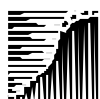


Herstelexperiment voor Elzenbroek door bevloeiing met oppervlaktewater in 't Lankheet

Interpretatie nulsituatie 2005 en ontwikkeling in 2006



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

© 2007 Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Rapport DK nr. 2007/079-O
Ede, 2007

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Deze uitgave kan schriftelijk of per e-mail worden besteld bij de directie Kennis onder vermelding van code 2007/dk079-O en het aantal exemplaren.

Oplage 70 exemplaren

Samenstelling Drs. C.J.S. Aggenbach, Drs. H. Hunneman

Druk Ministerie van LNV, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij

Productie Directie Kennis
Bedrijfsvoering/Publicatiezaken
Bezoekadres : Horapark, Bennekomseweg 41
Postadres : Postbus 482, 6710 BL Ede
Telefoon : 0318 822500
Fax : 0318 822550
E-mail : DKinfobalie@minlnv.nl

Voorwoord

De belangrijkste voorloper van het onderzoeksveld "Beekdallandschap" van het eind 2006 ingestelde kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit, is het onderzoeksveld "Natte Schraallanden" binnen het toenmalige Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) van het Ministerie van LNV. Binnen deze natte ecosystemen is op praktijkschaal in diverse terreinen, onderzoek gedaan naar de effecten van maatregelen tegen verzuring, vermesting en verdroging.

Het voorliggende rapport beschrijft de uitgangssituatie van een onderzoek naar de effecten van bevoeiing in Elzenbroekbos op het landgoed 't Lankheet. Tevens wordt de ontwikkeling in 2006 beschreven als gevolg van de eerste veranderingen in de waterhuishouding. Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van de directie Kennis van het Ministerie van LNV en OBN.

Het onderzoek werd tot eind 2006 begeleid door het Deskundigenteam Natte Schraallanden en nadien door het Deskundigenteam Beekdallandschap. Het kwam mede tot stand dankzij de medewerking van Eric Brinckmann van het landgoed 't Lankheet; Theo Kiezers (Bosgroep Oost-Nederland), Harrie Weersink (Unie van Bosgroepen); André Jansen (Unie van Bosgroepen); Pieter Vereijken (PRI); Pieter Stuyfzand (Kiwa/ VU) en de locale hulp van Benard Roufanier, Willy Ros en de heer Groot-Obbink

DE DIRECTEUR DIRECTIE KENNIS
Dr. J.A. Hoekstra

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Belang	7
1.2	Doel	7
1.3	Geschikte onderzoekslocatie	7
1.4	Reikwijdte van dit rapport	8
2	Opzet van het experiment	9
2.1	Onderzoekslocatie	9
2.2	Opzet Experiment Elzenbroekbos	9
2.2.1	Uitgangspunten	9
2.3	Proefopzet	10
2.3.1	Vastleggen nulsituatie	11
2.3.2	Monitoring in 2007, 2008 en 2009	11
2.3.3	Gegevensverwerking en interpretatie	12
3	Inrichting meetnet en waterhuishouding	13
3.1	Inrichting meetnet	13
3.2	Inrichting waterhuishouding	13
4	Resultaten	17
4.1	Maaiveldhoogte van de plots	17
4.2	Humusprofielen	18
4.3	Organisch-stofgehalte	21
4.4	Minerale profielen	22
4.5	Freatische waterstanden	22
4.6	Stijghoogteverschillen freatisch grondwater	26
4.7	Chemie en temperatuur van oppervlaktewater in relatie tot bevoeiing	28
4.8	Chemische analyses watermonsters	31

4.9	Bodemchemie	44
4.9.1	Basenchemie	44
4.9.2	Fosfaat C/P- en C/N-ratio	47
4.9.3	Fosfaat-sorbtie	50
4.9.4	Pyriet	53
4.9.5	Metalen	54
4.10	Vegetatieontwikkeling	60
5	Conclusies en discussie	65
5.1	Waterhuishouding	65
5.2	Bodem	66
5.3	Basenchemie	66
5.4	Nutriënten	68
5.5	Redoxchemie en metalen	69
5.6	Vegetatie	70
5.7	Evaluatie proefopzet	70
6	Literatuur	73
Bijlage 1	Beschrijving minerale profielen	75
Bijlage 2	Chemische analyses watermonsters monsterbuislocaties	76
Bijlage 3	Plagschema, bodembemonstering en relatieve maaiveldhoogte van plots	79
Bijlage 4	Fysische en chemische analyses bodemmonsters	80
Bijlage 5	Beschrijving humusprofielen	89
Bijlage 6	Vegetatie-opnamen	96

1 Inleiding

1.1 Belang

Het Elzenzegge-Elzenbroek kende een wijde verspreiding in Nederland, maar het oppervlak van goed ontwikkelde vormen met kenmerkende Zeggen-soorten en Dotterbloem is door verdroging, verzuring en eutrofiëring sterk teruggelopen. Voor herstel van het beekdal-Elzenbroek is op een aantal plekken in Nederland ervaring opgedaan met verhoging van de grondwaterstand door het opstuwen van waterlopen in en rond gebieden. Probleem hierbij is dat lokale vernatting vaak niet de kwelstroom van baserijk en ijzerrijk grondwater herstelt. Op vernatte locaties bestaat daarom het risico op verdere verzuring en daarnaast kan bij hoge sulfaatconcentraties interne eutrofiëring optreden. De herstelmogelijkheden van de noodzakelijke abiotische condities van Elzenbroekbossen door middel van overstroming of bevoeiing is in Nederland nog nauwelijks onderzocht. In potentie biedt seizoensmatige inundatie met baserijk water de mogelijkheden voor herstel van het waterregime en de baserijkdom. Om deze reden is binnen het kader van OBN onderzoek gestart naar de herstelmogelijkheden van beekdal-Elzenbroek door middel van bevoeiing. Het onderzoek richt zich op de abiotische aspecten van herstel.

Onderzoek naar de herstelmogelijkheden van “natte bossen” heeft een grote relevantie voor het beleid. Het beekdal-Elzenbroek is opgenomen op de lijst van habitattypen, dat wil zeggen dat Nederland voor het behoud en herstel van dit bostype op Europese schaal een verantwoordelijkheid heeft. In het kader van Waterbeheer 21^e eeuw zal de behoefte aan gebieden voor waterretentie toenemen. Een belangrijke uitdaging is dan ook om waterretentie en ecologisch herstel te combineren. De Kaderrichtlijn Water zal hogere eisen gaan stellen aan de fysische, chemische en ecologische normen van watersystemen. Inzicht in de abiotische eisen en de herstelmogelijkheden van natte bossen zullen nodig zijn om een zinvolle invulling te geven aan deze normen.

1.2 Doel

Inzicht verwerven in processen en randvoorwaarden bij herstel van gedegradeerde beekdal-Elzenbroeken door middel van seizoensmatige bevoeiing met niet vervuuld oppervlaktewater. Naast onderzoek aan herstel van beekdal-Elzenbroek zullen gelijktijdig door Alterra de ontwikkelingsmogelijkheden van Vogelkers-Essenbos m.b.v. bevoeiing binnen dit project gezamenlijk worden onderzocht. Bij een latere evaluatie van de onderzoeksresultaten door Alterra en Kiwa WR zullen de herstelmogelijkheden van deze bostypen op landschapsschaal in beeld worden gebracht.

1.3 Geschikte onderzoekslocatie

Op het landgoed ‘t Lankheet, gelegen tussen Eibergen (Ge) en Haaksbergen (Ov), wordt sinds de winter van 2001/2002 verdroogd Elzenbroekbos bevoeid met baserijk

oppervlaktewater van lokale herkomst. In de periode van 2002-2004 zijn de effecten op grondwaterstand, basenchemie van de bodem en vegetatie gevolgd met monitoringonderzoek (Aggenbach et al., 2005). Conclusie van deze monitoring is dat de toenmalige wijze van bevoeien niet leidde tot het noodzakelijke waterstandsregime (te korte periode van bevoeien) en tot geen of een zeer langzaam herstel van de basenrijkdom. Herstel van de basenrijkdom zal lang duren, omdat voor verhoging van de basenverzadiging in de organische stofrijke bodem in zeer grote hoeveelheid basische kationen moeten worden aangevoerd via het oppervlaktewater. Verder bleek de lokale toevoer van oppervlaktewater onvoldoende te zijn (geen aanvoer in droge jaren). Het lokale oppervlaktewater van het landgoed is bovendien vervuild met zware metalen.

In 2005 werd het bevoeiingssysteem op het landgoed herzien. De aanvoer van een grote hoeveelheid gezuiverd beekwater werd mogelijk gemaakt doordat vanaf het voorjaar van 2006 op het landgoed een proef is gestart gericht op waterzuivering van vervuild beekwater door middel van zuiveringsmoerassen. Met deze grootschalige proef, waarbij Plant Research International, Waterschap en provincie Overijssel zijn betrokken, worden zowel WB21-doelstellingen (berging en vergroting van de grondwatervoorraad) als ecologische doelstellingen (mogelijkheden voor herstel van Elzenbroekbos en Vogelkers-Essenbos) gediend. Met kleine ingrepen kan het gezuiverde water naar bospercelen worden geleid en kunnen deze percelen voor experimenten met vloeiwatervoorraden worden gebruikt. De inrichting is zodanig dat de bevoeiing is te controleren.

Dankzij dit grootschalige project kan juist op 't Lankheet op landschapsschaal worden onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor herstel van Elzenbroeken en Vogelkers-Essenbossen d.m.v. inundatie en bevoeiing met basenrijk oppervlaktewater.

1.4 Reikwijdte van dit rapport

Dit rapport presenteert alleen de meetresultaten van de nulsituatie uit 2005 en metingen gedurende 2006 van de eerste veranderingen die door de ingrepen zijn opgetreden (Kiwa-deel van het onderzoek).

Alterra zal rapporteren over de nulsituatie van het experiment met Vogelkers-Essenbos (Hommel et al., 2006).

2 Opzet van het experiment

2.1 Onderzoekslocatie

Het onderzoek vindt plaats op één locatie die gemakkelijk kan worden ingericht voor bevoeiingsexperimenten met gezuiverd beekwater. Een afvoersloot die bij de inrichting van de onderzoekslocatie per ongeluk diep is uitgegraven is eind 2005 gedempt en vervangen door een ondiepe afvoergreppel en afvoerbuï.

Het bevoeiingswater wordt in experimentele helofytfilters, die grenzen aan de onderzoekslocatie, gezuiverd. De fijnregeling van deze helofytfilters wordt afgestemd op een laag P-gehalte en lage gehalten aan zware metalen. Het beheer en de monitoring van de filters valt onder de verantwoordelijkheid van Plant Research International (PRI). Hoewel het ontwerpen en ontwikkelen van de filters een belangrijk onderzoeksproject van PRI is, kunnen geen harde garanties worden gegeven op lage nutriëntgehalten van het gezuiverde water. Punt van aandacht is dat het gezuiverde water niet een te laag Ca-gehalte heeft als gevolg van kationenuitwisseling in het basenarme filterbed. De bevoeiing van de onderzoekslocatie vindt juist plaats om de hoge basenrijkdom te herstellen.

De onderzoekslocatie ligt langs een wandelroute. Dit biedt de mogelijkheid om herstel van natte bossen te tonen. De exacte toonlocatie kan aan het eind van het onderzoek worden uitgekozen.

2.2 Opzet Experiment Elzenbroekbos

2.2.1 Uitgangspunten

- De volgende effecten van bevoeiing worden onderzocht:
 - humusprofiel-ontwikkeling (afbraak strooisellaag, verandering organisch-stofgehalte);
 - basenhuishouding (oplading kationen-adsorbtielcomplex en stijging pH);
 - trofiegraad (toe/ afname?, hoe verandert P-beschikbaarheid?);
 - zwavelchemie (rol van pyrietvorming/ -oxidatie op basenhuishouding, effect van sulfaat in bevoeiingswater); achterliggende idee: oxidatie/reductie van zwavelverbindingen kan grote invloed hebben op basenchemie; deze processen kunnen tevens sterk fluctueren, afhankelijk van de hoeveelheid neerslag en verdamping;
 - beschikbaarheid zware metalen (in samenhang met zwavelchemie vrijkomen of vastlegging van zware metalen); achterliggende idee: er bestaat een sterk vermoeden dat pyrietoxidatie in de bodem van de verdroogde uitgangssituatie leidt tot hoge concentraties van zware metalen; vernatting door bevoeiing kan de beschikbaarheid van zware metalen doen afnemen;
 - soortensamenstelling in de kruid- en moslaag.
- Er wordt gekeken naar het effect van verschillen in duur van bevoeiing van gezuiverd beekwater.
- Er wordt gekeken naar het effect van de hoeveelheid organische stof op herstel van de basenrijkdom; achterliggende idee: een verzuurde organische stofrijke

- bodem heeft zeer grote toevoer van basen nodig om basenverzadiging te herstellen (Aggenbach et al., 2005); herstel basenrijkdom kan worden bespoedigd door de hoeveelheid organische stof d.m.v. plaggen te verlagen.
- Er wordt gekeken naar interferentie tussen bevoeiingsduur en hoeveelheid organische stof.
 - Er wordt geen referentiesituatie gemonitord, omdat:
 - door de kleine omvang en de geringe hoogteverschillen binnen het onderzoeksperceel is het moeilijk om een situatie zonder bevoeiing te creëren;
 - het onderzoeksperceel vooraf enkele jaren is gemonitord, waarbij is vastgesteld dat de basenhuishouding en vegetatie stabiel was (Aggenbach, 2005);
 - Een dichte kroonlaag zou belemmerend kunnen werken op het herstel van de ondergroei. Er wordt echter niet gekeken naar de invloed van veel of weinig kroonsluiting of wel of geen afzetten van bomen op herstel van de ondergroei. Reden hiervoor is:
 - het onderzoek moet niet te complex worden; het meenemen van deze factor leidt samen met de twee andere factoren (bevoeiingsduur en bodembehandeling) tot 8 combinaties;
 - de focus ligt op het abiotisch herstel;
 - de omvang van het onderzoeksperceel is dusdanig klein dat variatie in kroonsluiting (b.v. wel en niet afzetten van bomen) in verschillende proefvlakken niet goed mogelijk is. Het afzetten van bomen zal waarschijnlijk ook leiden tot meer lichtinval in delen die niet worden afgezet. Op dit moment is de kroonsluiting in het proefperceel homogeen.

2.3 Proefopzet

Zie figuur 1 voor de opzet van het meetnet.

- Er zijn twee compartimenten in het perceel ingericht: één met een lange (6 maanden; november t/m april) en een ander met een korte (3 maanden; februari t/m april) bevoeiingsperiode.
- Binnen elke compartiment wordt het effect van wel en geen verwijdering van de organische toplaag onderzocht.
- Voor elke combinatie van bevoeiingsregime en bodembehandeling worden 12 plots ingericht. Aanvankelijk waren plots gepland met een straal van 1,5 m. Voor ongeplagde plots is deze grootte gehandhaafd. Bij plag-plots is uiteindelijk in een straal van 1 m de toplaag verwijderd. Daardoor bedraagt de straal van vegetatie-opnamen in de plagplots in 2005 1,5 m en vanaf 2006 0,75 m. Plagplots zijn afgezet met kippengaas, zodat accumulatie van strooisel in de plagkuilen wordt voorkomen.
- Op twee locaties in elk compartiment zijn vijf monsterbuizen met verschillende filterdiepte (0-10, 20-30 en 50-70, 100-120 en 200-210 cm) geïnstalleerd voor grondwaterkwaliteit. In een extra peilbuis op deze locaties wordt de freatische waterstand continu gemeten met dataloggers (filterdiepte 20 cm boven maaiveld tot 200 cm onder maaiveld).
- De plots zijn uitgezet in 4 raaien van 12 plots; de plots liggen in het vlakke, lage deel van een bosperceel (niet op rabatten en niet in greppels). Er is zoveel mogelijk uitgegaan van vaste afstanden tussen de raaien en tussen de meetpunten binnen de raaien. Met de keuze van de exacte locatie van raaien en meetpunten wordt echter rekening gehouden met homogeniteit van proefvlakken rondom de meetpunten, bomen en de verdeling van de twee hydrologische compartimenten. Verschillen in maaiveldhoogte tussen de plots zal gering zijn. Elk plot wordt gemarkeerd met een genummerd paaltje. Om locatieverlies als gevolg van vandalisme te voorkomen kunnen de locaties ook worden getraceerd met uitmeting vanuit gemarkeerde bomen en met detectie van begraven metalen plaatjes.
- Plots met en zonder plaggen alterneren.

- De verspreiding van bevoeiingswater wordt tijdens bevoeiingen gecontroleerd met behulp van EGV-, pH- en temperatuurmetingen van het oppervlaktewater bij de plots. Eventuele stagnatie van regenwater wordt zoveel mogelijk voorkomen door het stromingspatroon van het vloeiwater met stuwtjes te beïnvloeden.

2.3.1 Vastleggen nulsituatie

- De relatieve hoogteligging van de plots en peilbuislocaties is eenmalig bepaald.
- Het minerale profiel wordt eenmalig beschreven (uitgevoerd in 2006). Alhoewel dit oorspronkelijk gepland was voor alle plots, is dit op een beperkt aantal locaties uitgevoerd wegens de homogene textuur in gebied. Daarnaast geven korrelgrootteanalyses van de bemonsterde bodemlagen goed inzicht in de textuuropbouw.
- Het humusprofiel van alle plots is beschreven (uitgevoerd in 2005).
- De vegetatie van alle plots is beschreven (met Londo-schaal) (uitgevoerd in 2005 en 2006). De opname in 2006 is uitgevoerd om de effecten van de sterke vernatting op de vegetatie, die zijn opgetreden voor aanvang van de bevoeiing (november 2006), in beeld te brengen.
- Van elke combinatie van bevoeiingsregime en bodembehandeling is in 6 plots de bodem bemonsterd op verschillende dieptes (zie tabel 1) en geanalyseerd op een uitgebreid pakket bodemparameters (tabel 2). Van elke combinatie van bevoeiingsregime en bodembehandeling zijn in 2 plots extra parameters voor zwavel en zware metalen geanalyseerd (tabel 2) (bemonstering uitgevoerd in najaar 2005).
- Het grondwater uit de monsterbuizen en oppervlaktewater op de buislocaties is geanalyseerd op pH, EGV, Ca, Mg, K, Na, HCO₃, SO₄, Cl, NO₃, NH₄ en P-ortho in gefiltreerd monster (uitgevoerd april 2006 en september 2006).

In aanvulling op het oorspronkelijke plan zijn nog de volgende gegevens verzameld:

- Het ruimtelijke patroon van kwaliteit oppervlaktewater door middel van EGV- en pH-metingen in de plots voorafgaand aan de bevoeiing.
- Metingen in stijghoogteverschil in de monsterbuizen ten einde inzicht te krijgen in het verloop van kwel- en infiltratie.

2.3.2 Monitoring in 2007, 2008 en 2009

- Tijdens de bevoeiingsperiode wordt maandelijks de chemische samenstelling van het inkomende bevoeiingswater geanalyseerd op pH, Ca, Mg, K, Na, SO₄, Cl, NO₃, NH₄ en P-totaal.
- Jaarlijks eenmaal tijdens de bevoeiing (half april) en eenmaal in de nazomer (half september) wordt het grondwater uit de monsterbuizen en oppervlaktewater op de buislocaties geanalyseerd op pH, EGV, Ca, Mg, K, Na, HCO₃, SO₄, Cl, NO₃, NH₄ en P-ortho in gefiltreerd monster.
- In alle plots wordt jaarlijks het humusprofiel beschreven.
- In alle plots wordt jaarlijks de vegetatie opgenomen.
- Van elke combinatie van bevoeiingsregime en bodembehandeling wordt in 6 plots de bodem bemonsterd op verschillende dieptes (zie tabel 1) en geanalyseerd op een beperkt pakket bodemparameters (tabel 2).
- Per jaar worden de meetresultaten vastgelegd in een beknopt rapport (gereed na analyseren van bodemmonsters).

Monitoring in 2010

- Tijdens de bevoeiingsperiode wordt maandelijks de chemische samenstelling van het inkomende bevoeiingswater geanalyseerd op pH, Ca, Mg, K, Na, SO₄, Cl, NO₃, NH₄ en P-totaal.
- Eenmaal tijdens de bevoeiing (half april) en eenmaal in de nazomer (half september) wordt het grondwater uit de monsterbuizen en oppervlaktewater op de buislocaties geanalyseerd op pH, EGV, Ca, Mg, K, Na, HCO₃, SO₄, Cl, NO₃, NH₄ en P-ortho in gefiltreerd monster.
- In alle plots wordt het humusprofiel beschreven.
- In alle plots wordt de vegetatie opgenomen.

- Van elke combinatie van bevoeiingsregime en bodembehandeling wordt in 6 plots de bodem bemonsterd op verschillende dieptes (zie tabel 1) en geanalyseerd op een uitgebreid pakket bodemparameters (tabel 2). Van elke combinatie van bevoeiingsregime en bodembehandeling wordt in 2 plots geanalyseerd op extra parameters voor zwavel en zware metalen (tabel 2).

2.3.3 Gegevensverwerking en interpretatie

- Analyse van de meetgegevens vindt plaats met multivariate analyse en statistische toetsing van gevonden verschillen tussen de combinaties van bevoeiingsregime en bodembehandeling en gevonden trends.
- De gevonden verschillen tussen de combinaties van bevoeiingsregime en bodembehandeling en gevonden trends worden geïnterpreteerd. Daarbij worden deze gekoppeld aan hydrologische, hydrogeochemische en bodemkundige processen.
- Uit de gevonden resultaten worden sleutelfactoren afgeleid voor herstel van natte bossen in beekdalen met behulp van bevoeiing en overstroming. Tevens worden aanbevelingen gedaan voor beleid en beheer.
- De definitieve resultaten worden opgeleverd in een uitgebreid eindrapport. In dit eindrapport en het eindrapport over het experiment in het Vogelkers-Essenbos (Alterra) wordt één gezamenlijk slothoofdstuk opgenomen m.b.t. potenties voor ontwikkeling/herstel van natte bostypen binnen de context van het landschap.

Tabel 1 Overzicht van diepten van bodemmonsters in ongeplagde en geplagde plots per jaar

Laag	Diepte (cm tov bovenkant minerale profiel)	Aantal monsterlocaties						Opmerking
		Aantal jaar 1 ongeplagd (2005)	Aantal jaar 1 geplagd (2005)	Aantal jaar 2-4 ongeplagd (2006, 2007, 2008)	Aantal jaar 2-4 geplagd (2006, 2007, 2008)	Aantal jaar 5 ongeplagd (2009)	Aantal jaar 5 geplagd (2009)	
strooisel		12	0	0	0	12	12	wordt niet bemonsterd op plaglocaties in nulsituatie
bovenkant A1 laag	0-5	12	0	12	0	12	0	wordt niet bemonsterd op plaglocaties in nulsituatie, wordt in alle jaren bemonsterd op ongeplagde locaties
onderste deel A1 laag	20-25	12	12	0	12	12	12	wordt in alle jaren bemonsterd op plaglocaties
C laag	50-70	12	12	0	0	12	12	wordt in eerste en laatste jaar bemonsterd

Tabel 2 Overzicht van de parameters die bepaald worden in de bodemmonsters

	beperkt pakket	uitgebreid pakket	extra parameters
organisch stof gehalte (TGA)	24	24	
kalkgehalte (TGA)	24	24	
korrelgrootteverdeling (Laser)		24	
C-totaal (pyrolyse CNS)			8
N-totaal (pyrolyse CNS)			8
S-totaal (pyrolyse CNS)			8
FeS2 (afgeleid uit CNS, en koningswaterextractie)			8
N (Kjeldahl)	24	24	
P (Kjeldahl)	24	24	
CEC (Bascomb)		24	
uitwisselbare kationen (Bascomb)		24	
P_HCl-extractie (Page)		24	
pH_KCL	24	24	
diverse elementen in oxelaatextract (ICP-MS)		24	
diverse elementen in koningswater-extract (ICP-MS)			8

3 Inrichting meetnet en waterhuishouding

3.1 Inrichting meetnet

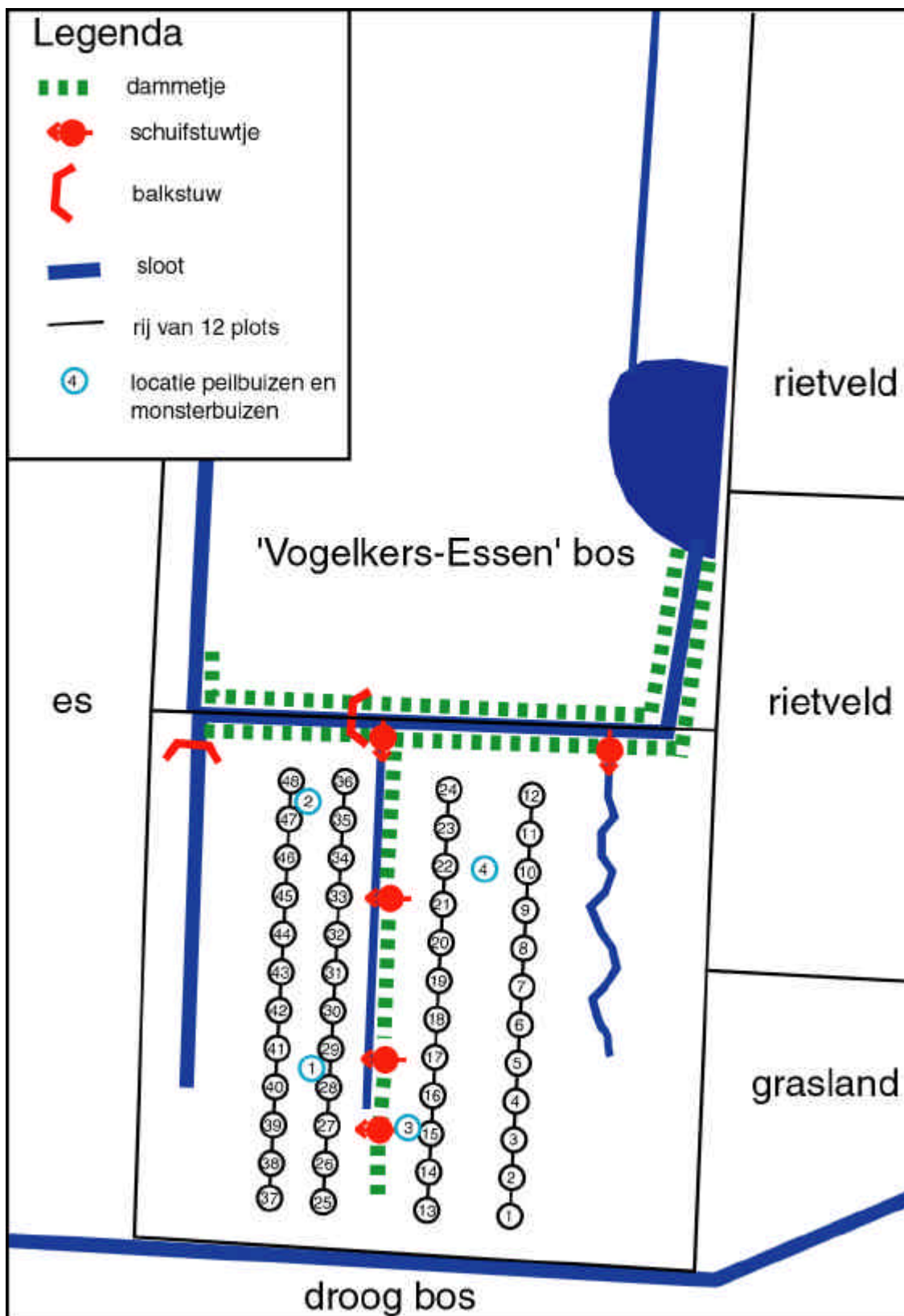
Figuur 1 geeft het ontwerp van het meetnet weer.

Uitvoering van de inrichting:

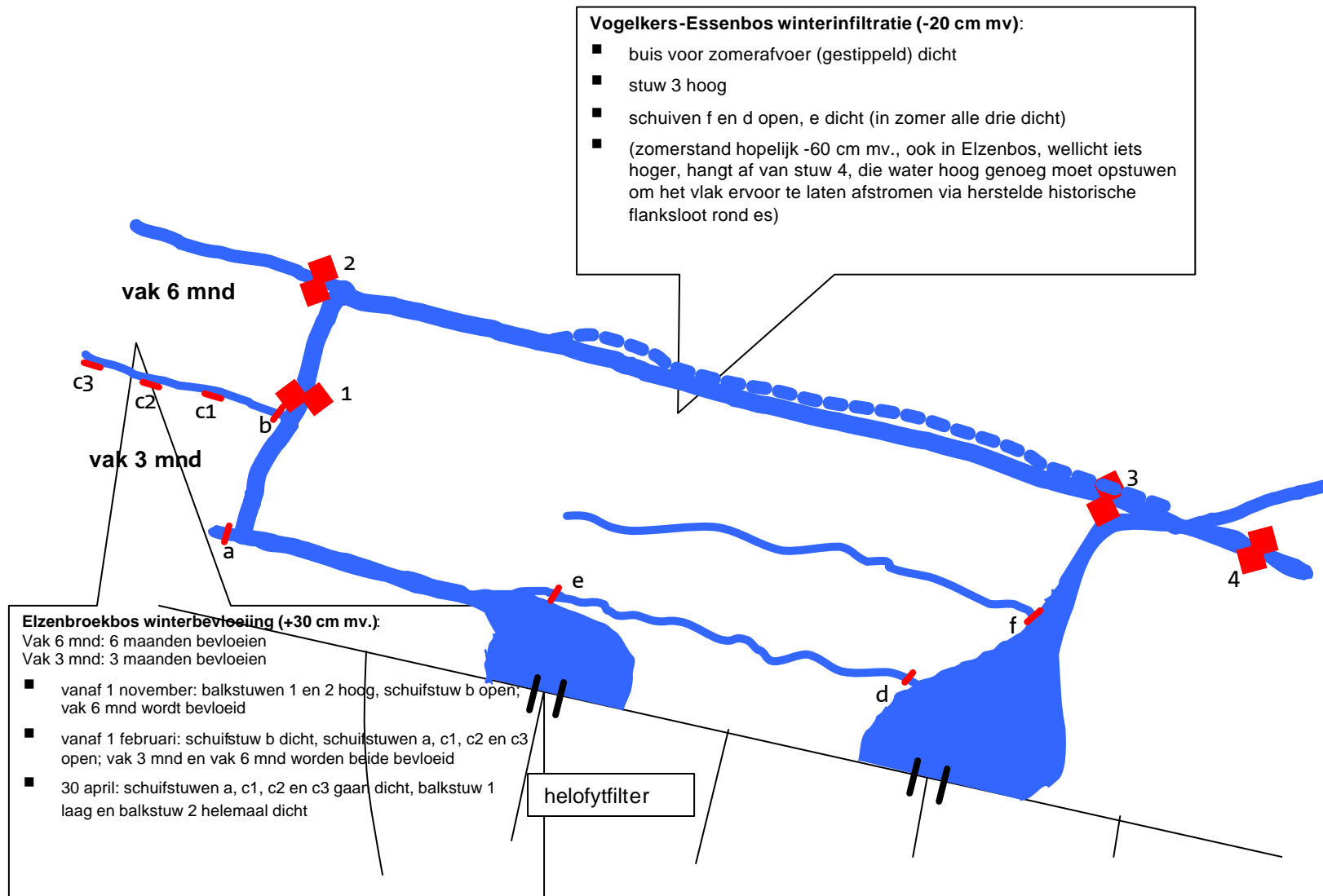
- Centrum van de plots is gemarkeerd met stokken.
- De centra zijn ingemeten ten opzicht van gemarkeerde bomen (verlies meetpunten voorkomen bij vandalisme).
- De plagplots zijn door een fout bij de uitvoering kleiner (diameter 2,0 m) dan gepland (4,0 m); het plaggen is in het najaar van 2005 met 'de hand' uitgevoerd. In 2006 is getracht de plaggen te vergroten, maar door sterke vernatting was dat niet meer mogelijk. Door aanleg van de helofytfilters is de waterstand verhoogd en door verhoging van het afvoerniveau benedenstrooms van het bos staat het water gedurende de zomer en het najaar grotendeels net onder tot iets boven maaiveld. De kleinere plaggrootte heeft de volgende consequenties:
 - De grootte van vegetatieopnamen in de plagplots. Deze wordt verkleind van diameter 3 m naar 1,5 m; Hierdoor is er een verschil met de opnamegrootte van niet geplagde plots en wel geplagde plots vanaf 2006. Om de herhalingsopnamen van de ongeplagde plots vergelijkbaar te houden met de opnamen van de nulsituatie (diameter 3 m), wordt de opnamegrootte van de ongeplagde plots niet gewijzigd.
 - De zone van geplagde bodem rond de vegetatieopnamen is nu krap voor bodembemonstering. In de oorspronkelijke opzet was de zone tussen straal 1,5 en 2,0 m gereserveerd voor bemonstering. Deze zone is nu ingeperkt tussen 0,75 en 1,0 m. Daarom worden de monsters in volgende jaren in het opnamevlak van de geplagde plots gestoken om randeffecten op de bodemmonsters te voorkomen.

3.2 Inrichting waterhuishouding

Figuur 2 geeft de huidige inrichting van de waterhuishouding weer. Een afvoersloot die eerst diep was uitgegraven is eind 2005 vervangen door een ondiepe sloot en een afvoerbuis. Deze wijziging is uitgevoerd naar aanleiding van advies van het Deskundigen Team Natte Bossen. In de winter van 2005/2006 was het nog niet mogelijk om de bevoeiing te realiseren, omdat het opstarten van de helofytfilters langer duurde dan gepland. De inrichting van de schuif- en balkstuwen is gerealiseerd in het voorjaar van 2006 (figuur 1 en 2). In figuur 2 is de regeling van de stuwen t.b.v. de bevoeiing van het 3 en 6 maandscompartiment toegelicht. Door aanleg van een stuw ten behoeve van het omleiden van het bevoeiingswater rond een es (het landgoed wil elders ook bevoeien met het gezuiverde water; figuur 2, stuw 4) is de freatische stand in het broekbos in de zomer van 2006 sterk verhoogd. De bevoeiing is in 2006 half november gestart in het 6 maandscompartiment. Door problemen in de wateraanvoer elders op het landgoed (doorbraak van een dam) kon niet worden gestart op 1 november.



Figuur 1: Inrichting van het meetnet en ligging stuwen. De plots 12, 24, 36 en 48 liggen aan de noordzijde.



Figuur 2: Inrichting van de waterhuishouding en regeling stuwen voor de bevoeiing.

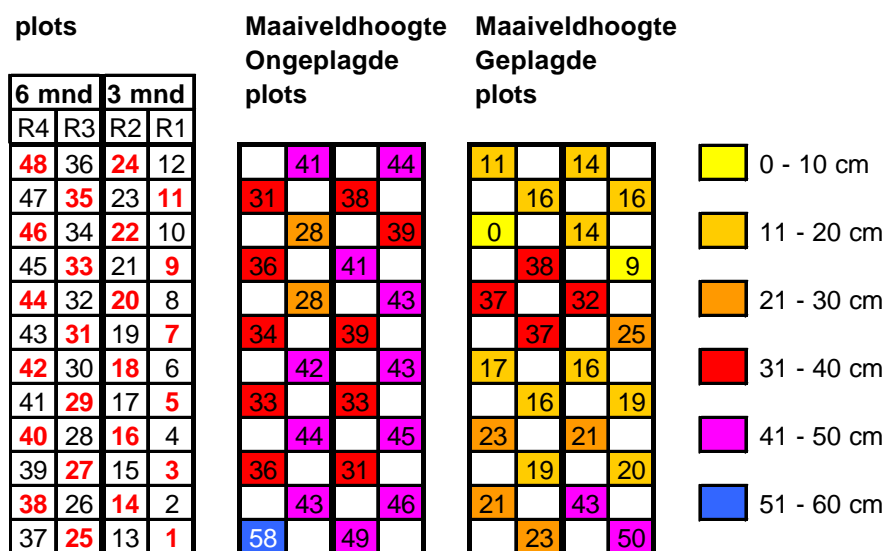
4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de metingen gepresenteerd.

4.1 Maaiveldhoogte van de plots

De hoogteligging van de meetplots is gemeten na het plaggen met een doorgaande waterpassing ten opzichte van een putdeksel. Omdat de hoogteligging niet gerelateerd is aan een NAP-referentiepunt wordt gewerkt met een relatieve hoogteligging, waarbij het laagste plot op 0 cm is gezet.

Bijlage 3 bevat de data van de maaiveldhoogte van de onderzoeksplots en figuur 3 geeft de hoogteligging. De hoogte is gemeten na het plaggen. De hoogteligging varieert op kleine schaal. Op perceelsschaal is een zwakke hoogtegradiënt aanwezig. In het noordelijk deel komen de meest lage plots voor en in de zuidrand, waar de dekzandrug begint, liggen de hoogste plots. Gemiddeld liggen de geplagde plots 17 cm lager dan de ongeplagde. Dit verschil ligt vrij dicht in de buurt van de beoogde plagdiefte van 20 cm.



zwart = niet geplagd

rood = geplagd

Figuur 3: Relatieve hoogteligging van het maaiveld (cm) van de plots in het onderzoeksperceel. Het laagste plot heeft de waarde van 0 cm gekregen. De plots 12, 24, 36 en 48 liggen aan de noordzijde.

4.2 Humusprofielen

Methode

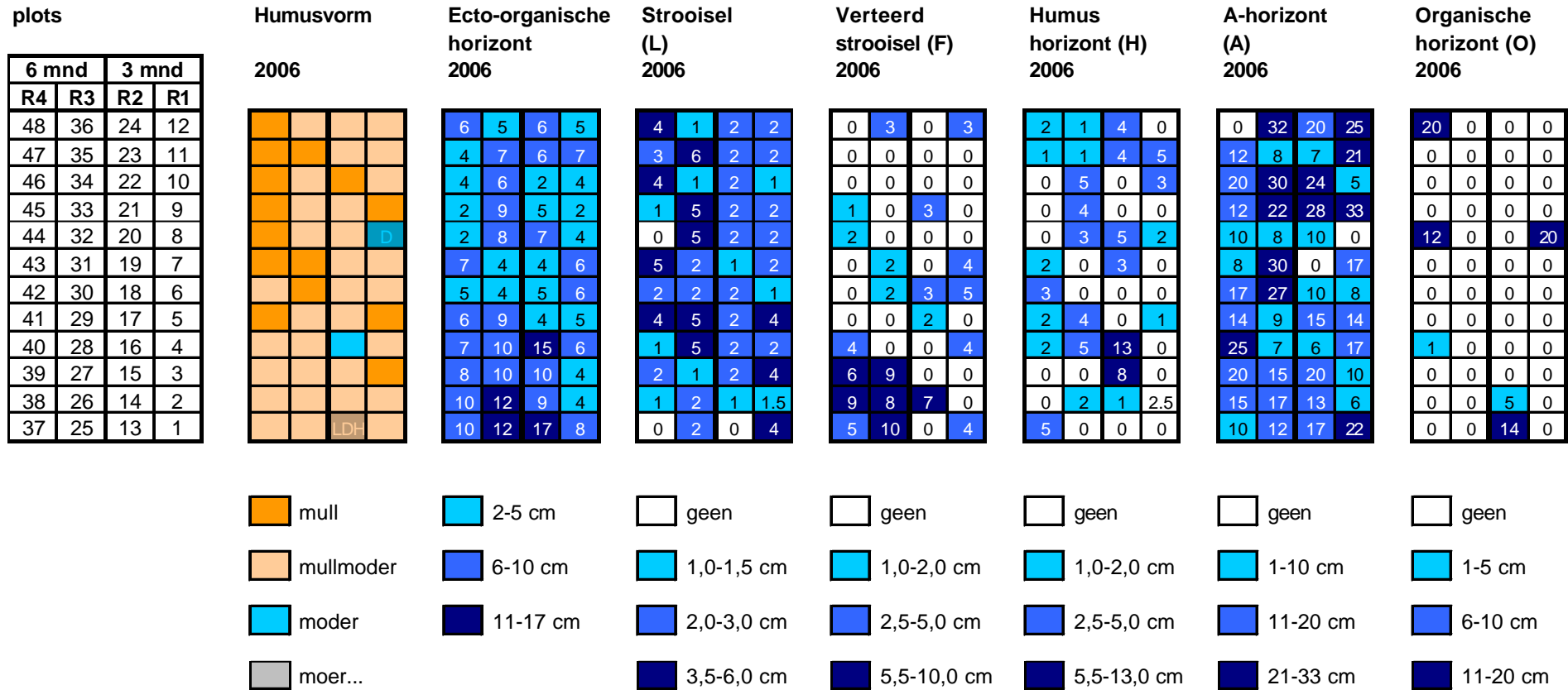
Beschrijving van de humusprofielen vond plaats voor het plaggen op 13 oktober en 1 november 2005. De profielen zijn gestoken met een humushapper. Bijlage 5 geeft de profielbeschrijvingen. Voor classificatie van horizonten en humusvormen is Van Delft (2004) gevolgd. Voor de volgende horizonten is afgeweken van de typering:

- Homogene minerale horizonten onder de A-laag zijn geclassificeerd als C-laag, ondanks dat het organisch-stofgehalte hoger is dan 0,5 %. Volgens de classificatie heeft een C-laag een gehalte van <0,5 %. In het onderzoeksgebied hebben betreffende horizonten op basis van metingen een gehalte van ca. 3-4 %. Volgens de classificatie zouden ze als B of BC horizonten moeten worden getypeerd. Het betreft echter geen B-horizont die ontstaan is door inspoeling of een overgang daarvan met de C-horizont. Waarschijnlijk betreft het organisch materiaal dat is afgezet tijdens de sedimentatie (spoeling van dekzand) of ontstaan is tijdens of kort na de afzetting.
- Geroerd materiaal bestaand uit materiaal van de oorspronkelijke A- en C-horizont zijn als A/C-horizont geclassificeerd. Deze codering heeft een andere betekenis dan de AC-horizont uit de classificatie van Van Delft (2004). Het bodemmateriaal is geroerd als gevolg van vroegere graafactiviteiten (aanleg van greppels, rabatten).

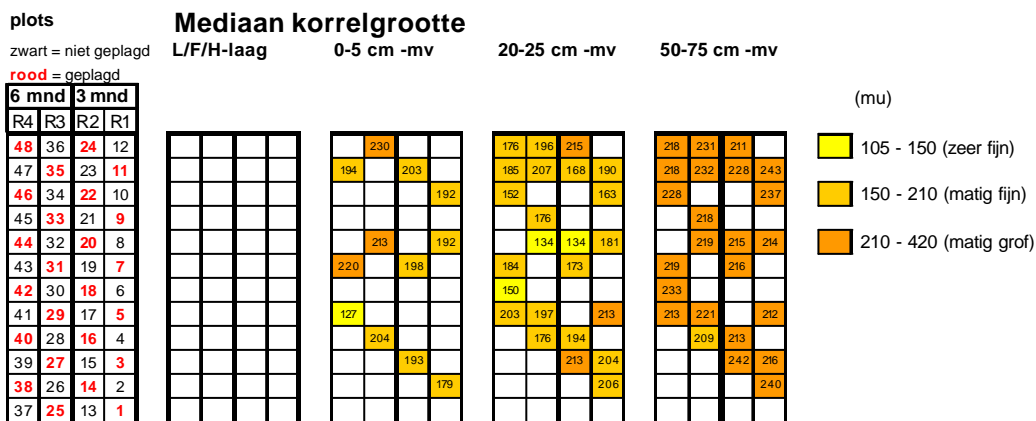
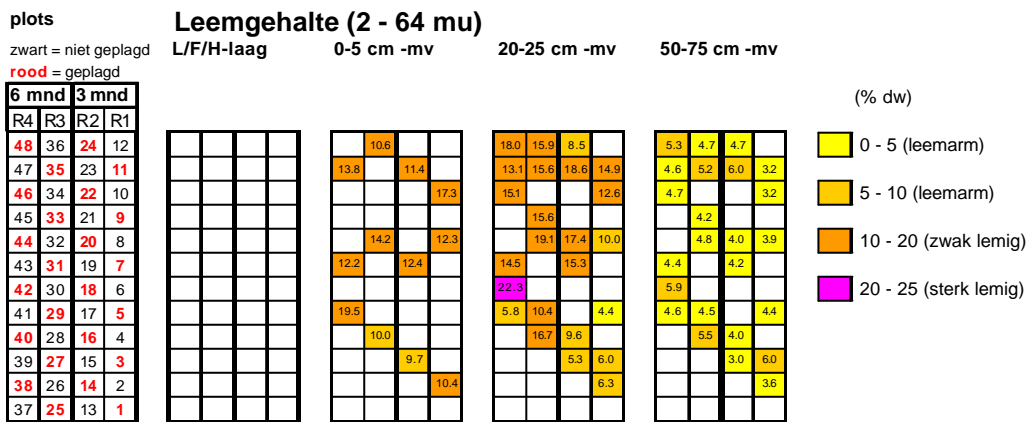
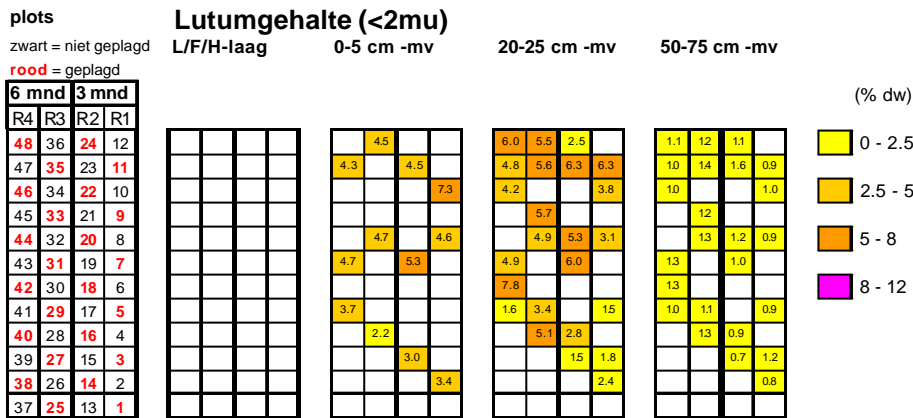
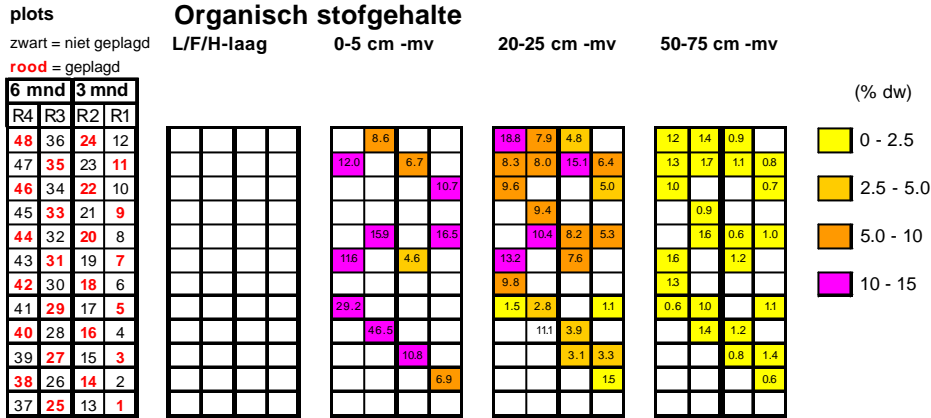
Resultaten

De humusprofielen bestaan voornamelijk uit mullmoders en mulls in leemarm tot zwak lemig zand door de aanwezigheid van een vrij dikke A-horizont (figuur 4). Zandhydromulls komen vooral voor in het noordelijke deel van rij 3 en 4 en verspreid in rij 1 en 2. Deze profielen hebben een dunne F+H-horizont. In rij 1 en 2 en in het zuidelijke deel van rij 3 en 4 komen boshydromullmoders voor. Deze bodems hebben een dikkere F+H-horizont dan de zandhydromulls. In het zuidelijke deel van rij 2, 3 en 4 hebben boshydromullmoders een dikke F- en H-horizont. De A-horizont is het dikst in het noordelijke deel. Hier komen ook af en toe OAh- en Oh-lagen (resp. moereerdmoder en boshydromullmoders met laagjes veraard veen) voor, ingeschakeld in minerale horizonten. De moerige en venige horizonten stammen nog uit de periode van voor de verdroging. Waarschijnlijk kwamen moerige lagen vroeger meer verspreid in het perceel voor, maar zijn deze door veraarding overgegaan in A-horizonten. Het uitsteken van bewortelde elzenstobben boven maaiveld (ca. 30 cm) indiceert maaiveldverlaging door veraarding tijdens de periode dat de situatie verdroogd was. Plaatselijk komen in het zuidelijke deel profielen voor waar sterke accumulatie van organisch materiaal op het minerale profiel plaatsvindt. Eenmaal betreft het een boshydromullmoder met een dikke H-horizont (plot 16) en eenmaal een moerhydromullmoder waar veenvorming door veenmossen plaatsvindt (plot 13). Deze veenvorming treedt op onder invloed van toestroming van basenarm grondwater vanuit de ten zuiden van het plot gelegen dekzandrug. In het noordelijke deel van rij 1 en 2 is de strooisellaag relatief dik. Vermoedelijk hangt dat samen met inwaai van veel blad van eiken die in een wal aan de westkant van het perceel staan.

Opvallend is dat onder de A-laag vaak een geroerd profiel aanwezig is van moeder materiaal (zand) en sterk humeus zand. Deze laag is geclassificeerd als A/C-horizont en dankt zijn bestaan aan vroegere graafwerkzaamheden waarbij greppels en dammetjes zijn aangelegd.



Figuur 4: Humusvormen en dikte van horizonten in het onderzoeksperceel. De getallen in de figuren met horizontdiktes geeft de dikte in cm.



Figuur 5: Organische stof, lutum-, leemgehalte en mediaan van de korrelgrootte. De getallen in de figuren zijn de meetwaarden.

4.3 Organisch-stofgehalte

Methode

Organisch-stofgehalte is afgeleid uit het gewichtsverlies tijdens verbranding. De monsters zijn gegloeid van 105 tot 1000°C met een oplopende temperatuur van 10°C/min onder zuivere zuurstof. Op temperatuur intervallen van 15-25°C is het gewicht van het monster gemeten. Uit de gewichtsverliescurves bleek dat er geen carbonaten aanwezig waren (schriftelijke mededeling M. Konert).

Organisch-stofgehalte is als volgt berekend:

$$OM = LOI(105-1000) + 0.09 * GS_{2\mu}$$

waarbij:

LOI(105-1000) gewichtsverlies tijdens verbranden van het monster tussen 105 en 1000°C.

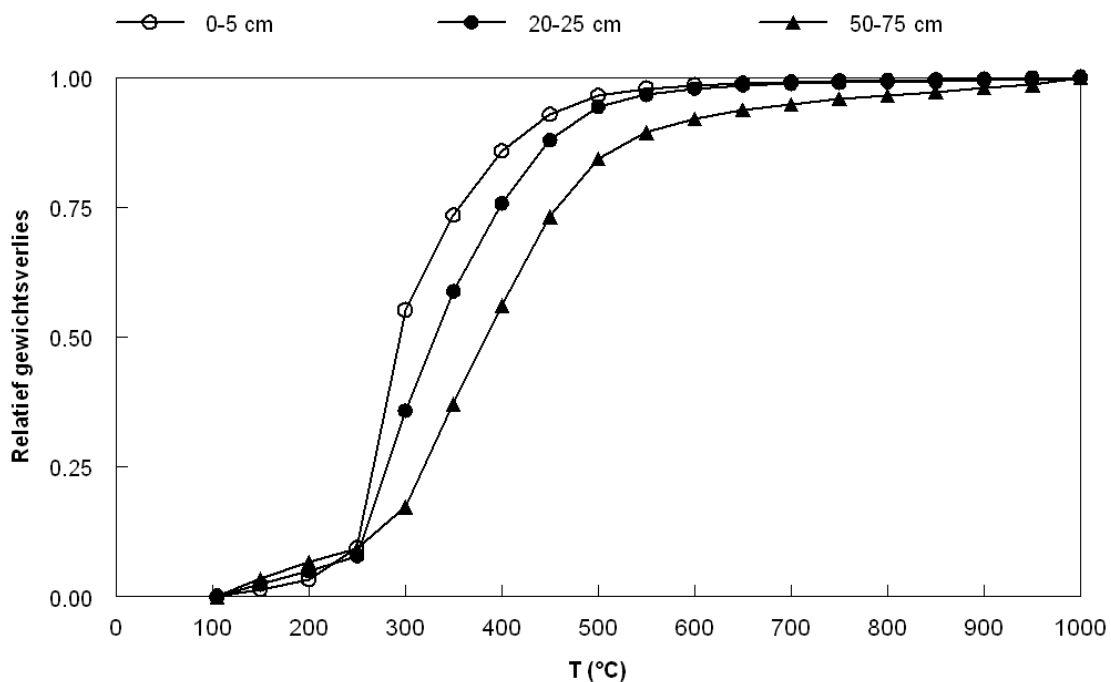
GS_{2μ} lutumgehalte

Ter controle is in een deelset van de monsters het berekende organisch-stofgehalte in verband gebracht met het C-gehalte (direct bepaald met pyrolyse). Dit geeft een sterke correlatie: $OM = -0,22 + 1,92 C_{pyr}$, $r^2 = 0,98$.

Resultaten

Het organisch-stofgehalte (figuur 5) in de laag op 5-10 cm is hoog, in de laag op 20-25 cm laag tot hoog en in de laag op 50-75 cm laag. Het gehalte in de laag op 20-25 cm is hoog in het noordelijke deel en laag in het zuidelijke deel. Dit komt overeen met de ruimtelijke verdeling van de dikte van de A-horizont (zie figuur 4).

Figuur 6 geeft het gewichtsverlies van monsters van de minerale lagen tegen de temperatuur. Er kunnen in bodems vaak twee typen organisch materiaal worden onderscheiden. Organisch materiaal dat snel verbrandt bij temperaturen tot 400°C en organisch materiaal dat moeilijk verbrandt en pas ontleedt bij hogere temperaturen (schriftelijke mededeling M. Konert). Het laatste type betreft vaak organisch materiaal dat is gebonden in complexen van kleimineralen (black carbon). Voor de monsters uit het onderzoeksgebied is het onderscheid in beide typen organisch materiaal vaak niet te maken. Er blijkt wel een duidelijk verschil te zijn tussen de verschillende bodemlagen. In de ondiepe lagen ontleedt de organische stof snel bij lage temperaturen. In de minerale laag op 0-5 cm ontleedt de meeste organische stof onder de 400°C. In de diepe laag (50-75 cm) treedt aanzienlijk verlies van organische stof op onder deze temperatuur, maar ook bij hogere temperaturen. De laag op 20-25 cm heeft een intermediair verloop. Bovenin het minerale profiel zit dus minder sterk omgezet en makkelijker afbreekbaar organisch materiaal. Dieper in het profiel is de humus meer verkoold.



Figuur 6: Het relatieve gewichtsverlies t.o.v. het gewicht bij 105°C tegen de temperatuur in verschillende minerale lagen, bepaald met graduele thermografie. Het relatieve gewichtsverlies is berekend t.o.v. het gewichtsverlies bij 1000°C.

4.4 Minerale profielen

Bijlage 1 bevat de beschrijving van minerale profielen en figuur 5 geeft de ruimtelijke verdeling van het organisch-stofgehalte en de karakteristieken van de minerale fractie. De bodem bestaat uit dekzand dat bovenin meestal uit matig fijn en onderin uit leemarm, matig grof zand bestaat. De toplaag van het minerale profiel is overwegend zwak lemig en voor een kleiner deel leemarm. Dieper is het profiel leemarm. Het leemgehalte van bovenste minerale lagen (0-5, 20-25 cm) vertoont een ruimtelijk patroon: het noordelijke deel is leemrijker dan het zuidelijke deel. Het lutumgehalte vertoont een vergelijkbaar patroon. Afwijkend op het algemene patroon is het voorkomen van matig grof zand bovenin het minerale profiel in het noordelijke deel van raai 3 en 4. Mogelijk is dit veroorzaakt door vergraving of verspoeling van materiaal. Veel van de bodemprofielen zijn verstoord door vergraving (geroerd profiel).

4.5 Freatische waterstanden

Methode

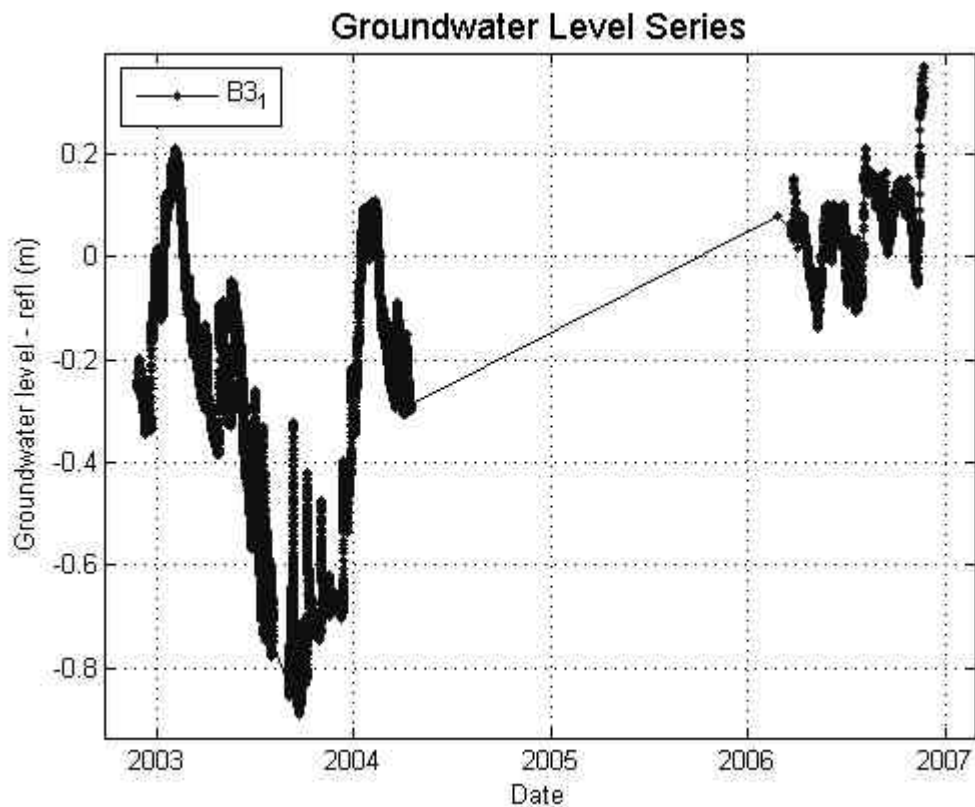
Op vier locaties (figuur 1) zijn peilbuizen gezet. De filterlengte (filterdiepte 20 cm boven maaiveld tot 200 cm onder maaiveld) is zo gekozen dat de peilbuis zowel de freatische grondwaterstand als de oppervlaktewaterstand kan meten. Deze peilbuizen hebben aan het eind van de naam de code ‘_opp’. Als er water op maaiveld staat, wordt het oppervlaktepeil gemeten. Zakt de waterstand onder maaiveld dan meten de dataloggers de freatische grondwaterstand. Op een locatie (PB3) is ook de stijghoogte

gemeten met een peilbuis met filterdiepte 2,0-2,5 m onder maaiveld. De buis meet de stijghoogte op betreffende filterdiepte en is reeds eerder geïnstalleerd voor monitoring.

De metingen zijn verricht met Van Essen-dataloggers met een frequentie van 1 uur. Een extra datalogger meet de luchtdruk op het landgoed, zodat de metingen van de dataloggers in de peilbuizen kunnen worden gecorrigeerd voor luchtdruk. Periodieke, handmatige metingen zijn uitgevoerd ter controle van de metingen van de dataloggers. Na verloop van tijd bleek dat drie van de vijf dataloggers grote meetfouten gaven (PB2, PB3_opp, PB4_opp) en één datalogger kleinere (PB3). De metingen van de drie dataloggers konden achteraf nog gecorrigeerd worden, omdat de afwijking van de waterstand een hoge correlatie had met de temperatuur die de dataloggers maten. Het betrof PB2_opp (afwijking = $-38.529 \cdot \ln(T) + 86.295$; $r^2 = 0.8423$), PB3 (afwijking = $-0.7726 \cdot T - 20.838$; $r^2 = 0.5363$) en PB4_opp (afwijking = $6.5884 \cdot T - 32.119$; $r^2 = 0.96$). PB3_opp kon niet gecorrigeerd worden. De maaiveldhoogte van de peilbuizen is t.o.v. elkaar gemeten en varieert tussen de 0,00 en 0,11 m in hoogteschaal van de tijdstijghoogtegrafieken.

Resultaten

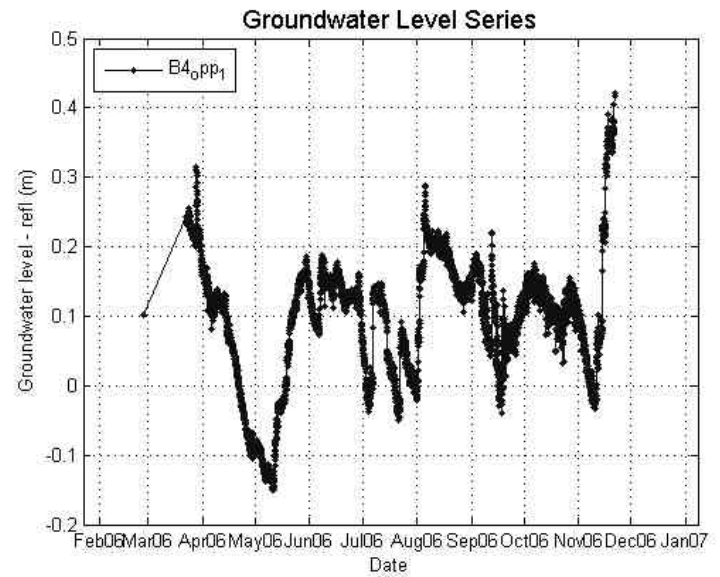
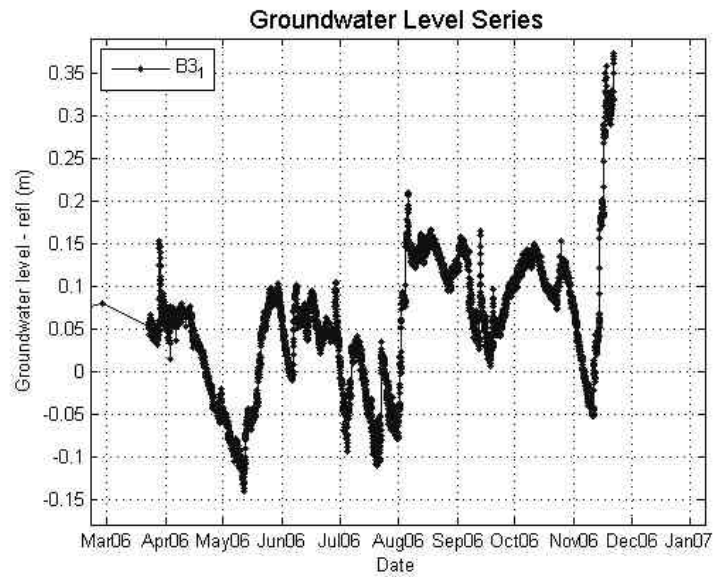
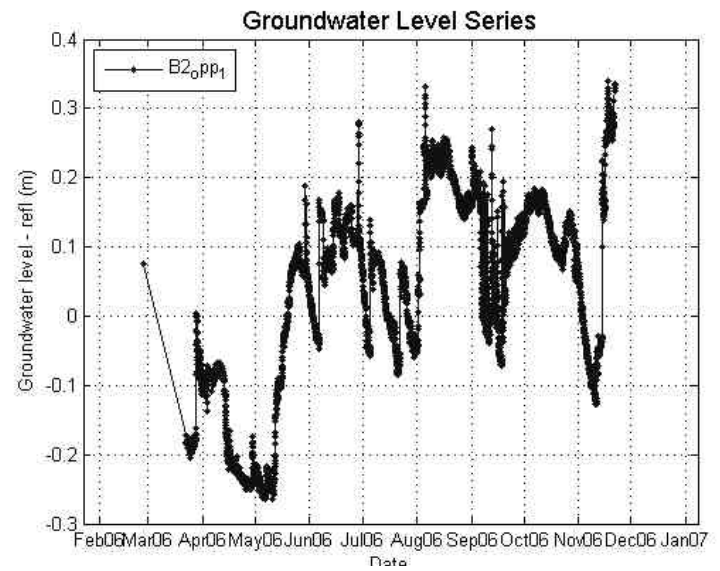
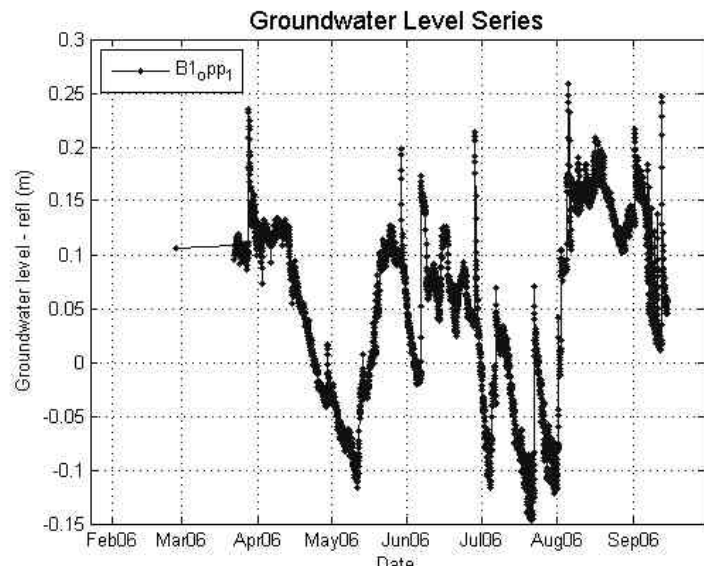
Figuur 7 bevat de tijdstijghoogtelijn van peilbuis 3 t.o.v. maaiveld, die wordt gemeten vanaf 2005. Voor 2005 is de grondwaterstand in de zomer veel lager (tot 0,85 m -mv) dan in de zomer van 2006 (laagste stand ca. 0,10-0,15 m -mv). In het voorjaar van 2006 vernat het gebied sterk a.g.v. de aanleg van helofytenfilters in een aangrenzend maisperceel. Daarbij is ook een sterk ontwaterde sloot aan de oostkant van het onderzoeksperceel gedempt. Ter plekke van de helofytenfilters stijgt in het voorjaar van 2006 de freatische stand sterk met de start van de bevoeiing. Het Elzenbroek blijft in de zomer zeer nat. Oorzaak hiervan is sterke kwel door het hoge peil in de helofytfilters en later in de zomer (augustus 2006) ook het hoge opstuwten van de afvoer van gezuiverd water uit de helofytfilters.



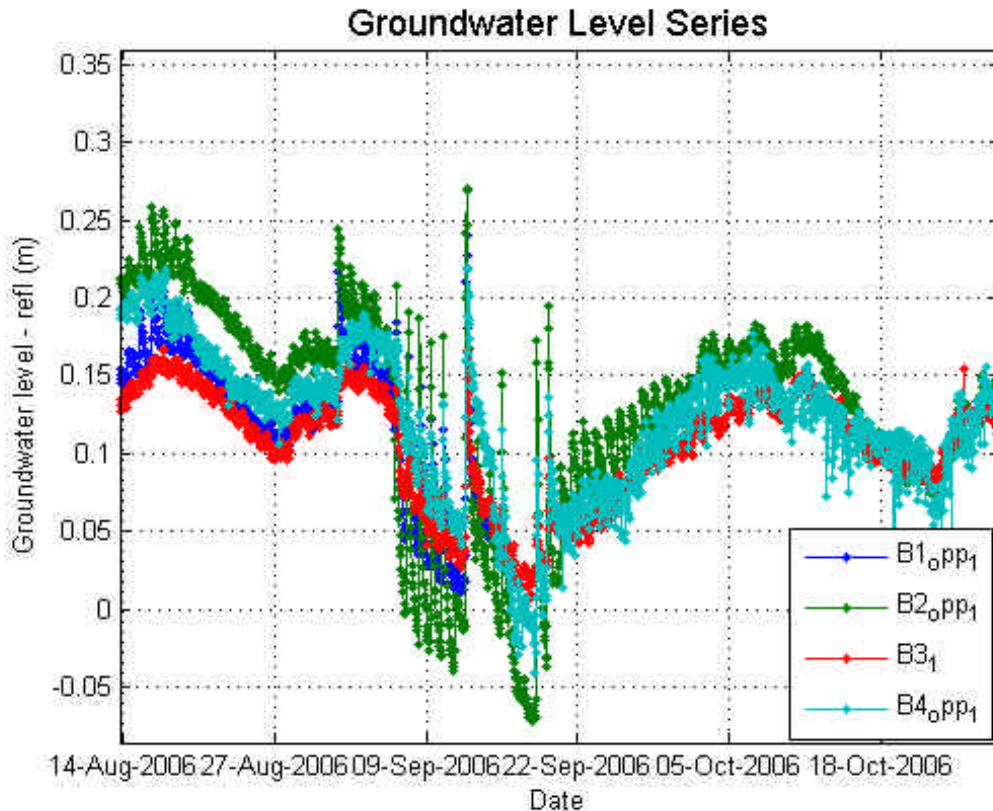
Figuur 7: De peizometer (PB3). De metingen in 2002 t/m 2004 vindt plaats in de nulsituatie, in het voorjaar van 2006 is het onderzoeksgebied vernat. Het maaiveld zit op 0 m.

Figuur 8 bevat afzonderlijke tijdstijghoogtelijnen van de meetlocaties in 2006. Het verloop is sterk met elkaar gecorreleerd en fluctueert in het voorjaar en de zomer tussen ca. 0,30 m -mv tot maximaal 0,25 m +mv. In maart tot begin mei kan PB2 nog diep wegzakken, omdat deze peilbuis dicht bij het uitstroompunt ligt van het perceel en de afwatering nog niet opgestuwd was. Vervolgens stijgt door aanleg van de stuwen, die worden dichtgezet om instroom van bevoeiingswater te voorkomen, in de loop van mei de waterstand in het hele perceel. In juli en begin september zakken de standen tijdelijk iets, omdat dan de stuwen worden opengezet. De sterke vernatting leidt gedurende de zomer van 2006 tot standen rond of net boven het maaiveld van de ongeplagde plots. De geplagde plots raken bijna allen constant geïnundeerd. Begin november zakken de standen weer tijdelijk weg, omdat de aanvoer van beekwater naar de helofytfilters tijdelijk moet worden gestaakt. Daarna stijgen de standen 0,10 tot 0,40 m boven maaiveld door de start van de bevoeiing in het 6 maandscompartiment.

In de tijdstijghoogtelijnen is ook nog een dagelijkse oscillatie waarneembaar die wordt veroorzaakt door het ritme van bevoeiing en uitpompen van de helofytfilters. Figuur 9 illustreert dit. De oscillatie is het sterkst als de stuwen open staan en het peil in de doorvoersloot het peil in het perceel kan bepalen. De amplitude bedraagt dan 5 tot 20 cm en is het grootst op moment dat het water diep kan uitzakken, hetgeen begin september het geval was (door openzetten stuw benedenstreams). Bij gesloten stuwen is de fluctuatie meestal klein en wordt dan veroorzaakt omdat de het bevoeiingsritme en uitpompen op de kolk en doorvoersloot doorwerken in de stijghoogte van het freatisch pakket.



Figuur 8: Tijdstijghoogtelijnen van de freatische buizen (PB1_opp, PB2_opp en PB4_opp) en de peizometer (PB3) in 2006



Figuur 9: Tijdstijhoogtelijnen van de freatische buizen (PB1_opp, PB2_opp en PB4_opp) en de peizometer (PB3) met een uitsnede van de periode eind augustus tot eind oktober 2006. De dagelijkse oscillatie is het grootst aan het begin van september als de stuwen tijdelijk open staan. Met de stuwen dicht (eind augustus en vanaf tweede helft oktober) werkt het ritme van uitpompen van water uit de helofytfilters ook door in de waterstand, maar dan minder sterk.

4.6 Stijghoogteverschillen freatisch grondwater

Methode

Op vier locaties (figuur 1) zijn in minifilters, die geplaatst zijn voor bemonstering van grondwater, ook grondwaterpotentialen gemeten. Stijghoogteverschillen zijn bepaald d.m.v. handmatige metingen aan paren van minifilters die gebundeld in de grond staan. In zulke paren van buizen kan het stijghoogteverschil met een grote nauwkeurigheid (0,5-1,0 cm) worden bepaald.

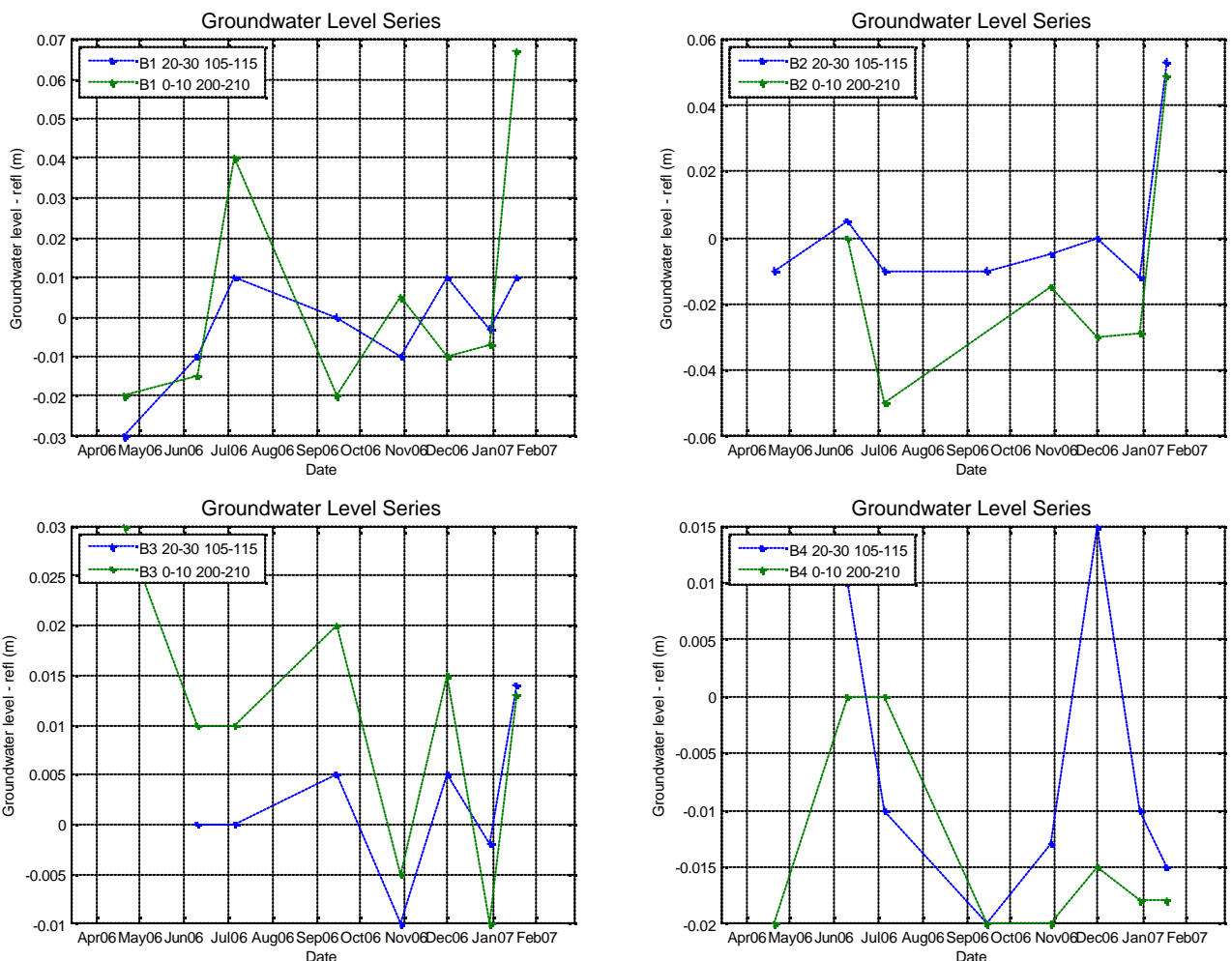
Potentiaalverschillen tussen 0-10 cm en 200-210 cm filters zijn vermoedelijk niet betrouwbaar door een vertraagde reactie van de stijghoogte in het 0-10 cm filter, die in een organische-stofrijke laag zit met een hoge weerstand. Mede door de dagelijks oscillatie van het waterpeil stelt de stijghoogte zich in dit filter trager in dan in diepere filters, die in een goed doorlatende organische-stof arme zandbodem staan. Dit blijkt ook uit de bemonstering: de 0-10 filters geven slecht water bij afpompen. De potentiaalverschillen van beide minifilterparen zijn voor de meeste locaties dan ook slecht met elkaar gecorreleerd. Daarom is bij de resultaten verder alleen het verloop van de minifilterparen 20-30 cm en 105-115 cm besproken. Benadrukt wordt dat de potentiaalverschillen vaak zo klein zijn dat ze rond de nauwkeurigheid van de meting zitten (0,5-1,0 cm). Aan individuele metingen op één tijdstip kunnen daarom geen vergaande conclusies worden verbonden. Uit metingen op meerdere tijdstippen kan echter wel een globaal beeld worden verkregen van het infiltratie/kwelpatroon.

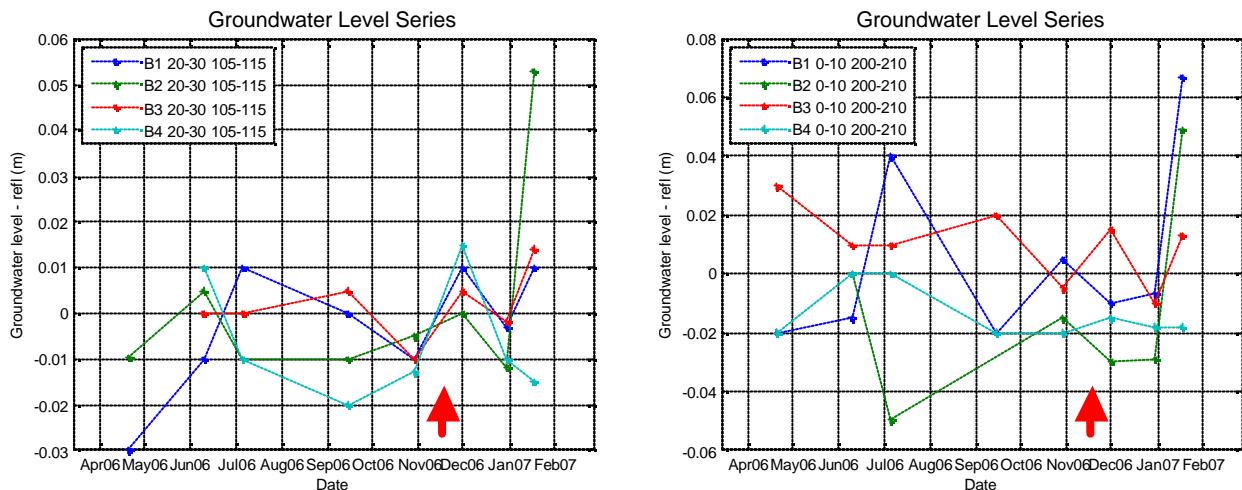
Resultaten

In figuur 10 staat het verloop van de potentiaalverschillen.

De potentiaalverschillen van het filterpaar 20-30 cm en 105-115 cm zijn in B1 en B2 gedurende de zomer vaak en B4 deels infiltrerend. B3 is gedurende de zomer meestal hydrologisch neutraal of er treedt kwel op. Alle locaties vertonen vanaf eind november 2006, dus sinds de aanvang van de bevoëiing en sinds dat sterke grondwateraanvulling in de dekzandrug optreedt door een neerslagoverschot, een vrij sterke correlatie. Daarvoor is de correlatie veel minder. De potentiaalverschillen van alle locaties veranderen van infiltratie (vlak voor bevoëien, eind oktober 2006) naar kwel (na start bevoëiing, eind november 2006). Dat is tegengesteld aan de verwachting (bij bevoëien vermindering van kwel en toename van infiltratie). Eind december 2006 zijn drie van de vier locaties infiltrerend en half januari 2007 treedt in drie van de vier locaties weer kwel op. Mogelijk heeft de opbouw van druk in het watervoerende pakket als gevolg van opbollingen in de aangrenzende dekzandrug een veel grotere invloed op de potentiaalverschillen dan het instellen van de bevoëiing. Stijging van de freatische stand in de dekzandrug zorgt voor een toename van de stijghoogte in het watervoerende pakket. Ondertussen blijft het peil van het oppervlaktewater min of meer gelijk. Door deze drukopbouw in het pakket kan ter plekke van het Elzenbroek kwel gaan optreden. Omgekeerd kan bij het uitzakken van de opbolling in de dekzandrug weer infiltratie gaan optreden in het Elzenbroek.

De gemeten potentiaalverschillen zijn doorgaans niet groot. Door de goede doorlatendheid van het freatisch pakket, dat overwegend uit matig grof zand bestaat, kunnen infiltratie- en kwelintensiteiten al hoog zijn bij geringe, nauwelijks meetbare stijghoogteverschillen. Door de afwisseling van kwel- en infiltratie kan ook menging (dispersie) van grondwater optreden. Deze dispersie kan mogelijk sterk worden bevorderd door het dagelijkse ritme van de oppervlaktewaterstand als gevolg van de regeling van de pompen die water vanuit de helofytenfilters uitslaan in de kolk en de doorvoersloot.





Figuur 10: Verloop van stijghoogteverschillen in minifilters (in m). Achter de locatiecode (Bx) staan de filterdieptes in cm onder maaiveld van de twee minifilters waarvan het potentiaalverschil is bepaald. Een positieve waarde is kwel, een negatieve waarde is infiltratie. De rode pijl geeft de start van de bevloeiing aan, die dan aanvangt in het 6 maandsvak met de locaties B1 en B2.

4.7 Chemie en temperatuur van oppervlaktewater in relatie tot bevloeiing

Op drie momenten voor de bevloeiing (26-2-2006, 6-7-2006, 29-10-2006) en drie momenten (21-11-2007, 17-1-2007, 9-2-2007) na start van de bevloeiing in het 6 maandscompartiment en op één moment tijdens bevloeiing van beide compartimenten (1-3-2007) zijn in het oppervlaktewater EGV (omgerekend naar 20 °C), temperatuur en pH gemeten. De metingen vonden plaats in de plots, indien er water op het maaiveld stond. EGV en temperatuur zijn met een geleidbaarheidsmeter gemeten. De pH is tot en met 17-1-2007 met Merck pH-papiertjes (nauwkeurigheid 0,1-0,2) gemeten en daarna met een pH-electrode. Zuurgraad en temperatuur zijn elk op één van de genoemde data niet gemeten. Figuur 11 geeft de patronen van EGV, pH en temperatuur weer. De bevloeiing van het 6 maandscompartiment startte 15-11-2006 en van het 3 maandscompartiment op 9-2-2007.

In februari 2006 en oktober 2006 is de EGV relatief laag in de meeste plots. In oktober 2006 is ook de pH laag. In de winter en het najaar stagneert dus veel neerslagwater. In juli is er in de richting van de transecten een gradiënt in EGV en pH aanwezig. In het noordelijke deel dichtbij de doorvoersloot voor het bevloeiingswater is het water mineraal- en basenrijker. Oorzaak is dat op dat moment balkstuw 2 en schuifstuwen a en b open staan ten behoeve van de afwatering van het Elzenbroek (zie figuur 2). Het uitpompen van water uit de helofytfilters (dagelijks periodiek pomp aan en uit) op de doorvoersloot zorgde voor een dagelijkse oscillatie van het waterpeil die zich ook voortzette in het broekbos. Hierdoor trad in juni dagelijkse in- en uitstroom van oppervlaktewater op. Het basenrijke oppervlaktewater uit de helofytfilters kon daardoor tijdelijk in een deel van het broekbos binnendringen. Naderhand zijn de stuwen dichtgezet om dit te voorkomen gedurende de zomer. In september zijn betreffende stuwen wel nog tijdelijk (twee weken) opengezet in verband met een poging om de plaggen te vergroten (niet gelukt).

In 21 november 2006 is een week na de start van de bevloeiing in het 6 maandscompartiment de EGV en pH in beide bevloeiingscompartimenten gestegen. De grootste stijging vindt plaats in het 6 maandscompartiment waarin het bevloeiingswater wordt ingelaten. De stijging in het niet bevloeiende 3 maandscompartiment is vermoedelijk veroorzaakt door lekkage door de dam en

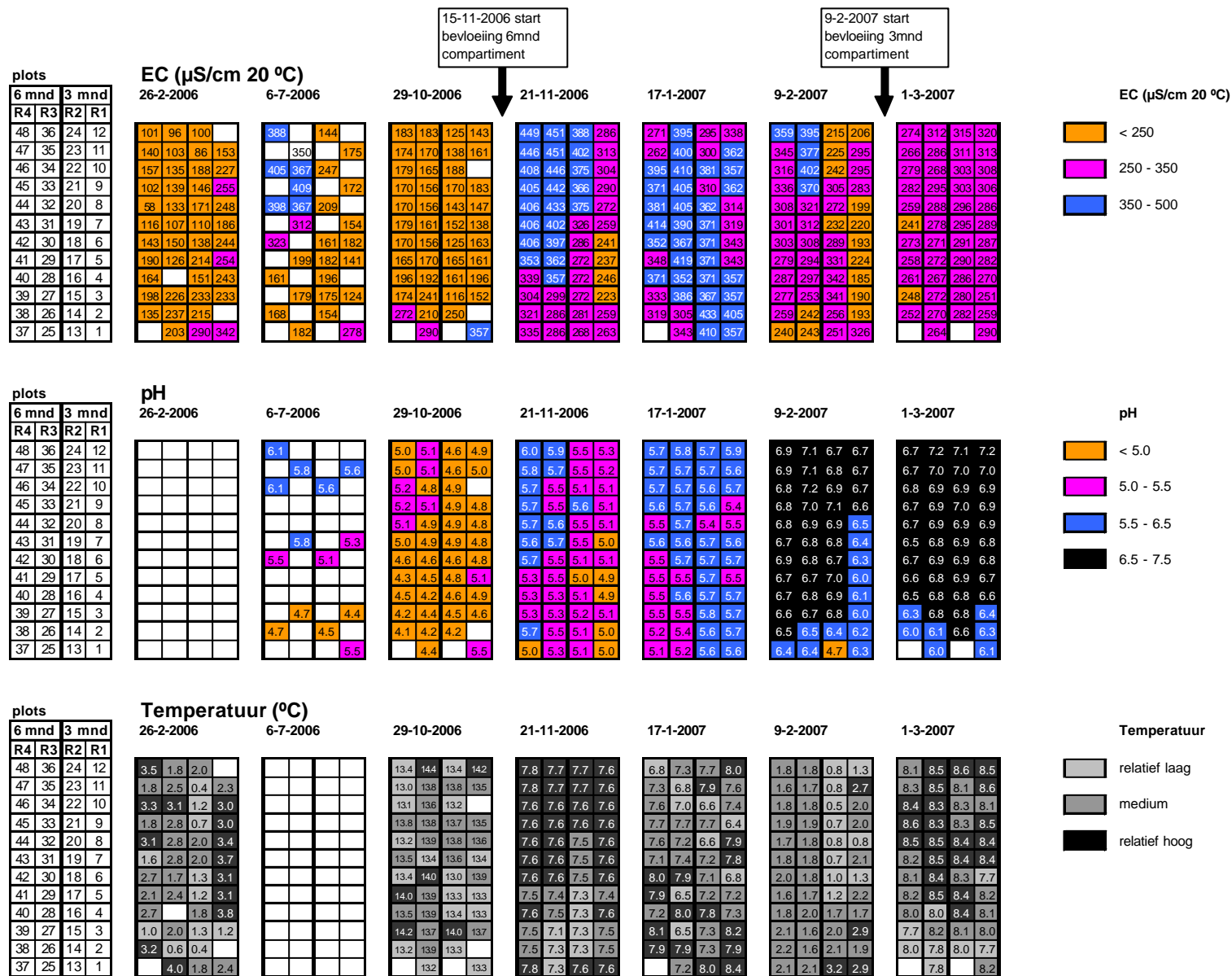
plaatselijk over de dam tijdens de snelle stijging van de waterstand bij aanvang van de bevoeiing. Uit de verandering van EGV en pH blijkt dat bevoeiing in het 6 maandscompartiment snel effect heeft op de kwaliteit van het oppervlaktewater in de meeste plots. In de plots die ver verwijderd liggen van het in- en uitstroompunt is de stijging van EGV en pH echter minder groot.

Op 17 januari 2007 hebben alle plots een hoge EGV en pH, ook de plots die ver verwijderd zijn van het instroompunt. Oorzaak hiervan is een doorbraak in de scheidingsdam tussen de compartimenten vlakbij plot 13 en 25. Mede door het oscillerende oppervlaktewaterpeil kan er dan 'achterlangs' basenrijk oppervlaktewater het 3 maandscompartiment instromen. Die dag wordt de lekkage gedicht en op 9 februari is de EGV (gemeten voor bevoeiing van het 3 maandscompartiment) in het 3 maandscompartiment en in het zuidelijke deel van het 6 maandscompartiment gedaald. De pH is in beide compartimenten gestegen. Dit kan echter een effect zijn van het meten van de pH met een electrode i.p.v. pH-papiertjes. De zuid-noord-gradiënt is wel weer teruggekeerd in het pH-patroon (lagere pH in het zuidelijke deel).

Op 1 maart (ca. drie weken na openen van de bevoeiingsstuwen van het 3 maandscompartiment) is de EGV vrijwel overal hoog en is de pH in het middendeel van rij 1 (3 maandscompartiment) gestegen.

De temperatuur vertoont op de verschillende momenten een egaal patroon met slechts geringe ruimtelijke verschillen. Ruimtelijke patronen variëren sterk en lijken geen duidelijk verband te hebben met het bevoeiingspatroon. De weersomstandigheden in de periode voorafgaand aan de meting bepalen sterk de absolute hoogte van de temperatuur.

Op 9 februari 2007 is tevens het zuurstofgehalte gemeten van het oppervlaktewater. Hieruit blijkt dat het zuurstofgehalte laag is (0-3 mg/l). Blijkbaar vindt er veel zuurstofconsumptie plaats door afbraak van organisch materiaal. De meeste lage waarden treden op vlak boven de geïnundeerde bodem van plagplots met stagnerend water in het 3 maandscompartiment dat toen niet werd bevoeid. Tijdens het meten bleek het zuurstofgehalte in de bovenkant van de waterkolom (enkele dm's) hoger te zijn. De metingen zijn niet ruimtelijk uitgewerkt, omdat niet consequent op dezelfde waterdiepte is gemeten.



Figuur 11: Ontwikkeling van EGV, pH en temperatuur in het oppervlaktewater.

4.8 Chemische analyses watermonsters

Methode

Op twee momenten (28 april 2006 en 20 september 2006) is grondwater in de monsterbuizen bemonsterd en oppervlaktewater op de locatie van deze buizen. Monsterbuizen zijn vlak na installatie leeggepompt en op dezelfde dag voorafgaand aan de bemonstering. Elk watermonster is verdeeld over 4 deelmonsters:

- 250 ml of 100 ml (afhankelijk van gift monsterbuis) luchtvrij afgevuld voor bepaling HCO_3 en CO_2 ; gefilterd; analyse een dag na monstername;
- 100 ml voor bepaling NO_3 , NH_4 en PO_4 ; gefilterd;
- 100 ml voor bepaling elementen (S, kationen, zware metalen met ICP; monster geconserveerd met suprapuur salpeterzuur; analyse binnen twee weken; gefilterd;
- 100 ml voor EGV- en pH-meting in het lab; analyse een dag na monstername; gefilterd.

Op een deel van de locaties was het niet mogelijk om de meest ondiepe filters te bemonsteren als gevolg van een zeer trage instroom van grondwater na leegpompen. Op sommige locaties was er niet genoeg water voor het deelmonster voor HCO_3 en CO_2 . De analyses van NO_3 en NH_4 van de monsters genomen op 28 april 2006 zijn mislukt. Die van de monsters genomen op 20 september 2006 zijn pas in december uitgevoerd, waardoor ze een lage betrouwbaarheid hebben en de analyse van NH_4 niet zinvol meer was. De oorzaak lag bij het uitvoerende laboratorium.

Op 6 juli 2006 en 9 februari 2007 is in de grondwatermonsters uit de monsterbuizen in het veld pH en EGV gemeten. Op 7 juli 2006 is de pH met pH-papiertjes gemeten en op 9 februari 2007 met een pH-electrode. De metingen met de pH-papiertjes vallen lager uit dan die met een geijkte pH-electrode.

Bijlage 2 bevat de analyse-resultaten en in figuur 12 worden diepte-profielen gegeven van chemische parameters op de verschillende tijdstippen. Voor de interpretatie van veranderingen in de tijd is het van belang om te beseffen dat de bemonstering van 28 april 2006 een natte winter/voorjaars situatie zonder bevoeiing en voorafgaand aan de vernatting betreft. De bemonstering van 6 juli 2006 en 20 september 2006 betreft een sterk vernatte zomersituatie. De bemonstering van 9 februari 2007 betreft een wintersituatie na vernatting en met ca. 3 maanden bevoeiing van het 6 maandscompartiment. Peilbuis PB1 en PB2 liggen in het 6 maandscompartiment en PB3 en PB4 in het 3 maandscompartiment (figuur 1).

Resultaten EGV, pH, macro-ionen

PB1, PB2 en PB4 vertonen een duidelijke stratificatie van mineraalarm, basenarm, relatief zuur grondwater ondiep in de bodem op mineraalrijk, basenrijk, relatief basisch grondwater dieper in de bodem. PB2 en PB4 in het noordelijke deel hebben diep in het profiel het meest basenrijke grondwater (hoge gehalten Ca, Mg en HCO_3). In het zuidelijke deel heeft PB1 diep in het profiel matig basenrijk grondwater en heeft PB3 over het hele profiel relatief basenarm grondwater zonder dat er sprake is van stratificatie van calcium en magnesium. In PB3 is bicarbonaat ook zeer laag of afwezig.

Op alle locaties nemen de pH, calcium- en magnesium-gehalten toe in het oppervlaktewater door de incidentele instroom van oppervlaktewater in de zomer van 2006. Een toename van de pH wordt ook aangetoond in het ondiepe grondwater van PB3 en PB4. Bicarbonaat vertoont ook een toename in het grondwater, vooral het ondiepere, van PB2 en PB4. PB1 en PB4 vertonen mogelijk ook een toename van calcium in het ondiepe grondwater, maar de verschillen zijn nog niet groot.

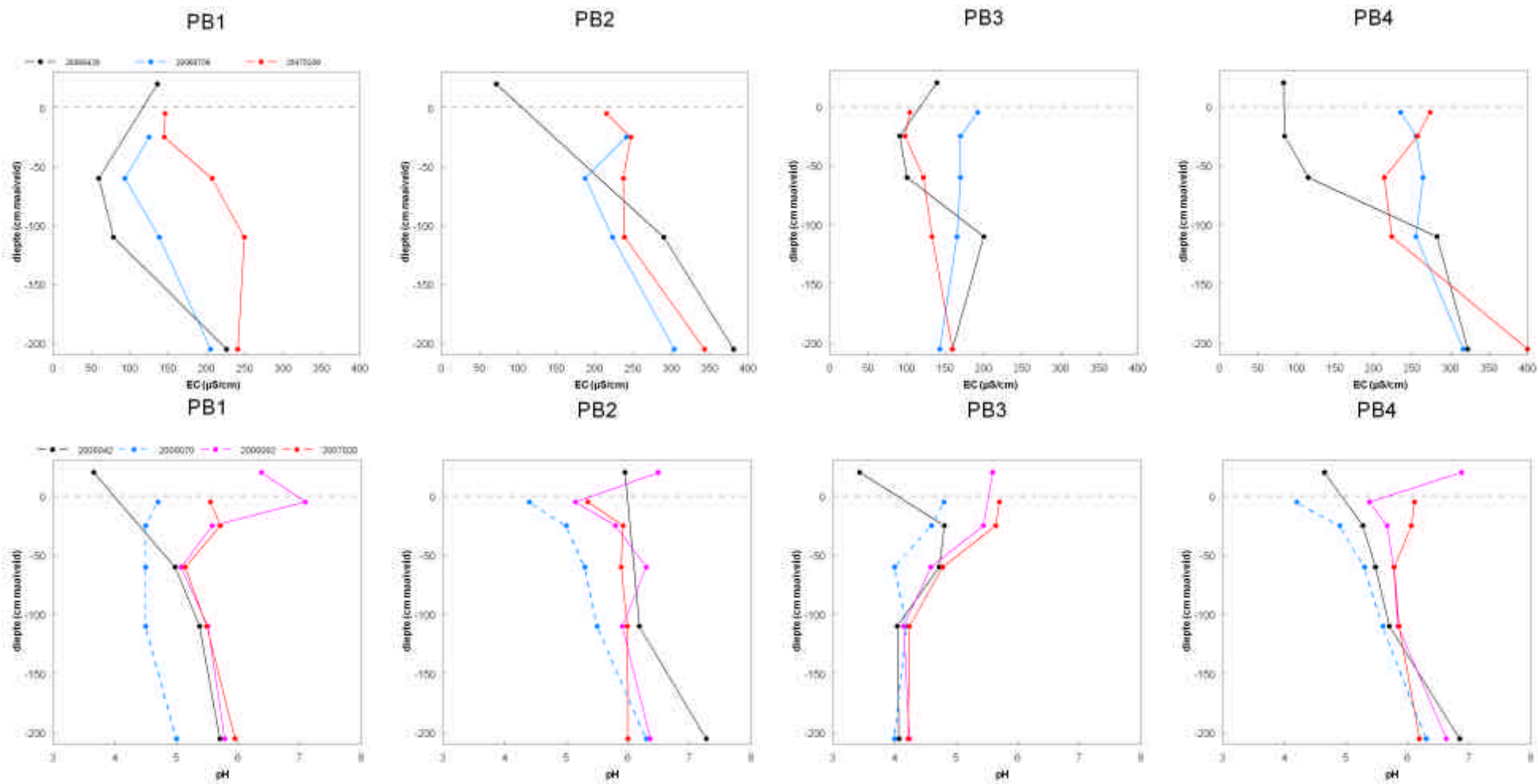
Sulfaat vertoont in PB1 en PB4 ook een duidelijke stratificatie, vooral in april 2006. Bovenin is het grondwater sulfaatarm en dieper relatief sulfaatrijk. Bij PB2 en PB3

ontstaat door sterke afname van sulfaat in het ondiepe grondwater ook zo'n gestratificeerd profiel. Deze afname van sulfaat wordt veroorzaakt door reductie als gevolg van vernatting. Reductie vindt ook plaats in de filters op 60 cm en 110 cm van PB4. Het sulfaatgehalte van het oppervlaktewater bij PB1, PB2 en PB4 neemt sterk toe door de invloed van instromend oppervlaktewater.

Bij PB1, PB2 en PB4 nemen natrium, kalium en chloride sterk toe in het oppervlaktewater, hetgeen duidt op de invloed van infiltrerend oppervlaktewater. Opvallend is dat de gehalten van deze ionen ook stijgen in ondiepe en in mindere mate in diepe filters van de noordelijke locaties (PB2 en PB4). Daarbij treedt tot grote diepte (210 cm) nog een lichte stijging van chloride op. De stijging van chloride, dat slecht adsorbeert of reacties aangaat met andere stoffen, kan veroorzaakt zijn door òf indringing van oppervlaktewater òf door indamping. Natrium en kalium vertonen in mindere mate hetzelfde inerte gedrag. Aangezien de stijging vooral optreedt dichtbij de punten waar in de zomer van 2006 relatief chloride-, natrium- en kaliumrijk oppervlaktewater instroomde, lijkt indringing van oppervlaktewater het meest aannemelijk. In de zuidelijke locatie PB1, die ver van de instroompunten ligt, vertonen betreffende ionen geen of een minder duidelijke stijging. Bij PB1 treedt wel een stijging op van het chloridegehalte in de ondiepe filters, maar blijven natrium en kalium in alle bemonsterbare filters gelijk. PB3 is opvallend stabiel voor al de drie ionen. Voor chloride en natrium is deze plek zwak gestratificeerd. Bij PB3 lijkt dus geen infiltratie op te treden. Deze verschillen tussen enerzijds PB1, PB2, PB4 en anderzijds PB3 stemmen overeen met gemeten verschillen in kwel- en infiltratiepatroon gedurende het voorjaar en de zomer van 2006 (zie paragraaf 4.6). PB1, PB2 en PB4 infiltreren dan meestal, terwijl PB3 voornamelijk hydrologisch neutraal of kwellend is.

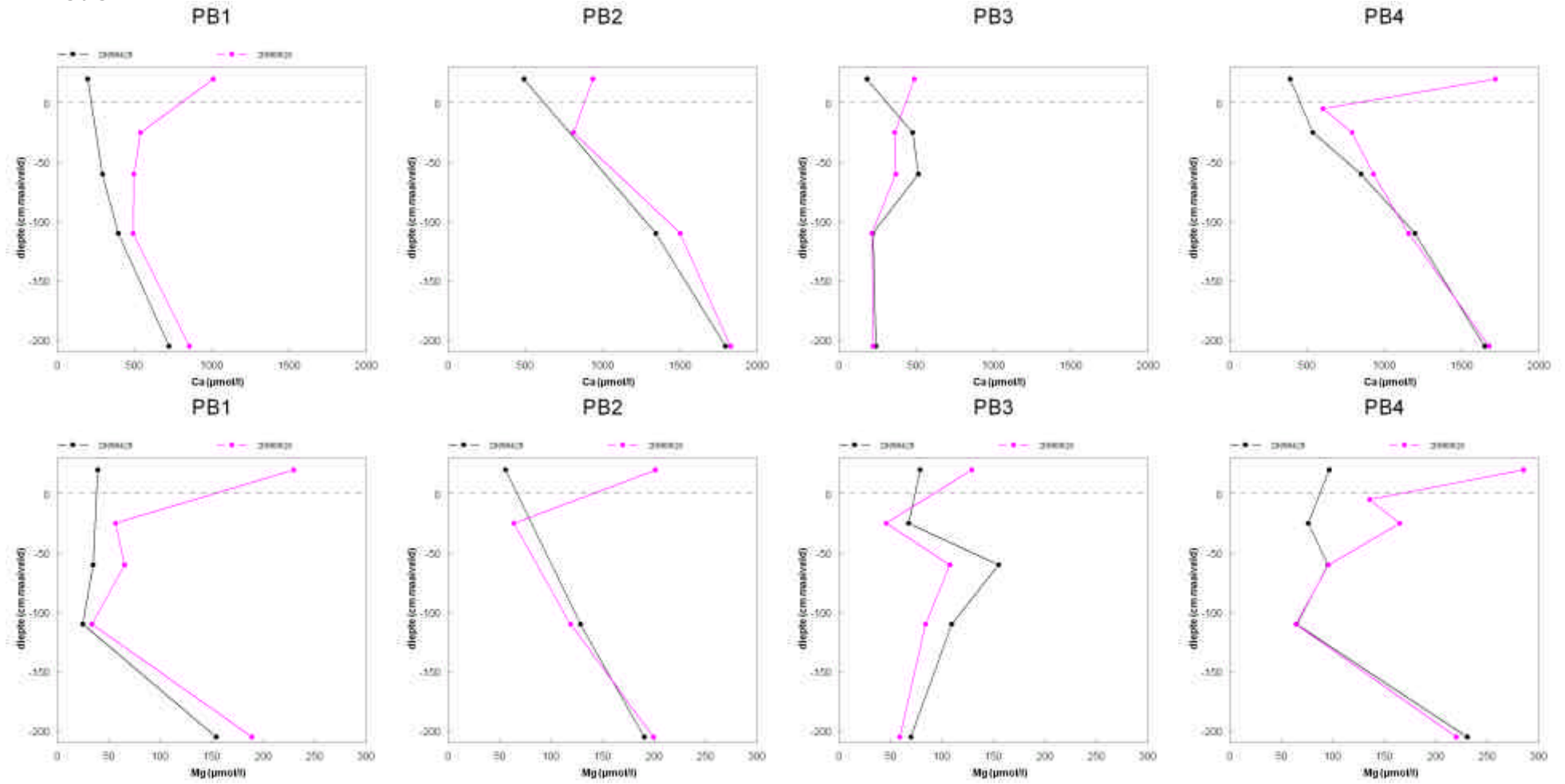
Resultaten ortho-fosfaat

Ortho-fosfaat is in het oppervlaktewater vrij hoog en vertoont geen eenduidige trend in de tijd. In april 2006 is ortho-fosfaat in de meeste filters even hoog of lager dan de waarde in het oppervlaktewater. Een uitzondering is het 25 cm filter van PB4 die een relatief hoge waarde heeft. Het diepteprofiel van ortho-fosfaat varieert per locatie. Opvallend is een sterke toename in de ondiepe filters van PB3 en PB4, waarbij hoge ortho-fosfaat-gehalten worden bereikt in september 2006. Deze waarden zijn ook veel hoger dan die van het oppervlaktewater. Dit wijst op het vrijkomen van fosfaat door desorbtië en/of mineralisatie. Het feit dat de toename van orthofosfaat in de ondiepe filters (5 cm en 25 cm) van PB3 en PB4 tegelijk optreedt met een (sterke) toename van ijzer in het grondwater (zie onder) duidt op sterke reductie van ijzerhydroxiden in de toplaag van de bodem en als gevolg daarvan desorbtië van fosfaat dat aan ijzerhydroxiden was gesorbeerd. De reductie van ijzerhydroxiden is een gevolg van de vernatting in 2006.

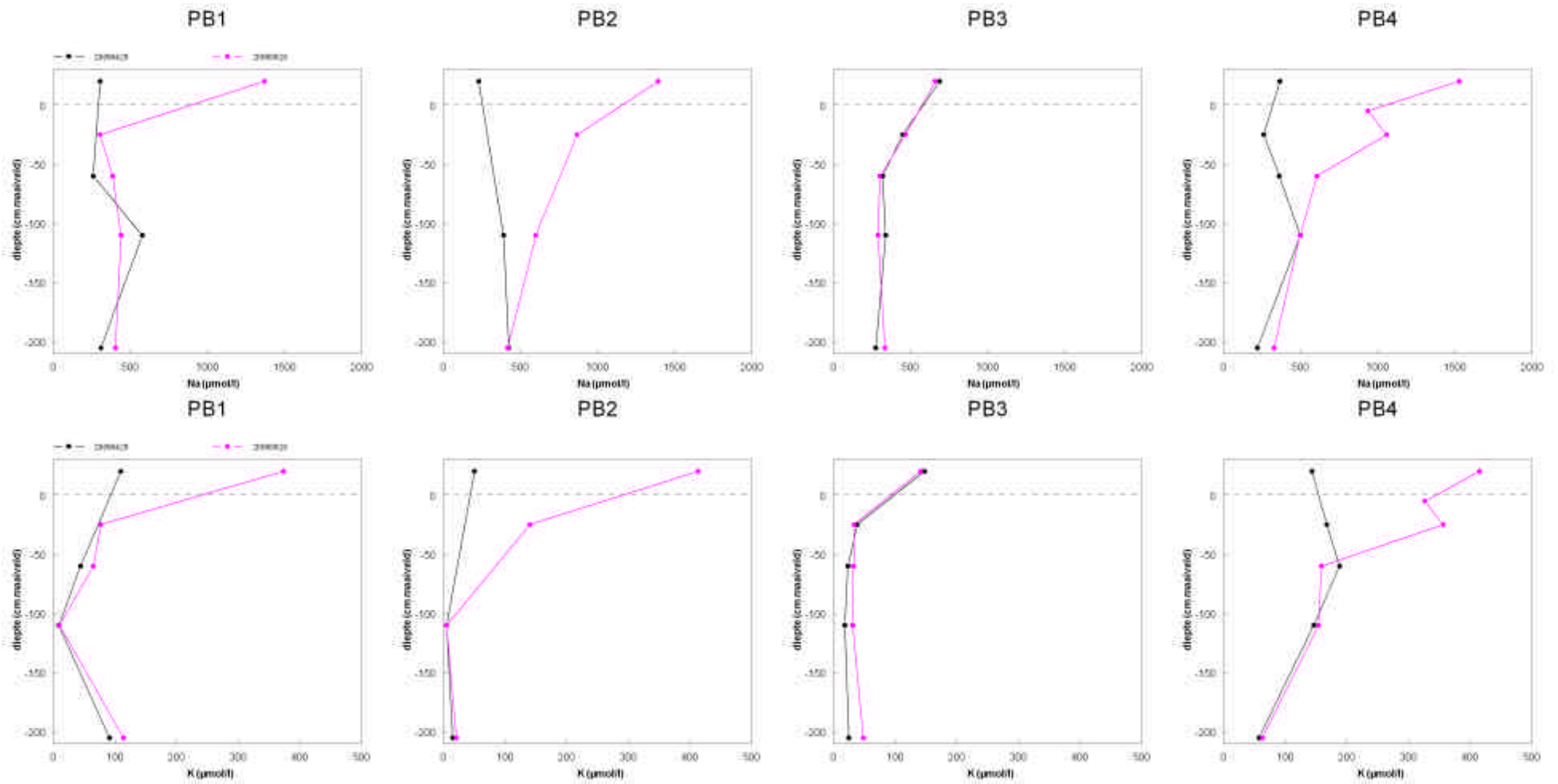


Figuur 12: Diepte-profielen van elektrisch geleidingsvermogen, pH, macro-ionen en nutriënten in het water op vier locaties op verschillende tijdstippen. De punten boven de stippelijijn (= maaiveld.) betreffen oppervlaktewater. De punten daaronder betreffen grondwater in minifilters.

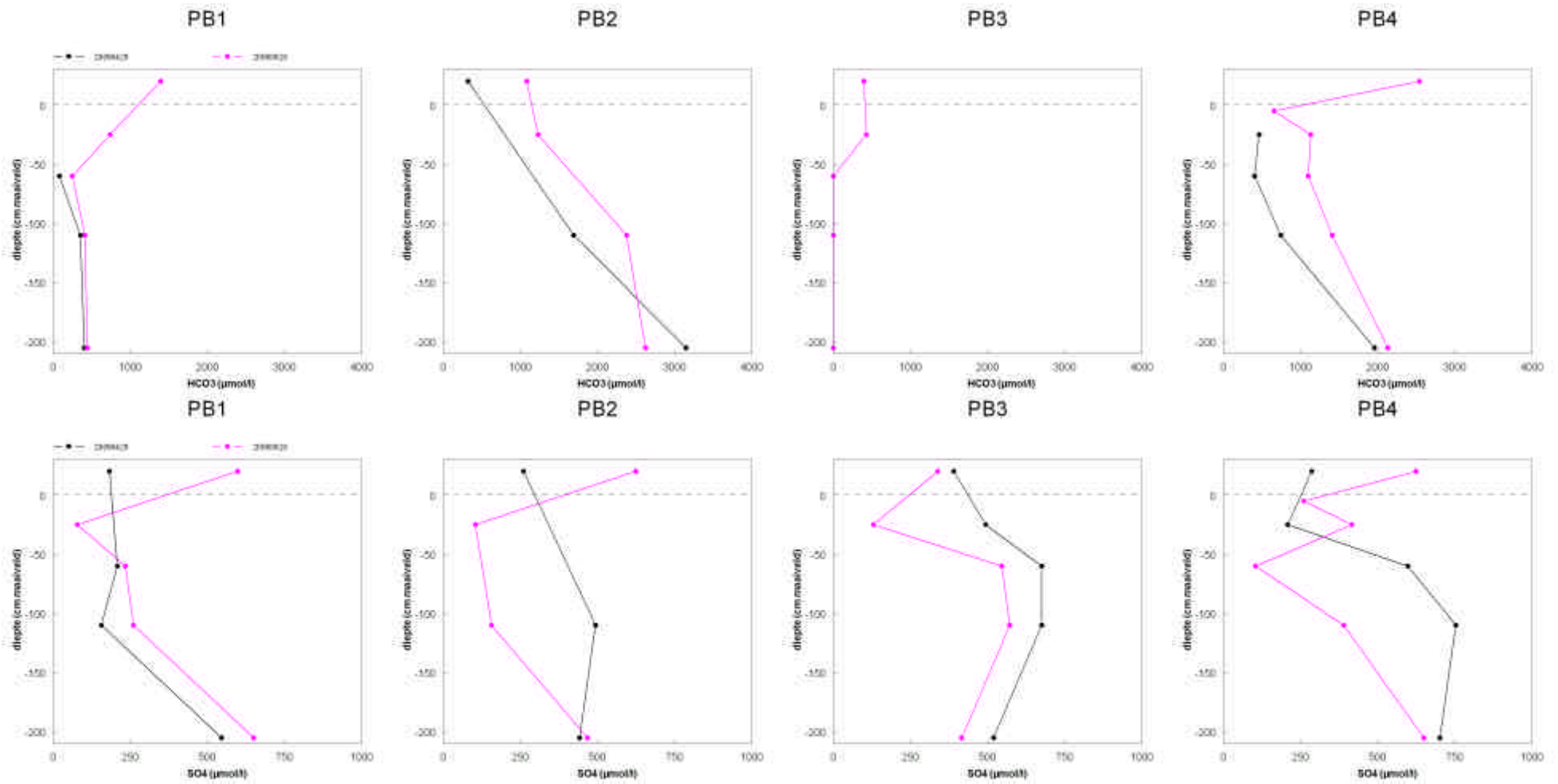
Vervolg figuur 12



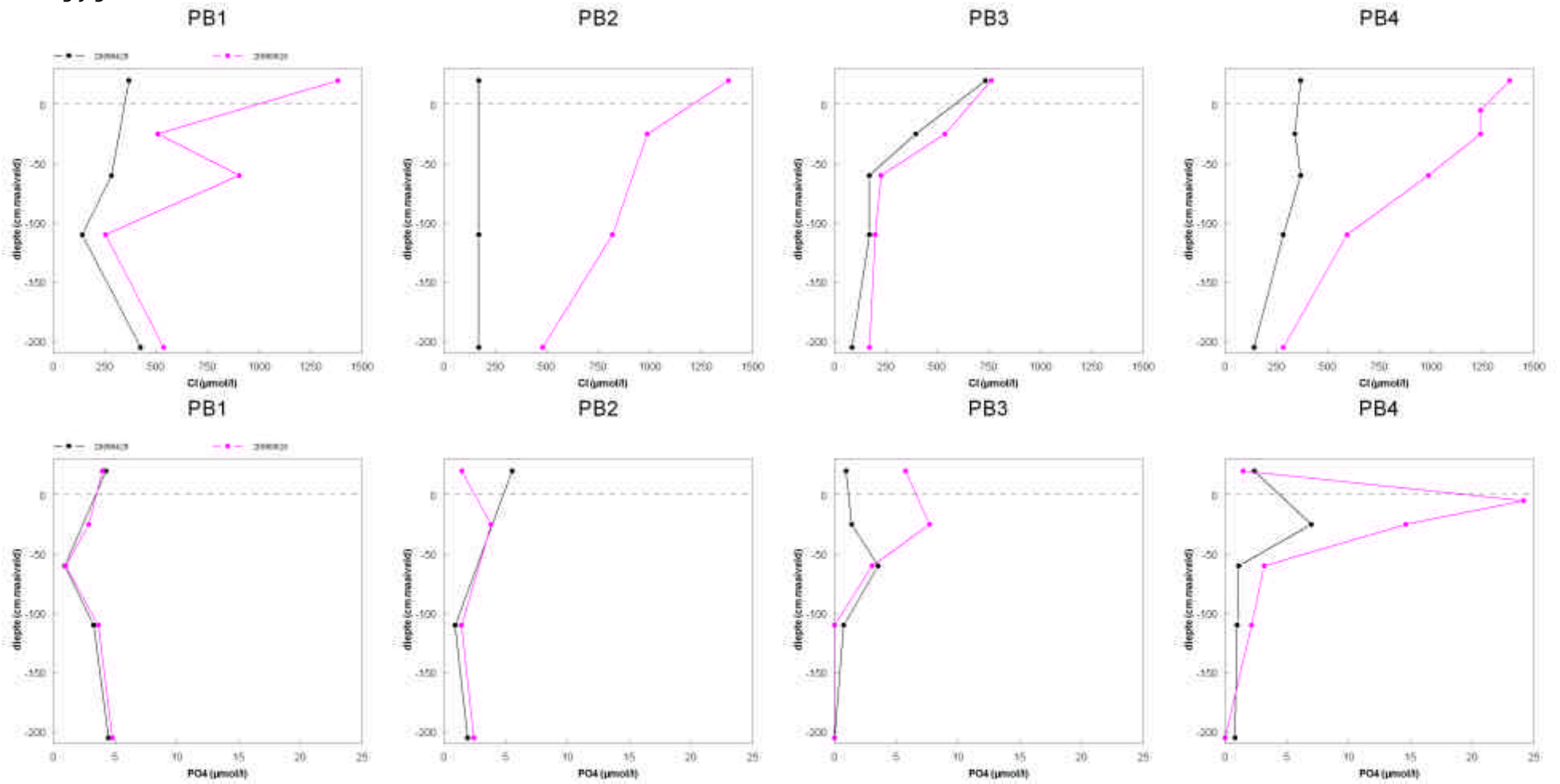
Vervolg figuur 12



Vervolg figuur 12



Vervolg figuur 12



Resultaten metalen

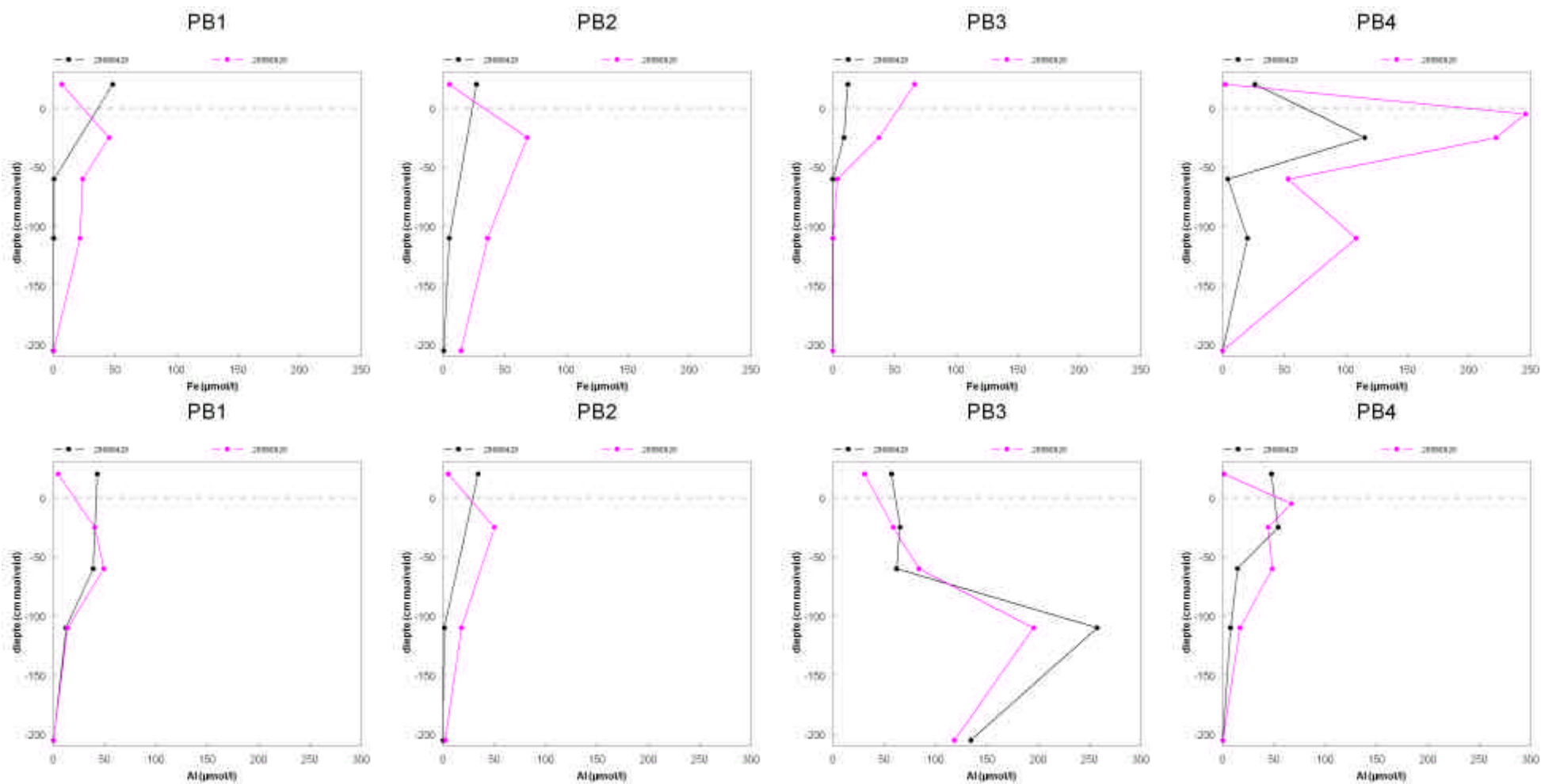
De ruimtelijke patronen van de macro-metalen ijzer, aluminium en mangaan variëren sterk. IJzer is laag in het grondwater van PB1, PB2 en PB3 en juist hoog in de ondiepe en middeldiepe filters van PB4. Aluminium is juist hoog in de diepe filters van PB3 en op de andere locaties juist laag met relatief hoge waarden in het ondiepe filter.

Mangaan is hoog in het filter op 60 cm van PB1 en de filters op 25 cm en 60 cm van PB4. Het gestratificeerde patroon van ijzer komt overeen met dat van ijzeroxalaat in de bodem.

IJzer neemt toe in de ondiepe filters van PB3 en PB4 en in het middeldiepe filter van PB2 en PB4. Aluminium lijkt weinig te veranderen en de diepte-profielen blijven grotendeels gelijk. Bij mangaan zijn PB2, PB3 en PB4 stabiel en neemt in het filter op 60 cm van PB1 de concentratie sterk toe.

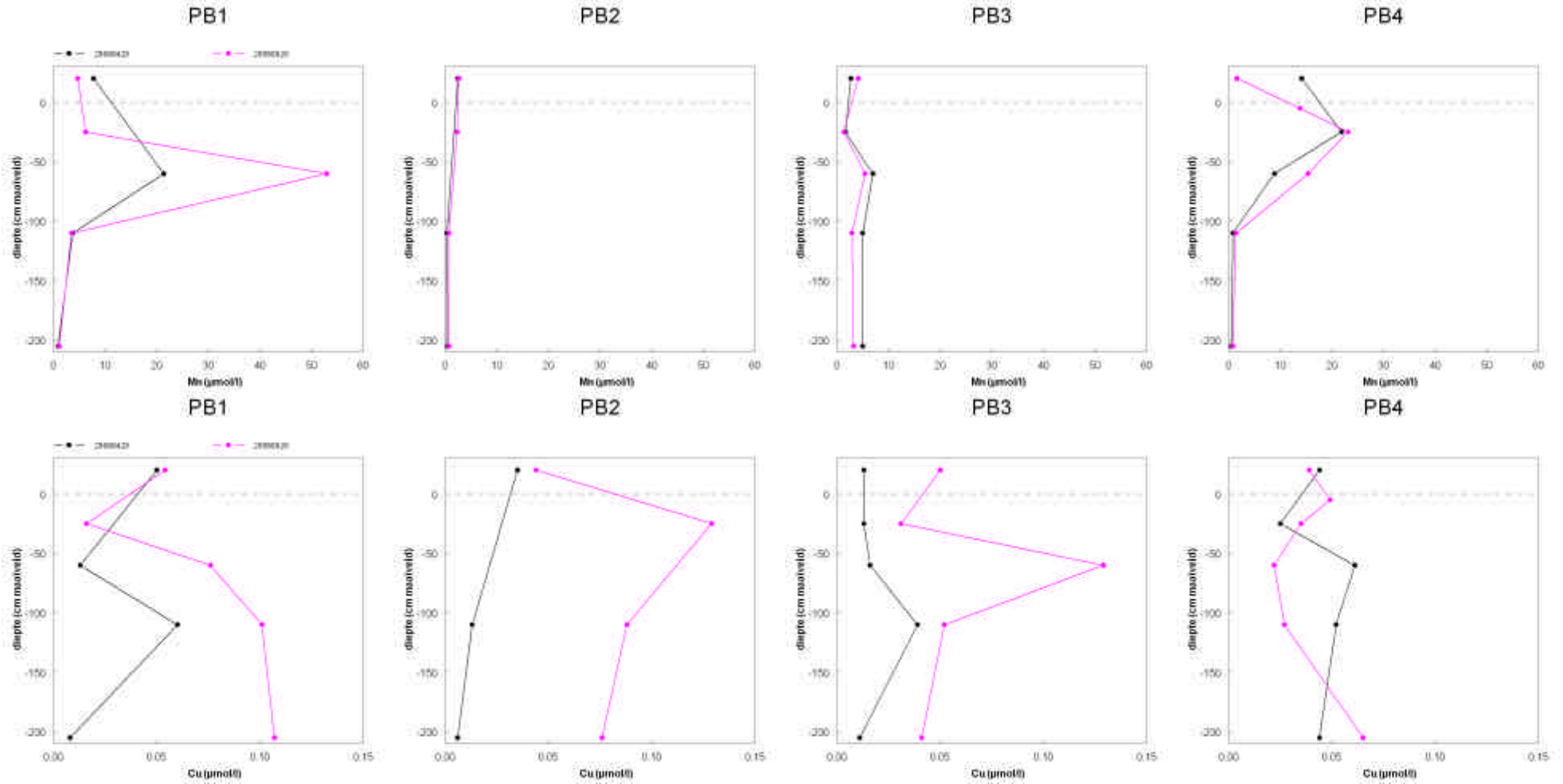
Koper vertoont per locatie sterk uiteenlopende diepte-profielen en ontwikkeling in de tijd. In PB1, PB2 en PB3 treedt een toename op, hetgeen kan samenhangen met desorbtie onder invloed van vernatting. Lood dat in de toplaag van de bodem sterk wordt geadsorbeerd (zie paragraaf 4.9.5) is in de ondiepe filters laag en diepere filters relatief hoog. De ontwikkeling in de tijd varieert sterk per locatie en is niet eenduidig. Nikkel dat in de toplaag ook sterk wordt geadsorbeerd (zie paragraaf 4.9.5) is relatief hoog in het filter op 60 cm. Op drie locaties treedt een toename op, vooral op deze filterdiepte. Dit duidt op desorbtie. Zink vertoont eenzelfde dieptepatroon als nikkel voor PB1 en PB3. Dit metaal is ook sterk adsorbeert hoog in het bodemprofiel. In PB1 treedt in het filter op 60 cm een toename op (desorbtie). In alle filters van PB2 en PB3 is zink laag en vertoont het geen verandering. Arseen dat in de bodem vooral geadsorbeerd aan hydroxiden aanwezig is in de toplaag (zie paragraaf 4.9.5), is in PB1 en PB4 relatief hoog in de ondiepe filters en neemt daar toe door desorbtie (sterk in PB4). Bij PB2 treedt een sterke toename op in het filter op 110 cm. Seleen vertoont grofweg hetzelfde gedrag. Relatief hoog in de toplaag en daar toenemend (PB1, PB3 en sterk in PB4). Ook hier wederom een sterke toename in het 110 cm filter van PB2.

Samenvattend: De macro-metalen ijzer, aluminium en mangaan in het grondwater vertonen een variabel ruimtelijk patroon met weinig onderlinge correlatie. Reductie van ijzerhydroxiden die vooral in de bovenste laag aanwezig zijn, trad in het voorjaar en zomer van 2006 op de meeste locaties op. Reductie van aluminiumhydroxiden treedt niet of weinig op. Reductie van mangaanhydroxiden speelt mogelijk alleen lokaal. De meeste zware metalen vertonen in het grondwater een gelaagd diepteprofiel. Lood diep, nikkel en zink middeldiep, arseen en selenium vooral ondiep. Sorbtieprocessen bepalen in sterke mate in welke bodemlaag een zwaar metaal relatief veel aanwezig is. Door de opgetreden vernatting desorberen diverse metalen als gevolg van het reduceren van hydroxiden. Op locale schaal varieert het ruimtelijke patroon van desorbtie sterk. Daar waar sterke oplossing van ijzer optreedt, is de desorbtie van nikkel, arseen en selenium het sterkst.

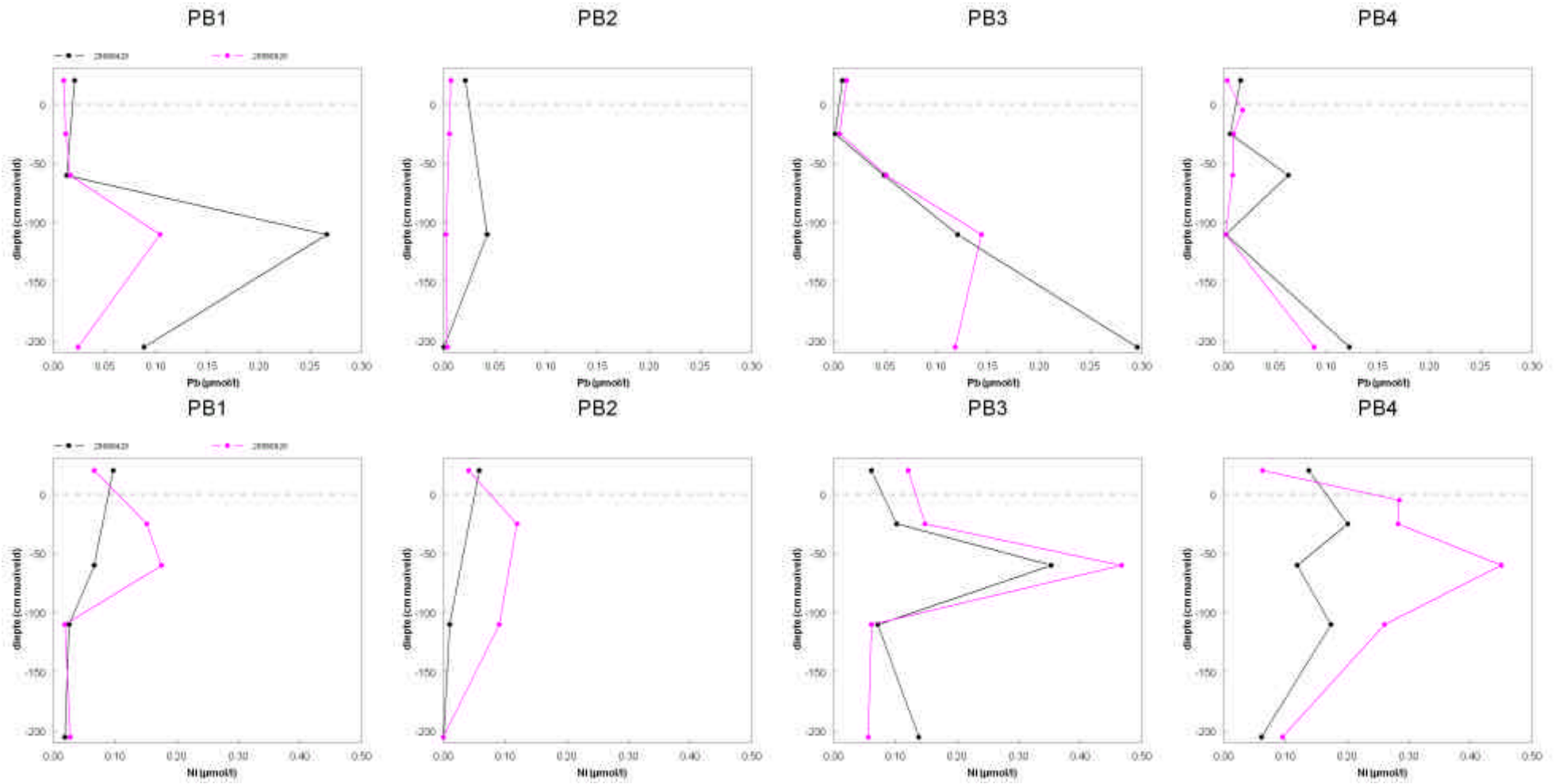


Figuur 13: Diepte-profielen van metalen in het water op vier locaties op verschillende tijdstippen. De punten boven de stippellijn (= maaiveld.) betreffen oppervlaktewater. De punten daaronder betreffen grondwater in minifilters.

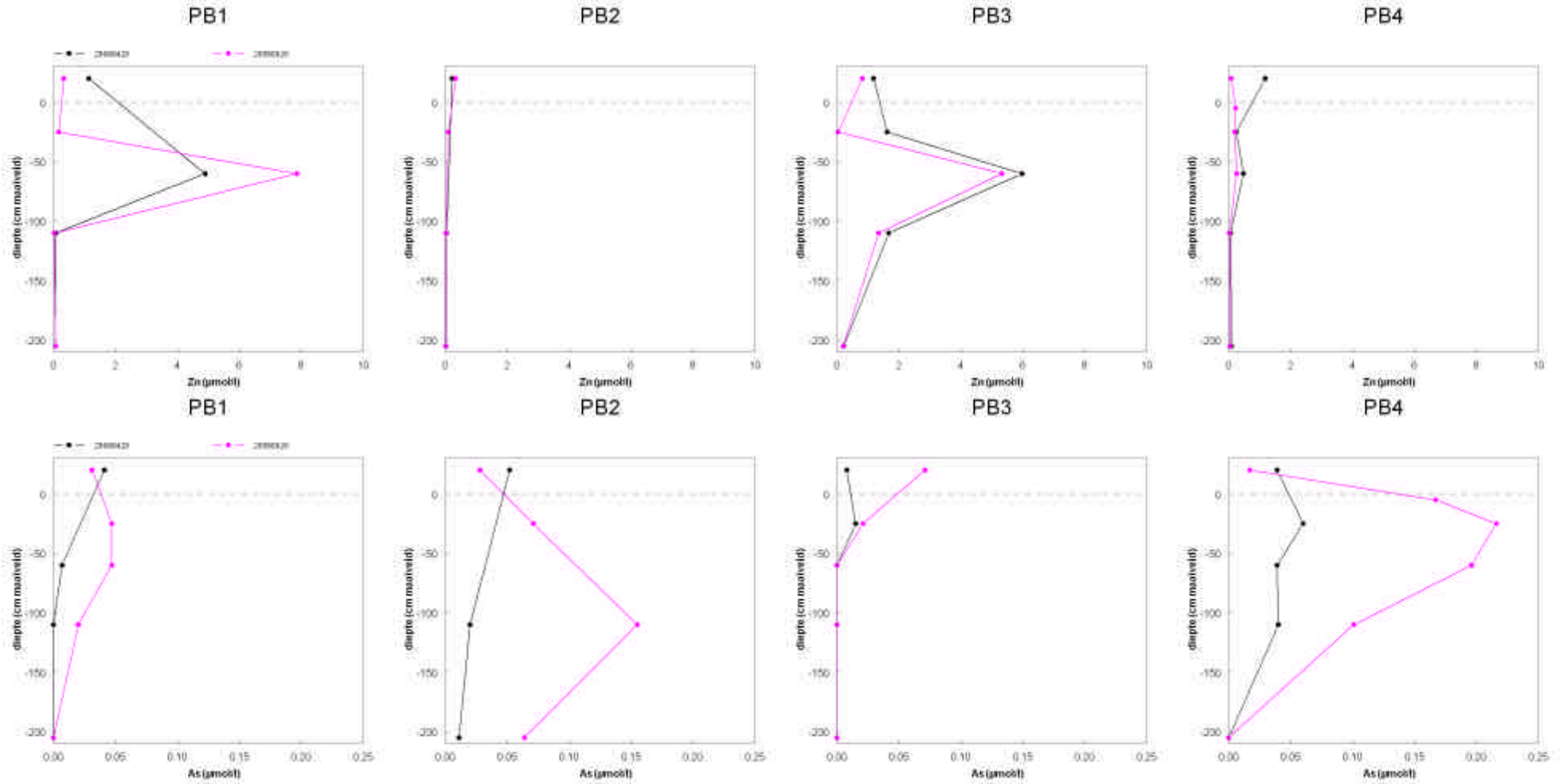
Vervolg figuur 13



Vervolg figuur 13

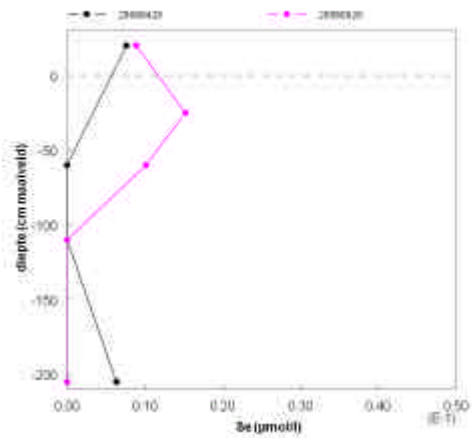


Vervolg figuur 13

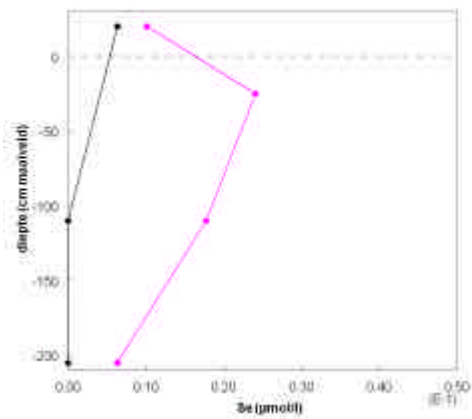


Vervolg figuur 13

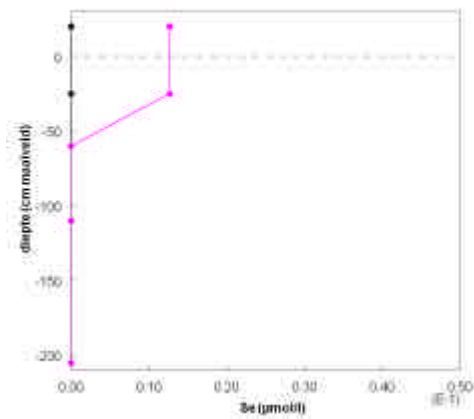
PB1



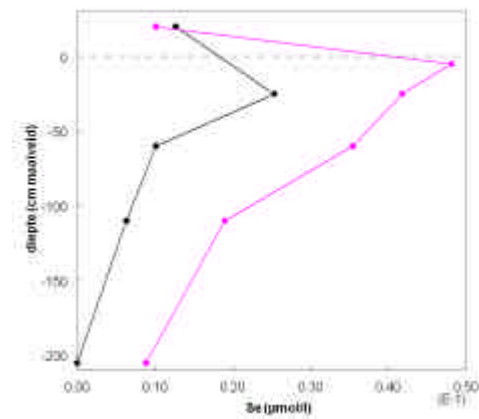
PB2



PB3



PB4



4.9 Bodemchemie

Bijlage 3 geeft het bemonsteringsschema van de bodemmonsters. Elk bodemmonster is gestoken in drie deelmonsters op verschillende locaties in het onderzoeksplot net buiten de cirkel van de vegetatieopname in 2005. De bemonstering vond plaats op 13 oktober en 1 november 2005. Monsters werden gekoeld bewaard en zijn binnen een week gemengd en gedroogd. Een niet gemalen deelmonster is gebruikt voor bepaling van de korrelgrootteverdeling. Voor de overige bepalingen zijn gemalen monsters gebruikt. Bijlage 4 bevat de analyseresultaten.

4.9.1 Basenchemie

In bijlage 4 staan de resultaten van de bodemchemische bepalingen. Hier wordt de ruimtelijke verdeling van pH_KCl, basenverzadiging en H/Ca-verhouding besproken. Figuur 14 geeft de relatie tussen de zuurgraad en basenverzadiging en figuur 15 per bemonsterde laag de ruimtelijke verdeling.

Berekening en interpretatie van basenverzadiging

De basenverzadiging is op twee manieren uitgerekend:

$$BS1 = \frac{(Ca_cec + K_cec + Mg_cec + Na_cec)}{(Al_cec + Ca_cec + H_cec + K_cec + Mg_cec + Na_cec)}$$

$$BS2 = (Ca_cec + K_cec + Mg_cec + Na_cec) / CEC_bsc$$

waarbij

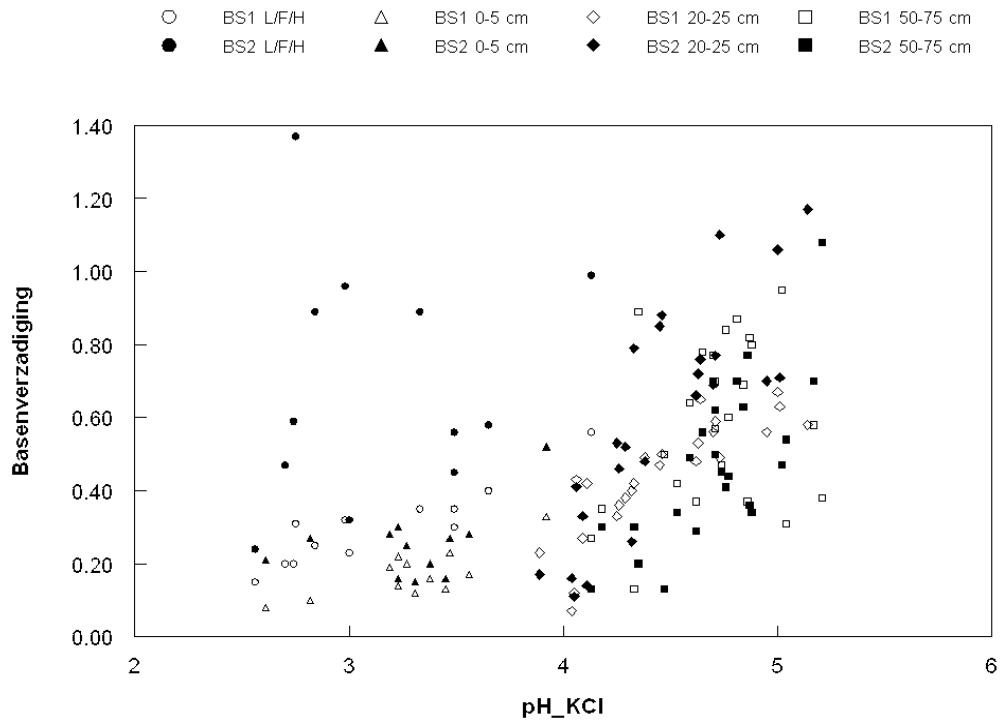
xx_cec = kation op kationuitwisselingscomplex

CEC_bsc = kationuitwisselingscomplex gemeten met Bascomp-bepaling

De berekening van BS1 maakt gebruik van de gemeten hoeveelheid uitwisselbaar H (H_cec). Deze meting kan echter makkelijk worden verstoord door andere chemische processen dan alleen kationuitwisseling. Dit blijkt uit het grote verschil tussen gemeten CEC (CEC_bsc) en de CEC berekend door sommatie van de gemeten uitwisselbare kationen (zie bijlage 4). Vooral in de L/F/H-laag treden grote afwijkingen op als gevolg van zeer hoge waarden van H_CEC die veel groter zijn dan CEC_bsc. De berekening van BS2 heeft geen last van verstoring van de meting van H_cec. Op grond van deze overwegingen zou BS2 een betere maat kunnen zijn voor de basenverzadiging. In figuur 14 is te zien dat BS1 echter een betere relatie geeft tussen de zuurgraad en basenverzadiging. Normaal gesproken is de basenverzadiging laag bij een lage pH en neemt ze toe met de pH. Bij BS1 komen echter zowel lage als hoge basenverzadigingen voor bij een lage pH. De hoge waarden worden veroorzaakt door monsters in de L/F/H-laag. Worden deze monsters buiten beschouwing gelaten dan is de relatie van BS1 en BS2 met de pH min of meer even goed. Bij de bepaling van de basenverzadiging in de L/F/H-laag is daarom de vraag wat werkelijk wordt gemeten. Omdat de data geen uitsluitel geeft welke van de twee berekeningswijzen van de basenverzadiging de werkelijkheid het best benadert, worden resultaten van beide gepresenteerd en besproken. De correlatie tussen BS1 en BS2 is redelijk voor de lagen 0-5, 20-25, 50-75 cm ($y = 1.3786x$; $R^2 = 0.7044$). Beide berekeningswijzen lijken daarmee voor de minerale lagen een redelijk schatting te geven van de basenverzadiging.

De berekening van BS2 kan waarden boven 1 op leveren. Theoretisch kan dat niet. Er kunnen namelijk niet meer kationen op het kationenadsorbtielcomplex zitten dan de omvang van dit complex. Waarden boven de 1 worden waarschijnlijk veroorzaakt door onnauwkeurigheid van de bepaling van CEC_bsc en Ca_cec.

De bepaling van de basenverzadiging is onnauwkeuriger in monsters met een laag organisch-stofgehalte. Het kationenadsorbtielcomplex is dan klein en de hoeveelheden uitwisselbare kationen ook. Onnauwkeurigheden in de analyses en verstoring van de meting (bij H_cec) heeft dan een groot effect op de basenverzadiging.



Figuur 14: Relatie tussen pH_KCl en basenverzadiging in de bodemlagen.

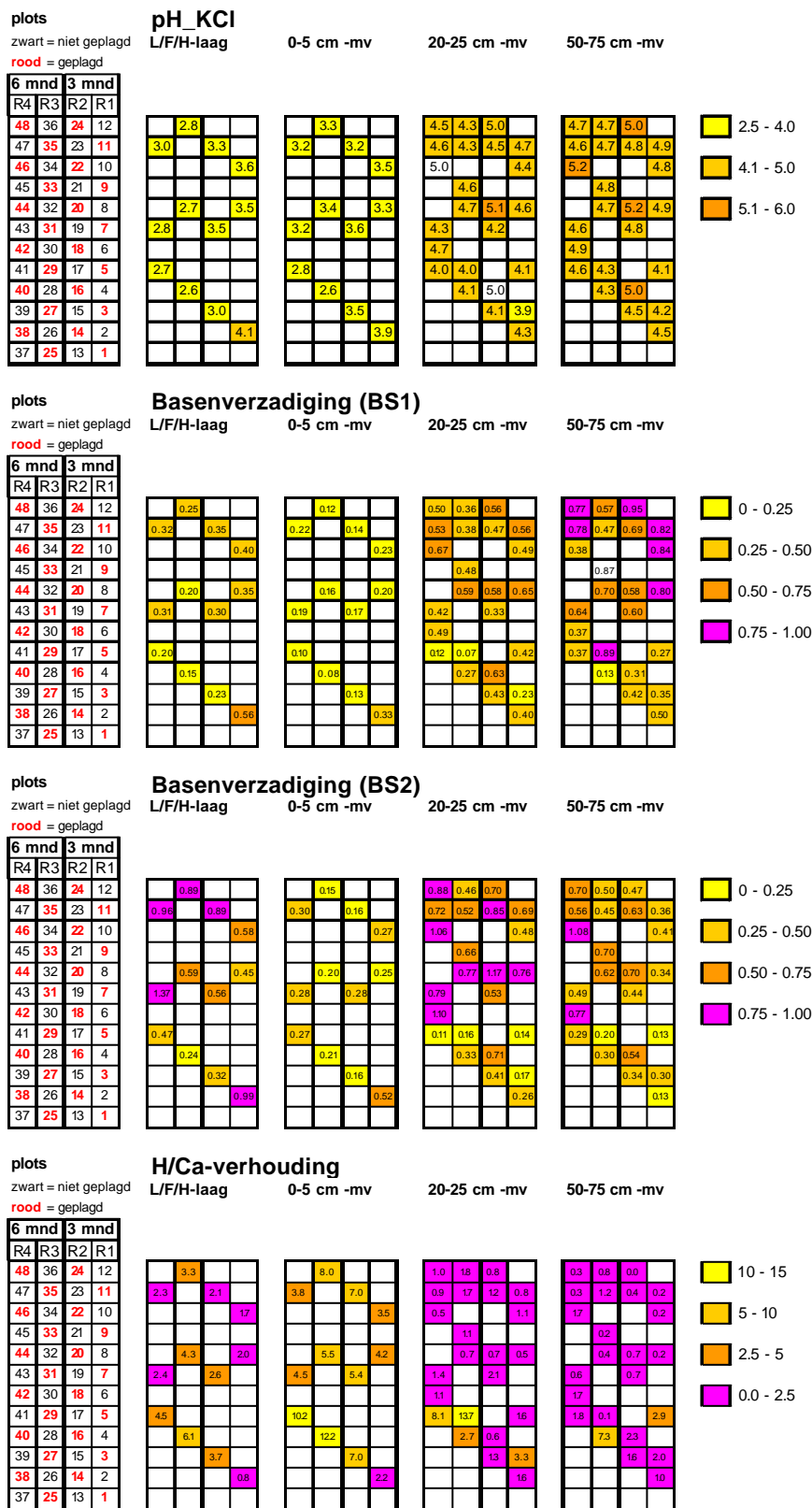
$$BS1 = \frac{(Ca_{cec} + K_{cec} + Mg_{cec} + Na_{cec})}{(Al_{cec} + Ca_{cec} + H_{cec} + K_{cec} + Mg_{cec} + Na_{cec})}$$

$$BS2 = \frac{(Ca_{cec} + K_{cec} + Ma_{cec} + Na_{cec})}{CFC_{hsc}}$$

Resultaten

Van de uitwendige humuslaag (L/F/H-laag) naar de diepste minerale laag (50-70 cm) neemt de pH toe. In de L/F/H-laag en de laag op 0-5 cm heersen zure omstandigheden met een pH_KCl meestal lager dan 3,5. De diepere minerale lagen (20-25, 50-75 cm) zijn matig tot zwak zuur. Voor de basenverzadiging is een vergelijkbare gelaagdheid aanwezig in de minerale lagen: oplopend van 0-5 cm naar 50-75 cm. Ondiep in de minerale laag is de basenverzadiging vrijwel overal laag (meestal < 25 %). In de diepere lagen (20-25, 50-75 cm) treden duidelijke ruimtelijke verschillen op: relatief hoog in het noordelijke deel (50-100 % en relatief laag in het zuidelijke deel (10-75 %). In de pH komt deze ruimtelijke verdeling minder duidelijk naar voren. De basenverzadiging berekend met BS1 geeft een duidelijker oplopende basenverzadiging met de diepte dan die berekend met BS2. Bij BS2 heeft de laag 50-75 cm een iets hogere basenverzadiging dan die bij BS1. De basenverzadiging in L/F/H-laag is voor BS1 iets hoger en voor BS2 veel hoger dan de basenverzadiging van de ondiepe minerale laag (0-5 cm). Met uitzondering van plot 2 is de basenverzadiging ook hier hoger in het noordelijke deel dan in het zuidelijke deel. De H/Ca-verhouding vertoont een tegengesteld patroon aan de basenverzadiging. Hoog in de 0-5 cm laag, en laag in de 20-25 en 50-75 cm laag. In de L/F/H-laag is de H/Ca-verhouding lager dan in de 0-5 cm laag. In deze twee lagen treedt nog enige ruimtelijke variatie op, zonder dat er sprake is van een patroon op perceelschaal. De ruimtelijke patronen in zuurgraad, basenverzadiging en H/Ca-verhouding vertonen geen correlatie met de patronen in humusvorm en dikte van ecto-organische horizonten. Het patroon van de zuurgraad en basenverzadiging in de minerale lagen op 20-25 en 50-75 cm vertoont wel een correlatie met de dikte van de A-horizont (zwak) en het organisch-stofgehalte in de laag op 20-25 cm. Aan de zuidzijde gaat een lagere zuurgraad en basenverzadiging samen met een dunnere A-horizont en een lager organisch stofgehalte in de laag op 20-25 cm.

Samenvattend: Er is een sterke stratificatie voor zuurgraad aanwezig, waarbij de ecto-organische laag en toplaag van het minerale profiel sterk verzuurd zijn en de diepere minerale laag matig tot zwak zuur is en een hogere basenverzadiging heeft. Deze stratificatie is het sterkst in het noordelijke deel. In het zuidelijke deel is de diepere minerale laag minder baserijk, hetgeen samengaat met een minder diep ontwikkelde A-horizont. De basenvoorziening in de ecto-organische laag is beter dan in de toplaag van het minerale profiel. Dit duidt op aanvoer van basen via bladstrooisel.



Figuur 15: Zuurgraad, basenverzadiging en pH_KCl in de verschillende bemonsterde lagen.

$$BS1 = \frac{(Ca_{cec} + K_{cec} + Mg_{cec} + Na_{cec})}{(Al_{cec} + Ca_{cec} + H_{cec} + K_{cec} + Mg_{cec} + Na_{cec})}$$

$$BS2 = \frac{(Ca_{cec} + K_{cec} + Mg_{cec} + Na_{cec})}{CEC_{bsc}}$$

4.9.2 Fosfaat C/P- en C/N-ratio

Methode

De C/P- en C/N-ratio zijn bepaald voor de minerale lagen. Voor de L/F/H-laag kan deze niet exact worden berekend, omdat van deze laag geen organische stof-gehalten zijn bepaald. Wanneer wordt uitgegaan van een organisch-stofgehalte van 75 % kan ze wel worden benaderd. De C/N-ratio is voor de laag op 50-75 cm niet bepaald, omdat ze minder betrouwbaar is wegens het lage organisch-stofgehalte. Het gemeten N-totaal-gehalte is dan een minder goede parameter voor de N in de organische stof. De C/P- en C/N-ratio zijn berekend uit:

- $C = OM / 1,92$
waarbij OM het organisch-stofgehalte is en de factor 1,92 is afgeleid uit het verband tussen OM en elementair koolstof (C_{pyr}) op basis van metingen in een deelset van de monsters (zie paragraaf 4.3).
- $P = P\text{-totaal} - P\text{-HCl}$
waarbij
P-HCl de anorganische P-fractie meet: extractie met 5% HCl
P-totaal: Kjeldahl-destructie
- N-totaal: Kjeldahl-destructie

Resultaten

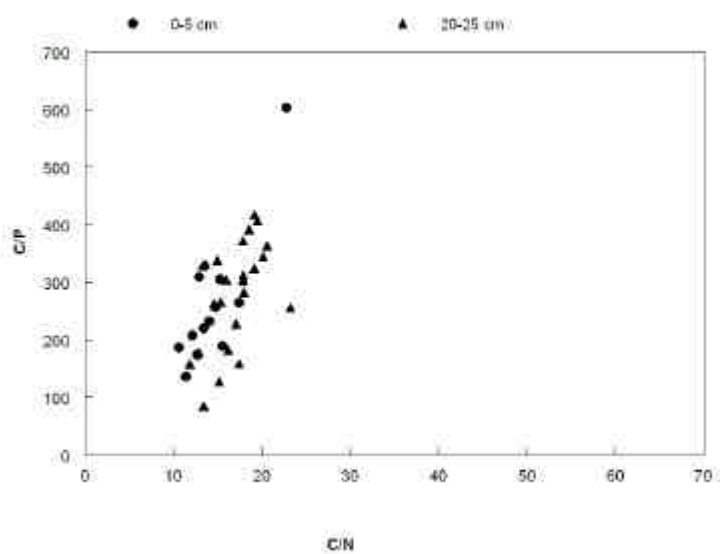
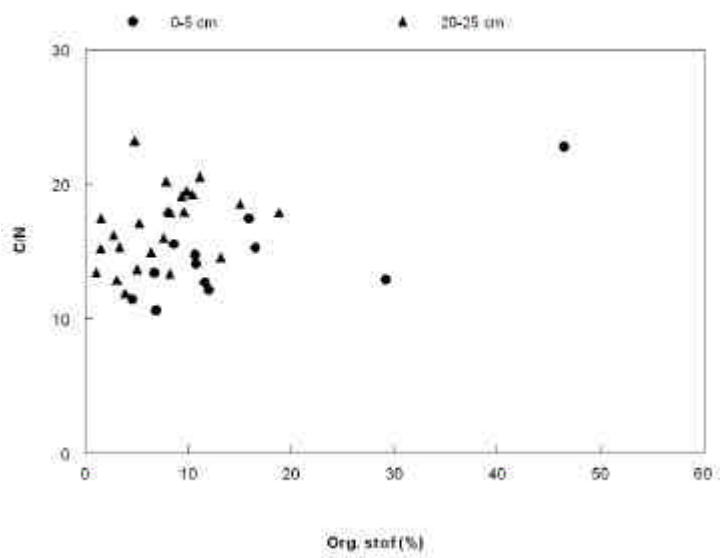
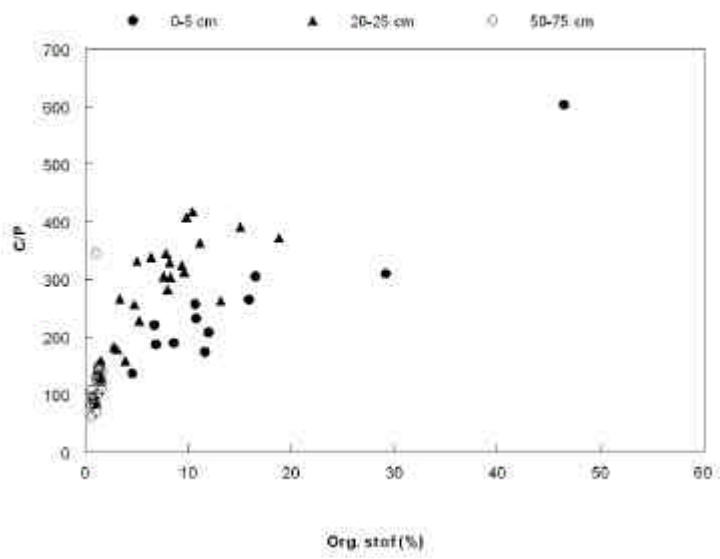
In tabel 3 worden de gemiddelde en standaarddeviaties van de ratio's voor de bodemlagen weergegeven. Figuur 16 geeft de relaties tussen de C/P-, C/N-ratio en organisch-stofgehalte voor de bodemlagen.

Tabel 3 Gemiddelde en standaarddeviatie van de C/P- en C/N-ratio's per bodemlaag

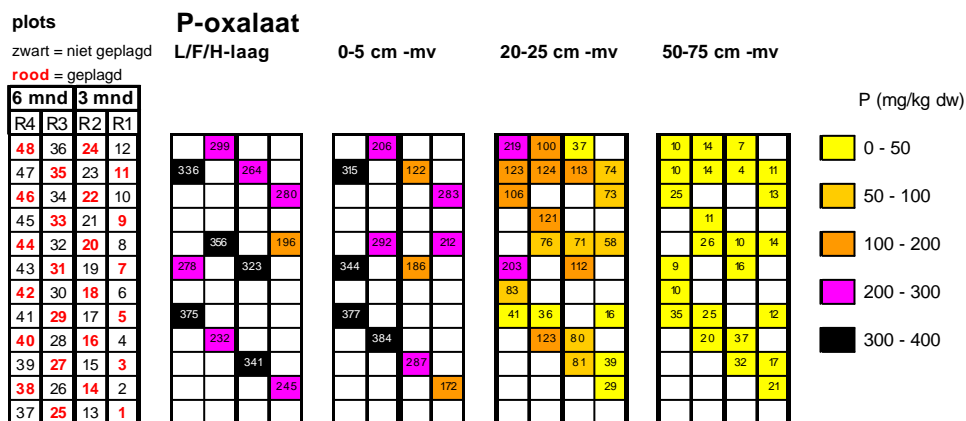
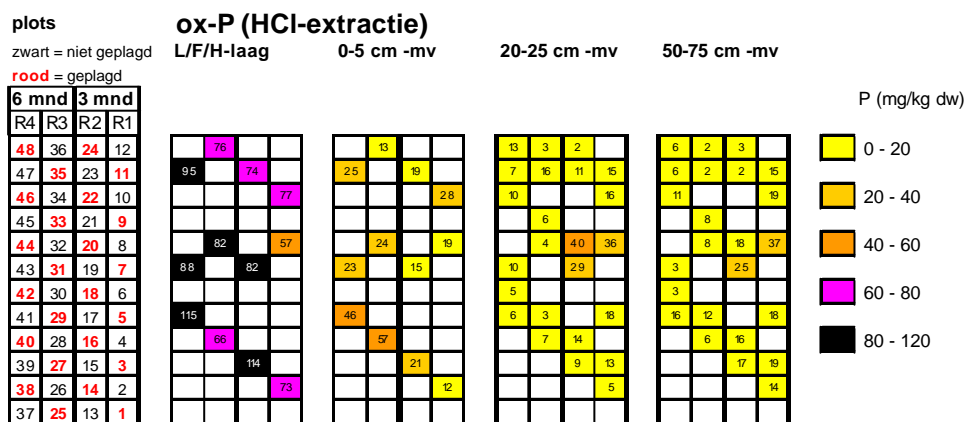
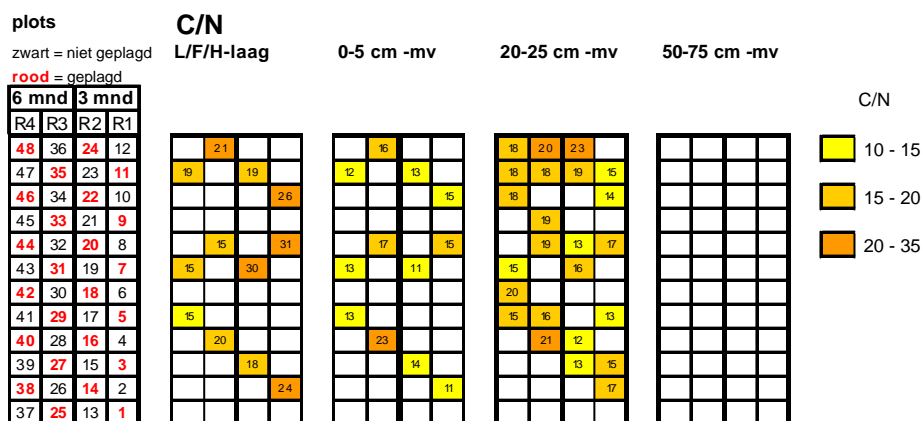
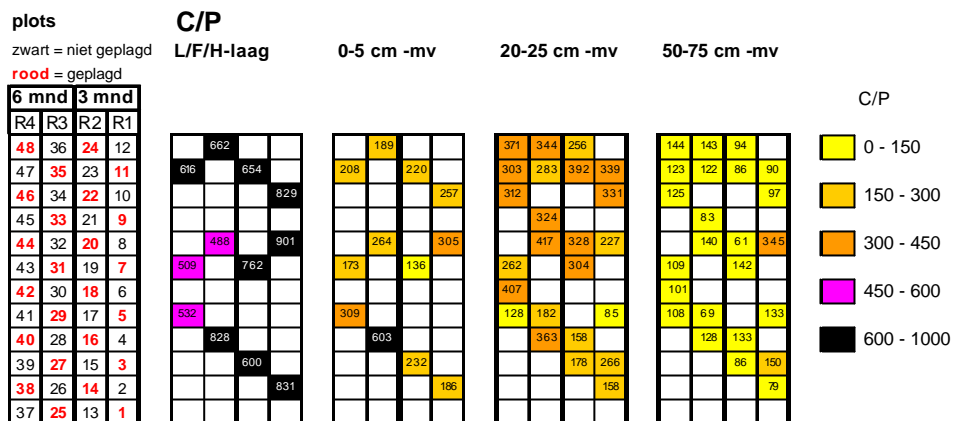
		L/F/H	0-5 cm	20-25 cm	50-75 cm
C/N	gem	21.1	14.4	16.8	
	std	5.4	3.3	2.8	
C/P	gem	684.3	256.8	280.0	120.6
	std	141.9	120.7	91.9	54.4

Tijdens de humificatie van strooisel treedt immobilisatie op van P en N. Door decompositie ontwijkt CO_2 waardoor het organisch stofgehalte daalt en de C/P- en C/N-ratio afnemen. De C/P-verhouding neemt op de onderzoekslocatie met de diepte toe. In de L/F/H-horizont is ze veel hoger dan in de minerale lagen, hetgeen duidt op een lage decompositie in de ecto-organische horizont en een hoge decompositie in de A-horizont. Opvallend is dat de verhouding in de laag op 0-5 cm iets lager is dan de laag op 20-25 cm, zij het met een grote variatie. In de diepe laag is de C/P-verhouding het laagst. De C/N-ratio in de L/F/H-horizont is ook hoger dan in de minerale lagen. In de ondiepe minerale lagen (0-5 en 20-25 cm) zijn de waarden min of meer gelijk.

De ruimtelijke variatie van de C/P-ratio in de laag op 20-25 cm vertoont enige samenhang met de basenverzadiging. In het minder basenrijke zuidelijke deel is de C/P-ratio lager. Voor de overige lagen en voor de C/N-ratio is er geen duidelijk patroon (figuur 17).



Figuur 16: Relatie tussen C/P, C/N en organische stof in de minerale bodemlagen.



Figuur 17: Patronen van C/P, C/N met HCl-geëxtraheerd fosfaat (P_{HCl}) en oxalaat-fosfaat (P_{oxa}) in de bodemlagen.

4.9.3 Fosfaat-sorbtie

Methoden

Sorbtie van fosfaat vindt vooral plaats door Al- en Fe-hydroxiden. Daarom is met een oxalaat-extractie Al, Fe en P gemeten in de bodemonsters. Met deze bepaling wordt de hoeveelheid Al en Fe in hydroxiden en gesorbeerd P gemeten. Al- en Fe-hydroxiden kunnen tot een bepaald niveau P sorberen. De mate waarin P aan deze hydroxiden is gesorbeerd wordt uitgedrukt met de fosfaatverzadigingsindex:

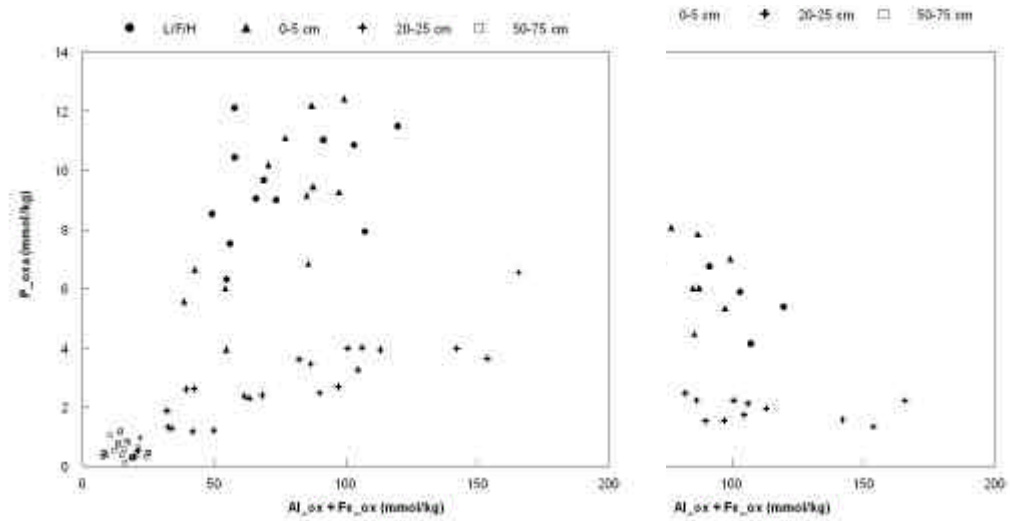
$$PSI = P_{\text{oxa}} / (Al_{\text{oxa}} + Fe_{\text{oxa}}) \text{ (berekend uit mmol/kg dw)}$$

Normaal gesproken kan de PSI niet hoger zijn dan 0,45. Bij deze waarde is sprake van fosfaatverzadiging. De relatie tussen de fosfaatverzadigingsindex en in het bodemvocht opgelost fosfaat ($P_w(1:2)$) kan beschreven worden met een Langmuir-isotherm (Koopmans et al. 2004). Met dit onderzoek is geen $P_w(1:2)$ gemeten op de locaties waarop de bodemonsters zijn genomen. Op basis van een andere dataset uit Lankheet is de relatie tussen PSI en $P_w(1:2)$ eerder beschreven met een regressievergelijking ($r^2=0,79$; data R. Kemmers). Door met deze regressievergelijking $P_w(1:2)$ uit te rekenen voor de bodemonsters kan bepaald worden hoeveel fosfaat er bij vernatting kan vrijkomen door oplossing van ijzerhydroxiden. Bij vernatting gaan ijzerhydroxiden in oplossing onder invloed van reductie. De PSI neemt dan toe, waardoor gesorbeerd fosfaat vrij komt.

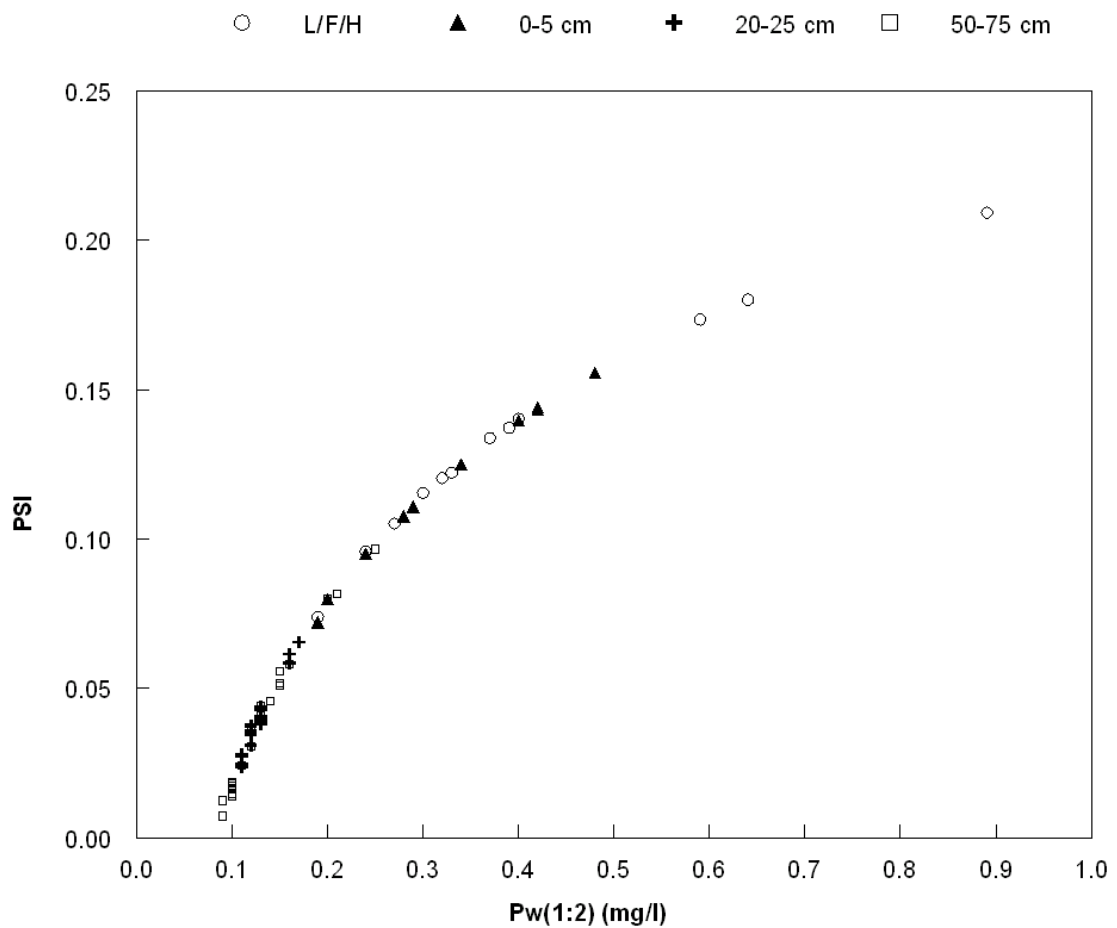
Resultaten (figuur 18 en 19)

De fosfaatadsorbtiecapaciteit bestaat in de L/F/H-laag en de minerale toplaag (0-5 cm) uit ongeveer evenveel ijzer- als aluminiumhydroxiden. In de diepere minerale lagen (20-25 en 50-75 cm) hebben aluminiumhydroxiden de overhand (figuur 20). De L/F/H-laag en de minerale toplaag (0-5 cm) hebben een hoog P_{oxa} -gehalte en hoge fosfaatverzadiging. De fosfaatadsorbtiecapaciteit (Al_{oxa} en Fe_{oxa}) is hier matig hoog. De allerhoogste waarden voor fosfaatverzadiging treden op in de L/F/H-laag. De middeldiepe minerale laag (20-25 cm) heeft een laag tot matig hoog P_{oxa} -gehalte en een lage fosfaatverzadiging. De fosfaatadsorbtiecapaciteit is sterk variabel en hoge waarden hiervan treden vooral op in het 6 maandscompartiment. Het P_{oxa} -gehalte heeft in deze laag een sterk positief lineair verband met de fosfaatadsorbtiecapaciteit ($r^2 = 0,92$). Het feit dat in deze laag de hoogste fosfaatadsorbtiecapaciteit optreedt heeft waarschijnlijk te maken met de vorming van hydroxiden in de zone waar de grondwaterstand fluctueerde voordat vernatting optrad. In de diepe minerale laag (50-75 cm) zijn P_{oxa} en de fosfaatadsorbtiecapaciteit laag en vertonen weinig variatie. Door permanente waterverzadiging zijn in deze laag weinig ijzerhydroxiden aanwezig. De fosfaatverzadiging is relatief laag, maar vertoont wel enige variatie.

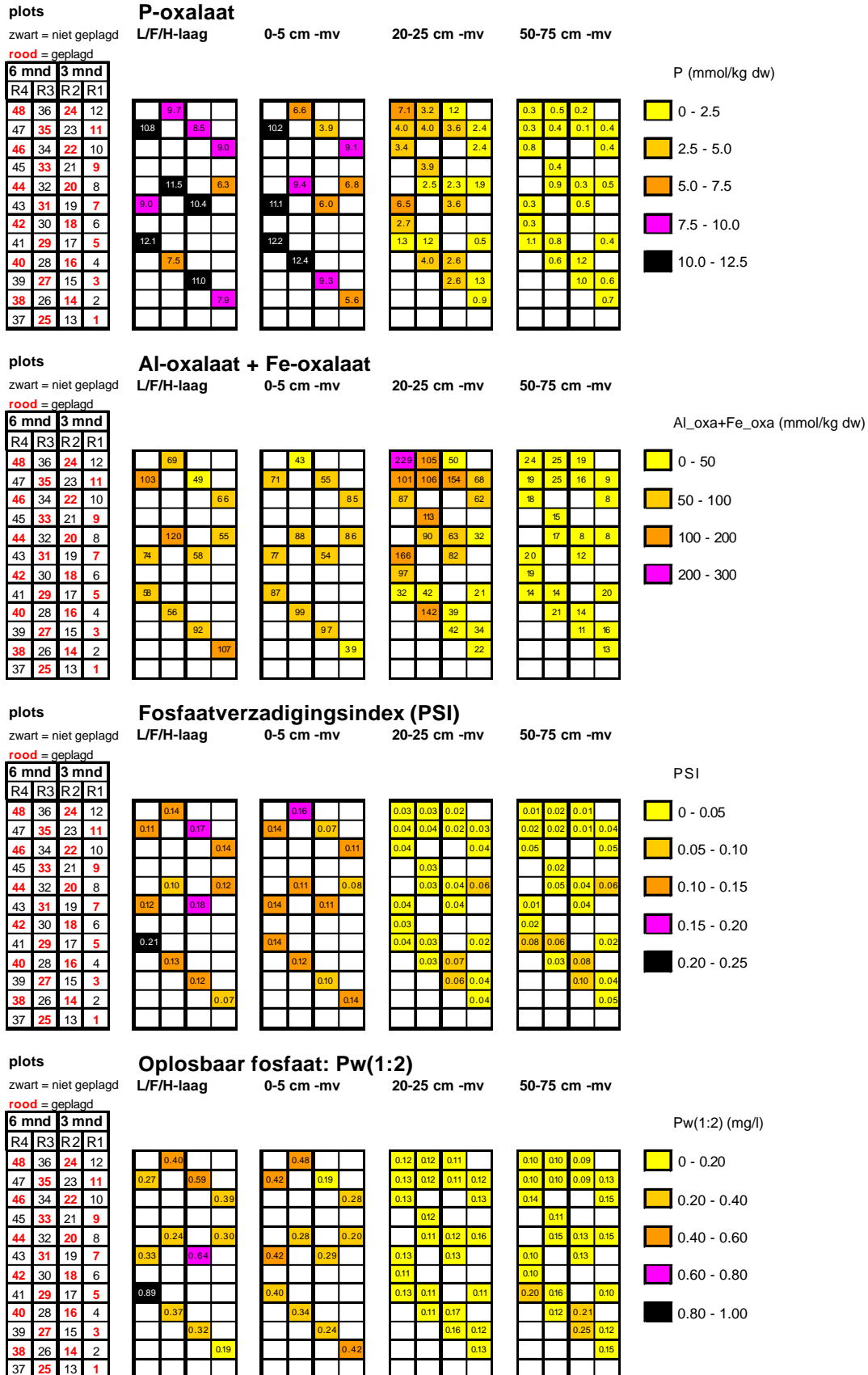
Desorbtie van fosfaat door vernatting zal in de L/F/H-laag en ondiepe minerale laag (0-5 cm) leiden tot matig hoge tot plaatselijk hoge fosfaatgehalten in het bodemwater. In de diepere minerale lagen blijft het fosfaatgehalte in het bodemwater laag. In de laag op 20-25 cm, waar plaatselijk matig hoge P_{oxa} waarden voorkomen, blijft P_w laag omdat hoge P_{oxa} waarden samengaan met een relatief hoge fosfaatadsorbtiecapaciteit.



Figuur 18: Links de relatie tussen Al- en Fe-hydroxiden ($Al_{oxa} + Fe_{oxa}$) en geadsorbeerd fosfaat (P_{oxa}). Rechts de relatie tussen Al- en Fe-hydroxiden en de fosfaatverzadigingsindex (PSI).



Figuur 19: De relatie tussen $Pw(1:2)$ en de fosfaatverzadigingsindex (PSI).



Figuur 20: Patronen van oxalaat-fosfaat (P_{oxa}), Al- en Fe-hydroxiden ($Al_{oxa} + Fe_{oxa}$) en oplosbaar fosfaat ($Pw(1:2)$) in de bodemlagen.

4.9.4 Pyriet

Methodie

Pyriet (FeS_2) wordt gevormd door reductie van sulfaat onder anaerobe omstandigheden. In kwelgebieden wordt het vaak gevormd door de aanvoer van sulfaat en ijzer met het grondwater in organische-stofrijke bodems. Omdat het onderzoeksgebied vroeger, voor de intensivering van de lokale ontwatering een kwelgebied was, kan er in de venige bodems pyriet zijn gevormd. Door verdroging komt er lucht in de bodem en treedt oxidatie van pyriet op. De vraag is in hoeverre en in welke bodemhorizonten in het onderzoeksgebied nog pyriet aanwezig is.

Op basis van twee metingen van zwavel (S met pyrolyse en S met koningswaterextractie) in de bodem is het pyrietgehalte berekend door beide metingen te corrigeren voor zwavel in het organische materiaal. De twee zwavelmetingen zijn een maat voor het totale zwavelgehalte. De reden om te corrigeren voor zwavel in organische stof is dat de zwavel in de organische stof een hoog aandeel heeft in het totale zwavelgehalte (zie tabel 4). Voor het S-gehalte in de organische stof is uitgegaan van een C/S-ratio van 100/1,5 (in massa) wat beschouwd wordt als een gemiddelde voor humus.

$$S_{\text{org}} = 0,015 * 10000 \text{ OM/F}_{\text{Corg}} \text{ (mg/kg dw)}$$

waarbij

OM: organisch-stofgehalte in % dw (zie paragraaf 4.3)

F_{Corg}: factor voor elementair koolstof in organische stof (=1,92; zie paragraaf 4.3)

$$\text{FeS2}_{\text{1}} = S_{\text{pyr}} - S_{\text{org}} \text{ (in mg S/kg dw)}$$

$$\text{FeS2}_{\text{2}} = S_{\text{AR}} - S_{\text{org}} \text{ (in mg S/kg dw)}$$

waarbij

S_{pyr}: S bepaald met pyrolyse

S_{AR}: S bepaald in koningswaterextract

Resultaten

Allereerst blijkt dat de waarden van S_{pyr} en S_{AR} relatief laag te zijn. Voor S_{pyr} liggen de waarden binnen een meetbereik waarin grote afwijkingen kunnen optreden (mond. med. M. Konert). Voor S_{AR} geldt vermoedelijk hetzelfde. De waarden van S_{pyr} en S_{AR} verschillen per monster vaak sterk. De waarden van de berekende zwavel in organische stof (S_{org}) zijn vaak hoger dan S_{pyr} en S_{AR}. Dit is vooral het geval in de bodemlagen op 0-5 en 20-25 cm en leidt hier tot negatieve waarden voor pyriet. Dit betekent dat ofwel de C/S-ratio waarmee S_{org} is berekend te laag of variabel is, ofwel de metingen van S_{pyr} en S_{AR} geven een onderschatting van het zwavel-totaalgehalte. In diepere monsters (50-75 cm) is S_{org} vaak lager dan S_{pyr} en S_{AR}. Hier worden dan ook positieve pyrietwaarden berekend. De pyrietgehalten liggen in de range van 1-550 mg S/kg dw (=0,0002-0,1 % dw FeS₂). De berekende pyrietwaarden zijn door de onzekerheden in zwavelmetingen en het aandeel zwavel in de organische stof onbetrouwbaar. Als er pyriet aanwezig is, dan is dat vermoedelijk alleen dieper in het bodemprofiel het geval waar geen of minder oxidatie a.g.v. verdroging heeft plaatsgevonden.

Tabel 4 Resultaten berekening pyriet. Zie methode voor berekeningswijze

Locatie Code	Diepte boven cm -min.l.	Diepte onder cm -min.l.	S_pyr pyrolyse mg / kg	S_AR ICP mg / kg	S_ORG org.mat. mg / kg	FeS2_1 pyriet mg S/ kg	FeS2_2 pyriet mg S/ kg
8	0	5	402	700	1289	-888	-589
8	20	25	405	300	411	-6	-111
8	50	75	140	100	79	61	21
11	20	25	207	400	499	-292	-99
11	50	75	12	50	60	-48	
20	20	25	368	800	641	-273	159
20	50	75	107	600	48	58	552
23	0	5	115	50	524	-409	
23	20	25	480	400	1175	-696	-775
23	50	75	126	600	82	44	518
32	0	5	572	100	1240	-668	-1140
32	20	25	380	600	814	-434	-214
32	50	75	421	100	125	296	-25
35	20	25	159	500	623	-465	-123
35	50	75	485	100	130	354	-30
42	20	25	212	600	768	-556	-168
42	50	75	121	100	98	23	2
47	0	5	328	800	935	-607	-135
47	20	25	277	500	646	-369	-146
47	50	75	124	100	99	25	1

4.9.5 Metalen

Methode

Metalen zijn gemeten in een oxalaat-extractie (alle monsters, .._oxa) en in een koningswaterextract (deel van de monsters, .._AR). Hier worden de resultaten besproken van de metalen die in grote hoeveelheden kunnen voorkomen (Fe, Al, Mn) en sporenelementen (Cu, Pb, Ni, Zn, As) die relatief hoge concentraties kunnen hebben en waarvan bekend is dat ze in Nederland door vervuiling en aanwezigheid of oxidatie van pyriet hoge waarden kunnen hebben.

Resultaten

In figuur 21 wordt per bodemlaag de ruimtelijke variatie weergegeven. Fe_oxa heeft de hoogste waarden in de L/F/H-laag, de minerale laag op 0-5 cm en het noord(west)elijk deel van de minerale laag op 20-25 cm. Fe_AR vertoont geen duidelijke verschillen tussen de minerale lagen en is in de diepere lagen hoger dan Fe_oxa. In de ondiepe lagen is ijzer dus vooral in de vorm van hydroxiden aanwezig en in de diepere laag in de vorm van andere mineralen. Al_oxalaat is het hoogst in de minerale laag op 20-25 cm en het laagst in de laag op 50-75 cm. In de laag op 20-25 cm is een belangrijk deel van de extraheerbare aluminium aanwezig in de vorm van hydroxiden. In de laag op 50-75 cm is met koningswater (Al_AR) Al geëxtraheerd uit andere mineralen, mogelijk makkelijk verwerbare silicaten. Mn_oxa is in verhouding tot Fe_oxa en Al_oxa laag en is het hoogst in de L/F/H-laag. Opvallend is de gelaagheid in de minerale bodem: laag in de laag op 0-5 cm, matig hoog in de laag op 20-25 cm en laag in de laag op 50-75 cm. Voor Mn_AR lijkt dit diepteprofiel zich te herhalen (m.u.v. één hoge uitschieter in de laag op 50-75 cm).

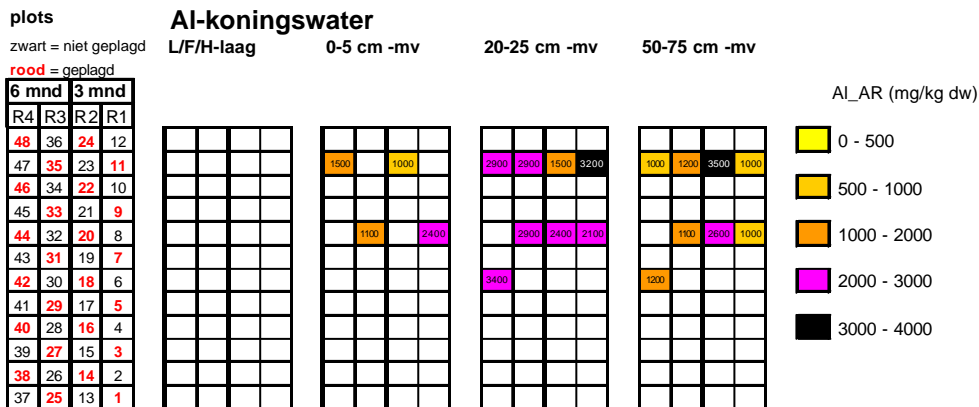
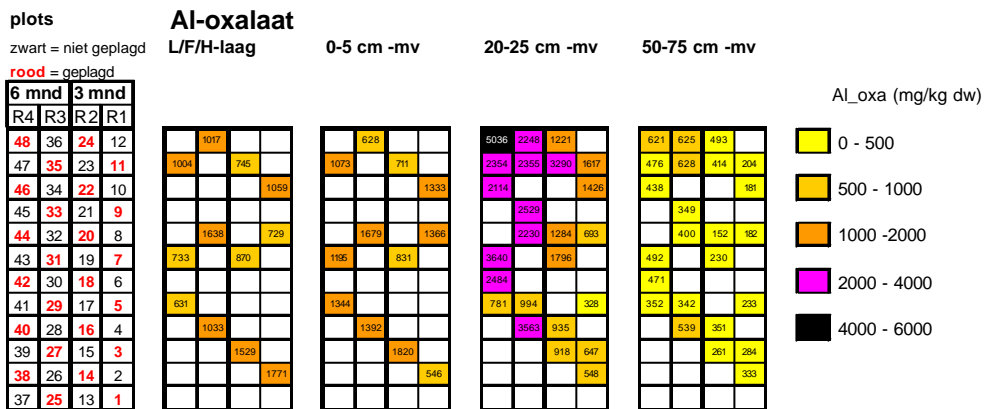
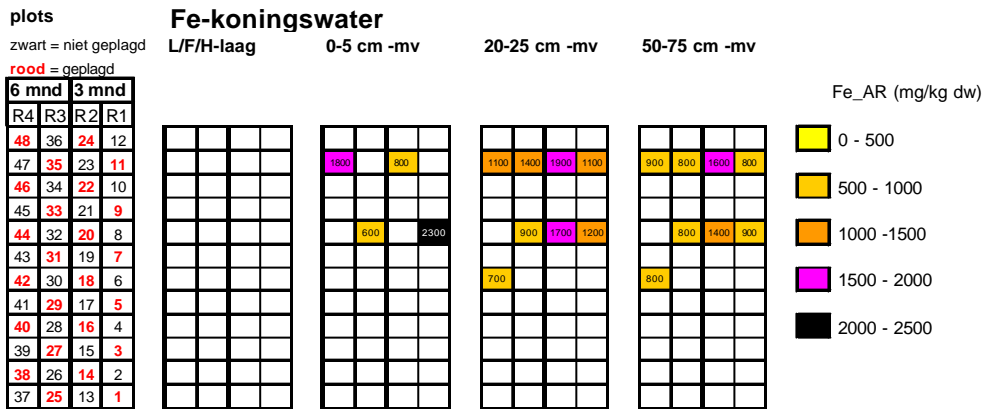
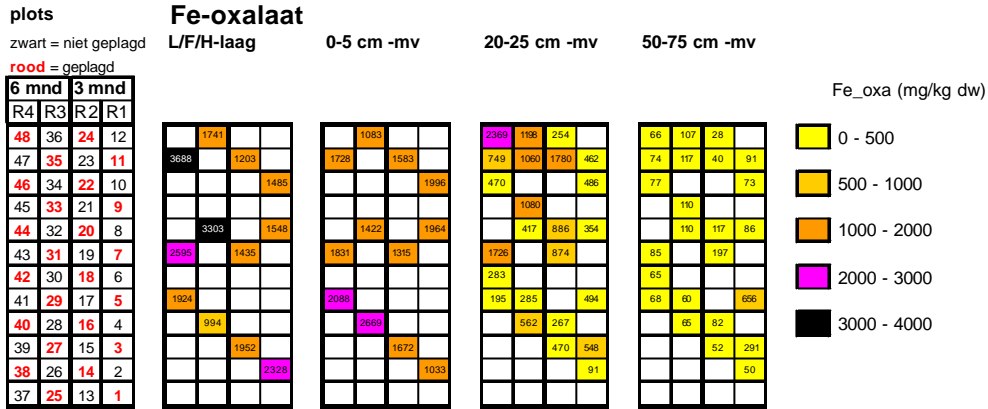
Cu_oxa heeft de hoogste waarden in de L/F/H-laag en neemt in het minerale profiel met de diepte af. Blijkbaar wordt koper sterk geadsorbeerd in het bovenste deel van het bodemprofiel. Het metaal kan zowel aan organisch materiaal en kleideeltjes (CEC) als aan hydroxiden goed geadsorbeerd worden (Alloway, 1985). Cu_AR heeft in de minerale lagen hogere waarden dan Cu_oxa en de hoogste waarden treden op in de laag op 0-5 en 20-25 cm.

Pb_oxa is het hoogst in de bovenste minerale laag (0-5 cm). De herkomst van lood in natuurgebieden zonder overstroming is doorgaans vervuiling via atmosferische depositie. Door de stratificatie van de bodem-pH adsorbeert het lood slecht in de L/F/H-laag die het meest zuur is. In relatief zure bodems wordt lood vooral aan het kationadsorbtielcomplex van organisch materiaal en kleimineralen geadsorbeerd en weinig aan hydroxiden (Alloway, 1985). De adsorptie van lood is daarom pH-gevoelig (weinig adsorptie bij een lage pH met een hoge H-bezetting). Bij Pb_AR treden plaatselijk hoge waarden op in de laag op 0-5 en 20-25 cm.

Ni_oxa is het hoogst in de L/F/H-laag en meestal laag in de minerale lagen. Blijkbaar treedt in de L/F/H-laag sterke adsorptie op van dit metaal. Ni_AR is juist het hoogst in de diepere minerale lagen. Zn_oxa en Zn_AR vertonen een vergelijkbaar diepteprofiel als bij nikkel. Bij Zn_oxa zit wel een kleine piek in het diepteprofiel op 20-25 cm diepte.

As_oxa is het hoogst in de minerale lagen op 0-5 cm en 20-25 cm. De As_AR waarden liggen in deze lagen dicht in de buurt van As_oxa. Hieruit kan worden afgeleid dat het meeste arseen in geadsorbeerde vorm voorkomt. Adsorptie op hydroxiden van As^{5+} vindt plaats vanaf pH 4 en van As^{3+} vanaf pH 7. Op organische stof vindt maximale sorptie plaats bij pH 5,5 (Alloway, 1985). Door deze pH-gevoeligheid van arseen wordt het in de bodem, die voor de zuurgraad sterk is gestratificeerd, pas op enige diepte in de bodem geadsorbeerd.

Koper, nikkel, zink en arseen komen in Nederland vaak als sporenelement voor in pyriet (Van Beek, 1999). Omdat het onderzoeksperceel vroeger een kwelgebied is geweest is het zeer waarschijnlijk dat er vroeger in de bodem pyriet is gevormd. Deze pyrietvorming trad het beste op in organische lagen (A-horizont + de grotendeels verdwenen O-laag), omdat organisch materiaal als een goede reductor voor sulfaat in het grondwater fungeert (Van Beek et al., 2001). Door de langdurige verdroging die in dit voormalige kwelgebied is opgetreden, is het pyriet in de toplaag geoxideerd (zie paragraaf 4.9.4). Genoemde metalen komen daarbij snel in relatief hoge concentraties vrij. Uit eerder onderzoek in Lankheet (Aggenbach et al., 2005) bleek dat in het water van sloten die kwelwater ontvangen, verhoogde gehalten aan nikkel, zink en koper optreden. De sterke correlatie van de metalen met het sulfaatgehalte van het slootwater duidt daarbij op een herkomst uit pyriet. Sporenmetalen die uit pyriet vrijkomen worden in de bodem van een voormalig kwelgebied dat is omgeslagen naar infiltratie in belangrijke mate geadsorbeerd aan hydroxiden van ijzer en aluminium en door kationuitwisseling aan organische stof en kleimineralen. Dit was het geval in het onderzoeksperceel toen het in 2005 in verdroogde toestand verkeerde (voorafgaand aan de vernatting van 2006). Koper, nikkel en zink worden daarbij sterk geadsorbeerd in de ecto-organische laag. Arseen is in het verzuurde bodemprofiel uitgespoeld naar de minerale toplaag, wegens zijn pH-gevoeligheid van sorbtielprocessen. Lood en soms ook zink kunnen worden aangevoerd door atmosferische depositie. Lood is vanwege de pH-gevoeligheid voor adsorptie aan het kationencomplex ook uitgespoeld naar de minerale toplaag.



Figuur 21: Patronen in metaalgehalten gemeten in oxalaat- en koningswaterextracties in de bodemlagen.

plots

zwart = niet geplagd

rood = geplagd

6 mnd		3 mnd	
R4	R3	R2	R1
48	36	24	12
47	35	23	11
46	34	22	10
45	33	21	9
44	32	20	8
43	31	19	7
42	30	18	6
41	29	17	5
40	28	16	4
39	27	15	3
38	26	14	2
37	25	13	1

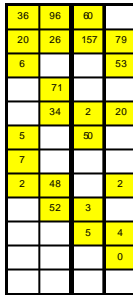
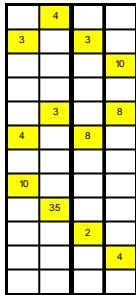
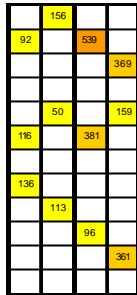
Mn-oxalaat

L/F/H-laag

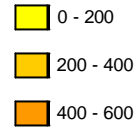
0-5 cm -mv

20-25 cm -mv

50-75 cm -mv



Mn_oxa (mg/kg dw)



plots

zwart = niet geplagd

rood = geplagd

6 mnd		3 mnd	
R4	R3	R2	R1
48	36	24	12
47	35	23	11
46	34	22	10
45	33	21	9
44	32	20	8
43	31	19	7
42	30	18	6
41	29	17	5
40	28	16	4
39	27	15	3
38	26	14	2
37	25	13	1

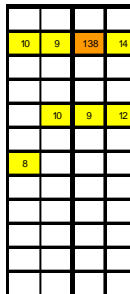
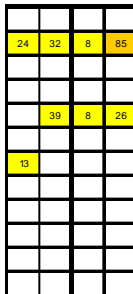
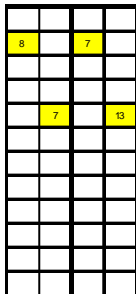
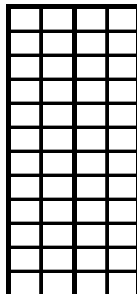
Mn-koningswater

L/F/H-laag

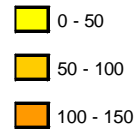
0-5 cm -mv

20-25 cm -mv

50-75 cm -mv



Mn_AR (mg/kg dw)



plots

zwart = niet geplagd

rood = geplagd

6 mnd		3 mnd	
R4	R3	R2	R1
48	36	24	12
47	35	23	11
46	34	22	10
45	33	21	9
44	32	20	8
43	31	19	7
42	30	18	6
41	29	17	5
40	28	16	4
39	27	15	3
38	26	14	2
37	25	13	1

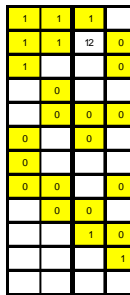
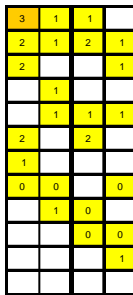
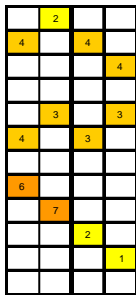
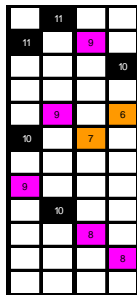
Cu-oxalaat

L/F/H-laag

0-5 cm -mv

20-25 cm -mv

50-75 cm -mv



Cu_oxa (mg/kg dw)



plots

zwart = niet geplagd

rood = geplagd

6 mnd		3 mnd	
R4	R3	R2	R1
48	36	24	12
47	35	23	11
46	34	22	10
45	33	21	9
44	32	20	8
43	31	19	7
42	30	18	6
41	29	17	5
40	28	16	4
39	27	15	3
38	26	14	2
37	25	13	1

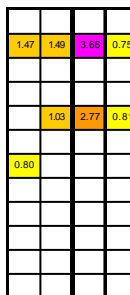
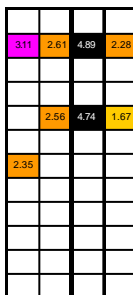
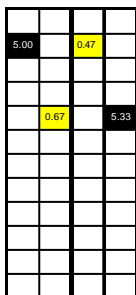
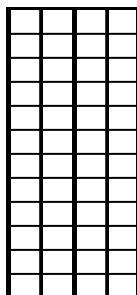
Cu-koningswater

L/F/H-laag

0-5 cm -mv

20-25 cm -mv

50-75 cm -mv



Cu_AR (mg/kg dw)



Vervolg figuur 21.

4.10 Vegetatieontwikkeling

Methode

In 2005 zijn de vegetatieopnamen opgenomen op 13 oktober en 1 november in cirkelvormige opnamen met een diameter van 3,0 m. Er waren toen nog geen geplagde plots. In 2006 zijn vegetatieopnamen opgenomen op 19 september en 4 oktober. In dat jaar bedroeg de diameter van de opname op de ongeplagde locaties 3,0 m en op de geplagde locaties 1,5 m. De toegepaste abundantieschaal voor het schatten van bedekking en aantal individuen van plantensoorten is die van Londo. Bij bedekking van de boomlaag is de bedekking van de boomlaag met een straal van 5 meter rond het centrum van het proefvlak geschat. Voor de bedekking van de struik-, kruidlaag is de bedekking van uitsluitend de begroeiing boven het proefvlak meegenomen. Opgenomen soorten wortelen uitsluitend in het proefvlak. De meeste mossoorten op de bodem, liggende takken en stamvoeten van bomen zijn meegenomen met uitzondering van enkele zeer kleine, weinig bedekkende soorten. Als er water op maaiveld stond, is de bedekking hiervan geschat en de diepte gemeten.

Resultaten

In bijlage 6 staan de vegetatieopnamen van 2005 en 2006. De opnamen zijn gerangschikt op basis van overeenkomstige soortensamenstelling.

De opnamen van 2005 en 2006 zijn ingedeeld naar lokale vegetatietypen (zie bijlage 6). Er is onderscheid gemaakt tussen drie vegetatietypen:

1. een type met veenmossen (type 1) behorende tot het *Carici curtae-Betuletum typicum*;
2. een type met Elzenzegge (type 2) behorende tot het *Carici elongatae-Alnetum typicum* en rompgemeenschappen van het *Alnion*;
3. een type met Klein kroos (type 3);
4. een type met nauwelijks vegetatie (type 4).

Vegetatietype 1 wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van veenmossen (*Sphagnum*). Kenmerkende soorten van vegetatietype 2 zijn Elzenzegge (*Carex elongata*), Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en Gewone braam (*Rubus fruticosus ag.*). Het betreft hier een matig ontwikkeld Gewoon elzenbroek dat deels gedegradeerd is naar rompgemeenschappen. Afhankelijk van de dominante soort(en) in de kruidlaag is vegetatietype 2 opgesplitst in vier subtypen:

- (2) geen aspect bepalende soort in de kruidlaag (*Carici elongatae-Alnetum typicum*);
- (2a) Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) aspectbepalend (*RG Molinea caerulea [Alnion]*);
- (2b) Elzenzegge (*Carex elongata*) aspectbepalend (*Carici elongatae-Alnetum typicum*);
- (2c) Riet (*Phragmites australis*) aspectbepalend (*Carici elongatae-Alnetum typicum*).

Vegetatietype 3 wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van Klein kroos (*Lemna minor*). Type 4 betreft geplagde plots die in 2006 geïnundeerd waren (ook tijdens het opnemen) en waar nog nauwelijks vestiging van soorten was opgetreden.

Het merendeel (65%) van de opnamen kan worden gerekend tot vegetatietype 2. Hiervan behoort 30% tot subtype (2a), 18% tot subtype (2b), 5% tot subtype (2c) en 47% bestaat uit de rest van de opnamen. Het vegetatietype wordt in zowel 2005 als in ongeplagde plots in 2006 aangetroffen.

Type 1 is in een klein deel van de plots aangetroffen in het zuidelijke deel van het gebied in zowel 2005 als ongeplagde locaties in 2006. De aanwezige veenmossen (*Sphagnum*) zijn indicatief voor zure standplaatsen. Dit verspreidingspatroon komt goed overeen met het gevonden patroon in basenrijkdom van de bodem en het grondwater (resp. paragraaf 4.9.1 en 4.8).

Vegetatietype 3 is alleen in 2006 vastgesteld in geplagde plots en een paar niet geplagde plots. Deze plots zijn gedurende een groot deel van het jaar geïnundeerd met oppervlaktewater en daarom komt hier watervegetatie met Klein kroos (*Lemna minor*) en Sterrenkroos (*Callitriche*) voor. Daarnaast zijn er ook geplagde plots die permanent onder water staan, waar desondanks geen watervegetatie aanwezig is. Zij worden tot de categorie open water (type 4) gerekend.

Tabel 5 geeft de ontwikkeling van de soorten tussen 2005 en 2006. Voor zowel de groep geplagde als ongeplagde opnamen is voor elk jaar presentatie in de opnamen en gemiddelde bedekking van een soort voor de opnamen waarin hij voorkomt, bepaald.

Voor de veranderingen in de vegetatie tussen 2005 en 2006 is het belangrijk onderscheid te maken tussen geplagde en ongeplagde plots. In geplagde plots is logischerwijs het aantal soorten en de bedekking van individuele soorten afgenomen als gevolg van het plagen. De meeste van deze plots staan op dit moment (bijna) permanent onder water en hierom komt in een aantal plots watervegetatie met Klein kroos (*Lemna minor*) en Sterrenkroos (*Callitriche*) voor. Macrofyten die in de bodem wortelen hebben zich hier nauwelijks gevestigd. Op de randen van geplagde plots heeft zich overigens wel Egelboterbloem gevestigd. Voor de ongeplagde plots zijn de verschillen tussen 2005 en 2006 minimaal (zie tabel 5), ondanks het feit dat er voor aanvang van de bevoeiing (november 2006) sterke vernatting is opgetreden. De vegetatie is hier nog niet in evenwicht met de nieuwe hydrologische situatie en de periode waarover de ontwikkeling is bekeken (1 jaar) is nog te kort om veranderingen goed te kunnen signaleren. Bij de opnamen van 2006 viel wel op dat Stekelvarens er minder vitaal uitzagen (sterke geel-verkleuring). Verder vertoont Fijn laddermos een afname van de bedekking, Elzenzegge een toename van de presentie en Framboos en Gewoon sterremos een afname in presentie. Mogelijk vertonen Pijpestrootje en Riet een toename van de bedekking.

Tabel 5 Ontwikkeling van bedekking en presentie in ongeplagde en geplagde plots tussen 2005 en 2006

	Karakteristieke bedekking (%)				Presentie (%)			
	wel geplagd		niet geplagd		wel geplagd		niet geplagd	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Boomlaag								
Alnus glutinosa	0	0	28	24	0	0	20	8 Zwarte els
Betula pubescens	8	6	6	5	4	2	4	3 Zachte berk
Rhamnus frangula	0	0	1	0	0	0	1	0 Sporkehout
Struiklaag	0	0	0	0	0	0	0	0
Alnus glutinosa	0	0	7	8	0	0	2	2 Zwarte els
Betula pubescens	0	0	7	7	0	0	2	2 Zachte berk
Ilex aquifolium	0	0	1	0	0	0	1	0 Hulst
Prunus serotina	0	0	3	2	0	0	2	1 Amerikaanse vogelkers
Rhamnus frangula	1	0	6	3	6	0	16	9 Sporkehout
Rubus fruticosus ag.	0	0	1	0	0	0	1	0 Gewone braam
Salix aurita	0	0	0	13	0	0	0	3 Geoorde wilg
Salix cinerea	0	0	30	0	0	0	1	0 Grauwe en Rossige wilg
Moslaag	0	0	0	0	0	0	0	0
Aulacomnium androgynum	0	0	1	0	0	0	1	0 Gewoon knopjesmos
Brachythecium rutabulum	2	0	2	1	1	0	9	9 Gewoon dikkopmos
Brachythecium species	0	0	1	1	0	0	3	3 Dikkopmos (G)
Calliergonella cuspidata	0	0	1	0	0	0	5	0 Gewoon puntmos
Calypogeia species	0	0	1	0	0	0	1	0 Buidelmos (G)
Dicranella heteromalla	0	0	1	1	0	0	1	1 Gewoon pluïjesmos
Dicranum species	0	0	1	0	0	0	1	0 Gaffeltandmos (G)
Eurhynchium praelongum	43	0	11	3	22	0	24	18 Fijn laddermos
Hypnum cupressiforme s.l. species	0	0	1	1	0	0	5	1 Gewoon klauwtjesmos (G)
Hypnum species	0	0	0	1	0	0	0	1 Klauwtjesmos (G)
Lophocolea bidentata	0	0	1	0	0	0	5	0 Gewoon kantmos
Lophocolea heterophylla	0	0	1	0	0	0	1	0 Gedrongen kantmos
Mnium hornum	1	0	4	1	5	0	14	13 Gewoon sterrenmos
Plagiomnium species	0	0	0	1	0	0	0	1 Boogsterrenmos (G)
Plagiothecium species	0	0	1	1	0	0	6	2 Platmos (G)
Polytrichum species	11	0	2	2	10	0	6	6 Haarmos (G)
Pseudoscleropodium purum	1	0	5	7	1	0	9	6 Groot laddermos
Rhytiadelphus squarrosus	0	0	2	0	0	0	2	0 Gewoon haakmos
Sphagnum fimbriatum	2	0	1	0	1	0	1	0 Gewimperd veenmos
Sphagnum flexuosum	0	0	30	0	0	0	1	0 Slang veenmos
Sphagnum palustre	41	1	12	31	3	1	4	3 Gewoon veenmos

Vervolg tabel 5.

	Karakteristieke bedekking (%)				Presentie (%)				
	wel geplagd		niet geplagd		wel geplagd		niet geplagd		
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	
Kruidlaag	0	0	0	0	0	0	0	0	
Agrostis canina	10	1	1	1	3	1	2	3	Moerasstruisgras
Agrostis stolonifera	0	0	0	1	0	0	0	1	Fioringras
Alnus glutinosa	1	0	1	1	1	0	1	1	Zwarte els
Athyrium filix-femina	3	0	1	0	2	0	1	0	Wijfjesvaren
Betula pubescens	1	0	1	1	2	0	1	3	Zachte berk
Callitriche species	0	1	0	1	0	4	0	2	Sterrenkroos (G)
Carex curta	0	0	0	1	0	0	0	1	Zompzegge
Carex elongata	6	0	6	5	13	0	8	13	Elzenzegge
Carex nigra	1	0	0	1	1	0	0	1	Zwarte zegge
Carex pseudocyperus	1	0	0	0	1	0	0	0	Hoge cyperzegge
Carex remota	0	0	3	4	0	0	2	2	IJle zegge
Deschampsia flexuosa	1	0	1	1	1	0	1	1	Bochtige smele
Dryopteris carthusiana	0	0	7	5	0	0	22	19	Smalle stekelvaren
Dryopteris carthusiana + D. dilatata	0	0	1	13	0	0	2	1	Smalle en Brede stekelvaren
Dryopteris dilatata	8	0	6	4	22	0	10	9	Brede stekelvaren
Eupatorium cannabinum	0	0	0	1	0	0	0	1	Koninginnenkruid
Fagus sylvatica	1	0	0	1	4	0	0	1	Beuk
Galium palustre	1	1	0	0	2	1	0	0	Moeraswalstro
Glyceria fluitans	0	0	0	1	0	0	0	1	Mannagras
Hedera helix	1	0	1	1	3	0	5	5	Klimop
Holcus mollis	0	0	1	0	0	0	1	0	Gladder witbol
Iris pseudacorus	1	0	1	1	3	0	2	3	Gele lis
Juncus bulbosus	0	1	0	0	0	1	0	0	Knolrus
Juncus effusus	3	0	1	1	5	0	4	4	Pitrus
Lemna minor	0	51	0	11	0	10	0	10	Klein kroos
Lonicera periclymenum	1	0	1	1	3	0	3	2	Wilde kamperfoelie
Lysimachia vulgaris	1	1	1	1	5	4	7	12	Grote wederik
Lythrum salicaria	0	0	0	1	0	0	0	1	Grote kattenstaart
Molinia caerulea	24	0	6	10	20	0	18	16	Pijpenstrootje
Phragmites australis	1	1	3	8	8	7	12	13	Riet
Picea abies	1	0	1	1	4	0	1	3	Fijnspar
Poa trivialis	0	0	1	0	0	0	1	0	Ruw beemdgras
Prunus padus	1	0	0	0	1	0	0	0	Vogelkers
Prunus serotina	1	0	1	1	5	0	3	2	Amerikaanse vogelkers
Quercus robur	1	0	1	1	6	0	7	8	Zomereik
Rhamnus frangula	1	0	1	1	13	0	6	8	Sporkehout
Rubus fruticosus ag.	2	0	2	1	19	0	19	16	Gewone braam
Rubus idaeus	2	0	2	1	4	0	9	1	Framboos
Sorbus aucuparia	3	0	1	1	5	0	1	2	Wilde lijsterbes
Vaccinium myrtillus	1	0	1	1	1	0	3	2	Blauwe bosbes
Vicia sativa s. nigra	0	0	0	1	0	0	0	1	Smalle wikke s.s.

5 Conclusies en discussie

5.1 Waterhuishouding

Nulsituatie

Het onderzoeksperceel ligt in het uiteinde van een slenkvormige laagte. Tegenwoordig is het maaiveld daar zo laag dat het perceel zelf een kom is binnen deze slenk. De vroegere vergraving en aanleg van dammetjes belemmerden tevens de afwatering over maaiveld. Voor aanleg van de helofytfilters zorgden een drainerende landbouwsloot aan de oostzijde van het perceel en andere diepe sloten op het landgoed (o.a Heekslat) dat het onderzoeksperceel gedurende lange tijd was verdroogd (decennia). Voor intensivering van de ontwatering op het landgoed trad er in het gebied kwel op van basenrijk grondwater. Dit grondwater was afkomstig uit een lokaal grondwatersysteem waarvan het intrekgebied in de dekzandrug ten zuidoostzijde van de laagte ligt (Dik et al., concept). Door de intensivering van de ontwatering was de freatische grondwaterstand sterk verlaagd en traden diepe zomergrondwaterstanden op onder maaiveld (ca. 0,85 cm). Daarnaast ging infiltratie van neerslagwater optreden en trad er geen of nauwelijks meer kwel op. Mogelijk trad wel nog kwel van basenarm grondwater op aan de noordrand van het onderzoeksperceel via ondiepe stroombanen. De verdroging leidde in de laagte tot maaiveldsverlaging door de veraarding van de moerige en venige toplaag van de bodem (zie paragraaf 5.2). Hierdoor werd de kom waarin het onderzoeksperceel ligt dieper en kon het neerslagwater moeilijk afstromen over maaiveld. Een groot deel van het neerslagoverschot in de winter en het voorjaar zeeg in.

Situatie 2006

In het voorjaar van 2006 treedt door veranderingen in de waterhuishouding in de directe omgeving van het onderzoeksperceel sterke vernatting op. Oorzaken zijn: (1) het verwijderen van de drainerende landbouwsloot aan de oostzijde, (2) een sterke verhoging van de freatische stand in de omgeving over een groot oppervlakte door aanleg van de helofytfilters aan de oost- en noordoostzijde en (3) het instellen van een hoog drainageniveau in de sloot die water uit het perceel afvoert en water uit de helofytfilters doorvoert (zie figuur 2). Deze veranderingen zorgen voor een sterke stijging van de freatische stand in het voorjaar en zomer. De waterstand zakt in 2006 nauwelijks meer uit onder maaiveld en de zomerstanden bevinden zich rond of net boven maaiveld. De sterke verhoging van de freatische stand ter plekke van de helofytfilters kan ook geleid hebben tot het optreden van kwel plaatselijk in het perceel.

In de zomer van 2006 treedt in een tweetal perioden ongepland instroom van oppervlaktewater op dat afkomstig is uit de helofytfilters. Deze bevoeiing hield verband met de uitvoering van inrichtingswerkzaamheden en pogingen om het onderzoeksperceel af te wateren ten behoeven van het vergroten van plaggen. Bijzonder fenomeen zijn de dagelijkse oscillaties (meestal 5, soms tot 20 cm) van de waterstand in het perceel die worden veroorzaakt door het dagritme van bevoeien en uitpompen van de helofytfilters. Deze oscillaties treden altijd op, zowel wanneer het oppervlaktewater van doorvoersloot vrij kan instromen bij geopende stuwten als wanneer het oppervlaktewater niet kan instromen bij gesloten stuwten. De oscillaties in de helofytfilters en doorvoersloot planten zich dus ook voort via

drukschommelingen in het freatisch pakket naar de freatische stand in het onderzoeksperceel. De dagelijkse oscillatie draagt in perioden met instroom van oppervlaktewater bij aan een sterke verspreiding van het oppervlaktewater uit de helofytenfilters.

In de zomer van 2006 bestaat er ruimtelijke variatie in het kwel/infiltratiepatroon. In de zuidoosthoek zijn geen potentiaalverschillen aanwezig (hydrologisch neutraal) of treedt kwel op. De overige delen zijn overwegend infiltrerend. Dit ruimtelijke patroon wordt bevestigd door chemische veranderingen in het grondwater in 2006 (toename van Cl, Na en K). De potentiaalverschillen zijn doorgaans klein. Door de goede doorlatendheid van de bodem en het freatisch pakket kunnen bij geringe potentiaalverschillen toch hoge infiltratie- en kwelintensiteiten optreden (ordegrootte enkele mm/d, zie paragraaf 5.3). Deze goede doorlatendheid is juist ook de reden dat de gemeten potentiaalverschillen klein zijn. Vermoedelijk zorgt de dagelijkse oscillatie van grondwaterpotentialen en de freatische stand ook voor sterke oscillaties in de intensiteit van kwel en infiltratie. Dit kan de dispersie van grondwater (menging) bevorderen.

5.2 Bodem

Nulsituatie

De bodem bestaat uit beekerdgrond in een zandprofiel. Bovenin bestaat het minerale profiel uit meestal zwak lemig, matig fijn zand en dieper leemarm, matig grof zand. In de bodem hebben zich vooral mull- en mullmoder- en deels moder humusvormen ontwikkeld. De ecto-organische laag bestaat vooral uit strooisel en verteerd strooisel en vaak voor een kleiner deel uit humus. Veen en moerige lagen komen nauwelijks voor. De aanwezigheid van wortels op de elzenstobben boven maaiveld (elzenstobben op 'stelten') duidt op sterke inklinking en veraarding van de bodem als gevolg van verdroging. Een groot deel van moerige en venige afzettingen die voor de verdroging zeer waarschijnlijk aanwezig waren, zijn grotendeels verdwenen. De aangetroffen beekerdprofielen zijn dus een relict van een historische situatie die natter en ook voor een belangrijk deel basenrijker was dan de nulsituatie in 2005. Door verdroging en verzuring is zich op deze profielen een vrij dikke strooisellaag gaan opbouwen. Uit de C/P-ratio's blijkt de afbraak van plantenmateriaal in deze laag relatief langzaam verloopt. De bodem was nog niet lang genoeg verdroogd en verzuurd voor de ontwikkeling van in- en uitspoelingslagen (podzolvorming). Door de aanwezigheid van relatief veel ijzer- en aluminiumhydroxiden in de toplaag kon geen (sterke) uitspoeling van chelaten optreden

De humushoudende minerale laag (A-horizont) is in 2005 ca. 10-30 cm dik en rijk aan organisch stof (ca. 7-30 %). Daaronder is het organische stofgehalte laag. In de minerale laag neemt met de diepte de fractie van moeilijk afbreekbaar organisch materiaal (black carbon) toe wat samenhangt met de toename van het aandeel oude humus in het organische materiaal. In het noordelijke deel trad in 2005 door veenmosgroei plaatselijk veenvorming op (dunne laag op het minerale profiel). Omdat dit deel van het perceel het meest zuur is, kon hier ondanks de diep wegzakkende zomergrondwaterstanden een veenlaagje van veenmos ontwikkelen. Door de lage zuurgraad treedt hier weinig afbraak op.

5.3 Basenchemie

Nulsituatie

In 2005 is de bodem sterk gestratificeerd voor de zuurgraad en basenverzadiging. In de L/F/H-laag en de toplaag van het minerale profiel heersen zure omstandigheden

met een pH_KCl meestal lager dan 3,5. Voor de basenverzadiging is een vergelijkbare gelaagdheid aanwezig in de minerale lagen: oplopend van 0-5 cm naar 50-75 cm onder bovenkant minerale profiel. Deze stratificatie van basen is een gevolg van de verzuring die in de verdroogde situatie met inzijging van neerslagwater is gaan optreden. Door het ontbreken van toestroming van baserijk grondwater worden aangevoerde zuren (depositie) en geproduceerde zuren (wortels, bodemleven) in de toplaag van de bodem niet meer gebufferd door kationenuitwisseling tussen het katione-adsorbtielcomplex en bodemvocht maar door ijzer- en aluminiumhydroxiden. Na aanvang van de verdroging is de basenverzadiging van de toplaag gedaald door kationuitwisseling en zijn de basische kationen (vnl. Ca, Mg) uitgespoeld. De oxidatie van pyriet in het bovenste deel van het bodemprofiel dat sinds de verdroging langdurig droogviel, heeft bijgedragen aan de verzuring. De gelaagdheid van basen in de bodem komt ook in sterke mate overeen met de gelaagdheid van Ca, Mg, pH, HCO₃ in het grondwater: bovenin laag en met de diepte toenemend. In de uitgangssituatie wordt de baserijkdom van het grondwater vooral bepaald door kationuitwisselingsreacties. Omdat momenteel het katione-adsorbtielcomplex in de toplaag van het bodemprofiel reeds ver is uitgelooft is blijft de baserijkdom van het infiltrerende regenwater laag. Dieper in het profiel neemt de baserijkdom van het inzijgende neerslagwater toe omdat het door kationuitwisseling verrijkt wordt met basische kationen (vooral Ca en Mg). Terwijl in de vroegere situatie kwel van baserijk grondwater een hoge basenverzadiging conditioneerde, conditioneert in de uitgangssituatie van het experiment (2005) de basenverzadiging van de bodem de baserijkdom van grondwater.

De basenverzadiging in de ecto-organische laag wijkt enigszins af van het boven beschreven stratificatiepatroon. Deze is hoger dan de top van het minerale profiel. Vermoedelijk vindt er aanvoer van basen via het bladstrooisel plaats. Het strooisel bestaat voor een belangrijk deel uit elzenblad en Zwarte els is in een groot deel van het perceel de dominante boomsoort. Elzenstrooisel staat bekend om zijn hoge baserijkdom (Hommel et al., 2002). De elzen kunnen de basen opnemen uit de diepere baserijke lagen in de bodem. Hierdoor worden er basen via de vegetatie in het bodemprofiel gecirculeerd en werd daarmee ook de verzuring enigszins geremd.

In de diepere lagen (20-25, 50-75 cm) treden duidelijke ruimtelijke verschillen op in de basenverzadiging: relatief hoog in het noordelijke deel en relatief laag in het zuidelijke deel. In de pH van de bodem komt deze ruimtelijke verdeling minder duidelijk naar voren. Deze gradiënt komt in belangrijke mate overeen met de verschillen in diepteprofielen van basen in het grondwater. In het zuidelijke deel is het grondwater tot over een diepte van 2 m onder maaiveld basenarm. Deze gradiënt hangt vermoedelijk samen met het vroegere patroon in grondwaterkwaliteit: in het zuidelijke deel een smalle zone aan de voet van de dekzandrug is basenarm grondwater aanwezig dat toestroomt/toestroomde via ondiepe stroombanen door kalkarm zand en meer noordelijk baserijk grondwater dat toestroomde via diepere stroombanen die in contact kwamen met kalkhoudende afzettingen.

Ontwikkeling zomer 2006

De ontwikkeling van de baserijkdom in 2006 kan alleen voor het oppervlakte- en grondwater worden besproken omdat hiervan alleen metingen beschikbaar zijn. Door periodieke instroom van oppervlaktewater uit de helofyfilters nemen tussen april en september de baserijkdom, chloride- en sulfaatgehalte duidelijk toe. In het noordelijk deel, waar de introoppunten liggen, zal invloed van mineraalrijker oppervlaktewater het sterkst zijn geweest. Op locaties met infiltratie leidt dat tot verhoging van het Cl- en deels ook Na- en K-gehalte in het grondwater (ondieper meer en dieper minder). Deze veranderingen treden het sterkst op in het noordelijke deel. Uit de stijging van het Cl-gehalte tot een diepte van 200 cm onder maaiveld kan worden afgeleid dat het oppervlaktewater in een korte periode al diep kan indringen. Een indicatieve berekening van de infiltratiesnelheid die daarvoor nodig is, komt uit op ca. 3 mm/d (berekening van vervanging grondwater over profiel van 200 cm met bergingscoëfficiënt van 0,3 in 180 dagen).

Op een deel van de meetlocaties treedt gedurende het voorjaar en zomer van 2006 in het grondwater reductie van sulfaat op. Dit leidt tot een toename van HCO_3^- en de pH, vooral in het bovenste deel van het profiel. De indringing van relatief sulfaatrijk oppervlaktewater draagt bij aan deze interne alkanisatie. In het noordelijk deel, waar het gehele waterprofiel basenarm is en geen oppervlaktewater infiltreerde, leidde reductie tot een grote pH-stijging van het grondwater in de toplaag.

Het Ca- en Mg-gehalte van het grondwater verandert niet of nauwelijks. De indringing van basenrijk grondwater op locaties met infiltratie leidt dus niet snel tot een stijging van de basenrijkdom. Oorzaak hiervan is dat momenteel de basenverzadiging van de bodem nog het Ca- en Mg-gehalte van het grondwater conditioneert. Er vindt dus kationuitwisseling plaats (Ca en Mg van het geïnfiltrerde water naar het kationuitwisselingscomplex), die onder de reduceerde omstandigheden die in de bodem momenteel aanwezig zijn goed kan verlopen. Bij reductie van sulfaat wordt H^+ geconsumeerd door de vorming van HCO_3^- . Dit bevordert de afgifte van H^+ vanaf het CEC.

Ontwikkeling gedurende november 2006 - maart 2007 tijdens eerste bevoeiingsseizoen

De eerste bevoeiing in de winter van 2006/2007 leidt tot een stijging van het elektrisch geleidingsvermogen (EC) en pH van het oppervlaktewater. Vanaf half november tot begin februari werd eerst het westelijke, 6 maandscompartiment bevoeid. Door lekkages in het scheidingsdammetje dringt het bevoeiingswater echter ook onbedoeld door in het oostelijke 3 maandscompartiment. Een doorbraak in de dam verergerd dat nog. De stijging van de EC en de pH is in een deel van het 3 maandsvak minder sterk. Wanneer het 3 maandscompartiment vanaf begin februari via het openen van de stuwen wordt bevoeid krijgen vrijwel alle plots in dit compartiment een hoge pH en EC. In het meest zuidelijke deel blijft nog water aanwezig met een iets lagere pH en EC. Geconcludeerd kan worden dat het bevoeiingswater zich goed in de compartimenten kan verspreiden.

5.4 Nutriënten

Nulsituatie

De C/P-verhouding van de bodem neemt met de diepte toe. In de L/F/H-horizont is ze veel hoger dan in de minerale lagen, hetgeen duidt op een lage decompositie in de ecto-organische horizont en een hoge decompositie in de A-horizont. In het noordelijke deel is de C/P-ratio van de minerale laag op 20-25 cm lager. Minder basenrijke omstandigheden leiden hier tot een kleinere decompositie. In de diepe laag is de C/P-verhouding het laagst. Aangezien hier het aandeel moeilijk verweerbare humus in de organische stof hoger is (zie paragraaf 5.2) kan worden afgeleid dat P en ook N vooral in micro-organismen aanwezig is. De C/N-ratio is ook het hoogst in de L/F/H-horizont. In de ondiepe minerale lagen (0-5 en 20-25 cm) zijn de waarden min of meer gelijk.

Anorganische fosfaat is zeer vermoedelijk in belangrijke mate geadsorbeerd aan ijzer- en aluminiumhydroxiden. In de L/F/H-laag en de toplaag van het minerale profiel hebben de hoogste waarden aan geadsorbeerd fosfaat. De fosfaatverzadiging is hier vrij hoog om dat het gehalte aan Al- en Fe-hydroxiden matig hoog is. In de diepere minerale lagen is de fosfaatverzadiging laag.

Perspectief bij vernatting

Mobilisatie van fosfaat door reductie van Fe-hydroxiden a.g.v. van vernatting zal dus vooral in de F/L/H-laag en bovenste deel van de A-horizont leiden tot een relatief sterke mobilisatie van fosfaat (stijging van het P-ortho in het bodemvocht). De sterke toename van ortho-fosfaat ondiep in de bodem op één locatie gedurende 2006 (wanneer de vernatting is opgetreden) bevestigt dit. Andere meetlocaties laten echter geen of een minder sterke stijging van ortho-fosfaat zien. Mogelijk treden op kleine

schaal grote verschillen op in desorbtie van fosfaat door heterogeniteit van de bodem. In potentie kan er dus door vernatting een vrij sterke eutrofiëring optreden met fosfaat.

Het effect van aanvoer van nutriënten door bevoeiingswater is in dit stadium van het onderzoek nog niet bekeken omdat data hiervan nog niet verwerkt zijn.

5.5 Redoxchemie en metalen

Nulsituatie

In de uitgangssituatie was het bovenste deel van het bodemprofiel door het diep wegzakken van de zomergrondwaterstand in de zomer geoxideerd en 's winters vermoedelijk niet sterk gereduceerd. Het optreden van vrij hoge sulfaatgehalten in het grondwater in april 2006 (representatief voor de nulsituatie in winter/vroege voorjaar) geeft aan dat geen volledige reductie optrad in het natte seizoen. De aanwezigheid van relatief veel Fe-hydroxiden in de L/F/H-laag en minerale toplaag geeft ook aan dat bovenin het bodemprofiel oxidatie was opgetreden. Dieper is de bodem wel meer gereduceerd en zijn er minder Fe-hydroxiden aanwezig.

Waarschijnlijk is het pyriet dat was afgezet in de vroegere natte situatie met kwel, uit de toplaag verdwenen door oxidatie. Dieper in het minerale profiel (50-75 cm) kan wel nog pyriet aanwezig zijn. Dit deel van de bodem was in de nulsituatie gedurende het jaar langer waterverzadigd.

Door de pyrietoxidatie zijn zware metalen (koper, nikkel, zink en arseen) die in pyriet waren gebonden vrijgekomen. Door adsorbtie aan hydroxiden en/of het kationenadsorbtiecomplex worden deze metalen bovenin het profiel 'vastgehouden'. Koper, nikkel en zink worden daarbij sterk geadsorbeerd in de ecto-organische laag. Arseen is in het verzuurde bodemprofiel uitgespoeld naar de minerale toplaag, wegens zijn pH-gevoeligheid van sorbtieprocessen. Verandering van een gereduceerde historische situatie naar een geoxideerde toplaag in de nulsituatie heeft dus ook de vorm waarin zware metalen beschikbaar zijn gewijzigd. Het heeft niet geleid tot uitspoeling van deze metalen uit de bodem. Door de verschuiving van opslag in mineralen naar adsorbtie kan de biobeschikbaarheid van deze metalen voor organismen zijn toegenomen. Of in de nulsituatie toxiciteitseffecten voor bodemorganisme optreden en of dit van invloed is op de bioactiviteit en humusvorming is de vraag.

Lood en soms ook zink kunnen worden aangevoerd door atmosferische depositie. Er is duidelijk accumulatie van lood opgetreden en vanwege de pH-gevoeligheid voor adsorptie aan het kationencomplex is dit element net als arseen uitgespoeld naar de minerale toplaag. Lood is het systeem via depositie is binnengekomen en hoopt zich dus op.

Ontwikkeling 2006

De veranderingen in de chemische samenstelling van het grondwater geeft een goede indicatie van veranderingen in de redoxtoestand. Afname van het sulfaatgehalte, vooral ondiep in de bodem, geeft aan dat in de loop van het voorjaar en zomer reductie is opgetreden. Deze reductie is een gevolg van de vernatting die is opgetreden vanaf het voorjaar en heeft een alkaniserend effect (zie paragraaf 5.3). Deze alkanisering bevordert de oplading van het kationenadsorbtiecomplex met basische kationen. De reductie leidt ook tot afname van Fe-hydroxiden (zichtbaar in de toename van Fe in grondwater). De reductie van Fe-hydroxiden werkt weer door in de desorbtie van fosfaat en metalen als nikkel, arseen en selenium (ook zichtbaar aan toename van gehalte in grondwater). De overgang van een bodem met een geoxideerde toplaag naar een bodem met een gereduceerd profiel kan dus leiden tot een hogere biobeschikbaarheid van toxische metalen. Op een langere termijn kunnen door pyrietvorming en vorming van andere mineralen die zulke metalen inbouwen de concentraties van deze metalen in het grondwater weer afnemen.

5.6 Vegetatie

Nulsituatie

In de nulsituatie bestaat de vegetatie uit overwegend een matig ontwikkeld *Carici elongatae-Alnetum typicum* en de RG *Molinea caerulea* [Alnion] en plaatselijk het *Carici curtae-Betuletum typicum*. Het verspreidingspatroon van de bostypen komt overeen met de zuid-noord gradiënt in basenrijkdom. Het regelmatig voorkomen van Pijpestrootje, Braam en frequent voorkomen van Wilde kamperfoelie en Haarmos in de twee eerst genoemde vegetatietypen indiceert relatief zure omstandigheden. Basenminnende grote-zeggensoorten en Dotterbloem ontbreken. Dit hangt samen met de sterke verzuring van de toplaag en de diep wegzakkende zomergrondwaterstanden.

Ontwikkeling in 2006

In de ongeplagde plots treedt nauwelijks een verandering op in het voorkomen van soorten. Wellicht profiteren Elzenzegge, Pijpestrootje en Riet met een lichte toename van de vernatting. In 2006 trad ook vrij veel kieming op van Elzenzegge terwijl daarvoor kiemlingen nauwelijks werden waargenomen. De tijdspanne tussen 2005 en 2006 is te kort voor de vegetatie in de ongeplagde plots om sterk te reageren op de veranderingen door de vernatting. In de geplagde plots verdwijnen vrijwel alle soorten en vestigen zich nauwelijks wortelende macrofyten en geen mossen. In het noordelijke deel verschijnt wel Klein kroos (vaak met hoge bedekking) en Sterrekroos in vooral geplagde plots en een klein deel van de ongeplagde plots. Dit indiceert eutrofe omstandigheden in het oppervlaktewater dat hier in 2006 vrijwel permanent op maaiveld stond. Het verschijnen van deze soorten houdt geen verband met het patroon van fosfaatverzadiging en de potentiële desorbtië van fosfaat in de toplaag van de bodem door vernatting. Het feit dat deze verandering optreedt in het noordelijk deel dichtbij de introoppunten waar in de zomer periodiek instroom van water uit de helofytfilters optrad, kan er op duiden dat dit water nutriëntenrijk is. In de instroomkolk en aanvoersloot groeit ook veel Klein kroos. Deze hypothese moet worden getoetst aan metingen aan het uitgaande water van de helofytfilters.

5.7 Evaluatie proefopzet

De proefopzet beoogt om in twee compartimenten de effecten van verschillende bevoeiingsregimes te onderzoeken: een compartiment waarin 6 maanden bevoeiing plaatsvindt (november t/m april) en een compartiment waarin 3 maanden bevoeiing plaatsvindt (februari t/m april). Elk compartiment dient min of meer dezelfde uitgangssituatie met een gelijke variatie in abiotiek en vegetatie te bevatten. Beide compartimenten komen vrij goed overeen in hoogteligging, bodemopbouw (ecto-organisch>A-horizont>A of A/C laag), hebben dezelfde gradiënt in basenrijkdom (gestratificeerd profiel > basenarm profiel), hebben dezelfde stratificatie voor basenrijkdom en bevatten dezelfde gradiënt in de vegetatie (*Carici elongatae-Alnetum* > *Carici curtae - Alnetum*). De patronen van C/P-, C/N-ratios, potentieel desorbeerbaar fosfaat zijn ook gelijk. Er zijn ook enige verschillen. De hoogteligging van geplagde plots heeft in het 6 maandscompartiment een grotere spreiding. In dit compartiment worden ook vaker mull-humusvormen aangetroffen en is deels de L-horizont dikker en deels de F-horizont dikker dan in het 3 maandscompartiment. De A-laag heeft wel min of meer dezelfde dikte. Het 6 maandscompartiment heeft een toplaag die rijker is aan geadsorbeerd fosfaat en een minerale laag op 20-25 cm die rijker is aan aluminium- en ijzerhydroxiden.

De inrichting van de waterhuishouding heeft geleid tot een sterke verhoging van de zomergrondwaterstanden waardoor in een groot deel van de ongeplagde onderzoeksplots 's zomers standen boven of rond maaiveld optreden. Voor het Gewoon elzenbroek (*Carici -elongatae-Alnetum*) is dat niet optimaal en zouden zomerstanden die in een deel van het perceel enkele decimeters onder maaiveld

wegzakken beter zijn geweest. Bezwaarlijk is ook dat de meeste geplagde plots permanent enkele decimeters onder water staan. Dit belemmert de vestiging van plantensoorten uit zaad en sporen. Gekeken moet worden of de afwatering in de zomermaanden kan worden verbeterd.

Onbedoeld is er in de zomer van 2006 instroom van oppervlaktewater opgetreden. Daarnaast leidde lekkages in de scheidingskade in de bevoeiingsperiode 2006/2007 tot vervroegde instroom van oppervlaktewater in het 3 maandscompartiment. Door herstel van de kade zijn deze lekkages momenteel verholpen en kan er in de vervolgseizoenen volgens plan bevoeid worden. Omdat verwacht wordt dat herstel van de basenverzadiging langere tijd nodig heeft en het experiment gepland is voor een duur van vijf bevoeiingsseizoenen wordt niet verwacht dat de vergelijking van de verschillende bevoeiingsregimes niet meer mogelijk is. Door uitval van de aanvoer van beekwater naar de helofytfilters begin november startte de bevoeiing van het 6 maandscompartiment twee weken later dan gepland. De onbedoelde instroom van oppervlaktewater in de zomer van 2006 en de monitoring van grondwaterkwaliteit maakt duidelijk dat infiltratie van oppervlaktewater optreedt in het onderzoeksperceel. De opgetreden vernatting van de omgeving leidt niet tot een te grote druk in het freatisch pakket waardoor infiltratie zou worden belemmerd. Met het experiment kan daarom daadwerkelijk de effecten van infiltrerend oppervlaktewater op de bodem, chemie en vegetatie van een gedegradeerd Elzenbroekbos worden onderzocht.

6 Literatuur

Aggenbach, C.J.S., E. Brinkmann, A. Doomen & C. Maas (2005). Herstel van bevoeiing op landgoed Het Lankheet. Monitoring resultaten oktober 2002 - april 2004. KWR 03.077, Kiwa Water Research, Nieuwegein.

Alloway (1985). Trace substances in environmental health.

Beek, van, C.G.E.M. (1999): Herkomst van sporenelementen in grond- en oppervlaktewater, onvermoede bronnen en bekende processen, H2O 32 (9) 23-26.

Beek, van, C.G.E.M., M.H. Jalink & A.F.M. Meuleman (2001): De verzwaveling van grondwater in zandgronden, Landschap 18 (4) 263-272.

Delft, B. van (2004). Veldgids humusvormen. Beschrijving en classificatie van humusprofielen voor ecologische toepassing. Alterra, Wageningen UR, Wageningen.

Dik, P.E., P.J.T. van Bakel, M.J.D. Hack-Ten Broeke & E.P. Querner (concept). Hydrologische berekeningen voor landgoed Lankheet. Mogelijkheden voor waterberging en verdrogingsbestrijding bij aanleg van rietvelden. Alterra.

Hommel, P.W.F.M., R.H. Kemmers & R.W. de Waal (2006). Herstel Vogelkers-Essenbos in Het Lankheet. Voortgangsrapportage 2005-2006: beschrijving uitgangssituatie. Alterra.

Hommel, P.W.F.M., Th. Spek & R.W. de Waal (2002). Boomsoort, strooiselkwaliteit en ondergroei op verzuringgevoelige bodem; een verkennend literatuur- en veldonderzoek. Rapport 509. Alterra, Wageningen. 112 pp.

Koopmans, G.F., W.J. Chardon, P.A.I. Ehlert, J. Dolfing, R.A.A. Suurs, O. Oenema & W.H. van Riemsdijk, 2004. Phosphorus availability for plant uptake in a phosphorus-enriched noncalcareous sandy soil. J. Environ. Qual. 33:965-975.

Bijlage 1 Beschrijving minerale profielen

datum	veldcode nr.	lokatie	D van diepte van cm	D tot diepte tot cm	Textuur	Kleur	Bijzonderheden
1-11-2005	pq2-pq3	Lankheet	0	90	fijn zand	onderin lichtgrijs, naar boven toe bruiner	
1-11-2005	pq2-pq3	Lankheet	90	100	matig fijn zand		
1-11-2005	pq10-pq11	Lankheet	0	90	fijn zand/ matig fijn zand		
1-11-2005	pq10-pq11	Lankheet	90	100	matig fijn zand		
1-11-2005	pq37-pq38	Lankheet	0	10	sterk verteerd strooisel		vergraven
1-11-2005	pq37-pq38	Lankheet	20	80	fijn zand	donkerbruin	vergraven
1-11-2005	pq37-pq38	Lankheet	90	100	matig fijn zand	grijs	
1-11-2005	pq47-pq48	Lankheet	10	30	fijn zand	bruin	vergraven
1-11-2005	pq47-pq48	Lankheet	40	60	fijn zand + volledig verteerd strooisel/ humus	donkerbruin	vergraven
1-11-2005	pq47-pq48	Lankheet	70	90	fijn zand	bruin	
1-11-2005	pq47-pq48	Lankheet	90	100	matig fijn zand	roodbruin	

Bijlage 2 Chemische analyses watermonsters monsterbuislocaties

Locatie	filter _nr	bovenkant filter	onderka nt filter	O = opp.water G= gr.water	date	CO2 (mg/l)	EGV_lab (µS/cm 20C)	HCO3 (mg/l)	pH	T_lab (C)	T_veld (C)	H2S_geur 2 = zwak
		(m onder maaiveld)										
1	1			O	20060428	72,7	136		3,7	19,4	15,6	
1	1			O	20060920		749	85,0	6,4	17,5	16,7	
1	2	0	0,1	G	20060428						13,6	
1	2	0	0,1	G	20060920				7,1	18,6		
1	3	0,2	0,3	G	20060428						12,8	
1	3	0,2	0,3	G	20060920		270	45,0	5,6	17,6	16,7	
1	4	0,55	0,65	G	20060428		60	4,9	5,0	18,2	12,0	2
1	4	0,55	0,65	G	20060920		325	15,0	5,1	17,0	15,7	
1	5	1,05	1,15	G	20060428		79	21,4	5,4	18,4	11,2	
1	5	1,05	1,15	G	20060920		270	25,0	5,5	16,4	15,5	
1	6	2	2,1	G	20060428		226	24,6	5,7	17,8	9,9	
1	6	2	2,1	G	20060920		498	27,0	5,8	16,7	14,3	
2	1			O	20060428		72	19,5	6,0	18,7	14,9	
2	1			O	20060920		754	66,0	6,5	17,1	17,4	
2	2	0	0,1	G	20060920		497		5,2	17,9	17,2	
2	3	0,2	0,3	G	20060920		476	75,0	5,8	17,4	16,7	2
2	4	0,55	0,65	G	20060920				6,3	17,7	16,4	2
2	5	1,05	1,15	G	20060428		290	103,1	6,2	17,8	11,6	2
2	5	1,05	1,15	G	20060920		601	145,0	5,9	16,7	16,1	
2	6	2	2,1	G	20060428		381	192,0	7,3	16,9	10,7	
2	6	2	2,1	G	20060920		711	160,0	6,4	16,9	14,9	

Locatie	filter _nr	bovenkant filter	onderka nt filter	O = opp.water G= gr.water	date	CO2 (mg/l)	EGV_lab (µS/cm 20C)	HCO3 (mg/l)	pH	T_lab (C)	T_veld (C)	H2S_geur 2 = zwak
		(m onder maaiveld)										
3	1			O	20060428	52,4	139		3,4	19,0	12,4	
3	1			O	20060920		260	24,0	5,3	17,5	15,8	
3	3	0,2	0,3	G	20060428	117,6	91		4,8	18,6	11,1	
3	3	0,2	0,3	G	20060920		272	26,0	5,4	17,0	15,8	
3	4	0,55	0,65	G	20060428	63,8	100		4,7	18,1	10,7	2
3	4	0,55	0,65	G	20060920		305	<6,1	4,6	16,9	15,8	
3	5	1,05	1,15	G	20060428	93,7	200		4,0	17,8	10,2	2
3	5	1,05	1,15	G	20060920		324	<6,1	4,2	16,7	15,2	
3	6	2	2,1	G	20060428	74,6	159		4,1	17,0	9,9	
3	6	2	2,1	G	20060920		284	<6,1	4,2	16,7	14,4	
4	1			O	20060428	42,7	83		4,7	19,0	16,9	
4	1			O	20060920		886	155,0	6,9	17,5	17,2	
4	2	0	0,1	G	20060920		520	40,0	5,4	16,6	15,9	
4	3	0,2	0,3	G	20060428		84	28,2	5,3	18,7	12,4	2
4	3	0,2	0,3	G	20060920		607	69,0	5,7	15,9	15,5	
4	4	0,55	0,65	G	20060428		115	24,6	5,5	18,7	12,0	2
4	4	0,55	0,65	G	20060920		235	67,0	5,8	16,8	15,5	
4	5	1,05	1,15	G	20060428		282	45,4	5,7	18,1	13,0	2
4	5	1,05	1,15	G	20060920		509	86,0	5,8	15,6	15,0	
4	6	2	2,1	G	20060428		322	119,4	6,9	17,3	10,2	2
4	6	2	2,1	G	20060920		650	130,0	6,6	16,0	13,9	

Locatie	filter_nr	date	Al (µg/l)	As (µg/l)	Br (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Cl (mg/l)	Co (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Fe (mg/l)	Hg (µg/l)	K (mg/l)
			ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP
1	1	20060428	1160	3,1	52	7,9	0,73	13	1,68	3,50	3,20	2,70	<0,10	4,28
1	1	20060920	129	2,3	116	40,4	0,10	49	0,84	1,30	3,40	0,39	<0,10	14,58
1	2	20060428												
1	2	20060920												
1	3	20060428												
1	3	20060920	1090	3,5	225	21,6	<0,05	18	3,10	3,60	1,00	2,53	<0,10	3,01
1	4	20060428	1049	0,5	21	11,7	0,35	10	7,65	1,30	0,80	0,03	<0,10	1,72
1	4	20060920	1328	3,5	156	19,8	0,24	32	27,07	1,40	4,80	1,33	<0,10	2,54
1	5	20060428	336	<0,50	10	15,8	0,45	5	0,69	1,50	3,80	0,02	<0,10	0,35
1	5	20060920	376	1,5	14	19,6	0,73	9	0,74	2,10	6,40	1,21	0,10	0,39
1	6	20060428	5	<0,50	85	28,9	<0,05	15	0,13	0,50	0,50	<0,01	<0,10	3,56
1	6	20060920	9	<0,50	74	34,2	0,06	19	0,11	<0,50	6,80	0,02	<0,10	4,46
2	1	20060428	922	3,9	44	19,7	0,12	6	1,47	3,00	2,20	1,51	<0,10	1,97
2	1	20060920	135	2,1	110	37,5	<0,05	49	0,48	1,40	2,80	0,30	<0,10	16,14
2	2	20060920												
2	3	20060920	1348	5,3	271	32,5	<0,05	35	2,22	4,20	8,20	3,81	0,10	5,48
2	4	20060920												
2	5	20060428	34	1,5	20	53,9	<0,05	6	0,54	0,50	0,80	0,28	<0,10	0,20
2	5	20060920	485	11,6	260	60,2	<0,05	29	0,81	3,30	5,60	2,02	0,10	0,20
2	6	20060428	3	0,8	20	71,9	<0,05	6	<0,02	<0,50	0,40	0,03	<0,10	0,60
2	6	20060920	61	4,8	61	73,3	<0,05	17	<0,02	1,30	4,80	0,81	<0,10	0,82

Locatie	filter_nr	date	Al (µg/l)	As (µg/l)	Br (µg/l)	Ca (mg/l)	Cd (µg/l)	Cl (mg/l)	Co (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Fe (mg/l)	Hg (µg/l)	K (mg/l)
			ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP
3	1	20060428	1542	0,6	44	7,3	0,95	26	1,97	1,00	0,80	0,68	<0,10	5,78
3	1	20060920	836	5,3	141	19,5	0,27	27	3,55	3,30	3,20	3,70	<0,100000	5,52
3	3	20060428	1766	1,1	37	19,1	0,50	14	6,92	1,80	0,80	0,51	<0,10	1,50
3	3	20060920	1588	1,6	126	14,4	<0,05	19	5,82	4,00	2,00	2,08	<0,10	1,31
3	4	20060428	1678	<0,50	26	20,6	3,92	6	13,02	0,90	1,00	<0,01	<0,10	0,91
3	4	20060920	2264	<0,50	31	14,7	4,21	8	14,21	1,40	8,20	0,20	<0,10	1,27
3	5	20060428	6944	<0,50	24	8,8	1,74	6	3,55	1,20	2,50	<0,01	<0,10	0,72
3	5	20060920	5276	<0,50	29	8,5	1,64	7	2,70	1,60	3,30	0,01	<0,10	1,22
3	6	20060428	3628	<0,50	15	9,5	1,16	3	3,33	<0,50	0,70	<0,01	<0,10	0,97
3	6	20060920	3195	<0,50	22	8,8	0,98	6	2,96	0,50	2,60	<0,01	<0,10	1,90
4	1	20060428	1285	2,9	92	15,6	0,67	13	3,32	3,10	2,80	1,46	<0,10	5,61
4	1	20060920	38	1,3	98	68,8	<0,05	49	0,40	1,10	2,50	0,13	<0,10	16,22
4	2	20060920	1804	12,5	316	24,2	0,07	44	6,44	8,10	3,10	13,72	<0,10	12,76
4	3	20060428	1459	4,5	130	21,5	<0,05	12	6,81	4,80	1,60	6,43	<0,10	6,54
4	3	20060920	1196	16,2	337	31,7	0,10	44	9,08	5,80	2,20	12,38	<0,10	13,92
4	4	20060428	389	2,9	72	34,0	0,13	13	3,04	2,00	3,90	0,24	<0,10	7,36
4	4	20060920	1302	14,7	291	37,2	<0,05	35	8,25	6,50	1,40	2,97	<0,10	6,21
4	5	20060428	205	3,0	46	48,0	<0,05	10	1,38	1,60	3,30	1,13	<0,10	5,72
4	5	20060920	457	7,6	167	46,3	<0,05	21	0,83	5,80	1,70	6,04	<0,10	6,02
4	6	20060428	7	<0,50	27	66,1	<0,05	5	0,58	<0,50	2,80	<0,01	<0,10	2,25
4	6	20060920	10	<0,50	40	67,2	0,06	10	1,11	0,90	4,10	<0,01	<0,10	2,47

Locatie	filter_nr	date	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	NO3 (mg/l)	P (µg/l)	Pb (µg/l)	PO4 (mg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Zn (µg/l)
			ICP	ICP	ICP	ICP		ICP	ICP		ICP	ICP	ICP
3	1	20060428	2,25	0,15	18,60	3,60		29	1,8		15	2,61	77,1
3	1	20060920	3,68	0,23	17,80	7,10	<0,05	178	2,6	1,01	13	10,97	53,3
3	3	20060428	1,93	0,09	12,10	6,00		43	0,3		19	5,18	105,8
3	3	20060920	1,31	0,07	12,60	8,70	0,06	238	1,2	1,49	5	12,26	2,2
3	4	20060428	4,43	0,38	8,60	20,70		109	10,2		26	6,58	390,8
3	4	20060920	3,07	0,30	8,10	27,40	2,27	94	10,6	1,18	21	9,69	347,7
3	5	20060428	3,12	0,27	9,10	4,20		23	25,0		26	5,73	109,2
3	5	20060920	2,40	0,16	7,80	3,60	3,04	<20,00	29,8	<0,05	22	8,20	87,9
3	6	20060428	1,99	0,27	7,40	8,10		<20,00	61,2		20	7,53	14,0
3	6	20060920	1,68	0,18	9,00	3,30	5,59	<20,00	24,5	<0,05	16	10,90	12,9
4	1	20060428	2,75	0,78	9,90	8,10		73	3,4		11	0,27	77,0
4	1	20060920	8,14	0,09	41,30	3,70	1,98	45	0,7	<0,05	24	1,86	5,0
4	2	20060920	3,88	0,76	25,30	16,70	<0,05	748	3,8	1,57	10	10,42	14,6
4	3	20060428	2,17	1,20	7,00	11,80		216	1,3		8	7,10	15,6
4	3	20060920	4,71	1,27	28,60	16,60	<0,05	453	2,0	0,99	16	7,88	12,3
4	4	20060428	2,72	0,49	9,80	7,00		34	13,0		23	7,00	30,9
4	4	20060920	2,73	0,85	16,30	26,40	<0,05	98	1,8	<0,05	4	10,05	16,6
4	5	20060428	1,85	0,05	13,50	10,20		30	0,5		29	6,66	3,8
4	5	20060920	1,83	0,08	13,40	15,30	<0,05	66	0,4	<0,05	15	12,96	1,4
4	6	20060428	6,58	0,03	5,90	3,60		25	25,3		27	2,02	5,4
4	6	20060920	6,28	0,04	8,80	5,60	<0,05	<20,00	18,2	<0,05	25	4,11	2,3

Locatie	filter_nr	date	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Na (mg/l)	Ni (µg/l)	NO3 (mg/l)	P (µg/l)	Pb (µg/l)	PO4 (mg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Zn (µg/l)
			ICP	ICP	ICP	ICP		ICP	ICP		ICP	ICP	ICP
1	1	20060428	1,12	0,43	8,20	5,70		132	4,3		7	1,51	74,3
1	1	20060920	6,56	0,26	37,00	3,90	3,68	123	2,1	0,02	23	3,14	21,6
1	2	20060428											
1	2	20060920											
1	3	20060428											
1	3	20060920	1,61	0,34	8,20	8,90	0,14	89	2,5	<0,05	3	10,90	11,0
1	4	20060428	0,99	1,17	7,00	3,90		29	2,7		8	5,66	320,0
1	4	20060920	1,86	2,91	10,40	10,30	0,71	31	3,4	<0,05	9	11,23	513,8
1	5	20060428	0,71	0,20	15,60	1,50		101	55,1		6	8,80	5,1
1	5	20060920	0,96	0,19	11,90	1,10	10,32	113	21,5	<0,05	10	11,52	1,7
1	6	20060428	4,41	0,05	8,40	1,10		138	18,3		21	5,52	4,8
1	6	20060920	5,39	0,06	10,90	1,60	14,07	148	5,0	0,59	25	8,31	4,5
2	1	20060428	1,59	0,13	6,20	3,40		171	4,4		10	4,03	14,8
2	1	20060920	5,74	0,14	37,60	2,40	1,55	45	1,5	<0,05	24	3,23	21,7
2	2	20060920											
2	3	20060920	1,82	0,12	23,40	7,00	<0,05	118	1,2	<0,05	4	8,23	6,1
2	4	20060920											
2	5	20060428	3,67	0,02	10,50	0,60		28	8,8		19	4,11	2,7
2	5	20060920	3,40	0,04	16,20	5,30	<0,05	44	0,5	<0,05	6	10,39	1,9
2	6	20060428	5,44	0,02	11,40	<0,20		59	0,1		17	3,22	1,3
2	6	20060920	5,69	0,04	11,30	<0,20	0,33	75	0,8	<0,05	18	12,71	0,9

Bijlage 3 Plagschema, bodembemonstering en relatieve maaiveldhoogte van plots

Plot_nr	Relatieve hoogte maaiveld (m)	plag	monsterlocatie	monster voor pyriet en zware metalen	bemonstering van:		
					strooisel	minerale laag (cm onder bovenkant)	
					0-5	20-25	50-75
1	0.41	x					
2	0.38		x		x	x	x
3	0.11	x	x			x	x
4	0.36						
5	0.11	x	x			x	x
6	0.35						
7	0.16	x					
8	0.35		x	x	x	x	x
9	0.00	x					
10	0.55		x		x	x	x
11	0.32	x	x	x		x	x
12	0.59						
13	0.40						
14	0.35	x					
15	0.22		x		x	x	x
16	0.13	x	x			x	x
17	0.25						
18	0.08	x					
19	0.30		x		x	x	x
20	0.23	x	x	x		x	x
21	0.32						
22	0.30	x					
23	0.53		x	x	x	x	x
24	0.30	x	x			x	x
25	0.15	x					
26	0.34						
27	0.10	x					
28	0.35		x		x	x	x
29	0.07	x	x			x	x
30	0.33						
31	0.29	x					
32	0.20		x	x	x	x	x
33	0.29	x	x			x	x
34	0.19						
35	0.32	x	x	x		x	x
36	0.56		x		x	x	x
37	0.50						
38	0.12	x					
39	0.27						
40	0.14	x					
41	0.24		x		x	x	x
42	0.08	x	x	x		x	x
43	0.25		x		x	x	x
44	0.28	x					
45	0.27						
46	0.16	x	x			x	x
47	0.47		x	x	x	x	x
48	0.26	x	x			x	x

Bijlage 4 Fysische en chemische analyses bodemmonsters

Plot nr	Bovenkant cm tov top	Onderkant cm tov top	Bodem-horizont	Datum	Clay	Grain	Grain	Grain	Grain	pHKCl	TGA105	TGA350	TGA500	TGA1000	PYR-C	PYR-S	PYR-N
					Size	Size	Size	Size	Size	ry weight	ignition	ignition	ignition	C-org	S-total	N-total	
					<=2mu	<=16mu	<=32mu	<=64mu	<=210mu	pH-KCl	residue	residue	residue	residue			
					%	%	%	%	%		105 °C	350 °C	450-550 °C	1000 °C	%	mg / kg	mg / kg
					VU	VU	VU	VU	VU	GG	VU	VU	VU	VU	VU	VU	VU
										LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB
2	-4	0	L/Hr	20051013						4,1							
2	0	5	Ah	20051013	3,60	6,18	7,36	14,79	79,26	3,9	98,94	96,96	93,38	92,83			
2	20	25	C	20051013	2,40	3,75	4,37	8,81	74,58	4,3	99,66	99,64	98,61	98,28			
2	50	75	C	20051013	0,80	1,05	1,27	4,42	64,28	4,5	99,81	99,88	99,56	99,36			
3	20	25	C	20051013	1,82	2,87	3,38	7,97	70,30	3,9	99,38	98,49	96,82	96,52			
3	50	75	C	20051013	1,21	1,59	1,89	7,27	76,79	4,2	99,71	99,64	98,83	98,53			
5	20	25	C	20051013	1,51	2,14	2,43	5,92	71,50	4,1	99,76	99,60	98,97	98,78			
5	50	75	C	20051013	0,90	1,15	1,38	5,35	68,65	4,1	99,77	99,67	99,03	98,80			
8	-4	0	L/H	20051013						3,5							
8	0	5	Ah	20051013	5,45	10,46	12,78	20,10	70,91	3,3	99,59	87,48	83,82	83,08	7,22	402	4591
8	20	25	A->C	20051013	3,27	5,33	6,29	13,82	74,68	4,6	99,76	97,54	94,99	94,46	2,84	405	1517
8	50	75	C	20051013	0,91	1,18	1,38	4,80	70,88	4,9	99,88	99,65	99,12	98,91	0,47	140	236
10	-4	0	L/H	20051013						3,6							
10	0	5	A	20051013	8,20	16,03	19,38	27,58	73,18	3,5	98,55	92,02	89,37	88,68			
10	20	25	A/C	20051013	4,01	7,17	8,64	17,32	80,06	4,4	99,17	97,84	95,15	94,65			
10	50	75	C	20051013	0,96	1,24	1,41	4,20	68,80	4,8	99,83	99,80	99,44	99,26			
11	20	25	A->C	20051013	6,70	12,38	14,83	22,62	75,41	4,7	98,88	96,96	93,64	93,05	3,80	207	1846
11	50	75	C	20051013	0,92	1,15	1,32	4,13	68,21	4,9	99,81	99,78	99,33	99,15	0,30	12	142
15	-10	0	L/H	20051013						3,0							
15	0	5	Ah	20051013	3,41	6,40	7,84	14,26	66,88	3,5	98,57	94,59	89,46	88,96			
15	20	25	C	20051013	1,59	2,41	2,81	7,07	62,47	4,1	99,49	98,94	97,16	96,78			
15	50	75	C	20051013	0,67	0,88	1,05	3,72	48,36	4,5	99,80	99,77	99,38	99,14			
16	20	25	C	20051013	2,89	5,05	6,04	12,83	75,39	5,0	99,34	99,01	96,44	95,87			
16	50	75	C	20051013	0,90	1,25	1,49	4,97	60,65	5,0	99,73	99,75	99,02	98,72			
19	-4	0	L/H	20051013						3,5							
19	0	5	A/C	20051013	5,59	9,80	11,57	18,61	74,66	3,6	99,14	97,49	95,43	94,95			
19	20	25	A/C	20051013	6,54	12,17	14,63	23,07	78,08	4,2	98,71	96,42	92,57	91,86			
19	50	75	C	20051013	1,00	1,40	1,66	5,25	60,33	4,8	99,71	99,67	98,91	98,69			
20	20	25	Ah	20051013	5,72	10,39	12,60	24,62	85,15	5,1	98,56	96,24	92,04	91,31	4,97	368	2935
20	50	75	C	20051013	1,16	1,51	1,73	5,23	70,63	5,2	99,83	99,79	99,46	99,28	0,35	107	155
23	-6	0	L/H	20051013						3,3							
23	0	5	Ah	20051013	4,82	8,98	10,89	17,09	67,94	3,2	98,95	95,86	93,36	92,89	4,02	115	2312
23	20	25	A/C	20051013	7,48	15,72	19,62	29,39	77,55	4,5	97,87	89,60	84,95	84,38	8,66	480	3710
23	50	75	C	20051013	1,58	2,33	2,74	7,62	77,54	4,8	99,73	99,69	99,02	98,81	0,62	126	247
24	20	25	C	20051013	2,62	5,12	6,36	11,57	66,64	5,0	99,16	98,12	95,43	95,01			
24	50	75	C	20051013	1,07	1,42	1,69	5,85	70,00	5,0	99,76	99,73	99,23	99,04			

Plot nr	Bovenkant cm tov top mineraal profiel	Onderkant cm tov top mineraal profiel	Bodem-horizont	Datum	Clay Size <=2mu % VU	Grain Size <=16mu % VU	Grain Size <=32mu % VU	Grain Size <=64mu % VU	Grain Size <=210mu % VU	pHKCl pH-KCl GG LAB	TGA105 ry weight residue 105 °C VU LAB	TGA350 ignition residue 350 °C % VU LAB	TGA500 ignition residue 450-550 °C % VU LAB	TGA1000 burning residue 1000 °C % VU LAB	PYR-C C-org % VU LAB	PYR-S S-total mg / kg VU LAB	PYR-N N-total mg / kg VU LAB
28	-5	0	L	20051101						2,6							
28	0	5	H/Ah	20051101	3,98	9,60	12,95	22,44	71,42	2,6	95,13	65,55	55,33	53,34			
28	20	25	A/C	20051101	5,70	12,06	15,20	24,42	77,09	4,1	98,37	94,59	89,31	88,43			
28	50	75	C	20051101	1,27	1,91	2,31	6,85	70,33	4,3	99,72	99,72	98,83	98,49			
29	20	25	Ah	20051101	3,50	6,51	7,95	14,15	66,85	4,0	99,47	99,32	97,40	96,92			
29	50	75	C	20051101	1,11	1,52	1,81	5,64	65,61	4,3	99,75	99,69	99,11	98,87			
32	-5	0	L	20051101						2,7							
32	0	5	(H)/Ah	20051101	5,62	11,65	14,58	22,45	68,97	3,4	97,99	89,80	84,42	83,69	7,52	572	4601
32	20	25	A/C	20051101	5,46	11,20	14,18	26,79	84,50	4,7	99,75	95,52	89,86	89,14	5,69	380	3072
32	50	75	C	20051101	1,34	2,03	2,41	6,20	66,78	4,7	99,87	99,43	98,55	98,28	0,68	421	335
33	20	25	Ah	20051101	6,34	12,31	14,99	23,55	73,99	4,6	98,40	94,15	90,86	90,11			
33	50	75	C	20051101	1,22	1,71	1,99	5,48	69,94	4,8	99,77	99,74	99,23	99,03			
35	20	25	A/C	20051101	6,05	12,24	15,13	23,01	72,27	4,3	98,73	95,42	92,11	91,52	5,02	159	2324
35	50	75	C	20051101	1,42	2,29	2,77	6,70	65,85	4,7	99,60	99,56	98,51	98,20	1,31	485	560
36	-5	0	L/F/H	20051101						2,8							
36	0	5	Ah	20051101	4,97	9,15	11,06	16,60	63,36	3,3	98,85	93,92	91,60	91,00			
36	20	25	Ah	20051101	5,98	12,48	15,59	23,24	65,77	4,3	98,82	94,80	92,09	91,64			
36	50	75	C	20051101	1,20	1,87	2,26	5,98	64,03	4,7	99,68	99,58	98,70	98,47			
41	-4	0	L	20051101						2,7							
41	0	5	(H)/Ah	20051101	5,26	13,61	18,53	32,65	91,36	2,8	96,97	77,58	71,34	70,50			
41	20	25	C	20051101	1,58	2,54	3,05	7,45	72,33	4,0	99,71	99,51	98,58	98,36			
41	50	75	C	20051101	0,99	1,31	1,58	5,57	70,25	4,6	99,82	99,82	99,49	99,32			
42	20	25	C	20051101	8,66	17,85	22,38	33,47	81,54	4,7	98,44	95,78	90,18	89,46	5,83	212	2355
42	50	75	C	20051101	1,34	2,04	2,48	7,34	77,90	4,9	99,73	99,60	98,84	98,62	0,70	121	272
43	-5	0	L	20051101						2,8							
43	0	5	(H)/Ah	20051101	5,37	10,24	12,45	19,21	74,00	3,2	98,59	91,04	88,56	87,97			
43	20	25	A/C	20051101	5,67	11,53	14,16	22,29	77,60	4,3	98,12	90,39	87,08	86,40			
43	50	75	C	20051101	1,27	1,81	2,12	5,76	71,19	4,6	99,85	99,48	98,59	98,31			
46	20	25	Ah	20051101	4,61	8,82	10,87	21,29	81,99	5,0	99,57	94,49	90,86	90,02			
46	50	75	C	20051101	1,04	1,57	1,91	5,82	61,50	5,2	99,86	99,69	99,11	98,88			
47	-3	0	L	20051101						3,0							
47	0	5	(H)/Ah	20051101	4,88	9,96	12,45	20,48	75,97	3,2	98,53	93,93	88,34	87,64	6,07	328	3983
47	20	25	Ah	20051101	5,28	9,86	11,89	19,59	74,84	4,6	98,42	96,47	92,00	91,30	4,09	277	2163
47	50	75	C	20051101	1,01	1,45	1,76	5,64	67,39	4,6	99,90	99,49	98,86	98,64	0,65	124	309
48	20	25	L	20051101	7,38	15,96	20,01	29,58	73,87	4,5	98,13	86,90	81,29	80,66			
48	50	75	(H)/Ah	20051101	1,15	1,85	2,28	6,50	68,44	4,7	99,60	99,63	98,90	98,68			

Plot nr	Boven-	Onder-	N		CEC	CEC-H	CEC-Na	CEC-K	CEC-Ca	CEC-Mg	CEC-Al	CEC-pH	org-P	ox-P	tot-P
	kant	kant	N-total	Bascomb	Bascomb	CEC	CEC	CEC	CEC	CEC	CEC	CEC	org	HCl	total
	cm tov	cm tov				Na	K	Ca	Mg	Al	Bascomb				
	top	top													
	mineraal	mineraal	mg/kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg		mg / kg	mg / kg	mg / kg
	profiel	profiel	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
			LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB
2	-4	0	16601	872,6	667,1	9,38	7,39	797,69	46,57	0,32	7,84	469,9	73,3	543,1	
2	0	5	3373	214,4	231,3	1,00	0,34	103,88	6,82	1,25	7,96	191,7	12,0	203,7	
2	20	25	449	71,8	27,1	0,42	0,15	16,66	1,27	1,12	8,05	49,4	5,2	54,6	
2	50	75	140	56,2	6,9	0,29	0,14	6,88	0,11	0,56	8,08	37,1	13,9	51,0	
3	20	25	1129	109,3	59,7	0,33	0,15	17,99	0,34	1,50	8,02	65,1	13,3	78,3	
3	50	75	433	55,1	30,3	0,32	0,28	15,16	0,61	0,51	8,04	47,1	19,3	66,4	
5	20	25	421	64,9	11,9	0,16	0,13	7,45	1,46	0,61	8,06	66,9	17,9	84,8	
5	50	75	363	75,3	25,7	0,24	0,43	8,88	0,09	0,24	8,07	43,8	17,5	61,3	
8	-4	0	12633	613,3	504,8	1,44	8,35	252,86	14,82	0,38	7,96	433,3	57,0	490,3	
8	0	5	5634	355,6	345,7	0,46	1,68	82,49	3,28	1,74	7,90	282,1	19,2	301,3	
8	20	25	1605	184,7	73,8	0,28	0,94	136,88	2,42	1,30	8,04	120,5	35,7	156,2	
8	50	75	1378	109,1	8,9	0,24	0,79	35,72	0,30	0,10	8,07	15,3	37,4	52,7	
10	-4	0	15159	841,7	722,9	1,30	18,55	437,76	28,54	0,28	7,95	471,0	77,0	548,0	
10	0	5	3773	307,5	271,9	0,26	1,79	76,94	4,03	2,22	7,92	216,5	27,6	244,0	
10	20	25	1908	202,7	99,6	0,40	1,28	92,40	2,41	1,53	8,00	78,7	15,9	94,7	
10	50	75	243	80,7	6,2	0,16	1,12	30,42	1,45	0,09	8,06	35,2	19,1	54,4	
11	20	25	2228	229,2	123,4	0,36	1,37	154,22	3,30	2,23	7,99	98,2	14,9	113,1	
11	50	75	139	86,5	6,8	0,25	0,93	30,15	0,22	0,10	8,07	44,0	15,4	59,4	
15	-10	0	21117	1006,8	1060,5	1,68	11,64	288,79	20,51	0,44	7,78	650,2	113,6	763,9	
15	0	5	3988	269,5	284,4	0,65	1,55	40,77	0,78	2,45	7,87	241,8	20,7	262,5	
15	20	25	1246	115,2	61,9	0,57	0,79	46,28	0,10	1,31	8,00	89,9	9,3	99,2	
15	50	75	264	61,4	28,8	0,63	0,92	18,51	0,68	0,29	8,05	48,5	16,8	65,3	
16	20	25	1704	157,8	63,3	0,50	0,81	109,63	0,58	1,03	8,02	127,8	14,2	142,0	
16	50	75	535	74,0	88,2	0,32	0,90	38,80	0,08	0,28	8,04	46,9	16,3	63,2	
19	-4	0	13101	669,5	869,9	1,01	12,66	333,66	25,15	0,22	7,90	512,7	81,6	594,3	
19	0	5	2083	163,0	221,6	1,97	1,26	40,68	1,58	0,95	7,96	174,5	15,1	189,6	
19	20	25	2474	235,8	253,8	0,19	1,02	122,01	1,87	1,16	7,96	129,9	29,3	159,3	
19	50	75	368	106,8	32,1	0,19	0,77	45,40	1,14	0,08	8,07	44,7	24,8	69,5	
20	20	25	3209	253,2	215,2	0,38	0,89	291,66	2,54	0,47	7,99	130,2	40,1	170,3	
20	50	75	174	48,6	24,5	0,15	0,54	33,10	0,17	0,01	8,07	52,8	17,8	70,6	
23	-6	0	20516	513,2	847,6	0,84	16,38	409,96	29,22	0,02	7,82	597,0	74,0	671,0	
23	0	5	2606	177,2	183,5	0,18	1,34	26,13	1,54	0,54	7,90	158,6	18,9	177,5	
23	20	25	4230	280,9	271,6	0,49	1,00	233,98	4,11	2,26	7,84	200,1	10,6	210,7	
23	50	75	159	78,8	21,7	0,26	0,52	48,45	0,20	0,13	8,04	63,9	2,3	66,1	
24	20	25	1068	165,8	90,0	0,15	0,87	114,65	0,25	1,39	7,96	96,8	1,7	98,5	
24	50	75	345	79,4	1,6	0,02	0,71	36,23	0,76	0,34	7,95	47,8	3,3	51,1	

Plot nr	Boven-kant cm tov top	Onder-kant cm tov top	N		CEC		CEC-Na	CEC-K	CEC-Ca	CEC-Mg	CEC-Al	CEC-pH	org-P	ox-P	tot-P
			N-total	Bascomb	Bascomb	CEC	CEC	CEC	CEC	CEC	CEC	CEC	org	HCl	total
			mg/kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg	meq / kg		mg / kg	mg / kg	mg / kg
	mineraal profiel	mineraal profiel	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
			LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB		LAB	LAB	LAB
28	-5	0	19535	794,3	1079,2	0,82	7,53	175,62	9,53	0,00	7,76	471,7	65,8	537,4	
28	0	5	10624	366,7	853,1	0,38	3,25	70,05	4,70	0,36	7,60	401,3	56,6	458,0	
28	20	25	2813	340,7	298,9	0,33	1,20	109,65	0,96	4,59	7,83	159,3	6,8	166,2	
28	50	75	243	70,7	146,5	0,16	0,74	20,00	0,56	0,30	7,99	56,8	5,9	62,7	
29	20	25	892	146,9	288,9	0,32	0,83	21,11	0,71	1,23	7,96	79,2	3,5	82,7	
29	50	75	91	84,3	1,9	0,01	0,84	15,25	0,40	0,17	8,01	77,6	11,7	89,3	
32	-5	0	25774	565,0	1343,9	1,38	8,94	310,41	14,67	0,37	7,65	800,3	81,7	881,9	
32	0	5	4744	324,8	336,3	0,31	1,91	60,80	1,82	1,56	7,74	313,0	24,4	337,5	
32	20	25	2826	279,3	148,5	0,70	0,96	210,93	1,68	2,77	8,00	130,1	4,1	134,2	
32	50	75	272	65,5	17,3	0,31	0,79	38,80	0,55	0,19	8,08	59,2	8,1	67,3	
33	20	25	2552	245,6	170,6	0,38	0,88	158,66	1,50	2,06	7,99	150,5	6,2	156,6	
33	50	75	72	53,5	5,6	0,29	0,64	35,81	0,60	0,08	8,07	53,8	7,9	61,7	
35	20	25	2309	243,8	205,4	0,36	0,89	122,69	2,16	2,73	7,92	147,1	15,5	162,6	
35	50	75	343	104,9	53,8	0,17	0,71	46,42	0,34	0,42	8,03	71,0	1,8	72,8	
36	-5	0	18469	453,6	1183,9	1,60	13,14	363,23	24,40	0,04	7,70	589,4	76,0	665,4	
36	0	5	2880	200,7	222,4	0,21	1,57	27,73	1,20	0,63	7,91	236,6	13,4	250,0	
36	20	25	2028	247,7	203,3	0,36	0,74	112,06	1,21	3,31	7,88	119,1	3,5	122,5	
36	50	75	241	90,6	33,8	0,14	0,62	43,80	0,56	0,31	8,05	51,7	2,3	54,0	
41	-4	0	26203	761,4	1389,6	1,26	18,25	311,64	23,24	0,00	7,71	734,3	114,9	849,2	
41	0	5	11782	298,6	725,9	0,49	3,36	71,37	4,21	0,56	7,67	491,3	46,0	537,4	
41	20	25	513	90,3	67,3	0,13	0,69	8,27	0,57	0,70	8,02	61,0	6,1	67,0	
41	50	75	136	49,1	23,4	0,15	0,62	13,28	0,04	0,14	8,02	28,6	16,1	44,8	
42	20	25	2625	199,2	228,7	0,37	0,71	214,55	2,69	1,87	7,83	125,7	4,6	130,2	
42	50	75	242	67,6	88,5	0,19	0,62	50,69	0,25	0,19	8,04	65,0	3,2	68,3	
43	-5	0	25444	442,1	1364,7	1,49	9,14	565,17	31,87	0,01	7,61	766,6	87,8	854,5	
43	0	5	4760	288,6	341,0	0,29	1,88	75,56	3,02	0,76	7,81	348,3	23,0	371,3	
43	20	25	4703	316,1	346,2	0,76	0,80	246,02	3,40	3,47	7,80	261,2	10,4	271,6	
43	50	75	173	118,0	32,0	0,07	0,82	56,27	0,99	0,19	8,05	75,4	3,5	78,9	
46	20	25	2793	263,2	138,3	0,45	0,86	274,57	3,26	1,94	7,95	160,3	9,9	170,1	
46	50	75	109	54,4	96,1	0,25	0,63	57,59	0,37	0,12	8,02	42,8	10,6	53,3	
47	-3	0	20956	543,5	1112,6	1,34	9,62	483,79	25,51	0,09	7,75	633,6	94,7	728,2	
47	0	5	5144	279,1	294,6	0,35	2,05	77,11	2,89	0,60	7,85	300,2	25,0	325,2	
47	20	25	2410	247,4	154,0	0,55	0,96	174,01	1,93	2,13	7,93	141,8	7,2	149,1	
47	50	75	153	86,3	13,7	0,24	0,84	46,95	0,60	0,13	8,01	53,5	6,4	59,9	
48	20	25	5480	509,4	446,5	1,20	1,47	441,11	6,17	4,15	7,80	263,5	13,3	276,9	
48	50	75	223	78,5	16,3	0,28	0,86	53,35	0,67	0,27	8,01	43,9	6,4	50,3	

Plot nr	Bovenkant	Onderkant	OX-Ag	OX-Al	OX-Ca	OX-Cd	OX-Ce	OX-Co	OX-Cr	OX-Cu	OX-Fe	OX-K	OX-Mg	OX-Mn	OX-Na	OX-Ni	OX-P	
			Ag	Al	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	
			Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate
			cm tov top	cm tov top	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg
mineraal profiel	mineraal profiel	ACME	GG/ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	GG/ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	
		LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	
2	-4	0	0,0036	1771	36	0,088	0,303	4,548	2,274	7,729	2328	247	445	361,2	71,4	18,35	245,4	
2	0	5	0,0032	546	36	0,016	0,913	0,091	1,801	1,285	1033	84	67	3,7	27,0	0,84	172,0	
2	20	25	<0,002	548	42	0,028	3,870	0,025	1,457	0,564	91	41	17	0,4	10,7	0,34	29,2	
2	50	75	<0,002	333	36	0,014	2,977	0,030	1,675	0,769	50	36	8	1,3	9,0	0,24	21,2	
3	20	25	<0,002	647	36	0,103	1,373	0,279	0,879	0,361	548	51	18	4,2	13,7	1,98	39,3	
3	50	75	<0,002	284	27	0,058	0,830	0,358	0,815	0,460	291	31	18	4,0	9,3	1,30	17,5	
5	20	25	0,1145	328	32	0,053	0,682	0,136	0,493	0,326	494	33	10	1,7	6,9	0,86	15,9	
5	50	75	<0,002	233	26	0,049	0,659	0,470	0,424	0,416	656	28	16	6,4	5,4	0,91	11,8	
8	-4	0	0,0037	729	38	0,119	0,269	1,118	5,592	6,121	1548	412	196	159,2	20,7	12,54	195,6	
8	0	5	0,0040	1366	44	0,122	1,071	0,203	2,591	2,905	1964	101	55	7,6	12,4	2,01	211,9	
8	20	25	<0,002	693	31	0,026	0,390	0,454	1,098	0,799	354	76	44	20,3	11,0	1,81	58,0	
8	50	75	0,0656	182	17	0,007	0,197	0,153	0,391	0,403	86	74	20	4,2	11,6	0,59	14,3	
10	-4	0	0,0045	1059	42	0,129	0,123	1,635	6,638	10,167	1485	861	390	369,1	36,9	13,35	279,9	
10	0	5	0,0072	1333	48	0,133	0,873	0,161	3,222	3,950	1996	112	61	9,9	12,7	1,50	283,0	
10	20	25	0,0035	1426	39	0,035	0,452	0,736	1,637	1,130	486	110	56	52,6	18,6	2,24	72,9	
10	50	75	<0,002	181	18	0,009	0,191	0,163	0,387	0,394	73	46	18	5,9	10,5	0,59	12,6	
11	20	25	0,0036	1617	39	0,034	0,430	0,531	1,697	1,051	462	102	58	79,2	16,6	1,93	73,9	
11	50	75	0,4060	204	18	0,012	0,195	0,375	0,354	0,446	91	40	19	10,9	7,4	0,65	11,1	
15	-10	0	0,0054	1529	40	0,144	0,316	1,009	7,015	8,400	1952	539	301	95,6	33,4	17,37	341,4	
15	0	5	0,0055	1820	57	0,199	3,726	0,449	2,141	1,524	1672	94	27	2,0	23,5	2,82	286,8	
15	20	25	<0,002	918	38	0,274	1,928	1,248	1,086	0,408	470	40	18	4,8	19,2	3,82	80,8	
15	50	75	<0,002	261	34	0,104	1,605	0,213	0,636	0,672	52	22	9	1,1	12,6	0,97	31,7	
16	20	25	<0,002	935	32	0,039	0,902	0,557	1,111	0,491	267	47	31	3,5	28,3	2,79	80,0	
16	50	75	<0,002	351	22	0,066	0,602	0,190	0,675	0,320	82	27	16	2,5	9,7	0,86	36,7	
19	-4	0	0,0040	870	41	0,206	0,426	0,994	6,267	7,282	1435	642	337	380,6	28,7	11,12	323,1	
19	0	5	0,0036	831	52	0,072	4,289	0,148	3,646	2,634	1315	73	18	8,1	8,5	0,66	186,3	
19	20	25	0,0047	1796	45	0,164	1,253	1,489	2,638	1,521	874	71	48	50,1	11,3	5,92	111,7	
19	50	75	<0,002	230	18	0,009	0,264	0,161	0,557	0,419	197	23	16	3,1	6,5	0,77	16,4	
20	20	25	0,0052	1284	34	0,016	0,328	0,410	2,004	1,335	886	94	50	1,6	20,0	2,79	70,5	
20	50	75	<0,002	152	18	0,006	0,141	0,104	0,362	0,350	117	22	12	1,2	7,7	0,50	9,8	
23	-6	0	0,0024	745	37	0,199	0,066	1,007	3,968	8,912	1203	828	382	538,7	29,8	7,80	264,0	
23	0	5	<0,020	711	57	0,070	1,581	0,110	2,331	3,668	1583	97	<19,958	2,9	142,9	0,93	122,1	
23	20	25	<0,020	3290	94	0,147	0,567	2,909	1,758	2,088	1780	44	<19,883	156,6	44,3	5,65	112,5	
23	50	75	<0,020	414	28	0,016	0,101	0,106	0,380	11,809	40	27	<20,008	1,6	<20,008	0,43	3,6	
24	20	25	0,0028	1221	30	0,040	0,255	0,955	1,471	0,752	254	133	21	60,0	27,1	1,30	37,1	
24	50	75	0,0056	493	20	0,013	0,112	0,197	0,666	0,750	28	71	9	14,5	12,8	0,41	7,2	

Plot nr	Bovenkant	Onderkant	OX-Ag	OX-Al	OX-Ca	OX-Cd	OX-Ce	OX-Co	OX-Cr	OX-Cu	OX-Fe	OX-K	OX-Mg	OX-Mn	OX-Na	OX-Ni	OX-P	
			Ag	Al	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni	P	
			Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate	Oxalate
			mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg	mg / kg
			ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	ACME	
			LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	
28	-5	0	<0.002	1033	42	0,123	0,848	0,361	4,506	10,068	994	338	156	113,4	15,7	8,36	232,4	
28	0	5	0,0052	1392	46	0,063	1,826	0,251	2,003	7,452	2669	165	84	35,4	13,6	3,11	384,4	
28	20	25	0,0060	3563	47	0,287	4,209	1,252	2,511	1,313	562	66	28	52,2	11,9	3,84	123,2	
28	50	75	0,0745	539	28	0,028	0,980	0,279	0,425	0,413	65	41	12	27,6	7,9	0,64	20,0	
29	20	25	0,0028	994	30	0,080	0,873	1,053	0,880	0,416	285	52	12	47,7	10,2	2,07	35,7	
29	50	75	<0.002	342	24	0,012	0,637	0,227	0,276	0,264	60	24	9	7,3	5,0	0,60	24,7	
32	-5	0	0,0028	1638	41	0,225	0,173	0,995	2,784	8,503	3303	390	215	49,7	43,0	7,93	355,5	
32	0	5	0,0060	1679	47	0,230	1,093	0,323	2,903	3,278	1422	130	40	3,3	19,6	2,00	292,2	
32	20	25	0,8523	2230	32	0,036	0,342	0,670	2,326	1,058	417	95	43	34,0	21,8	2,37	76,2	
32	50	75	0,0036	400	20	0,019	0,280	0,170	0,419	0,482	110	29	16	3,1	7,4	0,58	26,4	
33	20	25	0,0068	2529	47	0,094	0,806	1,404	2,950	1,323	1080	112	44	71,4	21,6	3,06	121,5	
33	50	75	<0.002	349	22	0,016	0,205	0,186	0,329	0,489	110	30	13	2,3	6,1	0,53	11,2	
35	20	25	0,5477	2355	45	0,105	0,833	1,248	2,201	1,274	1060	109	50	26,1	17,3	3,87	123,8	
35	50	75	0,0032	628	20	0,014	0,159	0,210	0,497	0,721	117	46	18	1,7	9,5	0,57	13,8	
36	-5	0	0,2008	1017	33	0,142	0,040	0,707	5,511	10,561	1741	599	310	155,8	29,0	11,91	299,0	
36	0	5	0,0599	628	40	0,055	0,688	0,100	2,173	2,197	1083	96	19	3,9	11,2	0,54	205,7	
36	20	25	0,0044	2248	43	0,128	0,357	1,288	1,649	1,225	1198	58	31	95,6	12,9	3,74	100,1	
36	50	75	0,2676	625	19	0,013	0,145	0,184	0,472	0,716	107	52	14	3,4	10,3	0,44	14,3	
41	-4	0	<0.002	631	35	0,116	0,020	0,450	3,403	8,949	1924	760	351	135,7	32,9	8,02	374,6	
41	0	5	0,0056	1344	45	0,199	0,588	0,302	4,993	5,759	2088	170	55	9,9	19,4	6,71	376,8	
41	20	25	0,1166	781	35	0,151	1,438	0,112	0,902	0,461	195	47	7	1,5	8,2	0,87	40,7	
41	50	75	<0.002	352	27	0,017	0,510	0,199	0,370	0,476	68	17	10	1,4	5,2	0,50	35,4	
42	20	25	0,0080	2484	27	0,009	0,265	0,344	2,388	0,668	283	61	48	6,5	16,0	2,28	82,9	
42	50	75	<0.002	471	24	0,005	0,270	0,111	0,378	0,330	65	15	13	0,8	6,1	0,50	9,6	
43	-5	0	<0.002	733	37	0,316	0,016	1,278	3,371	9,855	2595	458	352	116,1	43,5	9,23	278,4	
43	0	5	0,0084	1195	48	0,186	1,446	0,329	8,440	3,854	1831	131	41	4,3	19,5	8,90	343,5	
43	20	25	0,0092	3640	41	0,062	0,906	1,192	8,234	1,507	1726	64	57	4,7	28,2	11,08	202,9	
43	50	75	<0.002	492	23	0,006	0,223	0,102	0,483	0,439	85	14	13	1,1	6,6	0,45	9,0	
46	20	25	0,0096	2114	32	0,083	0,284	0,432	9,859	1,507	470	104	59	6,2	26,0	12,63	106,5	
46	50	75	<0.002	438	21	0,007	0,153	0,135	0,457	0,659	77	18	19	1,1	8,3	0,46	25,0	
47	-3	0	0,0028	1004	38	0,136	0,040	1,168	6,327	10,720	3688	494	302	92,1	38,5	13,36	336,0	
47	0	5	0,0071	1073	42	0,090	0,638	0,362	2,679	4,050	1728	139	45	3,2	18,9	1,63	315,4	
47	20	25	0,0124	2354	41	0,069	0,364	1,398	2,869	1,703	749	140	45	19,7	27,8	3,56	123,2	
47	50	75	<0.002	476	22	0,007	0,119	0,250	0,450	0,514	74	22	14	0,7	8,8	0,56	10,1	
48	20	25	0,0108	5036	53	0,042	0,247	1,683	3,167	2,547	2369	92	123	36,1	31,5	3,88	219,1	
48	50	75	0,0036	621	14	0,013	0,149	0,258	0,598	0,562	66	58	13	0,9	19,5	0,51	10,4	

Plot nr	Bovenkant cm tov top mineraal profiel	Onderkant cm tov top mineraal profiel	AR-Al Al AR mg / kg ACME LAB	AR-Cd Cd AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Cr Cr AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Cu Cu AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Fe Fe AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Hg Hg AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Ni Ni AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-P P AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Pb Pb AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-S S AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Sb Sb AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Sc Sc AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Se Se AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Zn Zn AR or AR mg / kg ACME LAB
2	-4	0														
2	0	5														
2	20	25														
2	50	75														
3	20	25														
3	50	75														
5	20	25														
5	50	75														
8	-4	0														
8	0	5	2400	0,56	23,6	5,33	2300	0,130	11,7	260	36,97	700	0,63	0,5	1,2	16,4
8	20	25	2100	0,29	20,3	1,67	1200	0,026	13,0	90	3,87	300	0,15	0,5	0,5	10,0
8	50	75	1000	0,28	26,5	0,81	900	<0.0050	18,4	40	1,37	100	0,12	0,2	0,1	4,0
10	-4	0														
10	0	5														
10	20	25														
10	50	75														
11	20	25	3200	0,32	28,3	2,28	1100	0,037	16,3	90	4,54	400	0,12	0,6	0,5	34,9
11	50	75	1000	0,23	18,6	0,75	800	<0.0050	13,4	30	1,18	<100	0,07	0,2	0,1	5,0
15	-10	0														
15	0	5														
15	20	25														
15	50	75														
16	20	25														
16	50	75														
19	-4	0														
19	0	5														
19	20	25														
19	50	75														
20	20	25	2400	0,72	13,4	4,74	1700	0,107	4,8	340	40,11	800	0,63	0,5	0,7	17,0
20	50	75	2600	0,13	11,6	2,77	1400	0,028	6,8	130	4,48	600	0,23	0,7	0,6	3,2
23	-6	0														
23	0	5	1000	0,02	4,9	0,47	800	<0.0050	2,3	30	1,38	<100	0,07	0,2	<0.1000	2,1
23	20	25	1500	0,25	25,4	4,89	1900	0,070	11,3	190	32,74	400	0,56	0,5	0,7	9,7
23	50	75	3500	0,75	13,1	3,66	1600	0,055	9,7	160	9,83	600	0,24	0,7	0,9	42,1
24	20	25														
24	50	75														

Plot nr	Bovenkant cm tov top mineraal profiel	Onderkant cm tov top mineraal profiel	AR-Al Al AR mg / kg ACME LAB	AR-Cd Cd AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Cr Cr AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Cu Cu AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Fe Fe AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Hg Hg AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Ni Ni AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-P P AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Pb Pb AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-S S AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Sb Sb AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Sc Sc AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Se Se AR or AR mg / kg ACME LAB	AR-Zn Zn AR or AR mg / kg ACME LAB
28	-5	0														
28	0	5														
28	20	25														
28	50	75														
29	20	25														
29	50	75														
32	-5	0														
32	0	5	1100	0,08	8,6	0,67	600	<0.0050	4,8	10	1,24	100	0,05	0,2	0,1	1,6
32	20	25	2900	0,44	25,8	2,56	900	0,031	17,2	100	5,24	600	0,16	0,6	0,5	25,9
32	50	75	1100	0,33	27,4	1,03	800	0,006	20,1	30	2,63	100	0,05	0,2	0,1	5,3
33	20	25														
33	50	75														
35	20	25	2900	0,73	57,0	2,61	1400	0,040	34,7	140	9,82	500	0,17	0,7	0,5	31,8
35	50	75	1200	0,38	43,2	1,49	800	0,006	28,1	20	2,28	100	0,06	0,3	0,2	3,9
36	-5	0														
36	0	5														
36	20	25														
36	50	75														
41	-4	0														
41	0	5														
41	20	25														
41	50	75														
42	20	25	3400	0,34	60,1	2,35	700	0,045	33,0	100	4,9	600	0,13	0,7	0,5	7,9
42	50	75	1200	0,18	27,3	0,80	800	<0.0050	16,4	20	1,46	100	0,04	0,2	<0.1000	2,2
43	-5	0														
43	0	5														
43	20	25														
43	50	75														
46	20	25														
46	50	75														
47	-3	0														
47	0	5	1500	0,44	35,8	5,00	1800	0,094	18,5	300	70,04	800	1,05	0,3	0,6	14,6
47	20	25	2900	0,64	45,0	3,11	1100	0,029	26,9	110	8,58	500	0,18	0,5	0,5	26,0
47	50	75	1000	0,45	75,1	1,47	900	<0.0050	42,6	10	1,75	100	0,05	0,2	0,1	2,6
48	20	25														
48	50	75														

Plotnummer	13	13	14	25	26	26	38	43	1	2	3	4	4	5	6	6	8	10	10	12	19	19	21	21	23	23	28	28	30	30	32	32	34	37	40	41						
Jaar	05	06	06	05	06	06	05	05	05	05	06	05	06	06	05	06	05	05	06	05	06	05	06	05	06	06	05	06	06	05	06	05	06	05	06	05						
Plaag (JN)	N	N	J	J	N	N	J	N	J	N	N	J	N	N	J	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	J	N					
Bevoeiing (gepland in maanden)	3	3	3	6	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						
Vegetatietype	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
Kruidlaag																																										
Agrostis canina	.	a1	2	.	a1	m2	p1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Moerasstruisgras
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Fioringras
Alnus glutinosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zwarte els
Athyrium filix-femina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	Wijjesvaren
Betula pubescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	p1	.	Zachte berk
Callitriche species	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Sterrenkroos (G)
Carex curta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zompzegge
Carex elongata	.	.	a1	.	.	.	.	p2	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	p1	p1	p1	r1	.	a1	1+	Eltzenzegge
Carex nigra	r1	a1	.	Zwarte zegge					
Carex pseudocyperus	Hoog cyperzegge					
Carex remota	Nie zegge					
Deschampsia flexuosa	p1	p1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Bochtige smele
Dryopteris carthusiana	p1	1-	.	.	p1	p1	.	p4	.	a2	.	a4	1-	1+	1+	1+	3	2	r1	p1	p2	1-	p1	p1	r1	2	1+	1-	p1	1-	p1	1-	1-	Smalle stekeelvaren								
Dryopteris carthusiana + D. dilatata	p1	Smalle en Brede stekeelvaren					
Dryopteris dilatata	.	.	.	p1	.	.	1-	r1	1-	.	p2	p1	p1	p4	.	.	1+	2	p4	.	.	r1	.	.	.	.	1+	1+	r1	p2	.	.	.	1+	1-	Brede stekeelvaren		
Eupatorium cannabinum	Koninginnenkruid				
Fagus sylvatica	r1	.	r1	r1	Beuk				
Galium palustre	Moeraswalstro				
Glyceria fluitans	Mannagras				
Hedera helix	.	r1	r1	r1	r1	r1	r1	Klimop				
Holcus mollis	p1	Gladder witbol				
Iris pseudacorus	r1	.	r1	.	Gele iris		
Juncus bulbosus	Knolrus			
Juncus effusus	.	.	p1	.	r1	Pitrus			
Lemna minor	Klein kroos			
Lonicera periclymenum	r1	.	.	.	r1	r1	r1	Wilde kamperfoelie			
Lysimachia vulgaris	r1	p1	.	p1	p1	Grote wedenk			
Lythrum salicaria	Grote kattenstaart		
Molinia caerulea	p2	p4	1	p4	1+	4	4	.	p2	a4	1-	1+	1-	1-	.	p2	1-	p2	a4	1+	p2	p1	p2	1-	1+	1+	1+	.	p2	p4	p1	1-	a4	1-	1-	Pijpenstrootje						
Phragmites australis	r1	.	p2	a2	a4	1-	a4	p2	1-	p1	r1	p1	1-	1+	p1	1-	Riet			
Picea abies	.	r1	r1	r1	r1	r1	r1	r1	Fijnspar	
Poa trivialis	Ruw beemdgras	
Prunus padus	Vogelkers	
Prunus serotina	r1	r1	r1	Amerikaanse vogelkers	
Quercus robur	r1	r1	r1	r1	r1	r1	r1	Zomereik	
Rhamnus frangula	p1	p1	.	p1	.	r1	Sporehout	
Rubus fruticosus ag.	.	.	p1	.	p2	p1	.	r1	.	p1	p1	p2	.	.	p1	r1	p1	r2	p1	p1	r1	p1	p1	r1	p1	.	.	p2	p1	p1	.	p1	.	p2	.	1	p1	.	Gewone braam			
Rubus idaeus	.	.	.	p1	.	.	p1	Framboos	
Sorbus aucuparia	1	Wilde lijsterbes	
Vaccinium myrtillus	p1	p1	.	p1	Blauwe bosbes
Vicia sativa s. nigra	Smalle wikke s.s.

Bijlage 5 Beschrijving humusprofielen

Plot nr.	Datum	Diepte van (cm)	Diepte tot (cm)	Horizont (Kemmers)	Textuur	Kleur (-: intermediaire kleur) (:/: gevlekt patroon)	Bijzonderheden
1	1-11-2005	-8	-4	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
1	1-11-2005	-4	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
1	1-11-2005	0	10	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
1	1-11-2005	10	22	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	
1	1-11-2005	22	33	C	matig fijn zand	beige	met smalle donkerbruine vlekken (oude wortels)
2	13-10-2005	-4	-2,5	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	blad
2	13-10-2005	-2,5	0	Hr	sterk verteerd strooisel met wortelresten	bruin	wortelresten, smeerbare humus
2	13-10-2005	0	6	Ah	sterk humeus matig fijn zand	bruingrijs	smeerbare humus
2	13-10-2005	6	24	A/C	gevekt matig fijn zand	bruingrijs/bruin	
3	13-10-2005	-4	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
3	13-10-2005	0	10	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkergrijs	smeerbare humus
3	13-10-2005	>10		C	matig fijn zand	lichgrijs	roestvlekjes
4	1-11-2005	-6	-4	L	slecht verteerd strooisel van bladeren + levend mos		
4	1-11-2005	-4	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
4	1-11-2005	0	17	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	
4	1-11-2005	17	30	C	matig fijn zand	beige	met verticale zwarte strepen (oude wortels)
5	13-10-2005	-4	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren + levend mos	donkerbruin	
5	13-10-2005	0	1	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	smeerbare humus
5	13-10-2005	1	15	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	smeerbare humus
5	13-10-2005	>15		C	matig fijn zand	lichtgrijs	roestvlekjes
6	1-11-2005	-6	-5	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
6	1-11-2005	-5	0	F	matig verteerd strooisel	donkerbruin	
6	1-11-2005	0	8	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
6	1-11-2005	8	30	A/C	geroerd matig fijn zand	beige/zwart	

Plot nr.	Datum	Diepte van (cm)	Diepte tot (cm)	Horizont (Kemmers)	Textuur	Kleur (-: intermediaire kleur) (/: gevlekt patroon)	Bijzonderheden
7	1-11-2005	-6	-4	L	onverteerd strooisel van bladeren + levend mos		
7	1-11-2005	-4	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
7	1-11-2005	0	17	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
7	1-11-2005	17	30	A/C	geroerd? matig fijn zand	beige/zwart	
8	13-10-2005	-4	-2	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
8	13-10-2005	-2	0	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin/zwart	
8	13-10-2005	0	20	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	smeerbare humus
8	13-10-2005	20	26	A->C	matig fijn zand	lichtbruin	
8	13-10-2005	>26		C	matig fijn zand		
9	1-11-2005	-2	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
9	1-11-2005	0	33	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	
9	1-11-2005	33	34	C	matig fijn zand	rood-bruin	
10	13-10-2005	-4	-3	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
10	13-10-2005	-3	0	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	
10	13-10-2005	0	5	A/E	matig fijn zand	lichtgrijs	
10	13-10-2005	>5		A/C			begraven profiel
11	13-10-2005	-7	-5	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
11	13-10-2005	-5	0	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin/zwart	smeerbaar
11	13-10-2005	0	21	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	smeerbaar
11	13-10-2005	21	23	A->C	matig fijn zand	bruin	smeerbaar
11	13-10-2005	>23		C	matig fijn zand	roodbruin	
12	1-11-2005	-5	-3	L	slecht verteerd strooisel van bladeren + levend mos		
12	1-11-2005	-3	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
12	1-11-2005	0	25	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	
12	1-11-2005	25	30	C	matig fijn zand	rood-bruin	
13	1-11-2005	-14	-10	S	levende veenmossen		
13	1-11-2005	-10	-5	Of	licht verteerd veenmos	lichtbruin	
13	1-11-2005	-5	0	Om	half verteerd veenmos	donkerbruin	met levende wortels
13	1-11-2005	0	17	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
13	1-11-2005	17	25	A->C	geroerd matig fijn zand	beige/zwart	
14	1-11-2005	-9	-8	L	slecht verteerd strooisel bestaande van bladeren + gras		
14	1-11-2005	-8	-1	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
14	1-11-2005	-1	0	H	sterk verteerd strooisel	bruin-zwart	
14	1-11-2005	0	8	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels

Plot nr.	Datum	Diepte van (cm)	Diepte tot (cm)	Horizont (Kemmers)	Textuur	Kleur (-: intermediaire kleur) (:/: gevlekt patroon)	Bijzonderheden
14	1-11-2005	8	13	A	geroerd matig fijn zand	zwart/beige	
14	1-11-2005	13	18	A	matig fijn zand	zwart	moerig
14	1-11-2005	18	30	BC	matig fijn zand	beige/bruin	beige + bruine strepen
15	13-10-2005	-10	-8	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
15	13-10-2005	-8	0	H	sterk verteerd organisch materiaal		
15	13-10-2005	0	20	Ah	sterk humeus matig fijn zand		
15	13-10-2005	>20		C	matig fijn zand		
16	13-10-2005	-15	-13	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
16	13-10-2005	-13	0	H	sterk verteerd organisch materiaal		smeerbaar
16	13-10-2005	1	7	A	sterk humeus matig fijn zand		
16	13-10-2005	7	12	A>C	matig fijn zand		
16	13-10-2005	>12		C	matig fijn zand		
17	1-11-2005	-4	-2	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
17	1-11-2005	-2	0	F	half verteerd strooisel	bruin-zwart	
17	1-11-2005	0	15	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
17	1-11-2005	15	32	C	matig fijn zand met grove korrel	beige	met rode vlekken
18	1-11-2005	-5	-3	L	slecht verteerd strooisel + levend mos		
18	1-11-2005	-3	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
18	1-11-2005	0	10	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
18	1-11-2005	10	22	A/C	geroerd matig fijn zand	geel/zwart	
18	1-11-2005	22	30	A/C	geroerd matig fijn zand	beige/zwart	
19	13-10-2005	-4	-3	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
19	13-10-2005	-3	0	H	sterk verteerd organisch materiaal		smeerbaar
19	13-10-2005	>0		A/C	geroerd matig fijn zand		verstoord profiel
20	13-10-2005	-7	-5	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	bruin	
20	13-10-2005	-5	0	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	
20	13-10-2005	0	10	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	smeerbaar
20	13-10-2005	>10		A/C	geroerd matig fijn zand		verstoord: begraven profiel
21	1-11-2005	-5	-3	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
21	1-11-2005	-3	0	F	half verteerd strooisel van bladeren		
21	1-11-2005	0	10	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
21	1-11-2005	10	28	A	geroerd matig fijn zand	geel/zwart	
21	1-11-2005	28	34	AC/Of	matig fijn zand-onveraard veen (riet, kleine zegge?)	bruin	

Plot nr.	Datum	Diepte van (cm)	Diepte tot (cm)	Horizont (Kemmers)	Textuur	Kleur (=: intermediaire kleur) (/: gevlekt patroon)	Bijzonderheden
22	1-11-2005	-2	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
22	1-11-2005	0	24	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
22	1-11-2005	24	31	C	matig fijn zand	geel-bruin	
23	13-10-2005	-6	-4	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
23	13-10-2005	-4	0	H	sterk verteerd organisch materiaal	zwart	smeerbaar
23	13-10-2005	0	7	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkergrijs	
23	13-10-2005	7	16	A/C	geroerd matig fijn zand	grijs	
23	13-10-2005	>16		C	matig fijn zand		
24	13-10-2005	-6	-4	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
24	13-10-2005	-4	0	H	sterk verteerd organisch materiaal	zwart	
24	13-10-2005	0	20	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	
24	13-10-2005	>20		C	matig fijn zand		
25	1-11-2005	-12	-10	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
25	1-11-2005	-10	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
25	1-11-2005	0	12	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels; met wortels
25	1-11-2005	12	22	A->C	matig fijn zand	bruin	
25	1-11-2005	22	27	C	matig fijn zand	beige	
26	1-11-2005	-12	-10	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
26	1-11-2005	-10	-2	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
26	1-11-2005	-2	0	H	sterk verteerd strooisel	zwart-bruin	
26	1-11-2005	0	17	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
26	1-11-2005	17	30	C	matig fijn zand	bruin-geel	
27	1-11-2005	-10	-9	L	slecht verteerd strooisel van bladeren + hout		
27	1-11-2005	-9	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
27	1-11-2005	0	15	Ah	sterk humeus matig fijn zand	bruin-zwart	
27	1-11-2005	15	30	A->C	matig fijn zand	bruin-geel	humeuze vlekken
28	1-11-2005	-5	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	bruin	
28	1-11-2005	0	5	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	smeerbaar
28	1-11-2005	5	12	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	
28	1-11-2005	12	20	C	matig fijn zand	lichtbruin	
28	1-11-2005	>20		A/C	matig fijn zand	donkerbruin	begraven profiel
29	1-11-2005	-5	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	bruin	
29	1-11-2005	0	4	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	smeerbaar
29	1-11-2005	4	13	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	
29	1-11-2005	13	17	C	matig fijn zand	lichtbruin	
29	1-11-2005	>17		A/C	matig fijn zand	donkerbruin	begraven profiel

Plot nr.	Datum	Diepte van (cm)	Diepte tot (cm)	Horizont (Kemmers)	Textuur	Kleur (-: intermediaire kleur) (:/: gevlekt patroon)	Bijzonderheden
30	1-11-2005	-4	-2	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	bruin	
30	1-11-2005	-2	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
30	1-11-2005	0	22	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
30	1-11-2005	22	27	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	
30	1-11-2005	27	30	C	matig fijn zand	rood-bruin	
30	1-11-2005	30	32	O of H?	veen of sterk verteerd strooisel	donkerbruin	
31	1-11-2005	-4	-2	L	slecht verteerd strooisel van bladeren/takken		
31	1-11-2005	-2	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
31	1-11-2005	0	17	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
31	1-11-2005	17	30	A	sterk humeus matig fijn zand	zwart-bruin	
31	1-11-2005	30	32	O of H?	veen of sterk verteerd strooisel	donkerbruin	
31	1-11-2005	32	34	A->C	matig fijn zand	bruin	
32	1-11-2005	-5	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	bruin	
32	1-11-2005	0	3	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	smeerbaar
32	1-11-2005	3	11	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	
32	1-11-2005	11	15	C	matig fijn zand		
32	1-11-2005	>15		A/C	matig fijn zand	donkerbruin	begraven profiel
33	1-11-2005	-5	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
33	1-11-2005	0	4	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	
33	1-11-2005	4	26	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	
33	1-11-2005	>26		C	matig fijn zand	bruin (rood)	
34	1-11-2005	-6	-5	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
34	1-11-2005	-5	0	H	sterk verteerd strooisel	zwart-bruin	
34	1-11-2005	0	20	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart-bruin	witte zandkorrels; moerig
34	1-11-2005	20	30	A	sterk humeus matig fijn zand	rood-bruin	met plantenresten: wortels?
35	1-11-2005	-6	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
35	1-11-2005	0	1	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	
35	1-11-2005	1	9	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	
35	1-11-2005	9	20	C	matig fijn zand	lichtbruin	
35	1-11-2005	>20		A/C	matig fijn zand	donkerbruin	
36	1-11-2005	-5	-4	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
36	1-11-2005	-4	-1	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
36	1-11-2005	-1	0	H	sterk verteerd strooisel	bruin-zwart	
36	1-11-2005	0	20	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels met roestvlekken

Plot nr.	Datum	Diepte van (cm)	Diepte tot (cm)	Horizont (Kemmers)	Textuur	Kleur (-: intermediaire kleur) (/: gevlekt patroon)	Bijzonderheden
36	1-11-2005	20	32	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	
37	1-11-2005	-10	-5	F	half verteerd strooisel	bruin	
37	1-11-2005	-5	0	H	sterk verteerd strooisel	donkerbruin-zwart	
37	1-11-2005	0	10	Ah	sterk humeus zand	zwart	witte zandkorrels
37	1-11-2005	10	30	A/C/Oh	geroerd matig fijn zand/sterk veraard veen	geel-bruin/zwart	
38	1-11-2005	-10	-9	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	bruin	
38	1-11-2005	-9	0	F	half verteerd strooisel	bruin	
38	1-11-2005	0	15	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zeer donkergrijs	witte zandkorrels
38	1-11-2005	15	20	Ah/C	geroerd matig fijn zand/sterk humeus matig fijn zand	geel-bruin/zwart	
38	1-11-2005	20	25	O?	veen?	bruin	
38	1-11-2005	25	30	C	matig fijn zand	bruin-geel	
39	1-11-2005	-8	-6	L	slecht verteerd strooisel van bladeren + ? (zie aantekeningen)	donkerbruin	
39	1-11-2005	-6	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
39	1-11-2005	0	20	Ah	sterk humeus matig fijn zand	bruin-zwart	met levende wortels + witte zandkorrels
39	1-11-2005	20	35	A->C	matig fijn zand	geel/bruin-zwart	met dood hout
40	1-11-2005	-7	-6	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
40	1-11-2005	-6	-2	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
40	1-11-2005	-2	0	H	sterk verteerd strooisel		
40	1-11-2005	0	8	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
40	1-11-2005	8	25	Ah	geroerd, sterk humeus matig fijn zand	geel-bruin/zwart	
40	1-11-2005	25	26	Om	weinig veraard veen		
40	1-11-2005	26	30	C	matig fijn zand	geel-bruin	
41	1-11-2005	-4	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
41	1-11-2005	0	2	H	sterk verteerd organisch materiaal		
41	1-11-2005	2	16	Ah	sterk humeus matig fijn zand		
41	1-11-2005	>10		C	matig fijn zand		
42	1-11-2005	-2	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
42	1-11-2005	0	3	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	
42	1-11-2005	3	20	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	
42	1-11-2005	20	29	C	matig fijn zand	bruin	
42	1-11-2005	>29		A/C	matig fijn zand	donkerbruin	

Plot nr.	Datum	Diepte van (cm)	Diepte tot (cm)	Horizont (Kemmers)	Textuur	Kleur (-: intermediaire kleur) (/: gevlekt patroon)	Bijzonderheden
43	1-11-2005	-5	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren		
43	1-11-2005	0	2	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	
43	1-11-2005	2	10	Ah	sterk humeus matig fijn zand	bruin	
43	1-11-2005	10	22	C	matig fijn zand	lichtbruin	
43	1-11-2005	>22		A/C	matig fijn zand		
44	1-11-2005	-2	0	F	half verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
44	1-11-2005	0	10	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
44	1-11-2005	10	20	A/C	geroerd matig fijn zand	zwart/geel-bruin	
44	1-11-2005	20	32	Oh	sterk veraard veen	zwart	
44	1-11-2005	32	34	C	matig fijn zand	roodbruin	
45	1-11-2005	-2	-1	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	bruin	
45	1-11-2005	-1	0	F	half verteerd strooisel	donkerbruin	
45	1-11-2005	0	12	Ah	sterk humeus matig fijn zand	zwart	witte zandkorrels
45	1-11-2005	12	25	A/C	geroerd, sterk humeus matig fijn zand	geel/zwart	
45	1-11-2005	25	34	A/H	geroerd, sterk humeus matig fijn zand/half verteerd strooisel van bladeren	zwart/donkerbruin	
46	1-11-2005	-4	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
46	1-11-2005	0	19	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	met klein beetje zand
46	1-11-2005	>19		Ah	sterk humeus matig fijn zand	bruin	
47	1-11-2005	-3	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
47	1-11-2005	0	1	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	
47	1-11-2005	1	13	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	
47	1-11-2005	13	25	C	matig fijn zand	roodbruin	
47	1-11-2005	>25		A/C	matig fijn zand		
48	1-11-2005	-4	0	L	slecht verteerd strooisel van bladeren	donkerbruin	
48	1-11-2005	0	2	H	sterk verteerd organisch materiaal	donkerbruin	
48	1-11-2005	2	22	Ah	sterk humeus matig fijn zand	donkerbruin	
48	1-11-2005	>22		A/C	matig fijn zand	donkerbruin	

Plot nummer	7	9	11	12	16	18	20	22	24	27	31	33	35	36	36	37	42	47	48	15	15	29	39	39	41	43	44	45	45	46	8	17	17			
Jaar	05	05	05	06	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	06	05	05	05	05	05	05	06	05	05	06	06	06	05	05	06	05	06	05	06		
Plag (J/N)	J	J	J	N	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	J	N	J	N	N	N	J	N	N	N	N	J	N	N	J	N	N	N		
Bevoeiing (gepland in maanden)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3			
Vegetatietype	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2c	2c	2c				
Bedekking boomlaag (%)	40	30	40	45	50	35	25	10	30	40	40	40	30	20	25	20	40	40	40	40	35	40	30	40	50	40	35	30	30	40	40	50	40			
Bedekking struiklaag (%)	5	5	2	10	1	10	1	30	0	5	20	5	2	20	10	20	10	10	30	0	0	5	10	40	25	40	2	10	15	5	3	2	3			
Bedekking kruidlaag (%)	40	50	50	40	45	35	20	20	60	35	60	25	45	20	15	10	60	30	65	15	30	40	20	25	15	5	60	40	15	20	40	30	30			
Bedekking moslaag (%)	60	60	80	5	60	80	50	30	30	40	70	70	70	30	5	20	40	10	30	10	5	70	1	1	1	1	40	10	1	40	10	20	0			
Bedekking strooisellaag (%)	90	80	85	95	70	60	90	85	60	0	40	70	60	95	95	90	70	90	60	95	95	50	100	95	95	95	80	95	95	85	95	95	95			
Bedekking water (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	75	0	0	90	90	95	0	0	95	0	40	0	50			
Hoogte (hoge) boomlaag (m)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
Hoogte (hoge) struiklaag (m)	5.0	6.0	3.0	8.0	3.0	3.0	8.0	8.0	0.0	0.0	3.0	3.0	2.0	6.0	6.0	6.0	3.0	6.0	5.0	0.0	0.0	4.0	5.0	5.0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	1.0	2.0	2.0				
Gem. hoogte lage kruidl. (cm)	20	30	30	35	30	30	20	20	30	0	30	25	25	0	0	0	30	20	25	15	30	30	0	0	0	0	30	0	0	30	40	30	0			
Maximale hoogte kruidlaag (cm)	70	70	90	105	80	100	70	60	60	0	50	70	50	40	40	25	70	40	70	40	115	60	25	40	50	30	70	40	40	80	125	70	0			
Aantal soorten	8	9	11	17	10	8	10	12	9	11	7	9	5	13	10	13	9	14	9	13	13	7	9	10	8	4	7	10	10	7	13	12	10			
Boomlaag																																				
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	4	.	4	3	.	3	.	.	.	.	3	1+	.	.	5	4	Zwarte eis	
<i>Betula pubescens</i>	.	.	r4	.	.	.	r4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r4	.	.	.	.	.	.	.	Zachte berk	
<i>Rhamnus frangula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Sporkehout
Struiklaag																																				
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1+	1-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zwarte eis
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	1+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zachte berk
<i>Ilex aquifolium</i>	Huilst
<i>Prunus serotina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Amerikaanse vogelkers
<i>Rhamnus frangula</i>	.	.	.	p1	.	.	.	.	r1	.	.	.	1-	r2	2	p1	1+	.	.	.	p1	1-	p1	.	.	1-	r4	.	.	r2	r2	.	.	Sporkehout	
<i>Rubus fruticosus</i> ag.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	Gewone braam
<i>Salix aurita</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1-	.	.	.	.	.	.	.	.	Geoorde wilg
<i>Salix cinerea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Grauwe en Rössige wilg
Moslaag																																				
<i>Aulacomnium androgynum</i>	Gewoon knopjesmos
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	.	.	p1	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	a1	.	.	p1	.	.	1-	a1	.	.	.	a1	.	.	.	.	a1	a1	.	.	Gewoon dikkopmos	
<i>Brachythecium species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	p1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Dikkopmos (G)
<i>Calliergonella cuspidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	.	.	Gewoon puntmos
<i>Calypogeia species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Buidelmos (G)
<i>Dicranella heteromalla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon pluusjesmos
<i>Dicranum species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gaffeltandmos (G)
<i>Eurhynchium praelongum</i>	6	.	8	m1	6	8	5	2	3	1-	7	5	7	1-	a1	1+	2	1-	3	a1	a1	5	a1	.	a1	a1	.	1-	a1	4	m4	2	a1	Fijn laddermos		
<i>Hypnum cupressiforme</i> s.l. species	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	.	a1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon klauwtjesmos (G)
<i>Hypnum species</i>	Klauwtjesmos (G)
<i>Lophocolea bidentata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	.	.	.	p1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon kantmos
<i>Lophocolea heterophylla</i>	Gedrongen kantmos
<i>Mnium hornum</i>	.	.	m2	m1	.	.	.	.	a1	a1	.	.	a1	2	m2	.	.	m2	a1	a1	a1	.	a1	a1	a1	a1	.	m4	a1	.	a1	.	a1	Gewoon sterrenmos	
<i>Plagiomnium species</i>	.	.	.	p1	Boogsterrenmos (G)
<i>Plagiothecium species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Platmos (G)
<i>Polytrichum species</i>	.	.	a2	.	.	.	a2	.	3	.	2	.	.	.	m2	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Haarmos (G)
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m1	.	.	.	.	1-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m4	.	Groot laddermos
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	Gewoon haakmos
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewimperd veenmos
<i>Sphagnum flexuosum</i>	Slaak veenmos
<i>Sphagnum palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon veenmos

Plot nummer	7	9	11	12	16	18	20	22	24	27	31	33	35	36	37	42	47	48	15	15	29	39	39	41	43	44	45	45	46	8	17	17			
Jaar	05	05	05	06	05	05	05	05	05	05	05	05	05	05	06	05	05	05	05	06	05	05	06	06	06	05	05	06	05	06	05	06			
Plag (J/N)	J	J	J	N	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	N	N	J	N	J	N	N	J	N	N	N	N	J	N	N	J	N	N			
Bevoeiing (gepland in maanden)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3			
Vegetatietype	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2c	2c	2c				
Kruidlaag																																			
<i>Agrostis canina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	.	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	p4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	p1	.	.	r1	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Callitriche species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex curta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex elongata</i>	r1	p1	r1	r1	a2	.	.	r1	.	a4	p1	.	.	.	r1	.	1+	.	1-	1+	1	1	1+	1-	1-	4	1+	1+	1-	.	r1				
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pseudocyperus</i>		
<i>Carex remota</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	p1	p1	.	a4	1-	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	a1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	a4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	p2	p1	.	1-	.	p1	p1	.	1-	p1	.	.	1-	p2	.	1-	1+	a4	
<i>Dryopteris carthusiana + D. dilatata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris dilatata</i>	p2	1-	2	1-	1-	1-	p1	p2	p2	p2	1+	1+	1	.	r1	.	1	.	p2	.	.	2	.	.	p4	.	3	2	p1	.	1-	.			
<i>Eupatorium cannabinum</i>		
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	r1		
<i>Gallium palustre</i>		
<i>Glyceria fluitans</i>		
<i>Hedera helix</i>	.	.	r1	r1	.	.	.	r1		
<i>Holcus mollis</i>		
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	r1	.	r1	r1	r1	a1		
<i>Juncus bulbosus</i>		
<i>Juncus effusus</i>	.	r1	.	.	a2	p1	p1	.	.	p1	1	.	r1	.	.		
<i>Lemna minor</i>		
<i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	r1	a1		
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	p1	.	.	.	r1	r1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	p1	.	.	p1	.	.	r1	r1	p1	.	p1	p2
<i>Lythrum salicaria</i>		
<i>Molinia caerulea</i>	3	4	3	2	2	2	2	2	6	3	4	1-	3	1+	1+	1-	2	2	5	p4	.	p2	.	.	.	p4	.		
<i>Phragmites australis</i>	p2	p1	.	1+	p1	p1	p1	p1	p1	1+	2	1-	2
<i>Picea abies</i>	
<i>Poa trivialis</i>	
<i>Prunus padus</i>	r1		
<i>Prunus serotina</i>	.	r1	.	r1	
<i>Quercus robur</i>	r1	.	.	p1	.	.	p1	r1	
<i>Rhamnus frangula</i>	.	.	r1	p1	.	r1	r1	r1	r1	r1	r1	p1	p1	r1	p1	.	p1	r1	.	r1	
<i>Rubus fruticosus ag.</i>	r1	r1	.	p1	1-	p1	r1	r1	p2	p2	p2	r1	p4	p2	p2	.	p2	p1	p2	p4	p1	p2	p1	p1	r1	.	r1	.	p1	.	p2	1-	p1		
<i>Rubus idaeus</i>	.	p2	r1	p1	
<i>Sorbus aucuparia</i>	r1	.	.	r1	r1	r1	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	
<i>Vicia sativa s. nigra</i>	

Plotnummer	7	9	11	20	22	33	34	35	46	47	48	1	3	5	14	16	18	24	25	27	29	31	38	40	42	44		
Jaar	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	06	
Plag (J/N)	J	J	J	J	J	J	N	J	J	N	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
Bevoloeing (gepland in maanden)	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6		
Vegetatietype	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Bedekking boomlaag (%)	40	30	40	25	10	30	10	25	30	40	30	50	40	40	35	40	30	30	5	25	40	50	10	40	40	40		
Bedekking struiklaag (%)	0	5	0	3	20	5	15	5	15	10	5	0	3	3	15	5	5	0	30	10	15	5	50	5	5	0		
Bedekking kruidlaag (%)	40	95	7	95	95	30	90	15	100	30	100	0	0	3	0	1	1	1	1	3	2	5	3	1	1	1		
Bedekking moslaag (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bedekking strooisellaag (%)	0	0	100	95	90	95	95	95	95	95	95	95	95	95	90	90	90	90	60	95	95	95	95	95	95	95		
Bedekking water (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Hoogte (hoge) boomlaag (m)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	15	15	15	15	15	15	12	0	15	10	15	15	15	15		
Hoogte (hoge) struiklaag (m)	0.0	5.0	0.0	7.5	7.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	1.5	1.5	5.0	3.0	3.0	0.0	6.0	0.0	4.0	3.0	5.0	3.0	3.0	0.0		
Gem. hoogte lage kruidl. (cm)	20	30	0	25	25	35	25	35	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Maximale hoogte kruidlaag (cm)	110	80	0	0	50	80	90	60	0	100	0	0	0	0	45	0	0	22	21	30	0	0	0	0	0	0		
Aantal soorten	3	3	3	3	2	3	5	3	1	7	1	0	0	2	0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1		
Boomlaag																												
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zwarte els
<i>Betula pubescens</i>	.	.	1-	r4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zachte berk
<i>Rhamnus frangula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Sporkehout
Struiklaag																												
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zwarte els
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Zachte berk
<i>Ilex aquifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Hulst
<i>Prunus serotina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Amerikaanse vogelkers
<i>Rhamnus frangula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Sporkehout
<i>Rubus fruticosus</i> ag.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewone braam
<i>Salix aurita</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Geoorde wilg
<i>Salix cinerea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Grauwe en Rossige wilg
Moslaag																												
<i>Aulacomnium androgynum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon knopjesmos
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon dikkopmos
<i>Brachythecium species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Dikkopmos (G)
<i>Calliergonella cuspidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon puntmos
<i>Calypogeia species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Buidelmos (G)
<i>Dicranella heteromalla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon pluusjesmos
<i>Dicranum species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gaffeltandmos (G)
<i>Eurhynchium praelongum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Fijn laddermos
<i>Hypnum cupressiforme</i> s.l. species	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon klauwtjesmos (G)
<i>Hypnum species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Klauwtjesmos (G)
<i>Lophocolea bidentata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon kantmos
<i>Lophocolea heterophylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gedrongen kantmos
<i>Mnium homum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon sterrenmos
<i>Plagiommium species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Boogsterrenmos (G)
<i>Plagiothecium species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Platmos (G)
<i>Polytrichum species</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Haarmos (G)
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Groot laddermos
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon haakmos
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Gewimperd veenmos
<i>Sphagnum flexuosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Slank veenmos
<i>Sphagnum palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	a1	.	.	.	.	.	.	.	Gewoon veenmos