten	14R	Gem v Adelaarsvaren	RG Adelaarsvaren-[Kl. Gladde witbol, Havikskr.]	18-b
90	Droge ruigten	7R	Gem v Grote brandnetel	RG Grote brandnetel-[Klasse d nitrofiële zomen]	33-a
132	Overstromingsgraslanden	5Ma	Gem v Gekn.vossestaart en Fioringras V v Kruipende boterbloem en Ruw beemdgras	Assoc. v Geknikte vossestaart, verarmde subass.	12B1d
134	Droge-vochtige, zeer voedselrijke graslanden	4Ma	Gem v Engels raaigras Typische vorm	RG Ruw beemdgras-Engels raai-[Weegb-k/K.vo.gras]	16-m
134	Droge-vochtige, zeer voedselrijke graslanden	4Ma+7R	Gem v Engels raaigras Typische vorm+Gem v Grote brandnetel	RG Ruw beemdgras-Engels raai-[Weegb-k/K.vo.gras]+RG Grote brandnetel-[Klasse d nitrofiële zomen]	16-m+33-a
134	Droge-vochtige, zeer voedselrijke graslanden	4Mb	Gem v Engels raaigras V v Geknikte vossestaart	RG Ruw beemdgras-Engels raai-[Weegb-k/K.vo.gras]	12-a
138	Natte bloemrijke graslanden (Molinietalia-gem)	1Ka+1Kb	Gem v Gestr. witbol en Moerasrolklaver soortenrijke vorm+Gem v Gestr. witbol en Moerasrolklaver soortenarme vorm	RG Gestr.witbol- E.Koekoeksbl.-[Kl.vocht.grasl.]+RG R.smele-Gekn.vossest.-[Zil.sch.-vb/K.vo.gras]	16-a+16-e
138	Natte bloemrijke graslanden (Molinietalia-gem)	1Kb+2Dc	Gem v Gestr. witbol en Moerasrolklaver soortenarme vorm+Gem v Moeraszegge V v Mol-Arrh soorten	RG R.smele-Gekn.vossest.-[Zil.sch.-vb/K.vo.gras]+RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	16-e+08C-b
138	Natte bloemrijke graslanden (Molinietalia-gem)	1Kb+2Dd	Gem v Gestr. witbol en Moerasrolklaver soortenarme vorm+Gem v Moeraszegge verruigd	RG R.smele-Gekn.vossest.-[Zil.sch.-vb/K.vo.gras]+RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	16-e+08C-b
138	Natte bloemrijke graslanden (Molinietalia-gem)	1Kb+2Mb	Gem v Gestr. witbol en Moerasrolklaver soortenarme vorm+Gem v Gew.struisgras/Reukgras, Gest.witb. en E.raai V v Geknikte vossestaart	RG R.smele-Gekn.vossest.-[Zil.sch.-vb/K.vo.gras]+RG Gestr.witbol-B.langbl.-Eng.raai.[Kl.v.grasl.]	16-e+16-l
138	Natte bloemrijke graslanden (Molinietalia-gem)	1Kb+3Mb	Gem v Gestr. witbol en Moerasrolklaver soortenarme vorm+Gem v Gestr.witbol en Eng.raaigras V v Geknikte vossestaart	RG R.smele-Gekn.vossest.-[Zil.sch.-vb/K.vo.gras]+Assoc. v Geknikte vossestaart, verarmde subass.	16-e+12B1d
138	Natte bloemrijke graslanden (Molinietalia-gem)	1Kb+5Dc	Gem v Gestr. witbol en Moerasrolklaver soortenarme vorm+Gem v Rietgras verruigd	RG R.smele-Gekn.vossest.-[Zil.sch.-vb/K.vo.gras]+RG Rietgras-[Klasse der natte strooiselruigten]	16-e+32-e
141	Veenmosrietland en zure kleine zeggenmoerassen	1Fc	Gem v Veenmosrietland V v Sphagnum fimbriatum	RG Hennegras-[Klasse der kleine Zeggen]	09-g
141	Veenmosrietland en zure kleine zeggenmoerassen	2Fb	Gem v Zwarte zegge V v veenmos	RG Zwarte zegge-Moerasstruisgras-[Vb. Zw. zegge]	09A-a
147	Verdroogd wilgenstruweel	1Nf	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Hennegras	Associatie van Grauwe wilg	36A2
147	Verdroogd wilgenstruweel	1Nf+1Ni	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Hennegras+Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Grote brandnetel	Associatie van Grauwe wilg+Associatie van Grauwe wilg	36A2+36A2
147	Verdroogd wilgenstruweel	1Nf+1Oj	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Hennegras+Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Stekelvarens	Associatie van Grauwe wilg+RG Gewone braam-[Verbond der berkenbroekbossen]	36A2+40A-c
147	Verdroogd wilgenstruweel	1Ng	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Stekelvaren	Associatie van Grauwe wilg	36A2
147	Verdroogd wilgenstruweel	1Ng+1Nh	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Stekelvaren+Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Braam	Associatie van Grauwe wilg+Associatie van Grauwe wilg	36A2+36A2
147	Verdroogd wilgenstruweel	1Ni	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Grote brandnetel	Associatie van Grauwe wilg	36A2

Code	Vegetatiemozaïek	Code	Vegetatietypologie Weerribben	Landelijke typologie Nederland	SbbType
147	Verdroogd wilgenstruweel	1Ni+1Nj	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Grote brandnetel+Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v grassen	Associatie van Grauwe wilg+Associatie van Grauwe wilg	36A2+36A2
147	Verdroogd wilgenstruweel	1Nj	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v grassen	Associatie van Grauwe wilg	36A2
149	Voedselrijke rietmoerassen	1Ca	Gem v Riet inops	Riet-associatie, typische subassociatie	08B3a
149	Voedselrijke rietmoerassen	1Cc	Gem v Riet V v Oeverzegge/Moeraszegge	Riet-associatie, typische subassociatie	08B3a
149	Voedselrijke rietmoerassen	1Cc+1Cd	Gem v Riet V v Oeverzegge/Moeraszegge+Gem v Riet V v Haagwinde, ruigtkruidenarm	Riet-associatie, typische subassociatie+RG Haagwinde - Riet-[Kl. natte strooiselruigten]	08B3a+32-c
149	Voedselrijke rietmoerassen	1Cc+1Ce	Gem v Riet V v Oeverzegge/Moeraszegge+Gem v Riet V v (Haagwinde), Hennegras, ruigtkruiden	Riet-associatie, typische subassociatie+RG Hennegras-[Verbond der grote Zeggen]	08B3a+08C-f
149	Voedselrijke rietmoerassen	1Cc+2Da	Gem v Riet V v Oeverzegge/Moeraszegge+Gem v Moeraszegge inops	Riet-associatie, typische subassociatie+RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	08B3a+08C-b
186	Verdroogd/verruigd matig voedselrijk broekbos	1Pe	Gem v Berk fragm. zonder veenmos V v grassen	RG Gewone braam-[Verbond der berkenbroekbossen]	40A-c
186	Verdroogd/verruigd matig voedselrijk broekbos	1Pf	Gem v Berk fragm. zonder veenmos V zonder ondergroei	RG Gewone braam-[Verbond der berkenbroekbossen]	40A-c
189	Vochtig wilgenstruweel	1Nc	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Moeraszegge	Associatie van Grauwe wilg	36A2
189	Vochtig wilgenstruweel	1Nc+1Nf	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Moeraszegge+Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Hennegras	Associatie van Grauwe wilg+Associatie van Grauwe wilg	36A2+36A2
189	Vochtig wilgenstruweel	1Nc+1Ni	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Moeraszegge+Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Grote brandnetel	Associatie van Grauwe wilg+Associatie van Grauwe wilg	36A2+36A2
189	Vochtig wilgenstruweel	1Nc+1Oc	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Moeraszegge+Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Moeraszegge	Associatie van Grauwe wilg+Zompzegge-berkenbroek	36A2+40A2
189	Vochtig wilgenstruweel	1Nc+2Dd	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Moeraszegge+Gem v Moeraszegge verruigd	Associatie van Grauwe wilg+RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	36A2+08C-b
189	Vochtig wilgenstruweel	1Nc+7Da	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Moeraszegge+Gem v Pluimzegge Typische vorm	Associatie van Grauwe wilg+RG Pluimzegge-[Verbond der grote Zeggen]	36A2+08C-c
192	Matig voedselrijk broekbos	1Of+1Oj	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v veenmos+Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Stekelvarens	RG Pijpestrootje-[Verbond der berkenbroekbossen]+RG Gewone braam-[Verbond der berkenbroekbossen]	40A-b+40A-c
210	Droge-vochtige, voedselrijke graslanden	1Ma	Gem v Gew.struisgras/Reukgras en Gestr.witbol Typische vorm	RG S.weegbr.-Kruip.boterb.-R.zwenk.[Kl.v.grasl.]	16-g
210	Droge-vochtige, voedselrijke graslanden	2Mb	Gem v Gew.struisgras/Reukgras, Gest.witb. en E.raai V v Geknikte vossestaart	RG Gestr.witbol-B.langbl.-Eng.raai.[Kl.v.grasl.]	16-l
210	Droge-vochtige, voedselrijke graslanden	2Mb+3Mb	Gem v Gew.struisgras/Reukgras, Gest.witb. en E.raai V v Geknikte vossestaart+Gem v Gestr.witbol en Eng.raaigras V v Geknikte vossestaart	RG Gestr.witbol-B.langbl.-Eng.raai.[Kl.v.grasl.]+Assoc. v Geknikte vossestaart, verarmde subass.	16-l+12B1d
210	Droge-vochtige, voedselrijke graslanden	3Ma	Gem v Gestr.witbol en Eng.raaigras Typische vorm	RG Gestr.witbol-B.langbl.-Eng.raai.[Kl.v.grasl.]	16-l
210	Droge-vochtige, voedselrijke graslanden	3Ma+4Ma	Gem v Gestr.witbol en Eng.raaigras Typische vorm+Gem v Engels raaigras Typische vorm	RG Gestr.witbol-B.langbl.-Eng.raai.[Kl.v.grasl.]+RG Ruw beemdgras-Engels raai-[Weegb-k/K.vo.gras]	16-l+16-m
210	Droge-vochtige, voedselrijke graslanden	3Mb	Gem v Gestr.witbol en Eng.raaigras V v Geknikte vossestaart	Assoc. v Geknikte vossestaart, verarmde subass.	12B1d
210	Droge-vochtige, voedselrijke graslanden	3Mb+4Mb	Gem v Gestr.witbol en Eng.raaigras V v Geknikte vossestaart+Gem v Engels raaigras V v Geknikte vossestaart	Assoc. v Geknikte vossestaart, verarmde subass.+RG Ruw beemdgras-Engels raai-[Weegb-k/K.vo.gras]	12B1d+12-a
212	Droge-vochtige, matig voedselrijke graslanden	3La	Gem v Madeliefje en Vertakte leeuwetand Typische vorm	RG S.weegbr.-Kruip.boterb.-R.zwenk.[Kl.v.grasl.]	16-g
227	Voedselrijk broekbos	1Oc	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Moeraszegge	Zompzegge-berkenbroek	40A2
227	Voedselrijk broekbos	1Oc+1Oi	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Moeraszegge+Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Hennegras	Zompzegge-berkenbroek+RG Hennegras-[Elzen-verbond]	40A2+39A-a
227	Voedselrijk broekbos	1Oc+2Da	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Moeraszegge+Gem v Moeraszegge inops	Zompzegge-berkenbroek+RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]	40A2+08C-b
227	Voedselrijk broekbos	1Oh	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Rietklasse soorten	RG Moeraszegge-[Elzen-verbond]	39A-c
231	Verdroogd/verruigd voedselrijk broekbos	1Oi	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Hennegras	RG Hennegras-[Elzen-verbond]	39A-a
231	Verdroogd/verruigd voedselrijk broekbos	1Oi+1Ok	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Hennegras+Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Braam	RG Hennegras-[Elzen-verbond]+RG Gewone braam-[Elzen-verbond]	39A-a+39A-b
231	Verdroogd/verruigd voedselrijk broekbos	1Oj	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Stekelvarens	RG Gewone braam-[Verbond der berkenbroekbossen]	40A-c
231	Verdroogd/verruigd voedselrijk broekbos	1Oj+1Ok	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Stekelvarens+Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Braam	RG Gewone braam-[Verbond der berkenbroekbossen]+RG Gewone braam-[Elzen-verbond]	40A-c+39A-b
231	Verdroogd/verruigd voedselrijk broekbos	1Ok	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Braam	RG Gewone braam-[Elzen-verbond]	39A-b
231	Verdroogd/verruigd voedselrijk broekbos	1Om	Gem v Zwarte els en Zachte berk V v grassen	RG Gewone braam-[Verbond der berkenbroekbossen]	40A-c
240	Onbegroeide bodem, tredgemeenschappen en akkers	1Sa	Gem v tredplanten Typische vorm	Ass. Engels raaigras-Grote weegbree, typ. subass	12A1a
240	Onbegroeide bodem, tredgemeenschappen en akkers	1T	Kale bodem	zand	50C
		1Kb+2Dd+5Dc	Gem v Gestr. witbol en Moerasrolklaver soortenarme vorm+Gem v Moeraszegge verruigd+Gem v Rietgras verruigd	RG R.smele-Gekn.vossest.-[Zil.sch.-vb/K.vo.gras]+RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Rietgras-[Klasse der natte strooiselruigten]	16-e+08C-b+32-e
		1Nc+1Oj	Gem v Grauwe wilg en Zwarte els V v Moeraszegge+Gem v Zwarte els en Zachte berk V v Stekelvarens	Associatie van Grauwe wilg+RG Gewone braam-[Verbond der berkenbroekbossen]	36A2+40A-c
		2Da+5Da+7Da	Gem v Moeraszegge inops+Gem v Rietgras V v inops+Gem v Pluimzegge Typische vorm	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Rietgras-[Riet-klasse]+RG Pluimzegge-[Verbond der grote Zeggen]	08C-b+08-b+08C-c
		2Dd+7Da+5Da	Gem v Moeraszegge verruigd+Gem v Pluimzegge Typische vorm+Gem v Rietgras V v inops	RG Moeraszegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Pluimzegge-[Verbond der grote Zeggen]+RG Rietgras-[Riet-klasse]	08C-b+08C-c+08-b
		3La+4Ma	Gem v Madeliefje en Vertakte leeuwetand Typische vorm+Gem v Engels raaigras Typische vorm	RG S.weegbr.-Kruip.boterb.-R.zwenk.[Kl.v.grasl.]+RG Ruw beemdgras-Engels raai-[Weegb-k/K.vo.gras]	16-g+16-m