



Min. Vlaamse Gemeenschap
AMINAL
Afdeling Natuur



Onderzoek naar de invloed van het grondgebruik op het abiotisch milieu in en langs de maritieme duinstreek

Uitvoerder :
Dr. Carole Ampe
Promotor : Prof. Dr. R. Langohr
Laboratorium voor Bodemkunde
Vakgroep Geologie en Bodemkunde
Universiteit Gent
Krijgslaan 281, S8
9000 Gent

Opdrachtgever :
Leidend Ambtenaar : Ir. J.-L. Herrier
Afdeling Natuur
AMINAL
Dept. Leefmilieu en Infrastructuur
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Koning Albert II-laan 20, bus 8
1000 Brussel



Min. Vlaamse Gemeenschap
AMINAL
Afdeling Natuur



233292

Onderzoek naar de invloed van het grondgebruik op het abiotisch milieu in en langs de maritieme duinstreek

28 februari 2000



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

Uitvoerder :
Dr. Carole Ampe
Promotor : Prof. Dr. R. Langohr
Laboratorium voor Bodemkunde
Vakgroep Geologie en Bodemkunde
Universiteit Gent
Krijgslaan 281, S8
9000 Gent

Opdrachtgever :
Leidend Ambtenaar : Ir. J.-L. Herrier
Afdeling Natuur
AMINAL
Dept. Leefmilieu en Infrastructuur
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Koning Albert II-laan 20, bus 8
1000 Brussel

Inhoudstabel

Inhoudstabel	i
Lijst van de figuren	vi
Lijst van de tabellen	viii
1. DOELSTELLINGEN	1
2. OPZET VAN HET ONDERZOEK	2
2.1 MONITORINGSPROJECT S.S. : WETENSCHAPPELIJKE ONDERBOUWING VAN HET ONDERZOEKSOPZET	2
2.1.1 Landschapsniveau	4
2.1.2 Niveau van de proefsituatie	4
2.1.3 Niveau van het proefvlak	4
2.2 OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE BEHEERSMAATREGELEN RELEVANT IN HET KADER VAN HET MONITORINGSPROJECT S.S. LANGSHEEN DE WESTKUST	7
2.2.1 Westhoek	7
2.2.1.1 Proefsituatie Smokkelpad (PS2)	8
2.2.1.2 Proefsituatie Weide (PS3)	9
2.2.1.3 Proefsituatie Duindoornpad (PS4)	10
2.2.1.4 Proefsituatie Parnassiapanne (PS 7)	11
2.2.2 Houtsaager	12
2.2.2.1 Proefsituatie Kerkepanne (PS5)	12
2.2.2.2 Proefsituatie Greenpark (PS6)	13
2.3 ANDERE ACTIVITEITEN UITGEVOERD IN HET KADER VAN HET MONITORING PROJECT	14
2.3.1 Onderzoek naar distelgroei na ontstruwelen	14
2.3.2 Onderzoek naar de waterkwaliteit van veedrinkpoelen	14
2.3.3 D'Heye - Bredene	14
3. INVLOED VAN HET BODEMGEBRUIK OP DE BODEMONTWIKKELING - LITERATUUROVERZICHT	16
3.1 BEMESTINGSONDERZOEK	16
3.2 ANTROPOGENE BEÏNVLOEDING VAN DE GRONDWATERSTAND	16
3.2.1 Verdrogen	16
3.2.2 Vernatten	16
3.3 PLAGGEN	17
3.4 BEGRAZEN	18
3.5 BODEMEVOLUTIE ONDER INVLOED VAN FAUNA	19
3.6 SPITTEN EN PLOEGEN	20
3.7 MAAIEN EN AFVOEREN	20
3.8 BRANDEN	20
4. METHODOLOGIE	21
4.1 BODEMONDERZOEK	21
4.1.1 Terreinprospectie	21
4.1.1.1 Terreinwaarnemingen aan de hand van mini-profielputten	21
4.1.1.1.1 Beschrijving van de site	21
4.1.1.1.2 Profielbeschrijving vanaf de verticale sectie	21
4.1.1.1.3 Horizontale secties	21

4.1.1.2 Terminologie voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen	21
4.1.1.2.1 Voornaamste lagen en horizonten	21
4.1.1.2.2 Holorganische horizonten (volgens Green et al., 1993)	21
4.1.1.2.3 Hemi-organische horizonten (FAO, 1990 + nieuw geïntroduceerde symbolen aangeduid met *)	22
4.1.1.2.4 Secundaire kenmerken (FAO, 1990; Green et al., 1993; + nieuw geïntroduceerde symbolen aangeduid met *)	22
4.1.1.3 Beschrijving en bemonstering van humusprofielen	22
4.1.1.3.1 Beschrijving van het humusprofiel	22
4.1.1.3.2 Bemonsteringsmethode	23
4.1.1.4 Oppervlakteprospectie van afgegraven terreinen	24
4.1.1.5 Onderzoek naar de bodemfactoren die distelgroei kunnen beïnvloeden	24
4.1.1.6 Bemonstering	24
4.1.2 Fysische en chemische bepalingen	24
4.1.2.1 Kleurbepaling	24
4.1.2.2 Reactie met HCl	24
4.1.2.3 CaCO_3 -gehalte	24
4.1.2.4 Hydrofobie	24
4.1.2.5 Zuurtegraad (pH)	25
4.1.2.6 Vochtgehalte	25
4.1.2.7 Organisch materiaal gehalte (OM), organisch koolstof gehalte (OC)	25
4.1.2.8 Bepalen van het schijnbaar soortelijk gewicht (SSG)	25
4.1.2.8.1 Bemonstering op het terrein	25
4.1.2.8.2 Laboratoriumbepalingen	26
4.1.2.9 Stikstof-gehalte (N)	26
4.1.2.10 Fosfor-gehalte (P)	26
4.1.2.10.1 Totale fosfor, organische en inorganische fractie	26
4.1.2.10.2 Plant beschikbare fosfor	26
4.1.2.11 Kationenuitwisselingscapaciteit (CEC) en basische kationen, Ca, Mg, Na en K	26
4.1.2.12 Extraheerbaar Ijzer (Fe) en Aluminium (Al) (oxalaat)	27
4.1.2.13 Extraheerbaar Ijzer (Fe) (dithioniet)	27
4.1.2.14 Analyse van de drooggewichten van de L-, F-, H-, A- en B.bi-horizonten	27
4.1.3 Statistische verwerking van de gegevens	27
4.2 ONDERZOEK VAN HET WATER	28
4.2.1 Grondwaterkwaliteit	28
4.2.1.1 Monsternamen	28
4.2.1.2 Bewaring van de monsters	28
4.2.1.3 Metingen op het veld	28
4.2.1.4 Chemische analyses (Walraevens, 1998)	28
4.2.1.5 Ionenbalans	29
4.2.1.6 Verwerken van de resultaten	29
4.2.2 Waterpeilmetingen	31
4.3 TOPOGRAFISCHE OPNAMEN	31
4.3.1 Opmeten van de gegevens	31
4.3.2 Verwerken van de resultaten	31
5. ALGEMEEN OVERZICHT VAN DE RESULTATEN	32
5.1 BODEMHORIZONATIE VAN DE MINI-PROFIELEN	32
5.1.1 Legende	32
5.1.2 Beknopte beschrijving van de gebruikte bodemhorizonten-symbolen	32
5.2 OVERZICHT VAN DE FYSISCH EN CHEMISCHE BODEMKENMERKEN	32
5.2.1 Proefsites Smokkelpad : proefsites 2	32
5.2.1.1 Proefsites 2 - Beheersmaatregelen	32
5.2.1.2 Proefsites 2 - Variabiliteit binnen de proefvlakken	32
5.2.1.2.1 Proefvlak 2A (permanente kwadraten (pq) 2A1 tot 2A8, met uitzondering van 2A6 voor pH, OM, N, CEC-bepalingen)	32
5.2.1.2.2 Proefvlak 2B (pq 2B1 tot 2B5)	40
5.2.1.2.3 Proefvlak 2C (pq 2C1 tot 2C5)	40
5.2.1.2.4 Proefvlak 2D (pq 2D1 tot 2D8)	40
5.2.1.3 Proefsites 2 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	40

5.2.2 Proefsitu Weide : proefsitu 3	41
5.2.2.1 Proefsitu 3 - Beheersmaatregelen	41
5.2.2.2 Proefsitu 3 - Variabiliteit binnen de proefvlakken	41
5.2.2.2.1 Proefvlak 3A (pq 3A1 tot 3A5)	41
5.2.2.2.2 Proefvlak 3B (pq 3B1 tot 3B5)	41
5.2.2.2.3 Proefvlak 3C (pq 3C1 tot 3C3)	42
5.2.2.3 Proefsitu 3 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	42
5.2.3 Proefsitu Duindoornpad : proefsitu 4	42
5.2.3.1 Proefsitu 4 - Beheersmaatregelen	42
5.2.3.2 Proefsitu 4 - Variabiliteit binnen de proefvlakken	42
5.2.3.2.1 Proefvlak 4A (pq 4A1 tot 4A5)	42
5.2.3.2.2 Proefvlak 4B (pq 4B1 tot 4B5)	42
5.2.3.2.3 Proefvlak 4C (pq 4C1 tot 4C3)	42
5.2.3.3 Proefsitu 4 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	43
5.2.4 Proefsitu Kerkepanne : proefsitu 5	43
5.2.4.1 Proefsitu 5 - Beheersmaatregelen	43
5.2.4.2 Proefsitu 5 - Variabiliteit binnen de proefvlakken	43
5.2.4.2.1 Proefvlak 5A (pq 5A1 tot 5A5)	43
5.2.4.2.2 Proefvlak 5B (pq 5B1 tot 5B5)	43
5.2.4.3 Proefsitu 5 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	43
5.2.5 Proefsitu Greenpark : proefsitu 6	43
5.2.5.1 Proefsitu 6 - Beheersmaatregelen	43
5.2.5.2 Proefsitu 6 - Variabiliteit binnen de proefvlakken	44
5.2.5.2.1 Proefvlak 6A (pq 6A1 tot 6A5)	44
5.2.5.2.2 Proefvlak 6B (pq 6B1 tot 6B5)	44
5.2.5.3 Proefsitu 6 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	44
5.2.6 Proefsitu Parnassiapanne : proefsitu 7	44
5.2.6.1 Proefsitu 7 - Beheersmaatregelen	44
5.2.6.2 Proefsitu 7 - Variabiliteit binnen de proefvlakken	44
5.2.6.2.1 Proefvlak 7A (pq 7A1 tot 7A5)	44
5.2.6.2.2 Proefvlak 7B (pq 7B1 tot 7B5)	45
5.2.6.2.3 Proefvlak 7C (pq 7C1 tot 7C6)	45
5.2.6.2.4 Proefvlak 7D (pq 7D1 tot 7D5)	45
5.2.6.3 Proefsitu 7 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	46
5.2.7 Onderlinge vergelijking van de proefsites	46
5.2.7.1 OM	46
5.2.7.2 N	46
5.2.7.3 C/N-verhouding	46
5.2.7.4 pH H ₂ O en pH KCl	46
5.2.7.5 CEC	46
5.2.7.6 Dikte van de oppervlaktehorizont	47
5.2.7.7 Diepte van de ontkalking	47
5.2.7.8 Gewicht van de LFH-horizonten	47
5.2.7.9 Schijnbaar soortelijk gewicht (SSG)	47
5.2.7.10 Kenmerken van beworteling	48
6 RESULTATEN VAN DE ANALYSEGEDEGEVENS	69
6.1 PROEFSITU SMOKKELPAD : PROEFSITU 2	69
6.1.1 Proefsitu 2 - Beheersmaatregelen	69
6.1.2 Proefsitu 2 - Vergelijking alle horizonten	69
6.1.3 Proefsitu 2 - Vergelijking oppervlaktehorizonten	70
6.1.4 Proefsitu 2 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	72
6.2 PROEFSITU WEIDE : PROEFSITU 3	74
6.2.1 Proefsitu 3 - Beheersmaatregelen	74
6.2.2 Proefsitu 3 - Vergelijking alle horizonten	74
6.2.3 Proefsitu 3 - Vergelijking oppervlaktehorizonten	75
6.2.4 Proefsitu 3 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	78
6.3 PROEFSITU DUINDOORNPAD : PROEFSITU 4	80
6.3.1 Proefsitu 4 - Beheersmaatregelen	80
6.3.2 Proefsitu 4 - Vergelijking alle horizonten	80
6.3.3 Proefsitu 4 - Vergelijking oppervlaktehorizonten	81
6.3.4 Proefsitu 4 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	84
6.4 PROEFSITU KERKEPANNE : PROEFSITU 5	86

6.4.1 Proefsité 5 - Beheersmaatregelen.....	86
6.4.2 Proefsité 5 - Vergelijking alle horizonten	86
6.4.3 Proefsité 5 - Vergelijking oppervlaktehorizonten	86
6.4.4 Proefsité 5 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken.....	88
6.5 PROEFSITE GREENPARK : PROEFSITE 6.....	90
6.5.1 Proefsité 6 - Beheersmaatregelen.....	90
6.5.2 Proefsité 6 - Vergelijking alle horizonten	90
6.5.3 Proefsité 6 - Vergelijking oppervlaktehorizonten	91
6.5.4 Proefsité 6 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken.....	92
6.6 PROEFSITE PARNASSIAPANNE : PROEFSITE 7	94
6.6.1 Proefsité 7 - Beheersmaatregelen.....	94
6.6.2 Proefsité 7 - Vergelijking alle horizonten	94
6.6.3 Proefsité 7 - Vergelijking oppervlaktehorizonten	95
6.6.4 Proefsité 7 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken.....	97
6.7 DISCUSSIE	99
6.7.1 De correlaties tussen de onderzochte parameters.....	99
6.7.2 Onderlinge vergelijking van de proefvlakken	102
 7. DE HUMUSPROFIELEN.....	108
7.1 PROEFSITE SMOKKELPAD : PROEFSITE 2.....	108
7.1.1 Proefsité 2 - beheersmaatregelen	108
7.1.2 Proefsité 2 - discussie.....	108
7.2 PROEFSITE WEIDE : PROEFSITE 3.....	109
7.2.1 Proefsité 3 - beheersmaatregelen	109
7.2.2 Proefsité 3 - discussie.....	109
7.3 PROEFSITE DUINDOORNPAD : PROEFSITE 4.....	109
7.3.1 Proefsité 4 - beheersmaatregelen	109
7.3.2 Proefsité 4 - discussie.....	109
7.4 PROEFSITE PARNASSIAPANNE : PROEFSITE 7	110
7.4.1 Proefsité 7 - beheersmaatregelen	110
7.4.2 Proefsité 7 - discussie.....	110
7.5 ONDERLINGE VERGELIJKING TUSSEN DE PROEFSITES	111
 8. TRANSECT DOORHEEN POEL NR. 6.....	116
8.1 INLEIDING.....	116
8.2 ANALYSERESULTATEN	116
 9. WATERKWALITEIT VAN DE DRINKPOELEN.....	119
9.1 CLASSIFICATIE VAN STUYFZAND (1986).....	119
9.1.1 Hoofdtype	119
9.1.2 Hardheidscode	119
9.1.3 Type	121
9.1.4 Kationenuitwisselingscode.....	121
9.1.5 Classificatie voor waterkwaliteit volgens Stuyfzand (1986)	125
9.2 VOORSTELLING VAN DE WATERKWALITEIT OP EEN PIPER DIAGRAM.....	125
9.3 EVOLUTIE VAN DE WATERKWALITEIT.....	125
9.3.1 Opvallende kationen- en anionenconcentraties (fig. 9.12-9.22).....	125
9.3.2 Seizoensale variabiliteit van de waterkwaliteit	130
9.3.3 Discussie	131
9.4 BESLUIT	131

10. AFGRAVINGEN OP HET VLAAMS NATUURRESERVAAT D'HEYE (BREDENE).....	136
10.1 INLEIDING.....	136
10.1.1 Afgraving langsheen de Koerslaan.....	136
10.1.2 Afgraving langsheen de Batterijstraat.....	137
10.2 BESLUIT.....	137
 11. ALGEMENE BESLUITEN	140
11.1 DE BODEMKARAKTERISATIE AAN DE HAND VAN MINI-PROFIELEN PER PROEFSITE	140
11.1.1 Proefsite 2 - Smokkelpad.....	140
11.1.2 Proefsite 3 - Weide	141
11.1.3 Proefsite 4 - Duindoornpad.....	141
11.1.4 Proefsite 5 - Kerkepanne.....	142
11.1.5 Proefsite 6 - Greenpark.....	142
11.1.6 Proefsite 7 - Parnassiapanne	143
11.2 ALGEMENE TRENDS VAN DE BODEMKENMERKEN	144
11.3 ONDERZOEK NAAR DISTELGROEI IN TRANSECT DOORHEEN POEL 6.....	144
11.4 WATERKWALITEIT VAN VEEDRINKPOLEN.....	144
11.5 AFGRAVINGEN TE BREDENE, D'HEYE.....	144
11.6 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	144
 12. REFERENTIES	146

FOTO'S

BIJLAGE A : Beschrijvingen en analysegegevens van de mini-profielen

BIJLAGE B : Beschrijvingen en analysegegevens van de humusprofielen

BIJLAGE C : Gegevens van de wateranalysen voor de veedrinkpoelen

Lijst van de figuren

- Fig. 2.1 : Opzet van het monitoringsonderzoek op drie niveaus (naar Bonte et al., 1998)
- Fig. 2.2 : Lokalisatie van de proefsites in het Vlaams natuurreservaat de Westhoek (kaart : topografische kaart De Panne-Oostduinkerke, 11/7-8, 3de uitgave, 1985; De Moeren - Veurne, 19/3-4, 2de uitgave, 1978, NGI, 1/25 000)
- Fig. 2.3 : Lokalisatie van de proefsites in het Vlaams natuurreservaat Houtsaegerduinen (kaart : Aminal, Afdeling Natuur)
- Fig. 2.4 : Lokalisatie van de afgravingen in het Vlaams natuurreservaat D'Heye, Bredene (kaart : Aminal, Afdeling Natuur)
- Fig. 4.1 : Bepaling van het type (Clays, 1999)
- Fig. 4.2 : Piper-diagram met gemiddelde samenstelling van zoet water en zeewater
- Fig. 5.1 : Smokkelpad, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's
- Fig. 5.2 : Weide, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's
- Fig. 5.3 : Duindoornpad, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's
- Fig. 5.4 : Kerkepanne, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's
- Fig. 5.5 : Greenpark, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's
- Fig. 5.6 : Parnassiapanne, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's
- Fig. 5.7 : Smokkelpad, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte
- Fig. 5.8 : Weide, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte
- Fig. 5.9 : Duindoornpad, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte
- Fig. 5.10 : Kerkepanne, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte
- Fig. 5.11 : Greenpark, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte
- Fig. 5.12 : Parnassiapanne, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte
- Fig. 5.13 : Smokkelpad, verband tussen het aantal wortels en diepte
- Fig. 5.14 : Weide, verband tussen het aantal wortels en diepte
- Fig. 5.15 : Duindoornpad, verband tussen het aantal wortels en diepte
- Fig. 5.16 : Kerkepanne, verband tussen het aantal wortels en diepte
- Fig. 5.17 : Greenpark, verband tussen het aantal wortels en diepte
- Fig. 5.18 : Parnassiapanne, verband tussen het aantal wortels en diepte
- Fig. 5.19 : Smokkelpad, verband tussen het aantal wortels en SSG
- Fig. 5.20 : Weide, verband tussen het aantal wortels en SSG
- Fig. 5.21 : Duindoornpad, verband tussen het aantal wortels en SSG
- Fig. 5.22 : Kerkepanne, verband tussen het aantal wortels en SSG
- Fig. 5.23 : Greenpark, verband tussen het aantal wortels en SSG
- Fig. 5.24 : Parnassiapanne, verband tussen het aantal wortels en SSG
- Fig. 6.1 : Verband tussen OM en N voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.2 : Verband tussen OM en CEC voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.3 : Verband tussen N en CEC voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.4 : Verband tussen OM en pH H₂O voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.5 : Verband tussen OM en pH KCl voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.6 : Verband tussen OM en N voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.7 : Verband tussen OM en CEC voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.8 : Verband tussen N en CEC voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.9 : Verband tussen OM en pH H₂O voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 6.10 : Verband tussen OM en pH KCl voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)
- Fig. 7.1 : Proefvlak 2A : organische fractie
- Fig. 7.2 : Proefvlak 2B : organische fractie
- Fig. 7.3 : Proefvlak 2C : organische fractie
- Fig. 7.4 : Proefvlak 2D : organische fractie
- Fig. 7.5 : Proefvlak 3A : organische fractie
- Fig. 7.6 : Proefvlak 3B : organische fractie
- Fig. 7.7 : Proefvlak 3C : organische fractie
- Fig. 7.8 : Proefvlak 4A : organische fractie
- Fig. 7.9 : Proefvlak 4B : organische fractie
- Fig. 7.10 : Proefvlak 4C : organische fractie
- Fig. 7.11 : Proefvlak 7A : organische fractie
- Fig. 7.12 : Proefvlak 7C : organische fractie
- Fig. 7.13 : Proefvlak 7D : organische fractie
- Fig. 8.1 : Situatieschets transecten doorheen poel nr. 6
- Fig. 9.1 : Lokalisatie van de drinkpoelen in het Vlaams natuurreservaat de Westhoek

(kaart : Aminal, Afdeling Natuur)

- Fig. 9.2 : Bepaling van het type, kationen - 10/9/1998
- Fig. 9.3 : Bepaling van het type, anionen - 10/9/1998
- Fig. 9.4 : Bepaling van het type, kationen - 7/5/1999
- Fig. 9.5 : Bepaling van het type, anionen - 7/5/1999
- Fig. 9.6 : Bepaling van het type, kationen - 16/9/1999
- Fig. 9.7 : Bepaling van het type, anionen - 16/9/1999
- Fig. 9.8 : Piper-diagram voor watermonsters, 10/9/1998
- Fig. 9.9 : Piper-diagram voor watermonsters, 7/5/1999
- Fig. 9.10 : Piper-diagram voor watermonsters, 16/9/1999
- Fig. 9.11 : Detail uit ruit van het Piper-diagram, 10/9/1998, 7/5/1999, 16/9/1999
- Fig. 9.12 : Evolutie van de Na^+ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.13 : Evolutie van de K^+ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.14 : Evolutie van de Ca^{2+} in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.15 : Evolutie van de Mg^{2+} in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.16 : Evolutie van de $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.17 : Evolutie van de NH_4^+ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.18 : Evolutie van de Cl^- in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.19 : Evolutie van de HCO_3^- in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.20 : Evolutie van de SO_4^{2-} in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.21 : Evolutie van de $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 9.22 : Evolutie van de PO_4^{3-} in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen
- Fig. 10.1 : D'Heye, Bredene, Koerslaan. Schets van de oppervlaktestructuren na de afgraving
- Fig. 10.2 : D'Heye, Bredene. Schets van de afgravingen (Batterijstraat en Koerslaan) en oppervlaktestructuren (Batterijstraat) na de afgravingen (Kaart : Afdeling Natuur, Aminal)

Lijst van de tabellen

- Tabel 2.1 : Onderzoeksonderwerpen op de drie onderzoeksniveaus voor het abiotische en biotische luik.
- Tabel 4.1 : Klassen voor reactie van CaCO_3 met HCl (FAO, 1990).
- Tabel 4.2 : Oppervlaktespanning van ethanol oplossingen bij verschillende concentraties (Hodgman, 1962).
- Tabel 4.3 : Bepaling van het eerste symbool, steunend op het choridegehalte.
- Tabel 4.4 : Bepaling van het tweede symbool, steunend op de totale hardheid.
- Tabel 4.5 : Bepaling van de kationenuitwisselingscode (Clays, 1999).
- Tabel 6.1 : Smokkelpad, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.2 : Smokkelpad, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.3 : Smokkelpad, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.
- Tabel 6.4 : Smokkelpad, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.5 : Smokkelpad, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.6 : Smokkelpad, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.
- Tabel 6.7 : Smokkelpad, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.8 : Smokkelpad, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.9 : Smokkelpad, overzicht van de resultaten van de ANOVA - Kruskal-Wallis testen (2A1 tot 2A5, 2B1 tot 2B5, 2C1 tot 2C5, 2D1 tot 2D5).
- Tabel 6.10 : Weide, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.11 : Weide, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.12 : Weide, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.
- Tabel 6.13 : Weide, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.14 : Weide, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.15 : Weide, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.
- Tabel 6.16 : Weide, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.17 : Weide, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.18 : Weide, overzicht van de resultaten van de ANOVA - Kruskal-Wallis testen (3A1 tot 3A5, 3B1 tot 3B5, 3C1 tot 3C3).
- Tabel 6.19 : Duindoornpad, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.20 : Duindoornpad, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.21 : Duindoornpad, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.
- Tabel 6.22 : Duindoornpad, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.23 : Duindoornpad, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.24 : Duindoornpad, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.
- Tabel 6.25 : Duindoornpad, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.26 : Duindoornpad, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.27 : Duindoornpad, overzicht van de resultaten van de ANOVA - Kruskal-Wallis testen en de t-test - Mann Whitney U test (SSG) (4A1 tot 4A5, 4B1 tot 4B5, 4C1 tot 4C3).
- Tabel 6.28 : Kerkepanne, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.29 : Kerkepanne, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.
- Tabel 6.30 : Kerkepanne, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.31 : Kerkepanne, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.32 : Kerkepanne, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.
- Tabel 6.33 : Kerkepanne, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.34 : Kerkepanne, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.35 : Kerkepanne, overzicht van de resultaten van de T-Test - Mann-Whitney U test (5A1 tot 5A5, 5B1 tot 5B5).
- Tabel 6.36 : Greenpark, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.37 : Greenpark, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.38 : Greenpark, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.
- Tabel 6.39 : Greenpark, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.40 : Greenpark, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.41 : Greenpark, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.

- Tabel 6.42 : Greenpark, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.43 : Greenpark, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.44 : Greenpark, overzicht van de resultaten van de T-test - Mann-Whitney U test (6A1 tot 6A5, 6B1 tot 6B5).
- Tabel 6.45 : Parnassiapanne, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.
- Tabel 6.46 : Parnassiapanne, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.
- Tabel 6.47 : Parnassiapanne, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.
- Tabel 6.48 : Parnassiapanne, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak
- Tabel 6.49 : Parnassiapanne, Onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.50 : Parnassiapanne, Onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).
- Tabel 6.51 : Parnassiapanne, Overzicht van de resultaten van de ANOVA - Kruskal-Wallis testen (7A1 tot 7A5, 7B1 tot 7B5, 7C1 tot 7C6, 7D1 tot 7D5).
- Tabel 6.52 : Overzicht van de correlatiecoëfficiënten voor de oppervlaktehorizonten. Er worden twee cijfers voorgesteld per combinatie : de laagste en hoogste correlatiecoëfficiënt. Tussen twee haakjes wordt het proefsitenummer opgegeven.
- Tabel 7.1 : Smokkelpad, horizonenopeenvolging in het humusprofiel
- Tabel 7.2 : Weide, horizonenopeenvolging in het humusprofiel
- Tabel 7.3 : Duindoornpad, horizonenopeenvolging in het humusprofiel
- Tabel 7.4 : Parnassiapanne, horizonenopeenvolging in het humusprofiel
- Tabel 8.1 : Westhoek, analysegegevens voor transect doorheen poel nr. 6
- Tabel 8.2 : Spearman correlatiecoëfficiënten tussen hoogte van de distels en bodemparameters onderzocht langsheen transect T3 - poel 6, monsters genomen tussen 0-5 cm.
- Tabel 8.3 : Pearson correlatiecoëfficiënten voor een aantal bodemparameters onderzocht langsheen transect T3 - poel 6, monsters genomen tussen 0-5 cm.
- Tabel 9.1 : Hoofdtype, gesteund op het chloridegehalte.
- Tabel 9.2 : Watertype steunend op totale hardheid (TH).
- Tabel 9.3 : Kationenuitwisselingsparameter en 0.5Cl^- .
- Tabel 9.4 : Toepassing van de classificatie voor waterkwaliteit volgens Stuyfzand (1986).

1. DOELSTELLING

De doelstelling van deze studie is het onderzoek naar de **effecten van een aantal beheersvormen/grondgebruiksvormen** op de :

- bodemkenmerken,
- geomorfodynamiek (verstuiven, erosie/sedimentatieproces),
- grondwaterregime en -kwaliteit.

De beheersmaatregelen toegepast gedurende de onderzoeksperiode gaande van 1-2-1997 tot 31-1-2000 zijn : **ontstruwelen, maaien, begrazen, afgraven/plaggen**. Ingrepen zoals afgraven/plaggen zijn zeer drastisch en leiden tot onmiddellijke veranderingen in de abiotische context en van het systeem. Hier wordt zowel de morfologie, de chemische en fysische eigenschappen van de bodem als - door de verlaging van het maaiveld - de waterhuishouding van de bodem aangetast. Ontstruwelen leidt voornamelijk tot onmiddellijke veranderingen in het humusprofiel terwijl de effecten van maaien en begrazen op de bodem zich slechts over lange tijd uiten.

Dit onderzoek heeft zich dan ook in de eerste plaats toegespitst op het nauwkeurig vastleggen van de **beginsituatie van de morfologische, fysische en chemische bodemkenmerken en van de topografie**.

Het uitzetten van een piëzometrisch netwerk en het regelmatig **opmeten van de grondwaterstanden** laat toe de grondwaterschommelingen op te volgen.

Het onderzoek werd uitgevoerd in een aantal geselecteerde sites langs de Vlaamse kust :

- Westhoek Vlaams natuurreservaat - noordelijk en zuidelijk gedeelte,
- Houtsaegerduinen Vlaams natuurreservaat,
- D'Heye Vlaams natuurreservaat.

De **gegevens moeten toelaten** voor bovenvermelde sites, in functie van het beheer (inclusief niets doen) de **evolutie van de erosie- sedimentatiedynamiek**, de essentiële chemische en fysische bodemkenmerken en de grondwaterhuishouding **te volgen**.

De gegevens moeten verder toelaten het **huidige en toekomstige beheer in de natuurreservaten te evalueren en eventueel bij te sturen**.

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek uitgevoerd in dit project bestaat uit twee delen. Een eerste en belangrijkste deel sluit nauw aan bij een biotisch gedeelte waarvan de resultaten voorgesteld worden in het rapport : "Bonte, D., S. Provoost, E. Cosyns, K. De Maeyer & M. Hoffmann, 2000. Monitoring van de effecten op vegetatie, flora en fauna van het beheer in de natuurreservaten en gewestelijke domeinen langs de Vlaamse kust. Universiteit Gent en Instituut voor Natuurbehoud in opdracht van Aminal, afdeling Natuur, xx pp., IN-rapport IN.R.2000.x".

De opzet van dit onderzoek wordt hieronder het monitoringsproject s.s. genoemd en besproken onder § 2.1 en 2.2. De resultaten worden voorgesteld in hoofdstukken 5 tot en met 7.

Binnen het kader van het onderzoeksproject werden nog een aantal andere onderzoeksonderwerpen behandeld zoals:

- onderzoek naar distelgroei na ontstruweling in het staatsnatuurreservaat de Westhoek.
- opvolgen van de waterkwaliteit van de veedrinkpoelen in het staatsnatuurreservaat de Westhoek en staatsnatuurreservaat Houtsaegerduinen,
- vastleggen van de initiële situatie na afgraven in Natuurdomein/Vlaams natuurreservaat D'Heye (Blutsijde),

De resultaten worden voorgesteld in hoofdstukken 8 tot 10.

2.1 MONITORINGSPROJECT S.S. : WETENSCHAPPELIJKE ONDERBOUWING VAN HET ONDERZOEKSOPZET

De opzet van het onderzoek is in detail beschreven in het artikel : "Bonte, D., C. Ampe, J.-L. Herrier, M. Hoffmann, R. Langohr, M. Leten & S. Provoost, 1998. Monitoring research in the Flemish dunes : from a descriptive to an integrated approach. Coastal dunes - management, protection and research, Report from a European Seminar, Skagen, Denmark, August 1997, pp. 139-149."

De voornaamste punten worden hieronder aangehaald.

Het monitoringproject werd uitgevoerd op **drie niveaus : het landschap, de proefsituatie en de proefvlakken**. De belangrijkste activiteiten op elk niveau wordt aangetoond in tabel 2.1 en fig 2.1.

Tabel 2.1 : Onderzoeksonderwerpen op de drie onderzoeksniveaus voor het abiotische en biotische luik.

niveau	abiotiek	flora	fauna
Landschap	• geomorfologische studie van een aantal geselecteerde sites; • opvolgen van de grondwaterschommeling en kwaliteit	• vegetatie kartering	• kartering van de territoria van broedvogels • gedrag van grote grazers
Proefsituatie : bestaat uit 2 tot 4 blokken met een oppervlakte van 0.25 ha	• opvolgen van het grondwaterregime en kwaliteit • beschrijving van de proefsituatie	• beschrijving van de vegetatiestructuur • opvolgen van de soortensamenstelling en abundantie	• beschrijving van de soorten en dynamica van Araneae, Carabidae, Opiliones, Lepidoptera
Proefvlak : per proefvlak 3 tot 6 PQ ¹ met oppervlak tussen 2x2 tot 4x3 m ²	• beschrijving van het bodemprofiel • fysische en chemische bodemanalysen	• opvolgen van de relevante soorten voor de dynamiek van het systeem • opvolgen van de abundantie van de soorten en de associatie	• onderzoek naar microhabitats en verband van Araneae, Carabidae, Opiliones

¹ : PQ : permanent kwadraat

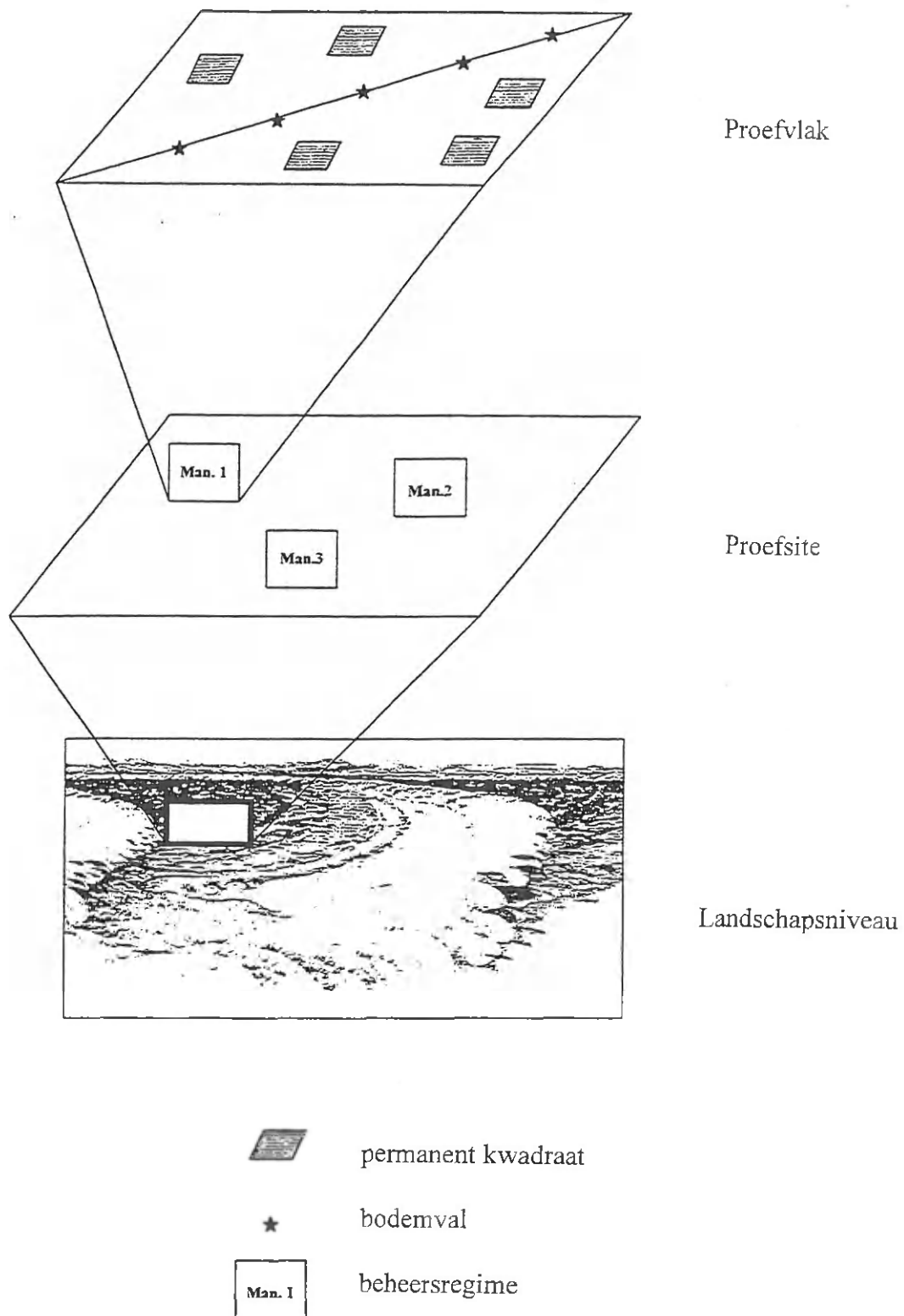


Fig. 2.1 : Opzet van het monitoringsonderzoek op drie niveaus (naar Bonte et al., 1998).

2.1.1 LANDSCHAPSNIVEAU

Het landschap kan beschouwd worden als een aaneensluitend duingebied, niet onderbroken door bebouwing, noch door infrastructuur (o.a. wegen). Op dit niveau zijn grote landschappelijke ingrepen zoals het verwijderen van struweel en het afplaggen onmiddellijk waar te nemen aan de hand van de vegetatiesuccessie (vegetatiekartering), de geomorfologische activiteit op deze plaatsen en de veranderingen in de populaties van de broedvogels. Deze gegevens kunnen grotendeels verzameld en verwerkt worden aan de hand van luchtfotointerpretatie en GIS-technieken (vegetatie en geomorfologie) en broedvogelinventarisatie.

De gevolgen van de grote begrazers op het landschap zijn op korte termijn niet merkbaar. Daarom heeft dit aspect van het onderzoek zich toegespitst op grazer-vegetatie interactiestudies. Gedragstudies en studies van de dieetsamenstelling van de dieren werden uitgevoerd. De ruimtelijke en tijdsgebonden activiteiten van de dieren werd opgevolgd en geanalyseerd per vegetatietype (zie "Bonte, D., S. Provoost, E. Cosyns, K. De Maeyer & M. Hoffmann, 2000. Monitoring van de effecten op vegetatie, flora en fauna van het beheer in de natuurreservaten en gewestelijke domeinen langs de Vlaamse kust. Universiteit Gent en Instituut voor Natuurbehoud in opdracht van Aminal, Afdeling Natuur, in voorbereiding").

2.1.2 NIVEAU VAN DE PROEFSITE

Een aantal proefsites (PS) werden vastgelegd binnen een beheerskader en hun oppervlakte bedraagt verschillende blokken (proefvlakken) van ongeveer een 50x50m². Deze proefsites worden in zo homogeen mogelijke delen van het landschap vastgelegd om tot een vergelijkbare uitgangssituatie te komen.

De volgende proefsites werden bodemkundig gedetailleerd bestudeerd (figuren 2.2 en 2.3) :

- PS2 (Westhoek - Smokkelpad),
- PS3 (Westhoek - Weide),
- PS4 (Westhoek - Duindoornpad),
- PS5 (Houtsaeger - Kerkepanne),
- PS6 (Houtsaeger - Greenpark),
- PS7 (Westhoek - Parnassiapanne).

2.1.3 NIVEAU VAN HET PROEFVLAK

Per proefsite worden 2 tot 4 proefvlakken opgezet waarbij men per proefvlak overgaat tot een bepaalde beheersvorm. De vegetatie binnen deze proefvlakken is structureel gekenmerkt door min of meer homogene vegetatie. Het proefvlak waar niets gebeurt, wordt gebruikt als referentiekader.

Hieronder volgt de lijst van de bestudeerde proefvlakken :

PS2 : Westhoek - Smokkelpad

- 2A : niet ontgonnen, niet maaien, niet begrazen, referentie
- 2B : ontgonnen, maaien, begrazen
- 2C : ontgonnen, maaien, niet begrazen
- 2D : niet ontgonnen, niet maaien, begrazen

PS3 : Westhoek - Weide

- 3A : maaien, niet begrazen
- 3B : niet maaien, begrazen
- 3C : niet maaien, niet begrazen, referentie

Proefvlak 3C werd op een later stadium binnen het monitoringsproject vastgelegd binnen proefsite 3. In het biotische luik wordt de referentiesituatie 3A genoemd; 3C is dan het proefvlak met maaien en niet begrazen.

PS4 : Westhoek - Duindoornpad

- 4A : niet maaien, niet begrazen, referentie
- 4B : niet maaien, begrazen
- 4C : maaien, niet begrazen

PS5 : Houtsaeger - Kerkepanne

- 5A : niet maaien, niet begrazen, referentie (op het verwijderen van enkele exoten na)
- 5B : niet maaien, begrazen

PS6 : Houtsaeger - Greenpark

- 6A : niet maaien, niet begrazen, referentie
- 6B : niet maaien, begrazen

PS7 : Westhoek - Parnassiapanne

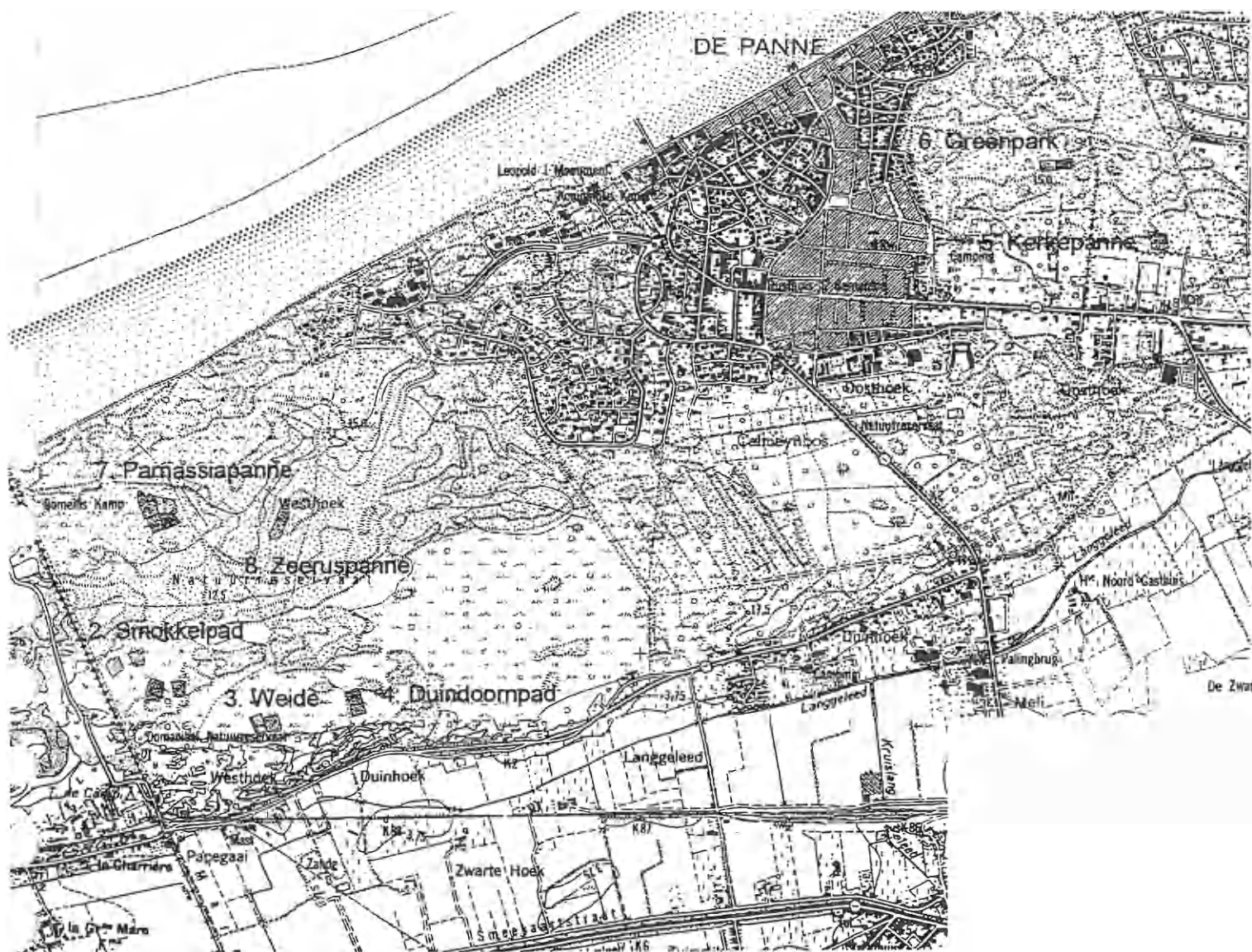


Fig. 2.2 : Lokalisatie van de proefsites in het Vlaams natuurrreservaat de Westhoek (kaart : topografische kaart De Panne-Oostduinkerke, 11/7-8, 3de uitgave, 1985; De Moeren - Veurne, 19/3-4, 2de uitgave, 1978, NGI, 1/25 000).

PS7 : Westhoek - Parnassiapanne

7A : niet ontgonnen, niet maaïen, niet begrazen, referentie

7B : ontgonnen, maaïen, begrazen

7C : ontgonnen, maaïen, niet begrazen

7D : niet ontgonnen, niet maaïen, begrazen

De proefvlakken werden bodemkundig gekarakteriseerd door de studie van 3 tot 6 **permanente kwadraten (pq)** die oorspronkelijk een oppervlakte van 3x4 m² hadden. Om praktische redenen werd in de loop van 1999 de oppervlakte van de pq's tot 3x3 m² herleid. Een aantal pq's die na de beginfase werden vastgelegd om de variabiliteit van de vegetatie beter te karakteriseren hebben een oppervlak van 2x2 m² zoals :

2A : 3 pq's (2A6 tot 2A8), in de enclosure met een meer opvallend struweel onder Duinriet vegetatie,

2D : 3 pq's (2D6 tot 2D8), open voor begrazing (deze pq's worden in het biotische luik 2E1 tot 2E3 genoemd),

3C : niet maaïen, niet begrazen, referentie met 3 pq's (3C1 tot 3C3),

4C : maaïen, niet begrazen met 3 pq's (4C1 tot 4C3).

De vegetatie van de pq's werd opgenomen door S. Provoost en aan de hand van een TWINSPAN vegetatie-analyse worden 15 types onderscheiden (Bonte et al., 2000). Bij de beschrijving van de vegetatie werd de classificatie en terminologie als dusdanig overgenomen.

Gedurende de projectperiode stelden zich twee belangrijke **problemen** bij de **aanleg en het beheer van de proefsites** :

1. De **omheining van de exclusures** is onvoldoende : zowel de pony's, Schotse Highlanders en paarden gaan door de omheining en begrazen en bemesten de enclosure. Dit is voornamelijk relevant op PS2, PS3 en PS7, en in mindere mate op PS4. Gedurende de onderzoeksperiode werd de omheining van de exclusures verschillende malen hersteld en uiteindelijk verstevigd met prikkeldraad.
2. De **bakens van de pq's** waren/zijn in sommige gevallen onvoldoende, vooral in de begraasde en gemaaide stukken. Dit probleem werd grotendeels opgelost door het plaatsen van weidedaaltjes in plaats van de plastic buisjes.

In de eerste overlegvergadering van 11 februari 1997 werd de **methodologie van het biotische luik** voorgesteld. De constructie van het project werd zodanig aangepast opdat de effecten van de beheersvormen/grondgebruiksvormen ook over een langere termijn dan de initiële drie jaar gevolgd kunnen worden. Om het biotische en het abiotische luik op elkaar af te stemmen, werd dan ook vervolgens een heroriëntering van de **methodologie van het abiotische luik** uitgevoerd. Concreet betekent dat de methodologie van het abiotische luik toegespitst werd op volgende onderzoeksaspecten :

- **bodemkundig onderzoek** :
 - Het onderzoek werd opgesplitst in een hoofdonderzoek waar voor een aantal permanente quadraten (pq) het bodemprofiel zeer gedetailleerd beschreven en bemonsterd werd en een nevenonderzoek waar de beschrijving en de bemonstering minder intensief zal gebeuren.
 - Het onderzoeken van een aantal bodemchemische en -fysische parameters langs een transect sterk begroeid met distels in de nabijheid van een veedrinkpoel.
 - Vastleggen van de oppervlaktekenmerken van het plagexperiment te Bredene, D'Heye.
- **geomorfologisch onderzoek** : er werd geopteerd voor het uitvoeren van gedetailleerde topografische opmetingen van de proefsites en hun nabije omgeving.
- **onderzoek naar het grondwater** :
 - Per lokatie worden 3 tot 5 peilbuizen geïnstalleerd. Het opmeten van de peilbuisstanden gebeurt voornamelijk door M. Leten (AMINAL). Voor de karakterisatie van de waterkwaliteit wordt voorlopig verwezen naar bestaande documenten (Lebbe, 1978).
 - De waterkwaliteit werd twee maal per jaar onderzocht in een 10-tal veedrinkpoelen.

2.2 OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE BEHEERSMAATREGELEN RELEVANT IN HET KADER VAN HET MONITORINGSPROJECT S.S. LANGSHEEN DE WESTKUST

2.2.1 WESTHOEK

Deze gegevens werden aangevraagd bij de beheerder maar tot nu toe niet verkregen.

Een samenvatting van de beschikbare gegevens worden voorlopig voorgesteld in de tabellen van §2.2.1.1 tot §2.2.1.4 en §2.2.2..

2.2.1.1 Proefsites Smokkelpad (PS2)

Proefvlak	voormalig beheer	ontstruwelen	inrichting	begrazen ¹	maaïen	bemonsteringsperiodes bodem
2A niets door exclosure			• omheining wanneer ? • herstel omheining wanneer ?			MP ² + SSG + MM : 6 en 13-8-1997; 20, 24, 28-10-1997 5-12-1997
2B ontstruwelen begrazen maaïen?		wanneer ?	poel aan de rand wanneer ?	wanneer gestart ? - hoeveel elk jaar erbij Shetlands dambert Highlanders	wanneer ? selectief of niet ?	MP + MM : 7-8-1997 HP : 11-10-1999
2C gedeeltelijk ontstruwelen niet begrazen maaïen	ontstruwelen ? wanneer ?	wanneer ?	• omheining wanneer ? • herstel omheining wanneer ? • poel aan de rand wanneer ?		wanneer ?	MP + MM : 27-6-1997 6-8-1997 HP : 2-7-1997
2D begrazen				zie 2B		MP + SSG + MM : 12 en 13-8-1997 20-10-1997 19-2-1998 20-10-1998 1-10-1997 HP : 24 en 27-9-1999

¹ : Proefsites 2 behoort tot de globale begrazingsseenheid die de proefsites 2, 3 en 4 omvat² : MP : mini-profiel, SSG : schijnbaar soortelijk gewicht; MM : mengmonsters van de oppervlaktehorizonten, HP : humusprofiel

2.2.1.2 Proefsites Weide (PS3)

Proefvlak	voormalig beheer	ontstruwelen	inrichting	begrazen ¹	maaien	bemonsteringsperiodes bodem
3A maaien niet begrazen	begrazen?	niet?	• omheining wanneer?		wanneer?	MP ² + SSG + MM : 28-8-1997 4, 18-9-1997 5-12-1997
	maaien?		• herstel omheining wanneer?			
	bemesten?					HP : 8, 11-10-1999
3B begrazen	begrazen	niet?		wanneer gestart? - hoeveel elk jaar erbij Shetlands damhert Highlanders		MP + SSG + MM : 18-9-1997, 1-10-1997 3-11-1997, 5-12-1997
	maaien?					19-2-1997
	bemesten?					HP : 23, 24-8-1999
3C niet maaien	begrazen	niet?	• omheining wanneer?			MP + SSG + MM : 6, 8-10-1999
niet begrazen maaien	maaien?		• herstel omheining wanneer?			
	bemesten?					HP : 23-8-1999

¹ : Proefsites 3 behoort tot de globale begrazingseenheid die de proefsites 2, 3 en 4 omvat² : MP : mini-profiel, SSG : schijnbaar soortelijk gewicht; MM : mengmonsters van de oppervlaktehorizonten, HP : humusprofiel

2.2.1.3 Proefsites Duindoornpad (PS4)

Proefvlak	voormalig beheer	ontstruwel	inrichting	begrazen ¹	maaien	bemonsteringsperiodes bodem
4A niet maaien niet begrazen			• omheining wanneer ?			MP ² + SSG : 20, 22-10-1997 3, 26-11-1997
	natuurlijk uiteenvallend struweel		• herstel omheining wanneer ?			MM : 19-2-1998
						HP : 20-8-1998
4B begrazen				wanneer gestart ? - hoeveel elk jaar erbij Shetlands damhert Highlanders		MP + SSG : 2, 17-10-1997
	natuurlijk uiteenvallend struweel					MM : 19-2-1998
						HP : 20-8-1998 7-9-1998
4C maaien			• omheining wanneer ?		wanneer ?	MP + SSG : 20-10-1999
niet begrazen	natuurlijk uiteenvallend struweel		• herstel omheining wanneer ?		selectief of niet ?	
						HP : 7-9-1998

¹ : Proefsites 4 behoort tot de globale begrazingseenheid die de proefsites 2, 3 en 4 omvat² : MP : mini-profiel, SSG : schijnbaar soortelijk gewicht, MM : mengmonsters van de oppervlaktehorizonten, HP : humusprofiel

2.2.1.4 Proefsituatie Parnassiapanne (PS 7)

Proefvlak	voormalig beheer	ontstruwelen	inrichting	begrazen	maaien	bemonsteringsperiodes bodem
7A niet maaien niet begrazen			• omheining wanneer ?			MP + SSG : 3, 6-7-1998
			• herstel omheining wanneer ?			MM : 11-8-1998 HP : 17-8-1998
7B begrazen				wanneer welke dieren ?		MP + SSG : 30-6-1998 2-7-1998
				wanneer kwamen er dieren bij ?	wanneer ?	MM : 11-8-1998
					selectief of niet ?	HP : 9, 23-12-1997 1998
7C maaien	wanneer voormalig ontstruwelen		• omheining wanneer ?		wanneer ?	MP + SSG : 26, 30-6-1998
niet begrazen	plagen wanneer hoeveel		• herstel omheining wanneer ?			MM : 11-8-1998
						HP : 13-8-1998
7D begrazen				zie 7D		MP + SSG : 2, 3-7-1998 MM : 11-8-1998
						HP : 18-8-1998

MP : mini-profiel, SSG : schijnbaar soortelijk gewicht; MM : mengmonsters van de oppervlaktehorizonten, HP : humusprofiel

2.2.2 HOUTSAEGER

2.2.2.1 Proefsie Kerkepanne (PS5)

Proefvlak	voormalig beheer	ontstuurwelen	inrichting	begrazen ¹	bemonsteringsperiodes bodem
5A niet maaien niet begrazen		verwijderen exoten wanneer ?	• omheining wanneer ?		MP ² + SSG : 26-8-1997 3-9-1997
					24-10-1997
					MM : 28-8-1998
5B begrazen				ezels wanneer gestart - hoeveel ?	MP + SSG : 13, 26-8-1997 3-9-1997
				hoeveel komen er elk jaar bij ?	MM : 25-8-1998

¹ : Proefsie 5 behoort tot de globale begrazingseenheid die de proefsites 5 en 6 omvat

² : MP : mini-profiel, SSG : schijnbaar soortelijk gewicht; MM : mengmonsters van de oppervlaktehorizonten, HP : humusprofiel

2.2.2.2 Proefsites Greenpark (PS6)

Proefvlak	voormalig beheer	ontstruwelen	inrichting	begrazen ¹	bemonsteringsperiodes bodem
6A niet begrazen			• omheining wanneer ?		MP ² + SSG : 27-31-8-1998 1-9-1998
					MM : 25, 27-8-1998
6B begrazen				ezels wanneer gestart - hoeveel ?	MP + SSG : 1, 2-9-1998 2-10-1998
				hoeveel komen er elk jaar bij ?	MM : 25, 27-8-1998 1-9-1998 2-10-1998

¹ : Proefsites 6 behoort tot de globale begrazingseenheid die de proefsites 5 en 6 omvat

² : MP : mini-profiel, SSG : schijnbaar soortelijk gewicht; MM : mengmonsters van de oppervlaktehorizonten, HP : humusprofiel

2.3 ANDERE ACTIVITEITEN UITGEVOERD IN HET KADER VAN HET MONITORING PROJECT

2.3.1 ONDERZOEK NAAR DISTELGROEI NA ONTSTRUWELLEN

Ter hoogte van veedrinkpoel nr. 6 in het staatsnatuurreservaat de Westhoek werden drie transecten uitgezet. Langsheen één transect werden de hoogte van de distels en een aantal abiotische parameters bepaald. De resultaten worden besproken in hoofdstuk 8.

2.3.2 ONDERZOEK NAAR DE WATERKWALITEIT VAN VEEDRINKPOELEN

Van een tiental veedrinkpoelen gesitueerd in de Westhoek (9 poelen) en Houtsaegerduinen (1 poel) werd de waterkwaliteit bepaald. Drie meetreeksen werden tot nu toe uitgevoerd. De resultaten worden voorgesteld in hoofdstuk 9.

2.3.3 D'HEYE - BREDENE

Gedurende de tweede helft september 1999 werden in het natuurreservaat d'Heye twee proefpercelen afgeplagd/afgegraven. Een eerste proefperceel is gelegen langsheen de Koerslaan, een tweede ter hoogte van de Batterijstraat (fig. 2.4).

Het eerste perceel werd gemiddeld 50 cm afgegraven over een oppervlak van 0.85 ha. In de noordelijke hoek van het afgegraven perceel werd een poel aangelegd.

Het perceel langsheen de Batterijstraat werd over een oppervlak van 1.3 ha en over een diepte van 30 tot 50 cm afgegraven. In dit perceel werden twee poelen aangelegd.

De bespreking van de gegevens wordt gegeven in hoofdstuk 10.

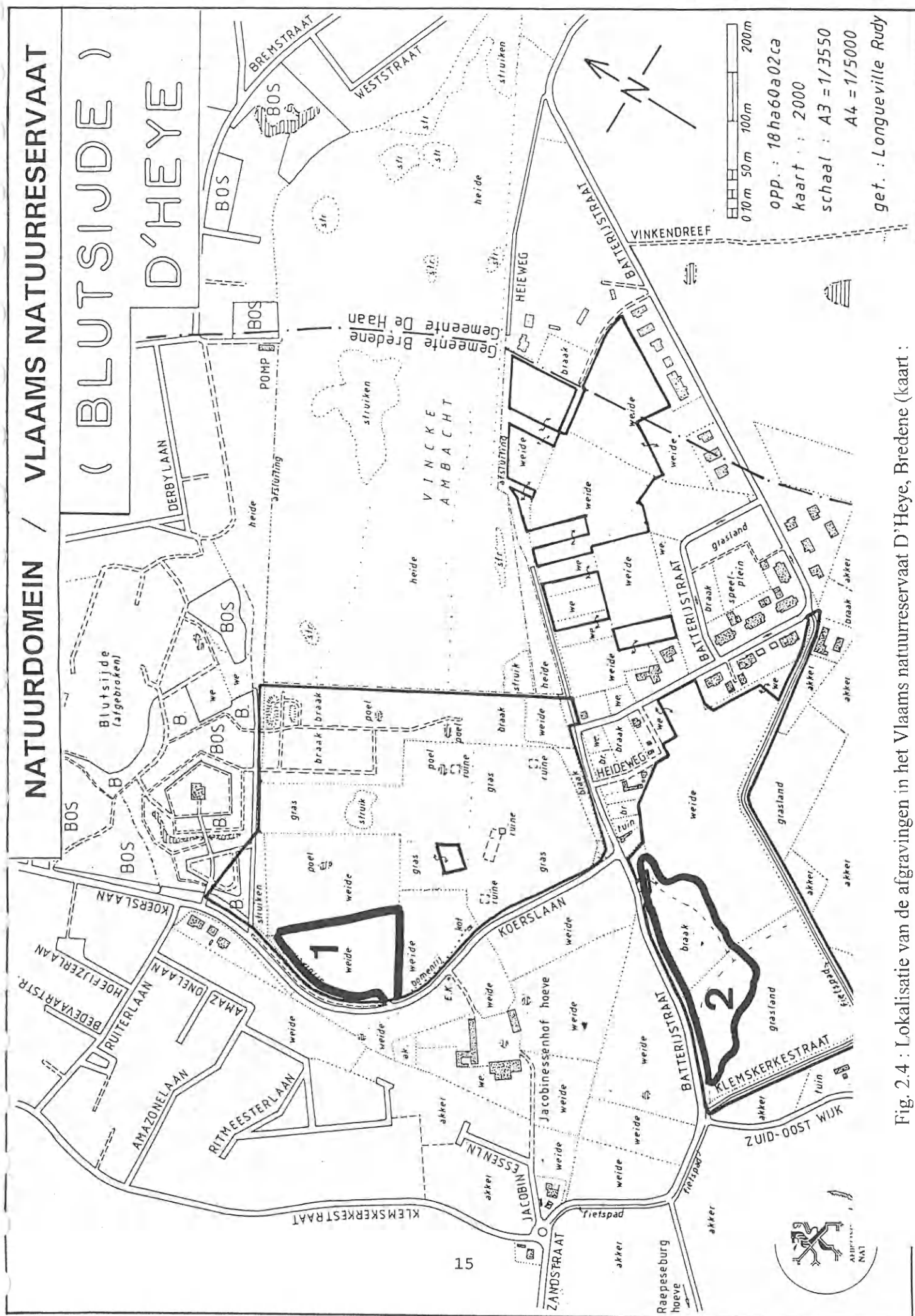


Fig. 2.4 : Lokalisatie van de afgravingen in het Vlaams natuureservaat D'Heye, Bredene (kaart : Amina, Afdeling Natuur). 1 : Koerslaan, 2 : Batterijstraat

3. INVLOED VAN HET BODEMGEBRUIK OP DE BODEMONTWIKKELING - LITERATUUROVERZICHT

Bodemkundige gegevens omtrent de invloed van het bodemgebruik, zoals beweiden, begrazen, spitten en ploegen, maaien en afvoeren, branden, op de bodemontwikkeling in duinecosystemen is uitermate schaars. Voor de Vlaamse kust ontbreekt ze volledig, voor Nederland is ze beperkt. Bij de monitoring van uitgevoerde beheersmaatregelen werd voornamelijk het vegetatiekundige aspect gevolgd en de bodemfactor dikwijls verwaarloosd. De hiernavolgende vaststellingen zijn dus meestal globaal en moeten met de nodige omzichtigheid gehanteerd worden.

3.1 BEMESTINGSONDERZOEK

Een aantal **bemestingsproeven** in duingebieden in Engeland (Willis & Yemm, 1961; Willis, 1963) toonden aan dat de hoogte en het vers gewicht van planten toeneemt na toevoegen van N en P. Sommige planten, zoals *Carex flacca* beginnen te domineren na het toevoegen van enkel N, en lijken dus minder behoefte te hebben aan P. Andere plantensoorten zoals *Agrostis stolonifera*, *Poa pratensis* en *Festuca rubra* reageren slechts na toevoeging van zowel N als P. De groei van de planten wordt veel minder beïnvloed door het toevoegen van K, en verandert niet na het toevoegen van de sporenelementen.

De resultaten van het bemestingsonderzoek van Koerselman & Meuleman (1994) toonden aan dat indien $N/P \geq 16$ het systeem P beperkend is; is $N/P \leq 14$ dan is N beperkend, voor een N/P tussen 14 en 16 kunnen zowel N als P beperkend zijn; de absolute gehalten aan N en P geven geen aanduiding omtrent de mate waarin die voedingsstof groeibeperkend is.

Oloff et al. (1993) voerden een bemestingsonderzoek uit op Schiermonnikoog (NL) in een primaire duinvallei na 20 jaar van stabilisatie. Hierbij werden afzonderlijke toegiften van N in verschillende concentraties, P, K en een gecombineerde NPK aan de bodem gegeven. De panne was begroeid met een vegetatieassociatie van het *Juncetum gerardii*, het duin met een *Centaurea-Saginetum moniliformis* associatie. Vergelijking met de controle toonde voor beide vegetaties een significante toename van de bovengrondse biomassa na een toegift van N erop wijzend dat N een belangrijke limiterende factor is.

Een overzicht van bemestingsonderzoek in duingebieden en hun invloed op bepaalde plantensoorten wordt gegeven in Lammerts & Grootjans (1997).

Voor het studiegebied zijn geen bemestingsproeven bekend.

3.2 ANTROPOGENE BEÏNVLOEDING VAN DE GRONDWATERSTAND

3.2.1 VERDROGEN

Daling van het grondwaterniveau kan veroorzaakt worden door grondwaterwinning, kustafslag, vastlegging van het duin, bebossing, verlaging van de polderpeilen, bebouwing. Het verlagen van de grondwaterstand brengt een verdroging van de oppervlaktehorizont teweeg zodat de dempende werking van het grondwater op temperatuurgestuurde bodemprocessen wegvalt. Het bodemsysteem wordt hierdoor een extremere standplaats: doorluchting neemt toe, aëratie wordt bevorderd, mineralisatie neemt toe, meer nutriënten komen beschikbaar, verminderde vochtvoorziening voor de plant, meer uitloging, minder opstijgend kalkrijk grondwater, dit alles resulterend in veranderingen in de vegetatie (Klijn, 1981; Louman, 1990). Meestal gaat het verlagen van de grondwaterstand gepaard met sterke dominanties van voedselminnende ruigteplanten (Van Dijk, 1985).

3.2.2 VERNATTEN

Het proces van vernatten wordt in de Nederlandse literatuur veelvuldig beschreven, in de eerste plaats omdat vanaf ongeveer 1940 talrijke duinvalleien infiltratieplassen werden ten behoeve van de drinkwatervoorziening, ten tweede omdat men sedert ongeveer 1990 gradueel de grondwaterextractie uit de duinen wenst af te bouwen (Van Beckhoven, 1995) wat leidt tot een grondwaterstandsverhoging. De effecten van het verhogen van het grondwaterpeil werden in Nederland voornamelijk onderzocht bij het infiltreren van eutroof water. De nadruk van deze studies lag op de vegetatie en de grondwaterchemie in mindere mate op de bodem (Besse, 1996b).

“Vernatten” is een vrij algemene term waarbij een verhoging van de grondwaterstand wordt aangeduid. Dit kan echter een evolutie zijn van droog naar vochtig, nat of zeer nat (boven het maaiveld), van vochtig naar nat of zeer nat, van nat naar zeer nat. Deze termen worden nergens expliciet verduidelijkt met uitzondering van Besse (1995b).

die naar Runhaar (1989) verwijst en van Louman (1989). Beide onderverdelingen komen slechts gedeeltelijk overeen.

De beschikbaarheid van N is sterk afhankelijk van de mineralisatiesnelheid, deze van P kan toenemen onder verzadigde omstandigheden indien de $\text{pH} < 6.5$, doordat het fosfaat gebonden aan Fe^{3+} , gereduceerd wordt naar Fe^{2+} en deze vorm grotendeels in oplossing gaat (Koerselman, 1991).

Van Dijk (1985) onderstelt dat bij het stijgen van de grondwatertafel de mineralisatie per gewichtseenheid organisch materiaal meestal geremd wordt door het zuurstofarme worden van de bodem; onder vochtige omstandigheden kan eveneens de denitrificatie toenemen; het nutriëntenaanbod lijkt bij stijging van de waterstand dus af te nemen, hetgeen strijdig is met de waarnemingen waar men verzuuring vaststelt. Dit zou te wijten kunnen zijn aan de toename van hoeveelheden mineraliseerbaar materiaal door het afsterven van een deel van de vegetatie, het afwisselend droog en nat zijn van de humuslaag, een stijging van de pH door de kalkrijkdom van het stijgende grondwater.

Een verband tussen de mineralisatie en het bodemvochtgehalte werd door Koerselman (1991) beschreven als een optimum curve. Bij een "erg laag vochtgehalte" wordt mineralisatie vertraagd door watertekort, bij hoge waterstanden wordt het vrijmaken van fosfaat en stikstofverbindingen, verhinderd door anaërobe omstandigheden (Etherington, 1982 in Van Beckhoven, 1995). De afbraak van het organisch materiaal zou optimaal verlopen bij een vochtverzadiging van 80-90%. Het is niet duidelijk bij welke grondwaterstand in duinbodems deze optimale vochtgehalten voorkomen (Koerselman, 1991) zodat het moeilijk te voorspellen is of er nu meer of minder nutriënten vrijkomen bij grondwaterstijging. Het onderzoek uitgevoerd door Koerselman (1991) spitst zich verder voornamelijk toe op het stijgen van de grondwatertafel veroorzaakt door infiltratie met rivierwater en is hier niet van toepassing.

De hoeveelheid nutriënten die vrijkomen na vernatten is afhankelijk van de mate van de grondwaterstijging en de huidige nutriëntenvoorraad. Indien grote hoeveelheden nutriënten opgeslagen zijn in de bodem, zijn beheersmaatregelen - voor, tijdens en na de grondwaterstandsverhoging - nodig om de verzuuring¹ van de vegetatie tegen te gaan. Een aantal theoretische modellen werden opgesteld waarbij de effecten op de bodem van vernatting nagegaan worden. In het model van Veer (1991) worden deze gevolgen nagegaan op de grootte van de strooiselininput, de mineralisatie en de C/N verhouding, de totale hoeveelheid organische stof en de verhouding ectorganisch/endorganisch als maat voor de opbouw van het profiel. Het model gaat uit van verschillende vochttoestanden (droog en vochtig) en van het kalkgehalte dat bepalend is voor een algemeen niveau van trofie (arm en rijk; nutriënten). Het model van Louman (1989) steunt zich voornamelijk op organische stof-indexen (d.w.z. som van de producten van het gehalte aan organisch materiaal met de dikte van de horizonten in het profiel). Deze modellen werden voor zover onze kennis niet aan de werkelijkheid getoetst.

Onderzoek naar vernatting werd uitgevoerd door Van Beckhoven (1995) aan de hand van terreinobservaties en experimenteel onderzoek. De voornaamste conclusies van haar onderzoek zijn :

1. Het effect van vernatten is afhankelijk van de mate van vernatten; bij waterverzadiging van de bodem was de netto stikstofmineralisatie laag, terwijl de dehydrogenase-activiteit en de beschikbaarheid van fosfaat en mangaan toenamen.
2. Knopbies zal een belangrijke rol spelen bij de regeneratie van natte duinvalleien omdat het in staat is onder natte omstandigheden de bodem te oxideren, wat niet het geval is bij Duinriet.
3. Een verhoging van de grondwaterstand in duinvalleien leidt tot een verandering in de beschikbaarheid van N en P. De mate waarin planten reageren op een toename van N en/of P verschilt van soort tot soort : Pijpestrootje en Duinriet groeiden beter na de toevoeging van P, voor Knopbies was er geen verschil te merken.
4. De gewichtsafname van het strooisel na vernatten is afhankelijk van de plantensoort; voor de drie onderzochte plantensoorten was de gewichtsafname 10% hoger onder natte dan onder vochtige omstandigheden.

Voor regeneratie van de typische vegetatie in duinvalleien na vernatting is het noodzakelijk om milieuvoorwaarden van zeer lage N en/of P te creëren. Indien een toename van deze voedingsstoffen verwacht wordt bij vernatten moeten beheersmaatregelen zoals maaien (met afvoer van het maaisel) overwogen (en uitgevoerd) worden.

Gelijkaardig onderzoek werd tot zover bekend niet uitgevoerd aan de Vlaamse kust.

3.3 PLAGGEN

Een beheersmaatregel die dikwijls toegepast wordt om voedselrijke systemen te verarmen is **plaggen**. Plaggen veroorzaakt een verschraling op bodemkundig gebied, omdat de opgeslagen voedingsstoffen in de levende biomassa

¹ vernuigen : ten gevolge van een toename in de voedselrijkdom is er de ontwikkeling van concurrentiekrachtige, hoog-productieve plantensoorten ten koste van de langzaam groeiende minder productieve plantensoorten, wat leidt tot een afname van de soortenrijkdom (Louman, 1989).

en in het dode organische bodemmateriaal aan de lokale kringloop van de voedingsstoffen worden onttrokken. Dikwijls gaat plaggen ook gepaard met veranderingen in de bodemvochttoestand door maaiveldsverlaging (Klijn, 1981). Wanneer de kalkgrens samenvalt met de onderzijde van de organisch verrijkte lagen is plaggen tevens een effectgerichte maatregel tegen verzuring. Onderzoek op Terschelling (Kapteyn, 1988 in Slings, 1990)(kalkarm) wijst uit dat het gewenste effect daar slechts relatief korte tijd (10-20 jaar) aanhoudt. De waardevolle pionierssoorten zijn dan weer verdrongen door de soorten van latere successiestadia. Slings (1990) vermeldt dat een niet veruigde vegetatie na plaggen, gesteund op waarnemingen in het Noordhollands duinreservaat, over een periode van 20 tot 30 jaar gehandhaafd blijft.

Voor een aantal natte duinvalleien in Nederland werd voorgesteld om over te gaan tot plaggen, onder andere op Terschelling, Ameland (NAM-vallei en Brede vallei)(Lemaire, 1991a), in het Noord-Hollands Duinreservaat (Reggers Sandervlak) (Lemaire, 1991b), en in de Middelduinen op Goeree (Jansen, 1991). Voor de Vlaamse kust werden tot nu toe op twee sites (Walraversijde en d'Heye) plagexperimenten uitgevoerd.

Op 6 locaties langs de Nederlandse kust (Van der Meulen et al., 1996) vanaf Goeree tot Terschelling werden in open droge duinen plagexperimenten uitgevoerd. Afhankelijk van het kalkprofiel van de bodem kan er in de A-horizont een toename optreden van de pH. De hoeveelheid organisch materiaal in de ectorganische² en endorganische³ horizonten wordt grotendeels verwijderd afhankelijk van de dikte van de plag en het humusverloop in de bodem. De N-voorraad neemt meestal af.

De langdurige effecten van plaggen werden nagegaan in een natte duinvallei in het Zwanenwater (Noord-Holland) (Jungerius et al., 1995). Onmiddellijk na het plaggen is weinig over van het bodemprofiel : 2 jaar was nodig om een zwakke A-horizont te vormen met een dikte van 2-3 cm; na 13 jaar was de Ah-horizont ongeveer hersteld tot de helft van het oorspronkelijke profiel. Volgens het micromorfologisch onderzoek waren de organische residues, amorf organisch materiaal en pedotubules hersteld na een periode van 8 jaar; hyphae van fungi hadden 13 jaar nodig om zich volledig te herstellen.

3.4 BEGRAZEN

Ook **begrazen** is een veel voorgestelde beheersmaatregel voor duingebieden. Begrazingsonderzoek in duingebieden spitst zich voornamelijk toe op de vegetatie (Boorman, 1989; Van Dijk, 1992), de gevolgen van begrazing op de bodem s.s. en de abiotische factoren s.l. worden niet onderzocht. De uitspraken over de effecten van begrazing op de abiotische factoren hebben dan ook slechts een globaal karakter.

Een direct effect is de omzetting van plantenmateriaal in urine en mest wat tot een verschraving van de bodem leidt indien er afvoer uit het gebied plaats vindt (bijv. verkoop van de dieren). De toevoer van urine en mest kan plaatselijk resulteren in relatieve verrijking van de bodem en mogelijk tot een verhoging van de pH (Bokdam, 1990). Het opentrappen van de bodem veroorzaakt kleinschalige verstuiwingen met te verwachten positieve effecten van verstuiwing zoals het tegengaan van verzuring en eutrofiëring (Vertegaal et al., 1991). Op steile hellingen kan erosie veroorzaakt worden door de grazers.

Slings (1994) verklaart het bestaan en het in stand houden van het Zeedorpenlandschap in het Noordhollands Duinreservaat met bijzondere vegetaties (associatie Wondklaver en Nachtsilene, Kraailook-associatie, associatie van Kegelsilene en Groot duinsterretje) door intensieve menselijke beïnvloeding van de bodem en het daarop groeiende plantendek. Een verhoogde toevoer van schelpgruis wordt veroorzaakt door lokale verstuiwing op gang gebracht door lokale overbetreding en door het trekken van Helm. Vertrapping door vee en mens veroorzaken een verkleining van de grove schelpfragmenten en een voortdurende vermenging met de humeuze A-horizont zodat de beschikbaarheid van kalk voor de vegetatie toeneemt. Dit resulteert in een Mullmoder humusprofiel. Het minerale profiel wordt gekenmerkt door een hoger kalkgehalte, een neutrale tot basische reactie in de A-horizont, meer begraven horizonten en een groter aantal wortels in de A-horizont vergeleken met de door de mens minder intens gebruikte delen van het duinlandschap.

In de duinen speelt verder de begrazing door konijnen een belangrijke rol : 60 konijnen eten op jaarbasis evenveel als één pink (=eenjarig kalf)(Bokdam, 1987).

De effecten van begrazing op de bodem werden nagegaan op een vijftal Nederlandse sites die reeds sedert min of meer lange tijd begraaasd worden (Van der Meulen et al., 1996).

² ectorganisch : gedeelte van het humusprofiel gevormd door de organische horizonten met name de I-, F- en H-horizont (Klinka et al., 1981).

³ endorganisch : gedeelte van het humusprofiel gevormd door de minerale A-horizont (Klinka et al., 1981).

Na tien jaar begrazing met Shetlandpony's in de Zepeduinen (Schouwen, Nederland) werd een afname vastgesteld van het oppervlak aan vergraste vegetaties waarbij een verschuiving optreedt van een vergraste vegetatie naar open duingraslanden; hiermee gaat een afname van de biomassa gepaard en daalt de hoeveelheid OM in de endorganische en ectorganische horizonten.

Op een tweede site Zwanenwater (Noord-Holland) resulteert 10 jaar begrazen met paarden en zomerbegrazing met koeien in een toename van de hoeveelheid wortels in de Ah-horizont in het niet begraasde deel. Eigen observaties hebben aangetoond dat duidelijke bodemverdichting kan optreden en dat deze lang na het stopzetten van de begrazing standhoudt. Dit wordt bevestigd door het onderzoek van Van der Meulen et al. (1996) waar door betreding door koeien het schijnbaar soortelijk gewicht is toegenomen in alle horizonten van de begraasde bodems. Verder is de dikte van de Ah en het gehalte aan organisch materiaal hoger in het niet begraasde gebied. De strooiselhorizonten L+F hebben een hogere hoeveelheid organisch materiaal in de begraasde delen, de totale hoeveelheid organisch materiaal in het profiel is na 10 jaar begrazing niet veranderd. De pH in de Ah-horizont is hoger in het lang begraasde gebied, de EC is er lager.

Sedert 1991 werden nieuwe begrazingsprojecten opgestart in het Zwanenwater (Noord-Holland) (seizoensbegrazing met Franse en Italiaanse runderen), en in het Duin en Kruidberg (nabij Ijmuiden) (met Shetland pony's). Op het gebied van vegetatie werden reeds enkele trends vastgesteld met o.a. sterke afname van de vergrasser Duinriet (*Calamagrostis epigeios*), maar wat betreft de vegetatiepatronen en de veranderingen in de bodem is een tijdschaal van 3 jaar te kort.

Langsheen de Vlaamse kust werden recentelijk begrazingsprojecten opgestart in o.a. Hannecart bos (pony's), Ter Yde (schapen - 1998), Houtsaegerduinen (ezels - 1997), Belvédère (Schotse hooglandrunderen - 1998), Westhoek (pony's - 1997, Damhert, Koninks en Schotse hooglandrunderen - 1998). De effecten van de begrazing op de bodem worden opgevolgd in het kader van een Life-Nature ICCI Monitoring project (Aminal, 1998).

3.5 BODEMEVOLUTIE ONDER INVLOED VAN FAUNA

Het is duidelijk dat het belangrijkste dier in een duingebied dat niet onder een begrazingsregime met vee ligt, het konijn is. De voornaamste activiteiten van het konijn zijn zich voortplanten, graven, grazen en keutelen (Assendorp, 1990). De directe beïnvloeding op de bodem door het konijn bestaat uit 1) bodemverstoring door het maken van kleine holletjes, het graven van holen en pijpen; 2) begraven van de humushorizont door het graven van holen; 3) geconcentreerde bemesting bij latrines. Onderzoek met behulp van exclusies (uitsluiting van het konijn) voor konijnenbegrazing over een periode van 13 jaar werd uitgevoerd in Meijndel (Nederland). Op de meeste sites werd in de controle (met begrazing) een afname van de biomassa vastgesteld, in de controles zijn er meer houtige gewassen aanwezig dan in de exclusies (zonder begrazing). Verschillen in pH, schijnbaar soortelijk gewicht tussen de exclusies en controles werden niet aangetroffen, het OC-gehalte is in de exclusies dichtbij zee gelegen hoger dan in de controles. Een duidelijk verschil in N-gehalte tussen exclusies en controle is niet te maken, het verschil is per groeiplaats anders en zou kunnen verklaard kunnen worden door de aanwezigheid van Duindoorn en vlinderbloemigen in sommige controle proefvlakken.

Rutin (1983) (Noordwijkerhout, Nederland) beschreef 4 types van konijnenactiviteit die het erosieproces in de duinen beïnvloeden: het lopen langs paden, het begrazen van vegetatie, het graven van kleine holletjes (10-15 cm diep) voor voedsel, het graven van holen en pijpen. De erodibiliteit van de bodem verhoogt door het bedekken van de bodem met los zand, het losmaken van de bodem, het invallen van een konijnenhol, een verhoging van de permeabiliteit van de bodem, het doorbreken van de humeuze lagen.

Ampe & Langohr (1993) toonden aan dat in het bodemprofiel op de secundaire duinruggen zakachtige uitstulpingen van los materiaal voorkomen. Deze worden gevormd door de opvulling van oude konijnengalerijen. Ook wortels maken gebruik van deze galerijen zodat op de duinruggen de biologisch actieve laag dieper reikt dan in de pannen. Konijnen kunnen dus in zekere zin een positieve impact hebben op de beworteling en zo op de plantenontwikkeling.

Gegevens omtrent de invloed van vee, vogels en kevers op de bodem zijn uitermate beperkt. Voor gegevens omtrent vee wordt verwezen naar § 3.4.

De aanwezigheid van broed- en rustplaatsen van vogels voornamelijk in natte duinvalleien of duinmeren al dan niet gevormd na uitgravingen van duinpannen kan tot guanotrofie leiden (Londo, 1985; Van Dijk & Grootjans, 1993). Vegetaties in en om onder andere meeuwnesten vertonen soms hoge tot zeer hoge N- en P-waarden (Boerboom, 1963).

Onderzoek naar mieren werd uitgevoerd in het duingebied van Houstrup Strand (Denemarken). Veertien verschillende soorten werden geïdentificeerd (Handelmann, 1998). Mieren spelen een zeer belangrijke rol in de bioturbatie en de bodemontwikkeling, gezien de afwezigheid van regenwormen in het door Handelmann onderzochte milieu (Dunger, 1983 in Handelmann, 1998).

3.6 SPITTEN EN PLOEGEN

Spitten en ploegen brengen een homogenisatie met zich mee van de humeuze bovenlaag en de minerale ondergrond. Deze menging van grond heeft vrijwel steeds een sterke mineralisatie tot resultaat, omdat de humeuze bovengrond met kalkrijk materiaal wordt gemengd en de afbraak van de organische stof onder de nieuwe pH-condities en sterke verluchting sneller verloopt. Een tijdelijk verhoogd voedingsstoffen aanbod en een versnelde ontkalking zijn hier het gevolg (Boerboom, 1963; Bakker et al., 1979).

Sporen van spitten en ploegen werden teruggevonden in het niet-venige gedeelte van het Hannecart bos tussen een diepte van 35 en 48 cm. Beworteling is geconcentreerd in de laag die vroeger bewerkt is geweest (Ampe, 1999). In de Westhoek werden op 80 cm diepte in een panne duidelijke ploegsporen geobserveerd (Baes, 1989). Andere sites, die vroeger bewerkt werden, zijn nog niet onderzocht.

3.7 MAAIEN EN AFVOEREN

Maaien en afvoeren heeft effecten op de bodem, doordat nutriënten met het maaisel worden afgevoerd. De afgevoerde nutriënten zijn afhankelijk van de productiviteit van de vegetatie (Vertegaal et al., 1991).

Maaien werd opnieuw grotendeels bestudeerd vanuit floristisch oogpunt met als doel de effecten van het maaibeheer (verschillende frequenties van maaien per jaar, verschillende periodes waarop gemaaid wordt) op de vegetatie - vegetatiestructuur, soortensamenstelling en nutriëntenbalans van de bovengrondse delen van de vegetatie - na te gaan (Den Hoed et al., 1987; Baeyens et al., 1990; Meijer et al., 1991a en b, Anderson & Romeril, 1992 (Jersey - GB)).

In de zes onderzochte droge duinen door Van der Meulen et al. (1996) resulteert jaarlijks maaien na 2 jaar in een reductie van de bedekking van de vergrasser en van de bovengrondse biomassa; op de pH H₂O en pH CaCl₂ werd geen effect vastgesteld, de hoeveelheid ectorganische stof (OM in ectorganische horizonten) neemt in alle gevallen af, de hoeveelheid endorganische stof in de Ah-horizont blijft gelijk; de hoeveelheid nutriënten in de bovengrondse biomassa neemt af, ook in de strooisellaag, in de minerale bodem blijft ze gelijk; bovengronds treden dus sterke veranderingen op, ondergronds niet.

3.8 BRANDEN

Door **branden** wordt in vergraste vegetaties, de bovengrondse biomassa en eventueel een deel van de strooisel- en humuslaag verbrand. Het effect op de bodem is dat door branden in één keer veel minerale nutriënten vrijkomen. Deze nutriënten kunnen vervliegen, met name de stikstofverbindingen, uitspoelen of voor de planten beschikbaar worden, wat verzuuring kan veroorzaken. In zandige bodems zal echter een belangrijk deel van de vrijgekomen nutriënten gewoon uitloggen naar de watertafel, wat de verzuuring sterk zal doen toenemen (Vertegaal et al., 1991).

Branden als beheersmaatregel in duinen wordt sporadisch vermeld in de literatuur. Zo worden in het Zwanenwater (Noord-Holland) de rietvelden één of twee keer per 10 jaar in rotatie gebrand (Klomp, 1989). Verder wordt deze beheersmaatregel zelden in duingebieden toegepast en zijn de resultaten op floristisch vlak niet bevredigend. Een belangrijk probleem met branden is het negatief effect op de avi- en bodemfauna (Vertegaal et al., 1991) en kan de hydrofobie van de bodem sterk toenemen (DeBano et al., 1970; Savage et al., 1972; Scott & Schulze, 1991).

4. METHODOLOGIE

4.1 BODEMONDERZOEK

4.1.1 TERREINPROSPECTIE

4.1.1.1 Terreinwaarnemingen aan de hand van mini-profielputten

Gedetailleerde beschrijving van het bodemprofiel en de bemonstering gebeurde op mini-profielen. Ze zijn ongeveer 50 x 50 cm² groot en reiken tot een 50-tal cm diep.

4.1.1.1.1 Beschrijving van de site

Een gedetailleerde beschrijving van de site werd uitgevoerd aan de hand van de "Comprehensive field data bases" (Langohr, 1994).

4.1.1.1.2 Profielbeschrijving vanaf de verticale sectie

Aan de hand van de verticale sectie wordt een gedetailleerde bodemkarakterisatie uitgevoerd.

De profielbeschrijving werd uitgevoerd volgens de FAO guidelines (Guidelines for soil description, FAO Rome, 1990) aangevuld met een beschrijving van een aantal meer relevante parameters. Deze zijn de volgende :

- horizonatie, dikte en aard van de begrenzing;
- onderscheid tussen de biologisch actieve laag en de verdichte horizonten;
- beworteling : verspreiding, plantensoort, vitaliteit;
- voorkomen/afwezigheid van CaCO₃, en reactie met HCl;
- activiteit van bodemfauna;
- al dan niet voorkomen van (beginnende) podzolizatie;
- structuur van de bodem, al dan niet voorkomen van stratificatie;
- al dan niet voorkomen van roestvlekken;
- hydrofobie van de bodem;
- schelpfragmenten;
- begraven horizonten en humeuze vlekken.

4.1.1.1.3 Horizontale secties

Op basis van de verschillende horizonten die herkend werden vanop de verticale secties werden de dieptes geselecteerd waar de horizontale secties gemaakt werden. Voor een aantal horizontale secties werden worteltellingen uitgevoerd en per sectie 5 monsters genomen voor het meten van SSG.

4.1.1.2 Terminologie voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen

4.1.1.2.1 Voornaamste lagen en horizonten

FAO (1977, 1990) geeft een reeks van standaardsymbolen voor de bodemhorizonten. Deze lijst is echter hoofdzakelijk gericht op landbouwtoepassingen en internationale bodemclassificatiesystemen. In dit onderzoek werden de standaardsymbolen voorzien van een reeks aanvullingen die beter aan de doelstellingen van het onderzoek beantwoorden.

4.1.1.2.2 Holorganische¹ horizonten (volgens Green et al., 1993)

De symbolen voor de L-, F- en H-horizont worden gebruikt in goede tot imperfect gedraineerde omstandigheden, de O-horizont wordt gevormd in natte omstandigheden (zeer slecht tot slecht gedraineerd).

L : "Litter" : horizont bestaande uit relatief vers plantenmateriaal, duidelijk herkenbaar naar oorsprong;

F : "Fragmented" : horizont bestaande uit gedeeltelijk afgebroken plantenmateriaal, nog steeds herkenbaar naar oorsprong;

¹ holorganisch : Klinka et al. (1981) gebruikt deze term om een humusvorm aan te duiden die volledig uit organische horizonten bestaat; de termen holorganisch en hemiorganisch worden hier in dezelfde betekenis gebruikt zoals in Delecour (1980) waarbij de holorganisch de organische horizonten (L, F, H en O) en de hemiorganisch de minerale oppervlaktehorizonten aangrijkt met humus worden bedoeld.

H : "Humification" : horizont bestaande uit sterk afgebroken plantenmateriaal, plantenstructuren zijn grotendeels niet meer herkenbaar;

O : "Organic" : plantenmateriaal bevindt zich in verschillende graad van ontbinding;

S : horizont bestaande uit levende bryofieten (mossen).

4.1.1.2.3 Hemi-organische horizonten (FAO, 1990 + nieuw geïntroduceerde symbolen aangeduid met *)

- A : minerale horizont aangerijkt met gehumificeerd organisch materiaal, aan of nabij het oppervlak;
H+E*/E+H* : minerale horizont aangerijkt met gehumificeerd organisch materiaal; de organische korrels komen voor als pellets en het minerale gedeelte bestaat uit gebleekte korrels. Deze mengeling wordt door Jabiol et al. (1995) aangeduid als "poivre et sel". Indien meer organische pellets voorkomen, dan wordt het symbool H+E (peper en zout) gebruikt; indien de gebleekte korrels in de meerderheid zijn spreken we van E+H (zout en peper);
E : minerale horizont, waaruit klei en/of ijzer en/of aluminium geëluvieerd zijn;
B : minerale horizont meestal onder een A- of E-horizont, waarin bodemprocessen hebben plaatsgegrepen; hierbij kan de bodem veranderd zijn van kleur (verbruind), structuur kan gevormd zijn, kleivorming kan resulteren, illuviatie van ijzer, aluminium, klei, humus kan optreden. De originele stratificatie of sedimentstructuur is grotendeels verdwenen;
C : een ongeconsolideerde minerale horizont waaruit de A- en B-horizont zich ontwikkeld hebben, het moedermateriaal.

De aanwezigheid van verschillende horizonten van eenzelfde type worden aangeduid met een arabisch nummer geplaatst na het horizontsymbool, bijv. A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4. Een continue nummering per horizontsymbool wordt gebruikt ongeacht de secundaire kenmerken.

Overgangshorizonten worden voorgesteld door een combinatie van bovenstaande symbolen, bijv. AE, EB, BC. Begraven horizontensequenties worden aangeduid met Romeinse cijfers die voor het horizontsymbool geplaatst worden (bijv. 2A, 3A).

Een lithologische discontinuïteit wordt voorgesteld door een arabisch cijfer geplaatst voor het horizontsymbool (bijv. IIA, IIIC).

4.1.1.2.4 Secundaire kenmerken (FAO, 1990; Green et al., 1993; + nieuw geïntroduceerde symbolen aangeduid met *)

Om het gehele horizontsymbool meer overzichtelijk voor te stellen worden de symbolen van de secundaire kenmerken na het hoofdsymbool geplaatst en gescheiden van het hoofdsymbool door een punt.

- a* : antropogene beïnvloeding
bi* : biologisch actieve laag
(bi)* : zwak ontwikkelde biologisch actieve laag
c* : bruine kleur
d* : verdichte horizont
B.h : accumulatie van organisch materiaal in het podzolprofiel
fe* : roestvlekken, duidelijke accumulatie van ijzer gebonden aan oxidatie
(fe)* : zwak ontwikkelde roestvlekken
g* : duidelijke roestvlekken gepaard gaande met duidelijke licht gekleurde reductievlekken wijzend op afwisselende oxido-reductie omstandigheden
ir* : accumulatie van ijzer, wijzend op het podzolizatie proces
m : cementatie
p : grondbewerking, spitten of ploegen
r* : volledige reductie (blauw-grijze kleur)
tr* : wortelmat
X : zwakke verbruining maar het bodemvormingsproces is niet duidelijk

4.1.1.3 Beschrijving en bemonstering van humusprofielen

4.1.1.3.1 Beschrijving van het humusprofiel

Voor de beschrijving van de humusvormen werd de methode zoals voorgesteld in Green et al. (1993) toegepast. Te beschrijven parameters zijn :

- Horizont symbool en diepte (L-, F-, H en A(h)-horizont)
- Vochtigheidsstatus : uitgedroogd - droog - vochtig - nat- verzadigd

- Kleur : Munsell kleur notaties (Munsell, 1990) : hue, value, chroma van gekneet materiaal, volgens vermelde vochtigheidstoestand
- Fabric :
 - structuur : **graad** van aggregatie : zwak, matig, sterk; **type** van aggregatie : loskorrelig (single particle), blok (blocky), granulair (granular), niet gecompacteerd matachtig (non-compact matted), gecompacteerd matachtig (compact matted), rechtopstaand (erect), neerliggend (recumbent), massief (massive);
 - consistentie : los (loose), openwrijfbaar (friable), vast (firm), buigzaam (pliable), veerkrachtig (resilient), vasthoudend (tenacious);
 - karakter : sponsachtig (mushy), plakkerig (mucky), vetachtig (greasy), ruw (gritty), bladvormig (leafy), mosvormig (mossy), naaldvormig (acerose), viltachtig (felty), vezelachtig (fibrous), houtvormig (ligneous), korstvormig (crusty).
- Wortels : hoeveelheid en grootte
- Biota : soil fauna : type en mate van voorkomen, excrementen
soil flora : mycelium

4.1.1.3.2 Bemonsteringsmethode

In de literatuur zijn de gegevens omtrent de bemonsteringsmethode beperkt. Hieronder volgt een overzicht van deze gegevens in een aantal standaardwerken over deze materie.

- Klinka et al. (1983) : geen gegevens noch omtrent bemonsteringseenheid, noch bemonsteringsperiode, noch aantal herhalingen.
- Green et al. (1993) : 20 x 20 cm² of 50 x 50 cm² afhankelijk van de variabiliteit van de humusvorm d.w.z. minimum oppervlakte van 0.04m². Geen gegevens omtrent bemonsteringsperiode.
- Delecour (1980) : Geen gegevens omtrent bemonsteringseenheid, noch tijdstip van bemonstering.
- Jabiol et al. (1995) : bemonsteringsoppervlakte : 30x30 cm²; optimale bemonsteringsperiode : eind van de winter en lente; te vermijden zijn zeer droge perioden.

Andere bronnen zijn iets scheutiger met concrete richtlijnen omtrent bemonsteringseenheid en -periode. Een publicatie van Renecofor (1994) vermeldt het volgende voor de bemonsteringsperiode : voor de sites gelegen op goed gedraineerde bodems is de winterperiode het meest aangewezen, voor sites onderhevig aan hoge winterwaterstanden is de zomerperiode de beste. De juiste bemonsteringsperiode is afhankelijk van het tijdstip van het afvallen van de bladeren; voor de loofbomen is bemonsteren het best ten vroegste 2 à 3 weken na het vallen van de bladeren, voor de naaldbomen is de beste periode na de eerste langdurige vorstperiode. Elke site, zo'n halve hectare groot, wordt bemonsterd op 5 plaatsen; op elke plaats bestaat het monster uit 5 mengmonsters. Bij het bemonsteren moet men antropogene (vuilbakken, paden, bosbeheerswerken) en andere verstoringen (windvallen, boomstronken, moederrots, omgevallen bomen) vermijden. De grootte van het te bemonsteren oppervlak bedraagt 30x30 cm², indien onvoldoende materiaal aanwezig is van bijvoorbeeld de L+F dan wordt het oppervlak uitgebreid naar 50x50 cm².

Gegevens omtrent de bemonsteringswijze werden nagegaan in de Nederlandse literatuur over onderzoek op humusprofielen uitgevoerd op de Hoge Veluwe (coniferenbestanden) en in duingebieden.

Diemont & Mennega (1986) bemonsteren de LFH-horizonten over een oppervlak van 0.25 m², de minerale horizonten worden bemonsterd met een wortelboor. Dezelfde eenheden werden gebruikt door Wardenaar & Sevink (1992). Besse (1995a) maakt gebruik van een bemonsteringsblik van 25 x 25 cm². Besse (1995b) maakt gebruik van een humushapper (= profielsteker). Emmer (1995) gebruikte voor de bemonstering van het humusprofiel zowel een metalen raam van 25 x 25 cm² als een profielsteker met een oppervlak van 42 cm², voor de EAh-horizonten werd enkel de profielsteker gebruikt. Emmer (1995) onderzocht in coniferenbestanden met een oppervlak van 1 ha telkens 20 humusprofielen. Dit aantal was nog te weinig bevonden om de gemiddelde waarden te kunnen schatten van de meeste onderzochte parameters met een standaard fout van minder dan 10%. Het minimum aantal van de te onderzoeken profielen zou door middel van een teststudie moeten uitgemaakt worden. Verder vermeldt Emmer dat een groot aantal studies aangetoond hebben dat grotere bemonsterings-eenheden (bijvoorbeeld 2500 cm² versus 625 cm²) de variantie doen verminderen en terzelfdertijd natuurlijk meer materiaal leveren voor de uit te voeren analyses.

In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een inox cilinder met een diameter van 25 cm en een hoogte van 20 cm. Elk meetstation werd 3 keer bemonsterd om de variabiliteit van het terrein te benaderen. Binnen deze cilinder werd het materiaal horizont per horizont afgenomen en verzameld in een plastic zak. Dit materiaal werd in het laboratorium eerst aan de lucht gedroogd. De positie van de drie submonsters werd gekozen met als doel de variabiliteit van de site te benaderen. In proefvlak 2 en 3 werd de minerale horizont binnen het humusprofiel bemonsterd met een profielsteker.

4.1.1.4 Oppervlakteprospectie van afgegraven terreinen

De twee afgegraven terreinen te Bredene werden gedurende 5 mandagen bezocht, gedurende en na de terreinwerken. Op perceel 1, langsheen de Koerslaan, werd een raster uitgezet met een maaswijdte van 10 tot 15 m. Zo konden alle oppervlaktekenmerken - grachten, drainagebuizen, beddenstructuur, paalgaten, structuur van de renbaan - gedetailleerd ingetekend worden.

Op perceel 2, ter hoogte van de Batterijstraat werden de oppervlaktekenmerken - grachten, gedempt stort, bomkraters, betonplaat - schetsmatig in kaart gebracht.

4.1.1.5 Onderzoek naar de bodemfactoren die distelgroei kunnen beïnvloeden

In het zuidelijk deel van de Westhoek werden drie transecten uitgezet doorheen veedrinkpoel nr 6. Langsheen deze transecten - 50 m lang - werd elke 2 m een monster genomen tussen 0-5 en 0-10 cm diepte. Op elke bemonsteringsplaats werd een appreciatie uitgevoerd van de hoogte van de vegetatie en het al dan niet voorkomen van distels.

De monsters van één transect werden geanalyseerd op SSG, pH (H₂O en KCL), OM, N, CaCO₃-gehalte, CEC.

4.1.1.6 Bemonstering

De gedetailleerde bestudeerde profielen, werden als volgt bemonsterd :

- gestoorde monsters per horizont voor routine laboratoriumanalyses,
- mengmonsters 0-5, 0-10 cm diepte
- ongestoorde monsters voor de bepaling van het schijnbaar soortelijk gewicht (zie § 4.1.2.8).

4.1.2 FYSISCH EN CHEMISCH BEPALINGEN

4.1.2.1 Kleurbepaling

Kleur werd bepaald in het laboratorium met de Munsell soil color chart (Munsell, 1990) en/of met de Minolta chromameter CR-200 in luchtdroge en vochtige toestand.

4.1.2.2 Reactie met HCl

Het CaCO₃-gehalte van het matrixmateriaal werd getest met HCl. In de literatuur vindt men sterk uiteenlopende waarden voor de te gebruiken concentratie van HCl : 1N (Fitzpatrick, 1977) tot 4N (Delecour & Kindermans, 1977; STIPA, 1982; Kuntze et al., 1994). Bij het testen werd een 2N oplossing gebruikt, daar dit de gangbare concentratie is in het ITC-laboratorium. Om tot een appreciatie te komen van het CaCO₃-gehalte werd gebruik gemaakt van de FAO klassen (FAO, 1990) (tabel 4.1).

Tabel 4.1 : Klassen voor reactie van CaCO₃ met HCl (FAO, 1990).

FAO symbool	symbool in beschrijving	klasse	criteriën
N	-	niet kalkhoudend	geen zichtbare of hoorbare reactie
SL	(+)	licht kalkhoudend	enkel hoorbare reactie
MO	+	matig kalkhoudend	zwak zichtbare reactie
ST	++	sterk kalkhoudend	duidelijke zichtbare reactie; bellen vormen een laag schuim
EX	+++	extreem kalkhoudend	zeer scherpe reactie; dikke bellen vormen ogenblikkelijk

4.1.2.3 CaCO₃-gehalte

Het CaCO₃ wordt in een gesloten milieu opgelost in HCl; CO₂ gas wordt gevormd en het gevormde volume CO₂ wordt bepaald (Nelson & Sommers, 1982). Dit volume wordt omgerekend naar CaCO₃-gehalte in de veronderstelling dat alle carbonaten onder de vorm van CaCO₃ aanwezig zijn.

4.1.2.4 Hydrofobie

Zowel de persistentie als de graad van hydrofobie werd bepaald op luchtdroge monsters van een aantal geselecteerde pq's.

De persistentie wordt bepaald met de "water drop penetration time" test (WDPT) (Krammes & DeBano, 1965; Letey, 1969). Hierbij wordt de tijd opgemeten die nodig is voor een waterdruppel om in de bodem te dringen.

De graad van de hydrofobie wordt vastgesteld met alcoholoplossingen met verschillende concentraties (Watson & Letey, 1970). Telkens worden drie druppels op het monster geplaatst. Een reeks van ethanol oplossingen met een verschillende oppervlaktespanningen wordt gebruikt (d.w.z. verschillende concentraties van ethanol). Een toenemend percentage van alcohol verlaagt de oppervlaktespanning van de oplossing en verlaagt de contacthoek tussen bodem-oplossing zodat de druppel toch kan binnendringen (tabel 4.2). De laagste oppervlaktespanning (hoogste concentratie aan ethanol) waarbij een druppel op het bodemstaal voor minstens 5 s overeind blijft, wordt genoteerd (Watson & Letey, 1970) en geeft de graad van hydrofobie.

Voor onze testen werd een reeks van ethanol oplossingen met de volgende concentraties gebruikt : 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12.5 en hierna elke 2.5% tot 35%.

Tabel 4.2 : Oppervlaktespanning van ethanol oplossingen bij verschillende concentraties (Hodgman, 1962).

% ethanol bij 20°C	oppervlaktespanning dynes/cm
0	72.4
1	69.6
2.5	64.3
3.5	61.3
5	56.5
7	54.0
10	49.7
15	45.0
24	36.7
34	33.2
48	30.1

4.1.2.5 Zuurtegraad (pH)

De pH werd bepaald in een 1 : 5 H₂O en een 1 : 5 KCl (1N) oplossing na het verloop van 1 uur, met een WTW pH DIGI 520 pH meter.

4.1.2.6 Vochtgehalte

Om het vochtgehalte te bepalen werden de monsters gedroogd gedurende 24 uur op 105°C; het gewichtsverlies wordt uitgedrukt in gewichtsprocent :

$$\% \text{ WW} = (G \text{ lucht} - G \text{ 105}^\circ\text{C}) / G \text{ 105}^\circ\text{C}$$

Indien gegevens voor het schijnbaar soortelijk gewicht beschikbaar waren, werd het vochtgehalte eveneens in volumepercent uitgedrukt.

4.1.2.7 Organisch materiaal gehalte (OM), organisch koolstof gehalte (OC)

De meeste bepalingen voor organisch materiaal werden uitgevoerd met de gloeiverlies methode. In de literatuur worden verschillende temperaturen waarop gebrand wordt, teruggevonden; hetzelfde geldt eveneens voor de duur van het branden (Davies (1974) : 430 °C, 24 uur; Grewal et al. (1991) : 450 en 550°C, 5 uur; Ball (1964) : 375 °C, 16 uur; Keeling (1962) : 375 °C, 16 uur). Deze methode is geschikt voor bodems die geen of zeer weinig klei bevatten. De temperatuur moet beneden de 800 °C blijven omdat vanaf deze temperatuur CaCO₃ vernietigd wordt (Hutchinson, 1974). De door ons gebruikte methode volgt deze van de Stichting voor Bodemkartering, Nederland (1984) waarbij 1 tot 5 g oven droge grond verhit wordt gedurende 8 uur op 500°C. Het gewichtsverlies wordt bepaald en omgerekend tot % OM. Voor de omrekening van OM naar OC werd de factor 1.724 gebruikt (Nelson & Sommers, 1982).

4.1.2.8 Bepalen van het schijnbaar soortelijk gewicht (SSG)

4.1.2.8.1 Bemonstering op het terrein

Ongestoorte monsters werden genomen met grondmonsterringen. Voor de belangrijkste horizonten werden op de horizontale secties 5 monsters genomen en hiervan werd dan een gemiddelde waarde berekend.

De grondmonsterringen hebben een hoogte en een diameter van 5 cm. Een vast volume van 100 cm³ werd aangenomen bij de berekeningen. Deze monsters werden oven gedroogd gedurende 24 uur op 105°C.

4.1.2.8.2 Laboratoriumbepalingen

- Schijnbaar soortelijk gewicht (SSG) (g/cm^3) :

oven droog gewicht (24 uur of 8 uur - 105°C)/volume

- Totale porositeit : TOTPOR : % porositeit wordt berekend met de volgende formule :

$$\text{TOTPOR} = 100 \times (1 - \text{SSG}/2.65)$$

In deze formule wordt er een gemiddelde waarde van 2.65 g/cm^3 voor de specifieke dichtheid (SD) aangenomen. De specifieke dichtheid van monsters rijk aan organisch materiaal is echter lager. Bij het aannemen van een SD van 2.65 g/cm^3 voor monsters rijk aan organisch materiaal leidt dit tot een overschatting van de totale porositeit. De specifieke dichtheid van het organisch materiaal kan bepaald worden met een picnometre. Men kan eveneens een correctie uitvoeren voor het gehalte aan organisch materiaal bij de berekening van de totale porositeit aan de hand van volgende formule :

$$\text{TOTPOR} = 100 \times (1 - \text{SSG}/(2.65 \times 0.02 \times \text{OM}))$$

- WW% : hoeveelheid water uitgedrukt in gewichtsprocent :

$$\text{WW\%} = 100 \times (\text{gewicht veldconditie} - \text{oven droog gewicht}) / \text{oven droog gewicht}$$

- WV% : hoeveelheid water uitgedrukt in volumeprocent :

$$\text{WV\%} = \text{SSG} \times \text{WW\%}$$

- PORWAT : % poriën gevuld met water :

$$\text{PORWAT} = (\text{WV\%} / \text{TOTPOR}) \times 100$$

4.1.2.9 Stikstof-gehalte (N)

Het N-gehalte werd bepaald met de Kjeldahl methode (1883). Totale N wordt bepaald na mineralisatie van de N in het bodemonmonster in een zuur milieu (H_2SO_4) op 350°C in aanwezigheid van een catalysator. De hoeveelheid verkregen NH_4^+ wordt bepaald door middel van absorptiometrie met de continue - flux auto-analyser. Een gekleurd complex wordt verkregen na chloratie van de ammoniak en de reactie met natriumsalicylaat in alkalisch milieu.

4.1.2.10 Fosfor-gehalte (P)

4.1.2.10.1 Totale fosfor, organische en inorganische fractie

De totale fosfor wordt bepaald op een niet gebrand, de inorganische fosfor op een gebrand monster (550°C , 1 uur)(organisch materiaal is vernietigd). De organische fosfor is het verschil tussen de totale en de inorganische fractie. Extractie wordt uitgevoerd met $12 \text{ N H}_2\text{SO}_4$. Na het toevoegen van ascorbine zuur en ammoniummolybdaat ontwikkelt zich een blauwe kleur waarvan de hoeveelheid fosfor colorimetrisch op 690 nm wordt bepaald (Madson & Vestergaard, 1992 in Mikkeisen & Langohr, 1996).

4.1.2.10.2 Plant beschikbare fosfor

De methode volgens Dyer (1894) wordt gebruikt voor zure tot neutrale bodems. De extractie gebeurt met 1% citroenzuur. Na de ontwikkeling van de kleur van het fosfomolybdaatcomplex wordt de hoeveelheid fosfor spectrophotometrisch op 825 nm bepaald.

Voor kalkrijke bodem wordt de Olsen methode (Olsen et al., 1954) toegepast. De extractie gebeurt hier met 0.5 M NaHCO_3 gebufferd op $\text{pH}=8.5$ met NaOH . Na de ontwikkeling van de kleur van het fosfomolybdaatcomplex wordt de hoeveelheid fosfor spectrophotometrisch op 825 nm bepaald.

4.1.2.11 Kationenuitwisselingscapaciteit (CEC) en basische kationen, Ca, Mg, Na en K

CEC wordt bepaald volgens Metson (1961). Het bodemonmonster wordt verzadigd met $1 \text{ M NH}_4\text{OAc}$ ($\text{pH} 7$). Na spoelen met ethanol om de overmaat aan NH_4OAc te verwijderen, worden de gefixeerde NH_4^+ -ionen - een maat voor CEC - uitgewisseld in de aanwezigheid van een NaCl -oplossing. De hoeveelheid NH_4^+ ionen worden

spectrocolorimetrisch bepaald. De kationen worden geëxtraheerd met een NH_4OAc -oplossing. In de uitwisselingsoplossing van NH_4OAc worden na filtratie van de oplossing de uitwisselbare Ca^{++} en Mg^{++} bepaald door middel van atoomabsorptie, K^+ en Na^+ door middel van vlamfotometrie. De resultaten voor CEC en uitwisselbare basische kationen worden uitgedrukt in $\text{cmol}(+)/\text{kg}$ bodem.

4.1.2.12 Extraheerbaar Ijzer (Fe) en Aluminium (Al) (oxalaat)

Deze extractiemethode volgt de procedure van Tamm "obscurité" (1922). De extractie gebeurt in het donker met oplossingen van oxalaatzuur en ammoniumoxalaat. Extraheerbaar Fe wordt bepaald op het filtraat door middel van atoomabsorptie, extraheerbaar Al door middel van inductief gekoppeld plasma.

4.1.2.13 Extraheerbaar Ijzer (Fe) (dithioniet)

Deze extractiemethode volgt de procedure van Mehra - Jackson (1960). Extractie gebeurt met een oplossing van natriumtricitraat en natriumwaterstofcarbonaat op 80°C en wordt vervolgens gereduceerd met natriumdithioniet. Ijzer wordt bepaald door middel van atoomabsorptie.

4.1.2.14 Analyse van de drooggewichten van de L-, F-, H-, A- en B.bi-horizonten

De monsters genomen om het humusprofiel te karakteriseren werden eerst aan de lucht gedroogd. De organische horizonten (L-, F- en H-) werden oven gedroogd gedurende 72 uur op 60°C , de minerale horizonten (A, H+E) gedurende 24 uur op 105°C .

4.1.3 STATISTISCHE VERWERKING VAN DE GEGEVENS

Statistische verwerking van de gegevens werd uitgevoerd met Excel 5.0, SPSS 6.1.2 for Windows (Norusis, 1993) en Surfer 5.01 (1994).

In de eerste plaats wordt de normale verdeling van de resultaten van alle horizonten en van de oppervlaktehorizonten nagegaan voor de verschillende parameters per proefsite en per proefvlak.

Dit werd getest aan de hand van de Kolmogorov-Smirnov test, de Shapiro-Wilkinson test en de boxplots.

Indien de gegevens (ongeveer) voldoen aan de normaliteit kon Pearson correlatiecoëfficiënt, ANOVA F-test en T-test toegepast worden. In het andere geval werd gebruik gemaakt van niet-parametrische testen zoals de Kruskal-Wallis test, de Mann-Whitney U test en werd de Spearman rang correlatie coëfficiënt berekend (Hammond & McCullagh, 1980).

Wat betreft de correlatiecoëfficiënten toont de waarde van de coëfficiënt de sterkte van de correlatie (0 : geen correlatie; 1 : perfecte correlatie), de helling van het lineair verband wordt aangetoond met + of - (+ : indien beide parameters toenemen, - : indien de ene toeneemt, de andere afneemt), het significantie niveau wordt aangeduid met * (0.05 : *, 0.01 : **).

ANOVA F-test, T-test, Kruskal-Wallis test en de Mann-Whitney U test werden gebruikt om aan te tonen indien populaties significant van elkaar verschillen. Indien de berekende p kleiner wordt dan 0.05 dan werd aangenomen dat de verschillende populaties significant van elkaar verschillen.

4.2 ONDERZOEK VAN HET WATER

4.2.1 GRONDWATERKWALITEIT

Het onderzoek van de waterkwaliteit werd uitgevoerd in bestaande en nieuw uitgegraven poelen gelegen in de Westhoek Natuurreservaat en de Houtsaegerduinen.

Drie bemonsteringscampagnes werden uitgevoerd : 10/9/1998, 7/5/1999 en 16/9/1999.

4.2.1.1 Monstername

De watermonsters werden genomen op ongeveer 30 cm diepte, zoveel mogelijk in het centrale gedeelte van de poel.

4.2.1.2 Bewaring van de monsters

Per onderzochte poel werden vier flessen met een inhoud van 250 ml gevuld met het te onderzoeken water.

Voor één fles (200 ml) (donkere glazen fles) wordt het water gefilterd zodat de colloïdale of gesuspenderde stoffen verwijderd worden. Deze filtratie gebeurt voor de aanzuring, welke deze stoffen zou oplossen en aldus de oorspronkelijke concentratie van de opgeloste stoffen zou kunnen beïnvloeden. De drie andere flessen worden niet gefilterd. De monsters worden reeds op het veld gefixeerd zodat er geen wijzigingen optreden tussen de monstername en de analyse als gevolg van fysisch-chemische of biologische processen.

De vier flesjes werden als volgt behandeld en geanalyseerd :

1. één plastic fles ongefilderd en niet gefixeerd, ter bepaling van de hoeveelheid zwevende stoffen, ter bepaling van de ionen Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- en SiO_2 ;
2. één plastic fles ongefilderd en gefixeerd met 2 ml chloroform op 200 ml voor de bepaling van NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , H_2PO_4^- of HPO_4^{2-} . De chloroform fixeert de organische cyclus;
3. één plastic fles ongefilderd en gefixeerd met 2 ml H_2SO_4 op 200 ml voor de bepaling van het gehalte aan organische stoffen ;
4. één donkere glazen fles gefilderd en gefixeerd met 2 ml HNO_3 op 200 ml gefilderd materiaal ter bepaling van Mn^{2+} en Fe^{2+} . De fixatie met HNO_3 moet het neerslaan van de metalen in oxiderende omstandigheden voorkomen.

De watermonsters worden in het donker bewaard bij een temperatuur van 4°C.

4.2.1.3 Metingen op het veld

Een aantal metingen werden uitgevoerd op het terrein :

- temperatuur, pH en redoxpotentiaal (in mV) worden bepaald met de Water Quality monitor (YSI 3500);
- elektrische geleidbaarheid (in $\mu\text{S}/\text{cm}$) met de Consort K911;
- opgeloste zuurstofgehalte wordt bepaald met een zuurstofcel (WTW OXI 91) en wordt uitgedrukt in mg/l opgeloste zuurstof.

Omdat opname of verlies van CO_2 het carbonaatevenwicht kan verstoren, gebeurden de TA-(fenolftaleïne-alkaliniteit) en TAC-(methyloranje-alkaliniteit) titraties de dag na de monstername. Bij deze titraties worden respectievelijk CO_3^{2-} en HCO_3^- bepaald.

4.2.1.4 Chemische analyses (Walraevens, 1998)

De analyse van Na^+ , K^+ , Fe^{101} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} gebeurt met een Varian Spectrometer AA-400, die gebruik maakt van atomaire vlamabsorptiespectrofotometrie ("flame -AAS). Luchtacetyleen wordt gebruikt als gasmengsel voor de HNO_3^- (bij Na^+ , K^+ , Fe^{101}) of La-oplossing (Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+})

De bepaling van de Cl^- gebeurt met de chloridometer van Büchler, door vorming van een AgCl -neerslag. Bij lage concentraties (< 100 mg/l) werkt men titrimetrisch met het Cottle-toestel, voor hogere concentraties gebruikt men een digitaal toestel of werkt men via een verdunning met de methode voor de lage concentraties.

Het SO_4^{2-} -gehalte wordt met de gravimetrische methode (N.B.N. - 647 Nationale Belgische Normen) bepaald door het neerslaan van BaSO_4 .

De bepaling van NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , $\text{PO}_4^{3-}/\text{PO}_4^{2-}$ concentraties gebeurt colorimetrisch.

4.2.1.5 Ionenbalans

De ionenbalans vormt een controle van de analyse. Hierbij moet de som van de belangrijke kationen (Σk , meq/l) min of meer gelijk zijn aan de som van de belangrijke anionen (Σa , meq/l) vermits de oplossing electroneutraliteit vertoont. De analyse wordt betrouwbaar geacht indien :

$$\text{fout op ionenbalans} : \left| \Sigma k - \Sigma a \right| * 100 / \left| \Sigma k + \Sigma a \right| \leq 5\%$$

In het algemeen is deze fout minder dan 2%. Indien de fout > 5% dan is er een fout opgetreden in de analyse of bij de berekening van de resultaten, of werd in het staal een belangrijk ion niet gedoseerd.

4.2.1.6 Verwerken van de resultaten

De onderzochte monsters werden ondergebracht in de grondwaterclassificatie volgens Stuyfzand (1986). Elk watertype binnen dit systeem wordt getypeerd door 4 symbolen, die ieder verwijzen naar een classificatie-onderdeel. De naamgeving bestaat uit de samenvoeging van deze 4 symbolen.

Het eerste symbool verwijst naar het hoofdtype dat afgeleid wordt van het Cl^- gehalte (tabel 4.3).

Tabel 4.3 : Bepaling van het eerste symbool, steunend op het chloridegehalte.

Hoofdtype	Code	Cl^- (mg/l)
zoet	F	<150
zoet tot brak	F_b	150 - 300
brak	B	300 - 1000
brak tot zout	B_s	1000 - 10000
zout	S	10000 - 20000
hyperhalien	H	> 20000

Het tweede symbool wijst op de totale hardheid (TH) van het water (tabel 4.4). De totale hardheid wordt bepaald volgens de volgende formule :

$$\text{Ca}^{2+}/4.006 + \text{Mg}^{2+}/2.432 \text{ (uitgedrukt in mg/l)} = \text{TH in } ^\circ\text{F}$$

Tabel 4.4 : Bepaling van het tweede symbool, steunend op de totale hardheid.

Klasse	Code	TH ($^\circ\text{F}$) (5 $^\circ\text{F} = 1 \text{ meq/l}$)
zeer zacht	*	<5
zacht	0	5 - 10
matig hard	1	10 - 20
hard	2	20 - 40
zeer hard	3	40 - 80
uiterst hard	4	80 - 160
uiterst hard	5	160 - 320
uiterst hard	6	320 - 640
uiterst hard	7	640 - 1280
uiterst hard	8	1280 - 2560
uiterst hard	9	>2560

De derde term in het systeem bestaat uit twee delen en verwijst naar de belangrijkste kationen- en anionengroep in het water. De bepaling van het type gebeurt aan de hand van onderstaande driehoeksdiagrammen.

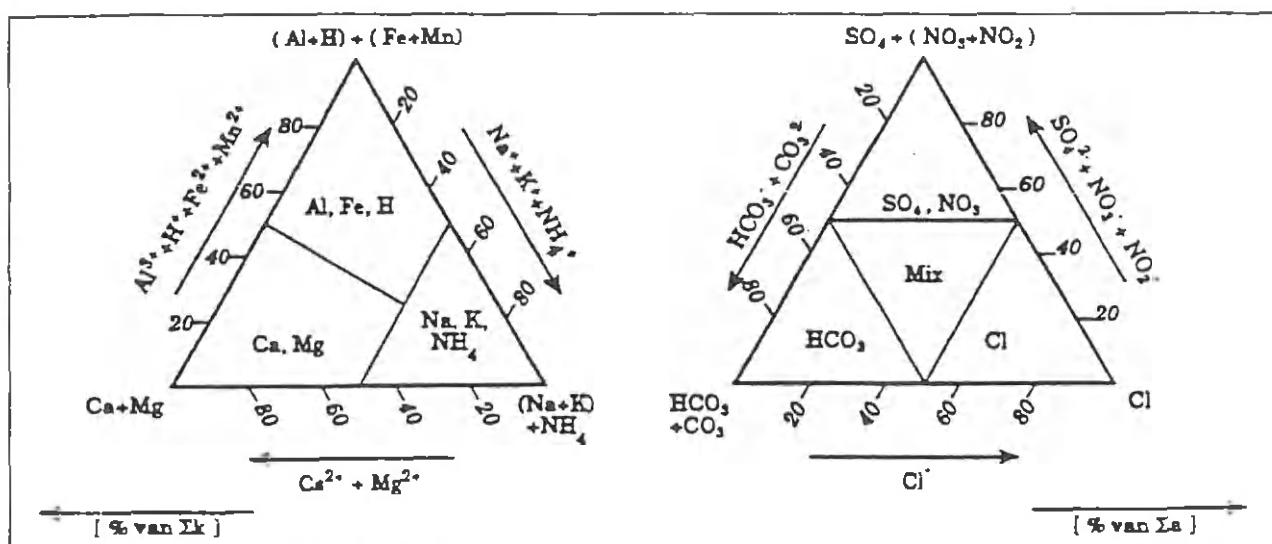


Fig. 4.1 : Bepaling van het watertype (Stuyfzand, 1986)

Tenslotte toont het vierde symbool of er zich kationenuitwisseling heeft voorgedaan in het watertype. Gesteund op de soms van de mariene kationen Na^+ , K^+ , Mg^{2+} (meq/l) gecorrigeerd voor de zeewaterbijdrage (afgeleid uit het Cl^- gehalte) wordt de uitwisselingscode bepaald (tabel 4.5).

Tabel 4.5 : Bepaling van de kationenuitwisselingscode (Clays, 1999).

Benaming	Code	Voorwaarde
$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})$ -tekort	-	$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})_{\text{verbeterd}} < -\sqrt{0.5 \text{ Cl}^-}$
$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})$ -evenwicht	Ø	$-\sqrt{0.5 \text{ Cl}^-} \leq (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})_{\text{verbeterd}} \leq \sqrt{0.5 \text{ Cl}^-}$
$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})$ -overschot	+	$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})_{\text{verbeterd}} > \sqrt{0.5 \text{ Cl}^-}$

De gegevens kunnen eveneens voorgesteld worden in een Piper-diagram (Appelo & Postma, 1993). Dit diagram bestaat uit twee driehoeken en een centrale ruit. In de linker driehoek worden de Ca^{2+} , Mg^{2+} en $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ (uitgedrukt in % tov som meq/l) uitgezet, in de rechter driehoek Cl^- , HCO_3^- en SO_4^{2-} . In de centrale ruit wordt het resultaat van beide driehoeken samengebracht. De positie van een analyse in de ruit van de Piper diagram toont aan in hoeverre de waters een menging zijn van zoet en zout water.

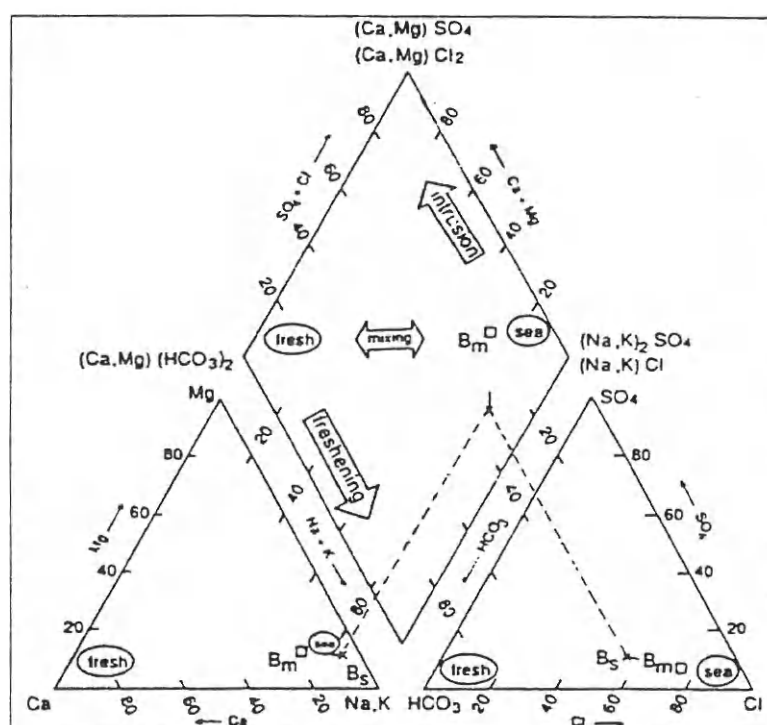


Fig. 4.2 : Piper-diagram met gemiddelde samenstelling van zoet water en zeewater (Appelo & Postma, 1993).

4.2.2 WATERPEILMETINGEN

De peilbuizen - PVC buizen met diameter 35 mm - werden tot gemiddeld een drietal meter diepte geïnstalleerd, in samenwerking met Sam Provoost (Instituut voor Natuurbehoud), Dries Bonte (Vakgroep Biologie, RUG) en Marc Leten (AMINAL - Afdeling Natuur).

Installatiedata :

10/6/1997 : installeren van peilbuis 101, 102, 103, 104, 105, 111

11/6/1997 : installeren van peilbuis 201, 202, 203

De x-, y- en z-coördinaten van de peilbuizen werd ingemeten met een TACHYMAT (Wild TC1600) toestel (zie §4.3).

Het meten van de peilhoogten werd twee tot driewekelijks uitgevoerd door Marc Leten (AMINAL, Afdeling Natuur).

Verdere verwerking van de peilgegevens werd uitgevoerd door Sam Provoost en is voorgesteld in "Bonte, D., S. Provoost, E. Cosyns, K. De Maeyer & M. Hoffmann, 2000. Monitoring van de effecten op vegetatie, flora en fauna van het beheer in de natuurreservaten en gewestelijke domeinen langs de Vlaamse kust. Universiteit Gent en Instituut voor Natuurbehoud in opdracht van Aminoal, Afdeling Natuur, in voorbereiding".

4.3 TOPOGRAFISCHE OPNAMEN

4.3.1 OPMETEN VAN DE GEGEVENS

De topografische metingen werden uitgevoerd in samenwerking met Sam Provoost (Instituut voor Natuurbehoud), Dries Bonte (Vakgroep Biologie, RUG), Marc Leten (AMINAL - Afdeling Natuur).

In de eerste plaats werd een netwerk van vaste punten uitgezet (1 tot 2 m lange ijzeren T-staaf volledig in de grond geklopt) die gerefereerd werden tegenover referentiepunten van de kustopmetingen uitgevoerd door Eurosense.

De algemene topografie van de proefvlakken (50x50 m²) en de iets ruimere omgeving, de exacte ligging van de 4 hoeken van de pq's en van de peilbuizen (x, y, z-coördinaten) werden opgemeten met een TACHYMAT (Wild TC1600) toestel. Per proefvlak werden zo'n 120 tot 150 punten opgemeten.

Opnamedata :

2/2/1998 : Proefsite 2A, 2B, 2C

23/2/1999 : Proefsite 6A en 6B

24/2/1999 : Proefsite 5A en 5B

4.3.2 VERWERKEN VAN DE RESULTATEN

De meetgegevens werden ingelezen in de computer en verder verwerkt met Surfer 5.01 (1994).

5. ALGEMEEN OVERZICHT VAN DE RESULTATEN

5.1 BODEMHORIZONATIE VAN DE MINI-PROFIELEN

Figuren 5.1 tot 5.6 geven een overzicht van de horizonten opeenvolging voor de mini-profielen bestudeerd ter hoogte van de pq's.

5.1.1 LEGENDE

	begrenzing van de horizont
	ondergrens tot waar het mini-profiel bestudeerd werd
	LFH-horizont
	aanwezigheid van CaCO ₃ , getest met HCl

5.1.2 BEKNOPTE BESCHRIJVING VAN DE GEBRUIKTE BODEMHORIZONTEN-SYMBOLLEN

De symbolen gebruikt voor de beschrijving van de hoofdhorizonten en de secundaire kenmerken worden voorgesteld in § 4.1.1.2.

5.2 OVERZICHT VAN DE FYSISCH EN CHEMISCHE BODEMKENMERKEN

Analysegegevens worden per proefsite voorgesteld in tabellen 5.1 tot 5.6.

5.2.1 PROEFSITE SMOKKELPAD : PROEFSITE 2

5.2.1.1 Proefsite 2 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 2A : niet ontgonnen, niet maaien, niet begrazen, referentie

Proefvlak 2B : ontgonnen, maaien, begrazen

Proefvlak 2C : ontgonnen, maaien, niet begrazen

Proefvlak 2D : niet ontgonnen, niet maaien, begrazen

5.2.1.2 Proefsite 2 - Variabiliteit binnen de proefvlakken

5.2.1.2.1 Proefvlak 2A (permanente kwadraten (pq) 2A1 tot 2A8, met uitzondering van 2A6 voor pH, OM, N, CEC-bepalingen)

- Proefvlak 2A is tamelijk reliëfrijk met duidelijke duinruggen en tusseninliggende depressies; 2A1 en 2A4 zijn de laagst gelegen pq's, 2A3, 2A6 en 2A7 hebben de hoogste gemiddelde hoogte en liggen op de helling van een duinrug.
- Het profiel van 2A1 vertoont lichte verbruining.
- 2A3 toont een opeenvolging van minstens 4 begraven horizonten; de begraven horizonten zijn licht humeus en vertonen een iets lagere pH maar de horizonten zijn nog steeds kalkrijk; in 2A5 komt één enkele begraven horizont voor die niet reageert met HCl en een neutrale pH vertoont.
- Alle oppervlaktehorizonten zijn lichtjes ontkalkt tot een diepte van 7 tot 15 cm,
 - 2A2 heeft ondanks een lichte ontkalking nog een neutrale pH,
 - 2A3 en 2A4 zijn het meest verzuurd : de baseverzadiging bedraagt respectievelijk 81 en 90% in de oppervlaktehorizont - wat nog altijd vrij hoog is - dit in tegenstelling tot de andere drie pq's waar de baseverzadiging 100% bedraagt,
 - de oppervlaktehorizont is meestal van het H+E type.

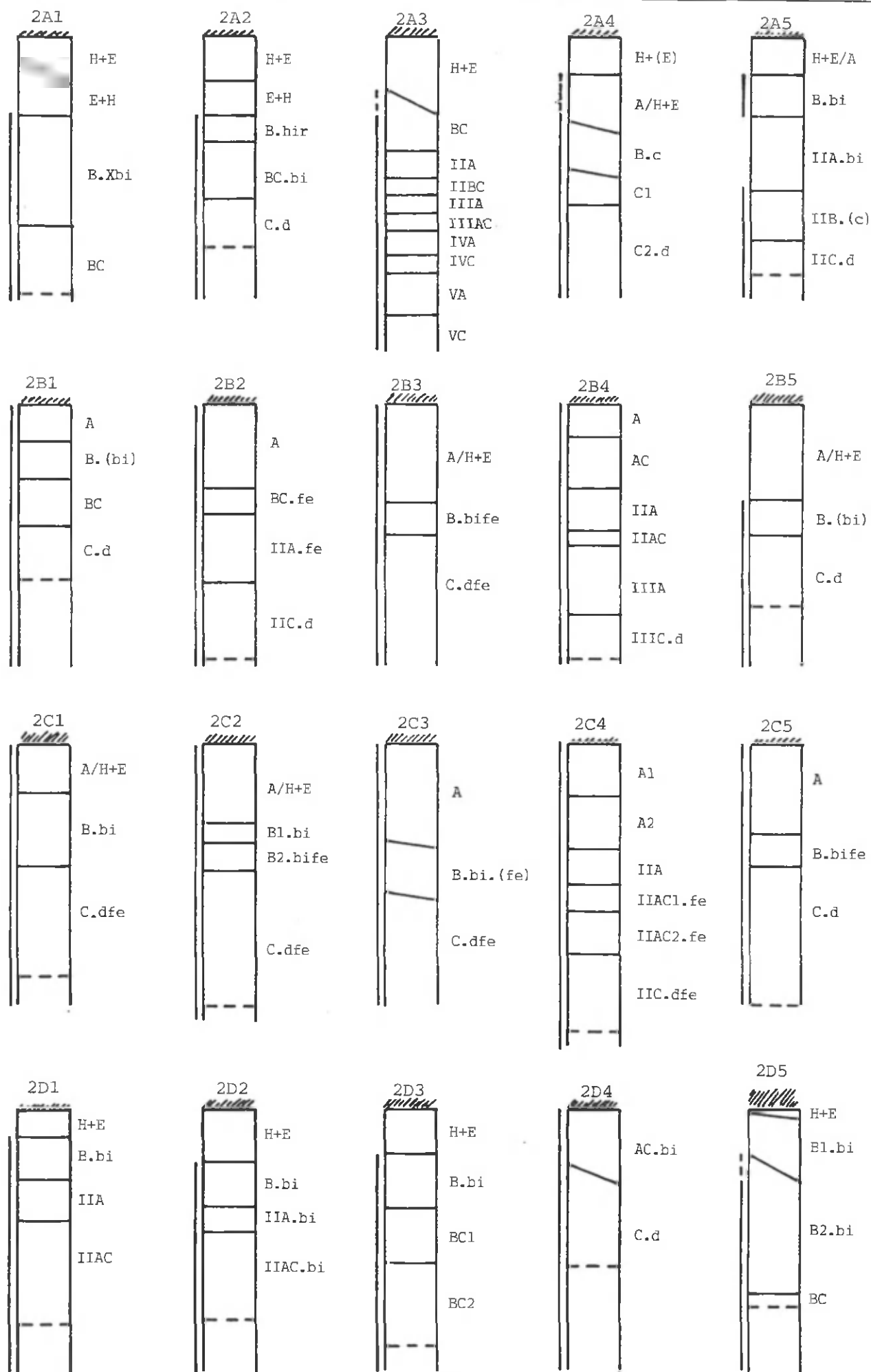


Fig. 5.1 : Smokkelpad, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's

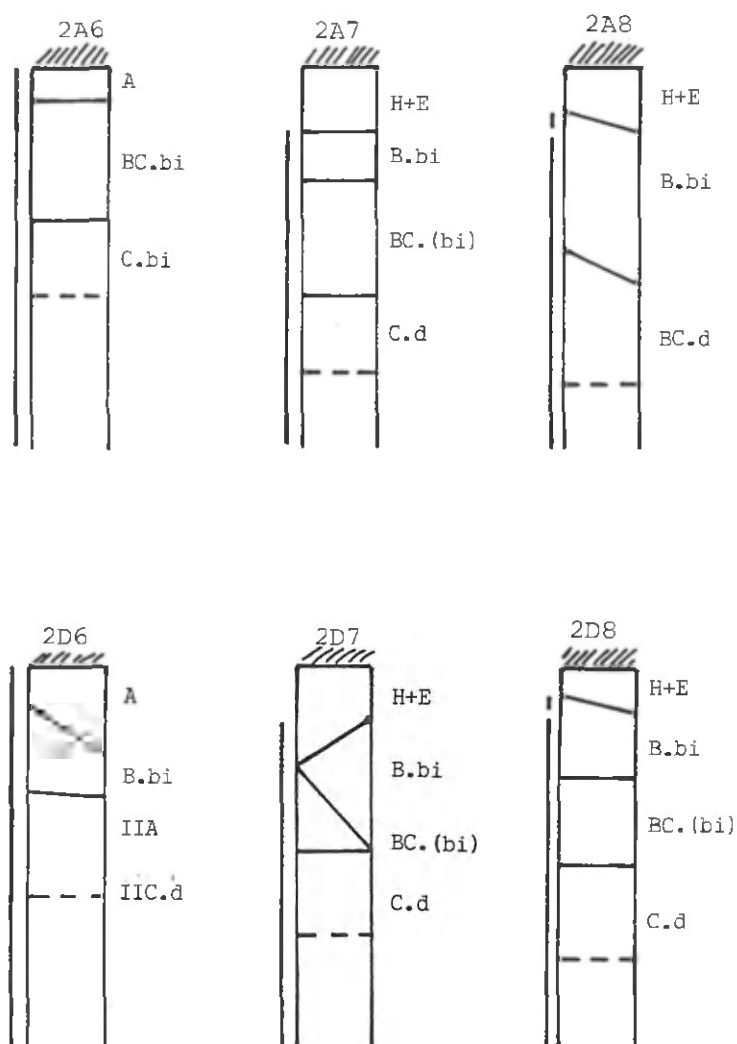


Fig. 5.1 (vervolg) : Smokkelpad, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's

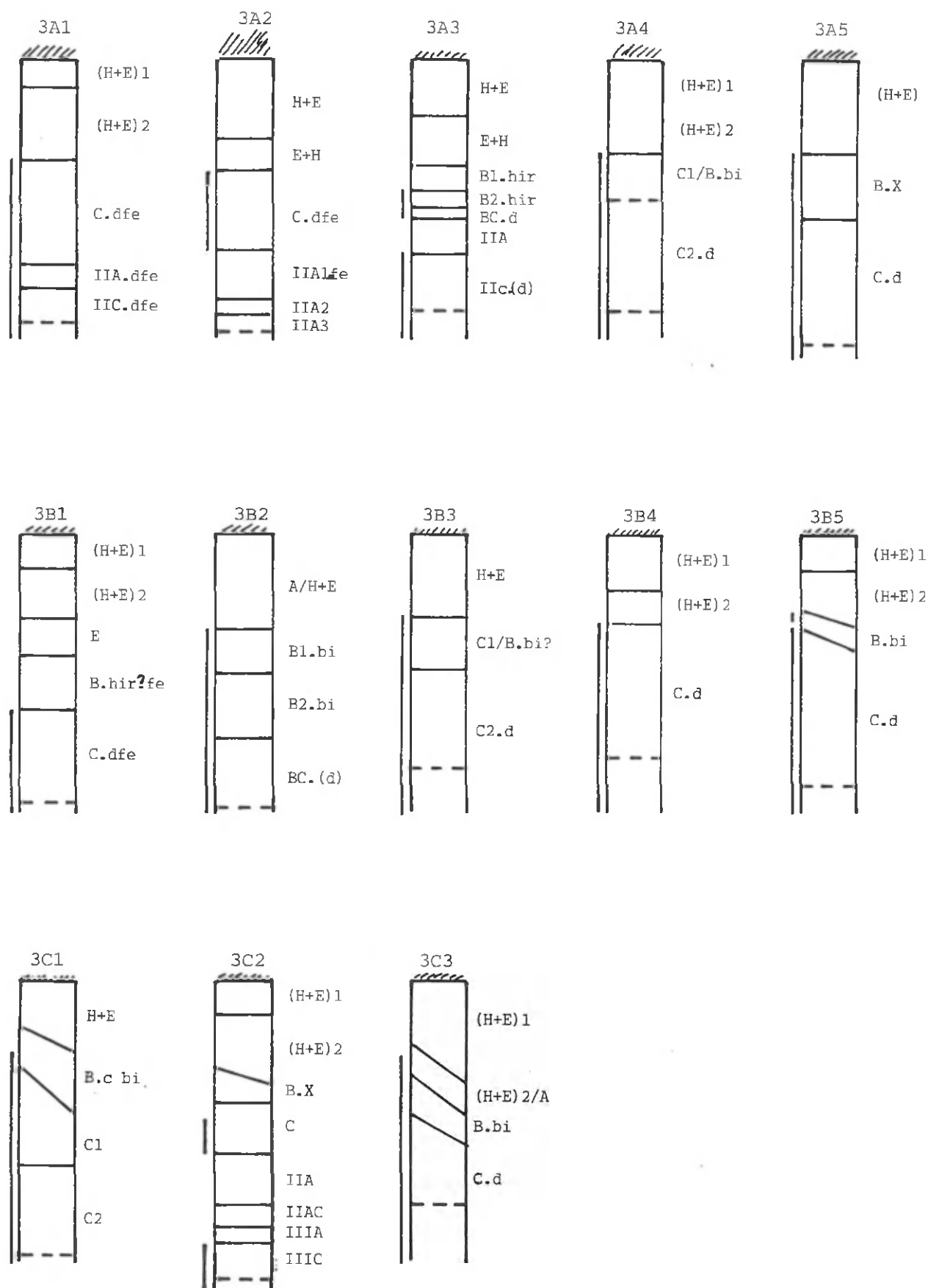


Fig. 5.2 : Weide, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's

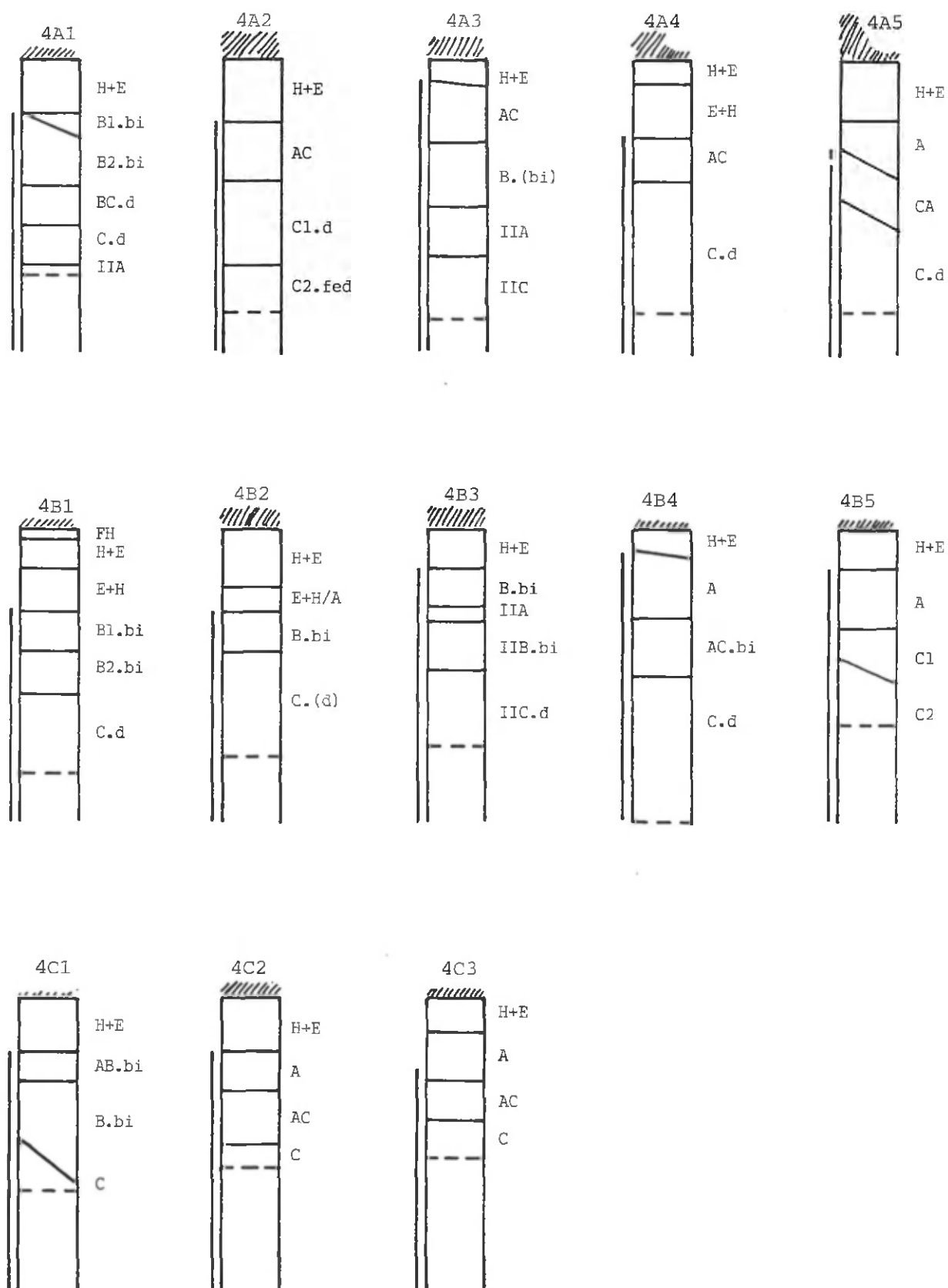


Fig. 5.3 : Duindoornpad, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's

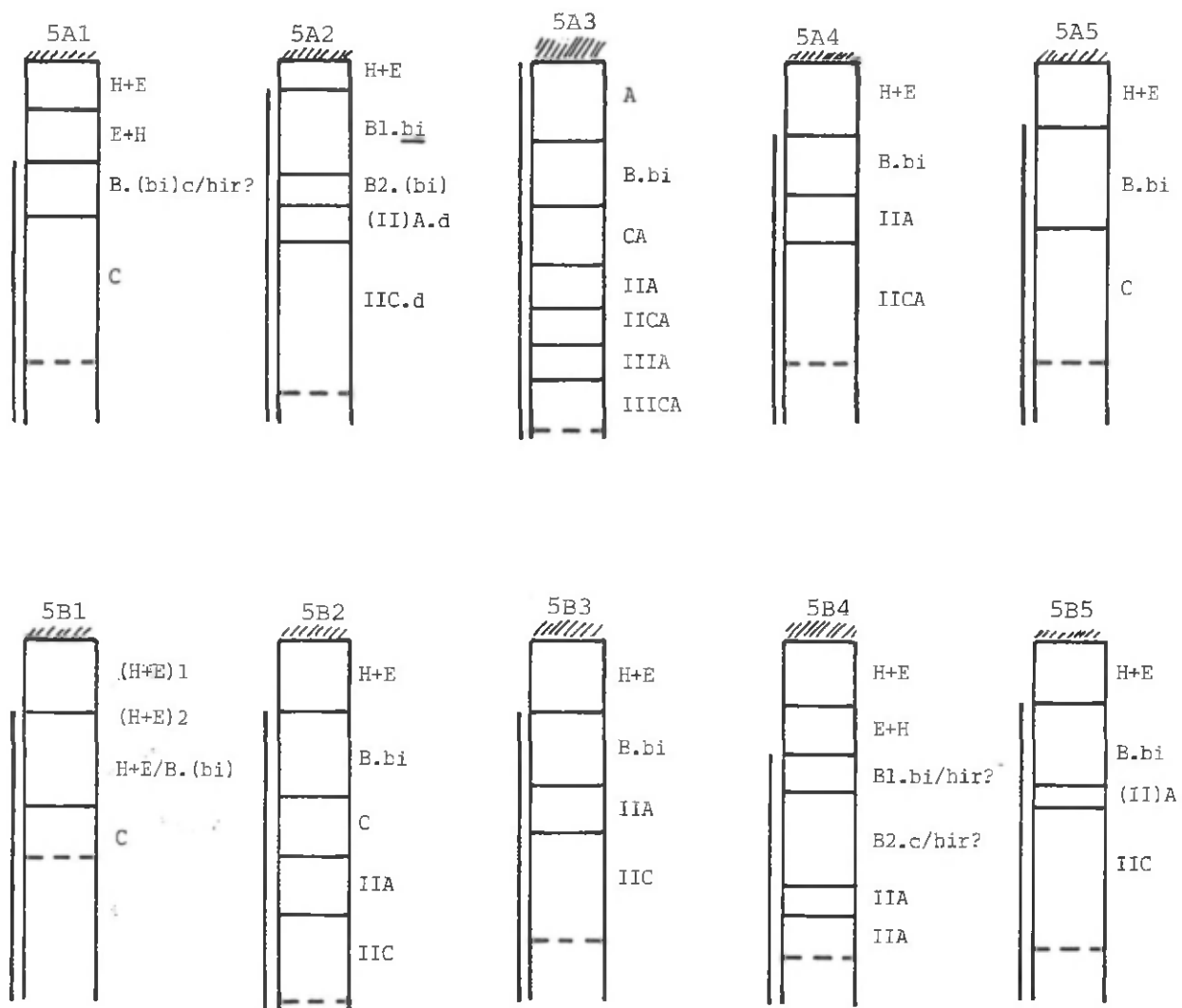


Fig. 5.4 : Kerkepanne, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's

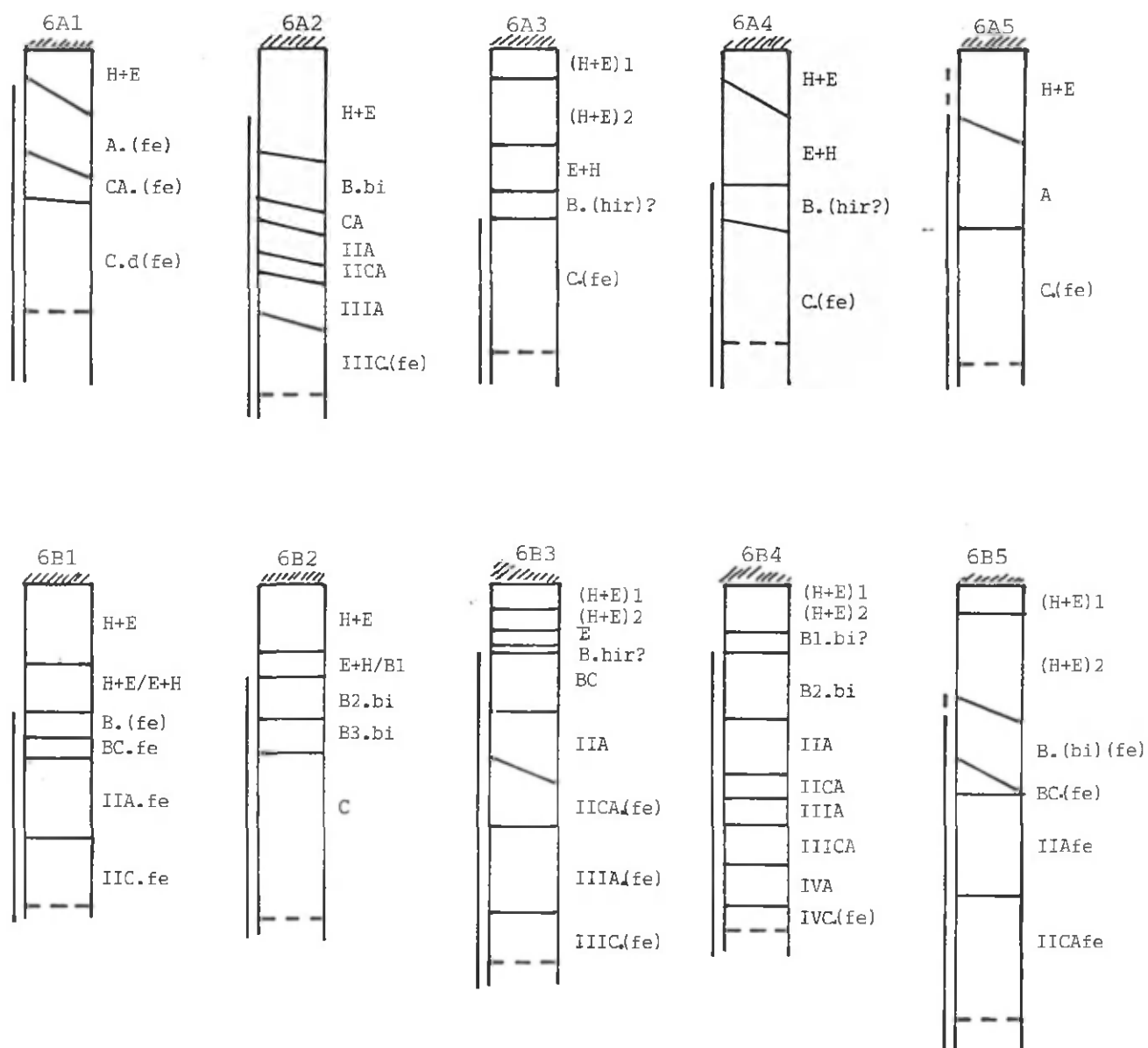


Fig. 5.5 : Greenpark, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's

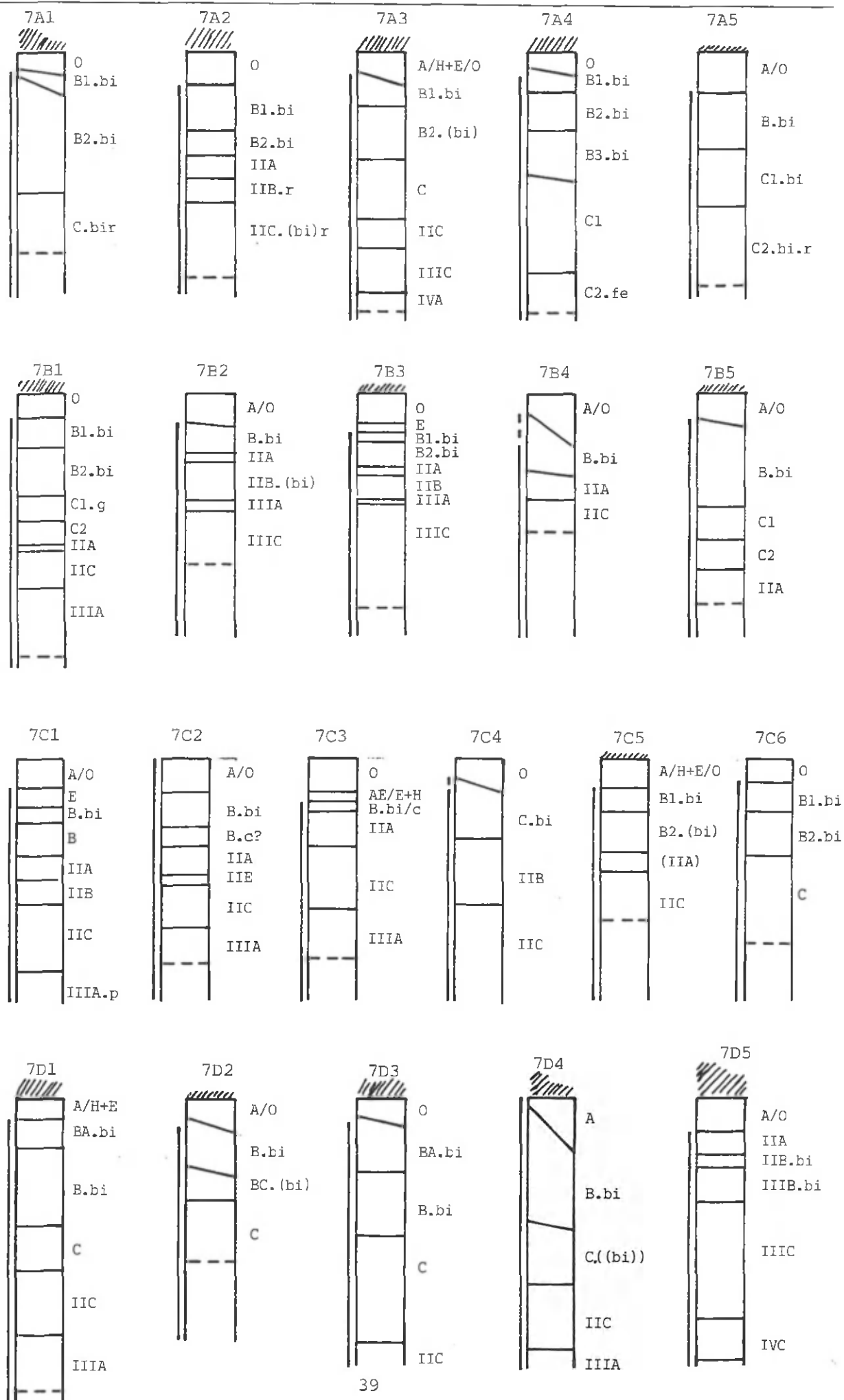


Fig. 5.6 : Parnassiapanne, horizonatie van de mini-profielen ter hoogte van de pq's

- 2A4 heeft het hoogste OM-gehalte (21.0%) in de oppervlaktehorizont, dit leidt tot eveneens hogere N- (0.827%) en CEC-waarden (39.6 cmol(+)/kg bodem); 2A2 en 2A5 vertonen duidelijk lagere OM-waarden (7.2 en 6.4 % respectievelijk) met tot gevolg dat ook de N- en CEC-waarden beduidend lager zijn. De C/N-verhoudingen van de oppervlakte-horizonten liggen tussen 12 en 15.
- Het kalkgehalte in de C-horizont varieert tussen 1.8 en 3.2 %.
- De pq's 2A6 tot 2A8 die later vastgelegd werden hebben tusseninliggende waarden voor OM-, N- en CEC; het kalkgehalte in de C-horizont lijkt iets hoger te zijn dan in de pq's 2A1 tot 2A5, de ontkalkingsdiepte ligt hier tussen de 0 en 8 cm.

5.2.1.2.2 Proefvlak 2B (pq 2B1 tot 2B5)

- 2B2 tot 2B4 liggen in relatief lage landschapposities, 2B1 en 2B5 liggen op een microruggetje.
- Begraven horizonten komen voor in 2B2 (1 reeks) en 2B4 (2 reeksen); de begraven horizonten vertonen een iets hoger gehalte aan OM en zijn nog kalkrijk.
- De 5 pq's vertonen in de oppervlaktehorizont een pH H₂O die groter is dan 7; pq 2B3 en 2B5 zijn lichtjes ontkalkt, de drie andere profielen zijn kalkrijk tot aan het oppervlak.
- De OM-waarden van de oppervlaktehorizont liggen tussen 6.0 % (2B1) en 10.2 % (2B5), de N-waarden tussen 0.238 % (2B1) en 0.376 % (2B3), de variabiliteit in de OM- en N-waarden is laag; de CEC-waarden variëren tussen 9.9 (2B1) en 19.0 (2B5) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhoudingen liggen tussen 13 en 16.
- Het kalkgehalte in de C-horizont varieert tussen 1.6 en 2.6 %.

5.2.1.2.3 Proefvlak 2C (pq 2C1 tot 2C5)

- 2C2 en 2C4 liggen in de laagste landschapposities, 2C6 ligt op een microruggetje.
- 2C4 vertoont een begraven horizont met een matig gehalte aan OM (4.6%). Deze horizont is nog steeds kalkrijk.
- De 5 pq's vertonen in de oppervlaktehorizont een pH H₂O die groter is dan 7; alle pq's zijn kalkrijk tot aan het oppervlak.
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont varieert tussen 5.2 % (2C4) en 8.9 % (2C2); de N- en CEC waarden volgende dezelfde trend als de OM-waarden : N bedraagt 0.205 % in 2C4 en 0.354 % in 2C2, de CEC bedraagt 7.6 cmol(+)/kg bodem voor 2C4 en 13.9 cmol(+)/kg bodem voor 2C2. De C/N-verhoudingen liggen tussen 12 en 15.
- Het kalkgehalte in de C-horizont varieert tussen 1.9 en 2.8 %.

5.2.1.2.4 Proefvlak 2D (pq 2D1 tot 2D8)

- Van de 5 pq's die in het aaneengesloten proefvlak van 2D liggen, zijn 2D4 en 2D5 het hoogst gelegen. 2D2 en 2D3 hebben een duidelijk lagere landschappositie. De pq's 2D6 tot 2D8 liggen in de nabijheid van proefvlak 2A, buiten de exclusie. Ze hebben gemiddeld een beduidend hogere landschappositie dan de 5 andere pq's.
- Begraven horizonten werden geobserveerd in 2D1, 2D2 en 2D6. De IIA-horizonten zijn licht humeus en nog steeds kalkrijk.
- De pq's 2D1 tot 2D3 en 2D8 vertonen in de oppervlaktehorizont een pH H₂O van minder dan 7; 2D4, onder mosduin, heeft de hoogste pH in de A-horizont; 2D4 en 2D6 zijn kalkrijk vanaf het oppervlak.
- PQ 2D4 ligt op een mosduin en heeft volledig andere karakteristieken dan de andere pq's : het OM- en N-gehalte is zeer laag, de CEC-waarde is eveneens zeer laag.
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont van de andere pq's ligt tussen 6.7 (2D1) en 12.5 % (2D2), het N-gehalte tussen 0.234 % (2D1) en 0.509 % (2D7), de CEC tussen 6.8 (2D1) en 20.0 (2D7) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding ligt tussen 12 en 17.
- Het kalkgehalte in de C-horizont varieert tussen 3.2 en 3.7 % met uitzondering van 2D7 dat een CaCO₃-gehalte van 6.1% heeft

5.2.1.3 Proefsituatie 2 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

- De gemiddelde hoogte van de pq's is het laagst in C gevolgd door B; in A en D hebben de pq's duidelijk een hogere gemiddelde hoogteligging; proefvlakken C en B liggen ook het dichtst in noordwestelijke richting tegenaan het wandelduin.
- Pq 2D4 wijkt in alle opzichten af van de andere pq's : het is een pq gelegen op de helling van een duinrug begroeid met Duinsterretjesmos en Duinklauwtjesmos. De oppervlaktehorizont heeft het laagste gehalte aan OM, N, laagste CEC, hoogste pH vergeleken met alle andere pq's binnen de proefsituatie van het Smokkelpad.
- De pH-waarden in de oppervlaktehorizont zijn het laagst in proefvlak A, gevolgd door D, B en C.
- De ontkalkingsdiepte is het hoogst in proefvlak A gevolgd door D, B en C.
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont is het hoogst in proefvlak A, gevolgd door proefvlak D (pq 2D4 is buiten beschouwing gelaten), B en C : d.w.z. de twee proefvlakken onder struweel vertonen hogere gehalten.

- Het N-gehalte is het hoogst in proefvlak A, gevolgd door proefvlak D (pq 2D4 is buiten beschouwing gelaten), B en C : d.w.z. de twee proefvlakken onder struweel vertonen hogere gehalten.
- De CEC is het hoogst voor proefvlak A, tussen de proefvlakken B, C en D is het verschil relatief klein.

De proefvlakken vertonen een gradiënt wat betreft hun absolute hoogteligging en hun positie tegenover het wandelduin. De eerste factor heeft implicaties wat betreft de diepte van de grondwatertafel, de tweede wat betreft de aanvoer van kalkrijk zand wat resulteert in een overpoederingsproces. Proefvlakken C en B liggen het laagst en terzelfdertijd ook het dichtst - in zuidelijke richting - bij het wandelduin. De gevolgen van deze landschapsposities uit zich in de karakteristieken van het bodemprofiel : de profielen in proefvlakken B en C zijn het minst diep ontkalkt, de A-horizont is duidelijk het dikst in C.

Daarbij komt dat proefvlakken A en D zich onder struweel bevinden, proefvlak B werd in het kader van het monitoring project geontstruweeld, proefvlak C werd deels in het verleden (begin jaren 80?) deels in het kader van het monitoring project geontstruweeld.

Dit betekent dat bij verdere vergelijking van de proefvlakken onderling er rekening moet gehouden worden met bovenvermelde verschillen in de uitgangssituatie.

PQ 2D4, onder een mosduin, vormt op zich een volledige uitzondering : de fysische en chemische bodemkenmerken verschillen totaal van alle andere pq's bestudeerd op dit site.

5.2.2 PROEFSITE WEIDE : PROEFSITE 3

5.2.2.1 Proefsite 3 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 3A : maaien, niet begrazen

Proefvlak 3B : niet maaien, begrazen

Proefvlak 3C : niet maaien, niet begrazen, referentie

5.2.2.2 Proefsite 3 - Variabiliteit binnen de proefvlakken

5.2.2.2.1 Proefvlak 3A (pq 3A1 tot 3A5)

- De PQ 3A3 ligt duidelijk op een microruggetje, 3A2, 3A4 en 3A5 liggen in een depressiepositie.
- Verbruining werd waargenomen in pq 3A3 en 3A5, alhoewel het niet duidelijk is of het hier om podzolisatie gaat.
- In pq 3A1, 3A2 en 3A3 werd een begraven horizont waargenomen. Deze begraven horizont is in 3A2 veel donkerder van kleur, dikker en humeuzer dan in de twee andere pq's. De begraven horizont in 3A2 reageerde nog zwakjes met HCl, deze in 3A3 reageerde niet ondanks de neutrale pH.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.5 (3A4 en 3A5) en 6.2 (3A1). 3A2 is in iets mindere mate ontkalkt wat aangetoond wordt door een baseverzadiging van 100% in de oppervlaktehorizont dit in tegenstelling tot de andere pq's waar de baseverzadiging tussen 66 en 94% bedraagt.
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont varieert van 7.3 (3A3) tot 14.8 (3A2), het N-gehalte tussen 0.298 % (3A3) en 0.654 % (3A2), de CEC tussen 9.4 (3A3) en 24.6 (3A4) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding varieert van 11 tot 15.
- Het kalkgehalte in de C-horizont vertoont tamelijk uiteenlopende waarden gaande van 1.6 (3A3) tot 3.9 % (3A2); 3A1 vertoont een uitzonderlijk hoge waarde van 6.3% in 3A1.

5.2.2.2.2 Proefvlak 3B (pq 3B1 tot 3B5)

- 3B2 ligt op een kaal begroeid microruggetje, pq's 3B3 tot 3B5 hebben een depressiepositie.
- Geen enkele pq toont in het mini-profiel een begraven horizont.
- Het profiel van 3B1 vertoont verbruining, misschien het begin van podzolisatie.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn ontkalkt met uitzondering van 3B2 dat lichtjes ontkalkt is; de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.3 (3B1) en 7.2 (3B2).
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont varieert van 4.0 % (3B2) tot 22.7 % (3B1), het N-gehalte tussen 0.177 % (3B2) en 0.885 % (3B1), de CEC tussen 5.2 (3B3) en 33.1 (3B1) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding ligt tussen 13 en 15.
- Opvallend is het hoge K-gehalte in 3B1 (1.208 cmol(+)/kg bodem).
- Het kalkgehalte in de C-horizont vertoont tamelijk uiteenlopende waarden gaande van 0.3 (3B2) tot 3.7 % (3B4). Het lage kalkgehalte in 3B2 wijst erop dat de C-horizont hier nog dieper dan 49 cm ligt.

5.2.2.2.3 Proefvlak 3C (pq 3C1 tot 3C3)

- 3C1 ligt op een microruggetje met een verschillende vegetatie vergeleken met de twee andere pq's in de depressiepositie.
- Een zwakke verbruining (podzolizatie?) werd waargenomen in 3C2.
- In pq 3C2 komt opnieuw een donkere humeuze begraven horizont voor. Deze horizont reageert niet met HCL ondanks een neutrale pH. Deze begraven horizont is dezelfde als in 3A2.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn ontkalkt of licht ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.7 (3C2) en 7.5 (3C1). De baseverzadiging is in 3C1 opnieuw 100%.
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont varieert van 5.0 % (3C1) tot 14.2 % (3C2), het N-gehalte tussen 0.259 % (3C1) en 0.675 % (3C2), de CEC tussen 7.1 (3C1) en 20.7 (3C2) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding bedraagt 11 of 12.
- Het kalkgehalte in de C-horizont ligt tussen 1.1 (3C2) tot 3.4 % (3C1).

5.2.2.3 Proefsité 3 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De proefvlakken vertonen een algemene gradiënt wat betreft hun absolute hoogteligging : proefvlak B ligt het laagst, proefvlak C het hoogst, met tusseninliggende waarden voor proefvlak A. De onderzochte bodemparameters vertonen weinig verschil tussen de proefvlakken. Enkel de dikte van de A-horizont verschilt volgens de Kruskal-Wallis test significant met dikkere A-horizonten in proefvlak 3A.

5.2.3 PROEFSITE DUINDOORNPAD : PROEFSITE 4

5.2.3.1 Proefsité 4 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 4A : niet maaïen, niet begrazen, referentie

Proefvlak 4B : niet maaïen, begrazen

Proefvlak 4C : maaïen, niet begrazen

5.2.3.2 Proefsité 4 - Variabiliteit binnen de proefvlakken

5.2.3.2.1 Proefvlak 4A (pq 4A1 tot 4A5)

- De pq 4A5 ligt in een depressie, 4A1 en 4A3 op duidelijke duinruggen. 4A5 ligt tevens onder afstervend struweel wat resulteert in een strooisellaag die bijna volledig uit takjes en houtfragmenten bestaat.
- Mini-profiel 4A1 vertoont een dunne begraven horizont, in 4A3 is het begraven profiel meer ontwikkeld.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn ontkalkt of licht ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.0 (4A5) en 6.6 (4A2). De baseverzadiging is in 4A1 tot 4A3 100%, wat wijst op een lichte ontkalking, in het meest verzuurde profiel bedraagt de baseverzadiging 69%.
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont varieert van 8.2 % (4A1) tot 17.9 % (4A4), het N-gehalte tussen 0.306 % (4A1) en 0.802 % (4A4), de CEC tussen 8.2 (4A3) en 20.0 (4A4) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhoudingen liggen tussen 13 en 16.
- Het kalkgehalte in de C-horizont ligt tussen 3.4 (4A1) tot 4.3 % (4A3).

5.2.3.2.2 Proefvlak 4B (pq 4B1 tot 4B5)

- 4B2 heeft een depressiepositie, 4B5 ligt nabij de top van een duinrug, 4B4 en 4B3 liggen op de helling van een duinrug.
- In 4B3 is op geringe diepte een begraven horizont aanwezig.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn ontkalkt of licht ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 4.6 (4B5) en 6.1 (4B2 en 4B4). De baseverzadiging is in 4B3 en 4B4 100%, wat wijst op een lichte ontkalking, in 4B5 bedraagt de baseverzadiging slechts 57%.
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont varieert van 8.1 % (4B3) tot 15.3 % (4B5), het N-gehalte tussen 0.300 % (4B3) en 0.632 % (4B1), de CEC tussen 10.6 (4B3) en 21.8 (4B1) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhoudingen variëren van 13 tot 16.
- Het kalkgehalte in de C-horizont ligt tussen 1.9 (4B3) tot 3.7 % (4B1).

5.2.3.2.3 Proefvlak 4C (pq 4C1 tot 4C3)

- De drie pq's in het gemaaid gedeelte van de enclosure liggen op het laagste gedeelte van de helling van de duinrug.

- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.6 (4C1) en 6.4 (4C3). De baseverzadiging varieert tussen 89% (4C2) en 100% (4C3).
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizont varieert van 6.9 % (4C1) tot 10.4 % (4C3), het N-gehalte tussen 0.245 % (4C1) en 0.476 % (4C3), de CEC tussen 7.4 (4C1) en 18.0 (4C3) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding ligt tussen 13 en 17.
- Het kalkgehalte in de C-horizont ligt tussen 2.0 (4C2) tot 3.6 % (4C3).

5.2.3.3 Proefsité 4 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De onderzochte mini-profielen van de 3 proefvlakken gelijken sterk op elkaar. De oppervlaktehorizont is reeds ontkalkt : door het uitlogingsproces bedragen de pH-waarden minder dan 7, soms echter is de baseverzadiging nog altijd 100%. De onderzochte parameters vertonen weinig verschil tussen de proefvlakken onderling.

5.2.4 PROEFSITE KERKEPANNE : PROEFSITE 5

5.2.4.1 Proefsité 5 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 5A : niet begrazen, referentie

Proefvlak 5B : begrazen

5.2.4.2 Proefsité 5 - Variabiliteit binnen de proefvlakken

5.2.4.2.1 Proefvlak 5A (pq 5A1 tot 5A5)

- De pq 5A5 ligt nabij de top van een duinrug, de andere pq's liggen op de flank van verschillende duinruggen.
- Drie van de vijf mini-profielen vertonen begraven horizonten wat wijst op een althans voormalig dynamisch milieu.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn lichtjes ontkalkt of niet ontkalkt (5A3 en 5A5), de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.3 (5A1) en 7.5 (5A5). De baseverzadiging bedraagt in alle pq's 100%.
- Het OM-gehalte varieert van 1.7 % (5A5) tot 11.1 % (5A1), het N-gehalte tussen 0.0065 % (5A5) en 0.378 % (5A1), de CEC tussen 2.2 (5A5) en 9.4 (5A1) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding ligt tussen 12 en 17.
- Het kalkgehalte in de C-horizont ligt tussen 1.9 (5A3) tot 3.7 % (5A5).

5.2.4.2.2 Proefvlak 5B (pq 5B1 tot 5B5)

- De pq 5B5 heeft de hoogste landschapspositie, 5B1 de laagste.
- Alle mini-profielen met uitzondering van 5B1 hebben een begraven horizont wat een indicator is voor vroegere dynamische milieus.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn lichtjes ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.1 (5B1) en 6.3 (5B2). De baseverzadiging bedraagt in alle pq's 100%.
- Het OM-gehalte varieert van 4.2 % (5B3) tot 13.2 % (5B4), het N-gehalte tussen 0.174 % (5B3) en 0.540 % (5B4), de CEC tussen 5.1 (5B3) en 16.4 (5B4) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding varieert tussen 14 en 17.
- Het kalkgehalte in de C-horizont ligt tussen 2.2 (5B5) tot 3.4 % (5B4).

5.2.4.3 Proefsité 5 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De meeste profielen vertonen de volgende horizonatie : een A-horizont van het type H+E, d.w.z. gekenmerkt door een "peper en zout" morfologie met een biologisch actieve laag boven een C-horizont. Enkele profielen vertonen een zwakke verbruining zoals 5A1 en 5B4.

Tussen de twee proefvlakken is een zwakke trend aanwezig : voor de oppervlaktehorizonten heeft proefvlak 5B gemiddeld een iets lagere absolute hoogte, een hoger OM- en N-gehalte, een hogere waarde voor de CEC, een lagere pH en een lager SSG. Statistisch zijn enkel het SSG en de hoogte significant van elkaar verschillend.

5.2.5 PROEFSITE GREENPARK : PROEFSITE 6

5.2.5.1 Proefsité 6 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 6A : niet begrazen, referentie

Proefvlak 6B : begrazen

5.2.5.2 Proefsite 6 - Variabiliteit binnen de proefvlakken

5.2.5.2.1 Proefvlak 6A (pq 6A1 tot 6A5)

- Proefvlak 6A is redelijk vlak.
- Mini-profiel 6A2 vertoont een begraven horizont.
- De A-horizonten zijn van het peper en zout type; 6A3 en 6A4 vertonen een verbruinde horizont onder een uitlogingshorizont (micropodzolisatie).
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 4.2 (6A3) en 5.7 (6A5). De baseverzadiging varieert van 30% (6A3) tot 100% (6A1 en 6A2).
- Het OM-gehalte varieert van 5.2 % (6A5) tot 18.8 % (6A4), het N-gehalte tussen 0.196 % (6A2) en 0.727 % (6A4), de CEC tussen 7.8 (6A5) en 22.3 (6A4) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding ligt tussen 12 en 17.
- Het kalkgehalte in de C-horizont ligt tussen 2.2 (6A3 en 6A4) tot 2.6 % (6A5).

5.2.5.2.2 Proefvlak 6B (pq 6B1 tot 6B5)

- Proefvlak 6B is redelijk vlak.
- Alle miniprofielen met uitzondering van 6B2 vertonen één of meerdere begraven horizonten wat wijst op een voormalig onstabiel milieu.
- De A-horizonten zijn van het peper en zout type; 6B3 vertoont een verbruining onder een uitlogingshorizont (micropodzolisatie).
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 4.2 (6B3 en 6B4) en 4.5 (6B2). De baseverzadiging varieert tussen 27 en 70%.
- Het OM-gehalte varieert van 6.7 % (6B1) tot 14.9 % (6B5), het N-gehalte tussen 0.296 % (6B1) en 0.677 % (6B4), de CEC tussen 7.9 (6B1) en 20.2 (6B4) cmol(+)/kg bodem. De C/N-verhouding ligt tussen 10 en 16.
- Het kalkgehalte in de C-horizont ligt tussen 2.6 (6B3) tot 3.4 % (6B4).

5.2.5.3 Proefsite 6 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

- Beide proefvlakken zijn tamelijk vlak.
- Opvallend is in dat proefvlak 6B de mini-profielen meer begraven horizonten heeft dan deze van proefvlak 6A.
- Sommige profielen tonen duidelijk de aanwezigheid van verbruining zoals in 6A3, 6A4 en 6B3.
- Ondanks het feit dat proefvlak 6B dynamischer omstandigheden gekend heeft dan proefvlak 6A (meer begraven horizonten) is de pH in proefvlak 6B duidelijk lager dan in proefvlak 6A. Ontkalkingsdiepte is in de miniprofielen van beide proefvlakken gelijk doch de A-horizonten zijn iets dikker in proefvlak 6A. Misschien is proefvlak 6A in het verleden meer onderhevig geweest aan een geleidelijk proces van overpoedering terwijl in proefvlak 6B het verstuiwingsproces een meer mini-catastrofaal karakter kende.

5.2.6 PROEFSITE PARNASSIAPANNE : PROEFSITE 7

5.2.6.1 Proefsite 7 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 7A : niet ontginnen, niet maaïen, niet begrazen, referentie

Proefvlak 7B : ontginnen, maaïen, begrazen

Proefvlak 7C : gedeeltelijk ontginnen (deel is reeds ontgonnen sedert ca 1980), maaïen, niet begrazen

Proefvlak 7D : niet ontginnen, niet maaïen, begrazen

5.2.6.2 Proefsite 7 - Variabiliteit binnen de proefvlakken

5.2.6.2.1 Proefvlak 7A (pq 7A1 tot 7A5)

- De pq 7A2 ligt op de flank van een klein microruggetje, 7A1 ligt nabij het laagste gedeelte van de pannedepressie.
- Binnen het mini-profiel (42 tot 53 cm diepte) komt in 7A3 een donkere humeuze begraven horizont voor, in 7A2 is de begraven horizont licht humeus en minder opvallend.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn lichtjes ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 6.0 (7A3) en 7.3 (7A5).

- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizonten varieert van 20.7 % (7A3) tot 42.1 % (7A4), het N-gehalte tussen 0.683 % (7A3) en 1.078 % (7A1), de C/N-verhouding ligt tussen 15 (7A5) en 34 (7A4).
- Voor het CEC werden slechts 2 pq's (oppervlaktehorizonten) geanalyseerd; de bekomen waarden zijn hoog.
- Het beschikbaar P_2O_5 in de oppervlaktehorizont ligt tussen 75 (7A1) en 147 (7A3) ppm. In de oppervlaktehorizonten varieert de totale P_2O_5 tussen 726 (7A3) en 951 (7A5) ppm. De organische fractie is de belangrijkste. De onderliggende horizonten vertonen veel lagere hoeveelheden, gaande van 137 (7A5) tot 253 (7A3) ppm. De verhoudingen organisch tegenover inorganische P_2O_5 zijn in de dieperliggende horizonten omgekeerd.

5.2.6.2.2 Proefvlak 7B (pq 7B1 tot 7B5)

- De hoogteverschillen tussen de verschillende pq's zijn zeer gering (maximaal 26 cm); pq 7B4 en 7B5 liggen hierbij iets hoger, 7B2 ligt in het laagste gedeelte van de pannedepressie.
- Alle pq's binnen proefvlak 7B vertonen begraven horizonten. De morfologie van deze begraven horizonten kan sterk uiteenlopen : vage verkleuringen in de bodem (7B4), dunne begroeiingshorizonten (7B1, 7B2 en 7B3) tot een dikkere humeuze horizont (7B5).
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn lichtjes ontkalkt, de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.7 (7B3) en 6.5 (7B5).
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizonten varieert van 25.8 % (7B2) tot 39.5 % (7B1), het N-gehalte tussen 0.740 % (7B4) en 1.436 % (7B1), de C/N-verhouding tussen 14 (7B5) en 21 (7B4).
- De drie geanalyseerde pq's (oppervlaktehorizonten) vertonen zeer hoge CEC-waarden.
- Het beschikbaar P_2O_5 varieert van 66 (7B2) tot 675 ppm (7B5). Ook in de donkere humeuze begraven horizont IIA van 7B5 komt een hoog beschikbaar P_2O_5 -gehalte voor. In de oppervlaktehorizonten varieert de totale P_2O_5 tussen 1321 (7B1) en 871 (7B4) ppm. De onderliggende horizonten vertonen veel lagere hoeveelheden, gaande van 134 (7B4) tot 357 (7B3) ppm. De organische fractie is in de oppervlaktehorizont de belangrijkste, in de dieperliggende horizonten is het meestal de inorganische fractie. De begraven horizonten IIIA in 7B3 en IIA in 7B5 vertonen hoge hoeveelheden totale P_2O_5 waarbij de inorganische fractie belangrijker is dan de organische.

5.2.6.2.3 Proefvlak 7C (pq 7C1 tot 7C6)

- In proefvlak 7C zijn de onderlinge hoogteverschillen tussen de verschillende pq's nog geringer vergeleken met proefvlak 7B (maximaal 5 cm).
- Begraven horizonten zijn aanwezig in het mini-profiel van alle pq's behalve in 7C6. Deze begraven horizonten variëren van zwak tot duidelijk ontwikkelde oude begroeiingshorizonten. In 7C3 en 7C4 werden ter hoogte van de begraven horizonten potscherven waargenomen.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn lichtjes ontkalkt of niet ontkalkt (7C6), de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 6.0 (7C5) en 7.3 (7C6).
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizonten varieert van 21.1 % (7C1) tot 40.8 % (7C3), het N-gehalte tussen 0.722 % (7C1) en 1.366 % (7C3), de C/N-verhouding tussen 14 (7C6) en 24 (7C4).
- De drie geanalyseerde pq's (oppervlaktehorizonten) vertonen zeer hoge CEC-waarden.
- Het beschikbaar P_2O_5 ligt tussen 92 (7C6) en 125 (7C4) ppm. In de oppervlaktehorizonten varieert de totale P_2O_5 tussen 839 (7C1) en 1220 (7C4) ppm. De onderliggende horizonten vertonen veel lagere hoeveelheden, gaande van 115 (7C5 en 7C6) tot 198 (7C3) ppm. De organische fractie is in de oppervlaktehorizont de belangrijkste, in de dieperliggende horizonten is het meestal de inorganische fractie. In 7C1 vertoont de begraven horizont IIIA.p een relatief hoog P_2O_5 totaal waarbij de P_2O_5 inorg de belangrijkste fractie uitmaakt.

5.2.6.2.4 Proefvlak 7D (pq 7D1 tot 7D5)

- De maximale hoogteverschillen tussen de pq's binnen proefvlak 7D bedraagt zo'n 17 cm, waarbij 7D4 duidelijk iets hoger ligt dan de andere pq's.
- In alle pq's, uitgezonderd 7D2, werden begraven horizonten waargenomen. De begraven horizonten zijn hier slechts uiterst vaag te zien.
- Alle oppervlaktehorizonten van de pq's zijn lichtjes ontkalkt of niet ontkalkt (7D3 en 7D4), de pH van de oppervlaktehorizont ligt tussen 5.7 (7D1) en 7.2 (7D3).
- Het OM-gehalte van de oppervlaktehorizonten varieert van 7.8 % (7D4) tot 32.9 % (7D3), het N-gehalte tussen 0.383 % (7D4) en 1.337 % (7D3), de C/N-verhouding tussen 12 (7D1 en 7D4) en 17 (7D5).
- Twee pq's werden voor CEC geanalyseerd, in 7D4 is de CEC matig hoog, in 7D1 is de CEC hoog.

- Het beschikbaar P_2O_5 ligt tussen 63 (7D4) en 99 (7D2) ppm.
In de oppervlaktehorizonten varieert de totale P_2O_5 tussen 322 (7D4) en 1141 (7D5) ppm. De onderliggende horizonten vertonen veel lagere hoeveelheden, gaande van 25 (7D4) tot 309 (7D5) ppm. De organische fractie is in de oppervlaktehorizont de belangrijkste, in de dieperliggende horizonten is het meestal de inorganische fractie.

5.2.6.3 Proefsité 7 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

Alle proefvlakken vertonen lichtjes verzuurde oppervlaktehorizonten, waarbij 7B gemiddeld de laagste pH-waarden (pH H₂O : 6.1, pH KCl 5.6) heeft.

De gehalten aan OM zijn sterk gelijklopend voor proefvlak A, B en C; D heeft iets lagere OM-gehalten. De CEC volgt dezelfde trend als OM; voor N is deze trend minder duidelijk vermits proefvlak D geen lagere N-waarden vertoont. De C/N-verhoudingen zijn het laagst in proefvlak 7D (gemiddeld 14), het hoogst in 7A (20). Het gemiddelde SSG, de dikte van de A en diepte van de ontkalking zijn erg gelijklopend voor de 4 proefvlakken. Statistisch konden geen significante verschillen aangetoond worden voor deze parameters voor de oppervlaktehorizonten tussen de verschillende proefvlakken.

5.2.7 ONDERLINGE VERGELIJKING VAN DE PROEFSITES

5.2.7.1 OM

Het gehalte aan OM van de oppervlaktehorizont is uitzonderlijk laag in 2D4. Deze pq wordt gekenmerkt door een vegetatie van voornamelijk Duinsterretjesmos en Duinklauwtjesmos.

Zeer hoge OM-gehalten worden gemeten in proefsité 7. De laagste waarde op deze proefsité is 7.8%, de hoogste 42.1%. De oppervlaktehorizont van 9 van de 21 profielen hebben meer dan 30% OM en moeten beschouwd worden als O-horizonten (organische horizonten). 11 pq's hebben meer dan 20 en minder dan 30% OM, wat nog steeds een vrij hoog gehalte is.

Het gemiddelde OM-gehalte van de andere proefvlakken ligt tussen 5.0 (proefvlak 5A) en 12.7% (proefvlak 3B).

5.2.7.2 N

Het N-gehalte is voor alle proefsites zeer goed positief gecorreleerd met het OM-gehalte en volgt dus dezelfde trend als OM. De laagste N-gehalten worden gemeten in 2D4, de hoogste in de pq's van proefsité 7 - Parnassiapanne. Wat betreft de andere proefvlakken, vertoont 5A de laagste gemiddelde waarde (0.199%) en 2A de hoogste (0.509%).

5.2.7.3 C/N-verhouding

De C/N-verhouding van de oppervlaktehorizonten bedraagt voor de meeste proefvlakken 13 of 14. Een duidelijk lagere C/N-verhouding werd gemeten in proefvlak 3C (11)(niets doen), duidelijk hogere C/N-waarden in proefvlakken 4B en 4C (15) en proefvlakken 7A, 7B en 7C (20, 18, 18 respectievelijk). Deze C/N-waarden zijn eerder typisch voor het Mullmoder tot Moder humustype wat niet geheel correspondeert met de morfologie van het humusprofiel.

5.2.7.4 pH H₂O en pH KCl

De pH H₂O waarden van de oppervlaktehorizonten liggen gemiddeld tussen 4.3 (6B) en 7.8 (2C). De meest verzuurde oppervlaktehorizonten worden aangetroffen in proefsité 6 - Greenpark (Houtsaegerduinen) met pH-waarden tussen 4.2 en 5.7; proefvlak 6B is dan nog duidelijk zuurder dan 6A met pH-waarden tussen 4.2 en 4.5. De pH KCl voor 6B ligt tussen 3.2 en 3.6. De hoogste pH-waarden worden aangetroffen in proefsites 2B en 2C met neutrale tot licht basische waarden (pH H₂O tussen 7.5 en 7.9 en pH KCl tussen 6.9 en 7.3).

Tussen de de pH-metingen uitgevoerd in H₂O en in KCl is er een zeer goede positieve correlatie. Voor de oppervlaktehorizonten ligt de pH KCl telkens lager dan de pH H₂O.

5.2.7.5 CEC

De kationenuitwisselingscapaciteit wordt bepaald door de hoeveelheid OM in het bodemonmonster. Voor alle proefsites, met uitzondering van proefsité 7 - Parnassiapanne, is er een zeer goede positieve correlatie tussen de CEC

en het OM (Spearman : 0.818/+** in PS3 tot 0.973/+** in PS5). In proefsites 7 is de correlatie matig en positief (0.661/+*).

De laagste CEC komt voor in 5A (5.4 cmol(+)/kg bodem), de hoogste in 7B met 54.8 cmol(+)/kg bodem. De hoogste gemiddelde CEC-waarde buiten proefsites 7 - Parnassiapanne bedraagt 20.8 cmol(+)/kg bodem in proefvlak 2A.

5.2.7.6 Dikte van de oppervlaktehorizont

Verschillende types van oppervlaktehorizonten kunnen onderscheiden worden :

- niet ontkalkte minerale horizont : A-horizont,
- min of meer uitgeloopte minerale horizont met peper en zout morfologie : H+E-horizont,
- zeer organische horizont, lichtjes verzuurd : O-horizont.

De dikte van de oppervlaktehorizont is het dunst in proefsites 7 met een gemiddelde van 6 cm en is dikwijls van het type van een O-horizont. In proefsites 7 treft men dus een relatief dunne maar zeer organische licht verzuurde oppervlaktehorizont aan. Het is in deze horizont dat praktisch alle OM, N en P is opgeslagen en die bijdraagt tot de nutriëntenvoorziening van de bodem. Relatief dikke oppervlaktehorizonten werden waargenomen in proefvlakken 3A (18 cm), 3B, 3C en 2C (16 cm) en 6A (20 cm). In deze proefvlakken vertonen de oppervlaktehorizonten meestal de peper en zout morfologie (H+E).

5.2.7.7 Diepte van de ontkalking

De diepte van ontkalking vertoont sterk uiteenlopende waarden gaande van gemiddeld 0 (2C) tot 20 (3B) cm diepte. De afwezigheid van ontkalking in 2C is te wijten aan een overpoederingsproces vanaf het wandelduin. 2C ligt immers vlak naast het wandelduin in zuidelijke richting. De grote ontkalkingsdiepte op de drie proefvlakken van de Weide (proefsites 3) wijst op een lange stabiele periode zodat bodemvorming hier verder gevorderd is.

5.2.7.8 Gewicht van de LFH-horizonten

De gegevens voor het gewicht van de LFH-horizonten zijn zeer sterk uiteenlopend : van quasi ontbrekend (< 10 g/m² in onder andere 3A3 (gemaaid pq) en 7B (sterk afgerakelde sites) tot > 10000 g/m² in onder andere 2D1 (aanwezigheid van een H-horizont) , 7C3 en 7D3 (humusprofiel vertoont een dikke wortelmat), 7B (grote hoeveelheden haksel). De variabiliteit van deze parameter is zeer groot, zowel binnen elke pq, elk proefvlak als tussen de verschillende proefvlakken en proefsites.

5.2.7.9 Schijnbaar soortelijk gewicht (SSG)

Het gemiddelde SSG van de oppervlaktehorizonten (0-5 cm) varieert van 0.43 tot 1.00 g/cm³. Alle proefvlakken van proefsites 7 - Parnassiapanne tonen de laagste SSG waarden. Dit kan verklaard worden door het hoog gehalte aan OM wat resulteert in lagere SSG-waarden. Het hoogste gemiddelde SSG werd gemeten in proefvlak 2D. Dit heeft grotendeels te maken door de aanwezigheid van pq 2D4, gesitueerd op mosduin dat gekenmerkt wordt door een hoog SSG vanaf het oppervlak. Een relatief hoog gemiddeld SSG wordt gemeten in proefvlak 5A wat verklaard kan worden door de relatief lage gehalten aan OM en het relatief droog milieu.

Figuren 5.7 tot 5.12 tonen het verloop van het SSG met de diepte per proefsites. In alle proefvlakken is de toename met de diepte duidelijk. De toename is het sterkst in de bovenste 5 tot 15 cm. Vanaf deze diepte is de toename van het SSG met de diepte veel geleidelijker. SSG-waarden in de diepte kunnen gemiddelde waarden tot 1.67 g/cm³ (3C3) bereiken.

Visueel kan van de figuren afgeleid worden dat hoge SSG-waarden (meer dan 1.6 g/cm³) in de diepte bereikt worden in voornamelijk proefsites 3 (Weide), 4 (Duindoornpad) en 7 (Parnassiapanne). Proefsites 3 en 7 zijn natte tot vochtige sites; de afwisseling van vochtige/droge tot natte omstandigheden leidt hier tot een dichtere pakking van de zanden. Het mechanisme van verdichting actief in proefsites 4 (Duindoornpad) alsook de interferentie van de factor diepte moet verder onderzocht worden. Proefsites 5 en 6 zijn duidelijk drogere systemen, in proefsites 2 werden slechts 2A en 2D bemonsterd, de drogere proefvlakken binnen deze proefsites. Soms worden op grotere diepte relatief lage SSG-waarden gemeten. Dit kan verklaard worden door het voorkomen van sterk humeuze begraven horizonten zoals onder andere in 3A en 3C.

In Ampe & Langohr (1991) en Ampe (1999) werd een kritische waarde voor het SSG voorgesteld waarbij men de grens kan leggen tussen biologisch actieve - d.w.z. sterk doorwortelde - en verdichte horizonten. Voor de Westhoek werd een waarde van 1.55 g/cm³ gevonden. Deze kritische grens wordt vooral overschreden in proefsites 3, 4 en 7.

5.2.7.10 Kenmerken van beworteling

Figuren 5.13 tot 5.18 tonen per proefvlak de evolutie van het aantal wortels omgerekend naar een standaardoppervlak van 1 m² met de diepte.

Het verband tussen aantal wortels met de diepte

Alle proefvlakken tonen in min of meerdere mate de tendens van een afname van het aantal wortels met de diepte. Deze trend is het minst duidelijk uitgesproken in proefsites 7 - Parnassiapanne, het duidelijkst in proefsites 3 - Weide en proefsites 6 - Greenpark.

Hoge aantallen wortels (hier wordt empirisch een cijfer van > 5000/m² voorgesteld, zie fig. 5.13 tot 5.18) zijn voornamelijk beperkt tot de bovenste 5 (PS2) tot 23 cm (PS3). Beneden deze grens neemt het aantal wortels sterk af.

Het verband tussen aantal wortels met SSG

Figuren 5.19 tot 5.24 tonen per proefvlak het verband tussen het SSG en het aantal wortels.

Het normale verwachtingspatroon is dat er een afname van het aantal wortels optreedt bij toename van het SSG. Deze tendens komt het best tot uiting bij proefsites 6 en 4. Wat betreft proefsites 5 en 7 is deze trend quasi afwezig. Een mogelijke verklaring kan gevonden worden in het voorkomen van een "bypass" voor wortelgroei onder de vorm van humeuze gallerijen. Biogallerijen werden o.a. waargenomen in pq 5A2, 5A5, 7A5, 7C2, 7C5, 7D4.

Wat betreft de vooropgestelde kritische waarde van het SSG van 1.55 g/cm³ (voorgesteld met een lijn op fig. 5.19 tot 5.24) dat de grens voorstelt tussen het SSG van de biologisch actieve en de verdichte horizonten is deze trend goed te zien in proefsites 2, 3 en 6; in de andere proefsites is dit veel minder. Dit kan verklaard worden doordat er toch nog een sterke overlapping is tussen de SSG-waarden van de biologisch actieve en de verdichte horizonten. Een tweede mogelijkheid is de aanwezigheid van een grasvegetatie bestaande uit Duinriet of Hennegrass dat met zijn fijne wortels misschien toch dieper in de bodem kan dringen. Dit aspect vergt meer gedetailleerd onderzoek aan de hand van grotere en diepere profielputten.

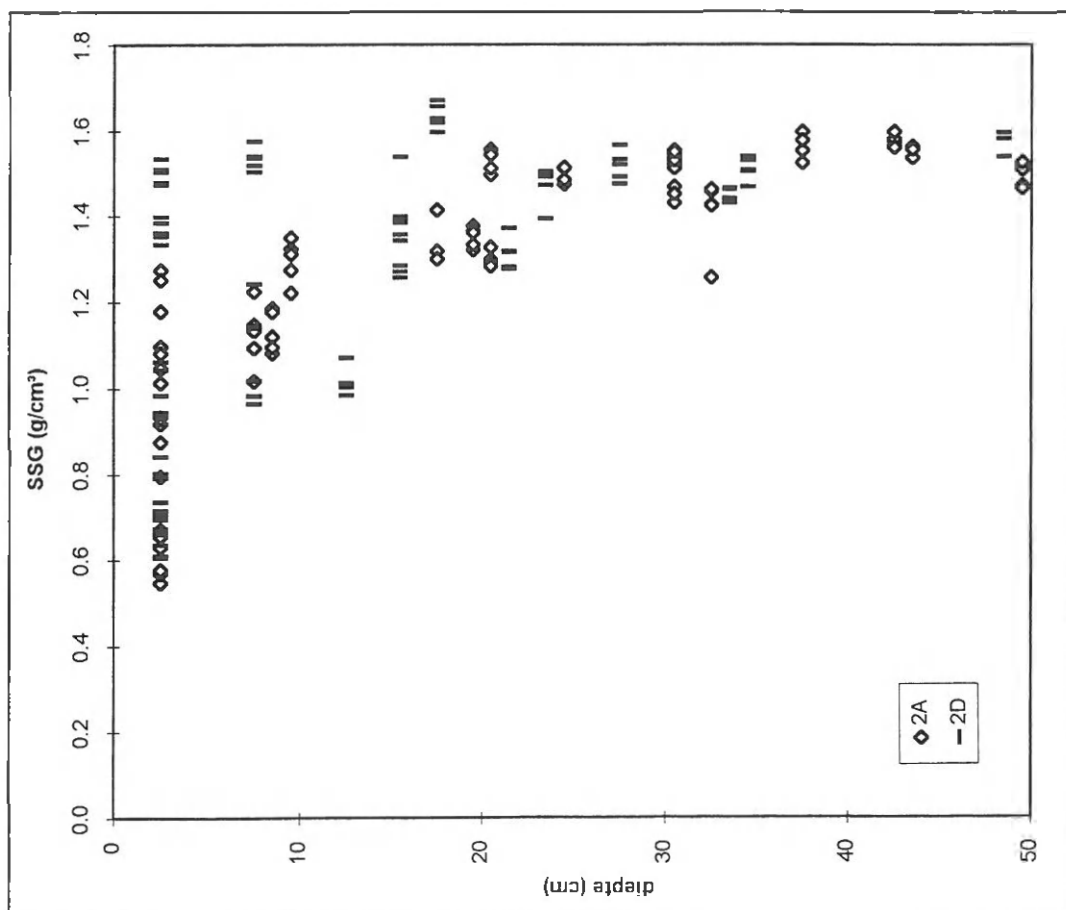


Fig. 5.7 : Smokkelpad, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte

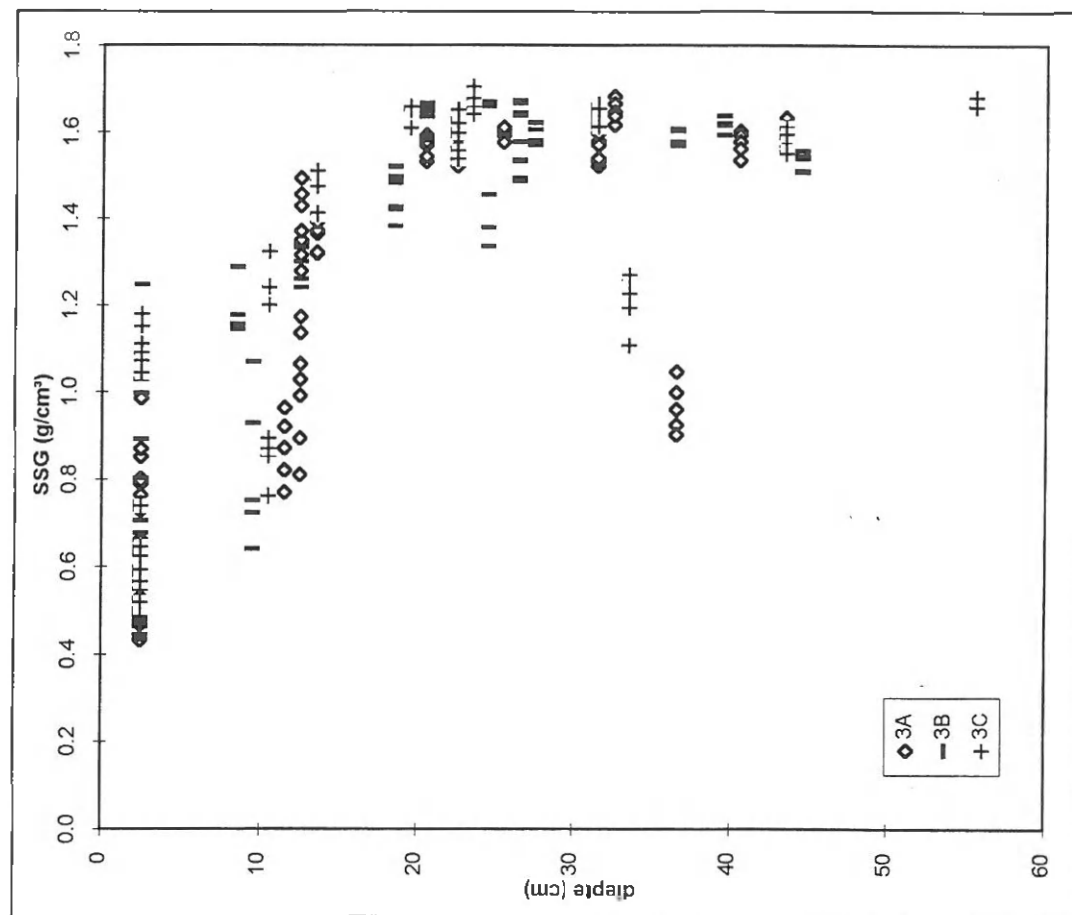


Fig. 5.8 : Weide, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte

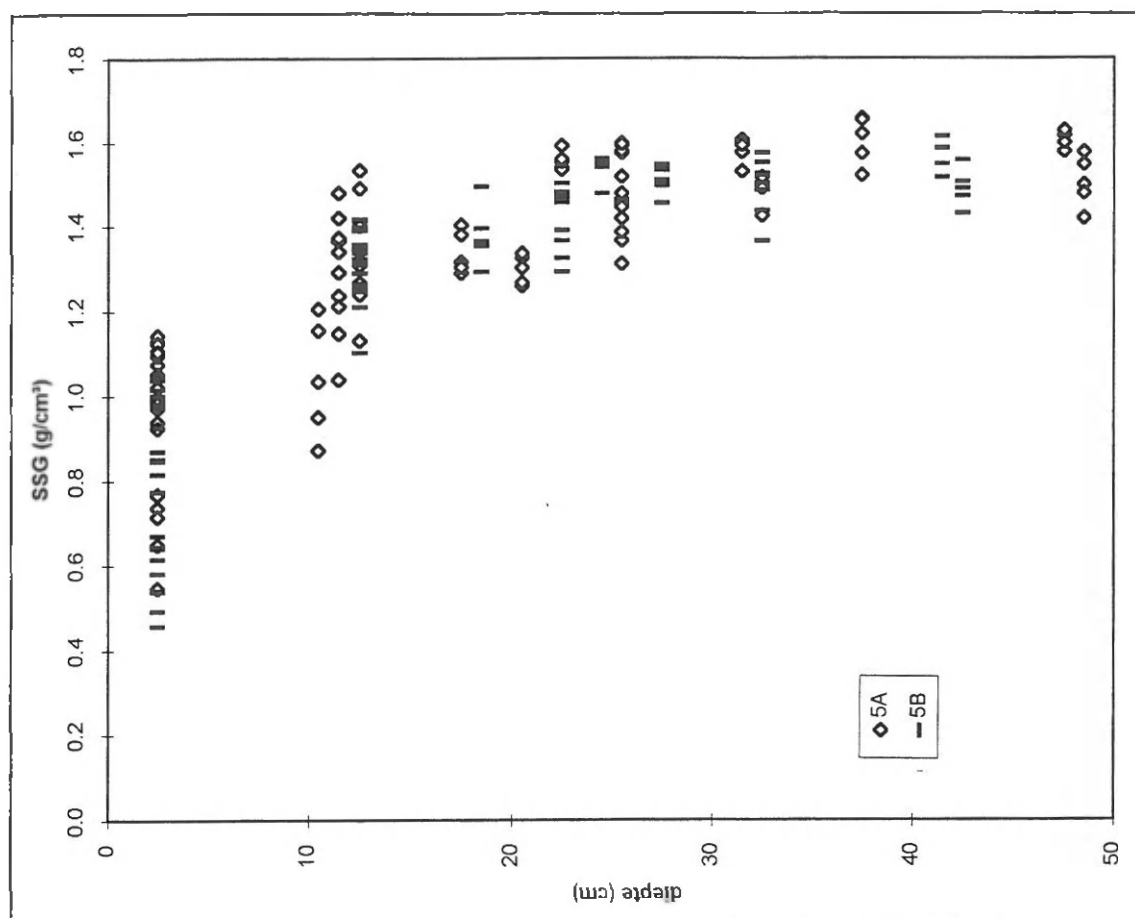


Fig. 5.10 : Kerkepanne, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte

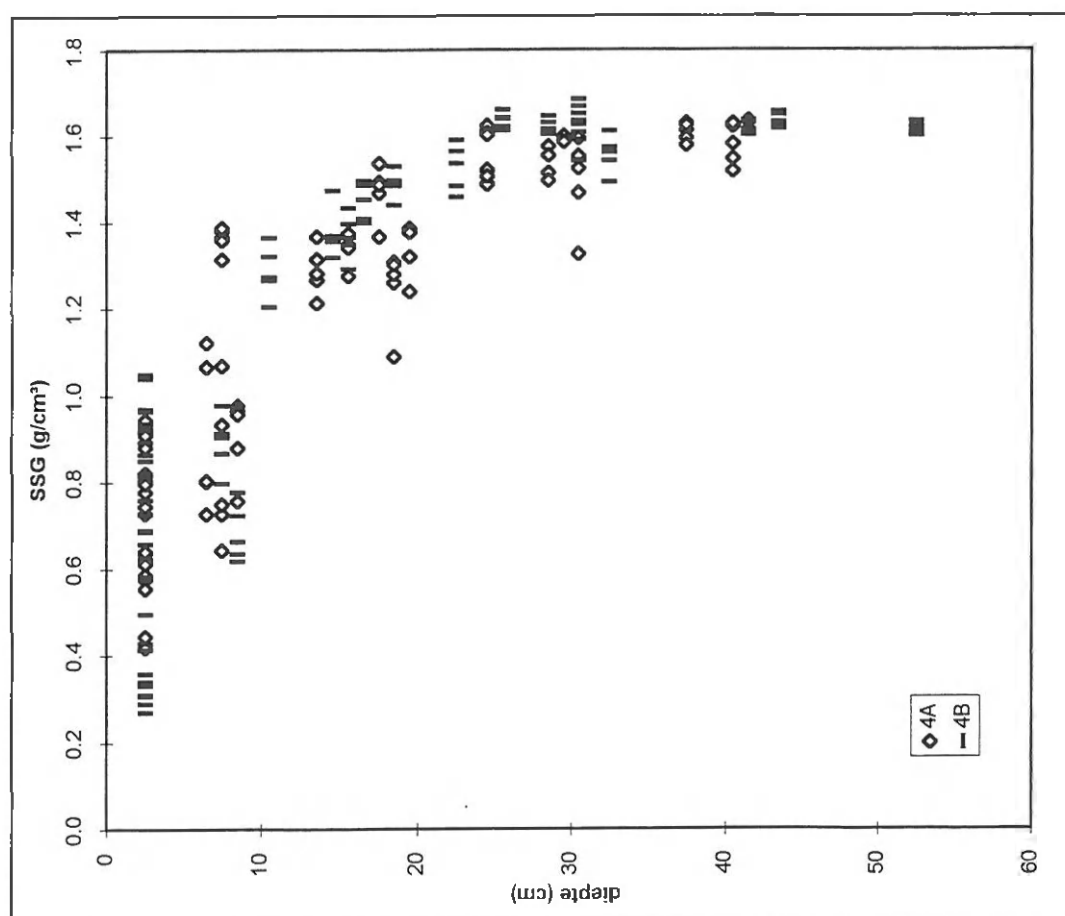
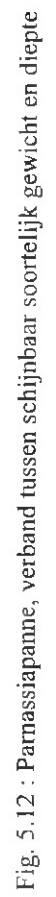


Fig. 5.9 : Duindoornpad, verband tussen schijnbaar soortelijk gewicht en diepte



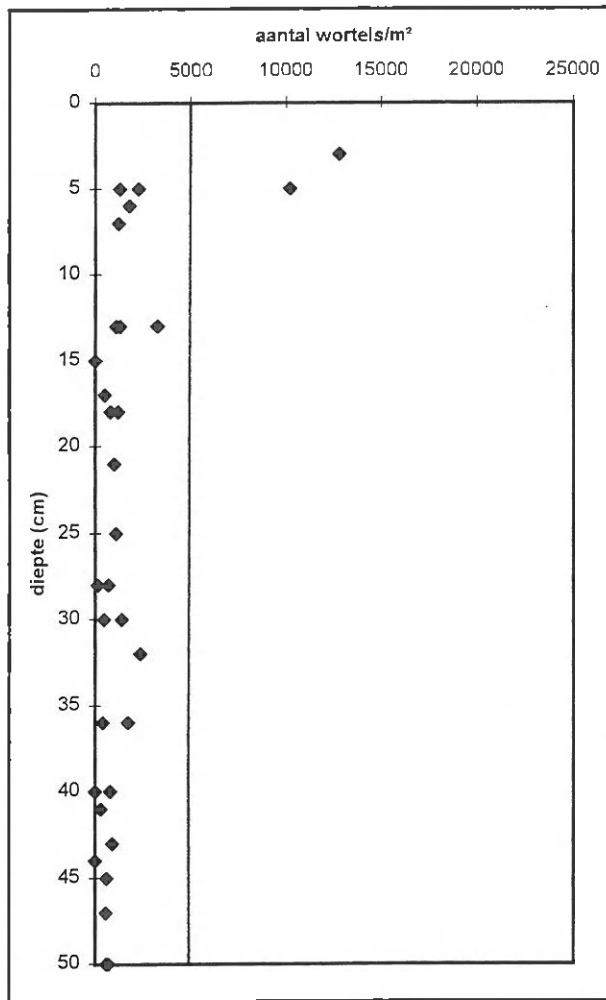


Fig. 5.13 : Smokkelpad, Verband tussen het aantal wortels en diepte.

Proefvlakken : 2A, 2B, 2C, 2D
 mini-profielen : 2A2 tot 2A5, 2B1 tot 2B5, 2C1, 2C2, 2D1, 2D2, 2D4, 2D5
 Aantal horizontale secties : 34
 Vegetatie : struweel, ruigte, vochtige duinvalleivegetatie
 Vochtigheidstoestand : gaande van nat tot droog
 Begraven horizonten : 2A3, 2A5, 2B2, 2B4, 2C4, 2D1, 2D2

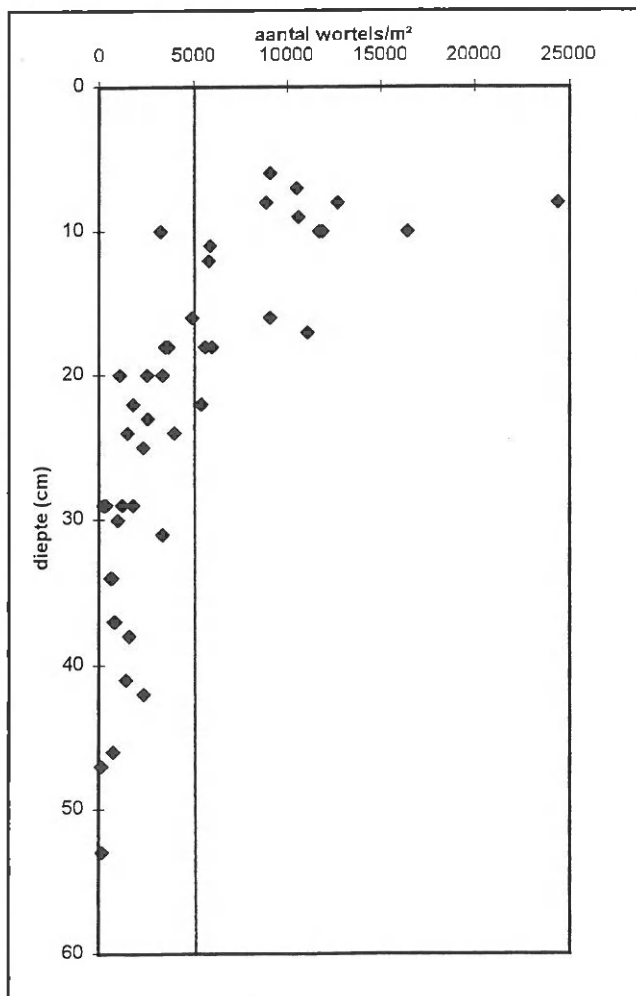


Fig. 5.14 : Weide, Verband tussen het aantal wortels en diepte.

Proefvlakken : 3A, 3B, 3C
 mini-profielen : 3A1 tot 3A5, 3B1 tot 3B5, 3C1 en 3C2
 Aantal horizontale secties : 45
 Vegetatie : grasland, vochtige duinvalleivegetatie
 Vochtigheidstoestand : gaande van nat tot vochtig (3A1, 3C3 en 3B2 zijn duidelijk droger)
 Begraven horizonten : 3A1, 3A2, 3A3, 3C2 (3A2 en 3C2 donker humeuze horizont)

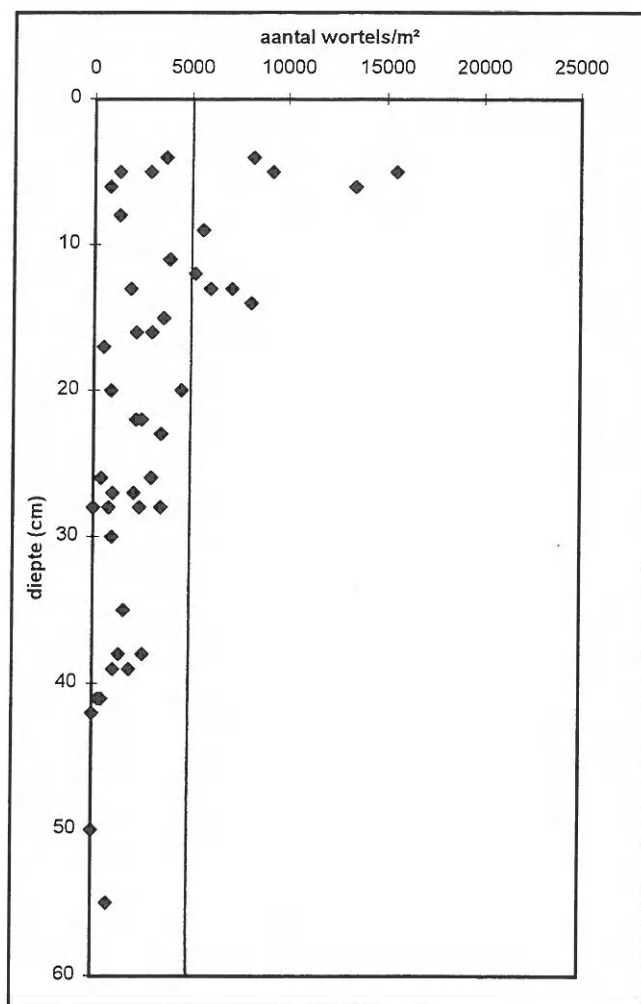


Fig. 5.15 : Duindoornpad, Verband tussen het aantal wortels en diepte.

Proefvlakken : 4A, 4B
 mini-profielen : 4A1 tot 4A5, 4B1 tot 4B5
 Aantal horizontale secties : 42
 Vegetatie : struweel, Duinrietvegetatie
 Vochtigheidstoestand : meestal droog, 4A5 is
 meest vochtige pq
 Begraven horizonten : 4A1, 4A3

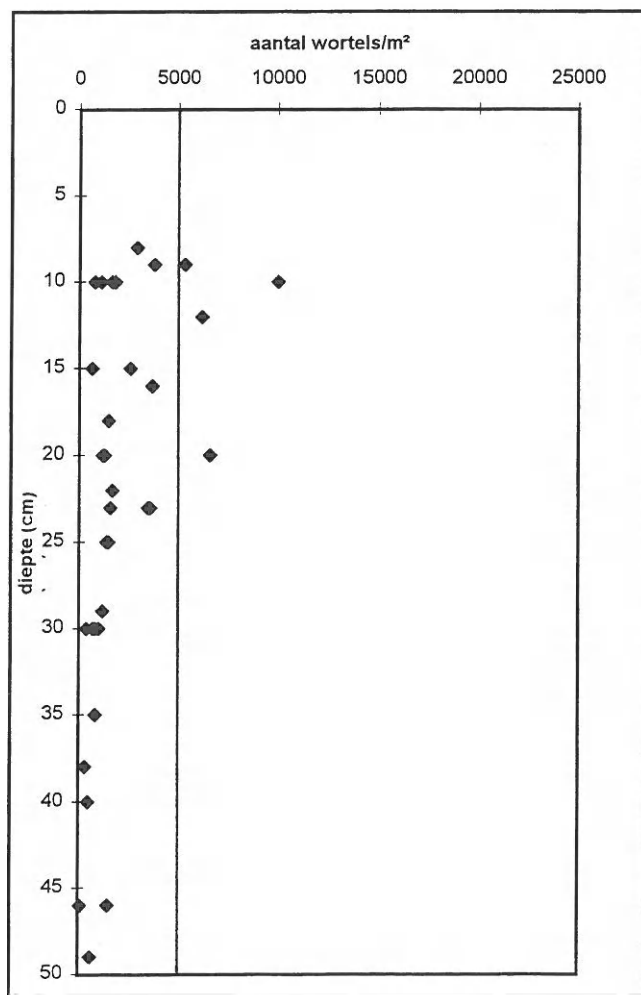


Fig. 5.16 : Kerkepanne, Verband tussen het aantal wortels en diepte.

Proefvlakken : 5A, 5B
 mini-profielen : 5A1 tot 5A5, 5B1 tot 5B5
 Aantal horizontale secties : 33
 Vegetatie : grasland, struweel met Duinriet in
 ondergroei
 Vochtigheidstoestand : droog
 Begraven horizonten : 5A2 tot 5A4, 5B2 tot 5B5

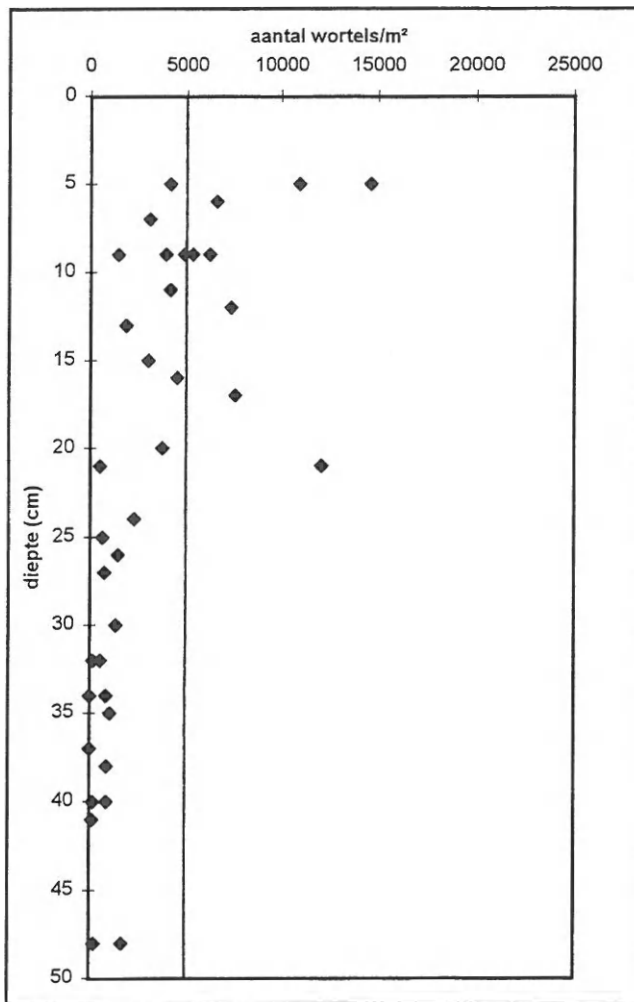


Fig. 5.17 : Greenpark, Verband tussen het aantal wortels en diepte.

Proefvlakken : 6A, 6B
mini-profielen : 6A1 tot 6A5, 6B1 tot 6B5
Aantal horizontale secties : 36
Vegetatie : struweel met Duinriet in ondergroei, grasland
Vochtigheidstoestand : droog
Begraven horizonten : 6A2, 6B1, 6B3, 6B4, 6B5

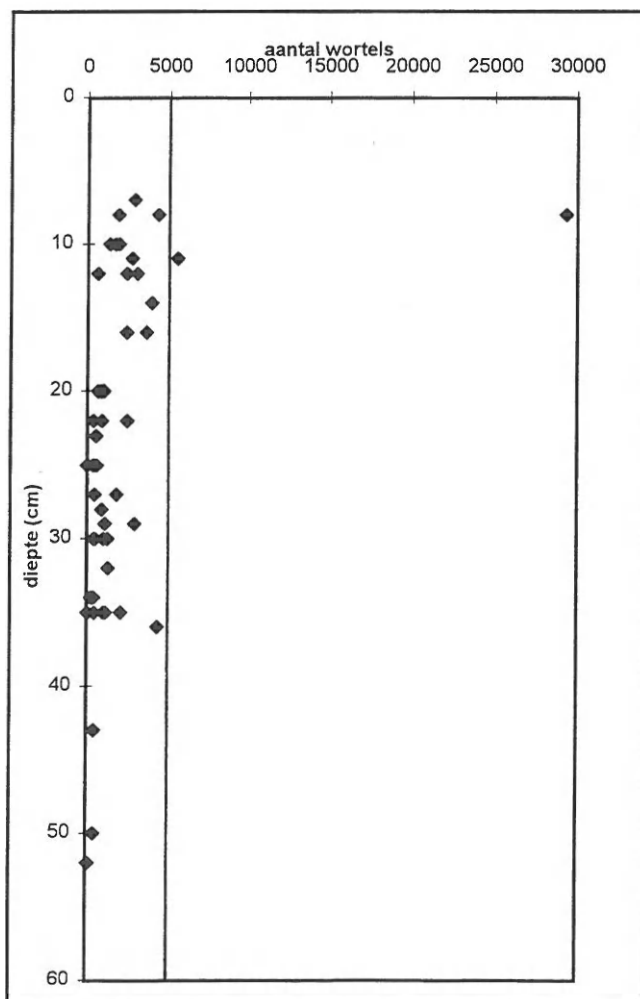


Fig. 5.18 : Parnassiapanne, Verband tussen het aantal wortels en diepte.

Proefvlakken : 7A, 7B, 7C, 7D
mini-profielen : 7A1 tot 7A5, 7B1 tot 7B5, 7C1 tot 7C6, 7D1 tot 7D5
Aantal horizontale secties : 48
Vegetatie : struweel met ondergroei van Duinriet en/of Hennegrass, ruigte, kruidachtige vochtige duinvalleivegetatie
Vochtigheidstoestand : gaande van nat tot vochtig
Begraven horizonten : 7A2, 7A3, 7B1 tot 7B5, 7C1 tot 7C5, 7D1, 7D3 tot 7D5
7C1 en 7B5 hebben een tamelijk dikke humeuze begraven horizont

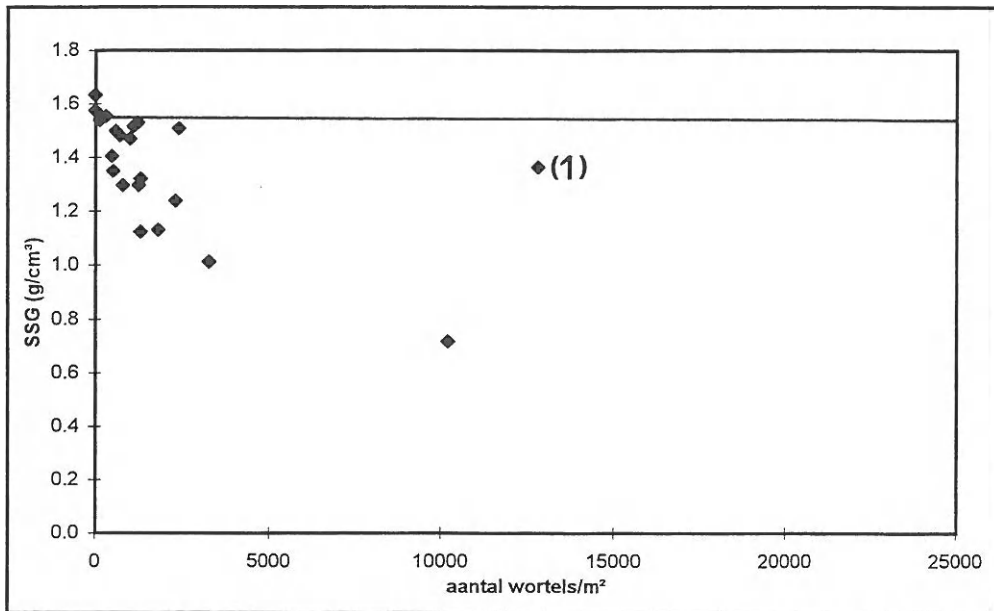


Fig. 5.19 : Smokkelpad, Verband tussen het aantal wortels en SSG.

Proefvlakken : 2A, 2D

mini-profielen : 2A3 tot 2A5, 2D1, 2D2, 2D4, 2D5

Aantal horizontale secties : 21

Vegetatie : struweel, ruigte, vochtige duinvalleivegetatie

Vochtigheidstoestand : gaande van nat tot droog

Begraven horizonten : 2A3, 2A5, 2B2, 2B4, 2C4, 2D1, 2D2

(1) PQ 2D4 - 3 cm diepte - mosduin : zeer hoog aantal rhizoïden

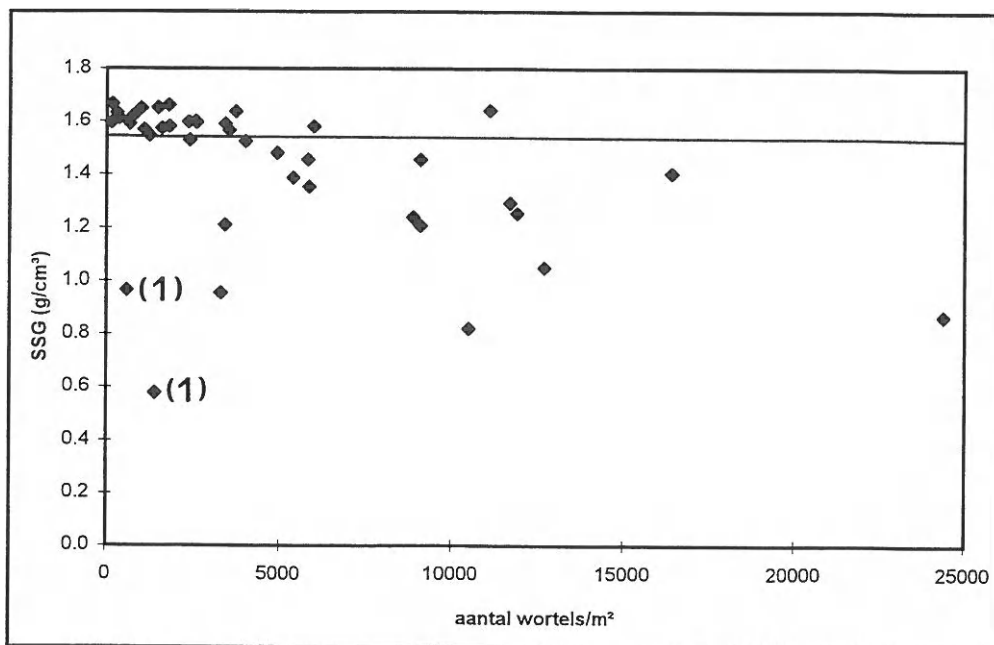


Fig. 5.20 : Weide, Verband tussen het aantal wortels en SSG.

Proefvlakken : 3A, 3B, 3C

mini-profielen : 3A1 tot 3A5, 3B1 tot 3B5, 3C1 en 3C2

Aantal horizontale secties : 40

Vegetatie : grasland, vochtige duinvalleivegetatie

Vochtigheidstoestand : gaande van nat tot vochtig (3A1, 3C3 en 3B2 zijn duidelijk droger)

Begraven horizonten : 3A1, 3A2, 3A3, 3C2 (3A2 en 3C2 donker humeuze horizont)

(1) Begraven horizonten : pq 3A2 (34 cm diep) en 3C2 (41 cm diep)

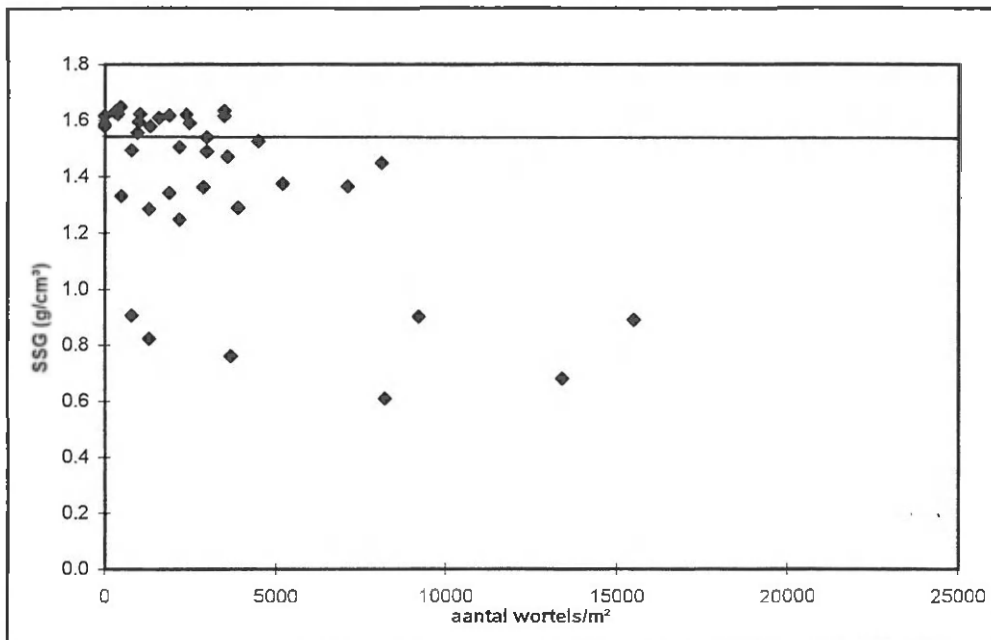


Fig. 5.21 : Duindoornpad, Verband tussen het aantal wortels en SSG.

Proefvlakken : 4A, 4B
 mini-profielen : 4A1 tot 4A5, 4B1 tot 4B5
 Aantal horizontale secties : 38
 Vegetatie : struweel, Duinrietvegetatie
 Vochtigheidstoestand : meestal droog, 4A5 is meest vochtige pq
 Begraven horizonten : 4A1, 4A3

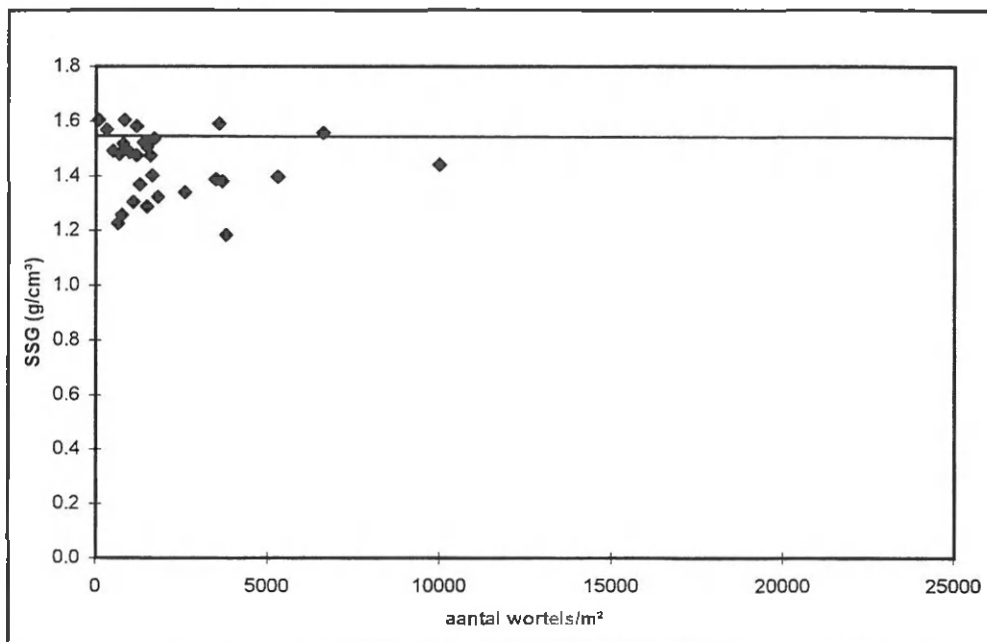


Fig. 5.22 : Kerkepanne, Verband tussen het aantal wortels en SSG.

Proefvlakken : 5A, 5B
 mini-profielen : 5A1 tot 5A5, 5B1 tot 5B5
 Aantal horizontale secties : 29
 Vegetatie : grasland, struweel met Duinriet in ondergroei
 Vochtigheidstoestand : droog
 Begraven horizonten : 5A2 tot 5A4, 5B2 tot 5B5

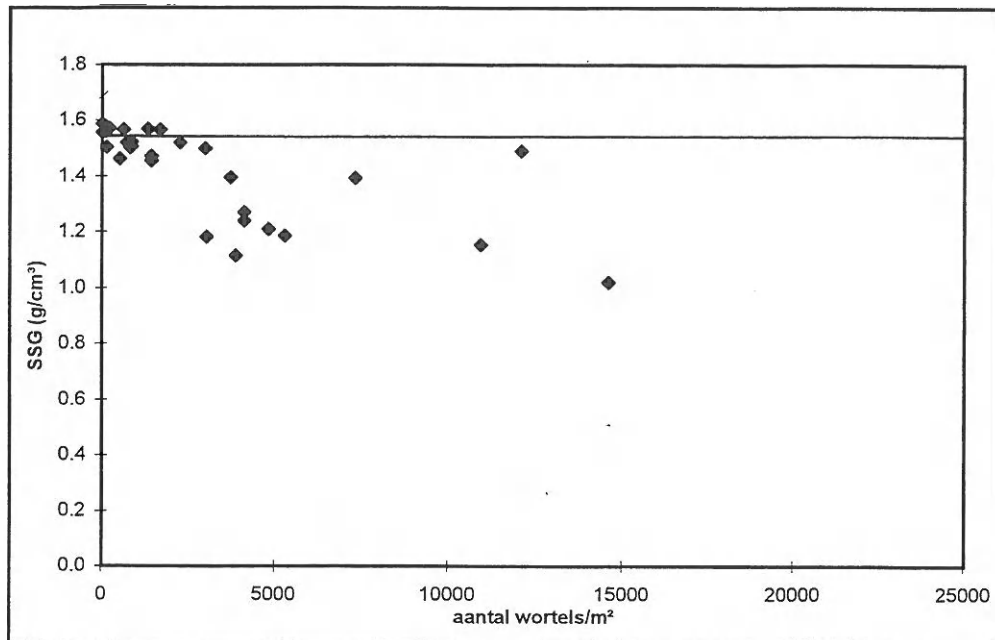


Fig. 5.23 : Greenpark, Verband tussen het aantal wortels en SSG.

Proefvlakken : 6A, 6B
 mini-profielen : 6A1 tot 6A5, 6B1 tot 6B5
 Aantal horizontale secties : 28
 Vegetatie : struweel met Duinriet in ondergroei, grasland
 Vochtigheidstoestand : droog
 Begraven horizonten : 6A2, 6B1, 6B3, 6B4, 6B5

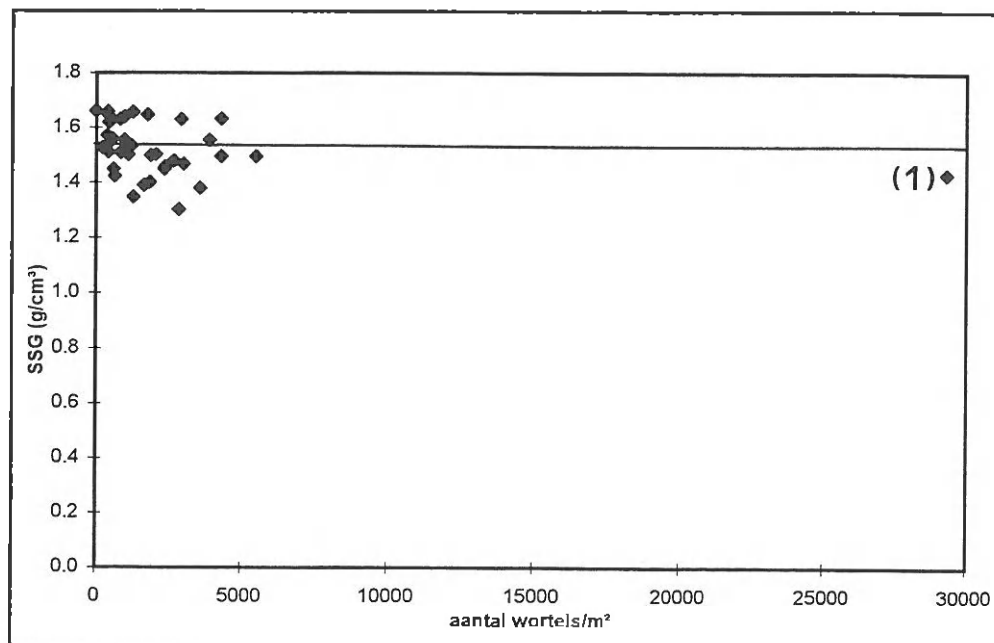


Fig. 5.24 : Parnassiapanne, Verband tussen het aantal wortels en SSG.

Proefvlakken : 7A, 7B, 7C, 7D
 mini-profielen : 7A1 tot 7A5, 7B1 tot 7B5, 7C1 tot 7C6, 7D1 tot 7D5
 Aantal horizontale secties : 41
 Vegetatie : struweel met ondergroei van Duinriet en/of Hennegras, ruigte, kruidachtige vochtige duinvalleivegetatie
 Vochtigheidstoestand : gaande van nat tot vochtig
 Begraven horizonten : 7A2, 7A3, 7B1 tot 7B5, 7C1 tot 7C5, 7D1, 7D3 tot 7D5, 7C1 en 7B5 hebben een tamelijk dikke humeuze begraven horizont
 (1) PQ 7D2 (8 cm diepte) : grassen onder uiteenvallend struweel

Tabel 5.1 Westhoek, analysegegevens voor proefsite 2 - Smokkelepad

Soort	Horizont symbool	diepte cm	Naam proef	HCl	Hydrof	OM %	N %	C/N	pH H2O	pH KCl	CaCO3 %	CEC cmol/kg	Ca cmol/kg	Mg cmol/kg	Na %	K %	V %	Al %	Fe %	Fedith %
2A1	H+E E+H B X bi BC	0-49 49-15 15-35 35-42	01Y 3/1/2 01Y 4/3/1/8 95YR 4/7/2/3 99YR 5/5/2/7	+++ ++ ++ +++	+	12.0 3.6 1.2 0.5	0.517 0.184 1.2 0.5	13 11	6.6 6.6 8.1 8.6	6.0 5.8 7.5 8.0	1.8	18.0 6.9	18.5 1.51	0.053 0.104						
2A2	H+E E+H B hr? BC bi C d	0-8 8-15 15-20 20-31 31-40	96YR 3/2/1/3 01Y 4/3/1/8 95YR 4/5/2/5 99YR 5/3/1/7 01Y 5/9/3/2	+++ ++ ++ ++ +++	+	14.0 3.1 1.1 0.5 0.3	0.594 0.150 0.043 0.5 0.3	14 12 15	7.1 6.6 6.9 8.2 8.6	6.6 5.7 6.0 7.5 7.9	2.3	23.3 6.1	22.1 1.49	0.049 0.149				0.033 0.023 0.020	0.058 0.047 0.042	
2A3	H+E BC IIA IIIB IIIA IIIC IVA IVC VA VC	0-10 15-22 22-27 27-30 30-33 33-37 37-42 42-45 45-53 53-63	01Y 3/6/1/3 01Y 5/3/2/8 97YR 4/6/2/7 10 YR 5/1/2/6 92YR 4/1/1/9 94YR 4/5/2/3 98YR 4/3/2/0 01Y 5/1/2/4 98YR 5/0/2/3 01Y 5/8/3/0	+++ ++ ++ ++ ++ ++ ++ ++ ++ +++	+	7.2 0.5 1.4 0.7 1.4 1.1 1.6 0.8 1.0 0.3	0.303 0.254 0.116 0.6 0.2 0.4 0.305 0.080 0.171 1.4 0.3	14 13 12 11	6.4 8.6 8.0 8.4 8.2 8.4 8.2 8.5 8.3 8.6	5.8 8.1 7.3 7.4 7.4 7.7 7.5 8.0 7.8 8.1	2.0	14.0 39.6 11.8 3.7	10.7 28.4 0.46 0.051	0.043 0.116 0.045 0.051	0.064 0.378 0.058 0.058	8.1 100 100 100				
2A4	H+E B bi C1 C2 d AH+E B bi IIA bi IIB (d) IIIC d	0-5 7-16 20-25 28-31 32-43 43-45 45-53 53-63	01Y 3/7/1/8 01Y 4/9/2/3 97YR 4/6/2/1 01Y 4/0/1/7 01Y 5/8/3/1	+++ ++ ++ ++ ++ ++ ++ +++	+	6.4 3.2 1.4 0.3	0.305 0.080 0.171 0.3	12 12 11	6.9 7.8 7.2 7.6 8.9	6.4 7.1 6.6 7.0 8.4	3.2	9.3 1.8 6.4	12.6 1.05 0.034 0.058	0.070 0.034 0.053 0.102	0.168 0.034 0.058 0.102	100 100 100				
2A6	A BC bi C bi	0-4 8-18 20-30	02Y 5/5/3/0 01Y 5/7/2/9	+++ +++	+	0.5 0.4			6.0 8.1	7.7 7.6	2.7									
2A7	H+E B bi BC (bi) C d	0-8 8-14 20-30 30-40	01Y 3/7/1/7 01Y 3/9/1/8 03Y 5/4/2/7 04Y 5/7/8/1	+++ +++ +++ +++	+	10.9 3.4 0.6 0.4	0.440 0.136 0.6 0.4	14 15	6.5 7.9 8.4 8.5	5.8 7.4 8.0 8.1	3.4	16.3 5.8	16.8 1.20	0.063 0.063	0.159 0.159					
2A8	H+E B bi BC d	0-6/9 10-24 35-42	01Y 4/0/1/8 01Y 4/1/1/6 01Y 5/2/2/5	+++ +++ +++	+	8.1 2.2 0.6	0.325 0.091 0.6	14 24	6.8 8.0 8.5	6.1 7.3 7.9	3.0	16.1 3.8	17.1 0.99	0.053 0.102	0.102 0.102					
2B1	A B (bi) RC C d	0-7 7-14 14-23 23-33	01Y 3/8/1/7 01Y 4/3/2/0 01Y 5/4/8/0 05Y 5/9/3/2	+++ +++ +++ +++	+	6.0 1.3 0.5 0.3	0.238 0.052 0.5 0.3	15 15	7.8 8.1 8.0 8.4	7.2 7.5 7.5 7.5	2.3	9.9 1.9		0.037 0.161	0.161 0.161	100 100				
2B2	A A BC fe IIA fe IIIC d	1-6 10-15 17-20 21-28 41-46	01Y 3/3/1/1 02Y 3/3/1/2 01Y 5/0/2/5 01Y 3/8/2/0 03Y 5/5/2/7	+++ +++ +++ +++ +++	+	6.5 4.6 0.7 2.6 0.3	0.284 0.198 0.7 2.6 0.3	13 13	7.9 8.0 8.5 9.2	7.2 7.2 7.7 8.8	2.0	13.3 8.3		0.047 0.087	0.087 0.087	100 100				
2B3	AH+E B bi fe C d fe	5-15 18-25 25-42	93YR 2/5/0/9 01Y 4/8/2/4 01Y 5/5/2/9	+++ +++ +++	+	6.2 1.3 0.4	0.376 0.13 0.4	15	7.6 8.3 8.8	7.0 7.5 8.3	2.6	18.3		0.147 0.091	0.091 0.091					
2B4	A AC IIA IIAC IIIA	0-6 8-14 18-24 24-27 32-40	01Y 3/1/1/1 01Y 5/2/2/5 01Y 3/9/1/4 01Y 4/9/2/3 01Y 4/1/1/9	+++ +++ +++ +++ +++	+	7.1 3.6 1.1 1.3 2.1	0.320 0.140 0.140 0.140 0.140	13 15	7.8 8.2 8.1 8.1 8.0	7.3 7.3 7.3 7.5 7.3	5.8	13.4 5.8		0.084 0.136	0.136 0.136					

Naam	Horizont	diepte cm	kleur droog	HCl	Hydrof.	OM %	N %	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	CEC cmol(+) / kg	Ca cmol(+) / kg	Mg mg / kg	Na mg / kg	K mg / kg	V %	Al total %	Fe total %	Fe soil %
2B5	IIIC d AH+E B (bl)	41-49 3-10 17-23	01Y 5/2/8 01Y 3/3/2 9.8YR 4/4/9	+++ + +	- + +	0.5 10.2 2.7	0.368 0.104	15	6.7 7.5 7.7	8.2 8.9 7.1	1.5 6.9 7.1	19.0 4.8	21.2	0.89	0.057	0.134	117			
2C1	AIH+E B bl C d fe	30-38 9-23 1-14	01Y 5/5/8 9.8YR 2/8/2 01Y 3/9/5	+++ (+) (+)	+ + +	0.6 6.0 3.6	0.291 0.180	12 13	6.3 7.7 7.5	7.7 6.9 6.6	1.7 6.4 1.8	11.0 8.4		0.045	0.079					
2C2	AIH+E B1 b B2 bl fe C d fe	23-44 15-19 19-24 24-50	01Y 5/5/9 9.5YR 2/8/1 01Y 3/8/3 9.8YR 4/6/0	+++ (+) + +	- + + +	0.5 8.9 3.7 1.6	0.163	13	8.7 7.6 8.0	7.8 6.9 7.3	1.9	13.0		0.056	0.138					
2C3	A B b (fe) C d fe	1-17 20-30 30-50	01Y 3/9/5 01Y 4/4/9 01Y 5/9/0	(+) +++ +	+ + +	4.8 1.9 0.3	0.330 0.084	12 13	7.8 7.9 8.8	7.1 7.0 8.6	1.9	13.0		0.043	0.125					
2C4	A1 A2 IIA IIAC1 fe IIAC2 fe IIAC d fe	0-10 10-20 20-27 27-32 32-40 40-55	01Y 3/4/1 01Y 4/5/1 05Y 3/9/3 03Y 4/1/6 01Y 4/3/2 01Y 5/7/9	+ ++ ++ ++ ++ +++	- + + + + +	5.2 2.7 4.6 2.6 1.9 0.3	0.205 0.094 0.175 0.123	15 17 15 12	7.8 8.0 7.9 7.9 8.1 8.9	7.2 7.3 7.2 7.3 7.4 8.5	2.6	10.7		0.063	0.079					
2C5	A B bl fe C d	0-17 17-23 23-47	01Y 3/3/1 01Y 4/2/7 01Y 5/8/0	++ ++ +++	+ + +	5.4 3.4 0.4	0.248 0.185	13 12	7.9 8.0 8.9	7.2 7.2 8.3	2.2			0.069	0.076					
2D1	H+E B bl IIA IIAC	0-5 5-13 13-21 21-41	9.3YR 2/9/4 01Y 4/6/2 01Y 3/5/1 01Y 4/7/3	(+) ++ ++ ++	+ + + +	6.7 1.6 2.9 0.7	0.236 0.080	16 17	5.3 7.6 7.8 8.3	5.5 7.3 7.7 7.7				0.032	0.076					
2D2	H+E B bl IIA bl IIAC bl	0-10 10-18 18-23 23-40	01Y 2/9/3 9.6YR 4.5/2.3 9.5YR 4.4/2.0 9.8YR 5.2/2.6	- + + +++	+ + + +	12.5 2.1 2.1 0.6	0.445 0.079	16 15	6.2 7.7 8.1 8.6	5.4 7.4 7.5 8.1			14.0 3.2	1.42	0.060	0.110				
2D3	H+E B bl BC1 BC2	0-8 8-18 18-29 29-45	9.0YR 2.6/1.3 0.2Y 4.6/2.0 9.8YR 4.7/2.3 0.1Y 5.4/2.7	+ + ++ +++	+ + + +	6.9 2.2 1.6 0.6	0.335 0.092	12 14	6.1 7.8 8.3 8.7	5.3 7.4 7.7 8.3	3.6 3.2 3.7		12.2 3.2	0.87	0.066	0.087				
2D4	AC bl C d	0-16 16-30	0.9Y 5.1/2.6 1.0Y 5.2/3.2	+ +++	+ +	0.6 0.2	0.036	10	8.4 8.7	7.8 8.5		1.0		0.022	0.045					
2D5	H+E B1 b B2 b BC	0-9 12-27 24-33 33-37	8.1YR 2.6/1.5 0.1Y 4.6/2.3 0.4Y 5.3/2.5 0.5Y 5.8/3.0	- ++ +++ +++	+ + + +	6.7 0.9 0.5 0.4	0.234	17	7.3 8.4 8.6 8.7	6.6 7.8 8.1 8.0		9.9	14.6	0.61	0.047	0.100				
2D6	A B bl IIA IIAC	0-5 12-18 16-21 24-36	8.9YR 2.9/1.4 0.1Y 4.5/2.0 0.1Y 3.7/1.5 0.6Y 5.8/2.9	(+) + ++ +++	+ + + +	8.8 1.4 2.7 0.3	0.363	14	7.8 8.2 7.7 8.4	7.1 7.6 7.4 8.0	3.3			0.082	0.130					
2D7	H+E B bl BC (bl) C d	0-7 7-13 15-24 25-35	7.1YR 2.5/1.2 0.1Y 3.8/2.1 0.2Y 5.6/3.1 0.6Y 6.0/3.2	- (+) ++ +++	+ + + +	10.6 1.9 0.5 0.3	0.503	12	7.1 7.7 7.7 8.6	6.5 7.2 7.8 8.2	3.7	20.0	22.1	1.79	0.036	0.240				
2D8	H+E B bl BC (bl) C d	0-30 36-14 14-23 30-36	8.1YR 2.8/1.4 0.1Y 3.9/1.9 0.6Y 5.1/2.5 0.3Y 5.9/3.1	(+) ++ +++ +++	+ + + +	10.1 3.4 0.7 0.3	0.481 0.156	13 12	6.9 7.8 8.5 8.7	6.3 7.1 7.9 8.2	6.1	18.5 6.2	21.8	1.46	0.060	0.140				

Tabel 5.2 : Westhoek, Analysegegevens voor proefsite 3 - Weide

site	horizont symbol	diepte cm	kleur droog	HCl	Hydrat	OM %	N %	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	CEC cmol(+)/kg	Ca	Mg cmol(+)/kg	Na	K	V %
3A1	(H+E)1	0-5	0.1Y 3.0/1.1	-	+	12.4	0.630	11	6.2	5.7		24.0	20.0	0.95	0.188	0.318	89
	(H+E)2	12-17	0.1Y 3.5/1.3	-	+	7.5	0.344	13	6.7	6.2		14.9					
	C.d fe	20-34	0.1Y 5.9/3.1	+++	-	0.3			8.8	8.2	6.3						
	IIA d fe	37-38	0.7Y 4.7/2.3	+++	-	0.4			8.9	8.5							
	IIC d fe	37-40	0.4Y 5.4/2.8	+++	-	0.4			9.0	8.5							
3A2	H+E	0-14	0.1Y 3.3/1.3	-	+	14.8	0.654	13	5.8	5.2		18.7	18.3	1.58	0.425	0.372	100
	E+H	14-20	0.1Y 4.1/1.7	-	+	3.6	0.180	12	6.8	6.0		7.2					
	C.d fe	20-31	0.1Y 5.7/3.1	+++	-	0.4			8.9	8.4	3.9						
3A3	IIA fe	34-43	9.8YR 3.3/1.2	(+)	+	5.8	0.356	9	7.1	6.6		21.2					
	H+E	0-10	9.3YR 2.4/1.3	-	+	7.6	0.298	15	5.9	5.2		9.4	7.8	0.82	0.061	0.144	94
	E+H	10-19	9.9YR 4.3/1.7	-	+	4.4	0.174	15	6.0	5.2		6.3					
	B1 h ir?	19-23	8.9YR 4.7/3.0	+	+	0.7			6.6	5.6							
	B2 h ir?	23-27	9.2YR 4.9/3.2	+	+	0.6			7.5	7.4							
3A4	IIA	29-35	9.3YR 4.4/2.5	-	+	1.2			7.2	6.8	1.6						
	IIC (d)	35-45	10YR 5.6/3.2	+++	-	0.4			8.6	8.2							
	(H+E)1	0-7	8.5YR 2.5/0.9	-	+	14.1	0.579	14	5.5	4.9		24.6	14.8	1.09	0.314	0.134	66
	(H+E)2	7-17	9.6YR 3.2/1.1	-	+	5.8	0.281	12	6.4	5.8		12.3					
	C	17-45	0.1Y 5.9/3.0	+++	-	0.3			9.0	8.4	1.8						
3A5	H+E	2-14	0.1Y 3.7/1.3	-	+	7.9	0.346	13	5.5	4.7		11.2	8.8	0.42	0.197	0.074	85
	B.X	20-27	9.3YR 5.2/3.4	+	-	0.4			7.9	6.9		0.9					
3B1	C.d	32-47	0.1Y 5.8/3.4	+++	-	0.3			9.0	8.5	3.0						
	(H+E)1	0-6	8.9YR 2.8/1.2	-	+	22.7	0.885	15	5.3	4.5		33.1	19.2	2.54	0.547	1.208	71
	(H+E)2	6-15	0.1Y 3.3/1.2	-	+	5.2	0.234	13	4.9	4.1		9.1					
	E	15-22	9.6YR 4.7/2.2	-	+	2.3			5.8	4.9							
	B.h ir? fe	25-31	9.5YR 5.3/3.2	-	+	0.5			6.5	5.7							
3B2	C.d fe	32-48	0.1Y 6.0/3.5	+	-	0.3			9.0	8.6	3.1						
	A/H+E	4-17	0.1Y 3.9/1.9	-	+	4.0	0.177	13	7.2	6.5		7.5	8.0	0.26	0.033	0.066	100
	B1 bl	20-25	9.8YR 4.4/2.2	+	+	2.1	0.090	14	7.5	6.9		3.4					
	B2 bl	28-35	9.8YR 4.8/2.4	++	-	0.9			8.3	7.5							
	BC(d)	41-49	9.7YR 5.2/2.9	+	-	0.5			8.1	7.0	0.3						
3B3	H+E	2-12	0.1Y 3.6/1.2	-	+	9.0	0.379	14	6.0	5.2		16.1	12.8	0.72	0.174	0.066	85
	C1	16-22	9.7YR 5.3/3.0	+++	(+)	0.6			8.6	8.0							
	C2.d	29-42	0.4Y 6.1/3.1	+++	-	0.3			8.9	8.5	3.1						
3B4	(H+E)1	0-10	9.2YR 2.7/0.9	-	+	15.4	0.604	15	6.0	5.2		28.2	24.6	1.51	0.273	0.261	94
	(H+E)2	10-16	0.1Y 3.4/1.1	-	+	7.8	0.385	12	6.8	6.1		16.3					
	C.d	16-40	0.2Y 6.0/2.9	+++	-	0.3			8.9	8.5	3.7						
	(H+E)1	0-7	8.6YR 2.5/1.0	-	+	12.6	0.492	15	5.5	4.8		23.3	14.4	1.15	0.363	0.119	69
	(H+E)2	8-15	9.7YR 3.5/1.1	-	+	5.1	0.232	13	5.8	5.1		9.0					
3B5	B bl	18-21	0.1Y 5.6/3.0	+	-	0.6			7.1	6.4							
	C bl	25-45	0.1Y 5.9/3.1	+++	-	0.3			8.7	8.5	2.1						
	H+E	0-13	9.6YR 3.0/1.2	-	+	5.0	0.259	11	7.5	6.8		7.1	10.7	0.49	0.038	0.096	100
3C1	B bl c	13-23	9.8YR 4.1/2.1	(+)	+	1.5	0.069	13	8.0	7.3		2.6					

site	horizont symbol	diepte cm	kleur droog	HCl	Hydrat	OM %	N %	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	CEC	Ca cmol(+)/kg	Mg cmol(+)/kg	Na	K	V %
3C2	B.bl		0.1Y 4.8/2.3	+++	-	0.8			8.1	7.5							
	C1	15-32	0.1Y 5.4/3.0	+++	-	0.5			7.9	7.9							
	C2	33-49	0.1Y 5.9/3.1	+++	-	0.3			8.5	8.1	3.4						
	(H+E)1	0-7	9.3YR 3.0/1.1	-	+	14.2	0.675	12	5.7	5.0		20.7	16.0	1.56	0.180	0.223	87
	(H+E)2	7-15	0.1Y 3.3/1.0	-	(+)	6.7	0.390	10	6.3	5.5		13.6					
	B.X	18-22	9.8YR 5.3/3.1	-	-	0.6			6.9	6.2							
	C	25-30	9.9YR 5.4/3.1	++	-	0.6			8.5	8.1							
	IIA	31-36	0.1Y 3.2/1.0	-	+	5.7	0.315	10	7.3	6.4							
	IIAC	40-44	9.9YR 4.2/2.0	-	-	0.9			7.1	6.5							
	IIIA	44-47	0.1Y 4.1/1.7	-	-	2.8	0.161	10	7.2	6.4							
3C3	IIIC	48-53	0.6Y 5.8/2.9	+++	-	0.3			8.7	8.6	1.1						
	(H+E)1	0-13	0.4Y 3.1/1.1	-	+	9.3	0.504	11	6.5	5.9		19.5	17.1	0.72	0.222	0.125	93
	(H+E)2/A.bl	13-17	0.1Y 3.2/1.1	(+)	-	6.3	0.276	13	7.3	6.8							
	B.bl	20-24	0.1Y 5.6/3.0	+++	-	0.5			8.2	7.7							
	C.d	27-34	0.3Y 6.0/3.2	+++	-	0.3			8.5	8.1	2.7						

Tabel 5.3 : Westhoek, Analysegegevens voor proefsite 4 - Duindoornpad

site	horizont symbool	diepte cm	kleur droog	HCl	Hydrof	OM %	N %	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	CEC	Ca cmol(+)/kg	Mg	Na	K	V %
4A1	H+E	0-5	0.1Y 3.9/1.7	-	+	8.2	0.306	16	6.0	5.2		10.7	11.0	0.88	0.050	0.106	100
	B1.bi	9-13	0.3Y 4.7/2.4	++	+	0.9	0.032	16	7.7	7.4		1.5					100
	B2.bi	13-22	0.1Y 4.1/2.3	+	+	2.1			7.2	6.5							
	BC	22-28	0.8Y 5.0/2.5	++	+	0.6			8.4	8.0							
	C	28-35	0.4Y 5.3/2.9	++	+	0.6			8.5	8.0	3.4						
4A2	I/A	35-37	0.2Y 4.7/2.3	++	+	1.2	0.048	7	8.2	7.7		1.9					100
	H+E	0-11	0.1Y 3.4/1.5	-	+	8.3	0.336	14	6.6	5.9		12.7	16.9	0.84	0.085	0.093	100
	AC	11-22	0.1Y 4.3/2.1	+	+	2.0	0.081	14	7.8	7.3		2.7					100
	C	25-34	0.1Y 5.6/3.0	++	-	0.4			8.3	7.8							
	C.fe	35-43	0.1Y 5.7/3.1	+++	-	0.5			8.5	7.9	3.7						
4A3	H+E	0-3/5	9.7YR 3.2/1.7	(+)	+	9.6	0.380	15	6.3	5.7		8.2	12.8	0.87	0.054	0.130	100
	AC	3/5-14	0.2Y 3.9/2.0	+	+	2.8	0.117	14	7.9	7.0		4.5					100
	CA	16-22	0.4Y 5.1/2.7	++	+	0.6			8.5	7.8							
	I/A	25-33	0.9Y 4.8/2.2	+++	+	0.8			8.5	8.1							
	I/C	36-44	0.1Y 5.8/3.4	+++	-	0.3			8.7	8.2	4.3						
4A4	H+E	0-3	8.1YR 2.6/1.5	-	+	17.9	0.802	13	5.4	4.7		20.0	16.6	1.90	0.097	0.240	94
	E+H	4-13	0.1Y 3.7/1.4	-	+	6.7	0.243	16	7.0	6.3		10.7					
	AC	14-20	9.6YR 4.5/2.3	+	+	1.5	0.071	12	8.1	7.4		2.3					100
	C	27-38	0.1Y 5.9/3.1	+++	-	0.4			8.3	8.1	3.5						
	H+E	2-7	9.3YR 2.8/1.1	-	+	9.3	0.359	14	5.0	4.2		14.1	8.6	0.86	0.045	0.178	69
4A5	A	13-18	0.1Y 4.1/1.7	+	+	3.8	0.149	15	7.8	7.2		5.7					100
	CA	22-25	9.9YR 5.3/2.8	++	+	0.6			8.0	8.0							
	C	31-43	0.1Y 6.0/3.1	+++	-	0.3			8.7	8.2	3.9						
	H+E	0-7	8.0YR 2.8/1.7	-	+	14.8	0.632	14	5.1	4.3		21.8	14.6	1.58	0.097	0.157	75
	E+H	7-14	0.1Y 4.4/1.9	-	+	3.8	0.145	15	5.8	4.7		7.1					
4B1	B1.bi	14-19	0.1Y 4.9/2.5	+	+	1.1	0.044	15	7.9	7.2		1.5					100
	B2.bi	21-27	0.4Y 5.6/2.7	++	+	0.4			8.5	8.1							
	C	27-34	0.7Y 5.9/2.9	+++	-	0.2			8.6	7.9	3.7						
	H+E	0-10	0.1Y 3.6/1.3	-	+	10.2	0.377	16	6.1	5.4		18.3	16.1	1.09	0.100	0.144	95
	E+H/A	10-14	0.1Y 4.4/1.7	-	+	4.2	0.167	15	6.8	6.0		10.2					
4B2	B.bi	14-21	0.3Y 5.2/2.4	+	+	0.5			8.4	8.2							
	C	21-37	0.2Y 5.7/2.9	+++	-	0.3			8.7	8.4	3.3						
	H+E	0-6	9.3YR 3.0/1.5	-	+	8.1	0.300	16	5.7	5.1		10.6	13.4	0.57	0.063	0.087	100
	B.bi	7-13	0.1Y 4.7/2.3	+	+	1.7	0.059	17	7.8	7.4		2.3					100
	I/A	13-16	0.5Y 4.5/2.0	+	+	1.9	0.058	19	8.0	7.5		2.6					100
4B3	I/B.bi	17-21	0.4Y 5.2/2.6	++	+	0.6			8.3	7.7							
	I/C	27-37	0.8Y 6.0/3.1	+++	-	0.2			8.5	7.9	1.9						
	H+E	0-5	0.1Y 3.4/1.7	-	+	9.0	0.405	13	6.1	5.8		16.6	18.4	2.17	0.088	0.374	100
	A	5-15	0.2Y 4.4/2.2	+	+	1.6	0.061	15	7.6	6.8		2.2					100
	B.bi	15-25	0.7Y 4.6/2.1	+	+	1.0			8.2	7.5							
4B4	C	25-50	0.6Y 5.8/3.1	+++	-	0.3			8.6	8.2	2.8						

site	horizont symbool	diepte cm	kleur droog	HCl	Hydrof	OM %	N %	C/N	pH H ₂ O	pH KOI	CaCO ₃ %	CEC cmol(+)/kg	Ca	Mg	Na	K	V %
4B5	H+E	0-7	8.7YR 3.0/1.9	-	+	15.3	0.558	16	4.6	3.9		16.5	7.9	1.10	0.140	0.308	57
	A	7-17	0.1Y 4.7/2.4	+	+	1.7	0.079	12	7.5	6.9		2.9					100
	bin A2bi		0.1Y 4.2/2.0	+	+	3.4			7.3	6.9							
	C1	17-22/26	0.2Y 5.4/2.9	++	+	0.5			8.4	7.8							
	C2	22/26+	0.1Y 5.9/3.3	+++	-	0.4			8.4	8.1	3.4						
4C1	H+E	0-4	9.3YR 3.1/1.7	-	+	6.9	0.245	16	5.6	4.8		7.4	6.8	0.45	0.031	0.062	99
	A	9-14	0.1Y 4.5/2.4	+	+	1.2	0.047	15	8.3	7.8		1.8					100
	B.bi	14-23	0.1Y 5.1/2.8	+	+	0.7			8.6	7.8							
	C	25-33	0.2Y 6.0/3.3	+++	-	0.2			8.6	8.1	2.6						
4C2	H+E	0-9	0.1Y 3.9/1.6	-	+	9.1	0.313	17	5.8	5.0		12.6	9.9	1.09	0.055	0.157	89
	A	9-16	0.1Y 4.5/1.7	+	+	3.2			7.9	7.3							
	A	9-16	0.1Y 4.1/1.5	-	+	4.1	0.175	14	7.3	6.4		7.8					100
	AC	17-24	9.7YR 4.6/2.3	+	+	1.8			8.3	7.7							
	C	25-28	0.1Y 5.7/2.9	+++	-	0.4			8.6	8.3	2.0						
4C3	H+E	0-6	0.1Y 3.6/1.5	(+)	+	10.4	0.476	13	6.4	5.7		18.0	17.9	1.74	0.059	0.195	100
	A	6-14	0.1Y 3.9/1.7	+	+	3.3	0.132	15	7.1	6.5		5.2					100
	AC	14-21	9.3YR 4.1/2.0	+	+	1.9			8.0	7.5							
	C	+21	0.1Y 5.8/3.1	+++	-	0.4			8.7	8.4	3.6						

Tabel 5.4 : Houtsaagerduinen, Analysegegevens voor proefsituatie 5 - Kerkepanne

site	horizont symbol	diepte cm	kleur droog	HCl	Hydrof	OM %	N %	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	CEC	Ca cmol(+) / kg	Mg cmol(+) / kg	Na %	K %	VAl _{oxal} %	Fe _{oxal} %	Fedith %
5A1	H+E	0-7	9.6YR 3.2/1.3	-	+	11.1	0.378	17	5.3	4.7		9.4	8.9	1.43	0.085	0.200	100	0.030	0.050
	E+H	7-14	9.6YR 4.1/1.9	+	+	2.7	0.112	14	6.3	5.4		3.5						0.027	0.045
	B.c/hir? (bi)	14-22	9.1YR 4.3/2.3	+	+	1.6			7.3	6.7								0.023	0.127
	C	22-42	0.1Y 5.7/2.9	++	+	0.3			8.3	8.0	2.7							0.023	0.115
5A2	H+E	0-4	9.7YR 3.5/2.1	(+)	+	3.3	0.135	14	6.6	5.8		3.7			0.030	0.081	100		
	B1.bi	4-16	0.1Y 5.0/2.7	+++	+	0.6	0.022	16	8.0	7.6									
	B2 (bi)	16-20	0.5Y 5.2/2.7	+++	+	0.3			7.9	7.7									
	(II)A d	20-25	0.9Y 5.4/2.6	+++	+	0.4			8.4	8.0									
5A3	IIC.d	28-38	0.7Y 5.7/3.0	+++	-	0.3			8.4	8.1	2.7								
	A.bi	0-11	0.1Y 4.1/2.0	(+)	+	4.2	0.183	13	7.1	6.5		5.6			0.025	0.085	100		
	B.bi	11-20	0.1Y 4.3/2.2	+	+	1.9	0.065	17	7.8	7.2		1.9							
	CA	20-28	0.1Y 4.8/2.4	++	+	0.8			7.6	7.3									
5A4	IIA	28-34	0.1Y 4.6/2.1	++	+	1.4			7.8	7.5									
	IICA	34-39	0.1Y 4.9/2.4	+++	+	0.8			8.0	7.4									
	IIIA	39-44	0.1Y 3.9/1.7	+	+	2.2			7.8	7.3									
	IICA	44	0.1Y 5.1/2.6	+++	(+)	0.5			8.2	7.9	1.9								
5A5	H+E	0-10	0.1Y 3.9/1.7	+	+	4.8	0.332	12	6.2	5.4		6.0	8.2	0.72	0.055	0.072	100		
	B.bi	10-18	0.1Y 4.5/2.1	(+)	+	2.0	0.080	15	7.5	6.8		3.1							
	IIA	18-25	9.7YR 4.0/1.6	(+)	+	2.7	0.132	12	7.6	7.1		4.8							
	IICA	25-42	9.9YR 5.2/2.6	+++	+	0.5			8.3	7.6	2.6								
5B1	A/H+E	0-9	0.1Y 3.5/2.0	+	+	1.7	0.065	15	7.5	6.7		2.2	6.4	0.27	0.013	0.068	100		
	B.bi	9-23	0.1Y 5.2/2.8	+	+	0.5			7.9	7.4									
	C	23-41	0.8Y 6.0/3.1	+++	+	0.3			8.2	7.5	3.7								
	(H+E) 1	0-5	9.4YR 2.9/1.4	-	+	9.1	0.302	17	5.3	4.6		8.0	7.6	0.94	0.033	0.125	100		
5B2	(H+E) 2	5-10	0.1Y 3.5/1.6	-	+	4.0	0.163	14	6.3	5.6		4.8							
	H+E/B (bi)	10-23	9.9YR 4.3/2.2	(+)	+	1.5	0.070	12	7.5	7.0		2.0							
	C	23-30	0.1Y 5.3/2.8	++	+	0.5			8.2	7.8	2.6								
	H+E	0-10	0.1Y 3.5/1.6	-	+	6.2	0.224	16	6.3	5.5		8.7	9.2	1.03	0.049	0.102	100		
5B3	B.bi	10-22	0.1Y 4.5/2.2	+	+	1.2	0.049	14	7.6	7.2		1.8							
	C	22-30	0.2Y 5.3/2.8	++	+	0.5			8.0	7.5									
	IIA	30-38	9.8YR 4.5/2.3	++	+	0.7			8.3	7.8									
	IIC	38-50	0.1Y 5.6/2.8	+++	-	0.4			8.6	8.0	2.8								
5B4	H+E	0-10	0.1Y 3.8/1.7	-	+	4.2	0.174	14	6.2	5.4		5.1	6.0	0.80	0.039	0.121	100		
	B.bi	10-20	0.1Y 4.4/2.2	-	+	1.3	0.057	13	7.3	6.8		2.0							
	IIA	20-27	9.8YR 4.2/2.0	(+)	+	2.0	0.092	13	7.5	7.0		3.7							
	IIC	27-42	0.1Y 5.4/3.0	+++	+	0.5			8.2	7.5	2.5								
5B5	H+E	0-8	0.1Y 5.3/1.6	-	+	13.2	0.540	14	5.1	4.4		16.4	9.5	1.61	0.090	0.287	70		
	E+H	8-16	9.6YR 4.0/1.9	-	+	2.2	0.111	11	6.0	5.2		2.9							
	B.c/hir? bi	16-21	9.3YR 4.5/2.3	(+)	+	0.6			7.1	6.5									
	BC.c/hir?	21-34	9.6YR 4.9/2.7	++	+	0.8			8.1	7.6									
5B5	IIA	34-38	9.3YR 4.9/2.4	++	+	1.0			8.4	7.6									
	IIC	38	0.1Y 5.7/2.9	+++	+	0.3			8.8	8.6	3.4								
	H+E	0-8	8.4YR 2.9/1.8	-	+	10.7	0.443	14	5.1	4.6		9.4	11.0	1.51	0.046	0.293	100		
	B.bi	8-20	0.1Y 4.3/2.3	+	+	1.2	0.050	14	7.3	7.0		1.9							
5B5	(II)A	20-23	0.6Y 4.2/2.0	+	+	1.1	0.047	14	7.6	7.2									
	IIC	23-42	0.3Y 5.1/2.6	+++	+	0.5			7.7	7.2	2.2								

Tabel 5.5 : Houtsaagerduinen, Analyseresultaten voor proefsites 6, Greenpark.

site	Hor. symb	diepte cm	kleur droog	(HCl)	Hydrof	OM %	N %	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	CEC cmol(+) / kg	Ca cmol(+) / kg	Mg cmol(+) / kg	Na %	K %	V %	Al oxal %	Fe oxal %	Ferilth %
BA1	H+E	0-5	9.1YR 3.1/1.8	-	+	9.3	0.444	12	5.3	4.6		8.1	8.6	1.50	0.107	0.289	100			
	A (fe)	9-14	9.6YR 4.2/2.3	-	+	2.0	0.091	13	7.6	7.2		3.1					100			
	CA (fe)	16-21	9.6YR 5.3/2.9	+++	+	0.6			8.7	8.3										
	C d (fe)	23-35	0.3Y 6.0/2.9	+++	-	0.2			9.0	8.5	2.5									
BA2	H+E	2-10	9.2YR 3.2/1.8	-	+	5.7	0.19E	17	5.3	4.5		8.8	6.0	0.49	0.039	0.049	100			
	B bi	15-19	0.1Y 4.2/2.0	-	+	2.1			7.1	6.7										
	CA	23-28	0.1Y 5.1/2.6	++	+	0.5			8.1	7.7										
	IIA	29-32	9.6YR 4.4/2.2	+	+	2.0			8.0	7.4										
	IIICa	31-35	0.1Y 5.2/2.7	+++	+	0.6			8.6	7.9										
	IIIA	35-40	9.7YR 4.7/2.4	+++	+	1.3			8.4	7.7										
	IIIC (fe)	44-52	0.1Y 5.8/2.9	+++	-	0.3			8.9	8.5	2.4									
BA3	(H+E)1	0-4	8.6YR 3.0/1.7	-	+	9.2	0.350	15	4.2	3.3		10.8	2.6	0.44	0.075	0.100	30			
	(H+E)2	4-12	0.1Y 4.5/1.9	-	+	4.4	0.200	13	4.6	3.5		5.7						0.036	0.073	0.154
	E+H	12-20	9.9YR 4.6/2.1	-	+	2.8	0.128	13	5.2	4.1		3.2						0.012	0.024	0.078
	B (fir)?	21-25	9.1YR 4.8/2.8	+	+	0.9			6.6	5.9								0.022	0.041	0.122
	C (fe)	31-45	0.1Y 5.6/3.0	++	+	0.4			8.3	8.0	2.2									
	H+E	0-5	9.0YR 3.1/1.5	-	+	18.8	0.707	15	4.9	4.1		22.3	12.1	1.73	0.166	0.306	64			
	E+H	11-17	0.1Y 4.3/1.6	-	+	3.3	0.152	13	6.0	5.1		6.9								
BA4	B (fir)?	21-23	9.1YR 4.8/2.9	+	+	0.8			7.5	7.1										
	C (fe)	30-43	0.1Y 5.9/3.3	+++	-	0.2			8.3	8.1	2.2									
	H+E	3-10	0.1Y 3.8/1.7	-	+	5.2	0.231	13	5.7	4.7		7.8	6.4	0.51	0.050	0.074	90			
	A	14-24	0.1Y 4.2/1.9	+	+	2.3	0.115	12	7.8	7.3		4.0								
BA5	C (fe)	29-47	0.1Y 5.8/3.1	+++	-	0.3			8.6	8.2	2.6									
	H+E	0-10	9.8YR 4.1/1.8	-	+	6.7	0.296	13	4.4	3.4		7.9	3.0	0.38	0.030	0.083	44			
	H+E+H	12-19	0.1Y 4.0/1.8	-	+	3.0	0.136	13	5.4	4.4		4.8								
	B (fe)	19-23	9.4YR 4.1/2.1	+	+	2.0			7.1	6.7										
BB1	BC fe	23-26	9.4YR 4.5/2.5	++	+	1.1			7.9	7.4										
	IIA fe	28-35	9.5YR 4.1/2.2	++	+	1.5			8.3	7.7										
	IIIC fe	38-48	0.1Y 5.9/3.0	+++	-	0.4			9.1	8.8	2.8									
	H+E	0-8	9.0YR 3.0/1.6	-	+	8.2	0.360	13	4.5	3.5		10.6	3.3	0.49	0.061	0.102	37			
BB2	E+H/B1	10-13	0.1Y 4.3/2.4	-	+	1.7	0.075	13	6.1	4.9		2.6								
	B2 bi	15-20	0.1Y 4.3/2.0	(+)	+	1.8			7.3	7.0										
	B3 bi	21-25	0.1Y 4.6/2.4	++	+	0.7			8.2	7.7										
	C	30-40	0.3Y 6.0/3.1	+++	-	0.3			8.7	8.2	3.0									
BB3	(H+E)1	0-3	8.6YR 2.8/1.5	-	+	9.3	0.422	13	4.2	3.6		9.6	5.7	0.75	0.096	0.136	70			
	(H+E)2	4-6	9.3YR 3.0/1.5	-	+	3.9	0.150	15	4.3	3.4		5.3						0.028	0.046	0.139
	E	7-9	0.1Y 4.6/2.3	-	+	1.1			4.8	3.8								0.039	0.042	0.138
	B (fir)?	9-10	0.1Y 4.2/2.5	(+)	+	1.1			5.7	5.0								0.022	0.041	0.132
	BC	10-19	0.1Y 4.8/2.4	+	+	0.7			7.8	7.4										
	IIA	19-26	0.1Y 3.8/1.5	+	+	3.2			7.6	7.1										
	IIICa (fe)	30-36	9.8YR 5.0/2.3	++	+	0.7			8.4	7.7										
BB4	IIIC (fe)	36-49	9.6YR 4.4/2.0	+	+	1.6			8.0	7.4										
	IIIC (fe)	49-57	0.1Y 5.8/2.8	+++	-	0.3			8.9	8.6	2.6									
	(H+E)1	0-4	8.9YR 3.0/1.9	-	+	12.2	0.677	10	4.2	3.2		20.2	4.6	0.64	0.065	0.117	27			
	(H+E)2	4-7	8.2YR 2.6/1.6	-	+	4.9	0.202	14	4.3	3.3		9.2								
	B1 bi?	7-9	0.1Y 3.6/1.5	+	+	1.9			5.4	4.4										
	B2 bi	15-20	9.7YR 4.0/2.3	+	+	1.7			8.0	7.3										
IIA		22-28	9.8YR 4.4/2.2	+	+	2.2			8.1	7.2										

site	Hor. symb	diepte cm	kleur droog	HCl	Hydrof	OM %	N %	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	CEC cmol(+)/kg	Ca cmol(+)/kg	Mg %	Na %	K %	V %	Al %	oxal %	Fe %	oxal %	Fedith %
685	IIIA	29-32	0.1Y 4.4/1.9	++	+	1.2			8.0	7.4												
	IIIA	33-36	9.9YR 4.6/2.1	+	+	1.8			7.5	7.1												
	IIICA	37-42	9.5YR 4.4/2.0	++	(+)	1.1			8.5	7.8												
	IVA	43-48	9.6YR 4.6/2.5	++	(+)	1.5			8.4	7.7												
	IVC.(fe)	+52	9.8YR 5.9/3.2	+++	-	0.5			8.7	8.3	3.1											
685	(H+E) 1	0-4	7.8YR 2.8/1.6	-	+	14.9	0.553	16	4.3	3.5		18.5	6.4	0.79	0.068	0.234	40					
	(H+E) 2	5-12	0.1Y 3.8/1.6	-	+	3.7	0.169	13	5.4	4.4		6.1										
	3.(bi)(fe)	17-31	9.7YR 4.8/2.4	++	+	0.9			8.0	7.8												
	8C.(fe)	26-31	9.9YR 5.1/2.7	++	+	0.5			8.5	8.0												
	IIA.fe	32-47	9.4YR 4.8/2.6	++	+	0.8			8.0	7.5												
	IIA.fe	47-65	0.3Y 4.2/2.9	+++	-	0.3			9.0	8.7	3.0											

Tabel 5.6. Westhoek. Analyseresultaten voor proefsite 7, Pannasiapanne

Site	Horizont	Diepte	Waar	HCl	Hydrat	Hydrat	DM	N	OH	CaCO ₃	PHOS	PON	P ₂₀₅	P ₂₀₅	P ₂₀₅	C/N	Cu	Mn	Fe	V	Fe _{2O₃}		
7A1	O	0-4	7.700.110.4	-	4	15	30.9	1.078	17	5.7	75	5	160	62	785	52.5	52.5	16.9	3.02	0.226	0.316	31	0.270
	B1a	4-8	0.175.402.4	++	6	6	1.0	0.003	18	8.5			161	41	162	19	19			0.074	0.006	100	0.080
	B2a	8-12	0.595.972.6	++	6	6	0.3	0.007	20	8.2			161	41	162	0.8	0.8			0.055	0.002	100	0.090
	C1a	12-24	0.216.126.6	++	6	6	0.7	0.007	20	8.2			161	41	162	0.6	0.6			0.037	0.002	100	0.110
7A2	O	0-5	0.370.511.3	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-9	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	9-12	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	IIa	12-24	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								
7A3	IIc	24-30	0.115.54.62.5	-	-	-	0.7	0.015	15	7.7	21	2	92	19	52								
	IIc	30-33	0.115.54.62.5	++	6	6	0.4	0.004	15	7.7													
	IIc	33-43	0.115.54.62.5	++	6	6	0.4	0.004	15	7.7													
	IIc	43-52	0.115.54.62.5	++	6	6	0.4	0.004	15	7.7													
7A4	O	0-5	0.175.402.0	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-8	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	8-11	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	C1a	12-21	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								
7A5	O	0-5	0.175.402.0	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-8	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	8-11	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	C1a	12-21	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								
7B1	O	0-5	0.370.511.3	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-8	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	8-11	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	C1a	12-21	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								
7B2	O	0-5	0.370.511.3	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-8	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	8-11	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	C1a	12-21	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								
7B3	O	0-5	0.370.511.3	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-8	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	8-11	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	C1a	12-21	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								
7B4	O	0-5	0.370.511.3	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-8	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	8-11	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	C1a	12-21	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								
7B5	O	0-5	0.370.511.3	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-8	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	8-11	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	C1a	12-21	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								
7C1	O	0-5	0.370.511.3	-	17.5	17.5	30.7	1.001	16	7.0	61	2	201	68	685								
	B1a	5-8	0.515.402.0	++	6	6	1.0	0.003	20	8.4			125	34	146								
	B2a	8-11	0.215.707.6	++	6	6	0.4	0.000	24	8.7			125	34	146								
	C1a	12-21	0.114.610.0	++	6	6	0.5	0.005	15	7.9	26	2	92	19	52								

Overzicht van de bodemkenmerken

Site	Hor. symb.	diepte	Meur	HCl	Hvd	Hydrat	OM	N	C/N	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CaCO ₃	P205 Dyer	P205 Osen	P205 Ino. g	P205 org	P205 totaal	CEC	Ca	Mg	Na	K	V	Fa dth
702	NR	0-30	0.4Y 5/6Z 0	(+)	-	-	0.3	0.042	15	7.2	6.7	<0.1	103	2	560	90	850	1.1	39.9	4.29	0.023	0.021	100	0.129
	IC	30-44	0.4Y 5/6Z 0	(+)	-	-	0.2	0.042	15	8.8	9.0	1.0		48	428	532	951	0.5			0.042	0.013	100	0.130
	IIA	44-50	0.1Y 3/4Z 1	+	+	15	1.1	0.042	15	8.0	7.4	<0.1		2	560	90	850	4.0			0.042	0.011	100	0.170
703	AC	0-3	0.1Y 3/4Z 1	+	+	15	2.3	0.042	15	6.9	6.7	1.0		48	428	532	951				0.042	0.011	100	0.170
	B1	3-17	0.2Y 5/6Z 2	++	+	15	0.5	0.011	26	8.8	8.4	1.0		2	107	45	152				0.042	0.011	100	0.170
	B2	17-23	0.2Y 5/6Z 2	++	+	15	0.6	0.011	26	8.5	8.5	1.0		2	107	45	152				0.042	0.011	100	0.170
	B3	23-26	0.1Y 4/6Z 0	(+)	-	-	0.8	0.037	13	7.9	7.7	1.0		90	88	110	198				0.042	0.011	100	0.170
	IIA	26-36	0.1Y 5/6Z 4	(+)	+	15	0.4	0.037	13	8.0	7.1	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIC	36-42	0.1Y 5/6Z 7	+	+	15	0.3	0.037	13	8.8	9.1	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIA	42-50	0.1Y 5/6Z 8	-	+	20	0.6	0.037	13	7.5	7.2	1.0									0.042	0.011	100	0.170
704	O	0-7	0.5YR 2/4Z 9	-	+	20	0.8	0.037	13	6.1	5.5	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	AE/EH	7-9	0.2Y 4/7Z 1	+	+	3	1.4	0.041	20	8.5	7.9	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	B1/C	9-11	0.2Y 4/7Z 1	++	+	3	0.9	0.022	24	8.8	8.6	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIA	11-16	10YR 4/6Z 0	+	+	15	0.8	0.030	15	8.8	8.4	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIC	16-29	0.5Y 5/6Z 6	++	+	15	0.2	0.030	15	8.8	8.9	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIA	29-41	0.2Y 5/6Z 6	++	+	15	0.2	0.030	15	8.2	8.2	1.0									0.042	0.011	100	0.170
705	O	0-47	0.5YR 2/4Z 9	-	+	20	0.8	0.037	13	6.1	5.5	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	C1	47-17	0.3Y 5/6Z 0	+	+	17.5	0.5	0.014	21	8.9	8.6	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IB	17-30	0.1Y 5/6Z 7	++	+	17.5	0.4	0.014	21	9.0	8.7	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIC	30-50	0.4Y 5/6Z 2	++	+	17.5	0.2	0.014	21	9.0	9.2	1.0									0.042	0.011	100	0.170
706	AR/EH	0-5	0.4YR 2/3Z 10	-	+	8	28.7	1.046	16	6.0	5.3	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	R1	5-10	0.3Y 5/6Z 0	++	+	8	0.6	0.014	25	8.8	8.7	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	B2	10-20	0.2Y 5/6Z 5	++	+	8	0.4	0.009	28	8.8	8.8	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	(IIA)	20-25	0.1Y 5/6Z 2	++	+	8	0.5	0.012	24	8.9	9.0	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIC	25-33	0.1Y 5/6Z 4	++	+	8	0.2	0.012	24	9.1	9.3	1.0									0.042	0.011	100	0.170
707	A	0-5	0.3YR 2/3Z 10	-	+	12.5	25.1	1.039	14	7.3	7.0	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	R1	5-10	0.3Y 5/6Z 0	++	+	12.5	1.2	0.027	25	8.5	8.3	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	B2	10-20	1.0Y 6/2Z 4	++	+	12.5	0.5	0.027	25	8.7	8.7	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	C	20-25	0.9Y 6/2Z 9	++	+	12.5	0.2	0.027	25	9.2	9.1	1.0									0.042	0.011	100	0.170
708	AR/EH	0-4	0.4YR 2/3Z 10	-	+	8	28.7	1.046	16	6.0	5.3	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	BA	4-10	0.1Y 4/6Z 2	++	+	8	17.6	0.078	12	5.7	5.1	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	B2	10-24	0.1Y 5/6Z 2	++	+	8	0.6	0.039	17	8.2	7.9	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	C	24-33	1.2Y 6/2Z 4	++	+	8	0.3	0.039	17	8.7	8.6	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIC	33-45	1.4Y 5/6Z 7	++	+	8	0.2	0.039	17	9.1	8.9	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIA	45-50	0.1Y 4/6Z 8	-	+	15	0.2	0.042	20	9.1	9.2	1.0									0.042	0.011	100	0.170
709	AO	0-5	0.3YR 2/3Z 10	-	+	15	24.5	1.046	13	8.1	7.5	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	B1	5-11	0.1Y 5/6Z 0	++	+	15	0.7	0.028	15	6.4	5.9	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	BC	11-21	0.5Y 5/6Z 4	++	+	15	0.2	0.028	15	8.6	8.5	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	C	21-33	0.7Y 5/6Z 9	++	+	15	0.2	0.028	15	8.9	8.9	1.0									0.042	0.011	100	0.170
710	O	0-5	0.4YR 2/3Z 10	-	+	15	32.9	1.337	14	7.2	6.8	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	BA	5-14	0.1Y 5/6Z 3	++	+	15	0.7	0.021	19	8.6	8.5	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	B1	14-26	0.5Y 5/6Z 7	++	+	15	0.3	0.007	23	8.7	8.7	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	C	26-46	0.7Y 6/2Z 9	++	+	15	0.2	0.007	23	9.1	9.2	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIC	46-50	0.5Y 5/6Z 6	++	+	15	0.2	0.007	23	8.9	9.0	1.0									0.042	0.011	100	0.170
711	A	0-5	0.4YR 2/3Z 10	-	+	20	7.8	0.388	12	7.0	6.7	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	B1	5-14	0.2Y 5/6Z 5	++	+	20	0.5	0.018	17	8.6	8.8	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	C	14-26	1.0Y 5/6Z 6	++	+	20	0.3	0.018	17	8.9	9.1	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIC	26-37	1.7Y 5/6Z 3	++	+	20	0.2	0.018	17	8.9	9.0	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIA	37-50	0.1Y 5/6Z 7	-	+	15	0.7	0.024	17	7.8	7.1	1.0									0.042	0.011	100	0.170
712	AO	0-5	0.3YR 2/3Z 10	-	+	15	27.9	0.948	17	6.5	6.0	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	B1	5-14	0.2Y 5/6Z 5	++	+	15	1.2	0.028	23	8.3	8.1	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IB	14-22	0.1Y 5/6Z 5	++	+	15	0.6	0.019	19	8.3	8.3	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IIC	22-30	0.1Y 5/6Z 1	++	+	15	0.3	0.019	19	8.9	8.9	1.0									0.042	0.011	100	0.170
	IVC	30-44	0.2Y 5/6Z 5	++	+	15	0.2	0.019	19	9.0	9.1	1.0									0.042	0.011	100	0.170

6. RESULTATEN VAN DE ANALYSEGEDEGEVENS

6.1 PROEFSITE SMOKKELPAD : PROEFSITE 2

6.1.1 Proefsite 2 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 2A : niet ontgonnen, niet maaien, niet begrazen, referentie

Proefvlak 2B : ontgonnen, maaien, begrazen

Proefvlak 2C : ontgonnen, maaien, niet begrazen

Proefvlak 2D : niet ontgonnen, niet maaien, begrazen

6.1.2 Proefsite 2 - Vergelijking alle horizonten

Alle chemische gegevens voor proefsite Smokkelpad worden voorgesteld in tabel 5.1.

Een aantal parameters vertonen een stijgend verloop met de diepte zoals SSG, pH, of een afnemend verloop met de diepte zoals OM, N, CEC.

Het normale verloop van de pH is het voorkomen van de laagste waarden nabij het oppervlak tot waarden van meer dan 8.0 in de dieperliggende horizonten. Voor het OM- en N-gehalte worden de hoogste waarden gemeten in de oppervlaktehorizonten. CEC dat bepaald wordt door het OM-gehalte, vertoont eveneens de hoogste waarden in de oppervlaktehorizonten. De baseverzadiging, d.w.z. de verhouding van de basische kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ en K^+) tegenover de totale kationenuitwisselingscapaciteit is in de meeste profielen 100% met uitzondering van pq 2A3 en 2A4.

Voor de parameters OM, N, C/N, pH H_2O , pH KCl en CEC werd paarsgewijs nagegaan of de populaties normaal verdeeld waren. Bij een niet normale verdeling werd de Spearman correlatiecoëfficiënt berekend, bij een normale verdeling werd zowel de Pearson als de Spearman correlatiecoëfficiënt berekend (tabellen 6.1 en 6.2).

Tabel 6.1 : Smokkelpad, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Pearson¹.

Pearson		OM	N	pH H_2O	pH KCl	CEC	CaCO_3
OM	coëff n	1.000 108					
N	coëff n	0.986** 49	1.000 49				
pH H_2O	coëff n			1.000 108			
pH KCl	coëff n				1.000 108		
CEC	coëff n	0.964** 45				1.000 45	
CaCO_3	coëff n			-0.137 26	0.071 26		1.000 26

Tabel 6.2 : Smokkelpad, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H_2O	pH KCl	CEC	CaCO_3
OM	coëff n	1.000 108					
N	coëff n	0.983** 49	1.000 49				
pH H_2O	coëff n	-0.865** 108	-0.538** 49	1.000 108			
pH KCl	coëff n	-0.896** 108	-0.596** 49	0.950** 108	1.000 108		
CEC	coëff n	0.972** 45	0.980** 45	-0.528** 45	-0.600** 45	1.000 45	
CaCO_3	coëff n			-0.113 26	0.086 26		1.000 26

¹ : significantieniveau op 0.05 wordt aangeduid door *, op 0.01 door **

Bovenstaande correlatiematrices tonen :

- zeer sterke positieve correlaties tussen het OM- en N-gehalte, OM-gehalte en CEC, N-gehalte en CEC, de 2 pH-metingen,
- zeer sterke negatieve correlaties tussen pH H₂O en pH KCl enerzijds en OM-gehalte anderzijds,
- matig goede negatieve correlatie tussen pH H₂O en pH KCl enerzijds en N-gehalte en CEC anderzijds,
- tussen het CaCO₃-gehalte van de C-horizont en de twee pH-metingen is er geen correlatie.

6.1.3 Proefsité 2 - Vergelijking oppervlaktehorizonten

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten van de proefsité worden voorgesteld in tabel 6.3.

Tabel 6.3 : Smokkelpad, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.

Parameter	eenheid	n	min ⁵	max ⁵	gemiddelde	STD ⁵	VC % ⁵
OM ¹	%	25	0.6	21.0	8.5	3.8	45
N ¹	%	25	0.036	0.827	0.357	0.152	43
C/N ¹		25	10	17	14	1.7	12
pH H ₂ O ¹		25	6.1	8.4	7.2	0.6	8
pH KCl ¹		25	5.3	7.8	6.6	0.7	11
CEC ¹	cmol(+)/kg bodem	25	1.0	39.6	14.6	7.1	49
SSG ²	g/cm ³	50	0.548	1.534	0.941	0.309	33
dikte A ¹	cm	26	4	20	12	5	42
diepte ontkalking ¹	cm	26	0	18	5	6	120
gemiddelde absolute hoogte ³	m	103	5.651	8.086	6.486	0.588	9
gewicht LFH ⁴	g(60°C)/m ²	63	29	11643	1081	1716	159

¹ : zonder pq 2A6 - geen gegevens beschikbaar

² : enkel voor pq's 2A2 tot 2A5, 2D1 tot 2D5, de andere pq's werden niet bemonsterd voor SSG

³ : zonder pq 2A8 - geen metingen beschikbaar

⁴ : zonder pq 2A6 tot 2A8, 2D6 tot 2D8 - deze pq's werden niet bemonsterd voor het humusprofiel

⁵ : min : minimum, max : maximum, STD : standaard deviatie, VC : variatie coëfficiënt

De variatiecoëfficiënt (STD*100/gemiddelde) geeft een idee van de variatie van de verschillende parameters.

Parameters met de grootste variabiliteit zijn de diepte van de ontkalking en het gewicht van de LFH horizonten, de laagste variabiliteit werd gemeten bij de pH-metingen en de gemiddelde absolute hoogteligging.

Voor de gegevens die enkel betrekking hebben op de oppervlaktehorizonten werd nagegaan of de parameters paarsgewijs normaal verdeeld zijn. Daarna werden de correlatiematrices opgesteld berekend volgens de Pearson en de Spearman methode.

Tabel 6.4 : Smokkelpad, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	gemid. hoogte	dikte A
OM	coëff n	1.000 25						
N	coëff n	0.974** 25	1.000 25					
pH H ₂ O	coëff n	-0.499** 25	-0.462** 25	1.000 25				
pH KCl	coëff n	-0.422* 25	-0.389* 25	0.989** 25	1.000 25			
CEC	coëff n	0.933** 25	0.949** 25	-0.311 25	-0.231 25	1.000 25		
hoogte	coëff n	0.019 24					1.000 26	
dikte A	coëff n	0.080 25					-0.574** 25	1.000 26

Tabel 6.5 : Smokkelpad, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	gemid. hoogte	dikte A	diepte ontkalking	G LFH
OM	coëff n	1.000 25								
N	coëff n	0.934** 25	1.000 25							
pH H ₂ O	coëff n	-0.567** 25	-0.464** 25	1.000 25						
pH KCl	coëff n	-0.538** 25	-0.447* 25	0.982** 25	1.000 25					
CEC	coëff n	0.896** 25	0.912** 25	-0.319 25	-0.300 25	1.000 25				
gemid. hoogte	coëff n	0.202 24	0.107 24	-0.347* 24	-0.362* 24	0.082 24	1.000 26			
dikte A	coëff n	0.011 25	0.057 25	0.390* 25	0.381* 25	0.154 25	-0.554** 25	1.000 26		
diepte ontkalking	coëff n	0.626** 25	0.503** 25	-0.746** 25	-0.713** 25	0.501** 25	0.287 25	0.029 26	1.000 26	
G LFH	coëff n	0.528** 20	0.387* 20	-0.773** 20	-0.777** 20	0.246 20	0.237 20	-0.262 20	0.547** 20	1.000 21

Bovenstaande correlatiematrices tonen :

- zeer sterke positieve correlaties tussen het OM- en N-gehalte, OM-gehalte en CEC, N-gehalte en CEC, de 2 pH-metingen;
- matig goede positieve correlaties tussen diepte van de ontkalking enerzijds en OM, N en CEC anderzijds; gemiddeld gewicht van de LFH horizonten enerzijds en OM en diepte van de ontkalking anderzijds;
- matig goede negatieve correlaties tussen pH H₂O en pH KCl enerzijds en OM- en N-gehalte anderzijds, tussen gemiddelde hoogtelegging en dikte van de A, tussen diepte van de ontkalking en pH H₂O en pH KCl, tussen G LFH en de twee pH-metingen
- correlaties ontbreken tussen gemiddelde hoogtelegging en OM, N en CEC, tussen dikte van de A en OM, N en CEC, tussen de diepte van de ontkalking enerzijds en de gemiddelde hoogtelegging en de dikte van de A anderzijds, tussen het gewicht van de LFH-horizonten en de CEC, gemiddelde hoogtelegging en de dikte van de A-horizont.

6.1.4 Proefsite 2 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak worden voorgesteld in tabel 6.6.

Tabel 6.6 : Smokkelpad, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.

Proefvlak	Parameter	eenheid	n ⁴	A	x ⁴	STD ⁴	n	B	x	STD	n	C	x	STD	n	D	x	STD
OM ¹		%	5	12.1	5.9		5	7.6	1.7		5	6.5	1.5		5	6.7	4.2	
N ¹		%	5	0.509	0.219		5	0.317	0.058		5	0.286	0.060		5	0.257	0.151	
C/N ¹			5	14	1		5	14	1		5	13	1		5	14	3	
pH H ₂ O ¹			5	6.8	0.3		5	7.7	0.2		5	7.7	0.1		5	6.8	1.0	
pH KCl ¹			5	6.2	0.3		5	7.1	0.2		5	7.1	0.1		5	6.1	1.0	
CEC ¹	cmol(+)/kg bodem		5	20.8	11.7		5	14.8	3.8		5	11.2	2.4		5	8.8	5.1	
SSG ²	g/cm ³		20	0.851	0.246										30	1.002	0.335	
dikte A ¹	cm		5	13	4		5	13	6		5	15	5		5	10	4	
diepte ontkalking ¹	cm		5	11	4		5	5	8		5	0	0		5	6	4	
gemiddelde absolute hoogte ³	m		30	6.683	0.395		21	6.043	0.280		21	5.853	0.133		31	7.024	0.455	
gewicht LFH ¹	g(60°C)/m ²		15	1532	1294		15	332	277		18	327	257		15	2284	2847	

¹ : zonder pq 2A6 tot 2A8, pq 2D6 tot 2D8

² : enkel metingen voor pq's 2A2 tot 2A5, 2D1 tot 2D5 - de andere pq's werden niet bemonsterd voor SSG

³ : zonder pq 2A8 - geen metingen beschikbaar

⁴ : n : aantal, x : gemiddelde, STD : standaard deviatie

De OM-gehalten variëren tussen 0.6 en 21.0%. Tabel 6.7 toont een onderverdeling van de proefvlakken naargelang het OM-gehalte : de meeste pq's van proefvlak 2A en 2B en in mindere mate 2D hebben een medium-gehalte aan OM; de pq's van proefvlak 2C hebben een laag gehalte OM. De laagste waarde werd gemeten op een mosduin (pq 2D4).

Proefvlak 2A (niet ontgonnen, niet begraasd) wordt gekenmerkt door de hoogste gehalten aan OM, de laagste werden gemeten in proefvlakken 2D en 2C. Anova geeft een F-waarde van 2.438 (df-vrijheidsgraden 3, 16) en p = 0.102; dus geen significant verschil tussen de 4 proefvlakken op p=0.05-niveau.

Tabel 6.7 : Smokkelpad, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).

OM-gehalte (%)	klasse	pq
>34	zeer hoog	
17-34	hoog	2A4
7-17	medium	2A1, 2A2, 2A3, 2A7, 2A8, 2B3, 2B4, 2B5, 2C2, 2D2, 2D5, 2D6, 2D7, 2D8
3-7	laag	2A5, 2B1, 2C1, 2C3, 2C4, 2C5, 2D1, 2D3
<3	zeer laag	2D4

De N-gehalten variëren tussen 0.036 en 0.827%. Tabel 6.8 toont een onderverdeling van de proefvlakken naargelang het N-gehalte : de meeste pq's hebben een medium-gehalte aan N met uitzondering van voornamelijk pq's uit proefvlak 2A die een hoog N-gehalte hebben. PQ 2D4, op een mosduin, heeft een zeer laag N-gehalte.

Proefvlak 2A (niet ontgonnen, niet begraasd) wordt gekenmerkt door de hoogste gehalten aan N, de laagste werden gemeten in proefvlakken 2D en 2C. Anova geeft een F-waarde van 3.331 (df-vrijheidsgraden 3, 16) en p = 0.046. Voor N treedt er een significant verschil op tussen de 4 proefvlakken op p=0.05-niveau.

Tabel 6.8 : Smokkelpad, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).

N-gehalte (%)	klasse	pq
>1.0	zeer hoog	
0.5 - 1.0	hoog	2A1, 2A2, 2A4, 2D7
0.2 - 0.5	medium	2A3, 2A5, 2A7, 2A8, 2B1, 2B2, 2B3, 2B4, 2B5, 2C1, 2C2, 2C3, 2C4, 2C5, 2D1, 2D2, 2D3, 2D5, 2D6, 2D8
0.1 - 0.2	laag	
< 0.1	zeer laag	2D4

De pH H₂O-waarden liggen tussen 6.1 en 8.4 metingen, de pH KCl-waarden tussen 5.3 en 7.8. De pH-waarden (zowel pH H₂O en pH KCl) zijn beduidend lager in de proefvlakken 2A en 2D met uitzondering van pq 2D4 (mosduin). Deze 2 proefvlakken bevinden zich beide onder struweel. Anova geeft voor pH H₂O een F-waarde van

5.463 (df-vrijheidsgraden 3, 16) en $p = 0.009$. Voor pH H₂O treedt er een significant verschil op tussen de 4 proefvlakken op $p=0.05$ -niveau. Voor de pH KCl bedraagt de F-waarde 4.662 met $p = 0.016$, dus een significant verschil.

Wat betreft de CEC liggen de waarden tussen 1.0 en 39.6 cmol(+)/kg bodem. Anova geeft voor de CEC een F-waarde van 2.993 (df-vrijheidsgraden 3, 16) en $p = 0.062$. Het verschil tussen de proefvlakken is voor CEC niet significant op $p=0.05$ -niveau.

Voor het SSG werden enkel proefvlak 2A en 2D bemonsterd. Het SSG is iets hoger in proefvlak 2D dan in 2A maar de t-test toont geen significant verschil ($t = -1.729$, $df = 48$, $p = 0.090$).

De dikte van de A-horizont vertoont weinig verschil tussen de verschillende proefvlakken : de dikte is iets lager in proefvlak 2D, iets meer in proefvlak 2C. ANOVA vertoont geen significant verschil tussen de proefvlakken ($F = 1.596$, $df = 3, 16$ en $p = 0.230$).

De diepte van de ontkalking is het geringst in proefvlak 2C : alle oppervlaktehorizonten reageerden met HCl. Proefvlak 2A is het meest ontkalkt. De Kruskal-Wallis test toont een significant verschil tussen de proefvlakken (9.796 , $df = 3$, $p = 0.020$).

Proefvlak 2D ligt topografisch merklijk hoger dan de andere proefvlakken, proefvlak 2C is het laagst gelegen en 2B en 2A vertonen tusseninliggende waarden. De Kruskal-Wallis test toont een significant verschil tussen de proefvlakken (51.638 , $df = 3$, $p = 0.000$).

Het gemiddelde gewicht van de LFH-horizonten is het laagst voor de proefvlakken 2B en 2C, d.w.z. de ontgonnen en gemaaid proefvlakken; de proefvlakken onder struweel vertonen hogere gewichten. De Kruskal-Wallis test toont een significant verschil tussen de proefvlakken (27.580 , $df = 3$, $p = 0.000$).

Tabel 6.9 : Smokkelpad, overzicht van de resultaten van de ANOVA - Kruskal-Wallis testen (2A1 tot 2A5, 2B1 tot 2B5, 2C1 tot 2C5, 2D1 tot 2D5).

	OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	G LFH	dikte A	diepte ontkalking	hoogte
ANOVA - F	2.438¹	3.331	5.473	4.339	2.993	6.134	1.596	4.621	44.135
vrijheidsgraden	3,16	3,16	3,16	3,16	3,16	3,59	3,16	3,16	3,78
significantie	0.102	0.046	0.009	0.016	0.062	0.001	0.230	0.016	0.000
Kruskal-Wallis	4.930	5.000	9.324	9.435	6.778	27.580	4.206	9.796	51.638
vrijheidsgraden	3	3	3	3	3	3	3	3	3
significantie	0.177	0.172	0.025	0.024	0.095	0.000	0.240	0.020	0.000

parameter	SSG
T-test - t	-1.729
vrijheidsgraden	48
significantie	0.090
Mann-Whitney U - z	-1.762
vrijheidsgraden	
significantie	0.078

¹ : Statistische testen werden toegepast in de veronderstellingen dat de gegevens wel (ANOVA - F of T-test) of niet (Kruskal-Wallis of Mann-Whitney-U) normaal verdeeld waren; de resultaten van de meest geschikte test worden weergegeven in vet, de resultaten van de andere test worden dan aangegeven in schuin.

6.2 PROEFSITE WEIDE : PROEFSITE 3

6.2.1 Proefsite 3 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 3A : maaien, niet begrazen

Proefvlak 3B : maaien, begrazen

Proefvlak 3C : niet maaien, niet begrazen, referentie

6.2.2 Proefsite 3 - Vergelijking alle horizonten

Alle chemische gegevens voor proefsite Weide worden voorgesteld in tabel 5.2.

Voor de parameters OM, N, C/N, pH H₂O, pH KCl en CEC werd paarsgewijs nagegaan of de populaties normaal verdeeld waren. Bij een normale verdeling werd de Pearson correlatiecoëfficiënt berekend, bij een niet normale verdeling de Spearman correlatiecoëfficiënt (tabellen 6.10 en 6.11).

Tabel 6.10 : Weide, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	CEC
OM	coëff n	1.000 57					
N	coëff n	0.972** 27	1.000 27				
pH H ₂ O	coëff n			1.000 57			
pH KCl	coëff n			0.990** 57	1.000 57		
CaCO ₃	coëff n			0.488* 13	0.346 13	1.000 13	
CEC	coëff n	0.922** 25					1.000 25

Tabel 6.11 : Weide, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	CEC
OM	coëff n	1.000 57					
N	coëff n	0.958** 27	1.000 27				
pH H ₂ O	coëff n	-0.862** 57	-0.557** 27	1.000 57			
pH KCl	coëff n	-0.857** 57	-0.502** 27	0.984** 57	1.000 57		
CaCO ₃	coëff n	-0.291 13		0.369 13	-0.003 13	1.000 13	
CEC	coëff n	0.917** 25	0.923** 24	-0.535** 25	-0.474** 25		1.000 25

Bovenstaande correlatiematrices tonen :

- een zeer sterke positieve correlatie tussen het OM- en N-gehalte, OM en CEC, N en CEC, de twee pH-metingen,
- een zeer sterke negatieve correlatie tussen pH H₂O en pH KCl enerzijds en OM anderzijds,
- een matige negatieve correlatie tussen pH H₂O en pH KCl enerzijds en N anderzijds, pH H₂O en pH KCl enerzijds en CEC anderzijds
- tussen het CaCO₃-gehalte van de C-horizont en de pH-metingen is er geen duidelijke correlatie.

6.2.3 Proefsite 3 - Vergelijking oppervlaktehorizonten

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten worden voorgesteld in tabel 6.12.

Tabel 6.12 : Weide, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.

parameter	eenheid	n ¹	min ¹	max ¹	gemiddelde	STD ¹	VC% ¹
OM	%	13	4.0	22.7	11.5	5.0	44
N	%	13	0.177	0.885	0.499	0.200	40
C/N		13	10.7	13.9	13.2	1.5	11
pH H ₂ O		13	5.3	7.5	6.1	0.7	11
pH KCl		13	4.5	6.8	5.4	0.7	13
CEC	cmol(+)/kg bodem	13	7.1	33.1	18.7	8.1	43
SSG	g/cm ³	65	0.432	1.246	0.693	0.207	30
dikte A	cm	13	13	20	17	2	12
diepte ontkalking	cm	13	13	31	19	5	26
gemiddelde absolute hoogte	m	49	4.845	5.551	5.105	0.185	4
gewicht LFH	g(60°C)/m ²	39	4	389	115	96	83

¹ : min : minimum, max : maximum, STD : standaard deviatie, VC : variatie coëfficiënt

De variatiecoëfficiënt geeft een idee van de variabiliteit van de verschillende parameters. De parameters met de grootste variabiliteit zijn het gewicht van de LFH-horizonten, het OM-gehalte, de CEC en het N-gehalte. De laagste variabiliteit is terug te vinden bij de gemiddelde absolute hoogte, de C/N-verhouding, de pH-metingen en de dikte van de A-horizont.

Voor de gegevens van de oppervlaktehorizonten werd nagegaan indien de parameters paarsgewijs normaal verdeeld waren en werden de relevante correlatiematrices berekend (tabellen 6.13 en 6.14).

Tabel 6.13 : Weide, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid. hoogte	dikte A	diepte ontkalking	G LFH
OM	coëff n	1.000 13									
N	coëff n	0.963** 13	1.000 13								
pH H ₂ O	coëff n	-0.702** 13	-0.625* 13	1.000 13							
pH KCl	coëff n	-0.690** 13	-0.596* 13	0.993* 13	1.000 13						
CEC	coëff n	0.926** 13	0.911** 13	-0.616* 13	-0.592* 13	1.000 13					
SSG	coëff n	-0.836** 13	-0.826** 13	0.853** 13	0.810** 13	-0.687** 13	1.000 13				
gemid. hoogte	coëff n							1.000 13			
dikte A	coëff n	0.047 13	0.119 13	-0.268 13	-0.191 13	0.043 13	-0.272 13		1.000 13		
diepte ontkalking	coëff n	0.676** 13	0.586* 13	-0.578 13	-0.587* 13	0.479* 13	-0.501* 13		0.175 13	1.000 13	
G LFH	coëff n	0.307 13	0.353 13	-0.302 13	-0.284 13	0.437 13	-0.361 13		-0.024 13	-0.130 13	1.000 13

Tabel 6.14 : Weide, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.

Spearman	OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid. hoogte	dikte A	diepte ontkalking	G LFH
OM	coëff n	1.000 13								
N	coëff n	0.923** 13	1.000 13							
pH H ₂ O	coëff n	-0.584* 13	1.000 13							
pH KCl	coëff n	-0.554* 13	0.982** 13	1.000 13						
CEC	coëff n	0.819** 13	-0.528* 13	-0.510* 13	1.000 13					
SSG	coëff n	-0.808** 13	0.750** 13	0.680** 13	-0.588* 13	1.000 13				
gemid. hoogte	coëff n	-0.632* 13	0.689** 13	0.722** 13	-0.522* 13	0.648** 9	1.000 13			
dikte A	coëff n	-0.006 13	0.000 13	0.101 13	0.011 13	-0.119 13	0.324 13	1.000 13		
diepte ontkalking	coëff n	0.415 13	-0.638** 13	-0.564* 13	0.373 13	-0.620* 13	-0.064 13	0.375 13	1.000 13	
G LFH	coëff n	0.566* 13	-0.337 13	-0.334 13	0.401 13	-0.412 13	-0.544* 13	-0.148 13	-0.058 13	1.000 13

Bovenslaande correlatiematrices tonen volgende verbanden :

- zeer sterke positieve correlaties tussen OM en N; tussen de twee pH-metingen; tussen OM en CEC; tussen N en CEC;
- matig positieve correlatie tussen SSG enerzijds en de twee pH-metingen anderzijds; tussen gemiddelde hoogte en de twee pH-metingen, tussen gemiddelde hoogte en het SSG; tussen de diepte van de ontkalking en N; tussen het gewicht van de LFH-horizonten en OM;
- sterke negatieve correlatie tussen SSG en OM;
- matig negatieve correlatie tussen de twee pH-metingen enerzijds en OM, N en CEC anderzijds; tussen SSG enerzijds en N en CEC anderzijds; tussen de gemiddelde hoogte en het SSG; tussen de diepte van de LFH-horizonten anderzijds; tussen de diepte van de ontkalking enerzijds en de twee pH-metingen en het SSG anderzijds;
- de dikte van de A-horizont is niet of slechts zeer zwak gecorreleerd met de andere variabelen; andere te verwaarlozen correlaties zijn er tussen de diepte van de ontkalking en OM, CEC en gemiddelde hoogte en tussen gewicht van de LFH-horizonten en N, pH H₂O, pH KCl, CEC, SSG en diepte van de ontkalking.

6.2.4 Proefsite 3 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak worden voorgesteld in tabel 6.15.

Tabel 6.15 : Weide, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.

Proefvlak Parameter	eenheid	n ¹	A x ¹	STD ¹	n	B x	STD	n	C x	STD
OM	%	5	11.4	3.4	5	12.7	7.0	3	9.5	4.6
N	%	5	0.501	0.167	5	0.507	0.264	3	0.479	0.209
C/N		5	13	1	5	14	1	3	11	1
pH H ₂ O		5	5.8	0.3	5	6.0	0.7	3	6.6	0.9
pH KCl		5	5.1	0.4	5	5.2	0.8	3	5.9	0.9
CEC	cmol(+)/kg bodem	5	17.6	7.1	5	19.5	12.5	3	15.8	7.5
SSG	g/cm ³	25	0.658	0.151	25	0.682	0.218	15	0.769	0.258
dikte A	cm	5	18	1	5	16	1	3	16	2
diepte ontkalking	cm	5	19	3	5	20	7	5	16	5
gemiddelde absolute hoogte	m	18	5.101	0.154	19	5.055	5.204	12	5.190	0.180
gewicht LFH	g(60°C)/m	15	86	70	15	119	103	9	156	114

¹ : n : aantal, x: gemiddelde, STD : standaard deviatie

Het gehalte aan OM ligt tussen 4.0 (3B2) en 22.7% (3B1). Tabel 6.16 toont een onderverdeling van de proefvlakken naargelang het OM-gehalte : de meeste pq's hebben een medium-gehalte aan OM; enkel 3B1 heeft een hoog gehalte, 3B2 en 3C1 hebben een laag OM-gehalte.

Proefvlak 3B (niet maaien, begrazen) wordt gekenmerkt door de hoogste gehalten aan OM, proefvlak 3C (niet maaien, niet begrazen) de laagste gehalten. Het verschil in OM-gehalte tussen de proefvlakken is echter klein. De Kruskal-Wallis test toont geen significant verschil tussen de proefvlakken (0.422, df = 2, p = 0.810).

Tabel 6.16 : Weide, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).

OM-gehalte (%)	klasse	pq
>34	zeer hoog	
17-34	hoog	3B1
7-17	medium	3A1, 3A2, 3A3, 3A4, 3A5, 3B3, 3B4, 3B5, 3C2, 3C3
3-7	laag	3B2, 3C1
<3	zeer laag	

De N-waarden variëren tussen 0.177 (3B2) en 0.885% (3B1). Tabel 6.17 toont een onderverdeling van de proefvlakken naargelang het N-gehalte : de meeste pq's hebben een medium of hoog gehalte aan N; enkel 3B2 heeft een laag N-gehalte. Proefvlak 3B (niet maaien, begrazen) wordt gekenmerkt door de hoogste gehalten aan N, proefvlak 3C (niet maaien, niet begrazen) de laagste gehalten. Het verschil in N-gehalte tussen de proefvlakken is echter zeer klein. De Kruskal-Wallis test toont geen significant verschil tussen de proefvlakken (0.026, df = 2, p = 0.987).

Tabel 6.17 : Weide, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).

N-gehalte (%)	klasse	pq
>1.0	zeer hoog	
0.5 - 1.0	hoog	3A1, 3A2, 3A4, 3B1, 3B4, 3C2, 3C3
0.2 - 0.5	medium	3A3, 3A5, 3B3, 3B5, 3C1
0.1 - 0.2	laag	3B2
<0.1	zeer laag	

Ook wat betreft de pH-metingen, de CEC, het SSG, de ontkalkingsdiepte en het gewicht van de LFH-horizonten lijkt er weinig verschil tussen de verschillende proefvlakken. De Kruskal-Wallis test toont geen significant verschil tussen de verschillende proefvlakken. Wat betreft de gemiddelde hoogteligging van de pq's zijn deze in proefvlak 3C het hoogst gelegen, in proefvlak 3B het laagst. De Kruskal-Wallis test toont hier een significant verschil (9.068, df = 2, p = 0.011) tussen de drie proefvlakken. Een significant verschil volgens de Kruskal-Wallis test treedt eveneens op voor de dikte van de A-horizont (6.842, df = 2, p = 0.033).

Tabel 6.18 : Weide, overzicht van de resultaten van de ANOVA - Kruskal-Wallis testen (3A1 tot 3A5, 3B1 tot 3B5, 3C1 tot 3C3).

parameter	OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	dikte A1	diepte ontkalking	SSG
ANOVA - F	<i>0.346¹</i>	<i>0.016</i>	<i>1.417</i>	<i>1.313</i>	<i>0.141</i>	<i>4.938</i>	<i>0.518</i>	1.427
vrijheidsgraden	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	2, 62
significantie	<i>0.716</i>	<i>0.984</i>	<i>0.287</i>	<i>0.312</i>	<i>0.871</i>	<i>0.032</i>	<i>0.611</i>	0.248
Kruskal-Wallis	0.422	0.026	1.961	1.880	0.484	6.842	1.747	<i>1.482</i>
vrijheidsgraden	2	2	2	2	2	2	2	<i>2</i>
significantie	0.810	0.987	0.375	0.391	0.785	0.033	0.417	<i>0.477</i>

parameter	hoogte	G LFH
ANOVA - F	<i>2.042</i>	1.530
vrijheidsgraden	<i>2, 46</i>	2, 36
significantie	<i>0.141</i>	0.230
Kruskal-Wallis	9.068	<i>2.472</i>
vrijheidsgraden	2	<i>2</i>
significantie	0.011	<i>0.291</i>

¹ : Statistische testen werden toegepast in de veronderstellingen dat de gegevens wel (ANOVA - F of T-test) of niet (Kruskal-Wallis of Mann-Whitney-U) normaal verdeeld waren; de resultaten van de meest geschikte test worden weergegeven in vet, de resultaten van de andere test worden dan aangegeven in schuin.

6.3 PROEFSITE DUINDOORNPAD : PROEFSITE 4

6.3.1 Proefsite 4 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 4A : niet maaien, niet begrazen

Proefvlak 4B : niet maaien, begrazen

Proefvlak 4C : maaien, niet begrazen

6.3.2 Proefsite 4 - Vergelijking alle horizonten

Alle chemische gegevens voor proefsite Duindoornpad worden voorgesteld in tabel 5.3.

Voor de parameters OM, N, C/N, pH H₂O, pH KCl en CEC werd paarsgewijs nagegaan of de populaties normaal verdeeld waren. Bij een niet normale verdeling werd de Spearman correlatiecoëfficiënt berekend, bij een normale verdeling zowel de Pearson en Spearman correlatiecoëfficiënt (tabellen 6.19 en 6.20).

Tabel 6.19 : Duindoornpad, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	CEC
OM	coëff n	1.000 59					
N	coëff n	0.989** 30	1.000 30				
pH H ₂ O	coëff n			1.000 59			
pH KCl	coëff n			0.991** 59	1.000 59		
CaCO ₃	coëff n			0.188 13	0.042 13	1.000 13	
CEC	coëff n	0.935** 30					1.000 30

Tabel 6.20 : Duindoornpad, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	CEC
OM	coëff n	1.000 59					
N	coëff n	0.985** 30	1.000 30				
pH H ₂ O	coëff n	-0.932** 59	-0.856** 30	1.000 59			
pH KCl	coëff n	-0.938** 59	-0.863** 30	0.966** 59	1.000 59		
CaCO ₃	coëff n	0.181 13		0.300 13	-0.065 13	1.000 13	
CEC	coëff n	0.966** 30	0.969** 30	-0.826** 30	-0.833** 30		1.000 30

De correlatiematrices tonen :

- een zeer sterke positieve correlatie tussen OM en N, tussen OM en CEC, tussen N en CEC en tussen beide pH-metingen;
- een zeer sterke negatieve correlatie tussen de twee pH-metingen enerzijds en OM, N en CEC anderzijds;
- tussen het CaCO₃-gehalte van de C-horizont en de pH-metingen en het OM zijn de correlaties te verwaarlozen.

6.3.3 Proefsite 4 - Vergelijking oppervlaktehorizonten

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten worden voorgesteld in tabel 6.21.

Tabel 6.21 : Duindoornpad, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.

parameter	eenheid	n ¹	min ¹	max ¹	gemiddelde	STD ¹	VC% ¹
OM	%	13	6.9	17.9	10.5	3.3	31
N	%	13	0.245	0.802	0.425	0.157	37
C/N		13	12.7	16.9	14.7	1.4	10
pH H ₂ O		13	4.6	6.6	5.7	0.6	10
pH KCl		13	3.9	5.9	5.0	0.7	13
CEC	cmol(+)/kg bodem	13	7.4	21.8	14.4	4.5	31
SSG	g/cm ³	50	0.268	1.048	0.678	0.219	32
dikte A	cm	13	4	18	13	4	31
diepte ontkalking	cm	13	4	14	10	3	34
gemiddelde absolute hoogte	m	53	5.200	6.920	5.911	0.394	7
gewicht LFH	g(60°C)/m ²	36	407	5383	1794	1152	64

¹ : min : minimum, max : maximum, STD : standaard deviatie, VC : variatie coëfficiënt.

De variabiliteit van de gegevens kan aangetoond worden aan de hand van de variatiecoëfficiënt. De hoogste variabiliteit werd gemeten bij de gewichten van de LFH-horizonten, de laagste bij de absolute hoogteligging van de pq's, de C/N-verhouding, en de pH-metingen.

Voor de oppervlaktehorizonten was enkel het gehalte aan OM niet normaal verdeeld. Voor alle parameters werden zowel de Pearson als de Spearman correlatiecoëfficiënt berekend, met uitzondering van OM waarvoor enkel de Spearman coëfficiënt (tabellen 6.22 en 6.23) werd berekend.

Tabel 6.22 : Duindoornpad, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid. hoogte	dikte A	diepte ontkalking	G LFH
OM	coëff n	1.000 13									
N	coëff n		1.000 13								
pH H ₂ O	coëff n		-0.436 13	1.000 13							
pH KCl	coëff n		-0.398 13	0.980** 13	1.000 13						
CEC	coëff n		0.788** 13	-0.284 13	-0.247 13	1.000 13					
SSG	coëff n		-0.382 10	0.432 10	0.523 10	-0.676* 10	1.000 10				
gemid. hoogte	coëff n		-0.157 13	0.058 13	0.085 13	-0.589* 13	0.532 10	1.000 13			
dikte A	coëff n		0.246 13	-0.506* 13	-0.501* 13	0.514* 13	-0.555* 10	-0.365 13	1.000 13		
diepte ontkalking	coëff n		0.418 13	-0.075 13	-0.186 13	0.636** 13	-0.766** 10	-0.743** 13	0.366 13	1.000 13	
G LFH	coëff n		-0.128 13	-0.255 13	-0.192 13	0.129 13	0.060 10	-0.402 13	0.272 13	-0.101 13	1.000 13

Tabel 6.23 : Duindoornpad, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid. hoogte	dikte A	diepte ontkalking	G LFH
OM	coëff n	1.000 13									
N	coëff n	0.907** 13	1.000 13								
pH H ₂ O	coëff n	-0.275 13	-0.267 13	1.000 13							
pH KCl	coëff n	-0.358 13	-0.272 13	0.970** 13	1.000 13						
CEC	coëff n	0.769** 13	0.819** 13	-0.154 13	-0.160 13	1.000 13					
SSG	coëff n	-0.523 10	-0.298 10	0.348 10	0.413 10	-0.571* 10	1.000 10				
gemid. hoogte	coëff n	-0.173 13	-0.187 13	0.061 13	0.063 13	-0.589* 13	0.530 10	1.000 13			
dikte A	coëff n	0.270 13	0.309 13	-0.484* 13	-0.481* 13	0.343 13	-0.409 10	-0.153 13	1.000 13		
diepte ontkalking	coëff n	0.416 13	0.324 13	-0.051 13	-0.158 13	0.684** 13	-0.786** 10	-0.724** 13	0.110 13	1.000 13	
G LFH	coëff n	-0.280 13	-0.060 13	-0.118 13	-0.011 13	0.137 13	0.219 10	-0.432 13	0.293 13	0.019 13	1.000 13

Bovenstaande correlatiematrix tonen volgende verbanden :

- een zeer sterke positieve correlatie tussen OM en N; tussen CEC en N; tussen de twee pH-metingen;
- een matig positieve correlatie tussen CEC en OM; tussen CEC en diepte ontkalking;
- een matig negatieve correlatie tussen SSG en CEC; tussen de dikte van de A-horizont en de pH-metingen; tussen de diepte van de ontkalking enerzijds en SSG en gemiddelde hoogte/ligging anderzijds;
- tussen het gewicht van de LFH-horizonten en de andere parameters is geen enkele significante correlatie aanwezig;
- tussen de twee pH-metingen en OM, N, CEC, SSG, gemiddelde hoogte/ligging, diepte van ontkalking zijn er slechts zeer zwakke correlaties;
- OM en N zijn eveneens zeer zwak gecorreleerd met SSG, gemiddelde hoogte/ligging, dikte van de A en diepte van ontkalking;
- de dikte van de A is zeer zwak gecorreleerd met CEC, SSG, gemiddelde hoogte/ligging en diepte van de ontkalking.

6.3.4 Proefsite 4 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak worden voorgesteld in tabel 6.24.

Tabel 6.24 : Duindoornpad, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.

Proefvlak		A			B			C		
Parameter	eenheid	n ¹	x ¹	STD ¹	n	x	STD	n	x	STD
OM	%	5	10.7	4.1	5	11.5	3.3	3	8.8	1.8
N	%	5	0.443	0.204	5	0.454	0.137	3	0.345	0.119
C/N		5	14	1	5	15	1	3	15	2
pH H ₂ O		5	5.9	0.7	5	5.5	0.7	3	5.9	0.4
pH KCl		5	5.1	0.7	5	4.9	0.8	3	5.2	0.5
CEC	cmol(+)/kg bodem	5	13.1	4.4	5	16.8	4.1	3	12.7	5.3
SSG	g/cm ³	25	0.722	0.152	25	0.633	0.266	-	-	-
dikte A	cm	5	11	5	5	13	4	3	15	1
diepte ontkalking	cm	5	9	3	5	9	4	3	10	2
gemiddelde absolute hoogte	m	20	6.011	0.400	21	5.770	0.445	12	5.994	0.186
gewicht LFH	g(60°C)/m ²	15	1813	1223	15	1991	1273	6	1250	306

¹ : n : aantal, x: gemiddelde, STD : standaard deviatie

Tabel 6.25 toont een onderverdeling van de proefvlakken naargelang het OM-gehalte : de meeste pq's hebben een medium-gehalte aan OM; enkel 4A4 heeft een hoog gehalte, 4C1 heeft een laag OM-gehalte. Gemiddeld heeft proefvlak 4C iets lagere waarden voor het OM.

Tabel 6.25 : Duindoornpad, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).

OM-gehalte (%)	klasse	pq
>34	zeer hoog	
17-34	hoog	4A4
7-17	medium	4A1, 4A2, 4A3, 4A5, 4B1, 4B2, 4B3, 4B4, 4B5, 4C2, 4C3
3-7	laag	4C1
<3	zeer laag	

Tabel 6.26 toont een onderverdeling van de proefvlakken naargelang het N-gehalte : de meeste pq's hebben een medium-gehalte aan N; enkel 4A4, 4B1 en 4B5 hebben een hoog gehalte. Deze drie pq's hebben dan ook het hoogste gehalte aan OM (zie correlatie vorige paragraaf). Gemiddeld heeft proefvlak 4C opnieuw lagere waarden voor het N.

Tabel 6.26 : Duindoornpad, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).

N-gehalte (%)	klasse	pq
>1.0	zeer hoog	
0.5 - 1.0	hoog	4A4, 4B1, 4B5
0.2 - 0.5	medium	4A1, 4A2, 4A3, 4A5, 4B2, 4B3, 4B4, 4C1, 4C2, 4C3
0.1 - 0.2	laag	
< 0.1	zeer laag	

De gemiddelde C/N-verhoudingen van de drie proefvlakken zijn ongeveer gelijk.

De pH-waarden van proefvlak 4A en 4C zijn quasi gelijk, proefvlak 4B heeft iets lagere waarden.

De CEC van proefvlak is iets hoger in proefvlak 4B vergeleken met proefvlak 4A en 4C; dit houdt verband met het hoger gehalte aan OM in proefvlak 4B.

Het SSG werd enkel proefvlak 4A en 4B gemeten, proefvlak 4B vertoont lagere waarden dan proefvlak 4A.

De dikte van de A-horizont is groter in proefvlak 4C, gevolgd door 4B en 4A. De diepte van de ontkalking volgt een omgekeerde trend waarbij proefvlak 4C het minst diep ontkalkt is en proefvlak 4A het meest.

Een geringe variabiliteit treedt op bij de hoogteliggingen van de pq's : de pq's van proefvlak 4A liggen iets hoger dan deze van 4C gevolgd door 4A.

Het gemiddelde gewicht van de LFH-horizonten in proefvlak 4A en 4B liggen zeer dicht bij elkaar. Dit van proefvlak 4C (maaïen) is beduidend lager : hier is reeds - na een periode van 2 jaar - de invloed van het maaibeheer met afvoer van het maaisel te zien.

Voor alle onderzochte parameters kunnen met de Kruskal-Wallis test (of met de Mann-Whitney U test voor SSG) geen significante verschillen tussen de verschillende proefvlakken aangetoond worden.

Tabel 6.27 : Duindoornpad, overzicht van de resultaten van de ANOVA - Kruskal-Wallis testen en de t-test - Mann Whitney U test (SSG) (4A1 tot 4A5, 4B1 tot 4B5, 4C1 tot 4C3).

parameter	OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	dikte AI	diepte ontkalking	GLFH	hoogte
ANOVA - F	<i>0.575¹</i>	<i>0.469</i>	<i>0.562</i>	<i>0.198</i>	<i>1.117</i>	<i>0.951</i>	<i>0.033</i>	0.884	2.378
vrijheidsgraden	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	<i>2, 10</i>	2, 33	2, 50
significantie	<i>0.580</i>	<i>0.638</i>	<i>0.587</i>	<i>0.823</i>	<i>0.365</i>	<i>0.419</i>	<i>0.967</i>	0.423	0.103
Kruskal-Wallis	0.563	1.134	0.793	0.207	1.829	1.880	0.036	<i>1.701</i>	<i>4.225</i>
vrijheidsgraden	2	2	2	2	2	2	2	<i>2</i>	<i>2</i>
significantie	0.755	0.567	0.673	0.902	0.401	0.391	0.982	<i>0.427</i>	<i>0.121</i>

parameter	SSG (proefvlakken 4A en 4B)
T-test - t	1.451
vrijheidsgraden	38.225
significantie	0.155
Mann-Whitney U - z	<i>-1.057</i>
vrijheidsgraden	
significantie	<i>0.290</i>

¹: Statistische testen werden toegepast in de veronderstellingen dat de gegevens wel (ANOVA - F of T-test) of niet (Kruskal-Wallis of Mann-Whitney-U) normaal verdeeld waren; de resultaten van de meest geschikte test worden weergegeven in vet, de resultaten van de andere test worden dan aangegeven in schuin.

6.4 PROEFSITE KERKEPANNE : PROEFSITE 5

6.4.1 Proefsite 5 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 5A : niet maaien, niet begrazen

Proefvlak 5B : niet maaien, begrazen

6.4.2 Proefsite 5 - Vergelijking alle horizonten

Alle chemische gegevens voor proefsite Kerkepanne worden voorgesteld in tabel 5.4.

Voor de parameters OM, N, C/N, pH H₂O, pH KCl en CEC werd paarsgewijs nagegaan of de populaties normaal verdeeld waren. Alle parameters, met uitzondering van pH H₂O, pH KCl en CaCO₃ (n=10) voldoen niet aan de voorwaarden voor normaliteit zodat hier enkel de matrix van de Spearman correlatiecoëfficiënt voorgesteld wordt (tabel 6.28).

Tabel 6.28 : Kerkepanne, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	CEC
OM	coëff n	1.000 46					
N	coëff n	0.994** 23	1.000 23				
pH H ₂ O	coëff n	-0.884** 46	-0.837** 23	1.000 46			
pH KCl	coëff n	-0.904** 46	-0.870** 23	0.978** 46	1.000 43		
CaCO ₃	coëff n	-0.843** 10		0.523 10	0.470 10	1.000 10	
CEC	coëff n	0.973** 21	0.978** 21	-0.755** 21	-0.792** 21		1.000 21

De correlatiematrix toont :

- een zeer sterke positieve correlatie tussen OM en N, tussen de twee pH-metingen, tussen CEC enerzijds en OM en N anderzijds;
- een zeer sterke negatieve correlatie tussen de twee pH-metingen enerzijds en OM en N anderzijds, tussen OM en CaCO₃;
- een matige negatieve correlatie tussen CEC en de twee pH-metingen;
- tussen het CaCO₃-gehalte van de C-horizont en de twee pH-metingen zijn de correlaties zwak.

6.4.3 Proefsite 5 - Vergelijking oppervlaktehorizonten

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten worden voorgesteld in tabel 6.29.

Tabel 6.29 : Kerkepanne, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.

parameter	eenheid	n ²	min ²	max ²	gemiddelde ²	STD ²	VC% ²
OM	%	10	1.7	13.2	6.9	3.9	57
N	%	10	0.065	0.540	0.268	0.148	55
C/N		10	12.0	17.5	14.7	1.7	12
pH H ₂ O		10	5.1	7.5	6.1	0.9	14
pH KCl		10	4.4	6.7	5.3	0.8	15
CEC	cmol(+)/kg bodem	10	2.2	16.4	7.5	4.0	53
SSG	g/cm ³	49	0.456	1.143	0.883	0.195	22
dikte A	cm	10	4	23	12	5	42
diepte ontkalking	cm	10	0	16	9	5	56
gemiddelde absolute hoogte	m	46	9.104	11.194	9.691	0.508	5

¹ : zonder pq 5A6, 5B6 en 5E1 - geen gegevens beschikbaar

² : min : minimum, max : maximum, STD : standaard deviatie, VC : variatie coëfficiënt

De variatie in de gegevens van de oppervlaktehorizonten wordt aangetoond door de variatiecoëfficiënt (VC). De parameters met geringe variabiliteit zijn de hoogteliggingen van de pq's, de C/N-verhouding en de twee pH-metingen. Hoge variabiliteit treedt op bij de OM-, N- en CEC-waarden en diepte van ontkalking.

Voor de parameters die niet normaal verdeeld zijn, werd de Spearman correlatiecoëfficiënt berekend, voor deze die wel normaal verdeeld zijn, werden Pearson en Spearman berekend (tabellen 6.30 en 6.31)

Tabel 6.30 : Kerkepanne, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid. hoogte	dikte A	diepte ont kalk
OM	coëff n	1.000 10								
N	coëff n	0.976* 10	1.000 10							
pH H ₂ O	coëff n	-0.926** 10	-0.901** 10	1.000 10						
pH KCl	coëff n	-0.899** 10	-0.872** 10	0.993** 10	1.000 10					
CEC	coëff n	0.917** 10	0.937** 10	-0.790** 10	-0.783** 10	1.000 10				
SSG	coëff n	-0.875** 10	-0.784** 10	0.850** 10	0.849** 10	-0.734** 10	1.000 10			
gemid. hoogte	coëff n	-0.587* 10	-0.523 10	0.664* 10	0.695* 10	-0.590* 10	0.565* 10	1.000 10		
dikte A	coëff n	0.555* 10	0.449 10	-0.518 10	-0.524 10	0.490 10	-0.784** 10	-0.551* 10	1.000 10	
diepte ont kalking	coëff n									1.000 13

Tabel 6.31 : Kerkepanne, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid. hoogte	dikte A	diepte ont kalk
OM	coëff n	1.000 10								
N	coëff n	0.973** 10	1.000 10							
pH H ₂ O	coëff n	-0.899** 10	-0.917** 10	1.000 10						
pH KCl	coëff n	-0.890** 10	-0.902** 10	0.985** 10	1.000 10					
CEC	coëff n	0.982** 10	0.960** 10	-0.847** 10	-0.823** 10	1.000 10				
SSG	coëff n	-0.863** 10	-0.818** 10	0.844** 10	0.884** 10	-0.790** 10	1.000 10			
gemid. hoogte	coëff n	-0.675* 10	-0.552* 10	0.520 10	0.591* 10	-0.590* 10	0.721** 10	1.000 10		
dikte A	coëff n	0.585* 10	0.522 10	-0.396 10	-0.500 10	0.498 10	-0.607* 10	-0.755** 10	1.000 10	
diepte ont kalking	coëff n	0.674* 10	0.563* 10	-0.590* 10	-0.639* 10	0.602* 10	-0.750** 10	0.800** 10	0.620* 10	1.000 10

Bovenstaande matrices tonen volgende correlaties :

- een zeer sterke positieve correlatie : tussen OM en N; tussen de twee pH-metingen; tussen CEC enerzijds en OM en N anderzijds; tussen SSG en de twee pH-metingen;
- een matige positieve correlatie : tussen gemiddelde hoogteligging en pH KCl; tussen dikte van de A en OM; tussen diepte van de ont kalking enerzijds en OM, N, CEC, gemiddelde hoogteligging en dikte van de A-horizont anderzijds;
- een zeer sterke negatieve correlatie : tussen de twee pH-metingen en OM en N; tussen de twee pH-metingen en CEC; tussen SSG enerzijds en OM en N anderzijds;

- een matige negatieve correlatie : tussen het SSG en CEC; tussen de gemiddelde hoogteligging enerzijds en OM, N, CEC, dikte van de A-horizont en SSG anderzijds; tussen de dikte van de A-horizont en de gemiddelde hoogteligging; tussen de diepte van de ontkalking enerzijds en de twee pH-metingen en SSG anderzijds;
- tussen de dikte van de A-horizont en N, pH H₂O, pH KCl en CEC is de correlatie niet significant.

6.4.4 Proefsite 5 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak worden voorgesteld in tabel 6.32.

Tabel 6.32 : Kerkepanne, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.

Proefvlak			A			B		
Parameter	eenheid	n ¹	x ¹	STD ¹	n	x	STD	
OM	%	5	5.0	3.6	5	8.7	3.6	
N	%	5	0.199	0.118	5	0.337	0.152	
C/N		5	14	2	5	15	2	
pH H ₂ O		5	6.5	0.9	5	5.6	0.6	
pH KCl		5	5.8	0.8	5	4.9	0.5	
CEC	cmol(+)/kg bodem	5	5.4	2.7	5	9.5	4.2	
SSG	g/cm ³	25	0.963	0.159	24	0.801	0.198	
dikte A	cm	5	10	4	5	13	6	
diepte ontkalking	cm	5	7	5	5	11	3	
gemiddelde absolute hoogte	m	20	9.886	0.633	26	9.541	0.331	

¹ : n : aantal, x : gemiddelde, STD : standaard deviatie

Het OM-gehalte varieert tussen 1.7 en 13.2%. Tabel 6.33 toont een onderverdeling van de proefvlakken volgens hun OM-gehalte. De meeste pq's hebben een medium of laag gehalte aan OM, enkel 5A5 heeft een zeer laag gehalte. Het OM-gehalte ligt duidelijk hoger in proefvlak 5B dan in 5A, statistisch gezien is het verschil echter niet groot genoeg om significant te zijn.

Tabel 6.33 : Kerkepanne, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).

OM-gehalte (%)	klasse	pq
>34	zeer hoog	
17-34	hoog	
7-17	medium	5A1, 5B1, 5B4, 5B5
3-7	laag	5A2, 5A3, 5A4, 5B2, 5B3
<3	zeer laag	5A5

Tabel 6.34 toont een onderverdeling van de proefvlakken volgens hun N-gehalte. De meeste pq's hebben een medium of laag gehalte aan OM, uitzonderingen zijn 5B4 met een hoog gehalte en 5A5 met een zeer laag gehalte. Vermits OM en N zeer goed met elkaar gecorreleerd zijn, is ook het N-gehalte in proefvlak 5B duidelijk hoger dan in proefvlak 5A, maar ook hier is er statistisch geen significant verschil.

Tabel 6.34 : Kerkepanne, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).

N-gehalte (%)	klasse	pq
>1.0	zeer hoog	
0.5 - 1.0	hoog	5B4
0.2 - 0.5	medium	5A1, 5A4, 5B1, 5B2, 5B5
0.1 - 0.2	laag	5A2, 5A3, 5B3
<0.1	zeer laag	5A5

De pH-waarden (H₂O) liggen tussen 5.1 en 7.5, de pH-waarden (KCl) variëren tussen 4.4 en 6.7. Proefvlak 5B heeft duidelijke lagere pH-waarden dan proefvlak 5A, maar statistisch kan er geen significant verschil aangetoond worden.

De CEC wordt in grote mate bepaald door het OM-gehalte. Vermits proefvlak 5B een duidelijk hoger OM-gehalte heeft dan proefvlak 5A, is ook de CEC van proefvlak 5B hoger dan in proefvlak 5A. Ook hier is er echter geen significant verschil tussen beide proefvlakken.

De mini-profielen in proefvlak 5B vertonen een dikkere A-horizont, het profiel is eveneens dieper ontkaakt. Wat betreft de dikte van de A-horizont en de diepte van de ontkaaking kan er echter geen significant verschil aangetoond worden tussen beide proefvlakken.

Het SSG van de oppervlaktehorizonten in proefvlak 5A is duidelijk hoger dan in proefvlak 5B wat binnen de verwachting ligt vermits proefvlak 5A een lager OM-gehalte vertoont. De T-test toont hier wel een significant verschil aan tussen beide proefvlakken.

Ook de hoogteligging van de pq's vertonen statistisch een significant verschil waarbij proefvlak 5A duidelijk hoger ligt dan proefvlak 5B.

Tabel 6.35 : Kerkepanne, overzicht van de resultaten van de T-Test - Mann-Whitney U test (5A1 tot 5A5, 5B1 tot 5B5).

parameter	OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	dikte A	diepte ontkaaking	SSG	hoogte
T-test - t	-1.616¹	-1.602	2.020	2.137	-1.857	-1.189	-1.217	3.164	2.217
vrijheidsgraden	8	8	8	8	8	8	8	47	26.931
significantie	0.145	0.148	0.078	0.065	0.100	0.269	0.258	0.003	0.035
Mann-Whitney U - z	<i>-1.467</i>	<i>-1.358</i>	<i>-1.792</i>	<i>-1.892</i>	<i>-1.467</i>	<i>-0.740</i>	-1.078	<i>-2.920</i>	<i>-1.795</i>
vrijheidsgraden									
significantie	<i>0.142</i>	<i>0.175</i>	<i>0.073</i>	<i>0.059</i>	<i>0.142</i>	<i>0.459</i>	0.281	<i>0.003</i>	<i>0.073</i>

¹: Statistische testen werden toegepast in de veronderstellingen dat de gegevens wel (ANOVA - F of T-test) of niet (Kruskal-Wallis of Mann-Whitney-U) normaal verdeeld waren; de resultaten van de meest geschikte test worden weergegeven in vet, de resultaten van de andere test worden dan aangegeven in schuin.

6.5 PROEFSITE GREENPARK : PROEFSITE 6

6.5.1 Proefsite 6 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 6A : niet maaien, niet begrazen, referentie

Proefvlak 6B : niet maaien, begrazen

6.5.2 Proefsite 6 - Vergelijking alle horizonten

Alle chemische gegevens voor proefsite Greenpark worden voorgesteld in tabel 5.5.

Voor de parameters OM, N, C/N, pH H₂O, pH KCl en CEC werd paarsgewijs nagegaan of de populaties normaal verdeeld waren. Bij een normale verdeling werden beide correlatiecoëfficiënten, Pearson en Spearman berekend, bij een niet normale verdeling enkel de Spearman correlatiecoëfficiënt.

Tabel 6.36 : Greenpark, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	CEC
OM	coëff n	1.000 59					
N	coëff n	0.966** 20	1.000 20				
pH H ₂ O	coëff n			1.000 59			
pH KCl	coëff n				1.000 59		
CaCO ₃	coëff n			0.504 10	0.446 10	1.000 10	
CEC	coëff n						1.000 20

Tabel 6.37 : Greenpark, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	CEC
OM	coëff n	1.000 59					
N	coëff n	0.983** 20	1.000 20				
pH H ₂ O	coëff n	-0.864** 59	-0.674** 20	1.000 59			
pH KCl	coëff n	-0.887** 59	-0.582** 20	0.981** 59	1.000 59		
CaCO ₃	coëff n	0.434 10		0.390 10	0.440 10	1.000 10	
CEC	coëff n	0.944** 20	0.937** 20	-0.684** 20	-0.620** 20		1.000 20

De twee correlatiematrices tonen de volgende verbanden :

- een zeer sterke positieve correlatie tussen OM en N; tussen de twee pH-metingen; tussen CEC enerzijds en OM en N anderzijds;
- een zeer sterke negatieve correlatie tussen de twee pH-metingen en OM;
- een matige negatieve correlatie tussen de twee pH-metingen enerzijds en N en CEC anderzijds;
- tussen het CaCO₃-gehalte van de C-horizont en het OM en de twee pH-metingen is de correlatie niet significant.

6.5.3 Proefsite 6 - Vergelijking oppervlaktehorizonten

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten worden voorgesteld in tabel 6.38.

Tabel 6.38 : Greenpark, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.

parameter	eenheid	n ¹	min ¹	max ¹	gemiddelde	STD ¹	VC% ¹
OM	%	10	5.2	18.8	10.0	4.3	43
N	%	10	0.196	0.707	0.424	0.175	41
C/N		10	10	17	14	2	14
pH H ₂ O		10	4.2	5.7	4.7	0.5	12
pH KCl		10	3.2	4.7	3.8	0.6	15
CEC	cmol(+)/kg bodem	10	7.8	22.3	12.5	5.6	45
SSG	g/cm ³	50	0.310	1.106	0.669	0.192	29
dikte A	cm	10	7	27	17	6	35
diepte ontkalking	cm	10	5	21	14	6	43
gemiddelde absolute hoogte	m	39	8.760	9.387	9.042	0.167	2

¹ : min : minimum, max : maximum, STD : standaard deviatie, VC : variatie coëfficiënt

De grootste variabiliteit van de gegevens voor de oppervlaktehorizonten zoals weergegeven door de variatie coëfficiënt (VC) ligt bij het OM-gehalte, het N-gehalte, CEC en diepte van ontkalking; de laagste variabiliteit wordt aangetroffen bij de hoogteligging van de pq's, de pH-metingen en de C/N-verhouding.

Voor de parameters die niet normaal verdeeld zijn, werd de Spearman correlatiecoëfficiënt berekend, voor deze die wel normaal verdeeld zijn, werden zowel Pearson en Spearman berekend (tabel 6.39 en 6.40).

Tabel 6.39 : Greenpark, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid. hoogte	dikte A	diepte ontkalk
OM	coëff n	1.000 10								
N	coëff n	0.925** 10	1.000 10							
pH H ₂ O	coëff n	-0.327 10	-0.385 10	1.000 10						
pH KCl	coëff n	-0.254 10	-0.333 10	0.969** 10	1.000 10					
CEC	coëff n					1.000 10				
SSG	coëff n	0.235 10	0.365 10	0.030 10	0.174 10		1.000 10			
gemid. hoogte	coëff n	0.214 10	0.168 10	-0.033 10	0.020 10		0.048 10	1.000 10		
dikte A	coëff n	-0.107 10	-0.332 10	0.566* 10	0.480 10		-0.474 10	-0.279 10	1.000 10	
diepte ontkalking	coëff n	0.420 10	0.178 10	-0.454 10	-0.494 10		-0.635* 10	-0.046 10	0.372 10	1.000 10

Tabel 6.40 : Greenpark, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid. hoogte	dikte A	diepte ont kalk
OM	coëff n	1.000 10								
N	coëff n	0.960** 10	1.000 10							
pH H ₂ O	coëff n	-0.448 10	-0.363 10	1.000 10						
pH KCl	coëff n	-0.287 10	-0.255 10	0.852** 10	1.000 10					
CEC	coëff n	0.821** 10	0.770** 10	-0.529 10	-0.505 10	1.000 10				
SSG	coëff n	0.466 10	0.492 10	-0.049 10	0.204 10	0.134 10	1.000 10			
gemid. hoogte	coëff n	0.085 10	0.115 10	0.000 10	0.225 10	0.261 10	0.043 10	1.000 10		
dikte A	coëff n	-0.187 10	-0.226 10	0.378 10	0.260 10	-0.177 10	-0.636* 10	-0.232 10	1.000 10	
diepte ont kalking	coëff n	0.148 10	0.012 10	-0.269 10	-0.361 10	0.363 10	-0.639* 10	0.055 10	0.620* 10	1.000 10

Volgens de twee bovenstaande correlatiematrices komt men tot volgende significante correlaties :

- zeer sterke positieve correlaties : tussen OM en N; tussen de twee pH-metingen; tussen CEC en OM;
- matig positieve correlatie : tussen CEC en N; tussen de dikte van de A-horizont enerzijds en de ont kalkingsdiepte en pH H₂O anderzijds;
- matig negatieve correlatie : tussen de dikte van de A-horizont en het SSG; tussen de ont kalking en het SSG.

Niet significante correlaties treden op tussen de twee pH-metingen en de andere parameters OM, N, CEC, SSG, gemiddelde hoogteligging, dikte van de A en diepte van de ont kalking, tussen SSG en OM, N en CEC, tussen gemiddelde hoogteligging en de andere parameters, tussen dikte van de A en diepte van de ont kalking enerzijds en OM, N, CEC en gemiddelde hoogteligging anderzijds.

6.5.4 Proefsite 6 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak worden voorgesteld in tabel 6.41.

Tabel 6.41 : Greenpark, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak.

Proefvlak		A			B		
Parameter	eenheid	n	x	STD	n	x	STD
OM	%	5	9.6	5.5	5	10.3	3.3
N	%	5	0.390	0.213	5	0.462	0.153
C/N		5	14	2	5	13	2
pH H ₂ O		5	5.1	0.6	5	4.3	0.1
pH KCl		5	4.2	0.6	5	3.4	0.2
CEC	cmol(+)/kg bodem	5	11.6	6.1	5	13.4	5.6
SSG	g/cm ³	25	0.635	0.206	25	0.702	0.174
dikte A	cm	5	20	4	5	13	6
diepte ont kalking	cm	5	13	7	5	14	5
gemiddelde absolute hoogte	m	18	9.029	0.148	20	9.055	0.186

¹ : n : aantal, x: gemiddelde, STD : standaard deviatie

Het gehalte aan OM varieert tussen 5.2 en 18.8%. Tabel 6.42 toont een onderverdeling van de pq's in klassen naargelang hun OM-gehalte. De meeste pq's hebben een laag tot medium gehalte, enkel 6A4 heeft een hoog OM-gehalte. Het OM-gehalte ligt in proefvlak 6B iets hoger dan in proefvlak 6A maar vertoont geen statistisch verschil.

Tabel 6.42 : Greenpark, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).

OM-gehalte (%)	klasse	pq
>34	zeer hoog	
17-34	hoog	6A4
7-17	medium	6A1, 6A3, 6B2, 6B3, 6B4, 6B5
3-7	laag	6A2, 6A5, 6B1
<3	zeer laag	

Volgens onderstaande tabel (6.43) vertonen pq 6A4, 6B4 en 6B5 hoge gehalten aan N, de andere pq's hebben een medium tot laag N-gehalte. Het N-gehalte is sterk gecorreleerd met het OM-gehalte zodat het N-gehalte in proefvlak 6B hoger ligt dan in proefvlak 6A maar statistisch kan er geen significant verschil aangetoond worden.

Tabel 6.43 : Greenpark, onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).

N-gehalte (%)	klasse	pq
>1.0	zeer hoog	
0.5 - 1.0	hoog	6A4, 6B4, 6B5
0.2 - 0.5	medium	6A1, 6A3, 6A5, 6B1, 6B2, 6B3
0.1 - 0.2	laag	6A2,
< 0.1	zeer laag	

De CEC is eveneens sterk gecorreleerd met het OM-gehalte, de CEC is dus terug iets hoger in proefvlak 6B dan in proefvlak 6A. Opnieuw kan er geen significant verschil aangetoond worden tussen beide proefvlakken.

Opvallend is dat zowel de pH H₂O en pH KCl van de oppervlaktehorizonten in beide proefvlakken laag ligt waarbij de waarden van proefvlak 6B de laagste zijn. Volgens de T-test zijn de pH-waarden van proefvlak 6B significant lager dan deze van proefvlak 6A. Waarschijnlijk houdt dit verband met de hogere OM-waarden wat leidt tot een hogere productie van humuszuren.

De andere onderzochte parameters zoals de dikte van de A-horizont, de diepte van de ontkalking, het SSG van de oppervlaktehorizonten en de hoogteligging van de pq's vertonen geen significant verschil tussen beide proefvlakken.

Tabel 6.44 : Greenpark, overzicht van de resultaten van de T-test - Mann-Whitney U test (6A1 tot 6A5, 6B1 tot 6B5).

parameter	OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	dikte A	diepte ontkalking	SSG	hoogte
T-test - t	-0.217¹	-0.614	2.919	3.019	-0.486	2.222	-0.211	-1.235	-0.482
vrijheidsgraden	8	8	8	8	8	8	8	48	37
significantie	0.833	0.556	0.019	0.017	0.640	0.057	0.838	0.223	0.633
Mann-Whitney U - z	-0.629	-0.731	-1.803	-1.781	-0.522	-1.786	-0.106	-1.552	-0.225
vrijheidsgraden									
significantie	0.630	0.465	0.071	0.075	0.602	0.074	0.916	<i>0.121</i>	<i>0.835</i>

¹ : Statistische testen werden toegepast in de veronderstellingen dat de gegevens wel (ANOVA - F of T-test) of niet (Kruskal-Wallis of Mann-Whitney-U) normaal verdeeld waren; de resultaten van de meest geschikte test worden weergegeven in vet, de resultaten van de andere test worden dan aangegeven in schuin.

6.6 PROEFSITE PARNASSIAPANNE : PROEFSITE 7

6.6.1 Proefsite 7 - Beheersmaatregelen

Proefvlak 7A : niet ontginnen, niet maaien, niet begrazen

Proefvlak 7B : ontginnen, maaien, begrazen

Proefvlak 7C : gedeeltelijk ontginnen (deel is reeds ontgonnen sedert ca 1980), maaien, niet begrazen

Proefvlak 7D : niet ontginnen, niet maaien, begrazen

6.6.2 Proefsite 7 - Vergelijking alle horizonten

Alle chemische gegevens voor proefsite Parnassiapanne worden voorgesteld in tabel 5.6.

Voor de parameters OM, N, C/N, pH H₂O, pH KCl en CEC werd paarsgewijs nagegaan of de populaties normaal verdeeld waren. De verdeling van alle parameters wijkt sterk af van de normale verdeling zodat enkel de Spearman correlatiecoëfficiënt hieronder voorgesteld wordt (tabel 6.45).

Tabel 6.45 : Parnassiapanne, correlatiematrix voor alle horizonten volgens Spearman.

Spearman		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	P ₂ O ₅ beschikbaar	P ₂ O ₅ inorg	P ₂ O ₅ org	P ₂ O ₅ totaal	CEC
OM	coëff n	1.000 121									
N	coëff n	0.965** 71	1.000 71								
pH H ₂ O	coëff n	-0.801** 121	-0.869** 71	1.000 121							
pH KCl	coëff n	-0.844** 121	-0.868** 71	0.904** 121	1.000 121						
CaCO ₃	coëff n	-0.051 43	-0.637** 20	0.294* 43	0.337* 43	1.000 43					
P ₂ O ₅ beschikbaar	coëff n	0.258 27	0.107 27	-0.079 27	-0.037 27	-0.500 3	1.000 27				
P ₂ O ₅ inorg	coëff n	0.367** 63	0.464** 62	-0.410 63	-0.405** 63	-0.002 18	0.280 26	1.000 63			
P ₂ O ₅ org	coëff n	0.734** 63	0.817** 62	-0.787** 63	-0.780 63	-0.616** 18	0.155 26	0.488** 63	1.000 63		
P ₂ O ₅ totaal	coëff n	0.642** 63	0.758** 62	-0.710** 63	-0.707** 63	-0.415* 18	0.359* 26	0.824** 63	0.817** 63	1.000 63	
CEC	coëff n	0.898** 54	0.938** 31	-0.796** 54	-0.880** 54	-0.180 43	0.260 14	0.402* 28	0.853** 28	0.784** 28	1.000 54

Bovenstaande correlatiematrix toont een :

- sterke positieve correlatie tussen het OM- en N-gehalte, tussen de twee pH-metingen, tussen P₂O₅ org en N, tussen P₂O₅ totaal enerzijds en P₂O₅ inorg en P₂O₅ org anderzijds, tussen CEC enerzijds en OM, N, P₂O₅ org anderzijds;
- matig sterke correlatie tussen P₂O₅ inorg enerzijds en OM, N, P₂O₅ org anderzijds; tussen P₂O₅ org en OM; tussen P₂O₅ totaal enerzijds en OM, N en CEC anderzijds;
- sterke negatieve correlatie tussen pH H₂O en pH KCl enerzijds en OM, N anderzijds, Tussen CEC en pH KCl;
- matig sterke negatieve correlatie tussen CaCO₃ en N, tussen P₂O₅ inorg en de twee pH-metingen, tussen P₂O₅ org en de twee pH-metingen, tussen P₂O₅ org en CaCO₃, tussen P₂O₅ totaal en pH H₂O, pH KCl, CaCO₃ en P₂O₅ beschikbaar, tussen CEC en pH H₂O
- opvallend is de afwezigheid van een correlatie van betekenis tussen beschikbaar P₂O₅ en de andere parameters (met uitzondering van P₂O₅ org en P₂O₅ beschikbaar);
- niet significante correlaties treden op tussen OM en CaCO₃, tussen P₂O₅ inorg enerzijds en CaCO₃, beschikbaar P₂O₅ anderzijds, tussen CEC enerzijds en CaCO₃, beschikbaar P₂O₅ anderzijds.

6.6.3 Proefsite 7 - Vergelijking oppervlaktehorizonten

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten worden voorgesteld in tabel 6.46.

Tabel 6.46 : Parnassiapanne, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten.

parameter	eenheid	n ¹	min ¹	max ¹	gemiddelde	STD ¹	VC% ¹
OM	%	21	7.8	42.1	28.3	8.0	28
N	%	21	0.383	1.436	0.966	0.253	26
C/N		21	12	34	17	5	28
pH H ₂ O		21	5.7	7.3	6.5	0.5	8
pH KCl		21	5.0	7.0	6.0	0.6	10
CEC	cmol(+)/kg bodem	10	19.3	58.3	44.5	12.1	27
SSG	g/cm ³	105	0.173	0.955	0.463	0.176	38
dikte A	cm	21	4	8	6	1	17
diepte ontkalking	cm	21	0	8	5	2	40
gemiddelde absolute hoogte	m	80	5.025	5.615	5.241	0.111	2
gewicht LFH	g(60°C)/m ²	64	0	14030	3217	3087	96
P ₂ O ₅ beschikb	ppm	20	63	675	125	131	105
P ₂ O ₅ inorg	ppm	20	89	428	237	77	33
P ₂ O ₅ org	ppm	20	233	1105	720	204	28
P ₂ O ₅ totaal	ppm	20	322	1321	957	232	24

¹ : min : minimum, max : maximum, STD : standaard deviatie, VC : variatie coëfficiënt

Beschikbaar P₂O₅ en het gewicht van de LFH-horizonten tonen een hoge graad van variabiliteit zoals aangetoond door de variatie coëfficiënt (VC%). pH H₂O, pH KCl en de gemiddelde hoogteligging van de pq's vertonen in geringe mate variabiliteit.

Wat betreft de oppervlaktehorizonten vertonen alle parameters een normale verdeling met uitzondering van de ontkalkingsdiepte die de normale verdeling sterk benaderd en van de forsformetingen. Hieronder wordt dan ook de correlatiematrix met de Pearson correlatiecoëfficiënten voorgesteld (tabel 6.47).

Tabel 6.47 : Pamassiapanne, correlatiematrix voor de oppervlaktehorizonten volgens Pearson.

Pearson		OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG	gemid hoogte	dikte A	diepte ontkalking	G LFH ¹	P ₂ O ₅ beschik b	P ₂ O ₅ inorg	P ₂ O ₅ org	P ₂ O ₅ totaal
OM	coëff n	1.000 21													
N	coëff n	0.632** 21	1.000 21												
pH H ₂ O	coëff n	-0.142 21	-0.066 21	1.000 21											
pH KCl	coëff n	-0.167 21	-0.104 21	0.989** 21	1.000 21										
CEC	coëff n	0.661* 10	0.818** 10	-0.434 10	-0.435 10	1.000 10									
SSG	coëff n	-0.396* 21	-0.408* 21	0.228 21	0.271 21	-0.189 10	1.000 21								
gemid. hoogte	coëff n	-0.197 21	-0.256 21	0.240 21	0.288 21	-0.533 10	0.227 21	1.000 21							
dikte A	coëff n	-0.146 21	-0.099 21	0.167 21	0.186 21	-0.020 10	0.237 21	0.007 21	1.000 21						
diepte ontkalking	coëff n	0.473* 21	0.420* 21	-0.247 21	-0.303 21	0.667* 10	-0.183 21	-0.098 21	0.249 21	1.000 21					
G LFH ¹	coëff n	0.353 16	0.670** 16	-0.111 16	-0.186 16	0.349 7	-0.118 16	-0.226 16	-0.001 16	0.353 16	1.000 31				
P ₂ O ₅ beschikb	coëff n	0.069 20	0.204 20	0.012 20	0.033 20	0.446 10	0.176 20	0.125 20	-0.004 20	-0.057 20	0.014 15	1.000 20			
P ₂ O ₅ inorg	coëff n	0.276 20	0.334 20	0.144 20	0.169 20	0.373 9	-0.315 20	-0.127 20	0.179 20	0.029 20	0.114 16	0.063 19	1.000 20		
P ₂ O ₅ org	coëff n	0.728** 20	0.723** 20	-0.222 20	-0.272 20	0.860** 9	-0.382* 20	-0.448* 20	-0.054 20	0.566** 20	0.641** 16	0.214 19	0.194 20	1.000 20	
P ₂ O ₅ totaal	coëff n	0.733** 20	0.748** 20	-0.148 20	-0.183 20	0.875** 9	-0.441* 20	-0.437* 20	0.013 20	0.507* 20	0.601** 16	0.201 19	0.504* 20	0.945** 20	1.000 20

¹: bij het berekenen van de correlatiecoëfficiënten met G LFH, werden de waarden van proefsite 7B niet in beschouwing genomen vermits de LFH-horizonten in dit proefvlak bestonden uit bijeengeharkt haksel

Bovenstaande correlatiematrix toont :

- sterke positieve correlatie tussen de twee pH-metingen, tussen CEC en N, tussen CEC en P_2O_5 org, P_2O_5 totaal, tussen P_2O_5 org en P_2O_5 totaal;
- matig sterke positieve correlatie tussen OM en N, CEC, tussen ontkalking enerzijds en OM, N, CEC, P_2O_5 org, P_2O_5 totaal anderzijds, tussen het gewicht van de LFH-horizonten en N, P_2O_5 org, P_2O_5 totaal, tussen organische en totale P_2O_5 enerzijds en OM en N anderzijds, tussen P_2O_5 inorg en P_2O_5 totaal;
- matig sterke negatieve correlaties tussen OM en SSG, tussen N en SSG, P_2O_5 org en P_2O_5 totaal enerzijds en SSG, gemiddelde hoogteligging anderzijds;
- tussen de twee pH-metingen en de andere parameters treden slechts zeer zwakke niet significante correlaties op;
- tussen het beschikbaar P_2O_5 en P_2O_5 inorg en de meeste andere parameters treden slechts zeer zwakke niet significante correlaties op; hetzelfde geldt voor de dikte van de A-horizont.

6.6.4 Proefsite 7 - Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak worden voorgesteld in tabel 6.48.

Tabel 6.48 : Parnassiapanne, statistische parameters voor de oppervlaktehorizonten per proefvlak

Proefvlak		A			B			C			D		
Parameter	eenheid	n	x	STD	n	x	STD	n	x	STD	n	x	STD
OM	%	5	30.3	7.7	5	31.2	5.7	6	29.4	7.4	5	22.1	9.8
N	%	5	0.920	0.204	5	1.061	0.265	6	0.964	0.234	5	0.924	0.349
C/N		5	20	8	5	18	3	6	18	3	5	14	2
pH H ₂ O		5	6.6	0.5	5	6.1	0.3	6	6.6	0.5	5	6.6	0.6
pH KCl		5	6.2	0.6	5	5.6	0.4	6	6.2	0.7	5	6.1	0.7
CEC	cmol(+)/kg bodem	2	44.3	11.6	3	54.8	5.0	3	44.7	8.6	2	29.2	13.9
SSG	g/cm ³	25	0.478	0.200	25	0.428	0.176	30	0.477	0.166	25	0.466	0.169
dikte A	cm	5	6	2	5	6	1	6	6	1	5	6	1
diepte ontkalking	cm	5	6	2	5	6	1	6	5	2	5	4	3
gemiddelde absolute hoogte	m	28	5.325	0.122	11	5.217	0.080	21	5.146	0.030	20	5.235	0.072
gewicht LFH	g(60°C)/m ²	15	2298	1791	16	2843	3233	18	2934	3477	15	4872	3115
P_2O_5 beschikbaar	ppm	5	105	30	5	207	262	5	105	12	5	81	16
P_2O_5 inorg	ppm	5	217	36	4	255	30	6	239	104	5	240	110
P_2O_5 org	ppm	5	633	92	4	866	183	6	739	219	5	668	264
P_2O_5 totaal	ppm	5	851	101	4	1120	197	6	978	165	5	908	370

Het OM-gehalte varieert tussen 7.8 en 42.1 %. Zoals wordt aangetoond in tabel 6.49 is het OM-gehalte in de meeste pq's hoog, een vijftal pq's hebben een zeer hoog gehalte en kunnen als organische horizonten beschouwd worden. Enkel pq 7D4 heeft een medium gehalte aan OM.

Tabel 6.49 : Parnassiapanne, Onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het OM-gehalte (Landon, 1991).

OM-gehalte (%)	klasse	pq
>34	zeer hoog	7A4, 7B1, 7B3, 7C3, 7C4
17-34	hoog	7A1, 7A2, 7A3, 7A5, 7B2, 7B4, 7B5, 7C1, 7C2, 7C5, 7C6, 7D1, 7D2, 7D3, 7D5
7-17	medium	7D4
3-7	laag	
<3	zeer laag	

Het N-gehalte ligt tussen 0.383 en 1.436%. In alle pq's met uitzondering van 7D4 is het N-gehalte hoog tot zeer hoog.

Tabel 6.50 : Parnassiapanne, Onderverdeling van de pq's, gesteund op de oppervlaktehorizonten naargelang het N-gehalte (Landon, 1991).

N-gehalte (%)	klasse	pq
>1.0	zeer hoog	7A1, 7A2, 7A5, 7B1, 7B5, 7C3, 7C5, 7C6, 7D2, 7D3
0.5 - 1.0	hoog	7A3, 7A4, 7B2, 7B3, 7B4, 7C1, 7C2, 7C4, 7D1, 7D5
0.2 - 0.5	medium	7D4
0.1 - 0.2	laag	
< 0.1	zeer laag	

De C/N-verhoudingen zijn het laagst in 7D, het hoogst in 7A.

De CEC wordt bepaald door het OM-gehalte, de laagste CEC waarden komen dan ook overeen met de laagste OM-waarden (7D), de hoogste CEC met de hoogste OM (7B). Lagere SSG-waarden kunnen verwacht worden bij hogere OM-waarden. Deze trend is veel zwakker ontwikkeld. De hoogste SSG-waarden (7A en 7C) komen niet overeen met de laagste OM-waarden (7D).

De dikte van de oppervlaktehorizonten is zeer homogeen over de verschillende proefvlakken. Gezien het hoge OM-gehalte kunnen de oppervlaktehorizonten als organische horizonten of als een minerale horizonten zeer rijk aan organisch materiaal beschouwd worden. Ook de diepte van de ontkalking vertoont weinig verschil tussen de verschillende proefvlakken. Hetzelfde geldt voor de pH-metingen, waarbij de oppervlaktehorizonten van 7A, 7C en 7D licht zure pH-waarden (6.6) hebben, 7B is iets zuurder met een gemiddelde pH van 6.1.

Het gewicht van de LFH-horizonten vertoont een hoge variabiliteit. De hoogste waarden werden teruggevonden in 7D, de laagste in 7A. In 7C werd het humusprofiel gekenmerkt door een dikke wortelmat wat leidt tot de relatief hoge waarden. Proefvlak 7B werd gekenmerkt door los haksel dat op het moment van de bemonstering was blijven liggen en dat ook in een later stadium niet meer verwijderd werd.

Aan de hand van ANOVA - Kruskal-Wallis testen werd per parameter nagegaan of er significante verschillen optreden tussen de verschillende proefvlakken (tabel 6.51).

Wat betreft het OM- en N-gehalte, pH H₂O, pH KCl, CEC, dikte A, SSG, ontkalkingsdiepte en de P₂O₅-metingen werd er geen significant verschil gevonden tussen de verschillende proefvlakken. De hoogteligging van de pq's is wel significant verschillend tussen de proefvlakken 7A, 7B, 7C en 7D. 7A is het hoogst gelegen gevolgd door 7D, 7B en 7C.

Het gewicht van de LFH-horizonten is volgens de Kruskal-Wallis test significant van elkaar verschillend.

Tabel 6.51 : Parnassiapanne, Overzicht van de resultaten van de ANOVA - Kruskal-Wallis testen (7A1 tot 7A5, 7B1 tot 7B5, 7C1 tot 7C6, 7D1 tot 7D5).

parameter	OM	N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	dikte A	diepte ontkalking	SSG	hoogte
ANOVA - F	1.435¹	0.302	1.551	1.225		0.350	1.020	0.438	17.207
vrijheidsgraden	3, 17	3, 17	3, 17	3, 17		3, 17	3, 17	3, 101	3, 76
significantie	0.267	0.824	0.238	0.331		0.790	0.408	0.727	0.000
Kruskal-Wallis	<i>3.043</i>	<i>0.578</i>	<i>4.574</i>	<i>3.488</i>	5.561	<i>1.066</i>	<i>2.268</i>	<i>1.355</i>	35.056
vrijheidsgraden	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	3	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	3
significantie	<i>0.385</i>	<i>0.901</i>	<i>0.206</i>	<i>0.322</i>	0.135	<i>0.785</i>	<i>0.518</i>	<i>0.716</i>	0.000

parameter	G LFH	P ₂ O ₅ beschikb	P ₂ O ₅ inorg	P ₂ O ₅ org	P ₂ O ₅ totaal
ANOVA - F	2.115	<i>0.905</i>	<i>0.156</i>	<i>1.126</i>	<i>1.126</i>
vrijheidsgraden	3, 60	<i>3, 16</i>	<i>3, 16</i>	<i>3, 16</i>	<i>3, 16</i>
significantie	0.108	<i>0.460</i>	<i>0.925</i>	<i>0.368</i>	<i>0.368</i>
Kruskal-Wallis	8.391	4.400	1.640	3.858	4.749
vrijheidsgraden	3	3	3	3	3
significantie	0.039	0.221	0.650	0.227	0.191

¹ : Statistische testen werden toegepast in de veronderstellingen dat de gegevens wel (ANOVA - F of T-test) of niet (Kruskal-Wallis of Mann-Whitney-U) normaal verdeeld waren; de resultaten van de meest geschikte test worden weergegeven in vet, de resultaten van de andere test worden dan aangegeven in schuin.

6.7 DISCUSSIE

6.7.1 De correlaties tussen de onderzochte parameters

Correlatiematrices werden opgesteld per proefsite voor de gegevens betreffende alle horizonten enerzijds en van de oppervlaktehorizonten anderzijds.

Wat betreft de gegevens voor **alle horizonten** samen kunnen een aantal algemene tendensen afgeleid worden. Voor alle proefvlakken zijn er zeer sterke positieve correlaties tussen OM en N (laagste correlatiecoëfficiënt (LCC) bedraagt 0.965**), tussen de twee pH-metingen (LCC = 0.904**), tussen CEC en OM (LCC = 0.898**), tussen CEC en N (LCC = 0.923**). Organisch materiaal is dus een zeer belangrijke parameter : het OM-gehalte bepaalt het N-gehalte en de kationenuitwisselingscapaciteit (CEC). De CEC wordt veroorzaakt door de colloïdale fractie in de bodem. Dit kan zowel klei als OM zijn. In het geval van de hier onderzochte duinbodems is de kleifractie als het ware nul (Ampe, 1999) en bepaalt de hoeveelheid OM de grootte van de CEC. De correlaties tussen OM en CEC kunnen dan ook voor elke proefsite opnieuw uitgerekend worden waarbij men voor het y-intercept nul aanneemt. De coëfficiënten liggen tussen +0.911 en +0.964 en zijn meestal iets zwakker vergeleken met de coëfficiënten met een y-intercept. Voor proefsite 7 treedt er echter een grote verbetering op (van +0.632 tot 0.957).

De twee pH-metingen zijn zeer sterk gecorreleerd en in het algemeen is de pH H₂O kleiner dan de pH KCl. Het verschil tussen beide bedraagt gemiddeld per proefvlak zo'n 0.1 tot 0.6 eenheden.

Tussen pH H₂O en pH KCl enerzijds en OM en N anderzijds treden tamelijk sterke negatieve correlaties op, maar de variabiliteit binnen deze correlaties is groter dan voor de bovenvernoemde positieve zeer sterke correlaties.

Voor de volgende combinaties variëren de correlatiecoëfficiënten als volgt :

pH H₂O en OM : -0.801** en -0.932**,
 pH H₂O en N : -0.538** en -0.869**,
 pH KCl en OM : -0.844** en -0.938**,
 pH KCl en N : -0.502** en -0.870**.

De correlaties tussen CEC en pH H₂O en pH KCl zijn matig sterk en negatief en variëren tussen :

CEC en pH H₂O : -0.528** en -0.826**,
 CEC en pH KCl : -0.474** en -0.880**.

Figuren 6.1 tot 6.5 tonen voor de belangrijkste correlaties de regressielijnen met hun vergelijking.

Voor het verband tussen OM en N (fig. 6.1) liggen de regressielijnen van 6 onderzochte proefsites zeer dicht bij elkaar. De regressielijnen van de correlatie tussen OM en CEC (fig. 6.2) liggen iets meer verspreid dan deze van OM en N. De regressielijnen van de correlaties tussen N en CEC (fig. 6.3) vertonen een gelijkaardig patroon als van de correlaties tussen OM en CEC. De regressielijnen van de correlaties tussen OM enerzijds en pH H₂O en pH KCl anderzijds (figuren 6.4 en 6.5) liggen veel meer verspreid dan voor de andere correlaties : nabij de y-as - d.w.z. bij zeer lage waarden voor OM - liggen de pH-waarden tussen 8 en 9; van hieruit spreiden de pH-waarden zich met het toenemend gehalte aan OM en is de oriëntatie van de lijnen tamelijk uiteenlopend.

Voor de **oppervlaktehorizonten** werden een groter aantal parameters in de correlatiematrix ondergebracht dan voor alle horizonten samen. De gemiddelde hoogteligging van de pq, de dikte van de A-horizont, diepte van ontkalking, het gewicht aan LFH-horizonten en de fosforbepalingen werden aan de analyse toegevoegd.

Zeerge sterke positieve correlaties zijn er tussen OM en N, waarbij de correlatie voor proefsite 7 (0.632**) duidelijk lager is vergeleken met de andere proefvlakken. Tussen OM en CEC variëren de coëfficiënten tussen 0.661** (terug proefsite 7) en 0.982**, tussen CEC en N liggen de coëfficiënten tussen 0.753** en 0.960**. De twee pH-metingen zijn opnieuw zeer sterk positief gecorreleerd. De variabiliteit van de correlaties is voor de oppervlaktehorizonten iets hoger dan voor alle horizonten samen (tabel 6.52).

De andere correlaties vertonen een duidelijk grotere variabiliteit tussen de proefsites onderling. In 18 gevallen blijft de algemene trend (+ of - correlatie) bewaard en varieert de correlatie van significant op het 0.01 niveau tot een zeer zwakke niet significante correlatie. In 23 gevallen is de correlatie zeer uiteenlopend : zowel positieve als negatieve correlaties komen voor. Tabel 6.52 toont een overzicht van de laagste en hoogste correlatiecoëfficiënt tussen twee parameters voor de verschillende proefsites.

Het zijn vooral de correlaties tussen de gemiddelde hoogteligging van de pq en de andere bodemparameters die niet eenduidig variëren bij onderlinge vergelijking van de proefvlakken. Hetzelfde geldt voor de dikte van de A-horizont.

Voor het SSG, de diepte van de ontkalking en het gewicht van de LFH-horizonten komen beide mogelijkheden voor, d.w.z. bij onderlinge vergelijking van de correlaties van de proefvlakken kan men zowel dezelfde als tegenovergestelde trends aantreffen.

Wat betreft de fosformetingen werden enkel bepalingen uitgevoerd voor de oppervlaktehorizonten van proefsites 2 tot 6. Hierbij is het OM, N en CEC matig sterk gecorreleerd met de organische en totale fosfor. Ook zijn de organische en totale fosfor onderling sterk positief gecorreleerd. Opvallend is dat de beschikbare en inorganische fosfor slechts zeer zwakke niet significante correlaties vertonen met de andere onderzochte parameters met uitzondering van een matige positieve correlatie tussen inorganische fosfor en de totale fosfor.

Figuren 6.6 tot 6.10 tonen voor de belangrijkste correlaties de regressielijnen met hun vergelijking. Voor het verband tussen OM en N (fig. 6.6) liggen de regressielijnen van proefsites 2, 3, 4, 5 en 6 zeer dicht bij elkaar; de regressielijn van proefsites 2 tot 6 heeft een opvallend andere oriëntatie dan de andere proefsites. De regressielijnen van de correlatie tussen OM en CEC (fig. 6.7) liggen meer verspreid dan deze van OM en N. Opnieuw liggen de regressielijnen van proefsites 2 tot 6 tamelijk gegroepeerd terwijl de regressielijn van proefsites 3 en 4 afgezonderd ligt. De regressielijnen van de correlaties tussen N en CEC (fig. 6.8) vertonen een gelijkaardig patroon als van de correlaties tussen OM en CEC. De regressielijnen van de correlaties tussen OM enerzijds en pH H₂O en pH KCl anderzijds (figuren 6.9 en 6.10) liggen veel meer verspreid dan voor de andere correlaties, tevens is de oriëntatie van de lijnen tamelijk uiteenlopend.

Ook voor de oppervlaktehorizonten is het organisch materiaal een zeer belangrijke parameter. Het OM-gehalte bepaalt het N-gehalte en de kationenuitwisselingscapaciteit (CEC). Vermits de CEC veroorzaakt wordt door de colloïdale fractie (OM en/of klei) in de bodem en dat de kleifractie in de onderzochte duinbodems ontbreekt, is OM de enige oorzaak van CEC. Men kan de correlatiecoëfficiënten opnieuw uitrekenen waarbij het y-intercept gelijk aan nul gesteld wordt. Dit resulteert in de volgende coëfficiënten voor proefsites 2, 3, 4, 5, 6 en 7 : +0.933, +0.891, +0.700, +0.907, +0.912, +0.168, d.w.z. een lichte verbetering van de correlatie voor proefsites 2, 3 en 6, een lichte verzwakking voor proefsites 4 en 5, een sterke verzwakking voor proefsites 7.

Tabel 6.52 : Overzicht van de correlatiecoëfficiënten voor de oppevlaktehorizonten. Er worden twee cijfers voorgesteld per combinatie : de laagste en hoogste correlatiecoëfficiënt. Tussen twee haakjes wordt het proefsitenummer opgegeven.

	OM	N	pH H2O	pH KCl	CEC	SSG	Hoogte	Dikte A	ontkalking
N	0.632** (7) 0.973** (5)								
pH H2O	-0.142 (7) -0.899** (5)	-0.066 (7) -0.917** (5)							
pH KCl	-0.167 (7) -0.890** (5)	-0.104 (7) -0.902** (5)	0.852** (6) 0.989** (7)						
CEC	0.661* (7) 0.982** (5)	0.753** (6) 0.960** (5)	-0.1154 (4) -0.847** (5)	-0.160 (4) -0.823** (5)					
SSG	-0.863** (5) 0.466 (6)	-0.818** (5) 0.492 (6)	-0.049 (6) 0.844** (5)	0.204 (6) 0.884* (5)	-0.790** (5) 0.134 (6)				
hoogte	-0.675* (5) 0.202 (2)	-0.552* (5) 0.115 (7)	-0.347* (2) 0.689** (3)	-0.362* (2) 0.722** (3)	-0.590** (5) 0.261 (6)	0.043 (6) 0.721** (5)			
dikte A	-0.187 (6) 0.585* (5)	-0.226 (6) 0.522 (5)	-0.484* (4) 0.390* (2)	-0.500 (4) 0.381* (2)	-0.177 (6) 0.498 (5)	-0.636* (6) 0.237 (7)	-0.755** (5) 0.324 (3)		
ontkalking	0.148 (6) 0.626** (2)	0.012 (6) 0.563** (5)	-0.051 (4) -0.746** (2)	-0.158 (4) -0.713** (2)	0.363 (6) 0.684** (4)	-0.183 (7) -0.786** (4)	-0.724** (4) 0.800** (5)	0.029 (2) 0.620* (5&6)	
G.I.FH	-0.280 (4) 0.566** (2)	-0.060 (6) 0.670** (7)	-0.111 (7) -0.773** (2)	-0.011 (4) -0.777** (2)	0.137 (4) 0.401 (3)	-0.412 (3) 0.219 (4)	-0.544* (3) 0.237 (2)	-0.262 (2) 0.293 (4)	-0.058 (3) 0.547** (2)

6.7.2 Onderlinge vergelijking van de proefvlakken

De vraagstelling van het onderzoek is hoe de abiotische factor, i.c. de bodem, onder invloed van de uitgevoerde beheersmaatregelen zal veranderen.

In deze eerste fase van het monitoring project werd een grondige inventarisatie van de bodemfactor uitgevoerd op 6 proefsites, bestaande uit 18 proefvlakken met een totaal van 94 pq's. Het herhalen van deze inventarisatie in de toekomst zal leiden tot het vastleggen van de processen die optreden in de bodem, d.w.z tot monitoring (Lenders et al., 1997). Om de invloed van de beheersfactor gemakkelijker na te kunnen gaan is het aangeraden om te vertrekken vanuit uniforme beginsituaties en is het noodzakelijk om zoveel mogelijk de andere parameters zoals hoogteligging van de pq met hiermee gepaard gaande de grondwaterstand, diepte van ontkalking, dikte van de A-horizont, positie tegenover een stuivend duin, enz., te elimineren.

Aan de hand van de statistische testen (ANOVA, Kruskal-Wallis, T-test, Mann-Whitney U-test) werd per proefsite en per parameter nagegaan indien de proefvlakken significant van elkaar verschillen :

- Proefsite 2 - Smokkelpad wordt gekenmerkt door een grote variabiliteit tussen de proefvlakken onderling. Zo zijn de gemiddelde absolute hoogteligging, de diepte van ontkalking, het gewicht van de LFH-horizonten (reeds een effect van het gevoerde beheer), de pH-metingen van de oppervlaktehorizonten significant verschillend tussen de proefvlakken.
- De proefvlakken van proefsite 3 - Weide, vertonen een significant verschil voor de gemiddelde hoogteligging van de pq en voor de dikte van de A-horizont.
- De statistische testen tonen geen significante verschillen tussen de drie proefvlakken van Proefsite 4 - Duindoornpad.
- In proefsite 5 - Kerkepanne treedt een significant verschil op tussen de twee proefvlakken voor het SSG en de gemiddelde hoogteligging van de pq's.
- De twee proefvlakken van proefsite 6 - Greenpark tonen significante verschillen voor de pH-metingen van de oppervlaktehorizonten.
- De gemiddelde hoogteligging van de pq's en het gewicht van de LFH-horizonten zijn significant verschillend voor de 4 proefvlakken van proefsite 7 - Parnassiapanne.

Bij de interpretatie van de resultaten van een volgende inventarisatie zal het dus noodzakelijk zijn om met bovenvermelde verschillen rekening te houden.

Fig. 6.1 : Verband tussen OM en N voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)

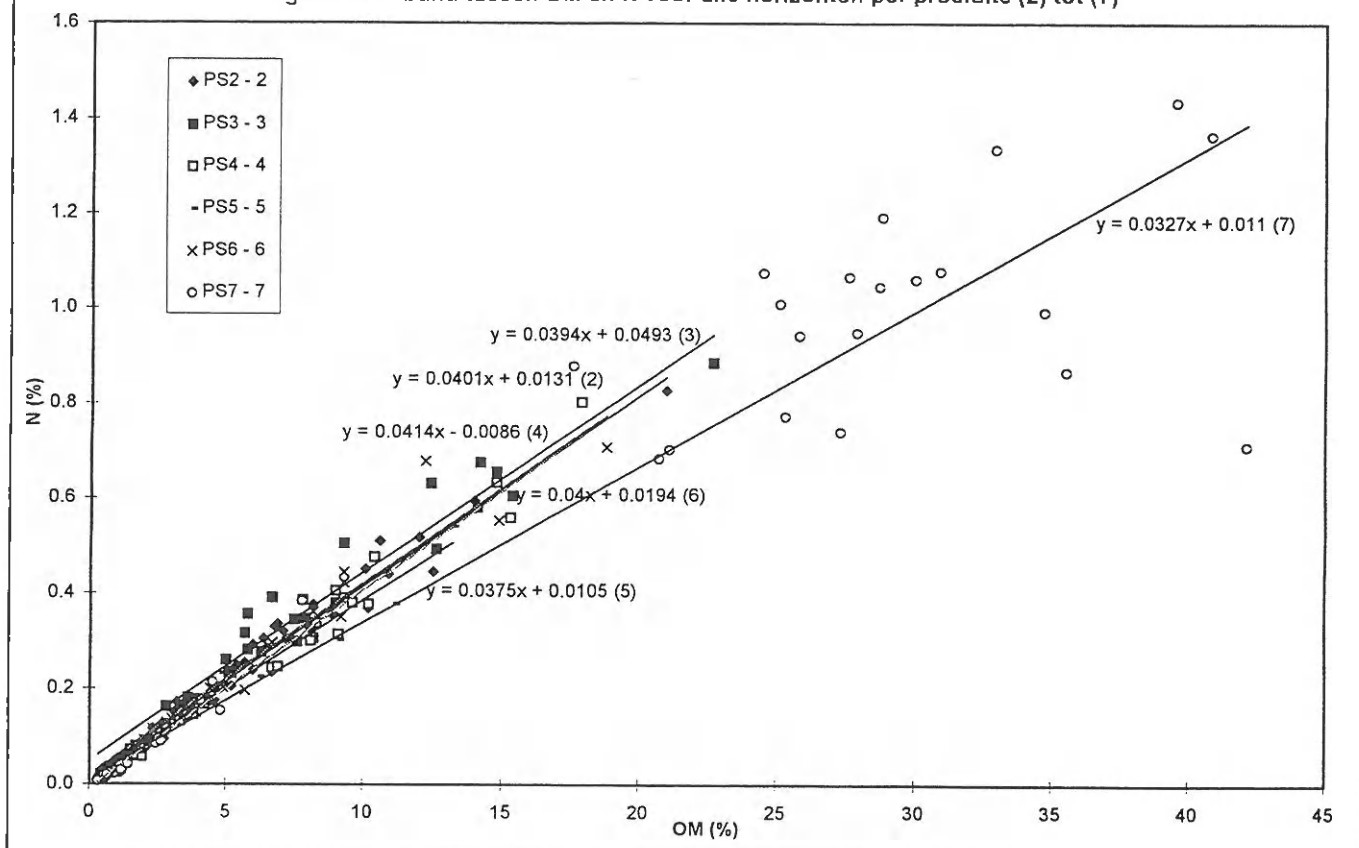


Fig. 6.2 : Verband tussen OM en CEC voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)

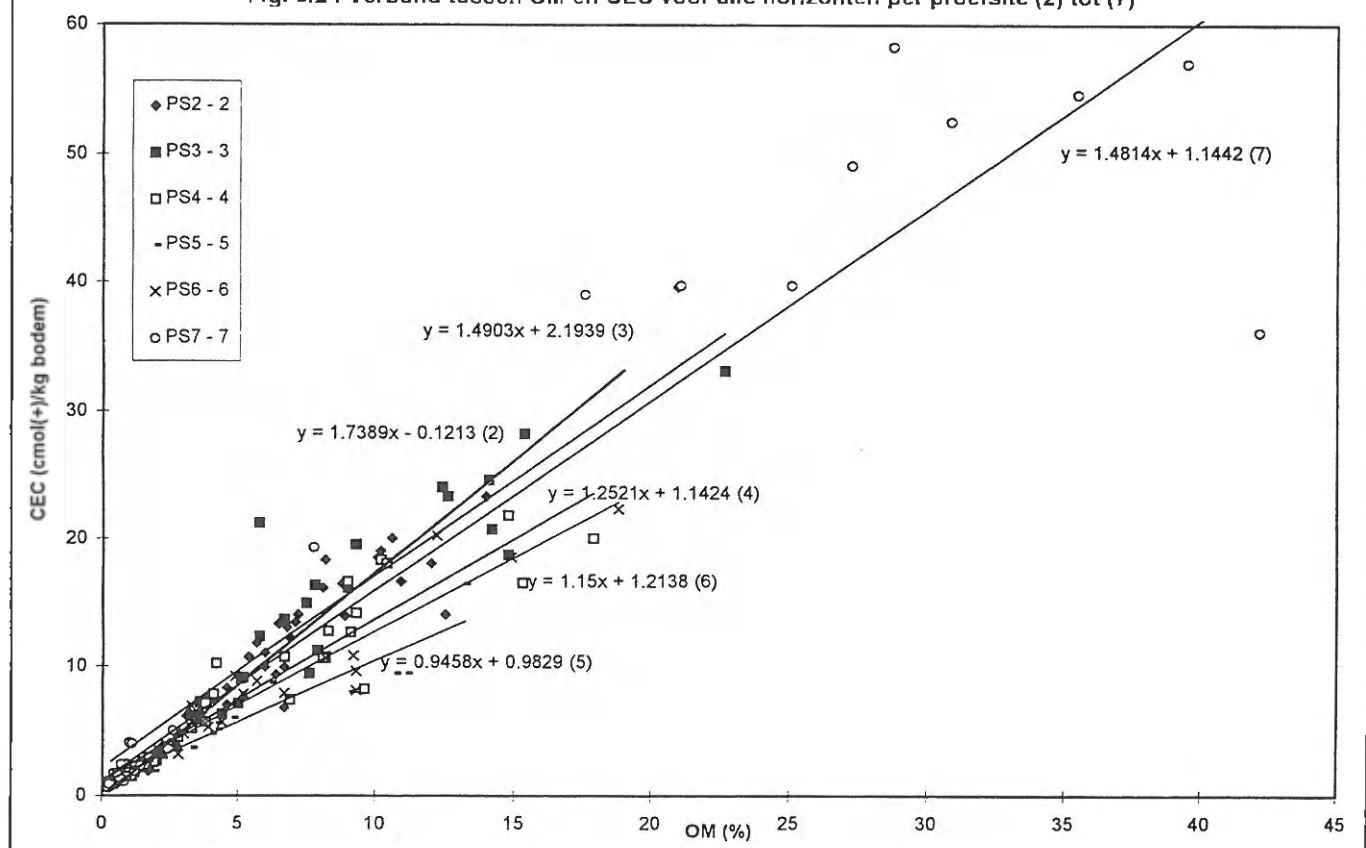


Fig. 6.3 : Verband tussen N en CEC voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)

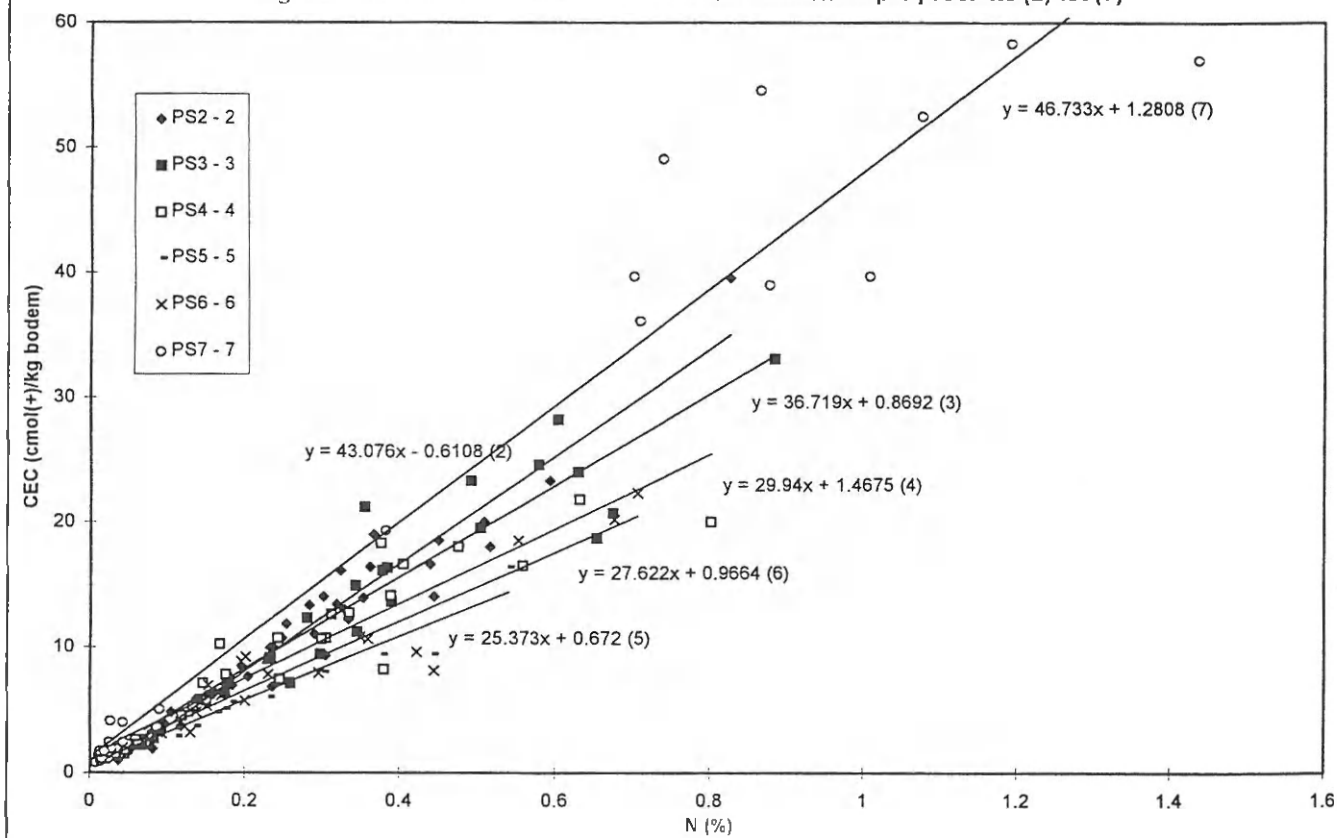


Fig. 6.4 : Verband tussen OM en pH H₂O voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)

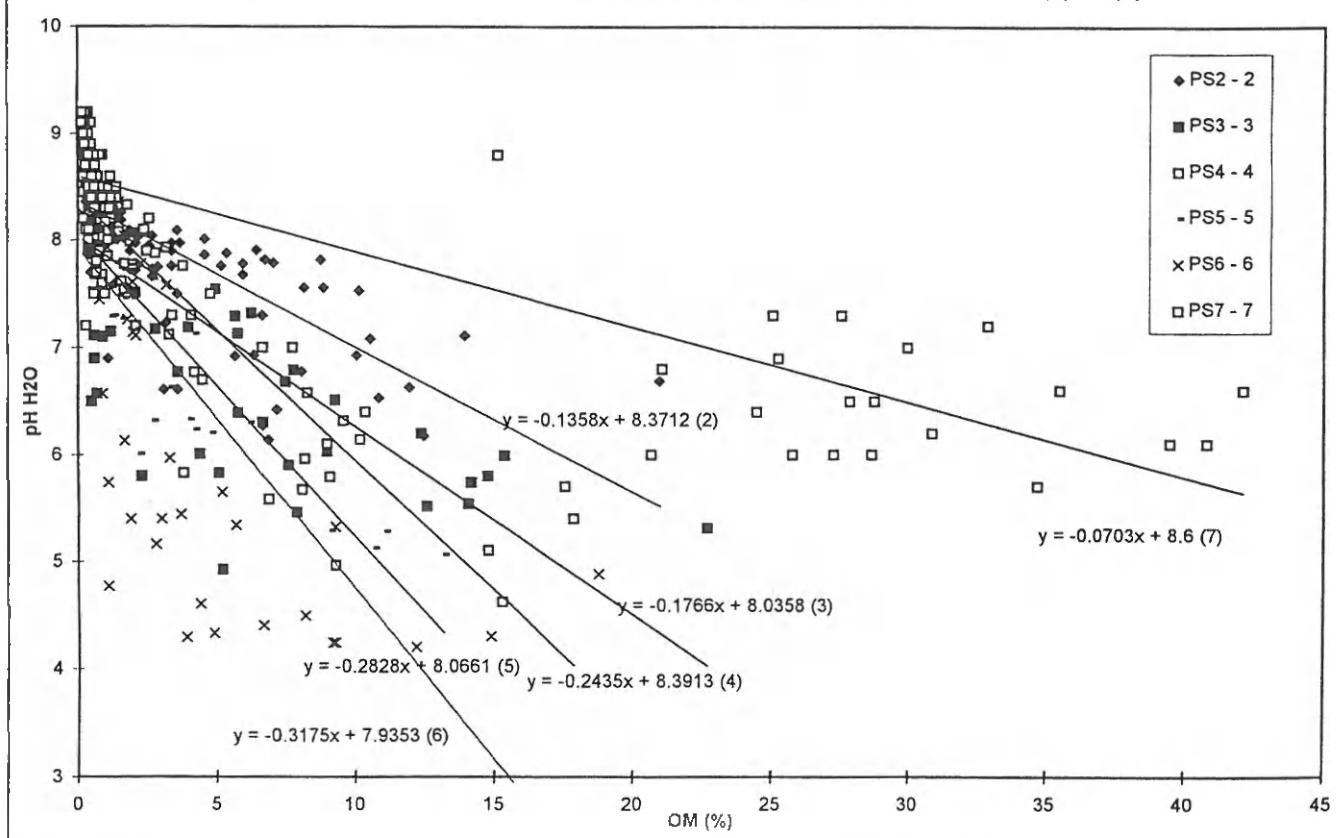


Fig. 6.5 : Verband tussen OM en pH KCl voor alle horizonten per proefsite (2) tot (7)

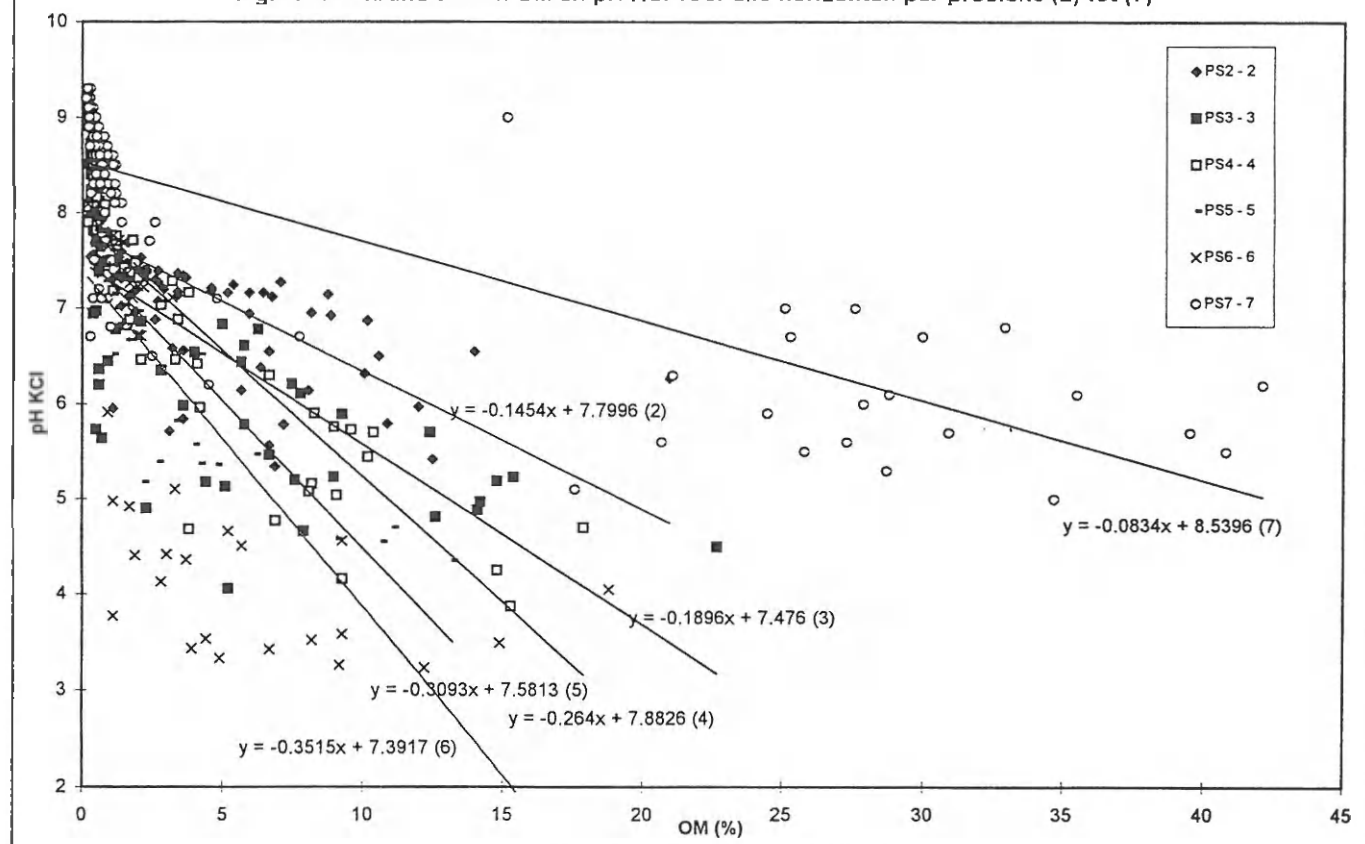


Fig. 6.6 : Verband tussen OM en N voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)

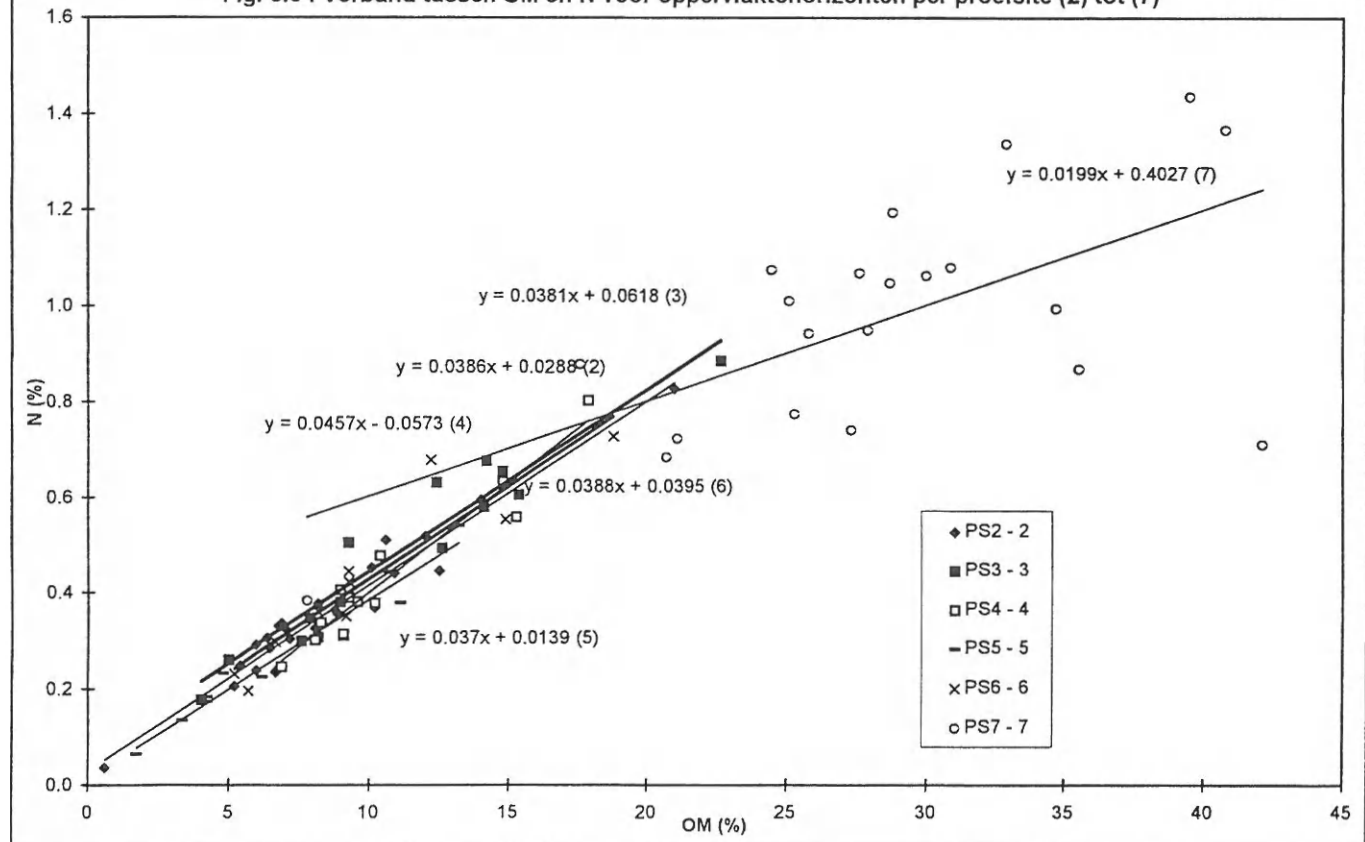


Fig. 6.7 : Verband tussen OM en CEC voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)

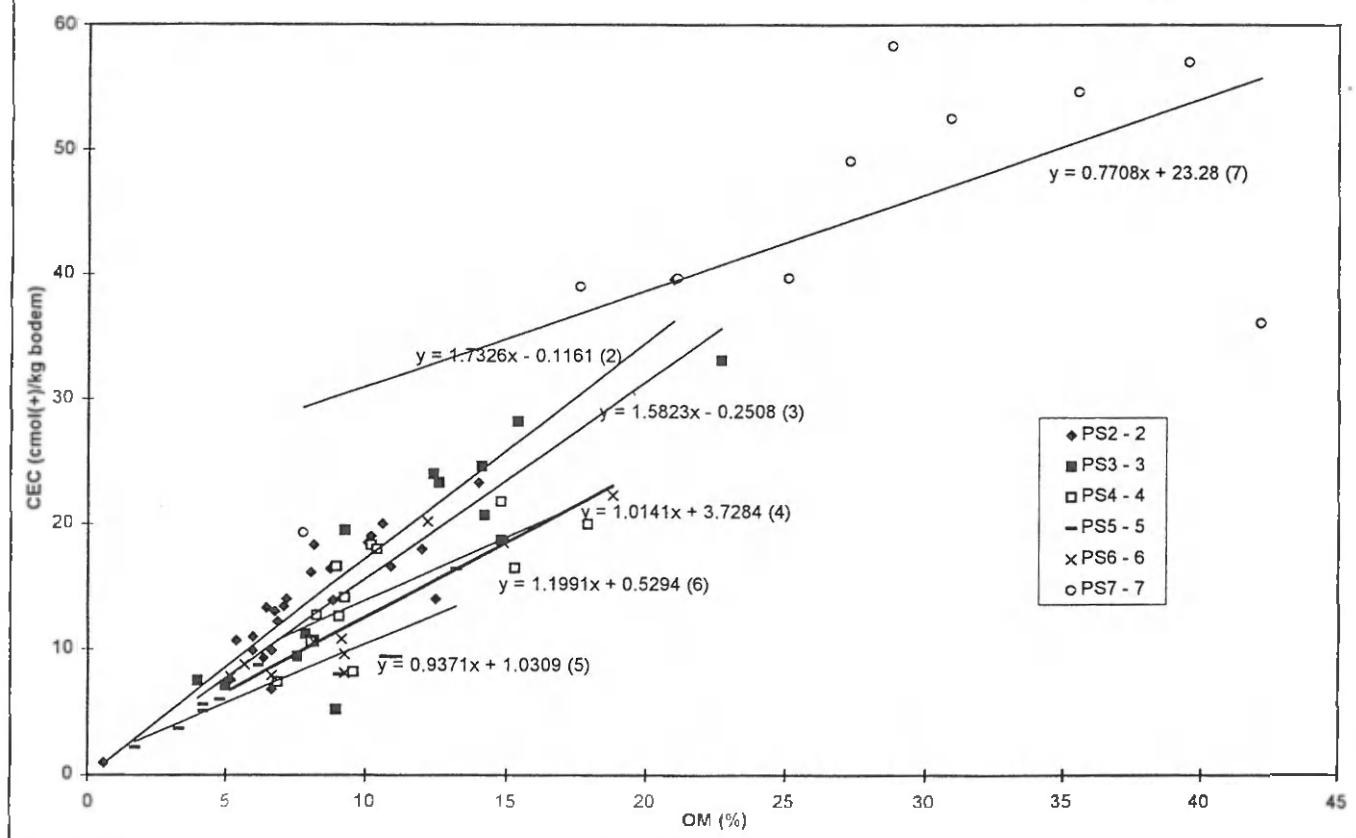


Fig. 6.8 : Verband tussen N en CEC voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)

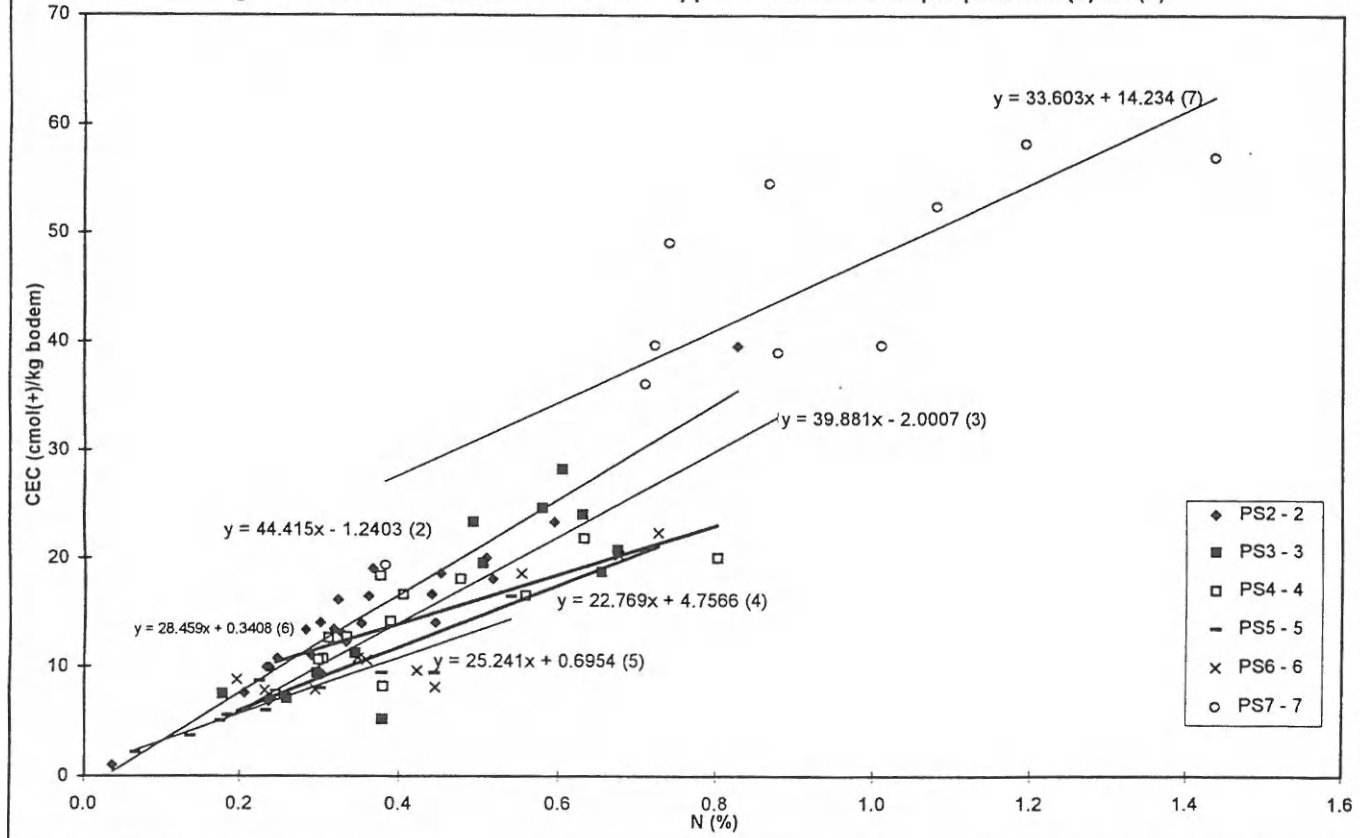


Fig. 6.9 : Verband tussen OM en pH H₂O voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)

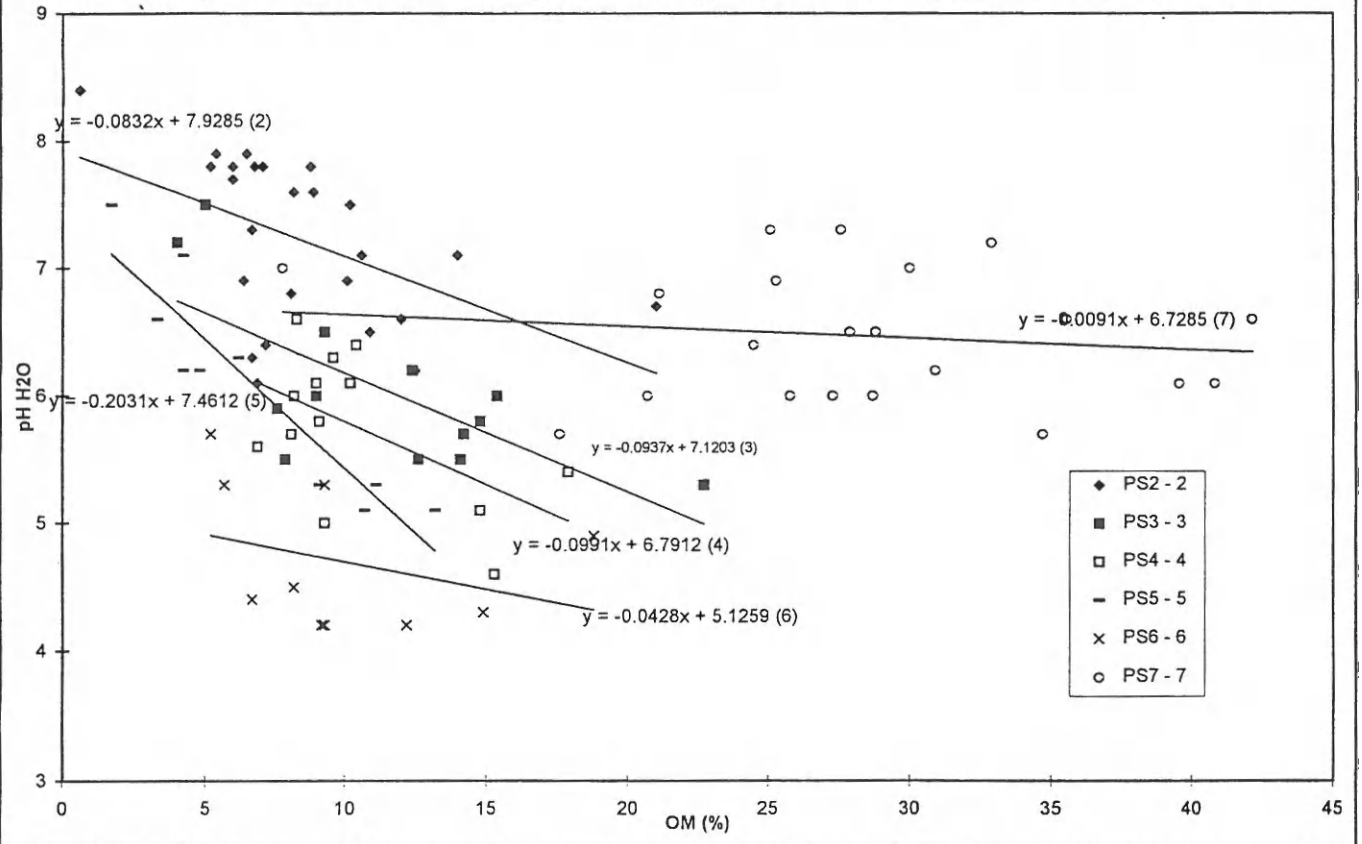
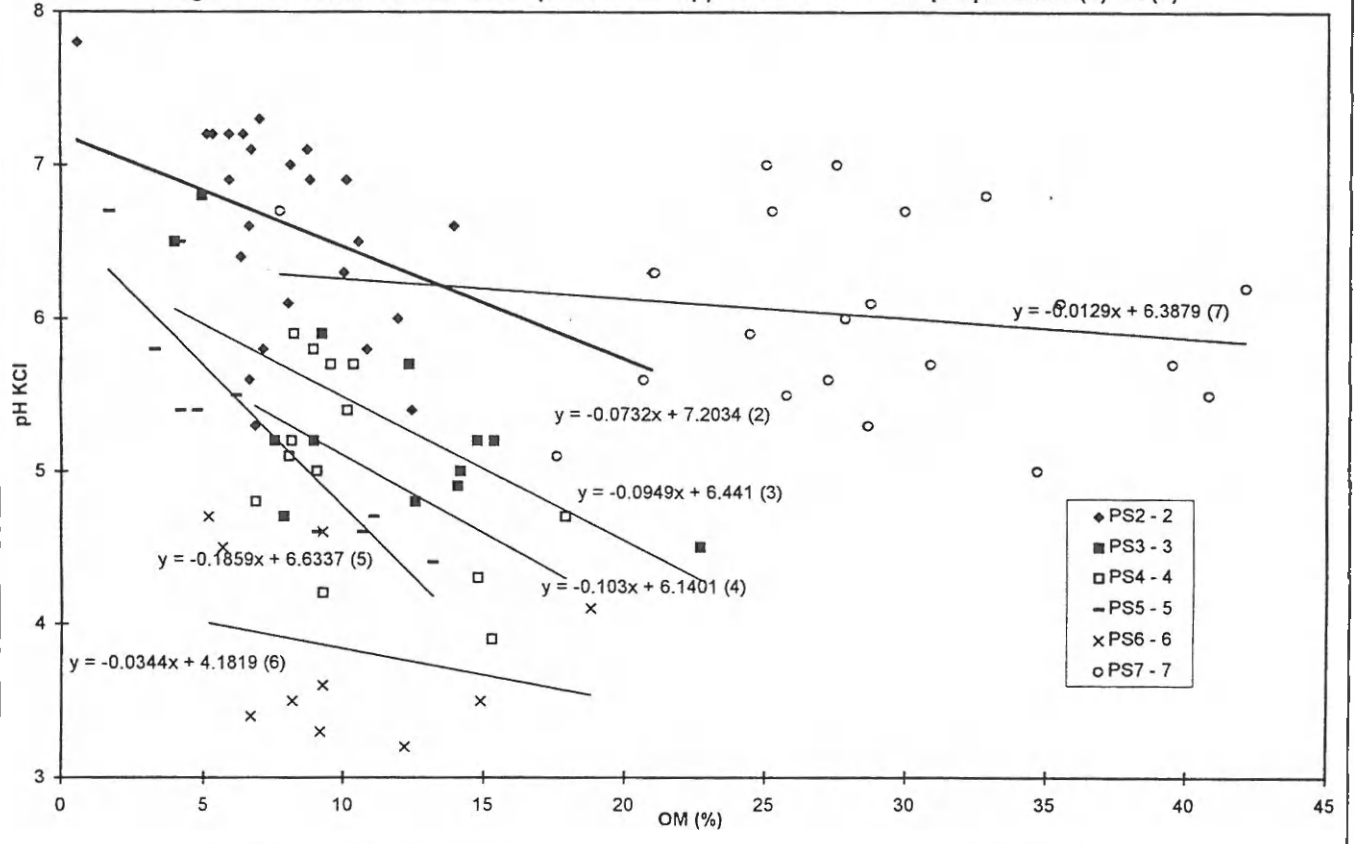


Fig. 6.10 : Verband tussen OM en pH KCl voor oppervlaktehorizonten per proefsite (2) tot (7)



7. DE HUMUSPROFIELEN

Een bemonstering van de humusprofielen werd uitgevoerd voor proefsites 2 -Smokkelpad, 3 - Weide, 4 - Duindoornpad en 7 - Parnassiapanne. Bij elke pq werd het humusprofiel beschreven volgens de methode voorgesteld door Green et al. (1993) en in drievoud bemonsterd (met uitzondering van 4C dat per pq tweemaal bemonsterd werd en de pq's 2A6 tot 2A8, 2D6 tot 2D8 die niet in deze studie werden opgenomen) (zie §4.1.1.2).

De beschrijvingen van de humusprofielen, de gewichten en de dikte per horizont, worden voorgesteld in bijlage B. De hieronder gebruikte symbolen worden verklaard in het hoofdstuk Methodologie - § 4.1.1.2.

7.1 PROEFSITE SMOKKELPAD : PROEFSITE 2

7.1.1 PROEFSITE 2 - BEHEERSMAATREGELEN

Proefvlak 2A : niet ontgonnen, niet maaien, niet begrazen, referentie

Proefvlak 2B : ontgonnen, maaien, begrazen

Proefvlak 2C : ontgonnen, maaien, niet begrazen

Proefvlak 2D : niet ontgonnen, niet maaien, begrazen

7.1.2 PROEFSITE 2 - DISCUSSIE

De proefvlakken 2B en 2C werden ofwel volledig (2B) of gedeeltelijk (2C) (2C werd reeds ontgonnen in de jaren 80) geontstruweeld en bevinden zich onder een kruidachtige of grasachtige vegetatie. Beide proefvlakken worden gekenmerkt door een mesofiele tot droge of een mesofiele tot vochtige ruigte of door een kruidachtige vochtige duinvalleivegetatie met onder andere Padderus, Fioringras, Watermunt (2C2, 2C3). Proefvlak 2B wordt gekenmerkt door een iets droger milieu dan 2C. De meest voorkomende soorten in 2B zijn een vegetatie met o.a. Akkerdistel, Koninginnekruid, Duinriet, Gewoon dikkopmos, Kleefkruid, Akkervergeet-mij-nietje, Speedistel, enz.; voor 2C zijn dit Akkerdistel, Koninginnekruid, Akkervergeet-mij-nietje, Fioringras, Watermunt en Moeraswalstro.

Proefvlakken 2A en 2D liggen onder struweel en hebben een kruidenrijk Ligusterstruweel op natte tot mesofiele groeiplaatsen of een Duindoorn/Ligusterstruweel met een sterk door Duinriet vervilte ondergroei.

Onderstaande tabel toont per proefvlak de voornaamste sequenties van horizonopvolging in het humusprofiel.

Tabel 7.1 : Smokkelpad, horizonopvolging in het humusprofiel.

proefvlak 2A	proefvlak 2B	proefvlak 2C	proefvlak 2D
L - A	L - A	L - A	L - S - A
L - S - A	L - S - A	LS - A	L - LF - A/H
L - A/H - A	L - S(H) - A		L - F - A
L - H - A			L - S - H - A
L - H - A/H - A			L - S/H - A
			LSFH - A
			L - LSF - H - A
			L - FSH - H - A

Proefvlakken 2B en 2C vertonen de eenvoudigste horizonopvolging : een strooisellaag op een A-horizont, soms met de aanwezigheid van een tusseninliggende S-horizont. De dikte van de holorganische horizonten is gering en varieert van een quasi afwezigheid tot 0.5 cm dikte; het gewicht aan holorganisch materiaal is weinig en ligt tussen 29 en 1153 g/m² (fig. 7.2 en 7.3). Het humustype behoort tot een Mull-type. Zowel een dichte wortelmat als wormen kunnen voorkomen, echte wormcasts werden gedurende het terreinwerk niet waargenomen. Waarschijnlijk hebben we dan ook eerder te doen met Rhizomulls (Ampe, 1999).

Het humusprofiel voor proefvlakken 2A en 2D (fig. 7.1 en 7.4), beide gelegen onder struweel, vertoont een complexere horizonatie. Naast de strooisellaag (L-horizont) komt ook dikwijls een S-, F- en H-horizont voor. Het humustype varieert van een Mull tot een Moder-type.

De dikte van de holorganische horizonten ligt tussen 0.5 en 6.7 cm met uitzondering van 2D4 - een pq gelegen op een mosduin - waar de strooisellaag bijna volledig ontbreekt, maar waar de moslaag belangrijk kan zijn. Wat het gewicht betreft van de holorganische horizonten worden de hoogste waarden aangetroffen bij 2A1/3 (4618 g/m²), 2A2/3 (3801 g/m²), 2A4/3 (2999 g/m²) en 2D1/2 (11643 g/m²). De andere twee waarden voor

bovenvernoemde pq's liggen veel lager. Dit wijst op een belangrijke variabiliteit van het humusprofiel binnen de bemonsteringsafstand die hier slechts 4 m bedraagt.

Bij onderlinge vergelijking van de 4 proefvlakken kon statistisch aangetoond worden dat er een significant verschil optreedt tussen de gewichten van de LFH-horizonten naargelang het proefvlak. De invloed van de gemiddelde hoogte van de pq op het gewicht van de LFH-horizonten is gering, dit wordt aangetoond door de zeer zwakke (niet significante) correlatiecoëfficiënt tussen beide parameters; de invloed van het beheer en de resulterende vegetatie zijn hier waarschijnlijk wel sterk bepalend.

7.2 PROEFSITE WEIDE : PROEFSITE 3

7.2.1 PROEFSITE 3 - BEHEERSMAATREGELEN

Proefvlak 3A : maaien, niet begrazen

Proefvlak 3B : niet maaien, begrazen

Proefvlak 3C : niet maaien, niet begrazen, referentie

7.2.2 PROEFSITE 3 - DISCUSSIE

Zoals af te leiden valt uit tabel 7.2, tonen de humusprofielen een eenvoudige horizontenopeenvolging van enkel een dunne strooisellaag op de A horizont, soms is er een dunne S- of F-horizont aanwezig. Alle profielen kunnen tot het Mull-humustype beschouwd worden.

Tabel 7.2 : Weide, horizontenopeenvolging in het humusprofiel.

proefvlak 3A	proefvlak 3B	proefvlak 3C
L - A	L - A	L/S - A
L - S - A	LF - A	L - A

De dikte van de holorganische horizonten is zeer dun en bedraagt maximaal 0.4 cm, dikwijls is de dikte - wegens de geringe afmetingen - zelfs moeilijk te meten. Het gewicht van de holorganische horizonten is eveneens zeer weinig gaande van 4 tot 389 g/m² (fig. 7.5 tot 7.7).

De laagste gemiddelde gewichten worden gemeten in proefvlak 3A, gevolgd door 3B en 3C. Statistisch werden de gewichten van de LFH-horizonten niet significant verschillend bevonden. Binnen de proefvlakken zijn het de pq's 3A1, 3A3, 3B2, 3B1 en 3C1 die de laagste waarden vertonen. 3A1, 3A3, 3B2 en 3C1 hebben een relatief hoge gemiddelde hoogte en liggen op een kleine microrug binnen de weide waarbij 3A1, 3B2 en 3C1 gekenmerkt worden door een mesofiel grasland met Rood zwenkgras. Alle andere pq's worden gekenmerkt door een kruidachtige vochtige duinvalleivegetatie met de vrijwel constante aanwezigheid van onder andere Oeverzegge, Gele lis, Gestreepte witbol, Ruw beemdgras, Pinksterbloem en Krulzuring. De Spearman correlatiecoëfficiënt toont een significante negatieve correlatie van 0.544 (-/*) tussen de gemiddelde hoogte van de pq en het gewicht van de LFH-horizonten.

7.3 PROEFSITE DUINDOORNPAD : PROEFSITE 4

7.3.1 PROEFSITE 4 - BEHEERSMAATREGELEN

Proefvlak 4A : niet maaien, niet begrazen, referentie

Proefvlak 4B : niet maaien, begrazen

Proefvlak 4C : maaien, niet begrazen

7.3.2 PROEFSITE 4 - DISCUSSIE

Tabel 7.3 toont een complexe horizontenopeenvolging binnen het humusprofiel. Binnen het humusprofiel komt niet enkel een strooisellaag (L) voor maar ook dikwijls een moslaag (S) gevolgd door een horizont bestaande uit sterk gefragmenteerde grassen en soms uit een overgangshorizont tussen een A- en H (humus)-horizont. Dikwijls komt er tussen het holorganische en hemiorganische gedeelte een sterk ontwikkelde wortelmat voor.

De voorkomende humustypes zijn hier Mull of Moder. In deze humustypes is het - wegens de duidelijke aanwezigheid van een wortelmat - wel mogelijk om te spreken van een Rhizomull (Green et al. (1993), Ampe, 1999). In het geval van de Moder humustypes komen we waarschijnlijk in de Mullmoders terecht.

De dikte van de holorganische horizonten is zeer variabel en ligt tussen 0.7 en 15.1 cm dikte! Gemiddeld werden de dunste humusprofielen waargenomen op proefvlak 4C - het gemaaid perceel, toch is het afvoeren van het maaisel niet altijd overal even intensief. De dikste humusprofielen werden gemeten in proefvlak 4B.

Het gewicht van de holorganische horizonten is eveneens zeer variabel gaande van 407 (4A4/1) tot 5383 (4B4/2) g/m² (fig. 7.8 tot 7.10). De laagste gemiddelde gewichten worden gemeten in proefvlak 4C, gevolgd door 4A en 4B. Statistisch werden de gewichten van de LFH-horizonten niet significant verschillend bevonden.

Binnen de proefvlakken zijn het de humusprofielen 4A1/1, 4A5/1 tot 3, 4B1/2, 4B3/3, 4B4/2 die de hoogste waarden vertonen. Zeer opvallend zijn hierbij de humusprofielen van 4A5. De humusprofielen werden genomen onder afstervend Ligusterstruweel en de L en F-horizonten bestaan hier voornamelijk uit dode takken en twijgjes. Het humustype dat we hier aantreffen kan ondergebracht worden bij de Lignomoders. 4A5 wordt gekenmerkt door een ander vegetatietype dan de andere pq's : 4A5 behoort tot het type van een kruidrijk Ligusterstruweel op natte tot mesofiele groeiplaatsen, de andere pq's ofwel tot een Duindoorn/Ligusterstruweel met sterk door Duinriet vervulde ondergroei of tot droge tot mesofiele Duinrietvegetatie met meestal een grote bedekking van strooisel.

Tabel 7.3 : Duindoornpad, horizontenopeenvolging in het humusprofiel.

proefvlak 4A	proefvlak 4B	proefvlak 4C
L - S/F - A	L - LFS - A	LF - A
L/S - S(F) - A	F - A/H - A	F/S - A
L/S - F - A	L - F/S - A	F - A
L - L/S - F/(S) - A	L - F - A	F-F/S - A
L - F - A	L - F - A/H - A	LF-F - A
L - F+(S) - A	L - F - F/S - A	SF - F - A
L - F+S - A	L - F - F/H - A	
L - F+(S) - A	L - F/S - H - A	
L - (F)+S - F - A	L - L+S - F - A/H	
L - S/(L) - F/(S) - F/H - A	LSF - H/A - A	
	L - S+L - H/A - A	

7.4 PROEFSITE PARNASSIAPANNE : PROEFSITE 7

7.4.1 PROEFSITE 7 - BEHEERSMAATREGELEN

Proefvlak 7A : niet ontginnen, niet maaien, niet begrazen, referentie

Proefvlak 7B : ontginnen, maaien, begrazen

Proefvlak 7C : gedeeltelijk ontginnen (deel is reeds ontgonnen sedert ca 1980), maaien, niet begrazen

Proefvlak 7D : niet ontginnen, niet maaien, begrazen

7.4.2 PROEFSITE 7 - DISCUSSIE

In onderstaande discussie worden de gegevens van proefvlak 7B niet in de discussie opgenomen. Op dit proefvlak werd het struweel verwijderd, het oprakelen van het strooisel is beperkt gebleven tot het ophopen van het materiaal in stroken. Het uiteindelijke verwijderen van het opgerakelde strooisel werd niet uitgevoerd. Deze behandeling leidde tot een grote variabiliteit in de morfologie met dikwijls een vermenging van verschillende horizonten, de dikte en de gewichten van het aanwezige haksel.

Tabel 7.4 toont de mogelijke horizontensequentie binnen het humusprofiel. De horizontensequentie is complex, bestaande uit een strooisellaag (L-horizont) gevolgd door talrijke overgangsvormen van S- en F-horizonten. Dikwijls is een wortelmat aanwezig en heeft de A-horizont (8 pq's) een hoog gehalte aan OM zodat men van een O-horizont zou moeten spreken. De humustypes zijn voornamelijk Rhizo- of Vermimull (7C1, 7C2, 7C5, 7C6, 7D2 en 7D4) Mullmoder (7A3, 7A5, 7D1, 7D2, 7D4 en 7D5) en Saprimoder (7A1, 7A2, 7A4, 7C3, 7C4 en 7D3) (Green et al. (1993).

De vegetatie van proefvlakken 7A en 7D bestaat uit een duindoornstruweel van een jonge vochtige tot natte vallei met een sterk door Hennegras/Duinriet vervulde ondergroei. Proefvlakken 7B en 7C hebben een vegetatie bestaande uit een vochtige nitrofiële ruigte met o.a. Kleefkruid, Duinriet, Koninginnekruid, Kattestaart of uit een kruidachtige vegetatie van de jonge, vochtige tot natte duinvallei met o.a. Kruipwilg, Hennegras, Waternavel, Kattestaart en verder Parnassia, Moeraswespenorchis, Stijve ogentroost, Vleeskleurige orchis, Zilver schoon en Heeremoes.

De dikte van de holorganische horizonten varieert voor proefvlak 7A tussen 2.1 en 8.7 cm, voor proefvlak 7C tussen 0.3 en 2.6 cm en voor proefvlak 7D tussen 2.6 en 9.2 cm. Wat betreft het gewicht van de LF-horizonten worden opnieuw

sterk uiteenlopende waarden opgemeten zowel binnen de proefvlakken als tussen de proefvlakken onderling (de O/A-horizonten werden niet meegenomen bij de berekeningen). Dit is enerzijds te wijten aan de grote variabiliteit wat betreft de horizontenopbouw van het humusprofiel, anderzijds aan de aan-of afwezigheid van een uitgesproken wortelmat. Voor proefvlak 7A liggen de gewichten tussen 917 en 8306 g/m², voor 7C tussen 134 en 14030 g/cm², voor 7D tussen 1135 en 11559 g/m² (fig. 7.11 tot 7.14). De Kruskal-Wallis test heeft significante verschillen aangetoond voor het gewicht van de LF-horizonten tussen de verschillende proefvlakken. Proefvlak 7D heeft de hoogste hoeveelheden van LF-horizonten, tot bijna het dubbele vergeleken met de nadere proefvlakken.

Tabel 7.4 : Parnassiapanne, horizontenopeenvolging in het humusprofiel.

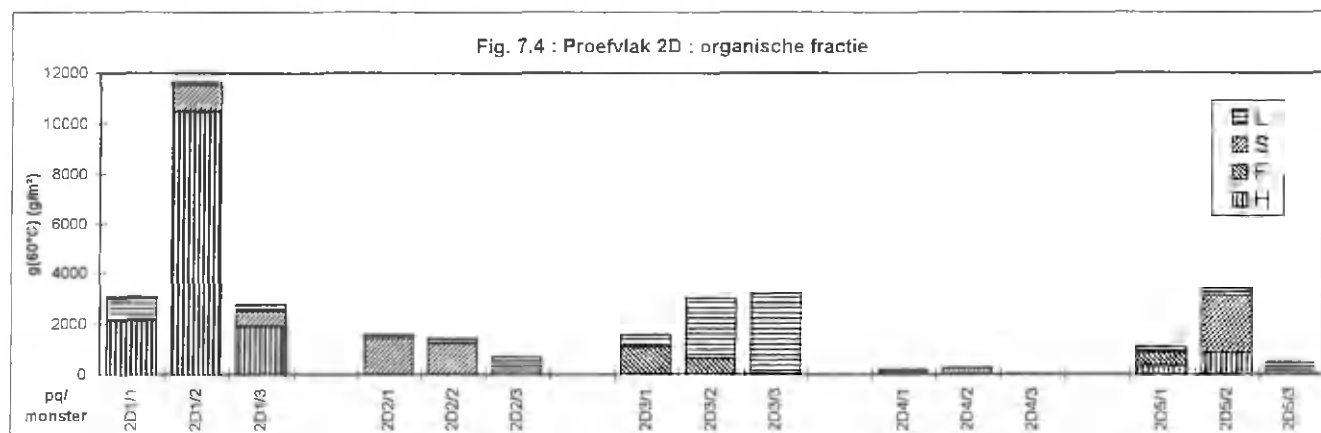
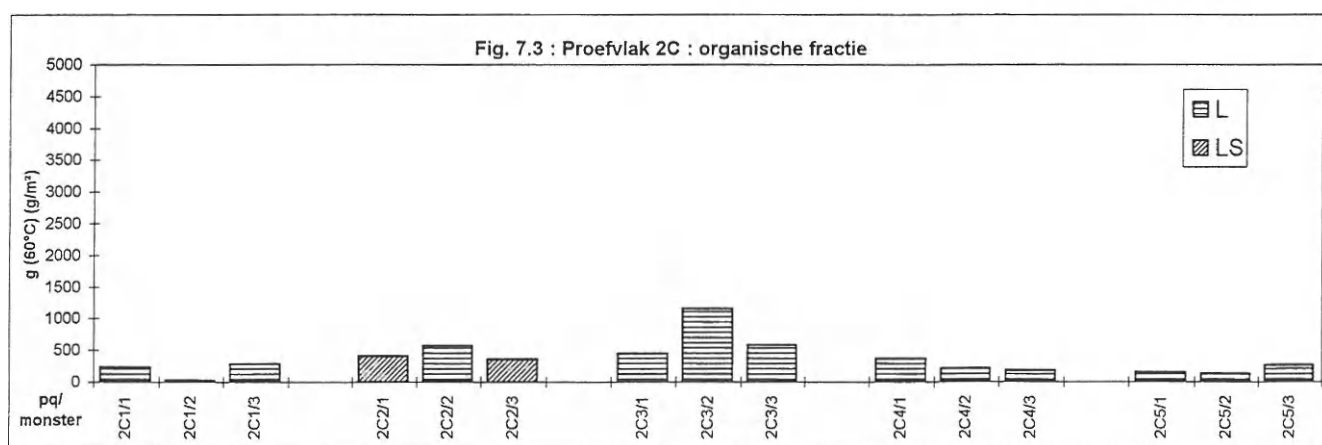
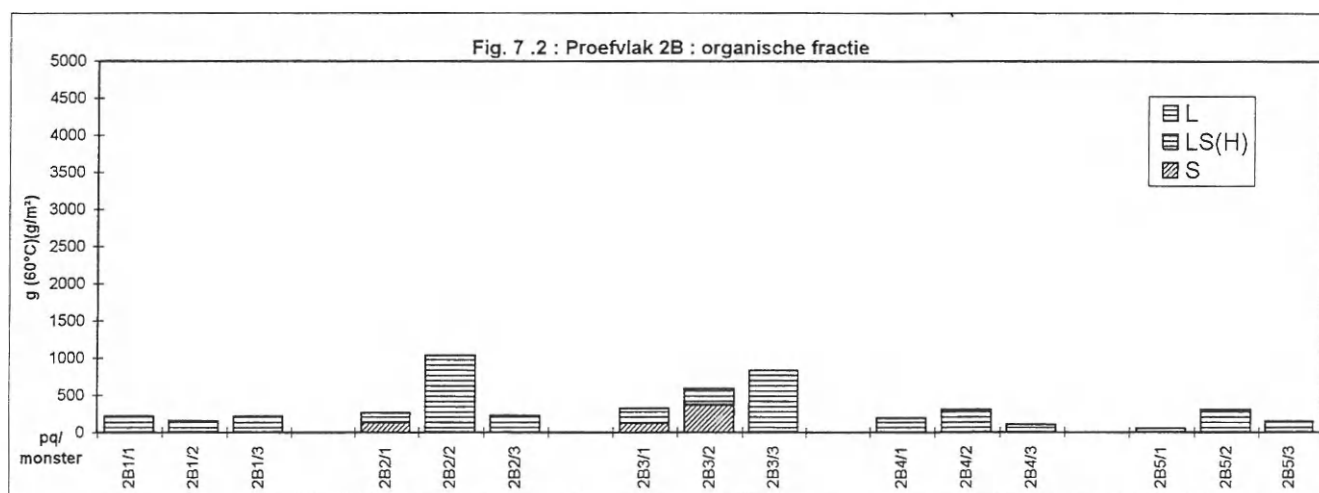
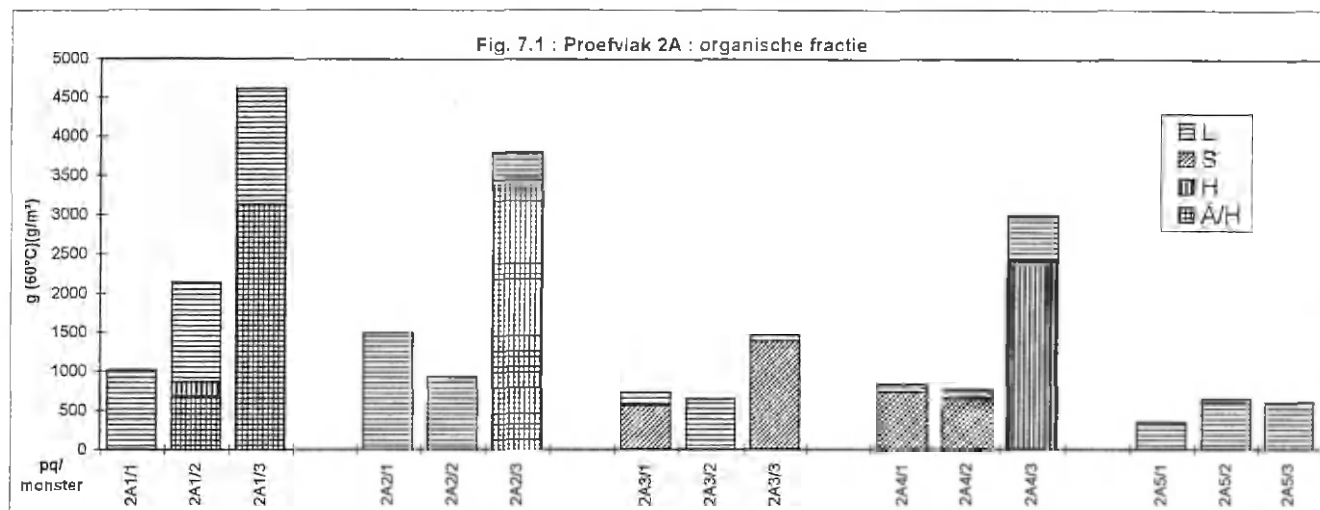
proefvlak 7A	proefvlak 7B	proefvlak 7C	proefvlak 7D
L - S+F - A	verschillende vormen	L - wortelmat - A	L - A
L - S/F - wortelmat - A	van haksel	LF - wortelmat - A	L - wortelmat - A
L - F+S - A		L - (F) - wortelmat - A	L - L+F - wortelmat - A
L - F/S - wortelmat - A		L - F - wortelmat - A	L - F - A
L - F/(S) - A		LF - F - wortelmat - A	L+F - F - A
L - F/(S) - wortelmat - A		LS - A	L - F+S - A
L - F/(S) - A/F - A		L - S - A	L - F - wortelmat - A
L - F - A			L - FS - wortelmat - A
L - F - wortelmat - A			L - F - L+F - wortelmat - A
(L) - F - wortelmat - A			

7.5 ONDERLINGE VERGELIJKING TUSSEN DE PROEFSITES

De profielopbouw van het humustype is van een eenvoudige aard voor de proefvlakken 2B en 2C, 3A, 3B en 3C, en 4C. De andere proefvlakken worden gekenmerkt door een meer complexe opbouw met L-, F-, S-, en H-horizonten en de overgangsvormen tussen deze horizonten.

De bestudeerde humusprofielen behoren, volgens het systeem van Green et al. (1993) tot het Mull of Moder type. Onder de Mulls hebben we voornamelijk te doen met de Rhizomulls, de Modertypes zijn vnl. van het Mullmodertype en uitzonderlijk tot het Lignomodertype. De zeer natte en organische humusprofielen van de Parnassiapanne behoren tot de Saprimoders.

Opvallend voor het gewicht van de holorganische horizonten van het humusprofiel is de hoge graad van variabiliteit. Deze variabiliteit geldt niet enkel binnen de proefsite (variatiecoëfficiënt bedraagt voor proefsite 2, 3, 4 en 7 respectievelijk 159, 83, 64 en 96%) maar ook binnen de proefvlakken (variatiecoëfficiënt varieert tussen 64 en 125% - met uitzondering van 4C (24%)) en zelfs ter hoogte van één enkele pq.



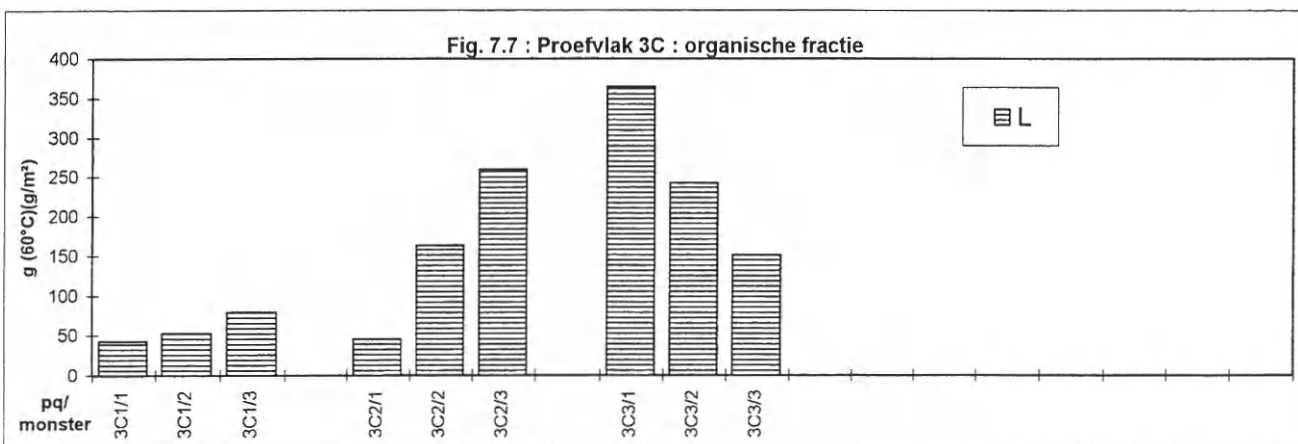
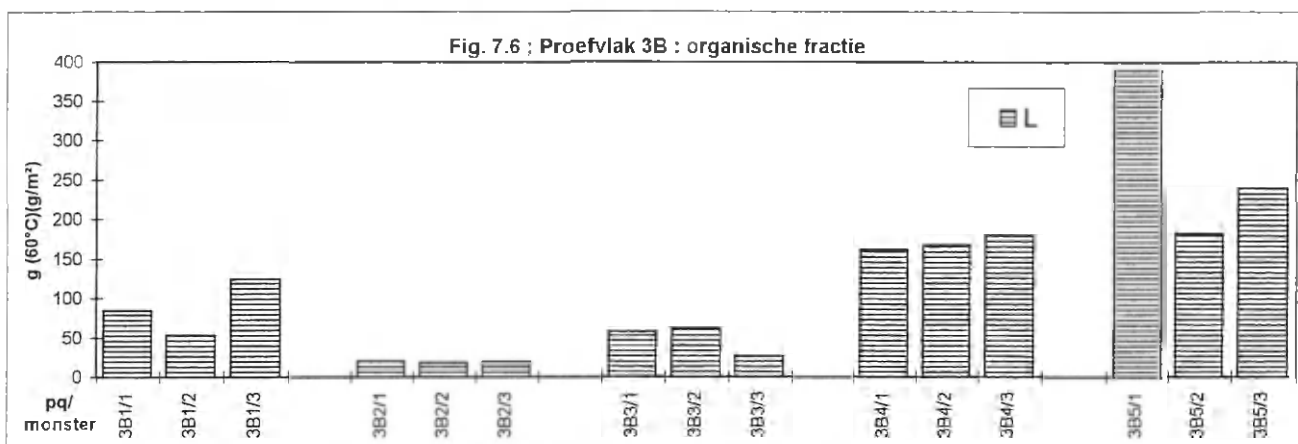
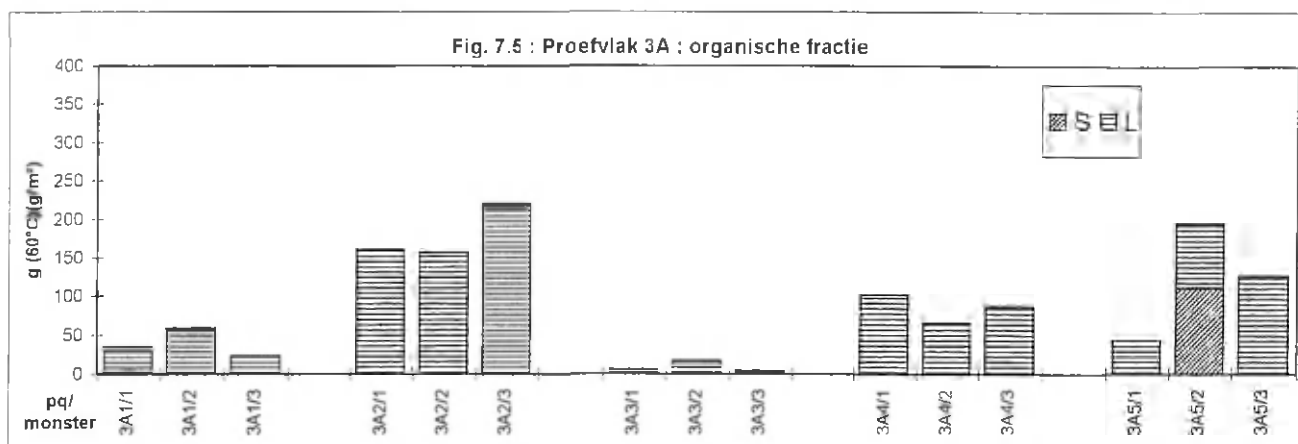


Fig. 7.8 : Proefvlak 4A : organische fractie

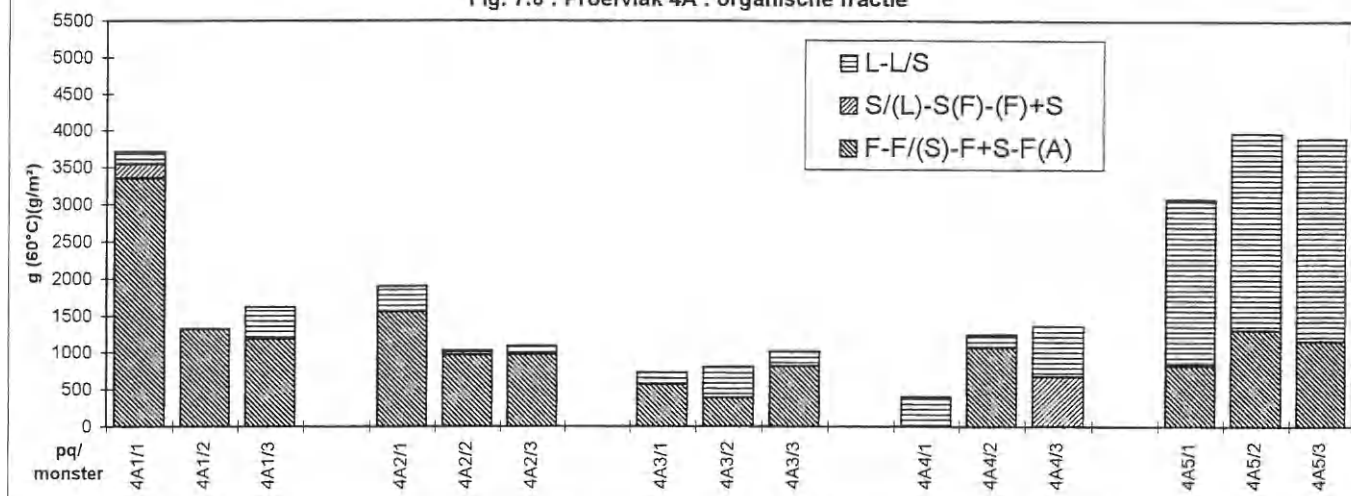


Fig. 7.9 : Proefvlak 4B : organische fractie

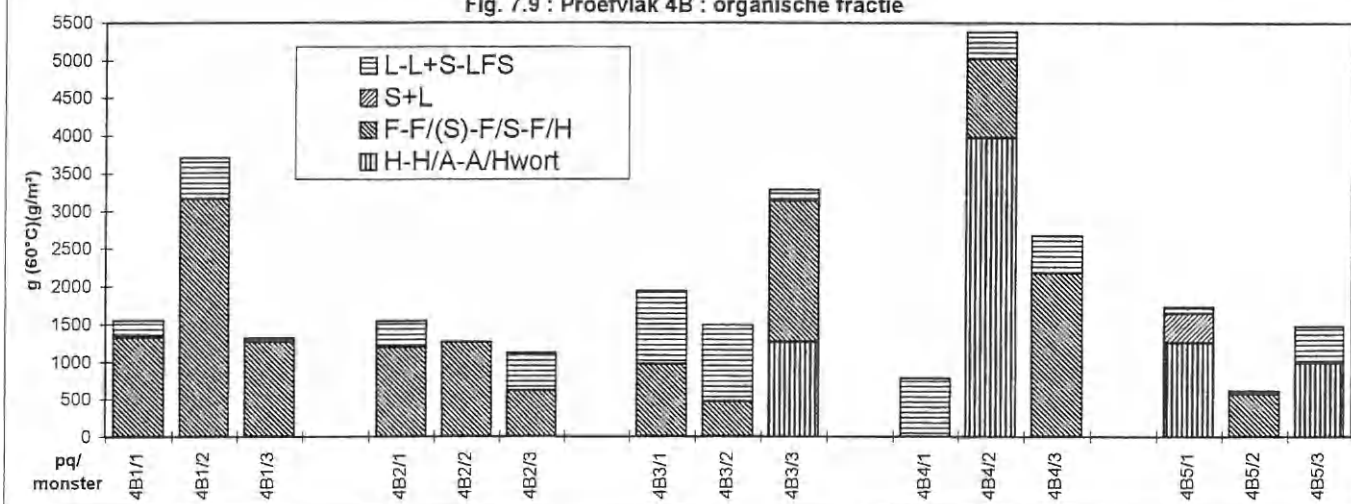


Fig. 7.10 : Proefvlak 4C : organische fractie

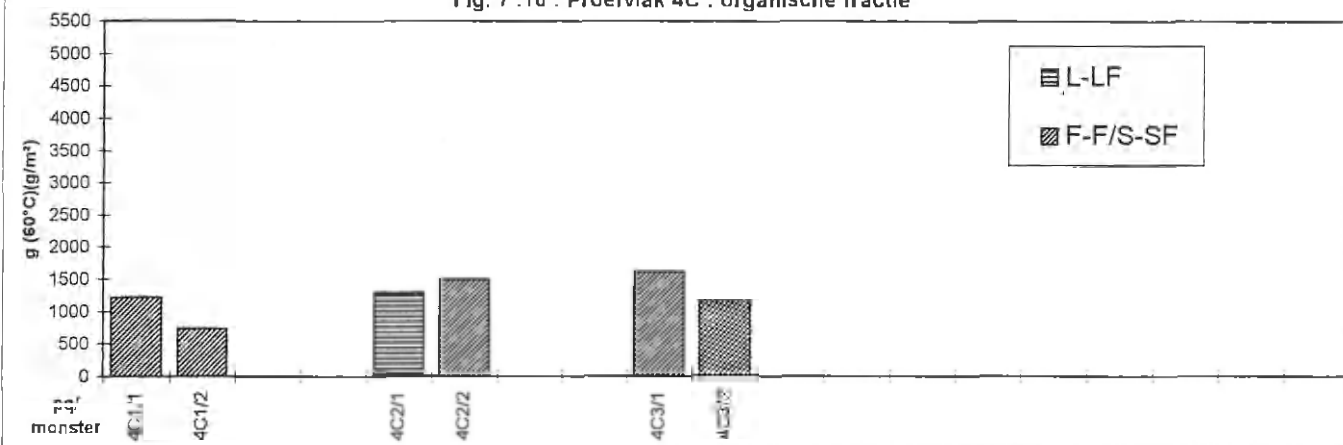


Fig. 7.11 : Proefvlak 7A : organische fractie

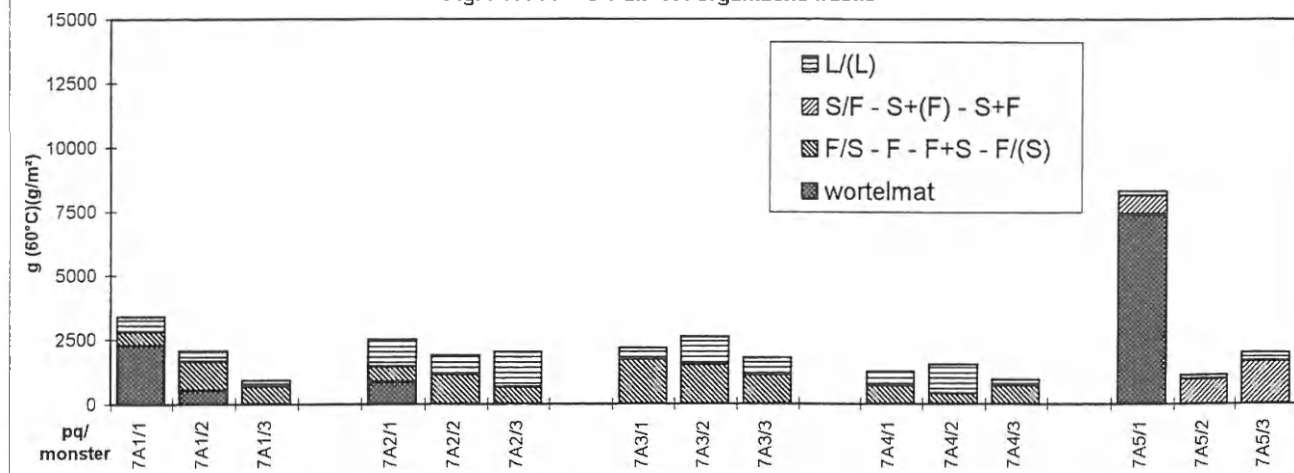


Fig. 7.12 : Proefvlak 7C : organische fractie

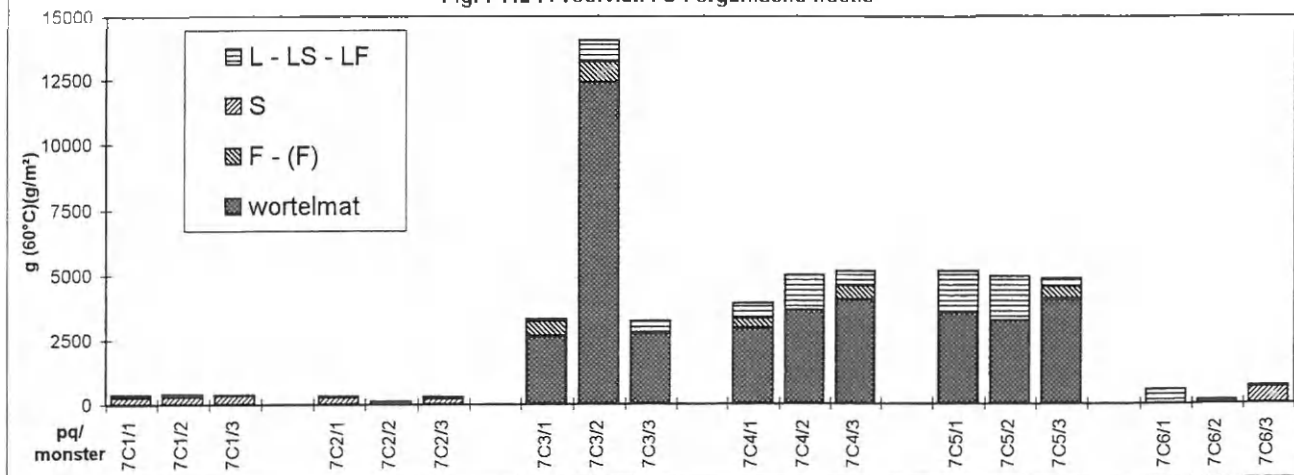
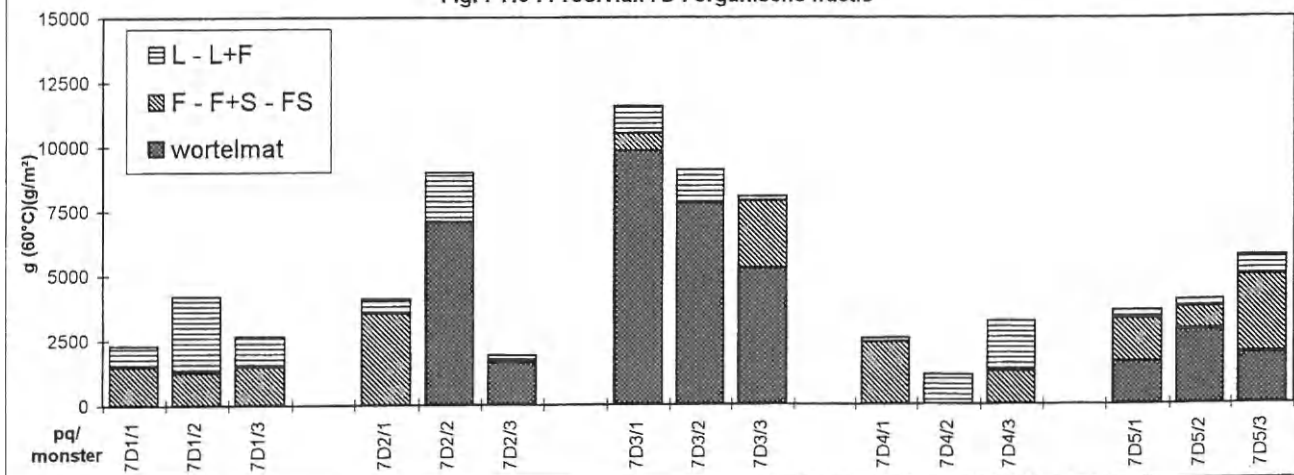


Fig. 7.13 : Proefvlak 7D : organische fractie



8. TRANSECT DOORHEEN POEL NR. 6

8.1 INLEIDING

Een aantal sites werden, na de ontstruweling, gekenmerkt door een zeer intensieve distelgroei. Dit deelonderzoek heeft tot doel, na te gaan welke bodemfactoren deze distelgroei kunnen verklaren.

In het zuidelijk deel van de Westhoek, tussen proefsites 2 - Smokkelpad en 3 - Weide werden ter hoogte van poel nr. 6, drie evenwijdige transecten (T1 tot T3) uitgezet (zie fig. 8.1 en fig. 9.1). De transecten, elk 50 m lang, werden elke 2 m bemonsterd tussen 0-5 en 0-10 cm diepte. Eveneens werd de vegetatie in het kort beschreven.

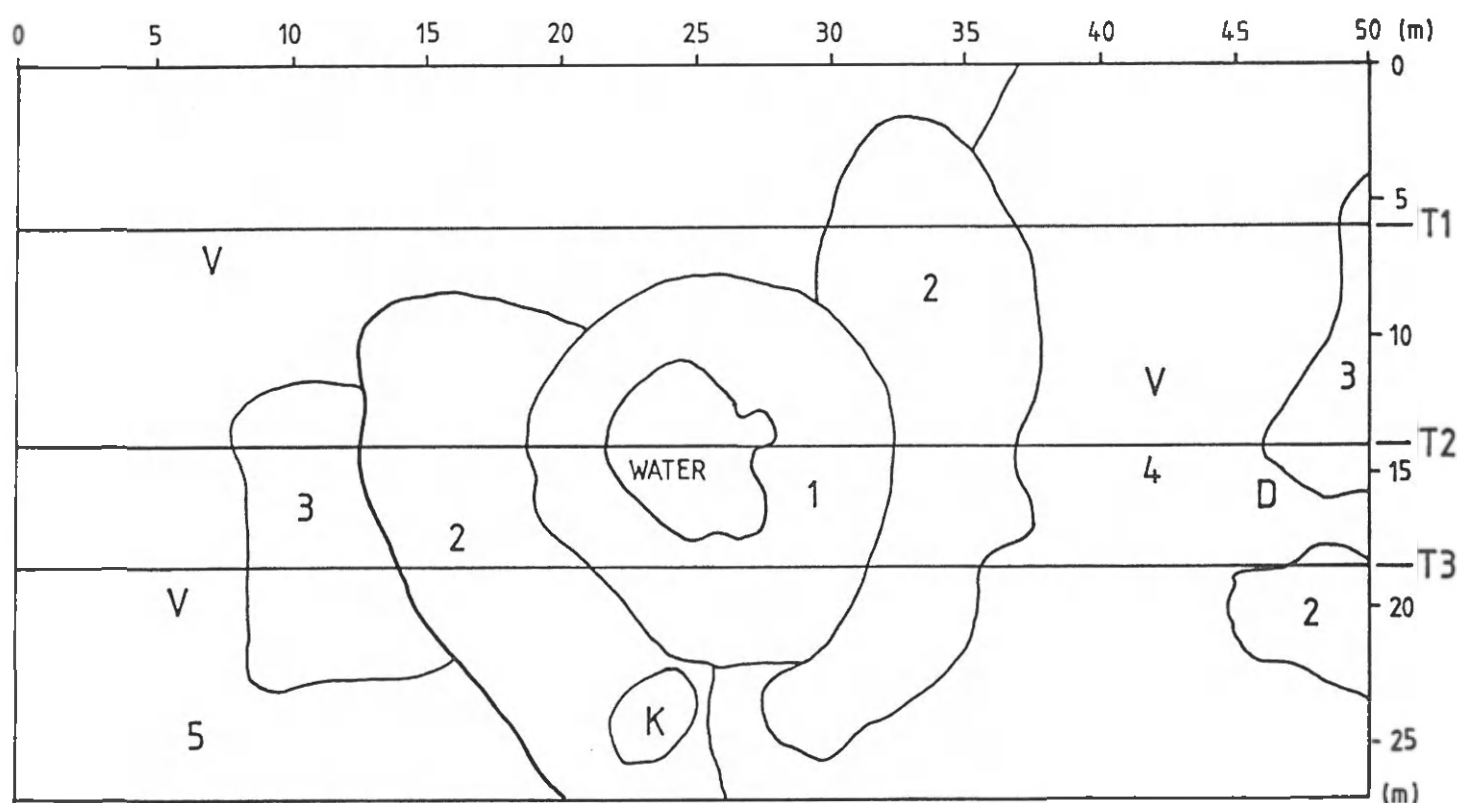


Fig. 8.1 : Situatieschets transecten doorheen poel nr. 6. (1 = kaal zand; 2 = hoogopgroeiende distels, 90-110 cm hoog; 3 = distels tot ongeveer 60 cm hoog, minder dicht begroeid dan 2; 4 = grasvegetatie en laaggroeiende distels in geïsoleerde vlekken; 5 = laaggroeiende kruidenvegetatie, grassen, kale vlekken en laaggroeiende distels; V = Vlier; K = Koninginnekruid; D = Duindoorn)

8.2 ANALYSERESULTATEN

Tabel 8.1 toont de analyseresultaten voor transect T3, doorheen poel nr. 6.

Voor de gegevens van de monsters genomen tussen 0-5 cm werden de correlatiecoëfficiënten berekend tussen de hoogte van de distels en de bodemparameters en tussen de bodemparameters onderling. De gegevens van de hoogte van de distels zijn niet normaal verdeeld en hiervoor worden de Spearman correlatiecoëfficiënten berekend (2-tailed).

Tabel 8.1 : Westhoek, analysegegevens voor transect doorheen poel nr 6

diepte cm	grootte n	vegetatie	Wp2	pH H2O	Wp H2O KCl	CaCO3 %	CM %	H %	C/N	CED	Ca cmol(+) / kg	Mg mg	K mg	V %
0-5	60	zone met intense distelgroei, ca 90 cm hoog	0.429	5.8	3.3	-	23.1	1.143	17	40.6	11.1	1.75	0.216	0.340
0-10	50			4.5	3.8		12.9	0.483	16					28
0-5	48	zone met intense distelgroei, ca 95 cm hoog	0.748	5.4	4.8	-	9.6	0.687	8	24.1	17.8	2.83	0.142	0.066
0-10	40			5.3	5.0		12.8							68
0-5	46	zone met intenser distelgroei, ca 80 cm hoog	0.842	5.3	5.1	-	21.1	0.924	13	27.7	22.3	2.48	0.094	0.231
0-10	40			5.3	4.9		17.8							61
0-5	44	zone met intenser distelgroei, ca 88 cm hoog	0.892	5.8	6.0	-	14.2	0.757	11	21.6	21.2	2.14	0.144	0.270
0-10	44			7.3	7.0	-	8.5	0.398	12					100
0-5	32	grasvegetatie zonder distels	0.855	5.5	5.6	-	19.8	1.040	11	28.2	22.1	2.63	0.160	0.140
0-10	42			5.7	5.1	-	8.8							98
0-5	40	grasvegetatie zonder distels	1.158	5.2	4.6	-	7.1	0.401	10	13.8				
0-10	40			5.4	4.8	-	6.8							
0-5	38	zeer lage distelgroei tot ongeveer 10 cm	0.671	5.8	5.4	-	23.9	0.780	17	28.6	21.2	2.75	0.117	0.002
0-10	36	hoog		6.1	6.5	-	8.0	0.269	17					68
0-5	36	grasvegetatie zonder distels	0.717	5.7	5.4	-	18.9	0.726	15	25.7	18.6	1.74	0.131	0.191
0-10	36			6.0	5.4	-	9.9							73
0-5	34	zone met intense distelgroei, ca 105 cm	0.360	5.5	5.6	-	33.9	1.005	16	35.2				
0-10	34	hoog		6.1	5.7	-	8.8							
0-5	32	zone met intense distelgroei, ca 103 cm	0.783	6.9	6.4	-	6.5	0.241	16	10.4				
0-10	32	hoog		7.2	6.7	-	4.0	0.235	10					
0-5	30	ruw van kuil zand rond poel	1.465	8.7	8.6	1.1	2.2	0.036	10	1.1				
0-10	30			8.5	8.5	1.1	2.2	0.7						
0-5	28	zone van kuil zand rond poel	1.543	8.5	8.4	1.1	1.9	1.1	0.041	10	1.2			
0-10	28			8.4	8.2	1.1	2.4	2.0						
0-5	26	zone van kuil zand rond poel	1.674	8.6	8.7	1.1	3.2	0.4	0.010	15	1.0			
0-10	26			8.5	8.1	1.1	1.7	1.8						
0-5	24	zone van kuil zand rond poel	1.385	8.6	8.6	1.1	2.1	0.6	0.025	14	1.0			
0-10	24			8.7	8.8	1.1	2.2	0.5	0.018	10				
0-5	22	zone met intense distelgroei, ca 80 cm hoog	1.430	7.0	7.5	-	1.7	0.081	11	3.2				
0-10	22			8.7	7.1	-	2.3							
0-5	20	zone met intense distelgroei, ca 105 cm	0.723	6.2	5.8	-	13.8	0.612	18	19.6	18.2	1.97	0.089	0.357
0-10	20	hoog		6.3	5.8	-	7.4							100
0-5	18	zone met intense distelgroei, ca 110 cm	1.034	5.9	5.3	-	10.4	0.244	21	10.8	9.1	0.85	0.068	0.106
0-10	18	hoog		6.1	5.4	-	8.2	0.367	13					94
0-5	16	zone met intense distelgroei, ca 90 cm hoog	1.132	6.2	5.6	-	5.0	0.235	14	10.4	9.4	0.85	0.044	0.110
0-10	16			6.5	5.9	-	4.1							94
0-5	14	minder intense distelgroei tot ca 55 cm	0.033	5.9	5.5	-	7.1	0.333	13	11.9	11.9	1.28	0.081	0.123
0-10	14	hoog		5.9	5.2	-	3.7							100
0-5	12	minder intense distelgroei tot ca 27 cm	0.793	6.6	6.3	-	10.1	0.715	8	14.3	12.8	2.29	0.053	0.168
0-10	12	hoog		5.7	5.1	-	7.4	0.379	16					103
0-5	10	distel uitgebloeid 60 cm, gras 0 cm.	0.162	5.6	5.4	-	12.9	0.405	16	14.6	12.6	1.48	0.058	0.231
0-10	10	50% bedekking, 1 m verder Vlier		5.7	5.1	-	8.4							81
0-5	8	bloeiende distel 30 cm, Jacobskruis, 25% bedek	1.045	5.9	5.5	-	5.5	0.255	13	9.6	7.7	0.62	0.035	0.072
0-10	8	gras, 12 cm, nieuwe distel 5 cm, uitge-		7.0	6.4	-	2.7							87
0-5	6	bloeiende distel 30 cm, Jacobskruis, 25% bedek	0.921	5.8	5.2	-	9.4	0.397	14	13.4	8.3	1.05	0.082	0.168
0-10	6	gras, 12 cm, nieuwe distel 5 cm, uitge-		5.8	5.1	-	6.6	0.280	14					77
0-5	4	liguster 25 cm, nieuwe distel + 3 cm.	1.034	6.4	5.8	-	11.0	0.395	16	17.6	12.6	0.69	0.048	0.119
0-10	4	60% bedek, verderop duinroos		7.0	6.4	-	3.3							100
0-5	2	distel uitgebloeid tot 20 cm hoog	0.690	6.4	6.0	-	12.9	0.613	12	13.6	14.8	1.14	0.065	0.163
0-10	2			6.3	5.8	-	5.3							100
0-5	0	liguster 70 cm, duinroos 35 cm	1.201	7.7	7.2	-	3.8	0.213	10	4.7				
0-10	0	60% bedek, distel uitgebloeid 25 cm		8.0	7.6	-	2.0	0.060	13					100

Tabel 8.2 : Spearman correlatiecoëfficiënten tussen hoogte van de distels en bodemparameters onderzocht langsheen transect T3 - poel 6, monsters genomen tussen 0-5 cm.

		OM	N	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG
hoogte distels	coëff n	0.337 26	0.280 26	0.277 26	-0.248 26	-0.323 26	0.326 26	-0.347 26

Bovenstaande matrix (tabel 8.2) toont zeer zwakke (niet significante) positieve correlaties tussen de hoogte van de distels en het OM-gehalte en CEC en een zeer zwakke (niet significante) negatieve correlatie met pH KCl en SSG. De correlaties tussen de hoogte van de distels en N, C/N, pH H₂O hebben een correlatie kleiner dan |0.3| en zijn dus uitermate zwak. Andere tot nu toe niet onderzochte abiotische en biotische factoren moeten verder onderzocht worden om de explosieve distelgroei te kunnen verklaren.

De meeste bodemparameters zijn normaal verdeeld op CEC, dat de normale verdeling sterk benaderd en pH KCl na. Hieronder (tabel 8.3) wordt de Pearson correlatiematrix voorgesteld.

Tabel 8.3 : Pearson correlatiecoëfficiënten voor een aantal bodemparameters onderzocht langsheen transect T3 - poel 6, monsters genomen tussen 0-5 cm.

		OM	N	C/N	pH H ₂ O	pH KCl	CEC	SSG
OM	coëff n	1.000 25						
N	coëff n	0.928** 26	1.000 26					
C/N	coëff n	0.353 26	0.038 26	1.000 26				
pH H ₂ O	coëff n	-0.721** 26	-0.739** 26	-0.168 26	1.000 26			
pH KCl	coëff n	-0.676** 26	-0.691** 26	-0.161 26	0.993** 26	1.000 26		
CEC	coëff n	0.954** 26	0.942** 26	0.208 26	-0.805** 26	-0.764** 26	1.000 26	
SSG	coëff n	-0.892** 26	-0.925** 26	-0.141 26	0.818** 26	0.788** 26	-0.889** 26	1.000 26

Een aantal correlaties tussen de bodemparameters onderling zijn veel sterker zoals:

- een sterke positieve correlatie tussen OM, N en CEC, tussen de twee pH-metingen onderling;
 - een sterke negatieve correlatie tussen SSG enerzijds en OM, N en CEC anderzijds;
 - matig positieve correlaties zijn er tussen SSG en de twee pH-metingen;
 - matig negatieve correlaties tussen de twee pH-metingen en OM, N en CEC.
- Tussen de C/N-verhouding en de andere parameters zijn de correlaties zeer zwak (en niet significant).

9. WATERKWALITEIT VAN DE DRINKPOELEN

Binnen het kader van dit project werden geen watermonsters uit de peilbuizen genomen. Gegevens voor waterkwaliteit uit boorpunten voor het staatsnatuurreervaat De Westhoek zijn beschikbaar in volgende publicaties:

Lebbe, L., 1978. Hydrogeologie van het duingebied ten westen van De Panne, 164 p. Gent, Geologisch Instituut, Doctoraatsverhandeling.

Lebbe, L. & De Breuck, 1980. Hydrochemie van de freatische waterlaag ten westen van De panne. Tijdschrift BECEWA (Gent), nr. 58, 5/1980, 124-138.

Deze gegevens zijn, ondanks het feit dat het om waterkwaliteit van grondwater gaat, uitermate interessant vergelijkingsmateriaal. Het duingebied waarin de door ons onderzochte veedrinkpoelen liggen wordt gekenmerkt door zoet tot matig zoet water met relatief veel aardalkaliën ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) met 80 tot 95% van de kationen. Het bicarbonaat schommelde tussen 55 en 85% van de anionen. Het sulfaatgehalte was in de omgeving van de waterwinning drie tot vijfmaal groter dan op de andere plaatsen in de duinen. De watermonsters genomen aan de duinvoet en in de windgeulen zijn zwak zoete tot brakke waters met een maximaal aandeel van 30% aardalkaliën op de kationen.

9.1 CLASSIFICATIE VAN STUYFZAND (1986)

De lokalisatie van de bemonsterde veedrinkpoelen wordt aangeduid in fig. 9.1 en 2.3. Alle gegevens omtrent de wateranalyses worden voorgesteld in Bijlage C.

Zoals reeds uitgelegd in hoofdstuk 4 - Methodologie (§4.2.1.6), worden vier criteria gebruikt om de kwaliteit van watermonsters te classificeren : hoofdtype, hardheidscode, type (kationen en anionen) en kationenuitwisselingscode.

9.1.1 HOOFDTYPE

Gesteund op het chloridegehalte wordt het hoofdtype bepaald. Zeewater bevat zo'n 19 000 mg/l aan Cl^- , regenwater 4 mg/l (Walraevens, 1987). Onderstaande tabel toont voor de onderzochte monsters zeer lage choridegehaltes - weliswaar hoger dan het regenwater - zodat ze allemaal tot het hoofdtype "zoet" (F) behoren. De aanwezige fractie van zout water in het water van de poelen is uiterst gering. Dit betekent dat de belangrijkste bron van water voor de poelen afkomstig is van het regenwater en dat het grondwater dat deze poelen voedt eveneens van het type "zoet" is (De Breuck et al., 1974).

Tabel 9.1 : Hoofdtype, gesteund op het chloridegehalte.

poel	datum					
	10/09/98		7/05/99		16/09/99	
	$\text{Cl}^-(\text{mg/l})$	code	$\text{Cl}^-(\text{mg/l})$	code	$\text{Cl}^-(\text{mg/l})$	code
3a	47.22	F	39.28	F	51.38	F
6			23.05	F	39.47	F
7	31.55	F	31.28	F	31.15	F
8	132.11	F	50.01	F	71.94	F
12	26.33	F	22.72	F	23.75	F
13	36.77	F	20.72	F	26.87	F
15	52.02	F	20.61	F	29.52	F
18	118.49	F	32.39	F	81.72	F
21	106.24	F	59.17	F	81.27	F
HSGP	26.11	F	28.27	F	28.25	F

9.1.2 HARDHEIDSCODE

De hardheidscode wordt berekend aan de hand van de Ca^{2+} en Mg^{2+} concentraties (zie § 4.2.1.6). De resultaten van de berekeningen voor de hardheidscode worden voorgesteld in tabel 9.2. De meeste onderzochte monsters behoren tot de klasse matig hard (1) en hard (2). Uitzonderlijk wordt zeer hard (3) opgemeten (poel 3a, 10/9/1998) of zacht (0)(poel 13, 7/5/1999 en poel 18, 7/5/1999). De Ca^{2+} en Mg^{2+} concentraties in regenwater bedragen 1.6 en 1 mg/l respectievelijk (Walraevens, 1987). Onderstaande tabel toont dus duidelijk aan dat een verhoging in de concentratie van deze kationen heeft opgetreden. Dit is te wijten aan de oplossing van schelp- en krijtfragmenten in het moedermateriaal.

DEWESTHOX

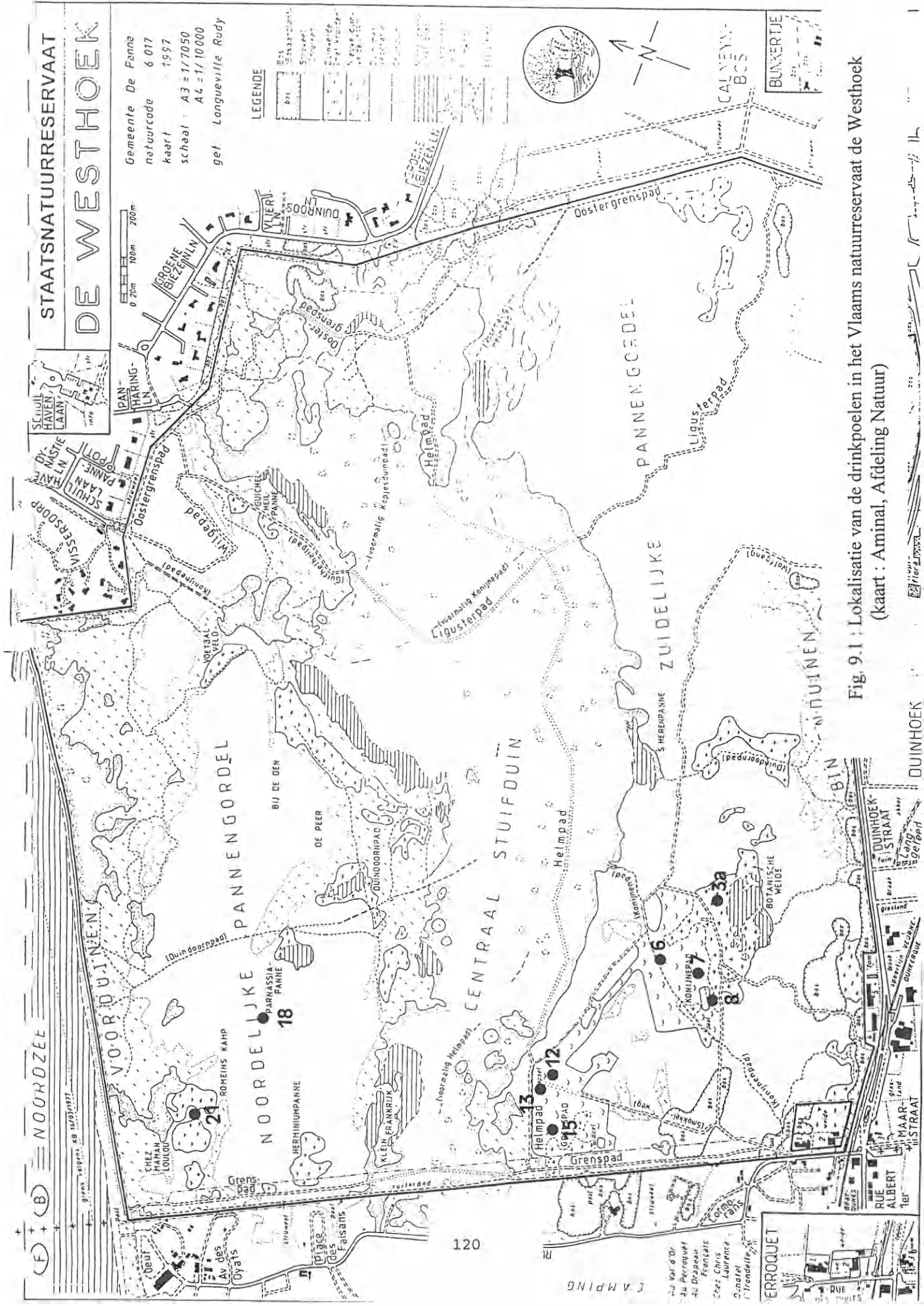
$$A_6 = 1/10000$$
[illegible]

Fig. 9.1 Lokalisatie van de drinkpoelen in het Vlaams natuurreserveaat de Westhoek

Tabel 9.2 : Watertype steunend op totale hardheid (TH).

poel	datum					
	10/09/98		7/05/99		16/09/99	
	TH (°F)	code	TH (°F)	code	TH (°F)	code
3a	40.71	3	24.85	2	32.18	2
6			18.89	1	23.23	2
7	18.88	1	27.01	2	18.36	1
8	28.70	2	27.94	2	31.88	2
12	16.66	1	21.71	2	10.04	1
13	17.39	1	9.41	0	20.27	2
15	14.88	1	16.94	1	14.91	1
18	21.78	2	8.24	0	16.91	1
21	32.63	2	23.02	2	30.40	2
HSGP	13.40	1	12.17	1	13.50	1

9.1.3 TYPE

Ter bepaling van de relatieve verdeling van de kationen en anionen werden de belangrijkste kationen- en anionengroepen uitgezet in een driehoeksdigram. Hiervan werd dan het kationen- en anionentype afgeleid (zie figuren 9.2 tot 9.7 en tabel 9.4).

Wat betreft het kation-type behoren de meeste monsters tot het Ca^{2+} -type met uitzondering van poel 18 op 10/9/1998. Het anion-type is in de meeste gevallen het bicarbonaat-ion (HCO_3^-) met uitzondering van poel 8 en 18 op 10/9/1998 en de grote poel in de Houtsaeger duinen op 7/5/1999 waarbij een menging van de anionen voorkomt en in poelen 12 (op 16/9/1999) 18 (op 7/5/1999) met het carbonaat-ion (CO_3^{2-}) als dominante.

9.1.4 KATIONENUITWISSELINGSCODE

Tabel 9.3 geeft de resultaten van de berekeningen die leiden tot de kationenuitwisselingscode.

Tabel 9.3 : Kationenuitwisselingsparameter en $\sqrt{0.5\text{Cl}^-}$

poel	datum								
	10/09/98			7/05/99			16/09/99		
	$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})$	$\sqrt{0.5\text{Cl}^-}$	Code	$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})$	$\sqrt{0.5\text{Cl}^-}$	Code	$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+})$	$\sqrt{0.5\text{Cl}^-}$	Code
	verbeterd			verbeterd			verbeterd		
3a	0.30	0.82	Ø	0.51	0.74	Ø	-0.05	0.85	Ø
6				0.70	0.57	+	1.75	0.75	+
7	0.52	0.67	Ø	0.96	0.66	+	0.56	0.66	Ø
8	2.60	1.37	+	0.85	0.84	+	2.35	1.01	+
12	0.69	0.61	+	0.41	0.57	Ø	0.66	0.58	+
13	0.89	0.72	+	0.62	0.54	+	0.81	0.62	+
15	1.36	0.86	+	1.03	0.54	+	1.43	0.65	+
18	0.73	1.29	Ø	0.69	0.68	+	1.44	1.07	+
21	0.40	1.22	Ø	0.97	0.91	+	0.62	1.07	Ø
HSGP	0.26	0.61	Ø	0.18	0.63	Ø	0.15	0.63	Ø

Bovenstaande tabel toont aan dat de onderzochte watermonsters een kationen ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+}$)-evenwicht hebben of een kationen-overschot.

Fig. 9.2 : Bepaling van het type, kationen - 10/9/1998

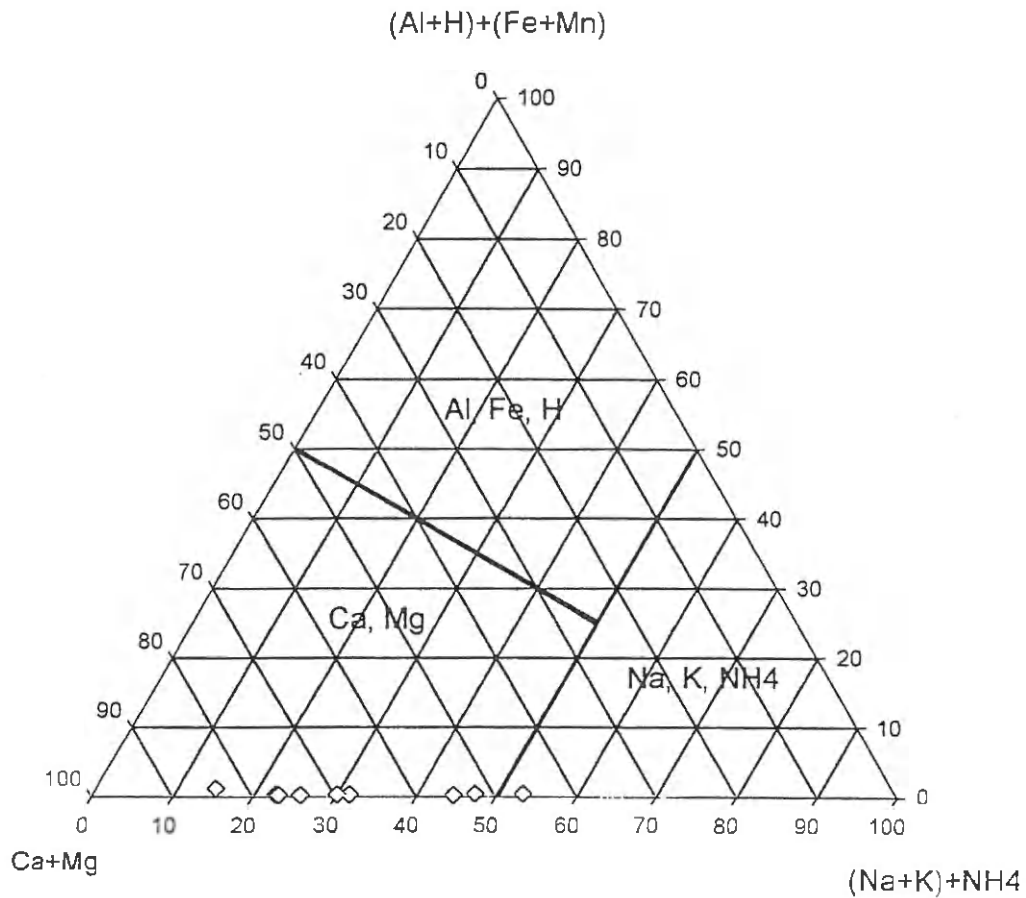


Fig. 9.3 : Bepaling van het type, anionen - 10/9/1998

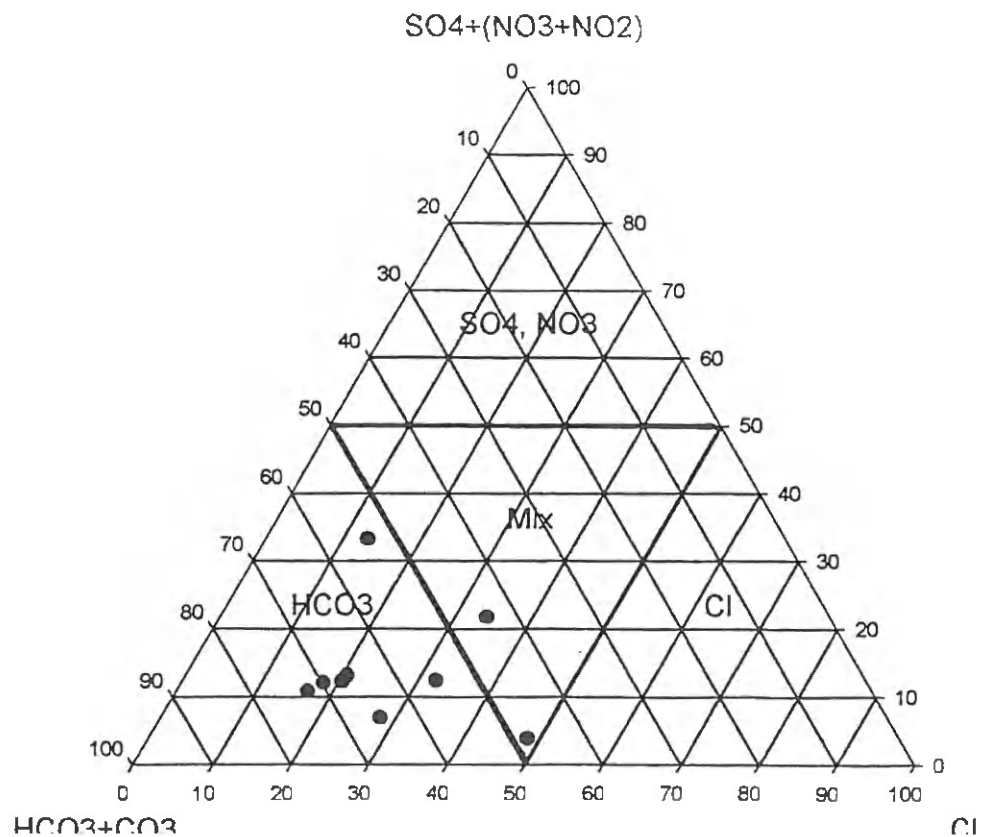


Fig. 9.4 : Bepaling van het type, kationen - 7/5/1999

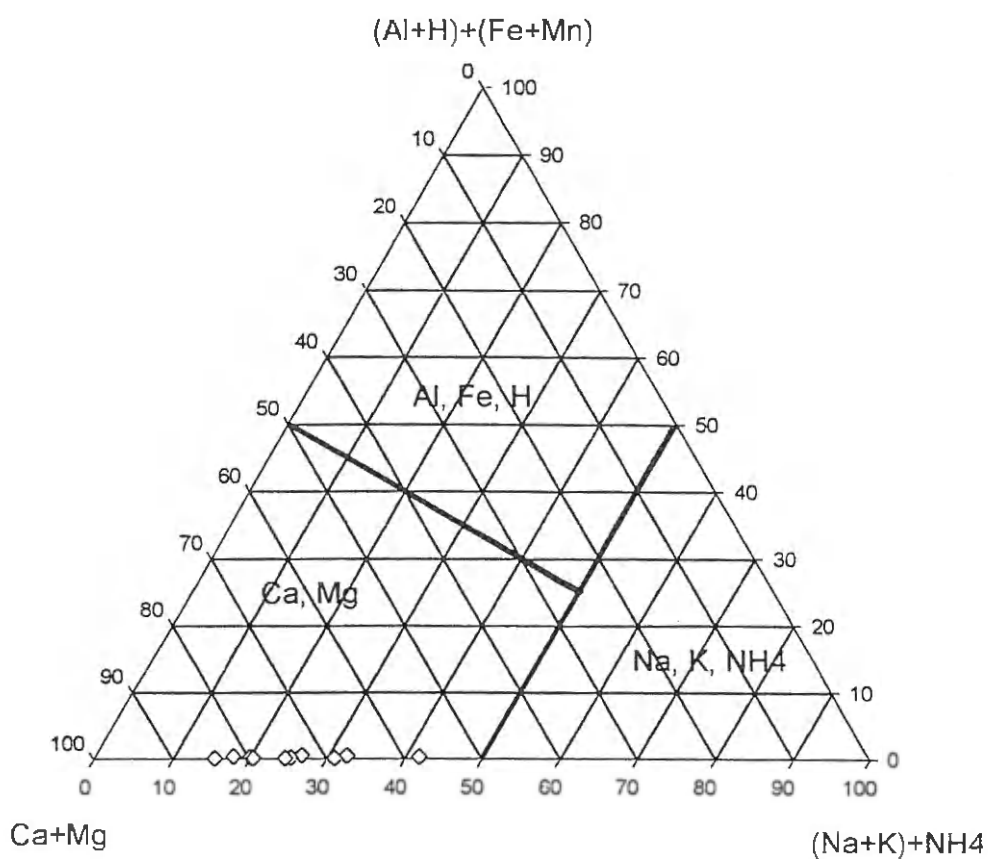


Fig. 9.5 : Bepaling van het type, anionen - 7/5/1999

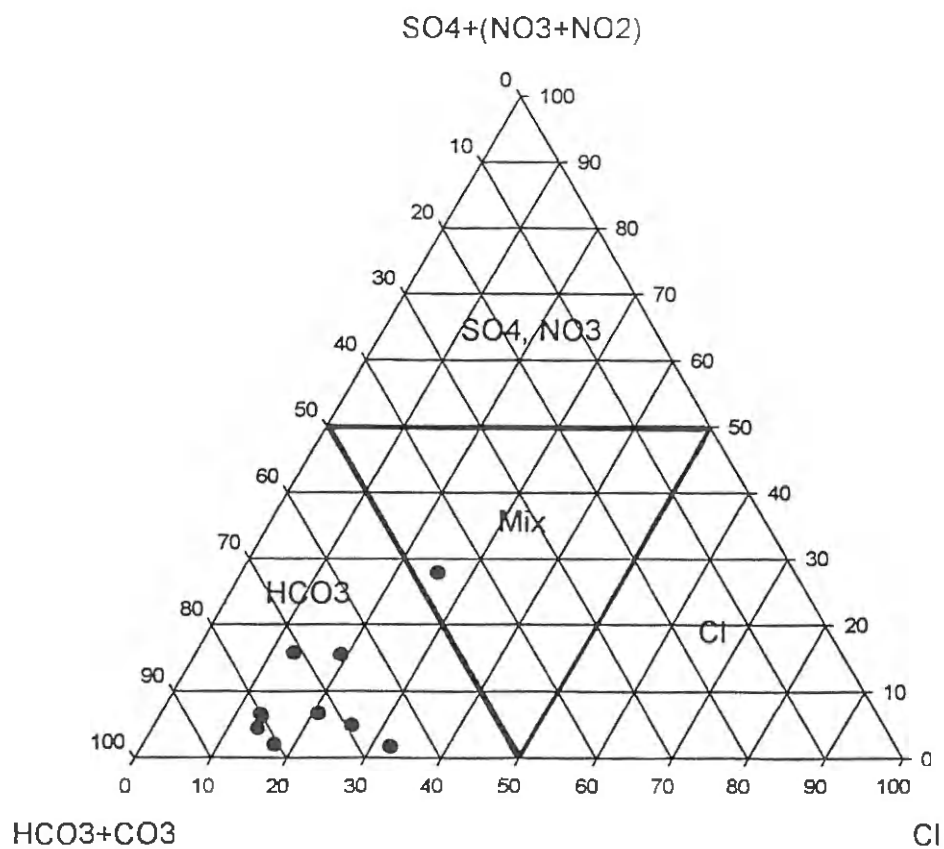


Fig. 9.6 : Bepaling van het type, kationen - 16/9/1999

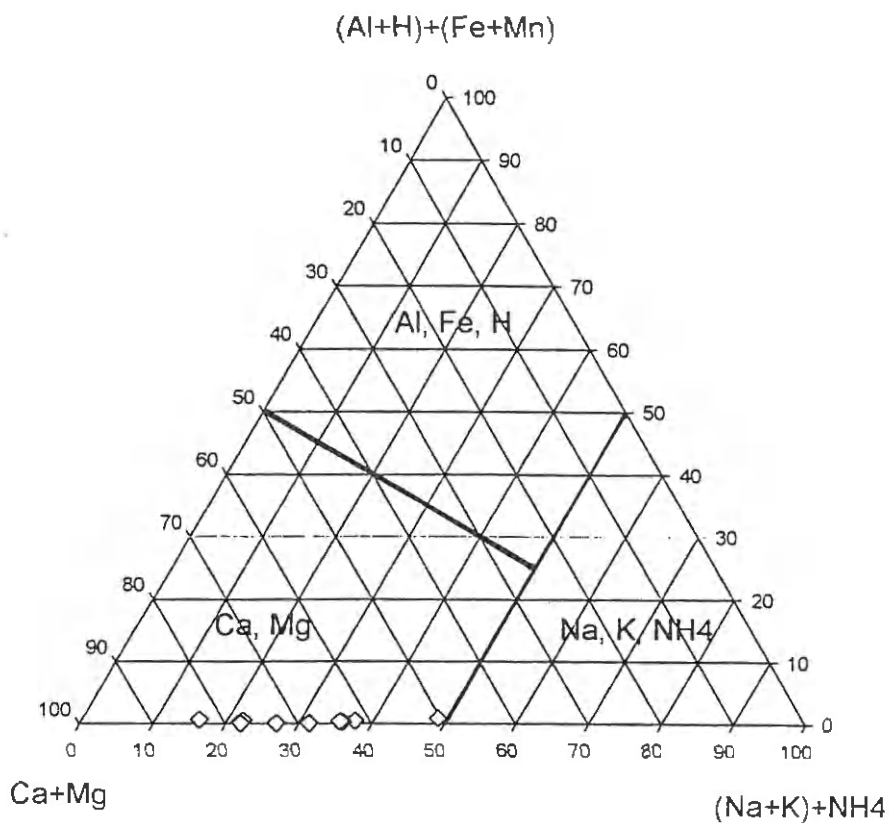
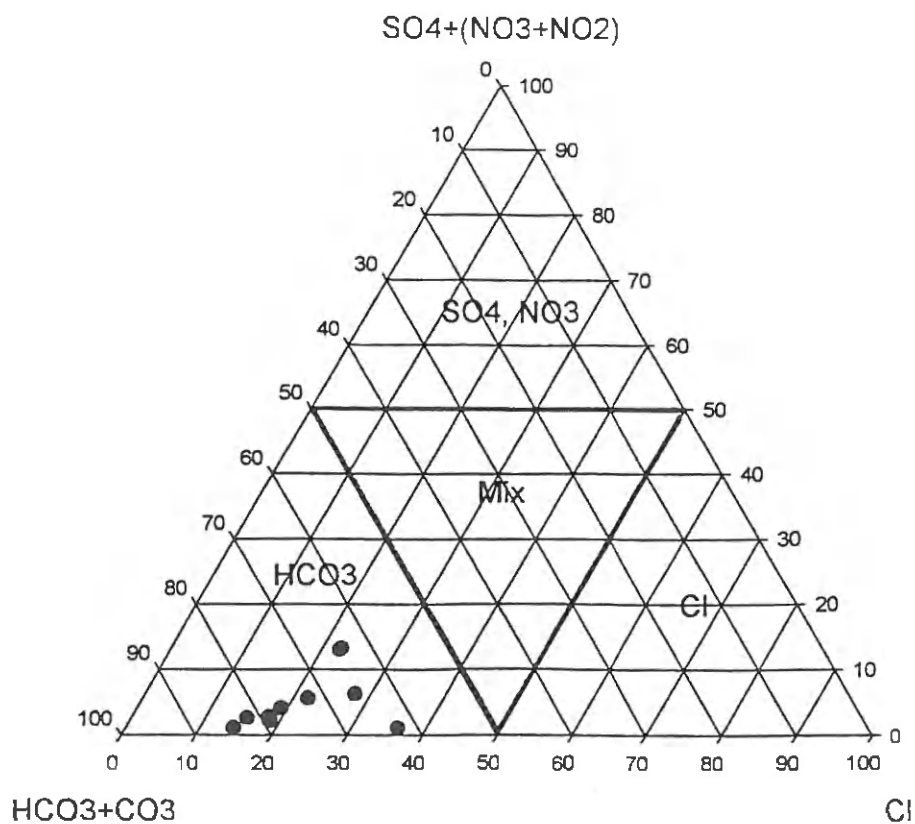


Fig. 9.7 : Bepaling van het type, anionen - 16/9/1999



9.1.5 CLASSIFICATIE VOOR WATERKWALITEIT VOLGENS STUYFZAND (1986)

Tabel 9.4 : Toepassing van de classificatie voor waterkwaliteit volgens Stuyfzand (1986).

poel	datum		
	10/09/98	7/05/99	16/09/99
3a	F3- CaHCO_3^+ Ø	F2- CaHCO_3^+ Ø	F2- CaHCO_3^+ Ø
6		F1- CaHCO_3^+ +	F2- CaHCO_3^+ +
7	F1- CaHCO_3^+ Ø	F2- CaHCO_3^+ +	F1- CaHCO_3^+ Ø
8	F2- Ca^{2+} Mix +	F2- CaHCO_3^+ +	F2- CaHCO_3^+ +
12	F1- CaHCO_3^+ +	F2- CaHCO_3^+ Ø	F1- CaCO_3 +
13	F1- CaHCO_3^+ +	F0- CaHCO_3^+ +	F2- CaHCO_3^+ +
15	F1- CaHCO_3^+ +	F1- CaHCO_3^+ +	F1- CaHCO_3^+ +
18	F2- Na^+ Mix Ø	F0- CaCO_3 +	F1- CaHCO_3^+ +
21	F2- CaHCO_3^+ Ø	F2- CaHCO_3^+ +	F2- CaHCO_3^+ Ø
HSGP	F1- CaHCO_3^+ Ø	F1- Ca^{2+} Mix Ø	F1- CaHCO_3^+ Ø

De meeste onderzochte watermonsters zijn van het calciumbicarbonaat type (CaHCO_3^+). In poel 18 (10/9/1998) overheerst het Na^+ -ion, in poel 8 (10/9/1998), poel 18 (10/9/1998), poel HSGP (7/5/1999) komt een menging voor van anionen, in poel 12 (16/9/1999) en poel 18 (7/5/1999) is het carbonaation het belangrijkste.

De dominantie van het CaHCO_3^+ -type kan toegeschreven worden aan de oplossing van CaCO_3 dat aanwezig is in het moedermateriaal onder de vorm van schelp- en krijtfragmenten. Het voorkomen van een Na^+ -mix type kan verklaard worden door de aanvoer van Na^+ -ionen onder de vorm van sea-spray. Zeewind is beladen met zoutpartikeltjes en wordt door de dominante wind landinwaarts vervoerd. Voor de poelen dicht bij de zee kan men dan ook hogere concentraties aan Na^+ en Cl^- ionen verwachten.

9.2 VOORSTELLING VAN DE WATERKWALITEIT OP EEN PIPER DIAGRAM

De waterkwaliteit van de watermonsters van de poelen werden voorgesteld op figuren 9.8 tot 9.10. In fig. 9.11 werd een detail uit de ruit van het Piper diagram uitvergroot en de drie opname periodes worden hierop weergegeven.

Voor de eerste bemonsteringsperiode - 10/9/1998 - toont fig. 9.8 dat de kationenconcentratie voor 47 tot 85 % bedraagt uit $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Het zijn voornamelijk poelen 18, 8 en 15 die relatief hogere hoeveelheden aan $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ vertonen. Wat betreft de anionen bedraagt het bicarbonaat aandeel tussen de 44 en 72%. De poelen met de hoogste concentraties voor $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ zijn nrs. 18 en 8.

De gegevens voor 7/5/1999 en 16/9/1999 zijn duidelijk meer gegroepeerd dan deze van 10/9/1998. Wat betreft het aandeel van de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ van de kationenconcentraties liggen deze tussen 58 en 85% voor 7/5/1999 en 54 en 85% voor 16/9/1999. Het bicarbonaatpercentage varieert tussen 54 en 82% voor 7/5/1999 en 63 en 85% voor 16/9/1999.

9.3 EVOLUTIE VAN DE WATERKWALITEIT

Tot nu toe werden drie bemonsteringsperiodes uitgevoerd : 10/9/1998 en 16/9/1999 bij relatief lage grondwaterstanden, 7/5/1999 bij relatief hoge waterstanden.

9.3.1 OPVALLENDE KATIONEN- EN ANIONENCONCENTRATIES (FIG. 9.12-9.22)

Het Na^+ -kation (fig. 9. 12) vertoont zeer hoge waarden in poel 8 (10/9/1999); verder vertonen ook poelen 15, 18 en 21 op 10/9/1998 en 16/9/1999 (lage waterstanden) en poel 21 op 7/5/1999 (hoge waterstand) hoge waarden. Poelen 18 en 21 zijn het dichtst bij de zee gelegen en daar kan men de relatief hoge waarden voor Na^+ verwachten, voor poelen 8 en 15 kunnen de hogere waarden moeilijk verklaard worden.

Het K^+ -kation vertoont zeer hoge waarden in poel 6 (16/9/1999), 8 (drie metingen), 18 (10/9/1998 en 16/9/1999)(fig. 9.13).

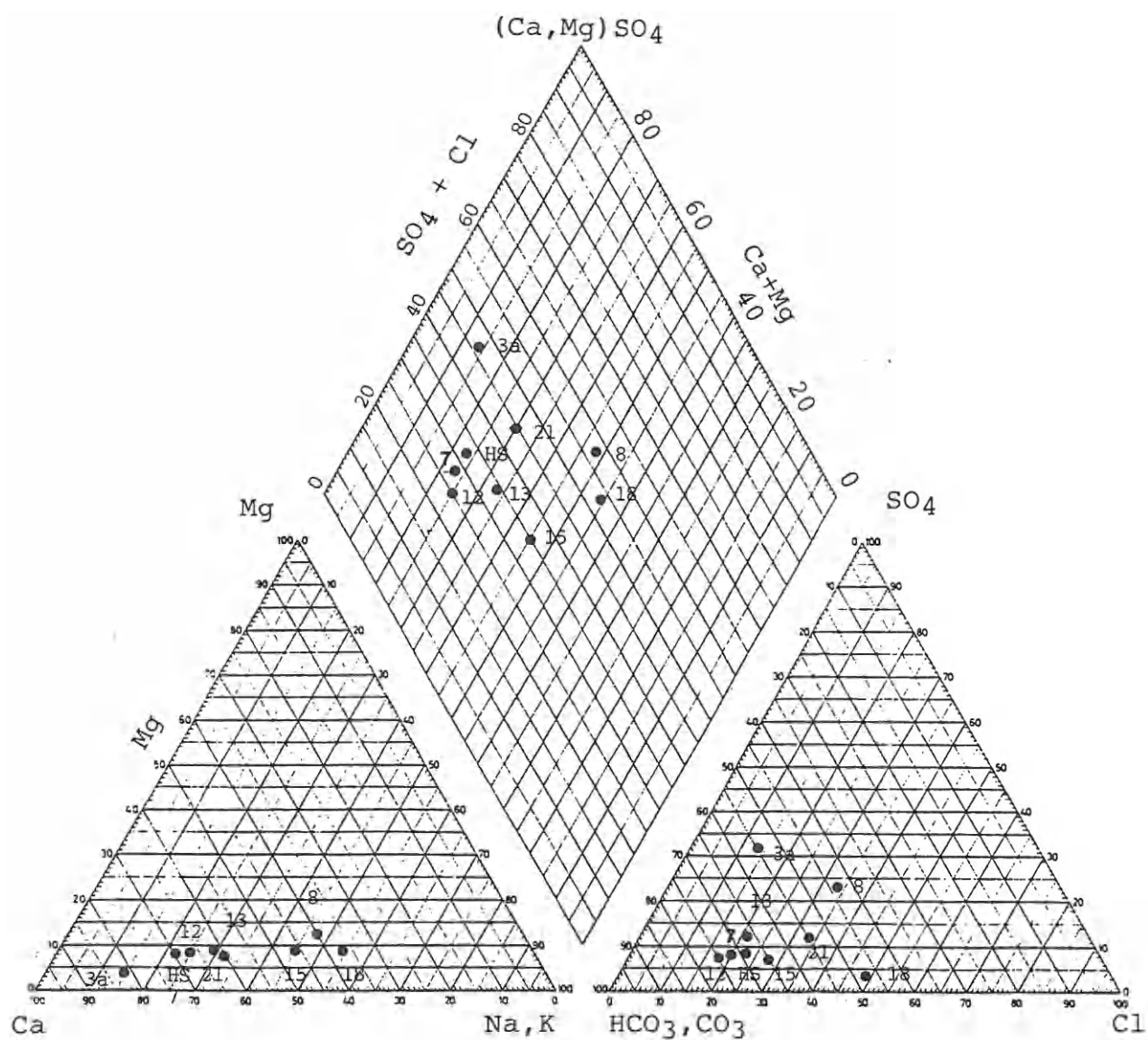


Fig. 9.8 : Piper-diagram voor watermonsters, 10/9/1998

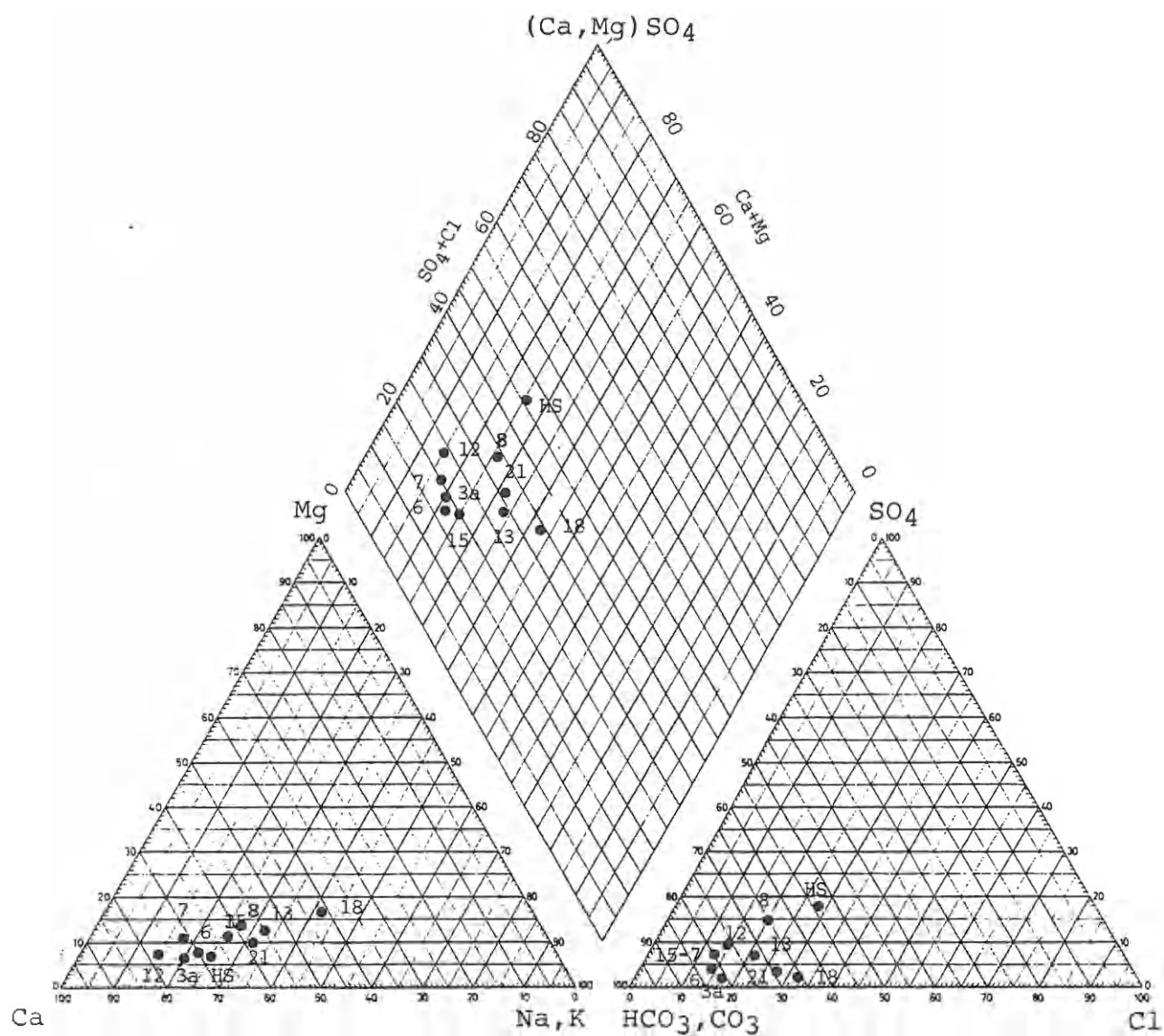


Fig. 9.9 : Piper-diagram voor watermonsters, 7/5/1999

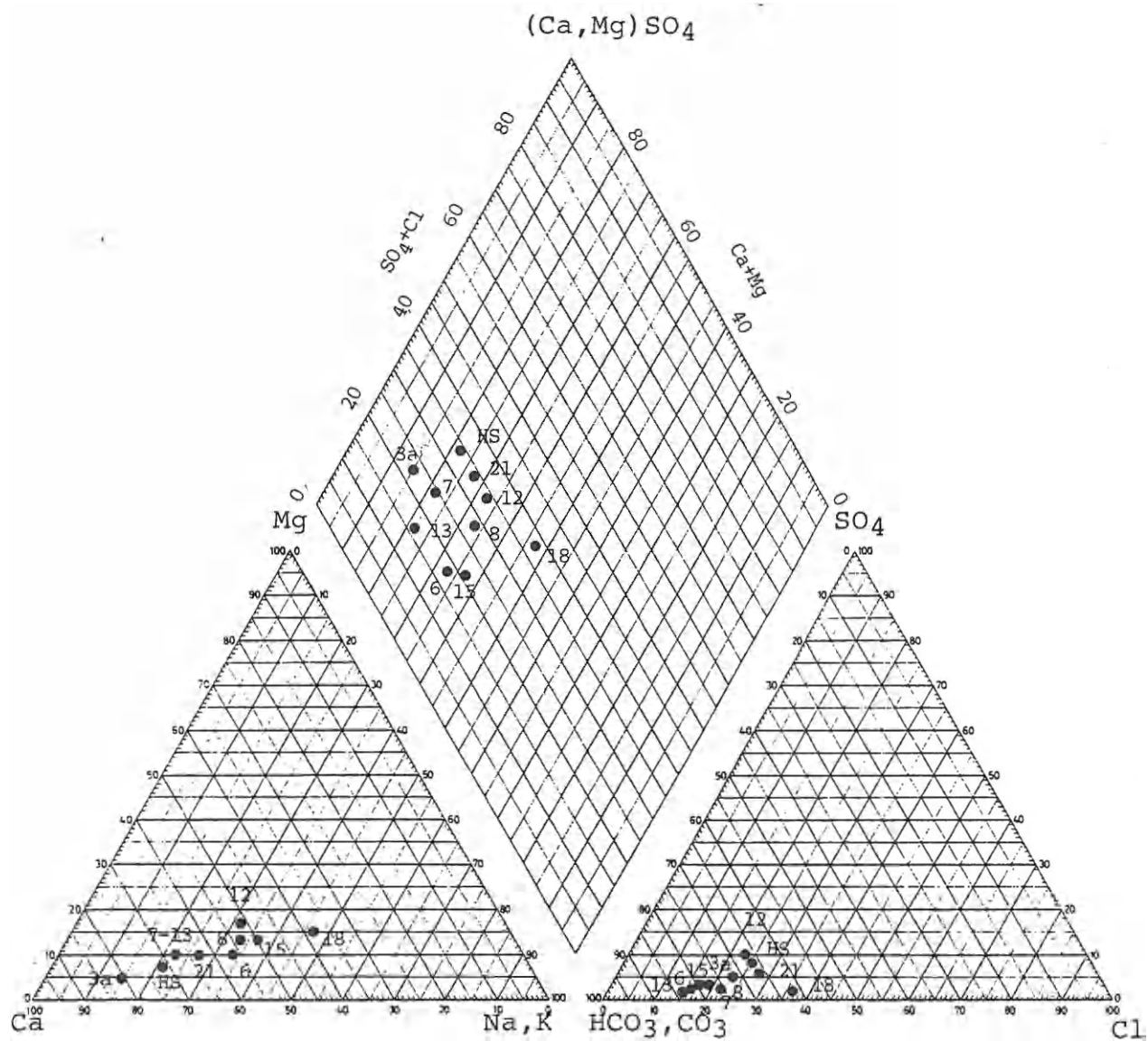


Fig. 9.10 : Piper-diagram voor watermonsters, 16/9/1999

Het Ca^{2+} -kation is het hoogst in poelen 3a, 8 en 21. De laagste concentraties werden gemeten in poel 13 en 18 bij hoge waterstand (7/5/1999)(fig. 9.14). Een zwakke trend kan waargenomen worden waarbij de poelen verder gelegen van het wandelduin hogere concentraties van Ca^{2+} -kationen vertonen. Het wandelduin treedt op als een belangrijk hervulgebied van water via de neerslag. De (relatief zure) neerslag dringt in de bodem en verplaatst zich ondergronds, afhankelijk van de positie van de waterscheidingskam zowel richting zee als richting polder. Hoe verder van het wandelduin, hoe hoger de concentratie van de opgeloste Ca^{2+} (mondelinge mededeling K. Walraevens).

Het Mg^{2+} -kation is uitgesproken het hoogste in poel 8; iets hogere concentraties worden ook nog gemeten in poel 15 en 18 (16/9/1999), poel 21 (3metingen)(fig. 9.15).

De concentratie aan het $\text{Fe}^{3+}/^{2+}$ -kation is relatief laag in alle poelen, uitzonderingen zijn poel 3a (10/9/1998), poel 8 (7/5/1999 en 10/9/1999) en poel 18 (16/9/1999)(fig. 9.16).

Het NH_4^+ -kation kent een opvallende hoge concentratie in poel 6, poel 8 en poel 18 op 16/9/1999 (fig. 9.17).

Het Cl^- -anion kent naar analogie met het Na^+ -kation, hoge concentraties in poel 8 en 21 (3 metingen), poel 18 (najaarmetingen) (fig. 9.18). De poelen nabij de zee (poel 18 en 21) kennen door het sea-spray effect hogere concentraties.

De HCO_3^- -anionen concentratie volgt dezelfde trend als het Ca^{2+} -kation is relatief hoog in poelen 3a, 8, 7, 6 en 21. De laagste concentratie werd opgemerkt in de grote poel van de Houtsaegerduinen (fig. 9.19).

De SO_4^{2-} -anionen hebben een hoge concentratie in poel 3a, 8 en 21 (10/9/1998) en poel 8 (7/5/1999) (fig. 9.20). De aanwezigheid van S-houdend organisch materiaal zoals bijvoorbeeld een begraven humeuze horizont of een organische sliblaag op de bodem van de poel zou na oxidatie kunnen leiden tot verhoogde waarden voor het SO_4^{2-} -anion (Walraevens, 1998).

$\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ -anionen zijn sterk vertegenwoordigd in poel 7(10/9/1998), poel 12 en HSGP (drie metingen)(fig. 9.21).

PO_4^{3-} -anion bereikt zeer hoge waarden in poel 8 (7/5/1999 en 16/9/1999), gemiddeld iets hogere waarden worden ook gemeten, in poel 3a en 8 (16/9/1998) (fig. 9.22).

9.3.2 SEIZOENALE VARIABILITEIT VAN DE WATERKWALITEIT

Het Na^+ -kation vertoont een duidelijke trend in poel 8, 12, 13, 15, 18 en 21 waarbij lagere concentraties gemeten werden bij hogere waterstanden.

Een duidelijk verband tussen de hoogte van de waterstand in de poel en de concentratie van het K^+ -kation (lage waterstand - hoge concentratie) is te zien in poel 6 (onvolledige reeks), 8, 13, 15 (zwak), 18, 21 en de grote poel in de Houtsaegerduinen.

Lage waterstanden gepaard gaande met hoge concentraties voor het Ca^{2+} -kation is te zien in poel 3a, 13, 18, 21 en de grote poel in de Houtsaegerduinen.

Een zwakke tendens (verschil tussen de kationenconcentratie is dikwijls klein) tussen de hoogte van de waterstand en de concentratie van het Mg^{2+} -kation is te zien in alle poelen behalve 3a en 7.

De seizoenale trend betreffende de concentratie van het $\text{Fe}^{3+}/^{2+}$ -kation is te zien in poel 3a, 13 en 18.

De concentratie van het NH_4^+ -kation is lager bij hoge waterstanden in 3a, 6, 8, 18, 21 en HSGP.

De Cl^- -anionen vertonen een duidelijke seizoenale trend in alle poelen met uitzondering van poel 7 en HSGP.

Wat betreft de HCO_3^- -anion en is eveneens een duidelijke seizoenale trend te zien in poelen 3a, 13, 15, 18, 21.

De SO_4^{2-} en $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ -anionen vertonen geen duidelijke seizoenale variaties, voor het PO_4^{3-} -anion kan in poel 3a, 12, 13, 15, 18, 21, HSGP een hogere concentratie bij een lagere waterstand waargenomen worden.

9.3.3 DISCUSSIE

Figuren 9.12 tot 9.22 tonen enerzijds de evolutie van de concentraties van de verschillende ionen over de drie meetperiodes, anderzijds werden de poelen zodanig gerangschikt zodat poel 3a aan de linkerzijde van de grafiek zich het verst bevindt van de zee, terwijl poel 21 op de rechterzijde van de grafiek (de grote poel van de Houtsaegerduinen terzijde gelaten) het dichtst bij de zee is gelegen.

Alhoewel in het Westhoek natuurreervaat slechts 9 poelen en in de Houtsaegerduinen slechts één enkele poel onderzocht werden en het aantal metingen per poel beperkt is tot 3 opnames (2 opnames voor poel nr. 6) kan men een aantal tendensen opmerken. De Na^+ -, Cl^- -, Ca^{2+} - en HCO_3^- -ionen vertonen een ruimtelijk verspreidingspatroon. Het Na^+ -gehalte is het grootst in poelen 18, 21 en 8; dezelfde trend is waar te nemen voor het Cl^- -gehalte. De poelen 18 en 21 bevinden zich het dichtst bij de zee zodat de verhoogde concentratie hier verklaard kan worden door een aanvoer van seaspray-zouten (NaCl). De aanwezigheid van de Na^+ en Cl^- ionen in poel 8 kan voorlopig niet verklaard worden.

Een zwakke ruimtelijke trend is te zien in de Ca^{2+} - en HCO_3^- -ionen : hoogste waarden komen voor in poelen 3a, 8, 7 en 6 ten zuiden van het wandelduin en poel 21 ten noorden van het wandelduin. Dit wandelduin vormt een belangrijk deel van het opvanggebied voor de neerslag. Hoe verder men zich van het wandelduin bevindt, hoe langer het water zich in de bodem bevindt en hoe langer het proces van verzadiging kan doorgaan (mondelijke mededeling, Walraevens). Deze veronderstelling zou verder getoetst moeten worden aan de hand van de grondwaterstromingen en het gedrag het water binnen de onverzadigde zone.

Wat betreft de chemische samenstelling van het water vormt poel 8 enkele opvallende kenmerken, zoals een hoog gehalte aan K^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} . De reden voor deze hoge concentraties is niet geheel duidelijk. Poel 8 werd gegraven op de plaats van een vroegere brandplaats, maar ook ter hoogte van poel 6, 15 en 18 was op het ogenblik van de ontstruweling een brandhaard aanwezig. In deze poelen werd geen duidelijke toename aan voorvermelde ionen waargenomen.

9.4 BESLUIT

De analyses van de watermonsters uit de drinkpoelen leveren gegevens omtrent de waterkwaliteit en in beperkte mate de evolutie van de waterkwaliteit en de ruimtelijke spreiding van de geanalyseerde parameters. Vermits de bemonsterde periode van korte duur was (1 jaar - 3 monsterreeksen) is het noodzakelijk de metingen over langere periodes te handhaven.

Een gedetailleerde karakterisatie van de poelen is noodzakelijk om de temporele en ruimtelijke trends beter te begrijpen. Het opstellen van een gegevensbank moet een betere interpretatie van de gegevens toelaten (voorgeschiedenis, grootte van de poel, diameter en diepte van de poel, diepte van het water in de poel, frequentie van bezoek door vee, voorkeur door bepaald type vee, voorkomen van waterplanten, algenbloei, enz.).

Fig. 9.12 : Evolutie van de Na⁺ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

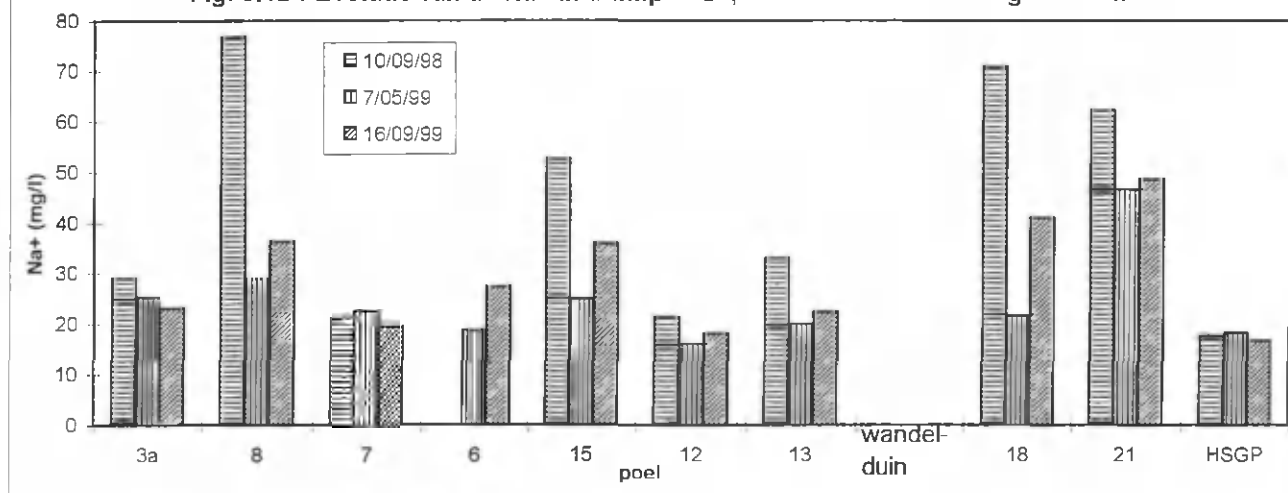


Fig. 9.13 : Evolutie van de K⁺ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

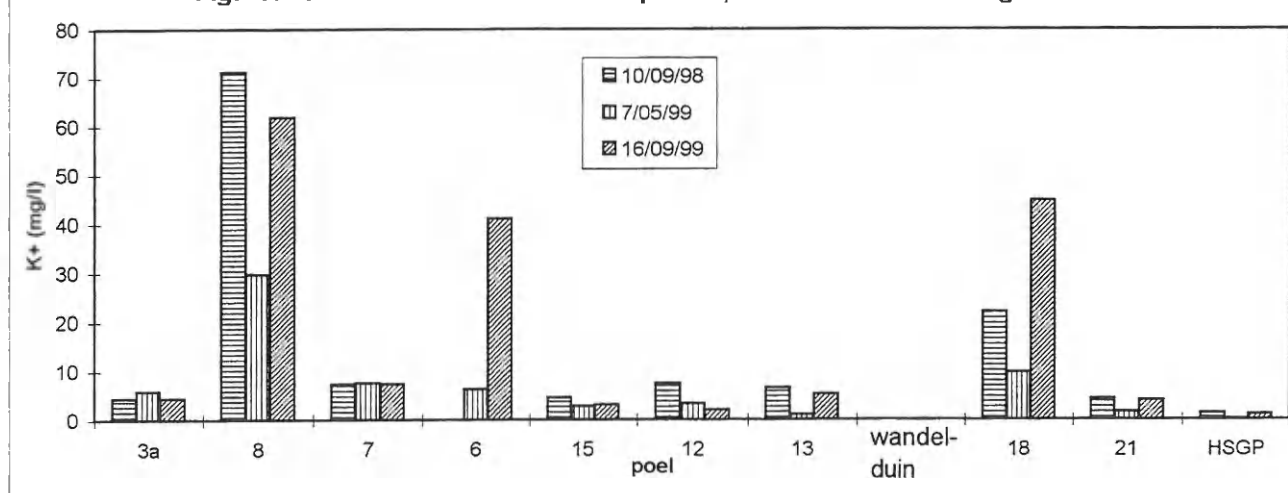


Fig. 9.14 : Evolutie van de Ca²⁺ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

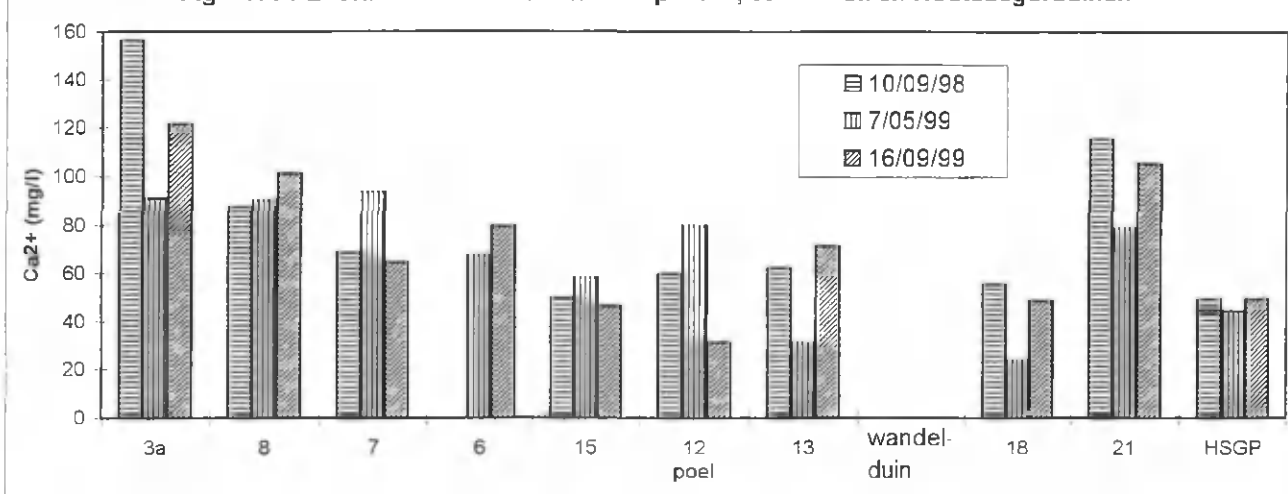


Fig. 9.15 : Evolutie van de Mg^{2+} in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

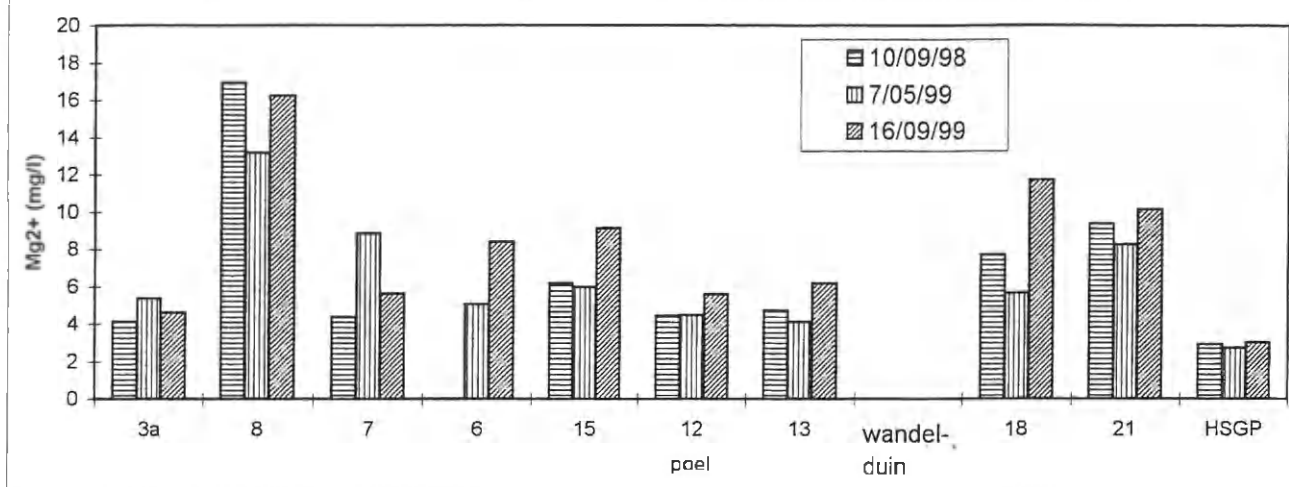


Fig. 9.16 : Evolutie van de Fe^{3+}/Fe^{2+} in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

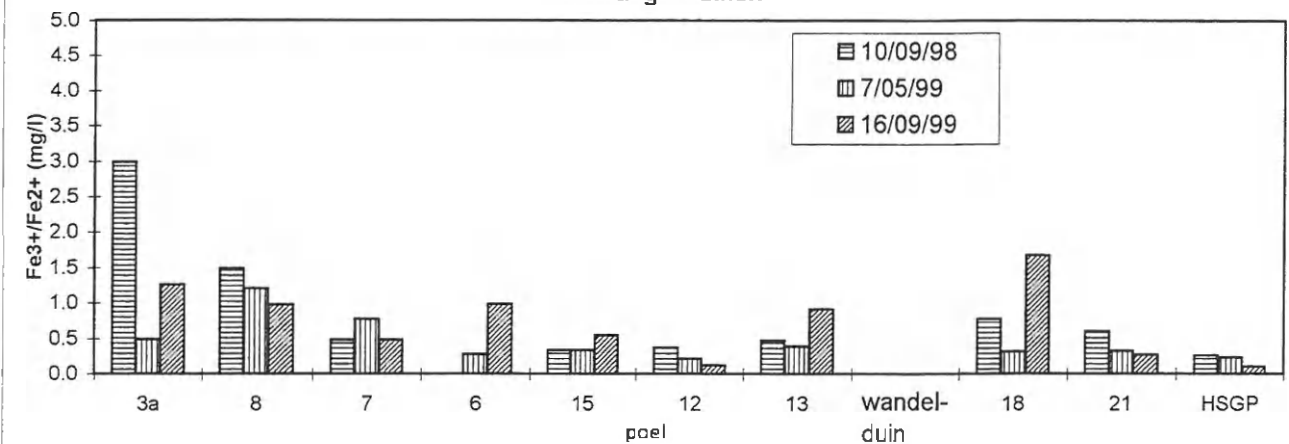


Fig. 9.17 : Evolutie van de NH_4^+ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

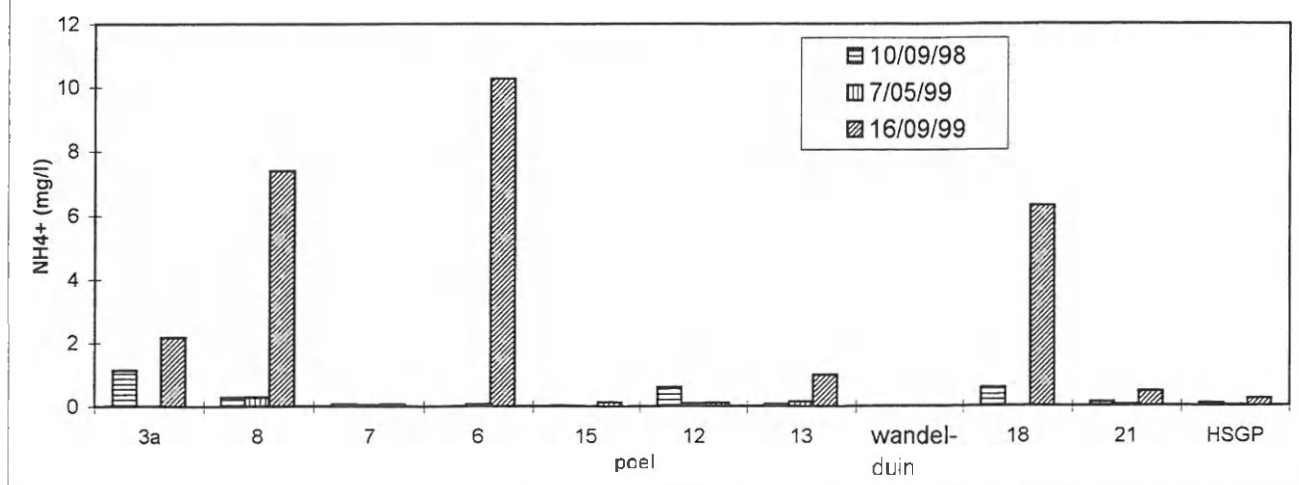


Fig. 9.18 : Evolutie van de Cl⁻ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

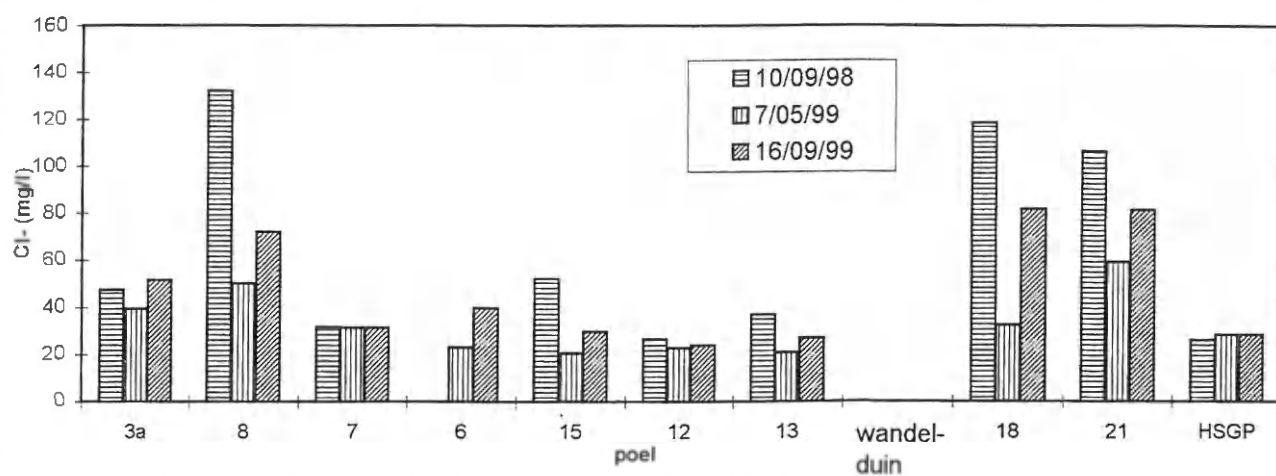


Fig. 9.19 : Evolutie van de HCO₃⁻ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

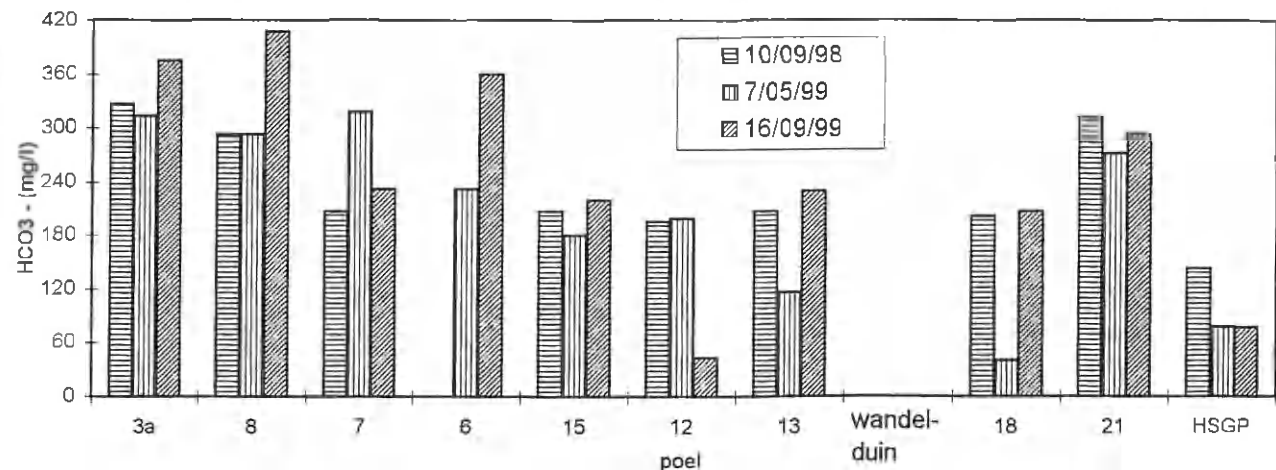


Fig. 9.20 : Evolutie van de SO₄²⁻ in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

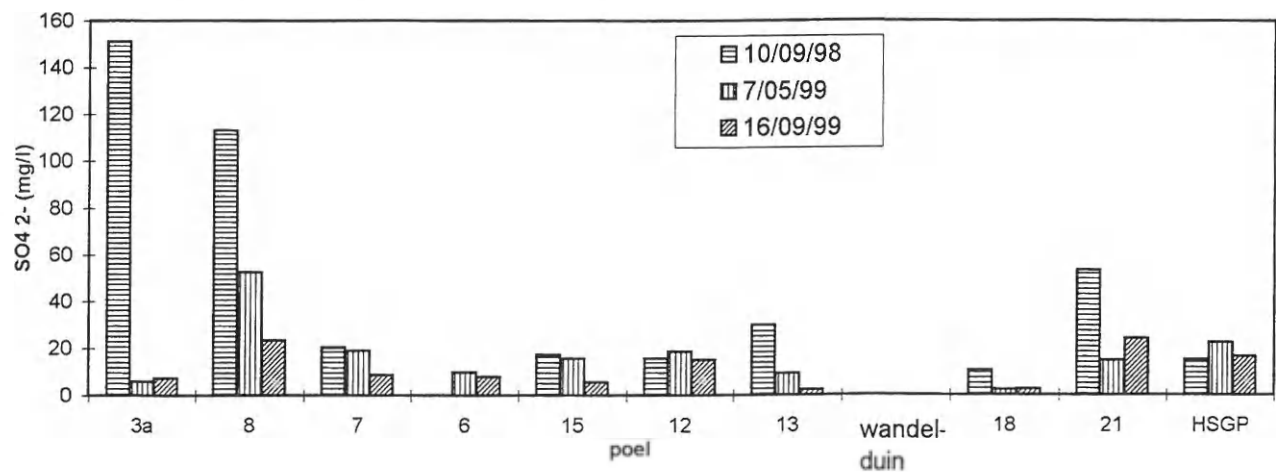


Fig. 9.21 : Evolutie van de NO₃ -/NO₂ - in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen

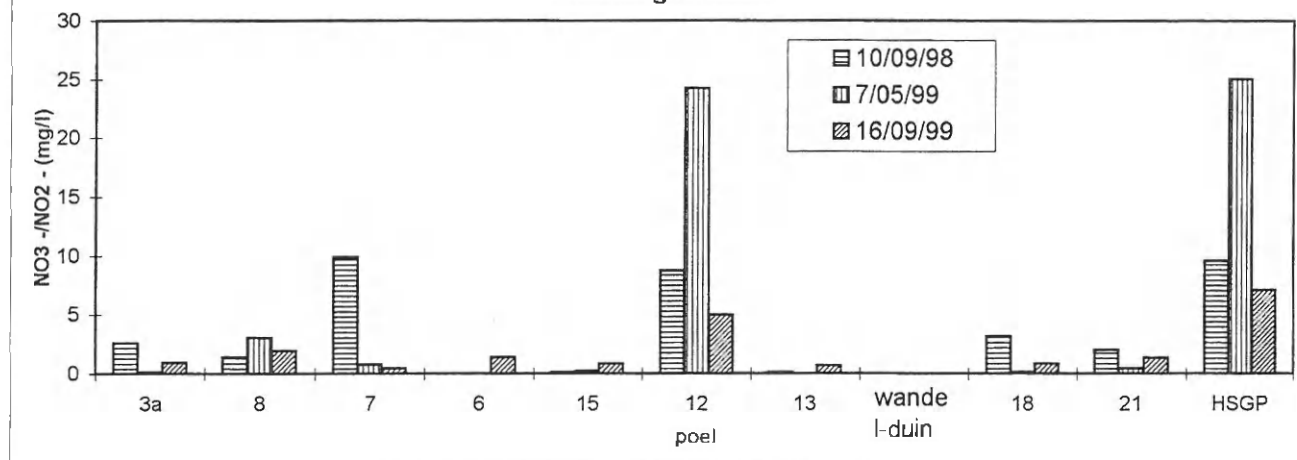
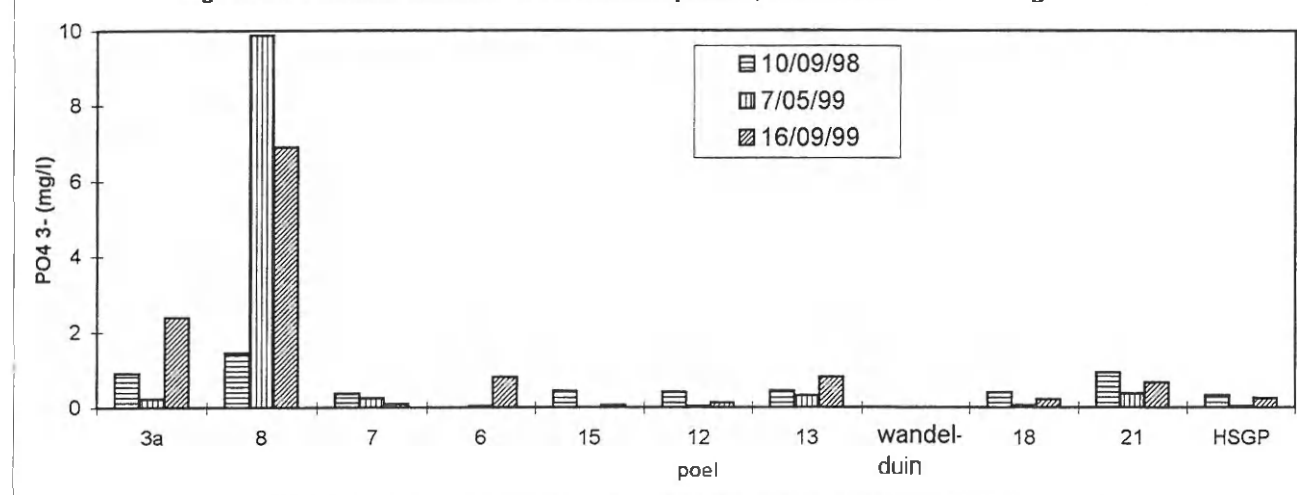


Fig. 9.22 : Evolutie van de PO₄ 3- in drinkpoelen, Westhoek en Houtsaegerduinen



10. AFGRAVINGEN OP HET VLAAMS NATUURRESERVAAT D'HEYE (BREDENE)

10.1 INLEIDING

Zoals reeds beschreven onder §2.3.3. werden gedurende de tweede helft van september 1999 in het natuurreservaat D'Heye twee percelen afgegraven. Het eerste perceel is gelegen langs de Koerslaan. De afgraving beslaat ongeveer 0.85 ha over een gemiddelde diepte van 50 cm. Het tweede perceel, gelegen langs de Batterijstraat is ongeveer 1.3 ha groot en werd gemiddeld 30 tot 50 cm afgegraven (fig. 2.4).

Bodemprospectie uitgevoerd in 1995 op het naburige terrein van de VMW toonde aan dat ter hoogte van het binnenduincomplex van D'Heye (Blutsijde) strandafzettingen op geringe diepte werden aangetroffen. Deze strandafzettingen werden bedekt met een gering pakket eolisch zand waarin zich een zwak podzolprofiel ontwikkeld heeft (Ampe, 1996). Verder hebben de historische gegevens en het bodemonderzoek aangetoond dat het terrein sterk verstoord was door menselijke activiteiten (militaire activiteiten, renbaan, landbouw, waterwinning).

De geraadpleegde Ferraris- en topografische kaarten duiden vooral (natte) weiden of heide als bodemgebruik aan. Akkerpercelen zijn niet of nauwelijks terug te vinden. Voor de eerste wereldoorlog was het gebied een heide begraasd door schapen. 'S Avonds werden de schapen verzameld en ondergebracht in een soort stal - "een hurden" - gelegen in de polders (Zwaenepoel, A., 1985).

Tijdens de eerste wereldoorlog bouwden de Duitsers op de Bredense heide, nabij de Jacobinessenhoeve van Zwaenepoel, Batterij Deutschland, de zwaarste van gans de kustverdediging (Econnection, 1997). De batterij beschikte over 4 kanonnen van 38 cm die opgesteld stonden in beddingen van gewapend beton van 20 m diameter. De munitie en de kanonnen werden via sporen, waarvan het tracé gedeeltelijk nog herkenbaar is in het landschap, aan- en afgevoerd (Deseyne, 1993).

In 1920 werd een gedeelte van de heide gelegen op de grensscheiding Bredene - Klemskerke aangekocht door de S.A. Belgian Littoral om tot zandontginningen over te kunnen gaan. In 1923 werd op het heidestuk van de S.A. Belgian Littoral een renbaan gebouwd die operationeel was tot 1939 (Eeckhout, 1993). De tribune van de "Hippodrome" lag op het einde van de Koerslaan. In het gebouw waar nu het pompstation geïnstalleerd is, werden toen de weddenschappen afgesloten (Mondelinge mededeling, Van Driessche). Via de Koerslaan bereikten de bezoekers de renbaan vanaf de speciaal aangelegde tramhalte 'Hippodroom' op de Koninklijke Baan (Eeckhout, 1993). Op luchtfoto's (Eurosense, 1989) is de ovale structuur van een renbaan te herkennen.

Tijdens de tweede wereldoorlog werden de installaties van de renbaan door de Duitsers met de grond gelijkgemaakt.

Na de oorlog werd gestart met de uitbouw van een waterwingebied. Voor de verbindingsleidingen werden er sleuven opengelegd en weer dichtgemaakt. Recentelijk (1995) werden de verbindingsleidingen vernieuwd. Ook dit heeft bodemverstoring met zich mee gebracht. Het gebied heeft de waterwinningsfunctie tot op vandaag behouden.

Bij het afgraven van het terrein dagzoomden de strandafzettingen (vnl. langs de Koerslaan) en kwamen talrijke historische oppervlaktestructuren aan het licht. Om de verdere evolutie van het terrein op te volgen werd het noodzakelijk geacht om binnen het kader van het monitoring project de nieuwe uitgangssituatie zo goed mogelijk vast te leggen.

De oppervlaktestructuren te zien na de afgraving langs de Koerslaan (fig. 10.1) werden ingetekend, voor de afgraving langs de Batterijstraat werden slechts een algemene schets gemaakt (fig. 10.2).

10.1.1 AFGRAVING LANGSHEEN DE KOERSLAAN

De meest opvallende structuren zijn :

- Beddenstructuur (1) met afwisselend meer zandige en meer kleiig-zandige stroken.
- Vier rijen drainagebuizen (2) bestaande uit baksteen liggen op een onderlinge afstand van 11 tot 12 m.

- Twee evenwijdige drainagesleuven (3) liggen in het westelijk deel en lopen verder door tot waarschijnlijk onder de Koerslaan. Lokaal zijn de drainagesleuven omgeven door beton al dan niet met de aanwezigheid van ijzerdraad en gevuld met humeus kleilig zand.
- Drainagegracht (4) van de voormalige renbaan met een iets humeuze vulling. Deze gracht vormt de binnenzijde van de renbaan. Ter hoogte van het afgegraven oppervlak bedraagt de breedte van de gracht zo'n 50 cm.
- Nabij de rand van het afgegraven perceel kan men het onderste deel van de ploeglaag (5) waarnemen.
- Een tiental paalgaten (6) liggen ongeveer op een rechte lijn en dagzomen op ca 40 cm diepte. Ze liggen op een onderlinge afstand van ± 3 m en meten 37 cm in het vierkant. Deze rij paalgaten vormen waarschijnlijk een voormalige perceelsgrens.
- In de noordoostelijke hoek ligt een gracht (7) die ongeveer parallel loopt met de algemene oriëntatie van de andere grachten en de bedden. Ter hoogte van het afgegraven oppervlak is de gracht ongeveer 2 m breed en 50 cm diepte. Vanaf het maaiveld is deze gracht 90 cm diep. De vulling van de gracht bestaat uit meer kleilig materiaal (zandige klei) en is doorworteld. Stratificatie is niet meer te zien, ook resten van organisch materiaal ontbreken. De gracht kan verder doorgetrokken worden op het aangrenzende niet afgegraven perceel. Naast en onder de gracht is het materiaal voornamelijk zandig en ontbreekt de beworteling. Aan beide zijden van de gracht komen uitgesproken oranje gekleurde roestvlekken voor. Oxido-reductie is aan de oostzijde over een minder brede zone dan aan de westzijde aanwezig. De blauwe gereduceerde horizont (permanente watertafel) ligt op 110 cm vanaf het maaiveld. Zowel de gracht als het omliggende substraat is kalkrijk.
- Smalle gracht (8) met humeuze en meer kleilige vulling loopt parallel met de bovenvernoemde (7) brede gracht.

10.1.2 AFGRAVING LANGSHEEN DE BATTERIJSTRAAT

Volgende oppervlaktestructuren werden waargenomen :

Bij het afgraven van de poel kwam een betonnen horizontaal platform (deel van Batterij Deutschland) bloot te liggen. Langsheen de afgegraven randen van de poel kon men een zwak ontwikkeld podzolprofiel boven de strandafzettingen waarnemen. Het is wel merkwaardig dat deze poel uitgegraven werd op het hoogste deel van het perceel.

Op zo'n 20 m afstand van de Batterijstraat werd in een strook van ongeveer 110 m lang en 7 m breed waarschijnlijk zand ontgonnen. Enkele kleinere structuren (20 x 4 m² en 14 x 5 m²) liggen parallel aan de vorige en dicht bij de Batterijstraat. Aan de zuidzijde van de strook komt een meer onregelmatig gevormde stortplaats voor (ongeveer 30 x 22 m²). De putten werden achteraf terug opgevuld met steenafval, puin enz. en afgedekt met een kleilaag. Bomkraters terug opgevuld met humeuze klei liggen aan de oostzijde van de langgerekte structuur.

In de nabijheid van de tweede poel gegraven in het westelijk deel komen twee grachten met een uiterst humeuze vulling voor die op elkaar aansluiten of elkaar kruisen. De grootste gracht is zo'n drie meter breed ter hoogte van het afgegraven oppervlak (dwz 20-30 m onder het maaiveld) en is zo'n 80 cm diep. De gracht is opgevuld met zwart zeer humeus zand. Naast de oostzijde van de gracht komen volgende lagen voor : 0-20 cm grijsgeel zand, 20-40 cm humeus bruingrijs zand, 40-65 cm geelgrijs zand, 65-75 cm iets humeuzer materiaal met oranje gekleurde roestvlekken, 75-100+ cm gereduceerde blauwgekleurde klei; aan de westzijde is de coupe minder uitgebreid en komen enkel de iets humeuze band met de roestvlekken en de blauw gereduceerde klei voor.

10.2 BESLUIT

Deze korte studie, uitgevoerd juist na de afgraving, toont het grote belang aan, van een bodemkundige studie uit te voeren **voor** en onmiddellijk **na** het afplaggen. Deze laatste operatie laat toe een duidelijk beeld te krijgen van de variabiliteit van de bodemkenmerken (grondwatertafel, fysische en chemische bodemkenmerken, draineringspatroon, historische sporen ...) die een belangrijke rol zullen spelen in de verdere evolutie van het ecosysteem.

Dergelijke studie laat ook toe om eventuele proefpercelen op correctie posities te installeren zodat de latere proefgegevens correct kunnen geïnterpreteerd worden.



Fig. 10.1 : D'Heye, Bredene, Koerslaan. Schets van de oppervlaktestructuren na de afgraving.

1. Beddenstructuur met afwisselend meer zandige en meer kleiig zandige stroken
2. Drainagebuizen (baksteen)
3. Twee evenwijdige drainagesleuven lokaal omgeven door beton al dan niet met de aanwezigheid van ijzerdraad en gevuld met humeus kleiig zand
4. Drainagegracht van de voormalige renbaan met een iets humeuze vulling
5. Onderste deel van de ploeglaag
6. Paalgaten
7. Grachten met een meer kleirijke vulling
8. Smalle gracht met humeuze en meer kleiige vulling
9. Poel

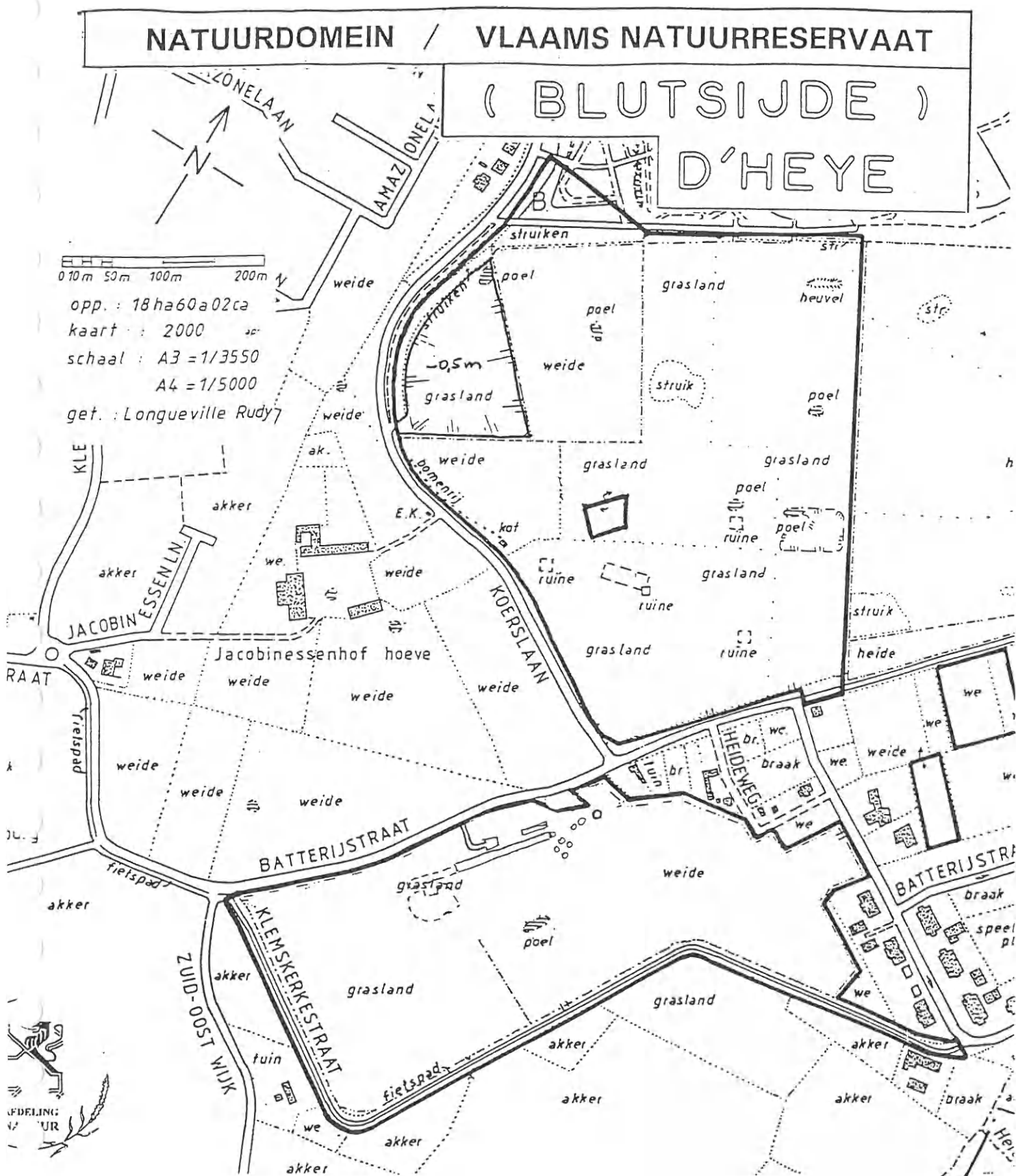


Fig. 10.2 : D'Heye, Bredene. Schets van de afgravingen (Batterijstraat en Koerslaan) en oppervlaktestructuren (Batterijstraat) na de afgravingen (Kaart : Afdeling Natuur, Aminal).

11. ALGEMENE BESLUITEN

Deze monitoringsstudie heeft tot doel de effecten van een aantal beheersvormen/grondgebruiksvormen op duinbodems langsheen de Westkust na te gaan.

Gedurende de onderzoeksperiode, gaande van 1-2-1997 tot 31-1-2000, werden volgende beheersvormen opgevolgd : ontstruwelen, begrazen, maaien en afgraven/plaggen.

Het abiotische luik heeft de grootste aandacht besteed aan een gedetailleerde karakterisatie van de fysische en chemische bodemkenmerken, een nauwkeurig bepalen van de algemene topografie van de proefvlakken en het bepalen van de waterkwaliteit van een aantal veedrinkpoelen.

Het gedetailleerd bodemonderzoek van de proefsites (6) aan de hand van mini-profielen (94) ter hoogte van de pq's heeft tot doel de originele variabiliteit van de bodemkenmerken vast te leggen en na te gaan in hoeverre deze bodemkenmerken reeds vanaf het beginstadium significante verschillen vertonen in functie van de beheersvormen.

11.1 DE BODEMKARAKTERISATIE AAN DE HAND VAN MINI-PROFIELEN PER PROEFSITE

De gedetailleerde bodemkarakterisatie werd uitgevoerd in 6 proefsites, waarvan : 1 site gelegen is in het noordelijk deel van de Westhoek (proefsité 7 - Parnassiapanne), 3 sites in het zuidelijk deel (proefsité 2 - Smokkelpad, 3 - Weide, 4 - Duindoornpad) en 2 sites in de Houtsaegerduinen (proefsité 5 - Kerkepanne en 6 - Greenpark). Per proefsité werden afhankelijk van het aantal beheersvormen proefvlakken van meestal zo'n 50 m x 50 m afgebakend; per proefvlak werden dan 3 tot 6 permanente kwadraten uitgezet van 3 m x 4 m tot 2 m x 2 m.

Aan de hand van mini-profielen werd een bodemkundige karakterisatie van 94 profielen uitgevoerd. Op het terrein werden de profielen gedetailleerd beschreven en werd het bewortelingspatroon nagegaan. In het laboratorium werden volgende bepalingen uitgevoerd : schijnbaar soortelijk gewicht (1366), pH H₂O (449), pH KCl (449), gehalte aan organisch materiaal (449), stikstofgehalte (221), kationenuitwisselingscapaciteit (197), totale fosfor (63), organische en inorganische fosfor (63), beschikbare fosfor (82). Deze gegevens werden per proefsité besproken en de proefvlakken van eenzelfde proefsité werden met elkaar vergeleken.

Humusprofielen werden onderzocht in de proefsites 2, 3, 4 en 7. Hierbij werden ter hoogte van 68 pq's telkens 2 tot 3 humusprofielen volledig beschreven en bemonsterd (623 monsters).

Textuuranalyses werden binnen deze studie niet uitgevoerd. Ampe (1999) heeft 32 monsters geanalyseerd afkomstig van verschillende duingebieden langsheen de Vlaamse kust. De meeste stalen hadden minder dan 1% materiaal kleiner dan 50 µm en bevatten dus een minimale hoeveelheid leem en/of klei. Het grafisch gemiddelde varieerde tussen 173 en 244 µm, de meeste monsters waren goed gesorteerd en de korrelgrootteverdeling benaderde zeer sterk de normale verdeling.

11.1.1 PROEFSITE 2 - SMOKKELPAD

Proefsité 2 - Smokkelpad wordt gekenmerkt door een gemiddelde absolute hoogteligging van de pq's tussen 5.72 en 7.81 m, waarbij proefvlakken 2C en 2B het laagst en 2D het hoogst gelegen zijn. Dit heeft gevolgen op de waterhuishouding zodat 2B en 2C de hoogste maximale grondwaterstanden vertonen en 2A en 2D de laagste. Deze gemiddelde absolute hoogteligging vertoont een significant verschil tussen de proefvlakken onderling.

Onder invloed van het tot nu toe reeds uitgevoerde beheer, met name ontstruwelen van proefvlak 2B en gedeeltelijk 2C (2C werd reeds gedeeltelijk geontstruweeld in het begin van de jaren '80) heeft zich per proefvlak een verschillende vegetatie ontwikkeld. Proefvlakken 2A en 2D worden voornamelijk begroeid met kruidenrijk Ligusterstruweel op natte tot mesofiele groeiplaatsen of een Duindoorn/Ligusterstruweel met sterk door Duinriet vervulde ondergroei op natte tot droge groeiplaatsen. Op 2C en 2B komt een mesofiele tot vochtige nitrofiële en soortenrijke ruigte of een mesofiele tot droge, vrij soortenrijke en nitrofiële ruigte of een kruidachtige vochtige duinvalleivegetatie voor (Provoost in Bonte et al., 2000).

Het effect van het beheer (ontstruwelen) gevolgd door veranderingen in vegetatietype is reeds duidelijk in het humusprofiel. De humusprofielen in de geontstruweelde proefvlakken vertonen een verschillende morfologie waarbij de holorganische horizonten veel dunner en de hoeveelheid materiaal in de holorganische horizonten geringer is.

De profielen, vooral deze onder proefvlak 2C worden gekenmerkt door relatief dikke A-horizonten. De ontkalking ontbreekt in proefvlak 2C en bedraagt gemiddeld 11 cm in 2A. De situering van de proefvlakken tegenover het wandelduin zijn hier een bepalende factor. Proefvlak 2C en 2B worden door het wandelduin begrensd in het noorden zodat ze een kalktoevoer krijgen via overpoedering met kalkrijk zand. Dit resulteert in licht basische pH-waarden vanaf het oppervlak voor proefsites 2C en 2B, de pH-waarden van proefsites 2A en 2D daarentegen zijn lichtjes zuur.

Het organisch materiaal gehalte is laag tot medium, het N-gehalte medium tot hoog. De CEC-waarden liggen tussen 6.8 en 39.6 cmol(+)/kg bodem. Een uitzondering wat betreft voornoemde kenmerken is 2D4, een profiel gelegen op mosduin met een zeer laag OM- en N-gehalte en een zeer lage CEC-waarde. De A-horizont is hier van het AC-type waarin talrijke rhizoiden voorkomen.

Het schijnbaar soortelijk gewicht werd slechts op een beperkt aantal plaatsen bepaald. De algemene trend waarbij het SSG toeneemt met de diepte is duidelijk.

11.1.2 PROEFSITE 3 - WEIDE

Proefsite 3 - Weide wordt gekenmerkt door een gemiddelde absolute hoogteligging van de pq's tussen 4.90 en 5.50 m, en is hierbij van alle onderzochte proefsites het laagst gelegen. Wat betreft de onderlinge hoogteverschillen tussen de proefvlakken is 3B het laagst en 3C het hoogst gelegen. Maximale grondwaterstand bedraagt grotendeels tussen het maaiveld en 20 cm diepte, minimale grondwaterstand grotendeels 120 en 160 cm onder het maaiveld. De weide vormt dus een relatief nat proefsite.

De pq's (2) gelegen op een microruggetje zijn begroeid met een mesofiel grasland met Rood zwenkgras en met o.a. Gewone veldbies, Zachte ooievaarsbek, Kleine klaver en Jacobskruiskruid. De andere pq's hebben een kruidachtige vochtige duinvalleivegetatie met o.a. Padderus, Fioringras, Watermunt e.a (Provoost in Bonte et al., 2000).

De humusprofielen vertonen een eenvoudige horizonatie van L-, met soms nog een S- of H- op een A-horizont. De hoeveelheden materiaal in de holorganische horizonten is gering.

De profielen, worden gekenmerkt door relatief dikke (13 tot 20 cm) A-horizonten. De profielen vertonen ontkalking in de oppervlaktehorizonten met uitzondering van 3B2 en 3C1 die op een microrug liggen.

Het organisch materiaal gehalte is meestal medium, het N-gehalte medium tot hoog. De CEC-waarden liggen tussen 5.2 en 33.1 cmol(+)/kg bodem. Er zijn een aantal sterke correlaties tussen een aantal onderzochte chemische en fysische parameters zoals OM, N, CEC, SSG van de oppervlaktehorizonten maar er kan ook een matige positieve correlatie aangetoond worden tussen OM, pH, CEC, SSG en de gemiddelde hoogteligging van de pq.

Voor de drie proefvlakken is de algemene trend, waarbij het SSG toeneemt met de diepte, duidelijk met uitzondering van relatief humeuze begraven horizonten. Opvallend zijn hier ook de relatief hoge SSG-waarden (>1.60 g/cm³) voor de dieper gelegen horizonten, blijkbaar veroorzaakt door de relatief hoge grondwaterstanden.

11.1.3 PROEFSITE 4 - DUINDOORNPAD

Proefsite 4 - Duindoornpad wordt gekenmerkt door een gemiddelde absolute hoogteligging van de pq's tussen 5.24 en 6.60 m, en is dus iets hoger gelegen dan proefsite 3 - Weide. Daarenboven bestaat de topografie van de proefsite uit duidelijke duinruggen en tusseninliggende depressies. De maximale en minimale grondwaterstand van het terrein is dan ook sterk uiteenlopend. Wat betreft de pq's varieert de maximale grondwaterstand tussen het maaiveld en 160 cm diepte, de minimale tussen 100 cm beneden het maaiveld tot meer dan 160 cm diep.

Drie vegetatietypes (Provoost in Bonte et al., 2000) komen voor doorheen de verschillende proefvlakken : kruidenrijk Ligusterstruweel op natte tot mesofiele groeiplaatsen, Duindoorn/Ligusterstruweel met sterk door Duinriet vervulde ondergroei op natte tot droge groeiplaatsen en Duinrietvegetatie met meestal grote bedekking van strooisel op droge tot mesofiele sites.

De humusprofielen vertonen een zeer sterke variabiliteit reeds binnen éénzelfde pq waarbij drie monsters genomen werden over een afstand van 4 m. Ook de horizonatie van het humusprofiel is tamelijk complex met dikwijls verschillende overgangsvormen tussen L, S, F en H. De profielen met een dik pakket van holorganische horizonten worden ondergebracht bij de Mullmoders, de profielen met relatief dunne holorganische horizonten en een duidelijke wortelmat tot de Rhizomulls.

De profielen, worden gekenmerkt door matig dikke (11 tot 15 cm) A-horizonten. De profielen vertonen ontkalking in de oppervlaktehorizonten en kunnen reeds tamelijk lage pH-waarden vertonen met als laagste waarde 4.6 in 4B5.

Het organisch materiaal gehalte is meestal medium, het N-gehalte medium tot hoog. De CEC-waarden liggen tussen 7.4 en 21.8 cmol(+)/kg bodem. Er zijn een aantal sterke correlaties tussen een aantal onderzochte chemische parameters zoals OM, N, CEC; de gemiddelde hoogteligging van de pq's lijkt hier minder rol te spelen.

SSG werd bepaald in proefvlakken 4A en 4B. In deze proefvlakken is de algemene trend dat het SSG toeneemt met de diepte. Het aantal wortels in de bovenste 15 cm is hoog en ook op grotere diepte, tot 30 cm diep, komen nog tamelijk veel wortels voor.

11.1.4 PROEFSITE 5 - KERKEPANNE

Zowel Proefsité 5 en 6, beide gelegen in de Houtsaegerduinen, hebben een relatief hoge absolute hoogteligging. Voor proefsité 5 - Kerkepanne varieert de gemiddelde absolute hoogteligging van de pq's tussen 9.16 en 10.94 m, en is hierbij van alle onderzochte proefsites het hoogst gelegen. Ook is er een duidelijk reliëf aanwezig met enkele uitgesproken duinruggen en depressies; toch liggen de meeste pq's in de laagste gedeelten van het terrein. De site is eveneens relatief droog met gemiddelde grondwaterstanden meer dan 2 m beneden het maaiveld.

De meest voorkomende vegetatietypes (Provoost in Bonte et al., 2000) zijn het droog tot mesofiel matig nitrofiel grasland gedomineerd door Duinroosje en Glanshaver, het Duindoorn/Ligusterstruweel met een sterk door Duinriet vervulde ondergroei en het Mosduin gedomineerd door Duinklauwtjesmos.

De profielen, worden gekenmerkt door A-horizonten met tamelijk variabele dikte maar gemiddeld bedraagt ze voor beide proefvlakken respectievelijk 10 en 13 cm. De profielen zijn ontkalkt in de oppervlaktehorizonten en hun pH-waarden zijn het laagst op de site van Greenpark na.

Het organisch materiaal gehalte en het N-gehalte zijn meestal laag of medium. Dit leidt tot relatief lage waarden voor de CEC, de waarden liggen tussen 2.2 en 16.4 cmol(+)/kg bodem. Er zijn een aantal sterke correlaties tussen een aantal onderzochte chemische en fysische parameters zoals OM, N, pH, CEC, SSG maar er kan ook een matig negatieve correlatie aangetoond worden tussen OM, N, CEC, dikte van de A-horizont en een matig positieve correlatie tussen pH en diepte van de ontkalking en de gemiddelde hoogteligging van de pq.

Ook hier is de algemene trend waarbij het SSG toeneemt met de diepte duidelijk te zien, op grotere diepte is het SSG echter relatief lager dan bijvoorbeeld in proefsité 3. De beworteling is zeer goed in de bovenste 15 cm, tot een diepte van ongeveer 40 cm is de beworteling nog steeds matig goed.

11.1.5 PROEFSITE 6 - GREENPARK

Proefsité 6 - Greenpark is zoals reeds eerder vermeld relatief hoog gelegen met een gemiddelde absolute hoogteligging van de pq's tussen 8.82 en 9.26 m, en ligt dus iets lager dan proefsité 5. Eveneens is het reliëf veel minder uitgesproken met een centrale vallei en enkele lage duinruggen. De gemiddelde grondwaterstand ligt voor de pq's 180 tot 200 cm onder het maaiveld.

De voorkomende vegetatietypes zijn dezelfde als deze in Kerkepanne - proefsité 5 met name droog tot mesofiel matig nitrofiel grasland gedomineerd door Duinroosje en Glanshaver en Duindoorn/Ligusterstruweel met een sterk door Duinriet vervulde ondergroei (Provoost in Bonte et al., 2000).

De profielen van proefvlak 6A worden gekenmerkt door relatief dikke (16 tot 27 cm) A-horizonten, deze in proefvlak 6B zijn duidelijk minder dik. De oppervlaktehorizonten zijn ontkalkt, resulterend in relatief lage pH-waarden (tussen 4.2 en 5.7). De profielen van proefsité 6 vertonen de laagste pH-waarden van alle onderzochte sites wat wijst op een lange stabilisatie zonder veel verstoring van het profiel door bijvoorbeeld graaactiviteiten van bodemfauna.

Het organisch materiaal gehalte is meestal laag en medium, het N-gehalte medium tot hoog. De CEC-waarden liggen tussen 7.8 en 22.3 cmol(+)/kg bodem. OM- en N-gehalte en CEC-waarden zijn iets hoger dan in proefsitu 5.

Er zijn een aantal sterke correlaties tussen een aantal onderzochte chemische en fysische parameters zoals OM, N, CEC. De gemiddelde hoogteligging van de pq daarentegen vertoont geen enkele significante correlatie met de andere parameters.

SSG neemt sterk toe met toenemende diepte. Toch is het SSG op grotere diepte minder hoog dan bijvoorbeeld in proefsitu 3 of 7. Beworteling is goed in de oppervlaktehorizonten tot een 20-tal cm diepte. Hieronder neemt het aantal wortels sterker af vergeleken met proefsitu 5.

11.1.6 PROEFSITU 7 - PARNASSIAPANNE

Proefsitu 7 - Parnassiapanne wordt gekenmerkt door relatief lage gemiddelde absolute hoogteliggingen van de pq's tussen 5.03 en 5.51 m, en is hierbij van alle onderzochte proefsites het laagst gelegen. Het microreliëf van het terrein is zwak op enkele lage duinruggen na.

Twee van de vier proefvlakken op dit site werden geontstruweeld zodat nogal uiteenlopende vegetatietypes aangetroffen worden : Duindoornstruweel van de jonge vochtige tot natte vallei met sterk door Hennegras/Duinriet vervulde ondergroei in proefvlakken 7A en 7D; in proefvlakken 7B en 7C komt voornamelijk Duindoorn/Ligusterstruweel met sterk door Duinriet vervulde ondergroei, vochtige nitrofiële ruigte met Kleefkruid, Duinriet, Gewoon Dikkopmos e.a. en Kruidachtige vegetatie van de jonge vochtige tot natte duinvallei met Kruiwilg, Hennegras, Gewoon puntmos e.a. voor (Provoost in Bonte et al., 2000).

De morfologie van de humusprofielen is opnieuw tamelijk variabel. L, S en F horizonten vertonen overgangshorizonten, de aanwezigheid van een uitgesproken wortelmat verhoogt sterk de hoeveelheid materiaal in het humusprofiel. De humustypes zijn voornamelijk van het Mull of Mullmoder type en kenmerkend voor deze site van het Saprimoder type.

Proefsitu 7 vertoont de meest organische oppervlaktehorizonten vergeleken met de andere onderzochte sites. De dikte van de A/O-horizonten is echter vrij dun en varieert tussen 4 en 8 cm en zijn hiermee de dunste A-horizonten van alle onderzochte proefsites. De profielen zijn niet of lichtjes ontkalkt, de pH-waarden zijn dan ook neutraal tot lichtjes zuur (5.7 tot 7.3).

Het organisch materiaal gehalte is hoog of zeer hoog. In een aantal gevallen kan men deze oppervlaktehorizonten als O-horizonten beschouwen. Het N-gehalte is eveneens hoog of zeer hoog. De CEC-waarden liggen tussen 19.3 en 58.3 cmol(+)/kg bodem en zijn dus opnieuw vrij hoge waarden. Toch neemt de CEC niet even sterk toe met het OM-gehalte vergeleken met de andere proefsites.

SSG neemt toe met de diepte. In de oppervlaktehorizonten, tussen 0 en 5 cm, bedraagt het SSG tussen 0.17 tot 0.96 g/cm³. Vanaf ongeveer 10 cm diepte is er een zeer sterke toename van het SSG (SSG > 1.2 g/cm³), deze toename is het meest uitgesproken op deze proefsitu. Op grotere diepte hebben een groot aantal monsters SSG-waarden groter dan 1.60 g/cm³. Dit zijn SSG-waarden typisch voor verdichte zanden wat resulteert in een geringe beworteling vooral vanaf 20 cm diepte.

11.2 ALGEMENE TRENDS VAN DE BODEMKENMERKEN

Een aantal algemene trends van de bodemkenmerken treden op met toenemende diepte binnen het mini-profiel. Hoogste waarden voor OM en hiermee gepaard gaande voor N en CEC worden gemeten nabij het oppervlak. Met toenemende diepte worden deze waarden zeer laag tenzij een begraven horizont voorkomt. De pH en het SSG vertonen een omgekeerde trend waarbij de laagste waarden nabij het oppervlak komen. Met toenemende diepte neemt de pH toe tot waarden die tussen 8.1 en 9.2 variëren, begraven horizonten kunnen een iets lagere pH-waarde vertonen. SSG-waarden voor de diepere horizonten bereiken dikwijls waarden van meer dan 1.55 g/cm³ in proefsitu 3, 4 en 7, tenzij het een begraven humeuze horizont betreft. De waarde van 1.55 g/cm³ werd door Ampe & Langohr (1993) en Ampe (1999) voorgesteld als een kritische waarde tussen de biologisch actieve laag en de verdichte horizont. Verder werd door Ampe (1999) gewezen op het feit dat ondiepe grondwaterstanden leiden tot hogere SSG-waarden. Deze hogere SSG-waarden (meer dan 1.6 g/cm³) werden eveneens goed waargenomen in proefsites 3, 4 en 7 waarbij 3 en 7 duidelijk nattere sites zijn. Om de relatief hoge SSG-waarden in proefsitu 4 te kunnen verklaren is verder onderzoek nodig.

Correlatiematrices werden opgesteld per proefvlak waarbij het verband nagegaan werd tussen een aantal fysische en chemische bodemparameters.

De correlaties tussen OM en N, OM en CEC, N en CEC, de twee pH-metingen zijn, per proefsite, voor zowel alle horizonten samen als voor enkel de oppervlaktehorizonten zeer goed. De variabiliteit van de correlaties is voor de oppervlaktehorizonten iets hoger dan voor alle horizonten samen; de correlaties voor de oppervlaktehorizonten van proefsite 7 tussen OM en N, OM en CEC zijn relatief lager. De regressievergelijkingen tonen aan dat voor natte situaties, waarbij de oppervlaktehorizont een zeer hoge waarde voor OM heeft, zoals in proefsite 7, het nodig is om een afzonderlijke reeks analyses uit te voeren. De andere 5 onderzochte proefsites zijn op basis van de bovenvermelde correlaties onderling veel meer vergelijkbaar.

Voor de oppervlaktehorizonten zijn de correlaties tussen het gewicht van de LFH-horizonten enerzijds en CEC, SSG en dikte van de A voor geen enkele van de proefvlakken zeer zwak en niet significant; hetzelfde geldt voor de correlaties tussen de dikte van de A enerzijds en N en CEC anderzijds. Wat betreft overige correlaties vindt men voor de verschillende proefvlakken uiteenlopende trends aan met coëfficiënten gaande van significant tot zeer zwak, soms is er zelfs een verandering van teken.

11.3 ONDERZOEK NAAR DISTELGROEI IN TRANSECT DOORHEEN POEL 6

Het transect onderzoek doorheen een poel met als doelstelling het verband na te gaan tussen de distelgroei en abiotische parameters heeft aangetoond dat er slechts zeer zwakke niet significante correlaties bestaan tussen de hoogte van de distelgroei en het OM-, N-gehalte, C/N, pH H₂O, pH KCl, CEC en SSG (afhankelijk van de parameter werden 26 tot 41 monsters geanalyseerd). Andere parameters moeten verder onderzocht worden zoals beschikbaar fosfor, de aanwezigheid van nitraten en ammoniak.

11.4 WATERKWALITEIT VAN VEEDRINKPOLEN

De analyses voor waterkwaliteit voor 10 veedrinkpoelen en voor drie tijdstippen (9 in de Westhoek, 1 in de Houtsaegerduinen) tonen aan dat alle monsters tot het hoofdtype “zoet” en meestal tot de klasse “hard” en “zeer hard” behoren. De meeste monsters zijn van het calciumbicarbonaat type (CaHCO₃⁺) met een evenwicht aan (Na⁺+K⁺+Mg²⁺) of een kationenoverschot.

Een aantal ruimtelijke als temporele trends kunnen aangeduid worden in het concentratieverloop van de afzonderlijke kationen. Zo is er een zwakke ruimtelijke trend te zien van de Ca²⁺- en HCO₃⁻-ionen ten opzichte van het wandelduin en van de Na⁺-en Cl⁻-ionen ten opzichte van de afstand tot de zee. Vermits de onderzoeksperiode beperkt was tot 3 bemonsteringscampagnes is het noodzakelijk om deze meetreeksen in de toekomst verder te zetten.

Een betere interpretatie van de waterkwaliteitgegevens zal mogelijk zijn indien er een gedetailleerde gegevensbank opgesteld wordt dat een aantal belangrijke parameters omtrent de kenmerken van de poel bevat.

11.5 AFGRAVINGEN TE BREDENE, D'HEYE

De bodemprospectie van de oppervlaktekenmerken van de afgegraven percelen te Bredene, d'Heye, hebben een aantal historische oppervlaktestructuren aan het licht gebracht.

De afgravingen te Bredene, D'Heye hebben aangetoond dat bodemprospectie noodzakelijk is, zowel voor als na het afgraven van de site. Het onderzoek naar de ruimtelijke spreiding van de oppervlakte- en bodemkenmerken na het afgraven zal toelaten de verdere evolutie van het ecosysteem beter te kunnen interpreteren.

11.6 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

De hoofdvraag die we op lange termijn willen beantwoorden is “Wat is de invloed van de uitgevoerde beheersmaatregelen op het abiotische milieu s.l., op de verschillende tot nu toe onderzochte fysische en chemische bodemparameters s.s.?” Het antwoord op deze vraag kan gegeven worden door een monitoringsproces waarbij men door middel van herhaalde metingen (inventarisaties) veranderingen in tijd kan vastleggen (Lenders et al., 1997).

Veranderingen in bodemkenmerken hebben, op enkele uitzonderingen na zoals veranderingen in het humusprofiel na ontstruwelen of maaïen, of veranderingen in de kenmerken van de oppervlaktehorizont na plaggen, een zeer traag verloop. **Indien men deze bodemkenmerken wil opvolgen in de tijd, vereist dit :**

- **een stricte continuïteit van de ingestelde beheersvormen,**
- **een gedetailleerd logboek waarin al de uitgevoerde activiteiten opgetekend worden en waarbij**
- **de visuele veranderingen aan het terreinoppervlak genoteerd worden.**

Om de interpretatie van de gegevens te verbeteren is het noodzakelijk dat de toegankelijkheid tot deze gegevens bewerkstelligd wordt.

Op sommige proefsites blijkt dat - na een eerste evaluatie vnl. gesteund op de vegetatie - de noodzaak zich opdringt om het uitgevoerde beheer bij te sturen. Dit betekent dat een aantal parameters ten opzichte van de beginsituatie volledig veranderen en dat in feite een nieuwe bemonsteringscampagne noodzakelijk is. Immers, het beheersmatig ingrijpen op verschillende tijdstippen binnen het monitoringsproces, leidt tot een te groot aantal parameters die interfereren, zodat het moeilijk wordt om uitspraken te doen in verband met veranderingen op de abiotische factor i.c. de bodem in functie van het oorspronkelijke vooropgestelde beheer. Het bemonsteren van de afzonderlijke pq's is in zo'n geval nog moeilijk vol te houden zodat de bemonsteringsstrategie aangepast moet worden (bijvoorbeeld mengmonsters over grotere oppervlakken los van de pq's). Een tweede mogelijke oplossing voor het monitoren van de kleinschalige beheersmaatregelen (maaïen, plaggen), is het onderzoek uit te voeren los van het huidige beheer op een aantal kleine proefvlakken zoals het onderzoek in Nederland uitgevoerd wordt (Van der Meulen, 1996).

Gesteund op de resultaten van het uitgevoerde onderzoek is het mogelijk om **de analyses van aantal parameters te beperken** zoals de :

- pH-bepalingen van de diepere horizonten,
- in gelijkaardige systemen (zoals proefsites 2, 3, 4, 5 en 6) is de bepaling van OM voldoende en kan hieruit de N en CEC afgeleid worden - proefsites 7 daarentegen vertoont een te afwijkend gedrag i.v.m. OM, N en CEC.

Het **belang van andere parameters** moet uitgetest worden zoals :

- wat is de rol van fosfor? en welke fosforbepaling (en methode) is de meest geschikte voor duinbodems? (totale P, beschikbaar P, organisch of anorganische P?),
- het kwantificeren van de beworteling aan de hand van een gewicht per volume i.pl.v. tellingen per oppervlakte-eenheid.

In een aantal specifieke gevallen moet het **bewortelingsonderzoek** meer in detail uitgevoerd worden, om de evolutie van het ecosysteem beter te begrijpen - bijv. afstervend struweel wordt ingenomen door Duinrietvegetaties - aan de hand van grotere en diepere putten.

Bij onderzoek op zeer jonge kolonisatiesystemen en bij mosduinen moet ook het **waterafstotend vermogen** opgevolgd worden.

Aan de hand van **multivariate analysetechnieken** is het mogelijk om alle bodemparameters te herleiden tot een kleiner aantal indices, om het verband na te gaan tussen de plantensoorten en de abiotische parameters en om het verband na te gaan tussen de vegetatietypes bekomen door de Twinspan-analyse en de abiotische factoren.

In deze eerste fase ging de aandacht vooral uit naar relatief jonge systemen onder grassen of struweel. In de toekomst zouden **andere systemen** aan bod moeten komen zoals oudere systemen al dan niet begraasde systemen, meer ontkalkte sites, bossystemen.

Andere beheersvormen zoals het opvolgen van de plagexperimenten, omschakelen van bos naar nat hooiland omschakelen van naaldbos naar loofbos zijn eveneens nog verder te onderzoeken.

De referentiemonsters, verzameld tijdens dit onderzoek, zijn ondergebracht in de monsterruimte van het Laboratorium voor Bodemkunde, Faculteit Wetenschappen, RUG, Krijgslaan 281/S8, 9000 Gent.

12. REFERENTIES

- Adjei-Gyapong, Th., 1999. Soil characterisation of experimental sites for nature management projects in coastal dune areas : case study Westhoek Nature reserve (West Flanders - Belgium). M.Sc. thesis, Interuniversity programme in physical land resources, RUG, 188 p.
- AMINAL, 1998. ICCI, Integrated Coastal Conservation Initiative, Life-Nature. Tweede interim rapport, 1-12-1997 tot 1-12-1998. AMINAL, Afdeling natuur, BMM. Belgische Natuur- en Vogelreservaten v.z.w. & WWF, B4-3200/96/483, C(96) 3370 final/1, 24 p. + 19 bijlagen.
- Ampe, C., 1996. Ecosysteemvisie voor de Vlaamse kust. Abiotische factoren. Bodem : Bodemkarakterisatie : terrein- en laboratoriumgegevens. Studie in opdracht van AMINAL door Eenheid Bodemkunde, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, RUG, 170 p.
- Ampe, C., 1999. Onderzoek van duinbodems langsheen de Vlaamse en Noord-Franse kust met bijzondere aandacht voor de ecosystemedynamiek en natuurbeheer. Doctoraatsverhandeling, RUG, Vakgroep geologie en bodemkunde, 388 p. + bijlagen.
- Ampe, C. & R. Langohr, 1993. Distribution and dynamics of shrub roots in recent coastal dune valley ecosystems of Belgium. *Geoderma*, 56, 37-55.
- Anderson, P. & M.G. Romenil, 1992. Mowing experiments to restore a species-rich sward on sand dunes in Jersey, Channel Islands, G.B. In : Carter, R.W.G., T.G.F. Curtis & M.J. Sheehy-Skeffington (eds.). *Coastal dunes : geomorphology, ecology and management for conservation*. Proceedings 3rd European Dune Congres. Balkema, Rotterdam, 219-234.
- Appelo, C.A.J. & D. Postma, 1993. *Geochemistry, groundwater and pollution*. A.A.Balkema, Rotterdam, 146-148.
- Assendorp, D., 1990. Het effect van buitensluiten van konijnen op vegetatie en bodem van duingraslanden in Meijndel, Den Haag. N.V. Duinwaterbedrijf, Zuid-Holland, Universiteit Amsterdam, 31 p. + bijlagen.
- Baeyens, G., L.H.W.T. Geelen & L. Van Breukelen, 1990. Vernatting en 10 jaar maaien op het Groot Zwarteveld : een floristische face-lift? In : *Natuurwaarden en waterwinning in de duinen*. Mededeling nr. 114, KIWA Nieuwegein, 43-56.
- Baes, R., 1989. Onderzoek naar de beheersrelevante milieufactoren in enkele sleutelgebieden. Verslag van de 1ste fase, partim bodemkunde, van het onderzoeksproject Natuurontwikkelingsplan voor de Belgische kust, in opdracht v/h Instituut voor Natuurbehoud, 116 p.
- Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & F.J. Van Zadelhoff, 1979. Duinen en duinvalleien. Een landschapsecologische studie van het Nederlandse duingebied. Pudoc, Wageningen, 201 p.
- Ball, D.F., 1964. Loss-on-ignition as an estimate of organic matter and organic carbon in non-calcareous soils. *J. Soil Sci.*, 15, 84-92.
- Besse, M., 1995a. Bodemonderzoek in dennenbossen en eikenbossen in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Universiteit van Amsterdam, vakgroep fysische geografie. Gemeentewaterleidingen Amsterdam, 65 p. + bijlagen.
- Besse, M., 1995b. Bodemonderzoek in vijf duinvalleien in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Een onderzoek naar de relatie tussen humusprofiel, trofie en vegetatie. Universiteit van Amsterdam, vakgroep fysische geografie. Gemeentewaterleidingen Amsterdam, 61 p. + bijlagen.
- Besse, M., 1996b. Vochtige en natte duinvalleien. Literatuuronderzoek naar relaties tussen vegetatie, bodem en grondwater en effecten van vernatting. Oeco-hydrologisch onderzoek, onderdeel bodemkunde. Gemeentewaterleidingen Amsterdam, Universiteit van Amsterdam, 29 p. + bijlagen.
- Boerboom, J.H.A., 1963. Het verband tussen bodem en vegetatie in de Wassenaarse duinen. *Boor en spade*, 13, 120-155.

- Bokdam, J., 1987. Fouragegedrag van jongvee in het Junner Koeland in relatie tot het voedselaanbod. In : De Bie, S., W. Joenje & S.E. Van Wieren (eds.). *Begrazing in de natuur*. Pudoc, Wageningen, 165-186.
- Bokdam, J., 1990. Bosbegrazing als herstelmaatregel. In : *De vitaliteit van het Nederlandse bos : wat kan de beheerder?* Rapport nr. 609, 'De Dorschkamp', Instituut voor Bosbouw en Groenbeheer, Wageningen, 70-84.
- Bonte, D., C. Ampe, J.-L. Herrier, M. Hoffmann, R. Langohr, M. Leten & S. Provoost, 1998. Monitoring research in the Flemish dunes : from a descriptive to an integrated approach. Coastal dunes - management, protection and research, Report from a European Seminar, Skagen, Denmark, August 1997, 139-149.
- Bonte, D., S. Provoost, E. Cosyns, K. De Maeyer & M. Hoffmann, 2000. Monitoring van de effecten op vegetatie, flora en fauna van het beheer in de natuurreservaten en gewestelijke domeinen langs de Vlaamse kust. Universiteit Gent en Instituut voor Natuurbehoud in opdracht van Aminal, afdeling Natuur, xx pp., IN-rapport IN.R.2000.x.
- Boorman, L.A., 1989. The influence of grazing on British sand dunes. In : Van der Meulen F., P.D. Jungerius & J.H. Visser (eds.). *Perspectives in coastal management*, SPB Academic Publishing, bv, The Hague, The Netherlands, 207-215.
- Clays, S., 1999. Hydrogeologisch en hydrogeochemisch onderzoek van het westelijk deel van de Uitkerkse polder bij Wenduine. Licentiaatsverhandeling, RUG, 125 p. + bijlagen.
- Davies, B.E., 1974. Loss-on-ignition as an estimate of soil organic matter. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38, 150.
- DeBano, L.F., L.D. Mann & D.A. Hamilton, 1970. Translocation of hydrophobic substances into soil by burning organic litter. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34, 130-133.
- De Breuck, W., G. De Moor, R. Maréchal & R. Tavernier, 1974. Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water in de freatische laag van het Belgisch kustgebied (1963-73). SWIM 4, kaart 1/100 000.
- Delecour, F. 1980. Essai de classification pratique des humus. *Pedologie*, XXX, 2, 225-241.
- Delecour, F. & M. Kindermans, 1977. *Manuel de Description des Sols*. Service de la Science du Sol. Faculté des sciences Agronomiques de l'Etat, Gembloux, Belgique, 111 p. + annexes.
- Den Hoed, M.A., F.M.L. Moberts & P.J. Stuyfzand, 1987. Mogelijkheden voor een verschrallend maaibeheer in twee (ver)natte duinterreinen. Landschapsecologische evaluatie van een natuurbeheersmaatregel. KIWA, Nieuwegein, SWE 86.007.
- Deseyne, A., 1993. Raversijde 1914-1918. Geschiedenis van de Batterij Aachen. Provincie West-Vlaanderen.
- Diemont, W.H. & A.A. Mennega, 1986. Changes in virgin soils caused by *Pinus sylvestris*, 69-76. In : Fanta, J. (ed.), 1986. *Forest dynamics research in Western and Central Europe*. Proc. of workshop held 17-20 September 1985, Wageningen. Pudoc, Wageningen.
- Dunger, W., 1983. *Tiere im Boden*. - Die Neue Brehm-Bücherei 327, A. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 3 ed., 280 p.
- Dyer, B., 1894. On the analytical determination of probably available mineral plant food in soils. *J. Chem. Soc.*, 65, 115-167.
- Econnection, 1997. Ontwerpbeheersplan voor het toekomstig staatsnatuurreservaat d'Heye in het kader van een gebiedsvisie voor het Middeloud duinenmassief van Bredene en De Haan. Studie in opdracht van AMINAL, Afdeling Natuur, 180 p.
- Eeckhout, R., 1993. 'T Sas en Breninge al een tijdje geleden. Heemkring Ter Cuere, v.z.w. Bredene.
- Emmer, I.M., 1995. Humus form and soil development during a primary succession of monoculture *Pinus sylvestris* forests on poor sandy substrates. Academisch proefschrift, Universiteit Amsterdam, 135 p.
- Etherington, J.R., 1982. *Environment and plant ecology*. Wiley & Sons, Chichester.
- FAO, 1977. Guidelines for soil profile description, 2nd ed., Rome, 66 p.

- FAO, 1977. Guidelines for soil profile description, 2nd ed., Rome, 66 p.
- FAO, 1990. Guidelines for soil description, 3rd ed., Rome, 70 p.
- Fitzpatrick, E.A., 1977. Soil Description. Department of Soil Science, University of Aberdeen, 66 p.
- Green, R.N., R.L. Trowbridge & K. Klinka, 1993. Towards a Taxonomic Classification of Humus Forms. A Publication of the Society of American Foresters. Forest Science, Monograph 29, 49 p.
- Grewal, K.S., G.D. Buchan & R.R. Sherlock, 1991. A comparison of three methods of organic carbon determination in some New Zealand soils. Journal of Soil Science, 42, 2, 251-257.
- Hammond, R. & P.S. McCullagh, 1980. Quantitative techniques in Geography. An introduction, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 364 p.
- Handelmann, D., 1998. Dune insects - Grasshoppers (Saltatoria) and ants (Formicidae). In : Ovesen, C.H. (ed.). Coastal dunes - management, protection and research. Report from a European Seminar, Skagen, Denmark, August, 1997. National Forest and nature Agency, Geological Survey of Denmark and Greenland, 87-90.
- Hodgman, C.D. (ed.), 1962. Handbook of chemistry and physics. 44 ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL33431, 3604 p.
- Hutchinson, Cr., 1974. Laboratory Handbook of Petrographic Techniques. John Wiley, New York, 527 p.
- Jabiol, B., A. Brêthes, J.-F. Ponge, F. Toutain & J.-J. Brun, 1995. L'Humus sous toutes ses formes. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, France, 63 p.
- Jansen, A.J.M., 1991. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Prae-advies Middelduinen. KIWA-rapport SWO 91.212 KIWA, Nieuwegein, 26 p + bijlagen.
- Jungerius, P.D., H. Koehler, A.M. Kooijman, H.J. Mûcher & U. Graefe, 1995. Response of vegetation and soil ecosystem to mowing and sod removal in the coastal dunes "Zwanenwater", the Netherlands. Journal of Coastal Conservation, 1, 3-16.
- Kapteyn, K., 1988. Effecten van afplaggen in vochtige duinvalleien - op Terschelling in het bijzonder. Intern Rapport, Universiteit van Amsterdam, Nederland.
- Keeling, P.S., 1962. Some experiments in the low-temperature removal of carbonaceous material from clay. Clay Min. Bull., 28, 155-158.
- Kjeldahl, J., 1883. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. Z. Anal. Chem., 22, 366-382.
- Klinka, K., R.N. Green, R.L. Trowbridge & L.E. Lowe, 1981. Taxonomic classification of humus forms in ecosystems of British Columbia. Province of British Columbia. Ministry of forests. Land Management report N° 8, 53 p.
- Klijn, J.A., 1981. Nederlandse kustduinen. Geomorfologie en bodems. Pudoc, Wageningen, 188 p.
- Klomp, W.H., 1989. Het Zwanenwater : a Dutch dune wetland reserve. In : Van der Meulen F., P.D. Jungerius & J.H. Visser (eds.). Perspectives in coastal management, SPB Academic Publishing, bv, The Hague, The Netherlands, 305-312.
- Koerselman, W., 1991. Verruiging van (ver)natte duinvalleien; een literatuuronderzoek naar de relatie tussen de grondwaterstand, de beschikbaarheid van voedingsstoffen en de vegetatiestructuur. KIWA N.V. Nieuwegein, SWE 91.006, 49 p.
- Koerselman, W. & A.F.M. Meuleman, 1994. Groeibeperkende voedingsstoffen in verschillende duinvalleitypen. Resultaten van bemestingsexperimenten. KIWA N.V. Nieuwegein, SWE 94.020, 91 p.

- Krammes & Debano, 1965. Soil wettability : A neglected factor in watershed management. *Water Resour. Res.*, 1, 283-286.
- Kuntze, H., G. Roeschmann, G. Schwerdtfeger, 1994. *Bodenkunde*. 5. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 424 p.
- Lammerts, E.J. & Grootjans, A.P., 1997. Nutrient deficiency in dune slack pioneer vegetation : a review. *Journal of coastal conservation*, 3, 1, 87-94.
- Landon, J.R., (ed.) 1991. *Booker Tropical Soil Manual*. Booker Agriculture International Limited, 450 p.
- Langohr, R., 1994. Directives and rationale for adequate and comprehensive field soil data bases, 176-191. *New waves in Soil Science. Refresher Course for Alumni of the International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists of the Ghent University, Harare 1994*. ITC-Gent, Publications series n° 5, 379 p.
- Lebbe, L., 1978. *Hydrogeologie van het duingebied ten westen van De Panne*. Gent, Geologisch Instituut, Doctoraatsverhandeling, 164 p.
- Lebbe, L. & De Breuck, 1980. *Hydrochemie van de freatische waterlaag ten westen van De Panne*. Tijdschrift BECEWA (Gent), nr. 58, 5/1980, 124-138.
- Lemaire, A.J.J.L., 1991a. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Prae-advies Ameland. KIWA-rapport Nieuwegein, SWO 91.255, 23 p.
- Lemaire, A.J.J.L., 1991b. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden. Prae-advies Reggers Sandervlak. KIWA-rapport Nieuwegein, SWO 91.256, 29 p.
- Lenders, H.J.R., R.S.E.W. Leuven, P.H. Nienhuis, D.J.W. Schoof, 1997. *Natuurbeheer en -ontwikkeling. Handboeken milieukunde 2*. Boom, Amsterdam, 350 p.
- Letey, 1969. Measurement of contact angle, water drop penetration time and critical surface tension. In Debano, L.F. & Letey, J. (eds.). *Water repellent Soils, Proc. Symp. on water repellent Soils, Univ. Calif. Riverside*, 43 -47.
- Londo, G., 1985. Duinvalleivegetaties en hun milieu. In : Stichting Duinbehoud (ed.). *Terugkeer vochtige duinvalleien*. Studiedag, 26-10-1984, Leiden, 16-20.
- Louman, E.G.M., 1989. Effecten van vernatting op de vegetatie in het duingebied van Zuid-Kennemerland. Een explorerend onderzoek gericht op het aangeven van natuursbeheersmaatregelen bij reductie van de grondwaterwinning. KIWA, Nieuwegein, SWE 88.005, 241 p + bijlagen.
- Louman, E.G.M., 1990. Regeneratie van het vochtige duinvallei-ecosysteem in Zuid-Kennemerland door vermindering van de grondwaterwinning. In : Koerselman, W., M.A. Den Hoed, A.J.M. Jansen & W.H.O. Ernst (eds.). *Natuurwaarden en waterwinning in de duinen*. Mededeling nr. 114, KIWA Nieuwegein, 141-164.
- Madsen, H.B. & A.A.M. Vestergaard, 1992. *Oovertuiging tot kenische jorddbundsoovertuiging*. Internal publication, Institute of Geography, University of Copenhagen, 46 p.
- Mehra, O.P. & M.L. Jackson, 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Proc. 7th Natl. Conf. on Clays and Clay Minerals*, 317-327. Pergamon Press, New York.
- Meijer, J.A., M.A. Den Hoed, W. Koerselman, H. Snater, Q.L. Slings, 1991a. Het effect van maaien op de verruigde vegetaties in het Reggers Sandervlak. Knipproeven 1984-1988. KIWA, Nieuwegein, SWE 91.005, 40 p + bijlagen.
- Meijer, J.A., M.A. Den Hoed, W. Koerselman, H. Van der Hagen & F. Van der Meulen, 1991b. Het effect van maaien op de verruigde vegetaties in west Meyendel. Knipproeven 1984-1989. KIWA, Nieuwegein, SWE 91.009, 35 p + bijlagen.
- Metson, A.J., 1961. *Methods of chemical analysis for soil survey samples*. New Zealand DSIR. Soil Bur Bull 12, GVT Printer, Wellington, New Zealand.

- Mikkelsen, J.H. & R. Langohr, 1996. A pedological characterisation of the Aubéchies soil, a well preserved soil sequence to the earliest Neolithic agriculture in Belgium. In : Castelletti, L. & M. Cremaschi (eds.), 1996. The Colloquia of the XIII Int. Congress of Prehistoric and Protohistoric sciences, Forli - Italia - 8-14 September 1996, 143-149.
- Munsell, 1990. Munsell soil color charts. Macbeth, Division of Kollmorgen Instruments Corp. New York.
- Nelson, D.W. & L.E. Sommers, 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter, 539-579. In : Page, A.L. (ed.), 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2 : Chemical and Microbiological Properties, 2nd ed., 1159 p.
- Norusis, M., 1993. SPS for Windows. Base system User's Guide, Release 6.0. Chicago, 828 p.
- Olf, H., J. Huisman & B.F. Van Tooren, 1993. Species dynamics and nutrient accumulation during early primary succession in coastal sand dunes. *Journal of ecology*, 81, 693-706.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanake & L.A. Dean, 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Cir. U.S. Dep. Agr.*, n° 939, 1-19.
- Renecofor, 1994. Manuel de Référence n° 4 pour l'échantillonnage des sols et des litières en grappes et la préparation des échantillons, 54 p.
- Runhaar, J., 1989. Toetsing van het ecotopensysteem. CML Meded. 48. Centrum voor Milieukunde, Leiden.
- Rutin, J., 1983. Erosional processes on a coastal sand dune, De Blink Noordwijkerhout, The Netherlands. Academisch proefschrift, Publ. Lab. Phys. Geography and Soil Sci., Universiteit Amsterdam, 35, 144 p.
- Savage, S.M., J. Osborn, J. Letey & C. Heaton, 1972. Substances contributing to fire-induced water repellency in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. proc.*, 36, 674-678.
- Scott, D.F. & R.E. Schulze, 1991. The hydrological effects of a wildfire in a Eucalypt afforested catchment. *Suid-Afrikaanse Bosbouydskrif*, 160, 67-74.
- Slings, Q.L., 1990. Plagexperimenten in een kalkrijke vochtige duinvallei. In : Koerselman, W., M.A. Den Hoed, A.J.M. Jansen & W.H.O. Ernst (eds.). *Natuurwaarden en waterwinning in de duinen*. Mededeling nr. 114, KIWA Nieuwegein, 57-64.
- Slings, Q.L., 1994. De kalkgraslanden van de duinen. *De Levende natuur*, 95, 4, 120-130.
- Stichting voor Bodemkartering, 1984. Voorschriften voor chemische analyses in grond. Wageningen. Interne publicatie.
- STIPA, 1982. Notice pour l'entrée des descriptions et analyses de sols en banque de données. Science du sol. INRA, IRAT, 2^e éd., Orléans - Montpellier, France, 125 p. + annexes.
- Stuyfzand, P.J., 1986. A new hydrochemical classification of watertypes : principles and application to the coastal dunes aquifer system of the Netherlands. *Proceedings of the 9th Salt Water Intrusion Meeting*, Delft, 641-655.
- Surfer, version 5.01, 1994. Copyright 1993-94. Golden software, INC., 809 14th street, Golden, Colorado 80401
- Tamm, O., 1922. Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten der Gelkomplexes im Boden. *Medd. fr. Statens Skogsforsokanstalt*, 19, 307-404.
- Van Beckhoven, K., 1995. Rewetting of coastal dune slacks : effects on plant growth and soil processes. Academisch Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam, 135 p.
- Van der Meulen, F., A.C. Kooijman, M.A.C. Veer & J.H. Van Boxel, 1996. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in open droge duinen. Eindrapport fase 1, 1991-1995. Fys. Geogr. en bodemk. Lab., Universiteit Amsterdam. Onderzoek in opdracht van IKC Natuurbeheer, Directie Natuurbeheer, Min. van Landbouw, Natuur en Visserij, 232 p.

- Van Dijk, H.W.J., 1985. Bodemchemische processen bij herstel van bodem en vegetatie. In : Stichting Duinbehoud (ed.). Terugkeer vochtige duinvalleien. Studiedag, 26-10-1984, Leiden, 9-15.
- Van Dijk, H.W.J., 1992. Grazing domestic livestock in Dutch coastal dunes : Experiments, experiences and perspectives. In : Carter, R.W.G., T.G.F. Curtis & M.J. Sheehy-Skeffington (eds.). Coastal dunes : geomorphology, ecology and management for conservation. Proceedings 3rd European Dune Congres (17-21 June, 1992, Galway, Ireland). Balkema, Rotterdam, 235-250.
- Van Dijk, H.W.J. & A.P. Grootjans, 1993. Wet dune slacks : decline and new opportunities. *Hydrobiologia*, 265, 281-304.
- Veer, M.A.C., 1991. Oeco-hydrologisch onderzoek. De relatie tussen vegetatie en abiotische (bodem)parameters in 4 duinvalleien. Deel I, Inventariserende bodemanalyse, -kartering en , Gemeentewaterleidingen Amsterdam, 26 p + bijlagen.
- Vertegaal, C.T.M., E.G.M. Louman, T.M.W. Bakker, J.A. Klijn & F. Van der Meulen, 1991. Monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering in open droge duinen. Prae-advies. Deskundigenteam Effectgerichte Maatregelen Verzuring Droge Duinen. Bureau, Duin en Kust, Leiden, 151 p + bijlagen.
- Walraevens, K., 1987. Hydrogeologie en hydrochemie van het Ledo-Paniseliaan in Oost- en West-Vlaanderen. RUG, doctoraatsthesis, 350 p.
- Walraevens, K., 1998. Cursus grondwaterkwaliteit, RUG, niet gepubliceerd, Gent, 246 p.
- Wardenaar, C.P. & J. Sevink, 1992. A comparative study of soil formation in primary stands of Scots Pine (planted) and Poplar (natural) on calcareous dune sands in the Netherlands. *Plant and Soil*, 140, 190-210.
- Watson, C.L. & Letey, J., 1970. Indices for characterising soil-water repellency based upon contact angle-surface tension relationships. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34, 841-844.
- Willis, A.J., 1963. Braunton Burrows : the effects on the vegetation of the addition of mineral nutrient to dune soils. *Journal of ecology*, 51, 353-374.
- Willis, A.J. & E.W. Yemm, 1961. Braunton Burrows : mineral nutrient status of the dune soils. *Journal of ecology*, 49, 377-390.
- Zwaenepoel, A., 1985. Een vegetatiekundige en ecologische studie van het Vloethemveld. RUG, Licentiaatsverhandeling, Groep Plantkunde, 230 p.

Foto's

Proefsite 2 - Smokkelpad

1. Zicht op proefvlak 2C. Dit proefvlak werd reeds gedeeltelijk ontgonnen gedurende de beginjaren van 1980 (licht gekleurde vegetatie), het resterende gedeelte werd ontgonnen gedurende het monitoring project (donker gekleurde bodem). Het proefvlak vormt nu een exclosure dat gemaaid wordt (foto genomen op 26/11/1997).
2. Vegetatie ter hoogte van pq 2D5, gelegen binnen een niet geontstruweeld proefvlak dat open staat voor begrazing. Het vegetatietype bestaat uit kruidenrijk Ligusterstruweel op natte tot mesofiele groeiplaatsen vergezeld van Duindoorn, Duinroos e.a. (foto genomen op 24/10/1997).
3. Het profiel ter hoogte van 2D5 bestaat uit een matig humeuze oppervlaktehorizont die goed doorworteld is. Hieronder komt een biologisch actieve horizont met wortels van Liguster en Duindoorn voor, tot een diepte van ongeveer 35/37 cm. het profiel is 9 cm ontkalkt (foto genomen op 24/10/1997).
4. Zicht op pq 2D4 dat begroeid is met een mosduin gedomineerd door Duinklauwtjesmos (foto genomen op 24/10/1997).
5. Het profiel 2D4 op het mosduin is zeer droog. De A-horizont is zwak ontwikkeld met een geringe hoeveelheid aan organisch materiaal. In deze horizont komen zeer veel rhizoïden voor van de mosvegetatie. Reeds 11/14 cm diepte begint de verdichte horizont waar verdere beworteling ontbreekt en de gemiddelde SSG-waarde meer dan 1.6 g/cm³ bedraagt. Het profiel is kalkrijk vanaf het oppervlak (foto genomen op 24/10/1997).



Proefsite 3 - Weide

Ter hoogte van proefsite 3 - Weide werden maaien en begrazen als beheersmaatregel opgevolgd. De vegetatie over de gehele proefsite bestaat uit kruidachtige vochtige duinvalleivegetatie met o.a. Oeverzegge, Gele lis, Gestreepte wtibol, Ruw beemdgras enz.. De enige uitzondering wordt gevormd door 2 pq's die op een microrug gelegen zijn waar mesofiel grasland met Rood zwenkgras voorkomt.

6. Deze foto toont een overzicht van proefvlak 3A dat gemaaid en niet begraasd wordt. Aan de rechterzijde komt de controle strook voor - proefvlak 3C- dat niet gemaaid noch begraasd wordt (foto genomen op 18/9/1997).

7. Foto 7 geeft een zicht op proefvlak 3A ter hoogte van pq 3A3 vooraleer het gemaaid werd (foto genomen op 28/8/1997).

8. Het profiel ter hoogte van pq 3A3 wordt gekenmerkt door een humeuze H+E- en matig humeuze E+H-horizont gevolgd door een E- en een zeer zwak ontwikkelde B.h ir (micropodzol). Het profiel is ontkalkt tot 23 cm diepte. Tussen 29 en 35 cm diepte komt een licht humeuze begraven horizont voor (foto genomen op 4/9/1997).

9. Het profiel van pq 3C2 wordt gekenmerkt door een humeuze zwarte tot donkergrijze oppervlaktehorizont van ongeveer 16/18 cm dikte. Hieronder ligt een verdichte C-horizont waar de beworteling zeer sterk is afgenomen. De ontkalking reikt tot 22 cm diepte. Tussen 31-40 cm diepte ligt een humeuze begraven horizont met een hogere beworteling en een lager SSG dan in bovenliggende horizont. Een tweede begraven horizont bevindt zich tussen 44-47 cm diepte (foto genomen op 6/10/1999).

10. Deze foto illustreert de vegetatie op proefvlak 3B (begrazen) ter hoogte van pq 3B5 (foto genomen op 3/11/1997).

11. Ter hoogte van pq 3B5 komt een humeuze zwarte tot donkergrijze oppervlaktehorizont voor tot 13/17 cm diepte. Hieronder ligt een dunne en discontinue biologisch actieve laag en vanaf 17/21 cm komt een verdichte zeer weinig doorwortelde C-horizont voor. De ontkalking reikt tot 19 cm diepte (foto genomen op 3/11/1997).



10



11



9



8



7



6

Proefsite 4 - Duindoornpad

Op Proefsite 4 - Duindoornpad worden maaien en begrazen als beheersmaatregel opgevolgd.

12. Deze foto toont een overzicht van proefvlak 4C dat gemaaid wordt en binnen de exclosure (ter hoogte van emmer) ligt en een gedeelte van proefvlak 4A waarin niets gebeurt (links op foto)(foto genomen 9/1998).

13 en 15. De vegetatie op dit proefsite behoort tot een Kruidenrijk Ligusterstruweel op natte tot mesofiele groeiplaatsen (foto 13 - pq 4A5), Duindoorn/Ligusterstruweel met sterk door Duinriet vervilte ondergroei op natte tot droge groeiplaatsen en Duinrietvegetatie met meestal een grote bedekking door strooisel op droge tot vochtige plaatsen (foto 15 - pq 4A2)(foto 13 genomen op 20/8/1998, foto 15 op 20/10/1997).

14. Pq 4A5 ligt onder afstervend Ligusterstruweel. Het humusprofiel vertoont een dikke accumulatie van takjes en kan beschouwd worden als een Lignomoder. Het profiel wordt gekenmerkt door een H+E-horizont die ontkalkt is tot 10 cm diep gevolgd door een kalkrijke A-horizont tussen 10 en 15/20 cm diep. Hieronder komt een verdichte C-horizont voor die zeer weinig doorworteld is (foto genomen op 26/11/1997).

16. Pq 4A2 wordt begroeid door een Duinrietvegetatie. Onder de strooisellaag bestaat het profiel bestaat uit een licht ontkalkte sterk doorwortelde H+E-horizont van zo'n 11 cm dik. Wortels worden op grotere diepte nog steeds in groepjes van meerdere wortels samen aangetroffen, meestal in humeuze subverticale galerijen (foto genomen op 20/10/1997).



Proefsite 5 - Kerkepanne

17. Op proefsite 5 - Kerkepanne werd begrazen en niet begrazen (controle) opgevolgd. De vegetatie bestaat uit Duindoorn/Ligusterstruweel met sterk door Duinriet vervilte ondergroei of uit droog tot mesofiel matig nitrofiel grasland gedomineerd door Duinroosje en Glanshaver (pq 5A5)(foto genomen op 3/9/1997).

18. Het profiel ter hoogte van 5B2 vertoont een H+E-horizont tussen het oppervlak en 10 cm diepte met hieronder een licht humeuze biologisch actieve horizont. Een zeer licht humeuze begraven horizont bevindt zich tussen 30 en 38 cm diepte (foto genomen in 9/1997).

19. Profiel 5B1 toont een H+E-horizont van 10 cm dik die ontkalkt is. Hieronder komt een iets minder humeuze niet ontkalkte A-horizont voor. De biologisch actieve zone strekt zich uit tot ongeveer 23 cm diepte. In de C-horizont is het aantal wortels duidelijk sterk verminderd (foto genomen op 13/8/1997).



Proefsite 6 - Greenpark

20 en 21. Op proefsite 6 - Greenpark werd begrazen en niet begrazen (controle) opgevolgd. De vegetatie bestaat uit Duindoorn/Ligusterstruweel met sterk door Duinriet vervilte ondergroei (foto 20 - pq 6B4 - genomen op 2/9/1998) of uit droog tot mesofiel matig nitrofiel grasland gedomineerd door Duinroosje en Glanshaver (foto 21 - pq 6A2 - genomen op 31/8/1998).

22. Het profiel ter hoogte van 6A1 wordt gekenmerkt door een H+E- en A-horizont tot ongeveer 15/19 cm diepte. Het profiel is ont kalkt tot 5 cm diepte (H+E-horizont). Vanaf 22 cm diepte komt een verdichte C-horizont voor en is de beworteling duidelijk zeer sterk afgenomen (foto genomen op 27/8/1998). Enkele roestvlekken doorheen het profiel wijzen op een tijdelijke grondwatertafel die tot in de A-horizont reikt. Dit oxido-reductieproces is hoogst waarschijnlijk niet meer actief.

23. Profiel 6A2 is opgebouwd uit een opeenvolging van drie begraven horizonten. De oppervlaktehorizont bedraagt zo'n 15/17 cm dik en is zeer goed doorworteld. Op grotere diepte worden nog steeds relatief hoge wortelaantallen geteld die hoofdzakelijk in de begraven horizonten voorkomen. De ont kalking reikt tot zo'n 10 cm diepte (foto genomen op 31/8/1998).

24. Profiel 6B3 bevindt zich onder een hoog Duindoornstruweel. Opvallend is hier de ontwikkeling (en het behoud) van een micropodzol met een uitlogingshorizont tussen 7 tot 9 cm diepte en een aanrijkingshorizont van ongeveer 1 cm dikte (9-10 cm). Het profiel is ont kalkt tot 10 cm diepte, d.w.z. tot en met de aanrijkingshorizont. Op grotere diepte worden nog twee begraven humeuze horizonten aangetroffen gescheiden door bleekgeel zand, d.w.z. duidelijke C-horizonten. Er is een zekere wortelconcentratie in de begraven humeuze horizonten (foto genomen op 2/10/1998).



Proefsite 7 - Parnassiapanne

25. De uitgevoerde beheersmaatregelen ter hoogte van proefsite 7 - Parnassiapanne omvatten ontstruwelen, maaien, begrazen en niets doen. Pq 7A4 bevindt zich op het proefvlak dat ter controle dient en waar men niets doet. De vegetatie wordt gekenmerkt door een Duindoornstruweel van jonge tot natte vallei met sterk door Hennegras/Duinriet vervilte ondergroei en met o.a. Koninginnenkruid zoals vooraan op de foto (foto genomen op 6/7/1998).

26. Algemeen zicht op proefvlak 7B dat ontgonnen werd en openstaat voor begrazing. De vegetatie wordt gevormd door een nitrofiële ruigte met o.a. Kleefkruid, Gewoon dikkopmos, Grote brandnetel, Koninginnenkruid, Akkerdistel, Dauwbraam, Kattenstaart en Kale jonker (foto genomen in 8/1998).

27. Het profiel ter hoogte van pq 7A4 vertoont een dunne zwarte zeer humeuze O-horizont die ontkalkt is en een biologisch actieve laag die zich uitstrekt tot ongeveer 25 cm diepte. Vanaf 45 cm diepte komen matig veel roestvlekken en enkele blauwachtige reductievlakken voor rond organische biogalerijen (foto genomen op 6/7/1998).

28. Het profiel ter hoogte van pq 7C3 vertoont nabij het oppervlak een zwarte zeer humeuze O-horizont. Hieronder komt een dunne AE/E+H-horizont voor. De ontkalking reikt tot 7 cm diepte. De grijze horizont tussen 11 en 18 cm diepte werd beschouwd als een begraven horizont omdat op de zijwand een zeer dunne horizont bestaande uit bleek zand geobserveerd werd tussen 9 en 11 cm diepte. Een sterk verdichte horizont komt voor vanaf 18 cm diepte (foto genomen op 26/9/1998).

29. Het profiel ter hoogte van pq 7A2 wordt opnieuw gekenmerkt door een zwarte humeuze ontkalkte O-horizont met hieronder een biologisch actieve laag tot ongeveer 21 cm diepte. Tussen 21 en 26 cm diepte komt een matig humeuze begraven horizont voor. De C-horizont is matig tot weinig doorworteld. Ijzer accumulatie komt voor langsheen oude wortelgangen (foto genomen op 3/7/1998).



26



25



29



28



27

D'Heye, Bredene - Vlaams natuurreserveaat

30. Afgraving ter hoogte van de Koerslaan :

Ter hoogte van het afgegraven oppervlak is de gracht ongeveer 2 m breed en 50 cm diepte. Vanaf het maaiveld is deze gracht 90 cm diep. De vulling van de gracht bestaat uit meer kleiig materiaal (zandige klei) en is doorworteld. Naast en onder de gracht is het materiaal voornamelijk zandig en ontbreekt de beworteling. Aan beide zijden van de gracht komen uitgesproken oranje gekleurde roestvlekken voor. De blauwe gereduceerde horizont (permanente watertafel) ligt op 110 cm vanaf het maaiveld en toont een instulping naar boven ter hoogte van de gracht. Zowel de gracht als het omliggende substraat is kalkrijk.

31. Afgraving ter hoogte van de Batterijstraat

Op zo'n 20 m afstand van de Batterijstraat werd in een strook van ongeveer 110 m lang en 7 m breed waarschijnlijk zand ontgonnen. Enkele kleinere structuren (20 x 4 m² en 14 x 5 m²) liggen parallel aan de vorige en dicht bij de Batterijstraat. Aan de zuidzijde van de strook komt een meer onregelmatig gevormde stortplaats voor van ongeveer 30 m x 22 m. De putten werden achteraf terug opgevuld met steenafval, puin enz. en afgedekt met een kleilaag.

32. Afgraving ter hoogte van de Batterijstraat

Bomkraters terug opgevuld met humeuze klei liggen aan de oostzijde van de langgerekte structuur.

(foto's genomen in 9/1999)



Poelen

33. Zicht op poel 6. Dit is een nieuwe poel uitgegraven ter hoogte van een brandhaard. Onmiddellijk na het graven werd de omgeving van de poel sterk gedomineerd door distelgroei. Drie transecten van zo'n 50 m lang doorheen de poel werden uitgezet en op regelmatige plaatsen bemonsterd om tot een inzicht te komen in de abiotische parameters verantwoordelijk voor de distelgroei (foto genomen op 16/9/1999).

34. Zicht op poel 8 : een nieuwe poel uitgegraven ter hoogte van een brandhaard. De poel leek relatief vervuild (foto genomen op 16/9/1999).

35. Zicht op poel 3a : een oude poel gedeeltelijk omringd door Grauwe wilg en begroeid met Gele lis die reeds sterk verland is (foto genomen op 16/9/1999).



