

32/uu6(606)2ex

Humusprofielen in de bosreservaten Lheebroek en Mattemburgh

Basisprogramma bosreservaten

R.H. Kemmers, P. Mekking

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen

Rapport 686

Staring Centrum, Wageningen, 1999

20 APR 2000

wn 970721

REFERAAT

Kemmers, R.H. en P. Mekking, 1999. *Humusprofielen in de bosreservaten Lheebroek en Mattemburgh; Basisprogramma bosreservaten*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 686. 40 blz. 9 fig.; 4 tab.; 8 ref.

In de bosreservaten Lheebroek en Mattemburgh is langs een transsect het humusprofiel beschreven en bemonsterd. Naast gemiddelde waarden en standaardafwijkingen van horizontdikten, nutriëntengehalten, -voorraden en pH werd in het kader van langjarige monitoring ook de ruimtelijke variabiliteit geanalyseerd. Zowel gehalten als voorraden zijn in de Mattemburgh hoger dan in het Lheebroek. De humusprofielen in Mattemburgh zijn kenmerkend voor oude bos-ecosystemen en in Lheebroek voor jonge bossen op arme zandgrond. Kenmerkend voor de ruimtelijke variabiliteit van beide bosreservaten is het cyclische karakter van de variantie, waarin de dichtheid van de boom- of struikopstand wordt weerspiegeld. Het cyclische karakter herhaalt zich met een golflengte van 16 m resp. 9 m in Mattemburgh en Lheebroek

Trefwoorden: diversiteit, elementvoorraden, humusprofiel, monitoring, semi-variogram,

ISSN 0927-4499



© 1999 Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC),
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

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

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

ALTERRA is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie gaat in op 1 januari 2000.

Projectnummer 85069

[Rapport 686/HM/11-99]

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Materiaal en methoden	13
2.1 Terreinbeschrijving	13
2.2 Methoden	14
2.2.1 Inventarisatie en bemonstering	14
2.2.2 Bodemchemische analyses	14
2.2.3 Ruimtelijke analyse	15
3 Resultaten en discussie	17
3.1 Inventarisatie	17
3.2 Bodemchemische analyses	18
3.3 Ruimtelijke variabiliteit	22
4 Conclusies	25
Literatuur	27
<i>Aanhangsels</i>	
1 Inventarisatiegegevens	29
2 Bodemchemische analyses	35
3 Genstat-algoritme	39

Woord vooraf

In het kader van het basisprogramma Bosreservaten analyseert DLO-Staring Centrum de bodemkundige uitgangstoestand van het humusprofiel. Dit is een betrekkelijk dynamisch bodemcompartiment, waarin naar verwachting structurele veranderingen in bv. diktes van strooisellagen en in de nutriëntenvoorraden in een periode van 10 jaar aantoonbaar zijn. Via herhaalde analyse na een periode van 10 jaar zullen eventuele veranderingen als gevolg van natuurlijke processen kunnen worden vastgesteld. Het onderzoek werd uitgevoerd langs een transect in de kernvlakte van de bosreservaten Lheebroek en Mattemburgh. Naast gemiddelde waarden en standaardafwijkingen van nutriëntengehalten, -voorraden en pH werd ook de ruimtelijke variabiliteit geanalyseerd. Het veldwerk werd uitgevoerd in november 1998. De chemische analyses zijn in 1999 uitgevoerd door het bureau Giessen en Geurts. Het project werd uitgevoerd in opdracht van IBN-DLO, dat vanuit DWK-programma 320 'Bosreservaten' de financiële middelen voor het onderzoek beschikbaar stelde.

Het veldwerk en de dataverwerking werd uitgevoerd door P. Mekkink. De analyse van de data werd uitgevoerd door R.H Kemmers. Waardevolle ruimtelijke adviezen werden gegeven door M. Knotters van SC-DLO. De projectleiding berustte bij R. H. Kemmers.

Samenvatting

In het kader van het basisprogramma bosreservaten is langs een transect in de bosreservaten Lheebroek en Mattemburgh het humusprofiel geïnventariseerd en bemonsterd. Dit onderzoek maakt deel uit van een langjarig monitoringprogramma dat op de lange termijn inzicht moet verstrekken in de natuurlijke processen die zich bij bosontwikkeling voordoen. Voor de korte termijn had het onderzoek tot doel de uitgangstoestand vast te leggen van de veldkenmerken van het humusprofiel en de daarin aanwezige voorraden koolstof, stikstof en fosfor en de pH. Van deze variabelen diende ook de ruimtelijke variabiliteit, als drager van biodiversiteit, te worden vastgelegd.

Mattemburgh is karakteristiek voor een droog wintereiken-beukenbos, terwijl in het Lheebroek het berken-zomereikenbos typerend is. In beide reservaten werd een transect uitgezet over een lengte van 100 m parallel aan de hoofdas van de kernvlakte. Met onderlinge afstanden van 1 m werd het humusprofiel langs het transect beschreven. Van het humusprofiel werden vervolgens de L+F1, de F2 +H en de Ah (0-5 cm) kwantitatief bemonsterd. Per vier opeenvolgende monsterpunten werd per horizont een mengmonster samengesteld dat na drogen en wegen werd geanalyseerd op organische stofgehalte, totaalstikstofgehalte, totaalfosforgehalte en zuurgraad. De gehalten van de mengmonsters werden omgerekend naar voorraden per monsterpunt. Van alle variabelen werd een semivariogrammodel berekend om een aantal kengetallen (range, sill) van de ruimtelijke variabiliteit te kunnen bepalen.

De humusprofielen in Mattemburgh kunnen worden getypeerd als bosmormoders, met een L+F1 horizont van gem. 37 mm en een F2+H horizont van gem. 68 mm als gevolg van een vrij actieve microfauna in de bodem. Dergelijke profielen zijn kenmerkend voor oude boscossystemen op betrekkelijk zure mineraalrijke gronden. De analysesresultaten zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Gemiddelde en standaarddeviatie van de bodemchemische variabelen in verschillende horizonten van het humusprofiel in Mattemburgh

Variabele	Gem L+F1	Sd	Gem F2 +H	Sd	Gem Ah	Sd	n
pH-KCl	2,9	0,2	2,2	0,1	2,6	0,1	25
Org. stof (g.g ⁻¹)	86,2	4,8	51,4	11,1	8,9	2,8	25
N-totaal (mg.g ⁻¹)	2184,3	204,2	1713,8	390,0	318,0	119,3	25
P-totaal (mg.g ⁻¹)	69,0	14,5	55,7	10,5	30,1	6,2	25
C/N	19,8	1,6	15,1	1,5	14,5	2,2	25
C-voorraad (kg.m ⁻²)	2,0	1,2	4,3	2,5	2,7	1,1	100
N-voorraad (g.m ⁻²)	97,7	56,2	285,2	165,8	195,8	97,3	100
P-voorraad (g.m ⁻²)	3,0	1,7	9,3	5,3	18,3	5,9	100

In het Lheebroek kunnen de humusprofielen getypeerd worden als ruwmormoder met een L+F1 horizont van gem. 34,7 mm en een F2+H horizont van gem. 42,1 mm. dergelijke humusvormen zijn kenmerkend voor jonge boscossystemen op arme zandgrond. De microfauna is minder ontwikkeld dan in Norgerholt. De analyse resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Gemiddelde en standaarddeviatie van de bodemchemische variabelen in verschillende horizonten van het humusprofiel in Lheebroek.

Variabele	Gem <i>L+F1</i>	Sd	Gem <i>F2+H</i>	Sd	Gem <i>Ah</i>	Sd	n
pH-KCl	2,8	0,2	2,1	0,1	3,1	0,1	25
Org.stof (g.g ⁻¹)	80,6	10,5	65,7	11,7	2,4	1,2	25
N-totaal (mg.g ⁻¹)	1799,6	348,5	1510,8	198,1	50,4	41,1	25
P-totaal (mg.g ⁻¹)	55,3	16,1	54,1	12,4	7,2	3,6	25
C/N	22,8	2,8	21,8	3,2	30,3	13,7	25
C-voorraad (kg.m ⁻²)	1,8	0,8	3,2	1,5	0,8	0,3	100
N-voorraad (g.m ⁻²)	79,4	35,6	147,9	67,4	33,3	21,0	100
P-voorraad (g.m ⁻²)	2,4	1,0	5,3	2,6	5,2	2,6	100

Uit de analyse resultaten blijkt dat het humusprofiel in Mattemburgh hogere gehalten aan voedingsstoffen en grotere voorraden daarvan heeft dan dat in Lheebroek.

Naarmate twee punten verder van elkaar zijn afgelegen zullen ze minder op elkaar gaan lijken. De variantie neemt toe als de afstand groter wordt tot er een maximale waarde wordt bereikt. Dit maximale niveau van de variantie wordt de sill genoemd. De afstand waarop de sill wordt bereikt wordt de range genoemd. Als twee punten op een afstand groter dan de range van elkaar zijn gelegen dan zijn ze ruimtelijk onafhankelijk van elkaar geworden. Zowel sill als range zijn kengetallen voor de ruimtelijke variabiliteit.

Bij de ruimtelijke analyse bleek dat in beide terreinen voor vrijwel alle variabelen de sill een golvend patroon heeft. Dit impliceert dat bij groter wordende afstand de variantie eerst toeneemt en daarna weer afneemt. Dit verschijnsel (wave-effect) doet zich voor als er lenzen voorkomen in een terrein waarbinnen de waarde van een variabele sterk afwijkt van die welke buiten de lens wordt gemeten. De golflengte bleek voor de dikte- en de voorraadv variabelen per terrein een karakteristieke maat te hebben. In Mattemburgh komt een repeterend patroon voor met een herhalingslengte van ongeveer 9m en in Norgerholt met een herhalingslengte van 16m. In Mattemburgh bleek er bovendien een gradient in de elementvoorraden van de Ah-horizont voor te komen.

Als meest voor de hand liggende verklaring voor de verschillen kan worden genoemd dat de herhalingslengte van het variogram in Mattemburgh en Lheebroek een weerspiegeling is van de dichtheid van de boom- resp. struiklaag. De kernvlakte van Mattemburgh wordt gekenmerkt door een dichte kruidlaag van stekelvaren. De bosstructuur wordt kennelijk weerspiegeld in de variabiliteit van diktevariabelen en elementvoorraden.

De resultaten van het onderzoek komen overeen met die van eerder onderzoek in de bosreservaten Norgerholt en Tongerense hei, waarbij aanwijzingen zijn verkregen dat in bosccosystemen de ruimtelijke bodemkundige variatie toeneemt naarmate het systeem ouder wordt.

1 Inleiding

In 1987 is door de Minister van Landbouw en Visserij officieel besloten tot de instelling van bosreservaten om het inzicht te verdiepen in natuurlijke processen bij de bosontwikkeling. In het onderzoekprogramma bosreservaten wordt onderscheid gemaakt tussen een start- en een basisprogramma. Voor het bodemkundige deel loopt het startprogramma inmiddels ca. tien jaar. In 1997 is het basisprogramma voor het bodemkundig onderzoek van start gegaan. Het basisprogramma (Broekmeyer, 1995) voorziet in de mogelijkheid om een aantal bodemchemische variabelen te monitoren met een herhalingsfrequentie van 10 jaar. In 1997 is in de bosreservaten Norgerholt en Tongerense hei de uitgangstoestand vastgelegd ten dienste van deze monitoring (Kemmers et al., 1998). In 1998 volgden de opnamen in de reservaten Lheebroek en Mattemburgh.

Er bestaat onvoldoende inzicht in de veranderingen van bodemeigenschappen en de daaraan ten grondslag liggende processen tijdens de spontane bosontwikkeling. Meer inzicht in het effect van spontane processen kan worden verkregen via monitoring. Inzicht in deze processen kan een belangrijke richting geven aan inrichtings- en beheersmaatregelen bij het bosbeheer. Hiertoe dienen de resultaten van het bodemkundig onderzoek in verband te worden gebracht met het vegetatiekundig en bosbouwkundig onderzoek. Het betreft onderzoek naar eigenschappen en processen die van belang zijn voor de vegetatiesuccessie, zoals de voedingsstoffen- en zuurhuishouding. Veranderingen doen zich voor op verschillende tijdschalen. Het onderzoek zal zich richten op die bodemeigenschappen die naar verwachting op een termijn van een decennium tot enkele decennia meetbaar zullen veranderen. Dit houdt in dat de aandacht geconcentreerd dient te worden op relatief dynamische bodemkenmerken die in het humusprofiel van de bodem aanwezig zijn.

Het basisonderzoek kent een doelstelling voor de korte en de lange termijn. Op de lange termijn dient het onderzoek antwoord te geven op de volgende vragen:

- Veranderen strooiselomzettingsprocessen en daarmee samenhangende bodemeigenschappen in de loop der tijd onder invloed van spontane processen zoals verjonging, N-depositie, verdroging, verzuring etc. en zo ja hoe uit zich dit in de voedingsstoffen- en zuurhuishouding van het bos?
- In welke mate verandert tijdens de bosontwikkeling de ruimtelijke bodemvariabiliteit als drager voor biodiversiteit van bossen?

Op de korte termijn is de doelstelling van het onderzoek:

- Vastleggen van de huidige veldkenmerken van het humusprofiel en de daarin aanwezige voorraden koolstof, stikstof en fosfor en de pH;
- Bepaling van de huidige ruimtelijke variabiliteit van enkele variabelen van het humusprofiel.

Het rapport heeft de volgende opzet. Hoofdstuk 2 geeft een korte beschrijving van de onderzochte terreinen, de ligging van de transecten en de methoden van bodeminventarisatie en analyse. In hoofdstuk 3 worden per terrein de resultaten

gepresenteerd van de inventarisatie, van het bodemchemisch onderzoek en van het variabiliteitsonderzoek. Tevens worden in dit hoofdstuk de resultaten bediscussieerd. In het laatste hoofdstuk worden de conclusies getrokken.

2 Materiaal en methoden

2.1 Terreinbeschrijving

Lheebroek

Het bosreservaat Lheebroek ligt in de boswachterij "Dwingelo" in de provincie Drenthe. De oppervlakte bedraagt ongeveer 37 ha. De potentieel natuurlijke vegetatie van het reservaat is een droog Berken-Zomereikenbos. De in het reservaat voorkomende vegetatie is echter floristisch niet karakteristiek en bestaat hoofdzakelijk uit grove den en plaatselijk enkele groepen eik, fijnspar en sitkaspar. In de kernvlakte van het reservaat is een transect van 100 m lengte uitgezet op 5 m vanuit de as van de kernvlakte (zie figuur 1). De bodem van de kernvlakte bestaat uit matig fijnzandige en leemarme stuifzandgronden die in het noordelijk deel uiterst humusarm en in het zuidelijk deel matig humusarm zijn. In het stuifzand heeft zich een micropodzol ontwikkeld (Maas en van der Werff, 1990).

Mattemburgh

Het bosreservaat Mattemburgh ligt ten Zuiden van Bergen op Zoom in de provincie Noord-Brabant. De oppervlakte bedraagt ongeveer 106 ha. De potentieel natuurlijke vegetatie is een droog Wintereiken-Beukenbos. De vegetatie in het reservaat is floristisch karakteristiek en bestaat hoofdzakelijk uit grove den en zomereik. In de kruidlaag komen vooral brede en smalle stekelvaren, bochtige smeie, pijpestrootje en adelaarsvaren voor. In de kernvlakte van het reservaat is een transect van 100 m lengte uitgezet op 5 m vanuit de as van de kernvlakte (zie figuur 1). De bodem van de kernvlakte bestaat in het noordelijk gedeelte uit veldpodzolgronden met een dun stuifzanddek en in het zuidelijk deel uit zeer fijnzandige, matig humusarme stuifzandgronden met een podzol in de ondergrond (Mekkink, 1998).

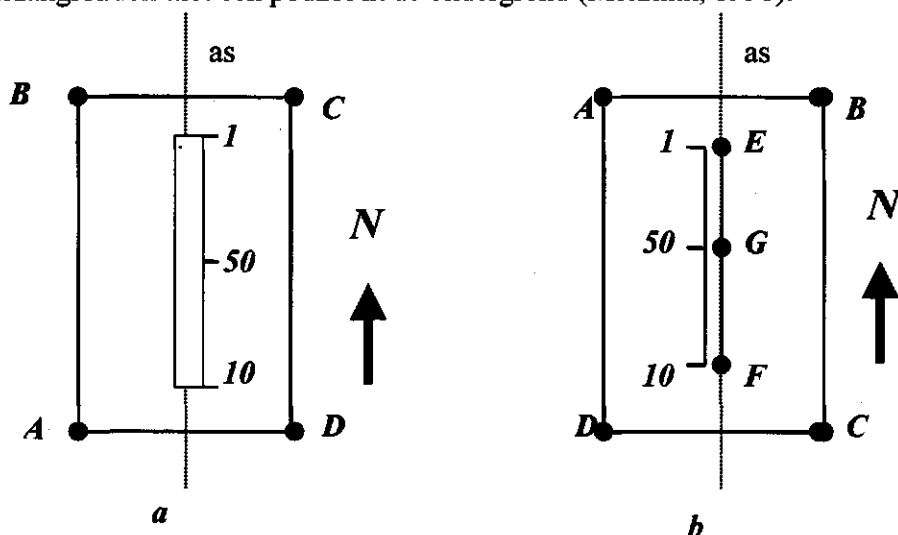


Fig. 1 Ligging van de transecten in de kernvlaktes van Lheebroek (a) en Mattemburgh (b)

2.2 Methoden

2.2.1 Inventarisatie en bemonstering

In het humusprofiel worden L-, F- en H-horizonten onderscheiden die in deze volgorde uit steeds sterker verteerd strooisel bestaan. Binnen de F-horizont kan nader onderscheid gemaakt worden naar de verteringsgraad. De F1 is matig verteerd en een F2 is sterk verteerd. Strooiselvertering door dierlijke micro-organismen wordt met Fz- aangeduid en die door schimmels met Fm. In de H-horizont wordt nader onderscheid gemaakt naar aanwezigheid (Hr) of afwezigheid (Hd) van slecht afbreekbare bestanddelen zoals schors. Horizonten die op de minerale ondergrond zijn gelegen worden ook wel als ecto-organische horizont aangeduid. Humusbestanddelen die vermengd zijn met de minerale ondergrond (de zgn. Ah-horizont) worden ook wel als endo-organische horizont aangeduid (zie o.a. Mekking, 1998 voor uitgebreidere informatie over inventarisatie).

Tijdens het veldbodemkundig onderzoek zijn in elk transect op gelijke intervallen van 1 meter de opbouw en samenstelling van het humusprofiel beschreven. Van elke horizont van het humusprofiel werd de dikte, de aard van het materiaal, de mate van afbraak door dierlijke micro-organismen of schimmels, de wortelintensiteit en de vochttoestand vastgesteld.

Per 4 meetpunten werden drie opeenvolgende horizonten (L+F1-, F2+H- en de Ah-horizont afzonderlijk bemonsterd en tot een mengmonster per horizont verwerkt. Aldus werden van het transect per horizont 25 monsters verzameld voor chemische analyse. De ecto-organische horizonten werden volledig verzameld, terwijl van de Ah-horizont slechts de bovenste 5 cm werd bemonsterd.

De verzamelde monsters werden na 2 dagen drogen bij 70 °C (organisch materiaal) resp. 105 °C (mineraal materiaal) gewogen. Van de mengmonsters werd vervolgens het drooggewicht per horizontcentimeter berekend door het drooggewicht van het mengmonster te delen door de gesommeerde horizontdikte van de verzamelde deelmonsters. Hierdoor kon aan elk meetpunt op basis van gemeten horizontdikten een gewicht per horizont worden toegekend. Door vermenigvuldiging van het horizontgewicht met de elementgehalten van het mengmonster werd van elk meetpunt de elementvoorraden per horizont berekend. Voor bepaling van het koolstofgehalte is verondersteld dat 50% van de organische stof uit koolstof bestaat. De monsters werden gestoken met een humushapper met een bekende oppervlakte, zodat de elementvoorraden konden worden uitgedrukt per oppervlakte-eenheid.

2.2.2 Bodemchemische analyses

De gedroogde monsters werden geanalyseerd op de volgende variabelen (Giesen & Geurts, 1999):

- Organische stofgehalte (Gloeiverlies bij 350 °C);
- Totaalstikstofgehalte (Kjeldahldestructie en NH_4^+ bepaling volgens Berthelot);
- Totaalfosforgehalte (Kjeldahldestructie en PO_4^{3-} bepaling met molybdeenblauw);
- Zuurgraad (1 M KCl)

De digitale bestanden van de analyseresultaten zijn in beheer bij het DLO-Staring Centrum.

2.2.3 Ruimtelijke analyse

Naast een statistische analyse, waarbij van alle variabelen het gemiddelde en de standaardafwijking werden bepaald, werd ook een ruimtelijke analyse uitgevoerd. Doel hiervan is een antwoord te krijgen op de vraag in hoeverre de variantie van de variabelen een gevolg is van ruimtelijke verschillen of van andere (toevallige) factoren. De achterliggende gedachte hierbij is dat twee punten sterker zullen verschillen naarmate hun onderlinge afstand toeneemt. Vanaf een zekere afstand zullen de verschillen niet verder toenemen en kunnen de punten als ruimtelijk onafhankelijk worden beschouwd. De ruimtelijke variabiliteit wordt geanalyseerd met semi-variogrammen. Uit het semi-variogram kunnen een aantal kengetallen voor de ruimtelijke variabiliteit worden afgeleid. Omdat de ruimtelijke variabiliteit kan worden beschouwd als een van de dragers van biodiversiteit verstrekken deze kengetallen binnen het monitoringprogramma informatie over ontwikkelingen in de biodiversiteit tijdens de bosontwikkeling. Daarnaast kan op basis van het inzicht in de ruimtelijke variabiliteit de dichtheid van het bemonsteringsnetwerk worden geoptimaliseerd.

Semi-variogram

Een semi-variogram geeft het verband weer tussen de variantie van gemeten variabelen en de afstand die tussen de bemonsterde punten is gelegen (o.a. Isaaks & Mohan Srivastava, 1989). De variantie neemt in de regel toe naarmate de afstand tussen bemonsterde punten toeneemt. Bij een bepaalde afstand neemt de variantie niet verder toe. Deze afstand wordt de range genoemd en de bereikte (maximale) variantie wordt de sill-waarde genoemd. Punten die door een grotere afstand dan de range van elkaar zijn verwijderd zijn ruimtelijk onafhankelijk van elkaar. Dergelijke punten behoren tot verschillende 'populaties'. Punten die op een afstand kleiner dan de range van elkaar zijn gelegen zijn ruimtelijk van elkaar afhankelijk. De range vormt een indicatie voor de dichtheid van het meetnet voor monitoring om rekening te kunnen houden met de ruimtelijke variabiliteit.

Ruimtelijke variabiliteit

Met het programma GENSTAT (Lane et al., 1987) is de variantie van de variabelen berekend voor elke afstandsklasse (lag) tussen 1 m en 50 tot 70 m (minimale afstand 1 m tot maximaal 70 m met een stapgrootte van 1 m). Hoewel het transect een lengte heeft van 100 m komen in de afstandsklasse boven de 70 m te weinig puntenparen voor om betrouwbare varianties te schatten. Soms is bij afstandsklassen > 50 m de maximale grens gelegd. Door de gevonden relatie tussen (semi)variantie en afstand kan een curve gefit worden. Veel voorkomende curves vertonen een exponentieel, een sferisch of een gaussisch verband. In de tot nu toe onderzochte bosreservaten blijkt vaak een golf-model aanwezig in de ruimtelijke variabiliteit (Kemmers et al., 1998). De variantie heeft dan een cyclisch karakter. In aanhangsel 3 is het GENSTAT algoritme weergegeven dat voor de ruimtelijke analyse is gebruikt.

3 Resultaten en discussie

3.1 Inventarisatie

Lheebroek

De resultaten van de inventarisatie zijn als aanhangsel 1 opgenomen in het rapport. In figuur 2 is het dikteverloop van de humushorizonten langs het transsect weergegeven. De gemiddelde dikte van de L+F1-horizont bedraagt 34,65 mm en van de F2+H-horizont 42,1 mm. De verhouding tussen de F en H horizont bedraagt 4,1. In de F-horizonten komt weinig dierlijke activiteit voor (hoofdzakelijk Fa-horizonten), de Hh-horizont is zwak ontwikkeld zodat de humusvorm getypeerd kan worden als een ruwmormoder (Kemmers & de Waal, 1999). Deze humusvorm is typerend voor jonge fasen in de bossuccessie op stuifzand.

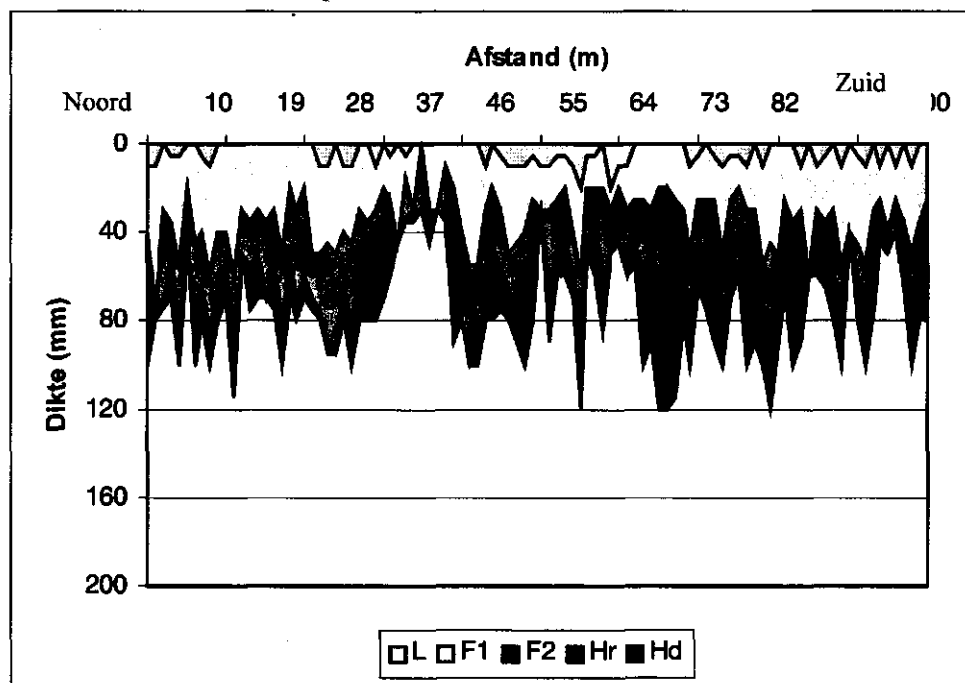


Fig. 2 Diktes van horizonten in het humusprofiel langs het transsect in het bosreservaat Lheebroek

Mattemburgh

De resultaten van de inventarisatie zijn als aanhangsel 1 opgenomen in het rapport. In figuur 3 is het dikteverloop van de humushorizonten langs het transsect weergegeven. de gemiddelde dikte van de L+F1-horizont bedraagt 37,2 mm en die van de F2+H-horizont 68,2 mm. De verhouding tussen de F- en H-horizont bedraagt 2,1. In de F-horizonten komt weinig dierlijke activiteit voor (hoofdzakelijk Fa-horizonten). De H-horizont bestaat voornamelijk uit volledig gehumificeerd materiaal met weinig residuen (Hd). De humusvorm kan worden getypeerd als een bosmormoder, gekenmerkt door een $F2+H > 5$ cm met een $Hh > 2$ cm. Dergelijke humusvormen zijn kenmerkend voor oude stabiele bossen op arme zandgrond.

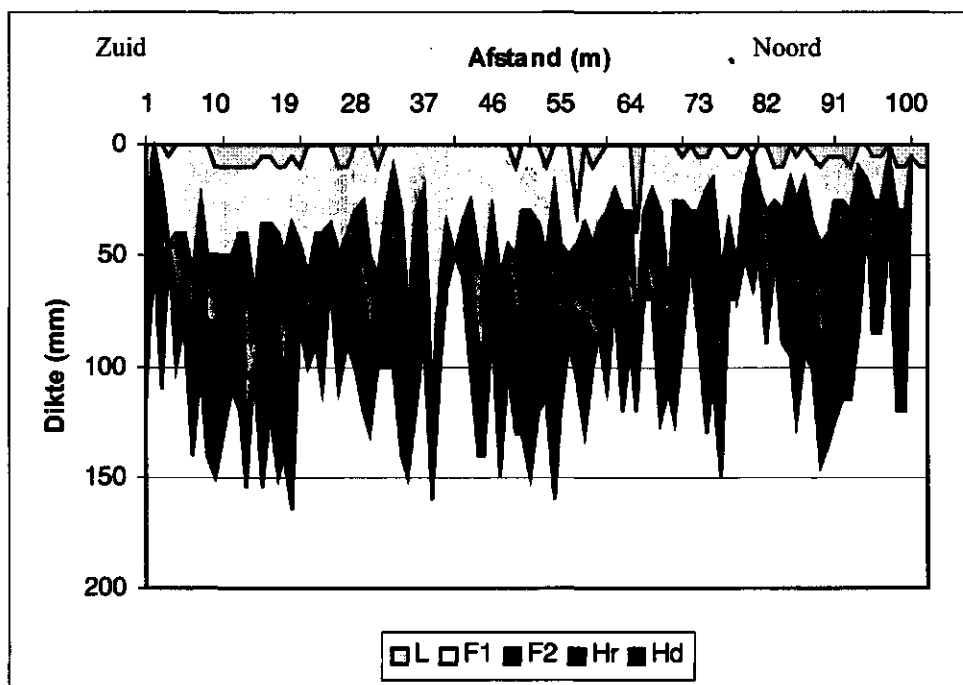


Fig.3 Diktes van horizonten in het humusprofiel langs het transect in het bosreservaat Mattemburgh

Vergelijking Lheebroek en Mattemburgh

In figuur 4 is de dikteverhouding tussen de verschillende horizonten weergegeven. De verhoudingen tussen de dikte van de Hd en de Hr-horizont is in Lheebroek veel kleiner dan in Mattemburgh. Naarmate een boscossysteem ouder is, heeft zich een dikkere Hd ontwikkeld.

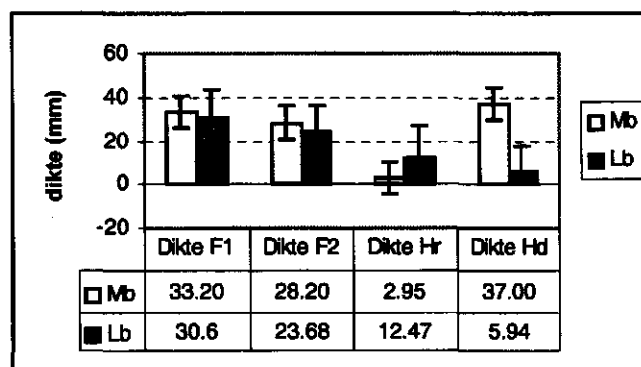


Fig. 4 Gemiddelde dikte met standaardafwijking van horizonten in Lheebroek (Lb) en Mattemburgh (Mb)

3.2 Bodemchemische analyses

De resultaten van de bodemchemische analyses zijn als aanhangsel 2 opgenomen in het rapport. In tabel 1 zijn van de verschillende bodemchemische variabelen de gemiddelde waarden met standaardafwijking per horizont weergegeven. In figuur 5

zijn de over het gehele humusprofiel gesommeerde elementvoorraden langs het transect weergegeven

Tabel 1 Gemiddelde en standaarddeviatie van de bodemchemische variabelen in verschillende horizonen van het humusprofiel in Lheebroek.

Variable	Gem <i>L+F1</i>	Sd	Gem <i>F2+H</i>	Sd	Gem <i>Ah</i>	Sd	n
pH-KCl	2,8	0,2	2,1	0,1	3,1	0,1	25
Org. stof (g.g ⁻¹)	80,6	10,5	65,7	11,7	2,4	1,2	25
N-totaal (mg.g ⁻¹)	1799,6	348,5	1510,8	198,1	50,4	41,1	25
P-totaal (mg.g ⁻¹)	55,3	16,1	54,1	12,4	7,2	3,6	25
C/N	22,8	2,8	21,8	3,2	30,3	13,7	25
C-voorraad (kg.m ⁻²)	1,8	0,8	3,2	1,5	0,8	0,3	100
N-voorraad (g.m ⁻²)	79,4	35,6	147,9	67,4	33,3	21,0	100
P-voorraad (g.m ⁻²)	2,4	1,0	5,3	2,6	5,2	2,6	100

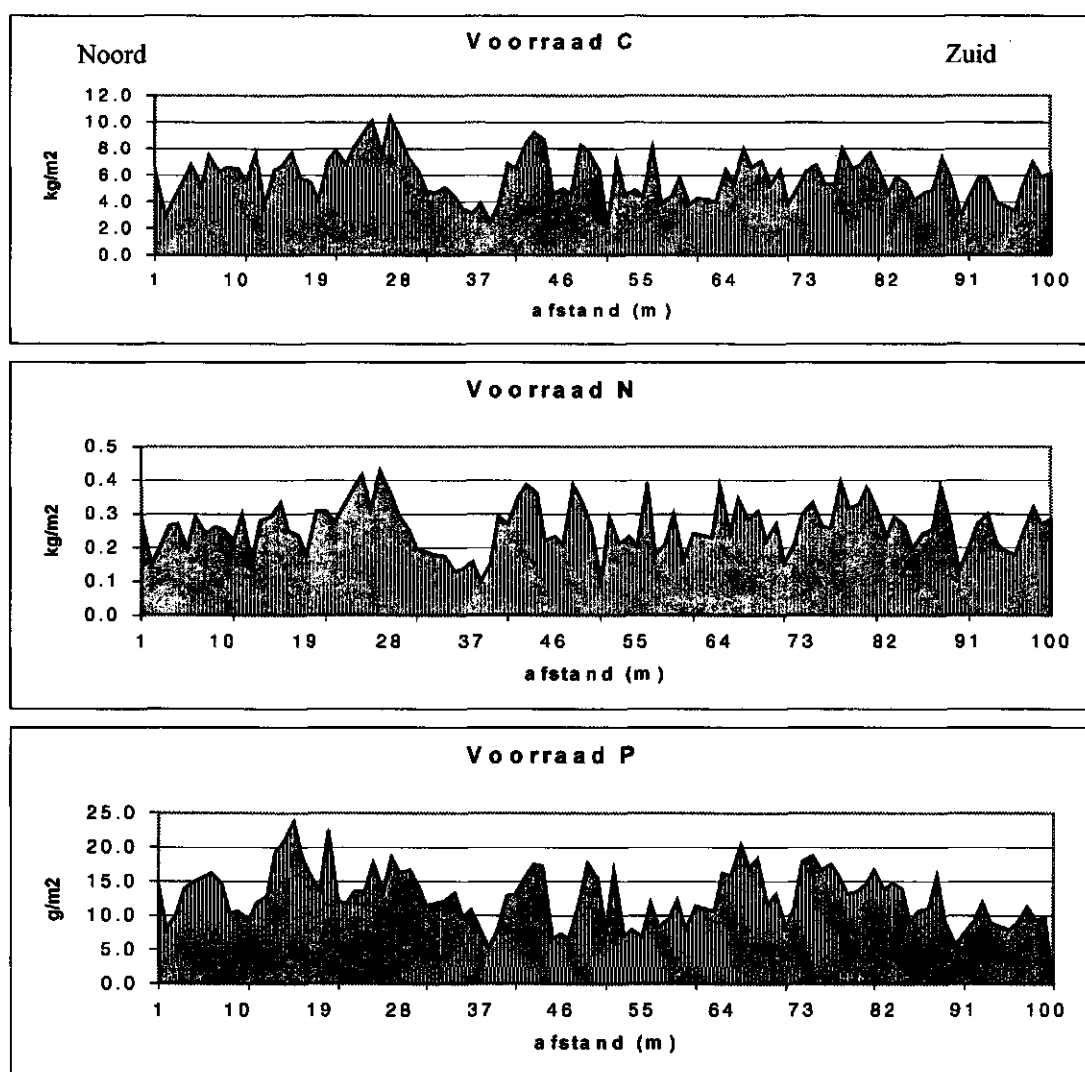


Fig. 5 Voorraden koolstof, stikstof en fosfor in het humusprofiel langs het transect in Lheebroek

Mattemburgh

De resultaten van de bodemchemische analyses zijn als aanhangsel 2 opgenomen in het rapport. In tabel 2 zijn van de verschillende bodemchemische variabelen de gemiddelde waarden met standaardafwijking per horizont weergegeven. In figuur 6 zijn de over het gehele humusprofiel gesommeerde elementvoorraden langs het transect weergegeven

Tabel 2 Gemiddelde en standaarddeviatie van de bodemchemische variabelen in verschillende horizonten van het humusprofiel in Mattemburgh

Variabele	Gem <i>L+F</i>	Sd	Gem <i>F+H</i>	Sd	Gem <i>Ah</i>	Sd	n
pH-KCl	2,9	0,2	2,2	0,1	2,6	0,1	25
Org. stof (g.g ⁻¹)	86,2	4,8	51,4	11,1	8,9	2,8	25
N-totaal (mg.g ⁻¹)	2184,3	204,2	1713,8	390,0	318,0	119,3	25
P-totaal (mg.g ⁻¹)	69,0	14,5	55,7	10,5	30,1	6,2	25
C/N	19,8	1,6	15,1	1,5	14,5	2,2	25
C-voorraad (kg.m ⁻²)	2,0	1,2	4,3	2,5	2,7	1,1	100
N-voorraad (g.m ⁻²)	97,7	56,2	285,2	165,8	195,8	97,3	100
P-voorraad (g.m ⁻²)	3,0	1,7	9,3	5,3	18,3	5,9	100

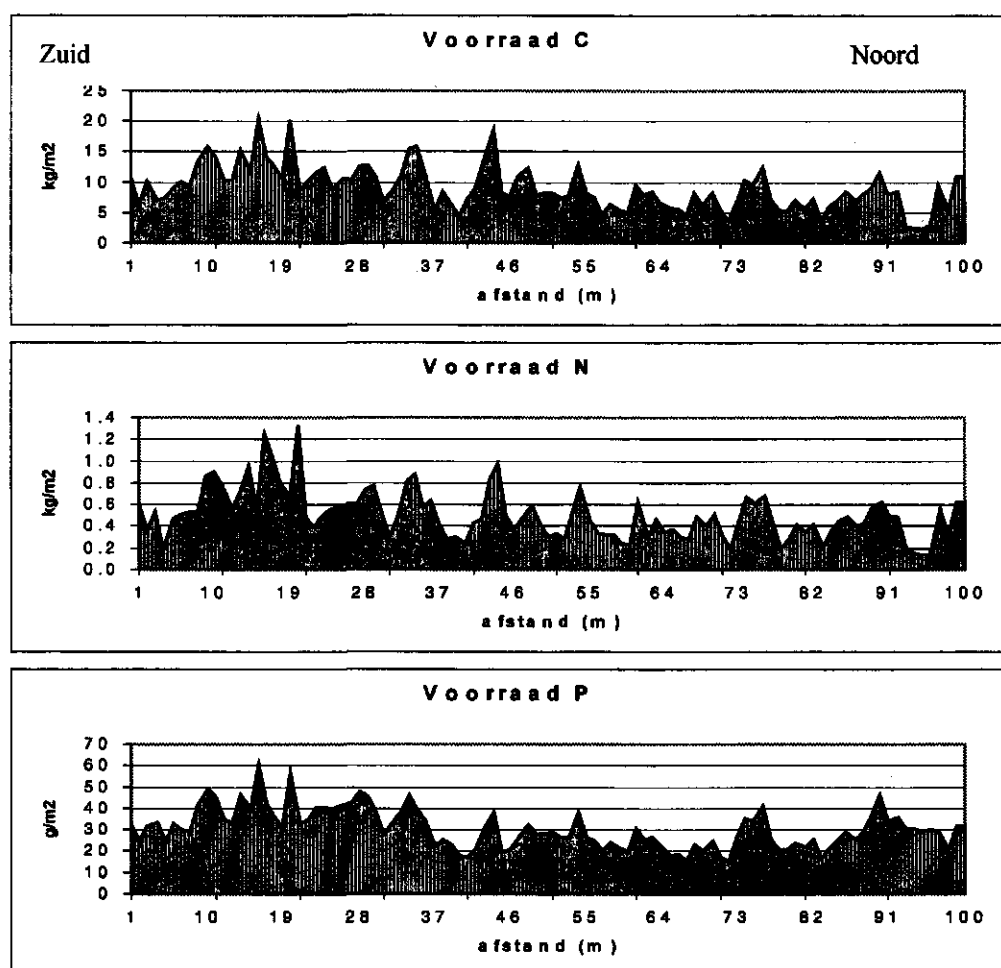


Fig. 6 Voorraden koolstof, stikstof en fosfor in het humusprofiel langs het transect in Mattemburgh

Vergelijking Lheebroek en Mattemburgh

In figuur 7 zijn de verschillen in de bodemchemische variabelen van de beide bosreservaten weergegeven.

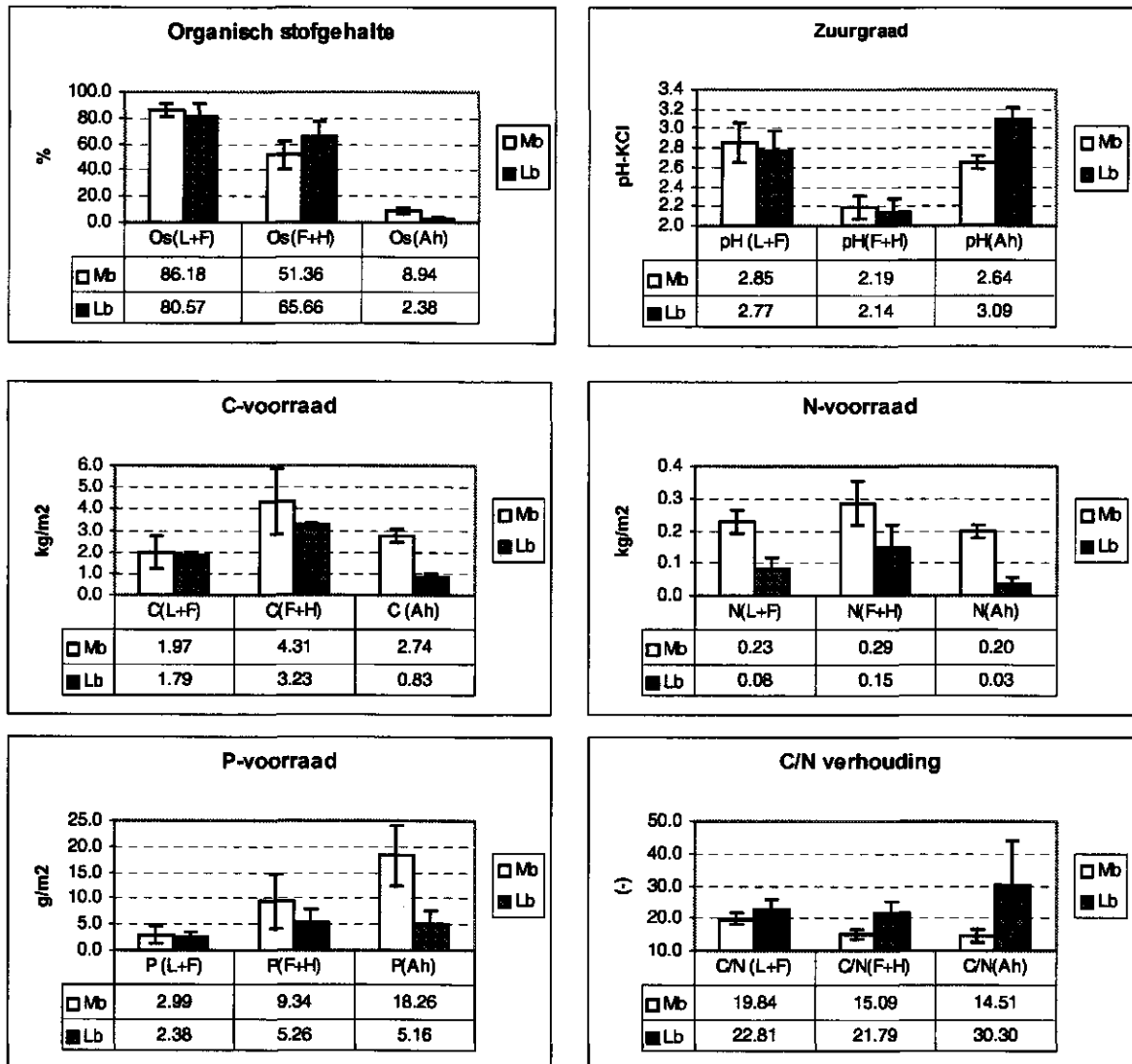


Fig. 7 Verschillen tussen Lheebroek (Lh) en Mattemburgh (Mb) ten aanzien van enkele bodemchemische variabelen

Lheebroek is een vrij jong bos op arm stuifzand, terwijl Mattemburgh een oud bos op iets minder arm dekzand is. De chemische gegevens zijn hiermee in overeenstemming. Het organisch stofgehalte in de F2+H-horizont van Mattemburgh is lager dan dat in Lheebroek. De voorraad koolstof is in deze horizont daarentegen aanzienlijk groter dan in Lheebroek. Het totaalstikstofgehalte in deze horizont loopt in beide reservaten niet veel uiteen. Dit wijst erop dat in Mattemburgh met name de Hd-horizont sterker is gehumificeerd, waarbij vooral koolstof verdwenen is en waarbij stikstof wordt geïmmobiliseerd. Dit leidt tot lagere C/N verhoudingen in Mattemburgh. De organische stof in Mattemburgh is daardoor rijker van aard dan in Lheebroek. Een opvallend verschil bestaat ook in het P- en N-totaalgehalte van de

Ah-horizont van beide reservaten (tabel 1 en 2). In Mattemburgh is het gehalte bijna een factor 6 groter dan in Lheebroek. Dit komt terug in de lage C/N-verhouding van deze horizont in Mattemburgh. Opvallend is dat in Lheebroek de pH van de Ah-horizont hoger is dan in Mattenburg. Verwerking van de ondergrond in het jonge stuifzand van Lheebroek is minder ver voortgeschreden dan in Mattemburgh. De L+F1 horizont van Mattenburg heeft hogere gehalten en voorraden stikstof dan die van Lheebroek. Met name het verschil in gehalte wijst op een rijker type strooisel in Mattemburgh. In Mattenburg is de P-voorraad van de Ah-horizont opvallend groter dan die in de ecto-organische horizonten

3.3 Ruimtelijke variabiliteit

De analyse van de ruimtelijke variabiliteit is beperkt tot de diktevariabelen en de voorraden van de verschillende elementen. In figuur 8 zijn de karakteristieke variabelen van een variogram aangegeven (zie Isaaks & Mohan Srivastava, 1989). De sill komt overeen met de maximale variantie en de range met de afstand tussen twee punten waarop de sill wordt bereikt. De nugget is de variantie die onafhankelijk is van de ruimtelijke variatie, maar samenhangt met bv. meetfouten.

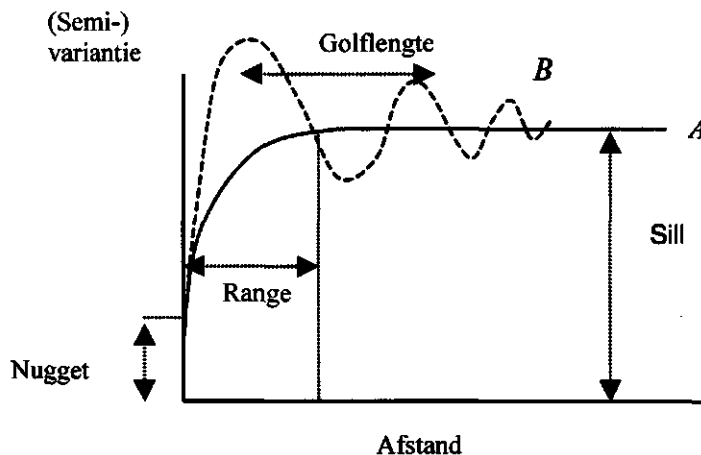


Fig. 8 Voorbeeld van een sferisch variogram met range (A) en een cyclisch variogram (wave-model) met een golflengte (B)

In tabel 3 zijn de karakteristieken van de variogrammen weergegeven die zijn afgeleid uit het gefitte model. Zoals ook uit eerder onderzoek naar voren kwam (Kemmers et al., 1998), bleek de ruimtelijke analyse te wijzen op cyclische patronen in de ruimtelijke variabiliteit. Een fysische verklaring hiervoor lijkt terug te voeren op de opstandstructuur. De ondelinge afstand van bomen en/of struiken heeft een ruimtelijk herhaald patroon in de dikte van strooisellagen. Daarbij bleek in Mattemburgh dat bij de voedingsstofvoorraden over het cyclische patroon een trend aanwezig is. Deze trend wijst op een gradiënt in de kernvlakte. Er is geen verder onderzoek verricht om de oorzaak van de gradiënt te achterhalen.

De relatie tussen de variantie en de afstand vertoont over het algemeen een onregelmatig golfpatroon met wisselende golflengtes en amplitudes (zie figuur 9), terwijl het te fitten

wave-model een regelmatig patroon met vaste golflengte en een dempende golf verondersteld. Door deze discrepantie zijn de waarden voor R^2 daarom over het algemeen vrij laag. Bij het parametriseren van het wave model is echter vooral geprobeerd te fitten op de golflengte. De b-waarden variëren per variabele en per terrein.

Tabel 3 Het gefitte model, waarden voor nugget, (evt. helling van het trendmodel), sill, b (=golflengte/2 π) en de verklaarde variantie(R^2) van het gefitte model. Exc. betekent dat de verklaarde variantie zeer gering is. Een ? betekent dat de verklaarde variantie niet kon worden vastgesteld. Met ectendo wordt het gehele humusprofiel bedoeld

Variable	Model	Nugget	Helling	Sill	b	R^2
Lheebroek						
Dikte L+F1	Wave	143		176	3.1	13.6
Dikte F2+H	Wave	254		402	1.8	19.7
Dikte F1+F2	Wave	185		293	2.5	48.7
Dikte Hr+Hd	Wave	189		319	1.8	25.4
F/H-ratio	Wave	9		13	2.5	18.3
L+F	Cvrd wave	0.45		0.65	2.34	28.8
	Nvrd wave	0.0009		0.0015	2.26	41.6
	Pvrd Wave	0.7		1.10	2.67	38.1
F+H	Cvrd Wave	1.6		2.40	2.71	25.7
	Nvrd Wave	0.0034		0.0047	2.69	17.7
	Pvrd Wave	4.9		6.6	2.7	15.4
Ah	Cvrd Wave	0.06		0.10	3.1	37.6
	Nvrd Wave	0.00018		0.0004	2.3	31.1
	Pvrd Wave	1.14		6.35	1.0	31.1
Ectendo	Cvrd Wave	1.9		3.2	2.4	63.6
	Nvrd Wave	0.0035		0.0059	1.85	42.5
	Pvrd Nested wave	15.5		11.4	5.6/1.0	?
Mattemburgh						
Dikte L+F1	Wave	228		285	1	exc
Dikte F2+H	Wave	682		846	2.6	6.5
Dikte F1+F2	Wave	387		414	1	exc
Dikte Hr+Hd	Wave	481		645	2.6	15.2
F/H-ratio	Wave	2.0		2.41	2.8	6
L+F	Cvrd Trend + wave	0.305	0.02	0.60	0.45	?
	Nvrd Trend + wave	0.001	0.00004	0.001	0.5	?
	Pvrd Wave	2.13		2.76	1.9	5.8
F+H	Cvrd Wave	4.6		5.92	1.65	9.4
	Nvrd Wave	0.018		0.026	1.0	10.2
	Pvrd Wave	19.8		27.0	1.66	13.2
Ah	Cvrd Trend + Wave	0.25	0.034	0.13	0.96	?
	Nvrd Trend + Wave	0.002	0.0002	0.002	1.1	?
	Pvrd Trend + Wave	8.2	0.75	6.8	2.2	?
Ectendo	Cvrd Wave	5.4		10.0	0.97	49.7
	Nvrd Wave	0.025		0.017	1.2	58.8
	Pvrd Trend + wave	21.6	1.54	23.6	0.72	?

Op hoofdlijnen is er echter wel een patroon te herkennen als van de b-waarden per cluster van variabelen ranges worden weergegeven. In tabel 4 zijn de b-waarden per terrein geclusterd over de diktevariabelen (L, F, H etc), de gehaltevariabelen (Org. stof, N-tot, P-tot, C/N) en de voorraadvariabelen (C-voorraad, N-voorraad, P-voorraad). In Mattemburgh varieert de dikte van de L+F1-horizont over afstanden van 6m en in Lheebroek over 20m.. De voorraden variëren in Lheebroek gemiddeld over

een afstand van ca. 17m en in Mattemburgh over een afstand van 7m. De gemiddelde golflengte over alle variabelen bedraagt in Lheebroek 16 m en in Mattemburgh 9 m.

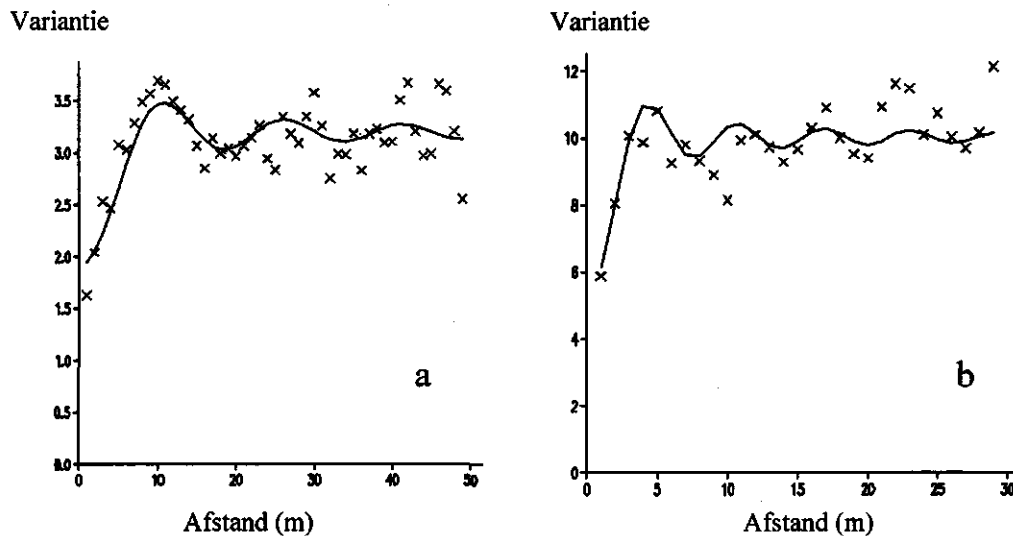


Fig. 9 Berekende variantie en best passende model voor de voorraad koolstof in het humusprofiel van Lheebroek (a) en Mattemburgh(b)

Tabel 4 Waarden van de parameter b per cluster van variabelen en de daarmee corresponderende golflengtes

Variabele	Lheebroek b	golflengte (m)	Mattemburgh b	golflengte (m)
Dikten				
L+F1	3,1	19,5	1	6,3
F2+H	1,8	11,0	2,6	16,3
Voorraden				
LF	2,26 - 2,67	14,2 - 16,8	0,45 - 1,9	2,8 - 11,9
FH	2,69 - 2,71	16,9 - 17,0	1,0 - 1,66	6,3 - 10,4
Ah	1,0 - 3,1	6,3 - 19,5	0,96 - 2,2	6,0 - 13,8
Ectendo	2,85 - 5,6	17,9 - 35,2	0,72 - 1,2	4,5 - 7,5

Uit deze cijfers kan worden geconcludeerd dat de strooiselbron (met de daarin voorkomende elementen) in Mattemburgh een dichtere structuur heeft dan in Lheebroek. Waarschijnlijk vormt de dichtere begroeiingstructuur van Mattemburgh een fysische verklaring voor de kortere herhalingsafstand. Eenzelfde verklaring ligt ten grondslag aan de eerder gevonden verschillen in de bosreservaten Tongerense hei en Norgerholt. In Norgerholt is sprake van een kortere herhalingsafstand dan in Tongerense hei. Zowel Norgerholt als Mattemburgh worden gekenmerkt door oudere, stabiele bosesystemen, terwijl Tongerense hei en Lheebroek pas een korte bosontwikkeling hebben doorgemaakt. Dit wijst erop dat de ruimtelijke variabiliteit toeneemt naarmate een bosesysteem zich ontwikkelt.

4 Conclusies

Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Via kwantitatieve bemonstering is het goed mogelijk onderscheid tussen elementvoorraden in verschillende horizonten van het humusprofiel vast te stellen ten behoeve van monitoring.
- In Mattemburgh komt als humusvorm een bosmormoder voor, die typisch is voor een oud boscossysteem. De ruwmormodiers van Lheebroek zijn typisch voor jonge bossen op arme zandgrond.
- De gemiddelde dikte van het ectorganisch gedeelte van het humusprofiel in Mattemburgh bedraagt 101 mm en in Lheebroek 73 mm.
- Het onderscheid tussen het humusprofiel van een oud bos (Mattemburgh) en een jong bos (Lheebroek) komt vooral tot uiting in de dikte van de Hd-horizont. In Lheebroek bedraagt deze dikte 6 mm en in Mattemburgh 37 mm.
- Het rijke karakter van de bodem in Mattemburgh komt tot uiting in lagere waarden van de C/N-verhouding (14-20) in vergelijking die van Lheebroek (21-30) dat zich op arm stuifzand ontwikkeld.
- De minerale top laag van de bodem in Lheebroek is minder verweerd en minder zuur ($\text{pH}_{\text{KCl}}=3,1$) dan die van Mattemburgh ($\text{pH}_{\text{KCl}}=2,64$)
- De voorraden koolstof, stikstof en fosfor in het humusprofiel van Mattemburgh bedragen respectievelijk 9,02, 0,50 en 0,030 kg.m^{-2} en zijn groter dan die in Lheebroek (resp. 5,8, 0,26 en 0,0127 kg.m^{-2})
- In de kernvlakte van Mattemburgh is sprake van een gradiënt die met name tot uiting komt in de voorraden koolstof, stikstof en fosfor van de Ah-horizont.
- In beide bosreservaten is sprake van een cyclisch patroon in de ruimtelijke variatie van humusprofielkenmerken. De herhalingslengte, gemiddeld over alle variabelen, bedraagt in Lheebroek 16 m en in Mattemburgh 9 m. Een fysische verklaring van dit cyclische karakter moet waarschijnlijk gezocht worden in de opstandstructuur: naarmate bomen en/of struiken dichter op elkaar staan wordt de golflengte kleiner.
- De resultaten bevestigen conclusies uit eerder onderzoek dat in boscossystemen de ruimtelijke variatie toeneemt naarmate het systeem ouder wordt.

Literatuur

Broekmeyer, M.E.A., 1995. *Bosreservaten in Nederland*. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. IBN-rapport 133.

Giesen & Geurts, 1999. Analyse van humusprofielen uit het Lheebroek en de Mattemburgh 1999. Ulf. Giesen & Geurts Biologische Projekten.

Isaaks E.H & R. Mohan Srivastava, 1989. *Applied geostatistics*. Oxford university press New York, Oxford.

Kemmers, R.H., P. Mekking & R.W. de Waal, 1998. De uitgangstoestand van bodemvariabelen in Norgerholt en Tongerense hei; basisprogramma bosreservaten. Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 592.

Kemmers, R.H. & R.W. de Waal, 1999. Ecologische typering van bodems; deel 1 Raamwerk en humusvormtypologie. Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 667.1.

Lane P., N. Galwey & N. Alvey, 1987. *Genstat 5 An introduction*. Clarendon press. Oxford.

Maas, G.J. & M.M. van der Werff, 1990. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 1 bosreservaat Lheebroek. Wageningen/Oosterbeek. DLO-Staring Centrum/Bosbureau Wageningen. Rapport 98.1

Mekking, P. 1998. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; deel 30 bosreservaat Mattemburgh. Wageningen. DLO-Staring Centrum. Rapport 98.30.

Aanhangsel 1 Inventarisatiegegevens

Tabel 1 Diktes van horizonten van het humusprofiel in Lheebroek

Monster Nr	L	F1	F2	Hr	Hd	L+F1	F2+H	F1+F2	Hr+Hd	F/H	
	Mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	(div0=4.44)	
1	1	10	30	40	20	0	40.00	60.00	70.00	20.00	3.50
	2	10	65	0	5	0	75.00	5.00	65.00	5.00	13.00
	3	0	30	40	0	4	30.00	44.00	70.00	4.00	17.50
	4	5	30	20	15	0	35.00	35.00	50.00	15.00	3.33
2	5	5	50	25	0	20	55.00	45.00	75.00	20.00	3.75
	6	0	20	25	0	0	20.00	25.00	45.00	0.00	4.44
	7	0	45	35	20	0	45.00	55.00	80.00	20.00	4.00
	8	5	35	25	15	0	40.00	40.00	60.00	15.00	4.00
3	9	10	50	25	0	15	60.00	40.00	75.00	15.00	5.00
	10	0	40	25	15	0	40.00	40.00	65.00	15.00	4.33
	11	0	40	15	15	0	40.00	30.00	55.00	15.00	3.67
	12	0	60	35	20	0	60.00	55.00	95.00	20.00	4.75
4	13	0	30	20	0	0	30.00	20.00	50.00	0.00	4.44
	14	0	35	20	0	20	35.00	40.00	55.00	20.00	2.75
	15	0	30	20	20	0	30.00	40.00	50.00	20.00	2.50
	16	0	35	35	0	0	35.00	35.00	70.00	0.00	4.44
5	17	0	30	25	20	0	30.00	45.00	55.00	20.00	2.75
	18	0	50	30	20	0	50.00	50.00	80.00	20.00	4.00
	19	0	20	33	17	0	20.00	50.00	53.00	17.00	3.12
	20	0	30	40	0	10	30.00	50.00	70.00	10.00	7.00
6	21	0	20	40	0	10	20.00	50.00	60.00	10.00	6.00
	22	0	50	20	5	0	50.00	25.00	70.00	5.00	14.00
	23	10	40	25	0	5	50.00	30.00	65.00	5.00	13.00
	24	10	35	45	0	5	45.00	50.00	80.00	5.00	16.00
7	25	0	50	40	5	0	50.00	45.00	90.00	5.00	18.00
	26	10	30	25	15	0	40.00	40.00	55.00	15.00	3.67
	27	10	35	35	20	0	45.00	55.00	70.00	20.00	3.50
	28	0	30	25	25	0	30.00	50.00	55.00	25.00	2.20
8	29	0	35	20	25	0	35.00	45.00	55.00	25.00	2.20
	30	10	20	25	25	0	30.00	50.00	45.00	25.00	1.80
	31	0	20	25	25	0	20.00	50.00	45.00	25.00	1.80
	32	5	20	0	35	0	25.00	35.00	20.00	35.00	0.57
9	33	0	45	0	0	0	45.00	0.00	45.00	0.00	4.44
	34	5	10	20	0	0	15.00	20.00	30.00	0.00	4.44
	35	0	30	5	0	0	30.00	5.00	35.00	0.00	4.44
	36	0	0	30	0	0	0.00	30.00	30.00	0.00	4.44

Monster Nr	L	F1	F2	Hr	Hd	L+F1	F2+H	F1+F2	Hr+Hd	F/H
	Mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	(div0=4.44)
10	37	0	30	15	0	0	30.00	15.00	45.00	0.00
	38	0	30	0	0	0	30.00	0.00	30.00	0.00
	39	0	10	25	0	0	10.00	25.00	35.00	0.00
	40	0	20	50	20	0	20.00	70.00	70.00	20.00
11	41	0	40	40	0	0	40.00	40.00	80.00	0.00
	42	0	55	45	0	0	55.00	45.00	100.00	0.00
	43	0	55	40	0	5	55.00	45.00	95.00	5.00
	44	10	20	35	15	0	30.00	50.00	55.00	15.00
12	45	0	20	25	0	35	20.00	60.00	45.00	35.00
	46	5	25	25	0	20	30.00	45.00	50.00	20.00
	47	10	40	15	15	0	50.00	30.00	55.00	15.00
	48	10	35	30	15	0	45.00	45.00	65.00	15.00
13	49	10	30	30	30	0	40.00	60.00	60.00	30.00
	50	5	20	25	30	0	25.00	55.00	45.00	30.00
	51	10	20	0	0	0	30.00	0.00	20.00	0.00
	52	10	20	35	25	0	30.00	60.00	55.00	25.00
14	53	5	20	35	0	0	25.00	35.00	55.00	0.00
	54	5	15	20	20	0	20.00	40.00	35.00	20.00
	55	10	30	20	0	10	40.00	30.00	50.00	10.00
	56	20	40	25	0	35	60.00	60.00	65.00	35.00
15	57	5	15	30	0	0	20.00	30.00	45.00	0.00
	58	5	15	10	0	30	20.00	40.00	25.00	30.00
	59	0	20	40	25	0	20.00	65.00	60.00	25.00
	60	20	10	20	0	0	30.00	20.00	30.00	0.00
16	61	10	10	25	0	0	20.00	25.00	35.00	0.00
	62	10	20	30	0	0	30.00	30.00	50.00	0.00
	63	0	25	20	0	10	25.00	30.00	45.00	10.00
	64	0	25	30	20	25	25.00	75.00	55.00	45.00
17	65	0	30	20	40	0	30.00	60.00	50.00	40.00
	66	0	20	40	60	0	20.00	100.00	60.00	60.00
	67	0	20	0	50	50	20.00	100.00	20.00	100.00
	68	0	25	0	50	40	25.00	90.00	25.00	90.00
18	69	0	30	30	0	20	30.00	50.00	60.00	20.00
	70	10	40	25	25	0	50.00	50.00	65.00	25.00
	71	5	20	20	20	0	25.00	40.00	40.00	20.00
	72	0	25	20	30	0	25.00	50.00	45.00	30.00
19	73	5	20	35	30	0	25.00	65.00	55.00	30.00
	74	10	40	25	25	0	50.00	50.00	65.00	25.00
	75	5	20	45	0	0	25.00	45.00	65.00	0.00
	76	5	15	40	0	0	20.00	40.00	55.00	0.00
20	77	10	20	30	40	0	30.00	70.00	50.00	40.00

Monster Nr	L	F1	F2	Hr	Hd	L+F1	F2+H	F1+F2	Hr+Hd	F/H	
	Mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	(div0=4.44)	
Monster Nr	L	F1	F2	Hr	Hd	L+F1	F2+H	F1+F2	Hr+Hd	F/H	
	78	0	30	20	40	0	30.00	60.00	50.00	40.00	1.25
	79	10	45	25	20	0	55.00	45.00	70.00	20.00	3.50
	80	0	45	35	40	0	45.00	75.00	80.00	40.00	2.00
21	81	0	50	15	25	0	50.00	40.00	65.00	25.00	2.60
	82	0	25	35	0	5	25.00	40.00	60.00	5.00	12.00
	83	0	35	25	40	0	35.00	65.00	60.00	40.00	1.50
	84	10	20	20	0	40	30.00	60.00	40.00	40.00	1.00
22	85	0	60	0	0	0	60.00	0.00	60.00	0.00	4.44
	86	10	20	10	0	20	30.00	30.00	30.00	20.00	1.50
	87	5	30	15	15	0	35.00	30.00	45.00	15.00	3.00
	88	0	30	30	20	0	30.00	50.00	60.00	20.00	3.00
23	89	10	45	20	25	0	55.00	45.00	65.00	25.00	2.60
	90	0	40	0	0	0	40.00	0.00	40.00	0.00	4.44
	91	5	40	15	20	0	45.00	35.00	55.00	20.00	2.75
	92	10	45	15	0	30	55.00	45.00	60.00	30.00	2.00
24	93	0	30	20	0	25	30.00	45.00	50.00	25.00	2.00
	94	10	15	20	0	0	25.00	20.00	35.00	0.00	4.44
	95	0	40	5	5	0	40.00	10.00	45.00	5.00	9.00
	96	10	15	15	0	0	25.00	15.00	30.00	0.00	4.44
25	97	0	35	0	30	0	35.00	30.00	35.00	30.00	1.17
	98	10	40	20	0	30	50.00	50.00	60.00	30.00	2.00
	99	0	35	10	0	35	35.00	45.00	45.00	35.00	1.29
	100	0	25	15	0	40	25.00	55.00	40.00	40.00	1.00
	Gem	4.05	30.60	23.68	12.47	5.94	34.65	42.09	54.28	18.41	4.12
	Sd	4.91	12.62	12.04	14.58	11.95	13.05	19.57	16.67	17.51	3.70

Tabel 2 Diktes van horizonten van het humusprofiel in Mattemburgh

Monster	Nr	L	F1	F2	Hr	Hd	L+F1	F2+H	F1+F2	Hr+Hd	F/H
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	(div0=4.44)
1	1	5	40	30	0	45	45.00	75.00	70.00	45.00	1.56
	2	0	0	0	0	50	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00
	3	0	20	30	0	60	20.00	90.00	50.00	60.00	0.83
	4	0	40	0	0	0	40.00	0.00	40.00	0.00	4.44
2	5	0	40	25	0	35	40.00	60.00	65.00	35.00	1.86
	6	0	40	20	0	20	40.00	40.00	60.00	20.00	3.00
	7	10	60	20	0	60	70.00	80.00	80.00	60.00	1.33
	8	10	25	25	0	50	35.00	75.00	50.00	50.00	1.00
3	9	10	50	30	0	60	60.00	90.00	80.00	60.00	1.33
	10	10	40	30	0	70	50.00	100.00	70.00	70.00	1.00
	11	10	40	20	0	60	50.00	80.00	60.00	60.00	1.00
	12	10	40	15	0	45	50.00	60.00	55.00	45.00	1.22
4	13	5	30	0	35	45	35.00	80.00	30.00	80.00	0.38
	14	5	30	65	20	30	35.00	115.00	95.00	50.00	1.90
	15	10	60	30	0	0	70.00	30.00	90.00	0.00	4.44
	16	10	30	50	0	70	40.00	120.00	80.00	70.00	1.14
5	17	5	30	55	0	30	35.00	85.00	85.00	30.00	2.83
	18	10	30	40	0	70	40.00	110.00	70.00	70.00	1.00
	19	0	40	55	0	35	40.00	90.00	95.00	35.00	2.71
	20	0	30	40	0	90	30.00	130.00	70.00	90.00	0.78
6	21	0	35	15	0	20	35.00	35.00	50.00	20.00	2.50
	22	0	60	25	0	15	60.00	40.00	85.00	15.00	5.67
	23	10	40	20	30	0	50.00	50.00	60.00	30.00	2.00
	24	10	40	20	0	50	50.00	70.00	60.00	50.00	1.20
7	25	0	35	25	0	0	35.00	25.00	60.00	0.00	4.44
	26	0	40	60	0	0	40.00	60.00	100.00	0.00	4.44
	27	0	30	25	25	0	30.00	50.00	55.00	25.00	2.20
	28	10	30	20	0	50	40.00	70.00	50.00	50.00	1.00
8	29	0	25	40	0	55	25.00	95.00	65.00	55.00	1.18
	30	0	50	35	0	45	50.00	80.00	85.00	45.00	1.89
	31	0	50	15	0	25	50.00	40.00	65.00	25.00	2.60
	32	0	30	0	0	70	30.00	70.00	30.00	70.00	0.43
9	33	0	10	40	0	50	10.00	90.00	50.00	50.00	1.00
	34	0	30	30	0	80	30.00	110.00	60.00	80.00	0.75
	35	0	80	0	0	70	80.00	70.00	80.00	70.00	1.14
	36	0	30	35	0	55	30.00	90.00	65.00	55.00	1.18
10	37	0	20	20	0	45	20.00	65.00	40.00	45.00	0.89
	38	0	120	20	0	20	120.00	40.00	140.00	20.00	7.00

Monster	Nr	L	F1	F2	Hr	Hd	L+F1	F2+H	F1+F2	Hr+Hd	F/H
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	(div0=4.44)
	39	0	60	15	0	25	60.00	40.00	75.00	25.00	3.00
	40	0	35	30	0	0	35.00	30.00	65.00	0.00	4.44
11	41	0	50	0	0	0	50.00	0.00	50.00	0.00	4.44
	42	0	35	25	0	0	35.00	25.00	60.00	0.00	4.44
	43	0	25	30	0	45	25.00	75.00	55.00	45.00	1.22
	44	0	50	40	0	50	50.00	90.00	90.00	50.00	1.80
12	45	0	60	30	0	50	60.00	80.00	90.00	50.00	1.80
	46	10	30	0	0	50	40.00	50.00	30.00	50.00	0.60
	47	0	60	0	0	90	60.00	90.00	60.00	90.00	0.67
	48	0	45	10	0	45	45.00	55.00	55.00	45.00	1.22
13	49	0	40	30	0	50	40.00	80.00	70.00	50.00	1.40
	50	10	30	40	0	60	40.00	100.00	70.00	60.00	1.17
	51	0	30	20	60	40	30.00	120.00	50.00	100.00	0.50
	52	0	35	40	0	45	35.00	85.00	75.00	45.00	1.67
14	53	0	40	0	0	65	40.00	65.00	40.00	65.00	0.62
	54	30	20	50	0	90	50.00	140.00	70.00	90.00	0.78
	55	0	45	35	0	40	45.00	75.00	80.00	40.00	2.00
	56	10	50	20	0	20	60.00	40.00	70.00	20.00	3.50
15	57	5	15	30	0	30	20.00	60.00	45.00	30.00	1.50
	58	0	35	40	0	55	35.00	95.00	75.00	55.00	1.36
	59	0	35	40	0	15	35.00	55.00	75.00	15.00	5.00
	60	0	30	50	0	0	30.00	50.00	80.00	0.00	4.44
16	61	0	30	30	0	50	30.00	80.00	60.00	50.00	1.20
	62	40	20	50	0	0	60.00	50.00	70.00	0.00	4.44
	63	0	30	20	0	70	30.00	90.00	50.00	70.00	0.71
	64	0	30	45	0	15	30.00	60.00	75.00	15.00	5.00
17	65	0	40	0	10	30	40.00	40.00	40.00	40.00	1.00
	66	0	30	25	0	15	30.00	40.00	55.00	15.00	3.67
	67	0	20	50	0	0	20.00	50.00	70.00	0.00	4.44
	68	5	30	30	0	65	35.00	95.00	60.00	65.00	0.92
18	69	0	70	20	0	20	70.00	40.00	90.00	20.00	4.50
	70	5	25	50	25	25	30.00	100.00	75.00	50.00	1.50
	71	5	20	30	35	0	25.00	65.00	50.00	35.00	1.43
	72	0	30	20	0	0	30.00	20.00	50.00	0.00	4.44
19	73	0	25	25	0	30	25.00	55.00	50.00	30.00	1.67
	74	5	15	55	55	0	20.00	110.00	70.00	55.00	1.27
	75	5	15	40	0	50	20.00	90.00	55.00	50.00	1.10
	76	0	60	60	0	30	60.00	90.00	120.00	30.00	4.00
20	77	5	30	0	0	35	35.00	35.00	30.00	35.00	0.86
	78	0	50	15	0	0	50.00	15.00	65.00	0.00	4.44
	79	0	20	30	0	0	20.00	30.00	50.00	0.00	4.44

Monster	Nr	L	F1	F2	Hr	Hd	L+F1	F2+H	F1+F2	Hr+Hd	F/H
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	(div0=4.44)
	21	80	10	0	30	0	30	10.00	60.00	30.00	1.00
		81	10	20	0	0	30	30.00	30.00	20.00	0.67
		82	0	30	40	0	20	30.00	60.00	70.00	3.50
		83	5	15	25	0	0	20.00	25.00	40.00	4.44
		84	0	20	35	0	25	20.00	60.00	55.00	2.20
	22	85	5	15	30	0	50	20.00	80.00	45.00	0.90
		86	10	20	45	0	55	30.00	100.00	65.00	1.18
		87	5	15	40	0	40	20.00	80.00	55.00	1.38
		88	5	30	30	0	35	35.00	65.00	60.00	1.71
	23	89	5	35	45	0	55	40.00	100.00	80.00	1.45
		90	10	35	35	0	60	45.00	95.00	70.00	1.17
		91	0	20	40	0	60	20.00	100.00	60.00	1.00
		92	0	20	25	0	65	20.00	90.00	45.00	0.69
	24	93	5	20	30	0	55	25.00	85.00	50.00	0.91
		94	5	10	30	0	45	15.00	75.00	40.00	0.89
		95	0	15	15	0	0	15.00	15.00	30.00	4.44
		96	10	20	40	0	20	30.00	60.00	60.00	3.00
	25	97	10	20	30	0	30	30.00	60.00	50.00	1.67
		98	5	5	10	0	20	10.00	30.00	15.00	0.75
		99	10	20	15	0	75	30.00	90.00	35.00	0.47
		100	10	20	35	0	55	30.00	90.00	55.00	1.00
Gem		3.95	33.20	28.20	2.95	37.00	37.15	68.15	61.40	39.95	2.08
Sd		6.13	17.11	15.55	10.47	24.72	16.97	28.84	20.82	24.73	1.52

Aanhangsel 2 Bodemchemische analyses

Meer	SC	Horizont	Gebed	pH-KG	Org.	P	N	Amog.
Nr.	D.O.	Nr.			%	mg/100 g	mg/kg	g
LB 1	1	L+F1	Lheebroek	2.79	82.66	81.55	2156.9	32.71
LB 2	2	L+F1	Lheebroek	2.53	89.20	61.69	2017.5	52.73
LB 3	3	L+F1	Lheebroek	2.51	89.42	51.00	2007.8	60.77
LB 4	4	L+F1	Lheebroek	2.82	63.84	38.46	1382.6	51.08
LB 5	5	L+F1	Lheebroek	2.79	76.60	52.69	1593.0	34.97
LB 6	6	L+F1	Lheebroek	2.60	84.90	51.49	1938.0	47.77
LB 7	7	L+F1	Lheebroek	2.57	83.39	47.29	1885.6	55.16
LB 8	8	L+F1	Lheebroek	2.77	69.60	27.89	1287.4	41.12
LB 9	9	L+F1	Lheebroek	2.59	56.97	24.82	965.9	49.28
LB 10	10	L+F1	Lheebroek	2.82	79.12	55.23	1685.9	23.97
LB 11	11	L+F1	Lheebroek	2.68	84.24	49.98	1873.5	49.13
LB 12	12	L+F1	Lheebroek	2.83	84.23	55.06	1855.9	33.10
LB 13	13	L+F1	Lheebroek	2.92	77.65	51.94	1931.5	32.04
LB 14	14	L+F1	Lheebroek	2.92	86.58	45.14	1817.1	29.79
LB 15	15	L+F1	Lheebroek	3.24	86.76	41.79	1454.3	28.86
LB 16	16	L+F1	Lheebroek	3.26	76.52	78.25	1975.5	27.90
LB 17	17	L+F1	Lheebroek	2.94	90.25	84.31	2291.0	23.52
LB 18	18	L+F1	Lheebroek	2.82	86.34	66.12	2061.3	42.34
LB 19	19	L+F1	Lheebroek	2.83	88.54	77.51	2284.4	42.66
LB 20	20	L+F1	Lheebroek	2.73	91.68	70.61	2154.0	45.87
LB 21	21	L+F1	Lheebroek	2.61	90.77	64.87	1990.4	43.95
LB 22	22	L+F1	Lheebroek	2.54	77.55	59.87	1880.0	51.32
LB 23	23	L+F1	Lheebroek	2.49	81.81	39.03	1611.2	56.39
LB 24	24	L+F1	Lheebroek	2.97	50.18	38.10	1053.6	55.75
LB 25	25	L+F1	Lheebroek	2.60	85.53	68.63	1834.7	44.32
LB 26	1	F2+H	Lheebroek	2.10	74.73	75.49	1702.3	78.56
LB 27	2	F2+H	Lheebroek	2.02	84.70	51.49	1480.7	78.63
LB 28	3	F2+H	Lheebroek	2.00	73.43	55.14	1325.4	109.09
LB 29	4	F2+H	Lheebroek	2.14	57.77	59.86	1341.9	76.77
LB 30	5	F2+H	Lheebroek	2.10	64.46	65.94	1467.7	102.39
LB 31	6	F2+H	Lheebroek	2.08	70.55	30.58	1410.9	86.53
LB 32	7	F2+H	Lheebroek	2.05	76.49	69.16	1625.1	108.40
LB 33	8	F2+H	Lheebroek	2.11	71.55	53.09	1523.8	87.07
LB 34	9	F2+H	Lheebroek	2.38	71.78	62.77	1659.4	23.31
LB 35	10	F2+H	Lheebroek	2.28	69.69	60.66	1553.1	52.22
LB 36	11	F2+H	Lheebroek	2.06	68.02	48.33	1413.0	114.36
LB 37	12	F2+H	Lheebroek	2.16	67.45	48.20	1765.2	110.41
LB 38	13	F2+H	Lheebroek	2.17	59.71	53.69	1191.1	108.68
LB 39	14	F2+H	Lheebroek	2.22	66.22	45.70	1800.9	104.29
LB 40	15	F2+H	Lheebroek	2.51	45.17	44.20	1410.4	103.66
LB 41	16	F2+H	Lheebroek	2.24	47.46	55.00	1523.3	97.39
LB 42	17	F2+H	Lheebroek	2.03	75.67	59.20	1595.2	152.97
LB 43	18	F2+H	Lheebroek	2.08	75.08	74.22	1506.7	90.37
LB 44	19	F2+H	Lheebroek	2.02	81.75	77.61	1863.6	82.96
LB 45	20	F2+H	Lheebroek	2.14	58.38	41.90	1493.7	145.99
LB 46	21	F2+H	Lheebroek	1.99	58.70	48.90	1551.4	121.27
LB 47	22	F2+H	Lheebroek	2.18	49.94	45.90	1397.6	82.33
LB 48	23	F2+H	Lheebroek	2.07	66.20	47.70	1640.5	68.55
LB 49	24	F2+H	Lheebroek	2.37	36.35	28.80	919.7	77.96
LB 50	25	F2+H	Lheebroek	2.04	70.27	48.90	1607.1	96.80
LB 51	1	0-5	Lheebroek	3.24	1.61	5.00	39.9	647.34
LB 52	2	0-5	Lheebroek	3.13	1.55	11.80	26.9	609.74

Meer	SC	Debiet	Debiet	Debiet	Debiet	Debiet	Debiet	Debiet	Debiet
nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr
LB	53	3	0-5	Lheebroek	3.14	1.46	3.30	26.7	726.24
LB	54	4	0-5	Lheebroek	2.99	2.81	12.99	51.3	656.34
LB	55	5	0-5	Lheebroek	3.22	1.35	10.89	20.2	685.04
LB	56	6	0-5	Lheebroek	3.21	1.16	4.86	9.3	759.34
LB	57	7	0-5	Lheebroek	3.07	1.56	3.07	11.8	801.04
LB	58	8	0-5	Lheebroek	3.17	1.77	8.61	33.9	756.04
LB	59	9	0-5	Lheebroek	3.22	2.86	9.44	54.6	706.54
LB	60	10	0-5	Lheebroek	3.12	2.70	4.05	46.7	723.44
LB	61	11	0-5	Lheebroek	3.19	1.34	5.47	21.3	847.24
LB	62	12	0-5	Lheebroek	3.23	1.44	1.42	11.8	742.04
LB	63	13	0-5	Lheebroek	3.12	1.78	6.57	31.0	789.04
LB	64	14	0-5	Lheebroek	3.11	1.82	3.08	22.0	735.14
LB	65	15	0-5	Lheebroek	2.97	3.34	6.06	57.5	740.34
LB	66	16	0-5	Lheebroek	2.93	4.68	8.02	123.5	654.44
LB	67	17	0-5	Lheebroek	3.20	1.21	9.60	25.4	877.64
LB	68	18	0-5	Lheebroek	3.24	1.22	3.67	15.4	716.94
LB	69	19	0-5	Lheebroek	2.91	2.70	13.60	72.2	613.74
LB	70	20	0-5	Lheebroek	2.93	3.03	8.35	64.4	581.85
LB	71	21	0-5	Lheebroek	2.96	2.85	13.07	71.0	631.34
LB	72	22	0-5	Lheebroek	2.86	4.86	9.30	114.1	537.21
LB	73	23	0-5	Lheebroek	3.07	2.73	5.34	71.3	635.24
LB	74	24	0-5	Lheebroek	2.83	5.71	10.09	186.8	525.42
LB	75	25	0-5	Lheebroek	3.17	1.89	2.48	51.5	700.44
MB	1	1	L+F1	Mattemburgh	2.79	72.22	68.29	2024.2	45.74
MB	2	2	L+F1	Mattemburgh	2.95	84.55	67.62	2344.5	27.94
MB	3	3	L+F1	Mattemburgh	2.62	88.97	70.24	2268.1	57.84
MB	4	4	L+F1	Mattemburgh	2.86	90.23	76.81	2173.3	55.14
MB	5	5	L+F1	Mattemburgh	2.82	90.81	54.88	2331.5	44.84
MB	6	6	L+F1	Mattemburgh	2.66	82.19	64.62	1907.5	45.84
MB	7	7	L+F1	Mattemburgh	2.85	85.33	72.85	2199.8	37.34
MB	8	8	L+F1	Mattemburgh	2.67	89.14	74.44	2340.4	36.94
MB	9	9	L+F1	Mattemburgh	2.65	90.94	53.57	1995.7	79.34
MB	10	10	L+F1	Mattemburgh	2.78	84.83	68.84	2085.8	50.64
MB	11	11	L+F1	Mattemburgh	2.67	84.74	47.11	2002.9	51.54
MB	12	12	L+F1	Mattemburgh	2.55	83.80	38.60	1979.4	78.84
MB	13	13	L+F1	Mattemburgh	2.75	90.01	54.23	2103.8	53.64
MB	14	14	L+F1	Mattemburgh	2.68	74.78	52.36	1819.6	65.14
MB	15	15	L+F1	Mattemburgh	2.86	89.49	61.86	2315.0	42.94
MB	16	16	L+F1	Mattemburgh	3.09	90.72	105.85	2485.8	50.44
MB	17	17	L+F1	Mattemburgh	2.83	88.83	61.71	2081.6	38.24
MB	18	18	L+F1	Mattemburgh	3.01	87.60	79.10	2425.2	32.64
MB	19	19	L+F1	Mattemburgh	2.95	85.49	75.30	2130.6	28.34
MB	20	20	L+F1	Mattemburgh	2.76	87.91	79.23	2116.8	33.34
MB	21	21	L+F1	Mattemburgh	3.05	87.27	69.29	1898.2	27.34
MB	22	22	L+F1	Mattemburgh	3.05	88.79	83.97	2592.4	24.14
MB	23	23	L+F1	Mattemburgh	2.90	89.92	89.80	2395.6	23.04
MB	24	24	L+F1	Mattemburgh	2.94	86.55	82.82	2466.2	20.54
MB	25	25	L+F1	Mattemburgh	3.54	79.47	72.65	2124.0	11.24
MB	26	1	F2+H	Mattemburgh	2.41	52.88	41.82	1167.0	181.64
MB	27	2	F2+H	Mattemburgh	2.44	49.94	34.17	1264.8	173.44
MB	28	3	F2+H	Mattemburgh	2.32	57.81	18.95	1231.4	259.44
MB	29	4	F2+H	Mattemburgh	2.40	51.29	36.42	1175.1	190.14
MB	30	5	F2+H	Mattemburgh	2.21	75.47	42.10	1626.9	229.54
MB	31	6	F2+H	Mattemburgh	2.49	45.27	34.92	1043.8	152.64
MB	32	7	F2+H	Mattemburgh	2.45	50.47	36.48	1270.7	145.64
MB	33	8	F2+H	Mattemburgh	2.39	56.99	37.06	1306.1	198.34
MB	34	9	F2+H	Mattemburgh	2.36	62.07	43.67	1291.3	177.34

Inten	SC		Polizone	Gaieed	PH-KO	Org	P	N	Orgg
nr.	DLO	nr.							
MB						%	total	total	genk
							mg/100g		g
MB 35	10		F2+H	Mattemburgh	2.41	58.06	35.64	1419.3	97.04
MB 36	11		F2+H	Mattemburgh	2.21	66.30	38.53	1525.4	116.54
MB 37	12		F2+H	Mattemburgh	2.36	64.51	34.47	1448.6	165.44
MB 38	13		F2+H	Mattemburgh	2.16	84.04	47.78	1767.6	176.84
MB 39	14		F2+H	Mattemburgh	2.33	56.34	34.76	1353.9	189.44
MB 40	15		F2+H	Mattemburgh	2.27	77.01	40.39	1671.0	106.54
MB 41	16		F2+H	Mattemburgh	2.32	63.00	35.39	1612.8	139.84
MB 42	17		F2+H	Mattemburgh	2.36	70.17	40.97	1657.2	117.74
MB 43	18		F2+H	Mattemburgh	2.25	73.59	43.98	1790.8	117.44
MB 44	19		F2+H	Mattemburgh	2.33	59.91	29.21	1346.0	203.44
MB 45	20		F2+H	Mattemburgh	2.48	56.33	37.95	1535.4	90.74
MB 46	21		F2+H	Mattemburgh	2.48	53.57	42.64	1638.1	111.54
MB 47	22		F2+H	Mattemburgh	2.36	49.71	24.65	1455.7	196.04
MB 48	23		F2+H	Mattemburgh	2.28	62.10	40.79	1383.1	251.24
MB 49	24		F2+H	Mattemburgh	2.34	60.44	32.49	1574.4	137.14
MB 50	25		F2+H	Mattemburgh	2.43	44.90	32.29	1182.6	200.24
MB 51	1		0-5	Mattemburgh	3.01	3.13	4.91	92.8	674.44
MB 52	2		0-5	Mattemburgh	3.13	2.07	3.30	50.4	673.94
MB 53	3		0-5	Mattemburgh	3.36	1.08	1.94	17.3	838.04
MB 54	4		0-5	Mattemburgh	3.05	3.35	5.50	103.4	565.64
MB 55	5		0-5	Mattemburgh	3.02	3.01	2.71	60.4	645.64
MB 56	6		0-5	Mattemburgh	3.02	2.87	4.80	92.6	529.81
MB 57	7		0-5	Mattemburgh	3.06	3.06	4.68	78.8	556.02
MB 58	8		0-5	Mattemburgh	3.43	1.25	3.01	22.4	713.34
MB 59	9		0-5	Mattemburgh	3.40	1.19	2.15	16.0	700.94
MB 60	10		0-5	Mattemburgh	2.89	7.30	7.53	185.7	447.74
MB 61	11		0-5	Mattemburgh	2.89	4.30	6.45	136.6	399.18
MB 62	12		0-5	Mattemburgh	3.17	1.84	3.97	57.6	650.14
MB 63	13		0-5	Mattemburgh	3.35	1.27	1.36	19.8	652.54
MB 64	14		0-5	Mattemburgh	2.94	4.90	8.89	152.7	526.14
MB 65	15		0-5	Mattemburgh	2.80	8.67	12.33	286.9	523.04
MB 66	16		0-5	Mattemburgh	2.86	6.45	5.73	152.4	480.58
MB 67	17		0-5	Mattemburgh	2.77	10.58	11.13	318.5	424.24
MB 68	18		0-5	Mattemburgh	2.79	7.08	8.04	191.7	502.42
MB 69	19		0-5	Mattemburgh	3.00	4.66	7.79	96.1	483.64
MB 70	20		0-5	Mattemburgh	2.77	9.65	12.52	235.4	442.52
MB 71	21		0-5	Mattemburgh	2.80	8.85	11.51	201.3	507.41
MB 72	22		0-5	Mattemburgh	2.88	4.62	7.38	94.5	571.00
MB 73	23		0-5	Mattemburgh	2.93	3.30	2.61	51.5	670.24
MB 74	24		0-5	Mattemburgh	2.95	3.96	2.35	106.5	572.60
MB 75	25		0-5	Mattemburgh	3.20	1.99	3.59	51.0	615.84

Aanhangsel 3 Genstat-algoritme

"Programma voor bepaling van een experimenteel variogram"

```
"START"
axes window=1; ytitle='Semivar-trH';xtitle='Afstand (m)';\
  ylower=0; xlower=0
pen 1,2; method=open,point; symbols=0,1;
fvariogram [X=Coor; Xmax=30; steplength=1;\
  directions=0;segments=180]\
  data=Cvrd;vario=vario;\
  counts=counts;\
  distances=Lag
Print Lag, counts, vario
```

"Nu het experimentele variogram plotten om te kijken welk variogrammodel hierbij het beste past."

```
variate [nval=30]varn
equate oldstructure=vario; newstructure=varn
calc a_ini=mean(varn)
dgraph y=varn;x=Lag; pen=2
```

```
"De keus is een: wavemodel ga dan naar WAVE
                  genest wavemodel ga dan naar NEST
"
```

"WAVE
programma voor het fitten van een variogram volgens het wave model
volgens de formule: $\text{var} = a * (1 - b/\text{lag} * \sin(\text{lag}/b))$
Voor b (=periodenlengte/2pi) een waarde invullen bij RCYCLE
berekening van beginschatting voor a, c0 en b: (c0+a=sill),
c0: nugget
"

```
variate [nval=30]varn
equate oldstructure=vario; newstructure=varn
calc a_ini=mean(varn)
expression wave; value= !e( fitted = c0 + a * (1 - b/Lag * sin(Lag/b)) )
model varn; fittedvalues= fitted
rcycle [maxcycle=1000;tolerance=0.0000001]\
  c0,a,b; initial= 20,a_ini,1;steplength=0.1,0.01,0.01
fitnonlinear [calculation=wave]
pen 1,2; method=line,point; linestyle=1,0; symbols=0,1
dgraph y=fitted,varn; x=Lag; pen=1,2
```

"NEST
Programma voor het fitten van een genest wave model, waarbij,
C0=nugget, a1=sill-1, a2=sill-2, b1=golflengte-1, b2=golflengte-2"

```
variate [nval=50]Lagn
equate oldstructure=Lag; newstructure=Lagn

expression Nhole; value= !e( crit = sum(counts*((vario-\
  (c0+ a1 * (1 - b1/Lag * sin(Lag/b1))\
  +a2*(1-b2/Lag*sin(Lag/b2))))**2)))

model [function=crit]
rcycle [maxcycle=1000;tolerance=0.0000001]\
  c0,a1,b1,a2,b2;steplength=0.01,0.01,0.01,0.01,0.01;\
  initial=5,15,5,15,1
fitnonlinear [calculation=Nhole]
calc Fitnh=c0+ a1 * (1 - b1/Lag * sin(Lag/b1))\
  +a2*(1-b2/Lag*sin(Lag/b2))

pen 1,2; method=line,point; linestyle=1,0; symbols=0,1
dgraph y=Fitnh,vario; x=Lagn; pen=1,2
```