

**Fisies - Chemiese Eienskape van Gronde
Langs die Mooirivier wat oor 'n
Lang Termyn Besproei is**

D G Nel

WNK Verslag Nr. 135/1/88

FISIES-CHEMIESE EIENSKAPPE VAN GRONDE
LANGS DIE MOOIRIVIER WAT OOR 'n
LANG TERMYN BESPROEI IS

DEUR

D J Nel

DEPARTEMENT BODEMKUNDE
PU VIR CHO
POTCHEFSTROOM

Desember 1987

ISBN 0 908356 92 7

135/1/88

INHOUD	Pagina
Lys van afkortings wat gebruik is.	VIII
Voorwoord	X
Dankbetuigings	XIV
1. BESKRYWING VAN DIE STUDIEGEBIED.	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Ligging, geomorfologie en verspreiding van grondtipes	1
1.3 Geologie	4
1.4 Waterkwaliteit	5
1.5 Bestuurspraktyke	
2. DIE FISIESE EN CHEMIESE KENMERKE VAN DIE GRONDE EN METODOLOGIE	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Morfologie	9
2.3 Chemiese kenmerke en deeltjiegrootteverspreiding	10
2.4 Fisiese data	16
2.5 Evaluering van die probleme wat met ander bepalings ondervind is	19
2.6 Evaluering van die omvang van die variasie van geselekteerde parameters in een lokaliteit	20
3. ONDERLINGE VERWANTSKAPPE TUSSEN FISIESE EN CHEMIESE PARAMETERS.	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Bespreking van die korrelasie matrikse	
3.2.1 Onderlinge korrelasie tussen fisiese parameters	24
3.2.2 Onderlinge korrelasie tussen chemiese parameters	27
3.2.3 Die korrelasie tussen fisiese en chemiese parameters	29

3.2.4	Verwantskappe tussen katioonsamestelling en -uitruilvermoë en ander chemiese parameters	30
3.2.5	Verwantskappe tussen klei-inhoud, pH en geselekteerde chemiese parameters	31
3.2.6	Verwantskappe tussen chemiese parameters verteenwoordigend van sout- en alkaliese toestande.	32
3.2.7	Onderlinge verwantskappe tussen Na, Ca en Mg en die variasie daarvan met ander chemiese parameters	33
3.2.8	Samevatting	35
4.	DIE INVLOED VAN LANGTERMYN BESPROEIIING OP ENKELE CHEMIESE KENMERKE VAN VERTISOLS.	37
4.1	Inleiding	37
4.2	Vergelykende chemiese data vir besproeide en onbesproeide gronde	39
4.3	Samevatting	47
5.	DIE INVLOED VAN GESELEKTEERDE CHEMIESE PARAMETERS OP AGGREGAATSTABILITEIT.	49
5.1	Inleiding	49
5.2	Keuse van parameters	50
5.3	Resultate en bespreking	52
5.4	Samevatting	58
6.	SOUTVERSPREIDING EN FISIES/CHEMIESE VERWANTSKAPPE VAN GRONDE OP 'n VERTEENWOORDIGENDE KATENA IN DIE MOOIRIVIER BESPROEIIINGSKEMA.	59
6.1	Inleiding	59
6.2	Metodes van ondersoek	62
6.3	Resultate	63
6.3.1	Morfologiese kenmerke	63
6.3.2	Kenmerke wat die voorkoms van "brakkolle" beïnvloed	67
6.3.3	Soutverspreiding	70

6.3.4	Faktore wat aanleiding kan gee tot dispersie	78
6.4	Opsomming	86
7.	ASPEKTE VAN BELANG BY DIE CHEMIESE AMELIORASIE VAN NADELIGE FISIESE TOESTANDE	87
7.1	Inleiding	87
7.2	Chemiese-Fisiese verwantskappe	89
8.	DIE RELATIEWE INVLOED VAN Ca EN Mg OP DIE FISIESE TOESTAND VAN DIE GROND	95
8.1	Inleiding	95
8.2	Literatuuroorsig	97
8.3	Dispersie en swelling van Ca- of Mg- versadigde suspensies	113
8.3.1	Inleiding	113
8.3.2	Belangrike konsepte	114
8.3.3	Toegepaste metingsmetodes	117
8.3.4	Voorbereiding van monsters	118
8.3.5	Eksperimente met alluviale vertisols	119
8.3.5.1	Invloed van verskillende anione	120
8.3.5.2	Die invloed van organiese materiaal en CaCO_3	126
8.3.5.3	Die invloed van verskillende hoeveelhede konkresies	135
8.3.5.4	Die invloed van gemengde MgNa- en CaNa- versadiging	143
8.3.6	Eksperimente met litogenetiese vertisols	149
8.3.7	Eksperimente met verskillende tipes kleie	166
8.3.8	Eksperimente met nie-swelende grond	181
8.3.9	Die invloed van verskillende tipe organiese materiaal	186
8.4	Die invloed van Ca- of Mg-versadiging op die permeabiliteit van monsters	189
8.4.1	Inleiding	189
8.4.2	Voorbereiding van monsters	190

8.4.3	Metingsmetodes	192
8.4.4	Resultate en bespreking	193
8.4.5	Dinamika van tussenlaagse komponente	220
8.4.6	Opsomming	236
8.5	Die verwantskap tussen permeabiliteit en soutkonsentrasie	238
8.5.1	Inleiding	238
8.5.2	Metodes	238
8.5.3	Resultate en bespreking	240
8.5.4	Samevatting	251
8.6	Evaluering van die differensiële swelling van Mg- en Ca-versadigde monsters	253
8.6.1	Inleiding	253
8.6.2	Vorbereiding van monsters en metodes	254
8.6.3	Resultate en bespreking	255
8.7	Die invloed van variërende hoeveelhede Mg op die verplasing van Fe-oksiedes en die geassosieerde verlaging in permeabiliteit van monsters	265
8.7.1	Inleiding	265
8.7.2	Vorbereiding van monsters en metingsmetodes	265
8.7.3	Resultate en bespreking	266
8.7.4	Samevatting	276
8.8	Ioonuitruiling, ioonewewigte en voorkeuradsorpsie in grond wat variërende hoeveelhede Ca, Mg en Na bevat.	277
8.8.1	Inleiding	277
8.8.2	Vorbereiding van monsters	278
8.8.3	Resultate en bespreking	280
8.9	Onderlinge verwantskappe tussen tipe geadsorbeerde katioon en die eienskappe van konkresies	287
8.9.1	Inleiding	287

8.9.2 Mineralogie en samestelling	287
8.9.3 Vrystelling van soute	292
SAMEVATTING	301
VERWYSINGS	310
BYLAE	
A. MORFOLOGIESE BESKRYWING VAN 39 GESELEKTEERDE GRONDPROFIELE VAN DIE MOOIRIVIER BESPROEIINGSKEMA	
1.1 Vertiese profiele	A 1
1.2 Hutton, Avalon en Bainsvlei profiele	A 7
1.3 Valsrivier/Westleigh profiele	A10
1.4 Ander gronde	A14
B. ANALITIESE DATA VAN MONSTERS VAN 39 GESELEKTEERDE PROFIELE VAN DIE MOOIRIVIER BESPROEIINGSKEMA	
Ontledingsmetodes	B 1
1. Deeltjiegrootteverspreiding, uitruilbare katione, KUK en pH	
1.1 Vertiese profiele	B 3
1.2 Hutton, Avalon en Bainsvlei profiele	B 8
1.3 Valsrivier/Westleigh profiele	B10
1.4 Ander gronde	B13
2. Oplosbare katione en anione en elektriese geleidingsvermoë	
2.1 Vertiese profiele	B15
2.2 Hutton, Avalon en Bainsvlei profiele	B20
2.3 Valsrivier/Westleigh profiele	B22
2.4 Ander profiele	B25
3. Verspreidingsfrekwensiediagramme van geselekteerde fisiese en chemiese parameters vir drie groepe gronde	

3.1 Klei	B27
3.2 Slik	B28
3.3 Fyn sand	B29
3.4 Uitruilbare Ca	B30
3.5 Uitruilbare Mg	B31
3.6 Uitruilbare Ca:Mg verhouding	B32
3.7 Uitruilbare natrium persentasie (UNP)	B33
3.8 S-waarde	B34
3.9 KUK	B35
3.10 pH	B36
3.11 Elektriese geleidingsvermoë (EG)	B37
3.12 Oplosbare Ca:Mg verhouding	B38
3.13 Oplosbare SO_4^{2-}	B39
3.14 Oplosbare Cl^-	B40
3.15 Oplosbare CO_3^{2-} en HCO_3^-	B41
3.16 Natrium adsorpsie verhouding	B42
4. Die persentasie gepresipiteerde CO_3	
4.1 In verskillende grondvorme	B44
4.2 Frekwensieverspreiding vir 3 groepe gronde	B45
5. Data vir geselekteerde fisiese parameters	B46
C. KORRELASIEMATRIKSE (r-waardes) WAT DIE VERWANTSKAPPE TUSSEN GESELEKTEERDE PARAMETERS AANTOON	
1. Korrelasie (r) tussen die fisiese parameters	C 2
2. Korrelasie (r) tussen chemiese parameters wat dikwels aangewend word om die besproeibaarheid van grond te evalueer	C 6
3. Korrelasie (r) tussen die chemiese parameters wat bepalend is van die besproeibaarheid van die grond en die fisiese parameters	C10
4. Die onderlinge verwantskappe tussen parameters verteenwoordigende van die katioonsamestelling van die grond en sekere ander chemiese parameters	C14

- | | |
|--|-----|
| 5. Korrelasie (r) tussen pH en klei-inhoud en sekere chemiese parameters | C17 |
| 6. Korrelasie (r) tussen chemiese parameters wat gewoonlik 'n aanduiding is van die omvang van sout en alkaliese toestande in grond | C19 |
| 7. Korrelasie (r) tussen die parameters verteenwoordigend van die relatiewe hoeveelhede Na, Mg en Ca en die variasie daarvan met ander geselekteerde chemiese parameters | C23 |
- D. X-STRAAL DIFFRAKTOGRAMME VAN MONSTERS VAN KLEIE WAT VIR HIERDIE ONDERSOEK GEKLASSIFISEER IS AS:
- | | |
|---------------------------------|----|
| 1. Bentoniet en montmorilloniet | D1 |
| 2. Nontroniet | D2 |
| 3. Vermikuliet | D3 |
| 4. Illiet | D4 |

LYS VAN AFKORTINGS WAT GEBRUIK IS

AGGSTB	- Aggregaatstabiliteitsindeks (Druppelimpakmetode)
BASEV	- Baseversadiging (%)
BRUTO	- Brutodigtheid (kg.m^{-3})
CA	- Uitruilbare kalsium (me.100g^{-1})
Ca	- Kalsium (ioniese vorm)
CaCO_3	- Kalsiumkarbonaat (meestal in die sagte of harde konkresionêre vorm)
CO_3	- Karbonaat (Calcimetermetode)
DHYD	- Dispersie indeks (%)
EG	- Elektriese geleidingsvermoë (mS m^{-1}) van 'n versadigde ekstrak
HCO_3	- Residuele bikarbonaat (me l^{-1})
K	- Kalium (ioniese vorm)
KUK	- Katioon uitruilkapasiteit (me 100g^{-1})
KUKK	- Katioon adsorpsievermoë (me 100g^{-1})
KLEI	- Klei-inhoud (%)
KRIMP	- Liniêre krimping (%)
KV	- Koëffisient van variasie
LIE	- Ligintensiteitseenhede ('n Maatstaf van optiese deurlaatbaarheid)
Me	- Milli-ekwivalente
MG	- Uitruilbare magnesium (me 100g^{-1})
Mg	- Magnesium (ioniese vorm)
mS	- Milli-siemens
NA	- Uitruilbare natrium (me 100^{-1})
Na	- Natrium (ioniese vorm)
SA	- Standaard afwyking
pH	- pH (in KCL)
PLGR	- Plastisiteitsgrens (%)
PLIND	- Plastisiteitsindeks (%)
PM	- Persentasie magnesium (Mg x 100/TOS) (%)
PN	- Persentasie natrium (Na x 100/TOS) (%)
PNM	- Persentasie natrium en magnesium ($\text{(Na + Mg) x 100/TOS}$)(%)
NAV	- Natrium adsorpsieverhouding

OD	- Optiese deurlaatbaarheid
SWRDE	- S-waarde (Na + Mg + K + Ca) (me 100g^{-1})
TM	- Totale magnesium (Mg/Baseversadiging)
TN	- Totale natrium (Na/Baseversadiging)
TNM	- Totale natrium + magnesium (Na + Mg/Baseversadiging)
TOS	- Totale oplosbare soute (mg l^{-1})
UMP	- Uitruilbare magnesium persentasie ($\text{Mg} \times 100/\text{KAV}$)
UMR	- Uitruilbare magnesium verhouding (Mg/Ca)
UMNP	- Uitruilbare magnesium + natrium persentasie $(\text{Mg} + \text{Na}) \times 100/\text{KAV}$
UMNR	- Uitruilbare magnesium + natrium verhouding $((\text{Mg} + \text{Na})/\text{Ca})$
UNP	- Uitruilbare natrium persentasie ($\text{Na} \times 100/\text{KV}$)
UNR	- Uitruilbare natrium verhouding (Na/Ca)
VERS	- Hoeveelheid water benodig vir versadigde pasta (g water $\times$ 100/g grond)
VLOEI	- Vloeigrens (%)
$\bar{x}$	- Gemiddeld

VOORWOORD

Hierdie navorsingsprojek het sy beslag gekry tydens 'n werksessie van die Koördinerende Komitee vir Besproeiingsnavorsing in 1982. In die verslag van die werksessie getitel "Aanbevelings van die Werksessie oor grondkundige aspekte van Besproeiing" (Waternavorsingskommissie, November 1982, p 9 - 16) is 'n A tot B prioriteit toegeken aan die navorsingsbehoefte om 'n situasiebepaling te maak van bestuurs- en besproeiingsprobleme van bestaande skemas met die doel om oplossings te kan aanbeveel. In dieselfde werksessie is ook verwys na leemtes in bestaande kennis oor en gevolglik 'n navorsingsbehoefte aan:

- Die fisiese karakterisering van grond vir besproeiingsdoeleindes.
- Die evaluering van die geskiktheid van gronde vir besproeiing en die klassifikasie van die besproeibaarheid van gronde.
- Die herwinning van probleemgronde.
- Die ontwerp van aangepaste bestuurspraktyke om die degenerasie van besproeiingsgronde te verhoed.

Aangesien die Mooirivier-Staatswaterskema waarskynlik een van die oudstes in die land is en aanvanklike waarnemings aangetoon het dat die boerdery-prestasie ver van optimaal is ('n aanduiding van onder andere grondkundige probleme) is 'n deel van hierdie skema geselekteer vir gedetailleerde grondkundige ondersoeke om sommige van die bogenoemde leemtes te probeer vul.

Die doel van die ondersoek was geensins daarop gemik om 'n volledige situasiebepaling van die Mooirivierskema as sodanig te maak en verdere ondersoeke te rig op die breë spektrum grondkundige probleme wat mettertyd in die gebied geïdentifiseer is nie. Die aanvanklike doelstellings van die projek was eerder drieledig van aard, naamlik:

- 'n Onderzoek na die kenmerke en mate van degenerasie van gronde wat

reeds vir 'n geruime tyd besproei is en 'n kwalifisering van die oorsake van degenerasie.

- Die ontwikkeling van verbeterde seleksienorme om die besproeiingspotensiaal van grond te bepaal en die evaluering van metodes om die fisiese toestande van gronde te karakteriseer.
- 'n Evaluering van die effektiwiteit en ekonomiese regverdigbaarheid van herwinningsmaatreëls en aangepaste bestuurspraktyke op gronde in verskillende stadia van degenerasie.

Daar is gehoop dat die verantwoording van hierdie doelstellings met hierdie projek sou bydrae tot 'n groter insig oor belangrike aspekte wat die langtermyn-besproeibaarheid van gronde landwyd kan beïnvloed. Soos wat die projek gevorder het, het etlike belangrike aspekte na vore gekom wat gedetailleerde ondersoeke geregverdig het. Die belangrikste hiervan was die teenwoordigheid van groot hoeveelhede magnesium in die grond en besproeiingswater. Die oënskynlik ambivalente invloed van hierdie kation op aggreagaatstabiliteit is nie net belangrik ten opsigte van die omvang van degenerasie van grond onder besproeiing nie. Dit beïnvloed ook die oorwegings wat ter sake is by die herwinning en bestuur van gedegenerende of degenerereerbare gronde. Aangesien hierdie probleem ook in ander gebiede in die Republiek van Suid Afrika van toepassing is, is dit as een van die belangrikste onderafdelings van hierdie projek beskou en is monsters afkomstig van ander gebiede asook van verskillende tipes kleiminerale by die ondersoeke ingesluit.

Met verloop van die ondersoek het dit egter ook geblyk dat sekere doelstellings van die projek nie ten volle verantwoord sou kon word nie. Die belangrikste hiervan was seker dat as gevolg van die verspreiding van die gronde van die gebied, daar nie 'n doeltreffende vergelyking getref kon word ten opsigte van die omvang van degenerasie van verskillende grontipes en die tydperk van besproeiing nie. Die gronde is sodanig in en om die vloedvlakte van die Mooirivier versprei dat feitlik slegs vertisols in dié gebiede voorkom wat lank ($\pm$ 75 jaar) reeds besproei is terwyl Hutton-, Avalon- en Glenrosa gronde dominant

voorkom in die gebiede wat vir 'n korter tydperk (ongeveer 20 jaar) besproei is. Geen vertisols kom in laasgenoemde gebiede voor nie.

Slegs relatief klein oppervlakte Valsrivier/Westleigh gronde kom in gebiede waarin die tydperk van besproeiing verskillend was voor. Aangesien slegs 'n beperkte aantal grondtipes in die gebied voorkom kon die ondersoek na die verbeterde norme vir die evaluering van die besproeibaarheid van grond ook nie doeltreffend voltooi word nie.

In die lig van die verskillende doelstellings van hierdie projek kan die verslag in twee verdeel word. In hoofstukke 1 tot 7 word die kenmerke van die gebied gekoppel aan die verspreiding van die gronde en die geassosieerde fisiese en chemiese kenmerke daarvan. Soos reeds genoem is hiermee nie gepoog om slegs 'n databank of inligtingsbank vir die Mooirivier as besproeiingsgebied daar te stel nie. Die genoemde hoofstukke is sodanig saamgestel dat die resultate van die ondersoeke moontlik kan dien as riglyne vir die evaluering van die onderlinge verwantskappe tussen die morfologiese, fisiese en chemiese kenmerke en eienskappe van die grond en die kenmerke van die omgewing. Die resultate wat verkry is kan dus insig verskaf oor ooreenstemmende aspekte wat in ander besproeiingskemas van belang is.

Die metodes van ondersoek, onderlinge verwantskappe tussen gebiedskenmerke en verskillende chemiese en fisiese parameters en die uiteindelijke produk van die interaksie van verskillende faktore, naamlik die fisiese toestand en besproeibaarheid in die grond word in hoofstukke 1, 2 en 3 bespreek. 'n Gewilde onderwerp van bespreking onder kundiges oor besproeiing is of vertisols besproei moet word of nie. Die invloed van langtermyn (> 75 jaar) besproeiing van vertisols in die Mooiriviergebied kan dien as riglyn vir die evaluering van die geskiktheid daarvan vir besproeiing. Hierdie aspek word in hoofstuk 4 bespreek. Aggregaatstabiliteit is seker een van die belangrikste parameters wat die fisiese geskiktheid van grond vir besproeiing bepaal.

In hoofstuk 5 word die invloed van sekere chemiese parameters op aggregaatstabiliteit bespreek. Die variasie in die verspreiding van soute en die geassosieerde fisies/chemiese verwantskappe in 'n landskap

of helling (soos in hoofstuk 6 bespreek) verskaf altyd 'n sinvolle aanduiding van die onderlinge verwantskappe tussen fisiese en chemiese prosesse en die gevolge daarvan wanneer grond vir besproeiing aangewend word. Die chemiese ameliorasie van gronde en veral van gronde met ernstige besproeiingsprobleme, soos in sekere dele van die Mooiriviergebied, word op 'n komplekse wyse beïnvloed deur 'n reeks faktore en vereis meestal uitgebreide en omvattende praktiese maatreëls soos spesiale bewerking en dreinerings. In hoofstuk 7 word slegs enkele aspekte wat betrekking het op die chemiese ameliorasie van tipiese probleemtoestande in die Mooiriviergebied toegelig.

Die tweede deel van hierdie verslag het betrekking op die relatiewe invloed van die groot hoeveelhede magnesium in die grond en water van die gebied op die chemiese en fisiese toestand van die gronde (hoofstuk 8). Verskeie geassosieerde en onderling afhanklike aspekte soos die invloed van variërende hoeveelhede natrium, organiese materiaal, kleimineralogie, ionuitruiling en die vrystelling van elektroliete deur CaCO_3 -konkresies, wat volop voorkom, is in diepte ondersoek. Dit word vertrou dat die resultate wat hier gerapporteer word 'n bydrae sal lewer tot 'n beter begrip van die meganismes van swelling en dispersie van grond om uiteindelik daarvolgens besproeiingsbestuur sodanig te rig dat dit in die Republiek van Suid Afrika in die algemeen meer doeltreffend kan geskied.

In die geheel gesien kan die resultate van ondersoeke en eksperimente waaroor in hierdie verslag gerapporteer word, hopelik bydra tot 'n beter begrip van die onderling afhanklike grondkundige faktore wat op 'n besproeiingskema van belang is. Met die resultate word moontlik meer navorsingsbehoefte blootgestel as wat finale antwoorde op sekere knelpunte gebied word. Indien dit die geval is, was hierdie ondersoek ook die moeite werd al word slegs die noodsaaklikheid van uitgebreide toekomstige navorsing oor grondkundige aspekte, wat betrekking het op die sukses van besproeiing, daardeur beklemtoon.

D.J. NEL

Desember 1987

DANKBETUIGINGS

Die Navorsing waaroor in hierdie verslag gerapporteer word, spruit voort uit die volgende navorsingsprojek wat deur die Waternavorsingskommissie (WNK) gefinansier is:

'n Onderzoek na die toestand van grond wat vir 'n lang termyn besproei is, en 'n evaluering van toepaslike seleksienorme en herwinnings- en beheermaatreëls.

Die Loodskomitee wat vir die projek verantwoordelik was, het uit die volgende persone bestaan:

Mnr. D.S. v.d. Merwe	:	WNK (Voorsitter)
Prof. H.J. von M. Harmse	:	PU vir CHO (Ondervoorsitter)
Dr. P.M. Scotney	:	Dept. Landbou en Watervoorsiening
Dr. A.J. v.d. Merwe	:	Dept. Landbou en Watervoorsiening
Dr. G.C. Green	:	WNK
Mnr. H.M. du Plessis	:	WNK
Dr. P.C.M. Reid	:	Dept. Waterwese
Mnr. W.J. Liebenberg	:	Dept. Waterwese
Mnr. F.P. Marais	:	WNK (Komiteesekretaris)

Die finansiering deur die WNK en die bydraes van lede van die Loodskomitee word met dank erken.

Die grootste gedeelte van die veld- en laboratoriumwerk is op 'n bekwame wyse deur Mnre. D.J. Pretorius, C.J.H. Oosthuizen, P.M. Fourie en Mej. S. Potgieter verrig.

Die insette en kommentaar van Mnre. J.P. Coetzee, J.M. Hattingh en C.J.H. Oosthuizen van die Departement Bodemkunde, PU vir CHO was ook baie waardevol.

Die bydraes van Mev. M.S. Buýtendorp, Mev. C.M. Hood, Mej. S.A. Potgieter en Mev. J.M. Steyn met tik- en natrekwerk asook met die afronding van die verslag, word met dank erken.

HOOFSTUK 1

BESKRYWING VAN DIE STUDIEGEBIED.

1.1 Inleiding

In hierdie hoofstuk word nie gepoog om 'n formele beskrywing van alle omgewingstoestande en -faktore te gee nie. Dit moet eerder gesien word as 'n nie-formele beskrywing wat aan die leser 'n beter insig behoort te gee oor die verwantskap van die omgewing met aspekte wat in die hieropvolgende hoofstukke behandel word.

1.2 Ligging, geomorfologie en verspreiding van grondtipes

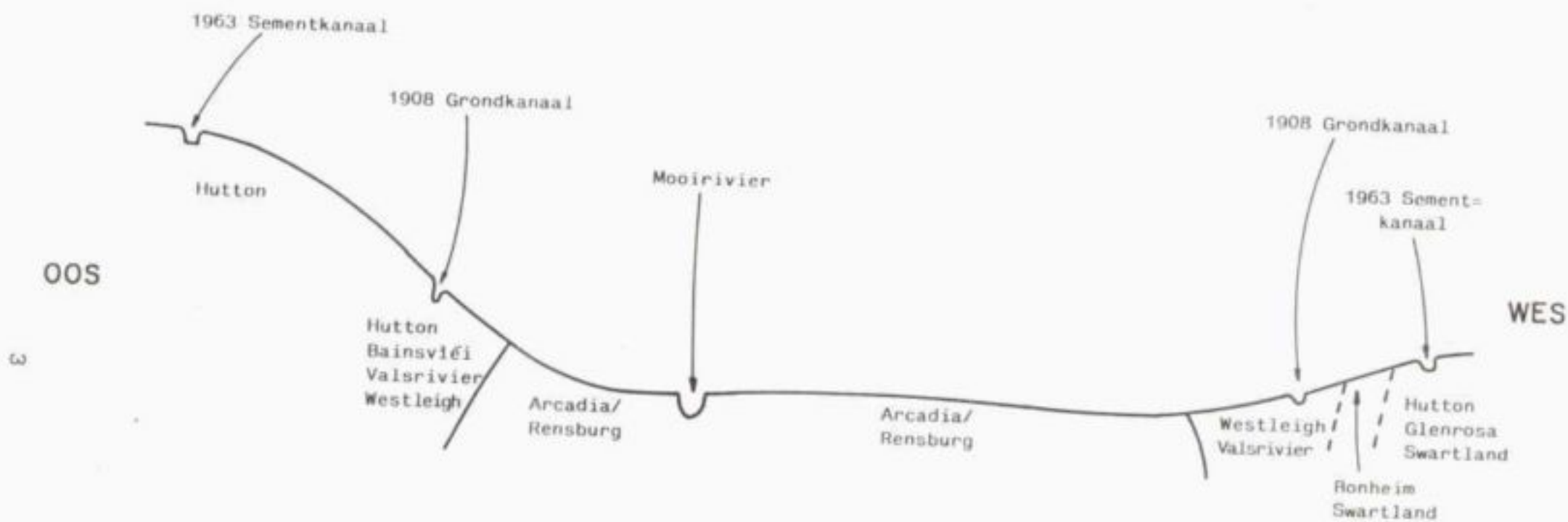
Die gebied is direk suid van Potchefstroom en strek tot aan die Vaalrivier (Figuur 1.1). Die grootste gedeelte van die studiegebied kom voor tussen die grondkanale wat voor 1909 aan weerskante van die Mooirivier voltooi is. Die hellings in die gebied varieër, na gelang van die relatiewe posisie ten opsigte van die vloedvlakte van die Mooirivier, tussen 0 en 5 persent. Die verspreiding van die verskillende grondtipes is verwant aan die vorm van die landskap en geologiese en geomorfologiese prosesse. 'n Volledige beskrywing van die assosiasie tussen pedologiese en geomorfologiese prosesse word in Hoofstuk 6 aangebied. 'n Grafiese voorstelling van die vorm van die gebied, die relatiewe posisie van die besproeiingskanale en die tipiese verspreiding van die gronde van die gebied word in Figuur 1.2 getoon.

Die hellings is oorwegend steiler aan die oostekant van die rivier, en hoofsaaklik goed gedreineerde gronde kom daar voor. Vertisols kom feitlik uitsluitlik aan die onderkant van die ou grondkanale voor.

Valsrivier- en Westleighgronde kom in 'n relatief smal strook aan weerskante van die ou grondkanaal voor. Die eienskappe van hierdie gronde word grootliks beïnvloed deur die afstand vanaf die



FIGUUR 1.1. Liggingskaart van die
suidelike deel van die Mootrivier-staats-
waterskema



FIGUR 1.2. Die Katenêre opeenvolging van gronde om die Mooirivier, suid van Potchefstroom.

hoërliggende Hutton-, Avalon- en Glenrosa gronde of van die laerliggende Arcadia- en Rensburg gronde. Die vloedvlakte van die Mooirivier is soos in Figuur 1.2 aangetoon, breër aan die westekant of, waar die rivier weswaarts draai, aan die suidekant van die rivier. Hierdie breër dele van die vloedvlakte beslaan die grootste deel van die besproeide oppervlakte wat uit die 1909 grondkanaal besproei is terwyl die minder kleierige gronde bokant hierdie kanaal op ietwat steiler hellings (2-5 persent) sedert 1963 uit die betonkanaal besproei is.

1.3 Geologie

Volgens die mees resente geologiese inligting (Departement van Mineraal en Energiesake, 1:250 000 Geologiese reeks, Kaart 2626 Wes Rand) is die grootste deel van die Mooiriviervallei suid van Potchefstroom opgevul met alluvium. Aan die kante van die vloedvlakte kom hoofsaaklik diabaas van die Vaalium/Mokolium tydperk voor. Klein oppervlaktes in die gebied word beslaan deur skalie met tussengelaagde kwartsiet, horingfels en kalksteen van die Pretoria formasie. Die oorsprong van die groot volume kleierige materiaal wat in die vloedvlakte van die rivier afgesit is, is nie heeltemal bekend nie. Dit moet in gedagte gehou word dat die rivier ontspring in, en vir groot afstande vloei deur, 'n dolomitiese gebied. Die verwerking van Dolomiet, op sigself 'n stadige proses, sou nie die groot volumes sediment kan lewer nie. Selfs naby sy oorsprong in die middelpunt van 'n omvangryke dolomitiese gebied is die sediment in die vloedvlakte verryk met smekiet of 2:1 kleimineraal. Dit is dus moontlik dat hierdie sediment, selfs in terme van geologiese tydsbepalings, baie oud kan wees, moontlik selfs van 'n ouderdom voor die verbuigings wat gepaard gegaan het met die vorming van die Bosveld Stollingskompleks. Verwerking van die diabaas wat suid van Potchefstroom aan die rand van die vloedvlakte van die rivier voorkom, kon ook moontlik 'n bydrae lewer tot die sedimentêre prosesse wat tot die afsetting van die kleierige sedimente gelei het. Die moontlikheid is ook genoem dat Karoo-moddersteen sodanig

noord van die Vaalrivier afgesit is dat dit 'n bydrae kon lewer tot hierdie sediment.

Meer spesifieke inligting oor die mineralogie van die gronde en alluviale materiaal in die Mooirivierbesproeiingsgebied word in hoofstuk 8 weergegee.

Arcadia en Rensburg gronde kom hoofsaaklik op die alluvium in die vloedvlakte van die Mooirivier voor. Hutton-, Avalon-, Glenrosa- en klein oppervlakte Bainsvlei gronde het op die skalie en diabaas ontwikkel terwyl die Westleigh/Valsrivier gronde soos reeds genoem van gemengde oorsprong uit die alluvium en diabaas is.

1.4 Waterkwaliteit

Vier monsterpunte is, van die oorsprong van die Mooirivier tot naby die samevloeiing met die Vaalrivier, geselekteer om as aanduiding te dien van die veranderinge in die waterkwaliteit soos beïnvloed deur omgewingsfaktore.

Die lokaliteit van die monsterpunte en die betekenis daarvan in terme van omgewingsfaktore kan as volg bespreek word.

- Klerkskraal: Naby die oorsprong van die rivier. Die chemiese samestelling van hierdie monster behoort verteenwoordigend te wees van die kwaliteit van die water wat die reuse ondergrondse dolomitiese kompartemente vul.
- Boskopdam: Noord van Potchefstroom. Relatief suiwer water word verwag aangesien die terugvloei van besproeiingskemas en ander eksterne gebruike van kleinerige omvang behoort te wees. Hierdie water word tans ook gebruik vir besproeiing uit die betonkanaal suid van Potchefstroom.
- Witrand: Net noord van Potchefstroom. Chemiese verryking

word verwag aangesien die terugvloei vanaf besproeiingskemas en goudmyne van groter omvang is.

- Taaiboschbult: Suid van Potchefstroom en aan die suidekant van die studiegebied. Die water is waarskynlik in ewewig met die grondwater van die omgewing. 'n Effense verryking as gevolg van terugvloei vanaf munisipale en industriële gebruikers in Potchefstroom kan egter verwag word.

Die kwaliteit van die water is oor 'n tydperk van drie jaar gemonitor (Departement Mikrobiologie, P.U. vir C.H.O) en die gemiddelde waardes van geselekteerde parameters word in Tabel 1.1 voorgestel. Aspekte wat beklemtoon kan word is:

- Die toename in soutkonsentrasie in die stroom-af rigting van die rivier.
- Die relatiewe konstante hoeveelheid karbonate en bikarbonate (kyk TAL = totale alkaliniteit).
- Die toename in NAV (natrium adsorpsie verhouding).
- Die relatiewe groter hoeveelheid Mg as Ca. Vir die Taaiboschbult monster is die ekwivalente verhouding van Mg:Ca gelyk aan 1,24 ($Mg = 3,1 \text{ me } \ell^{-1}$ en $Ca = 2,5 \text{ me } \ell^{-1}$).
- Op 'n ekwivalente basis uitgedruk is die volgorde van belangrikheid van die anione $CO_3 + HCO_3 > SO_4 > Cl$.

Hiervolgens is dit duidelik dat daar 'n terugdreinerings van soute na die rivier is. Oor die algemeen is die kwaliteit van die water egter redelik goed. Die totale soutkonsentrasie is effens hoog en die alkaliese anione is in potensieël nadelige hoeveelhede teenwoordig.

Soos met die klassifikasie van hierdie water aangedui (Tabel 1.1) is die waterkwaliteit betreklik goed maar in die lig van die hoeveelheid soute teenwoordig kan verwag word dat soute in

die langtermyn sal opbou as die gronde nie voldoende geloog word nie.

1.5 Bestuurspraktyke

Tydens die opname het dit toenemend duideliker geword dat dit haas onmoontlik sal wees om verskille in bestuurspraktyke te korreleer met verskille in kenmerke van soortgelyke gronde. In meeste gevalle word geen rekord gehou nie van bestuurspraktyke soos:

- i) Die hoeveelheid besproeiingswater toegedien
- ii) Besproeiingsintensiteit
- iii) Bewerkingspraktyke
- iv) Opbrengs ensovoorts

Vanweë 'n onstabiliteit van eienaarskap kan daar in sommige gevalle nie eens sekerheid verskaf word oor die tipe gewas en die tipe besproeiingstelsel wat vyf jaar gelede in gebruik was nie.

Vir die doel van hierdie opname sal dus aanvaar word dat die gronde redelik eenvormig bewerk en besproei is. Die volgende patroon van algemene bestuurspraktyke is geïdentifiseer.

- i) 1910 - 1970 Hoofsaaklik vloed- en voorbesproeiing met mielies en ander graan die belangrikste gewasse.
- ii) 1970 - 1984 'n Wydverspreide omskakeling na kantrol en sprinkelbesproeiing. Weidings en voergewasse (veral lusern) die dominante aanplantings.

TABEL 1.1 Chemiese data vir vier watermonsterpunte in die Mooirivier

Monsterpunt	Klerkskraal	Boskop	Witrands	Taaiboschbult
EG (mS m^{-1})	37,7	52,0	58,9	61,9
TOS (mg l^{-1})	266	363	387	402
pH	7,7	7,4	7,5	7,4
Na (mg l^{-1})	6,1	15,4	17,2	22,4
Mg (mg l^{-1})	26,7	34,3	36,1	37,2
Ca (mg l^{-1})	33,6	43,9	52,0	50,3
F (mg l^{-1})	0,09	0,14	0,13	0,4
Cl (mg l^{-1})	3,7	13,2	16,9	21,2
$\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ (mg l^{-1})	0,02	0,33	0,54	1,76
SO_4 (mg l^{-1})	4,4	56,90	73,5	74,5
PO_4 (mg l^{-1})	0,01	0,04	0,01	0,78
TAL (mg l^{-1})	190,4	198,1	188,7	190,0
Si (mg l^{-1})	6,14	6,24	6,6	6,22
K (mg l^{-1})	0,97	1,87	1,9	3,25
NH_4 (mg l^{-1})	0,05	0,04	0,04	0,10
NAV (mg l^{-1})	0,19	0,42	0,45	0,60
NAV (adj)*	0,37	0,85	0,90	1,20
Klas	C2S1	C2S1	C2S1	C2S1

* Aangepaste NAV volgens pHc konsep (Shainberg & Oster, 1978)

HOOFSTUK 2

DIE FISIESE EN CHEMIESE KENMERKE VAN DIE GRONDE EN METODOLOGIE

2.1 Inleiding

Die karakterisering en evaluering van die fisiese toestand van die gronde van die studiegebied was van fundamentele belang vir hierdie projek. Hierdie inligting was noodsaaklik om die invloed van langtermynbesproeiing op die eienskappe van die grond te bepaal en daarvolgens 'n evaluering te maak van die fasette wat die besproeibaarheid van die gronde beïnvloed.

2.2 Morfologie

Die profielbeskrywings van 39 grondprofiele verskyn in Bylae A. Morfologies verskil die gronde nie veel van die normale morfologie van die geïdentifiseerde grondtipes in ander gebiede in die R.S.A. nie.

Moontlike uitsonderlike kenmerke is:

- Die hoë mate van spontane verkrummeling van 'n gedeelte van die oppervlak van sommige van die vertisols. Hierdie verkrummeling/verbrokkeling is soms sodanig dat 'n deel van die bogrond apedaal voorkom, alhoewel 'n fyn mikro-struktuur steeds aanwesig is. Gepaardgaande hiermee is die oppervlak van die vertisols liggrys, oënskynlik gebleik. Hierdie geassosieerde kenmerke skep die indruk dat die struktuur van die boonste deel van die grondoppervlak ernstig gedegenerer het. Dit moet egter beklemtoon word dat hierdie verskynsel nie oor die hele gebied versprei is nie en dat sommige vertisols 'n tipiese sterk struktuur vertoon. Die groot variasie in oppervlak-kenmerke van die vertisols, oor klein afstande, is inderdaad kenmerkend van die gebied. Die voorkoms van sogenaamde "brakkolle" waarin ernstige korsvormingsprobleme geïdentifiseer word, word in

hoofstuk 7 bespreek.

- Die baie harde en oënskynlik abnormaal digte voorkoms van die pedokutaniese en plintiese horisonte van die Valsrivier en Westleigh vorms respektiewelik.
- Verdigte lae (ploegsole) in sommige van die Hutton gronde.
- Die voorkoms van sagte kalkreetagtige of kalkhoudende vergleyde lense op verskillende dieptes in die vertisols.

2.3 Chemiese kenmerke en deeltjiegrootteverspreiding

Chemiese data vir vier monsters van elk van die profiele wat in Bylae A beskryf is, word in Bylae B verskaf.

In die eerste deel van Bylae B word die data soos vir normale roetine ontledings, insluitend die hoeveelhede ekstraereerbare katione aangetoon. In die tweede deel word die chemiese samestelling, insluitend die hoeveelheid oplosbare katione, soos bepaal in 'n versadigde ekstrak van elk van die monsters aangetoon. Die deeltjiegrootteverspreiding van elk van die monsters word ook in die eerste deel van Bylae B verskaf.

Die monsters is op die volgende dieptes geneem:

A	0 -	200 mm
B	200 -	400 mm
C	400 -	600 mm
D	600 -	1 000 mm

Die monsters is op 'n vaste grondslag op hierdie dieptes geneem om te voorkom dat enige mate van seleksie ten opsigte van byvoorbeeld aspekte soos kalkinhoud, struktuur ensovoorts, geskied.

Volgens hierdie data is dit duidelik dat 'n aansienlike variasie in

van die Hutton/Avalon gronde. In die Valsrivier/Westleigh groep is die bimodale verspreiding tipies van die groot verskille in klei-inhoud van die bo- en ondergrond. Vir al drie groepe gronde is die skeefheid positief.

. Slik-inhoud -

Net soos in die geval van die klei is die variasie en bereik groot in die Vertisols en Valsrivier groep en klein in die Hutton/Avalon groep. Die bimodale verspreiding in die Vertisols is moontlik te wyte aan verskille in suspensie-eienskappe tydens verskillende fases van sedimentasie.

. Fyn sand-inhoud -

Die kleinste bereik kom voor in die Valsrivier/Westleigh gronde. In teenstelling met meeste van die ander parameters was die skeefheid vir hierdie parameter baie klein. Die fraksionele hoeveelheid medium en growwe sand in al drie groepe gronde was baie min.

. Uitruielbare Ca en Mg -

In ooreenstemming met die verhouding in die besproeiingswater is die Mg in die vertisol en Valsrivier/Westleigh monsters meer as die Ca. Dit is ook insiggewend dat die verspreiding negatief skeef is vir Mg en positief skeef is vir die Ca. Soos uit latere resultate getoon is daar gewoonlik 'n afname in Mg en 'n toename in Ca met diepte. In die Hutton/Avalon monsters is die Ca egter steeds meer as die Mg.

Hierdie verskynsel is waarskynlik te wyte aan die feit dat die Hutton en Avalon gronde vir 'n korter tydperk besproei is. In 'n hieropvolgende studie is aangetoon dat daar 'n effense voorkeuradsorpsie vir Mg bo Ca in hierdie gronde voorkom. Die bereik in die Hutton/Avalon monsters is relatief klein.

. UNP -

Ongeveer 17 persent van die vertisol en Valsrivier/Westleigh monsters het 'n UNP waarde groter as 10. Langtermynbesproeiing van hierdie gronde hoef dus nie noodwendig tot 'n oormatige akkumulasie van Na aanleiding te gee nie. Die vertisol monsters met baie hoë UNP-waardes (> 20) is in duidelik waarneembare brakkolle geneem. In die Hutton/Avalon monsters is daar nie 'n noemenswaardige akkumulasie van Na nie.

. S- Waarde en KUK -

Die baseversadiging van meeste van die monsters is oor die algemeen laer as 100 persent. Die baseversadiging van die Hutton/Avalon groep gronde is oor die algemeen baie laag. Die verspreiding in S-waardes is merendeels minder as die KUK-waardes. Die baie groot variasie in KUK-waardes van die Vertisols en Valsrivier groep is geassosieerd met die gemengde-laag mineralogie van hierdie gronde. Hierdie gemengde-laag mineralogie het, soos later aangetoon sal word, 'n

belangrike invloed op fisies-chemiese interaksies.

. pH -

In ooreenstemming met die baseversadiging en relatiewe hoeveelhede Na is die pH-waarde van die Hutton/Avalon monsters oor die algemeen neutraal. Die pH van meeste van die vertisol en Valsrivier/Westleigh monsters is meer as 7,8.

. EG -

Die positiewe skeefheid van die frekwensiekrommes vir die Vertisol en Valsrivier groep gronde illustreer die groot bereik en variasie in EG vir hierdie gronde. Dit kan verwag word dat hierdie variasie ook 'n aansienlike variasie in die fisiese reaksie van die grond tydens besproeiing sal meebring.

. Oplosbare Ca en Mg -

Net soos met die relatiewe hoeveelhede uitruilbare katione is die Mg (op 'n ekwivalente basis) in groter konsentrasies in die ewewigoplossing teenwoordig. Dit is insiggewend dat die Mg meer is as die Ca in die ewewigoplossing van die Hutton/Avalon gronde maar dat die Ca die uitruilerfase van die gronde domineer. Dit dui moontlik 'n voorkeur adsorpsie vir Ca aan. 'n Kenmerk van die frekwensieverdeling van die oplosbare Ca:Mg verhouding is dat breë modale pieke voorkom. In teenstelling hiermee was beter gedefinieerde pieke met 'n positiewe skeefheid kenmerkend van die

uitruilbare Ca:Mg verhouding. Daar bestaan dus nie 'n betekenisvolle balans tussen die uitruilbare tot oplosbare Ca:Mg verhouding nie.

. Anione -

Die konsentrasie SO_4 -ione het 'n aansienlike bereik in die vertisols terwyl dit veral in die Valsrivier/Westleigh gronde baie laag is en normale verspreiding het. Behalwe vir enkele buitengewone waardes is die Cl^- konsentrasie baie konstant in die Hutton/Avalon monsters. 'n Sterk positiewe skeefheid is waarneembaar in die Vertisols en Valsrivier gronde. Die totale alkaliniteit varieër oor 'n relatiewe groot bereik in al drie groepe gronde alhoewel 'n sterk modale piek in die geval van die Hutton/Avalon gronde waarneembaar is. In ooreenstemming met die totale soutkonsentrasie is die konsentrasie van die anione oor die algemeen baie hoog in die vertisol monsters asook in die Valsrivier/Westleigh monster.

. Natrium adsorpsie
verhouding

Die gemiddelde NAV vir elke groep gronde is effens groter as die UNP-waardes maar daar is 'n duidelike feitlik 1:1 verwantskap, tussen die UNP- en NAV-waardes. Potensieel nadelige hoeveelhede Na kom veral in baie van die vertisols maar ook in sekere van die Valsrivier/Westleigh gronde voor. Die relatiewe hoeveelheid

oplosbare Na is laag in die Hutton/Avalon monsters.

Die variasie van die chemiese parameters in soortgelyke gronde kan nie uitsluitlik gekoppel word aan verskille in besproeiingspraktyke nie. Voorlopige waarnemings het aangetoon dat die akkumulasie van Na byvoorbeeld met sekere posisies in die landskap en relatiewe ligging ten opsigte van die huidige loop van die Mooirivier geassosieer kon word. (kyk ook Hoofstuk 6).

Die hoeveelheid gepresipiteerde CaCO_3 is bepaal as die CO_2 druk wat in 'n geslote sisteem ontwikkel word as 'n grondmonster wat vry karbonaat bevat, in aanraking gebring word met 'n oormaat soutsuur (Hesse, 1971). Die resultate van hierdie bepalinge, asook frekwensie verspreidingsdiagramme word in Bylae B aangetoon. Dit is duidelik uit hierdie data dat die hoeveelheid gepresipiteerde CO_3 baie meer is in die vertisols as in die ander groepe gronde. In die Hutton/Avalon groep gronde is die CaCO_3 in werklikheid weglaatbaar min. In die Valsrivier/Westleigh gronde varieer dit oor 'n klein bereik met slegs enkele uitsonderlike monsters waar dit meer as 3 persent is. Die aansienlike variasie en bereik in die vertisolmonsters is in ooreenstemming met die variasie en bereik van ander chemiese en fisiese parameters.

2.4 Fisiese data

Die brutodigtheid van die boonste drie monsters van elke profiel is met behulp van die klontmetode (Blake, 1965) bepaal. Monsterneming het in 'n relatiewe droë periode met 'n lae frekwensie van besproeiingsaktiwiteite plaasgevind sodat al die gronde tydens monsterneming in 'n relatief droë toestand was. Die brutodigtheidsbepalinge is uitgevoer op vogtige klonte en die nodige kalibrasie is gedoen vir die waterinhoud in die klonte tydens die bepaling. Die resultate van hierdie bepalinge, wat in Bylae B verskyn, verteenwoordig die gemiddelde waarde van drie herhalings vir elke monster.

Dit is opvallend dat die waardes wat verkry is betreklik hoog is, veral vir die kleierige vertisols word normaalweg nie verwag dat die brutodigtheid hoër as $1\,400\text{ kg m}^{-3}$ behoort te wees nie. Uit die aard van die saak is die klontmetode van bepaling van brutodigthede nie 'n goeie weerspieëling van die brutodigthede van gronde met 'n sterk ontwikkelde struktuur nie omdat makroporieë nie ingesluit word in die monster nie. Veral in die lig van die relatief droë toestand van die vertisols tydens monsterneming sal die makroporieë tussen peds 'n groot deel van die totale volume van die grond beslaan. Die data in Bylae B is dus eerder 'n aanduiding van die digtheid van 'n natuurlike pedale eenheid in gevorderde stadium van inkrimping.

Volgens hierdie data is die algemene neiging dat die brutodigthede van klonte wat in die bogrond gemonster is, meestal ietwat laer is (gemiddeld 1710 kg m^{-3}) as die van die dieperliggende monsters, (gemiddeld 1780 kg m^{-3}).

Deeltjiedigthede van geselekteerde verteenwoordigende monsters is ook bepaal. Aangesien die waardes wat verkry is, nie betekenisvol afwyk van die aanvaarde norm van $2\,600\text{ kg m}^{-3}$ nie, is die resultate nie hier gerapporteer nie. 'n Waarde van $2\,600\text{ kg m}^{-3}$ is dus aanvaar as 'n verteenwoordigende gemiddelde van die deeltjiedigthede van die gronde van die gebied.

Vier parameters verteenwoordigend van die stabiliteit van aggregate en die omvang van swelling tydens benatting is bepaal. (Gedeïoniseerde water is deurgaans in die bepalings gebruik). Dit sluit in:

- . Die persentasie water by versadiging ($\text{cm}^3 \times 100\text{g}^{-1}$).

- Hierdie eenvoudige metode is dieselfde as die maak van 'n versadigde ekstrak (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954). Die mate waartoe gronde swel tydens benatting en gevolglik 'n oormaat water groter as die totale

poreusheid van 'n droë monster opneem, kan beskou word as 'n aanduiding van die strukturele stabiliteit van die grond.

. Atterberggrense -

Parameters soos vloeigrens, plastisiteitsindeks en liniêre krimp word dikwels aangewend as 'n maatstaf van die kohesie van deeltjies by verskillende vogtoestande, swelling en krimp, meganiese sterkte en vervormbaarheid. (Sowers, & Sowers, 1970).

. Indeks van aggregraat=
stabiliteit -

Hierdie parameter is bepaal volgens die metode van Grieve (1979) en behels die meting van die weerstand van aggregate teen 'n verbrokkelingskrag van waterdruppels wat die aggregate met 'n spesifieke energie tref. Die resultate wat in Bylae B verskyn verteenwoordig die gemiddelde van 12 bepalinge vir elke monster.

. Breukmodulus -

Hierdie parameter gee 'n aanduiding van die omvang van die kohesiekragte tussen gronddeeltjies. Hierdie kragte veroorsaak die vorming van 'n digte, sterk ontwikkelde strukturele eenheid (dikwels plaatagtig) wat die beweging van water, lug, wortels en ontkiemende saailinge beperk. Bepalinge is beperk tot monsters wat aan die grond oppervlak voorkom. Die

data in Bylae B verteenwoordig die gemiddelde van ses bepalinge vir elke monster.

Die resultate van die bepalinge van hierdie fisiese parameters word in Bylae B getoon. Die variasie en bereike van die waardes vir elke parameter is in ooreenstemming met die chemiese data en deeltjiegrootteverspreiding. Die onderlinge verwantskappe en korrelasie tussen die verskillende fisiese en chemiese parameters word in Hoofstuk 3 bespreek.

2.5 Evaluering van die probleme wat met ander bepalinge ondervind is:

Verskeie ander parameters is as van belang beskou vir die evaluering van die toestand van die gronde wat in die gebied voorkom. Inherente tekortkominge van sommige van die bepalinge asook die adverse effekte van die droogtetoestand wat tydens die ondersoek in die gebied voorgekom het, het die suksesvolle uitvoering van hierdie bepalinge gekortwiek.

Die meting van die infiltrasievermoë van gronde volgens die dubbelringmetode is gewoonlik 'n baie goeie maatstaf van die algehele fisiese toestand van die grond. Tydens hierdie ondersoek het dit egter gou geblyk dat die baie groot variasie in makro-poreusheid, soos gemanifesteer in krake van verskillende groottes in die vertisols, dit feitlik onmoontlik maak om realistiese gemiddelde waardes vir elke lokaliteit te verkry. Hierbenewens is vasgestel dat die voorafgaande versadiging van die grond, om die verkryging van 'n konstante infiltrasietempo onafhanklik van 'n variasie in adsorpsie te verhaas, dikwels ondoeltreffend was. Die rede hiervoor is dat die boonste deel van die oppervlak van die grond sodanig swel dat die infiltrasietempo vinnig afneem tot 'n baie stadige tempo terwyl die grond op 'n diepte van 100 mm nog baie droog is. Op grond van die resultate van hierdie ondersoek (nie rapporteerbaar) is die dubbelringmetode nie geskik vir die meting van die infiltrasietempo van gronde met

vertiese horisonte nie.

In die geval van die Valsrivier/Westleigh gronde is weer baie lae infiltrasietempo's gemeet. Alhoewel die klei-inhoud van die Valsriviergronde betreklik laag is, is 'n gemiddelde infiltrasie tempo van minder as 10 mm per 24 uur dikwels waargeneem. Menglaag kleimineraal domineer die kleifraksie van hierdie gronde en gee oënskynlik aanleiding tot omvangryke swelling en 'n gepaardgaande afname in infiltrasie.

Die meting van waterretensie en hidroulise geleidingsvermoë van onversteurde monsters van die vertisols was ook onsuksesvol. Deursigtige perspeksbuis is vir die onversteurde monsterneming gebruik. Sodoende kon waargeneem word dat die monsters of baie verkrummel in die droë toestand, of ernstig kompakteer in die vogtige of nat toestand. Aangesien die natuurlike poriegeometrie so 'n belangrike invloed op die retensie en geleiding van water het, is die meting hiervan in versteurde monsters nie as 'n betroubare maatstaf beskou nie. Die omvangryke swelling van die vertisols in die ingeslote ruimte in die monsterhouers het ook meegebring dat herhaalbare resultate nie moontlik was nie. As gevolg van die langdurige droogte tydens die opname kon penetrasieweerstande, wat verkieslik by 'n konstante waterinhoud soos veldkapasiteit uitgevoer moet word, ook nie suksesvol afgehandel word nie. Hierbenewens het die groot variasie in voorkoms van groot horisontale en vertikale krake in die droë toestand in die vertisols, 'n aansienlik onkwalifiseerbare variasie in metings van penetrasieweerstande meegebring.

2.6 Evaluering van die omvang van die variasie van geselekteerde parameters in een lokaliteit.

'n Uitstaande kenmerk van die resultate van die bepalinge wat in die voorafgaande paragrawe bespreek word, is dat die waardes wat verkry is met soortgelyke bepalinge, op soortgelyke gronde wat soortgelyk besproei is, aansienlik verskil. Hierdie variasie in die waardes

is veral opmerklik vir die vertisols waarvoor 'n groot aantal monsters ontleed is. As gevolg van hierdie verskynsel kon 'n aanvanklike doelstelling van die projek, naamlik die vergelyking van die kenmerke van gronde wat vir verskillende periodes besproei is, nie verwesenlik word nie.

Aangesien die betroubaarheid van die metingsresultate en die lokale variasie daarvan belangrik is vir die korrelering van gemete waardes van verskillende parameters in verskillende lokaliteite is die variasie van geselekteerde parameters in een lokaliteit ondersoek. Monsters van die grondoppervlak van drie grondtipes is in elke geval in 7 posisies, binne 'n 10 meter radius, geneem. Vier herhalings van elk van die bepalinge vir al 7 monsters van elke grondtipe is uitgevoer. Die resultate van hierdie bepalinge, wat 'n aanduiding gee van die variasie wat aan elke bepalingsmetode toegeskryf kan word, word in Tabel 2.1 aangetoon.

Van die fisiese parameters varieer brutodigtheid deurgaans min. Die indeks van aggregaatstabiliteit varieer relatief baie in die kleierige vertisols terwyl die breukmodulus waardes, veral in die minder kleierige Valsrivier en Hutton gronde, aansienlik varieer. Relatief klein verskille in die dikte en wydte van die brikette, wat vir die bepaling van breukmodulusse voorberei is, het moontlik 'n onnodig kritiese invloed op die uiteindelijke waarde. Hierdie metode en die berekening van die breukmodulus kan waarskynlik verfyn word. Die chemiese parameters varieer nie beduidend nie.

Oor die algemeen is die variasie in bepalinge van een lokaliteit nie so groot as die variasie tussen soortgelyke gronde in verskillende lokaliteite in die opnamegebied nie. Die korrelasie tussen die parameters van verskillende lokaliteite kan dus as 'n goeie maatstaf van die onderlinge invloed van parameters en omgewingsfaktore beskou word.

TABEL 2.1 Die variasie tussen bepalinge van geselekteerde grondkenmerke vir drie verteenwoordigende gronde van die Mooiriviergebied.

GRONDKENMERK	GRONDTIPE								
	RENSBURG			VALSRIVIER			HUTTON		
	Gemiddeld	SA*	K.V.** (%)	Gemiddeld	SA	K.V. (%)	Gemiddeld	SA	K.V. (%)
Brutodigtheid (kg.m^{-3})	1812	133	7	1830	65	3,5	1717	96	5
Aggregaatstabiliteitsindeks	7,2	1,8	24,4	53,2	6,2	11,7	9,7	0,5	5,6
Breukmodulus (kPa)	4,62	0,79	17	0,53	0,17	32	0,18	0,05	26
Uitruilbare katione (me.100g^{-1})									
Ca	19,0	0,57	3	6,8	0,4	6	3,1	0,3	10
Mg	12,7	0,15	1	9,3	0,6	6	2,5	0,2	9
K	1,2	0,02	6	0,2	0	0	0,25	0,1	21
Na	0,5	0,04	8	2,0	1,0	50	0	0	0
S-waarde (me 100g^{-1})	33,4	0,74	2	18,3	1,5	8	5,9	0,5	9
KUK (me 100g^{-1})	34,9	1,34	4	16,8	1,4	8	8,2	0,4	4
pH (H_2O)	7,1	0,04	0	8,5	0,2	2	6,6	0,1	2
Fosfaat (mg.kg^{-1})	3,5	2,4	68	3,0	1,4	47	55,5	15,1	27

*SA = Standaard afwyking

** K.V. = Koëffisient van variasie C%

HOOFSTUK 3

ONDERLINGE VERWANTSKAPPE TUSSEN FISIESE EN CHEMIESE PARAMETERS

3.1 Inleiding

Die resultate van die bepalinge van geselekteerde fisiese en chemiese parameters word in Hoofstuk 2 bespreek. Die onderlinge verwantskappe tussen verskillende faktore werp dikwels lig op die faktore wat 'n belangrike invloed op een of ander eienskap van die grond het. Uiteraard was dit 'n belangrike doelstelling van hierdie ondersoek om te bepaal tot watter mate sekere faktore aanleiding gee tot aspekte of verskynsels wat die sukses van besproeiing in die studiegebied kan affekteer. In die lig hiervan was dit veral belangrik om te bepaal hoedanig verskillende fisiese parameters onderling korreleer en daarvolgens die implikasie van verskillende fisiese faktore op die besproeibaarheid van die gronde te evalueer. In samehang hiermee was dit belangrik om die invloed van chemiese parameters op die variasie en bereik van waardes vir fisiese parameters vas te stel. Hierbenewens kan die onderlinge verwantskappe tussen chemiese parameters ook inligting verskaf oor dinamiese prosesse in die grond-water sisteem. Die enkelvoudige liniêre korrelasie tussen die verskillende parameters en die implikasie daarvan word in die volgende afdelings bespreek. Alhoewel die meervoudige korrelasie tussen parameters, ook vir tweede en derde orde polinomiese verwantskappe, ook bepaal is, is gevind dat die enkelvoudige liniêre verwantskappe 'n bevredigende aanduiding gee van die wedersydse invloed van parameters. Alhoewel die korrelasie oor die algemeen nie so goed is nie, moet in gedagte gehou word dat daar nie voorsiening gemaak is vir verskille in boerdery-bestuurspraktyke nie. Die verwantskappe is ook nie vir alle groepe gronde bepaal nie, aangesien die belangrikste doelstelling was om neigings te kan waarneem waarop latere spesifieke ondersoeke gerig kan word. Die verwantskappe is wel bepaal vir groepe horisonte om daaruit die invloed van moontlike verskille in bestuurspraktyke of grondvormingsprosesse te kan

evalueer. Aangesien die vertisols so 'n groot deel van die oppervlak van die gebied beslaan, is die verwantskappe tussen die verskillende parameters ook in die vertisols afsonderlik bepaal.

3.2 Bespreking van die korrelasiematrikse

3.2.1 Onderlinge korrelasie tussen fisiese parameters

Die korrelasie tussen die fisiese parameters vir die verskillende groepe monsters word in Bylae C1 aangetoon.

Die belangrikste aspekte wat beklemtoon kan word, is:

- Die Atterbergparameters: vloeigrens (VLOEI), plastisiteitsgrens (PLGR) en plastisiteitsindeks (PLIND) korreleer betreklik goed met klei-inhoud (KLEI). Die korrelasie tussen hierdie parameters verbeter effens as die waardes slegs vir die bopgrondse monsters vergelyk word, maar verswak in die geval van die vertisols. Die betreklike goeie korrelasie tussen die Atterbergparameters en die klei-inhoud is soos te verwagte aangesien die klei-inhoud van grond dikwels die plastiese en kohesiewe eienskappe van grond bepaal.
- Bykans dieselfde korrelasie is waarneembaar vir die verwantskap tussen die waterinhoud by versadiging (VERS) en die klei-inhoud. Net soos die vloeigrens is die waterinhoud by versadiging ook 'n maatstaf van die hidrasievermoë van grond en verskaf dit ook 'n aanduiding van die omvang van swelling as 'n produk van die aantrekkings- en afstotingskragte tussen die meestal parallelgeörienteerde kleiplaatjies of -pakette. Die waterinhoud by versadiging korreleer gevolglik ook betreklik goed met die Atterbergparameters en veral die vloeigrense. Dit is insiggewend dat in die geval van die vertiese monster die klei-inhoud skynbaar nie 'n aanduiding kan gee (swak

korrelasie met) van die waterinhoud by versadiging nie. Dit is 'n aanduiding dat die invloed van ander faktore, veral waarskynlik chemiese faktore, 'n belangrike invloed het op die waterinhoud by versadiging van die vertiese gronde. Soos in die geval van meeste van die ander parameters verbeter die korrelasie as die bogrondse monsters van die vertisols afsonderlik van die monsters van die hele profiel vergelyk word. Die aansienlike variasie in afsettings- en grondvormende prosesse wat gemanifesteer word in 'n ooreenstemmende variasie in die morfologiese kenmerke van die vertisols op verskillende posisies in die landskap, is 'n oorsaak van hierdie verskynsel.

- Die brutodigtheid (BRUTO) korreleer swak met die ander parameters en die grootte-orde daarvan word dus deur 'n verskeidenheid faktore beïnvloed. Aspekte soos die benattings- en drogingsgeskiedenis wat aansienlik varieër tussen lokaliteite is veral hier van belang.
- Die indeks van aggreëatstabiliteit (AGGSTB) korreleer ook betreklik swak met die ander parameters. Hierbenewens is die positiewe korrelasie daarvan met die waterinhoud by versadiging en byvoorbeeld die vloeigrens ietwat verwarrend. Dit dui dus aan dat hoe groter die mate van swelling, hoe hoër is die aggreëatstabiliteit. Die enigste verklaring wat vir hierdie verskynsel gebied kan word is dat die klei aan die oppervlakte van die aggreëate tydens benatting sodanig swel dat dit effektief verseël en sodoende baie weerstandbiedend is teen meganiese versteuring. Die impak van hierdie verskynsel op fisiese eienskappe soos die makroporeusheid van 'n grondprofiel is nie duidelik nie.
- Die dispersieindeks (DHYD) soos bepaal volgens die dubbelhidrometermetode korreleer swak met die ander parameters behalwe in die geval van die bogrondse monsters

(Bylae C1 b) waar dit betreklik goed korreleer met klei-inhoud, die waterinhoud by versadiging en die Atterbergparameters. Die algemene swak korrelasie met die ander parameters is waarskynlik, net soos in die geval van die indeks van aggregaatstabiliteit, 'n aanduiding dat 'n verskeidenheid fisiese en chemiese faktore dit beïnvloed. Net soos in die geval van die indeks van aggregaatstabiliteit is die positiewe korrelasie met die ander parameters, vir die bognondse monsters, onrealisties. Dit kan verwag word dat die meting van hierdie parameter slegs van nut sal wees in gebiede waar chemiese faktore (soos Na-versadiging) 'n dominante invloed het.

- Die Atterbergparameters korreleer onderling goed.
- Die persentasie liniêre krimpings korreleer, soos verwag, goed met die klei-inhoud, waterinhoud by versadiging en Atterbergparameters. Die swakke korrelasie in die geval van die vertisols is te wyte aan die omvangryke invloed van ander faktore. Die positiewe, alhoewel swak, korrelasie met die dispersieindeks is weereens onrealisties.

Uit die bostaande is dit dus duidelik dat die onderlinge verwantskap tussen 'n verskeidenheid faktore die voorspelling van 'n fisiese kenmerk van die grond deur bepaling van 'n enkele ander kenmerk baie ondoeltreffend maak. Hierbenewens affekteer verskillende chemiese parameters verskillende fisiese parameters ook op verskillende wyses. Dit geld veral in die geval van die vertisols waar 'n kombinasie van fisiese en chemiese faktore geselekteerde fisiese eienskappe van grond beïnvloed. Dit is ook belangrik om in gedagte te hou dat die grond met die bepaling van die verskillende parameters op verskillende wyses versteur is. Die vraag kan tereg gevra word hoedanig een of meer van die gemete parameters se invloed sal wees op 'n belangrike fisiese eienskap soos hidroulise geleidbaarheid. Die moontlikheid

van 'n vergelyking tussen die gemete parameters en die lug:water permeabiliteitsverhouding is ondersoek. Hieruit het egter geblyk dat die meting van laasgenoemde eienskap baie sensitief is vir verskille in die mate van pakking van monsters en onbevredigende resultate is verkry.

Dit moet dus in gedagte gehou word dat die parameters wat hier gemeet is hoofsaaklik 'n aanduiding gee van die stabiliteit van aggregate en nie noodwendig 'n implikasie het op die algemene fisiese gedrag van gronde nie.

Die parameters wat skynbaar as die mees betroubare maatstaf van die aggregaatstabiliteit van die gronde kan dien is die waterinhoud by versadiging en die Atterbergparameters. In die lig van die goeie korrelasie tussen hierdie parameters is die waterinhoud by versadiging as verteenwoordigende fisiese parameter vir sekere verdere ondersoeke gekies (kyk hoofstuk 5).

3.2.2 Onderlinge korrelasie tussen chemiese parameters

Die korrelasie tussen die chemiese parameters wat van belang is by die evaluering van die geskiktheid van grond vir besproeiing word in Bylae C2 getoon. Die belangrikste aspekte wat hieruit voortspruit is:

- Die pH van die grond is nie 'n doeltreffende hulpmiddel waarvan die grootte-orde van ander chemiese parameters afgelei kan word nie. Alhoewel dit duidelik verband hou met ander chemiese eienskappe soos baseversadiging (BASEV), alkaliniteit (HCO_3), NAV en UNP en totale oplosbare soute (TOS) in 'n versadigde ekstrak, is die korrelasie daarvan met hierdie parameters nie voldoende om 'n suksesvol toepasbare regressie verwantskap vas te stel nie. Dit is opmerklik dat die korrelasie, in teenstelling met die fisiese parameters,

beter is vir die vertiese monsters. Vir hierdie groep monsters is daar veral 'n betreklik goeie verwantskap tussen die pH en die persentasie uitruilbare natrium (SAR).

- Die kationuitruilkapasiteit (KUK) en die KUK per 100g klei (KUKK) korreleer onderling uiteraard goed. Alhoewel laasgenoemde as relatief betroubare aanduiding van mineralogiese verskille tussen gronde beskou word, het dit volgens die r-waardes in Bylae C2 nie 'n beduidende verwantskap met enige van die ander chemiese parameters nie.
- Dieselfde geld grotendeels vir die baseversadiging (BASEV).
- Die elektriese geleiding van 'n versadigde ekstrak (EG) is by implikasie verteenwoordigend van die totale hoeveelheid oplosbare soute (TOS) in die ewewigsoplossing. Dit is egter insiggewend dat hierdie parameter goed korreleer met die parameters verteenwoordigend van die relatiewe hoeveelheid uitruilbare natrium (UNP en UNR) en die relatiewe hoeveelheid Na in die ewewigsoplossing (NAV). In die gebied waaruit die monsters onttrek is, gaan die akkumulasie van soute dus gepaard met die akkumulasie van natrium.
- Die alkaliniteit (HCO_3) en hoeveelheid gepresipiteerde CaCO_3 (CO_3) korreleer egter relatief swak met die soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing. Vir die ondergrondse monsters en die bogrondmonsters van die vertisols behels 'n toename in die hoeveelheid uitruilbare natrium 'n toename in die alkaliniteit. Dit is nie duidelik hoekom daar 'n skynbare afname in die alkaliniteit plaasvind met 'n toename in elektriese geleiding van die bogrondse monsters nie. In die vertisol monsters kan die hoeveelheid gepresipiteerde CO_3 tot 'n mate bevredigend aan die hand van die baseversadiging voorspel word. Die rede hiervoor is dat die karbonaat in die vertisols in duidelike sones gepresipiteer het en die baseversadiging van hierdie sones as gevolg van dissosiasie

van die CO₂ meestal verhoog.

- Soos te verwagte korreleer die NAV-waardes baie goed met die UNP waardes. Dit is verder vasgestel dat die verhoudingskonstante baie naby aan een is (met ander woorde, 'n UNP van 5 stem ooreen met 'n NAV van ongeveer 5) en dus ooreenstem met die verwantskappe voorgestel deur die U.S. Salinity Laboratory Staff (1954). Hieruit kan ook afgelei word dat die KUK-bepalings in hierdie ondersoek redelik akkuraat gedoen is aangesien die UNP-waardes 'n maatstaf verskaf van die verhouding van uitruilbare Na tot die totale uitruilkapasiteit van die grond. Die relatiewe verhouding van uitruilbare Na tot uitruilbare Ca (UNR) korreleer effens swakker met die NAV-waardes en goed met die UNP-waardes. Laasgenoemde dui op die moontlikheid dat die hoeveelheid uitruilbare Ca in die grond 'n goeie weerspieëling is van die totale uitruilvermoë van die grond.

3.2.3 Die korrelasie tussen fisiese en chemiese parameters

Die korrelasie tussen die chemiese parameters wat bepalend is van die besproeibaarheid van grond en geselekteerde fisiese parameters word in bylae C3 aangetoon.

- Dit is opmerklik dat die KUK effens beter korreleer met die klei-inhoud as met die waterinhoud by versadiging en die Atterbergparameters. In hierdie opsig kan die KUK baie akkuraat voorspel word op grond van verskille in klei-inhoud. Aan die anderkant is die korrelasie tussen KUKK en klei-inhoud heelwat swakker en kan aanvaar word dat mineralogiese verskille van die gronde in die gebied nie noodwendig met verskille in klei-inhoud geassosieer kan word nie. Die klei-inhoud korreleer swak met die ander chemiese parameters.
- Net so korreleer die brutodigtheid, indeks van

aggregaatstabiliteit en indeks van dispersie swak met al die chemiese parameters. Laasgenoemde aspek is veral teleurstellend en die gevolgtrekking kan gemaak word dat die dubbelhidrometertoets nie suksesvol aangewend kan word vir die evaluering van 'n moontlik nadelige akkumulasie van Na nie.

- Die waterinhoud by versadiging daarenteen kan volgens die data in Bylae C3 'n goeie aanduiding gee van die relatief groot hoeveelhede uitruilbare natrium in die grond. Dieselfde geld vir die Atterbergparameters. Dit is ook duidelik dat al hierdie parameters tot 'n mate beïnvloed word deur mineralogiese verskille soos gemanifesteer deur verskille in die KUKK en KUK.
- Die persentasie liniêre krimpings korreleer nie betekenisvol met die chemiese parameters nie. Die betreklik goeie korrelasie met die KUK is waarskynlik te wyte aan die afhanklikheid van KUK van die klei-inhoud.

Oor die algemeen korreleer meeste van die chemiese parameters swakker met die fisiese parameters in die geval van die monsters van die vertisols. Dit is weereens 'n aanduiding dat die onderlinge verwantskappe tussen parameters 'n groter rol speel ten opsigte van bepaalde eienskappe van vertisols en dui ook daarop dat daar 'n groter variasie in die invloedssfeer van verskillende faktore voorkom in vertisols.

3.2.4 Verwantskappe tussen katioonsamestelling en-uitruilvermoë en ander chemiese parameters

Die onderlinge verwantskappe tussen parameters verteenwoordigend van die katioonsamestelling en kationuitruilvermoë van die monsters en ander geselekteerde chemiese parameters word in Bylae C4 aangetoon. Belangrike

aspekte wat beklemtoon kan word sluit in:

- Die hoeveelheid uitruilbare CA en MG kan geassosieer word en neem toe met klei-inhoud en gevolglik ook met die S-waarde en kation-uitruilvermoë van die grond.
- Soos in Bylae C4 gesien kan word is daar ook 'n positiewe verwantskap tussen die hoeveelheid uitruilbare natrium en die sout of elektrolietkonsentrasie van die grondoplossing.
- Die KUK en KUKK per 100g klei korreleer soos te verwagte ook goed met die S-waarde, behalwe in die geval van die vertiese monsters waar die S-waarde tot 'n groter mate deur die teenwoordigheid van kalkryke lae beïnvloed word as deur mineralogiese verskille soos geïmpliseer deur KUKK. Dit is egter ook betekenisvol dat die hoeveelheid gepresipiteerde CO_3 in die vertisols nie 'n aanduiding gee van S-waardes nie.

3.2.5 Verwantskappe tussen klei-inhoud, pH en geselekteerde chemiese parameters

Bylae C5 dien as 'n opsomming van die verwantskap tussen klei-inhoud en pH en geselekteerde chemiese parameters. Belangrike gevolgtrekkings wat hieruit gemaak kan word is:

- Dit kan bevestig word dat die pH-waardes van monsters deur soveel faktore beïnvloed word dat dit nie 'n bevredigende aanduiding gee van die grootte-orde van meeste van die chemiese kenmerke van gronde nie.
- Soos voorheen aangetoon korreleer die klei-inhoud veral goed met die parameters wat 'n maatstaf is van die kationuitruilvermoë van die grond en die totale kationkonsentrasie in die grond (S-waardes). Dit is opmerklik dat die omvang van baseversadiging nie aan klei-inhoud gekoppel kan word nie en dat die baseversadiging

inderdaad negatief, maar swak, korreleer met klei-inhoud.

3.6.2 Verwantskappe tussen chemiese parameters verteenwoordigend van sout- en alkaliese toestande

Die korrelasie tussen die chemiese parameters wat as aanduiding dien van die omvang van alkaliese toestande in grond word in Bylae C6 aangetoon.

- Alhoewel die NAV goed korreleer met die totale soutkonsentrasie en al die parameters verteenwoordigend van die relatiewe hoeveelheid Na is dit insiggewend dat dit veral goed korreleer met die hoeveelheid uitruilbare natrium in verhouding tot die baseversadiging van die grond (TN). Laasgenoemde parameter is spesifiek gekies om uiteindelik die effek van Na soos beïnvloed deur 'n oormaat of tekort aan vry soute te evalueer ten opsigte van fisiese eienskappe van die gronde. Die korrelasie daarvan met die NAV-waarde bevestig dus die vermoede dat die TN-parameter as maatstaf kan dien van die relatiewe konsentrasie Na ten opsigte van die totale hoeveelheid ekstraereerbare katione.
- Dit is nie duidelik hoekom die Na in verhouding tot die totale hoeveelheid soute (PN) so swak korreleer met die elektriese geleidingsvermoë (EG) van 'n versadigde ekstrak van die grond nie. Aangesien die EG- en TOS-parameters so goed korreleer sou verwag word dat die Na, wat ook akkumuleer met 'n toename in soutkonsentrasie, in verhouding tot die TOS sou korreleer met die EG. Dit is wel die geval vir die bogrondse monsters van die vertisols.
- Dit is opmerklik dat die korrelasie tussen die totale hoeveelheid soute (TOS en EG) en die vier parameters wat verteenwoordigend is van die relatiewe hoeveelheid Na in die grond (UNP, UNR, PN en TN) heelwat beter is vir die bogrondse monsters, (Bylae C6b en C6d) as vir die groepe wat

ook ondergrondse monsters bevat. Meer faktore bepaal dus die verwantskappe tussen sout- en Na-inhoud in die ondergrond. Hierdie faktore het waarskynlik ook 'n invloed op die dinamika van die water in die grond wat veroorsaak dat soutbeweging nie grotendeels deur die tempo van evapotranspirasie beïnvloed word nie.

- Die vier parameters verteenwoordigend van die relatiewe hoeveelheid Na korreleer onderling goed. Oor die algemeen korreleer dit egter swak met die hoeveelheid HCO_3 . Die beste korrelasie met HCO_3 is verkry vir die PN-parameter wat verteenwoordigend is van die verhouding van Na tot die totale hoeveelheid soute in die ewewigsoplossing.

3.2.7 Onderlinge verwantskappe tussen Na, Ca en Mg en die variasie daarvan met ander chemiese parameters

Die verwantskappe tussen die parameters verteenwoordigend van die relatiewe hoeveelhede Na, Mg en Ca en die variasie daarvan met ander geselekteerde chemiese parameters word in Bylae C7 aangetoon. Behalwe vir die logiese verwantskappe soos die korrelasie tussen die relatiewe hoeveelheid natrium en die relatiewe hoeveelheid Na en Mg, soos voorgestel deur die verskillende parameters, verdien die volgende aspekte vermelding:

- Die relatiewe hoeveelheid Na voorgestel deur die PN parameter korreleer goed met die relatiewe hoeveelheid Na voorgestel deur die ander parameters (TN, UNP en UNR). Dieselfde geld vir die onderlinge verwantskap tussen laasgenoemde parameters.
- In teenstelling hiermee is die onderlinge korrelasie tussen die parameters wat die relatiewe hoeveelheid Mg in verhouding tot geselekteerde chemiese waardes verteenwoordig (PM, TM, UMP en UMR) feitlik deurgaans baie swak.

- Alhoewel die klei-inhoud swak korreleerbaar is met die baseversadiging gee dit 'n goeie aanduiding van die variasie in die grootte-orde van die TM en TNM parameters wat die relatiewe verhouding van Mg en Mg en Na tot die baseversadiging verteenwoordig. Vanweë die verwantskap tussen klei-inhoud en KUK korreleer die KUK- en KUKK-parameters ook goed met die TM- en TMN-parameters.
- Die NAV van die monsters korreleer goed met al die parameters verteenwoordigend van die relatiewe hoeveelheid Na in die grond. Daar is veral 'n uitstaande korrelasie met die Na in verhouding tot die baseversadiging TN en tot die totale uitruilvermoë van die grond(KUK).
- Net so korreleer die elektriese geleidingsvermoë ook goed met die TN- en UNP-parameters. Alhoewel die baseversadiging nie goed met die KUK korreleer nie, korreleer die relatiewe verhouding van Na tot hierdie twee parameters goed met etlike chemiese parameters.
- pH-waardes is soos voorheen genoem nie 'n betroubare aanduiding van die grootte-orde van enige van die ander parameters nie.
- Dieselfde geld grootliks vir die hoeveelheid gepresipiteerde karbonaat (CO_3) en die alkaliniteit van die ewewigsoplossing (HCO_3).

Die verwantskap tussen die parameters verteenwoordigend van die relatiewe hoeveelhede Na, Mg en Ca tot die fisiese parameters word in Hoofstuk 5 bespreek.

Die korrelasies en verwantskappe wat hier bespreek is, verskaf nie noodwendig enige kwantifiseerbare inligting oor die interaksie tussen die verskillende gemete grondkenmerke nie. Die r-waardes is meerendeels te laag om werklike

waarde aan regressieverwantskappe tussen enige twee stelle parameters te heg. Nogtans dui die resultate duidelik aan hoedanig sekere parameters deur enkele of 'n verskeidenheid faktore beïnvloed word. In samehang met die variasie in die korrelasie tussen parameters vir verskillende groepe monsters kan sekere tendense ten opsigte van die onderlinge verwantskappe tussen geselekteerde parameters opgemerk word.

3.2.8 Samevatting

In hierdie hoofstuk is aandag gegee aan die inter- en intraverwantskappe tussen fisiese en chemiese parameters wat tydens hierdie ondersoek bepaal is. Hiermee kon aangedui word hoedanig fisiese en chemiese faktore onderling afhanklik is. 'n Belangrike gevolgtrekking wat hieruit gemaak kan word is dat daar in sommige gevalle sodanige heterogene wisselwerking tussen verskillende faktore plaasvind dat dit ondoeltreffend is om 'n geselekteerde parameter aan die hand van een of twee faktore te meet. Dit kon aangetoon word dat 'n moeilik meetbare faktor soos bewerking duidelike verskille ten opsigte van onderlinge verwantskappe tussen parameters vir verskillende gronddieptes meebring. Uit die aard van die saak sal ander moeilik meetbare faktore soos benatting- en drogingsgeskiedenis of besproeiingsbestuursgeskiedenis ook 'n ewe belangrike invloed hê.

Alhoewel nuttige inligting aangaande die wyse waarop verskillende faktore mekaar beïnvloed met hierdie ondersoek verkry is, gee die betreklik swak korrelasies tussen parameters in baie gevalle 'n duidelike ringtingwyser vir toekomstige navorsing. Dit is naamlik dat veldondersoeke na die toestand van grond, met as doelstelling die bepaling van die onderlinge invloed van verskillende faktore, altyd onderhewig sal wees aan die beperking dat daar nooit volkome sekerheid kan bestaan of ander, nie gemete faktore, ook 'n

belangrike invloed op die resultate gehad het nie. Grond is 'n baie komplekse medium en 'n meer doeltreffende benadering sal wees om soveel as moontlik faktore sodanig te manipuleer dat geselekteerde faktore se invloed sover moontlik geïsoleerd gemeet kan word. Hierdie benadering is suksesvol met die ondersoek waarvan die resultate in hoofstuk 8 van hierdie verslag gerapporteer word, gevolg.

HOOFSTUK 4

DIE INVLOED VAN LANG TERMYN BESPROEING OP ENKELE CHEMIESE KENMERKE VAN VERTISOLS

4.1 Inleiding

Die Mooirivier Staatswaterskema is waarskynlik een van die oudste besproeiingskemas in die land. 'n Grondkanaal is voor 1909 voltooi waardeur groot gebiede alluviale grond aan die oewer van die Mooirivier beskikbaar gestel is vir besproeiing. Die gronde, hoofsaaklik van die Arcadia- en Rensburgseries, tipiese Vertisols, is dus vir meer as 75 jaar besproei.

Hierdie besproeiing is nie deurgaans gebaseer op gestandaardiseerde, wetenskaplik-gefundeerde riglyne nie en gevolglik het besproeiingskedulering en -bestuurspraktyke in dié tydperk aansienlik gevarieër.

Aangesien onsekerheid nog bestaan oor die geskiktheid van vertisols vir besproeiing en die effek van sub-optimale besproeiingspraktyke op die langdurige bruikbaarheid van hierdie grond, is 'n projek onderneem waarin hierdie fasette ondersoek is. Reeds in die vroeë stadia van die projek is vasgestel dat die fisiese en chemiese kenmerke van soortgelyke gronde in die gebied aansienlik varieër. 'n Vergelykende studie is gevolglik gedoen van enkele chemiese parameters van die besproeide gronde en van gronde wat vanweë die voorkoms daarvan in ge-isoleerde nie-landboukundige lokaliteite, nie besproei is nie. Al die gronde het dieselfde oorsprong en 'n vergelykbare ligging ten opsigte van die Mooirivier.

Die besproeiingswater is afkomstig van die Mooirivier wat uit dolomiet kompartemente gevoed word.

In Tabel 4.1 word analitiese data met betrekking tot die huidige kwaliteit van die besproeiingswater verskaf.

TABEL 4.1. Besproeiingswaterkwaliteit van die Mooirivier.

Elektriese geleiding (EG) (mSm^{-1})	52,0
Totale oplosbare soute (TOS) (mg l^{-1})	363,0
pH	7,4
Katione (me l^{-1})	
	Na 0,7
	Mg 2,85
	Ca 2,20
	K 0,05
Natrium adsorpsie verhoudings (NAV)	0,42
Aangepaste NAV	0,85
Anione (me l^{-1})	
	Cl 0,4
	SO ₄ 1,2
	CO ₃ + HCO ₃ 3,2
Anione (mg l^{-1})	
	F 0,14
	NO ₂ + NO ₃ 0,33
	PO ₄ 0,04
	SiO ₄ 6,24
Klas	C2S1

Uit die aard van die saak het die waterkwaliteit aansienlik gevarieër in die voorafgaande 75 jaar van besproeiing maar sekere interessante waarnemings kan tog aan die huidige data gekoppel word. Die hoë ekwivalente Mg : Ca verhouding van die water is waarskynlik die gevolg van die dolomitiese oorsprong van hierdie water. Hierdie verwantskap word weerspieël in grondontledings waar ekwivalente, ekstraereerbare Mg : Ca verhoudings van meer as twee en hoër dikwels voorkom. Hierteenoor is die natriumgevaar skynbaar laag en die soutkonsentrasie van die water effens hoog.

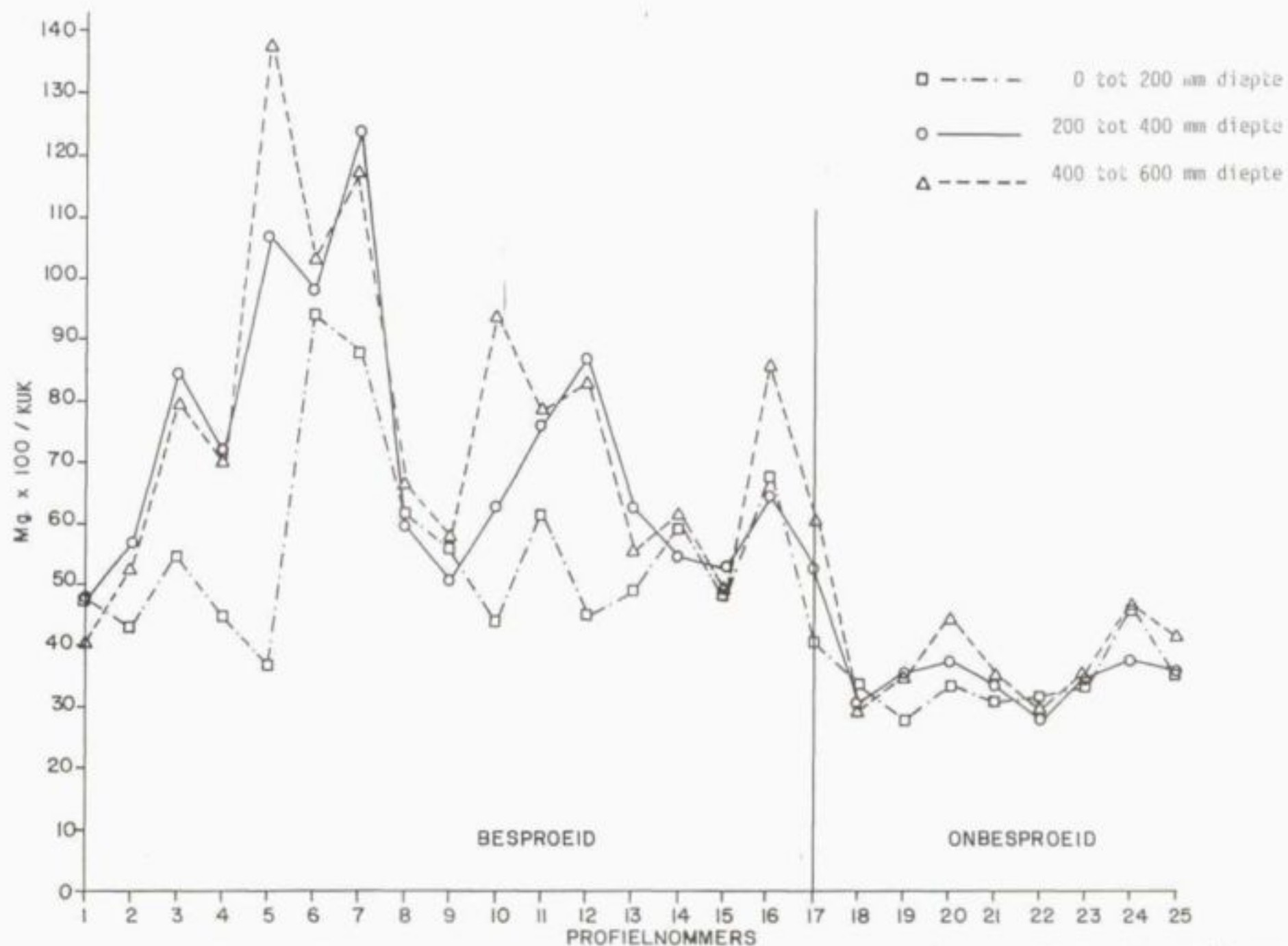
4.2 Vergelykende chemiese data vir besproeide en onbesproeide gronde

Die effek van besproeiing op geselekteerde chemiese kenmerke van die vertisols word in figure 4.1 tot 4.6 aangetoon.

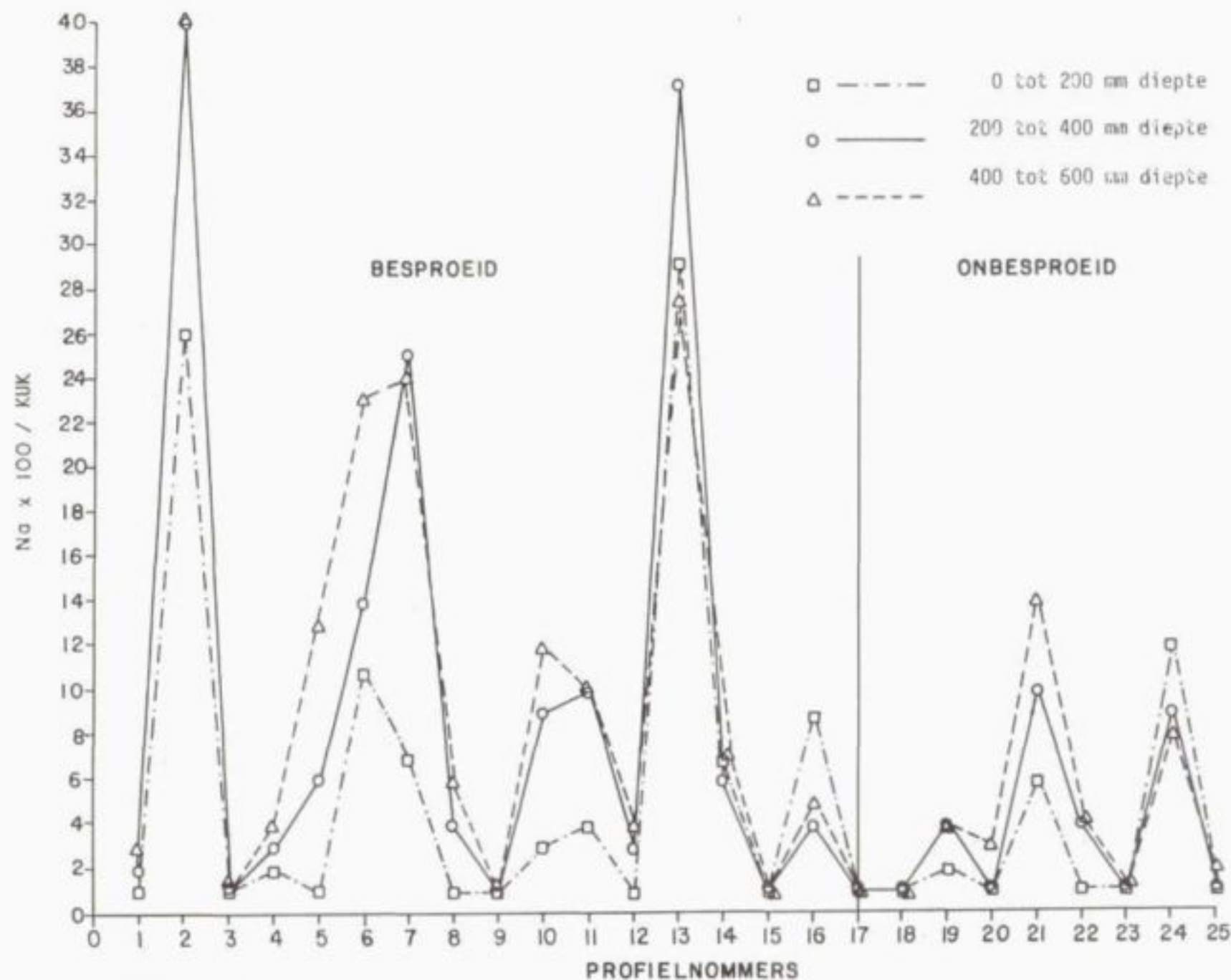
Dis duidelik dat die variasie van die kenmerke aansienlik hoër is in die besproeide as in die onbesproeide gronde. Gemiddelde data en die omvang van die variasie van kenmerke word in Tabel 4.2 aangetoon.

Gevolgtrekkings wat uit hierdie inligting gemaak kan word sluit in :

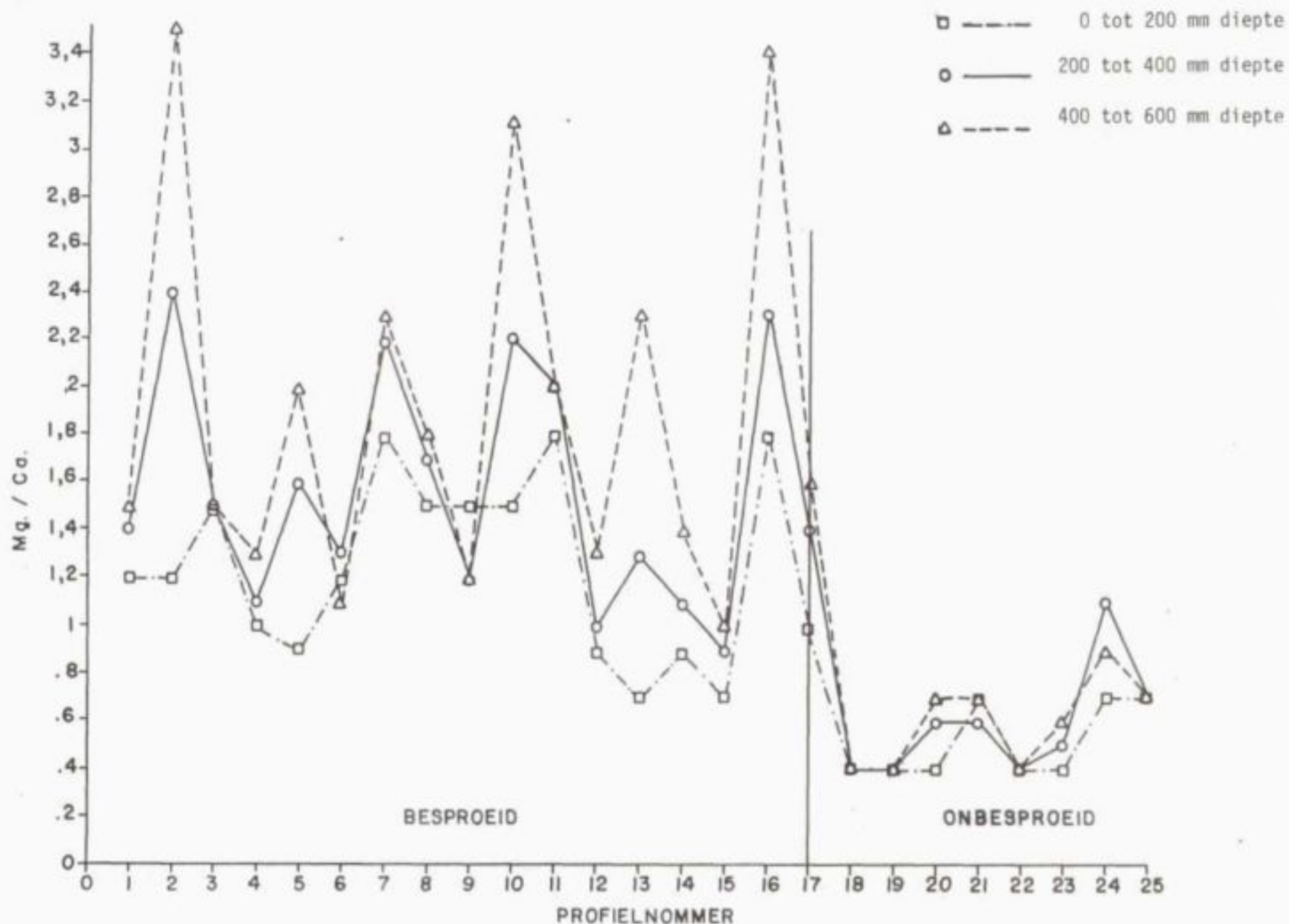
- Die uitruilbare (ekwivalente ekstraerebare) Mg en Na persentasie van die besproeide grond is gemiddeld baie hoër as in die onbesproeide grond. Die variasie tussen verskillende profiele is soos te verwagte ook aansienlik meer in die geval van die besproeide grond. Alhoewel natrium huidig oënskynlik nie in aansienlike hoeveelhede in die besproeiwater teenwoordig is nie, het hierdie element in sommige gevalle tot verby die arbitrêr gekose gevaarpunt van 15% geakkumuleer. Hierbenewens is daar 'n algemene toename in die persentasie Na met diepte, 'n verskynsel wat in die geval van die besproeide grond toegeskryf kan word aan netto afwaartse beweging van water. Die toename van Na met diepte in die onbesproeide grond is ook meestal in ooreenstemming met 'n toename in soutkonsentrasie met diepte. Dit wil dus voorkom of daar ook in die geval van die onbesproeide gronde 'n netto afwaartse beweging van soute voorkom. 'n Ander moontlike verklaring kan gevind word in die verskynsel van verdamping uit krake wat 'n gevolglike akkumulasie van natrium in die vlak van die gemiddelde diepte (600 mm) van die krake tot gevolg kan hê.
- In ooreenstemming met die verhouding van Mg : Ca in die besproeiwater (3,1 : 2,5 me) het die uitruilbare Mg : Ca-verhouding in die besproeide gronde ook toegeneem terwyl Ca steeds die belangrikste element is in die onbesproeide



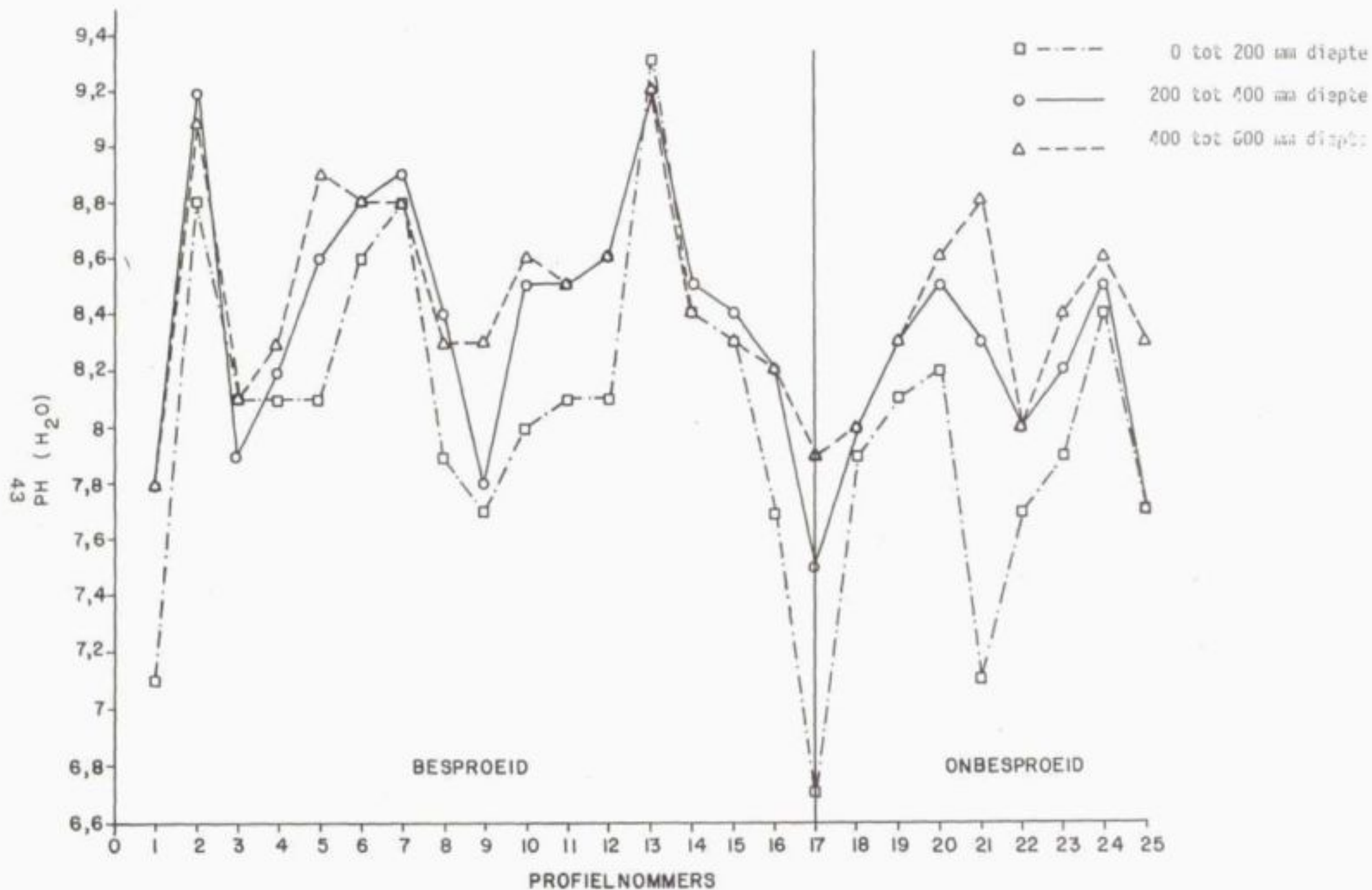
FIGUUR 4.1 Die uitruilbare magnesiumpersentasie van drie horisonte van 'n aantal besproeide en onbesproeide grondprofile.



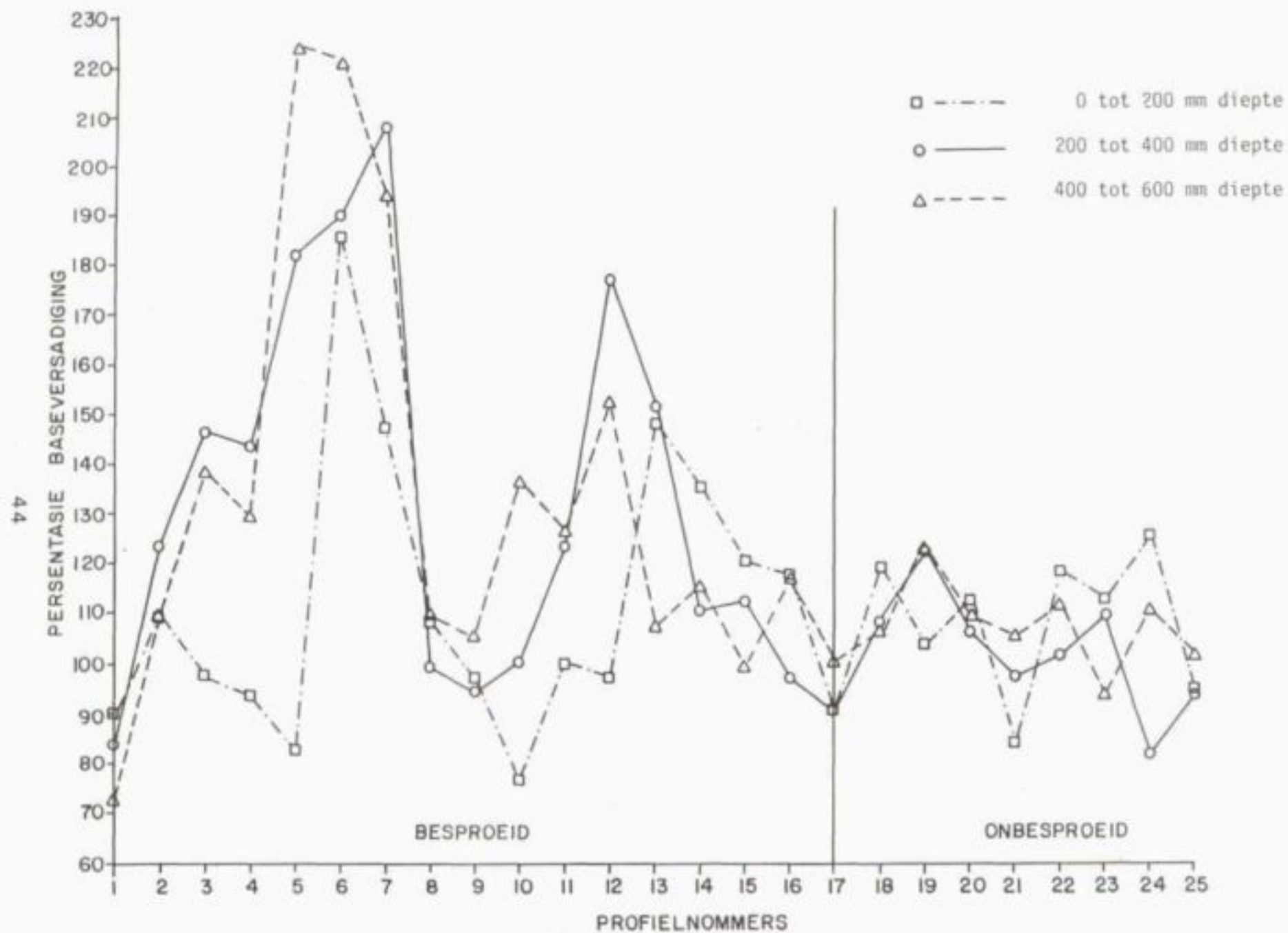
FIGUUR 4.2 Die uitruilbare natrium persentasie van drie horisonte van 'n aantal besproeide en onbesproeide grondprofile.



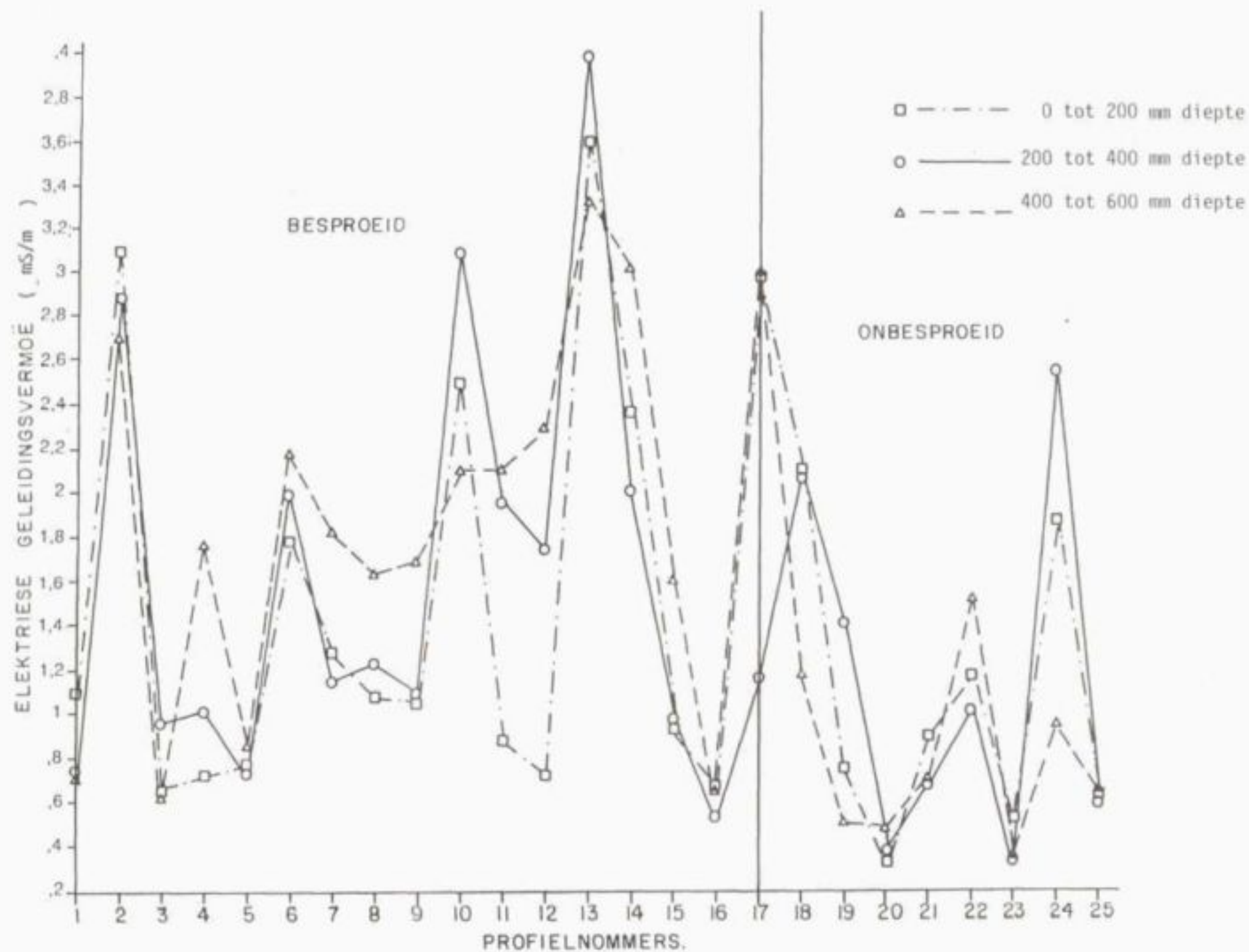
FIGUUR 4.3 Die uitruilbare magnesium verhouding (Mg/Ca) vir drie horisonte van 'n aantal besproeide en onbesproeide grondprofile.



FIGUUR 4.4 pH-waardes vir drie horisonte van 'n aantal besproeide en onbesproeide grondprofile.



FIGUUR 4.5 Die persentasie basisversadiging van drie horisonte van 'n aantal besproeide en onbesproeide grondprofile.



FIGUUR 4.6. Die elektriese geleidingsvermoë van die horisonte van 'n aantal besproeide en onbesproeide grondprofile.

TABEL 4.2 Data vir die gemiddelde waardes en variasie in waardes van 'n aantal chemiese parameters vir besproeide en onbesproeide vertisols.

CHEMIESE PARAMETER	GRONDDIEPTE (mm)	BESPROEID			ONBESPROEID		
		Gemiddeld	Std. Afw.*	KV**	Gemiddeld	Std. Afw.	KV
Uitruilbare Magnesium persentasie (100xMg/KUK)	0 - 200	56,6	15,9	28	34,4	5,3	15
	200 - 400	72,7	22,1	30	30,6	12,0	39
	400 - 600	77,3	26,2	34	37,8	6,4	17
Uitruilbare Natrium persentasie (100 X Na/KUK)	0 - 200	6,6	5,0	75	3,13	3,97	127
	200 - 400	12,3	13,6	111	3,9	3,72	96
	400 - 600	11,3	11,2	99	4,6	4,4	95
Uitruilbare Magnesium verhouding (Mg/Ca)	0 - 200	1,25	0,37	30	0,5	0,16	30
	200 - 400	1,57	0,5	32	0,6	0,23	40
	400 - 600	1,90	0,8	43	0,6	0,18	31
pH (Water)	0 - 200	8,19	0,5	6	7,87	0,4	5
	200 - 400	8,45	0,4	5	8,19	0,3	3
	400 - 600	8,52	0,4	4	8,37	0,3	3
Persentasie baseversadiging (Katione X 100/KUK)	0 - 200	114	29	25	97	37	39
	200 - 400	134	38	29	103	12	12
	400 - 600	135	43	32	100	8	8
Elektriese geleidingsvermoë (EG) van 'n versadigde ekstrak (mS/m)	0 - 200	140	90	64,3	104	64	61,5
	200 - 400	160	97	60,6	114	82	72,0
	400 - 600	180	80	44,4	81	46	56,2

* Standaard Afwyking

** Koëffisient van variasie (%)

grond.

- Die pH van die besproeide grond het in ooreenstemming met die Na-inhoud toegeneem in vergelyking met die onbesproeide gronde. Soos in die geval van Na, kan die toename in pH met diepte in die onbesproeide grond nie geredelik verklaar word nie.
- Die mate waartoe vry soute in die besproeide gronde geakkumuleer het word weerspieël deur die persentasie basisversadiging wat vir alle dieptes meer is in die besproeide as in die onbesproeide gronde.
- Desnieteenstaande het die gronde nie sodanig versouting ondergaan (in teenstelling met alkalinisasie) dat dit as gevolg van die osmotiese, toksiese en antagonistiese effekte van soute nie meer vir gewasverbouing geskik is nie. Hierdie gevolgtrekking is gemaak na aanleiding van die feit dat die elektriese geleidingsvermoë van die oplosbare soute (kyk Figuur 4.6 en Tabel 4.2), minder as die algemeen aanvaarde grens van 400 mSm^{-1} vir nie-sensitiewe gewasse is. 'n Besliste toename in die oplosbare soutkonsentrasie het plaasgevind maar hierdie toename vind oënskynlik so stadig plaas dat ernstige probleme nie in die nabye toekoms voorsien word nie.

Die implikasie van die fraksionele toename van Na en Mg in die besproeide gronde is tot 'n sekere mate reeds in die literatuur aangetoon. Na-akkumulasie het 'n onbetwisbare negatiewe effek op grondstruktuur en hidrouliese deurlaatbaarheid terwyl die effek van magnesium later in hierdie verslag (Hoofstuk 8) ondersoek word.

4.3 Samevatting

Alhoewel hierdie ondersoek aangetoon het dat daar wel 'n akkumulasie van potensieël skadelike soute in die besproeide gronde plaasgevind

het, dui die lae soutinhoud van sommige profiele aan dat hierdie akkumulasie nie algemeen plaasvind nie en dat vertisols wel sonder gepaardgaande fisies/chemies degenerasie besproei kan word indien water van 'n geskikte kwaliteit gebruik word. Dit is egter nie duidelik onder watter omstandighede nadelige versouting (ofalkalinisasie)plaasvind of nie plaasvind nie. 'n Poging is aangewend om verskillende tipes soutprofiele met grondmorfologie, helling en posisie in die landskap te korreleer en die resultate van die ondersoek word in Hoofstuk 6 gerapporteer.

HOOFSTUK 5

DIE INVLOED VAN GESELEKTEERDE CHEMIESE PARAMETERS OP AGGREGAATSTABILITEIT.

5.1 Inleiding

Die vier belangrikste katione in grond is kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na) en kalium (K). Eersgenoemde drie het 'n belangrike invloed op die stabiliteit van mikro- en makro-aggregate wat weer die algemene fisiese gedrag van gronde bepaal. Omdat K dikwels in baie klein hoeveelhede in besproeiingsgronde voorkom is die omvang van die invloed daarvan op aggreëatstabiliteit meestal weglaatbaar klein.

Van die genoemde elemente word Ca en Mg meestal as voordelig beskou vir die vorming en stabiliteit van aggregate terwyl Na, omdat dit dispersie en swelling bevorder, meestal as 'n nadelige ioon beskou word. Twee chemiese parameters naamlik die persentasie uitruilbare natrium (UNP) op die negatief gelaaië kleikolloïde en die natrium adsorpsieverhouding (NAV), 'n maatstaf van die relatiewe hoeveelheid Na in oplossing, word algemeen aangewend om die fisiese gedrag van grond onder besproeiing te voorspel. Vir die UNP is die bekendste arbitrêre grenswaarde van 15 geïdentifiseer waarbo nadelige fisiese toestande verwag kan word. (Soil Salinity Laboratory Staff, 1954).

Sedertdien is bewys dat hierdie grenswaarde verskil na gelang van die tipe klei wat voorkom asook die konsentrasie elektroliete in die ewewigsoplossing.

In hierdie ondersoek is gepoog om die verwantskappe tussen geselekteerde chemiese parameters en sekere parameters van aggreëatstabiliteit in die gronde van die Mooirivier-gebied vas te stel. Monsters van die gronde wat in Hoofstuk 2 van hierdie verslag beskryf is, is gebruik. Die monsters is op dieptes van 0-200 mm; 200-400 mm en 400-600 mm geneem. Die belangrikste grondtipes is vertisols (Arcadia- en Rensburg vorms), rooi en geel

apedale gronde (Soetmelk- en Shorrocks series) en dupleksagtige gronde (Lindley-, Herschel- en Rietvlei series). Sowat 50 persent van die 150 monsters wat gebruik is was vertisols, 30 persent dupleksgronde en 20 persent apedale gronde.

Die monsters is, volgens standaard metodes, (Bylae B) ontleed vir ekstraereerbare katione, KUK en pH. Die ioniese samestelling en soutkonsentrasie van 'n versadigde ekstrak van elk van die monsters is ook bepaal.

5.2 Keuse van parameters

Die volgende parameters is gekies vir die bepaling van die verwantskappe met die fisiese parameters:

Tipe 1

Bereken as die hoeveelheid Na en/of Mg in verhouding tot die baseversadiging van die grond - met ander woorde, 'n maatstaf van die relatiewe hoeveelheid van elke katioon tot die totale konsentrasie katione.

- TN (Na/Baseversadiging)
- TM (Mg/Baseversadiging)
- TMN (Mg+Na/Baseversadiging)

Tipe 2

Bereken as die relatiewe persentasie uitruilbare katione

- UNP (Na X 100/KUK)
- UMP (Mg X 100/KUK)
- UMNP ((Mg + Na) X 100/KUK)

Tipe 3

Die relatiewe verhouding van uitruilbare Na en/of Mg tot die hoeveelheid uitruilbare Ca.

- UNR (Na/Ca)
- UMR (Mg/Ca)
- UMR (Mg + Na/Ca)

Tipe 4

Die hoeveelheid Na en/of Mg in verhouding tot die totale hoeveelheid soute in die ewewigsoplossing (TOS)

- PN (Na/TOS)
- PM (Mg/TOS)
- PMN (Mg + Na/TOS)

Die relatiewe hoeveelheid Ca word in feitlik al hierdie parametertipes in berekening gebring en is gevolglik nie op dieselfde wyse as die Na en Mg in berekening gebring nie.

Aangesien hierdie ondersoek hoofsaaklik onderneem is om die verwantskappe tussen chemiese- en aggregaatstabiliteitsparameters te bepaal is maklike, vinnige en herhaalbare metings van aggregaatstabiliteit gebruik. Die parameters is verteenwoordigend van die omvang van swelling, dispersie en weerstand teen meganiese versteuring en sluit in:

- die hoeveelheid water wat nodig is om 'n versadigde pasta te maak.
- 'n indeks van dispersie (U.S. Soil Salinity Laboratory Staff, 1954) wat 'n aanduiding is van die sterkte van aggregasie van deeltjies kleiner as 50 μ m.
- 'n indeks van aggregasie soos bepaal met vallende waterdruppels met 'n konstante snelheid (Low, 1954).

- vloeigrens (Bowles, 1970).

Aanvanklike studies met betrekking tot die lug:water permeabiliteitsverhouding het aangetoon dat variasies in die pakking van monsters 'n groot invloed op resultate gehad het. Manipulasie van die pakking van monsters om hierdie variasie te verminder het soveel tyd vereis dat dit nie as 'n vinnige metode beskou kon word nie en metings kan ook nie bevredigend herhaal word nie.

5.3 Resultate en bespreking

Die korrelasie tussen die geselekteerde chemiese parameters en die parameters wat as maatstaf dien van swelling en dispersie, vir die 150 monsters wat gebruik is, word in Tabel 5.1 aangetoon.

Dit is uit hierdie data duidelik dat daar etlike betekenisvolle verwantskappe tussen die parameters bestaan. Die chemiese parameters korreleer veral goed met die persentasie water by versadiging en die vloeigrens.

Die indeks van aggregasie is skynbaar nie 'n bruikbare parameter nie omdat dit positief korreleer met die chemiese parameters en gevolglik impliseer dat 'n hoër stabiliteit geassosieer word met 'n toename in hoeveelheid potensieel destabiliserende soute. Hierdie anomalie kan die gevolg wees van die verskynsel dat as gevolg van oormatige swelling aan die buitekant van die aggregate, die aggregate effektief verseël en sodoende stabiel vertoon teen eksterne kragte. Dis ook moontlik dat die hoë graad van weerstandbiedendheid teen disintegrasie meegebring word deur die relatief sterk sementeringsaksie geassosieer met die hoë klei-inhoud van die monsters wat gebruik is. Indien dit die geval is beteken dit dat hierdie as sensitiewe gronde beskou kan word (Sowers & Sowers, 1970) aangesien die verhouding van die ongebreide tot gebreide sterkte hoog is.

Dit impliseer dan dat die gronde se stabiliteit eers met meganiese

TABEL 5.1 Die enkelvoudige korrelasie koëffisiente wat die verwantskappe aantoon tussen die geselekteerde chemiese parameters en die fisiese data verteenwoordigend van swelling en dispersie.

Fisiese parameter	% water by versadiging	vloeigrens	Indeks van aggregasie	Indeks van dispersie
Chemiese parameter	r*			
TN	0,79	0,62	0,41	-0,15
TM	0,49	0,73	0,21	0,20
TMN	0,62	0,81	0,28	0,15
UNP	0,73	0,47	0,46	-0,20
UMP	0,23	0,12	0,19	-0,10
UMNP	0,44	0,33	0,32	-0,15
UNR	0,74	0,52	0,41	-0,15
UMR	0,58	0,60	0,32	-0,10
UMNR	0,72	0,63	0,41	-0,15
PN	0,84	0,66	0,58	-0,15
PM	0,19	0,34	-0,02	0,25
PMN	0,28	0,42	0,03	0,23

* Die kleinste betekenisvolle waarde vir r (vir $P = 0,01$) is 0,254

manipulasie verlaag en bied dus 'n verklaring vir die poeieragtige voorkoms van die bogrond in verspreide lokaliteite.

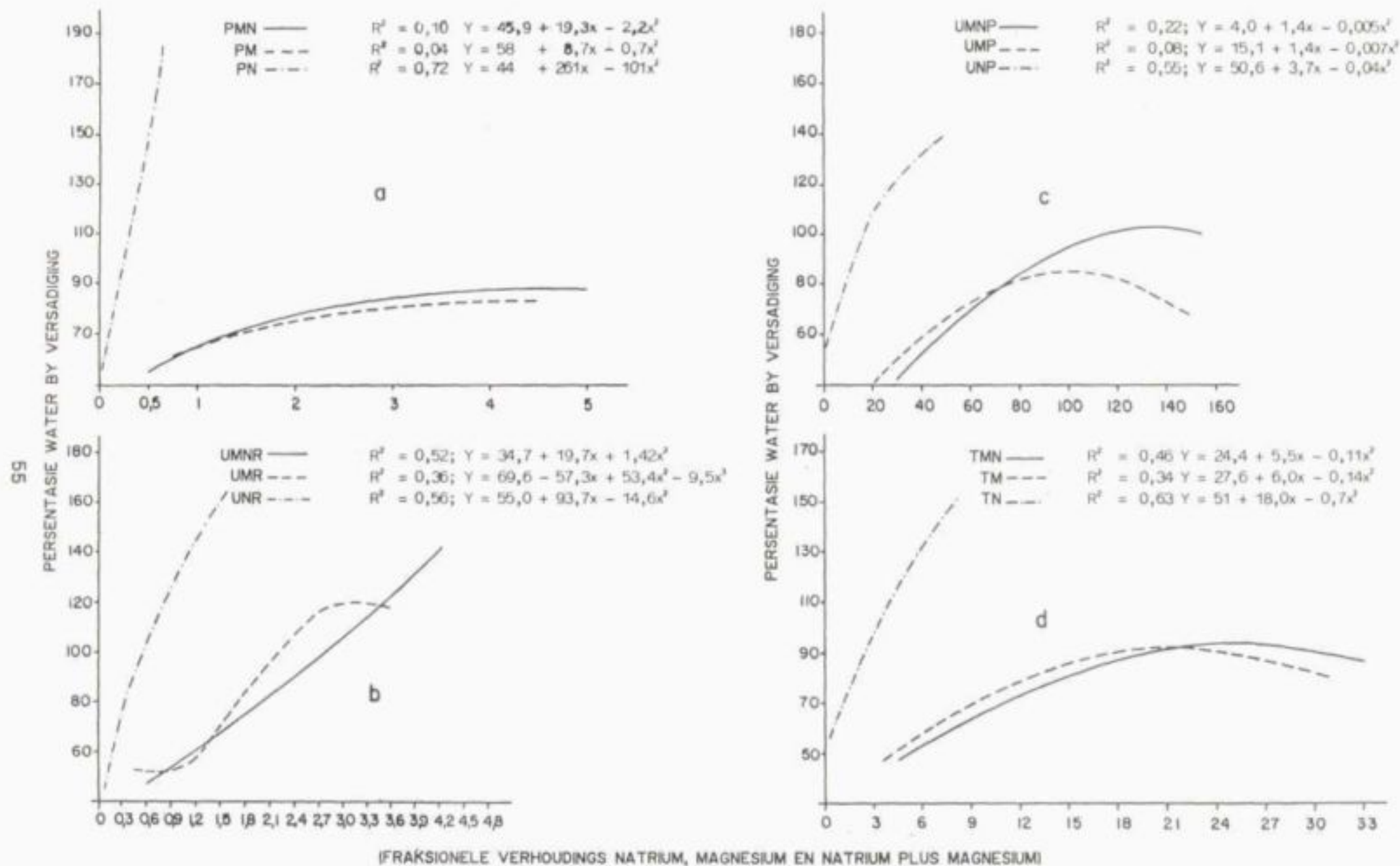
Volgens die data in Tabel 5.1 korreleer die indeks van dispersie swak met die geselekteerde chemiese parameters, waarskynlik as gevolg van 'n variasie in die hoeveelheid vry soute teenwoordig. Hiervolgens is dit dus nie 'n geskikte parameter van aggregaatstabiliteit nie. Die persentasie water by versadiging en die vloeigrense van die verskillende monsters korreleer dus die beste met die chemiese parameters wat gekies is.

Die vloeigrens van 'n monster is verwant aan die totale hoeveelheid water wat potensieël in die diffuse dubbellaag gehou kan word plus die hoeveelheid geadsorbeerde water. Essensieël is dit dus dieselfde as die hoeveelheid water wat by versadiging in 'n grond voorkom en is daar ooreenstemming in die korrelasie van hierdie twee parameters met die geselekteerde chemiese parameters. Aangesien die persentasie water by versadiging meestal effens beter korreleer met die chemiese parameters is dit gekies as die geskikste parameter vir bykomende statistiese berekenings.

'n Polinomiese regressie-analise is uitgevoer om die spesifieke verwantskap tussen die chemiese parameters en die persentasie water by versadiging vir al die monsters te bepaal. 'n Grafiese voorstelling hiervan verskyn in Figuur 5.1.

As gevolg van 'n omvangryke variasie in eksterne faktore soos verskille in bewerkings, besproeiings en algemene bestuurspraktyke is dit verwag dat die meervoudige korrelasie koëffisiente (Figuur 5.1) betreklik laag sou wees. Enkele aspekte dien tog as rigtingwysers en verdien verdere bespreking.

Soos verwag is, korreleer die parameters wat verteenwoordigend is van die relatiewe hoeveelheid natrium in of om die uitruilkompleks oor die algemeen betekenisvol met die hoeveelheid swelling geïnduseer deur 'n oormatige opname van water. Die hellings van die



FIGUR 5.1. Die verwantskap tussen die persentasie water by versadiging en geselekteerde chemiese parameters vir 150 monsters.

krommes vir Na as die chemiese parameter is ook meestal relatief steil. Dit is 'n aanduiding van drastiese toename in swelling met klein toenames in die fraksionele hoeveelheid Na. Die mees betekenisvolle verwantskap was die vir die $\text{Na} \times 100/\text{totale hoeveelheid opgeloste soute (PN)}$ parameter (Figuur 5.1a). Hiervolgens verdubbel die porievolume van 50 na 100 persent water by versadiging as die verhouding van Na:Totale hoeveelheid soute tot 'n waarde van 0,5 vermeerder.

Die korrelasie van die parameters verteenwoordigend van die relatiewe hoeveelheid Mg met die persentasie water by versadiging is minder betekenisvol. In die gevalle waar die verhouding van Mg:Ca, soos vir UMR en tot 'n mate ook TM - (Figuur 5.1b en d), as parameter gekies is, is die korrelasie beter. Dit is ook insiggewend dat daar 'n duidelike neiging is vir 'n toename in swelling met 'n toename in relatiewe hoeveelheid Mg. Die feit dat die kurwes vir die Mg + Na parameters (dit wil sê PMN, UMNP, UMR en TMN) nie betekenisvol verskil van die vir die Mg parameters (PM, UMP, UMR en TM) nie kan toegeskryf word aan die feit dat die Mg:Na verhoudings baie hoog is. In terme van die konsentrasie ekstraheerbare ione (me/100g grond) is die verhouding Mg:Na gemiddeld sowat 9:1 vir al die monsters. Gevolglik word die invloed van Na verskans deur die dominante hoeveelhede Mg.

Volgens die voorstellings in Figuur 5.1 sal ongeveer 5 keer meer Mg as Na benodig word om byvoorbeeld 'n verdubbeling in die persentasie water by versadiging van 50 na 100 persent teweeg te bring.

Ten einde die invloed van eksterne faktore soos bewerkingspraktyke, wat hoofsaaklik die kenmerke van die grondoppervlak behoort te beïnvloed, te evalueer is bykomende regressie analyses uitgevoer vir groepe monsters verteenwoordigend van verskillende diepteintervalle (Tabel 5.2). Alhoewel sekere van die R^2 -waardes verbeter het (soos by in die TM en TMN parameters vir die A-horisonte van alle A-horisonte) het die betekenisvolheid van die verwantskappe oor die algemeen nie veel verbeter nie.

TABEL 5.2. R^2 -waardes (soos vasgestel met 2^e-orde polinomiese regressie) wat die korrelasie aandui tussen geselekteerde chemies parameters en die persentasie water by versadiging vir 'n aantal groepe horisonte.

CHEMIESE PARAMETERS	ALLE MONSTERS	VERTIESE MONSTERS	BOGROND ALLE GRONDE	BOGROND VERTIESE GRONDE	ONDERGROND ALLE GRONDE
TN	0,63	0,59	0,40	0,19	0,67
TM	0,34	0,02	0,53	0,02	0,30
TMN	0,46	0,02	0,65	0,04	0,43
UNP	0,55	0,66	0,23	0,28	0,66
UMP	0,08	0,10	0,23	0,04	0,00
UMNP	0,22	0,21	0,31	0,11	0,26
UNR	0,56	0,66	0,15	0,07	0,69
UMR	0,36	0,23	0,05	0,35	0,37
UMNR	0,52	0,47	0,12	0,07	0,56
PN	0,72	0,67	0,40	0,26	0,75
PM	0,04	0,06	0,14	0,20	0,02
PNM	0,10	0,01	0,16	0,17	0,09
AANTAL MONSTERS	150	79	40	20	110

5.4 Samevatting

Dit sal arbitrêr wees om na aanleiding van hierdie ondersoek 'n chemiese parameter-tipe te kies wat die geskikste sou wees om die aggremaatstabiliteit van 'n verskeidenheid gronde te voorspel. Dit wil nietemin voorkom, uit die data in Tabelle 5.1 en 5.2, dat die relatiewe verhouding van Na soos verreken in enige van die chemiese parameters TN, UNP, UNR of PN geskik sal wees vir 'n wye verskeidenheid gronde. Vir alle vertiese monsters korreleer die UNP en UNR parameters die beste met die omvang van swelling maar die UNR parameter korreleer weer baie swak met die vertiese monsters wat in die bogrond geneem is. Die meeste van die parameters korreleer inderwaarheid swak met die swelling van die bogrondse monsters. Hierdie verskynsel word waarskynlik veroorsaak deur die groot variasie in die eksterne faktore wat veranderinge in die oppervlakkenmerke van gronde induseer. Dit is ook insiggewend dat die variasie in die invloed van die eksterne faktore skynbaar groter is in die geval van die vertisols waar die gekose chemiese parameters selfs nog swakker korreleer met die mate van swelling. Soos te verwagte verbeter die korrelasie effens vir die geval waar slegs monsters van die ondergrond gebruik is.

Vir Mg is die verhouding daarvan tot die baseversadiging (TM) en tot Ca (UMR) die beste korreleerbaar met die swelling van grond soos weerspieël deur die hoeveelheid water by versadiging. In die lig van die algemene swak korrelasie van die Mg-parameters kan die gevolgtrekking gemaak word dat die moontlike negatiewe invloed van Mg deur ander of meer faktore bepaal word as wat die invloed van Na bepaal.

HOOFSTUK 6

SOUTVERSPREIDING EN FISIES/CHEMIESE VERWANTSKAPPE VAN GRONDE OP 'n VERTEENWOORDIGENDE KATENA IN DIE MOOIRIVIER BESPROEIINGSKEMA

6.1 Inleiding

Soutverspreiding in 'n gebied, en die mate van variasie in soutkonsentrasie met diepte in grondprofile is dikwels 'n bruikbare aanduiding van die grond-waterdinamika wat die eienskappe van grond in 'n gebied met verloop van tyd verander. Waarnemings het aangetoon dat daar 'n aansienlike variasie in soutinhoud in verskillende lokaliteite in die Mooirivierbesproeiingskema voorkom. Ten einde hierdie variasies in soutinhoud in verband te bring met die variasie in grondeienskappe, is hierdie ondersoek uitgevoer op 'n verteenwoordigende katena.

'n Kenmerk van die Mooirivierskema is die voorkoms van sogenaamde "brakkolle" naby die rivier. Hierdie brakkolle kom onderbroke op die laer-middelhelling aan beide kante van die rivier voor. Die laer-middelhelling wat hier na verwys word, is geïdentifiseer in terme van die posisie van die voor-1909 grondkanaal wat in die bespreking wat hierop volg die kruin van die helling verteenwoordig. Dit moet dus onderskei word van die laer-middelhelling van die landskap waar die voor-1909 grondkanaal in werklikheid voorkom.

Die sogenaamde "brakkolle" word beslaan deur grond met 'n goed ontwikkelde, stabiele kors en 'n groot hoeveelheid soute en uitruilbare Na in die boonste horisonte van die vertiese grondprofiel. Hierdie kolle beslaan inderwaarheid 'n onderbroke aaneenlopende gebied, 50 tot 200 m wyd, wat naastenby parallel aan die Mooirivier voorkom. Soms is die "brak" grond beperk tot geïsoleerde kolle.

'n Skematiese voorstelling van die topografie van die gebied en die

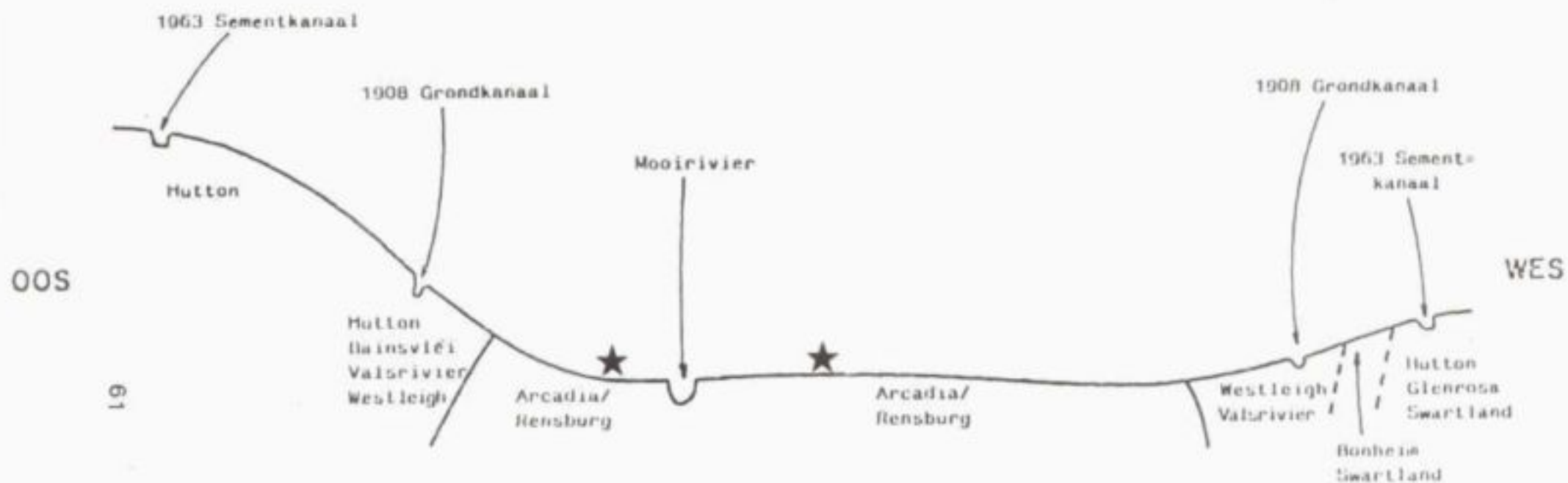
gronde wat tipies voorkom, word in Figuur 6.1 getoon.

Die voorkoms van die brakkolle het 'n pertinente invloed op landboukundige praktyke en die effektiewe benutting van besproeiingswater onder die grondkanaal wat voor 1909 reeds in gebruik was. In die lig hiervan was dit noodsaaklik om meer inligting te bekom oor die waarskynlike oorsake vir die vorming van die brakkolle. 'n Gedetailleerde ondersoek is gevolglik gedoen waar gebruik gemaak is van die beskrywing van en monsterneming in profielgate wat met ongeveer 100 m intervalle gespasieer is op 'n verteenwoordigende katena.

As agtergrond tot die bespreking van die resultate van die ondersoek, moet die volgende waarnemings in aanmerking geneem word:

- Die brakkolle kom nie tot teen die rivier voor nie, maar word van die rivier "geskei" deur 'n 100 tot 400 m breë strook vertisols wat oënskynlik beter gedreineer is en waarin relatief minder soute en Na voorkom.
- Die gronde was tydens die ondersoek reeds vir meer as 75 jaar besproei. Vloedbesproeiing was hoofsaaklik in die grootste deel van hierdie tydperk toegepas alhoewel sprinkelbesproeiing vandag aangewend word.
- Die infiltrasievermoë van die Westleigh/Valsriviergrond, wat op die boonste deel van die helling voorkom, is betreklik laag en hierdie grond is gevolglik ontvanklik vir afloop.
- Die huidige samestelling van die besproeiingswater is:

EG (mS m^{-1})	-	52,0
pH	-	7,4
Katione (mg l^{-1})		
Ca	-	43,9
Mg	-	34,3



★ Posisie van onderbroke "brakkolle".

FIG. 6.1 : Die Katernêre opeenvolging van gronde om die Mooirivier, suid van Potchefstroom.

Na	-	15,4
K	-	1,9
Anione (mg ℓ^{-1})		
SO ₄	-	56,9
Cl	-	13,2
CO ₃ /HCO ₃	-	4,4
NAV	-	0,42

Die ondersoek is benader met die uitgangspunt dat die voorkoms van die brakkolle die gevolg kan wees van:

- Die bestaan van 'n natuurlike dreineringskom (depressie) op die helling.
- Die voorkoms van swak deurlaatbare lae in die ondergrond.

Die verspreiding van soute in die katena en die invloed daarvan op die mikro-strukturele stabiliteit van die grond is bepaal met die aanname dat dit as aanduiding kan dien van die wyse waarop water deur die profiele beweeg en daarin geakkumuleer het.

6.2 Metodes van ondersoek

Reliëfkenmerke is met behulp van 'n veldwaterpas en nivelleerstaf bepaal. Elf profielgate is ongeveer elke 100 m vanaf die pre-1909 grondkanaal tot by die rivier tot 3 m diepte gegrawe. Monsters is op dieptes van 0,15; 0,45; 0,75; 1,2 en 1,7 m geneem. Oplosbare soute en elektriese geleiding is bepaal van 5:1 ekstrakte. NAV-waardes is op grond van die konsentrasie oplosbare katione bereken. Uitruielbare katione is bepaal deur ekstraksie met ammoniumasetaat en die hoeveelheid geadsorbeerde katione is bereken met inagneming van die hoeveelheid oplosbare katione. Katioonuitruilkapasiteit (KUK) is bepaal deur ekstraksie met natriumasetaat en vervanging met ammoniumasetaat. Dispersie is gemeet as die optiese deurlaatbaarheid van 'n 20 persent suspensie in gedeïoniseerde water. Chemiese data is met dispersie

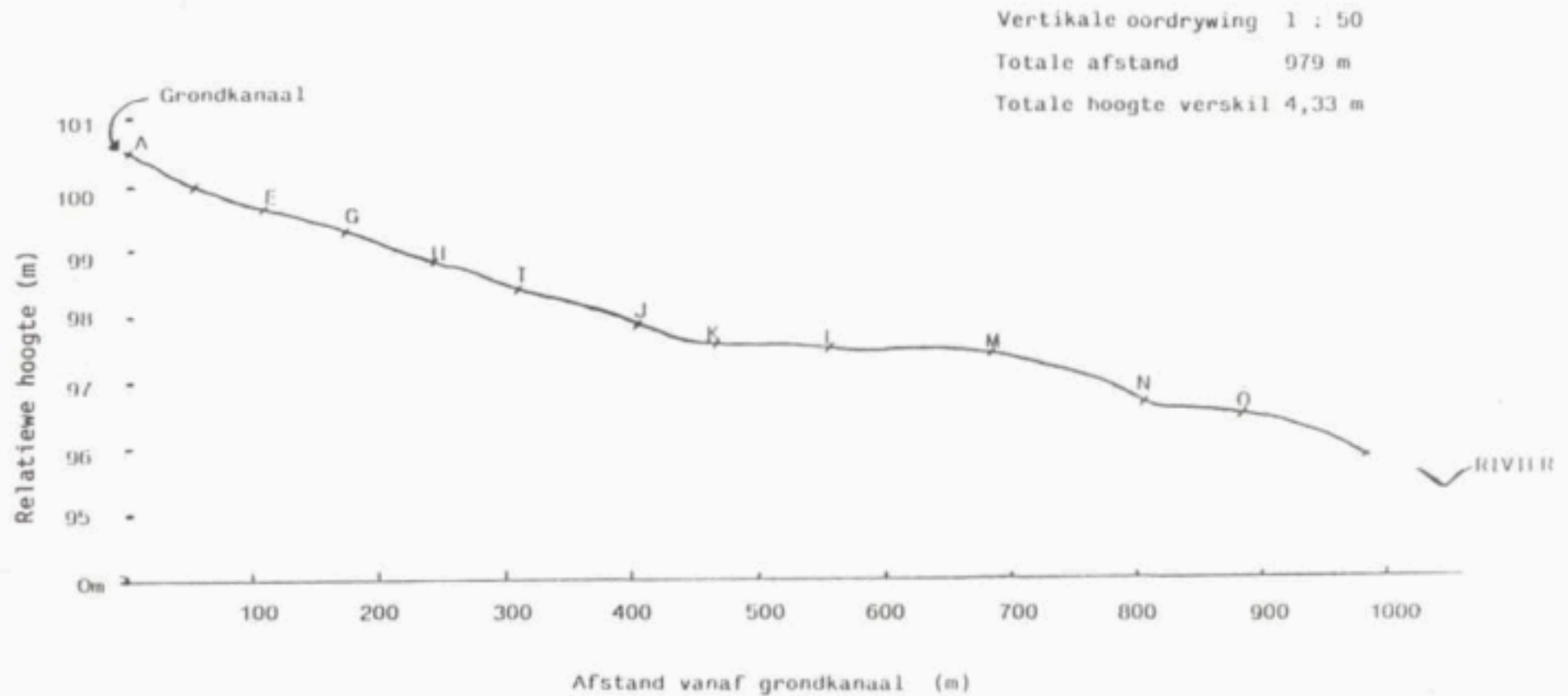
gekorreleer deur gebruik van polinomiese regressie soos beskryf deur Jenrich & Mundle (1983).

6.3 Resultate

6.3.1. Morfologiese kenmerke

Die reliëf van die gebied word skematies in Figuur 6.2 voorgestel. Die brakkolle kom ongeveer in posisie K wat op Figuur 6.2 gemerk is, voor. Dit is duidelik dat die brakkolle nie net geassosieer kan word met die bestaan van 'n versamelkom (depressie) in die landskap nie. Die helling van A na K is 0,7 persent. Met so 'n geleidelike helling en vanweë die hoë adsorpsievermoë van die vertisols vir water kan verwag word dat die akkumulasie van soute en Na in die posisie van profiel K nie net aan afloop toegeskryf kan word nie. Hierbenewens is daar 'n verdere helling, alhoewel baie effens (0,5 persent), in die rigting van die rivier en as afloop 'n betekenisvolle bydrae tot soutakkumulasie in profiel K sou lewer sou afloop ook die soute op die 0,5 persent helling onder profiel K moes wegvoer.

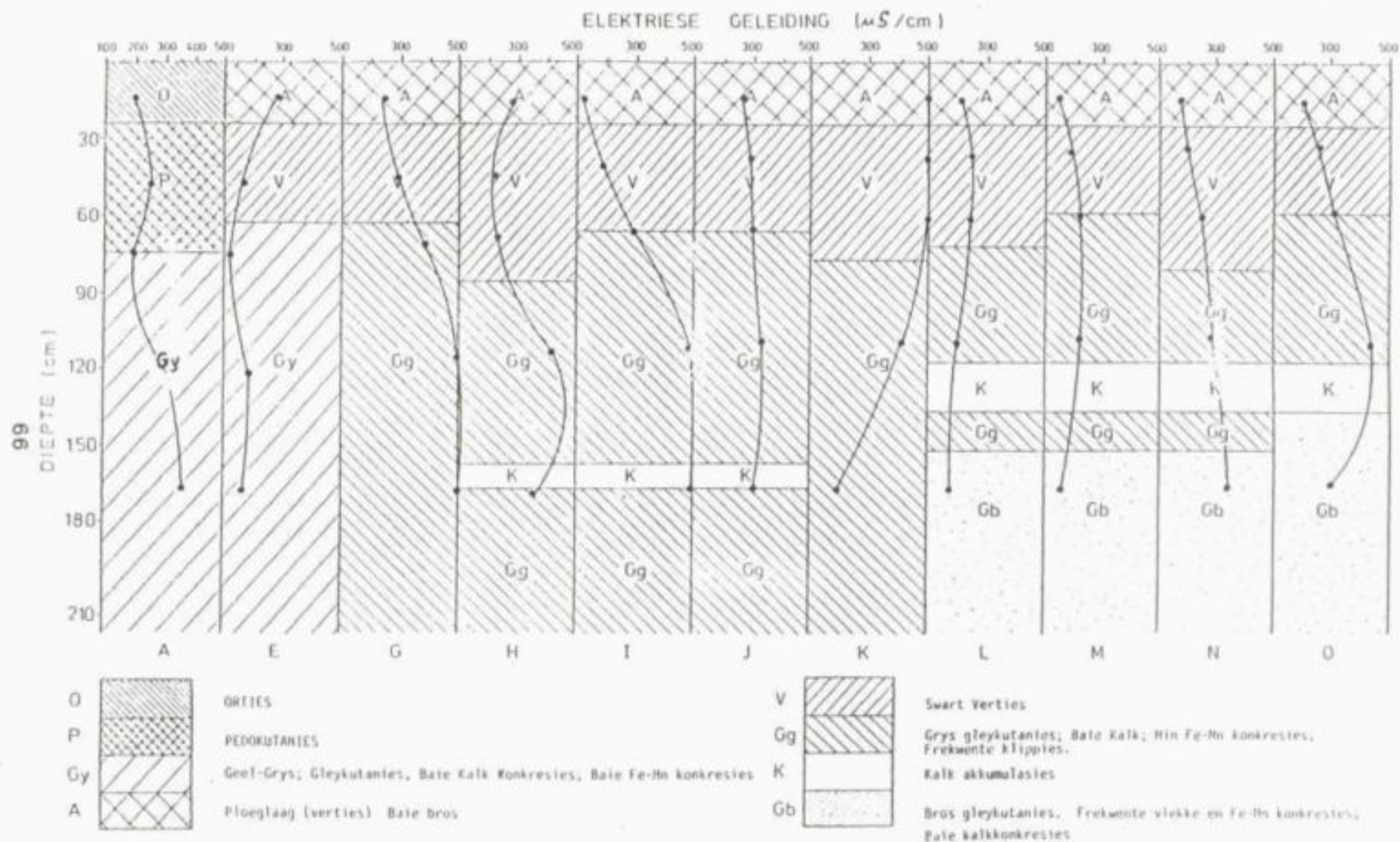
'n Skematiese voorstelling van die diepte en verspreiding van die verskillende lae in die profielgate op die katena verskyn in Figuur 6.3. Die nommers van die profielgate (A tot O) stem ooreen met die gemerkte posisies daarvan op die dwarsnit van die landskap in Figuur 6.2. Alhoewel die profielgate tot 'n diepte van 3 m gegrawe is, is die kenmerke van lae dieper as 2 m so homogeen en stem soveel ooreen met die boliggende lae dat die skematiese voorstelling tot 'n diepte van 2 m beperk is. Die wyse waarop lae gedifferensieer is, is nie in ooreenstemming met horison-differensiasie volgens die S.A. Binomiese sisteem nie aangesien laasgenoemde sisteem nie voorsiening maak vir fyner onderskeidings in vertiese horisonte nie.



FIGUUR 6.2 Skematise voorstelling van die reliëf aan die westekant van die Mooirivier (Dwarsnit tussen die grondkanaal en die rivier). Punte A tot Q verteenwoordig die posisies van profielgate.

Aspekte wat ten opsigte van die beskrywing van die lae in Figuur 6.3 beklemtoon moet word, is:

- Die Gy-lae is tipies gleykutanies, baie massief en het 'n geelgrys kleur as gevolg van die groot hoeveelheid fyn en growwe vlekke wat voorkom.
- Die Gg-lae is meer vergleyd, meer tipiese G-horisonte maar ook baie massief en relatief die minste deurlaatbaar van al die lae wat onderskei is.
- In vergelyking hiermee is die Gb-lae massief, met 'n sterk neiging vir die ontwikkeling van 'n bros, fyn, blokstruktuur. In die droë toestand het hierdie lae 'n groter makro-poreusheid as die Gy- en Gg-lae en is dit gevolglik aanvanklik meer deurlaatbaar vir water. Dit wil voorkom asof hierdie lae eerder die verweringsproduk van 'n sedimentêre gesteente is.
- Die K-lae is nie werklike individuele entiteite nie. Dit is onderskei van die bo- en onderliggende materiaal as gevolg van die voorkoms van 'n groot hoeveelheid, sagte CaCO_3 -konkresies in 'n klei-matriks. Soortgelyke sones van CaCO_3 -akkumulasies kom ook, as lense, verspreid in al die profiele met 'n vergleyde laag voor. Dit was egter nie prakties moontlik om die posisie van al hierdie kleiner lense in Figuur 6.3 aan te toon nie. Die voorkoms van hierdie lense kan in sekere omstandighede aanleiding gee tot afwykings in die patroon waarmee die verspreiding van soute voorgestel word.
- Die A- en V-lae is tipiese vertiese horisonte.



Figuur 6.3 Variasie in profielkenmerke en elektriese geleiding van gronde op verskillende posisies (Profielgate A tot O).

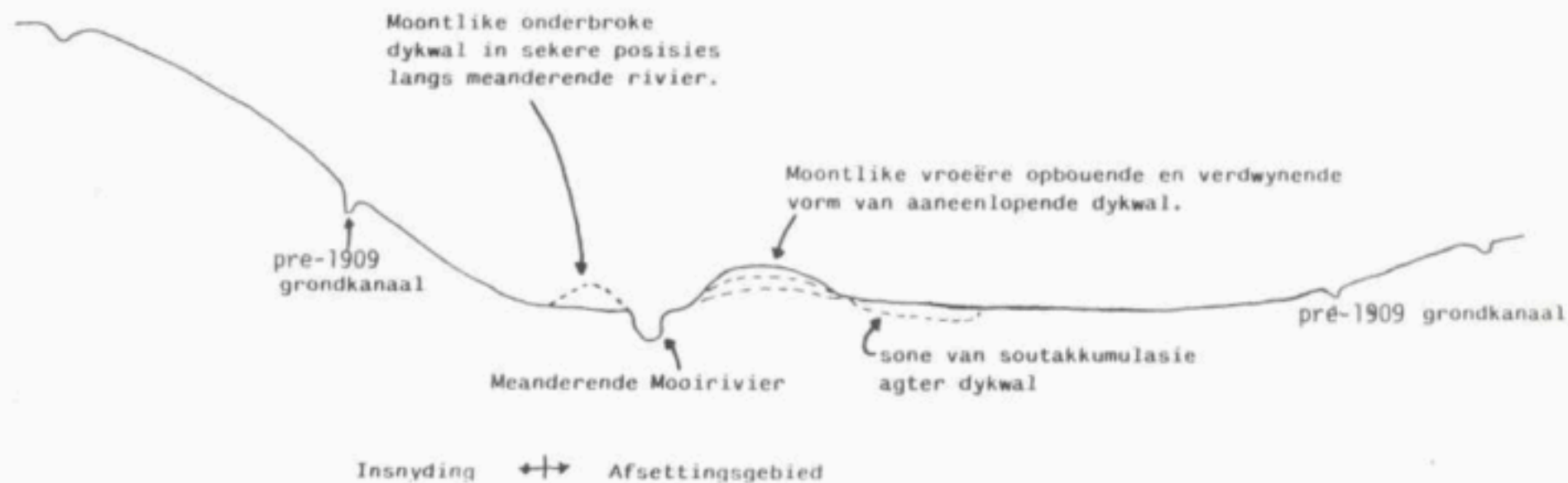
Die A-lae is in sommige gevalle eerder 'n verpoëierde laag met 'n mikro-fyn struktuur in teenstelling met die sigbare, self-krummelende oppervlak-struktuur van tipiese vertisols. Die V-lae is oorwegend donkerder as die A-lae en het 'n growwe blokstruktuur met baie krake (10 - 25 mm groot) in die droë toestand. Die A-lae verseël met benatting (as gevolg van swelling), is gevolglik relatief minder deurlaatbaar en as gevolg van die gelykliggendheid van die gebied akkumuleer water op en in die oppervlak waarvandaan dit verdamp.

6.3.2. Kenmerke wat die voorkoms van "brakkolle" beïnvloed

Die verspreiding en kenmerke van die ondergrondse lae is van so 'n aard dat geen duidelike versperring vir laterale beweging van water voorkom nie. Die brakkol op hierdie katena (profiel K) kom voor in 'n hellingposisie net bokant die profiel waar die Gb-lae op 'n diepte van 1,5 m aanwesig is. Die Gb-lae kan egter nie as 'n laterale versperring beskou word nie omdat dit in die droë toestand oënskynlik meer poreus is en in die nat toestand nie wesenlik stadiger deurlaatbaar sou wees as die Gg-lae hoër op in die katena nie. Die voorkoms van die brakkolle is dus ook nie toeskryfbaar aan die voorkoms van 'n ondergrondse hindernis in die vorm van 'n swak deurlaatbare laag binne 3 m vanaf die grondoppervlak nie.

In die lig hiervan sal alternatiewe verklarings vir die ontwikkeling van die brakkolle gevind moet word. Sypeling wat onafhanklik van 'n vertikale versperring plaasvind, is 'n moontlikheid. Soos in Figuur 6.2 aangedui word kom profiel K in 'n effense depressie in die landskap voor. Dit is dus moontlik dat 'n vorm van stroomvloei (d.i. versadigde vloei onder die grondoppervlak) soute na hierdie lokaliteit kon

aanvoer. Die helling na hierdie lokaliteit is egter baie geleidelik (0,7 persent) en dit kan betwyfel word of die akkumulasie van al die soute aan stroomvloei toegeskryf kan word. 'n Tweede alternatief is dat daar 'n dieperliggende (>3m) dreineringsversperring in die vorm van 'n diabaasgang of derglike geologiese materiaal mag voorkom. Hierdie is 'n realistiese moontlikheid alhoewel verwag sou word dat die invloed van so 'n versperring in die loop van die 75 jaar waartydens besproeiing plaasgevind het van groter en dieper omvang sou wees. 'n Derde moontlikheid is dat daar vroeër 'n natuurlike dykwal op die walle van die rivier teenwoordig was waaragter opdamming van water, verdamping en gevolglik soutakkumulasie plaasgevind het. 'n Voorstelling van die moontlike vorm van so 'n landskap word in Figuur 6.4 getoon. Alhoewel die rivier tans 'n baie veranderende vloei patroon het, skyn dit tog asof insnyding aan die oostekant en afsetting aan die weste- en suidekant van die rivier plaasgevind het. Dit sou ook 'n verklaring bied vir die groter omvang van die brakkolle aan die weste- en suidekant waar dykwalle meer geredelik ontstaan het as aan die oostekant. Dis bekend dat die Mooirivier hierdie eeu dikwels oorstrom het. Sodanige oorstroming sou mettertyd erosie van die dykwalle kon meebring en die huidige totale afwesigheid van dykwalle verklaar. Die dykwalle kan ook as gevolg van grondvoorbereiding en bewerking mettertyd afgeplat het. Soutakkumulasie agter die dykwalle was waarskynlik sodanig van omvang dat die daaropvolgende afloop van water, na verdwyning van die dykwalle, nie voldoende was om die brakkolle te herwin nie. Die huidige omvang van die brakkolle is in die lig van hierdie moontlike verklaring, waarskynlik nie baie groter as 70 jaar gelede toe gekontroleerde besproeiing 'n aanvang geneem het nie.



FIGUR 6.4 Voorstelling van die moontlike vroeëre (pre-1975) posisies van dykwalle en sonas van soutakkumulasie langs die Mooirivier.

6.3.3. Soutverspreiding

Soutverspreiding in die profiele, soos weerspieël deur die elektriese geleiding (EG) van 'n 5:1 ekstrak van monsters van verskillende dieptes, word in Figuur 6.3 aangetoon. Die volgende kenmerke kan beklemtoon word:

- Die hoë soutkonsentrasie in die bogrond van die profiel (K) in die "brakkol" verskil aansienlik van die toestande in die aanliggende profiele. Daar is dus nie 'n geleidelike toename in soutkonsentrasie op die grondoppervlak in die katena nie.
- Die soutkonsentrasie neem af met diepte in profiel K. Indien soutakkumulasie die gevolg sou wees van die voorkoms van 'n laterale hindernis dieper as 3 m dui hierdie kenmerk aan dat dit nie 'n voortdurende of langdurige invloed het nie.
- Die afwesigheid van die laag met groot hoeveelheid CaCO_3 -konkresies (laag K) in profiel K kan moontlik toegeskryf word aan die feit dat hierdie profiel voortdurend heelwat natter is as die aanliggende profiele en gunstiger toestande sodoende ontstaan vir die oplossing van die relatief stadig oplosbare konkresies.
- In profiele G, H en I is daar 'n aansienlike toename in soutkonsentrasie met diepte. Hierdie toename kan deels toegeskryf word aan die teenwoordigheid van CaCO_3 -konkresies wat met ekstraksie oplosbaar word en bydra tot 'n groter konsentrasie oplosbare soute. Aangesien die totale soutkonsentrasie hier egter groter is as vir ander profiele (soos L, M en N), wat ook CaCO_3 bevat, moet daar 'n bykomende bron van soute wees. Die oormatige akkumulasie van soute diep in profiel G

kan ook te wyte wees aan laterale sypeling vanaf die hoërliggende profiele A tot E, veral as gevolg van die baie lae deurlaatbaarheid van die Gg-laag in hierdie gronde. Die gangbaarheid van hierdie hipotese word bevestig deur die afwesigheid van 'n identifiseerbare CaCO_3 -ryke laag in profiel G. Net soos in die geval van profiel K kan die afwesigheid van hierdie lae die gevolg wees van langdurige nat toestande, waaronder CaCO_3 oplos, 'n verskynsel wat in die geval van profiel G hoofsaaklik aan ondergrondse sypeling toegeskryf kan word. Indien sypeling wel plaasvind sou dit verwag word dat die soutkonsentrasie diep in profiele H en I ook sou styg.

- Die toename in soutkonsentrasie in profiel O is waarskynlik te wyte aan die voorkoms van hierdie profiel aan die onderkant van die helling, 'n faktor wat meebring dat hierdie profiel as die grootste akkumuleerder dien vir soute wat deur verskillende prosesse vanaf die hoërliggende dele na die rivier terugvloei.

Ten opsigte van soutverspreiding kan dus samevattend gestel word dat gewasproduksie, as gevolg van die teenwoordigheid van groot hoeveelhede soute, veral in drie lokaliteite benadeel kan word, naamlik:

- In die brakkolle.
- Op die oorgang tussen die Westleigh/Valsriviergronde en die vertisols.
- Op gronde aanliggend aan die rivier of op die laagste deel van die helling.

Die variasie in katioonsamestelling van die

geadsorbeerde en oplosbare fases met diepte, in die verskillende profiele, word in Tabel 6.1 aangetoon. Die belangrikste kenmerke van hierdie data is:

- 'n Algemene toename in oplosbare- en geadsorbeerde Na met diepte.
- Die grootste hoeveelheid Na kom oorwegend op die intermediêre dieptes (0,45 m, 0,75 m en 1,20 m) voor. Dit is geassosieer met die soutkonsentrasie wat ook oor die algemeen op die intermediêre dieptes die hoogste is.
- Behalwe vir profiel K (wat in die "brakkol" voorkom) is die UNP deurgaans laag in die boonste deel van die profiel. Dit dui op 'n netto afwaartse verplasing van Na in die profiel.
- In veral profiele G, J, N en O, maar ook tot 'n mindere mate in al die ander profiele, kom potensieel gevaarlike vlakke van uitruilbare Na in die ondergrond voor. Resente navorsing het aangetoon dat dispersie kan plaasvind met UNP-waardes van meer as 2. Indien dit dus in die toekoms sou gebeur dat daar 'n netto opwaartse beweging van water plaasvind, kan gevaarlike vlakke van Na-versadiging in die bogrond van al die profiele opbou.
- In profiel K kom groot hoeveelhede Na in die hele profiel voor. Die relatiewe afname in Na-inhoud met diepte dui daarop dat daar nie 'n netto afwaartse beweging van water in hierdie profiel voorkom nie. Hierdie verskynsel is waarskynlik die gevolg van die ernstige verseëling van die oppervlak wat veroorsaak dat min water en soute oor die lang termyn in die

TABEL 6.1 Katioonsaestelling van die oplosbare- en geadsorbeerde fase van die grond in verskillende posities op 'n verteenwoordigende katena.

Profiel nr	Diepte (cm)	Oplosbare katione (me/l)					Geadsorbeerde katione (me/100g)				
		Ca	Mg	Na	Totaal	Nav**	Ca	Mg	Na	Totaal	UNP***
A	15	0,28	0,48	0,52	1,2	0,84	8,94	8,02	0,10	17,25	0,59
	45	0,25	0,6	1,50	2,35	2,30	9,71	13,87	0,54	24,34	2,22
	75	0,02	0,08	1,56	1,66	6,97	9,95	15,90	2,39	28,48	8,39
	120	0,04	0,13	3,09	3,26	10,59	17,25	15,46	2,49	34,90	7,13
	170	0,18	0,32	2,93	3,43	6,86	21,10	21,72	1,82	46,53	3,91
E	15	0,51	1,04	0,39	1,94	0,44	10,88	9,02	0,08	20,8	0,38
	45	0,30	0,68	0,31	1,29	0,44	14,04	13,58	0,14	28,1	0,50
	75	0,15	0,45	0,37	0,97	0,68	12,41	18,53	0,21	31,51	0,07
	120	0,14	0,34	1,00	1,48	2,04	20,47	19,97	0,88	41,68	2,11
	170	0,01	0,33	1,36	1,70	3,30	12,63	21,01	2,36	36,40	8,48
G	15	0,28	0,57	1,40	2,25	2,15	13,59	15,14	0,52	29,67	7,09
	45	0,14	0,41	2,64	3,19	5,03	14,06	22,02	1,96	38,42	5,10
	75	0,02	0,08	3,78	3,88	16,90	19,07	22,18	7,11	48,78	14,58
	120	0,16	0,64	9,57	10,37	15,13	12,86	23,79	7,32	48,28	15,16
	170	0,30	0,87	8,93	10,10	11,68	29,23	26,31	6,75	62,79	10,75
H	15	0,46	0,94	0,72	2,12	0,86	13,37	14,39	0,20	28,34	0,71
	45	0,19	0,43	1,37	1,99	2,46	19,99	24,10	1,08	46,54	2,37
	75	0,07	0,17	1,85	2,09	5,34	16,26	23,53	2,44	42,74	5,71
	120	0,17	0,41	3,51	4,09	6,52	38,02	25,84	2,43	68,32	3,56
	170	0,18	0,37	2,68	3,23	5,11	37,56	26,21	1,98	66,18	3,00
I	15	0,16	0,33	0,50	1,09	1,21	14,17	15,05	0,36	30,01	1,20
	45	0,15	0,36	1,32	1,83	2,61	17,00	23,43	1,19	42,18	2,82
	75	0,15	0,30	2,68	3,13	5,64	24,95	21,38	2,21	49,04	4,51
	120	0,19	0,61	6,21	7,01	9,81	35,54	26,78	4,77	67,58	7,06
	170	0,33	1,06	8,54	9,93	10,24	39,38	25,86	3,91	69,60	5,62
J	15	0,31	0,66	1,32	2,29	1,90	18,31	20,16	0,59	39,89	1,48
	45	0,04	0,22	2,67	2,91	7,71	36,81	27,68	3,27	68,42	4,78
	75	0,05	0,27	2,79	3,11	6,98	33,45	32,86	3,74	70,70	5,29
	120	0,04	0,05	3,27	3,36	15,41	20,56	29,49	7,86	58,51	13,43
	170	0,08	0,18	2,58	2,84	7,16	45,21	29,42	4,11	79,32	5,18
K	15	0,10	0,14	6,95	7,19	20,06	18,49	20,76	10,29	50,26	20,47
	45	0,07	0,13	6,24	6,44	19,73	18,30	24,59	11,30	51,19	22,07
	75	0,05	0,07	4,37	4,49	17,84	12,17	26,00	11,40	50,16	22,73
	120	0,07	0,13	0,38	0,58	1,20	21,05	28,07	0,36	59,05	15,85
	170	0,07	0,18	2,08	2,33	5,89	19,47	29,42	3,98	53,47	7,44
L	15	0,19	0,61	2,02	2,82	3,19	25,43	27,83	1,49	55,36	2,69
	45	0,60	0,16	2,43	3,19	3,94	18,66	32,21	3,53	55,04	6,41
	75	0,25	0,23	2,30	2,78	4,69	29,19	25,24	2,49	57,49	4,33
	120	0,15	0,30	1,36	1,81	2,86	40,74	27,28	1,11	69,64	1,59
	170	0,19	0,36	0,93	1,48	1,77	32,33	24,13	0,62	67,40	0,92
M	15	0,25	0,48	0,82	1,55	1,36	24,17	26,50	0,55	52,10	1,06
	45	0,09	0,26	1,98	2,33	4,73	26,94	38,41	2,61	68,60	3,80
	75	0,07	0,12	2,40	2,59	7,78	21,03	33,97	4,16	59,72	6,97
	120	0,10	0,14	1,93	2,17	5,59	40,28	30,83	2,97	74,60	3,98
	170	0,18	0,29	0,98	1,45	2,02	46,06	29,02	0,85	76,44	1,11
N	15	0,12	0,20	1,00	1,32	2,50	13,54	21,43	0,68	36,21	1,88
	45	0,08	0,22	2,30	2,60	5,94	12,23	30,10	3,49	46,41	7,52
	75	0,06	0,05	2,70	2,81	11,51	16,91	32,62	7,33	57,58	12,73
	120	0,07	0,06	3,25	3,38	12,75	29,37	32,26	9,64	71,83	13,42
	170	0,06	0,08	3,19	3,33	12,06	38,93	29,13	6,16	74,66	8,15
O	15	0,31	0,44	1,01	1,76	1,65	22,87	19,57	0,35	43,27	0,81
	45	0,21	0,50	2,30	3,01	3,86	17,03	34,13	2,00	53,62	3,84
	75	0,14	0,38	3,24	3,76	6,35	31,24	34,19	2,69	68,48	3,93
	120	0,11	0,15	4,16	4,42	11,54	41,16	25,97	5,89	73,38	8,03
	170	0,10	0,75	3,17	4,02	4,86	21,53	22,55	5,56	50,06	11,11

* Die hoeveelheid geadsorbeerde katione is bereken deur die hoeveelheid oplosbare katione af te trek van die hoeveelheid katione wat met IN ammoniumasetaat geëkstraheer kan word.

** NAV (Natrium adsorpsie verhouding) is bereken as $Na \times \left(\frac{Ca + Mg}{2} \right)^{-1/2}$ met die konsentrasie van die oplosbare katione deurgans uitgedruk in me l⁻¹

*** UNP (Uitruilbare natrium persentasie) is bereken as $Na \div (Na + Ca + Mg) \times 100$.

profiel afbeweeg. Die moontlikheid bestaan dus dat water ondergronds en lateraal na profiel K beweeg en tydelik daar akkumuleer. Die soute wat deur hierdie water aangebring word akkumuleer dan as gevolg van kappilêre styging en verdamping aan die grondoppervlak.

- Die lokaliteite (profiele) waar die potensiële Na-gevaar groot is, is ongeveer ooreenstemmend met waar 'n potensiële soutgevaar bestaan.

Die hoeveelheid oplosbare en geabsorbeerde kalium was weglaatbaar klein in alle monsters.

Die relatiewe verhouding waarin sekere katione in die oplosbare en geabsorbeerde fases voorkom, is uit Tabel 6.1 bereken en word in Tabel 6.2 aangetoon. Die gemiddelde waardes vir elke diepte is ook bereken en die koëffisiënt van variasie (KV) vir ooreenstemmende dieptes is bepaal. Alhoewel die gemiddeldes en variasie wat so bereken is nie gebaseer is op verskille in die tipes grondlae wat in verskillende profiele op die helling voorkom nie, dien dit tog as 'n aanduiding van hoedanig die verskillende parameters met diepte varieer. Berekeninge is gedoen met inagneming van variasie in die tipe grondlaag op verskillende dele van die helling. Behalwe vir sommige gevalle, wat hierna bespreek word, verskil die variasie en gemiddelde waardes vir ooreenstemmende dieptes nie wesenlik van die situasie vir die hele katena nie.

Uit die data in Tabel 6.2 kan die volgende gevolgtrekkings gemaak word:

- Die oormaat geabsorbeerde Mg, relatief tot geabsorbeerde Ca, neem effens toe tot op dieptes van 0,45 m en 0,75 m, maar neem daarna af sodat die Ca:Mg verhouding in die

TABEL 6.2 Die variاسie van geselekteerde chemiese parameters met diepte in verskillende profiele op die katena.

Profiel No	Chemiese parameters	A	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	$\bar{x}$	CV
Diepte (cm)														
15	Mg Ca _a	0,80	0,82	1,11	1,08	1,06	1,10	1,12	1,09	1,09	1,58	0,85	1,07	20
45		1,42	0,96	1,57	1,21	1,37	0,75	1,34	1,72	1,42	2,46	2,00	1,47	32
75		1,60	1,49	1,16	1,45	0,85	0,98	2,13	0,86	1,61	1,92	1,09	1,38	31
120		0,89	0,97	1,81	0,67	0,75	1,43	1,33	0,66	0,76	1,09	0,63	1,00	38
170		1,03	1,66	0,90	0,69	0,65	0,65	1,51	0,75	0,63	0,74	1,05	0,9	38
15	Mg Ca _s	1,71	2,03	2,03	2,04	2,06	2,12	1,40	3,21	1,92	1,66	1,41	1,96	25
45		2,40	2,27	2,92	2,26	2,40	5,00	1,86	0,26	2,89	2,75	2,38	2,49	44
75		4,00	3,00	4,00	2,42	2,00	5,40	1,40	0,92	1,71	0,83	2,71	2,58	55
120		3,25	2,42	4,00	2,41	3,21	1,25	1,86	2,00	1,40	0,85	1,36	2,18	45
170		1,77	33,00	2,90	2,05	3,21	2,25	2,57	1,89	1,61	1,33	7,50	2,71	65
15	Totaal Totaal _s	14,30	10,70	13,10	13,40	27,50	17,41	7,00	19,60	33,60	27,40	24,50	18,90	44
45		10,40	21,80	12,0	23,40	23,00	23,50	7,90	17,30	29,40	17,80	17,80	17,80	36
75		17,2	32,48	12,50	20,40	15,70	22,70	11,20	20,70	23,10	20,40	18,20	19,50	30
120		10,7	28,20	4,70	16,70	9,60	17,40	101,80	38,40	34,40	21,20	16,60	19,80	55
170		13,50	21,40	6,21	20,50	7,00	27,90	22,90	45,50	52,70	22,40	12,40	22,90	64
15	NAV EG	4,00	1,60	8,70	3,30	10,70	7,40	27,40	14,70	9,4	14,90	8,80	10,01	71
45		8,90	2,70	18,00	11,70	14,10	27,30	29,60	16,20	26,0	31,40	14,60	18,20	51
75		34,60	5,50	43,81	23,60	16,20	24,30	33,70	21,00	37,30	46,60	19,70	27,80	45
120		35,10	12,10	13,80	14,70	13,50	46,50	3,40	16,40	28,00	35,10	26,10	22,20	58
170		16,30	21,60	11,00	14,90	10,30	25,00	32,60	11,10	13,40	38,00	17,50	19,20	48

a = geadsorbeerd

s = oplosbaar

ondergrond groter is. Hierdie verskynsel is waarskynlik die gevolg van die teenwoordigheid van groter hoeveelhede CaCO_3 -konkresies in die onderste dele van al die profiele. Aangesien die oormaat Mg relatief tot Ca in die oplossingsfase die grootste is in die dieperliggende dele (vergelyk Tabel 6.2) word Ca uit die konkresies vrygestel om in ewewig te kom met die oormaat Mg. Terselfdertyd word Mg opgelos en word as gevolg van die netto opwaartse beweging van water na die intermediêre gronddieptes vervoer. Mettertyd gebeur dit dan dat meer Ca in die geadsorbeerde fase voorkom. In 'n latere eksperiment (kyk hoofstuk 8.6) is aangetoon dat daar in die teenwoordigheid van CaCO_3 -konkresies 'n voorkeuradsorpsie van ongeveer 1,2 (KG = 1,2) vir Ca bo Mg bestaan. Die voortdurende vrystelling van Mg aan die oplossingsfase, as gevolg van die dissolusie van die CaCO_3 -konkresies, gepaardgaande met opwaartse vervoer deur water lei dus daartoe dat groter hoeveelhede Mg op die intermediêre dieptes geadsorbeer word. Dit is opvallend dat in die laerliggende profiele (L tot 0) waar die kalkryke Gb-horisonte in die ondergrond voorkom (Figuur 6.4) die oormaat oplosbare Mg heelwat laer is as in die hoërliggende profiele waar die Gb-horisonte afwesig is.

- Profiel K verskil van die ander profiele in die sin dat die oormaat oplosbare Mg, relatief tot Ca, heelwat minder is. In hierdie profiel, waarin Na reeds tot gevaarlike vlakke geakkumuleer het, veroorsaak hierdie verskynsel groter nadelige toestande aangesien differensiële oplossing van konkresies en gepaardgaande elektrolietvrystelling van kleiner omvang sal wees.
- Die verhouding van die totale hoeveelhede katione geadsorbeer, relatief tot die totale hoeveelheid in oplossing, is bereken as 'n aanduiding van die sogenaamde tekort aan vry soute. Die syfers in Tabel 6.2 is sodanig

het nie veel waarde nie (me 100 g^{-1} : me g^{-1} = onrealistiese eenheid) maar dien slegs as aanduiding van 'n moontlike tekort aan elektroliete in verskillende profiele. Hierdie sogenaamde elektroliettekort verskil nie betekenisvol tussen dieptes nie. Dis egter insiggewend dat die tekort relatief minder is in profiel K, waar "braktoestande" heers. Die rede vir die kleiner tekort hier is egter dat relatief meer soute hier, en in ander lokaliteite waar "braktoestande" voorkom, geakkumuleer het. Dis 'n bekende verskynsel dat versouting dikwels ook tot alkaliese toestande aanleiding gee. 'n Ander kenmerk is dat die tekort aan soute relatief groter is in veral die bopunt van die laerliggende profiele (I, M, N en O) as in die hoërliggende profiele.

- Die verhouding van NAV tot EG is waarskynlik 'n meer akkurate weerspieëling van die tekort aan soute om die nadelige invloed van Na-versadiging te verhoed. Volgens die waardes van hierdie verhouding is die tekort aan soute veral belangrik in profiel K en in die ondergrond van meeste van die profiele.

Net soos met die verspreiding van soute kan dus verwag word dat nadelige alkaliese toestande in die gronde van die Mooirivierskema kan voorkom:

- (i) op die oorgang tussen die Westleigh/Valsriviergronde en die vertisols,
- (ii) in die "brakkolle" wat in 'n posisie aan die bokant (van die helling) van die vroëre dykwalle voorkom,
- (iii) in die laerliggende dele van die katena,
- (iv) in die ondergrond (dieper as 600 mm) van al die gronde.

Tans kom potensieel gevaarlike alkaliese toestande egter slegs voor in die verspreide "brakkolle" in die gebied.

6.3.4 Faktore wat aanleiding kan gee tot dispersie

Die potensiele disperseerbaarheid van die gronde in verskillende posisies in die landskap is as 'n funksie van optiese deurlaatbaarheid, in 'n 20 persent suspensie in gedeïoniseerde water, bepaal. Die gedeïoniseerde water verteenwoordig die waarskynlike invloed van reën op die strukturele stabiliteit van die grond en 'n 20 persent suspensie kan geassosieer word met toestande waar vyf porievolumes water deur die grond beweeg het. 'n Skematiese voorstelling van die verspreiding van potensieel gedispergeerde toestande in die verskillende profiele word in Figuur 6.5 gegee.

Hiervolgens disperseer die grond in en onder profiel K (die "brakkol") die meeste. Feitlik die hele gebied onder profiel K op die katena is potensieel disperseerbaar. Potensieel ernstige gedispergeerde toestande kom ook voor aan die oppervlak van profiele G en I. 'n Groter aantal lokaliteite is dus ontvanklik vir dispersie as wat verwag sou word na aanleiding van soutverspreiding (vergelyk Figuur 6.5 met Figuur 6.3). Oor die algemeen is daar 'n toename in optiese deurlaatbaarheid (met ander woorde 'n afname in dispersie) met diepte.

Aangesien Na-versadiging dikwels aanleiding gee tot gedispergeerde toestande kan aanvaar word dat daar 'n verwantskap bestaan tussen die NAV van die ewewigsoplossing (soos gemanifesteer deur die relatiewe Na konsentrasie in die 5:1 ekstrakte) en dispersie van die suspensies. Die assosiasie tussen NAV-waardes en dispersie op verskillende dieptes in die profiele word ook in Figuur 6.5 getoon.

Alhoewel daar 'n verwantskap is tussen die NAV-waardes en die gemete dispersie (vergelyk byvoorbeeld profiele E en K), is hoogs gedispergeerde toestande nie altyd geassosieer met relatief hoë NAV-waardes nie. Uiteraard beïnvloed ander faktore soos soutkonsentrasie, klei-inhoud, chemiese samestelling, hoeveelheid organiese materiaal en kleimineralogie ook dispersie van klei in suspensie. Daar is dus 'n poging aangewend om dispersie te korreleer met sekere chemiese parameters wat die verwantskap tussen NAV-waarde en dispersie kan beïnvloed. Hierbenewens is die korrelasie ook bepaal vir individuele tipes grondlae (horisonte) om sodoende verskille ten opsigte van klei-inhoud, mineralogie ensovoorts sover moontlik uit te skakel. Die mate van korrelasie tussen dispersie en chemiese parameters bereken volgens die samestelling van die oplosbare fase word in Tabel 6.3 getoon. Die uitgangspunt met die seleksie van die parameters was dat die invloed of relatiewe invloed van 'n kation of kombinasie van katione gekondoneer word deur die soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing. Dit is met ander woorde in ooreenstemming met die klassieke konsep (Hillel, 1980) dat daar 'n drumpelwaarde in soutkonsentrasie onderskei kan word waaronder die effek van byvoorbeeld Na 'n belangrike invloed op die fisiese toestand van die grond sal hê. Vir hierdie ondersoek is die parameters op die volgende basis geselekteer:

- Die invloed van die persentasie versadiging met Na (NAV)
- Bogenoemde soos gekondoneer deur soutkonsentrasie (NAV/EG)
- Die invloed van Na soos gekondoneer deur soutkonsentrasie (Na/EG)
- Die invloed van Na + Mg soos gekondoneer deur soutkonsentrasie (Na/EG)
- Die invloed van Na + Ca soos gekondoneer deur soutkonsentrasie

TABEL 6.3 Koëffisiente van bepaling (R^2) wat die korrelasie tussen dispersie en geselekteerde chemiese parameters (vir oplosbare soute) van verskillende monsters (verteenvoordigend van soortgelyke horisonte) aantoon.

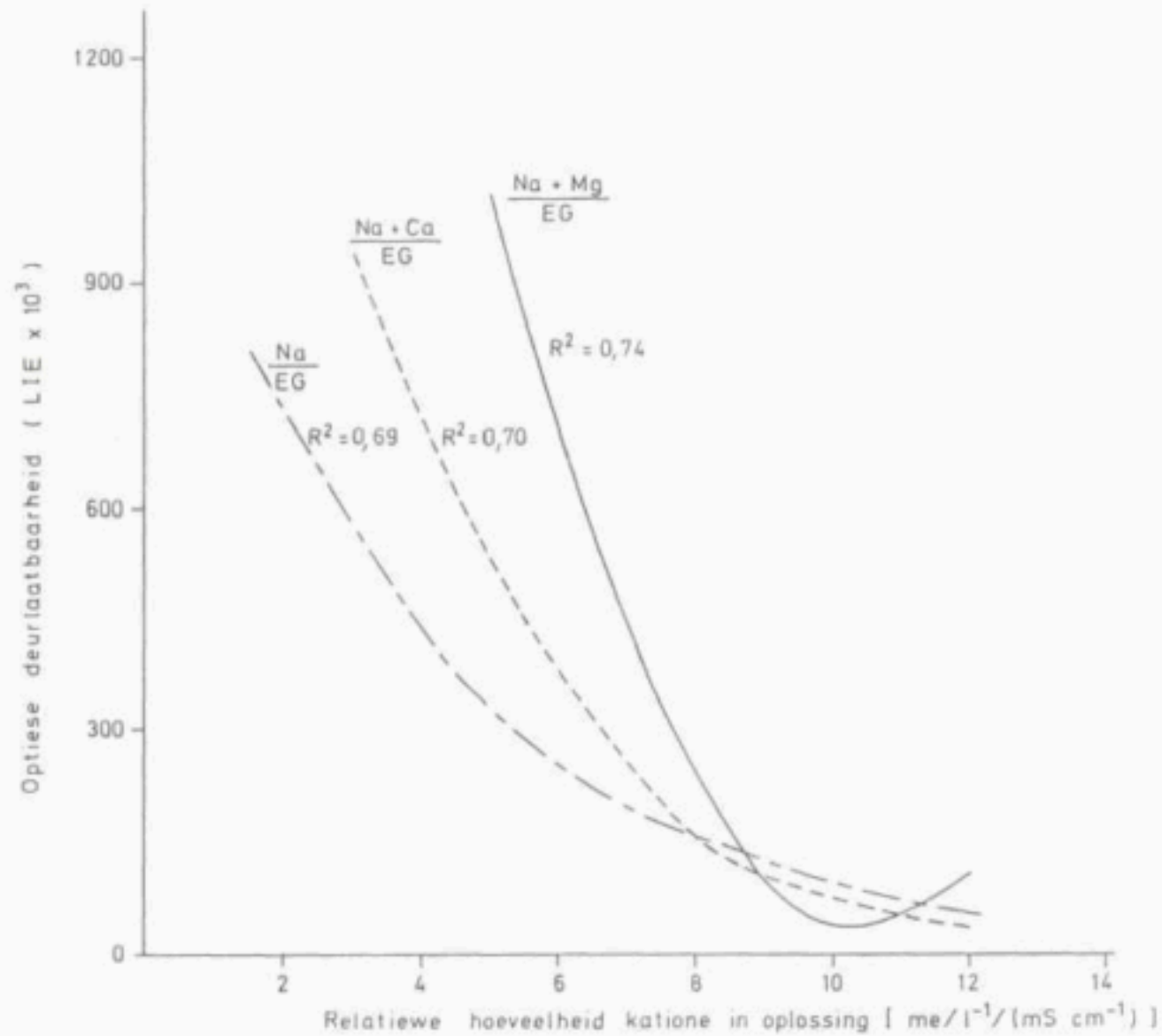
Chemiese Parameter		NAV	<u>NAV</u> EG	<u>NA</u> EG	<u>Na + Mg</u> EG	<u>Na + Ca</u> EG	<u>Mg/Ca</u> EG	Regressie vergelykings (y = Optiese deurlaatbaarheid)
Monsters	Orde van polinoom							
Alle horisonte	1e	0,13	0,47	0,26	0,18	0,23	0,01	*y = $348,84 + 80,83 x - 0,64x^2$
	2e	0,14	0,69	0,29***	0,25**	0,29*	0,01	**y = $223,0 + 100 x - 9,66x^2$ ***y = $487,5 + 40,48 x - 7,58x^2$
A- en V- horisonte	1e	0,21	0,42	0,60	0,50	0,58	0,01	*y = $1743,7 - 307,5 x + 13,8x^2$
	2e	0,37	0,63	0,69***	0,74**	0,70*	0,14	**y = $3432,5 - 624,6x + 28,4x^2$ ***y = $1147,8 - 205,8x + 9,59x^2$
V-horisonte	1e	0,18	0,38	0,62	0,42	0,55	0,15	
	2e	0,35	0,63	0,68	0,77	0,68	0,16	
Gg-horisonte	1e	0,03	0,35	0,06	0,05	0,01	0,03	
	2e	0,25	0,35	0,48	0,32	0,48	0,04	

- Die invloed van die Mg:Ca verhouding soos gekondoneer deur soutkonsentrasie ($(\text{Mg}/\text{Ca})/\text{EG}$)
- Die invloed van die Na-adsorpsieverhouding (Na/Ca) gekondoneer deur soutkonsentrasie
- Die verwantskap tussen NAV en UNP

As in aanmerking geneem word dat faktore soos hoeveelheid organiese materiaal- en klei-inhoud nie doeltreffend in berekening gebring kan word nie, is die korrelasie koëffisiënt in Tabel 6.3 'n bevredigende aanduiding dat daar wel 'n verwantskap is tussen dispersie en die geselekteerde chemiese parameters. dit geld veral vir die A- en V-horisonte gesamentlik en die V-horisonte individueel. Die korrelasie met ander chemiese parameters soos byvoorbeeld $(\text{Mg} + \text{Na}/\text{Ca})/\text{EG}$ was baie swakker en word nie in Tabel 6.3 aangedui nie.

Die invloed van Na, Ca en Mg, relatief tot die totale soutkonsentrasie, op dispersie van monsters van die A- en B-horisonte word in Figuur 6.6 aangetoon. Dit is duidelik dat daar met 'n toename in die relatiewe hoeveelheid (opgeloste) Na, Ca en Mg 'n afname in optiese deurlaatbaarheid en gevolglik 'n toename in dispersie plaasvind. Uit figuur 6.6 kan afgelei word dat vir 'n ooreenstemmende relatiewe hoeveelheid katione in oplossing die optiese deurlaatbaarheid toeneem in die volgorde $\text{Na} < \text{Na} + \text{Ca} < \text{Na} + \text{Mg}$. Die omvang van dispersie neem dus toe in die volgorde $\text{Na} > \text{Na} + \text{Ca} > \text{Na} + \text{Mg}$.

Dit is moontlik betekenisvol dat die $(\text{Na} + \text{Mg})/\text{EG}$ skynbaar met 'n mindere mate van dispersie geassosieer is as ooreenstemmende waardes vir $(\text{Na} + \text{Ca})/\text{EG}$ (Figuur 6.6). 'n Moontlike verklaring vir hierdie verskynsel is dat daar oor die algemeen relatief min Ca in oplossing voorkom (Tabel 6.1) vanweë die relatiewe hoë konsentrasie Mg in die besproeiingswater. Hierdie verskynsel lei tot 'n feitlik



FIGUUR 6.6. Die verwantskap tussen die relatiewe hoeveelheid van verskillende katione in oplossing en die optiese deurlaatbaarheid van die suspensie.

totale adsorpsie van Ca in die strewe van die grondsisteem na 'n ewewig in uitruilpotensiaal. Dit is ook vasgetel dat daar in hierdie grond 'n voorkeuradsorpsie is vir Ca in die teenwoordigheid van CaCO_3 -konkresies (kyk afdeling 8.6). Aangesien daar dus 'n kleiner hoeveelheid Ca as Mg in assosiasie met Na in die grondoplossing voorkom, word die rol van Ca deur die geassosieerde voorkoms van Na oorheers en wil dit voorkom asof die Ca + Na tot meer dispersie lei as soortgelyke hoeveelhede Mg + Na.

In aansluiting hierby is parameters verteenwoordigend van relatiewe hoeveelhede geadsorbeerde katione vergelyk met dispersie (Tabel 6.4). Hiervolgens kan slegs die relatiewe hoeveelheid geadsorbeerde Na doeltreffend met dispersie gekorreleer word. Die baie swak korrelasie van dispersie met Mg + Na of Ca + Na in verhouding met die konsentrasie elektroliete in die buite-oplossing is waarskynlik 'n aanduiding dat ander faktore soos die invloed van mineralogie en die interaksie tussen klei en organiese materiaal die invloed van Ca en Mg op dispersie bepaal. In teenstelling met die verhouding van die hoeveelheid Ca of Mg tot Na in die grondoplossing (waar relatief groot hoeveelhede Na voorkom) is die relatiewe hoeveelhede geadsorbeerde Na baie min. Hierdie verskynsel, wat in ooreenstemming is met die aanvaarde konsepte dat divalente katione in voorkeur bo monovalente katione geadsorbeer word, dra daartoe by dat die assosiasie van geadsorbeerde Ca of Mg met Na minder betekenisvol met dispersie korreleer as die parameters wat die verhouding van oplosbare katione voorstel.

Ter samevatting van die data in Tabelle 6.3 en 6.4 kan gesê word dat sekere geselekteerde chemiese parameters beter korreleer met dispersie van die A- en V-horisonte. Die swak korrelasie vir alle horisonte word waarskynlik veroorsaak deur verskille in die mineralogiese samestelling en

TABEL 6.4 Koëffisiente van bepaling (R^2) wat die korrelasie tussen dispersie en geselekteerde parameters vir die hoeveelheid geadsorbeerde katione in verskillende monsters aantoon.

Chemiese parameters		UNP	$\frac{UNP}{EG}$	$\frac{Na}{EG}$	$\frac{Na + Mg}{EG}$	$\frac{Na + Ca}{EG}$	$\frac{UNP}{NAV}$ verhouding
Monsters	Orde van polinoom	R^2					
Alle horisonte	1e	0,25	0,46	0,40	0,06	0,004	0,75
	2e	0,30	0,59	0,45	0,10	0,05	0,75
A- en V-horisonte	1e	0,21	0,37	0,35	0,16	0,018	0,96
	2e	0,41	0,59	0,51	0,19	0,02	0,96
V-horisonte	1e	0,33	0,33	0,39	0,07	0,03	0,93
	2e	0,36	0,59	0,60	0,09	0,09	0,93
Gg-horisonte	1e	0,46	0,69	0,71	0,11	0,006	0,41
	2e	0,46	0,87	0,81	0,11	0,02	0,56

hoeveelheid organiese materiaal in die verskillende tipes horisonte. Die swak korrelasie in oënskynlik homogene Gg-horisonte is nie so geredelik verklaarbaar nie. 'n Faktor wat hier moontlik 'n belangrike invloed het is die verskille in chemiese samestelling veroorsaak deur die verspreide lense of dun lae waarin groot hoeveelhede kalkryke materiaal voorkom.

6.4 Opsomming

In hierdie hoofstuk is aandag gegee aan die faktore wat aanleiding kan gee tot sout en Na-akkumulasie in sekere lokaliteite op 'n tipiese helling aan die Mooirivier. Die verwantskappe tussen profiel- en landskapskenmerke en soutverspreiding is ook ondersoek. In aansluiting hierby is die onderlinge invloed van chemiese en fisiese grondmerke, onderhewig aan 'n variasie in soutkonsentrasie van die grond ook bepaal. Dit kan aangetoon word dat die oormatige akkumulasie van Na in sogenaamde brakkolle, enersyds die gevolg kan wees van natuurlike prosesse onafhanklik van besproeiing of andersyds die gevolg kan wees van lokale variasies in sout- en waterbeweging soos beïnvloed deur profiel- en landskapskenmerke.

Die komplekse interaksie tussen fisiese en chemiese prosesse is weer deeglik aan die hand van die resultate van hierdie ondersoek getoon. Vir 'n evaluering van die potensieel nadelig invloed van chemiese parameters sal dit altyd nodig wees om 'n breë spektrum gegewens oor die chemiese samestelling van die grond en grondwater en die meganiese, organiese en mineralogiese komponente van grond in ag te neem.

HOOFSTUK 7

ASPEKTE VAN BELANG BY DIE CHEMIESE AMELIORASIE VAN NADELIGE FISIESE TOESTANDE

7.1 Inleiding

Die fisiese toestand van die gronde van die Mooirivier gebied is van so 'n aard dat ernstige probleme veral met die indringing van water ondervind word. Korsvorming, in die droë toestand, kom algemeen op veral die vertisols en die Valsrivier en Westleigh gronde voor. Die gemiddelde grootte van die strukturele eenhede (aggregate) aan die oppervlak van die vertisols is in verskeie lokaliteite merkbaar kleiner as wat normaalweg in vertisols met selfkrummelende oppervlakke aangetref word. Veldwaarnemings het aangetoon dat die mees opmerklike gevolg van die strukturele degenerasie van die gronde 'n betreklik kort tyd na die aanvang van benatting van die gronde na vore kom. Die grond swel naamlik met benatting sodanig dat slegs die boonste deel aan die oppervlak (0,1 tot 0,2 m diep) effektief benat word waarna die grond feitlik ondeurlaatbaar word, verseël en poelvorming aan die oppervlak plaasvind. Die gevolg hiervan is 'n drastiese verlaging in besproeiingsdoeltreffendheid of effektiwiteit van reënval. Die uiteindelijke nadelige invloed van hierdie proses op die totale volume water wat infiltreer, is skynbaar baie groter as die invloed van die korste wat in die droë toestand teenwoordig is. Dit moet beklemtoon word dat die omvang van verseëling aansienlik variëer oor kort afstande in samehang met faktore soos die gemiddelde aggregaatgrootte aan die grondoppervlak, ioonsamestelling, CaCO_3 -inhoud ensovoorts. Dit was prakties onmoontlik om die gebiede wat oormatig verseël op 'n realistiese skaal te onderskei.

Die voorkoms van die verspreide sogenaamde "brakkolle" is daarenteen duideliker waarneembaar. Hierdie "brakkolle" word gekenmerk deur 'n UNP van meer as 15% en baie sterk ontwikkelde korste aan die grondoppervlak. Lokaliteite waar die "brakkolle"

voorkom kan ook, as gevolg van die gebleikte kleur van die grondoppervlak, maklik met behulp van lugfoto's geïdentifiseer word. Die gebleikte kleur is te wyte aan die akkumulasie van sout en sand aan die grondoppervlak. Die akkumulasie van die sanddeeltjies aan die oppervlak is skynbaar 'n gevolg van 'n dispersieproses waartydens die fyner fraksies sodanig los- en afgebreek word en weggevoer word dat daar 'n relatiewe akkumulasie van sanddeeltjies aan die oppervlak plaasvind. Die gebleikte kleur van die grondoppervlak is soms ook te wyte aan 'n oormatige akkumulasie van kalkagtige materiaal.

Na raming beslaan die sogenaamde "brakkolle" sowat 20 persent van die totale oppervlakte van die grond wat in die Mooirivierskema onder die pre-1909 grondkanaal voorkom. Vanweë die hoë Na-inhoud van hierdie gronde disperseer en swel dit sodanig tydens benatting dat baie min water die grondprofiel binnedring. Omdat die terrein baie gelykliggend is en min afloop plaasvind, akkumuleer reën en besproeiingswater aan die grondoppervlak. Gevolglik is die terrein vir lang tydperke onbegaanbaar, heers swak deurlugte toestande en groot hoeveelhede water verdamp. Met uitdroging vorm 'n stabiele kors op hierdie gronde wat gaswisseling en die groei en ontkiëming van saailinge beperk.

Dispersie en swelling, wat aanleiding gee tot verseëling en korsvorming, kan gedeeltelik verhoed word deur die soutkonsentrasie in die grondoplossing op 'n sekere vlak te hou. Hierdie maatreeël kan saam met bewerkingspraktyke en dreineringsring aangewend word om die invloed van verseëling te beperk. Die sout- of elektrolietkonsentrasie in grond word gewoonlik gemanipuleer deur 'n bron van oplosbare soute (soos gips) oor die grondoppervlak te strooi. Die hoeveelheid oplosbare soute wat voorsien moet word is afhanklik van die swel-eienskappe van die kleideeltjies wat in elke profiel voorkom.

7.2 Chemies-fisiese verwantskappe

Die verwantskappe tussen soutkonsentrasie en die eienskappe van monsters in suspensie asook die invloed van soutkonsentrasie op die permeabiliteit van monsters word breedvoerig in Hoofstuk 8 bespreek.

Die hoë Na-konsentrasie in die gronde van die brakkolle veroorsaak egter dat hierdie monsters verskillend reageer. Die verwantskap tussen soutkonsentrasie en die swelvolume van 'n suspensie wat 'n monster van die grondoppervlak van 'n "brakkol" bevat word in Figuur 7.1 aangetoon. Hiervolgens is dit insiggewend dat selfs 'n soutkonsentrasie van 500 me l^{-1} nie voldoende is om dispersie op te hef of voldoende flokkulasie te veroorsaak nie. (Die tipiese hoogte van 'n geflokkuleerde, nie gedispergeerde, kolom was 8 mm).

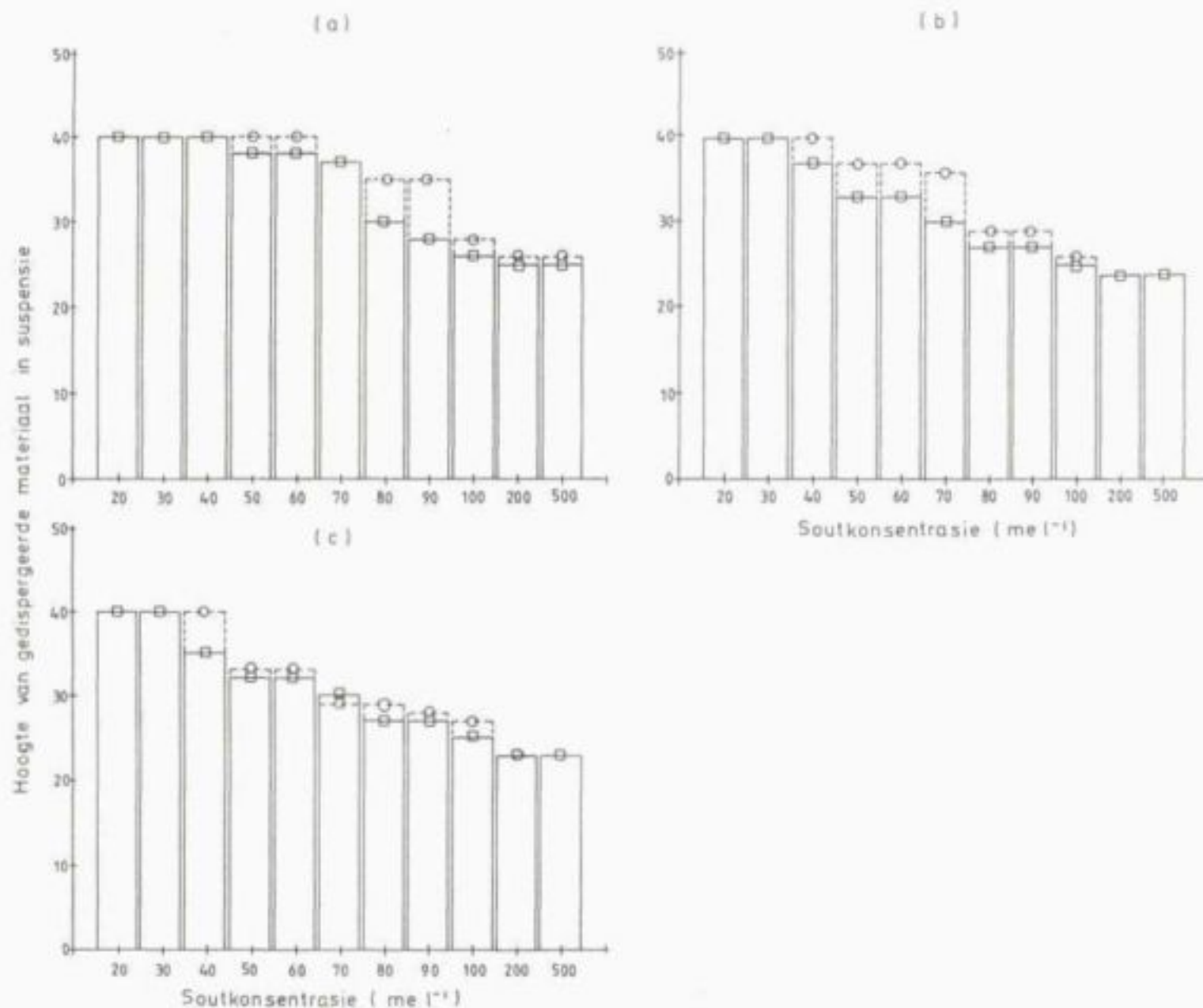
Permeabiliteitsmetings van kolomme wat met grond van die brakkol (UNP = 30 persent) gepak is het aangetoon dat maksimum hidrouliese geleiding van $5,55 \times 10^{-6} \text{ mm sec}^{-1}$ met 'n soutkonsentrasie met 'n EG van 360 mS m^{-1} verkry kan word.

Die invloed van CaSO_4 en MgSO_4 toedienings op die verbetering in permeabiliteit van 'n monster wat 'n relatief klein hoeveelheid Na bevat is ook geëvalueer. Die kalkryke vertisol C monster met 'n UNP van 0,4 is vir hierdie ondersoek gebruik. Submonsters van hierdie grond is in kolomme ($12,5 \text{ cm}^2 \times 8 \text{ cm}$ hoog) gepak tot 'n eenvormige brutodigtheid van $1\,300 \text{ kg m}^{-3}$. Ekwivalente hoeveelhede CaSO_4 en MgSO_4 is aan die oppervlak van die monsters in die kolomme geplaas.

Die eksperiment is herhaal sodat drie peile van Ca- en MgSO_4 vergelyk kon word, naamlik:

Hoë peil (40 me) - $0,516 \text{ g CaSO}_4$ (d.i. $4,1 \text{ ton ha}^{-1}$)
 - $0,738 \text{ g MgSO}_4$ (d.i. $5,9 \text{ ton ha}^{-1}$)

Medium peil (30 me) - $0,386 \text{ g CaSO}_4$ (d.i. $3,1 \text{ ton ha}^{-1}$)
 - $0,553 \text{ g MgSO}_4$ (d.i. $4,4 \text{ ton ha}^{-1}$)



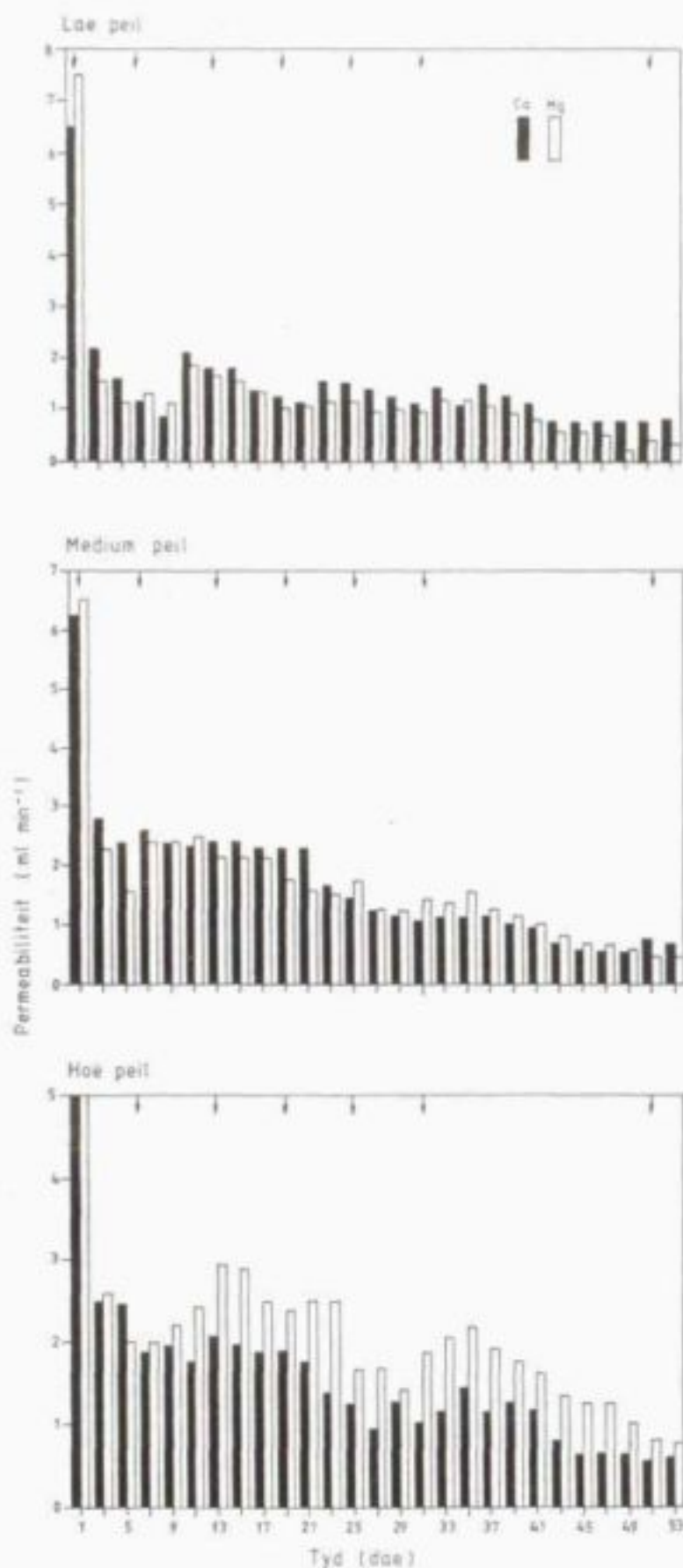
Figuur 7.1. Die invloed van Ca (—□—) of Mg (—○—) in herwinningsoplossings op die mate van dispersie van 'n alluviale vertisol wat in die natuurlike toestand, as gevolg van Na-versadiging, gedispergeerd is. Lesings is geneem 0,5 uur (a), 4 uur (b) en 20 uur (c) nadat die suspensie geskud is.

Lae peil (20 me) - 0,258 g CaSO_4 (d.i. 2,1 ton ha^{-1})
 - 0,369 g MgSO_4 (d.i. 2,9 ton ha^{-1})

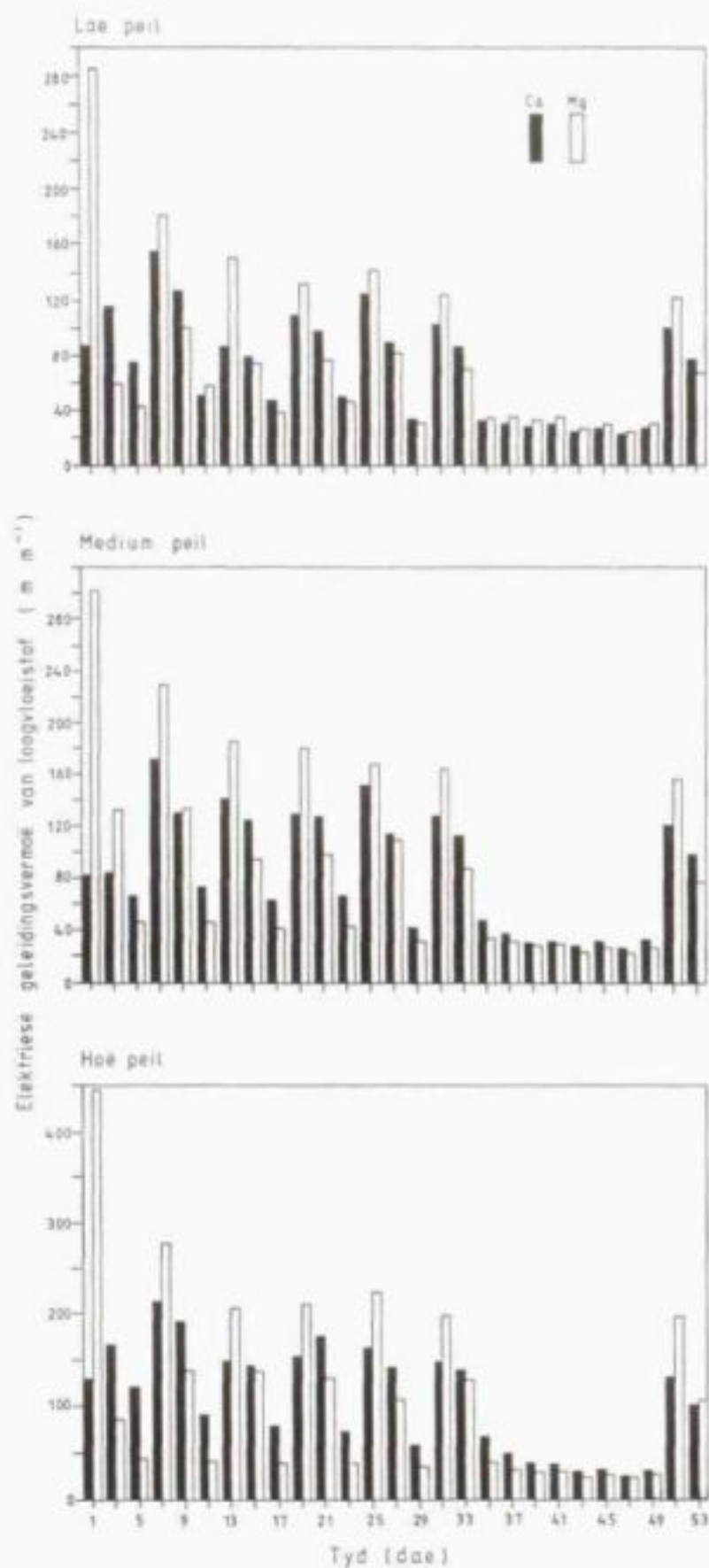
Die permeabiliteit van die monsters is elke tweede dag gemeet deur 150 ml water ($\Delta H = 120 \text{ mm}$) water aan die kolom toe te voeg en die volume water wat per tydseenheid deur die monsters beweeg, te meet. Die monsters is toegelaat om elke tweede dag te dreineer. Bykomende toedienings van die verskillende peile CaSO_4 of MgSO_4 is op geselekteerde tye gemaak (kyk Figuur 7.2). Die omvang van elektrolietvrystelling is in elk van die behandelings bepaal deur die meting van die elektriese geleiding van die loogvloeistof wat met elke permeabiliteitsmeting opgevang is.

'n Grafiese voorstelling van die variasie in permeabiliteit met tyd vir die verskillende peile van souttoedienings word in Figuur 7.2 aangebied. Hiervolgens is dit duidelik dat die lae en medium peil nie 'n noemenswaardige invloed op die permeabiliteite van die monsters het nie en dat die Ca- en Mg- soute nie betekenisvol verskil in terme van potensiaal daarvan as 'n herwinningsmiddel nie. In die geval van die hoë peile is daar egter 'n duidelike verbetering in die permeabiliteite, veral met die MgSO_4 toedienings. Die verskil tussen die Ca- en Mg- toedienings is grootliks geassosieerd met die groter mate van elektrolietvrystelling in die geval van die MgSO_4 -toedienings (Figuur 7.3).

Net soos met die ander eksperimente wat tydens hierdie ondersoek uitgevoer is (vergelyk die resultate van eksperimente wat in Hoofstuk 8 bespreek word) is die groter mate van elektrolietvrystelling vir die Mg-toedienings die gevolg van die oplossing van konkresies waardeur Ca aan die sisteem vrygestel is. 'n Ontleding van die Ca- en Mg- konsentrasie van die loogvloeistof met elke permeabiliteitsmeting het aangetoon dat baie meer Ca in die loogvloeistof van die Mg- toediening teenwoordig was as Mg in die loogvloeistof van die Ca- toediening. Die Ca word dus skynbaar opgelos om in ewewig te kom met die Mg op die uitruilkompleks. Die



FIGUUR 7.2 - Variasie in permeabiliteit met tyd van 'n kalkryke vertisol monster waarby drie peile van CaSO_4 of MgSO_4 gevoeg is om die permeabiliteit te verbeter. (1ye wanneer toedienings gemaak is word met die pyltjies aangedui).



FIGUR 7.3 - Variasie in soutkonsentrasie van die loogvloeistof van die monster waarby drie peile CaSO_4 of MgSO_4 gevoeg is om die permeabiliteit te verbeter.

adsorpsieproses is nie vinnig genoeg nie en 'n groot deel van die opgeloste Ca bly in die ewewigsoplossing en word verplaas sodat 'n relatiewe groot konsentrasie Ca in die loogvloeistof voorkom.

Uit Figuur 7.2 is dit ook duidelik dat fisiese en chemiese faktore 'n rol speel ten opsigte van 'n verlaging in die permeabiliteit van monsters. Die konsolidasie van gronddeeltjies voor en na die eerste permeabiliteitsmeting veroorsaak 'n aansienlik afname in die permeabiliteit. Hierdie proses is onomkeerbaar en die permeabiliteit is na konsolidasie altyd laer, selfs in die gevalle waar die soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing weer relatief hoog is.

HOOFSTUK 8

RELATIEWE INVLOED VAN Ca EN Mg OP DIE FISIESE TOESTAND VAN DIE GROND

INLEIDING

Kalsium (Ca) en magnesium (Mg) kom algemeen in Suid-Afrikaanse grond en in die grondwater voor. Groter hoeveelhede Ca as Mg kom gewoonlik voor. Die rede hiervoor is waarskynlik dat groter hoeveelhede Ca as Mg bevattende minerale in die basiese stollingsgesteentes, wat groot dele van die land beslaan, voorkom. Ca- bevattende veldspate domineer ook dikwels die mineralogie van sedimentêre gesteentes. Vanweë die groter oplosbaarheid van Mg, loog dit ook relatief makliker uit die grond en word deur die grondwater en uiteindelik deur riviere weggevoer.

Die belangrikste Mg-bevattende minerale is:

- Olivien en serpentyn wat algemeen in basiese stollingsgesteentes voorkom.
- Die piroksene; ougiet, bronsiet, enstatiet en hipersteen.
- Dolomiet en epsomiet, magnesiet en diopsied wat geassosieer met dolomiet, of in depressies en komme in dor gebiede, voorkom.
- Magnesiet.
- Die granate en spinelle wat algemeen in gemetamorfiseerde gesteentes soos gneiss en skis aanwesig is.
- Biotiet, flogopiet en ander plaatsilikate en kleiminerale soos montmorilloniet en chloriet. Sepioliet kom ook algemeen in dor gebiede voor.

Groot hoeveelhede Mg kan dus in die grond/grondwater voorkom op dolomiet of in die omgewing van dolomiet, in die bosveld stollingskompleks, op magnesiet-ryke gesteentes, op metamorfe gesteentes en in alluviale of kolluviale grond wat uit basis-ryke gesteentes verweer het. Hierbenewens kan Mg-ryke grond ook voorkom in die dor en semi-dor gebiede soos die Karoo en in die westelike en noord-westelike dele van Transvaal en die Kaapprovinsie.

Lokaliteite waar 'n relatiewe oormaat Mg teenoor Ca in die grond/grondwater al waargeneem is sluit in:

- Die alluviale grond om die Mooirivier.
- Wes van Pilanesberg in grond wat uit pirokseniet ontwikkel het.
- Noord van die Soutpansberg in grond wat uit magnesiet-ryke basalt ontstaan het.
- In die laer-Visrivier waar Mg in die grondwater waarskynlik afkomstig is van die verwerking van Mg-ryke primêre en sekondêre minerale in die semi-dor opvanggebied van die bolope van die Visrivier.
- In die omgewing van die Letabarivier in Oos-Transvaal waar die minerale in die metamorfe gesteentes waarskynlik die belangrikste bron van Mg is.
- In die ondergrond van aeoliese gronde wat op moddersteen en ander Karoo-gesteentes in Wes en Noordwes Oranje Vrystaat voorkom.

Aangesien groot hoeveelhede Ca en Mg in Suid-Afrikaanse gronde voorkom en in die lig van onduidelikhede oor die relatiewe invloed van hierdie elemente op die strukturele eienskappe van grond was dit noodsaaklik dat hierdie aspek ondersoek word.

8.2.LITERATUUROORSIG

Hierdie literatuuroorsig is in verskillende komponente verdeel sodat 'n duidelike onderskeid getref kon word tussen die verskillende aspekte wat die rol van Mg en Ca in grond bepaal.

Elektroliet vrystelling

Die voorsiening van elektroliete (vry soute) en die gepaardgaande voorkoms van dispersie en geassosieerde verskynsels in Mg- of Ca-sisteme, is moontlik een van die belangrikste oorsake van die huidige onsekerheid oor die spesifieke invloed van hierdie katione op die strukturele stabiliteit van grond.

Alperovitch, Shainberg & Keren (1981) het etlike belangrike beginsels in hierdie verband beklemtoon. Hierdie outeurs beskryf byvoorbeeld gevalle waar die elektriese geleiding (EG) van loogwater in nie-kalkerige gronde laer is as dié van kalkerige gronde. In Mg-versadigde nie-kalkerige gronde was die EG van die loogwater laer as in Ca-ryke grond. Hierteenoor was die EG van loogwater in Mg-versadigde kalkerige grond egter hoër as met Ca-versadiging. Hierdie navorsers bevestig met hul resultate die volgende hipoteses:

- Vrystelling van elektroliete in nie-kalkryke grond geskied hoofsaaklik as gevolg van hidrolise van uitruilbare katione en hidrolise met Mg-versadiging in nie-kalkryke grond is laer as in die geval van Ca-versadigde grond. Hidrolise in die uitruilsisteem vind plaas in twee opeenvolgende reaksies, nl: uitruiling tussen geadsorbeerde katione en H^+ -ione uit die oplossing (Donnan hidrolise) en die indringing van geadsorbeerde protone in die kleistruktuur om Mg^{++} en Al^{+++} in oktaedriese posisies in kleimineraal te verplaas. Die tweede, stadiger, reaksie bepaal die tempo van die proses. Gevolglik sal die teenwoordigheid van 'n hoë persentasie uitruilbare Mg die vrystelling

van oktaedriese Mg beperk en die tempo van hidrolise sal gevolglik verlaag.

- In kalkryke gronde is die oplossing van CaCO_3 die belangrikste bron van oplosbare soute in die grondoplossing. Met verhoging van die persentasie uitruilbare Mg vind oplossing van CaCO_3 , wat gepaardgaan met uitruiling van Ca vir Mg, plaas. Opgeloste Ca word geadsorbeer as gevolg van 'n neiging in die sisteem na 'n ewewigstoestand wat die verdere oplossing van CaCO_3 bevorder. Hierdie proses kan nie in Ca-versadigde kalkryke gronde plaasvind nie aangesien die uitruilposisies reeds deur Ca beslaan word. Gevolglik is die EG van loogwater in kalkryke Mg-versadigde gronde hoër.
- Die invloed van die teenwoordigheid van Na op die uitruilkompleks is meer prominent in die Ca-sisteem. Die rede hiervoor is dat Na op uitruilposisies ook vervang kan word deur opgeloste Ca (en Mg) om sodoende die tempo van hidrolise en oplossing van CaCO_3 te bevorder.

In meer resente resultate van Alperovitch, Shainberg & Rhoades (1986) word die belangrike invloed van 'n konstante lewering van elektroliete deur die vaste fase van die grond op dispersie beklemtoon. Behalwe vir die moontlikheid van elektroliet vrystelling deur die oplossing van CaCO_3 in die teenwoordigheid van Mg op die uitruilkompleks wys hierdie outeurs ook op die moontlikheid dat elektroliete voorsien kan word deur die verwerping van plagioklaas-veldspate en hoornblende.

Die werklike invloed van uitruilbare Mg op die dispersie van grondeeltjies moet dus in samehang met die prosesse van elektroliet vrystelling in grond gesien word. Uitruilbare Mg verlaag die tempo van dissolusie van kleimineraal (Alperovitch et al, 1986). Loging van nie-kalkryke gronde met gedeïoniseerde water sal dus 'n laer elektrolietkonsentrasie in 'n Mg/Na-sisteem as in 'n Ca/Na-sisteem tot gevolg hê. Onder sulke toestande word dispersie bevorder met Mg versadiging. Dit is in teenstelling met toestande in kalkryke grond waar Mg die oplossing van die konkresies bevorder en dispersie gevolglik deur die vrystelling van elektroliete beperk word.

Uitruilreaksies en -kenmerke

Die adsorpsie van Na in Ca- en Mg-sisteme uit gemengde oplossings wat Ca, Mg en Na bevat, is ooreenkomstig met die Gaponvergelyking, soos aangepas deur Oster & Sposito (1980):

$$K_G = \left(\text{NAV} / 2E_{\text{Na}} \right) (1 - E_{\text{Na}}^2)^{0,5}$$

met NAV = Natriumadsorpsieverhouding

en E_{Na} = Ekwivalente fraksie Na in die uitruillerfase
(d.i.: UNP/100)

Alperovitch et al (1981) het aangetoon dat daar in Na/Mg-sisteme 'n skynbare voorkeur vir Na is in vergelyking met Na/Ca-sisteme. Die outeurs beklemtoon egter die feit dat die verskille tussen gronde, in terme van voorkeuradsorpsie vir Na groter is as die verskille in 'n grond soos beïnvloed deur Ca of Mg. In montmorillonitiese gronde is die affiniteit vir Ca en Mg skynbaar dieselfde, ongeag die kleiner voorkeur vir Mg as vir Ca in 'n "verwysings" montmorilloniet.

In 'n kort literatuuroorsig toon Paliwal & Gandhi (1976) dat daar in grond waar vermikuliet, hidroksie-aluminium tussengelaagde montmorilloniet, allofaan of ander amorfe-verbindings en groot hoeveelhede organiese materiaal voorkom, 'n voorkeuradsorpsie vir Ca bo Mg bestaan. Die voorkeur vir Ca bo Mg is egter gering in die meeste grond. Hierdie outeurs het ook gevind dat die adsorpsie van Na toeneem soos wat die konsentrasie van Mg toeneem in gemengde Na-, Ca- en Mg-oplossings met dieselfde soutkonsentrasie en NAV. Die groter mate van Na-adsorpsie in teenwoordigheid van Mg word toegeskryf aan die voorkeur-adsorpsie vir Ca wat veroorsaak dat die persentasie uitruilbare natrium (UNP) in die Ca-Na-sisteem, verminder. Die feit dat hierdie navorsers illiet nie beskou as 'n kleimineraal waarin voorkeuradsorpsie vir Ca, bo Mg geskied nie, strook met die resultate van Chi, Emerson & Lewis, (1977) wat ook gevind het dat Ca skynbaar nie in voorkeur bo Mg geadsorbeer word in drie verskillende illitiese gronde nie. Hulle beklemtoon egter die feit dat hul resultate geld vir eksperimente waar die konsentrasie divalente ione

genoegsaam was om die vorming van diffuse dubbellaë te beperk en beveel aan dat die resultate geverifieer moet word vir meer verdunde oplossings.

Die verskille in voorkeuradsorpsie van Mg en Ca in grond waarin die kleimineralogie verskil, is deur Pauley (1954) en Levy & Shainberg (1972) verklaar aan die hand van verskille in die totale vry-energie van uitruiling. Hierdie parameter is afhanklik van die arbeid wat verrig moet word om die katioon 'n oneindige afstand te verplaas teen die Coulomb-aantrekkingskragte wat die katioon na die uitruiloppervlak aantrek. Hiervolgens kan verwag word dat Ca-ione, met 'n kleiner gehidrateerde ionstraal as Mg, sterker geadsorbeer sal word op die klei. In vermikuliet verhoed die sterker aantrekkingskragte tussen kleilagies die volledige hidrasie van tussenlaagione. Gevolglik varieer die afstand tussen twee silikaattetraederlae met die grootte van die gehidrateerde katioon nl: 1.54 en 1.46 nm vir Ca en Mg respektiewelik. Op grond hiervan voorspel hierdie navorsers dat vermikuliet 'n voorkeuradsorpsie vir Mg sal hê en montmorilloniet vir Ca, terwyl hidromika geen differensiële voorkeur vir die twee katione vertoon nie.

Paliwal et al (1976) maak die gevolgtrekking: "In assessing the suitabilities of waters for irrigation, success requires the ability to quantitatively predict resultant soil sodicity. Since the degree of sodium saturation is shown to be influenced by the Ca:Mg-ratio, irrigation water and soil texture as well as SAR, its predictability will be most satisfactory only when these factors are included in the assessment."

Navorsing op illitiese klei deur Emerson & Bakker (1973) het getoon dat 'n UNP van 3 voldoende is vir die dispersie van Mg-versadigde aggregate terwyl twee keer soveel Na nodig was om Ca-aggregate te dispergeer.

Die belangrike rol wat anione in uitruilreaksies speel is deur Mehta, Poonia & Raj Pal (1983) geïllustreer. Hulle lei uit resultate vir die aktiwiteitskoëffisiënte van geadsorbeerde katione af dat Na nie so sterk in uitruilposisies vasgehou word nie en maklik verplaas kan word van die uitruilbare- na die oplossingsfase vir beide Cl^- en SO_4^{2-} -bindings. Hierdie tendens is skynbaar meer prominent in Na/Ca-, as in Na/Mg-sisteme en vir Cl^- as vir SO_4^{2-} -bindings. Mehta et al (1983) kom tot die gevolgtrekking dat 'n blote toepassing van die Debye-Huckel

aktiwiteitsmodel, in plaas van die konsentrasies van die kompeterende katione in die ewewigsoplossing, nie voldoende is om akkurate voorspellings in verband met uitruilingsewewigte, waar Cl^- SO_4^{--} as anione voorkom, te maak nie. Dit is belangrik dat, veral indien SO_4 die dominant anioon in die grondoplossing is, die rol van anioonspesies t.o.v. die vorming van ionpare met die kompeterende katione in ag geneem word.

Dispersie

Bakker, Emerson & Oades (1973) het waargeneem dat die mate van dispersie hoër is as die Mg : Ca-verhouding hoog is in vergelyking met gevalle waar die Ca : Mg-verhouding hoog is en hidromika die dominante klei is in rooibruin grond. Hierdie resultate is onlangs bevestig deur Rengasamy, Greene & Ford (1986) dat dispersie van grond met 'n NAV-waarde van meer as drie sal toeneem as die Ca : Mg verhouding van 1 : 5 ekstrakte van grond kleiner as een is. Beperkende dispersie of hidroulise geleiding word volgens hierdie outeurs egter voorkom as die totale soutkonsentrasie in die 1 : 5 ekstrakte hoër is as die flokkulasie waardes van suspensies van die grond. In die praktyk het dit beteken dat gips toedienings van 1 t ha^{-1} genoegsaam was om die gesamentlike dispergerende effek van Mg en Na, in die rooibruin grond wat hier ondersoek is, te minimaliseer. Die Mg : Ca verhoudings waarby dispersie volgens Bakker et al (1973) en Rengasamy et al (1986) voorkom in die gronde wat deur hulle ondersoek is, stem grootliks ooreen met tipiese waardes vir die gronde van die Mooirivier, nl: 1.7 : 1. Verdere ondersoeke deur Bakker et al (1973) oor die relatiewe waterinhoud waarby dispersie van gebreide aggregate, wat versadig is met Mg of Ca, plaasvind, het bevestig dat Mg-grond meer ontvanklik was vir dispersie. Die waterinhoud waarby dispersie 'n aanvang neem, was 2,3 persent vir die Mg-grond en 23 persent vir die Ca-grond. Hierbenewens het hulle vasgestel dat die waterinhoud waarby dispersie begin, in die Ca-versadigde grond drasties afneem met 'n toename in NAV van die water. Die invloed van Na was nie so duidelik in die Mg-versadigde grond nie, omdat dispersie alreeds by 'n lae waterinhoud plaasvind. Bakker &

Emerson (1973) het, vir dieselfde grond, bevind dat dispersie by UNP waardes van 2.7 en 3.7 persent begin voorkom vir Mg/Na en Ca/Na aggregate respektiewelik. In ooreenstemming hiermee was die UNP-waardes geassosieer met 'n gegewe afname in die hidroulise geleiding, minder vir Mg- as vir Ca-versadigde aggregate. Alhoewel Mg nie so belangrik soos Na is ten opsigte van dispersie nie, beklemtoon hierdie navorsing dat dit nie genoegsaam is om slegs UNP as kriterium te gebruik vir die karakterisering van 'n Na-geaffecteerde grond nie.

Op grond van hierdie resultate was Bakker et al (1973) in staat om die faktore wat die groter mate van dispersie in die Mg-grond veroorsaak te evalueer. Hulle elimineer sekere moontlike faktore as volg:

- Groter hoeveelhede geadsorbeerde Al in die Ca-versadigde grond. Die feit dat eweveel Ca+Na as Mg+Na geëkstraer kon word elimineer Al as 'n moontlike belangrike faktor.
- Die ontwikkeling van $Mg(OH)^+$ wat kan optree as 'n eenwaardige ioon en dispersie bevorder, het nie plaasgevind nie omdat die pH van die oplossings laag gebly het en Mg en Ca in gelyke hoeveelhede geëkstraer kon word.
- Die invloed van organiese materiaal kan as weglaatbaar beskou word, omdat die resultate bykans dieselfde was vir behandelings waar die grond met peroksied, wat oksideerbare organiese materiaal verwyder, behandel is.

Volgens Bakker et al (1973) is die verskille in hidrasie-energie tussen Mg- en Ca-ione (Mg 20 persent groter) nog 'n moontlike verklaring vir die verskille in disperseerbaarheid. Hulle haal die werk van Shainberg & Kemper (1966) aan wat aantoon dat 'n soortgelyke verskil in hidrasie energie van Li en Na aanleiding gegee het tot die voorkoms van 'n groter hoeveelheid Li-ione in die diffuse dubbellaag van 'n Li-montmorilloniet, in 'n verdunde Cl-oplossing, as Na-ione in 'n Na-montmorilloniet met dieselfde verdunde oplossing. Bakker et al (1973) het hierdie moontlikheid oorweeg vir Mg- of Ca-sisteme en gevind dat die gemete Gaponkonstantes in 1mM Mg of Ca-oplossings so weinig verskil dat daar waarskynlik min verskil is in die energie waarmee Mg- of Ca-ione op die klei-oppervlakke

gehou word. Die moontlikheid bestaan egter dat die kleideeltjies tot so 'n mate, in 'n verdunde oplossing, deur aanvanklike breiing geskei kan word dat meer Mg in die dubbellaë kan inbeweeg. Sodoende sal die afstotingskragte tussen kleideeltjies en gevolglik dispersie verhoog.

Russell (1973) het aangetoon dat omvangryke gebiede in die wêreld gekenmerk word deur die voorkoms van grond met 'n solonetz- of gesolodiseerde solonetz morfologie maar waarin betekenisvolle hoeveelhede Na afwesig is. Aangesien hierdie gronde groot hoeveelhede Mg bevat noem hy die moontlikheid dat Mg-versadigde grond kan deflokkuleer en tot 'n mate dieselfde profielontwikkeling kan ondergaan as Na versadigde grond.

Emerson & Bakker (1975) stel die volgende meganismes vir die spontane dispersie van aggregate in water voor:

- Twee toestande is noodsaaklik vir die dispersie van klei in aggregate wat klein hoeveelhede uitruilbare Na bevat. Die soutkonsentrasie in die buite-oplossing moet laer as 'n sekere waarde wees, (analoog aan die konsentrasie sout wat nodig is om 'n kleisuspensie te flokkuleer) en die gradiënt van die oplosbare-soutkonsentrasie op die oppervlak van 'n aggregaat moet hoër as 'n sekere waarde wees (analoog aan die oorskryding van 'n sekere waarde van die skuifskurspanning op die kleideeltjies). Hierdie gradiënt in soutkonsentrasie op die aggregaatoppervlak ontstaan as gevolg van 'n hoë konsentrasiegradiënt tussen die verdunde oplossings van die makroporieë en die meer gekonsentreerde oplossing in die mikroporieë binne die aggregate.
- Indien 'n aggregate, met 'n sekere UNP-waarde, in water gedompel word en die soutgradiënt hoog genoeg is, sal die buitenste lae van die aggregate progressief afskilfer totdat die soutgradiënt verlaag het tot 'n bepaalde grenswaarde. Alhoewel hierdie waarde te laag is om dispersie te veroorsaak, bevorder dit swelling van die oorblywende kern van die aggregaat, wat aanleiding gee tot waarneembare blussing. Soos 'n deel van die oplosbare soute uit die aggregate diffundeer, word die gradiënt te klein om blussing te veroorsaak.

- As voorbeeld hiervan kan 'n versadigde aggregaat in water gesien word as 'n model van 'n geïsoleerde, eenvormige sferiese bron van sout, in 'n oneindige medium, waarin die aanvanklike soutkonsentrasie nul is. Dit kan aangeneem word dat die diffusiekoëffisiënt vir die sout dieselfde is in die aggregaat as in die medium, sodat die dispersie van klei nie die diffusieproses beïnvloed nie. 'n Maksimum soutgradiënt kan nou aan die oppervlak van die aggregaat geskep word deur die medium eers te vervang met 'n 1mM Mg- of CaCl_2 -oplossing en daarna met water. 'n Bepaalde onreaktiewe periode sal voorkom aangesien dit tyd neem vir die soute in die bestaande oplossing om weg te diffundeer. Die tydsduur van die onreaktiewe periode sal in verhouding wees met die vierkantswortel van die deursnee van die aggregaat. Dieselfde geld vir die tyd wat dit sal neem om 'n gegewe soutverspreiding in die verplasende medium te verkry.
- Die afstand vanaf die middel van so 'n modelaggregaat, waarvan die soutkonsentrasie verminder is tot 'n gegewe fraksie van die aanvanklike soutkonsentrasie, sal eweredig wees aan die aanvanklike radius van die aggregaat. Die fraksionele gedispergeerde massa van 'n aggregaat is ongeveer gelyk aan: $1 - a'^3/a^3$ waar a' die radius van die onversteurde aggregaatkern voorstel en a die aanvanklike radius van die aggregaat. Vir eenvormige aggregate sal die persentasie klei wat dispergeer nie beïnvloed word deur deeltjiegrootte nie.

Die verwantskap tussen dispersie en 'n afname in hidroulise geleiding is nog nie gekwantifiseer nie. Die resultate van Pupisky & Shainberg (1979), waarin aangetoon word dat 'n kleikonsentrasie van so laag as 3 persent skynbaar voldoende is om volledige verstopping van porieë te veroorsaak, kan as riglyn gebruik word. In hierdie opsig verskaf die resultate wat deur Tyurin et al (1960) gerapporteer is verdere nuttige inligting. Hulle het die invloed van verskillende katione op veranderinge in dispersie, soos gemanifesteer in die hoeveelheid fyn-kleideeltjies ($<1\mu\text{m}$) in suspensie, bepaal. Vir wisselende Ca : Mg-verhoudings van 4:1; 2:1; 1:1; 1:3 en 1:9 was die persentasie fyn-klei in suspensie 0,8; 0,9; 1,1; 1,2 en 1,2 persent respektiewelik. In vergelyking hiermee was die mate van dispersie (in dieselfde grond) met soortgelyke Ca : Na-verhoudings, hoër en die hoeveelheid fyn-klei was 2,6; 2,9; 4,4; 6,9 en

10,9 persent respektiewelik. Dit beklemtoon die invloed van hoër UNP-waardes op dispersie.

Hidrouliese geleiding

Die invloed van Mg en Ca in gemengde- of homo-ioniese sisteme is deur etlike navorsers ondersoek. Die resultate wat met hierdie ondersoeke verkry is, is tot 'n mate teenstrydig. Die belangrikste rede hiervoor is waarskynlik die verskille in die gronde wat ondersoek is en die feit dat te min aandag gewy is aan die spesifieke invloed van verskillende tipes kleimineraale.

Keren (1984) en Shainberg & Letey (1984), toon in literatuurstudies aan dat onderskeid getref moet word tussen die direkte invloed van uitruilbare Mg op die verlaging in hidrouliese geleiding (ook genoem die spesifieke invloed van Mg) en die verskynsel dat die teenwoordigheid van Mg in besproeiingswater 'n toename in die hoeveelheid uitruilbare Na in grond tot gevolg het. Volgens hulle literatuurstudies is die spesifieke (direkte) invloed van toepassing in grond waar illiet (hidromika) die dominante kleimineraal is. In montmorillonietryke gronde kon geen bewyse vir die spesifieke invloed van Mg gevind word nie. Hierdie verskynsel is gedeeltelik bevestig deur Rowell & Shainberg (1979), wat aangetoon het dat Mg geen invloed op hidrouliese geleiding gehad het vir 'n montmorilloniet- en kaolinit-houdende sandleem, solank as wat die elektrolietkonsentrasie van die loogvloeistof, groter as 10 me l^{-1} was nie. Loging met gedistilleerde water in dieselfde grond het egter getoon dat Mg wel 'n direkte afname in hidrouliese geleiding teweeg kan bring. Die resultate van Alperovitch et al (1981), wat aangetoon het dat die invloed van Mg afhanklik sal wees van die teenwoordigheid van CaCO_3 , moet terselfdertyd in gedagte gehou word. Volgens Kreit, Shainberg & Herbillon (1982), het Mg-versadigde kleie 'n meer stabiele chemiese toestand en stel dit nie so geredelik elektroliete vry in die grondoplossing nie. Gevolglik disperseer dit maklik sodra dit met gedistilleerde water geloog word. Volgens Kreit et al (1982) bevorder die teenwoordigheid van uitruilbare Mg die oplosbaarheid van CaCO_3 in kalkryke grond. Die

vrygestelde elektroliete verhoed dispersie en 'n afname in hidroulise geleiding.

Die gebruik van drumpelwaardes om die invloed van soutkonsentrasie op hidroulise geleiding te kwantifiseer, is onderhewig aan tekortkominge (Cass & Sumner, 1982). Resultate van Quirk & Schofield (1955) is nogtans insiggewend. Volgens hierdie navorsers het 'n Mg-versadigde grond 'n beduidend hoër drumpelwaarde (0.0036M), as dieselfde grond wat met Ca (0.001M) versadig is.

McNeal et al (1968) het aangetoon dat die relatiewe hidroulise geleiding van Mg/Na-grond gemiddeld 5,1 persent laer is as die van Ca/Na-grond. Alhoewel hierdie verskille feitlik deurgaans geld vir meeste gronde, meen hierdie navorsers dat die verskille nie betekenisvol groter is as wat met eksperimentele foute verwag kon word nie en besluit op 'n basiese uitgangspunt, nl. dat Mg en Ca dieselfde invloed op hidroulise geleiding sal hê indien UNP-waardes hoog en soutkonsentrasies laag is. In teenstelling hiermee, het Tyurin et al (1960), vasgestel dat 'n afname in die Ca : Mg-verhouding op die uitruilkompleks gepaard gaan met 'n afname in die tempo van sypeling (filtrasie) van water in die grond. Hulle resultate toon 'n afname in relatiewe sypeltempo van 100% na 65% na 50% met 'n verandering in Ca : Mg-verhouding op die uitruilkompleks van 3,5:1 na 1:2 na 1:3 respektiewelik. Hierdie resultate word in perspektief gestel as dit vergelyk word met data wat aandui dat 'n Ca:Na-verhouding van groter as 9:1 'n afname in sypeltempo van 50% tot gevolg gehad het. In dié opsig stem die resultate van McNeal et al (1968) en Tyurin et al (1960) dus ooreen naamlik: dat die relatiewe nadelige invloed van Na op hidroulise geleiding baie groter is as die van Mg. Aan die anderkant is dit egter duidelik dat Mg, 'n groter nadelige invloed op hidroulise geleiding sal hê as Ca.

Verwantskappe met ander fisiese parameters

Emerson et al (1977) het droë aggregate (waarin illiet die dominante kleimineraal is), opgelos in suspensie en deur bepaling van die optiese

digtheid (O.D.) van die suspensies aangetoon dat die mate van dispersie hoër was met 'n mengsel van Mg/Na op die uitruilingskompleks as met Ca/Na op die uitruilingskompleks. Met Mg-versadiging is dieselfde mate van dispersie by betekenisvol laer UNP-waardes verkry as vir Ca-behandelde grond. 'n Gedeeltelik soortgelyke optiese ondersoek van die deeltjiegrootte van montmorilloniet, met verskeie geadsorbeerde katione, is deur Banin & Lahav (1968) uitgevoer. Volgens hulle resultate neem die grootte van 'n montmorilloniet deeltjie toe met die posisie van die ioon in die liotrope reeks. Hulle skryf hierdie toename toe aan die vorming van taktoëde wat 'n toenemend groter aantal kleiplaatjies bevat. Hulle kon selfs waarneem dat monovalente ione taktoëdevorming induseer. In ooreenstemming met die liotrope reeks vind hulle dat Li- en Na-versadiging geassosieer word met die kleinste aantal kleiplaatjies per taktoëde, heelwat minder as vir Ca- of Mg-versadiging, maar dat Mg-versadigde kleie, ook in ooreenstemming met die liotrope reeks, minder kleiplaatjies per taktoëde bevat as 'n Ca-versadigde klei.

Ten spyte van duidelike bewyse vir die moontlike nadelige invloed van geadsorbeerde divalente katione op die strukturele stabiliteit van aggregate word die teenwoordigheid daarvan op die adsorpsiekompleks dikwels beskou as om voordelig te wees vir struktuurstabiliteit. Krishna Murti, Singh & Rengassamy (1977) bewys bv. dat kohesie kragte, geassosieer met geadsorbeerde divalente katione, in kant-tot-rand-binding in smektietdeeltjies, meer voordelig is vir aggregaatvorming as smektietyster binding. 'n Belangrike oorweging wat ten opsigte van die skynbaar teenstrydige opvattinge in gedagte gehou moet word, is die invloed van meganiese kragte op stabiliteit. Krishna Murti et al (1977) meen ook dat die aggregaatstabiliserende invloed van divalente ione minder effektief sal wees as meganiese-destabiliserende kragte op die aggregate inwerk. Uit die resultate van Emerson & Bakker (1973) blyk dit duidelik dat die verskil in hidrasievermoë van verskillende katione 'n belangrike invloed het op die mate van swelling en dispersie van grond. Hulle toon onder andere aan dat die opname van water deur Mg/Na-aggregate met UNP-waardes van 5, hoër is as vir Ca/Na-aggregate en dat die tempo waarteen water kumulatief opgeneem word, aansienlik meer is met verdere toenames in die UNP. Hierdie toename in wateropname gaan gepaard met 'n vinniger toename in swelling van Mg/Na aggregate met 'n verhoging in UNP. 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat die aantal Mg-ione in die

diffuse dubbellae om die klei vinniger toeneem as die aantal Ca-ione met 'n gepaardgaande ooreenstemmende verskillende toename in sweldruk.

Een van die belangrikste implikasies van 'n vermindering in aggregaat-stabiliteite is 'n afname in grondsterkte en die gepaardgaande vorming van korste aan die grondoppervlak. Resultate van Van der Merwe & Burger (1969) en Aylmore & Sills (1982) het getoon dat die breukmodulus vir Na/Mg-sisteme hoër is as vir Na/Ca-sisteme. Hierdie resultate is in ooreenstemming met die van Emerson et al (1973), wat bewys het dat Mg-versadigde gronde meer geneig is om te blus. 'n Betreklik unieke gedagterigting oor die nadelige invloed van Mg op die strukturele stabiliteit van grond, spruit uit die werk van Tyurin et al (1960). Dit handel oor die voorkoms van "fisiologiese" droogtetoestande in die grond wat skynbaar voorkom as die kapillêre mobiliteit (KM) van die water in die porieë baie minder is as 2 tot 2,5 cm uur^{-1} . Hierdie outeurs kon bewys dat die KM afneem van 2,4 tot 0,75 cm uur^{-1} met 'n verandering in die Ca : Mg-verhouding van 100:0 tot 0:100.

Kleimineralogie

Die invloed van die dominante kleimineraal wat teenwoordig is, het skynbaar 'n betekenisvolle invloed op die relatiewe mate waartoe geadsorbeerde Mg of Ca dispersie sal veroorsaak. Emerson & Chi (1977) kom tot die gevolgtrekking dat grond wat hoofsaaklik illiet bevat, meer ontvanklik is vir dispersie in water wanneer Mg die uitruilkompleks domineer as vir Ca. Hierdie bevinding strook tot 'n groot mate met die resultate van Rahman & Rowell (1979), wat rapporteer dat vermikuliet, illiet, illitiese grond en illiet-montmorillonitiese grond, wat met Na en Mg versadig is, groter dispersie, swelling en 'n afname in hidroulise geleiding ondergaan het, as dieselfde grond wat met 'n Na/Ca-oplossing versadig is. Emerson et al (1977) maak ook die interessante gevolgtrekking dat ongeveer 10 keer soveel uitruilbare Mg as Na nodig is om dieselfde mate van dispersie in die illiet aggregate te verkry.

Emerson et al (1977) skryf die verskille in dispersie wat deur Mg en Ca veroorsaak word aan verskillende meganismes toe. Aan die een kant geld die feit dat Van der Waals-kragte in 'n illitiese klei, die enigste aantrekkingskrag tussen deeltjies verskaf omdat geen positiewe ladings op die kante van illiet teenwoordig is nie. Hier is die kleiner mate van dispersie geassosieer met Ca waarskynlik die gevolg van kleiner afstotingskragte. Aangesien feitlik al die katione op die oppervlak van die klei gehou sal word, in die verdunde oplossings waarin dispersie plaasvind, is daar dus 'n meganisme wat die graad van dissosiasie van Ca-ione vanaf die basale oppervlakke verminder in vergelyking met Mg. 'n Moontlike verklaring vir hierdie meganisme kan gevind word in die verskille in gehidrateerde ionstraal. Die deursnee van gehidrateerde Ca (0.42nm) is effens minder as die van Mg (0.47nm). Volgens Emerson et al beteken dit dat die elektrostatische krag waarmee gehidrateerde Ca aan die klei-oppervlak gehou word effens groter is. Vir 'n eenvormige ladingsdigtheid van $2.5\mu\text{e m}^{-2}$ is die persentasie toename in elektrostatische krag 3.1 vir 'n lading in die tetraedrale laag, of 2.8 vir 'n lading in die oktaedriese laag. Die ooreenstemmende toename vir 'n ladingsdigtheid van $4\mu\text{e m}^{-2}$ sal 3.7 en 3.1 persent respektiewelik wees. Die groter elektrostatische krag waarmee Ca dus aan die klei gehou word, veroorsaak dan dat die afstotingskragte tussen deeltjies kleiner is vir die Ca-sisteem en gevolglik is dispersie minder as vir die Mg-sisteem.

Sowel Rahman et al (1979) en Emerson et al (1979) rapporteer egter dat die relatief groter neiging tot dispersie, van Mg-versadigde teenoor Ca-versadigde klei, nie plaasvind in grond waar montmorilloniet die dominante kleimineraal is nie. Die oorsaak van hierdie verskille tussen kleimineraal is nie heeltemal duidelik nie. Dit word byvoorbeeld deur Rahman et al (1979) aangevoer dat montmorilloniet 'n voorkeur-adsorpsie vir Ca het en dat die NAV in die Mg-sisteem laer is as in die Ca-sisteem vir 'n UNP-waarde van bv. 15. Hierbenewens kan die verskille moontlik ook verklaar word aan die hand van die verspreiding van die katione op en in die kwasi-kristalle of taktoïde van die klei. In montmorilloniet word die spesifieke invloed van Mg dan grootliks gebalanseer deur 'n kleiner hoeveelheid Na op eksterne oppervlakke relatief tot bv. illiet. Skynbaar sal alle illitiese kleie ook nie dieselfde reageer ten opsigte van die tipe katioon waarmee dit versadig is nie. Olson & Mitronovas (1962) het byvoorbeeld aangetoon dat die Atterberggrense effens hoër is vir 'n

Ca-versadigde illiet as vir Mg-versadigde illiet. Hulle vergelyk dan ook die resultate van ander ondersoeke waar illiet gebruik is en toon aan dat die teenwoordigheid van gemengde-laag minerale in die illitiese klei korreleer met hoër plastisiteitwaardes. Die teenwoordigheid van die menglaag klei veroorsaak dat die invloed van Mg en Ca op dispersie, vloeigrense en plastisiteit skynbaar soms omgekeerd is. Tensy sekerheid bestaan oor die suiwerheid van illitiese klei, (en dit is meer dikwels as nie geassosieer met menglaag minerale) sal elke grond as sulks ondersoek moet word voordat die relatiewe invloed van Mg- of Ca-versadiging voorspel kan word.

Die invloed van Mg op die mineralogie van Chernozems is deur Mukha, Vasil'yeva, Kutsykovich & Mussa (1984) ondersoek. Hulle resultate dui op die direkte deelname van Mg en Mg/Na tydens die proses van solonisasie. Die belangrikste bevindinge van hierdie navorsers kan as volg saamgevat word:

- Intense vermikulitisasie van die illitiese (hidromika) minerale in Chernozems vind plaas as gevolg van die invloed van Mg, veral in teenwoordigheid van Na. Die Mg dring die tussenlae van die hidromika aktief binne, verplaas die K in die tussenlae, en vul dan die ruimtes in die wanordelike gedeeltes van die kristalstruktuur. Sodoende vorm menglaag hidromika-vermikuliet fases.
- Vermikulitisasie van hidromika lei tot 'n aansienlike toename in die hoeveelheid tussenlaagse water in tussenlaag posisies en lei sodoende tot 'n toename in die mate van hidrasie van die kolloïed.
- Aangesien Na intensiewe "peptisasie" (d.i. dispersie) van kolloïde veroorsaak, word die gekombineerde invloed van Mg en Na op hierdie wyse versterk. Dispersie as gevolg van Na-versadiging bevorder die intense penetrasie van Mg in die tussenlaag ruimtes. Hierdeur word die vermikulitisasie van hidromika en die hidrasie van die kleimineraal bevorder.
- Die gekombineerde invloed van Mg en Na lei dus tot 'n spesifieke tipe solonisasie in gronde. Dit is gebaseer op 'n kombinasie van twee prosesse nl. die dispersie van kolloïde en die vorming van 'n sterk

gehidrateerde (hidrofiliese), hoogs gedispergeerde, mineraal gedurende die vermikulitisasie van die hidromika-agtige grond.

- Mg kan nie dieselfde mate van solonetzvorming oor kort termyne, as Na teweegbring nie.

McLean & Coleman (1966), onderskei tussen gronde wat hoofsaaklik montmorilloniet bevat en gronde wat hoofsaaklik ander tipes 2:1 klei bevat, in terme van die potensiële afname in hidroulise geleiding a.g.v. die gekombineerde invloed van 'n hoë UNP en 'n lae sout konsentrasie.

Interessante data oor die omvang van variasies in die relatiewe invloed van Mg of Ca vir soortgelyke kleiminerale is deur Arora & Coleman (1979) verskaf. In 'n ondersoek na die kritiese soutkonsentrasie wat nodig is om 'n gedispergeerde sisteem te flokkuleer, kom hulle tot die gevolgtrekking dat die kritiese soutkonsentrasie (KSK) vir suiwer Mg- of Ca-sisteme aansienlik laer is ($<2 \text{ me l}^{-1}$), as vir sisteme waarin 15 persent en meer uitruilbare Na teenwoordig is ($>10 \text{ me l}^{-1}$). 'n Belangrike aspek in verband met hul data is egter dat dit nie moontlik is om sondermeer te bepaal dat bv. Mg-versadigde grond deurgaans 'n laer KSK as Ca-grond het vir die drie smektitiese "verwysingskleie" wat in hul ondersoek gebruik is nie. Alhoewel die verskille in KSK-waardes tussen Mg- en Ca-versadigde kleie relatief klein is, was dit in sommige gevalle tog beduidend soos bv. vir 'n vermikuliet "verwysingsklei" waar die KSK-waarde vir die Mg-behandeling twee maal hoër was. Die navorsers kom egter tot die gevolgtrekking dat dit nie moontlik is om 'n duidelike onderskeid te tref tussen die relatiewe invloed van Mg en Ca op disperseerbaarheid indien eksperimentele variasies in ag geneem word nie. Hierteenoor het die resultate van 'n vroeëre ondersoek deur Barshad (1952) aangetoon dat Mg- en Ca-versadiging wel verskille in tussenlaag swelling veroorsaak. Hy stel dan ook die volgende kwasi-liotrope reeks voor vir die invloed van katione op tussenlaag swelling: $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Ba} > \text{Li} > \text{Na} > \text{K} = \text{NH}_4 = \text{Rb} = \text{Cs}$. Hierdie reeks geld vir sy ondersoek vir tussenlaag (basale) spasiërings by temperature groter as 20°C . Die toepaslikheid van hierdie resultate onder natuurlike toestande behoort nog ondersoek te word. Barshad (1952) skryf die invloed van katione op verskille in tussenlaagswelling toe aan die verwantskap tussen die grootte en die lading van die kation en die totale lading op die

tussenlaagse-oppervlakke. Tussenlaag-swalling sal meer geredelik plaasvind in teenwoordigheid van kleiner ione, met 'n groter ioonlading en met 'n kleiner totale lading op die tussenlaag oppervlakke. In aansluiting hierby toon Tyurin et al (1967) aan dat die hoeveelheid osmoties gebonde water tussen kleideeltjies, soos beïnvloed deur die dominante kation op die adsorpsiekompleks, aansienlik varieer vir gronde waarvan die kleimineralogie verskil.

Volgens McNeal, Layfield, Norvell & Rhoades (1968) is dit eerder die hoeveelheid ekstraëerbare ysteroksiedes as verskille in kleimineralogie wat aanleiding gee tot meeste van die variasie in relatiewe stabiliteit van Hawaiïse gronde. Hulle gee egter toe dat verskille in kleimineralogie aanleiding mag gee tot verskille in relatiewe stabiliteit van grond met ongeveer gelyke hoeveelhede yster-oksied. Hierbenewens kan met die dithionietsitraat ekstraksie van yster ook tussenlaagse Al-verbindings en organiese materiaal, wat kan bydra tot stabilisering, verwyder word.

Organiese materiaal en biologiese aktiwiteite

Volgens Mukha et al (1984) het Mg 'n drieledige invloed op biologiese prosesse in die grond. Dit bevorder, in assosiasie met Na, algemene biologiese aktiwiteite in grond, dit bevorder die aktiwiteit van ensieme wat hidrolise en oksidasie-reduksie reaksies tot gevolg het en dit veroorsaak 'n aansienlike toename in die hoeveelheid mikroskopiese fungi. Deur middel van hierdie bevordering van die biologiese aktiwiteite in die grond dra Mg en Na dus indirek by tot 'n meer intensiewe mineralisering, verandering en ontbinding van organiese materiaal. In die proses word veral suurverbindings gevorm. 'n Gevolg hiervan is 'n verlaging in die humiensuur : fulviensuur-verhouding. So 'n verlaagde humiensuur : fulviensuur-verhouding word geassosieer met solonetzvorming en Mukha et al (1984) kom tot die gevolgtrekking dat organiese misstowwe saam met Ca-bevattende materiaal aan Mg-solonetz gronde toegedien moet word, om die struktuur daarvan te verbeter.

Origens verskil Ca en Mg skynbaar ook in die mate waartoe dit met organiese verbindings reageer om voordelige fisiese toestande in die grond te skep. Tyurin et al (1967) beweer dat daar 'n ooreenkoms tussen Mg en die ione van die alkali-elemente is in soverre dit ondoeltreffend is om koagulasie van sols en alkaliese humaatoplossings te bewerkstellig. Hulle rapporteer eksperimentele resultate, wat aantoon dat 1,2; 4,2 en 8,6 ml HCl, CaCl_2 en MgCl_2 (0,1N oplossings) respektiewelik nodig was om die koagulasie of presipitasie van humate mee te bring uit 'n 5 ml oplossing Na- (of Li) humaat ($1,94 \text{ g l}^{-1}$ droë stof). In hierdie eksperiment is volledige koagulasie met die Mg-sout eers werklik verkry met 4 cm^3 van 'n 0,4N MgCl_2 oplossing. Uit hierdie en ander eksperimentele resultate wil dit voorkom (Tyurin et al 1967) asof Mg-ione selfs by hoë konsentrasies ($250 - 500 \text{ me l}^{-1}$), nie geskik is om presipitasie van humiese materiale te veroorsaak nie. Hierdie aspek verdien beslis aandag by ondersoeke waar fisiese degenerasie van grond nie met bekende parameters verklaar kan word nie.

Emerson (1984) het voorgestel dat die organo-mineraal binding in aggregate swakker is as Mg- eerder as Ca-ione meeste van die uitruilposisies beslaan. Hy bied egter nie 'n verklaring vir hierdie verskynsel aan nie.

8.3.DISPERSIE EN SWELLING VAN CA OF MG-VERSADIGDE SUSPENSIES

8.3.1 Inleiding

Die fisiese en fisies/chemiese gedrag van klei-kolloïde en mikro-aggregate van grond in suspensie stem nie noodwendig ooreen met die gedrag van die grond as 'n drie-fase sisteem in die veld nie. Nogtans kan die resultate wat met eksperimente met kleisuspensies verkry is duidelike aanduidings gee van die onderlinge verwantskappe van die faktore wat die eienskappe van klei in suspensie beïnvloed. Hierbenewens is eksperimente met suspensies maklik herhaalbaar en kan die invloed van

eksterne faktore wat die gedrag van grond in situ affekteer, grootliks uitgeskakel word.

8.3.2 Belangrike konsepte

In die bespreking van die resultate van eksperimente en die voorbereiding van monsters vir eksperimente word daar in hierdie hoofstuk telkens melding gemaak van sekere konsepte. 'n Verduideliking van hierdie konsepte is noodsaaklik ten einde onnodige herhaling van die omskrywing van soortgelyke prosesse en meganismes te voorkom.

Die rangskikking van deeltjies, dit wil sê individuele kleiplaatjies asook groepe kleiplaatjies (bv. mikro-aggregate of taktoïede) bepaal grootliks die fisiese eienskappe van grond of grond-water suspensies (Murray & Quirk, 1985). Ongelukkig bestaan daar nie vaste riglyne waarvolgens die rangskikking van die deeltjies beskryf of gedefinieer kan word nie. 'n Gebrek aan voldoende, empiries gebaseerde, kwantitatiewe maatstawwe om verskille tussen verskillende tipes rangskikkings te evalueer is waarskynlik die belangrikste rede hiervoor. Vir die doeleindes van hierdie ondersoek is daar egter enkele algemeen aanvaarbare konsepte geïdentifiseer met behulp waarvan tussen verskillende kategorieë van deeltjie-rangskikking onderskei kan word. Ten einde enige verwarring met betrekking tot die terminologie wat gebruik word uit te skakel kan die verskille tussen die tipes deeltjie-rangskikking as volg beskryf word.

- Flokkulasie - het betrekking op die oriëntasie van deeltjies, gewoonlik wanordelik, as gevolg van binding of sementering. Flokkulasie veroorsaak dat deeltjies in suspensie mettertyd afsak en 'n beperkte volume geswelde grond, wat duidelik onderskei kan word van boliggende helder vloeistof, akkumuleer in die bodem van die houer wat die suspensie bevat. Volgens Fairbridge en Finkl (1979) kan flokkulasie gedefinieer word as die aggregasie van 'n diskontinue (gedispergeerde) fase om 'n kontinue fase, gewoonlik van vaste deeltjies in 'n vloeistof, te vorm. Die resulterende aggregate wat so vorm staan bekend as vlokke. Volgens hierdie outeurs vervang

flokkulasie die term koagulasie. Tydens hierdie ondersoek is waargeneem dat suspensies dikwels nie tipies flokkuleer nie maar eerder met aggregasie 'n kwasi-gel vorm. Dit was dus nodig om die term koagulasie te behou en vir die doeleindes van hierdie ondersoek te definieer.

- Koagulasie - van deeltjies in suspensie kom ooreen met die maksimum swelvolume of sedimentasie van grond (deeltjies) wat gewoonlik met 'n toename in waterinhoud, tot by versadiging, gepaardgaan. In hierdie opsig stem die metode waarvolgens koagulasie in hierdie ondersoek gemeet is in beginsel ooreen met die metode waarmee die indeks van swelling, volgens die International Commission on Bonding Clays (1976), gemeet kan word. Koagulasie is inderwaarheid sinoniem met die vorming van 'n gel alhoewel die gekoaguleerde toestand nie 'n permanente gel-toestand aandui nie. Van Olphen (1963) gee 'n volledige oorsig oor die terme wat gebruik kan word om die toestand of interaksie van deeltjies in 'n suspensie te beskryf. Volgens hom is koagulasie en flokkulasies sinoniem en beskryf dit die proses waardeur 'n troebel suspensie skei in 'n onderliggende sediment en 'n boliggende helder vloeistof. Die sisteem is dan geflokkuleer of gekoaguleerd of kolloidaal onstabiel. Volgens Ingles (1968) verskil koagulasie van flokkulasie in die sin dat deeltjies oorwegend parallel gerangskik is. Parallele oriëntasie van deeltjies geskied deur katioonbinding en word ook beskryf as taktoëdvorming. Die volume wat deur 'n aantal gekoaguleerde deeltjies beslaan word is groter as die volume wat deur dieselfde aantal geflokkuleerde deeltjies beslaan word. Dit is te wyte aan die swakker binding en groter mate van afstoting tussen deeltjies in die gekoaguleerde toestand. Volgens Shainberg (1986) is die gekoaguleerde toestand wat met suspensies in proefbuise gekry word in werklikheid ook 'n vorm van flokkulasie. Individueel geflokkuleerde deeltjies vorm egter nie en die hele suspensie is 'n geflokkuleerde massa wat met verloop van tyd baie stadig uitsak. Hierdie sienswyse stem ooreen met die van Fairbridge et al (1979) wat beweer dat flokkulasie 'n toename in grootte van die grootste kinetiese eenhede in 'n suspensie veroorsaak. Koagulasie verskil dan van flokkulasie in die sin dat die vergrote kinetiese eenhede gesuspendeerd kan bly as dit voldoende deel in die termies kinetiese energie van die sisteem. Gevolglik kan koagulasie slegs

voorkom as die konsentrasie deeltjies in suspensie relatief groot is en vlokke die totale, of grootste gedeelte, van die volume van die suspensie beslaan. Onder sulke toestande vorm die vlokke 'n gelagtige massa.

Rosenqvist (1959) het die konsep van verskille in koagulasie, hy noem dit sedimentvolume, gebruik om te onderskei tussen die bindingsterkte van 'n klei wat met verskillende organiese ione gemeng is. Hy skryf die voorkoms van 'n groter sedimentvolume (groter mate van koagulasie) toe aan 'n groter sterkte van onderlinge binding as in vergelyking met 'n gedispergeerde sisteem. In aansluiting hierby maak Lambe & Whitman (1969) die stelling dat meeste van die eienskappe van 'n grond-water sisteem m.b.t. die neiging na swelling en flokkulasie gedemonstreer kan word in 'n grond-water suspensies in proefbuise. Hulle toon dan ook die invloed van verskillende faktore op die volume gesedimenteerde materiaal in suspensie aan maar laat na om duidelik te onderskei tussen dispersie, flokkulasie, sedimentasie en koagulasie.

La Mer & Healy (1963) maak die stelling: "We deplore the indiscriminate use of the terms coagulation and flocculation which is to be found in textbooks as representing identical or at least synonymus concepts." Hulle onderskei egter tussen koagulasie en flokkulasie op 'n teenoorgestelde wyse as in die voorafgaande bespreking nl. dat 'n koagulaat 'n klein sediment-volume wat swak filtreer veroorsaak in vergelyking met 'n flokkulaat wat 'n groter sediment-volume vertoon en betekenisvol beter herfiltreer. Volgens hierdie outeurs sal die individuele deeltjies in suspensie, tydens koagulasie van 'n verdunde suspensie, sedimenteer as individuele eenhede volgens die wet van Stokes. Tydens flokkulasie van dieselfde verdunde suspensie sal daar 'n oorgangsperiode wees waarin die deeltjies sedimenteer in ooreenstemming met die wet van Stokes. Sodra brugvorming a.g.v. aantrekking of afstoting tussen deeltjies egter effektief word sal 'n skerp skeidingslyn tussen die flokkulerende volume en die boliggende effens gedispergeerde of helder vloeistof verskyn. Hierna sal die totale volume vaste deeltjies afsak deur eenvormige samedrukking van die flokke totdat 'n finale sediment-volume bereik word wat groter is as die gekoaguleerde sediment-volume.

Die proses of meganisme van flokkulasie soos deur La Mer et al (1963) voorgestel is verskil dus nie in essensie van die meganisme van koagulasie soos in die voorafgaande bespreking beskryf nie. Die enigste verskil is in terminologie, 'n probleme wat op verskeie aspekte van grondfisika van toepassing is. Terwille van duidelikheid en totdat die begrippe beter omskryf is sal daar in hierdie ondersoek na die term koagulasie verwys word as 'n weerspieeling van die geflokkuleerde sediment-volume van suspensies.

- Dispersie - word veroorsaak deur oormatige afstotingskragte tussen deeltjies wat meebring dat deeltjies sodanig geskei word dat dit geïsoleerd in suspensie voorkom en gevolglik langer in suspensie bly as geflokkuleerde deeltjies.

8.3.3 Toegepaste metingsmetodes

- Koagulasie - die lengte van 'n gekoaguleerde kolom gronddeeltjies wat na verskillende behandelings en tydperke in die proefbuis gemeet kon word is gebruik as 'n maatstaf vir koagulasie. Hierdie metings kon akkuraat uitgevoer word aangesien daar in meeste gevalle duidelik onderskei kon word tussen die gekoaguleerde materiaal en die boliggende gedispergeerde of helder suspensie. Die optiese deurlaatbaarheid van die onderliggende gekoaguleerde materiaal was nul of baie min.
- Dispersie - is gemeet as die optiese deurlaatbaarheid van suspensies, bokant die gekoaguleerde sedimentvolume, met behulp van 'n troebelheidsmeter soos beskryf deur Nel & Blignaut (1987). Alhoewel dit moontlik is om die mate van dispersie te kwantifiseer Nel et al (1987), is daar in die eksperimente wat hier beskryf word meer belanggestel in die relatiewe invloed van die verskillende behandelings op dispersie. Gevolglik is die direkte hoeveelheid lig intensiteits- eenhede (L I E) wat deur die suspensie gelei kan word in die voorstellings van resultate gegee. Metings van beide koagulasie en dispersie is beperk tot relatief kort tydperke nadat

die monsters geskud is. Dis gebaseer op die veronderstelling dat die belangrikste fisiese beperkings veroorsaak deur hierdie twee prosesse geassosieer sal wees met die mees gedispergeerde toestand van die grondsuspensie wat met verloop van tyd universeel neig na 'n geflokkuleerde toestand.

- Elektriese geleiding- (EG) is direk in suspensies of oplossings gemeet en word deurgaans uitgedruk in mS m^{-1}

8.3.4 Voorbereiding van monsters

In die Bodemkunde word die term "monster" gebruik vir die beskrywing van 'n versameling grondmateriaal wat verteenwoordigend is van die chemiese- en mineralogiese eienskappe van grond op 'n spesifieke diepte in die veld. In hierdie ondersoek is deurgaans, tensy anders vermeld, monsters van die grondoppervlak, verteenwoordigend van die boonste 100 tot 200 mm van verskillende grondprofile, gebruik gemaak. Die monsters is as volg voorberei:

- Versadiging met verskillende katione - is bewerkstellig deur monsters telkens ses maal met 'n 1N chloried oplossing van die gewenste kation te was (sentrifugeer). Die monsters is dan nog 'n keer met 'n 0.05N konsentrasie Cl-sout van die gewenste kation of kombinasie van katione gewas ten einde oormatige destabilisasie van mikro-aggregate a.g.v. 'n vinnige verlaging in soutkonsentrasie te vermy (Shainberg, 1986).
- Vrysoute is verwyder deur monsters, na versadiging met 'n geselekteerde kation, met gedeïoniseerde water te was totdat die EG van die suspensie laer as $50 \text{ tot } 100 \mu\text{S cm}^{-1}$ was of totdat die grond in die suspensie so gedispergeerd was dat verdere uitwassing van soute nie moontlik geag is nie. Dit was gewoonlik nie moontlik om 'n soutkonsentrasie laer as $50 \mu\text{S cm}^{-1}$ te bewerkstellig nie aangesien die suspensie daarmee sodanig gedispergeer het dat dit

nie meer moontlik was om so die boliggende vloeistof af te gooi sonder om gedispergeerde deeltjies te verloor nie.

- Optiese deurlaatbaarheid - is bepaal van 5ml ekstrakte van die gedispergeerde suspensies, wat by 5ml soutoplossings, met verskillende soutkonsentrasies, in proefbuis gevoeg is. Die suspensies wat op hierdie manier verkry is, is daarna geskud en die optiese deurlaatbaarheid op verskillende tye gemeet. Dit moet hier beklemtoon word dat die soutkonsentrasie wat in die verskillende figure hierna aangetoon word, die konsentrasie is van die 5 ml-oplossing wat bygevoeg is. Soutuitruiling met en disosiasie in die 5 ml suspensies word dus nie noodwendig weerspieël nie. Dit moet hier beklemtoon word dat die soutkonsentrasies wat in die verskillende figure wat hierna volg, getoon word, die konsentrasie is van die 5ml soutoplossing wat bygevoeg is en nie die konsentrasie van die mengsel van die gedispergeerde ekstrak en die bygevoegde sout nie. Soutuitruiling met en disosiasie in die 5ml suspensies word dus nie noodwendig weerspieël nie. Vir die eksperimente waar differensiële oplossing van konkresies of hidrolise ondersoek is, bv. oor 'n tydperk van drie dae, is die 5ml ekstrak op elk van die drie dae uit dieselfde gedispergeerde suspensie gemaak. Optiese deurlaatbaarhede is dan telkens op ooreenstemmende tye, nadat die ekstrak met 'n geselekteerde soutkonsentrasie geskud is, bepaal en die verskille in L I E deurgelaat is as 'n maatstaf van die konsentrasie gedispergeerde materiaal beskou.
- Soutkonsentrasie - is gevariëer deur verskillende konsentrasies CaCl_2 -oplossings by die gedispergeerde suspensies te voeg.

8.3.5. Eksperimente met alluviale-vertisols

Vertisols van alluviale oorsprong beslaan groot oppervlaktes aan weerskante van die Mooiriver. Hierdie gronde word gekenmerk deur 'n groot variasie in chemiese samestelling. Die mineralogie van die kleifraksie van hierdie grond is nie-homogeen en oorwegend X-straal

amorf (kyk bylaag D). Groot dele van die gebied wat deur hierdie vertisols beslaan word is vir meer as 70 jaar besproei en word dikwels gekenmerk deur strukturele agteruitgang. Onbesproeide grond in die gebied het oor die algemeen 'n beter struktuur en 'n groter organiese materiaal-inhoud.

8.3.5.1. Invloed van verskillende anione

Vorbereiding van monsters: Sulfaat- en chloriedsoute domineer gewoonlik in besproeiings- en dreineringswater en is dus die belangrikste anione in die ewewigoplossing. Dit gebeur dikwels dat een van hierdie soute die ewewigoplossing domineer en gevolglik is dit belangrik om die onderlinge verwantskap van verskillende konsentrasies van hierdie soute op die dispersie van grond te evalueer. Die grond is op die standaard wyse (kyk afdeling 8.3.4) met Mg- of Ca-oplossings versadig en vry soute is verwyder. 'n Ekstrak van 5ml van die gedispergeerde suspensie, wat met verwydering van die vry-soute geproduseer is, is met 5ml van verskillende konsentrasies van 'n CaSO_4 of CaCl_2 oplossing gemeng. Hierdie mengsels is geskud en die koagulasie en dispersie op verskillende tye bepaal. Vier monsters afkomstig van lokaliteite langs die Mooirivier is gebruik. Monster A is van onbesproeide grond terwyl B, C en D van grond is wat ongeveer 70 jaar besproei is. 'n Ekstrak van 5ml van die gedispergeerde suspensie, wat met verwydering van die vry-soute geproduseer is, is met 5ml van verskillende konsentrasies van 'n CaSO_4 of CaCl_2 oplossing gemeng. Hierdie mengsels is geskud en die koagulasie en dispersie op verskillende tye bepaal. Vier monsters afkomstig van lokaliteite langs die Mooirivier is gebruik. Monster A is van onbesproeide grond terwyl B, C en D van grond is wat ongeveer 70 jaar besproei is.

Die eksperiment is hierna herhaal vir ander tipes soutoplossings. Aangesien daar egter groot verskille is in die oplosbaarhede van verskillende tipes Ca- en Mg-oplossings is hierdie deel van die eksperiment beperk tot 'n vergelyking van die invloed van verskillende

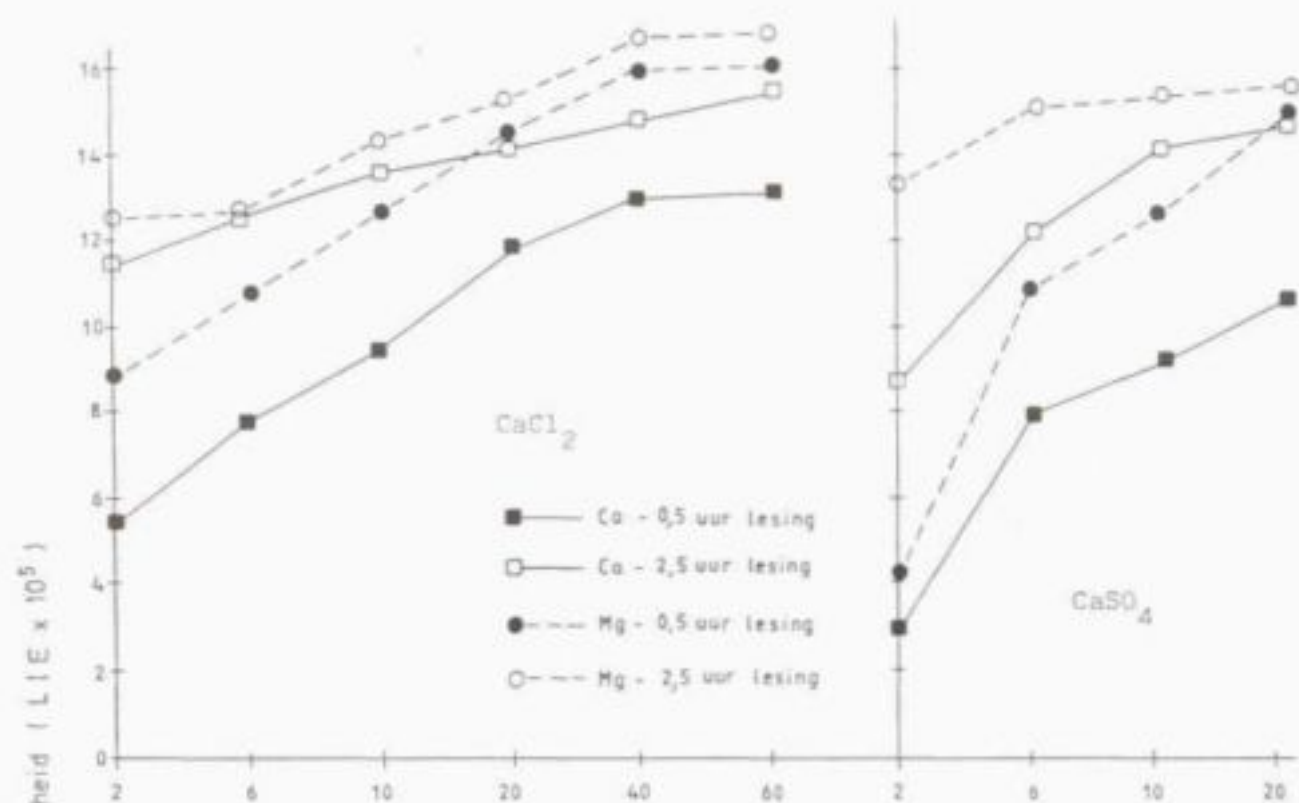
tipes K-soutoplossings op die dispersie van Ca^{2+} of Mg^{2+} -versadigde suspensies. Hierdie deel van die ondersoek is uitgevoer op die vertiese monster A. Die monsters is op dieselfde wyse voorberei.

Resultate en bespreking.: Geen betekenisvolle verskille in dispersie kon tussen monsters A, C en D waargeneem word nie. In al drie monsters was die Ca^{2+} -versadigde suspensie meer gedispergeer as die Mg^{2+} -versadigde suspensie. Die gemiddelde dispersie van hierdie drie monsters word in figuur 8.1a aangetoon. In die geval van monster B was die Mg^{2+} -versadigde suspensie effens meer gedispergeerd as die Ca^{2+} -versadigde suspensie (Fig 8.1b). Hierdie verskil tussen die eersgenoemde drie monsters en monster B is, soos later aangetoon sal word, in ooreenstemming met verskille in elektrolietvrystelling a.g.v verskille in die hoeveelheid konkresies wat in hierdie monsters voorkom.

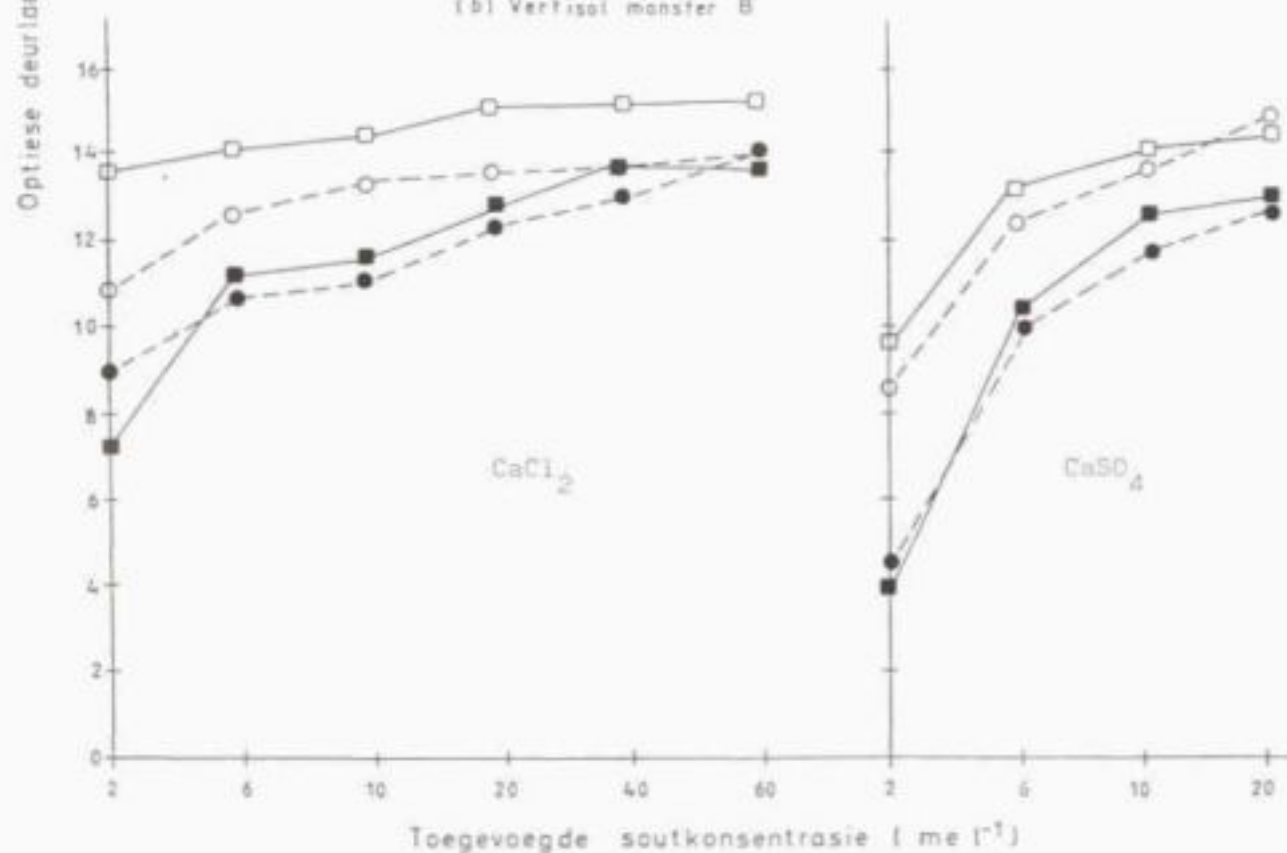
Dis opvallend dat die optiese deurlaatbaarheid van die monsters laer is in teenwoordigheid van CaSO_4 in die ewewigsoplossing. Dit geld veral by die laer soutkonsentrasies dat die optiese deurlaatbaarheid van die twee behandelings met laer NAV-waardes duidelik minder is waar CaSO_4 in die grondoplossing teenwoordig is. Hierdie verskille geld veral vir die ewewigsoplossings met die twee laagste soutkonsentrasies. In teenstelling met dispersie het die tipe sout skynbaar nie so 'n groot invloed op die koagulasie van monsters nie. Die koagulasie van dieselfde monster wat verskillende tipes sout in die ewewigsoplossing bevat het nie betekenisvol verskil nie.

Die groter mate van dispersie in teenwoordigheid van die SO_4^{2-} -bevattende oplossings in vergelyking met Cl^- -bevattende oplossings is waarskynlik grootliks te wyte aan die vorming van ionpare in die SO_4^{2-} -oplossings. Volgens Bresler, McNeal en Carter (1982) lei die vorming van ionpare, 'n proses waar ione met 'n teenoorgestelde lading reageer om oplosbare pare van die ione te vorm, tot 'n afname in die ioniese sterkte van die oplossing. Hierdie proses gaan gepaard met 'n afname in die konsentrasie en lading van enige ionspesie wat nie aangevul kan word vanaf die soliede fase nie. Nahayama (1975) en Alzubaidi & Webster (1983) het aangetoon dat die ioniese interaksie van Na^+ , Mg^{2+} en Ca^{2+} met SO_4^{2-} heelwat groter is as die interaksie met Cl^- . Volgens Alzubaidi et al (1983) is die omvang van vorming van MgSO_4 ionpare bykans 'n weglaatbare

(a) Vertisol monsters A, C en D



(b) Vertisol monster B

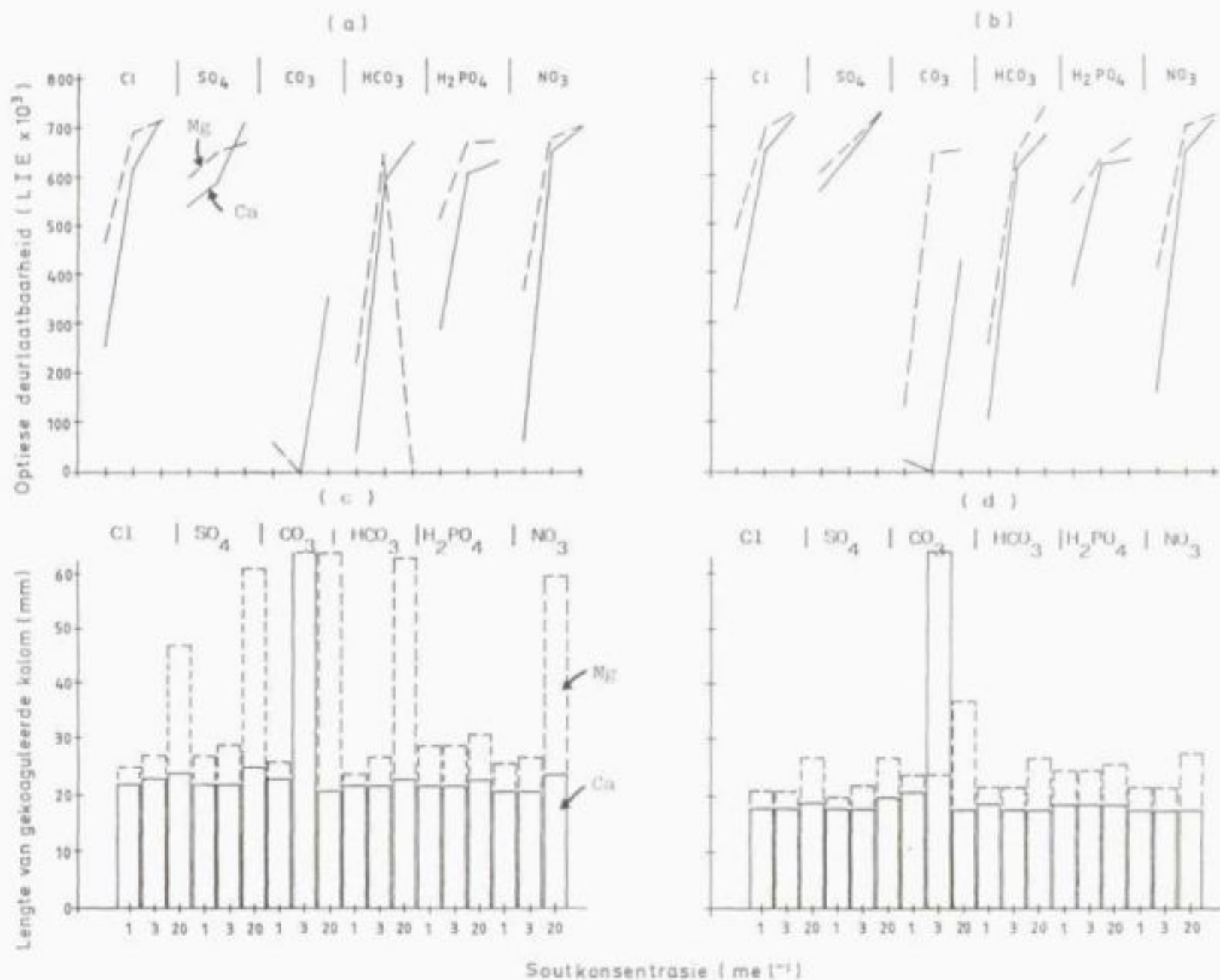


FIGUUR 8.1 Dispersie van Mg- en Ca-versadigde monsters in suspensies waaraan CaCl_2 of CaSO_4 oplossings met verskillende soutkonsentrasies toegevoeg is. Optiese deurlaatbaarheid is bepaal 0,5 en 2,5 uur nadat die suspensies geskud is.

klein hoeveelheid minder as die vorming van CaSO_4 ionpare. Garrels en Christ (1965) het aangetoon dat die assosiasie konstante van beide Mg^{++} en Ca^{++} met SO_4^{--} 2.0×10^2 is. In teenstelling hiermee is die assosiasie konstante vir die vorming van NaSO_4 ionpare heelwat minder (5.2×10^0). Die vorming van ionpare beperk die uitruiling en verplasing van 'n kation vanaf die adsorpsiekompleks. Aangesien die vorming van ionpare 'n verlaging van die aktiwiteit, konsentrasie en lading van ione in die ewewigsoplossing teweegbring, word swelling en dispersie, onderliggend aan die dubbellaagkonsep, minder doeltreffend teengewerk. Die groter omvang van vorming van $\text{Mg}^{++}\text{SO}_4^{--}$ ionpare lei dus daartoe dat meer dispersie in teenwoordigheid van SO_4^{--} -soute plaasvind as in die teenwoordigheid van ekwivalente konsentrasies Cl-soute.

Resultate wat betrekking het op die eksperiment waar verskillende tipes kalium bevattende soutoplossings vergelyk is word grafies in figuur 8.2 voorgestel. Uit hierdie voorstellings kan die volgende gevolgtrekkings gemaak word.

- Die mate van dispersie van monsters waarvan die ewewigsoplossing dieselfde hoeveelheid vry soute bevat varieer aansienlik afhangende van die tipe sout teenwoordig.
- Alkaliese toestande geassosieer met die CO_3 -soute het, soos verwag kan word, die meeste dispersie veroorsaak. Volgens Garrels & Christ (1965) is die assosiasiekonstantes tussen Ca- of Mg- en CO_3 ione relatief groot in vergelyking met ander anione. Die Ca of Mg wat dus deur K verplaas word vorm dus redelik stabiele ionpare met die CO_3 ione en verlaag die vermoë van die sisteem om dispersie en swelling te verhoed. Hierbenewens het die CO_3 ook oplossing van die organiese materiaal in die monster tot gevolg gehad (soos weerspieël deur 'n donkerbruin kleur van die boliggende vloeistof). Die oplossing van die organiese materiaal het bygedra tot die laer strukturele stabiliteit van hierdie behandeling.
- Die toename in dispersie met toename in soutkonsentrasie van die Mg-versadigde monster vir beide CO_3 - en HCO_3 - soute is nie geredelik verklaarbaar nie. Dit is moontlik dat meer alkaliese toestande by die hoër soutkonsentrasie ontwikkel en gevolglik



FIGUUR 8.2 - Die invloed van K-oplossings met verskillende anione op die mate van koagulasie en dispersie van 'n alluviale vertisol monster by verskillende soutkonsentrasies. Lesings is geneem 1 uur (a en c) en 2,5 uur (b en d) nadat die suspensies geskud is. (Ca-versadig (—); Mg-versadig (---)).

aanleiding gee tot gedeeltelike oplossing van die organiese materiaal en verswakking van die organiese binding tussen kleideeltjies.

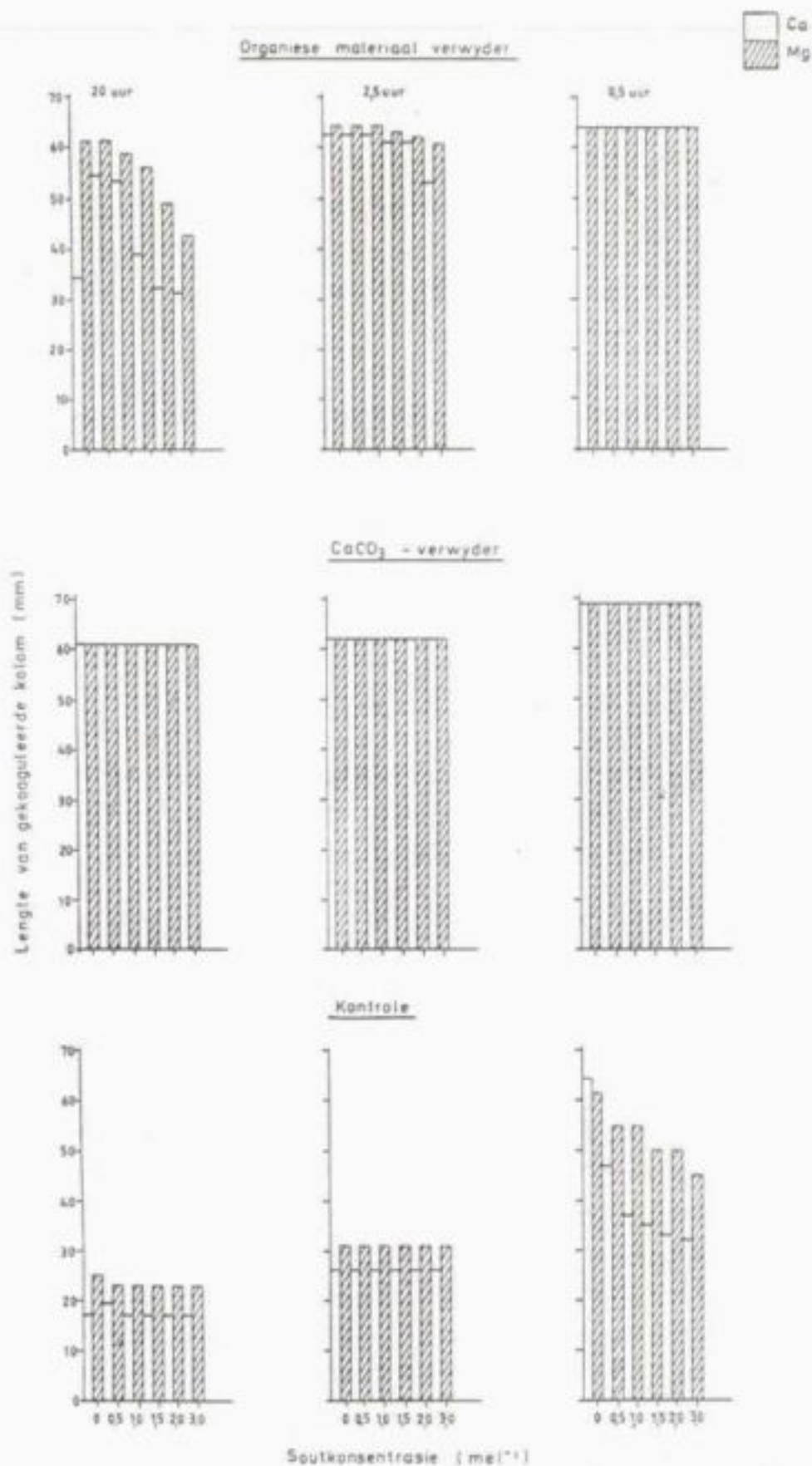
- In teenstelling met die voorafgaande eksperiment waartydens die invloed van CaSO_4 en CaCl_2 vergelyk is, dit wil sê waar die soute in verbinding met 'n divalente kation was, gee die Cl^- -sout in verbinding met monovalente kalium aanleiding tot 'n groter mate van dispersie as die SO_4^{2-} -sout.
- Geen wesenlike verskille in dispersie kom tussen die Cl^- , H_2PO_4^- en NO_3^- -soute voor nie.
- Dis belangrik om op te let dat die Ca -versadigde monsters feitlik deurgaans, behalwe in gevalle waar CO_3^{2-} en HCO_3^- -soute teenwoordig was, tot meer dispersie aanleiding gee. Soos elders bespreek word is die differensiële oplossing van konkresies, waardeur 'n groter hoeveelheid elektroliete in die Mg -sisteem vrygestel word, die belangrikste oorsaak van hierdie verskynsel.
- In weerwil van die hoër vrystelling van elektroliete in die Mg -sisteem is die koagulasie van die Mg -versadigde monsters deurgaans hoër as die van die Ca -versadigde monsters. Hierdie verskynsel weerspieël weereens die moontlikheid dat verskillende toestande en meganismes aanleiding gee tot dispersie en koagulasie.
- 'n Verdere opvallende kenmerk is dat die koagulasie (figure 8.2c en 8.2d) toeneem met soutkonsentrasie. Uitruiing van divalente katione op die kleikompleks met monovalente kalium in die soutoplossings veroorsaak dus 'n verhoging in die dikte van die diffuse dubbellaag en gevolglik 'n groter afstand tussen die parallel georiënteerde aangrensende klei-oppervlakke.
- Die relatiewe verskille in die invloed van hoë soutkonsentrasies op koagulasie is waarskynlik geassosieerd met verskillende vlakke van alkalinasie.

8.3.5.2. Die invloed van organiese materiaal en Ca-karbonaat

Vorbereiding van monsters: Organiese materiaal en CaCO_3 is uit die onbesproeiende alluviale vertisol (Vertisol A) verwyder deur byvoeging van genoegsame hoeveelhede H_2O_2 en HCl respektiewelik. Veertig gram van submonsters van hierdie behandelings en 'n kontrole monster is onderskeidelik met CaCl_2 en MgCl_2 versadig. Die behandelings is uitgevoer soos bespreek onder afdeling 8.3.4 en 8.3.5.1 van hierdie hoofstuk.

Resultate en bespreking.: Die variasie in koagulasie met tyd van die suspensies in die proefbuis, met verskillende soutkonsentrasies, word in figuur 8.3 getoon. Gevolgtrekkings wat uit hierdie resultate gemaak kan word is.

- Die omvang van koagulasie is dieselfde in die behandelings waar organiese materiaal of CaCO_3 verwyder is maar is betekenisvol meer as in die kontrole behandeling. Beide organiese materiaal en CaCO_3 dra dus by tot die voorkoming van swelling van grond.
- Koagulasie is relatief meer vir die Mg- as vir die Ca-behandeling in die geval van die kontrole monsters asook vir die behandeling waar organiese materiaal verwyder is. By die kontrole monster is die verskil aanvanklik groot maar verminder met verloop van tyd. Die teenoorgestelde naamlik 'n toename in die verskil in koagulasie tussen die Ca- en Mg-suspensies met tyd, geld vir die behandeling waar die organiese materiaal verwyder is. Op grond van hierdie resultate kan die gevolgtrekking gemaak word dat die fisiese toestand van grond in die afwesigheid van organiese materiaal, betekenisvol beïnvloed word deur Mg-versadiging. In teenstelling hiermee is die groter negatiewe invloed van Mg, soos gemanifesteer in 'n groter mate van koagulasie in vergelyking met die Ca-monsters minder opvallend in die monsters met organiese materiaal (kyk kontrole monster - 20 uur lesing). In hierdie monster word die verskille in koagulasie tussen die Ca- en Mg-monsters binne 'n betreklik kort tydperk nadat die monsters geskud is, opgehef.



Figuur 8.3 Die invloed van die verwydering van organiese materiaal of CaCO_3 op die verwantskap tussen koagulasie en soutkonsentrasie in suspensies van 'n Ca- of Mg- versadigde alluviale vertisol. Lesings is geneem 0,5 uur, 2,5 uur en 20 uur nadat die suspensies geskud is.

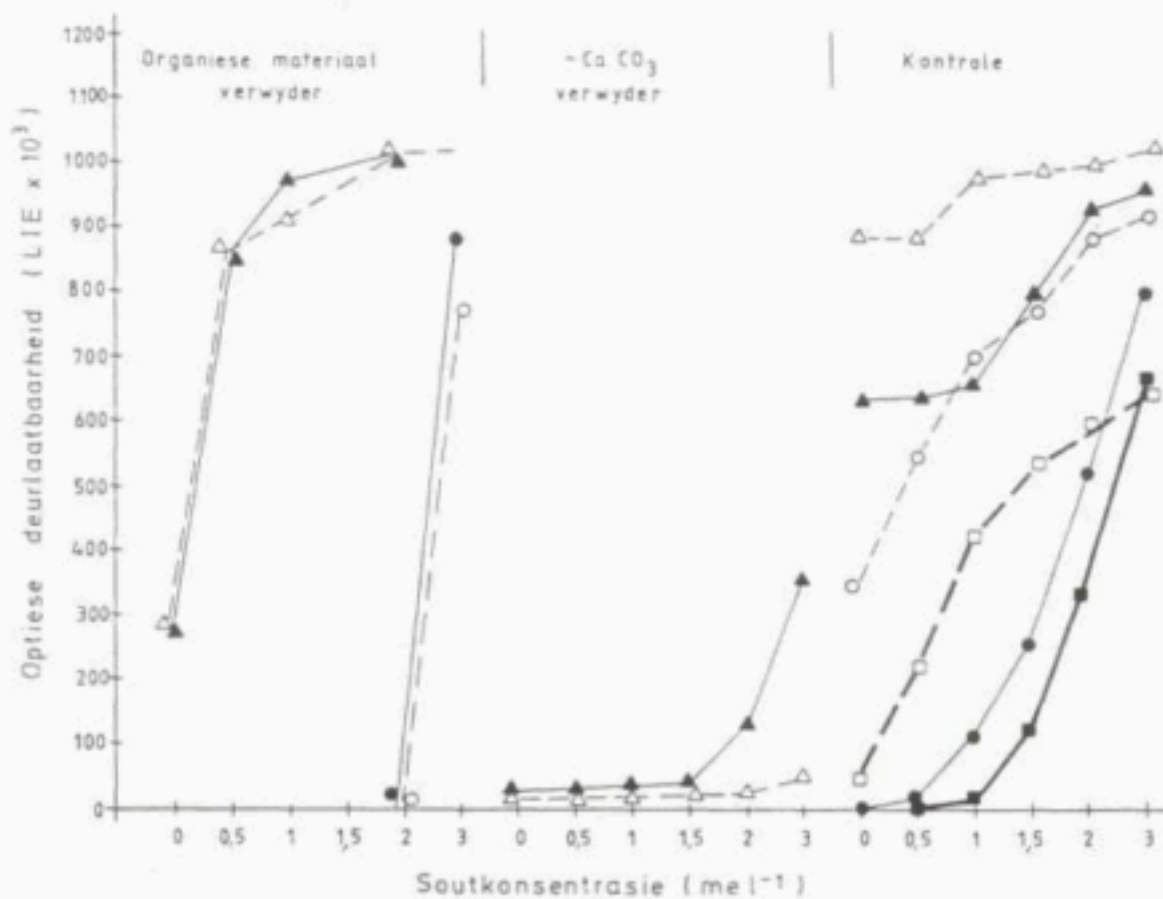
- Koagulasie is feitlik deurgaans maksimaal vir die behandeling waar CaCO_3 verwyder is. Tydens die verwydering van die CaCO_3 met HCl het daar egter 'n verandering in die ladingseienskappe van die klei in die monster plaasgevind aangesien die pH van hierdie behandeling, selfs met Mg - en Ca -versadiging nie bo 'n waarde van 4,7 verhoog kon word nie. Hierdie lae pH-waardes is in skerp teenstelling met die baie hoë waardes wat in die geval van ander behandelings verkry is. Dit was dus nie duidelik of die hoë mate van koagulasie slegs toeskryfbaar is aan die afwesigheid van CaCO_3 nie, aangesien moontlike veranderinge in die interne kleistruktuur, geassosieer met 'n goed gebufferde lae pH, ook 'n rol kan speel. In 'n hieropvolgende eksperiment is die CaCO_3 met verdunde asynsuur oplossings verwyder. 'n Minder drastiese afname in die pH is met hierdie behandeling verkry. Origens was die resultate in teenwoordigheid van die koagulasie van die monsters dieselfde. Die verwydering van CaCO_3 veroorsaak dus 'n aansienlike toename in swelvolume van deeltjies in suspensie.

Dit is ook insiggewend om te let op die geringe, maar algemene, verlaging in pH met verhoging van die soutkonsentrasie van die verskillende behandelings (Tabel 8.1). Hierdie verskynsel is waarskynlik die gevolg van die voorkoms van 'n vloeistof-kontak potensiaalverskil tussen die kalomel elektrode en die vloeistof in suspensie (Linnet, 1970).

Die invloed van die verskillende behandelings op dispersie word in figuur 8.4 aangetoon. Hiervolgens wil dit voorkom asof veral die verwydering van CaCO_3 dispersie bevorder aangesien die optiese deurlaatbaarheid in die afwesigheid van CaCO_3 heelwat laer is as selfs vir die behandeling waar organiese materiaal verwyder is. Die mate van dispersie by die hoër soutkonsentrasies, na verloop van 20 uur, is grootliks dieselfde vir die kontrole en die behandeling waar organiese materiaal verwyder is.

TABEL 8.1 - Variasie in die pH-waardes van verskillend behandelde suspensies, 20 uur nadat die suspensies voorberei is.

Behandeling	Toegevoegde soutkonsentrasie (me g l^{-1})	Ca-suspensie	Mg-suspensie
Kontrole	0	8,55	9,10
	0,5	8,75	9,20
	1,0	8,75	9,17
	1,5	8,70	9,16
	2,0	8,68	8,99
	3,0	8,65	8,99
CaCO ₃ verwyder	0	4,67	4,52
	0,5	4,51	4,40
	1,0	4,45	4,34
	1,5	4,44	4,26
	2,0	4,37	4,21
	3,0	4,32	4,16
Organiese materiaal verwyder	0	9,55	9,0
	0,5	9,31	8,98
	1,0	9,22	8,97
	1,5	8,94	8,86
	2,0	9,23	8,46
	3,0	9,01	8,80



FIGUR 8.4 - Die relatiewe dispersie, by verskillende soutkonsentrasies, van monsters waaruit organiese materiaal of CaCO_3 verwyder is. Lesings is geneem 0,5 uur (■); 2,5 uur (●) en 20 uur (▲) nadat die Ca- (—) of Mg- (---) versadigde suspensies geskud is.

Mg- of Ca-versadiging het skynbaar geen differensiële invloed op die mate van dispersie in die afwesigheid van organiese materiaal of CaCO_3 gehad nie. By die kontrolemonsters is daar egter 'n duidelike verskil tussen die twee behandelings (Figuur 8.4). Dit wil voorkom asof die Ca-behandeling groter dispersie teweegbring (laer optiese deurlaatbaarheid). Verdere ondersoeke van hierdie verskynsel het egter aan die lig gebring dat die soutkonsentrasie van die Mg-suspensie hoër was as vir die Ca-suspensie. Die verklaring vir die differensiële verhoging in soutkonsentrasie, wat saamhang met die verskille in dispersie tussen die twee behandelings, kan aan die hand van die data in tabel 8.2 as volg bespreek word.

TABEL 8.2- Die katioonsamestelling en soutkonsentrasies van die boliggende vloeistof van verskillend behandelde suspensies in 'n ewewigstoestand. Alluviale monster A is gebruik.

BEHANDELING	Katideon in suspensie	Ca	Mg ($\text{me } \text{L}^{-1} \text{K}$)			Na	Totale soute	EG $\text{mS } \text{m}^{-1}$
Kontrole	Ca	1,8	0,11	0,03		0,10	2,04	15,2
	Mg	0,11	2,10	0,14		0,09	2,44	19,4
Organiese materiaal verwyder	Ca	1,75	0,06	0,02		0,08	1,91	16,7
	Mg	0,04	1,84	0,11		0,08	2,07	16,5
CaCO_3 verwyder	Ca	1,13	0,03	0,03		0,14	1,33	13,3
	Mg	0,00	0,29	0,11		0,11	1,26	12,6

- Die EG van die boliggende vloeistof van die kontrole monster is beduidend hoër vir die Mg- as vir die Ca-behandeling. Dit is in ooreenstemming met die totale konsentrasie katione.
- Die elektroliet konsentrasie van die Ca-versadigde monster is minder vir die kontrole monster as vir die monsters waar die organiese

materiaal en CaCO_3 verwyder is. Daar is nie 'n betekenisvolle verskil in elektrolietkonsentrasie tussen die Ca- en Mg-versadigde monsters vir die laasgenoemde behandelings nie.

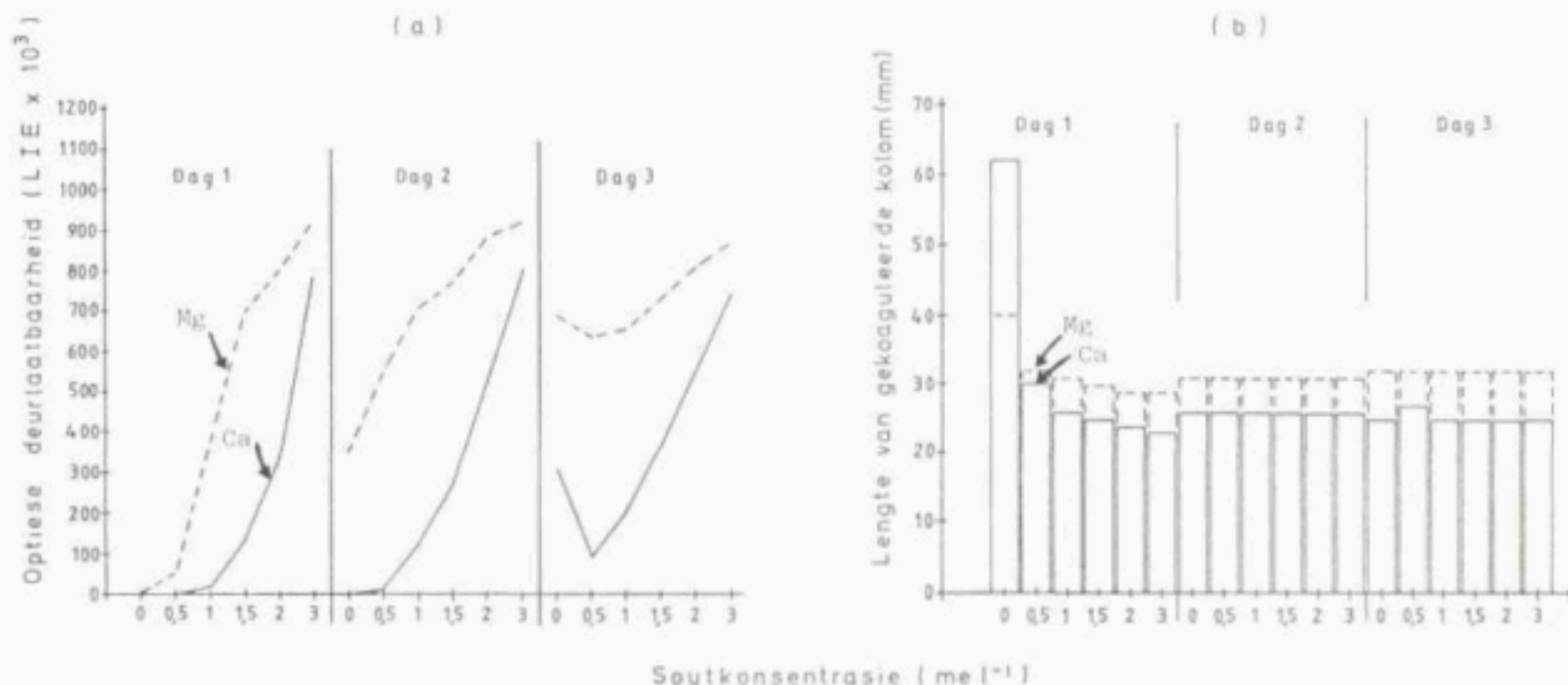
- Meer Mg kom in die ewewigsoplossing van die Mg-behandeling in die kontrole monster voor as wat daar Ca in die ewewigsoplossing van die Ca-behandeling voorkom. Alhoewel die monsters ses keer met 'n 1N oplossing gewas is dui hierdie verskynsel aan dat die oplossing van die CaCO_3 -konkresies genoegsaam is om as 'n betekenisvolle bron van Ca te dien. 'n Groot gedeelte van die Ca wat uit die konkresies vrygestel word, word dan ten koste van die Mg geadsorbeer sodat 'n relatiewe oormaat Mg aan die ewewigsoplossing vrygestel word. Hierdeur word 'n groter hoeveelheid elektroliete in die Mg-sisteem vrygestel. Dit gee aanleiding tot samedrukking van die dubbellaag en 'n afname in dispersie.
- Die bydrae van die differensiële oplossing van konkresies kan duidelik gesien word in die behandeling waar die CaCO_3 verwyder is en waar geen verskil in die EG van die ewewigsoplossing van die Mg- of Ca-versadigde behandelings voorkom nie.
- Dit is nie duidelik waarom differensiële oplossing van CaCO_3 konkresies nie ook in die behandeling waar organiese materiaal verwyder is, 'n verskil in die EG van die ewewigsoplossing veroorsaak het nie. Moontlik buffer die organiese materiaal die uitrui-kompleks en verhoed sodoende voortdurende oplossing van die konkresies wat Ca vir die vervanging van Mg op die uitrui-kompleks sou voorsien.

Na aanleiding van hierdie resultate is dit duidelik dat die teenwoordigheid van CaCO_3 deur elektrolietvrystelling dispersie onderdruk in Mg-versadigde monster. Die monster wat hier gebruik is bevat groot hoeveelhede CaCO_3 (ongeveer 0,05 g per gram grond) en daarom is dispersie in die kontrole monster laer vir die Mg-behandeling. Verwydering van hierdie CaCO_3 (Figuur 8.4) veroorsaak dat dispersie relatief hoër is vir die Mg-behandeling.

Oënskynlik het die groter omvang van elektrolietvrystelling in die Mg-behandeling egter geen invloed op die relatiewe mate van koagulasie van die twee behandelings nie (Figuur 8.3) en is die Mg-versadigde suspensie meer gekoaguleer. Hierdie gevolgtrekking word bevestig deur die data in figuur 8.5b waaruit blyk dat die mate van koagulasie oor 'n tydperk van drie dae nie betekenisvol verander het nie in weerwil van 'n toename in die EG van die ewewigsoplossing oor die drie dae (Tabel 8.3). Hierteenoor het die vrystelling van elektroliete 'n besliste invloed op dispersie (Figuur 8.5a) oor dieselfde tydperk. Uit hierdie figuur blyk duidelik dat die verskil in relatiewe mate van dispersie tussen die twee behandelings met tyd vergroot. Boonop vind daar ook skynbaar 'n mate van hidrolise plaas in gevalle waar gedeïoniseerde water by die suspensie gevoeg is aangesien die dispersie op die derde dag effens minder is met die laagste soutkonsentrasie. In hierdie geval veroorsaak die groter omvang van hidrolise in die Ca-versadigde monster 'n verbetering in optiese deurlaatbaarheid in vergelyking met die Mg-versadigde monster.

TABEL 8.3 – Elektrolietvrystelling oor 'n tydperk van drie dae as 'n funksie van die tipe geadsorbeerde katioon en die teenwoordigheid van organiese materiaal of CaCO_3 in alluviale vertisol monster A.

		EG (mS m^{-1})		
Geadsorbeerde katioon	Behandeling	Dag		
		1	2	3
Ca	Organiese materiaal verwyder	10,0	15,8	16,7
Mg		12,7	15,7	16,5
Ca	CaCO_3 verwyder	13,3	13,3	13,3
Mg		12,6	12,6	12,6
Ca	Kontrolle	9,2	12,4	15,2
Mg		11,7	17,0	19,4



FIGUUR 8.5 - Die invloed van differensiële oplossing van konkresies, soos weerspieël deur verandering met tyd, op die mate van dispersie (a) of koagulasie (b) van Ca- (—) of Mg- (----) versadigde suspensies. Metings is deurgaans gemaak 2,5 uur nadat die suspensies elke dag geskud is.

Die gesamentlike invloed van differensiële oplossing van konkresies en tot 'n mindere mate hidrolise kan dus, in grond wat vir 'n redelik lang tydperk naby versadiging verkeer, lei tot 'n aansienlike verskil in die relatiewe volume gedispergeerde materiaal wat in suspensie bly in Mg- of Ca-versadigde grond. Koagulasie van deeltjies word egter nie beïnvloed deur klein verskille in die EG van ewewigsoplossings, wat gepaardgaan met die oplossing van konkresies, nie en die mate van koagulasie is groter in die geval van die Mg-behandeling.

8.3.5.3. Die invloed van verskillende hoeveelhede konkresies

Inleiding: In die voorafgaande afdeling is aangetoon dat soutvrystelling, as gevolg van die oplossing van konkresies, 'n belangrike invloed het op die eienskappe van suspensies van verskillende behandelings. Dit was gevolglik nodig om te bepaal hoedanig soutvrystelling en die gepaardgaande veranderinge in suspensie-eienskappe, varieër met monsters wat verskillende hoeveelhede konkresies bevat.

Vorbereiding van monsters: Submonsters van alluviale vertisol monster A is gemeng met gesifte konkresies (0,5 tot 2,0 mm groot) om wisselende persentasies konkresies van 5,0; 12,5 en 25 persent van die totale massa van die monster te bewerkstellig. Submonsters hiervan is versadig met CaNa- en MgNa-oplossings met NAV waardes van 2 en 10. Nadat al die vry soute uitgewas is en gedispergeerde suspensies van die submonsters sodoende verkry is, is 'n 5ml ekstrak van die verskillende behandelings onmiddellik onttrek, 5ml van een van die soutoplossings met verskillende konsentrasies bygevoeg en die optiese deurlaatbaarheid en koagulasie op verskillende dae, telkens 16 uur nadat die suspensies geskud is, bepaal.

Resultate en bespreking: Die veranderinge in soutkonsentrasies, oor 'n tydperk van 136 uur, van die monsters wat verskillende hoeveelhede konkresies bevat word in Tabel 8.4 aangetoon. Daar was 'n bykans liniêre verhoging in soutkonsentrasie met tyd en daarom word slegs die waardes aan die begin en einde van die tydperk van 136 uur wat die eksperiment geduur het, getoon.

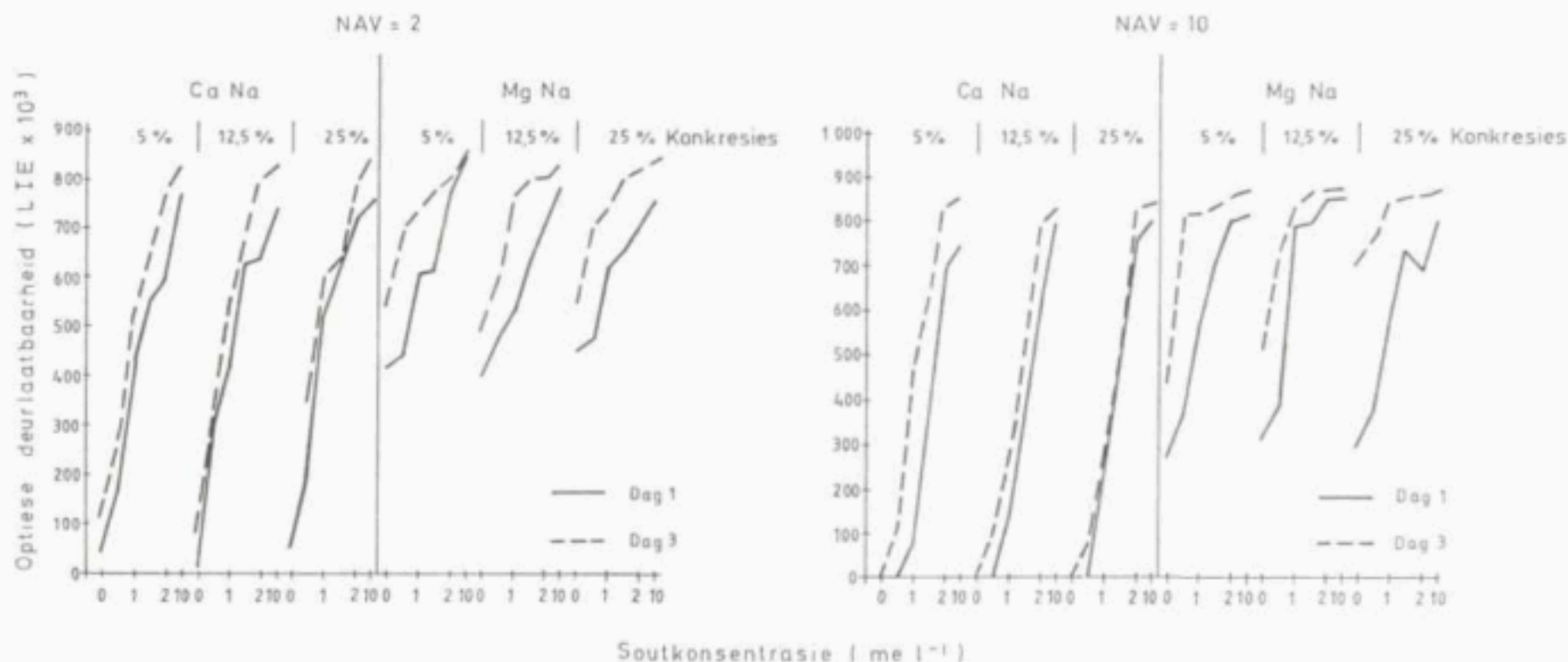
TABEL 8.4-Veranderinge in die soutkonsentrasie van suspensies van verskillende behandelings oor 'n tydperk van 136 uur.

Behandeling	5% CaCO_3		12,5% CaCO_3		25% CaCO_3	
	Begin	Einde	Begin	Einde	Begin	Einde
	EG (mS m^{-1})					
CaNa (NAV=2)	12,5	18,4	13,4	18,2	11,9	17,1
CaNa (NAV=10)	15,0	21,0	17,0	23,1	13,4	18,3
MgNa (NAV=2)	17,0	25,8	16,0	24,5	17,0	25,3
MgNa (NAV=10)	21,5	29,1	20,0	27,8	21,1	28,8

Die volgende aspekte kan beklemtoon word:

- Die aanvanklike soutkonsentrasie is deurgaans relatief hoër in die geval van die Mg-behandeling aangesien dit op 'n sekere stadium tydens voorbereiding van die monsters onmoontlik was om meer vry soute te verwyder omdat die suspensies te gedispergeerd was, selfs na sentrifugering. Die oplossing van CaCO_3 -konkresies vind dus onmiddellik plaas en veroorsaak dat die elektrolietkonsentrasie van die Mg-behandelings uit die staanspoor hoër is.
- Daar is deurgaans 'n toename in elektrolietkonsentrasie met 'n toename in die NAV-waarde van die oplossing waarmee die monsters versadig is. Geadsorbeerde Na dra dus betekenisvol by tot die oplossing van konkresies in beide Ca- en Mg-versadigde suspensies.
- Die persentasie CaCO_3 wat vooraf by die monsters gevoeg is het geen invloed gehad op die verskil in soutkonsentrasie aan die begin en aan die einde van die eksperiment nie. Die rede hiervoor is waarskynlik omdat 5 persent konkresies reeds genoeg is om te voldoen aan die potensiële oplosbaarheid van CaCO_3 in die volume vloeistof wat gebruik is. Die eksperiment is gevolglik herhaal met kleiner persentasies CaCO_3 om 'n moontlike drumpelwaarde in die oplosbaarheid van die CaCO_3 -konkresies vas te stel.
- Die relatiewe toename in soutkonsentrasie met tyd was groter in die Mg as in die Ca-versadigde monsters. Selfs na die aanvanklike voorbereiding was daar dus 'n groter mate van oplossing van die konkresies en gepaardgaande soutvrystelling in die Mg-suspensie in vergelyking met die Ca-suspensies.

Hierdie aspekte is tot 'n meerdere of mindere mate gemanifesteer in die omvang van dispersie en koagulasie wat met die verskillende behandelings verkry is. Vir die evaluering van die verandering in dispersie met verandering in soutkonsentrasie is die variasie in optiese deurlaatbaarheid van die verskillende suspensies oor 'n tydperk van drie dae gemeet. Die suspensies is elke dag geskud en die optiese deurlaatbaarheid na 16 uur bepaal. Die invloed van die verskillende behandelings op dispersie van die monsters word grafies voorgestel in figuur 8.6. Aangesien die



FIGUUR 8.6 - Die invloed van verskillende hoeveelhede CaCO₃-konkresies op die verwantskap tussen optiese deurlaatbaarheid en soutkonsentrasie van 'n alluviale-vertisol monster. Die monster is versadig met CaNa- of MgNa-oplossings met verskillende NAV-waardes. Lesings is elke dag 16 uur nadat die suspensies geskud is, geneem.

resultate van dag 2 intermediêr was aan die van dae 1 en 3 word slegs die resultate vir dag 1 en 3 getoon. Die belangrikste gevolgtrekkings wat hieruit voortspruit is:

- Die aanvanklike verskil in soutkonsentrasie van die Ca- of Mg-versadigde suspensies het die grootste verskil ten opsigte van die mate van gedispergeerdheid van die twee behandelings veroorsaak.
- Die grootste verandering (verlaging in dispersie) met tyd het in Mg-suspensies plaasgevind.
- Die omvang van Na-versadiging het oënskynlik geen invloed op die verskil in die omvang van dispersie tussen Mg- en Ca-behandelings tot gevolg gehad nie. 'n Toename in NAV het egter toenames in die mate van dispersie vir elke behandeling veroorsaak.
- Met verloop van tyd het die gesuspenseerde deeltjies toenemend geflokkuleer soos wat die elektroliete wat deur oplossing van konkresies vrygestel is, verhoog het.

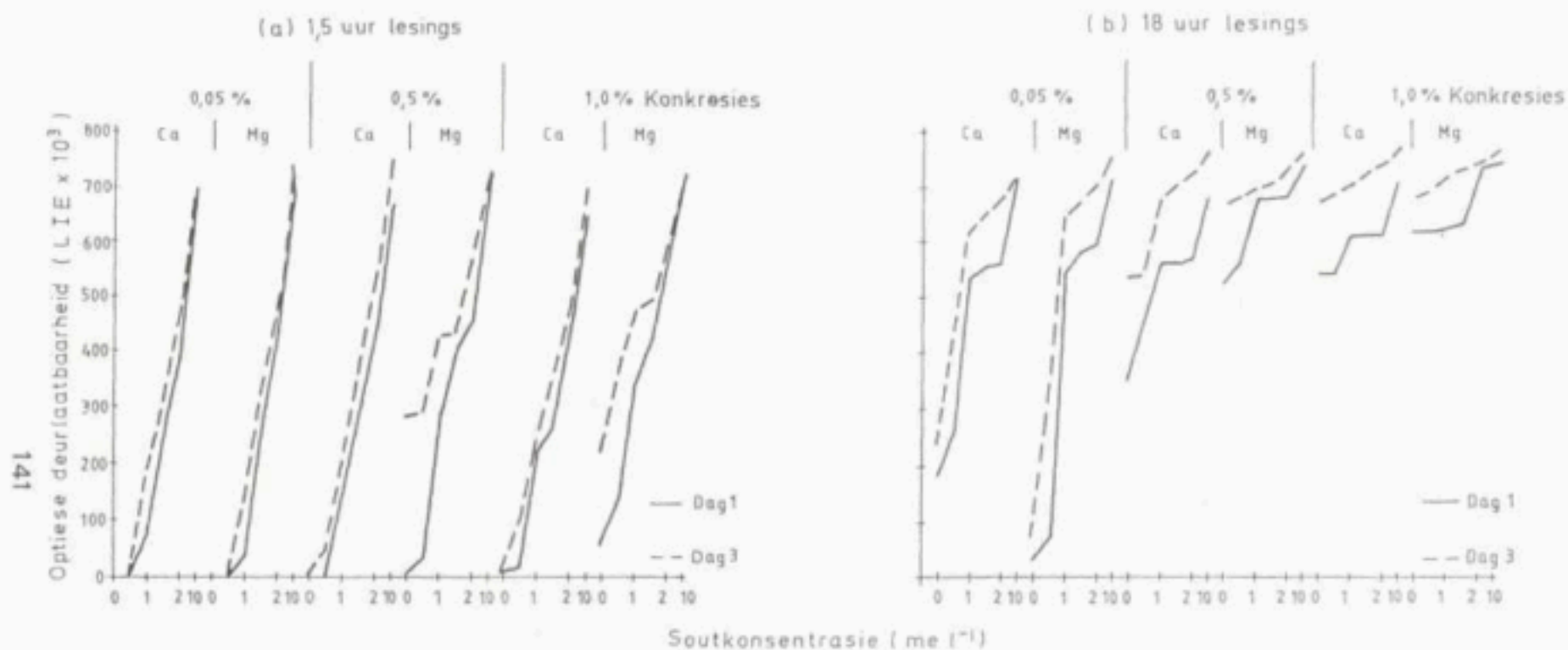
Die invloed van differensiële vrystelling van elektroliete, deur die oplossing van konkresies, op die koagulasie van suspensies was minder opmerklik. Die verskil in koagulasie tussen die Mg- en Ca-behandelings is weglaatbaar klein en die afname met verloop van tyd, as gevolg van elektroliet vrystelling, is relatief min.

Aangesien vyf persent konkresies meer is as die drumpelwaarde waaronder dispersie plaasvind is die eksperiment herhaal met kleiner persentasies konkresies. 'n Inherente probleem van so 'n eksperiment is dat dit moeilik is om die konsentrasie van konkresies te reguleer in monsters waar daar reeds substansiële hoeveelhede teenwoordig is. Gevolglik is besluit om die eksperiment eerder voort te sit met 'n suiwer kleimonster (waarin nontroniet die dominante kleimineraal is). Drie sub-monsters is gemeng met konkresies sodat dit respektiewelik 0,05; 0,5 en 1,0 persent bevat. Die monsters is hierna elk met Mg of Ca versadig, vry soute is uitgewas en die mate van swelling is op drie opeenvolgende dae op verskillende tye nadat die suspensies geskud is, bepaal.

Soos in die voorafgaande eksperiment het die vrystelling van elektroliete nie 'n beduidende invloed gehad op die omvang van koagulasie in die verskillende suspensies nie. By die lae soutkonsentrasies was die Ca- en Mg- suspensies van die gronde wat met 0,05 persent gemeng is egter duidelik meer as vir die monsters wat 0,5 persent en meer konkresies bevat het.

Uit die resultate van die dispersiemetings (Figuur 8.7) blyk dit egter duidelik dat differensiële soutvrystelling 'n merkbare invloed op die omvang van dispersie gehad het. Die belangrikste gevolgtrekking wat uit figuur 8.7 gemaak kan word is:

- Die kleinste hoeveelheid konkresies (0,05 persent) was nie voldoende om dispersie by lae soutkonsentrasies te onderdruk nie. Aangesien hierdie klein hoeveelheid konkresies nie 'n wesenlike bydrae tot die vrystelling van elektroliete kon lewer nie was die Mg-sisteem meer gedispergeerd by die lae soutkonsentrasies (vergelyk die metings wat 18 uur nadat die suspensies geskud is, gemaak is). Hierdie verskynsel beklemtoon duidelik die belangrikheid van die konkresies op die invloed van Mg. Waar onvoldoende hoeveelhede konkresies teenwoordig is om genoegsame elektroliete deur oplossing in 'n Mg-sisteem te voorsien is die Mg-sisteem meer gedispergeerd as die Ca-sisteem.
- Dispersie was aansienlik minder en het ook met verloop van tyd betekenisvol afgeneem vir die submonsters waarby 0,5 persent konkresies gevoeg is. Differensiële oplossing van die konkresies het daartoe bygedra dat meer elektroliete in die geval van Mg-versadigde suspensie vrygestel is. Dit is dus in teenstelling met die bogenoemde geval waar onvoldoende elektroliet vrystelling in die Mg-sisteem plaasgevind het en die Mg-sisteem meer gedispergeerd as die Ca-sisteem was. Gevolglik was dispersie minder vir die Mg-versadigde sisteem. Hierbenewens het die mate van dispersie, by die lae soutkonsentrasies, betekenisvol afgeneem soos wat die konkresies met verloop van tyd opgelos het en elektroliete vrygestel is. Vanweë die differensiële vrystelling van soute is koagulasie, vir die suspensies met die laagste soutkonsentrasie, relatief minder vir die Mg-behandeling.



FIGUUR 8.7 - Die invloed van verskillende hoeveelhede $CaCO_3$ -konkresies (0,05; 0,5 en 1,0%) op die verwantskap tussen optiese deurlaatbaarheid, Ca- of Mg-versadiging en soutkonsentrasies van 'n monster wat hoofsaaklik nontroniet-klei bevat. Lesings is geneem 1,5 uur en 18 uur nadat die suspensies geskud is.

- In die monsters met 1,0 persent konkresies was die omvang van dispersie minder as vir die Ca-behandeling met 0,5 persent konkresies maar nie betekenisvol minder vir die Mg-behandeling nie. Hiervolgens kan 'n konkresie-inhoud van 0,5 persent as 'n tentatiewe drumpelwaarde beskou word. Dit kan met ander woorde verwag word dat in gronde wat 0,5 persent of meer konkresies bevat die strukturele stabiliteit groter sal wees as gevolg van die differensiële vrystelling van elektroliete. Dit geld veral vir Mg-versadigde gronde.

Die elektriese geleidingsvermoë van suspensies wat gedurende hierdie eksperiment gemeet is word in tabel 8.5 getoon.

TABEL 8.5 Elektrolietvrystelling as 'n funksie van tyd, geadsorbeerde katioon en verskillende persentasies CaCO_3 -konkresies

Persentasie CaCO_3 -konkresies Geadsorbeerde katioon	0,05		0,5		1,0	
	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
	EG (mS m^{-1})					
Dag 1	7,4	7,3	8,4	12,7	9,6	11,1
Dag 2	11,1	9,8	14,6	21,8	16,0	21,2
Dag 3	17,4	15,9	21,5	30,0	22,4	28,5

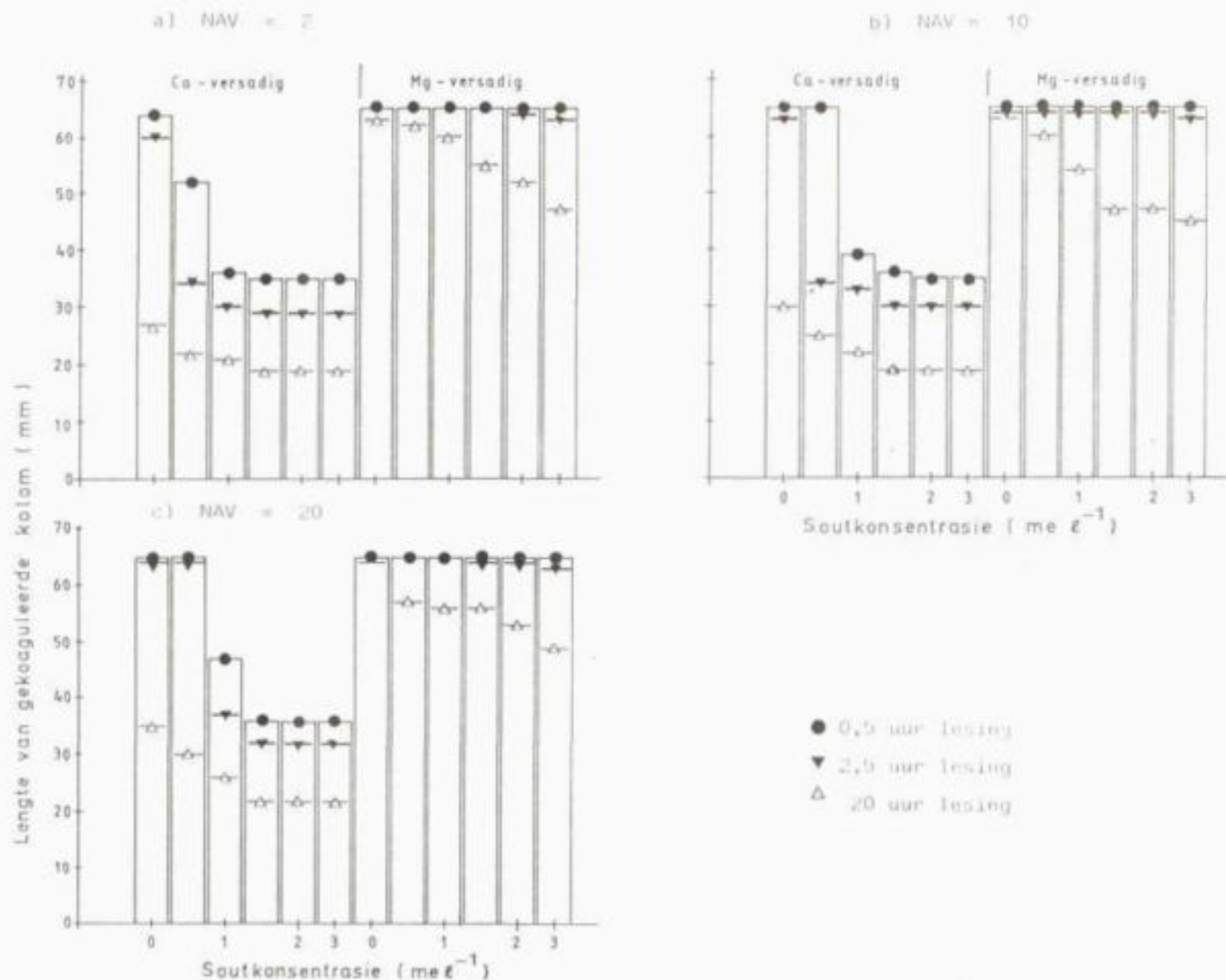
Die differensiële vrystelling van elektroliete in Mg- en Ca- versadigde sisteme word met hierdie data bevestig. Dit is egter insiggewend dat die mate waartoe elektroliete in Mg- versus Ca-sisteme vrygestel word eers betekenisvol verskil indien dit 'n konkresie-inhoud van 0,5 persent en hoër het. Met 'n konkresie-inhoud van meer as 0,5 persent is die EG van die Mg- behandelings gemiddeld 35 persent hoër as die van die Ca-suspensies. Die resultate van hierdie deel van die ondersoek bevestig dus onteenseglik dat elektrolietvrystelling, deur die oplossing van CaCO_3 konkresies, in Mg-versadigde suspensies, aanleiding gee tot 'n kleiner dispersie as in die geval van Ca-suspensies.

8.3.5.4. Die invloed van gemengde MgNa- en CaNa-versadiging.

Inleiding: In besproeiingsgebiede kom dikwels groot hoeveelhede Na saam met Ca en Mg in die besproeiingswater voor. Dit was gevolglik nodig om te kyk na die gedrag van gronddeeltjies in suspensie wat 'n kombinasie van CaNa of MgNa bevat.

Vorbereiding van monsters: Alluviale vertisol monster A is met gemengde MgNa- en CaNa- oplossings met NAV-waardes van 2, 10 en 20 versadig. Vry soute is verwyder deur die monsters herhaaldelik met gedeïoniseerde water te was. Chemiese ontleding van die monsters na voorbereiding het aangetoon dat relatief groot hoeveelhede Na tydens hierdie wasproses uit die grond verwyder is. Die werklike UNP-waardes van die monsters in suspensies was gevolglik heelwat laer as wat beoog is met die wassing met oplossings van NAV-waardes van 2, 10 en 20. Gemiddelde UNP-waardes van 0,5, 1 en 5 is in werklikheid respektiewelik verkry met wassing met oplossings met NAV-waardes van 2, 10 en 20. Hierdie probleem is in latere eksperimente te bowe gekom deur die vry soute te verwyder deur versadiging met oplossings met progressief laer totale konsentrasies (tot 0,001 N) terwyl die relatiewe hoeveelheid Na konstant gehou is. Alhoewel die resultate van hierdie eksperiment dus nie betrekking het op die invloed van UNP-waardes groter as 5 nie, is die tendense wat met 'n groter mate van Na-versadiging verkry is tog van waarde. Die spesifieke invloed van Na in uitruilbare persentasies groter as 5 persent word duidelik in die eksperimente waarin die hidroulise geleiding gemeet is (hoofstuk 8.4) hoofsaaklik aangetoon.

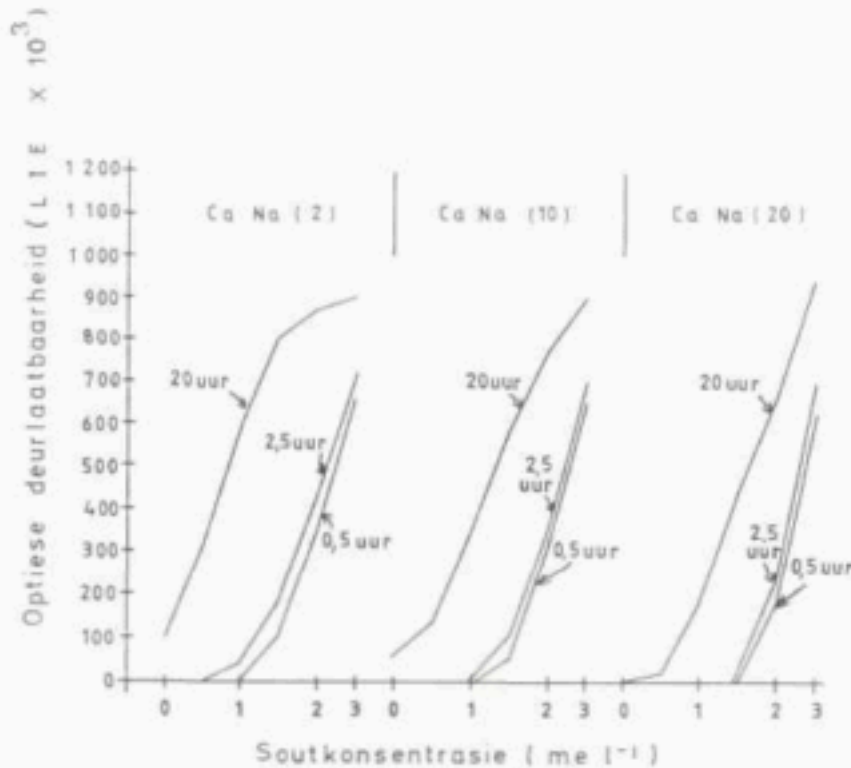
Resultate en bespreking: Die gemete mate van koagulasie in reaksie op die verskillende behandelings, word in figuur 8.8 geïllustreer. Dit is belangrik om op te let dat al die MgNa-behandelings meer gekoaguleer het as die CaNa-behandelings. Daar is nie 'n noemenswaardige toename in koagulasie met 'n toename in Na-versadiging nie, waarskynlik omdat daar selfs met die hoogste NAV-behandeling slegs ongeveer 5 persent Na geadsorbeer is. Die geleidelike vermindering in koagulasie met toename in soutkonsentrasie van die suspensies dui daarop dat daar nie 'n duidelike drumpelwaarde bestaan vir soutkonsentrasie waarby koagulasie in die Mg-suspensies betekenisvol verminder nie. In



FIGUUR 8.8 - Verwantskap tussen soutkonsentrasie, Ca- of Mg-versadiging, NAV van die oplossing waarmee die monsters versadig is en die koagulasie van suspensies van alluviale vertisol A op verskillende tye (0,5 uur; 2,5 uur en 20 uur) nadat die suspensies geskud is.

teenstelling hiermee is daar in die geval aan die CaNa-behandeling 'n meer drastiese afname in die mate van koagulasie by soutkonsentrasies van $1,0 \text{ me l}^{-1}$ en hoër. Vir die CaNa-behandeling is daar ook 'n meer betekenisvolle toename in koagulasie met 'n toename in Na-versadiging vir die suspensies waarin die soutkonsentrasie laag is.

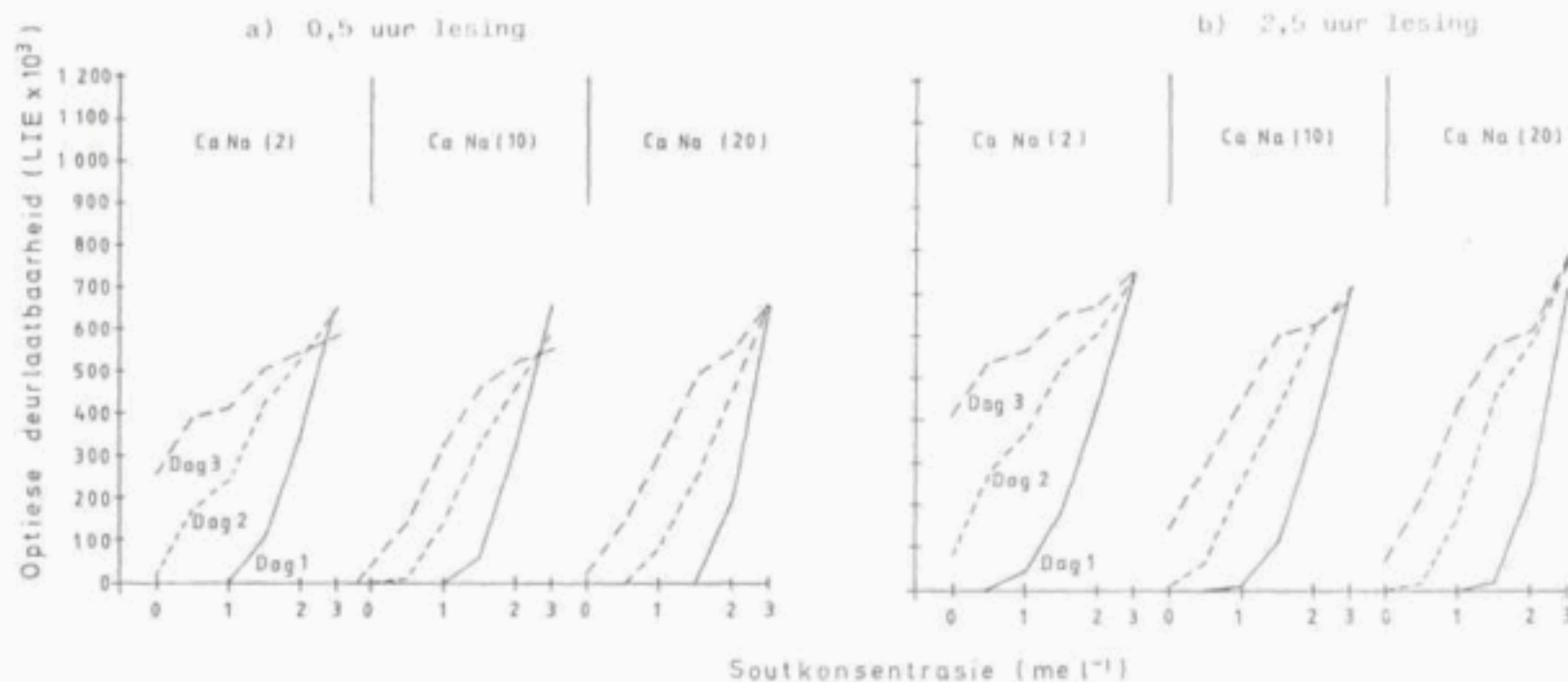
Die dispersie van kleideeltjies in die CaNa-versadigde suspensies, op verskillende tye nadat die suspensies geskud is, word in figuur 8.9 getoon. Geen data vir die optiese deurlaatbaarheid van die MgNa-behandelde suspensies is beskikbaar nie aangesien dit feitlik volledig gekoaguleerd was en dus 'n optiese deurlaatbaarheid van nul gehad het. Vir die CaNa-behandelde monsters is daar 'n duidelike toename in dispersie met 'n toename in die uitruilbare persentasie natrium.



FIGUUR 8.9 – Die verwantskap tussen soutkonsentrasie en dispersie van CaNa-versadigde monsters van alluviale vertisol monster A op verskillende tye (0,5; 2,5 en 20 uur) nadat die suspensies geskud is. Oplossings met NAV-waardes van 2, 10 en 20 is tydens versadiging gebruik.

Die invloed van 'n verhoging van die elektrolietkonsentrasie met tyd a.g.v. hidrolise en die moontlike differensiële oplossing van konkresies is in 'n parallelle eksperiment nagegaan. Daar was geen verskille in die mate van koagulasie van die monsters oor 'n tydperk van drie dae nie. Die vrystelling van bykomende soute met tyd (as gevolg van oplossing van konkresies en hidrolise) het dus geen invloed gehad op die omvang van koagulasie in die monsters nie. Die MgNa was deurgaans volledig (100 persent) gekoaguleerd by verskillende soutkonsentrasies terwyl daar 'n afname in die swelvolum van die CaNa monsters van ongeveer 100 tot 50 persent by soutkonsentrasie van respektiewelik 0 en 3 me l⁻¹ voorgekom het. In hierdie opsig is die resultate ietwat verskillend van eksperimente waar mono-ioniese Mg-behandelings gebruik is. In laasgenoemde geval was dit kenmerkend dat met 'n toename in EG van die suspensie met tyd en die dispersie matig afgeneem het as gevolg van 'n toename in die tempo van oplossing van die kalkkonkresies in die strewe van die sisteem na 'n balans in uitruilpotensiaal tussen Mg en Ca. Dit wil dus voorkom asof die gekombineerde effek van veral Mg en Na sodanig is dat die vrystelling van elektroliete nie voldoende is om flokkulasie te veroorsaak nie.

Vanweë die volledige koagulasie van die MgNa suspensies kon geen metings van dispersie gemaak word nie. Soutvrystelling as gevolg van Donna hidrolise het egter skynbaar 'n invloed op dispersie van die CaNa-behandeling gehad. Uit figuur 8.10 is dit duidelik dat dispersie met verloop van tyd (vgl. data van dag 1 tot 3) afneem as die soutkonsentrasie laag is. Volgens Weast (1975) is hidroulise 'n dubbele ontbindingsreaksie waarin water ontbind in waterstof en suurstof ione gepaardgaande met die vorming van 'n swak suur of basis of beide. Die waterstofione wat so vrygestel word kan dan 'n deel van die metaal katione op die uitruilkompleks vervang deur 'n proses genaamd Donnon hidrolise (Alperovitch et al, 1981). Hierdie proses veroorsaak dat die kolloidale klei-sisteem suurder word en die ewewigsoplossing meer alkalies (Marshall, 1964). Die feit dat die afname in dispersie veral betekenisvol is vir die suspensies met die twee laagste soutkonsentrasies versterk die vermoede dat hidrolise 'n rol speel. In die geval van die hoër soutkonsentrasies, is daar waarskynlik nie genoeg waterstofione teenwoordig om hidrolise te weeg te bring nie. Bykomende bewyse dat 'n meganisme van elektroliet vrystelling bestaan, word gevind in die EG



FIGUR 8.10 - Die verandering in dispersie met tyd in CaNa-sisteme met NAV-waardes van 2,10 en 20, by verskillende soutkonsentrasies, 0,5 uur en 2,5 uur nadat die suspensies geskud is.

van die verskillende behandelings, met 'n lae soutkonsentrasie, op verskillende dae na die oorspronklike bereiding van die gedispergeerde suspensies (Tabel 8.6).

TABEL 8.6 - Soutkonsentrasie in die suspensie van verskillende behandelings as 'n funksie van tyd

Geadsorbeerde katioon	NAV van oplossing waarmee monster versadig is	EG (mS m^{-1})		
		Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ca	2	13,9	20,0	22,0
Mg		11,6	18,8	21,4
Ca	10	12,7	18,4	21,1
Mg		12,2	20,2	23,6
Ca	20	12,8	18,4	21,3
Mg		12,0	19,5	25,7

Hiervolgens het die persentasie natriumversadiging nie 'n invloed op die omvang van hidrolise nie. Daar is egter 'n duidelike toename in die elektrolietkonsentrasie met tyd vir beide die Ca- en Mg-suspensies. Alhoewel Alperovitch et al (1981) aangetoon het dat hidrolise meer omvangryk is in die teenwoordigheid van Ca was daar in sommige gevalle 'n groter verryking met elektroliete in die Mg-suspensies. Hierdie verskynsel kan aan die bykomende effek van oplossing van konkresioneë materiaal toegeskryf word. Die verhoging in elektrolietkonsentrasie was dus grootliks verantwoordelik vir die afname in dispersie van die CaNa monsters met tyd. Alhoewel die omvang van elektroliet vrystelling selfs groter was in die Mg- as in die Ca-versadigde suspensies was die

vrystelling van elektroliete nie voldoende om die koagulerende effek van die MgNa- of CaNa-behandeling betekenisvol te verminder nie.

8.3.6. Eksperimente met litogenetiese vertisols.

Inleiding: Vertisols ontwikkel uit 'n verskeidenheid tipes moedermateriale. As gevolg van verskille in die mineralogiese samestelling van verskillende moedergesteentes is daar dikwels ook verskille in die eienskappe van die kleiminerale wat uit verskillende gesteentes of afsettings ontwikkel (Gillot, 1968). Ten einde die implikasie van moontlike verskille in mineralogie ten opsigte van die ontvanklikheid van die grond vir dispersie of swelling te evalueer was dit nodig om hierdie ondersoek uit te brei na monsters van vertisols wat uit 'n verskeidenheid moedermateriale ontstaan het.

In Suid-Afrika ontstaan vertisols hoofsaaklik uit vyf tipes moedermateriale nl. alluvium, moddersteen, noriet, doleriet, pirokseniet en basalt. Vir hierdie ondersoek is 'n alluviale vertisol (Monster A) van die Mooirivier vergelyk met monsters afkomstig van:

- Pirokseniet - van Pilanesberg.
- Moddersteen - Legkraal naby Pienaarsrivier.
- Noriet - noordoos van Northam.

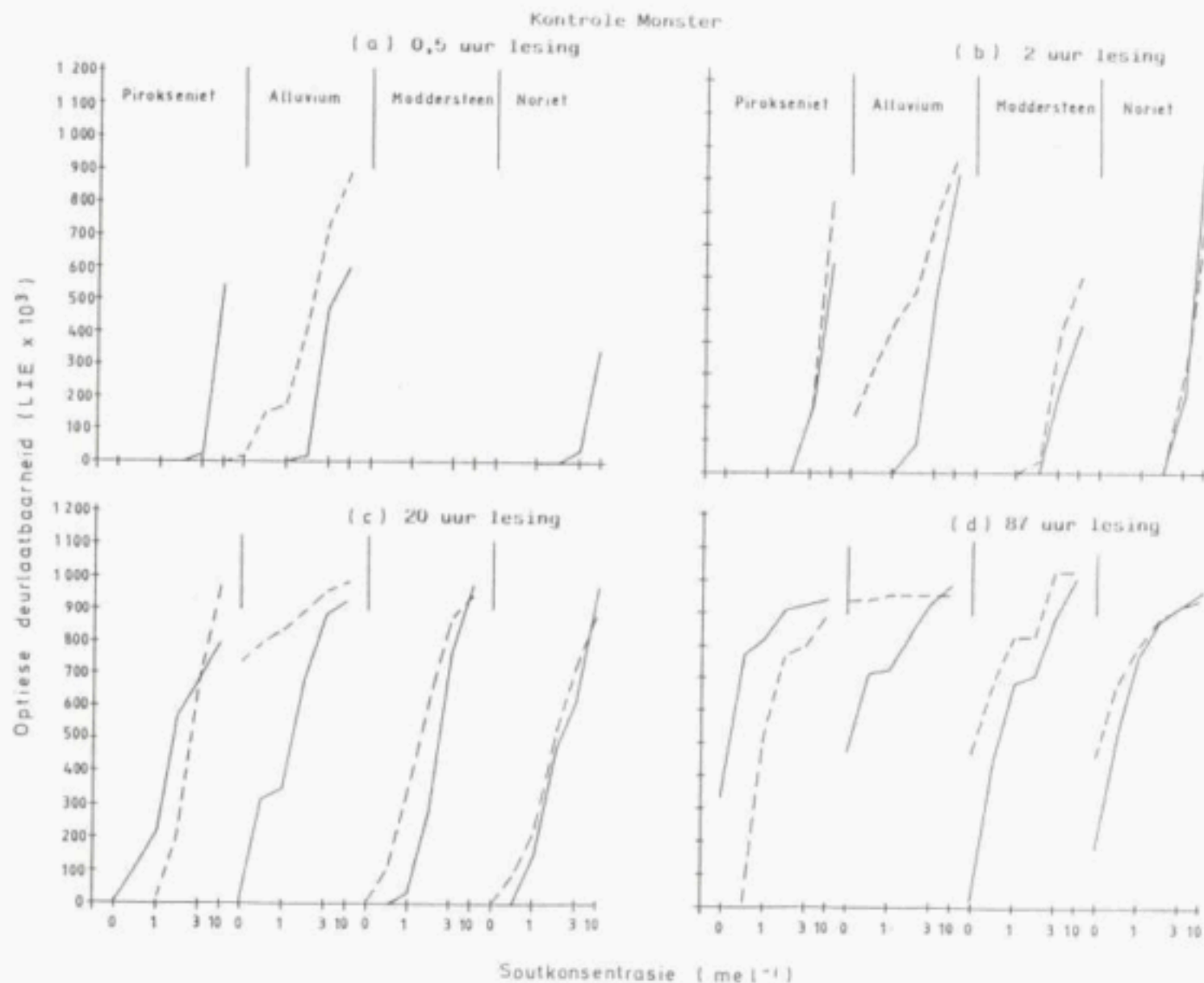
Die mineralogie en eienskappe van hierdie monsters is volledig beskryf deur Coetzee (1986). Soos in die voorafgaande besprekings aangetoon is beïnvloed die teenwoordigheid van organiese materiaal en CaCO_3 fisiese prosesse in suspensies. Hierdie komponente van grond is dus uit sub-monsters verwyder sodat die resultate vir die verskillende monsters op 'n meer vergelykbare vlak geëvalueer kon word.

Vorbereiding van monsters: Organiese materiaal is uit submonsters verwyder deur behandeling met H_2O_2 . In 'n tweede stel submonsters is die organiese materiaal sowel as $CaCO_3$ -konkresies (met HCl) verwyder. 'n Derde submonster is as kontrole gebruik en al drie monsters is hierna volgens die standaard-metode met Mg of Ca versadig en vry soute verwyder. In die bespreking wat hierna volg word, om omslagtigheid te vermy, word na pirokseniet-, alluviale-, noriet- en moddersteen-monsters verwys. Hiermee word in werklikheid bedoel die vertisol monster wat uit die verskillende moedermateriale ontstaan het.

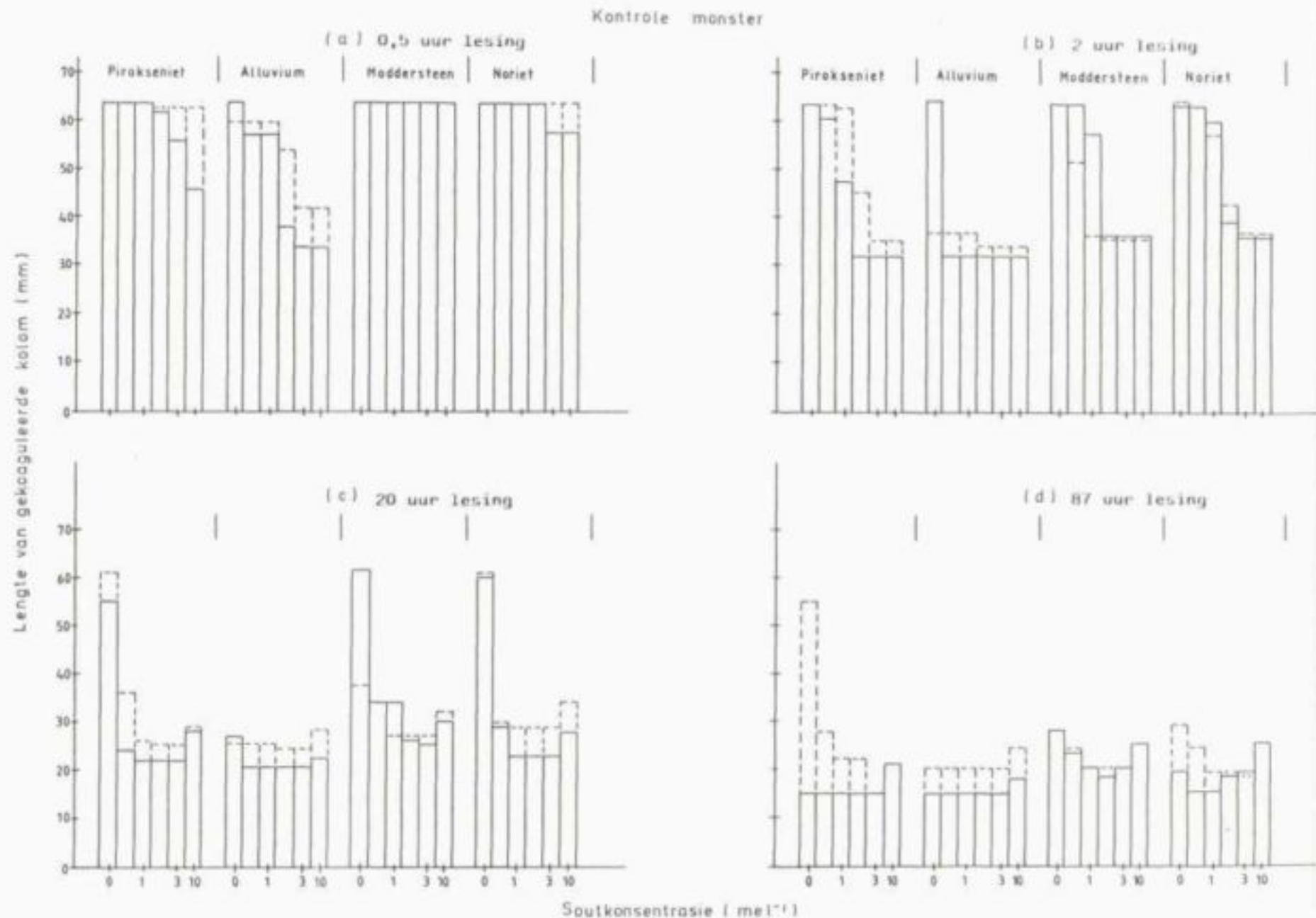
Resultate en bespreking: Die resultate van die meting van dispersie en koagulasie in suspensies van die verskillende monsters word in figure 8.11 tot 8.16 verskaf. Uit die figure blyk dit duidelik dat daar aansienlike verskille is in die mate waartoe Mg- of Ca-versadiging dispersie of koagulasie beïnvloed.

Die relatiewe dispersie van die kontrole monster is baie minder vir die alluviale vertisol as vir die litogenetiese vertisols (Figuur 8.11). Tussen die verskillende litogene vertisols is daar egter geen verskille soos blyk uit die feit dat grond wat op moddersteen ontwikkel het meer gedispergeer is en ook vir langer tye in 'n disperse toestand verkeer. Ca-versadiging veroorsaak in die alluviale monster en tot 'n mindere mate ook in die moddersteen-monster meer dispersie as Mg-versadiging. (Figuur 8.11d). Hierteenoor is die pirokseniet-monster meer dispersief in teenwoordigheid van Mg.

Soortgelyke tendense met betrekking tot die koagulasie van suspensies van die verskillende monsters is waargeneem (Figuur 8.12). Die belangrikste verskil is dat Mg-versadigde monsters van grond wat uit die moddersteen en noriet ontstaan het feitlik deurgaans, behalwe in die gevalle waar die soutkonsentrasie laag is, meer koaguleer. Koagulasie was na 87 uur die grootste in die geval van die grond wat op pirokseniet ontwikkel het. Dit is belangrik om daarop te let dat Mg in die geval van die alluviale, moddersteen en noriet monsters, minder dispersie maar meer koagulasie veroorsaak as die Ca-behandeling. Hierdie waarneming dui op die moontlike bestaan van verskillende prosesse wat dispersie en koagulasie beïnvloed, 'n verskynsel wat later in hierdie verslag bespreek sal word.



FIGUUR 8.11 - Die verwantskap tussen optiese deurlaatbaarheid (mate van dispersie) en soutkonsentrasie van suspensies van monsters wat uit verskillende moedermateriale ontwikkel het en met Ca- (—) of Mg- (---) versadig is. Lesings is geneem: 0,5 uur; 2 uur; 20 uur en 87 uur nadat die suspensies aanvanklik geskud is.



FIGUR 8.12 - Die verwantskap tussen die mate van koagulasie en soutkonsentrasie van monsters uit verskillende oorsprong versadig met Ca²⁺ (—) of Mg²⁺ (---). Lesings is geneem 0,5 uur; 2 uur; 20 uur en 87 uur nadat die suspensies aanvanklik geskud is.

Dispersie van die monsters waaruit die organiese materiaal verwyder is word in figuur 8.13 getoon. Hierdie resultate verskil nie wesenlik van die kontrole-behandeling nie alhoewel daar skynbaar 'n verandering in die relatiewe belangrikheid van die invloed van Mg- of Ca-versadiging op dispersie plaasgevind het. In die pirokseniet monster het die verwydering van organiese materiaal veroorsaak dat die Ca-behandeling meer dispersief was terwyl dit in die monster waar organiese materiaal teenwoordig was minder dispersief as die Mg-behandeling was. In die moddersteen en noriet monsters was die Mg-suspensie meer gedispergeerd as die Ca-suspensie. Hierdie verskynsel gee 'n aanduiding dat die teenwoordigheid van organiese materiaal die invloed van Mg verskans aangesien die Mg-suspensies minder gedispergeerd was in die kontrole monster waar organiese materiaal teenwoordig is (Figuur 8.11). Koagulasie van die deeltjies in suspensies van monsters waaruit organiese materiaal verwyder is (Figuur 8.14) verskil heelwat op verskillende tye nadat die suspensies geskud is en veral die Mg-versadigde monsters is deurgaans betekenisvol meer gekoaguleer. Dit geld veral vir die noriet, moddersteen en alluviale monsters.

Vir die monsters waar organiese materiaal sowel as CaCO_3 verwyder is, is die verskille in koagulasie (Figuur 8.15) tussen monsters van verskillende oorsprong betreklik min. Hieruit kan die gevolgtrekking dus gemaak word dat verskille in die hoeveelheid organiese materiaal en CaCO_3 -konkresies die belangrikste faktor is wat verskille in die omvang van koagulasie tussen vertisols van verskillende oorsprong veroorsaak. Dit is beduidend om daarop te let dat Mg-versadiging deurgaans tot meer dispersie (Figuur 8.16) en koagulasie (Figuur 8.15) aanleiding gee indien organiese materiaal en CaCO_3 verwyder is. Groot hoeveelhede Mg in die uitruilkompleks van gronde is dus potensieel nadelig vir die strukturele stabiliteit van die grond as min CaCO_3 en organiese materiaal teenwoordig is.

Die relatiewe belangrikheid van die differensiële vrystelling van soute deur verskillende monsters word in figuur 8.17 aangetoon. Hieruit is dit duidelik dat heelwat minder soute vrygestel word in die behandeling waar CaCO_3 verwyder is as in die ander twee behandelings. In die kontrole behandeling (Figuur 8.17a) word meer soute vrygestel in die Mg-versadigde monsters. Dit kan toegeskryf word aan die groter mate van

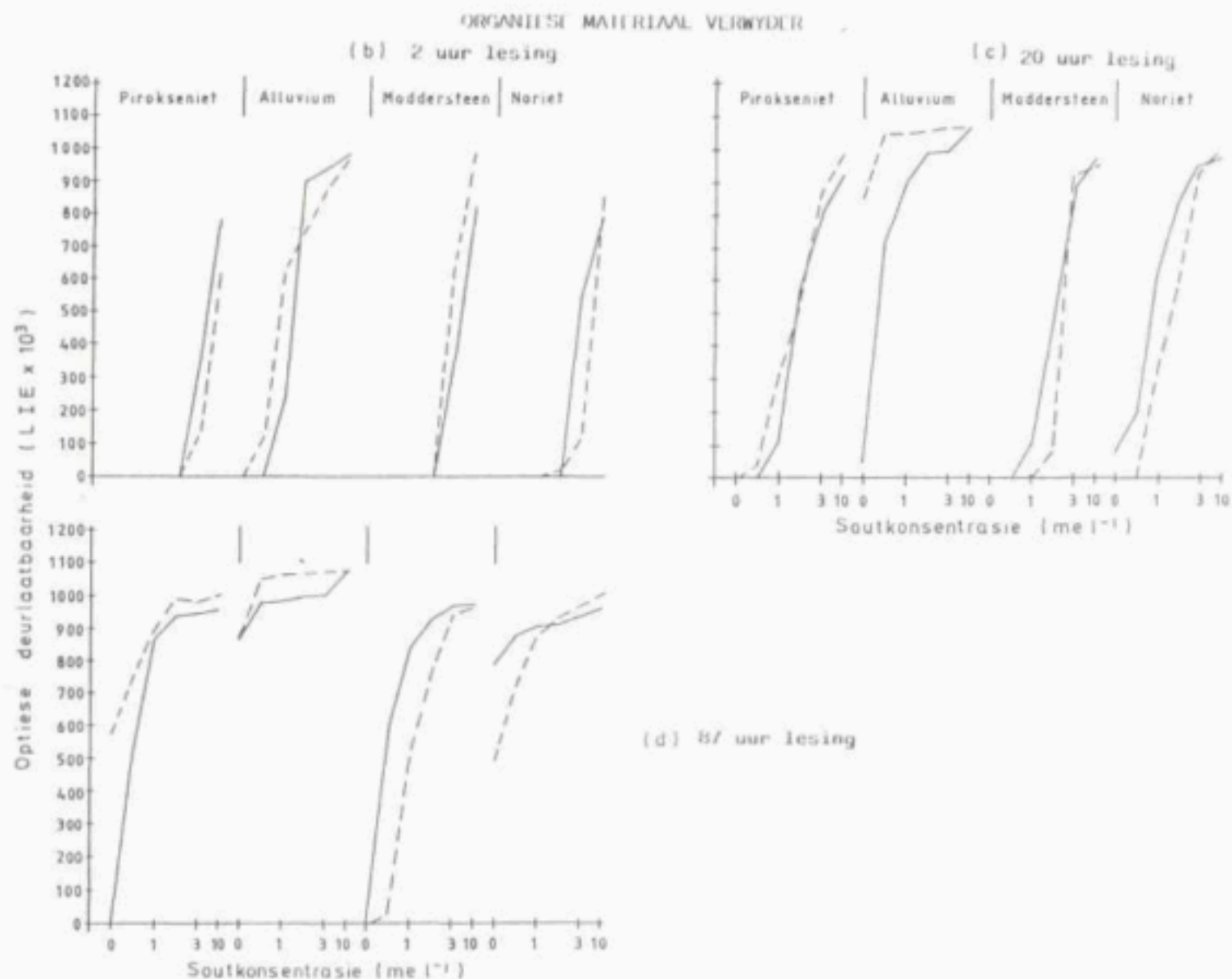
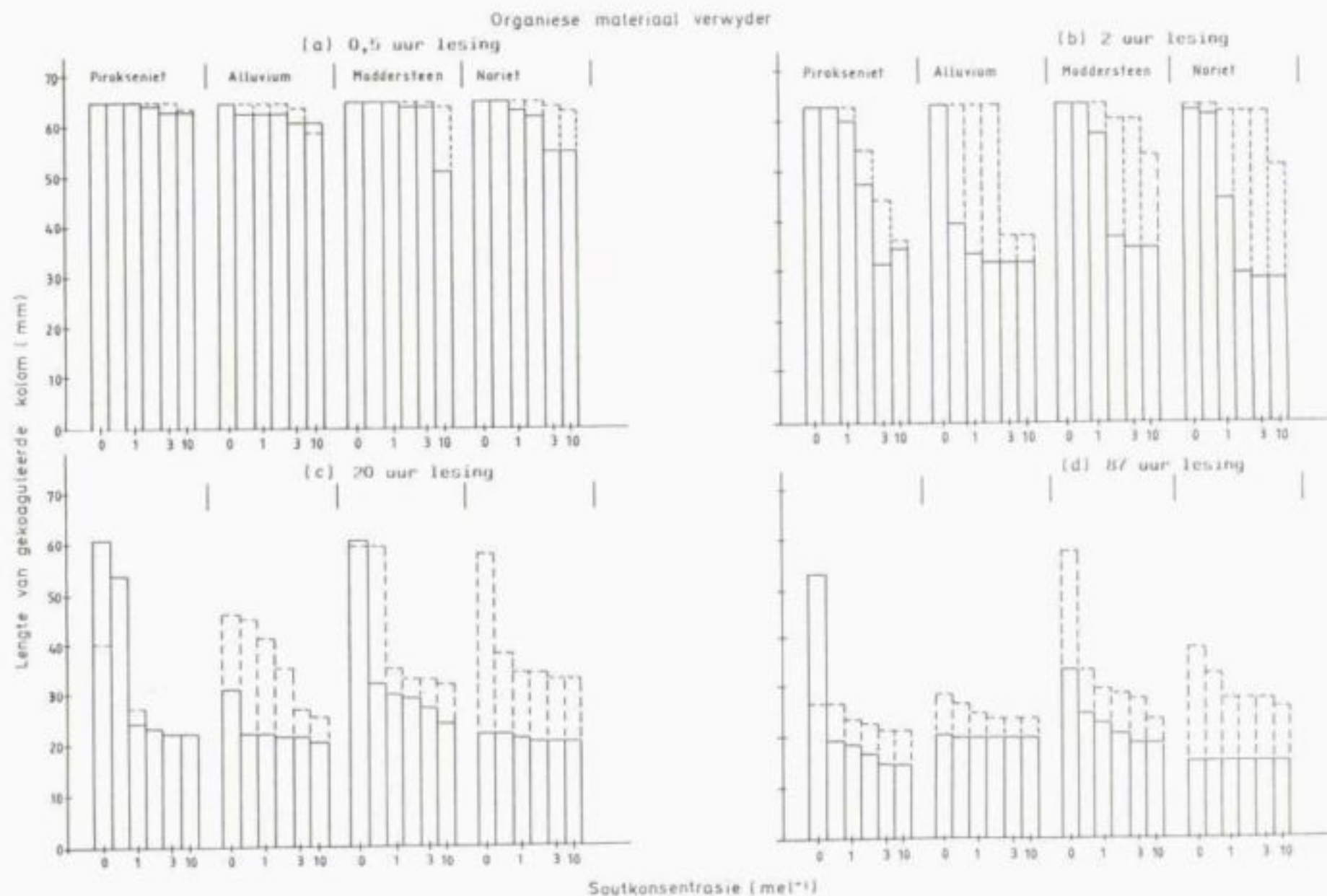


FIGURE 8.13 - Die verwantskap tussen optiese deurlaatbaarheid en soutkonsentrasie van verskillende monsters waaruit organiese materiaal verwyder is. Lesings is geneem 2 uur; 20 uur en 87 uur nadat die Ca^{++} (—) of Mg^{++} (---) versadigde suspensies geskud is.



FIGUUR 8.14 - Die verwantskap tussen mate van koagulasie en soutkonsentrasie vir verskillende monsters waaruit organiese materiaal verwyder is. Lesings is geneem 0,5 uur; 2 uur; 20 uur en 87 uur nadat die Ca- (—) of Mg- (---) versadigde suspensies geskud is.

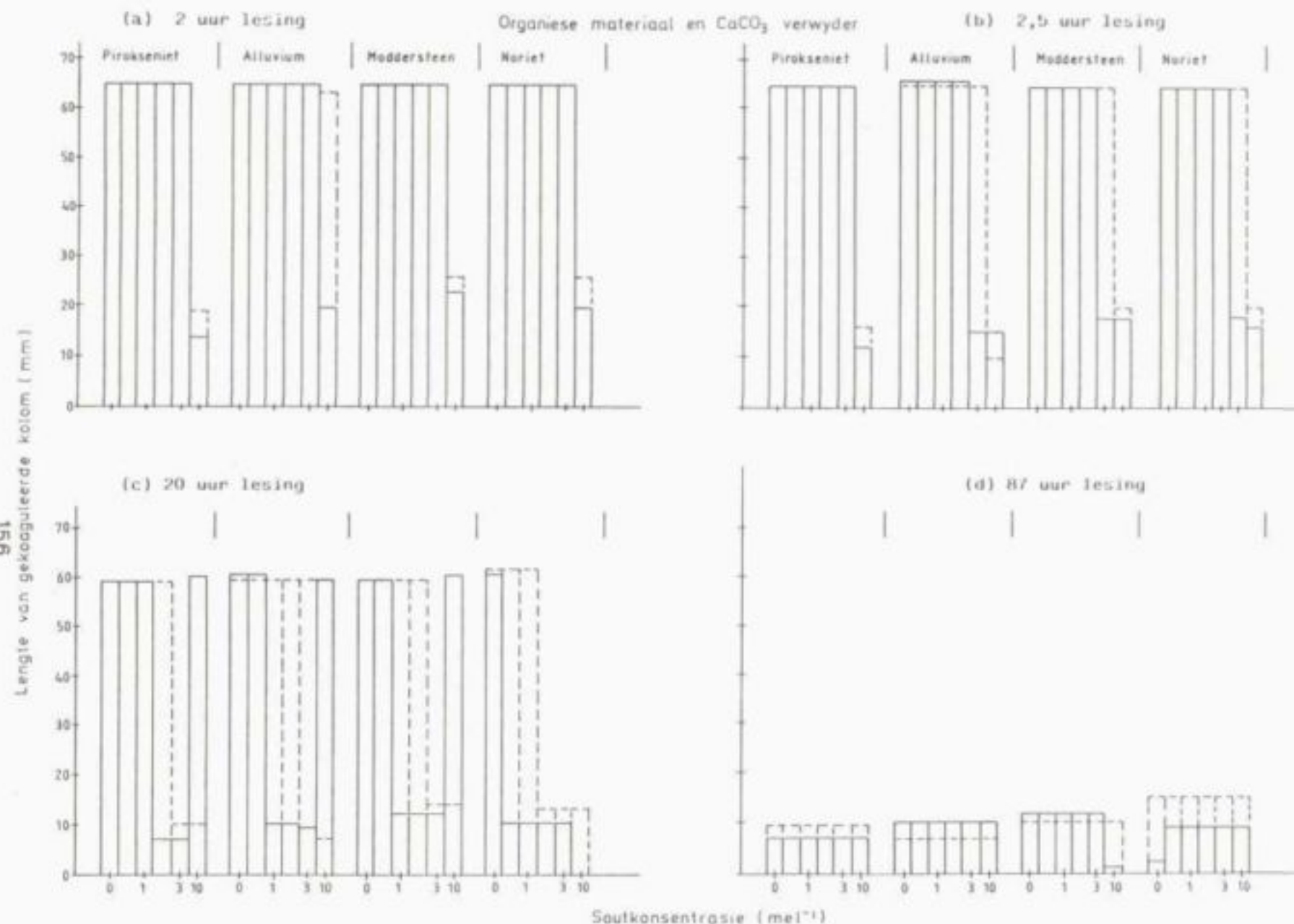
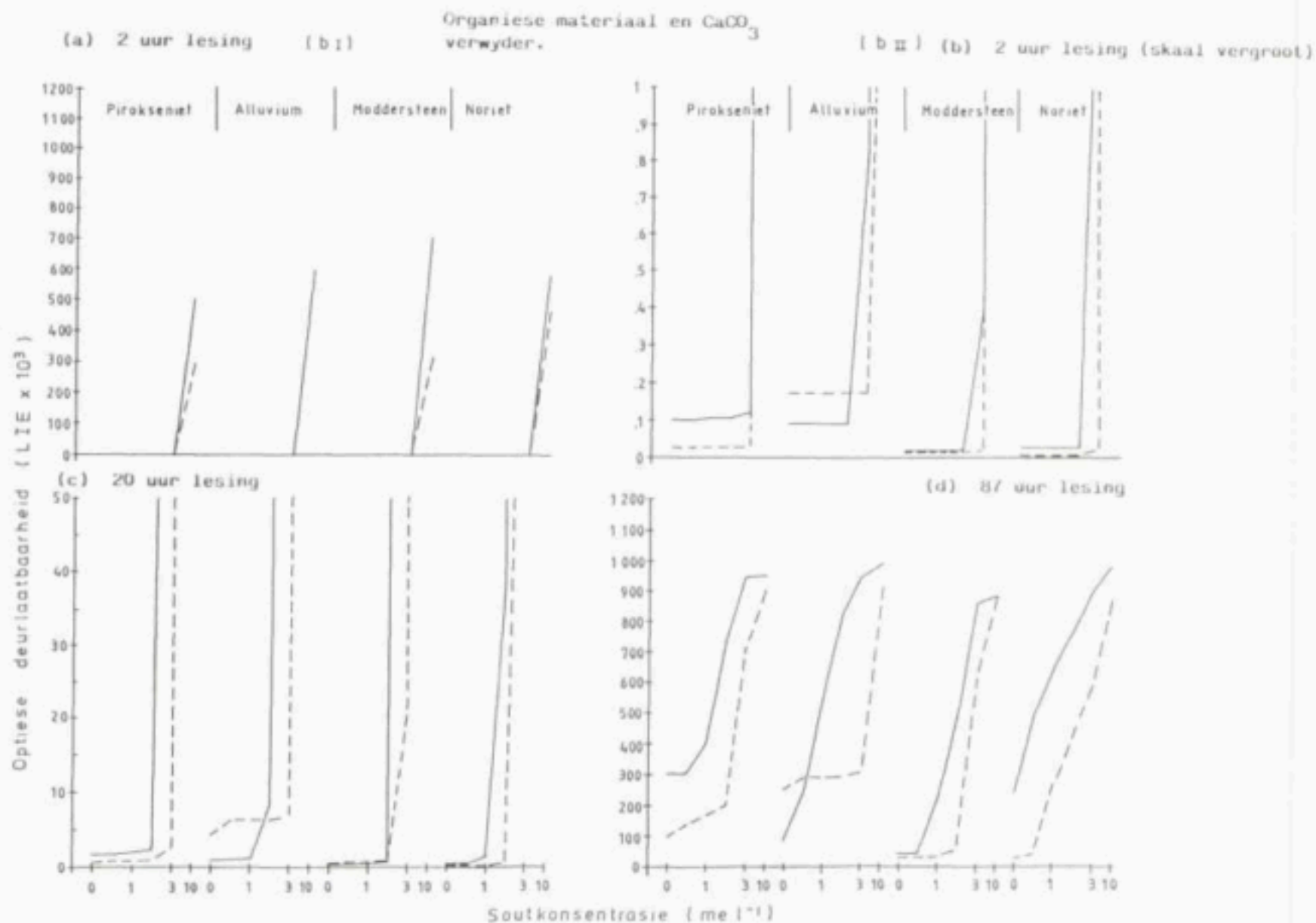
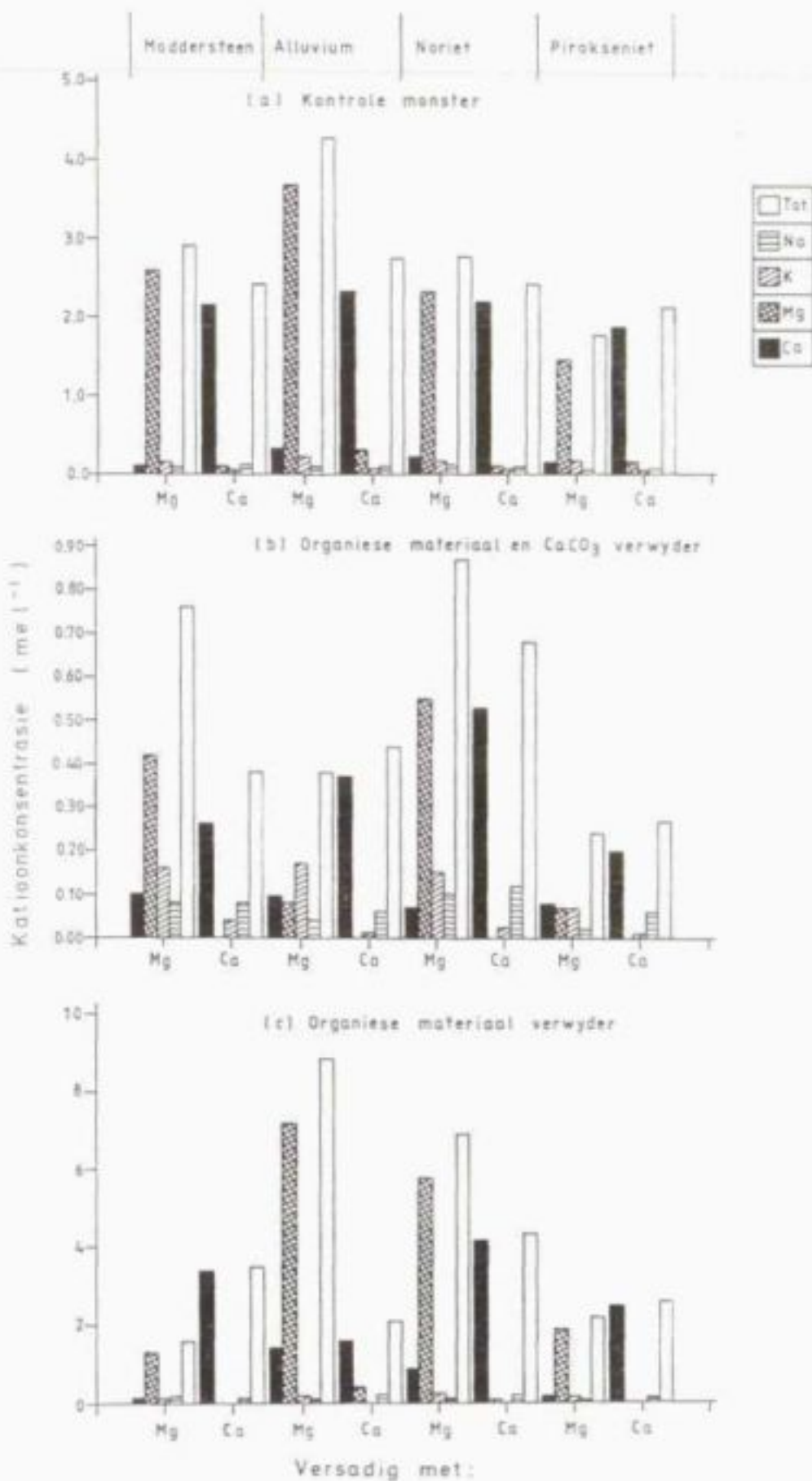


FIGURE 8.15 - Die verwantskap tussen mate van koagulasie en soutkonsentrasie vir monsters waaruit organiese materiaal en CaCO_3 verwyder is. Lesings is geneem 2 uur; 2,5 uur; 20 uur en 87 uur nadat die Ca - (—) of Mg - (---) versadigde suspensies geskud is.



FIGUUR B.16 - Die verwantskap tussen optiese deurlootbaarheid en soutkonsentrasie vir monsters waaruit organiese materiaal en CaCO_3 verwyder is. Lesings is geneem 2 uur; 20 uur en 87 uur nadat die Ca- (—) of Mg- (---) versadigde suspensies geskud is.



FIGUR 8.17 - Die konsentrasie katione in die boliggende vloeistof van suspensies, wat met Mg- of Ca- versadig is na verskillende behandelings.

oplossing van konkresies in hierdie monsters. Verwydering van die CaCO_3 het egter nie deurgaans die verwagte resultate gelewer nie aangesien daar steeds relatief meer sout vrygestel is in die Mg-versadigde moddersteen en noriet monsters (Figuur 8.17b). Dis moontlik dat die konkresies nie volledig met die 1N soutsuur behandeling verwyder is nie en steeds 'n bydrae tot soutvrystelling lewer. In die lig van die lae pH-waardes van die monster wat met soutsuur behandel is, is dit egter onwaarskynlik dat dit die geval is. Die verskil in differensiële vrystelling van sout tussen die Mg- en Ca-behandeling is nietemin kleiner as waar die CaCO_3 nie verwyder is nie. Vir die alluviale monster het die verwydering van die konkresies die verwagte resultaat gelewer nl. dat die verskil in soutvrystelling tussen Mg- en Ca-versadigde monsters opgehef is. Inderwaarheid was soutvrystelling effens hoër in die geval van die Ca-behandeling in vergelyking met die Mg-behandeling. Hierdie verskil is moontlik die gevolg van hidrolise wat in die afwesigheid van CaCO_3 meer geredelik in Ca-versadigde grond plaasvind (Alperovitch et al 1981).

In gevalle waar slegs organiese materiaal verwyder is, word meer sout vrygestel as in die ander behandelings (Figuur 8.17c). Hierdie verskynsel kan waarskynlik toegeskryf word aan die feit dat organiese materiaal komplekse verbindings met Mg en Ca vorm en die vrystelling of desorpsie daarvan verhoed. Verwydering van die organiese materiaal verhoog terselfdertyd die verskil in die mate waartoe Mg- of Ca-versadigde monsters elektroliete vrystel aan die buiteoplossing (Figuur 8.17c). Dit geld veral vir die alluviale en die noriet monsters. Vir die moddersteen - monster het die verwydering van organiese materiaal egter veroorsaak dat relatief meer elektroliete in die Ca-versadigde monster vrygestel word. Ook hierdie verskynsel is moeilik verklaarbaar maar is waarskynlik gekoppel aan organiese kompleksing van die katione of die vorming van organiese materiaal -klei komplekse.

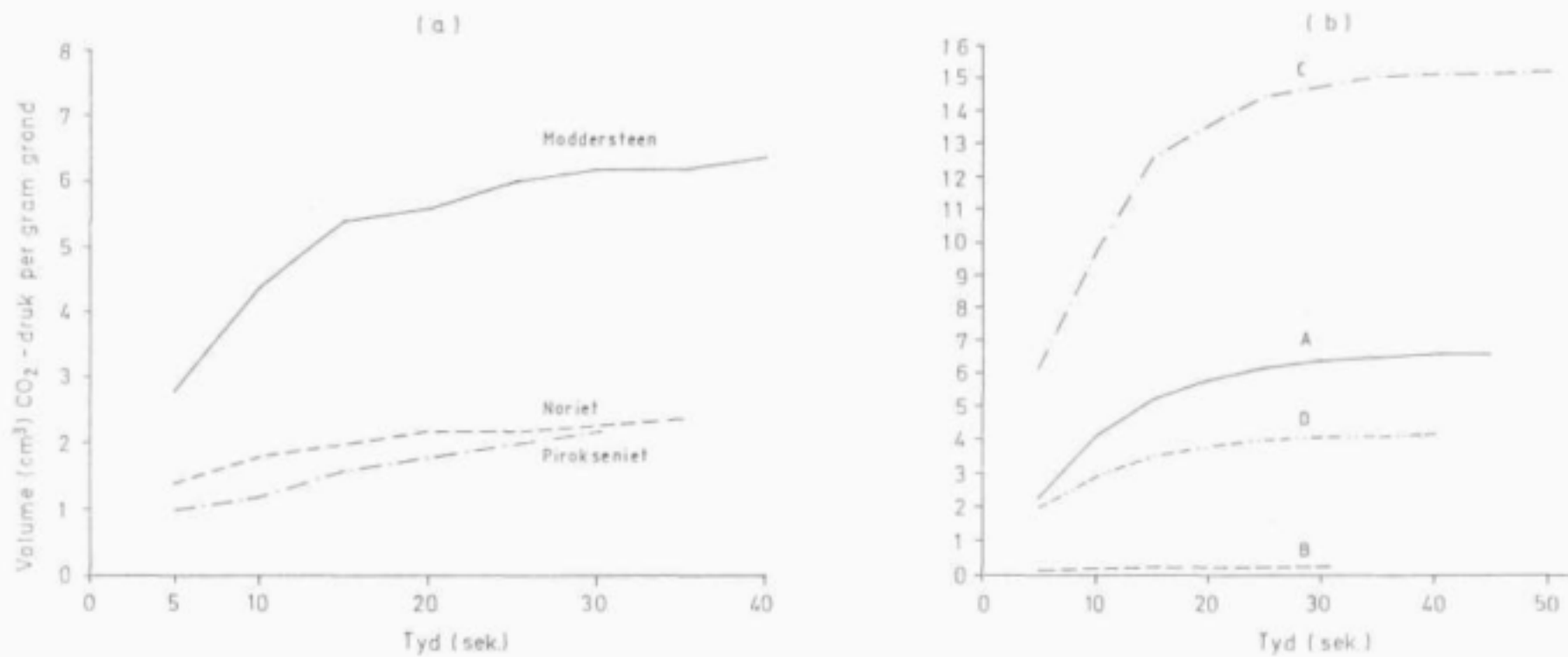
Vrystelling van sout uit die monster wat op pirokseniet ontwikkel het word skynbaar baie min beïnvloed deur Mg- of Ca-versadiging of deur verwydering van organiese materiaal of CaCO_3 -konkresies en die tendens is deurgaans dat die Ca-monster, as gevolg van hidrolise, effens meer elektroliete vrystel. Die feit dat die pirokseniet monster relatief min CaCO_3 bevat (Figuur 8.18) bevestig hierdie resultate. Organiese

materiaal kom waarskynlik ook nie in betekenisvolle hoeveelhede voor nie omdat verwydering daarvan nie 'n beduidende toename in elektroliet-inhoud tot gevolg het nie.

Uit figuur 8.17 kan die gevolgtrekking dus gemaak word dat verwydering van CaCO_3 -konkresies die grootste invloed op die differensiële vrystelling van soute aan die ewewigsoplossing het. Vergelyking van hierdie data met die gemete dispersie en koagulasie toon aan dat:

- Die alluviale monster disperseer relatief min en koaguleer meer as gevolg van die groot hoeveelheid elektroliete wat vrygestel word as gevolg van die groot hoeveelheid CaCO_3 konkresies in hierdie grond.
- Die pirokseniet monster koaguleer relatief meer omdat daar feitlik geen elektroliet vrystelling, waarskynlik as gevolg van die afwesigheid van betekenisvolle hoeveelhede konkresies, in hierdie grond plaasvind nie.
- Die alluviale en moddersteen vertisols disperseer meer met Ca- as met Mg-versadiging. Dit kan grotendeels toegeskryf word aan differensiële vrystelling van elektroliete wat veroorsaak dat die dubbellaag meer saamgedruk word in die geval van monsters wat met Mg versadig is.
- Differensiële vrystelling van elektroliete het 'n kleiner invloed op die koagulasie van kleiplaatjies in 'n versadigde suspensie as op die dispersie van die klei. Mg-versadiging lei oor die algemeen tot meer koagulasie.

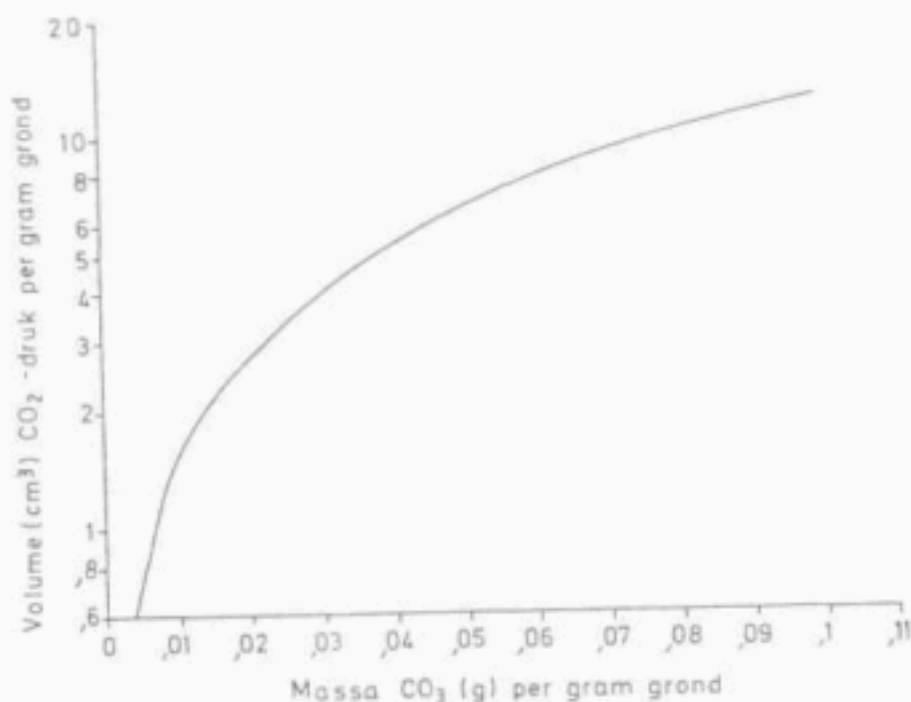
Aangesien die teenwoordigheid van CaCO_3 -konkresies dus 'n belangrike invloed het op die mate waartoe Mg- of Ca-versadiging strukturele destabilisering veroorsaak was dit nodig gewees om die invloed van die hoeveelheid en samestelling van die konkresies te kwantifiseer. Die ekwivalente hoeveelheid karbonaat is bepaal volgens 'n manometriesse metode wat deur Hesse (1971) beskryf is. 'n Grafiese voorstelling van die tempo van vrystelling van koolsuurgas en uiteindelijke partiële druk van koolsuurgas per gram grond vir verskillende litogenetiese en alluviale monsters word in figuur 8.18 gegee. Hiervolgens is dit duidelik dat die



FIGUUR 8.18 - Die tempo van CO_2 -vrystelling en uiteindelijke konstante CO_2 -druk as 'n parameter van die hoeveelheid karbonaat in verskillende monsters:

(a) Litogenetiese Vertisols (b) Alluviale vertisol monsters A, B, C en D.

alluviale monster wat in hierdie eksperiment gebruik is (monster A, Figuur 8.18b aansienlik meer CO_3 bevat as die litogenetiese monsters (Figuur 8.18a). Die werklike hoeveelhede CO_3 as funksie van die partiële druk van koolsuurgas kan grafies met gebruik van figuur 8.19 afgelei word.



FIGUUR 8.19 – Die verwantskap tussen koolsuurgasdruk en massa karbonaat in 'n eenheids-hoeveelheid grond.

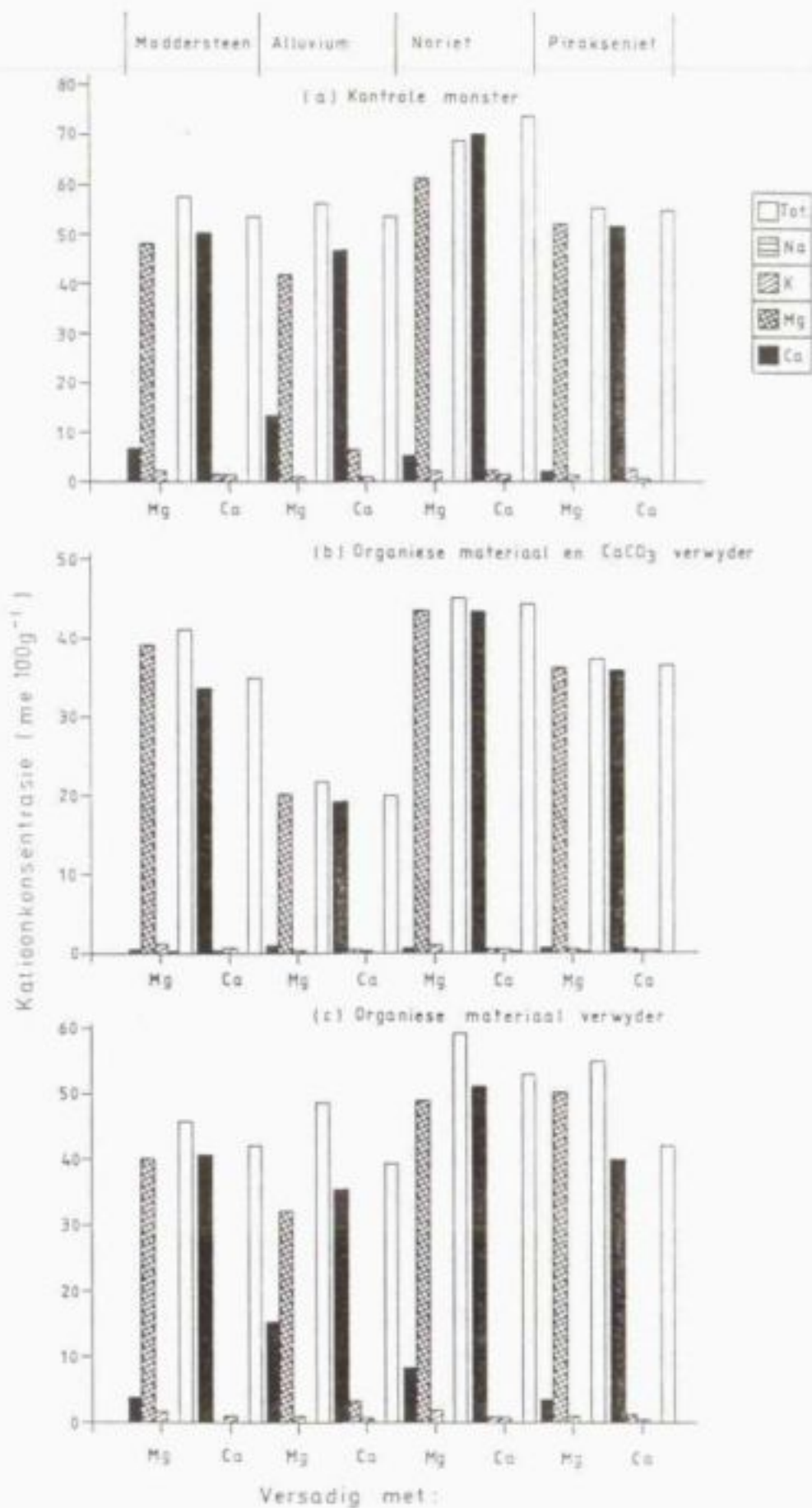
Die vertisols wat in hierdie eksperiment gebruik is kan in volgorde van afnemende CO_3 -inhoud gerangskik word as: alluviaal > moddersteen > noriet > pirokseniet (Figuur 8.18). Hierdie volgorde stem ooreen met die omvang van die vrystelling van elektroliete in die verskillende monsters.

Die samestelling van die " CaCO_3 -konkresies" van die monsters is ook bepaal deur 'n geselekteerde massa konkresies van 'n mengsel van

verskillende monsters so volledig moontlik in gekonsentreerde soutsuur op te los. Hiervolgens is vasgestel dat die konkresies 155g kg^{-1} Ca, 68g kg^{-1} Mg, $0,7\text{g kg}^{-1}$ Na en $0,2\text{g kg}^{-1}$ K bevat. Alhoewel die Ca-inhoud hoër as die Mg-inhoud is, is dit belangrik om te onthou dat MgCO_3 meer oplosbaar is en dus eerste vrygestel behoort te word as die konkresies oplos. Die samestelling van die konkresies van verskillende gronde kan dus 'n belangrike invloed hê op die omvang van elektroliet vrystelling in grond waarin betekenisvolle hoeveelhede konkresies voorkom. 'n Meer gedetailleerde oorsig oor die kenmerke van konkresies wat in die alluviale monsters voorkom en die verwantskappe daarvan met grondkenmerke word in afdeling 8.7 gegee.

In figuur 8.20 word die hoeveelheid uitruilbare katione wat na afloop van die eksperiment in die verskillende submonsters teenwoordig was, aangetoon. Die belangrikste kenmerke wat beklemtoon kan word is:

- Die kontrole monster (Figuur 8.20a) toon dikwels 'n tendens tot voorkeuradsorpsie vir Ca aangesien meer uitruilbare Ca in die Mg-behandeling voorkom as wat daar Mg in die Ca-behandeling voorkom. Dit geld veral vir die alluviale vertisols en tot 'n mindere mate vir die moddersteen en noriet vertisols. In latere ondersoeke (kyk afdeling 8.6) is aangetoon dat Mg inderwaarheid in voorkeur bo Ca geadsorbeer word in die alluviale monsters in die afwesigheid van CaCO_3 konkresies. Die oplossing van die konkresies verskans dus die voorkeuradsorpsie vir Mg. Hierdie verskynsel word ook bevestig deur die feit dat in die pirokseniet monster, met baie min CaCO_3 konkresies, daar nie 'n duidelike voorkeuradsorsie vir Ca is nie.
- Die monsters waaruit konkresies en organiese materiaal verwyder is, toon geen voorkeur adsorpsie vir Ca nie (Figuur 8.20 b). Die totale hoeveelheid uitruilbare katione is deurgaans, maar veral vir die alluviale en noriet vertisols, minder as in die kontrole monster. Hierdie verskynsel is waarskynlik die gevolg van aluminium versadiging van die kleikompleks, 'n proses wat dikwels met die laer pH's wat met hierdie behandeling veroorsaak is, geassosieer word.
- Vir die behandeling waar slegs organiese materiaal verwyder is (Figuur 8.20c), kom die tendens van voorkeur-adsorpsie weer voor.



FIGUUR 8.20 - Die konsentrasie uitruilbare katione in die grond (gedroogde suspensi), wat met Mg- of Ca- versadig is, na verskillende behandelings.

Die relatiewe voorkeur vir Ca in die alluviale en noriet vertisol is tewens groter as vir die kontrole monster. Die totale hoeveelheid uitruilbare katione is meer as wanneer konkresies afwesig is, maar minder as vir die kontrole monsters. Met ander woorde die organiese materiaal dra, behalwe in die geval van die pirokseniet monster, betekenisvol by tot die uitruilkapasiteit van die grond. Verder bevorder dit ook die voorkeuradsorpsie van Ca in grond wat op alluvium of noriet ontwikkel het.

- Die grootste afname in die voorkeuradsorpsie het egter plaasgevind nadat konkresies verwyder is. Dit dui moontlik daarop dat dit nie werklik voorkeuradsorpsie is nie maar eerder 'n geval van vrystelling van Ca uit die konkresies. Die oormaat Ca wat uit konkresies vrygestel word, word dan op die kleikompleks geadsorbeer. Die relatiewe kleiner omvang van "voorkeuradsorpsie" vir Ca in die pirokseniet monster kan dus eerder aan die klein hoeveelheid konkresies wat in hierdie grond voorkom toegeskryf word. Meer inligting oor loonuitruiling en -adsorpsie word in afdeling 8.6 verskaf.

Alhoewel die mate van koagulasie tussen monsters van verskillende oorsprong, in die afwesigheid van organiese materiaal en CaCO_3 nie veel verskil nie (Figuur 8.15) is daar tog verskille in die dispersie van die monsters (Figuur 8.16). Hierdie verskille kan moontlik aan mineralogiese verskille toegeskryf word. Etlike navorsers het die b-dimensie van 'n eenheidsel gebruik as parameter van mineralogiese variasie tussen monsters en 'n verwantskap gekry tussen b-dimensie en swelling van die monsters (Ravina & Low, 1972; Ravina & Low, 1977; Odom en Low, 1978 en Low & Margheim, 1979). Vryswelling is deur hierdie navorsers as parameter van swelling gebruik en die metode waarvolgens hulle vry swelling bepaal het is grootliks dieselfde as die metode waarmee koagulasie in hierdie ondersoek gemeet is. Aangesien die omvang van koagulasie tussen verskillende monsters nie beduidend verskil nie (Figuur 8.15) is besluit om die verwantskap tussen dispersie en b-dimensie te ondersoek.

Die b-dimensie van die drie litogenetiese monsters is deur Coetzee (1987) bepaal. Die b-dimensie van die alluviale monster is bepaal volgens die metode van Ravina & Low (1977) bepaal. Volgens Low en sy medewerkers

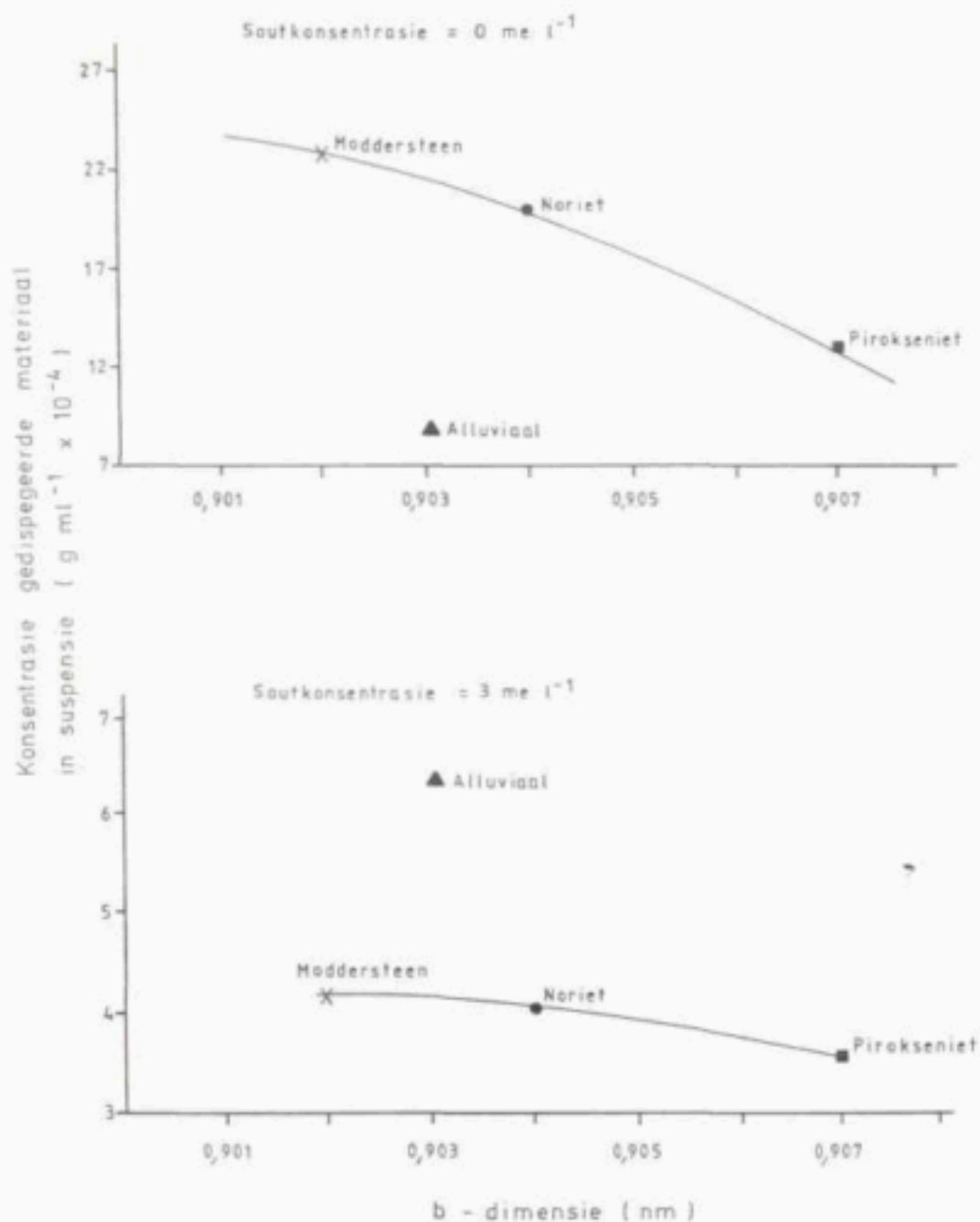
is daar 'n afname in swelling met toename in b-dimensie. Net so is daar in hierdie ondersoek 'n afname in dispersie met 'n toename in b-dimensie gekry (Figuur 8.21). Hierdie verwantskap was egter nie geldig by alle soutkonsetrasies nie en kan as niks meer as 'n tendens beskryf word nie. Dis belangrik om aan te toon dat die verwantskap tussen dispersie en b-dimensie vir die alluviale vertisol monster baie afwyk van die regressielyn vir die datapunte van die ditogenetiese vertisol monsters (Figuur 8.21). Hierdie afwyking kan waarskynlik toegeskryf word aan die gemengde-laag mineralogie van die alluviale monster wat veroorsaak dat dispersie nie verband hou met 'n gemiddelde waarde vir b-dimensie nie.

8.3.7. Eksperimente met verskillende tipes kleie

Inleiding: Hierdie eksperiment is uitgevoer om die moontlike invloed van verskille in mineralogie op differensiële dispersie en koagulasie van Mg- en Ca-versadigde monsters te evalueer. Vyf tipes kleie nl. montmorilloniet, vermikuliet, bentoniet 'n afsetting wat gemyn word, nontroniet en illiet is gebruik. Eersgenoemde drie is kommersieel beskikbaar terwyl die nontroniet en illiet verkry is uit 'n saprolitiese verweringsproduk van 'n basiese stollingsgesteente en 'n wit skalie respektiewelik. Die X-straal diffraktogramme van georiënteerde monsters van hierdie kleie verskyn in bylae D. Uit die diffraktogramme kan afgelei word dat al die monsters nie slegs uit een tipe mineraal bestaan nie.

Die monsters is volgens die standaard-metode (afdeling 8.3.4) met verskillende multi- of mono-ioniese oplossings versadig en vry soute is verwyder.

Ten einde omslagtigheid te vermy word in die resultate na die monsters verwys in terme van die belangrikste mineralogiese komponent wat in die monsters teenwoordig is. Die montmorilloniet en illiet monsters is dus monsters wat hoofsaaklik montmorilloniet en illiet bevat. Die bentoniet monster is baie soortgelyk aan die montmorilloniet monster. Aangesien

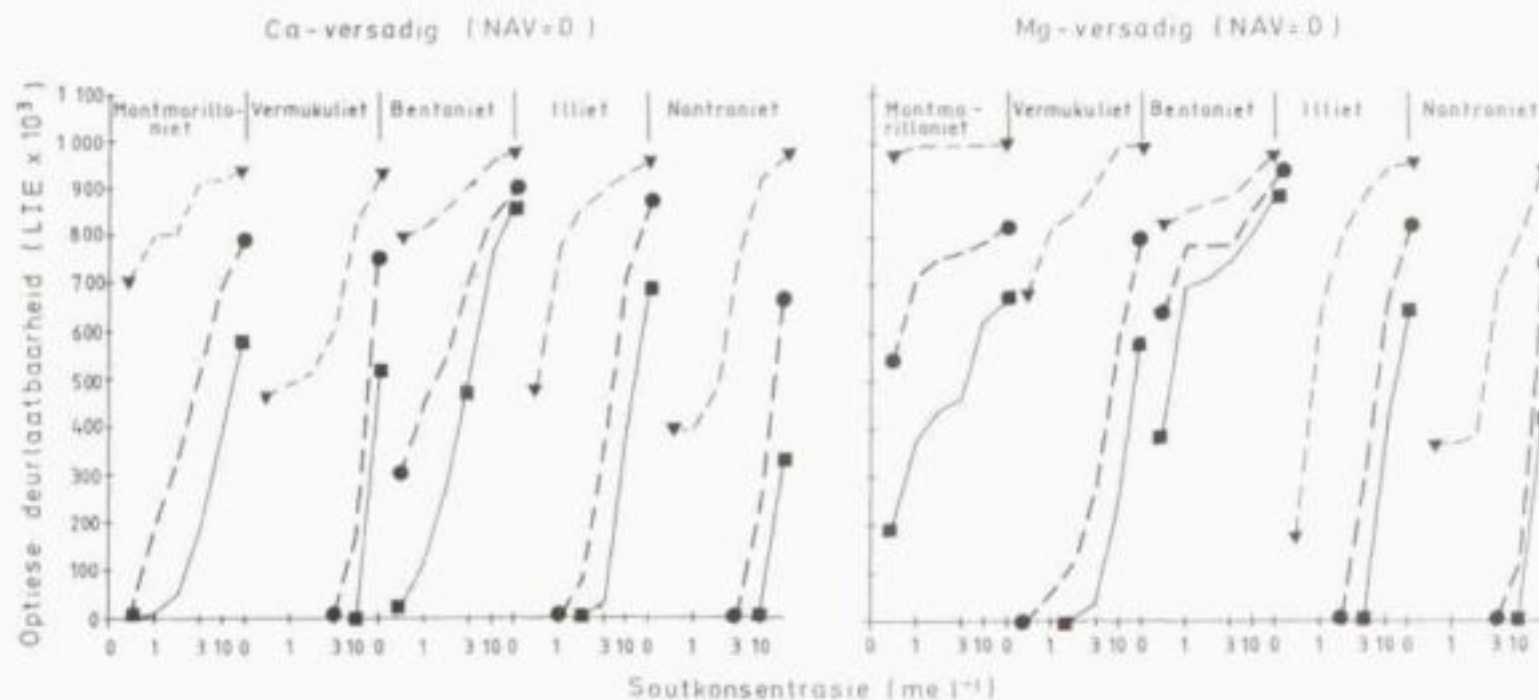


FIGUUR 8.21 Verwantskap tussen b-dimensie van vier alluviale monsters en die mate van dispersie in 'n Mg-versadigde suspensie. Organiese materiaal en CaCO_3 is uit die monsters verwyder

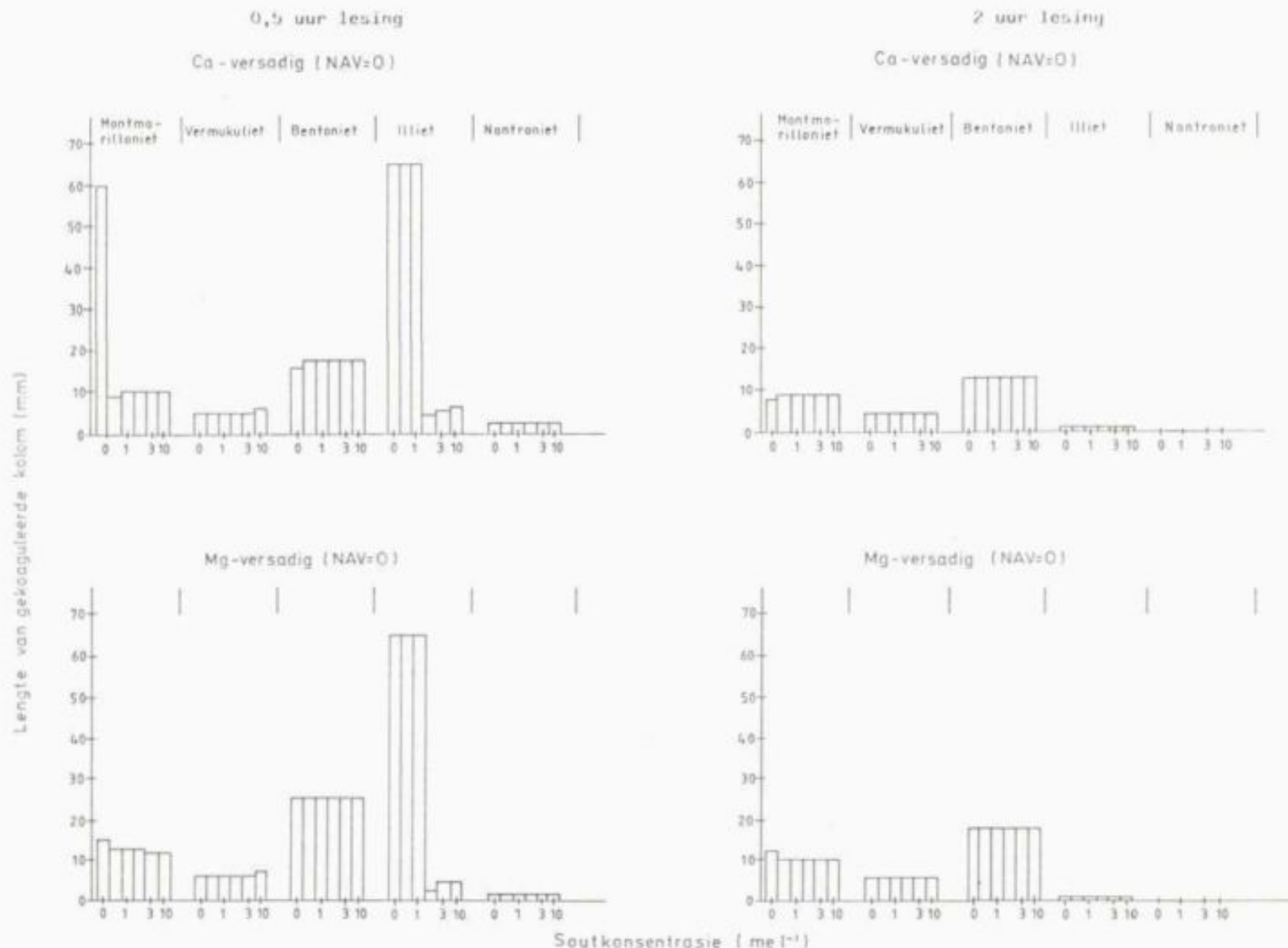
dit (die bentoniet) egter 'n afsetting is word dit van die montmorilloniet onderskei vir die doeleindes van hierdie ondersoek.

Resultate en bespreking.: Vergelykende data oor die dispersie wat veroorsaak is deur mono-ioniese Mg- of Ca-versadiging van die verskillende kleimonsters word in figuur 8.22 getoon. Figuur 8.23 weerspieël die koagulasie van monsters wat op dieselfde wyse voorberei is. 'n Vergelyking van die eienskappe van die Mg- en Ca-versadigde suspensies van die verskillende kleimonsters het die volgende aangetoon:

- Montmorilloniet - Die relatiewe mate van dispersie is betekenisvol meer vir die Ca-versadigde monster as vir die Mg-versadigde monster. Koagulasie van monsters wat met Mg behandel is, is baie effens groter.
- Vermikuliet - Dispersie is beduidend meer vir die Ca-versadigde monsters. Geen wesenlike verskille in die mate van koagulasie kom voor nie.
- Bentoniet - Dispersie is aanvanklik beduidend meer vir die Ca-monsters. Met verloop van tyd, bv. na 20 uur, is die verskil opgehef en neig die Mg-behandeling om effens meer gedispergeerd te wees by die hoër soutkonsentrasies. Koagulasie is meer vir die Mg-monster.
- Illiet - Dispersie is effens hoër vir die Mg-versadigde monster. Geen betekenisvolle verskille in koagulasie kom voor nie. Die skynbaar hoë mate van koagulasie by die lae soutkonsentrasies is nie 'n akkurate maatstaf van die werklike mate van koagulasie nie aangesien baie gedispergeerde materiaal in die suspensies teenwoordig was en dit dus moeilik was om die werklike lengte van die gekoaguleerde kolom te meet.
- Nontroniet - Mg-versadiging lei tot 'n baie effens groter mate van dispersie. Die verskil tussen die twee behandelings is binne die grens van eksperimentele foute. As gevolg van die disperse toestand van die suspensie van hierdie klei was dit nie moontlik om die lengte van die gekoaguleerde kolom akkuraat te meet nie. Die skynbare mate van



FIGUR 8.22 - Die verwantskap tussen optiese deurlaatbaarheid, Ca- of Mg-versadiging en soutkonsentrasies vir geselekteerde tipes kleie. Lesings is geneem 0,5 uur (■—■); 2 uur (●---●) en 20 uur (▼----▼) nadat die suspensies geskud is.



FIGUUR 8.23 - Die verwantskap tussen mate van koagulasie, Ca- of Mg- versadiging en soutkonsentrasie vir geselekteerde tipes kleie. Lesings is geneem 0,5 uur en 2 uur nadat die suspensies geskud is.

koagulasie tussen die twee behandelings het egter nie duidelik verskil nie.

Die variasie in dispersie van die verskillende kleie met die verskillende behandelings kan as volg saamgevat word.

- Ca-monster, lae soutkonsentrasie.; - illiet $\geq$ vermikuliet > nontroniet > montmorilloniet > bentoniet.
- Ca-monster, intermediêre soutkonsentrasie.; - vermikuliet $\geq$ nontroniet $\geq$ illiet > montmorilloniet > bentoniet.
- Ca-monster, hoë soutkonsentrasie.; - nontroniet > vermikuliet > montmorilloniet > illiet > bentoniet.
- Mg-monster, lae soutkonsentrasie.; - illiet $\geq$ nontroniet = vermikuliet > montmorilloniet > bentoniet.
- Mg-monster, intermediêre soutkonsentrasie.; - illiet $\geq$ nontroniet > vermikuliet > montmorilloniet > bentoniet.
- Mg-monster, hoë soutkonsentrasie.; - nontroniet > vermikuliet $\geq$ illiet = montmorilloniet > bentoniet.

Dit is insiggewend dat alhoewel die montmorilloniet en die bentoniet mineralogies nie veel verskil nie daar tog effense verskille tussen die eienskappe van die suspensies van hierdie twee kleie is. In vergelyking met die ander kleie is hierdie verskille egter meestal klein. Dit is ook betekenisvol dat die gedrag van die bentoniet/ montmorilloniet beduidend verskil van die nontroniet. Laasgenoemde word dikwels gekenmerk deur 'n groter tetraediese lading en 'n groter hoeveelheid yster in die oktaedriese laag (Mering, 1975 en Borchardt, 1977). In die lig van hierdie resultate is dit noodsaaklik dat die invloed van ladingseienskappe in verskillende smekietkleie ondersoek word. Die bentoniet klei is dus deurgaans die minste gedispergeer. Die variasie in dispersie by verskillende soutkonsentrasies en met tyd toon aan dat daar subtiele verskille in die gedrag van die verskillende kleie in Mg- of Ca-versadigde suspensies is. Dis egter insiggewend dat die illietmonsters by lae

soutkonsentrasie meer gedispergeerd en gekoaguleerd is. Omdat nie een van die klei- monsters deur 'n enkele kleimineraal beslaan word nie is dit moeilik om 'n duideliker uitspraak te gee oor die verwantskap tussen mineralogie en disperseerbaarheid.

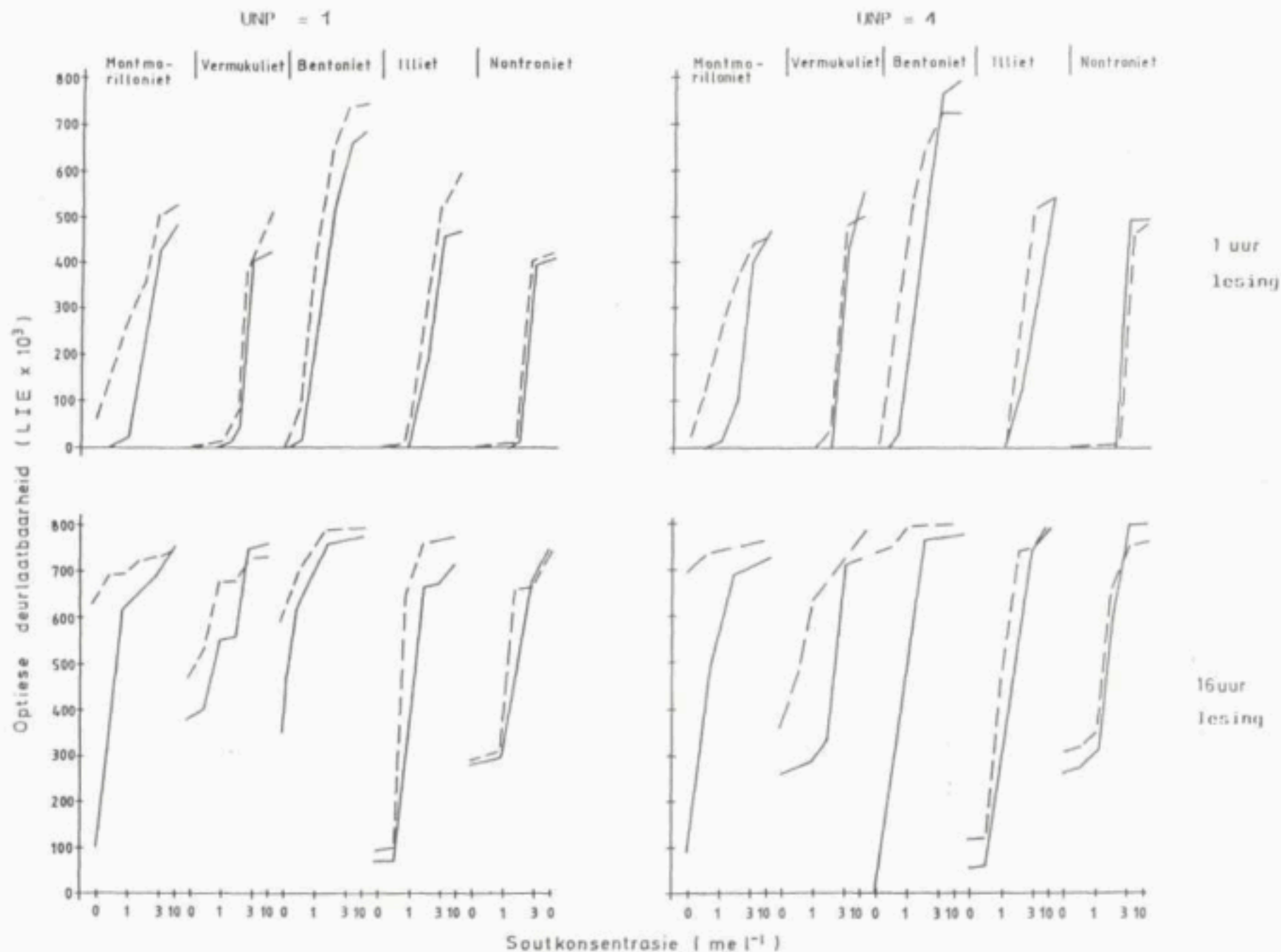
Die variasie in koagulasie is minder tussen die verskillende tipes kleie vir albei behandelings (Figuur 8.23). Dit is gevolglik duidelik dat verskillende faktore die omvang van koagulasie en dispersie van grond in suspensie verskillend beïnvloed.

Die resultate wat met mono-ioniese versadiging van die kleie verkry is opgevolg met 'n eksperiment met gemengde Ca/Na en Mg/Na versadiging. Die resultate hiervan word grafies voorgestel in figure 8.24 tot 8.26. Soos in die geval van die eksperiment met die vier monsters van alluviale vertisols is die effektiewe UNP-waardes van die grond heelwat minder as die NAV van die oplossing waarmee die grond versadig is. UNP-waardes van 1 en 4 is respektiewelik verkry vir die behandelings met oplossing met NAV-waardes van 5 en 15.

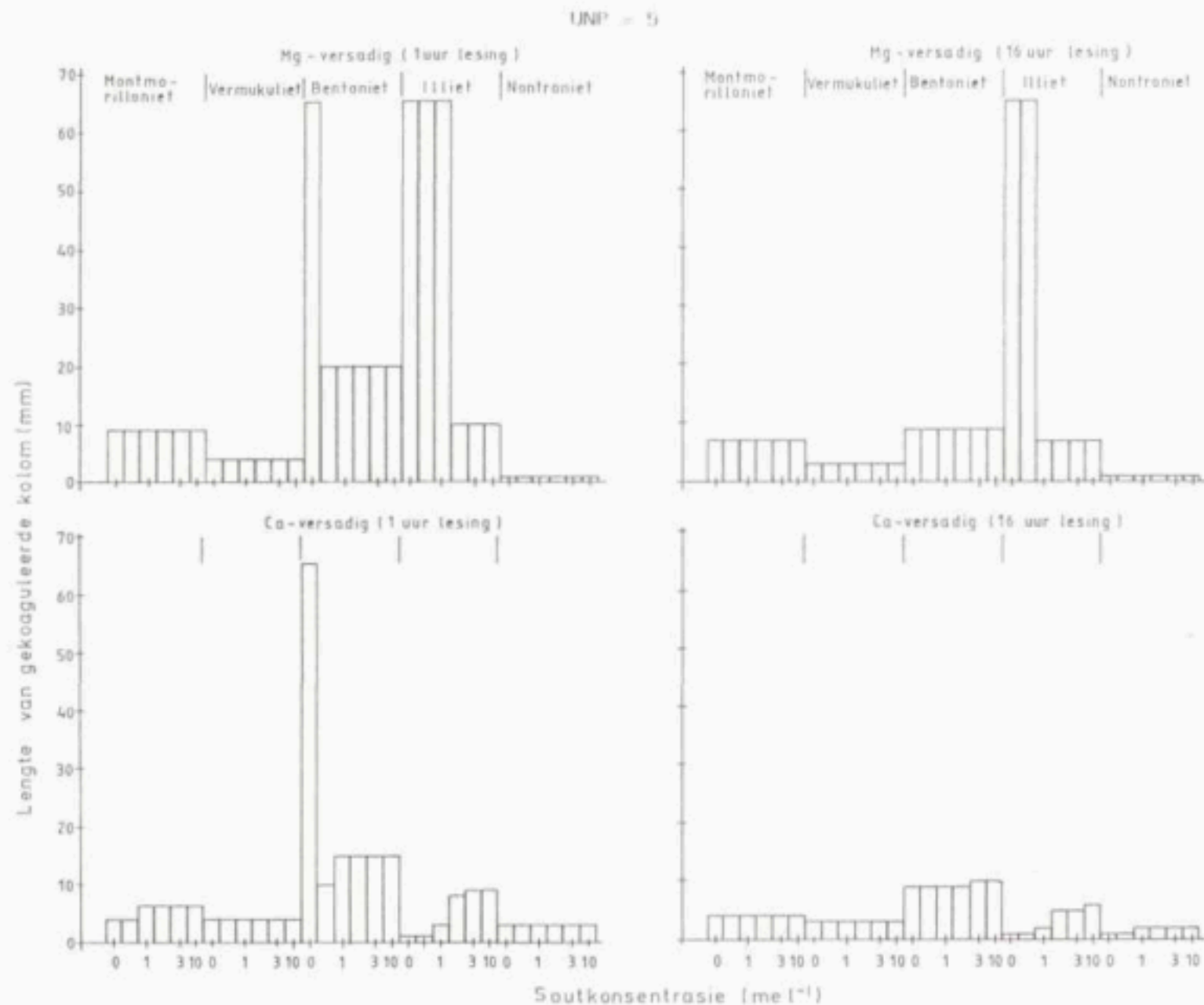
In figuur 8.24 kan gesien word dat die Ca-versadigde monsters deurgaans meer gedispergeer is as die Mg-monsters. In sommige gevalle is die relatiewe verskille baie groot soos by die lae soutkonsentrasie van die montmorilloniet monster en die intermediêre soutkonsentrasies van die bentoniet en illiet monsters. Oor die algemeen is daar 'n geringe toename in die mate van dispersie met 'n verhoging in geïnduseerde UNP, behalwe in sekere gevalle (bv Mg-versadigde bentoniet, 16 uur lesing) wat waarskynlik aan 'n eksperimentele fout toeskryfbaar is.

Die relatiewe destabiliserende rol van Mg en Ca op die struktuur van die klei is resiprook ten opsigte van die mate van koagulasie van die suspensies by verskillende UNP-waardes (Figure 8.25 en 8.26). Die mate van koagulasie wat geassosieer is met Ca- of Mg-versadigde suspensies verskil veral beduidend in die illiet en bentoniet kleie. Hierdie resultate bevestig vroeëre waarnemings dat koagulasie en dispersie deur twee verskillende meganismes of faktore beïnvloed word.

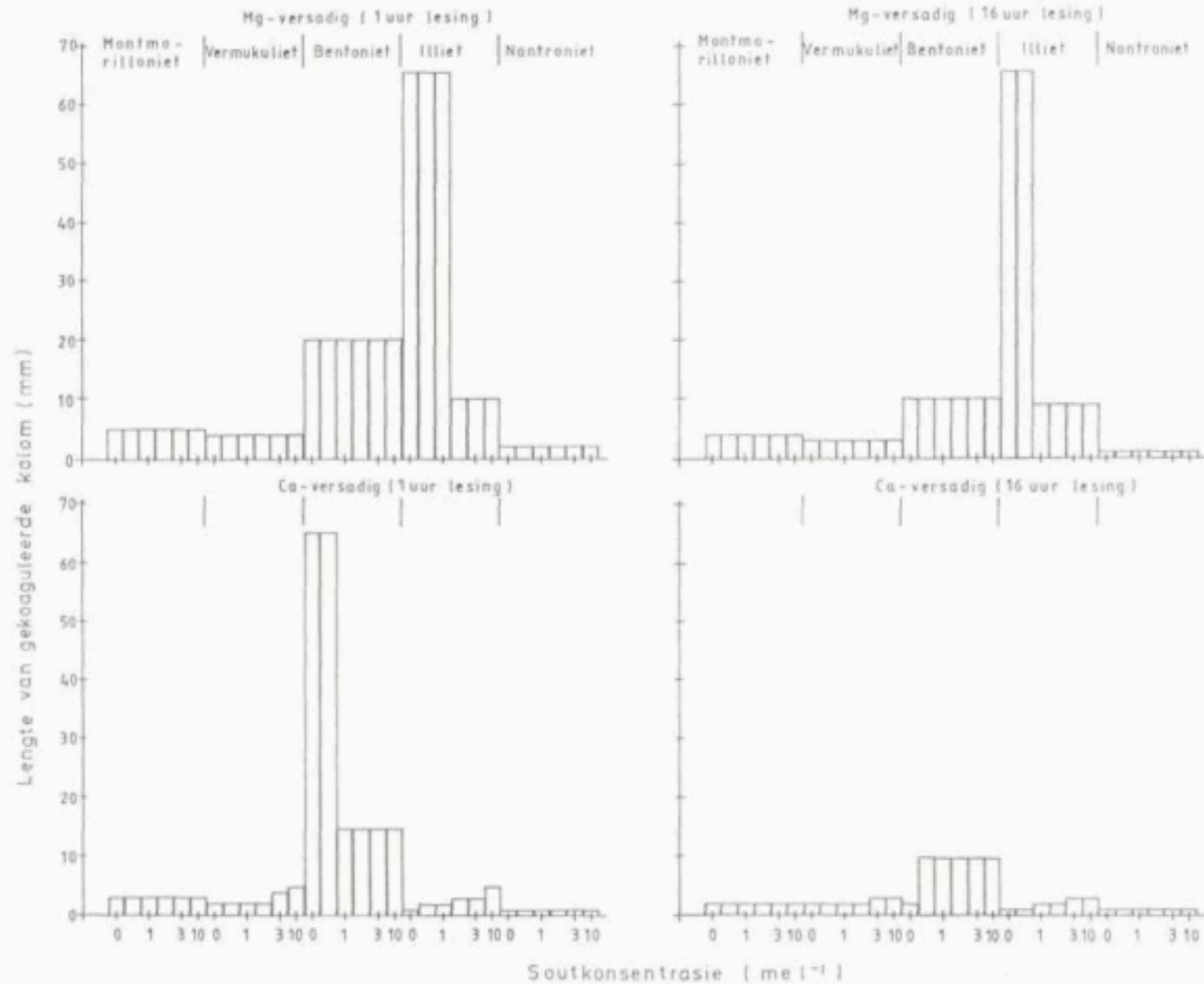
Die verskynsel dat die Mg-suspensie oënskynlik meer koaguleer terwyl die Ca-suspensie oënskynlik meer disperseer kan moontlik aan die



FIGUR 8.24 - Die verwantskap tussen optiese deurlaatbaarheid, Ca- (—) of Mg- (---) versadiging, UNP en soutkonsentrasie vir geselekteerde tipes kleie. Lesings is 1 uur en 16 uur nadat die suspensie aeskud is, geneem.



FIGUUR 8.25 - Die verwantskap tussen die mate van koagulasie, soutkonsentrasie en Ca- of Mg-versadiging vir geselekteerde tipes kleie met 'n UNP van 5.



FIGUUR 8.26 - Die verwantskap tussen die mate van koagulasie, soutkonsentrasie en Ca- of Mg-versadiging vir geselekteerde tipes kleie met 'n UNP van 5.

grootteverspreiding in die kleifraksie en die geassosieërde voorkoms van tussenlaagse materiaal toegeskryf word. Die verskynsel kan aan die hand van 'n model wat deur Kidder & Reed (1972) voorgestel is bespreek word. Indien growwe en fyn kleideeltjies teenwoordig is kan die aard van die aantrekkings- of bindingskragte verskil vir die twee fraksies. Dit kan byvoorbeeld verwag word dat 'n groter hoeveelheid tussenlaagse materiaal in die growwe fraksie voorkom. Die tussenlaagse materiaal bind aanliggende lae deur middel van elektrostatische binding en veroorsaak dus 'n groter totale bindingskrag tussen die growwe deeltjies. In die fyn fraksie is die bindingskrag kleiner as gevolg van 'n kleiner hoeveelheid tussenlaagse materiaal.

In hieropvolgende ondersoeke (Afdeling 8.4) is aangetoon dat Mg-versadiging veroorsaak dat 'n groter hoeveelheid fyn deeltjies voorkom omdat dit tussenlaagse materiaal meer effektief verplaas as Ca-versadiging. Dit kan dus verwag word dat die Mg-suspensie 'n groter hoeveelheid fyn klei bevat. Die relatief swak aantrekkingskragte tussen kleilaties in die fyn klei veroorsaak dat water makliker tussen die lae indring en swelling vind plaas tot 'n groot tussenlaagspasiëring (dit wil sê groot swelvolume of lang gekoaguleerde kolom). Op 'n sekere stadium kan die afstotingskragte as gevolg van waterindringing so groot word dat taktoiede opbreek en die klei disperseer.

In die growwe klei (Ca-suspensies) word die afstotingskragte teengewerk deur die groter aantrekkingskragte tussen deeltjies. 'n Vinnige verandering in toestand vind egter plaas as die aantrekkingskragte oorskry word. Hierdie verandering gaan gepaard met 'n drastiese toename in tussenlaag-spasiëring en dispersie vind gouer plaas as in die fyn (Mg) klei waar swelling kompenseer vir die dispersiewe kragte. Hierdie aspekte kry verdere aandag in afdeling 8.4.

Uit figure 8.24 en 8.25 is dit duidelik dat veral die Mg-versadigde illitiese klei, met relatief meer tussengelaagde minerale of menglaag komponente, meer koaguleer. Hierdie resultate bevestig die bogenoemde hipotese. Die resultate van Emerson en medewerkers (Emerson & Bakker, 1973 en Emerson & Chi, 1977) wat aangedui het dat Mg-versadiging hoofsaaklik in gronde met illitiese klei die aggregaatstabiliteit benadeel word ook hiermee bevestig.

'n Belangrike waarneming wat uit die bogenoemde resultate gemaak kan word is dat die mate van koagulasie van al die kleie aansienlik laer as wat verkry is uit die eksperimente met bv. die alluviale vertisol. Die vraag ontstaan dus of die groter mate van koagulasie in die geval van natuurlike grond geassosieerd is met moontlike kompleksvorming van die Mg-verbindings met organiese materiaal, 'n proses wat parallelle oriëntasie van deeltjies, onderworpe aan groot afstotingskragte (as gevolg van positiefgelaaide organiese polimere), bevorder en sodoende koagulasie bevorder.

Na aanleiding van bogenoemde verskynsels en die data in figure 8.24 tot 8.26 kan die volgende stellings gemaak word:

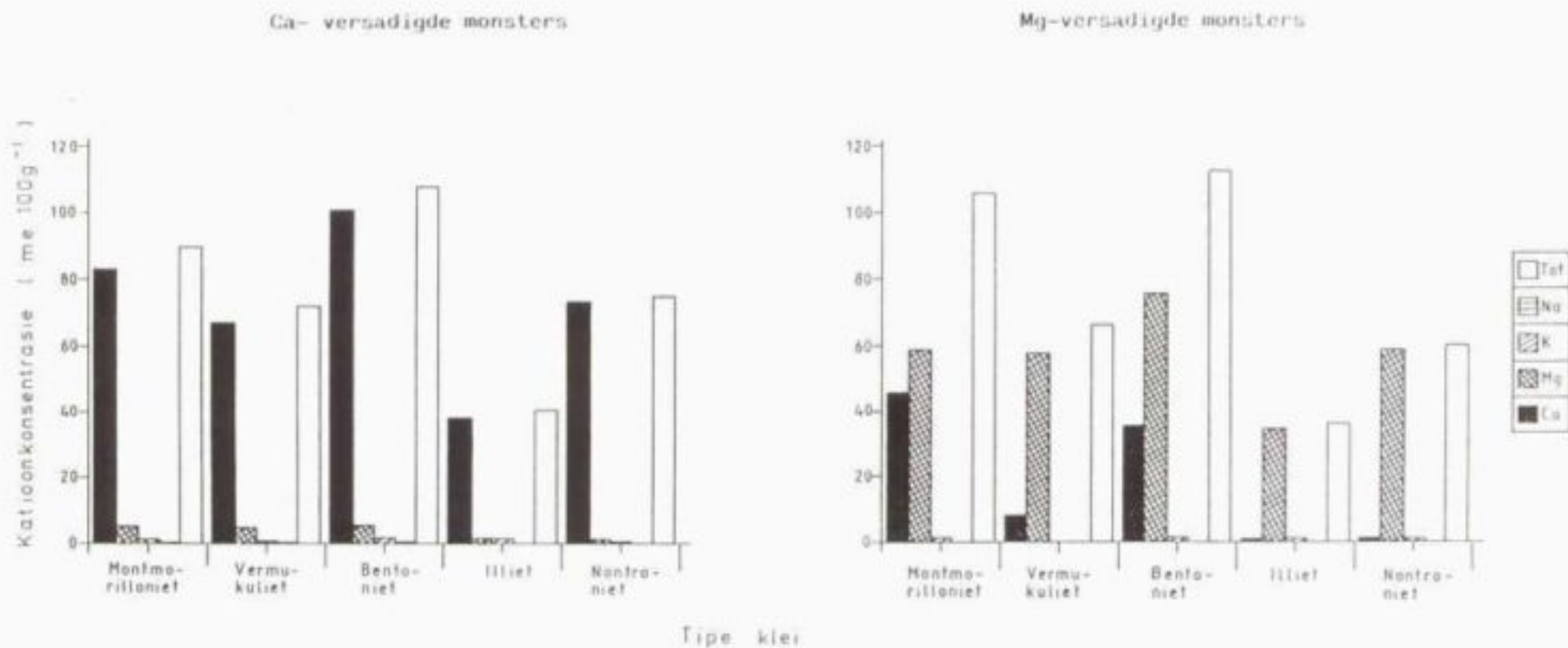
- Koagulasie, en gevolglik verseëling van grond in die nat toestand, kom in die afwesigheid van organiese materiaal hoofsaaklik voor in illietiese en bentoniet klei. In die teenwoordigheid van organiese materiaal is alle 2:1 kleie ontvanklik vir koagulasie. Mg-versadiging gee aanleiding tot 'n groter mate van koagulasie en grond wat Mg-ryk is kan dus tot 'n groter mate verseël ondeurlaatbaar wees vir water, en gevolglik fisies minder geskik wees vir 'n verskeidenheid gebruike.
- Dispersie word skynbaar deur verskillende meganismes beïnvloed en kom voor in die teenwoordigheid of afwesigheid van organiese materiaal. Ca-versadiging gee aanleiding tot 'n groter mate van dispersie as Mg- versadiging. Dispersie veroorsaak die kortstondige tot langdurige Brownse beweging van vaste deeltjies in suspensie, 'n proses wat uiteindelik lei tot verstopping van porieë en gevolglik ook tot 'n nadelige fisiese toestand.

Die moontlike invloed van differensiële elektroliet-vrystelling van monsters wat met Ca of Mg versadig is, is ook ondersoek. Die soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing in die suspensies na afloop van die eksperiment word in tabel 8.7 getoon. Alhoewel die verskille tussen die Ca- en Mg-versadigde monsters klein is kan sommige van die verskille in dispersie en koagulasie tog gedeeltelik aan verskille in die soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing toegeskryf word. Dit geld waarskynlik byvoorbeeld vir die illiet en montmorilloniet

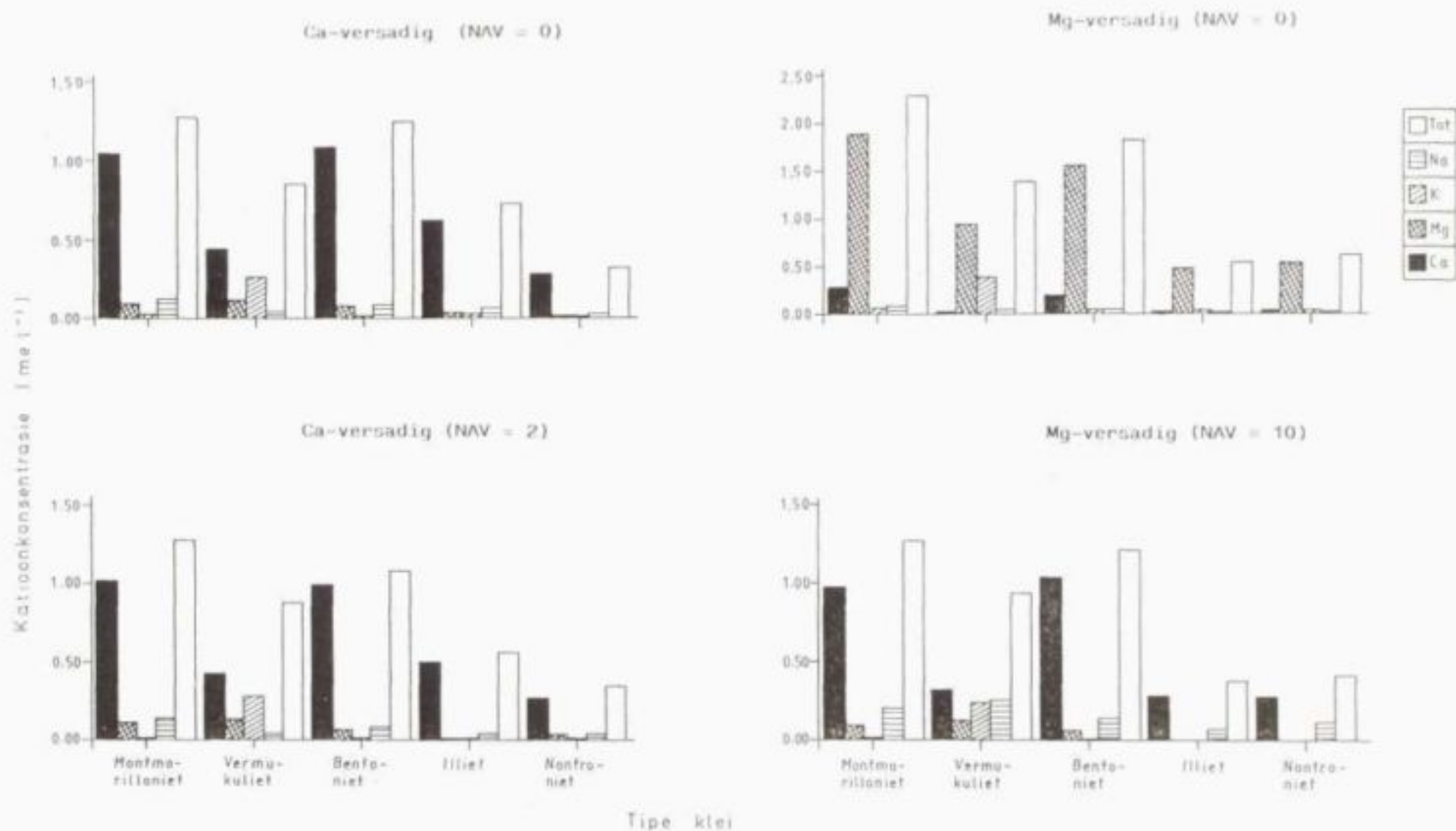
monsters (Figuur 8.22). Die verskil in hoeveelheid vrygestelde soute is egter oor die algemeen te min om die verskille in dispersie en koagulasie te verklaar. 'n Ander moontlikheid wat in gedagte gehou moet word is dat daar nie altyd 'n ewewig bestaan tussen die hoeveelheid katione geadsorbeer en die konsentrasie katione in die oplossings waarmee die grond versadig is nie. Die kation samestelling van die kleie en die ewewigsoplossing van die kleie wat in hierdie eksperiment gebruik is word respektiewelik in figure 8.27 en 8.28 aangetoon. 'n Kenmerk van hierdie data is die oënskynlik hoë voorkeuradsorpsie vir Ca in die montmorilloniet en bentoniet monsters (Figuur 8.28). Kationuitruiling tussen die oplossings waarmee die verskillende behandelings versadig is en die grond het ook veroorsaak dat die uiteindelijke UNP-waarde van die Ca- en Mg-versadigde monsters verskil het. Vir 'n werklik suksesvolle evaluering van die invloed van CaNa- en MgNa-versadiging op dispersie en swelling sal dit dus nodig wees om die monsters met oplossings met 'n groter bereik in NAV-waardes te versadig om uiteindelik ooreenstemmende UNP-waardes in Ca- en Mg-versadigde monsters te verkry.

TABEL 8.7 - Soutkonsentrasie (EG mS m^{-1}) as 'n aanduiding van elektroliet=vrystelling aan die ewewigsoplossing van verskillende behandelings

TIPE KLEI	BEHANDELING					
	NAV = 0		NAV = 5		NAV = 15	
	Ca	Mg	CaNa	MgNa	CaNa	MgNa
Montmorilloniet	3,1	3,9	4,9	6,1	3,5	4,6
Vermikuliet	3,0	2,6	5,1	3,1	6,9	3,1
Bentoniet	2,7	2,4	6,6	4,2	6,8	5,8
Illiet	1,4	3,2	2,4	3,1	3,8	2,7
Nontroniet	1,7	2,1	1,2	5,0	4,0	3,8



FIGUUR 8.27 - Die konsentrasie uitruilbare katione in verskillende klei-monsters ná versadiging met Ca en Mg.



FIGUUR 8.28 - Die konsentrasie katione in die boliggende suspensie van verskillende kleie wat met verskillende soutoplossings versadig is.

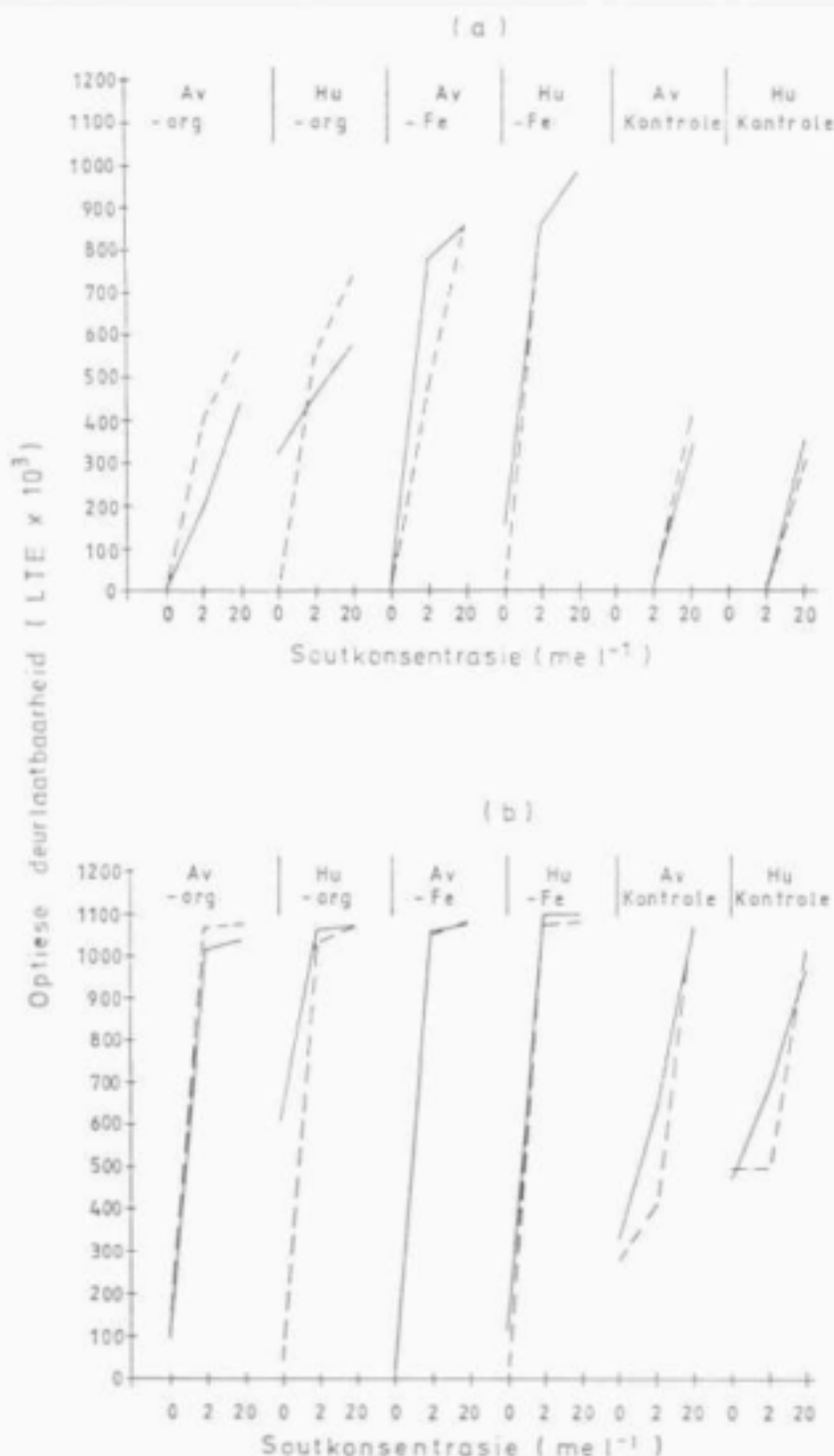
8.3.8. Eksperimente met nie-swellende grond

Inleiding: Die belangrikste tipes nie-swellende grond wat in die RSA besproei word is geel en rooi apedale grond. Volgens Fitzpatrick & Hahne (1984) bevat hierdie grond hoofsaaklik kaoliniet en mika asook kleiner hoeveelhede smektiet, vermikuliet en gechloritiseerde 2:1 minerale. In die Mooirivierskema kom Avalon en Hutton grond voor wat tipies nie-swellend is. X-straal analise van monsters van hierdie grond het getoon dat dit X-straal amorf is en uit tussengelaagde en gemengde kleie bestaan.

Vorbereiding van monsters: Ysteroksied en organiese materiaal is uit 'n bogrond monster van 'n Avalon en 'n Hutton verwyder deur gebruik van dithioniet en waterstofperoksied respektiewelik (Fitzpatrick et al 1984). Daarna is die submonsters op die gewone manier versadig met Mg of Ca. Vry soute is uitgewas en die mate van dispersie en koagulasie is in mengsels van 5 ml ekstrakte van die behandelde submonsters en 5 ml soutoplossings met verskillende soutkonsentrasies bepaal. In 'n tweede eksperiment is die invloed van gemengde MgNa- of CaNa-versadiging vergelyk deur submonsters te versadig met 0,1N MgNa of CaNa oplossings met NAV waardes van 0, 5, 15 en 30.

Resultate en bespreking: Grafiese voorstellings van die dispersie van mono-ionies versadigde submonsters word in figuur 8.29 getoon. Die relatiewe invloed van Mg en Ca op dispersie in die verskillend behandelde suspensies kan as volg bespreek word.

- In die kontrole monsters is die Mg-suspensies meer gedispergeerd as die Ca-suspensies by lae soutkonsentrasies. Dispersie is oor die algemeen minimaal by 'n soutkonsentrasie van 20 me l^{-1} . Dis insiggewend dat dispersie in die kontrole monster eers na 24 uur minder is as vir die behandelings waar yster of organiese materiaal verwyder is.
- In die behandeling waar organiese materiaal verwyder is, is die Mg-suspensie meer gedispergeer in die Hutton monster en die Ca-behandeling effens meer dispersief in die Avalon monster. Die verskil



FIGUUR 8.29 – Die relatiewe invloed van die verwydering van ysteroksiedverbindinge (-Fe) of -organiese materiaal (-org) op die verwantskap tussen optiese deurlaatbaarheid en soutkonsentrasie van 'n Avalon (Av) of Hutton (Hu) monster wat met Ca- (—) of Mg (----) versadig is. Lesings is geneem (a) – 0,5 uur en (b) 24 uur nadat die suspensies geskud is.

tussen die twee gronde is waarskynlik eerder te wyte aan verskille in die samestelling en eienskappe van die organiese materiaal as aan verskille in grondkenmerke. Hierdie resultate dui op 'n komplekse verwantskap tussen katioonsamestelling en organiese materiaal.

- In die monsters waar yster verwyder is, is die Mg-suspensie aanvanklik effens meer gedispergeerd. Na 24 uur is daar egter nie beduidende verskille tussen die Ca- en Mg-suspensies nie. Latere ondersoeke (Afdeling 8.4) het aangetoon dat Mg meer strukturele degenerasie veroorsaak omdat dit meer ysterverbindings uit die tussenlae verplaas. Die resultate in figuur 8.29 moet in samehang met hierdie waarnemings gesien word. Die gevolgtrekking kan hieruit gemaak word dat sodra die tussenlaagse ysterverbindings verwyder is, Ca en Mg nie meer 'n differensiële invloed op dispersie het nie. Die teenwoordigheid van yster in die tussenlae is dus een van die belangrikste faktore wat die relatiewe invloed van Ca en Mg op dispersie bepaal.

Die verskille tussen die verskillende behandelings in terme van die mate van koagulasie was relatief klein. Oor die algemeen was die omvang van koagulasie effens groter in die Mg-suspensies en vir die kontrole monster.

'n Belangrike faktor wat in gedagte gehou moet word is die moontlikheid van differensiële vrystelling van sout wat 'n bepalende invloed op dispersie en koagulasie kan hê. Geen CaCO_3 kom in hierdie grond voor nie. Die omvang van differensiële vrystelling van elektroliete (vry sout) aan die buite-oplossing van die verskillende behandelings word in tabel 8.8 getoon. Die data verteenwoordig die chemiese samestelling van die boliggende vloeistof van die suspensies van verskillende behandelings na afloop van die eksperiment, dit wil sê ongeveer 72 uur na aanvanklike bereiding van die verskillende behandelings. Die volgende aspekte in tabel 8.8 verdien vermelding.

- Die oplosbare vry-sout inhoud van die Ca-behandeling is deurgaans hoër as dié van die Mg-behandeling. Hierdie verskil is waarskynlik veroorsaak deur differensiële hidrolise (Donnan hidrolise) en is 'n aanduiding dat Ca-versadiging tot 'n groter mate tot hidrolise aanleiding gee (Kyk ook Alperovitch et al, 1981). Hierdie verskynsel

TABEL 8.8 Chemiese samenstelling van de grondoplossing van monsters van Hutton- en Avalon grond wat verschillend behandeld is.

Behandeling	Opgeloste katione (me l ⁻¹)					EG (mS m ⁻¹)		Behandeling	Opgeloste katione (me l ⁻¹)					EG (mS m ⁻¹)	
	Ca	Mg	K	Na	Totaal				Ca	Mg	K	Na	Totaal		
HUTTON (Ca-versadig)								AVALON (Ca-versadig)							
Kontrole	1,72	0,06	0,04	0,12	1,94	4,5		Kontrole	1,85	0,08	0,05	0,10	2,08	4,0	
-Fe *	0,45	0,04	0,05	0,10	0,63	2,8		-Fe	1,46	0,06	0,06	0,08	1,66	3,8	
-Org.mat. **	0,57	0,05	0,06	0,08	0,66	2,5		-Org.mat.	0,68	0,03	0,09	0,10	0,90	2,0	
HUTTON (Mg-versadig)								AVALON (Mg-versadig)							
Kontrole	0,08	0,59	0,12	0,12	0,91	3,2		Kontrole	0,06	0,53	0,12	0,10	0,81	3,0	
-Fe	0,05	0,07	0,14	0,10	0,36	1,0		-Fe	0,06	0,05	0,20	0,10	0,41	1,4	
-Org.mat.	0,05	0,10	0,06	0,06	0,27	1,0		-Org.mat.	0,04	0,04	0,29	0,10	0,37	1,3	

* Fe - Yster is verwyder met behandeling met dithioniet

** Org. mat. - Organiese materiaal is verwyder met H₂O₂

kan deels verantwoordelik wees vir die kleiner mate van dispersie van die Ca-versadigde suspensies in lae soutkonsentrasies.

- Alhoewel differensiële vrystelling van elektroliete dus waarskynlik een van die belangrikste oorsake van verskille in dispersie en swelling met Mg- of Ca-versadiging is, verklaar dit nie al die verskille nie. Hierdie feit word geïllustreer deur bv. die verskille, in weerwil van ooreenstemmende elektrolietkonsentrasies, in dispersie en koagulasie van die Hutton en Avalon monsters, veral waar die organiese materiaal verwyder is.
- Die relatiewe invloed van organiese materiaal of ysteroksied op elektrolietvrystelling verskil skynbaar nie beduidend nie. In vergelyking met die kontrole monster het die verwydering van hierdie bestandele egter 'n aansienlike afname in die mate van hidrolise veroorsaak. Op een of ander manier (verhitting van die grondmonster?) is die eienkappe van die monsters tydens die proses van verwydering van hierdie bestanddele sodanig verander dat dit die daaropvolgende uitruiling tussen die waterstof-ione en die geadsorbeerde katione beïnvloed het. Andersins bestaan die moontlikheid dat die hoeveelheid katione wat vrygestel kon word verminder is deurdat dit as chelate of komplekse verbindings saam met die organiese materiaal of ysteroksied verwyder is. Desnieteenstaande is daar steeds 'n verskil in die mate van hidrolise tussen die Mg- en Ca-behandelings en dus die vrystelling van elektroliete aan die grondoplossing.

In die tweede deel van die eksperiment waar die invloed van versadiging met gemengde MgNa of CaNa oplossings nagegaan is, is UNP-waardes van 2, 7 en 12 respektiewelik verkry met versadiging met oplossings met NAV-waardes van 5, 15 en 30. Soos voorheen aangetoon is hierdie oënskynlike wanbalans tussen NAV⁺⁺ en UNP⁺⁺ waardes die gevolg van die feit dat Na meer gereedelik as Ca en Mg verplaas word tydens wassing met gedistilleerde water. Ten einde vry soute te verwyder sonder om 'n oormaat Na te verplaas is dit dus wenslik om eerder die monsters te was met 'n oplossing met 'n baie lae soutkonsentrasie (0,001N) met die vereiste NAV-waarde.

Sodoende kan verseker word dat die gewenste UNP in die grond verkry word.

Geen betekenisvolle verskille in die mate van koagulasie kon tussen die monsters met verskillende UNP-waardes en Ca- of Mg-versadiging waargeneem word nie.

Dispersie het toeneem met 'n toename in UNP waarde en die Mg-suspensies was deurgaans meer gedispergeer as die Ca-suspensies. Dispersie het drasties afgeneem met 'n toename in soutkonsentrasie bokant 2 me l^{-1} .

Hierdie resultate kom tot 'n groot mate ooreen met die van Emerson & Chi (1977) en Rahman & Rowell (1979) wat aangetoon het dat grond wat hoofsaaklik illiet bevat tot 'n groter mate struktureel degradeer met Mg- as met Ca-versadiging. Die mineralogiese samestelling van die twee grondtipes wat in hierdie ondersoek gebruik is, is egter minder homogeen en dit is nie bekend tot watter mate die kaoliniet en gemengde-laag kleie wat teenwoordig is, die meganismes van strukturele verval verskillend beïnvloed nie.

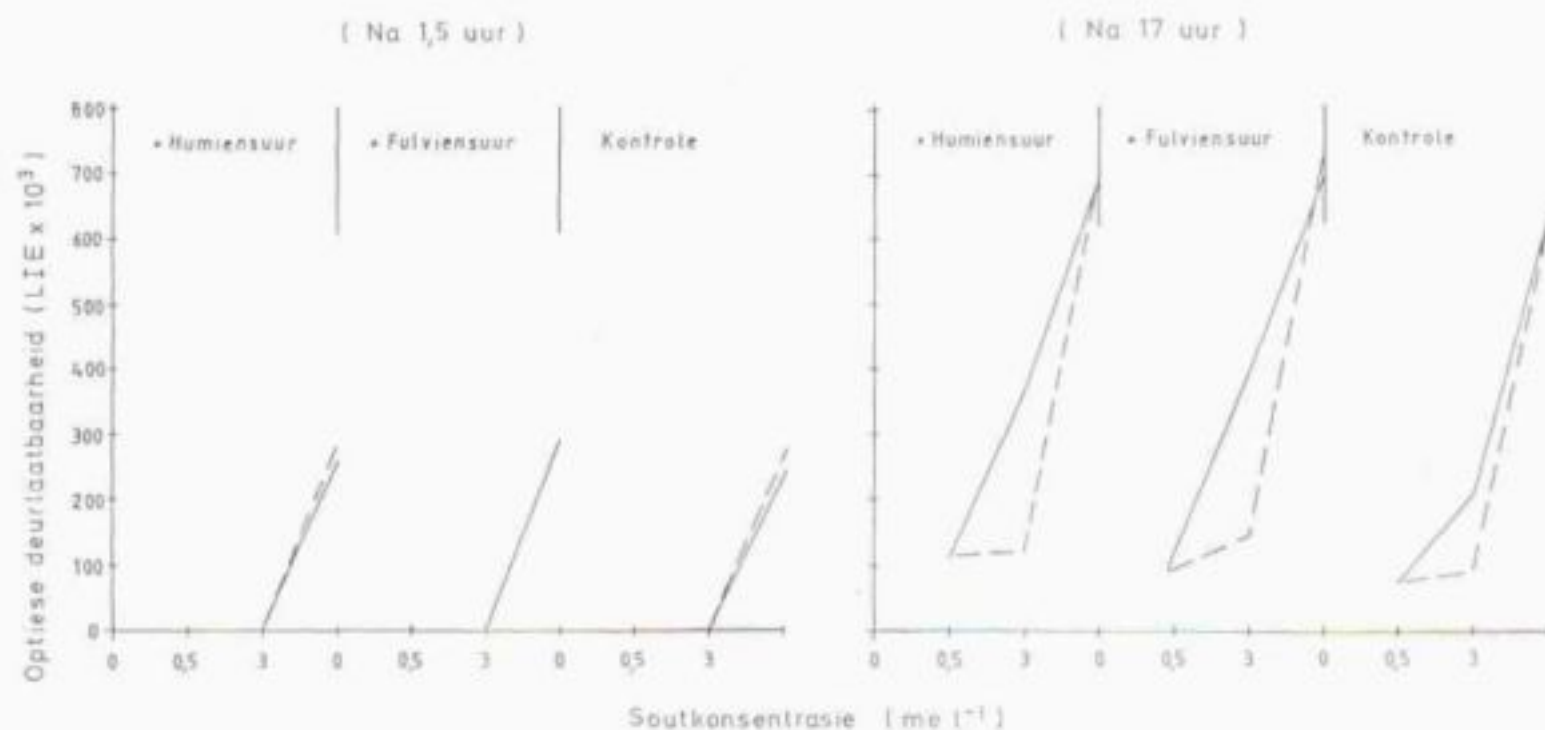
8.3.9. Die invloed van verskillende tipes organiese materiaal.

Inleiding: Organiese materiaal kom hoofsaaklik in twee vorms in grond voor nl. in humien- en fulviensuur verbindings. Tyurin et al (1967) het reeds verwys na die moontlikheid dat Ca en Mg verskillend met hierdie twee groepe organiese sure reageer en gevolglik op verskillende wyses die strukturele stabiliteit van grond beïnvloed. Dit is bykans onmoontlik om grond te selekteer waarin slegs een van die twee tipes organiese sure voorkom. Gevolglik is, vir 'n voorlopige ondersoek, gepoog om die twee tipes organiese sure te fraksioneer, met "skoon" klei te meng en daarna die relatiewe invloed van Mg- en Ca-versadiging op dispersie en swelling te bepaal.

Fraksionering is gedoen volgens die metode beskryf deur Schnitzer (1982). Die twee fraksies is daarna met behulp van 'n roterende evaporeerder gedroog. Submonsters van 5 gram van 'n klei wat hoofsaaklik nontroniet bevat is toe met elk van die fraksies gemeng sodat elke submonster 0,25 persent van 'n organiese verbinding bevat het. Die submonsters is daarna op die gewone manier met Mg of Ca versadig en vry soute is verwyder.

Resultate en bespreking: Die relatiewe mate van dispersie van die verskillende submonsters word in figuur 8.30 getoon. Geen verskille in dispersie tussen die monsters met die twee tipes organiese verbindings kom voor nie. Soos verwag veroorsaak die teenwoordigheid van die organiese verbindings met verloop van tyd 'n effense afname in die mate van dispersie relatief tot die kontrole monster wat geen organiese materiaal bevat nie. Na verloop van 17 uur nadat die suspensies aanvanklik geskud is, is die Mg-versadigde monsters meer gedispergeer as die Ca-monsters. Dieselfde tendense is ten opsigte van koagulasie waargeneem.

Aangesien die twee tipes organiese verbindings nie differensiële destabilisering van die mikro-struktuur van die monsters teweeggebring het nie, sal die ondersoek op 'n ander wyse aangepak moet word om die hipotese van Tyurin et al (1967) te bevestig.



FIGUR B.30 - Die relatiewe invloed van twee tipes organiese materiaal op dispersie van 'n nontroniet klei wat met Ca- (—) of Mg- (---) versadig is. CaSO_4 is by die Ca-monster en MgSO_4 by die Mg-monster gevoeg om die invloed van soutkonsentrasie te evalueer.

8.4 Die invloed van Ca- of Mg-versadiging op die permeabiliteit van monsters

8.4.1 Inleiding.

In die voorafgaande ondersoek is etlike faktore wat die invloed van Ca- en Mg-versadiging op die gedrag van grond in suspensie modifiseer geïdentifiseer. Dis ook aangetoon dat dispersie en koagulasie soms op verskillende wyses deur verskillende faktore en behandelings beïnvloed word. Dit was gevolglik nodig om die implikasie van die verskillende faktore op 'n ander parameter, wat van meer praktiese belang is, te meet. Permeabiliteit kan as so 'n parameter beskou word.

Permeabiliteit word beskou as 'n maatstaf van die intrinsieke vermoë van grond om water en ander vloeistowwe deur te laat en word onderskei van die begrip hidroulise geleiding wat 'n funksie is van sowel die grond se vermoë om 'n vloeistof deur te laat as die eienskappe van die vloeistof (Hillel, 1980).

Die bepaling van die permeabiliteit van, of verskille in permeabiliteit tussen, monsters word beskou as 'n betroubare weerspieëling van die fisiese toestand van gronde (Hutson, 1977). Waterbeweging in grond word hoofsaaklik beïnvloed deur die grootte, vorm en grootteverspreiding van die porieë in grond. Gevolglik sal faktore wat die fisiese toestand van grond beïnvloed, soos dispersie en swelling wat die poriegeometrie affekteer, ook die permeabiliteit van grond beïnvloed. Daarom is dit gebruikelik om die belangrikheid van die invloed van verskillende faktore op die fisiese toestand van grond te beoordeel in terme van die invloed daarvan op permeabiliteit.

'n Probleem wat tydens hierdie ondersoek ondervind is, was om te onderskei tussen die relatiewe omvang van die invloed van dispersie en swelling op die beweging van water in grond. Hierdie onderskeid is veral belangrik omdat Ca-versadiging dikwels oënskynlik aanleiding gegee het

tot 'n groter mate van dispersie van deeltjies in suspensie terwyl Mg-versadiging daarenteen deurgaans meer swelling tot gevolg gehad het. Die meting van die permeabiliteit van submonsters wat tot verskillende mates met Ca, Mg en Na versadig is, is aangewend om die belangrikheid van die verskillende meganismes van strukturele destabilisering te evalueer.

Vir 'n vergelyking tussen die permeabiliteite van submonsters is dit uiters belangrik dat die monsters in die kolomme so gepak word dat die poriegrootteverspreiding van verskillende monsters nie noemenswaardig verskil nie. Die resultate van verskillende permeabiliteitsmetings verskil dikwels eerder as gevolg van verskille in die digtheid van pakking van monsters as wat dit die gevolg is van variasie in chemiese kenmerke van grond. In hierdie ondersoek is sover moontlik gepoog om hierdie probleem te oorbrug deur die monsters so te pak dat verskille in die fisiese toestand tot 'n minimum beperk word. Die eenvormigheid van pakking is gekontroleer deur die bepaling van die lug-permeabiliteit van die gepakte kolomme grond. Monsters wat hiervolgens nie-ooreenstemmend gepak is nie is herpak en die lug-permeabiliteit weer bepaal totdat al die submonsters waarvan die permeabiliteite vergelyk moes word feitlik dieselfde lug-permeabiliteite gehad het. Gevolglik weerspieël die resultate tot 'n groot mate die invloed van die verskillende katione op die permeabiliteite van die submonsters tydens benatting met gedeïoniseerde water.

8.4.2 Voorbereiding van monsters

Vier monsters is in die ondersoek gebruik om die invloed van verskille in mineralogie, klei- en kalsiumkarbonaat-inhoud op hidroulise deurlatendheid te evalueer. Die belangrikste kenmerke van die monsters word in tabel 8.4.1 aangetoon.

Die < 2mm fraksies van al die monsters is met Mg- of CaCl_2 -oplossings met NAV-waardes van 0, 2 en 15 gewas. Die wasproses is uitgevoer deur

die monsters in groot tregters te plaas en dit progressief met afnemende konsentrasies van die verskillende oplossings nl. 1,0N; 0,5N; 0,05N en uiteindelik 0,001N te was. Die monsters is herhaaldelik met die 0,001N oplossing gewas om te verseker dat 'n minimum hoeveelheid vry soute in die monsters agterbly. Die monsters is hierna luggedroog.

Verskillende grootte-fraksies mikro-aggregate: <0,42mm; 0,42 - 1mm; 1 - 1,42mm en 1,42 - 2mm in die geval van die twee vertisol monsters en <0,15mm; 0,15 - 0,35mm en 0,35 - 0,70mm vir die Valsrivier en Avalon monsters is met behulp van siwwe geskei. Gelyke hoeveelhede van elk van hierdie vier fraksies van die twee vertisol monsters is bymekaar gevoeg, deeglik gemeng en in 40 mm deursnee kolomme gepak tot 'n brutodigtheid van 1200 kg m^{-3} . Vorige ondersoeke het getoon dat dit noodsaaklik is om die grond in fraksies te verdeel en dat ekwivalente hoeveelhede van die verskillende fraksies in aparte kolomme gepak word om 'n sinvolle vergelyking tussen verskillende behandelings moontlik te maak.

TABEL 8.4.1 - Die belangrikste kenmerke van die monsters wat in hierdie ondersoek gebruik is.

MONSTER	KLEI-INHOUD	MINERALOGIE	CaCO ₃ -INHOUD
Vertisol A	52%	Hoofsaaklik smekties en gemengde 2:1 en 1:1 minerale	50g kg ⁻¹ grond.
Vertisol B	50%		2g kg ⁻¹ grond.
Valsrivier	32%	X-amorfs.	0,25g kg ⁻¹ grond.
Avalon	20%		

Die eksperiment met die vertisol-B monster is herhaal deur 60g van die twee fynste fraksies (<0,42mm en 0,42 - 1mm) mikro-aggregate met 60g van 'n gewasde sand (0,5 - 0,7mm) te meng en in die kolom te pak. Die kolom vir die Valsrivier en Avalon monsters is voorberei deur 20g van elk van die gesifte fraksies met 60g sand te meng. Volgens Alperovitch, Shainberg en Rhoades (1986) verseker hierdie metode van menging van die monster met sand 'n beter hidroulise geleiding en is dit gevolglik moontlik om die hoeveelheid gedispergeerde materiaal wat saam met die loogvloestof uit die grond beweeg te kwantifiseer.

8.4.3 Metingsmetodes

Die invloed van die verskillende behandelings op die permeabiliteit van die grond vir gedeïoniseerde water is bepaal deur die volume water wat deur die verskillend behandelde kolom teurgelaat word uurliks te meet. Hierdie metings is oor tydperke van twee tot drie dae uitgevoer. Aangesien slegs die relatiewe permeabiliteite belangrik was word die resultate uitgedruk in volume water teurgelaat per tydseenheid en word die werklike permeabiliteite van die monsters, bv. met inagneming van hidrouliese hoogte, wat konstant gehou is, nie aangetoon nie. Vloei is oornag gestop en die grond in die kolom is dus toegelaat om oornag te swel en om ewewig te bereik.

Die elektriese geleidingsvermoë (EG) en pH van die vloestof wat uurliks deur die kolom beweeg het (loogvloestof) is telkens gemeet en die konsentrasie katione in geselekteerde monsters is met behulp van 'n atoomadsorpsiespektrofotometer bepaal. Die hoeveelheid sout in oplossing (me) is bereken as die produk van die volume van die loogvloestof en die konsentrasie sout in die vloestof wat deur die kolom beweeg het ($\text{ml} \times \text{me ml}^{-1} = \text{me}$).

Die konsentrasie yster en aluminium wat tydens voorbereiding en tydens die bepaling van die permeabiliteite in die loogvloestof teenwoordig was,

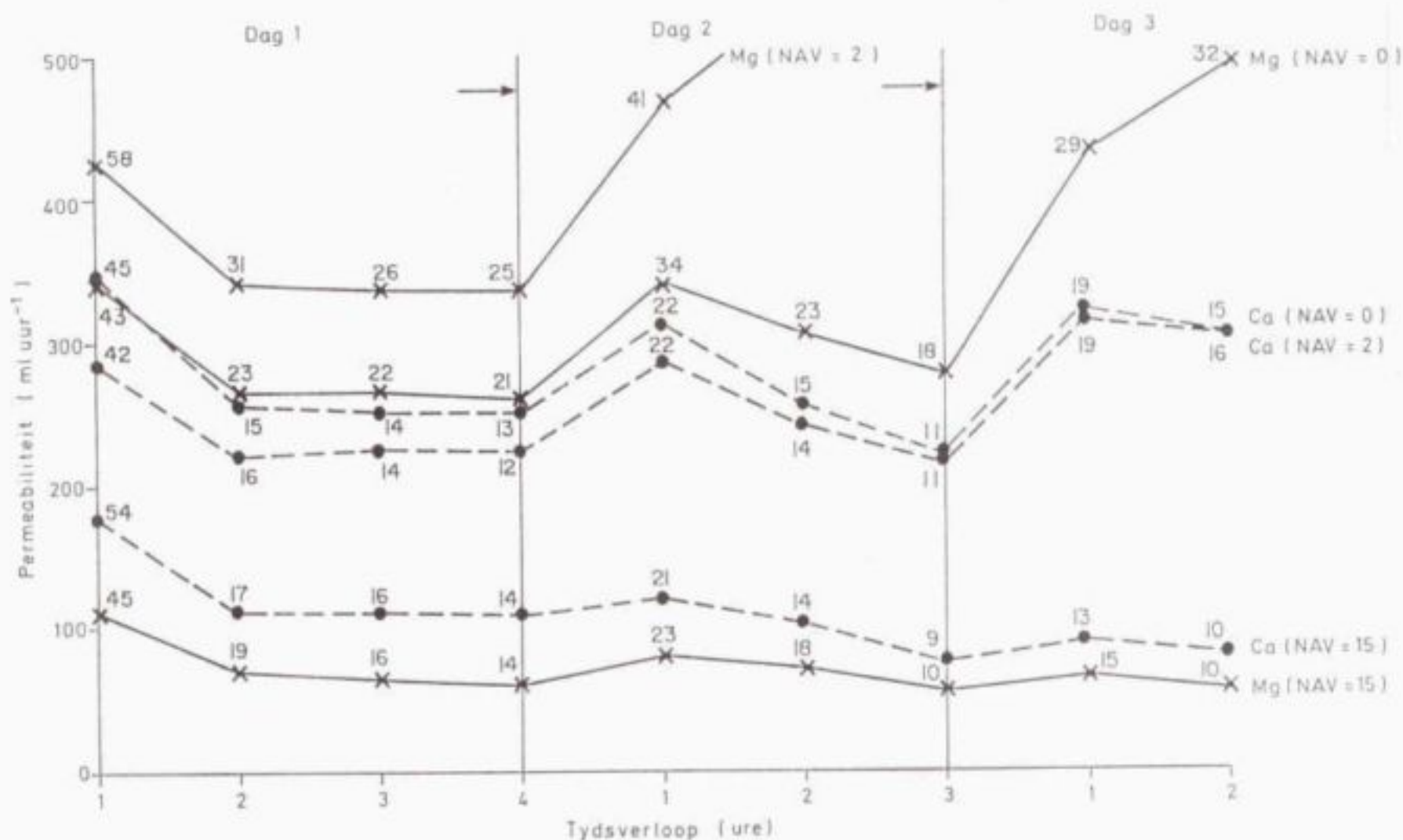
is respektiewelik bepaal volgens die metodes beskryf deur Basset et al (1978) en Hesse (1971).

8.4.4 Resultate en bespreking

A. Monsters van vertisols

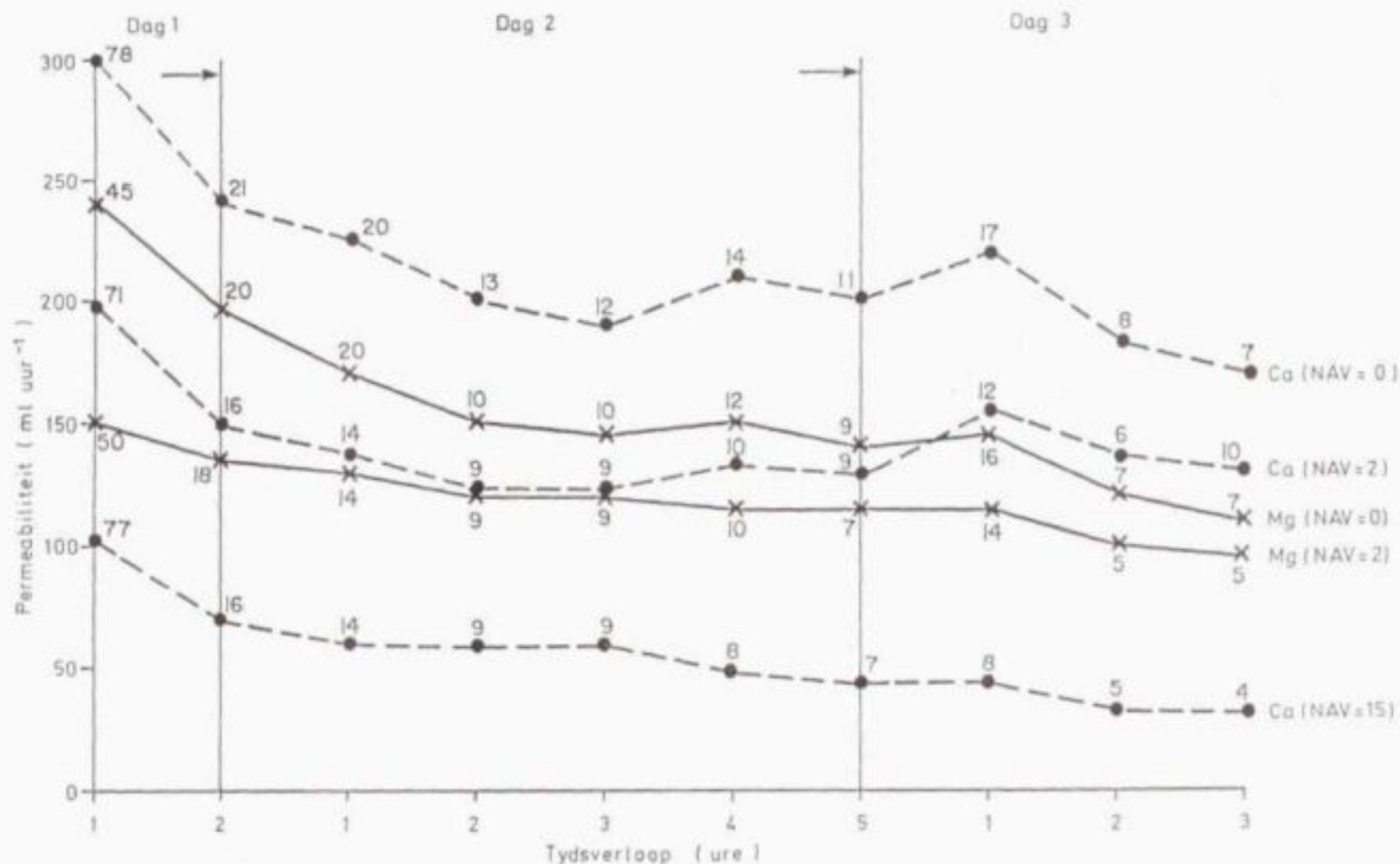
Die verandering in permeabiliteit van die Ca- of Mg-versadigde monsters, met verskillende NAV-waardes, oor drie dae word in figure 8.4.1 en 8.4.2 vir monsters A en B respektiewelik weergegee. Die belangrikste gevolgtrekkings wat uit hierdie figure gemaak kan word is:

- Die permeabiliteit verlaag aanmerklik van die eerste na die tweede meting. Die rede hiervoor is dat daar aanvanklik, na voorbereiding van die monsters, 'n geringe oormaat soute in die kolomte teenwoordig is. Hierdie soute loog dan binne die eerste uur uit en veroorsaak dat die grond in die kolomte swel en dispergeer sodat die permeabiliteit laer is gedurende die daaropvolgende metings. Die verlaging in permeabiliteit kan ook deels toegeskryf word aan die konsolidasie van grond wat dikwels met benatting gepaardgaan (Sowers & Sowers, 1970).
- In sommige van die monsters vind hidrolise of dissosiasie van die CaCO_3 oornag, wanneer vloei gestaak is, plaas en die toename in soutkonsentrasie wat hiermee gepaardgaan veroorsaak weer 'n afname in swelling en dispersie en 'n toename in permeabiliteit gedurende die eerste meting die volgende dag. Hierna neem die permeabiliteit as gevolg van 'n verlaging in soutkonsentrasie in die ewewigoplossing weer af tot ongeveer 'n konstante waarde.
- In die Mg-versadigde kalkryke grond, monster A (Figuur 8.4.1) veroorsaak die oplossing van die konkresies mettertyd so 'n toename in elektrolietkonsentrasie in die monsters met NAV-waardes van 0 en



FIGUUR 8.4.1 Die variasie in permeabiliteit van monsters van alluviale Vertisol A wat met Mg- of Ca-oplossings, met verskillende NAV-waardes, versadig is.

Die syfers by elke metingspunt verteenwoordig die hoeveelheid soute ($\text{me} \times 10^{-2}$) in die loogvloeistof.



FIGUUR 8.4.2 Die variasie in permeabiliteit van monsters van alluviale Vertisol B wat met Mg- of Ca-oplossings, met verskillende NAV-waardes, versadig is.
Die syfers by elke metingspunt verteenwoordig die hoeveelheid soute ($\text{me} \times 10^{-2}$) in die loogvloeistof.

2 dat die permeabiliteit van hierdie monsters aansienlik toeneem met tyd in teenstelling met die ander monsters waar die permeabiliteit effens afneem of konstant bly. Die oënskynlike anomalie in figuur 8.4.1 waar die permeabiliteit van die Mg-versadigde monster met 'n NAV van 2 beter is as dié van die NAV = 0 monster kan ook aan die hand van verskille in hoeveelheid soute in die ewewigsoplossing verklaar word.

- In die nie-kalkryke monster B (Figuur 8.4.2) waar elektrolietvrystelling in die Mg-versadigde monsters nie betekenisvol is nie, is die permeabiliteit van die Mg-versadigde monsters duidelik laer as dié van die Ca-versadigde monsters. Die permeabiliteit van die Mg-versadigde monster met 'n NAV van 15 word nie in figuur 8.4.2 getoon nie aangesien dit baie laag was. 'n Gemiddelde permeabiliteit van 3 ml uur^{-1} is in hierdie geval gemeet. In die kalkryke gronde is die permeabiliteit van die Mg-versadigde NAV = 15 monster ook stadiger as vir die ooreenstemmende Ca-versadigde monster. Hieruit kan die gevolgtrekking gemaak word dat met 'n toename in NAV-waarde van die ewewigsoplossing daar 'n groter afname in die permeabiliteit van Mg-versadigde in vergelyking met Ca-versadigde monsters voorkom.
- Soos verwag kan word is daar in alle gevalle 'n afname in permeabiliteit met 'n toename in die NAV van die ewewigsoplossing. In monster A verlaag die permeabiliteit van die Ca- en Mg-versadigde submonsters respektiewelik ongeveer 2- en 4-voudig met 'n toename in NAV van 2 na 15. In monster B is die ooreenstemmende verlaging ongeveer 3- en meer as 30-voudig vir die Ca- en Mg-versadigde monsters respektiewelik.
- Die permeabiliteit van monster B (Figuur 8.4.2) is oor die algemeen laer as die van monster A (Figuur 8.4.1). Aangesien die klei-inhoud van hierdie twee monsters dieselfde is en gelyke fraksies van verskillende grootte klasse mikro-aggregate in elke monster gepak is, kan aanvaar word dat die teenwoordigheid van groter hoeveelhede CaCO_3 -konkresies aanleiding sal gee tot die relatief vinniger permeabiliteit van monster A. Die bydrae van die konkresies tot 'n

verhoging in deurlaatbaarheid van monster A kan tweeledig van aard wees. Eerstens bevorder die hoër elektrolietkonsentrasie, as gevolg van die dissosiasie van die CaCO_3 die deurlaatbaarheid omdat swelling beperk word en tweedens dra die feit dat die konkresies self nie swel nie, en tot 'n mindere mate hidrofobies is, by tot 'n relatief kleiner totale swelling (per eenheidsvolume) in vergelyking met monster B.

'n Belangrike waarneming wat tydens die meting van die permeabiliteite gemaak is, was dat die loogvloeistof van veral die Mg-versadigde monster telkens opmerklik meer geelbruin was as gevolg van die teenwoordigheid van opgeloste organiese materiaal en seskwioksiedes. Hierdie verskynsel is veral waargeneem in die Mg-versadigde monsters met 'n hoë NAV-waarde en was duideliker in die geval van monster B as in die geval van monster A. 'n Analise van die samestelling van die loogvloeistof het aangetoon dat relatief min organiese materiaal en aluminium in die loogvloeistof voorkom. Die geelbruin kleur van die loogvloeistof was dus veral te wyte aan die oplossing van Fe-seskwioksiedes. Die relatiewe hoeveelhede Fe in die loogvloeistof van die twee monsters word in tabel 8.4.2 aangetoon. Die organiese materiaal wat in die loogvloeistof teenwoordig is, is waarskynlik een of ander fulviensuurverbinding aangesien geen presipitaat in 'n suuroplossing met 'n pH <2 gevorm het nie. Die groter mate van oplossing van seskwioksiedes en organiese materiaal in die Mg-versadigde monsters is in ooreenstemming met die hipotese van Emerson (1984) dat die stabiliteit van klei-organiese verbindings laer is indien Mg die dominante ioon op die kleikompleks is.

Die verswakking van die bindings tussen die organiese materiaal/seskwioksiedes en die kleiminerale in 'n Mg-versadigde monster is egter skynbaar afhanklik van dispersie aangesien die organiese materiaal eers in oplossing gaan as die grond met gedeïoniseerde water of 'n vloeistof met 'n lae soutkonsentrasie geloog word. Hierdie onderlinge verwantskap tussen dispersie en die oplossing van die organiese materiaal is reeds tydens die voorbereiding van die monsters waargeneem.

TABEL 8.4.2 Die konsentrasie (mg l^{-1}) yster (II en III) wat met die tweede wassing* met oplossings met 'n soutkonsentrasie van 0,001N in die loogvloeistof van verskillend behandelde monsters verkry is.

Dominante katioon	NAV	Monster	
		Vertisol A	Vertisol B
Ca	0	0	0,025
Mg	0	0,025	0,1
Ca	15	0,075	1,505
Mg	15	1,55	6,175

* Tydens voorbereiding van die monsters.

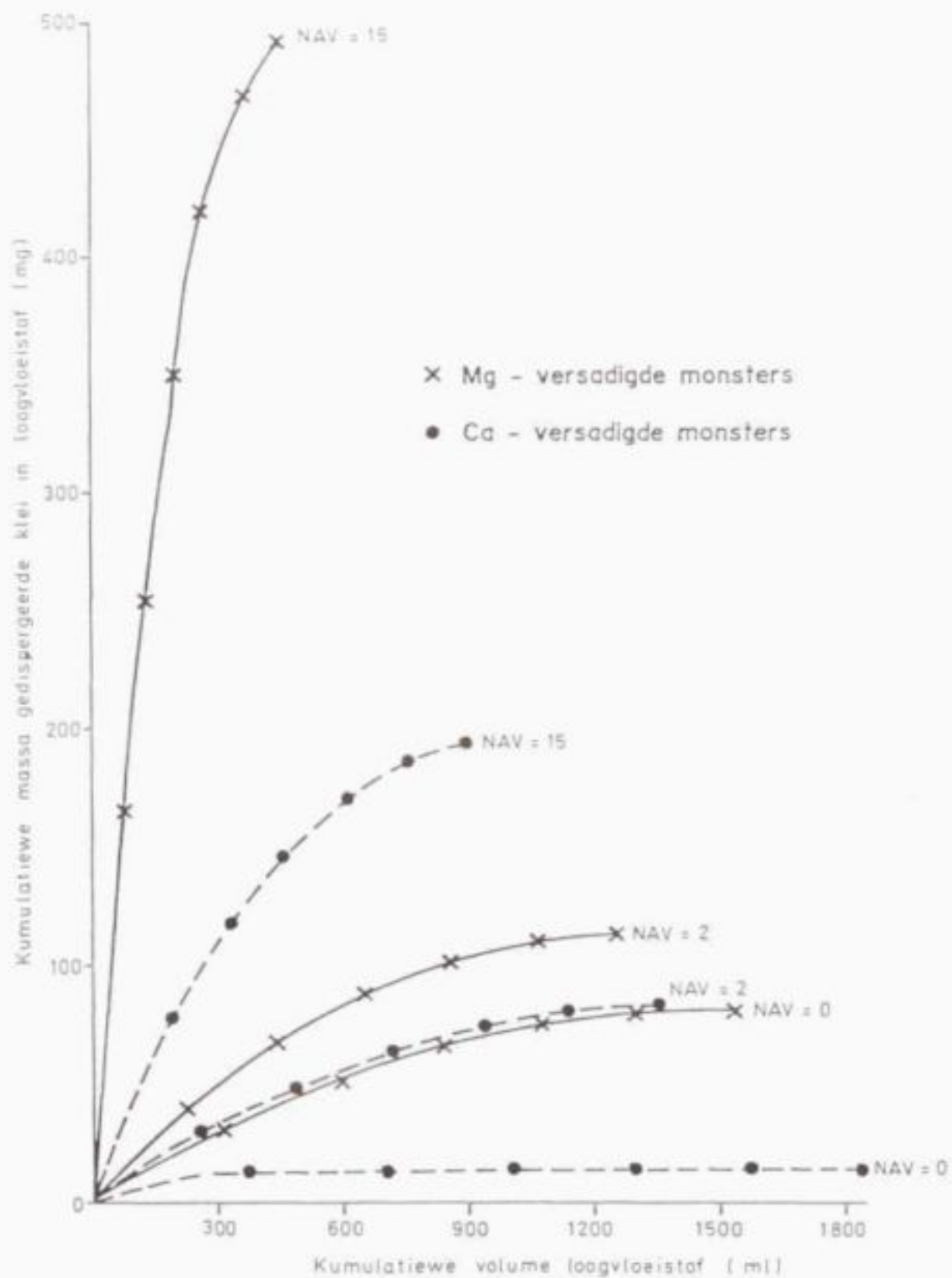
Gedurende die voorbereiding van die monsters is dit met toenemend laer konsentrasies van gemengde MgNa- of CaNa-oplossings gewas ten einde te verseker dat die Na, wat swakker geadsorbeer word as die divalente katione, nie oormatig uit die sisteem geloog word nie. Die oplossing van die organiese materiaal, soos gemanifesteer in die verkleuring van die loogvloestof na geelbruin, het eers begin plaasvind wanneer die soutkonsentrasies van die loogvloestof laer as 0,0002 N was. Die onderling afhanklike verwantskap tussen dispersie en die oplossing van seskwioksiedes en organiese materiaal is ook bevestig gedurende die meting van die permeabiliteite waar daar aanvanklik, toe die kolomme met gedeïoniseerde water geloog is, groot hoeveelhede gedispergeerde klei en organiese materiaal in die loogvloestof teenwoordig was. Met verdere loging met gedeïoniseerde water, gedurende die meting van die permeabiliteite, het die hoeveelheid gedispergeerde materiaal minder en die kleur van die loogvloestof ligter geword. Dit is aanvaar dat die intensiteit van die geelbruin kleur van die loogvloestof 'n aanduiding is van die hoeveelheid organiese materiaal wat opgelos is.

Met die herhaling van hierdie eksperiment met grond B, waartydens 60g van die grond met 60g sand gemeng is en in die kolomme gepak is, is daar gepoog om die mate waartoe die organiese materiaal en of seskwioksiedes oplos asook dispersie te kwantifiseer. Die belangrikste resultate van hierdie deel van die ondersoek word in tabel 8.4.3 en figuur 8.4.3 getoon.

Die intensiteit van die geelbruin kleur van die loogvloestof wat deur grond/sand mengsels in die kolomme beweeg het, is visueel op 'n skaal van 1 tot 5 geklassifiseer om as aanduiding te dien van die konsentrasie organiese materiaal en seskwioksiedes in oplossing in die loogvloestof. 'n Waarde van 1 is aan 'n baie liggekleurde en 'n waarde van 5 aan 'n baie donkergekleurde geelbruin tot bruin loogvloestof toegeken. In tabel 8.4.3 is dit duidelik dat die oplossing van die organiese materiaal/seskwioksiedes meer is in die Mg-versadigde monsters en dat dit toeneem met 'n toename in NAV. Gevolglik is daar ook 'n betekenisvolle hoeveelheid in oplossing in die Ca-versadigde monster met 'n NAV-waarde van 15. Dit is ook insiggewend dat opgeloste organiese materiaal in die Mg-versadigde monster in die afwesigheid van enige Na

TABEL 3.4.3 - De concentratie organische materiaal en geskwikselaten, zoals gerantificeerd in die donkerheid van die kleur van die vloeistof, in die loogvloeistof van verskillende behandelde monsters. (n Waarde van 1 verteenwoordig 'n ligte en 'n Waarde van 5 'n donker gekleurde geelbruin oplossing).

PERMEABILITEITS METING NO.	Ca- VERSADIGDE MONSTERS			Mg- VERSADIGDE MONSTERS		
	NAV = 0	2	15	NAV = 0	2	15
1	0	1	3	3	4	5
2	0	1	3	3	3	5
3	0	0	2	2	3	4
4	0	0	1	1	3	4
5	0	0	0	0	1	3
6	0	0	0	0	0	2



FIGUUR 8.4.3. Die hoeveelheid gedispergeerde klei in die loogvloeistof van kolomme wat met Mg- of Ca-oplossings, met verskillende NAV-waardes, versadig is. Die kolomme is op 'n 1:1 basis met sand gemeng

(NAV=0) voorkom. Hierdie waarneming toon aan dat homo-ioniese Mg-versadiging kan lei tot die verbreking van die organo-mineraalbindings in mikro-aggregate. Die gesamentlike invloed van Mg en Na is egter van groter omvang soos weerspieël deur die toename in en langdurige omvang van oplossing van organiese materiaal in die loogvloestof van die Mg-versadigde monster met 'n NAV van 15.

Die konsentrasie organiese materiaal in oplossing neem af met opeenvolgende permeabiliteitsmetings. Hierdie afname is geassosieer met 'n ooreenstemmende afname in dispersie (Figuur 8.4.3).

Dit blyk duidelik uit figuur 8.4.3 dat die hoeveelheid gedispergeerde klei in die loogvloestof toeneem met 'n toename in NAV-waarde van die monster en dat by 'n NAV-waarde van 15, die Mg-versadigde monster aansienlik meer disperseer tydens loging met gedeïoniseerde water as die Ca-versadigde monster. Die verskil in dispersie tussen die Ca- en Mg-versadigde monster by die laer NAV-waarde is kleiner maar dit is tog betekenisvol dat die Mg-monster met 'n NAV-waarde van 0 bykans net so gedispergeerd is as die Ca-monster met 'n NAV-waarde van 2. Hierteenoor is die mate van dispersie in die Ca-versadigde monster feitlik minimaal in die afwesigheid van Na. Dit is ook duidelik uit figuur 8.4.3 dat alhoewel die tempo van hidroulise geleiding feitlik konstant bly, daar deurgaans 'n afname is in die hoeveelheid gedispergeerde materiaal tydens opeenvolgende permeabiliteitsmetings. Hierdie afname val saam met die afname in organiese materiaal/seskwioksiedes in oplossing met opeenvolgende permeabiliteitsmetings (Tabel 8.4.3). Dit is insiggewend dat die hoeveelheid gedispergeerde materiaal afneem terwyl die tempo van hidroulise geleiding nie verbeter nie. Dit kan enersyds beteken dat die aanvanklike dispersie, as gevolg van die eerste loging met gedeïoniseerde water, die porieë so verstop het dat die daaropvolgende uitwassing van gedispergeerde materiaal nie voldoende is om die permeabiliteit te verbeter nie, of dit mag moontlik wees dat die permeabiliteit verminder word deur die swelling van deeltjies of mikro-aggregate. Omdat die permeabiliteit baie stadig afneem met opeenvolgende bepalinge is laasgenoemde alternatief waarskynlik meer aanvaarbaar maar geen duidelike uitspraak kan in hierdie stadium gegee word oor die relatiewe invloed van hierdie twee prosesse nie.

Die veranderinge in en relatiewe verskille tussen die permeabiliteit van die verskillende submonsters (Figure 8.4.1 en 8.4.2) kan ook, behalwe vir veranderinge in elektriese geleidingsvermoë, aan die hand van veranderinge in die chemiese samestelling van die ewewigsoplossing verklaar word. Die veranderinge in die chemiese samestelling van die loogvloeistof van geselekteerde permeabiliteitsmetings word in tabel 8.4.4 aangetoon. Die belangrikste aspekte wat uit hierdie figuur na vore kom is:

- Die toename in pH met toename in NAV van die grond. Die pH-waardes is waarskynlik te laag vir die vorming van betekenisvolle hoeveelhede MgOH^+ ionpare wat swelling en dispersie kan bevorder. 'n Moontlike uitsondering in hierdie opsig is die Mg-versadigde NAV = 15 monster van grond B. Die baie lae permeabiliteit van hierdie monster kan geassosieer word met die oormatige swelling veroorsaak deur die voorkoms van MgOH^+ as eenwaardige ion tussen die kleiplaatjies. In vergelyking hiermee is die pH van Mg-versadigde NAV = 15 monster van grond A nie so laag nie terwyl die permeabiliteit daarvan beduidend laer is as vir die ander submonsters met soortgelyke pH-waardes. Selfs indien die vorming van MgOH^+ ionpare dus sou bydrae tot die laer permeabiliteit van sekere submonsters, wil dit voorkom asof dit nie die enigste en belangrikste oorsaak vir die laer permeabiliteit is nie.
- Die hoeveelheid Na wat telkens saam met die loogvloeistof uit die grond verwyder word verskil nie betekenisvol tussen die Ca- en Mg-versadigde monsters nie. Hierdie gevolgtrekking word bevestig deurdat NAV-waardes van die loogvloeistof nie deurgaans konstant groter of kleiner is in die Ca- of Mg-versadigde monsters nie. Dit is insiggewend dat die NAV van die Mg-versadigde NAV = 15 submonster van grond A met die eerste permeabiliteitsmeting laer is as wat verwag sou word. Die rede hiervoor is die oormatige vrystelling van Mg, met oplossing van die CaCO_3 -konkresies, wat veroorsaak dat die relatiewe Na-konsentrasie laer is in die loogvloeistof. Met die daaropvolgende permeabiliteitsmeting was die vrystelling van Mg van kleiner omvang sodat die verwagte relatiewe Na-konsentrasie in die loogvloeistof aanwesig was. Die vrystelling van Mg uit die NAV = 2

TABEL 8.4.4. - Veranderinge in die chemiese samestelling van die loogvloeistof van monsters A en B met tyd

Parameter	Monster versadig met	NAV	Permeabiliteits-A meting No.	GROND A				GROND B			
				1	3	6	9	1	3	6	9
pH van loogvloeistof	Ca	0		7,38	7,38	7,32	7,25	7,26	7,03	7,04	7,01
		2		7,54	7,40	7,22	7,01	7,38	7,11	7,10	7,07
		15		7,87	7,67	7,83	7,48	7,55	7,41	7,41	7,47
	Mg	0		7,48	7,10	7,17	7,30	7,29	7,17	7,16	7,07
		2		7,57	7,44	7,29	7,22	7,73	7,28	7,23	7,21
		15		7,70	7,62	7,83	7,74	N/G	0,12 ^B	N/G	N/G
	Na(me) ^C in loogvloeistof	0		0,017	0,005	0,003	0,006	0,056	0,011	0,004	0,004
		2		0,242	0,090	0,007	0,003	0,276	0,087	0,053	0,010
		15		0,598	0,240	0,187	0,126	0,656	0,156	0,092	0,046
NAV van loogvloeistof	Ca	0		0,07	0,05	0,03	0,05	0,24	0,12	0,06	0,06
		2		1,40	1,15	0,88	0,02	1,41	2,04	1,76	0,26
		15		9,14	11,15	10,68	9,92	7,72	16,19	10,82	11,84
	Mg	0		0,06	0,02	0,02	0,02	0,22	0,10	0,09	0,05
		2		0,90	0,33	0,04	0,05	1,36	1,56	1,56	0,86
		15		5,95	9,88	10,12	7,05	N/G	11,45 ^B	N/G	N/G
	[Ca]:[Mg] ^C in loogvloeistof (me/me)	0		17	11	14	14	12	10	10	9
		2		14	7	9	9	17	18	11	13
		15		3	2	2	4	15	2	3	2
[Mg]:[Ca] in loogvloeistof (me/me)	Mg	0		40	19	12	23	30	35	17	13
		2		23	31	18	12	33	25	18	16
		15		14	5	9	9	8	17	N/G	N/G
	Mg (me) ^C in loogvloeistof	0		0,021	0,008	0,005	0,006	0,036	0,007	0,004	0,003
		2		0,014	0,007	0,006	0,009	0,018	0,001	0,001	0,001
		15		0,012	0,003	0,002	0,001	0,008	0,001	0,001	0,000
	Mg	0		0,408	0,196	0,168	0,221	0,293	0,119	0,049	0,031
		2		0,391	0,211	0,318	0,253	0,199	0,065	0,021	0,016
		15		0,092	0,016	0,010	0,010	0,024	0,007	N/G	N/G

A Die waardes verteenwoordig die chemiese samestelling van die loogvloeistof van die 1^e, 3^e, 6^e en 9^e permeabiliteitsmeting.

B Hierdie waardes kan dikwels 'n wanindruk laat, aangesien die permeabiliteit van hierdie monsters baie stadig was en daar gevolglik 'n langer kontaktyd tussen die grond en die loogvloeistof was.

C Die hoeveelheid Na, Ca en Mg in die loogvloeistof word uitgedruk in me aangesien die volume loogvloeistof telkens in berekening gebring is.

N/G Nie voldoende loogvloeistof vir analise nie.

submonster van grond A het op 'n soortgelyke wyse veroorsaak dat die NAV van die loogvloeistof deurgaans laer was as wat verwag sou word. Die relatief hoë permeabiliteit van hierdie submonster kan aan die gekombineerde invloed van hierdie verskynsel en die hoër elektrolietkonsentrasie toegeskryf word.

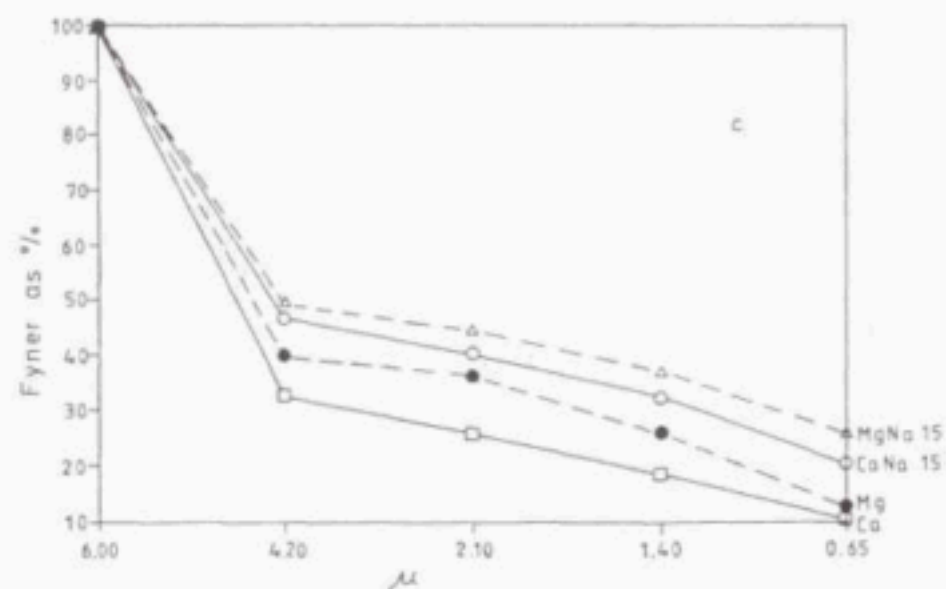
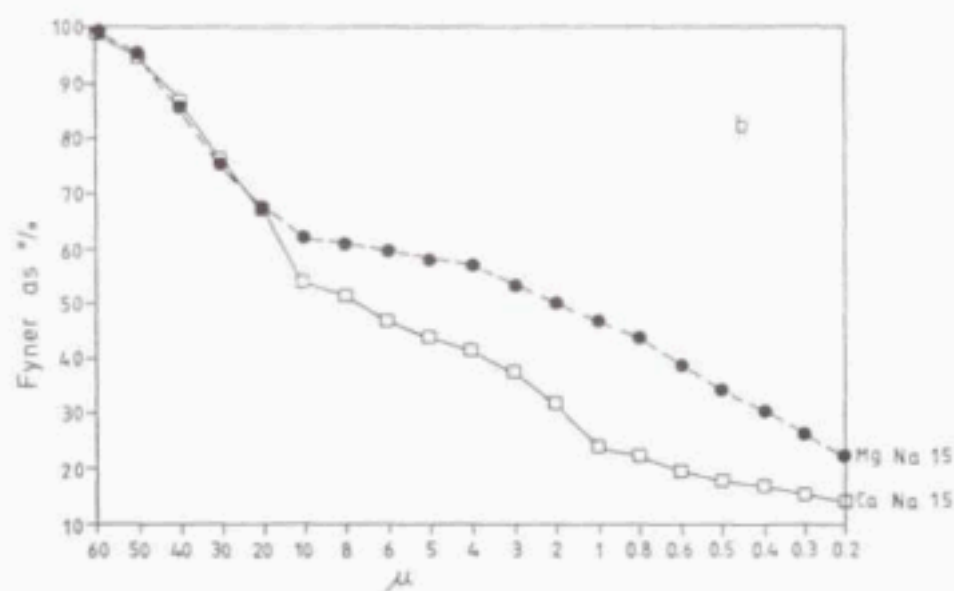
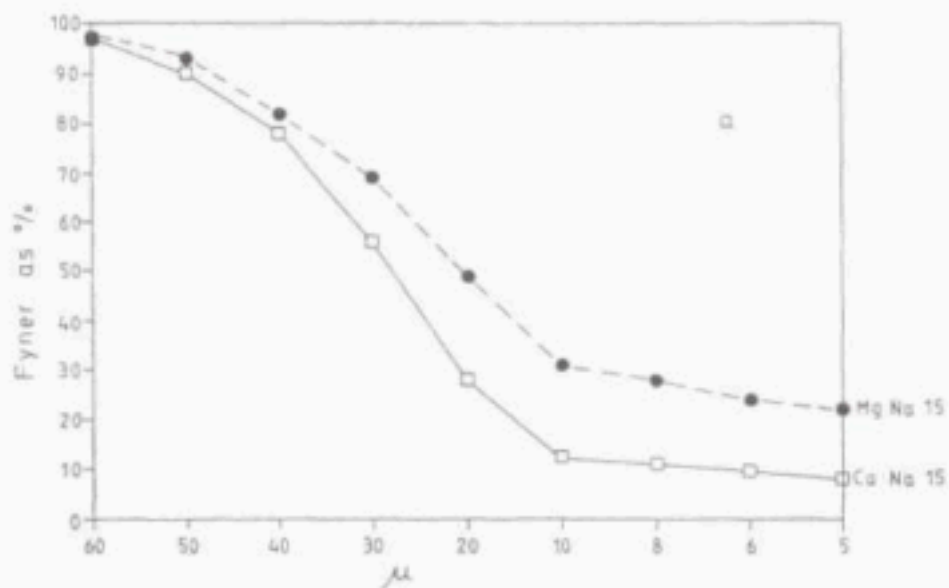
- Uit tabel 8.4.4 blyk dit ook dat in beide grond A en grond B 'n relatiewe oormaat Mg in vergelyking met Ca vrygestel word in die Mg-versadigde monsters. Wanneer die hoeveelheid Mg (me), met inagneming van die volume loogvloeistof, egter bereken word is dit duidelik dat betekenisvol groter hoeveelhede Mg in die CaCO_3 -ryke grond A vrygestel word. Hierdie vrystelling van Mg is die gevolg van die oplossing van die CaCO_3 -konkresies in 'n Mg-versadigde grond en dra by tot die hoër elektrolietkonsentrasies en die hoër permeabiliteit.

Die vrystelling van Mg in die Mg-versadigde CaCO_3 -ryke gronde is ook bevestig deur die chemiese samestelling van die monsters in die verskillende kolomme na afloop van die permeabiliteitsmetings (Tabel 8.4.5). Uit hierdie tabel is dit duidelik dat die uitruilbare Mg : Ca verhouding groter is in die Mg-versadigde submonsters van grond B as in grond A. In grond A veroorsaak die oplossing van die CaCO_3 -konkresies, wat lei tot die uitruiling van geadsorbeerde Mg met die gedissosieerde Ca, dat meer Ca geadsorbeer word en die Mg : Ca verhouding dus kleiner is as in grond B waar Ca nie in oormaat as gevolg van die dissosiasie van konkresies voorsien word nie. In grond A dra die oplossing van konkresies in die Mg-versadigde monsters by tot die voorkoms van 'n oormaat katione in die uitruilkompleks soos weerspieël deur die groter S-waarde (en gepaardgaande groter basisversadiging) van die Mg-versadigde monster in vergelyking met die Ca-versadigde monster.

'n Bykomende moontlike belangrike oorsaak vir die laer permeabiliteit van die Mg-versadigde monsters is die feit dat versadiging met Mg skynbaar aanleiding gee tot 'n groter mate van destabilisasie van die kleiner aggregate. 'n Beduidend groter hoeveelheid fyn klei was in die Mg-versadigde monster van vertisol B teenwoordig (Figuur 8.4.4) na afloop

TABEL 8.4.5 Chemiese samenstelling van die grond van verskillende submonsters na afloop van die permeabiliteitsmetings.

Parameter	Monster versadig met	NAV van die oplossing waarmee die monsters aanvanklik versadig is	GRONDMONSTER	
			A	B
RUK			44	38
UNP	Ca	0	0,05	0,05
		2	0,07	0,20
		15	7,52	9,72
	Mg	0	0,02	0,05
		2	0,05	0,86
		15	5,85	11,12
Ca:Mg (me/me)	Ca	0	12,5	18,4
		2	11,3	16,4
		15	10,5	17,5
Mg:Ca (me/me)	Mg	0	1,7	6,7
		2	1,4	6,7
		15	2,5	6,7
S-waarde (me)	Ca	0	45,8	36,9
		2	44,2	38,3
		15	45,4	39,0
	Mg	0	50,9	39,3
		2	50,4	37,8
		15	49,5	38,2



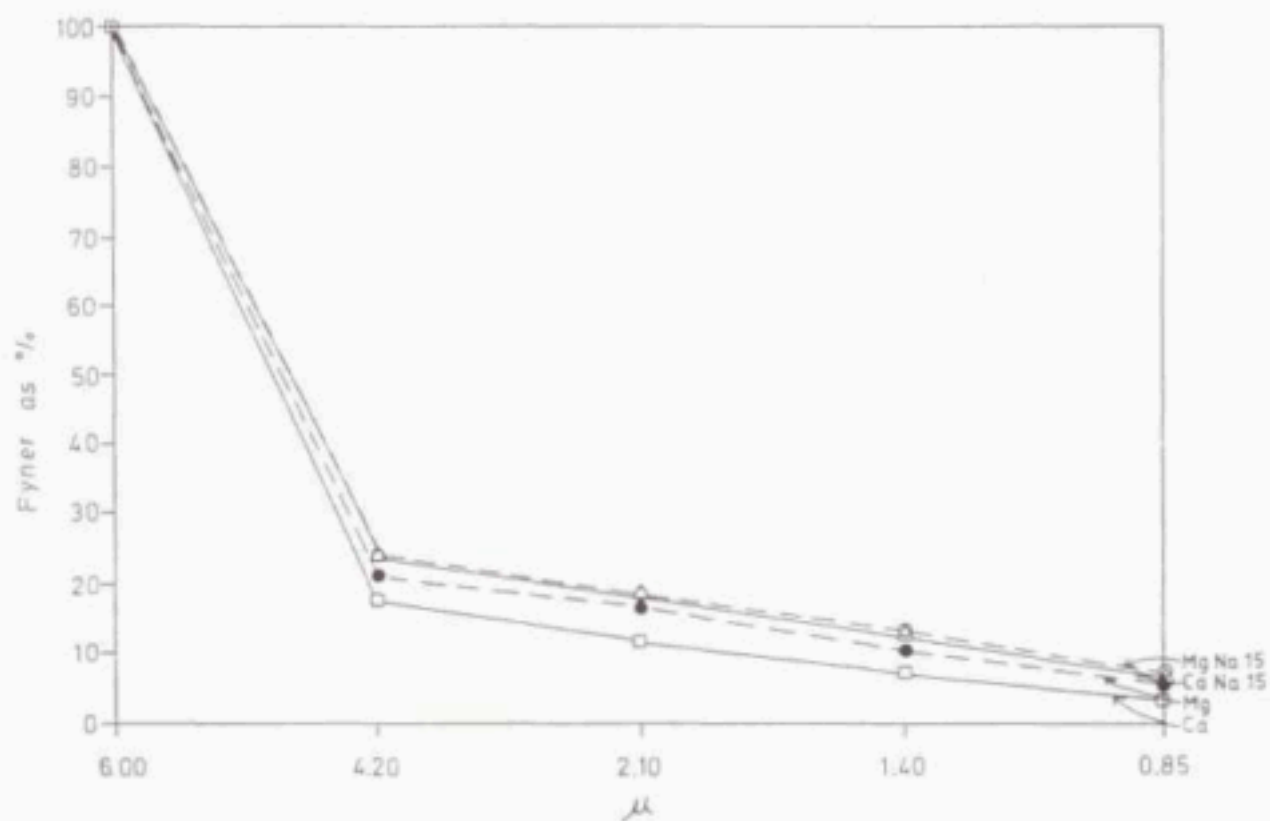
Figuur 8.4.4 Deeltjiegrootteverspreiding van die fyn fraksie van Vertisol B wat met Mg- of Ca-oplossings met NAV-waardes van 0 en 15 versadig is. Bepalings is uitgevoer a en b: met behulp van 'n sedigraph met water en calgon as suspensiemedium respektiewelik en c: deur middel van sentrifugering (Jackson, 1975).

van die voorbereidingsproses. Die fyner klei is waarskynlik meer ontvanklik vir dispersie en swelling en dra dus by tot die laer permeabiliteit van die Mg-versadigde monsters. In die geval van Vertisol A was daar nie so 'n duidelike verskil in die grootteverspreiding van die kleifraaksie nie (Figuur 8.4.5). Die hoër elektrolietkonsentrasie, a.g.v. die oplossing van konkresies, het dus reeds in die voorbereidingsproses bygedra tot 'n beter fisiese toestand in hierdie monster in vergelyking met Vertisol B.

B. Avalon en Valsrivier monsters.

Dit het reeds tydens die voorbereiding van submonsters van hierdie gronde geblyk dat versadiging met Ca of Mg in teenwoordigheid van verskillende hoeveelhede Na die grond op verskillende wyses beïnvloed. Namate die grond in die tregters met progressief laer soutkonsentrasies gewas is het die permeabiliteit van die Mg-behandeling in vergelyking met die Ca-behandeling afgeneem. Hierdie verskynsel het gepaard gegaan met 'n verdonkering in die kleur van die loogvloeistof van veral die Mg NAV=15 behandeling met 'n 0.001N konsentrasie van die soutoplossing. Die donkerder geelbruin kleur van die loogvloeistof is toeskryfbaar aan die verbreking van organo-mineraalverbindings en die vrystelling van aluminium- en veral ysteroksiedverbindings uit die tussenlae van die kleiminerale, asook die uitloging van gedispergeerde kleideeltjies. Soos in die geval van die monsters van die vertiese gronde vind die uitloging van die gedispergeerde kleideeltjies en die oplossing van die organiese materiaal en of seskwioksiedes gelyktydig plaas en is die prosesse wat vir die uitloging daarvan verantwoordelik is skynbaar onderling afhanklik. Die prosesse vind in albei gronde ook net plaas as die monsters met vloeistof met 'n baie lae soutkonsentrasie ($<0,002N$) of gedeïoniseerde water gewas word.

Die relatiewe hoeveelheid klei en organiese materiaal en of seskwioksiedes in die loogvloeistof tydens behandeling met die verskillende oplossings met 'n soutkonsentrasie van 0,001N gedurende voorbereiding van die grond is gekwantifiseer in 'n 10ml ekstrak van die loogvloeistof (Tabel 8.4.6). Die konsentrasie klei is gravimetries bepaal. Aangesien organiese



Figuur 8.4.5 Deeltjiegrootteverspreiding van die fyn fraksie van Vertisol A wat met Mg- of Ca-oplossings met NAV-waardes van 0 en 15 versadig is.

TABEL 8.4.6 - Die konsentrasie klei* in en die optiese deurlaatbaarheid van die loogvloeistof van die Avalon en Valsrivier monsters wat met verskillende soutoplossings met 'n soutkonsentrasie van 0,001N geloog is.

	AVALON						VALSRIVIER							
	NAV =	Ca-behandeling		15	Mg-behandeling		15	NAV =	Ca-behandeling		15	Mg-behandeling		15
		0	2		0	2			0	2				
Konsentrasie klei in loogvloeistof (mg 10 ml ⁻¹)		0,3	0,3	2,5	0,3	0,4	6,5		0,0	0,2	3,4	0,3	0,9	16,3
Optiese deurlaat- baarheid Ø (LIU x 10 ³)		683	674	647	654	651	582		680	669	580	666	622	464

* per 10 ml suspensie

Ø As aanduiding van die kleurintensiteit van en gevolglik die hoeveelheid organiese materiaal en seskwioksiedes

materiaal en seskwioksiedes in oplossing in die loogvloeistof die optiese deurlaatbaarheid van die loogvloeistof verlaag is die bepaling van die optiese deurlaatbaarheid van die loogvloeistof as maatstaf geneem van die konsentrasie organiese materiaal en seskwioksiedes. Die optiese deurlaatbaarheid is ná verwydering van die gedispergeerde klei met behulp van 'n turbidimeter (Nel & Blignaut, 1987), bepaal.

Uit die data in tabel 8.4.6 is dit duidelik dat die konsentrasie klei in die loogvloeistof toeneem met 'n toename in Na en dat dit ook beduidend meer is in die Mg- as in die Ca-versadigde monsters. Die omvang van dispersie is beduidend groter in die Valsrivier as in Avalon monsters en dit is betekenisvol dat daar selfs vir die NAV=2 monster van die Mg-behandeling in die Valsrivier grond reeds 'n toename in die hoeveelheid gedispergeerde materiaal voorkom.

Dieselfde tendense geld t.o.v. die konsentrasie organiese materiaal en of seskwioksiedes in die loogvloeistof. Aangesien die optiese deurlaatbaarheid afneem met 'n toename in die intensiteit of verdonkering van die geelbruin kleur van die loogvloeistof, is dit duidelik (Tabel 8.4.6) dat betekenisvolle hoeveelhede organiese materiaal en of seskwiosiedes teenwoordig is in die loogvloeistof van die Mg (NAV=15) submonsters van beide die Avalon en Valsrivier gronde asook in die Ca NAV=15 behandeling van die Valsrivier monster. Hierdie verskynsel illustreer weer eens die belangrike invloed van beide Na en Mg in die uitruilfase op die kolloidale gedrag van grond. Die konsentrasie yster en aluminium in die loogvloeistof van die Valsrivier monster word in Tabel 8.4.7 aangetoon. Hiervolgens is dit duidelik dat veral in die geval van die Mg (NAV=15) behandeling aansienlike hoeveelhede yster (Fe) uit die tussenlae verplaas word. Hierdie verskynsel hou skynbaar direk verband met die laer permeabiliteit van veral die Mg (NAV=15) monsters. Dis ook insiggewend dat relatief min, en ook 'n konstante hoeveelheid, aluminium (Al) deur al die behandelings uit die tussenlae verwyder word. Alhoewel die organiese fraksie in oplossing in die loogvloeistof 'n betekenisvolle bydrae tot die donkerder kleur van die loogvloeistof lewer het skeiding van die organiese fraksie met chloroform en ander organiese vloeistowwe en daaropvolgende droging m.b.v. 'n roterende evaporeerder getoon dat daar op 'n massabasis slegs mikro-hoeveelhede teenwoordig is. Aangesien

TABEL 8.4.7 Die konsentrasie (mg l^{-1}) yster (II en III) en aluminium wat met die derde wassing* met oplossings met 'n soutkonsentrasie van 0,001N in verskillende behandelde submonsters van die Valsrivier grond in die loogvloeistof teenwoordig was.

Dominante katioon	NAV	Al	Fe
Ca	0	0,045	0,2
Mg	0	0,06	0,53
Ca	5	0,14	0,4
Mg	5	0,22	2,10
Ca	15	0,74	2,85
Mg	15	0,72	8,72

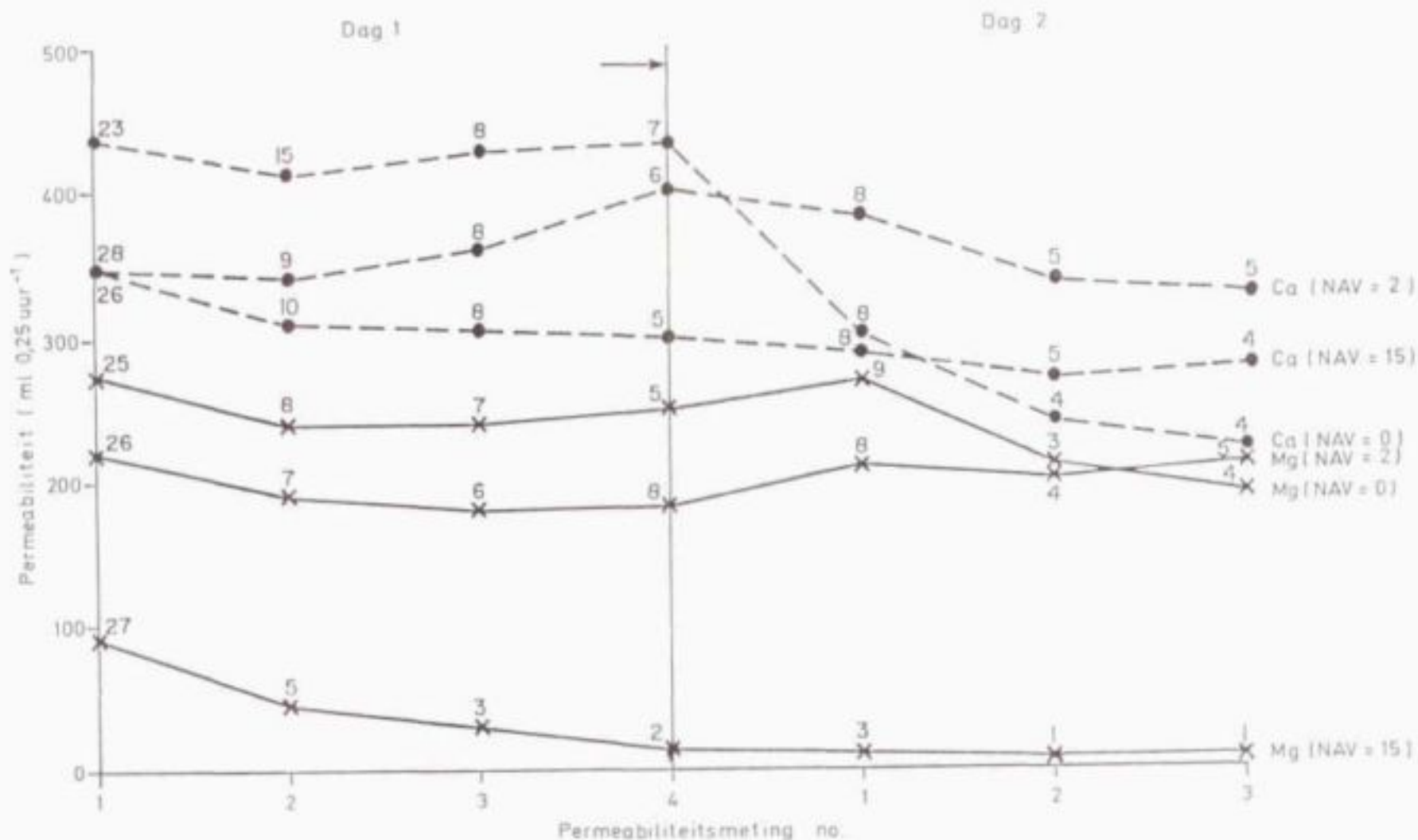
* Tydens voorbereiding van die monsters.

die meganisme van verwydering van die seskwioksiedes en organiese materiaal uit die tussenlae dieselfde is vir die vertiese monsters òn die Valsrivier en Avalon monster, word die bespreking van dié verskynsel en die invloed daarvan op die fisiese toestand van die grond gelaat tot aan die einde van hierdie hoofstuk.

Die verandering in permeabiliteit van die Valsrivier en Avalon submonsters gedurende opeenvolgende permeabiliteitsmetings word in figure 8.4.6 en 8.4.7 getoon. In die geval van die Valsrivier grond (Figuur 8.4.6) is die resultate dieselfde vir die twee vertiese monsters (Figure 8.4.1 en 8.4.2) nl. dat die permeabiliteite van die Mg-versadigde monsters laer is as dié van die Ca-versadigde monsters. Dit is insiggewend dat die permeabiliteit van die Mg NAV=0 behandeling selfs effens laer is as die van die Ca NAV=15 behandeling. Hierdie verskynsel beklemtoon die belangrike nadelige invloed van Mg-versadiging op die permeabiliteit van grond wat gedeeltelik uit swellende 2 : 1 minerale en gedeeltelik uit menglaag of X straal-amorfe minerale bestaan.

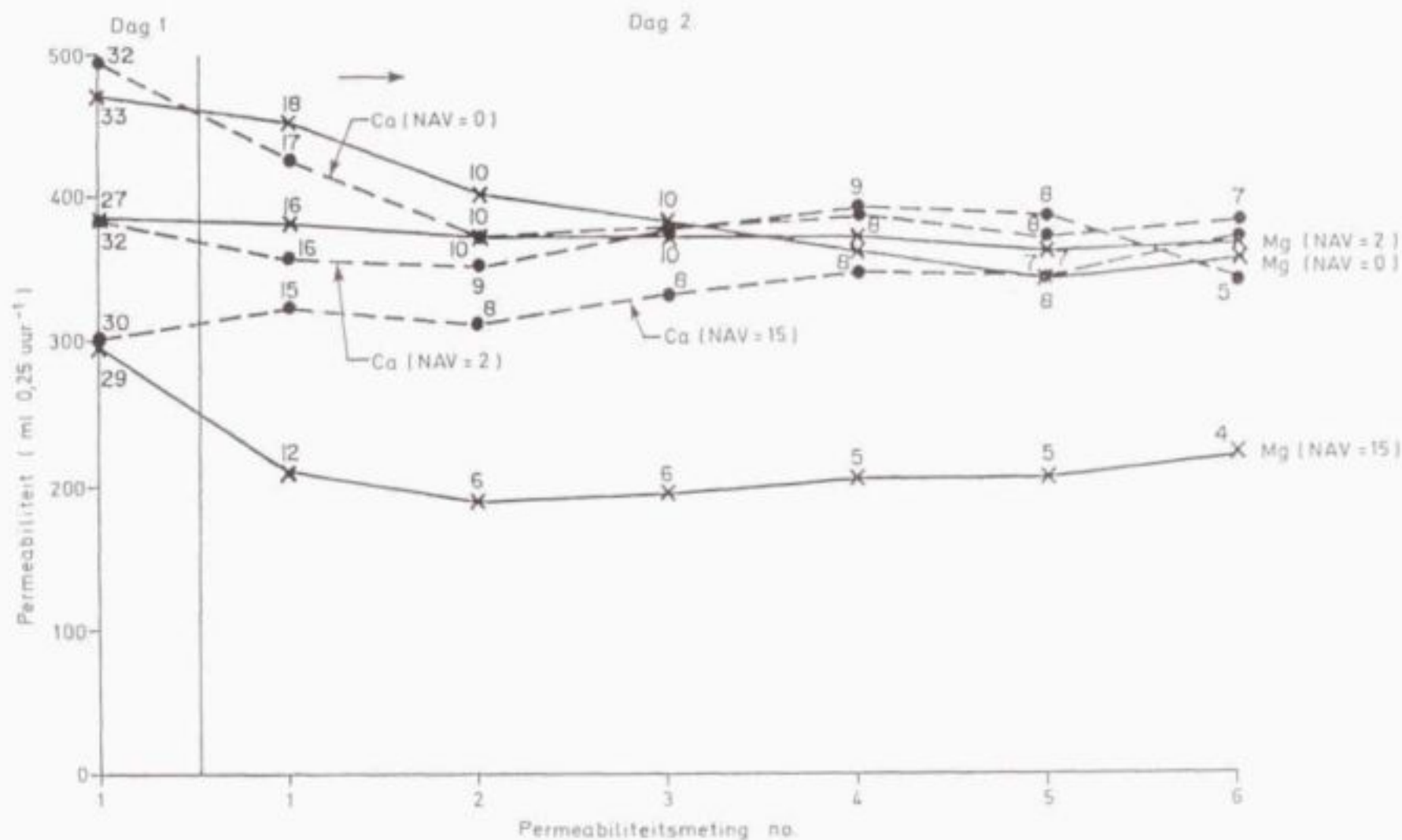
Net soos in die geval van die vertiese monsters word die nadelige invloed van Mg versterk deur die teenwoordigheid van Na op die uitruilkompleks. Gevolglik is die permeabiliteit van die Mg NAV=15 behandeling drasties laer as vir enige een van die ander behandelings. Dieselfde geld vir die Avalon monster (Figuur 8.4.7). Die belangrikste verskille tussen die permeabiliteite van die Avalon en Valsrivier monsters is dat die water deurgaans vinniger deur die Avalon submonsters vloei en dat die Mg NAV= 0 en NAV=2 behandelings aanvanklik 'n groter permeabiliteit het as die Ca NAV=2 en NAV=15 behandelings. In teenstelling met die Valsrivier grond is die relatiewe groter nadelige invloed van Mg (in vgl met Ca) nie betekenisvol groter vir lae NAV-waardes in die Avalon grond nie.

Dit is ook insiggewend dat die permeabiliteite van meeste van die verskillend behandelde submonsters van die Avalon grond met verloop van tyd ongeveer dieselfde waarde bereik en daar gevolglik nie betekenisvolle verskille tussen die verskillende behandelings voorkom nie. Die oorsaak hiervan kan waarskynlik daaraan toegeskryf word dat die permeabiliteit van die Avalon grond (met 'n laer klei-inhoud as die ander



FIGUUR B.4.6 Die variatie in permeabiliteit van monsters van die Valsrivier grond wat met Mg- of Ca-oplossings, met verskillende NAV-waardes, versadig is.

Die syfers by elke metingspunt verteenwoordig die hoeveelheid soute (me $\times 10^{-2}$) in die loogvloeistof.



FIGUUR B.4.7 Die variاسie in permeabiliteit van monsters van die Avalon grond wat met Mg- of Ca-oplossings, met verskillende NAV-waardes, versadig is.
Die syfers by elke metingspunt verteenwoordig die hoeveelheid sout ($me \times 10^{-2}$) in die loogvloeistof.

gronde wat in hierdie ondersoek gebruik is) betreklik vinnig is. Gevolglik kan die Na en ander katione vinnig uitloog of vervang word en sal die submonsters binne 'n relatief kort tydperk 'n soortgelyke samestelling hê en nie betekenisvolle verskille in permeabiliteit vertoon nie. Uit tabel 8.4.8 is dit duidelik dat groot hoeveelhede Na telkens in die loogvloeistof van die Avalon monster teenwoordig is. Hierdeur verlaag die effektiewe NAV van elke opeenvolgende volume loogvloeistof en is die permeabiliteit van die grond in al die kolomme, behalwe in die geval van die Mg NAV=15 behandeling, dieselfde. Uit tabel 8.4.8 is dit ook duidelik dat die NAV van die loogvloeistof van die ander vyf behandelings reeds met die tweede permeabiliteitsmeting bykans dieselfde was en met die vierde permeabiliteitsmeting was daar nie 'n betekenisvolle verskil in die NAV-waardes van hierdie monsters nie. Met die aanvang van die vierde permeabiliteitsmeting het gemiddeld 1200ml loogvloeistof reeds deur die kolomme gevloei. Aangesien die totale porievolume van die grond in die kolomme ongeveer 45ml is kan die stelling dus gemaak word dat 26 porievolumes loogvloeistof voldoende is om al die Na van die Ca NAV=15 monster uit te loog (die teenwoordigheid van die sand waarmee die grond in die kolomme gemeng is vergemaklik egter die logging van die Na en die genoemde syfer sal waarskynlik onder veldtoestande hoër wees). Soos in tabel 8.4.8 aangetoon, bevorder die teenwoordigheid van Mg egter skynbaar die retensie van Na in die grond tot 'n mate en word die Na nie so vinnig uitgelooë in die Mg NAV=15 behandeling nie. Vanweë die stadiger permeabiliteit van die Mg NAV=15 monster is die tempo van uitlogging van soute ook betekenisvol minder (kyk Tabel 8.4.8).

Die uitlogging van Na veroorsaak ook in die geval van die Ca-versadigde monsters van die Valsrivier grond dat die permeabiliteit van die verskillende NAV-behandelings mettertyd dieselfde word en dat die permeabiliteit van die Ca NAV=0 behandeling selfs laer word as vir die behandelings met hoër NAV-waardes. Soos in die geval van die Avalon monster bevorder die teenwoordigheid van Mg die retensie van Na en verminder sodoende die verandering in NAV met progressiewe logging. Vir die Mg NAV=15 monster van die Valsrivier grond is die verlies van Na met tyd relatief baie stadig, 'n aspek wat weerspieël word in die voortdurende baie lae permeabiliteit van hierdie monster. A.g.v. die

TABYI 8.4.8. - Veranderingen in die chemiese samestelling van die loogvloeistof van die Avalon- en Valsriviermonsters met opeenvolgende permeabiliteitsmetings

Parameter	Monster	NAV	Permeabiliteit meting no:	VALSRIVIER							Totaal	AVALON							Totaal
				1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7	
	versadig met																		
pH	Alle monsters			Variërend in die bereik 6,9 tot 7,2 met 'n geringe toename met NAV.								Variërend in die bereik 6,7 tot 7,0 met 'n geringe afname met tyd.							
Na (me) in loog- vloeistof	Ca	0		0,02	0,06	0,05	0,00	0,01	0,01	0,03	0,18	0,08	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,21
		2		0,13	0,19	0,05	0,01	0,00	0,01	0,01	0,40	0,11	0,04	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,23
		15		0,30	0,11	0,11	0,06	0,01	0,02	0,03	0,64	0,27	0,12	0,05	0,03	0,02	0,00	0,01	0,50
	Mg	0		0,04	0,05	0,04	0,00	0,01	0,01	0,01	0,16	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,10
		2		0,12	0,06	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,23	0,11	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,17
		15		0,15	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,36	0,13	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
	Ca	0		0,12	0,49	0,26	0,05	0,09	0,11	0,59		0,32	0,31	0,23	0,11	0,18	0,14	0,15	
		2		0,99	1,55	0,34	0,13	0,00	0,08	0,22		0,62	0,27	0,18	0,10	0,18	0,09	0,13	
		15		3,24	1,36	1,00	1,39	0,16	0,20	0,70		1,66	0,90	0,47	0,39	0,25	0,07	0,16	
NAV van loog- vloeistof	Mg	0		0,27	0,44	0,59	0,20	0,01	0,11	0,13		0,29	0,12	0,20	0,08	0,10	0,07	0,10	
		2		1,08	0,74	0,85	0,32	0,20	0,18	0,19		0,90	0,31	0,18	0,09	0,07	0,08	0,10	
		15		4,82	3,23	8,42	11,83	9,55	9,32	8,79		1,93	1,52	0,59	0,51	0,73	0,31	0,36	
	Ca	0		0,15	0,14	0,25	0,05	0,05	0,06	0,10	0,80	0,36	0,25	0,14	0,07	0,06	0,04	0,04	0,96
		2		0,24	0,28	0,18	0,03	0,00	0,02	0,04	0,79	0,32	0,20	0,17	0,08	0,07	0,05	0,05	0,94
		15		0,39	0,16	0,19	0,08	0,02	0,05	0,05	0,94	0,43	0,23	0,12	0,06	0,06	0,04	0,05	0,99
	Mg	0		0,21	0,15	0,10	0,04	0,07	0,04	0,02	0,63	0,23	0,13	0,13	0,06	0,05	0,03	0,03	0,66
		2		0,24	0,13	0,15	0,07	0,06	0,02	0,00	0,67	0,24	0,13	0,09	0,04	0,04	0,03	0,04	0,61
		15		0,20	0,06	0,09	0,04	0,06	0,05	0,04	0,54	0,20	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,28

stadiger verlies aan Na verlaag die NAV van die loogvloeistof van hierdie monster nie beduidend met tyd nie.

Die aansienlike verlies aan Na in veral die Ca-versadigde asook in die Mg-versadigde monsters met lae NAV-waardes word ook duidelik weerspieël in die verhouding waartoe Na tot die ander katione in die uitruilkompleks van die grond in die kolomme voorkom na afloop van die permeabiliteitsmetings (Tabel 8.4.9). Dit is moontlik dat die oënskynlike groter retensie van Na in die Mg-versadigde monsters met hoë NAV-waardes grootliks slegs 'n funksie van die lae permeabiliteit van hierdie monsters is.

Uit tabel 8.4.9 kan afgelei word dat daar skynbaar met verloop van die eksperiment een van twee prosesse plaasvind. Vervanging van Mg deur Ca vind plaas, of die Ca word sterker geadsorbeer as Mg in beide die Valsrivier en Avalon monsters aangesien die totale hoeveelheid katione in die monsters minder is in die Mg-versadigde grond. Hierbenewens is die verhouding Ca : Mg groter in die Ca-versadigde grond as die Mg : Ca verhouding in die Mg-versadigde grond.

'n Vergelyking van die hoeveelheid soute in die loogvloeistof van beide gronde na afloop van elke permeabiliteitsmeting (Figure 8.4.6 en 8.4.7) toon aan dat daar nie duidelike verskille is tussen die Ca- en Mg-behandelings wat hierdie aspek betref nie. Die verskil in die omvang van soutvrystelling deur hidrolise, wat voorheen met baie verdunde suspensies tussen die verskillende handelings waargeneem is, het dus nie 'n noemenswaardige invloed gehad vir die waterinhoude wat in die grond tydens permeabiliteitsmetings voorkom nie. In die geval van die Valsrivier monster is die hoeveelheid soute in die loogvloeistof van die Mg NAV=15 behandeling relatief laag as dit vergelyk word met die ander handelings. Die kleiner hoeveelheid soute hier teenwoordig is 'n direkte gevolg van die lae permeabiliteit en nie die oorsaak daarvan nie. Die soutkonsentrasie van die loogvloeistof van hierdie behandeling is inderwaarheid relatief hoër as dié van die ander handelings. As gevolg van die baie kleiner volume van die loogvloeistof is daar egter 'n relatief kleiner totale hoeveelheid soute teenwoordig.

TABEL 8.4.9 - Chemiese kenmerke van die grond in die verskillend behandelde kolomme na afloop van 'n aantal opeenvolgende permeabiliteitsmetings.

VALSRIVIER							AVALON								
Parameter		Ca			Mg					Ca			Mg		
	NAV=	0	2	15	0	2	15	NAV=		0	2	15	0	2	15
Ca	me 100g ⁻¹	14,4	14,4	13,6	1,0	1,4	1,1			7,2	7,0	6,3	1,3	0,8	0,8
Mg		0,6	0,5	0,6	9,6	9,5	8,3			0,4	0,5	0,6	4,3	4,6	4,4
K		0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4			0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Na		0,04	0,05	0,33	0,04	0,05	0,83			0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,17
Totaal	"	15,24	15,15	14,73	10,94	11,35	10,63			7,86	7,76	7,06	5,86	5,44	5,57
UNV *		0,26	0,33	2,24	0,36	0,44	7,81			0,76	0,77	0,84	1,02	0,73	3,05
UNP @		0,19	0,24	1,57	0,19	0,23	3,95			0,54	0,54	0,54	0,54	0,36	1,54
Ca/Mg		24,0	28,8	22,7	0,10	0,15	0,12			18,0	14,0	10,5	0,30	0,17	0,18

* Effektiewe NAV= Na/Totale kations (me 100g⁻¹) X 100.

@ Werklike NAV= Na/KUK X 100.

Die hoeveelheid gedispergeerde materiaal wat met elke permeabiliteitsmeting in die loogvloestof teenwoordig was (Tabel 8.4.10) is korreleerbaar met die permeabiliteit van elke behandeling. In die loogvloestof van die Mg NAV=15 behandeling, met 'n betekenisvol laer relatiewe permeabiliteit, kom ook betekenisvol meer gedispergeerde kleideeltjies voor. Die hoeveelheid gedispergeerde klei by NAV-waardes van 0 en 2 is meer in die Mg- as in die Ca-versadigde monsters.

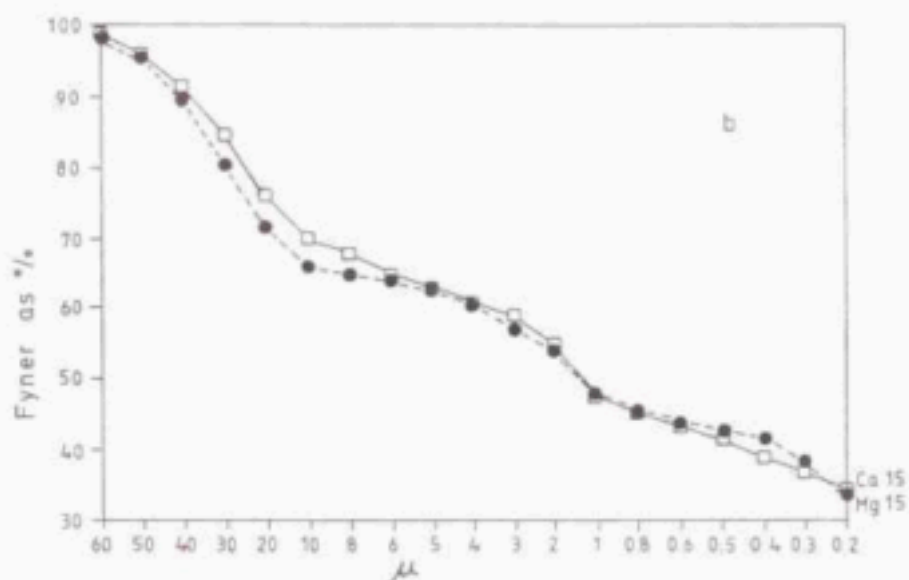
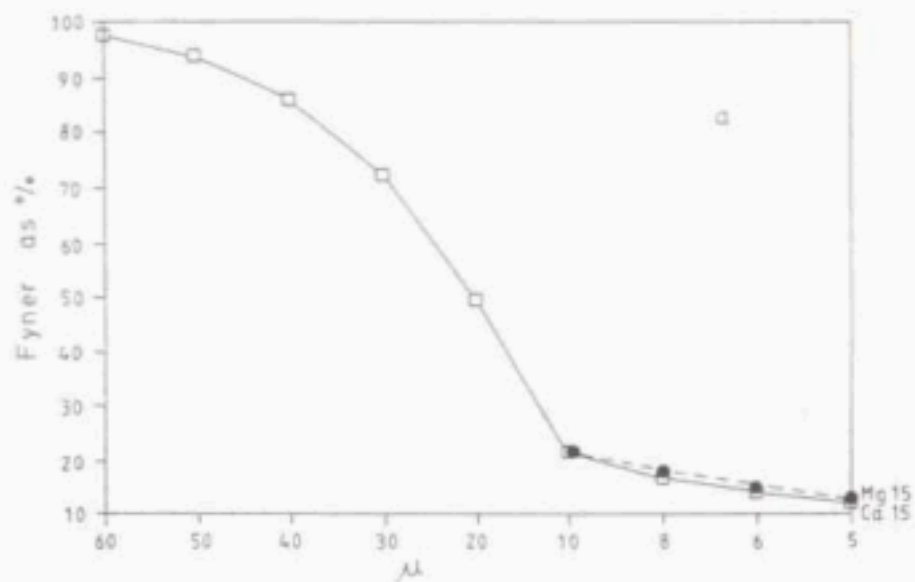
Anders as in die geval van Vertisol B het versadiging met Mg tydens die voorbereidingsproses nie 'n invloed gehad op die effektiewe grootteverspreiding van die kleifraaksie nie (Figuur 8.4.8).

8.4.5 Verklaring van verskynsels en prosesse

In hierdie deel van die ondersoek het dit duidelik na vore gekom dat veral Mg-versadiging lei tot 'n afname in permeabiliteit van beide die Valsrivier en Vertiese monsters. Hierdie afname in permeabiliteit is geassosieer met 'n groter mate van dispersie wat gelyktydig met die verplasing van seskwioksiedes en organiese materiaal uit die tussenlae van die kleimineraal plaasvind. Dit is ook aangetoon dat die verplasing van hierdie tussenlaagse materiaal en die gepaardgaande uitloging van gedispergeerde materiaal slegs voorkom by lae elektrolietkonsentrasies, m.a.w. toestande wat normaalweg bevorderlik is vir die voorkoms van dispersie. Die feit dat die verplasing van die tussenlaagse materiaal afhanklik is van dispersie en voorkom in die teenwoordigheid van oplossings met lae soutkonsentrasies dien as bevestiging dat dit wel van tussenlaagse oorsprong is en nie slegs materiaal is wat van die oppervlak van soliede deeltjies afgewas word nie. Dit kon ook aangetoon word dat veral yster uit die tussenlae verwyder word. Op 'n massabasis word relatief min organiese materiaal verplaas maar dit moet in gedagte gehou word dat selfs klein hoeveelhede organiese materiaal 'n bepalende invloed op die fisiese en chemiese eienskappe van gronde kan uitoefen. 'n Konstante hoeveelheid Al (ongeveer 1.0 mg l^{-1}), relatief min in vergelyking met die hoeveelheid verplaasde Fe, is in al die behandelings verplaas. Dit

TABEL 8.4.10 Die massa gedispergeerde materiaal (mg) in die loogvloeistof tydens opeenvolgende permeabiliteits metings van verskillend behandelde submonsters van die Valsrivier en Avalon gronde.

Behandeling	Permeabiliteits meting No:	VALSRIVIER								AVALON							
		1	2	3	4	5	6	7	Totaal	1	2	3	4	5	6	7	Totaal
Ca NAV = 0		4,4	6,2	4,6	1,2	0	0	0	16,8	7,3	4,2	5,6	0	0	0	0	17,1
NAV = 2		23,3	6,8	14,4	5,9	3,2	0,5	0	54,1	13,5	10,7	5,3	2,4	0	0	0	31,9
NAV = 15		56,0	17,1	18,4	7,2	2,5	2,4	2,2	105,8	39,0	11,2	9,3	6,4	4,0	4,2	3,1	78,1
Ag NAV = 0		27,5	7,2	7,2	6,4	4,2	1,5	0	54,0	9,4	4,5	6,0	1,8	0	0	0	21,7
NAV = 2		27,0	6,6	5,4	5,8	4,6	3,4	2,1	54,9	27,0	11,4	9,3	5,8	5,2	4,0	1,9	64,6
NAV = 15		159,3	72,9	46,2	13,7	7,8	5,7	4,9	310,5	68,0	74,6	13,3	9,8	5,9	4,2	4,0	179,8



Figuur 8.4.8 Deeltjiegrootteverspreiding van die fyn fraksie van die Valsrivier monster na versadiging met Mg- of Ca-oplossings met NAV-waardes van 15. Die bepaling is uitgevoer met behulp van 'n sedigraph in a: water en b: calgon suspensies.

dui daarop dat die verwydering van Al 'n ondergeskikte rol vervul t.o.v. die verskille in permeabiliteite tussen verskillend behandelde monsters.

Volgens Kubota (1975) word hidroksie-aluminiumione sterk geadsorbeer deur suur-geïnduseerde adsorpsiepunte. Hierdie ione is dan nie-uitruilbaar vir ander katione en die adsorpsie daarvan deur die aluminosilikaatminerale gee aanleiding tot die vorming van die sogenaamde Sternlaag. Hierdie laag word onderskei van die diffuse laag in die elektriese dubbellaag. Volgens Kubota kan die spesifieke adsorpsie van die hidroksie-aluminiumione lei tot 'n effektiewe verlaging van die elektriese afstoting tussen kleideeltjies en sodoende aanleiding gee tot 'n stabielere struktuur. Verskeie navorsers (Kidder & Reed, 1972 en El-Swaify & Emerson, 1975) het bewyse gelewer dat Al-seskwioksiedes, selfs op 'n ekwi-molêre basis, meer effektief as yster is om aantrekking tussen kleideeltjies te bevorder. El-Swaify et al (1975) kon ook aantoon dat die interaksie van die hidroksiedes van hierdie metale met die kleideeltjies verhoed dat die hidroksiede kristalliseer in die vorm van byvoorbeeld Gibbsiet of Goethiet.

Dit kan verwag word dat die hidroksie-ysterione op dieselfde wyse as in die geval van die Al-ione deur spesifieke adsorpsie 'n kwasi-Sternlaag vorm. Aangesien daar met 'n parallele studie in hierdie ondersoek aangetoon is dat Mg in voorkeur bo Ca deur die gronde geadsorbeer word, verklaar dit hoekom Mg-versadiging meer effektief is om die yster uit die tussenlae te verwyder.

Die belangrikste oorsaak vir die verskynsel dat meer Fe as Al uit die tussenlae verwyder word is waarskynlik geleë in die feit dat hidroksie-ysterione swakker gebind word as die hidroksie-aluminiumione. El-Swaify et al (1975) skryf die beter binding van die Al-hidroksiepolimere toe aan die invloed van verskillende faktore soos verskille in ladingseienskappe en die vorm en verspreiding van Al- of $\text{Fe}(\text{OH})_3$ presipitate. Volgens hierdie outeurs is een van die belangrikste redes hoekom Al meer effektief is as Fe, t.o.v. die vermindering van beide swelling en blussing, geleë in 'n differensiële verlaging van die lading van die dubbellaag. Hierdie verlaging in lading verlaag die sweldruk. Die vorming van hidroksiepolimere is skynbaar verskillend van omvang in Al- of Fe-

sisteme. Volgens Kubota (1975) geskied polimerisering deur olasie, d.w.s. koördinerings van een hidroksiel met twee metaalatome. Die vorming van stabiele olasie brue tussen aanliggende kleideeltjies veroorsaak dan feitlik onomkeerbaar stabiele aggregate in die teenwoordigheid van $\text{Al}(\text{OH})_3$. Polimerisering en die vorming van olasie brue is skynbaar van minder belang in die geval van $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Volgens El-Swaify et al (1975) koppel die Fe-hidroksiedes aanliggende kleideeltjies aanmekaar deur waterstofbinding en/of Van Der Waals aantrekkingskragte. Hierdie binding is nie so effektief soos die olasie brue om afstotende kragte tussen deeltjies teen te werk nie en gevolglik is Fe-hidroksiedes in die tussenlae swakker aggregaatvormers en stabiliseerders as Al-hidroksiedes wat in dieselfde posisies in die tussenlae kan voorkom. Volgens die laasgenoemde outeurs veroorsaak die verskille in die vorm van die amorfes presipitate van die metaal hidroksiedes in die tussenlae ook verskille in die mate waartoe die ladingsoppervlak van kleideeltjies geblokkeer word. Hulle wys daarop dat die Al-presipitate plat of plaatvormig is terwyl die Fe-presipitate sferies of naaldvormig is. Gevolglik verwag hulle dat die Al-presipitate direk aan die klei gebind sal oor 'n groter oppervlakte. Hulle wys op die resultate van hulle metings van soortlike oppervlaktes waarmee hulle kon aantoon dat ongeveer 20 persent van die oppervlakte van illiet geblokkeer is deur die Al-presipitate. In teenstelling hiermee vind hulle 'n oper stuktuur en 'n groter blootgestelde soortlike oppervlakte met $\text{Fe}(\text{OH})_3$ in die tussenlaagse gebiede.

Alhoewel die blokkering van deeltjie-oppervlakke in die tussenlae relatief minder is in die geval van Fe-hidroksiedes, lei die verplasing daarvan tot 'n groter blootstelling van die ladingsoppervlak. Sodanige blootstelling en die gevolglike groter adsorpsie van katione met 'n groter hidrasiepotensiaal tesame met osmotiese swelling en elektrostatische afstoting tussen deeltjies lei dus tot die waargenome laer permeabiliteit van veral die Mg-versadigde monsters.

Dis nie duidelik hoekom die gekombineerde invloed van Mg en Na lei tot die grootste verplasing van tussenlaagse yster soos tydens hierdie ondersoek waargeneem nie. Die spesifieke adsorpsie vir Na is laag in vergelyking met die vir Mg en Ca. Op grond hiervan sou verwag word dat Na nie 'n noemenswaardige bykomende invloed op die verplasing van

die tussenlaagse ysterverbindings sou uitoefen nie. Die feit dat die teendeel geld dui daarop dat die groter omvang van swelling en dispersie, wat dikwels selfs met relatief klein hoeveelhede uitruilbare Na geassosieer word, van wesenlike belang is. Dit kan dus gepostuleer word dat die groter swelling wat met NAV waardes van 15 gepaard gaan, meer voordelige toestande skep vir die vervanging van die yster in tussenlaagse posisies deur Mg. Hierdie proses lei weer tot 'n verdere verswakking van bindings tussen lae en so vergroot die omvang van swelling eksponensieel in vergelyking met die gevalle waar Na afwesig is. Met gemengde Ca en Na-versadiging het die Na dieselfde effek. Die Ca is egter nie so effektief om die tussenlaagse yster te verplaas nie en gevolglik is die proses nie-akkumulatief. Om hierdie rede is daar in hierdie ondersoek gevind dat die permeabiliteit van die Mg NAV=15 monsters drasties laer is as die van ooreenstemmende Ca NAV=15 monsters. Die gekombineerde invloed van Mg en kleiner hoeveelhede Na, soos in die geval van die Mg NAV=2 of =5 monsters, was inderwaarheid in sommige gevalle bykans meer nadelig t.o.v. die permeabiliteit as die gekombineerde invloed van die Ca in kombinasie met 15 persent Na. In sekere gevalle, byvoorbeeld in die eksperimente met verskillend behandelde suspensies, is selfs gevind dat Mg in die afwesigheid van Na meer nadelig is as in die teenwoordigheid van klein hoeveelhede natrium. Dit kan gespekuleer word dat as daar nie 'n genoegsame hoeveelheid Na teenwoordig is om by te dra tot swelling nie, die teenwoordigheid van klein hoeveelhede daarvan veroorsaak dat minder yster uit die tussenlae verplaas word as in die gevalle waar slegs Mg teenwoordig is.

Na aanleiding van die voorafgaande bespreking kan aanvaar word dat die nadelige invloed van Mg, in vergelyking met die van Ca, onder meer sal afhang van die mate waartoe Fe- of Al-verbindings tussenlaagse posisies domineer. Aangesien Al skynbaar sterker gebind word kan verwag word dat die potensieel nadelige invloed van Mg van kleiner omvang sal wees in gronde waarin Al die tussenlaagruimtes grootliks vul.

Uit die aard van die saak het mineralogiese aspekte ook 'n belangrike invloed op die prosesse wat in die voorafgaande paragrawe bespreek is. Die teenwoordigheid van Fe-seskwioksiedes bevorder die voorkoms van

menglaagkleie. Die rol van hierdie seskwioksiedes en die verplasing daarvan deur Mg is waarskynlik ondergeskik as dit in tussenlaagposisies in 'n "suiwer" kleisistiem voorkom in vergelyking met die rol daarvan in die tussenlae van gronde met illitiese of chloritiese oorgangstipes kleie. Hierdie hipotese sou ook gebruik kon word om te verklaar hoekom die nadelige invloed van Mg aangetoon kon word vir illitiese kleie (Emerson & Bakker, 1973; Emerson & Smith, 1970; Emerson & Chi, 1977 en Rahman & Rowell, 1979;) terwyl daar onduidelikheid bestaan oor die invloed daarvan in gronde wat hoofsaaklik smekiet bevat (McLean & Coleman, 1966; Rowell & Shainberg, 1979 en Shainberg & Letey, 1984). Daar is reeds in die sestigerjare (McNeal et al 1968) aangetoon dat die hoeveelheid ekstraëerbare ysteroksiedes 'n belangrike rol speel in die relatiewe stabiliteit van gronde en dat 'n verandering in die mineralogie van plaatsilikate van hoofsaaklik 2 : 1 na hoofsaaklik 1 : 1 spesies gepaard gaan met 'n toename in die ysteroksied-inhoud. Volgens laasgenoemde outeurs het monsters wat met 'n dithioniet-sitraat oplossing geëkstraëer is 'n laer fisiese stabiliteit in die teenwoordigheid van Na-ione as onbehandelde monsters tenspyte van die dat slegs 'n gedeelte van die yster m.b.v. die dithioniet-sitraat oplossing verplaas kon word. Dit is dus nie 'n geval van 'n verlaging in stabiliteit wat met die totale verwydering van tussenlaagse yster gepaard gaan nie maar eerder dat die stabiliteit progressief verlaag met die akkumulatiewe verwydering van tussenlaagse metaalverbindinge.

Dit was dus belangrik om te bepaal hoedanig die verwydering van tussenlaagse yster mineralogiese veranderings meebring in die gronde wat in hierdie ondersoek gebruik is. Teneinde 'n meer volledige verwydering van tussenlaagse yster teweeg te bring is die Vertisol B en Valsrivier monsters met Na-sitraat behandel (Kidder et al, 1972 en McNeal et al, 1968). Hierdie behandeling is toegepas nadat vasgestel is dat die verplasing van die tussenlaagse materiaal deur bi-ioniese MgNa- en CaNa-oplossings nie voldoende was om mineralogiese veranderings doeltreffend te bestudeer nie. In die gevalle waar monsters wat met bi-ioniese CaNa en MgNa-oplossings behandel is onbevredigende X-straal diffraksie gelever het, is die monsters wat met sitraat behandel is vir diffraksie-analise gebruik. Met die sitraat behandeling is die invloed van veral die MgNa-oplossings dus effens geaksentueerd gesimuleer.

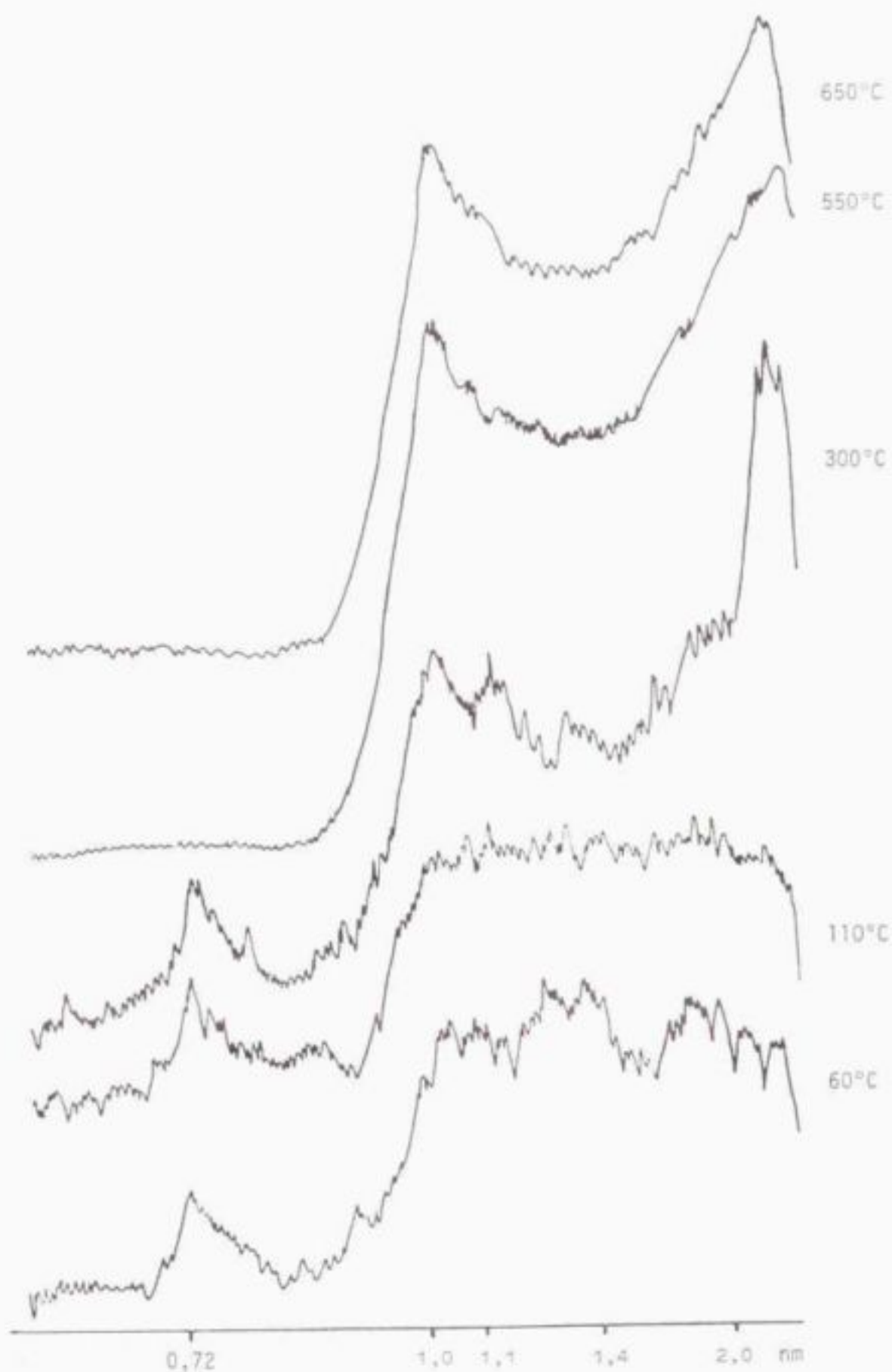
In tabel 8.4.11 word aangetoon hoeveel yster en aluminium telkens met ses agtereenvolgende logings met 1N Na-sitraat (100ml oplossing per 50g grond) uit die monsters verplaas kon word. Hiervolgens is dat duidelik dat daar nie beduidend groter hoeveelhede Al verplaas kon word as met die Ca- en Mg-oplossings wat vir die voorbereiding van die monsters gebruik is nie (kyk tabel 8.4.7). Groter hoeveelhede yster is egter met die sitraat behandeling verwyder. As die verdunningsfaktor (volume oplossing per massa grond) inaggeneem word is daar met die sitraat-behandeling gemiddeld vier keer soveel yster verplaas as met die Mg NAV=15 soutoplossing en ongeveer 30 keer meer as met die mono-ioniese Ca-oplossing. Dis ook opmerklik dat alhoewel die hoeveelheid Fe wat met agtereenvolgende behandelings verplaas word effens afneem, daar 'n beduidende fluktuasie is in die hoeveelhede wat telkens onttrek word.

Die X-straal diffraktogramme van K-versadigde monsters van Vertisol B en die Valsrivier monster (figure 8.4.9 en 8.4.10) toon die menglaag mineralogie van hierdie monsters duidelik aan. Die plato wat bokant 1,0 tot 1,1 nanometer duidelik onderskeibaar is, is volgens Jackson (1975) tiperend van die sogenaamde "Z-as beperking" wat algemeen geassosieer word met die voorkoms van tussengelaagde minerale. Die lae of swak gedifferensiëerde pieke kan ook gesien word as 'n ekstreme verbreding van verskeie pieke. Hierdie swak differensiasie tussen pieke dui dus op die voorkoms van 'n verskeidenheid 2 : 1 en 2 : 2 plaatsilikaatspesies, wat elkeen nie ekstensief genoeg voorkom om 'n duidelik onderskeibare piek te veroorsaak nie. Volgens Jackson (1975) is die Z-as beperking (of X-amorfe) voorkoms 'n aanduiding dat nie meer as 10 tot 30 lae van elke mineraalspesie voorkom nie. Die feit dat daar in die diffraktogramme in figure 8.4.9 en 8.4.10 met verhitting bokant 30°C nog steeds 'n piek by 0,20 nm voorkom dui op aanvulling deur smektiet/mika- of vermikuliet/chloriet binêre mengsels wat by hierdie temperature toeslaan.

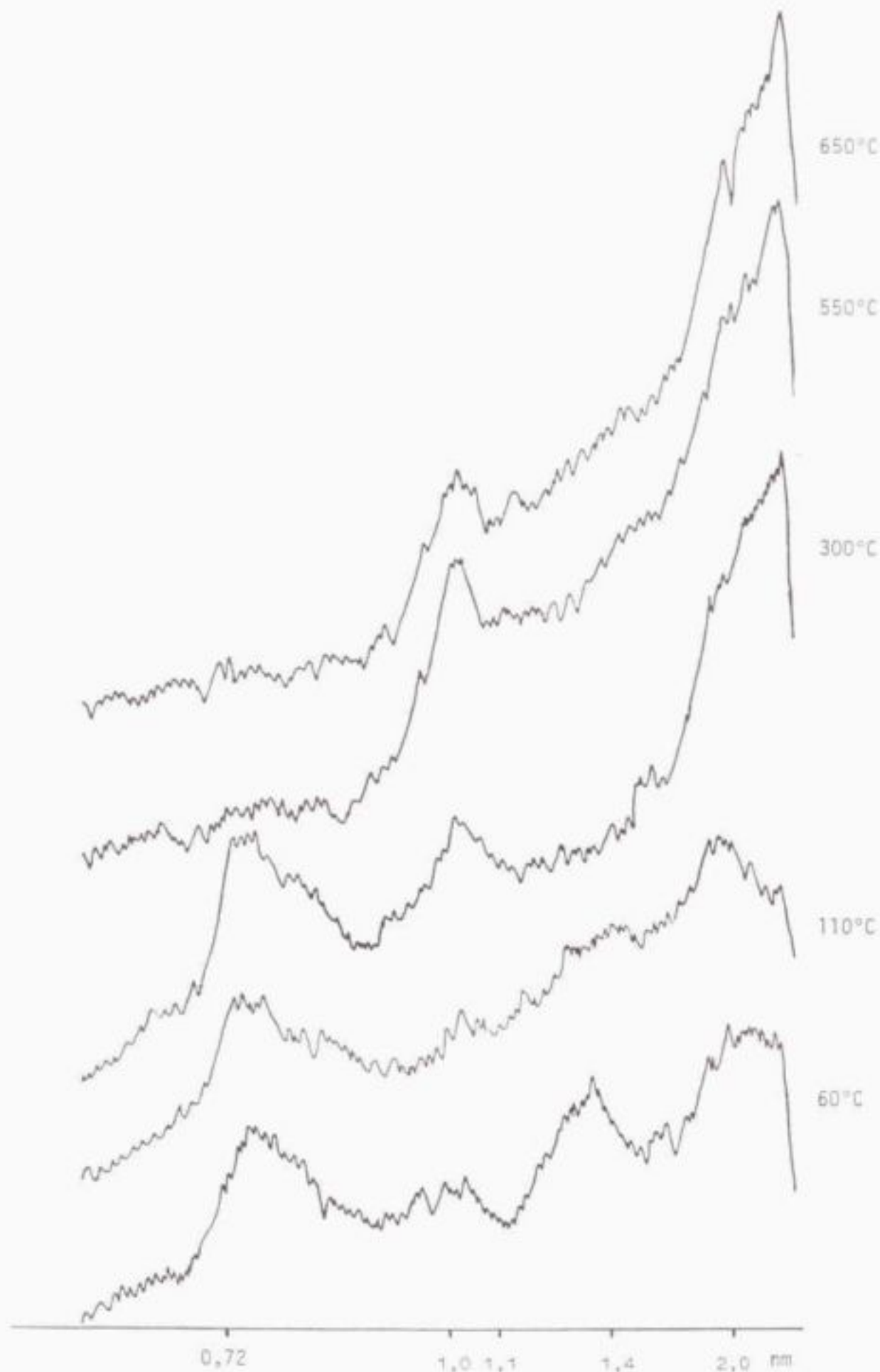
In die diffraktogramme kan gesien word dat 'n beduidende hoeveelheid kaoliniet teenwoordig is (0,7 nm piek verdwyn bokant 550°C). Alhoewel die verdwyning van die 0,7 nm piek ook op die moontlike teenwoordigheid van chloriet kan dui is daar nie die verwagte versterking van die 1,4 nm piek van chloriet nie.

TABEL B.4.11. Die konsentrasie yster en aluminium in die ewewigsoplossing van die Vertisol B en Valsrivier monster wat ses keer agtereenvolgens met 1N Na-sitraat versadig is. (Die volume van die ewewigsoplossing was 100 ml).

Monster	Nommer van behandeling	Fe mg l ⁻¹	Al mg l ⁻¹
Vertisol B	1	63	0,95
	2	41	1,20
	3	36	0,95
	4	15	1,05
	5	27	0,90
	6	21	0,85
Valsrivier	1	56	1,05
	2	39	1,25
	3	22	1,10
	4	20	1,05
	5	54	0,75
	6	31	1,09



FIGUR 8.4.9 X-straal diffraktogramme van 'n K-versadigde monster, Vertiese grond, by verskillende temperature. Die monster is vooraf met Na-sitraat behandel.



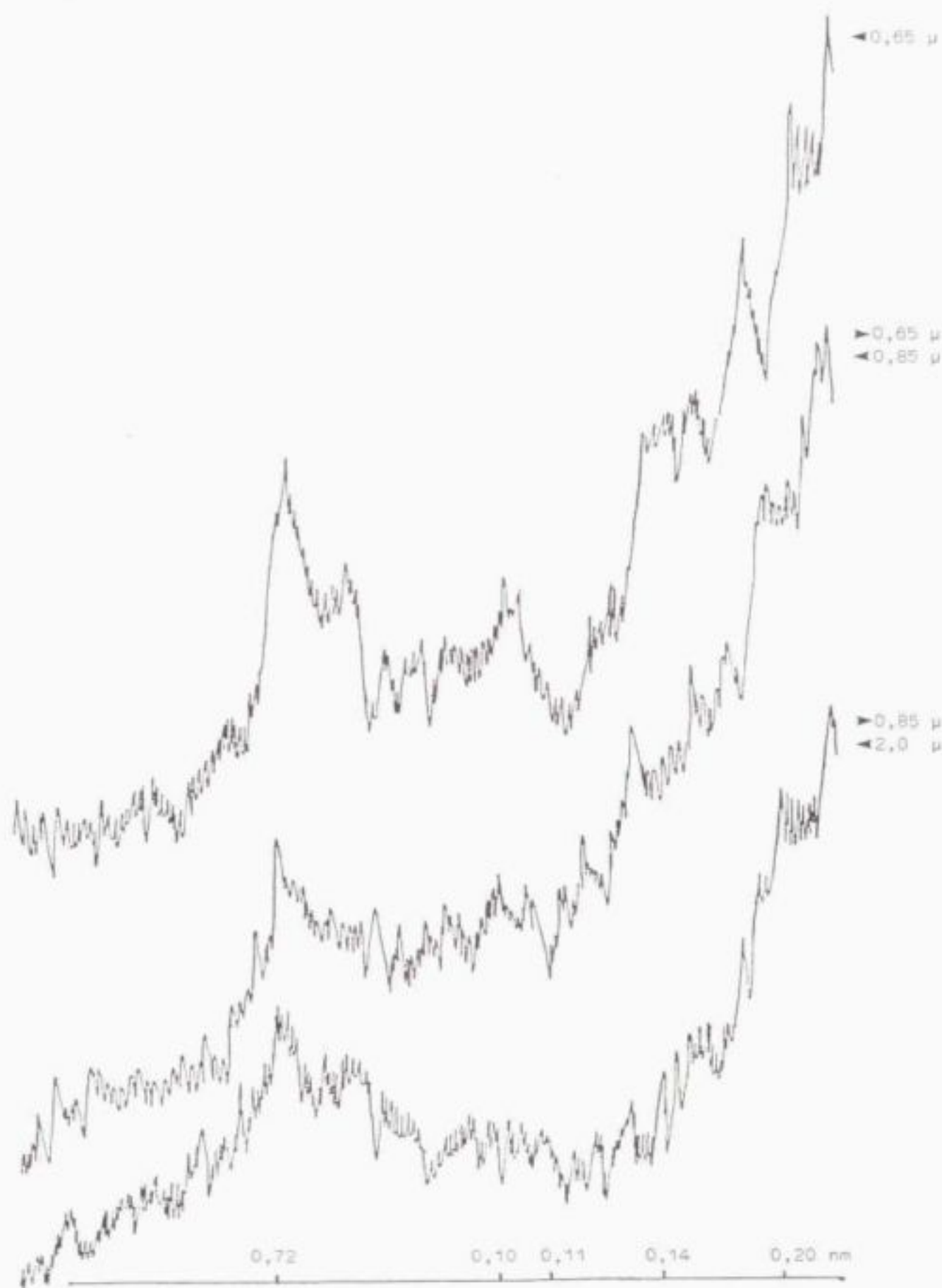
JUR B.4.10 X-straal diffraktogramme van 'n K-versadigde monster, Valsrivier grond, by verskillende temperature. Die monster is vooraf met Na-sitraat behandel.

Die invloed van die gedeeltelike verwydering van tussenlaagse ysterverbindings op die mineralogie van die gronde kan geïllustreer word aan die hand van die diffraktogramme van die monsters van die Valsrivier grond. In figuur 8.4.11 word die X-straal diffraksie van Mg-versadigde monsters van verskillende groottes van die kleifraksie van onbehandelde grond getoon en in figuur 8.4.12 die diffraksie van monsters waaruit 'n gedeelte van die Fe uit die tussenlae met behulp van sitraat verwyder is. 'n Vergelyking van die diffraksiepieke in hierdie figure toon aan dat die pieke skynbaar 'n hoër intensiteit het in die geval van die sitraat-behandelde monster. Dit geld veral vir die kleiner kleifraksies. Hierdie groter intensiteit kan die gevolg wees van of 'n skeiding van kleitipes of 'n beter kristalliniteit van die minerale in hierdie monsters.

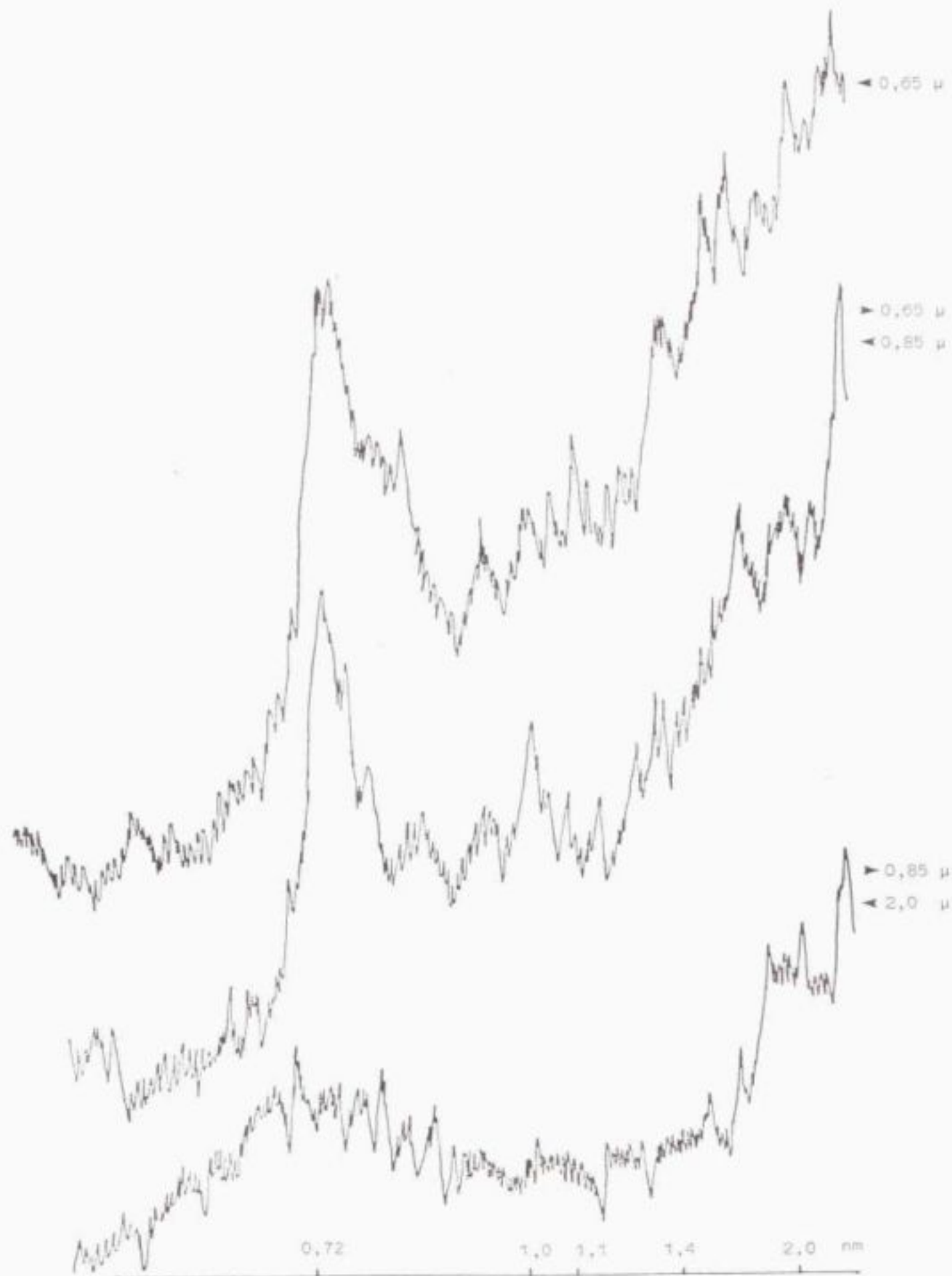
Alhoewel die sitraat-behandelde klei nog steeds oorwegend 'n menglaag mineralogie het (figuur 8.4.12), wil dit dus voorkom asof die verwydering van tussenlaagse materiaal 'n beter individualisering van die verskillende kleiminerale teweegbring (vergelyk figure 8.4.11 en 8.4.12). Dit moet ook in gedagte gehou word dat al die yster nie na ses logings met 1N Na-sitraat verwyder kon word nie. Selfs in die monster wat met sitraat behandel is, kan daar dan nog steeds Fe in die tussenlae voorkom. Gevolglik is die menglaag mineralogie steeds dominerend.

Dit is ook duidelik uit figure 8.4.11 en 8.4.12 dat skerper en beter gedefinieerde pieke voorkom in die fyner kleifraksie as in die growwer kleifraksie. Hierdie verskynsel dui moontlik daarop dat daar 'n beter seleksie van kleitipe of 'n groter mate van kristalliniteit in die fyner kleifraksie voorkom.

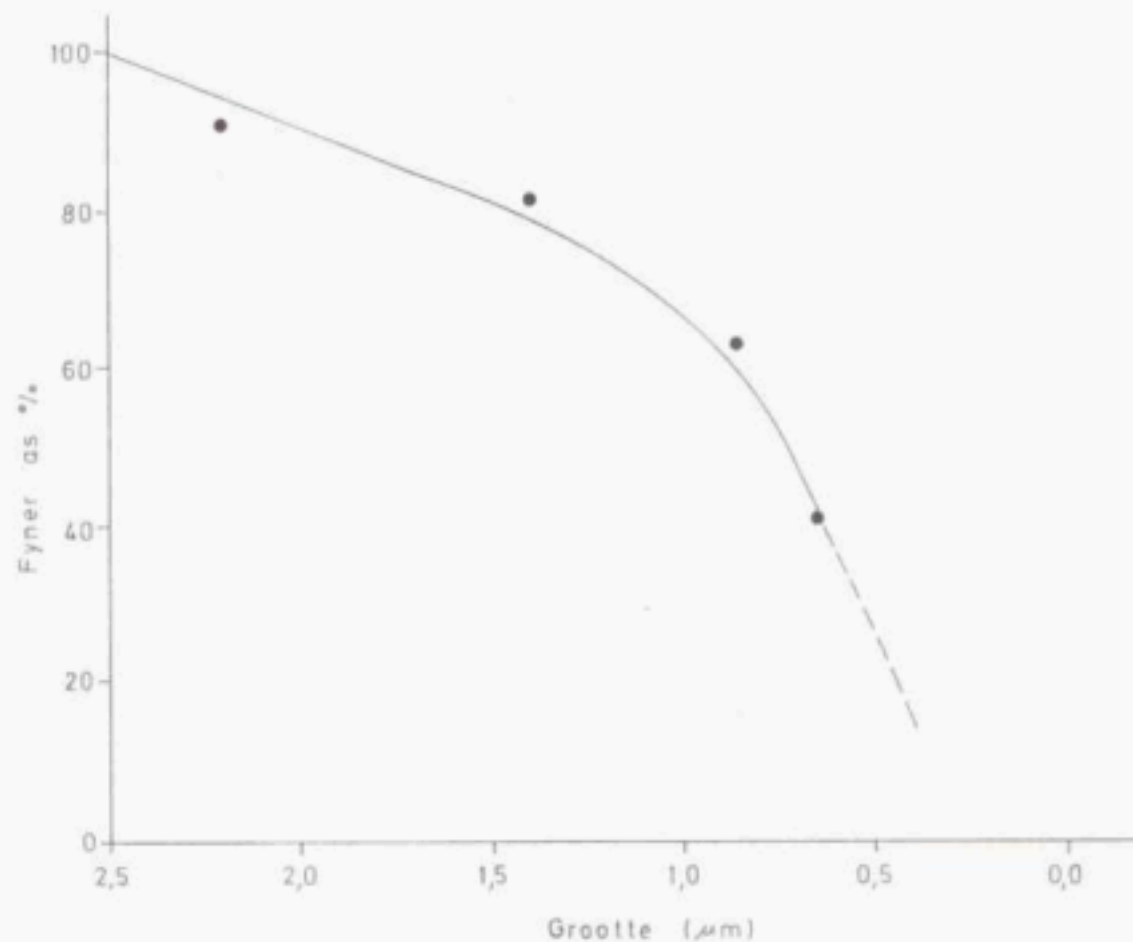
In figuur 8.4.13 word aangetoon dat meer as 60 persent van die materiaal wat tydens die bepaling van die permeabiliteit van die monsters gedispergeer en in die loogvloeistof versamel het, kleiner as $0,85\text{ }\mu\text{m}$ is. Behalwe vir die feit dat die kleiner kleifraksie natuurlik makliker sou kon uitloog, sou dit ook, na aanleiding van die resultate wat in figure 8.4.11 en 8.4.12 aangetoon is verwag word dat hierdie relatief fyn fraksie meer kristallyn is. In figuur 8.4.14 word egter aangetoon dat die gedispergeerde klei minder kristallyn is as die klei in die kolomme waardeur die gedispergeerde klei vervoer is. Hierdie resultate het egter



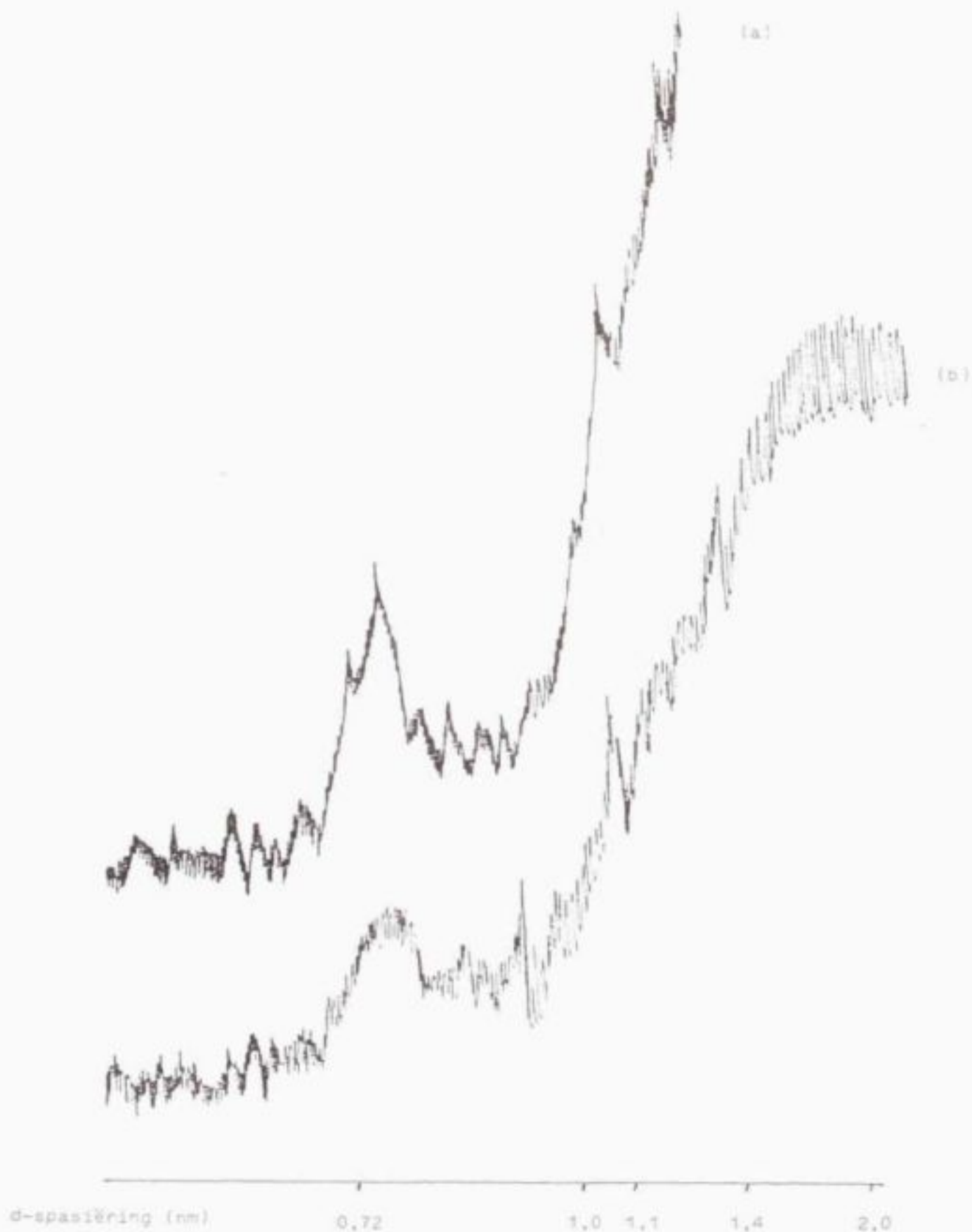
FIGUUR 8.4.11. - Diffraktogramme van verskillende groottes klei-fraksies van die Valsrivier monster wat met Mg-versadig is.



FIGUUR 6.4.12. - Diffraktogramme van verschillende groottes klei-fraksies van die Valsrivier monster wat met Na-sitraat behandel is en daarna met Mg-versadig is.



FIGUUR 8.4.13. - Deeltjiegrootteverspreiding van die gedispergeerde materiaal wat met die permeabiliteitsmetings in die loogvloeistof teenwoordig was.



FIGUUR 8.4.14. - Diffraktogram van die Mg- versadigde kleifraaksie ($<0,65 \mu$) van (a) die natuurlike grond en (b) die gedispergeerde materiaal wat tydens die permeabiliteitsmeting uitgeloog het.

waarskynlik nie veel betekenis nie omdat die klei wat in die kolomme oorbly steeds essensieel 'n menglaag mineralogie vertoon.

Oor die algemeen beperk die menglaag geaardheid van die kleie die maak van enige kwantifiseerbare gevolgtrekkings oor veranderinge in die kleimineralogie van die gronde wat in hierdie ondersoek gebruik is. Omdat dit so moeilik is om die veranderinge in die menglaag mineralogie te kwantifiseer was die vergelyking van die invloed van Ca- of Mg-versadiging op die mineralogie van die kleifraksie ook grootliks ondoeltreffend.

8.4.6 Opsomming

Mg het in die geval van al vier die gronde wat in hierdie ondersoek gebruik is, in vergelyking met Ca, 'n verlaging in permeabiliteit teweeggebring. Die nadelige invloed van Mg is versterk deur die teenwoordigheid van Na. Die teenwoordigheid van CaCO_3 -konkresies in monsters het die nadelige invloed van Mg in monsters met lae NAV-waardes grootliks opgehef. Die rede vir hierdie verskynsel is dat die konkresies in Mg-versadigde grond oplos en daardeur elektroliete vrystel. Die vrystelling van elektroliete het tot gevolg dat swelling en dispersie verminder in die Mg-versadigde grond. In die Mg-versadigde monsters wat met oplossings met NAV-waardes van 15 versadig is, was die vrystelling van elektroliete deur die oplossing van die konkresies egter nie voldoende om die nadelige invloed van Mg op die permeabiliteit van daardie monsters te voorkom nie. By lae soutkonsentrasies is gedispergeerde kleideeltjies uit die monsters in die kolomme geloog. Die loogvloeistof is tydens dispersie geelbruin gekleur deur opgeloste organiese materiaal en seskwioksiedes. Die prosesse van dispersie en oplossing van die organiese materiaal/seskwioksiedes vind skynbaar gelyktydig plaas. Die loogvloeistof van die Mg NAV=15 monsters het aansienlik meer gedispergeerde klei en opgeloste organiese materiaal en of seskwioksiedes bevat as enige van die ander monsters. Dit kon ook aan getoon word dat dit hoofsaaklik Fe-verbindings is wat in die

loogvloestof verplaas is. Baie klein hoeveelhede organiese materiaal en aluminium was in die loogvloestof teenwoordig.

Die Na op die uitruilingskomplekse in veral die Ca-versadigde monsters het betreklik vinnig uitgeloog met opeenvolgende permeabiliteitsmetings terwyl die teenwoordigheid van Mg skynbaar 'n beter retensie van die Na veroorsaak het. Hierdie verskynsel, gekombineerd met die lae permeabiliteite van die Mg NAV=15 monsters, veroorsaak dat die NAV van die loogvloestof van hierdie monster oor 'n langer tydperk hoër is as die van die ooreenstemmende Ca-versadigde monsters.

In sommige van die monsters het versadiging met Mg tydens die voorbereidingsproses sodanige destabilisasie van die fyn aggregate tot gevolg gehad dat 'n groter hoeveelheid fyn klei in die monsters teenwoordig was. Die eienskappe van hierdie fraksie het skynbaar bygedra tot die laer permeabiliteite van die Mg-versadigde monsters.

X-straaldiffraksieanalise het aangetoon dat daar skynbaar 'n effense verbetering in die kristalliniteit en individualisering van kleitipes plaasvind met verplasing van die ysterbindings uit tussenlaagse posisies. Aangesien al die Fe-bindings selfs nie eens met behandeling met Na-sitraat verwyder kon word nie, was dit moeilik om veranderings in die mineralogie te kwantifiseer omdat die menglaag mineralogie dominerend was.

8.5 Die verwantskap tussen permeabiliteit en soutkonsentrasie

8.5.1. Inleiding

Hierdie ondersoek is uitgevoer om vas te stel tot watter mate die permeabiliteit van monsters verbeter kan word deur die toevoeging van soute. Met vorige eksperimente (kyk afdeling 8.4) is waargeneem dat die permeabiliteit van monsters tot 'n groot mate stabiliseer nadat 'n sekere hoeveelheid water daardeur gevloei het. Dit was noodsaaklik om vas te stel tot watter mate hierdie konstante permeabiliteit verbeter kan word deur die toevoeging van soute. In aansluiting hierby was dit ook nodig om vas te stel of die toevoeging van soute 'n invloed het op die hoeveelheid gedispergeerde materiaal wat in die loogvloeistof, van verskillend behandelde monsters, vervoer word.

Die resultate van hierdie eksperiment kan dus 'n aanduiding gee van die verwagte invloed van besproeiingswater, met verskillende konsentrasies soute, op die hidroulise deurlatendheid van verskillende grondetipes.

8.5.2. Metodes

Monsters van die Valsrivier grond en Vertisols A en B is versadig met CaCl_2 of MgCl_2 oplossings met NAV-waardes van 0 en 15. Die monsters is aanvanklik met oplossings met 'n konsentrasie van 1,0N gewas en daarna met oplossings met afnemende konsentrasies van 0,5N; 0,05N en 0,001N. Die monsters is herhaaldelik met die 0,001N oplossing gewas om te verseker dat 'n minimum vry soute in die monsters teenwoordig is. Die grond is hierna gedroog en gefraksioneer in verskillende groottes mikro-aggregate.

Vir die meting van permeabiliteit is die grond in silindriese kolomme gepak deur 60g gewasde sand (0,5-0,7 mm) met 60g grond te meng. Die grond is saamgestel uit 10g fyn aggregate (<0,15 mm), 30 g medium aggregate (0,15-0,43 mm) en 20 g relatief growwe aggregate (0,43-0,71 mm).

Die permeabiliteit van die grond in die kolomme vir gedeïoniseerde water is bepaal onder 'n konstante hoof gelyk aan die lengte van die grond in die kolomme (80 mm). Die permeabiliteit van die grond is sewe keer agtereenvolgens bepaal totdat 'n betreklik konstante waarde verkry is. Hierna is die gedeïoniseerde water vervang met CaCl_2 oplossings waarvan die konsentrasie progressief verhoog is vanaf 2 me l^{-1} tot 32 me l^{-1} . Die verandering in permeabiliteit van die monsters kon sodoende by verskillende soutkonsentrasies vasgestel word. Die bepaling van die permeabiliteit is deurgaans met tussenposes van een tot drie uur uitgevoer.

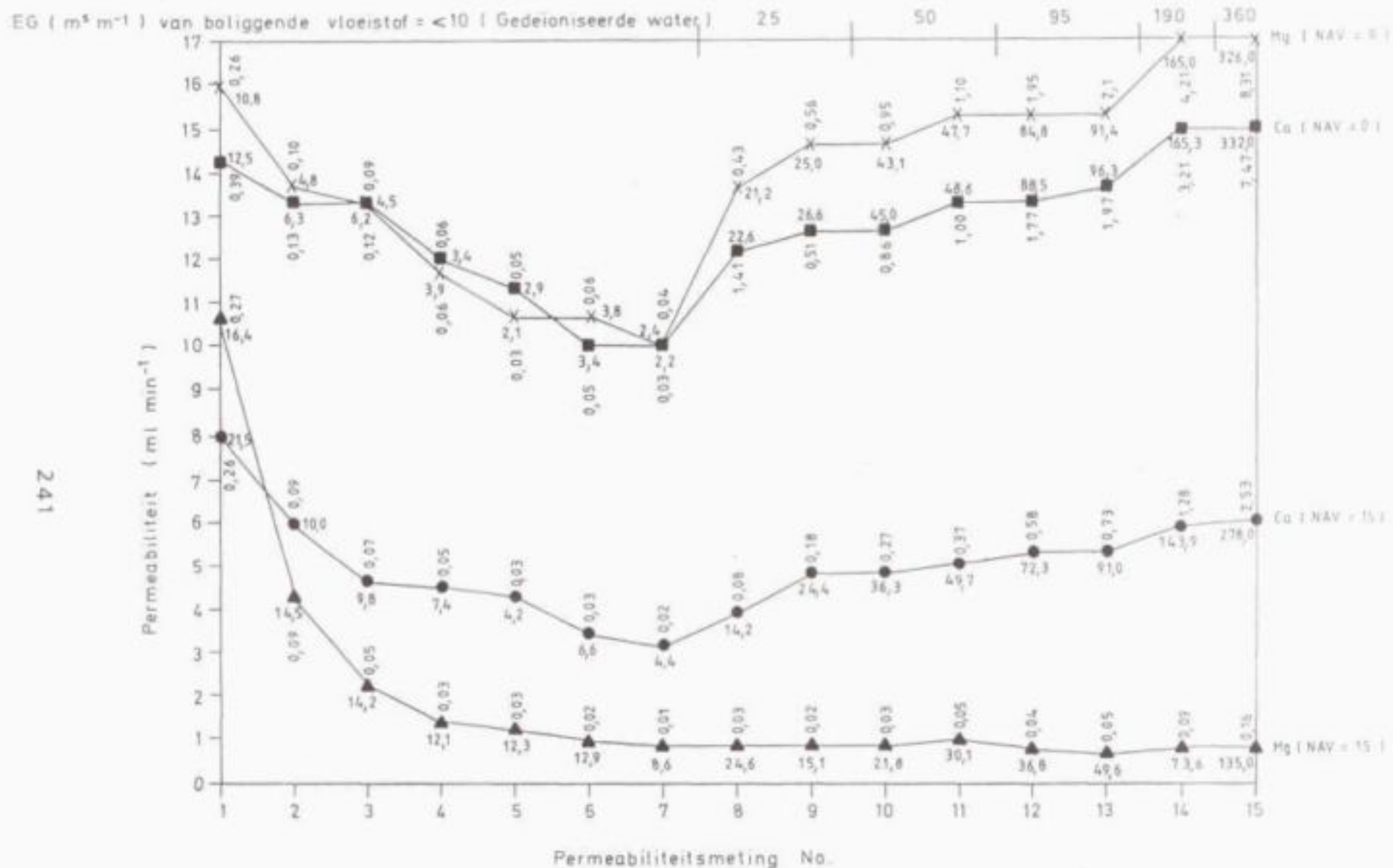
Die EG van en die hoeveelheid gedispergeerde materiaal in die loogvloeistof is na elke permeabiliteitsmeting bepaal. In die resultate wat hierna gerapporteer word, word die elektriese geleiding van die loogvloeistof telkens aangetoon. Aangesien die konsentrasie van die soute in die loogvloeistof 'n funksie is van die volume loogvloeistof is 'n berekening ook gemaak van die totale hoeveelheid soute per volume-eenheid loogvloeistof. Hierdie hoeveelheid soute (me) is bereken deur die produk van die EG van die loogvloeistof (mS m^{-1}) en die volume van die loogvloeistof (liter) met 'n faktor 10 te vermenigvuldig. Volgens die U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) is die eweredigheidsfaktor vir die verhouding tussen EG gemeet in mS m^{-1} en die konsentrasie soute in oplossing (me l^{-1}) ongeveer gelyk aan 10. Die resultate van hierdie berekeninge is ook in die figure wat hierna volg aangetoon. Dit is aanvaar dat die hoeveelheid soute wat op hierdie wyse bereken is 'n beter aanduiding gee van die relatiewe hoeveelheid soute in die dubbellaag van verskillend behandelde monsters.

Die potensiële omvang van vry-swelling van geselekteerde monsters is volgens die metode wat deur Davidtz & Low (1970) beskryf is uitgevoer. Gooch kroesies is vir hierdie doel gebruik.

8.5.3. Resultate en bespreking

Die veranderinge in die permeabiliteite van die drie monsters waarop hierdie ondersoek uitgevoer is, met tyd en met verskillende soutkonsentrasies, word in figure 8.5.1 tot 8.5.3 getoon. Net soos in die geval van die resultate wat in afdeling 8.4 beskryf is, is die algemene tendens dat Mg-versadigde grond 'n laer permeabiliteit het as die Ca-versadigde grond. Dit geld veral vir die die monsters met NAV-waardes van 15.

In die geval van die Valsrivier monsters (Figuur 8.5.1) is daar, vir al die behandelings, 'n afname in permeabiliteit met 'n aantal opeenvolgende bepalinge van die permeabiliteit met gedeïoniseerde water. Hierdie afname kan toegeskryf word aan die gesamentlike invloed van konsolidasie en swelling en dispersie van die kleideeltjies. 'n Feitlik konstante permeabiliteit word telkens met ongeveer die sewende bepaling bereik. In die afwesigheid van Na vind 'n aanmerklike toename in die permeabiliteit plaas wanneer die soutkonsentrasie van die vloeistof verhoog word tot 25 mS m^{-1} . Met 'n verdere verhoging in die soutkonsentrasie is daar slegs 'n effense toename in permeabiliteit, alhoewel daar weer 'n skerper styging plaasvind wanneer die soutkonsentrasie tot 190 mS m^{-1} verhoog word. Dieselfde tendens kom min of meer voor in die geval van die Ca NAV = 15 monster. In die geval van die Mg NAV = 15 monster is daar egter geen toename in permeabiliteit met 'n toename in soutkonsentrasie waarneembaar nie. Soos in figuur 8.5.1 aangetoon word het die werklike soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing van die Mg NAV = 15 monster minder gestyg, as die ander monsters, met 'n toename in soutkonsentrasie van die boliggende vloeistof. Die rede hiervoor is waarskynlik dat die boliggende vloeistof hierdie relatief hoogs geswelde monster baie stadig kon binnedring en dus nie 'n effektiewe samedrukking van die elektriese dubbellaag om die gelaaide kleideeltjies kon bevorder nie. Alhoewel die soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing van hierdie behandeling mettertyd matig gestyg het was hierdie hoër soutkonsentrasie nie voldoende om die samedrukking van die dubbellaag en sodoende 'n verbetering in permeabiliteit teweeg te bring nie. Na aanleiding van hierdie waarneming kan dit dus verwag word



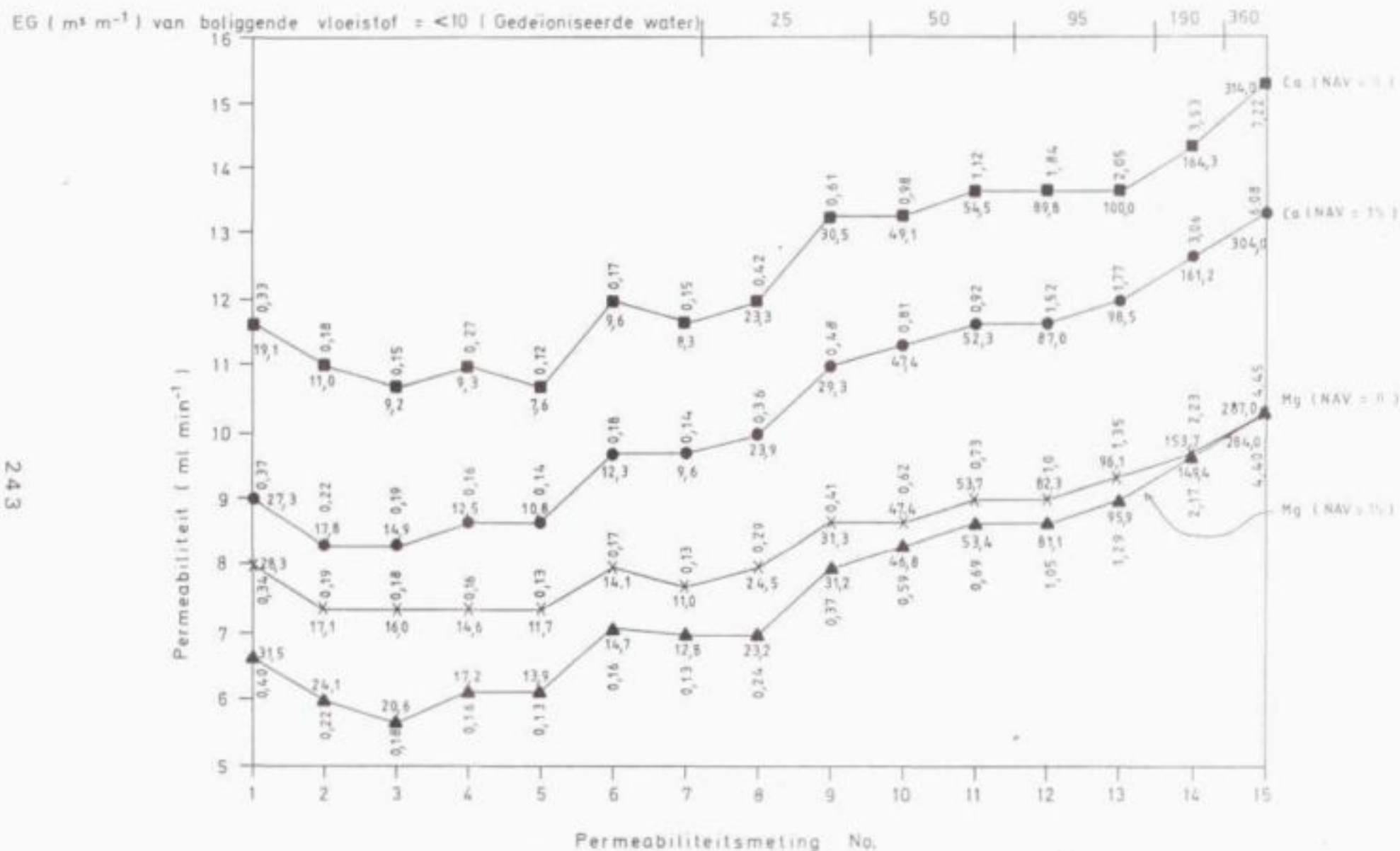
FIGUUR 8.5.1. Die variasie in permeabiliteit, van verskillend behandelde monsters van die Valsrivier grond, met 'n variasie in die soutkonsentrasie van die vloeistof (boliggend) waarmee die permeabiliteit bepaal is.

dat grond in die veld, wat met Mg-versadig is en 'n UNP waarde van 15 het, nie net met chemiese ameliorasie herwin sal kan word nie.

In die geval van Vertiese monster A (Figuur 8.5.2) is daar nie so 'n beduidende afname in permeabiliteit met opeenvolgende bepalinge in gedeïoniseerde water nie. Hierdie grond bevat relatief groot hoeveelhede CaCO_3 en die oplossing van hierdie materiaal dra daartoe by dat die elektroliete wat vrygestel word voldoende is om osmotiese swelling grootliks te verminder. Met die toevoeging van soute tot die vloeistof waarmee die permeabiliteitsmetings uitgevoer is, was daar deurgaans 'n geleidelike, maar merkbare toename in permeabiliteit. Die teenwoordigheid van die CaCO_3 dra dus daartoe by dat die permeabiliteit van Vertisol A (NAV=15 monster), wat 'n groter fraksie potensiëel swellende klei bevat as die Valsrivier monster, met die toevoeging van soute groter word as die permeabiliteit van die Valsrivier monsters met 'n NAV waarde van 15. Dit is verder belangrik om daarop te let dat selfs die Mg NAV = 15 monsters ook op die toevoeging van soute reageer in die monster waarin betekenisvolle hoeveelhede CaCO_3 teenwoordig is.

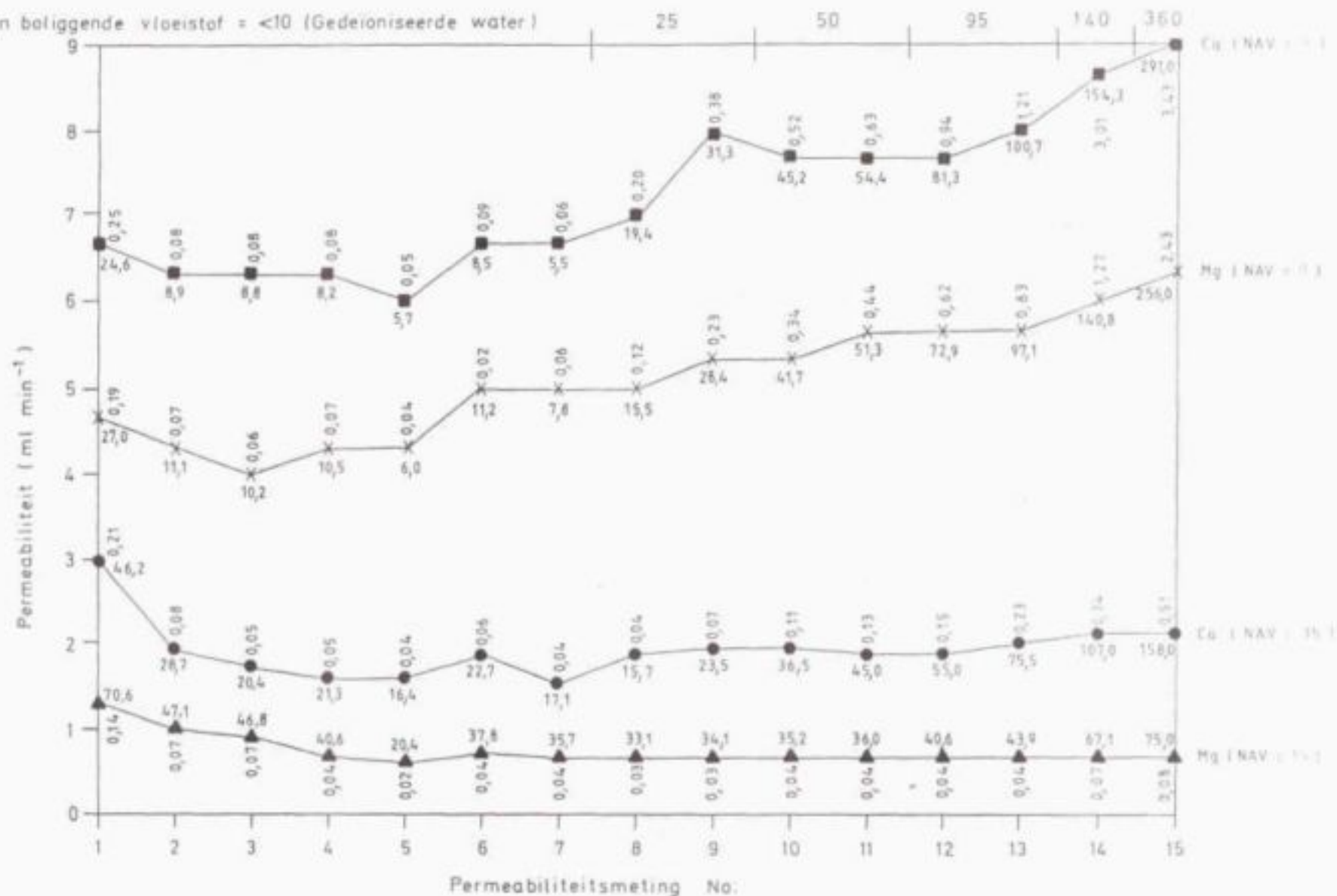
Die relatiewe invloed van die verskillende behandelings op die permeabiliteit van monsters van Vertisol A wat gedurende hierdie ondersoek bepaal is (Figuur 8.5.2), is skynbaar nie dieselfde as wat met die voorafgaande ondersoeke verkry is nie (kyk figuur 8.4.1). In die voorafgaande ondersoeke waar die monster nie met sand gemeng is nie was die permeabiliteit van die Mg NAV = 0 monster groter as die permeabiliteit van die Ca NAV = 0 monster. Hierdie verskynsel is toegeskryf aan die feit dat meer elektroliete deur die oplossing van CaCO_3 -konkresies in Mg-versadigde grond vrygestel word. Die resultate wat in figuur 8.5.2 aangetoon is, is verkry met 'n mengsel van 50 persent sand en 50 persent grond. Die hoeveelheid CaCO_3 in die mengsel is dus relatief minder en veroorsaak dat daar nie voldoende elektroliete in die Mg-versadigde monster vrygestel word om die permeabiliteit so te verbeter dat dit hoër is as die van die Ca-versadigde monster nie.

Die permeabiliteit van monsters van Vertisol B, wat min CaCO_3 bevat, is aanmerklik laer as dié van die ander twee monsters (Figuur 8.5.3). Net soos in die geval van die Valsrivier monster is daar geen toename in permeabiliteit van die Mg NAV = 15 monster met 'n toevoeging van soute



FIGUUR 8.5.2. Die variatie in permeabiliteit, van verskillend behandelde monsters van Vertisol A, met 'n variatie in die soutkonsentrasie van die vloeistof (boliggend) waarmee die permeabiliteite bepaal is.

EG (m³ m⁻¹) van boliggende vloeistof = <10 (Gedeioniseerde water)



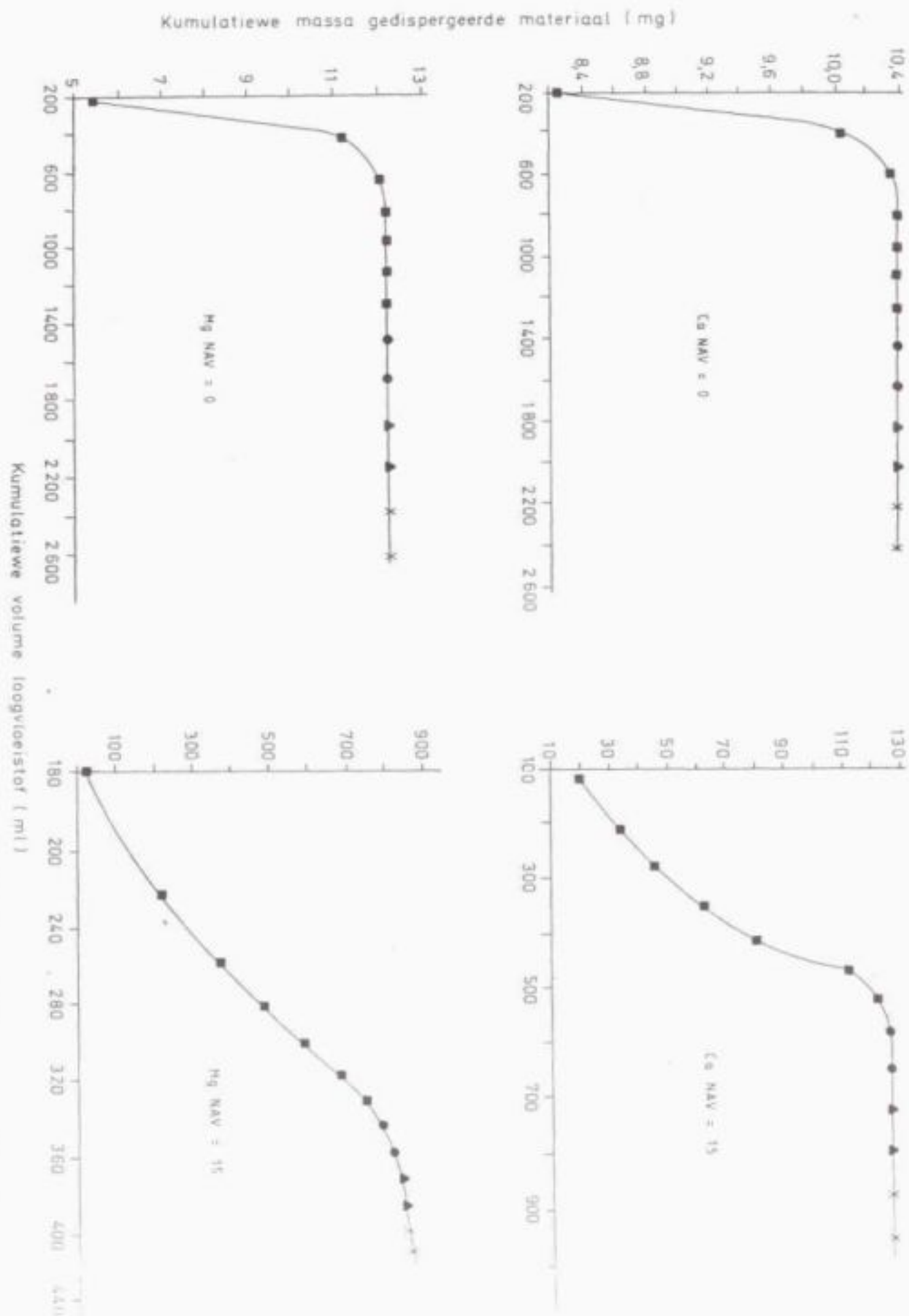
FIGUUR 8.5.3. Die variatie in permeabiliteit, van verschillend behandelde monsters van Vertisol B, met 'n variatie in die soutkonsentrasie van die vloeistof (boliggend) waarmee die permeabiliteite bepaal is.

nie. Die indruk word dus hierdeur geskep dat chemiese ameliorasie alleen nie doeltreffend sal wees om die permeabiliteit, van Mg-versadigde grond met 'n UNP waarde van ongeveer 15, te verbeter nie. In die afwesigheid van Na bevorder die toevoeging van soute die permeabiliteit van beide die Ca- en Mg-versadigde monsters. Die verbetering in permeabiliteit van die Ca-monster is meer opvallend by laer soutkonsentrasies.

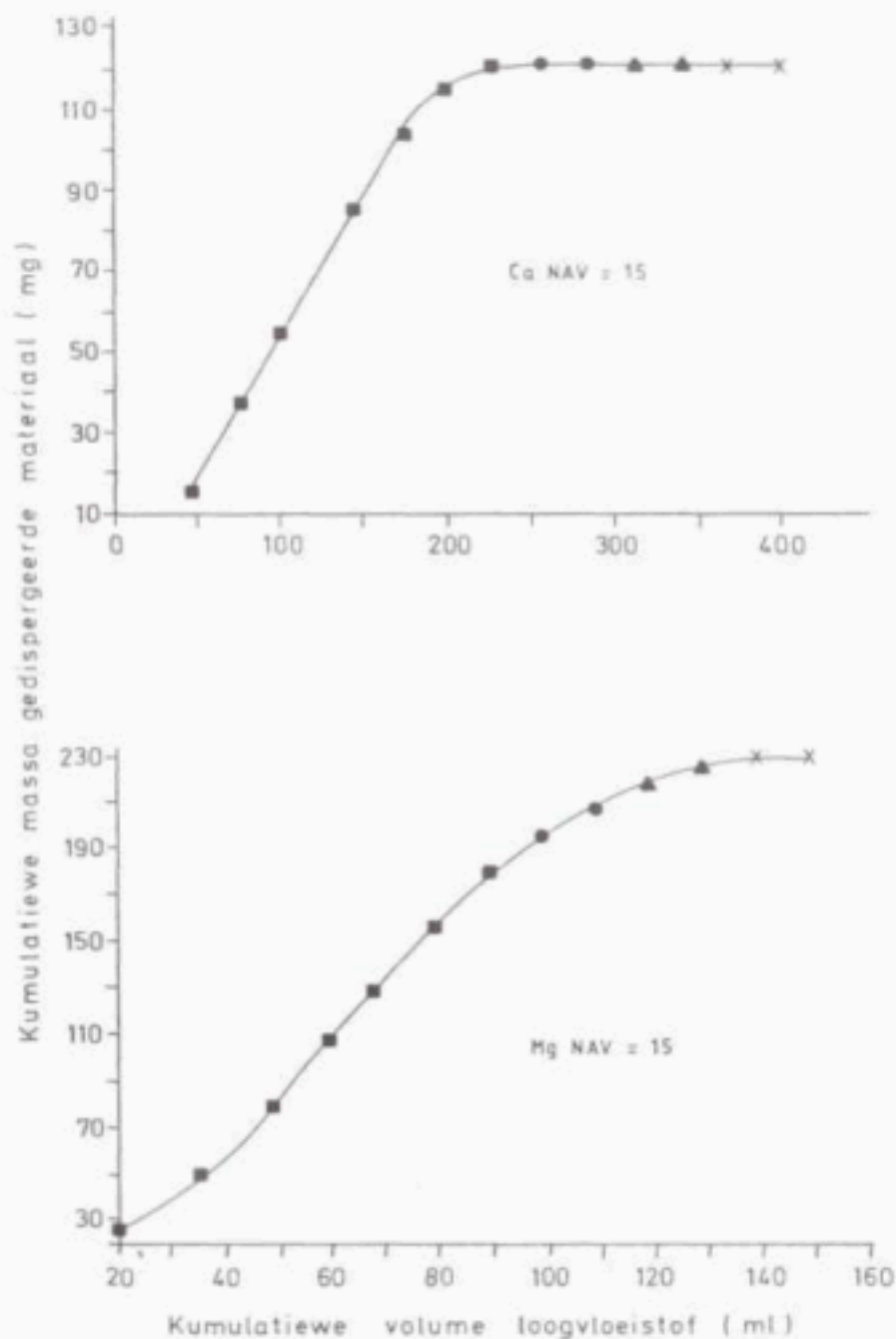
Die kumulatiewe hoeveelheid gedispergeerde materiaal wat met opeenvolgende permeabiliteitsmetings in die loogvloeistof van verskillend behandelde monsters van die Valsriviergrond en Vertisol B teenwoordig was, word in figure 8.5.4 en 8.5.5 getoon. In die geval van Vertisol A was weglaatbare klein hoeveelhede gedispergeerde klei in die loogvloeistof teenwoordig.

Etlike belangrike gevolgtrekkings kan uit figuur 8.5.4 (Valsrivier grond) gemaak word. Dit is naamlik duidelik dat aansienlik meer gedispergeerde materiaal in die loogvloeistof van die Mg NAV = 15 monster voorgekom het as in die ander monsters. Die totale hoeveelheid gedispergeerde materiaal in die Mg NAV = 15 monster was byna sewe keer meer as in die Ca NAV = 15 monster. In die afwesigheid van Na (NAV = 0 monsters) was daar ook effens meer gedispergeerde materiaal teenwoordig in die loogvloeistof van die Mg-versadigde monster as in die Ca-versadigde monster. Vir die Ca NAV = 15 monster het dispersie nie meer plaasgevind toe die soutkonsentrasie van die vloeistof waarin die bepaling gemaak is, verhoog is tot 'n EG van 25 mS m^{-1} . In teenstelling hiermee was daar nog betekensvolle dispersie in die Mg NAV = 15 monster met 'n EG van meer as 50 mS m^{-1} . In die afwesigheid van Na (NAV = 0 monsters) was daar reeds met die derde permeabiliteitsmeting, met gedeïoniseerde water, nie meer gedispergeerde materiaal in die loogvloeistof nie. Dit kan aanvaar word dat die meeste van die potensieel disperseerbare materiaal reeds tydens die voorbereiding van die monsters saam met die deurvloei-vloeistof afgevoer is.

Soortgelyke resultate is vir die monsters van Vertisol B verkry. Die dispersie van beide die Ca- of Mg-versadigde monsters wat met oplossings met NAV- waardes van 15 versadig is word in figuur 8.5.5 getoon. Hiervolgens is dit weereens duidelik dat die Mg-versadigde monster disperseer as die EG van die vloeistof waarmee die bepaling gemaak is



FIGUR 8.5.4. Die kumulatiewe volume gedispergeerde materiaal in die loegvloeistof van derien opeenvolgende permeabiliteitsmetings vir verskillend behandelde monsters van die Valsrivier grond. Die 10 van die vloeistof waarmee die metings uitgevoer is, is aangepas van < 10 ($\blacksquare$) tot 25 ($\bullet$) tot 50 (Δ) tot 190 ($\times$) mg m^{-3} .



FIGUR 8.5.5. Die kumulatiewe volume gedispergeerde materiaal in die loogvloeistof van dertien opeenvolgende permeabiliteitsmetings vir Mg en Ca-versadigde (NAV = 15) monsters van Vertisol B. Die EG van die vloeistof waarmee die metings uitgevoer is, is progressief verhoog van < 10 (■) tot 25 (●) tot 50 (▲) tot 190 (X) mS m^{-1} .

meer is as 50 mS m^{-1} . Dispersie is minimaal vir 'n EG van 190 mS m^{-1} . In die Ca-versadigde monster vind dispersie nie meer plaas as die EG van die deurvloeistof tot groter as 25 mS m^{-1} verhoog word nie.

Bogenoemde soutkonsentrasies kan egter nie as drumpelwaardes vir die beeindiging van dispersie aanvaar word nie aangesien dispersie ook afneem met opeenvolgende bepalinge van die permeabiliteit in gedeïoniseerde water. Die omvang van dispersie is dus nie noodwendig 'n funksie van die soutkonsentrasie nie en verminder skynbaar progressief soos wat die hoeveelheid water met opeenvolgende permeabiliteitsmetings toeneem. 'n Verklaring hiervoor kan wees dat die porieë sodanig verstopt is dat die vloeisnelheid van die water deur die grond te laag word om verdere dispersie te veroorsaak. Die permeabiliteit van die monsters verlaag egter nie tot so 'n mate nie en neem in sommige gevalle selfs toe. Daar kom dus in elke monster skynbaar 'n beperkte fraksie disperseerbare materiaal voor. Aangesien die permeabiliteit nie in alle gevalle toeneem as die dispersie afneem nie kan aanvaar word dat die konstante laer permeabiliteit van byvoorbeeld die Mg NAV = 15 monsters eerder aan swelling as aan dispersie te wyte is. 'n Verdere bewys vir hierdie gevolgtrekking is dat daar meer gedispergeerde materiaal in die Valsrivier monsters voorkom as in die monsters van Vertisol B (vgl. figure 8.5.4 en 8.5.5) terwyl die permeabiliteit van die monsters van Vertisol B heelwat laer is as dié van die Valsrivier monsters (vgl. figure 8.5.1 en 8.5.3). Die permeabiliteit van die Valsriviermonsters is ook ongeveer dieselfde as dié van monsters van Vertisol A waar die omvang van dispersie feitlik minimaal was.

Uit die bostaande kan die gevolgtrekking gemaak word dat dispersie nie noodwendig as enigste maatstaf vir die verklaring van verskille in hidroulise geleidingsvermoë van gronde gebruik kan word nie. Die swelling van grond kan skynbaar 'n bykomende maatstaf wees vir die voorspelling van relatiewe verskille in permeabiliteit tussen gronde.

Die vry-swelling van verskillende grootte-fraksies van Ca- of Mg-versadigde monsters (NAV = 15) van Vertisol B en die Valsrivier grond word in tabel 8.5.1 getoon. Die bepalinge is oor 'n tydperk van 72 uur gemaak. Uit die data in tabel 8.5.1 is dit duidelik dat die Valsrivier monster minder swel as die Vertisol B monster. Dit geld veral vir die

TABEL 8.5.1 Die vryswelling van twee grootte-fraksies van aggregate van Ca- of Mg- versadigde monsters (NAV = 15) van Vertisol B en die Valsrivier grond.

Monster	Versadig met	Aggregaat grootte (mm)	Swelling (g H ₂ O/g grond)
Vertisol B	Mg	< 0,15	1,18
		0,15-0,7	1,32
	Ca	< 0,15	1,17
		0,15-0,7	1,35
Valsrivier	Mg	< 0,15	1,16
		0,15-0,7	0,97
	Ca	< 0,15	1,01
		0,15-0,7	0,89

growwer fraksie aggregate en vir die Ca-versadigde sub-monsters. Hierdie verskil in swelling sal noodwendig 'n verskil in permeabiliteit veroorsaak. Dit is egter ook duidelik uit tabel 8.5.1 dat daar nie duidelike verskille in die mate van swelling ten opsigte van die Ca- en Mg-versadigde monsters van Vertisol B waarneembaar is nie. Die aansienlike verskil in permeabiliteit tussen hierdie monsters kan dus nie aan die hand van verskille in vry-swelling tussen hierdie monsters verklaar word nie. In die geval van die Valsrivier monsters is daar egter 'n duidelike verskil in die omvang van swelling tussen die Ca- en Mg-versadigde monsters.

Uit die voorafgaande resultate is dit duidelik dat daar komplekse verwantskappe bestaan tussen die swelling, dispersie en permeabiliteit van verskillende gronde en verskillend behandelde monsters. In terme van die monsters wat met oplossings met NAV-waardes van 15 behandel is kan die volgende voorstelling van hierdie verwantskappe gemaak word :

Mg-versadigde monsters.

Swelling	: Valsrivier < Vertisol B
Dispersie	: Valsrivier >> Vertisol B
Permeabiliteit	: Valsrivier = Vertisol B

Ca-versadigde monsters.

Swelling	: Valsrivier < Vertisol B
Dispersie	: Valsrivier = Vertisol B
Permeabiliteit	: Valsrivier > Vertisol B

Vertisol B.

Swelling	: Ca = Mg
Dispersie	: Ca < Mg
Permeabiliteit	: Ca >> Mg

Valsrivier

Swelling	: Ca =< Mg
Dispersie	: Ca << Mg
Permeabiliteit	: Ca >> Mg

Daar bestaan dus nie 'n duidelike tendens t.o.v. die relatiewe invloed van swelling of dispersie op die permeabiliteit van die monsters wat in hierdie ondersoek gebruik is nie. As riglyn kan aanvaar word dat beide hierdie prosesse 'n invloed op die permeabiliteit en strukturele stabiliteit van grond sal hê.

8.5.4. Samevatting

Net soos met die voorafgaande ondersoeke gevind is, dui die resultate van hierdie ondersoek ook op die algemene tendens dat die Mg-versadigde monsters 'n laer permeabiliteit het as die Ca-versadigde monsters (veral vir die monsters met 'n NAV-waarde van 15).

In die meeste van die monsters was daar 'n toename in permeabiliteit met 'n toevoeging van soute en 'n gepaardgaande verhoging in die EG van die loogvloeistof. In die geval van die Mg NAV=15 monsters van Vertisol B en die Valsrivier grond was daar egter geen verhoging in permeabiliteit met 'n toevoeging van soute nie. Hierdie verskynsel dui daarop dat Mg-versadigde grond met 'n NAV-waarde van 15 nie met chemiese ameliorasie op sigself herwin sal kan word nie. In die teenwoordigheid van genoegsame hoeveelhede CaCO_3 , soos in Vertisol A, kon die permeabiliteit van die Mg NAV=15 monsters egter met die toevoeging van soute verhoog word.

Die hoeveelheid gedispergeerde materiaal in die loogvloeistof het met opeenvolgende bepalings van die permeabiliteit en met die toevoeging van soute, afgeneem. Die soutkonsentrasie waarby dispersie effektief nie meer plaasgevind het nie, het afgeneem in die volgorde : Mg NAV=15 > Ca NAV=15 > Mg NAV=0 > Ca NAV=0. Alhoewel daar duidelike verskille was in die soutkonsentrasie waarby dispersie van verskillend behandelde monsters nie meer plaasgevind het nie, kon geen duidelike drumpelwaardes vasgestel word nie. Verder is die omvang van dispersie nie noodwendig 'n funksie van soutkonsentrasie nie.

'n Vergelyking van die permeabiliteite van die verskillende monsters en van die verskillend behandelde submonsters het aangetoon dat die verskille in permeabiliteite nie altyd aan die hand van verskille in dispersie verklaar kan word nie. Swelling speel ook 'n belangrike rol, maar daar heers skynbaar 'n komplekse verwantskap tussen swelling en dispersie en die permeabiliteit van verskillende monsters.

8.6 Evaluering van die differensiële swelling van Mg- en Ca-versadigde monsters

8.6.1 Inleiding.

Voorafgaande werk het aangetoon dat Mg- en Ca-versadigde suspensies verskillend reageer op toegevoegde elektroliete. Dit is dikwels waargeneem dat die Mg-suspensies 'n meer gekoaguleerde voorkoms het terwyl die Ca-versadigde suspensies meer presipiteer, d.w.s 'n kleiner swelvolume het. Dikwels was die boliggende vloeistof van die Ca-versadigde suspensies egter meer troebel a.g.v. 'n groter hoeveelheid gedispergeerde deeltjies in suspensie.

Die groter omvang van koagulasie in die Mg-suspensies het die indruk gewek dat Mg-versadiging aanleiding sou gee tot 'n groter mate van swelling tydens die benatting van droë Mg-versadigde grond. Dit sou dus verwag kon word dat 'n Mg-versadigde monster, a.g.v. die groter omvang van swelling, se permeabiliteit laer sou wees as dié van 'n Ca-versadigde monster. Hiervolgens is gepostuleer dat die invloed van die swelling op die permeabiliteit van die grond weglaatbaar klein sou wees indien 'n sekere fraksie swellende grond wat groot hoeveelhede nie-swellende materiaal soos sand gemeng word. Die rede hiervoor is dat die klein hoeveelheid swellende materiaal feitlik onbeperk kan swel in die sanderige matriks, terwyl die volume groot porië nog voldoende sal wees om 'n relatief vinnige permeabiliteit te verseker. Gevolglik sou dit verwag kan word dat die permeabiliteit sal afneem soos wat die effektiewe poriedeursnee a.g.v. swelling progressief kleiner word indien die verhouding swellende materiaal : sand verhoog. Indien Mg- versadigde grond dus werklik meer sou swel as Ca-versadigde grond kan dit verwag word dat die verskil in permeabiliteit tussen Ca- en Mg-versadigde grond sal verhoog soos wat die fraksie swellende materiaal in die monsters toeneem.

Hierdie metode is as alternatief oorweng omdat ander metodes soos vryswelling in 'n maatsilinder (Foster, 1953) en die meting van die porievolumeverandering in 'n geslote sisteem (Soiltest Inc, 1965) nie geskik gevind is as 'n aanduiding van relatiewe verskille in potensiële swelling van Mg- en Ca-versadigde monsters nie. Die meting van vryswelling in 'n maatsilinder was nie sensitief genoeg nie en is skynbaar net toepaslik vir Na-versadigde monsters. Met die meting van veranderings ingeslote porievolumen is gevind dat monsters baie oneweredig benat en nie homogeen swel nie.

8.6.2 Voorbereiding van monsters en metodes.

Om hierdie hipotese te toets is Vertisol B, waarin klein hoeveelhede CaCO_3 voorkom, gebruik sodat die invloed van vrygestelde elektroliete tot 'n minimum beperk kan word.

Gelyke hoeveelhede grond is met Ca- of Mg-oplossings met verskillende NAV-waardes (0, 5 en 15) versadig deur dit met progressief afnemende konsentrasies 1N, 0,5N, 0,05N en 0,001N oplossings te was sonder om die gronde meganies te versteur. Die wasproses is herhaal met die 0,001N oplossing om te verseker dat 'n minimum vrysoute in die grond teenwoordig is. Hierna is die grond luggedroog en gesif om die aggregate in drie grootte-fraksies nl. $< 0,707 \text{ mm}$, $< 0,35 \text{ mm}$ en $< 0,149 \text{ mm}$ te skei. Soos voorheen aangetoon, is dit noodsaaklik dat die grond in verskillende fraksies verdeel word en daarna eweredig in monsters gemeng word om die invloed van verskillende behandelings te kan evalueer.

Vir elkeen van die behandelings is die verskillende fraksies van aggregate as volg met sand gemeng en in silinders gepak om permeabiliteite met 'n konstante hidroulise gradiënt van ongeveer een te bepaal.

Sand	Grond	-	<0,707 mm		<0,35 mm		<0,149 mm	%Klei*
100g	20g	=	8g	+	8g	+	4g	9
80g	40g	=	16g	+	16g	+	8g	18
60g	60g	=	24g	+	24g	+	12g	28
40g	80g	=	32g	+	32g	+	16g	37
20g	100g	=	40g	+	40g	+	20g	46

* Die persentasie klei in elke gemengde monster is bereken met inagneming van die feit dat Vertisol B 55 persent klei bevat.

Die permeabiliteit van elke monster is ses keer agtereenvolgens bepaal omdat daar 'n drasties afname in die permeabiliteit van sekere monsters voorgekom het met agtereenvolgende permeabiliteitsmetings. Die elektriese geleiding van die loogvloeistof is telkens bepaal sodat die omvang van elektrolietvrystelling in die verskillende monsters ge-evalueer kon word. Aangesien die volume loogvloeistof aansienlik verskil het tussen die verskillende behandelings is die hoeveelheid soute wat telkens uit die verskillende monsters geloog het as maatstaf geneem van die soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing. Die hoeveelheid soute is telkens as volg bereken

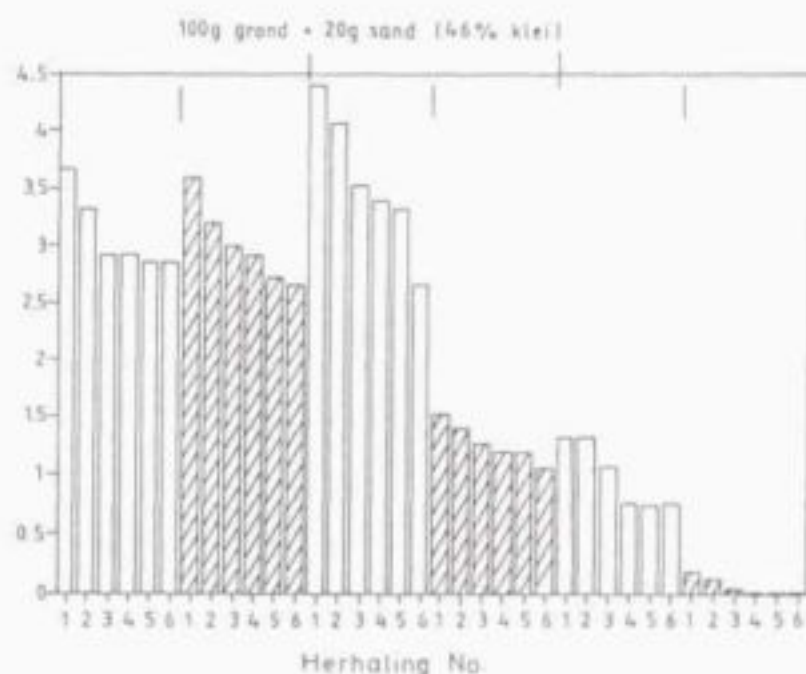
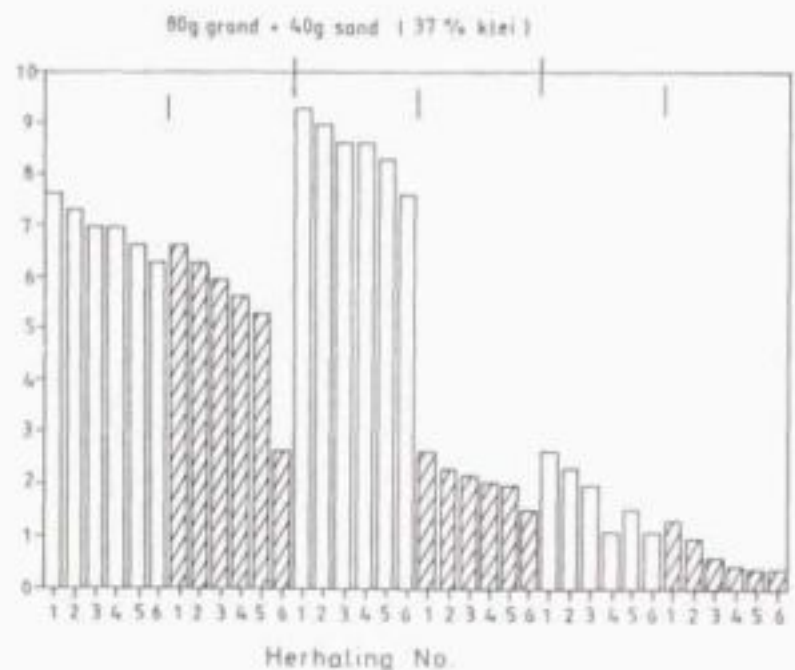
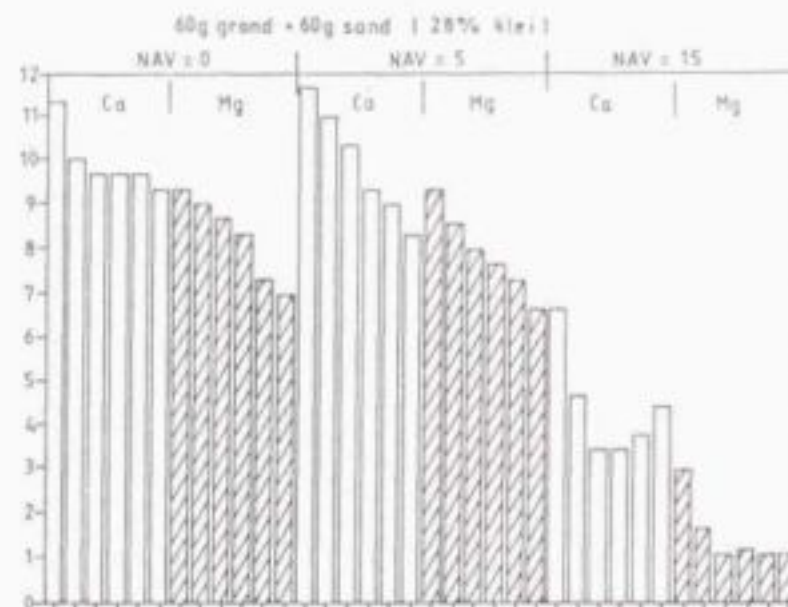
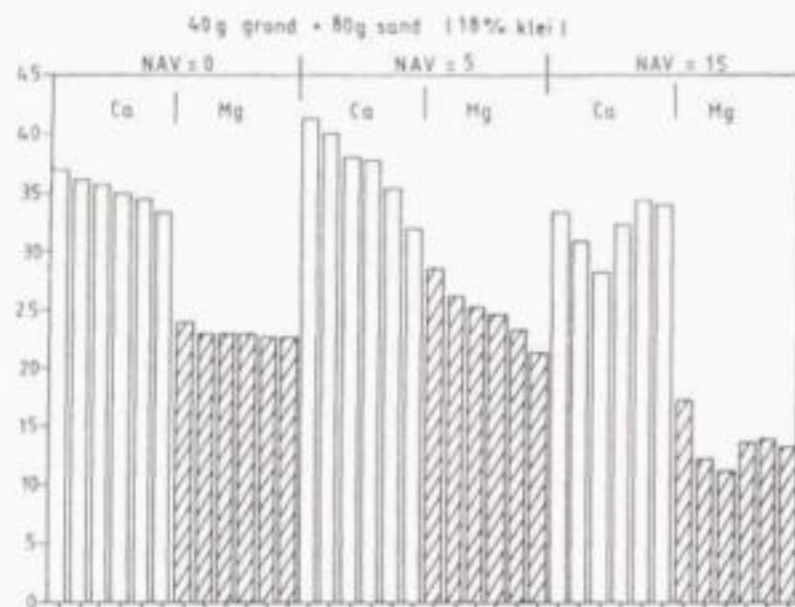
$$\text{Hoeveelheid soute} = \frac{EG}{(100 \times 1000)} \times \text{ml loogvloeistof}$$

waar EG = die elektriese geleidingsvermoë van die
loogvloeistof in mS m^{-1} .

Bron: U.S.Salinity Laboratory Staff (1954).

8.6.3 Resultate en bespreking.

Die variasie in die permeabiliteit van die verskillende grond-sand mengsels met ses opeenvolgende metings vir elk van die verskillende behandelings word in figuur 8.6.1 aangetoon. Die resultate vir die 20g grond : 100g sand mengsel word nie gegee nie omdat die permeabiliteit hoog was ($>90 \text{ ml min}^{-1}$) vir al die behandelings. Die permeabiliteite van monsters van hierdie mengsels met NAV-waardes van 15 was ook nie laer as vir die monsters met NAV-waardes van 0 nie. Dit dui daarop dat die swelling van klei in 'n monster wat ongeveer 10 persent klei bevat nie

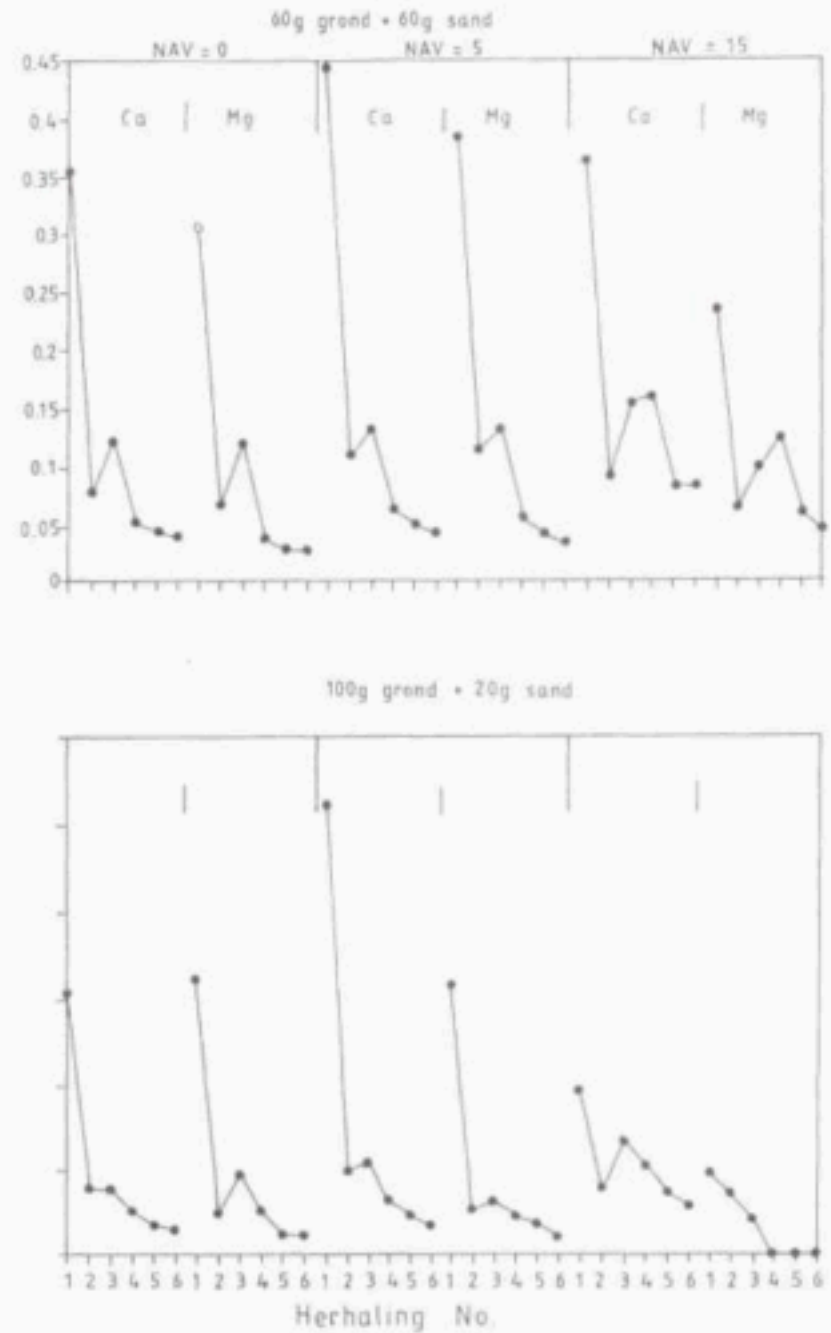
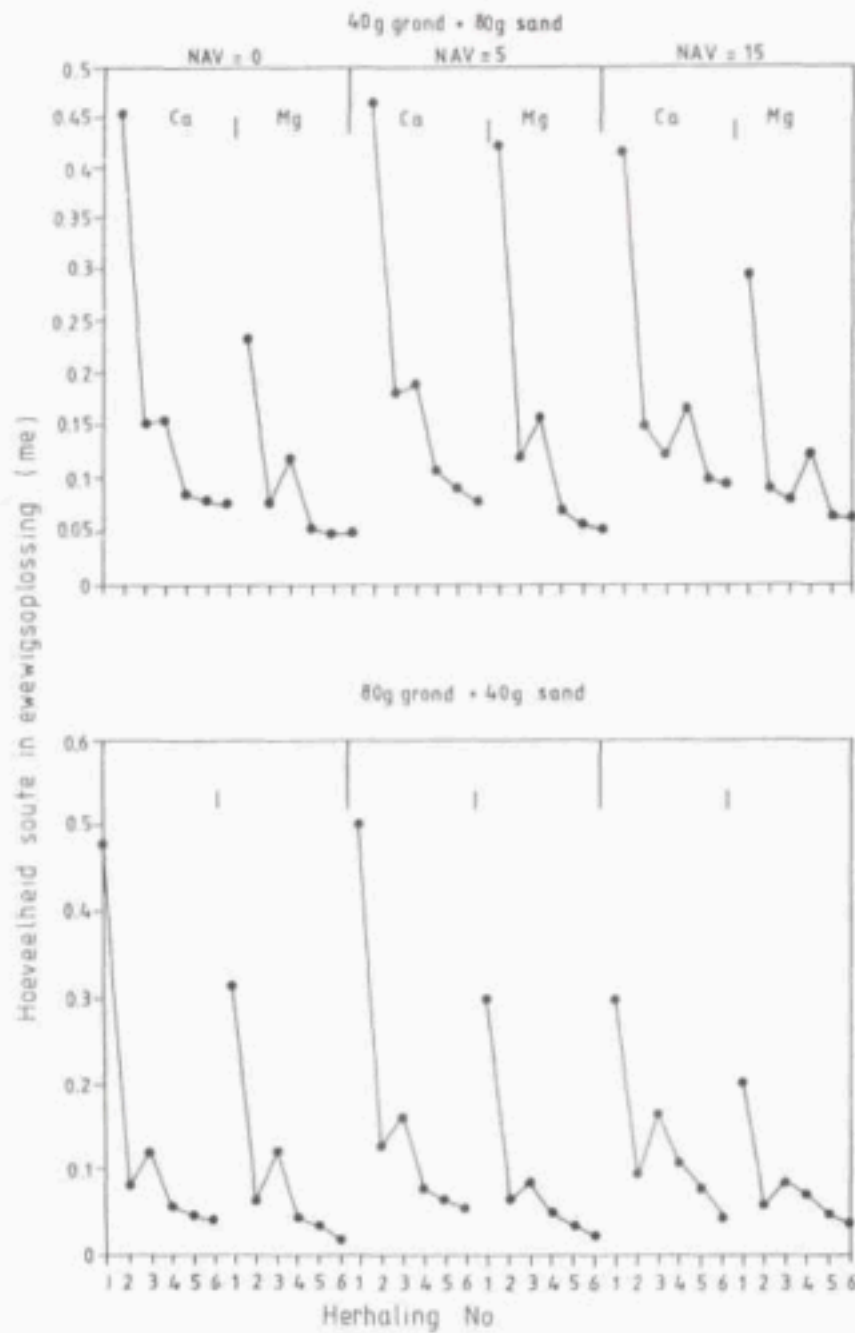


Figuur 8.6.1 - Die invloed van Ca-, Mg- en Na- versadiging op die permeabiliteit verskillende grond- sandmengsels. Die permeabiliteite is vir elke monster ses keer agtereenvolgens gemeet.

voldoende is om 'n beduidende afname in permeabiliteit te veroorsaak met 'n toename in Na versadiging van 0 na 15 persent nie. Uit figuur 8.6.1 is dit egter duidelik dat die permeabiliteit afneem soos wat die Na-versadiging vir 'n grond met 18 % klei (40g grond : 80g sand mengsel) toeneem. Dis ook duidelik dat hierdie afname in permeabiliteit toeneem met 'n toename in klei-inhoud en dat die afname by die laer klei-inhoude veral voorkom in die geval van die Mg-versadigde monsters. Volgens hierdie resultate is daar dus 'n drumpelwaarde in klei-inhoud tussen 9 en 18 % klei waarbo swelling a.g.v. 15 persent Na-versadiging 'n afname in permeabiliteit veroorsaak vir beide Ca- en Mg-versadigde gronde.

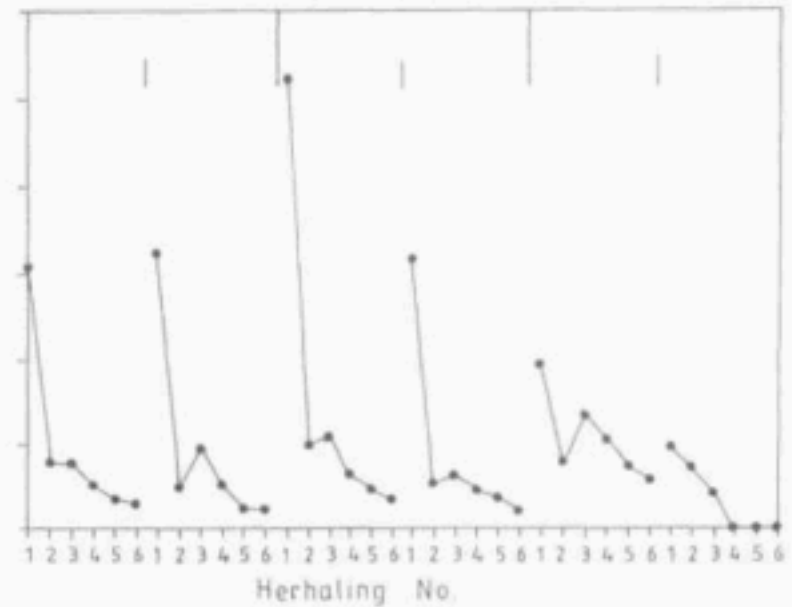
Die differensiële invloed van Ca- en Mg-versadiging op die permeabiliteit van monsters waarvan die klei-inhoud verskil kom ook duidelik na vore as die permeabiliteite van monsters met vyf persent Na vergelyk word. (Figuur 8.6.1). Daar is selfs vir die monster met 46 % klei nie 'n afname in permeabiliteit van die Ca-versadigde NAV = 5 monster as dit vergelyk word met die NAV = 0 monster nie. Die groter stabiliteit van die Ca-versadigde monster verminder dus swelling en 'n gepaardgaande verlaging in permeabiliteit, indien die NAV nie vyf persent oorskry nie. In teenstelling hiermee is daar 'n duidelike verskil in die relatiewe permeabiliteit van die Mg-versadigde NAV = 0 en NAV = 5 monsters met 'n klei-inhoud van 37 persent en hoër (Figuur 8.6.1). Hieruit is dit duidelik dat die omvang van swelling en die gevolglike verlaging in permeabiliteit van monsters met lae NAV-waardes, groter is vir die Mg-versadigde behandelings.

In figuur 8.6.2 word die variasie in hoeveelheid soute in die ewewigsoplossing tydens die opeenvolgende metings van permeabiliteit vir elke behandeling getoon. Uit die figuur blyk dit duidelik dat daar aanvanklik 'n beduidende afname is in die hoeveelheid soute soos wat klei-inhoud toeneem. Dit geld veral vir die Mg-versadigde monsters maar ook vir die Ca-versadigde NAV = 15 monsters. Die groot hoeveelheid soute wat aanvanklik teenwoordig is kan toegeskryf word aan die prosedure van voorbereiding (versadiging) van die monsters waartydens al die vry soute nie verwyder kon word nie. Gevolglik is die hoeveelheid soute ook minder vir die monsters met lae permeabiliteite omdat daar nie voldoende water deur die grond beweeg het om al die soute uit te was nie. Soos in figuur 8.6.2 aangetoon verminder die verskille in hoeveelheid soute met opeenvolgende permeabiliteitsmetings sodat daar met die sesde meting nie



80g grond + 40g sand

Herhaling No



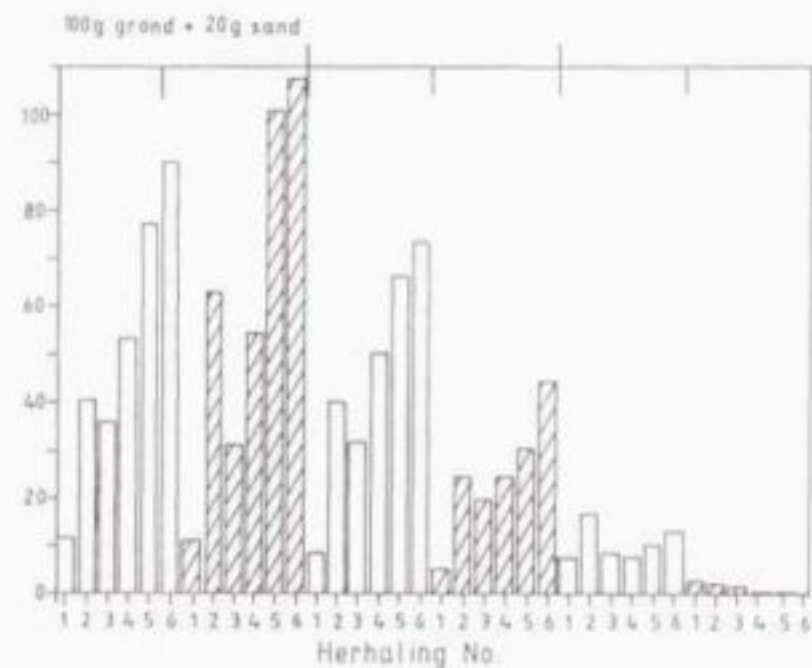
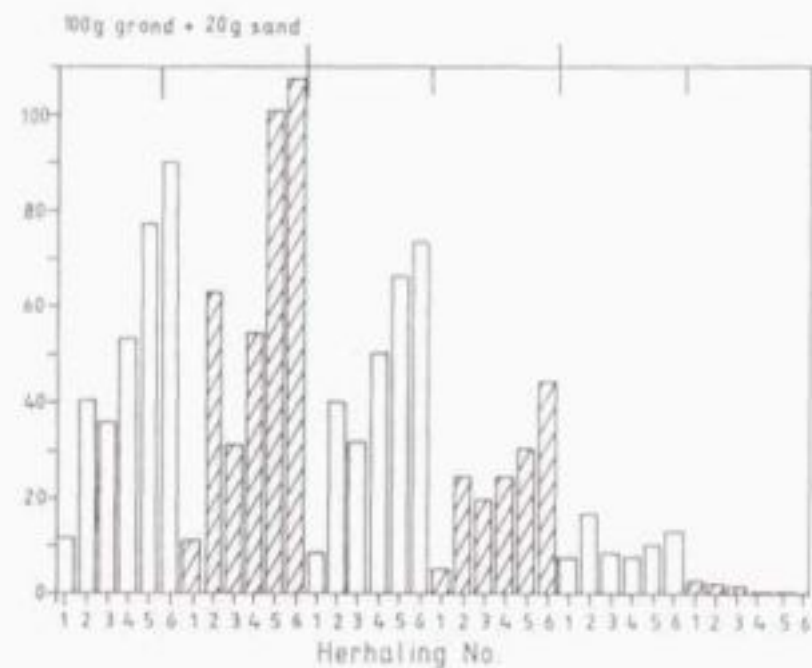
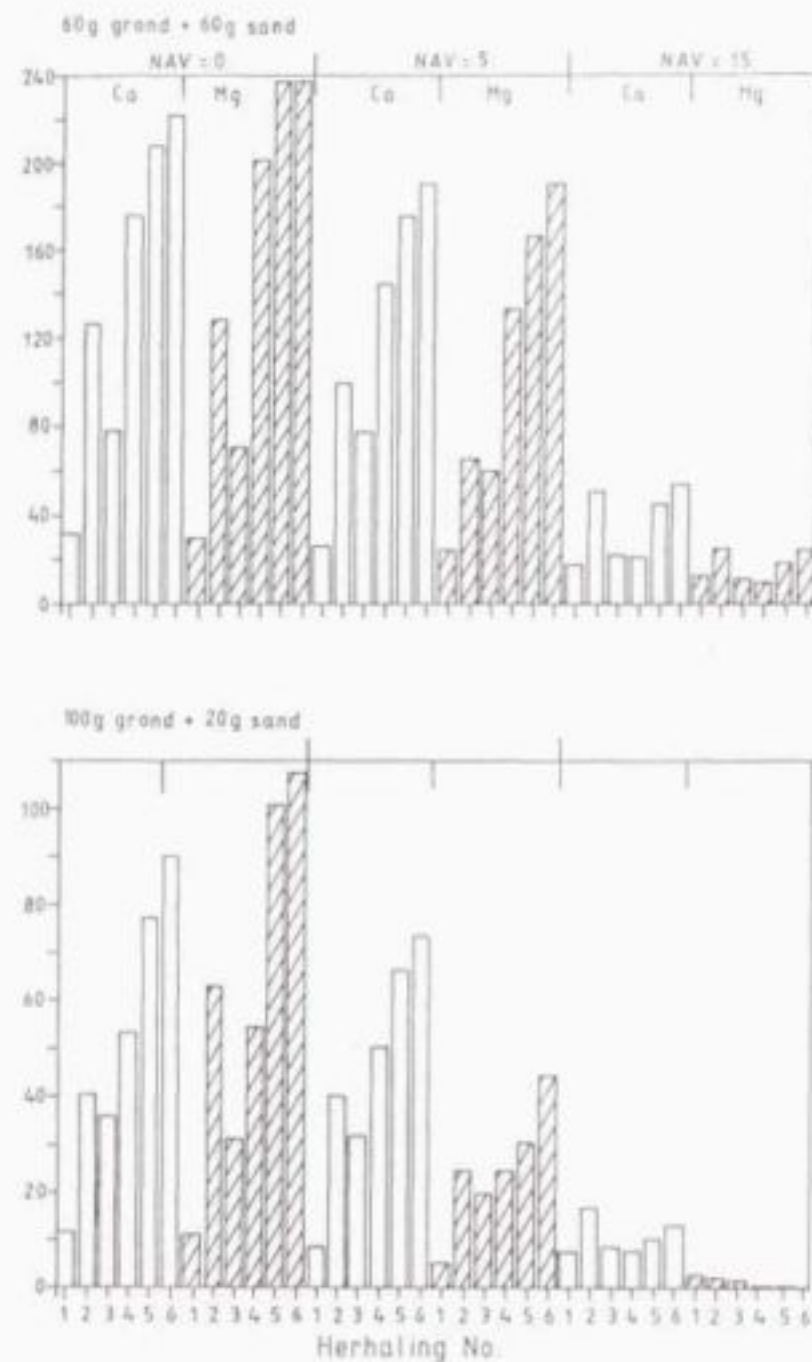
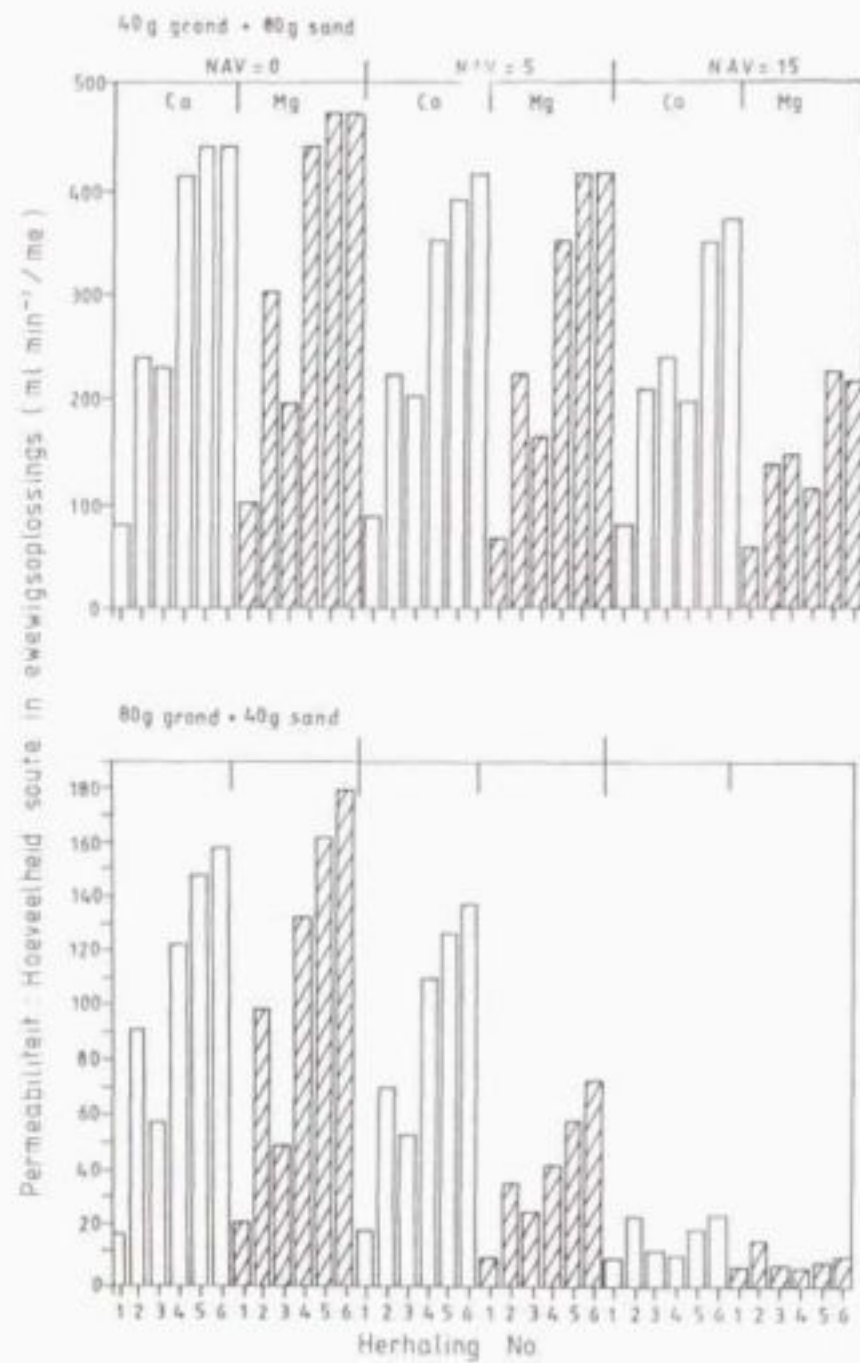
Figuur 8.6.2 - Variasie in die hoeveelheid soufe in die ewewigsoplossing van Ca- en Mg- versadigde grond-sand mengsels, met verskillende NAV-waardes, tydens ses opeenvolgende metings van die permeabiliteite van die mengsels wat in kolomme gepak is.

beduidende verskille is tussen die verskillende behandelings en monsters met verskillende hoeveelhede klei nie.

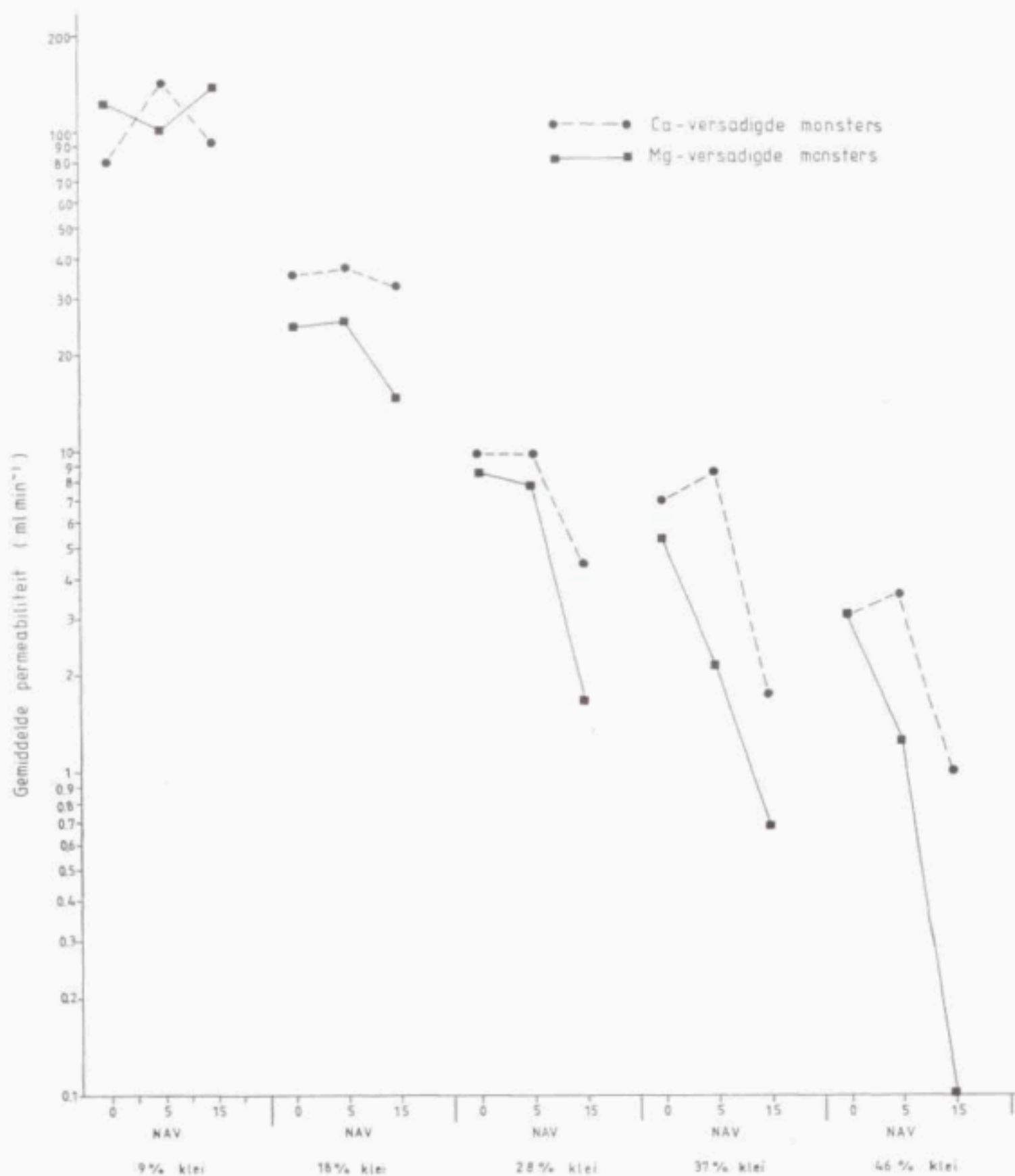
Alhoewel die hoeveelheid soute dus oënskynlik minder is in die monsters met 'n relatief hoë klei-inhoud asook vir die Mg-behandelings en in die geval van hoër NAV-waardes het hierdie kleiner hoeveelhede soute nie 'n betekenisvolle invloed op die permeabiliteit van die monsters nie. Hierdie gevolgtrekking word bevestig deur die data in figuur 8.6.3 waar die permeabiliteit van die verskillende monsters uitgedruk word as 'n funksie van soutinhoud tydens elke opeenvolgende metings van permeabiliteit. Omdat die sout-inhoud aanvanklik relatief hoog is, is die permeabiliteit as 'n funksie van soutinhoud aanvanklik laag vir al die monsters. Soos wat die soute met opeenvolgende permeabiliteitsmetings uit die grond gewas word verhoog die verhouding permeabiliteit:soute mettertyd tot ongeveer 'n konstante waarde in al die monsters. In figuur 8.6.3 kan dit egter gesien word dat daar uiteindelik duidelike verskille is tussen die permeabiliteite van Ca- en Mg-versadigde monsters, asook tussen die van monsters met verskillende hoeveelhede Na en klei.

Uit figure 8.6.1 en 8.6.3 lyk dit duidelik dat daar met 'n toename in klei-inhoud 'n toename in die relatiewe verskil in permeabiliteit van die Ca- en Mg-versadigde monsters plaasvind. Hierdie toename in die verskil in permeabiliteite kom duideliker na vore as die gemiddelde permeabiliteite (d.i. die gemiddeld van die ses opeenvolgende metings vir elke monster) op 'n logaritmiese skaal gestip word (Figuur 8.6.4) Die waardes vir die grond met nege persent klei is uitsonderlik. Soos voorheen getoon is die omvang van swelling in grond met minder as 10 persent klei te laag om 'n beduidende invloed op die permeabiliteit te hê Dit kan aanvaar word dat die verskille in die permeabiliteite van die verskillende behandelings vir die grond met 9 persent klei waarskynlik die gevolg kan wees van verskille in die pakking en poriegeometrie van die monsters.

Origens is dit duidelik dat die verhouding van die permeabiliteit van die Ca-monsters tot dié van die Mg-monsters toeneem met 'n toename in klei-inhoud. Dit geld veral vir die monsters met NAV-waardes van 15. Die oorsaak van die afwyking wat in die geval van die Ca-versadigde NAV=5 monsters met 37- en 46 persent klei verkry is (Figuur 8.6.4), is nie duidelik nie. Die tendens is egter steeds dat daar 'n groter afname in die relatiewe permeabiliteit van Mg-versadigde in vergelyking met Ca-



Figuur 8.6.3 - Die invloed van Ca-, Mg- en Na-versadiging op die verhouding van die permeabiliteit tot die hoeveelheid soute in die ewewigoplossing van verskillende sand-grond mengsels.



Figuur 8.6.4. Die verwantskap tussen die permeabiliteit van Ca- en Mg- versadigde monsters, klei-inhoud en NAV-waardes.

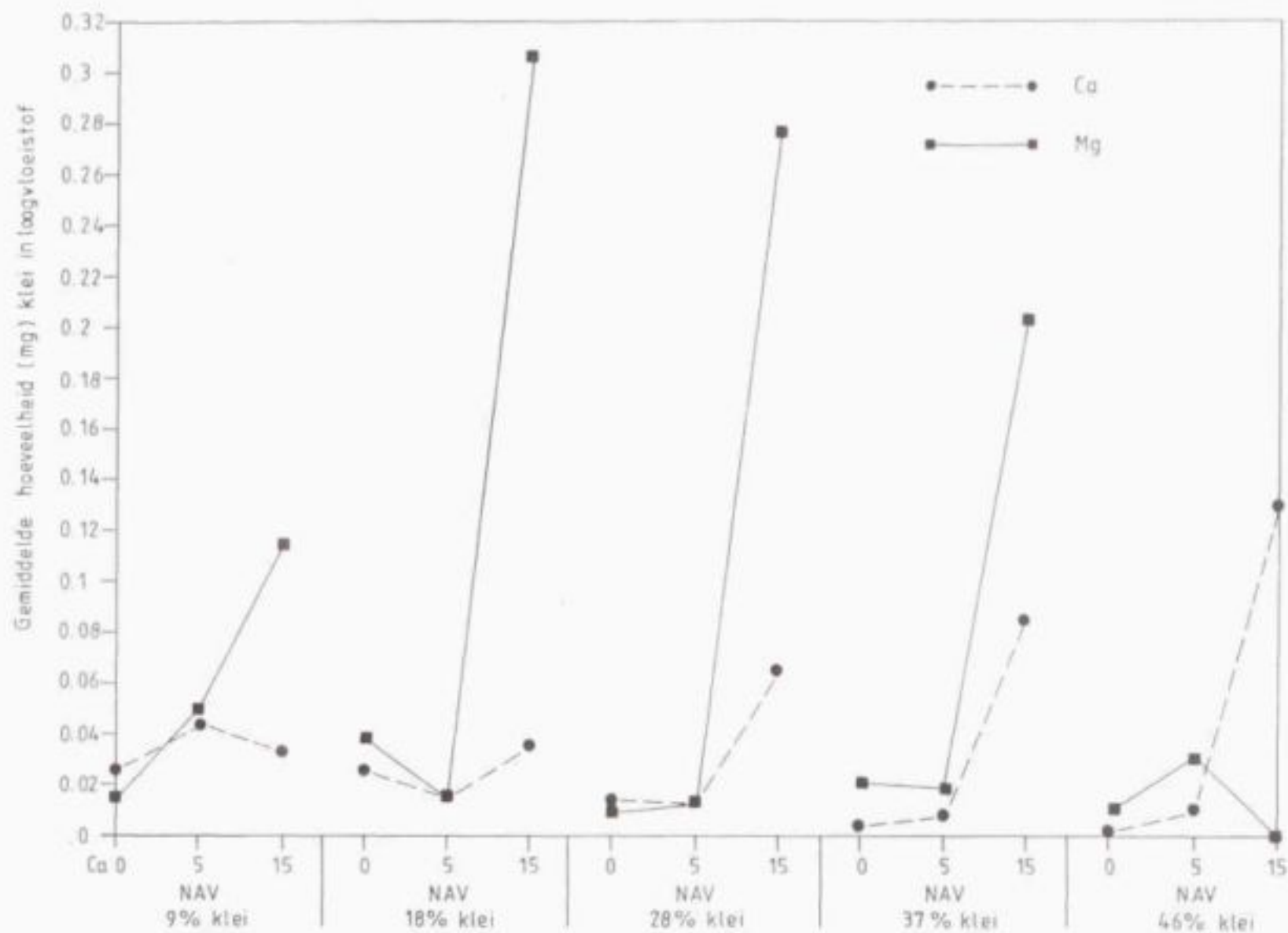
versadigde monsters voorkom soos wat die klei-inhoud toeneem. Hierdie tendens is selfs duideliker indien die verhouding van die permeabiliteite van Ca- en Mg-versadigde monsters numeries uitgedruk word (Tabel 8.6.1).

In teenstelling met die resultate wat in die eksperimente met Mg- of Ca-versadigde suspensies verkry is, is dit gedurende hierdie ondersoek gevind dat meer gedispergeerde materiaal in die loogvloestof van die Mg-versadigde monsters teenwoordig is (Figuur 8.6.5). Hierdie waarneming geld veral vir die monsters met NAV-waardes van 15. Uit die voorstelling in figuur 8.6.5 wil dit voorkom asof die hoeveelheid gedispergeerde klei in die loogvloestof van die Mg-versadigde NAV=15 monsters afneem soos wat die klei-inhoud toeneem. Hierdie afname is egter eerder te wyte aan die kleiner volume loogvloestof wat met 'n toename in klei-inhoud per tydseenheid deur die monsters vloei. In die geval van die Ca-versadigde NAV=15 monster is dit duidelik dat 'n toename in dispersie (gemeet aan die hoeveelheid klei in die loogvloestof) plaasvind soos wat die klei-inhoud toeneem.

Die oorsaak van die groter verlaging in permeabiliteit van die Mg-versadigde monsters, veral as die uitruilkompleks met 15 persent Na versadig is, kan dus gesien word as die gevolg van die gekombineerde invloed van 'n groter mate van swelling en dispersie in vergelyking met Ca-versadigde grond. Hoe groter die omvang van swelling hoe kleiner word die porieë en gevolglik verstop 'n sekere hoeveelheid gedispergeerde klei die porieë meer effektief as wanneer swelling nie plaasgevind het nie. Aangesien die omvang van swelling toeneem met 'n toename in klei-inhoud vergroot die verskil in die relatiewe permeabiliteit van Mg- en Ca-versadigde monsters.

TABEL 8.6.1 Die verhouding van die permeabiliteit van Ca-versadigde monsters tot die van Mg-versadigde monsters, met verskillende NAV-waardes, van grond-sand mengsels met variërende hoeveelhede klei.

Meting No.	NAV = 0				
	Klei-inhoud (%)				
	9	18	28	37	46
1	0,63	1,54	1,21	1,15	1,02
2	0,63	1,57	1,11	1,16	1,04
3	0,68	1,55	1,12	1,17	0,98
4	0,68	1,52	1,16	1,23	1,0
5	0,67	1,52	1,32	1,25	1,05
6	0,69	1,47	1,33	1,19	1,07
Gemiddeld	0,66	1,53	1,21	1,19	1,03
Meting No.	NAV = 5				
	Klei-inhoud (%)				
	9	18	28	37	46
1	1,35	1,44	1,25	3,49	2,88
2	1,39	1,52	1,22	3,86	2,91
3	1,48	1,50	1,29	3,94	2,78
4	1,47	1,53	1,22	4,19	2,83
5	1,47	1,51	1,23	4,17	2,78
6	1,44	1,50	1,25	5,00	2,50
Gemiddeld	1,43	1,50	1,24	4,11	2,78
Meting No.	NAV = 15				
	Klei-inhoud (%)				
	9	18	28	37	46
1	0,63	1,92	2,22	2,01	6,65
2	0,64	2,51	2,80	2,33	10,23
3	0,65	2,50	3,10	3,23	27,25
4	0,70	2,37	2,82	2,52	39,00
5	-	2,46	3,40	2,78	76,00
6	-	2,55	4,00	2,78	78,00
Gemiddeld	0,66	2,39	3,06	2,61	39,52



Figuur 8.6.5 - Die gemiddelde hoeveelheid gedispergeerde klei in die loogvloeistof tydens ses opeenvolgende permeabiliteitsmetings van Ca- of Mg- versadigde monsters met verskillende hoeveelhede klei en NAV-waardes.

8.7 Die invloed van variërende hoeveelhede Mg op die verplasing van Fe-oksiedes en die geassosieerde verlaging in permeabiliteit van monsters

8.7.1. Inleiding

In die voorafgaande afdelings van hierdie verslag is aangetoon dat Mg-versadigde grond 'n laer permeabiliteit het as Ca-versadigde grond. Dit is ook aangetoon dat hierdie verskynsel geassosieer kan word met die verplasing van yster uit die tussenlae van kleimineraal. Die verplasing van ysterverbindings, gepaardgaande met 'n laer strukturele stabiliteit, het toegeneem met 'n toename in NAV van die oplossings waarmee die monsters versadig is. In die lig hiervan was dit noodsaaklik om die invloed van variërende hoeveelhede Mg op permeabiliteit en geassosieerde prosesse in grond te bepaal.

8.7.2. Voorbereiding van monsters en metingsmetodes

Vertisol B is vir hierdie ondersoek gekies omdat dit slegs 'n klein hoeveelheid CaCO_3 bevat (kyk hoofstuk 8.4) en die vrystelling van elektroliete met Mg-versadiging dus nie 'n noemenswaardige invloed kan hê nie. Submonsters (300 g) van hierdie grond is met verskillende oplossings met Ca : Mg verhoudings van 0,11; 0,33; 0,66; 2,3; 5,6 en 10,0 gewas. Die NAV-waarde van die oplossings was deurgaans 15. Die grond is aanvanklik vier keer met 200 ml 1N oplossings, met bogenoemde verhoudings Ca : Mg, gewas en daarna telkens twee keer met oplossings met 'n konsentrasie van 0,5N en 0,05N. Hierna is die monster 'n aantal kere met 0,001N oplossings gewas. Na elke wasproses is die hoeveelheid gedispergeerde materiaal in die loogvloeistof gravimetries bepaal. Na verwydering van die gedispergeerde materiaal is die konsentrasie Fe in die loogvloeistof spektrometries (Basset et al, 1978) bepaal.

Die pH van elk van die monsters, met verskillende Ca : Mg verhoudings, is in 1 : 2,5 suspensies van grond en water bepaal.

Die permeabiliteit van mengsels van die grond en gewasde sand (0,5-0,7mm), wat in kolomme gepak is, is ook bepaal. Die mengsels in die kolomme is saamgestel uit 60g sand, 10g fyn aggregate (<0,15mm), 30g medium aggregate (0,15-0,43mm) en 20g growwe mikro-aggregate (0,43-0,71mm). Die permeabiliteite van die verskillend behandelde monsters is herhaaldelik met tussenposes van een uur bepaal. Die EG van en hoeveelheid gedispergeerde klei in die loogvloeistof van elke bepaling is deurgaans gemeet.

8.7.3.Resultate en bespreking

Baie min Fe het in die loogvloeistof van die monsters wat met oplossings met soutkonsentrasies hoër as 0,001N gewas is, voorgekom. Soos in tabel 8.7.1 aangetoon word het daar 'n drastiese toename in die konsentrasie Fe voorgekom toe die wasproses met 'n oplossing met 'n soutkonsentrasie van 0,001N voortgesit is (m.a.w. 'n toename in Fe-vrystelling is geassosieer met 'n afname in soutkonsentrasie). Die data in tabel 8.7.1 verteenwoordig die resultate wat verkry is vir die behandeling met 'n oplossing met 'n Ca : Mg verhouding van 0,11. Soortgelyke tendense is vir die ander behandelings waargeneem. Hiervolgens is dit duidelik dat daar nie 'n noemenswaardige verplasing van Fe in die teenwoordigheid van 'n hoë soutkonsentrasie voorkom nie. Die Fe word dus eers verplaas wanneer dispersie by lae soutkonsentrasies begin voorkom.

Die kumulatiewe hoeveelheid Fe wat met opeenvolgende logings met oplossings met soutkonsentrasies van 0,001N in die loogvloeistof teenwoordig was, word in figuur 8.7.1 aangetoon. Uit hierdie figuur is dit duidelik dat 'n toename in die verplasing van yster geassosieer kan word met 'n afname in die Ca : Mg-verhouding van die oplossings waarmee die monsters gewas word. Hierdie toename in die verplasing van die Fe was merkbaar groter met 'n Ca : Mg-verhouding van kleiner as 0,66. Hierdie arbitrêre grenswaarde beteken dus dat probleme met betrekking

TABEL 2.7.1 Die konsentrasie Fe in die loogvloeistof van monsters wat met oplossings met progressief afnemende soutkonsentrasies gewas is.

Soutkonsentrasie* van was-oplossing	EG van loogvloeistof (mS m ⁻¹)	Fe in loogvloeistof (mg kg ⁻¹ grond)
0,5N	7120	1,7
0,5N	5140	1,00
0,05N	3890	0,7
0,05N	2530	0,7
0,001N	1484	2,2
0,001N	213	9,0
0,001N	34,5	13,9
0,001N	39,3	22,7
0,001N	29,1	10,2

* Die monsters is vooraf met 1N oplossings gewas

tot die fisiese toestand van die grond veral verwag kan word indien die Mg : Ca-verhouding van besproeiingswater groter as 1,5 is en indien die totale soutkonsentrasie van die water baie laag is.

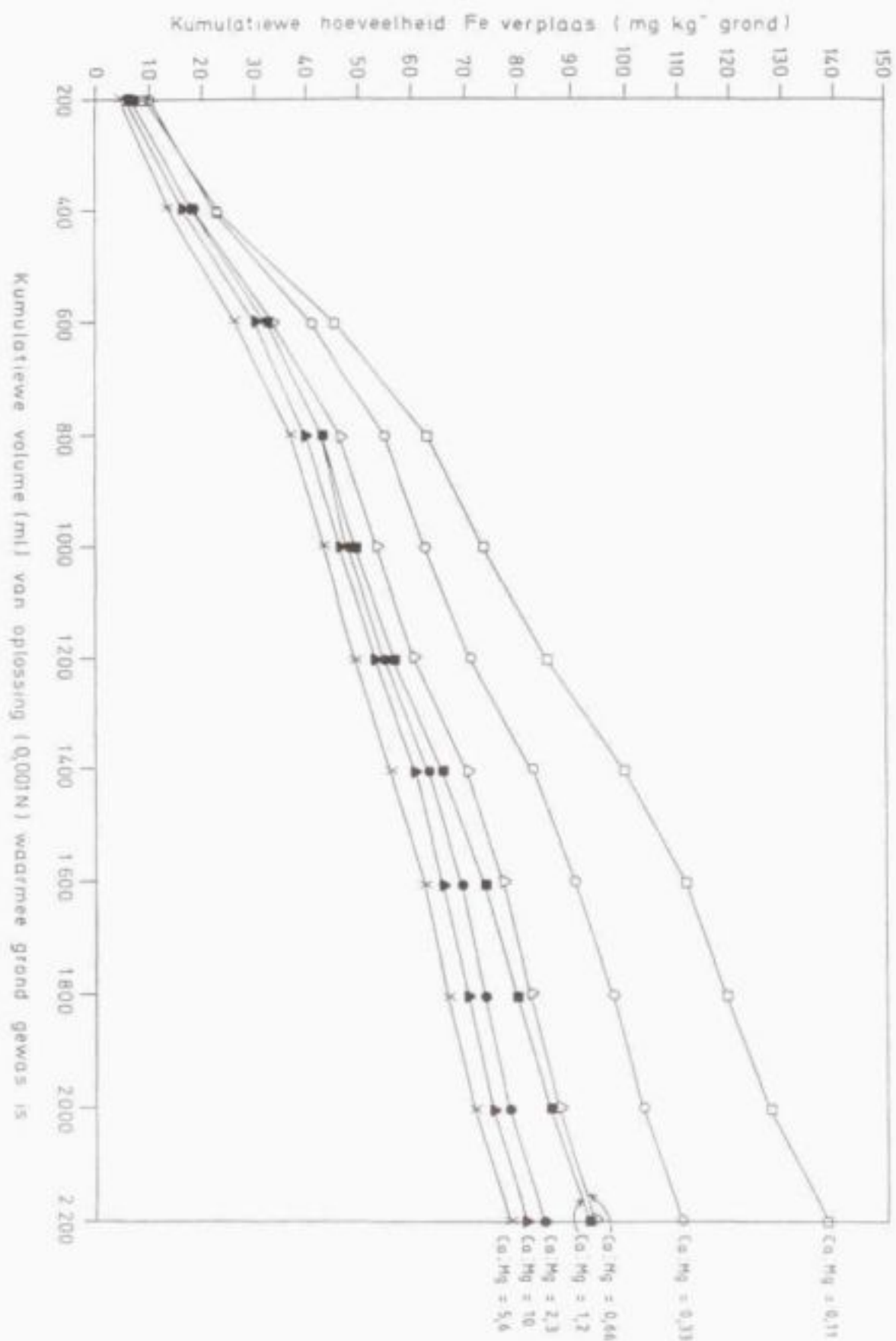
Dit is ook uit figuur 8.7.1 duidelik dat daar mettertyd 'n effense afname plaasgevind het in die hoeveelheid Fe wat vanaf die kleikompleks verplaas word.

Die pH-waardes van die verskillende monsters word in tabel 8.7.2 getoon. Daar is nie 'n duidelike toename in pH met 'n toename in Mg-versadiging nie. Die toename in die verplasing van Fe met 'n toename in die hoeveelheid Mg in die monsters kan dus nie gekoppel word aan die voorkoms van meer alkaliese toestande nie.

Die invloed van loging met oplossings met verskillende Ca : Mg-verhoudings op die hoeveelheid gedispergeerde klei wat uit die monsters geloog is word in figuur 8.7.2 aangetoon. Dit is opmerklik dat, net soos met die verplasing van Fe (kyk figuur 8.7.1), die hoeveelheid gedispergeerde materiaal ook toeneem met 'n afname in die Ca : Mg-verhouding van die oplossing waarmee die monsters gewas is. Hierdie resultate bevestig die vroeëre waarnemings (kyk afdeling 8.4) dat daar 'n duidelike verwantskap is tussen dispersie en die verplasing van yster vanuit die kleikompleks.

Uit die voorstelling in figuur 8.7.2 wil dit voorkom asof dispersie veral toeneem wanneer die Ca : Mg-verhouding laer is as 1,2. Hierdie arbitrêre grenswaarde beteken dus dat die fisiese toestand van die grond veral sal verswak as die Mg : Ca verhouding in besproeiingswater meer as 0,8 is. Hierdie grenswaarde verskil van die wat volgens die verplasing van Fe vasgestel is. Hierdie oënskynlike anomalie het egter nie wye implikasies nie en dit is waarskynlik voldoende om te aanvaar dat 'n toename in Mg gepaard sal gaan met 'n verswakking van die fisiese toestand van die grond.

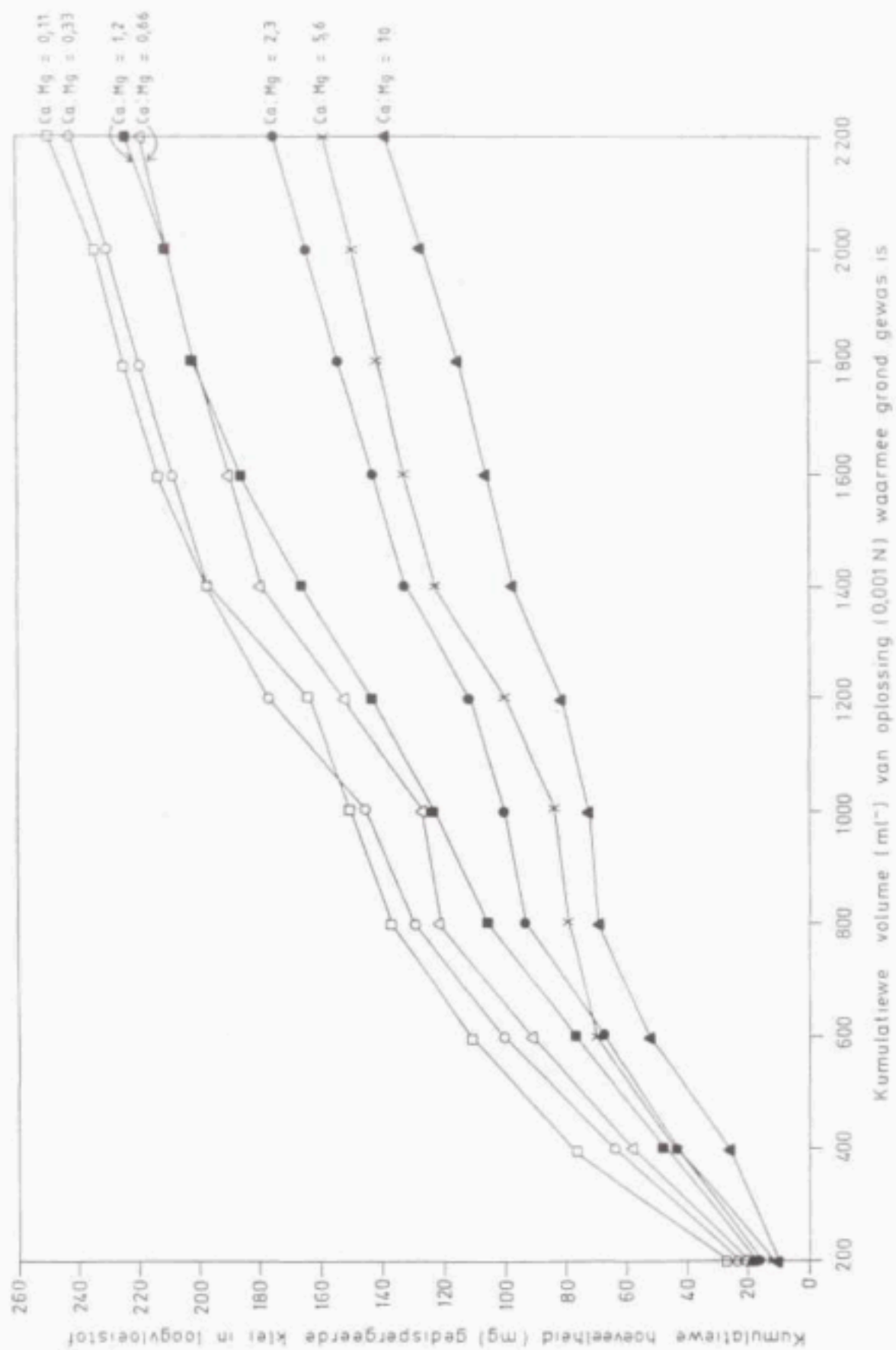
Die permeabiliteite van die verskillende monsters word in figuur 8.7.3 getoon. Net soos wat die verplasing van yster en gedispergeerde materiaal (figure 8.7.1 en 8.7.2) toeneem met 'n afname in die Ca : Mg verhouding, is daar volgens die inligting wat in hierdie figuur vervat is



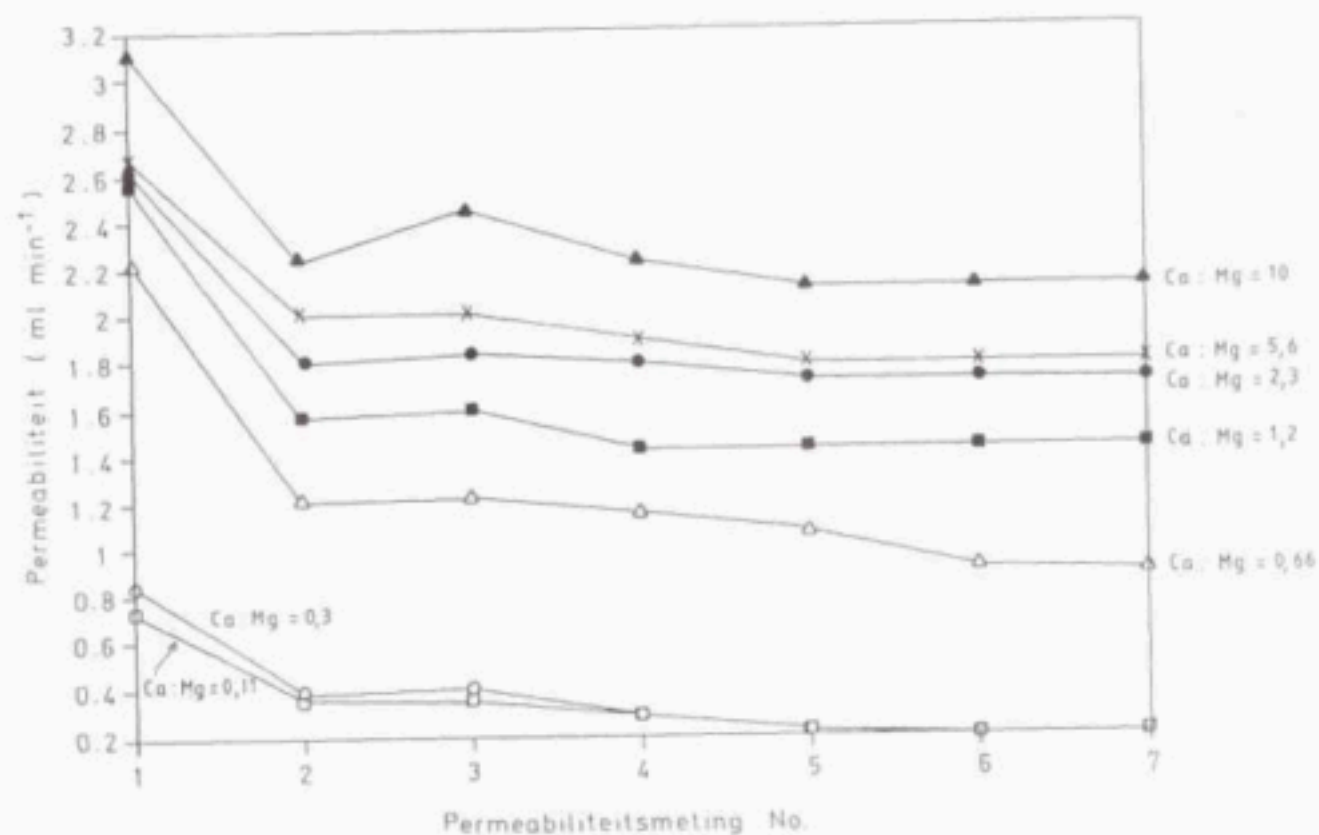
FIGUUR 8.7.1. Die verplaatsing van Fe uit monstros met met oplossings met verskillende Ca:Mg verhoudings gewas in. Die oplossings het 'n konsentrasie van 15 $\mu\text{mol l}^{-1}$.

TABEL 5.7.2 pH-waardes van monsters wat met oplossing (NAV = 15) met verschillende Ca:Na verhoudings versadig is.

Ca:Na	pH
10	8,02
5,6	7,88
2,3	8,04
1,2	8,00
0,60	8,01
0,33	7,97
0,11	8,16



FIGUR 8.7.2. Die invloed van loging met oplossings met verskillende Ca:Mg verhoudings op die dispersie van monsters.

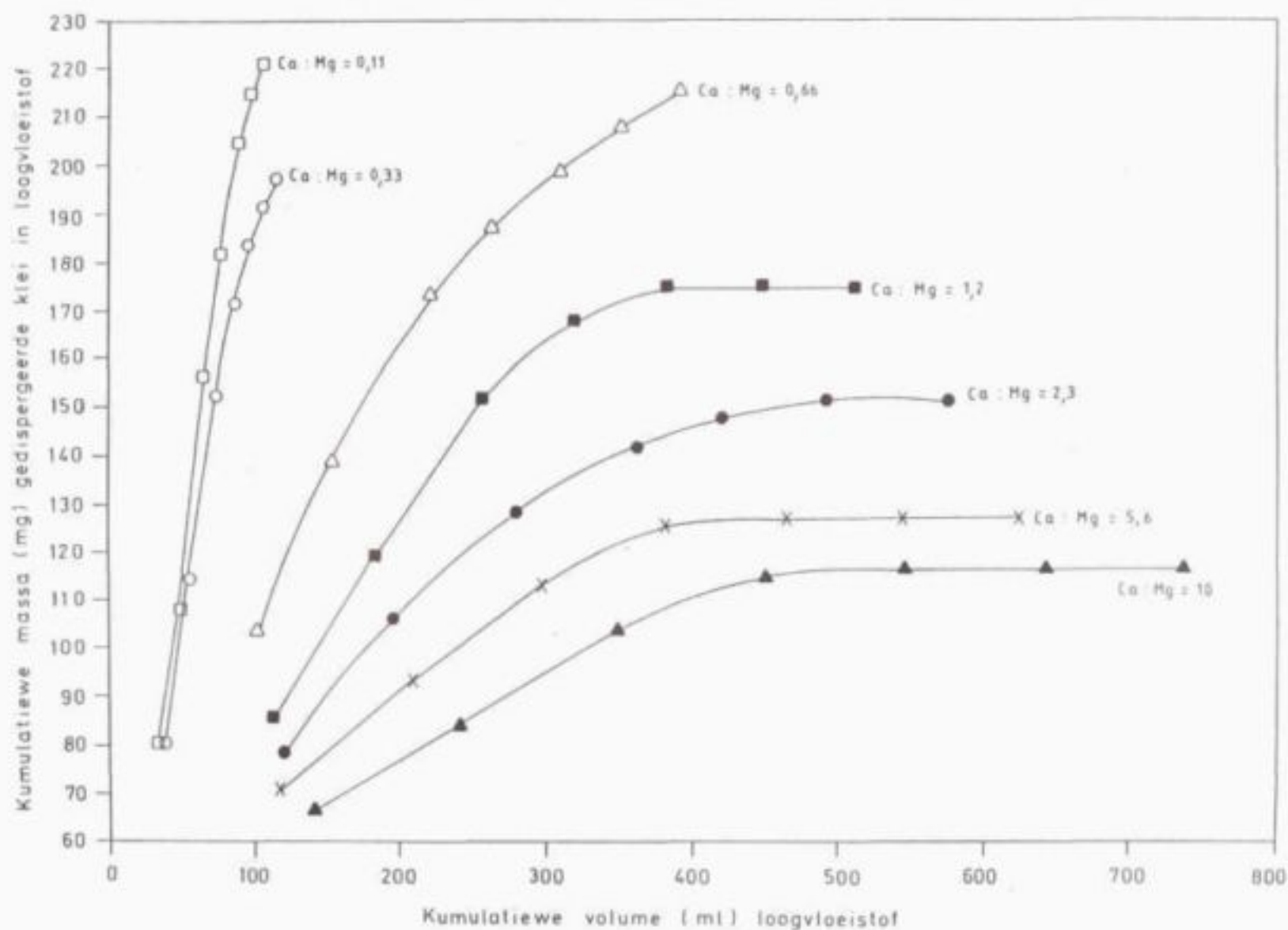


FIGUUR 8.7.3. Die permeabiliteite van monsters wat vooraf met oplossings met verskillende Ca:Mg verhoudings versadig is. Die oplossings het deurgaans 'n NAV-waarde van 15 gehad.

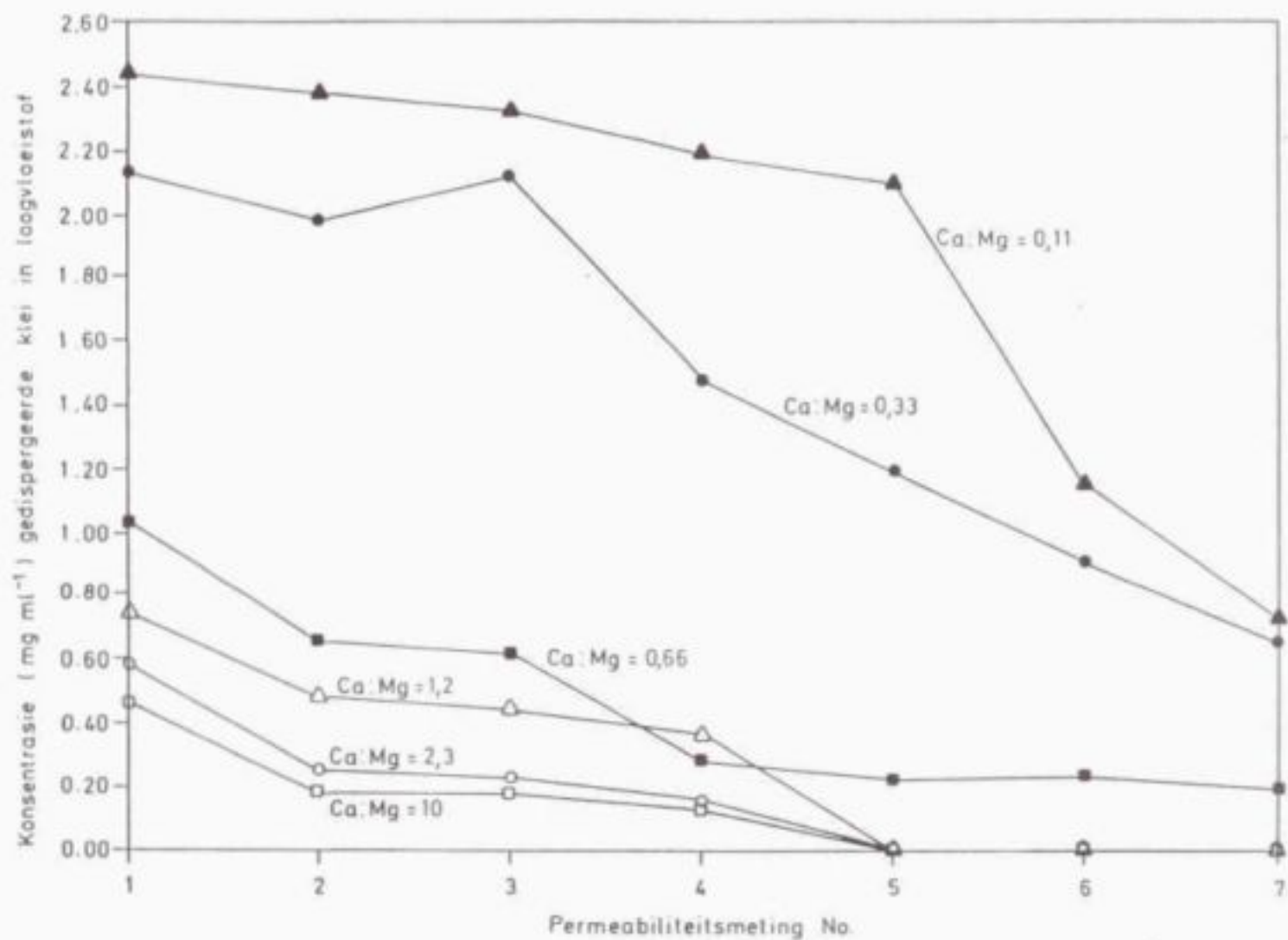
'n duidelike afname in permeabiliteit met 'n afname in die Ca : Mg verhouding van die monsters waarneembaar. Die afname in permeabiliteit met 'n afname in die Ca : Mg verhouding in die monsters is betreklik geleidelik tot by 'n Ca : Mg verhouding van 0,66. Met 'n verdere verlaging in die Ca : Mg verhouding is daar 'n meer drastiese afname in die permeabiliteit. Hierdie verskynsel is in ooreenstemming met resultate wat ten opsigte van die verplasing van Fe verkry is (figuur 8.7.1) naamlik dat beduidend meer Fe uit die tussenlae van kleiminerale verplaas word sodra die Ca : Mg verhouding afneem tot kleiner as 0,66.

'n Soortgelyke tendens is verkry met die bepaling van die hoeveelheid gedispergeerde materiaal wat met opeenvolgende bepalinge van die permeabiliteite van die verskillende monsters in die loogvloeistof teenwoordig was. In figuur 8.7.4 kan gesien word dat die helling van die lyn wat die verwantskap tussen die kumulatiewe hoeveelheid gedispergeerde klei en die kumulatiewe volume loogvloeistof voorstel, beduidend steiler is in die monsters met 'n Ca : Mg verhouding van kleiner as 0,66.

Dit is ook insiggewend, uit die voorstelling in figuur 8.7.4, dat die kumulatiewe massa gedispergeerde klei wat aanvanklik in die loogvloeistof van die monsters met 'n Ca : Mg verhouding van 0,11 en 0,33 teenwoordig was, minder is as vir die monsters met 'n Ca : Mg verhouding van 0,66 en 1,2. Hierdie verskynsel is geassosieer met die laer permeabiliteit van eersgenoemde monsters. Uiteindelik is daar nie betekenisvolle verskille in die totale hoeveelheid gedispergeerde klei in die monsters met Ca : Mg verhoudings van 0,11; 0,33 en 0,66 nie. Die totale volume loogvloeistof in die laasgenoemde monster is egter baie meer. Soos in figuur 8.7.5 getoon word is die konsentrasie gedispergeerde klei per eenheidsvolume loogvloeistof betekenisvol groter in die monsters met 'n Ca : Mg verhouding van 0,33 en 0,11 as in die monster met 'n Ca : Mg verhouding groter as 0,33. Uit die inligting in figuur 8.7.5 kan die gevolgtrekking gemaak word dat 'n Ca : Mg verhouding tussen 0,66 en 0,33 as drumpelwaarde geneem kan word t.o.v. die konsentrasie gedispergeerde klei in die loogvloeistof. D.w.s. indien die Ca : Mg verhouding kleiner as hierdie waarde is sal 'n hoë konsentrasie gedispergeerde klei in die grondoplossing voorkom.



FIGUUR 8.7.4. Die kumulatiewe massa gedispergeerde klei wat met opeenvolgende permeabiliteitsmetings, van gronde met verskillende Ca:Mg verhoudings, in die loogvloeistof teenwoordig was.



FIGUR 8.7.5 Verskille in die konsentrasie gedispergeerde klei in die loogvloeistof van monsters met verskillende Ca:Mg verhoudings, met sewe agtereenvolgende bepalings van die permeabiliteit van die monsters

8.7.4. Samevatting

Uit die resultate wat hier aangebied is kan afgelei word dat 'n afname in die Ca : Mg verhouding in monsters gepaard gaan met 'n toenemende afname in die strukturele stabiliteit van gronde. Hierdie afname in strukturele stabiliteit kan geassosieer word met 'n toename in die verplasing van Fe uit die tussenlae van kleiminerale en ook met 'n toename in die dispersie van kleideeltjies. Hierdie verskynsel gee aanleiding tot 'n verlaagde permeabiliteit.

Alhoewel die afname in strukturele stabiliteit, en die geassosieerde prosesse, geleidelik toeneem met 'n afname in Ca : Mg verhouding is aanduidings gevind dat die strukturele stabiliteit meer drasties afneem in monsters met 'n Ca : Mg verhouding van minder as 0,66.

8.8 Ioonuitruiling, ioonewewigte en voorkeuradsorpsie in grond wat variërende hoeveelhede Ca, Mg en Na bevat

8.8.1 Inleiding.

Daar bestaan nie altyd 'n direkte verwantskap tussen die konsentrasie van ione in 'n ewewigsoplossing en die hoeveelheid ione (gewoonlik katione) wat op die uitruilkompleks geadsorbeer is nie (Bolt & Bruggenwert, 1978 en Arnold, 1978). 'n Komplekse reeks faktore is vir hierdie verskynsel verantwoordelik. Die belangrikste hiervan is waarskynlik die feit dat negatief gelaaide kolloïde meer divalente as monovalente katione sal absorbeer uit 'n oplossing wat gelyke konsentrasies van hierdie katione bevat. Schofield (1947) het aan die hand van die sogenaamde verhoudingswet (ratio law) aangetoon dat die uitruiling van ione, tussen klei-oppervlakke en die ewewigsoplossing, onder sekere toestande ooreenkomste vertoon met die prosesse wat plaasvind in 'n klassieke Donnan-sisteem waarin 'n fisiese membraan aanwesig is. Hierdie ooreenkoms is egter slegs geldig vir klei met 'n hoë negatiewe lading en 'n lae konsentrasie soute in die ewewigsoplossing en is afhanklik van die lading van die kation en die tipe anioon.

In die lig van die afwesigheid van 'n alternatiewe, doeltreffender, model om die uitruiling van katione tussen die ewewigsoplossing en die gelaaide kleideeltjie te beskryf word die Gapon-vergelyking dikwels aangewend om die relatiewe voorkeur waarmee sommige katione geadsorbeer word, te kwantifiseer. Arnold (1978) wys daarop dat die geldigheid van die verhoudingswet (Schofield, 1947) vervat is in hierdie vergelyking. Ten spyte van die beperkings van die Gapon-vergelyking, is dit tog 'n geskikte model om vas te stel tot watter mate sommige katione in voorkeur bo ander geadsorbeer word, veral as die invloed van die soutkonsentrasie binne die perke wat vereis word vir die geldigheid van die Donnan-teorie gehou word (Bolt et al, 1978).

Die voorkeuradsorpsie vir Ca, Mg en Na is vir geselekteerde grondmonsters bepaal deur die toepassing van die Gapon- vergelyking soos voorgestel deur Bolt et al (1978)

8.8.2 Voorbereiding van monsters.

A. Die volgende metode is gevolg vir die bepaling van die relatiewe voorkeur-adsorpsie van Ca en Mg.

- Vyf gram grond is drie keer met 'n 1N chloriet-oplossing (50 persent CaCl_2 en 50 persent MgCl_2) gewas.
- Dieselfde monster is daarna telkens drie keer met oplossings waarvan die konsentrasies (0,5N en 0,05N) progressief verminder is maar met dieselfde verhouding CaCl_2 en MgCl_2 gewas.
- 'n 50 ml 0,05N Ca/MgCl oplossing is vir die finale wasproses gebruik.
- Nadat die suspensie gesentrifugeer is, is die boliggende vloeistof gedekanteer en die konsentrasie Ca en Mg daarin met behulp van 'n atoom-absorpsie spektrofotometer bepaal.
- Die massa van die klam grond in die sentrifugeerhouer is hierna bepaal om die waterinhoud van die monster op hierdie stadium te bereken.
- Die katione in die klam grond is hierna met 1N ammoniumasetaat geëkstraheer en die konsentrasie katione in die ekstrak is soos voorheen bepaal.

B. Die voorkeur-adsorpsie van Ca, Mg en Na uit CaNa- of MgNa-oplossings met verskillende NAV-waardes is soos volg bepaal.

- Vyf gram grond is telkens drie keer met afnememende konsentrasies (1,0N, 0,5N, 0,05N en 0,002N) gemengde CaCl_2 en NaCl_2 of MgCl_2 en NaCl_2 oplossings met variërende NAV-waardes gewas.

- 50 ml van 'n 0,002N Ca^{+} of MgCl_2 -oplossing met dieselfde variërende NAV-waardes is vir die finale wasproses gebruik.
- Vervolgens is die konsentrasie katione in die ewewigsooplossing, die waterinhoud van die klam monster en die hoeveelheid ekstraereerbare katione weer soos in vorige gevalle bepaal.
- Die NAV-waardes van die oplossings wat vir hierdie voorbereiding gebruik is was 2, 15 en 30.

Die hoeveelheid geadsorbeerde katione (x) is as volg bereken:

$$x \text{ (me)} = (50 \times \text{Eks}/1000) - (5 \times W/100 \times \text{Opl}/1000) \times 20$$

met: Eks = die hoeveelheid (me) NH_4OAC -ekstraereerbare kation

W = die waterinhoud tydens ekstraksie

Opl = die hoeveelheid (me) oplosbare katione in die water tydens ekstraksie

Agt grondmonsters is in hierdie ondersoek gebruik nl:

- Drie bentoniet monsters van sedimentêre oorsprong. Hierdie monsters is geselekteer op grond van verskille in die posisie van die negatiewe lading soos bepaal met litium versadiging volgens 'n metode beskryf deur Byström Brusewitz (1975). Hiervolgens het die Heidelberg bentoniet 'n mengsel van oktaedriese en tetraedriese lading, die Koppies bentoniet hoofsaaklik 'n oktaedriese lading en die blou bentoniet hoofsaaklik 'n tetraedriese lading. Tydens hierdie ondersoek is egter vasgestel dat die blou bentoniet 'n duidelik onderskeibare, maar klein, fraksie klei met 'n oktaedriese lading bevat. Hierdie, relatief donkerder, kleifraaksie presipiteer in 'n Na-versadigde suspensie in teenstelling met die tetraedries gelaaide gryser fraksie wat in suspensie bly.
- Drie vertisol monsters wat op alluvium langs die Mooirivier ontwikkel het. Monster A was nooit besproei nie en bevat relatief baie CaCO_3 -konkresies en organiese materiaal, monster B was lank besproei en bevat relatief min CaCO_3 terwyl monster C ook lank besproei was en baie groot hoeveelhede CaCO_3 -konkresies bevat.

Die kleifraksie van al drie hierdie monsters bestaan hoofsaaklik uit smektiert en chloritiese oorgangstipes.

- Oppervlak monsters van 'n Valsrivier - en Avalongrond met 'n klei-inhoud van 30 en 20 persent respektiewelik. Die kleimineralogie van altwee hierdie gronde is hoofsaaklik X-straal-amorf (Jackson, 1975) en bestaan oënskynlik uit 'n verskeidenheid chloritiese tussengelaagde minerale en gemengde-laag tipes.

8.8.3 Resultate en bespreking

Die belangrikste chemiese parameters wat in hierdie ondersoek bepaal is, is in tabel 8.8.1 opgesom. Hierdie parameters toon die verwantskap in katioonsamestelling tussen die ewewigoplossing en die kleikompleks vir verskillende behandelings. Die belangrikste gevolgtrekkings wat gemaak kan word oor die verhoudings waarin die verskillende katione geadsorbeer word sluit in:

- Mg word tot 'n geringe mate in voorkeur bo Ca geadsorbeer in al die gronde wat nie CaCO_3 konkresies bevat nie. Die oënskynlike voorkeuradsorpsie vir Ca in die alluviale vertisol monsters A en C is moontlik nie werklik 'n geval van voorkeuradsorpsie nie maar eerder die gevolg van oormatige vrystelling van Ca deur oplossing van die konkresies. Dis insiggewend dat daar in monster B van die alluviale vertisol, baie min CaCO_3 -konkresies teenwoordig is, en die kG waarde op 'n voorkeuradsorpsie van Mg dui.
- Die groter voorkeur vir die adsorpsie van Mg word ook bevestig as die gemiddelde waarde van die Gapon konstante (kG) in gemengde CaNa- en MgNa-sisteme vergelyk word. Daar is dikwels 'n aansienlike variasie in die waarde van kG vir dieselfde monster wat met oplossings met verskillende NAV-waardes versadig is. Die neiging is egter deurgaans dat voorkeuradsorpsie vir Mg groter is in 'n gemengde MgNa-sisteem as wat Ca in voorkeur bo natrium geadsorbeer word in 'n gemengde CaNa-sisteem. Hierdie neiging is selfs waargeneem in die monsters (alluviale vertisols A en C) waarin

TABEL B.8.1 GESELEKTEERDE CHEMIESE PARAMETERS VAN DIE KATIONSAMSTELLING IN DIE EWIGS- OF GEADSORBEERDE FASE NA VERSKILLENDE BEHANDELINGS

MONSTER	VERSADIG MET	KG ¹	S-WAARDE ²	UNV ³	UNP ⁴	NAV ⁵	GEADSORBEERDE KATJONE (me 100g ⁻¹)			KATJONE IN EWIGS ⁶ OPLOSSING (me l ⁻¹)		
							Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
Heidelberg Bentoniet	CaCl ₂ en MgCl ₂ (1:1)	0,81	58,7	0	0	0	38,4	30,26	0	33,2	28,5	0
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=2)	77,5	56,3	2,3	1,8	2,1	57,77	2,07	1,42	43,55	0,12	9,74
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=15)	80,3	56,5	13,1	9,4	12,8	46,51	2,60	7,43	14,7	0,29	34,78
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=30)	80,4	49,8	21,5	13,5	23,4	36,57	2,56	10,69	8,5	0,28	48,52
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=2)	85,2	50,5	2,8	1,8	2,4	0,06	48,96	1,41	2,75	35,5	10,40
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=15)	82,8	50,8	15,3	9,8	16,1	0,63	42,44	7,27	0,04	11,42	36,22
(KUK-79,1)	MgCl ₂ en NaCl(NAV=30)	97,6	49,6	24,1	15,0	30,3	0,39	37,31	11,94	0,35	5,58	52,12
Coppies Bentoniet	CaCl ₂ en MgCl ₂ (1:1)	0,84	68,7	0	0	0	33,67	34,79	0	34,5	29,67	0
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=2)	77,2	66,5	2,6	2,3	2,0	44,57	0,22	1,90	43,0	0,05	9,43
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=15)	84,3	62,6	12,1	8,4	13,0	54,75	0,29	7,57	14,0	0,03	34,48
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=30)	73,5	62,0	25,9	19,8	25,8	45,47	0,30	18,05	7,5	0,66	50,22
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=2)	91,6	53,5	2,5	2,0	2,4	0,4	61,53	1,59	0,15	34,25	9,00
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=15)	79,2	61,0	16,0	12,1	15,0	0,62	51,27	9,75	0,08	11,42	36,0
(KUK-80,9)	MgCl ₂ en NaCl(NAV=30)	84,2	71,6	26,7	23,6	32,2	0,29	52,13	19,13	0,04	5,33	54,43
Blou Bentoniet	CaCl ₂ en MgCl ₂ (1:1)	0,89	72,0	0	0	0	36,38	35,59	0	30,2	26,33	0
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=2)	75,8	70,9	2,6	2,0	2,0	48,34	0,72	1,82	37,35	0,08	8,72
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=15)	76,6	71,5	15,0	11,7	13,4	59,85	0,88	10,75	12,3	0,58	34,1
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=30)	68,9	71,7	27,0	21,0	25,8	51,34	0,97	19,36	6,44	0,08	46,65
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=2)	92,8	67,7	2,4	1,8	2,4	1,27	64,79	1,65	0,24	34,92	9,67
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=15)	85,6	68,7	15,1	11,3	15,5	1,26	57,03	10,38	0,08	10,67	35,97
(KUK-92,2)	MgCl ₂ en NaCl(NAV=30)	79,9	77,9	27,7	23,4	31,1	1,13	55,12	21,60	0,00	4,92	49,13
Alluviale Vertisol A	CaCl ₂ en MgCl ₂ (1:1)	1,17	41,2	0	0	0	23,58	17,60	0	29,5	25,63	0
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=2)	93,0	34,9	2,1	1,7	2,1	32,55	1,62	0,72	43,7	0,08	9,62
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=15)	90,4	38,8	13,1	12,1	14,2	32,02	1,67	5,10	12,05	0,47	35,35
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=30)	83,6	36,9	23,0	20,6	26,8	26,88	1,39	8,67	5,97	0,05	46,57
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=2)	100,5	46,8	1,6	1,9	2,4	12,65	33,38	0,79	0,5	35,50	10,03
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=15)	124,4	44,38	8,7	9,3	15,8	10,19	30,29	3,90	0,25	9,67	35,22
(KUK-42,0)	MgCl ₂ en NaCl(NAV=30)	120,7	49,4	16,1	16,9	34,3	13,99	27,50	7,94	0,12	4,00	48,29
Alluviale Vertisol B	CaCl ₂ en MgCl ₂ (1:1)	0,88	28,9	0	0	0	14,40	14,48	0	28,45	25,25	0
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=2)	85,7	34,4	2,3	1,9	2,1	32,90	0,71	0,81	41,70	0,06	9,63
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=15)	67,2	30,7	16,8	12,2	13,8	24,90	0,55	5,16	12,30	0,33	34,55
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=30)	70,3	27,1	26,9	17,3	26,4	19,30	0,50	7,27	5,25	0,04	46,70
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=2)	88,0	29,4	2,6	1,8	2,4	1,21	27,44	0,76	0,26	33,08	9,91
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=15)	82,4	28,4	15,4	10,4	15,8	1,44	21,57	4,36	0,12	10,25	36,04
(KUK-42,1)	MgCl ₂ en NaCl(NAV=30)	87,0	32,7	25,6	19,9	31,9	1,65	22,67	8,38	0,08	4,13	46,26
Alluviale Vertisol C	CaCl ₂ en MgCl ₂ (1:1)	1,26	41,1	0	0	0	24,21	18,87	0	28,05	24,67	0
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=2)	119,0	27,6	1,6	1,1	2,1	28,07	1,11	0,45	44,6	0,09	5,70
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=15)	90,5	37,1	12,5	11,6	13,7	30,62	1,73	4,65	11,9	0,08	33,56
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=30)	92,9	30,3	21,0	16,1	26,6	22,36	1,43	6,49	5,95	0,04	46,0
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=2)	197,3	43,7	0,8	0,9	2,4	12,8	30,53	0,37	0,65	36,25	10,10
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=15)	108,1	44,3	9,7	10,6	16,4	12,18	27,65	4,28	0,31	9,75	36,74
(KUK-40,2)	MgCl ₂ en NaCl(NAV=30)	113,5	47,8	15,5	18,4	32,0	14,69	25,71	7,40	0,16	4,06	46,48
Valsrivier	CaCl ₂ en MgCl ₂ (1:1)	0,80	11,5	0	0	0	5,41	6,08	0	27,25	24,9	0
	CaCl ₂ en MgCl ₂ (NAV=2)	86,8	9,8	2,2	1,0	2,7	9,45	0,13	0,22	46,1	0,03	9,71
	CaCl ₂ en MgCl ₂ (NAV=15)	68,2	11,2	17,2	9,2	14,4	9,17	0,13	1,94	11,1	0,02	34,0
	CaCl ₂ en MgCl ₂ (NAV=30)	79,5	11,7	25,9	14,3	28,6	8,40	0,25	3,03	5,31	0,02	46,74
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=2)	43,9	11,6	5,0	2,8	2,4	0,30	10,7	0,59	0,18	33,75	9,95
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=15)	86,6	8,8	15,5	6,4	16,6	0,33	7,09	1,36	0,06	9,42	35,04
(KUK-21,1)	MgCl ₂ en NaCl(NAV=30)	90,8	11,6	27,3	15,1	34,7	0,22	8,25	3,18	0,05	3,67	47,39
Avalon	CaCl ₂ en MgCl ₂ (1:1)	0,86	7,0	0	0	0	3,47	3,56	0	28,5	35,33	0
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=2)	63,8	6,1	3,1	1,3	2,1	5,79	0,16	0,19	44,95	0,03	9,93
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=15)	58,6	6,8	19,6	9,0	14,5	5,41	0,08	1,34	10,9	0,04	33,67
	CaCl ₂ en NaCl(NAV=30)	72,7	6,9	27,4	12,6	28,0	4,87	0,11	1,88	5,33	0,02	45,83
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=2)	47,9	7,4	4,6	2,3	2,4	0,23	6,78	0,34	0,19	34,17	9,93
	MgCl ₂ en NaCl(NAV=15)	74,2	6,8	17,4	7,9	16,2	0,20	5,41	1,18	0,06	9,42	35,35
(KUK-14,9)	MgCl ₂ en NaCl(NAV=30)	68,8	7,0	32,7	15,3	34,0	0,12	4,58	2,28	0,04	3,58	45,67

Die verskillende parameters is as volg bereken:

$$1. \text{ Vir die Ca/Mg-sisteen } KG = \frac{Y_{Ca} \times [Mg]}{Y_{Mg} \times [Ca]} \text{ en vir die Ca/Na- of Mg/Na-sisteme } KG = \frac{Y_{Ca} \times [Na]}{Y_{Na} \times [Ca]} \text{ of } = \frac{Y_{Mg} \times [Na]}{Y_{Na} \times [Mg]}$$

met Y = die hoeveelheid geadsorbeerde kation (me) en $[]$ die konsentrasie van die kation in die ewigoplossing (me l⁻¹).

2. S-waarde = Die som van die geadsorbeerde Ca, Mg en Na (me 100g⁻¹).

3. UNV = Na/S-waarde x 100.

4. UNP = Na/KUK x 100

5. NAV = $\frac{[Na]}{\int \frac{[Ca]}{[Mg]}}$ waar $[]$ die konsentrasies van die katione (me l⁻¹) in die ewigoplossing is.

6. Ewigoplossing is die laaste oplossing waarmee die verskillende monsters gewas (versadig) is en waarmee dit in ewig was.

groot hoeveelhede CaCO_3 -konkresies teenwoordig is. Dit wil dus voorkom asof die teenwoordigheid van Na in alle gronde waarin 2 : 1 kleiminerale aanwesig is, aanleiding kan gee tot 'n effense voorkeuradsorpsie van Mg bo Ca. Ongelukkig varieer die kG-waardes vir die verskillende NAV-behandelings van elke monster soveel dat dit nie moontlik is om te bepaal of die voorkeuradsorpsie vir Mg toeneem met 'n toename van Na in die ewewigsoplossing nie.

- Daar is ook nie duidelike verskille tussen die kG-waardes van die drie tipes sedimentêre bentoniete nie en soortgelyke waardes as vir die ander monsters is ook vir die Valsrivier- en Avalon-monsters verkry. Hiervolgens wil dit voorkom asof die Gapon konstante vir adsorpsie van Ca, Mg en Na uit 'n ewewigsoplossing nie beïnvloed word deur klei-inhoud, tipe 2 : 1 klei of die posisie van die lading in die kleistruktuur nie.

Oor die algemeen kan dus gestel word dat 1,13 keer meer Mg as Ca op die uitruilkompleks, van grond wat nie vrykalk bevat nie, geadsorbeer sal word as die ewewigsoplossing gelyke hoeveelhede soute van hierdie katione bevat. Vir alle praktiese doeleindes bestaan daar dus in hierdie gronde nie 'n voorkeuradsorpsie vir Ca bo Mg of omgekeerd nie. Volgens die data in tabel 8.8.1 sal ongeveer 79 keer meer Ca en 92 keer meer Mg geadsorbeer word as Na. In kalkhoudende gronde vergroot die voorkeuradsorpsie vir Ca en Mg bo dié van Na.

Die groter voorkeur vir Mg as Ca bo Na soos weerspieël deur die kG-waardes in tabel 8.8.1 het egter 'n wanindruk oor die hoeveelheid Na wat met die verskillende behandelings deur die gronde geadsorbeer sal word. In tabel 8.8.1 is dit duidelik dat die UNP feitlik deurgaans effens hoër is in die Mg- as in die Ca-versadigde monsters. Hierdie verskynsel is in ooreenstemming met die hoër NAV-waardes van die ewewigsoplossing van die Mg-versadigde monsters. Hierdie hoër NAV-waardes is toeskryfbaar aan die feit dat daar deurgaans minder Mg in die ewewigsoplossings van die Mg-monsters voorkom as Ca in die ewewigsoplossings van die Ca-monsters. Dit veroorsaak dat die totale hoeveelheid $\text{Ca} + \text{Mg}$ in die ewewigsoplossing van die Ca-monsters deurgaans meer is as in die Mg-monsters. 'n Moontlike rede vir hierdie verskynsel is dat die Ca-versadigde monsters 'n groter mate van hidrolise ondergaan (Alperovitch et al, 1981). 'n proses waardeur Ca op die

uitruilkompleks deur waterstofione verplaas word en die kation- of soutkonsentrasie van die ewewigsoplossing gevolglik verhoog. Hierdie relatief hoër kationkonsentrasie in die Ca-versadigde monsters kom veral voor in die geval van die behandelings met die laer NAV-waardes van 2 en 15. Die voorkoms van 'n groter hoeveelheid Na, veral by die NAV=30 behandelings, in die Mg-ewewigsoplossings kompenseer, volgens die data in tabel 8.8.1, dus skynbaar vir die relatiewe tekort aan totale in hierdie oplossings.

Die verskil in S-waarde, ('n maatstaf van die totale hoeveelheid geadsorbeerde Ca, Mg en Na), tussen die Ca- en Mg-versadigde monsters kan in tabel 8.8.1 gesien word. Die CaCO_3 -ryke vertisol monsters is in dié opsig uitsonderlik omdat die S-waarde van die Mg-monsters beduidend groter is as dié van die Ca-monsters. Hierdie verskil kan ook toegeskryf word aan die groter omvang van elektroliet-vrystelling in die kalkryke monsters met Mg-versadiging.

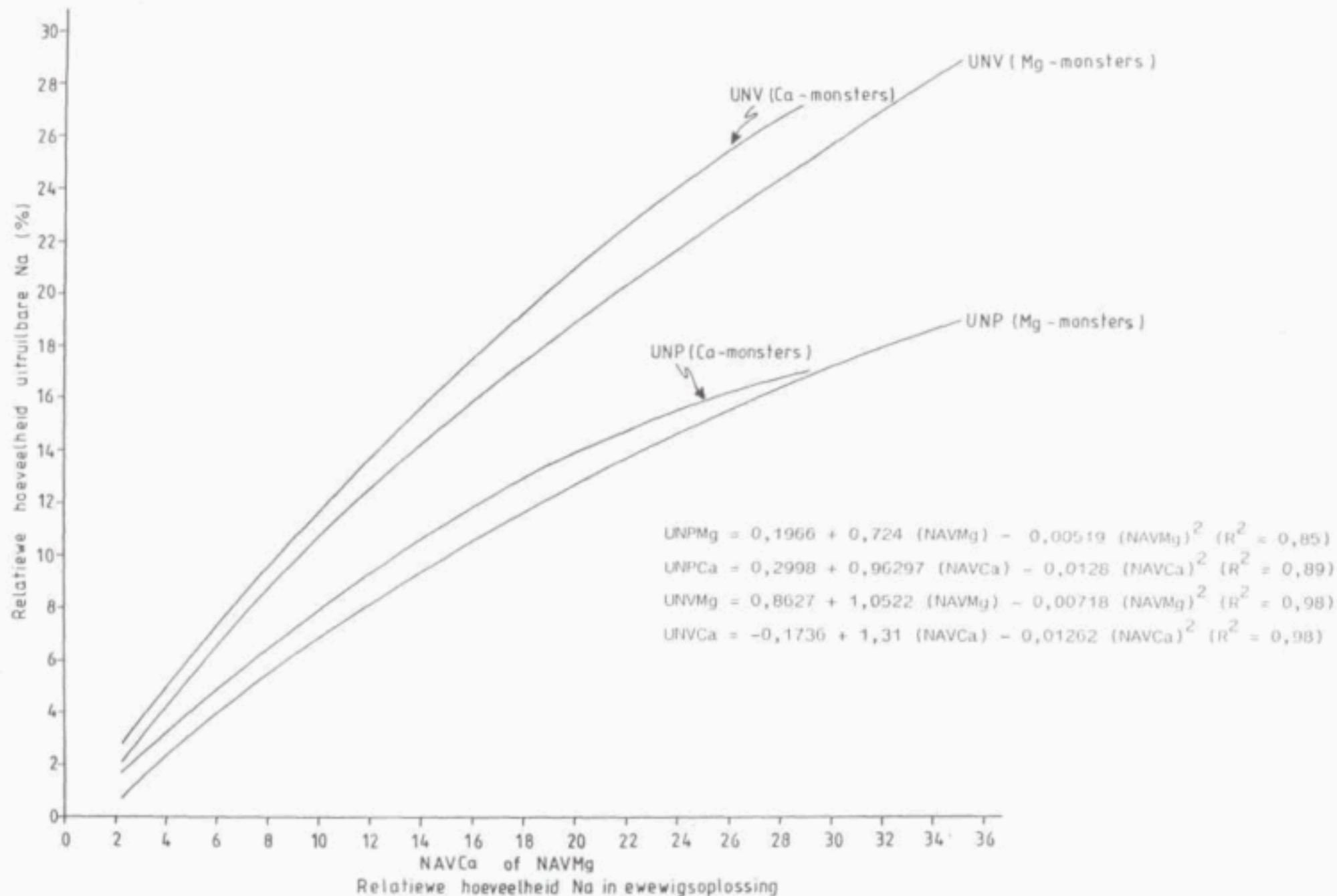
Dit is ook insiggewend dat daar deurgaans 'n verskil is tussen die S-waarde en KUK-waardes van meeste van die monsters en dat die S-waarde en KUK-waardes die beste ooreenstem in die kalkryke monsters. Die verskynsel dat die S-waarde in die nie-kalkryke monsters deurgaans laer is as die KUK-waardes veroorsaak dat die UNP-waardes van hierdie monsters deurgaans laer is as as die UNV-waardes. Volgens die U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) is daar tot NAV-waardes van 30 'n direk-eweredige verwantskap tussen die NAV van die ewewigsoplossing en die UNP van die grond. Die verwantskappe tussen die relatiewe hoeveelheid Na in die ewewigsoplossing en die hoeveelheid Na op die uitruilkompleks van die gronde wat in hierdie ondersoek gebruik is word in figuur 8.8.1 getoon. Uit dié figuur is dit duidelik dat as die hoeveelheid geadsorbeerde Na, in verhouding tot die KUK van monsters gestel word (kyk UNP-waardes), daar nie 'n direk eweredige verwantskap is tussen die relatiewe hoeveelheid geadsorbeerde Na (UNP) en die relatiewe hoeveelheid in oplossing (NAV) nie. In teenstelling hiermee is daar bykans 'n direk eweredige verwantskap tussen die hoeveelheid geadsorbeerde Na, in verhouding tot die totale hoeveelheid geadsorbeerde Ca, Mg en Na (UNV) en die NAV van die ewewigsoplossing. Hierdie oënskynlike diskrepansie kan of teweete wees aan 'n oorskatting van die KUK in nie-kalkryke gronde of dit kan veroorsaak word deur 'n verlaging van die uitruilkapasiteit deur adsorpsie van ander katione.

Uit figuur 8.8.1 blyk dit ook dat die relatiewe hoeveelheid uitruilbare Na, vir ooreenstemmende NAV-waardes, effens hoër is in die geval van die Ca-versadigde monsters as vir Mg-versadigde monsters. In werklikheid is daar effens meer Na geadsorbeer in die geval van die Mg-versadigde monsters omdat meer Na in die ewewigsoplossing van hierdie monsters teenwoordig is. Die hoër NAV-waardes van die Mg-monsters kompenseer dus vir die effens swakker adsorpsie van Na op die uitruilkompleks van hierdie gronde.

Die hoër NAV-waardes van die ewewigsoplossing van die Mg-monsters is waarskynlik 'n gevolg van die sterker adsorpsie van Mg op die uitruilkompleks van die gemengde Mg/Na-sisteme in vergelyking met die adsorpsie van Ca in gemengde Ca/Na-sisteme. Die voorkeur-adsorpsie vir Mg uit die Mg/Na-ewewigsoplossing kan dus daartoe lei dat relatief meer Na in die ewewigsoplossing teenwoordig is en dat die NAV gevolglik hoër is.

Dit is insiggewend om daarop te let dat daar in teenstelling met die nie-kalkryke monsters, relatief heelwat minder Na op die uitruilkompleks van die Mg-versadigde kalkhoudende monsters (vertisol monsters A en C) voorkom. Hierdie verskynsel word geïllustreer deur die betekenisvol laer UNV-waardes van hierdie monsters. Dit is ook die enigste gevalle waar die UNV-waardes laer is as die UNP-waardes. Die rede vir hierdie verskynsel is waarskynlik tweeledig nl:

- omdat meer Ca uit die kalkkonkresies opgelos word in 'n Mg-versadigde sisteem tydens die proses waarin die sisteem neig na 'n ewewig in uitruilpotensiaal van Ca relatief tot Mg.
- en omdat die ammoniumasetaat wat vir die ekstraksie van geadsorbeerde katione aangewend is 'n beduidende hoeveelheid Ca uit die konkresies vrystel. In 'n parallele eksperiment is gevind dat 54g Ca en 6g Mg per kilogram konkresies opgelos word in die ammoniumasetaat. In teenstelling hiermee is slegs 2g Ca en 0,9g Mg per kilogram konkresies oplosbaar in water. Ekstraksie met 1N HCl het 307g Ca en 21g Mg uit 'n kilogram van dieselfde konkresies vrygestel.



FIGUUR 8.8.1 Die verwantskappe tussen parameters wat die relatiewe hoeveelheid Na in die grond en ewewigsoplossing aantoon vir Ca- en Mg- versadigde gronde

Die omvang van die vrystelling van Ca uit die konkresies kan duidelik (tabel 8.8.1) gesien word as die hoeveelheid geadsorbeerde Ca in die Mg-versadigde monsters vergelyk word met die hoeveelheid geadsorbeerde Mg in die Ca-versadigde monsters.

Die implikasie van 'n praktyk waardeur 'n grond wat groot hoeveelhede CaCO_3 -konkresies bevat, met Mg versadig word, is gevolglik dat:

- die oplossing van die CaCO_3 -konkresies 'n groter elektroliet konsentrasie sal voorsien waardeur swelling en dispersie teengewerk word.
- die relatiewe oormaat Ca en Mg, wat as gevolg van die oplossing van die konkresies in die ewewigsoplossing voorkom, sal dus veroorsaak dat minder Na op die uitruilkompleks geadsorbeer word.

Soos aangetoon is dit ook belangrik om te onthou dat die teenwoordigheid van die CaCO_3 -konkresies kan lei tot 'n onderskatting van die hoeveelheid geadsorbeerde Na aangesien ekstraksie met ammoniumasetaat lei tot die vrystelling van Ca en Mg uit die konkresies en dit gevolglik moontlik is om die hoeveelheid geadsorbeerde Ca en Mg verkeerdelik te oorskat.

8.9 Onderlinge verwantskappe tussen tipe geadsorbeerde katioon en die eienskappe van konkresies

8.9.1 Inleiding

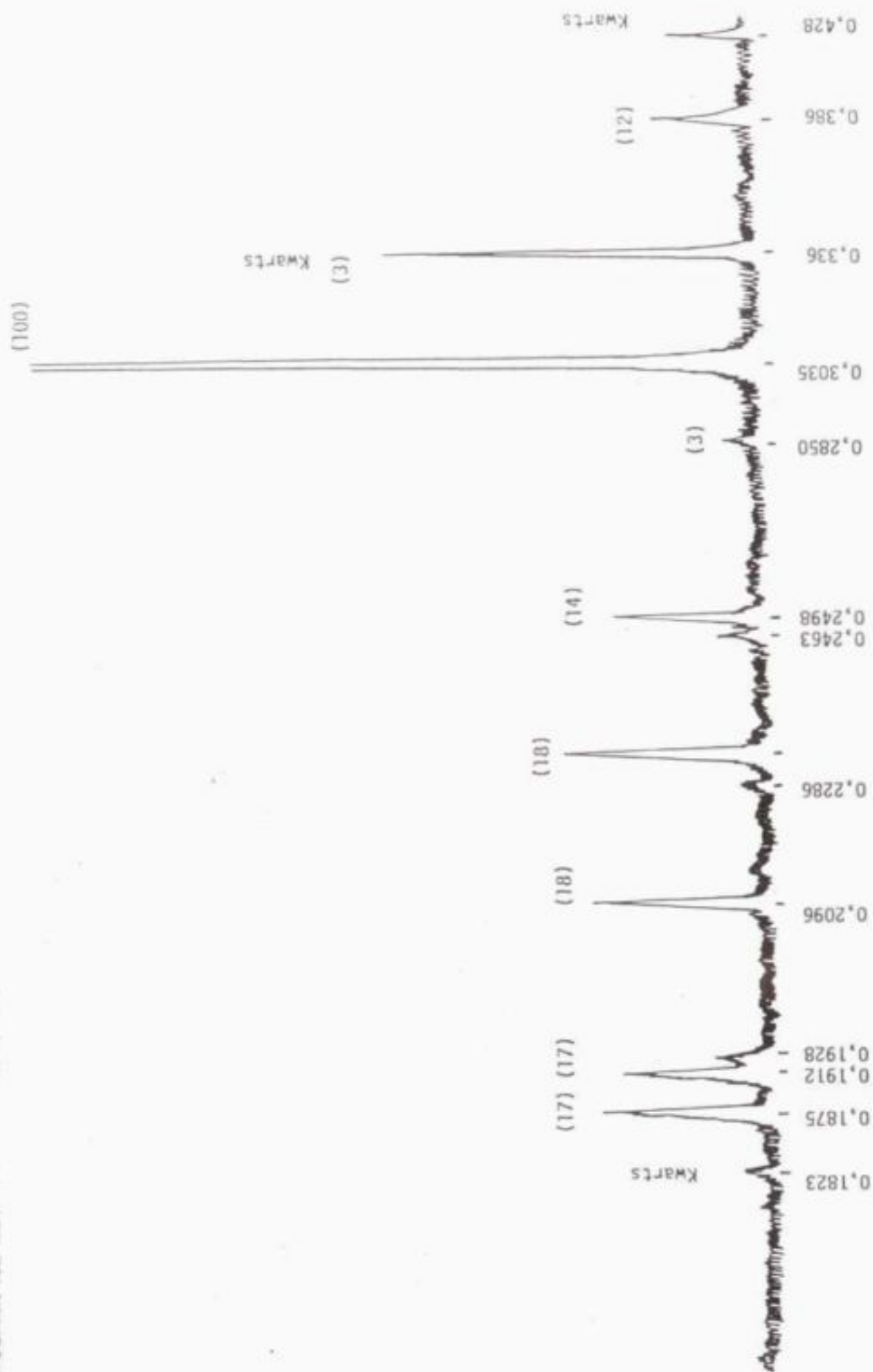
In die bespreking van die voorafgaande resultate is aangetoon dat die voorkoms van CaCO_3 -konkresies 'n belangrike invloed het op veranderinge in die elektrolietkonsentrasie van die ewewigoplossing en die vrystelling van Ca-ione aan hierdie oplossing. Dit is verder getoon dat dissosiasie van die CaCO_3 -konkresies veral voorkom in Mg-versadigde monsters, 'n aspek wat 'n beduidende invloed het op die fisiese prosesse wat die strukturele stabiliteit van monsters asook die eienskappe van suspensies beïnvloed.

In die lig hiervan was dit nodig om die samestelling en eienskappe van die konkresies in meer detail te bepaal. Omdat die ondersoek hoofsaaklik beperk was tot monsters afkomstig van vertisols uit die Mooiriviergebied, is slegs konkresies uit hierdie gronde vir hierdie ondersoek gebruik.

8.9.2 Mineralogie en samestelling

Volgens Brown (1980) het die karbonate wat in grond aangetref word, gewoonlik 'n kalsitiese struktuur en daar is gewoonlik 'n bykans liniêre verwantskap tussen die seldimensies en die samestelling van die mineraal. Volgens Brown (1980) kan die samestelling van individuele minerale by benadering afgelei word vanaf d-spasieërings wat intermediêr is tussen die van die endlede.

X-Straal diffraksie analise (Figuur 8.9.1) van 'n poeiermonster van die konkresies het aangetoon dat die konkresies feitlik suiwer kalsiet is. As die relatiewe hoë Mg-inhoud van die water waarmee die Mooirivier gronde besproei is in aanmerking geneem word, sou verwag kon word dat



Figuur 8.9.1. Diffraktogram van 'n tipiese poeiermonster van vergruisde konkresionêre materiaal. Die syfers in hakies by sommige pieke verteenwoordig die tipiese piekintensiteit van 'n kalsiet monster soos voorgestel deur Brown (1980) aan.

minerale soos magnesiet, dolomiet, ankeriet en moontlik ook rhodochrosiet kon voorkom. Uit die diffraktogram (Figuur 8.9.1) is dit egter duidelik dat daar geen aanduidings van die moontlike bestaan van MgCO_3 -minerale is nie. Die Mg-inhoud van die ewewigsoplossing van die grond is gevolglik waarskynlik te laag om deur metasomatiese prosesse 'n verandering in die mineralogie en of samestelling van die karbonaatminerale teweeg te bring.

Omdat die samestelling van die grondwater met toediening van magnesiumryke besproeiingswater verander het en daar gevolglik meer Mg in die grondwater teenwoordig is bestaan daar dus 'n moontlikheid dat Mg-ryke minerale aan die buitekant van die konkresies teenwoordig is. Om hierdie aspek te ondersoek is lagies van ongeveer 0,25mm progressief vanaf die oppervlak van konkresies afgerasper en 'n diffraksie-analise van 'n poeiermonster van elk van die lagies uitgevoer. Hiervolgens was daar ook geen bewys vir die bestaan van MgCO_3 -minerale nie en is inderwaarheid vasgestel dat, indien die intensiteit van diffraksiepiek as maatstaf geneem word, die mate van kristalliniteit van die kalsiet-konkresies oënskynlik van binne na buite verbeter. Hierdie waarnemings bevestig dus die stelling van Goudie (1972) dat die chemiese samestelling van Mg- en Ca-ryke grondwater oënskynlik geen invloed het op die samestelling van kalkrete nie. In samehang hiermee kritiseer Suarez (1978) die resultate van ander navorsers wat tot 10 persent Mg-substitusie rapporteer in kalsiet-minerale in die grond. Volgens Suarez sal 'n Mg : Ca verhouding van meer as vier in die grondoplossing nodig wees om sodanige substitusie van Mg te verkry.

Die hoeveelheid katione in die konkresies is bepaal deur 0,5g konkresionêre materiaal op te los in 50 ml 5N HCl by 'n konstante temperatuur. (Hierdie behandeling het doeltreffende oplossing van die konkresies meegebring aangesien weglaatbaar klein hoeveelhede katione uit dieselfde materiaal opgelos kon word deur dit in 'n daaropvolgende behandeling te droog en weer by 10ml 5N HCl te voeg).

Die grondmonsters waaruit die konkresies afkomstig is, is so gekies dat die verhouding van die geadsorbeerde Ca:Mg, asook die Ca verhouding in die ewewigsoplossing variërend is. Soos in tabel 8.9.1 aangetoon is daar 'n toename in die Ca-verhouding met diepte in die drie profiele L, M, en O, en ook 'n relatiewe toename in die Ca-inhoud van die konkresies

TABEL 8.9.1 Die verwantskap tussen die hoeveelheid Ca en Mg op die uitruilkompleks, in die ewewigsooplossing en in die konkresies op twee dieptes in drie profiele.

Monster nommer:	Diepte in grond (mm)	Katione in ewewigsooplossing (me ℓ^{-1})		Geadsorbeerde katione in grond (me $100g^{-1}$)		Hoeveelheid katione* in konkresies (g kg^{-1})		Ewewigsooplossing	Ca:Mg in	
		Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg		Grond	Konkresie
L2	45	0,06	0,16	18,7	32,2	213	41	0,4	0,6	5,2
L4	120	0,15	0,30	40,7	27,3	253	20	0,5	1,5	12,7
M2	45	0,09	0,26	26,9	38,4	227	30	0,3	0,7	7,6
M4	120	0,10	0,14	40,3	30,8	332	12	0,7	1,3	27,7
O2	45	0,21	0,50	17,0	34,1	356	15	0,4	0,5	23,7
O4	120	0,11	0,15	41,2	26,0	362	6	0,7	1,6	60,3

* Bepaal deur ekstraksie met 5N HCL

met diepte en 'n afname in die Mg-inhoud. Volgens Doner & Lynn (1977) neem die presipitasie van kalsiet toe met grondekte as die partiële druk van koolsuurgas afneem en die grond uitdroog. Die presipitasie van CaCO_3 en MgCO_3 is dus nie eenvoudig die omgekeerde proses van dissosiasie van kalsiet en dolomiet mengses nie. Kalsiumkarbonaat presipiteer in voorkeur (verdelingseffek) volgens die vergelyking:

$$\text{Mgc/Cac} = \text{kMg (Mgs/Cas)} \quad (1)$$

waar c = die molêre hoeveelheid van die katione in kalsiet is

s = die molêre hoeveelheid katione in oplossing

kMg = 'n verspreidingskoeffisiënt is vir die verdeling van Mg tussen die kalsiet en die ewewigsoplossing.

'n Literatuurstudie van Doner & Lynn (1977) het aangetoon dat die waarde van kMg ongeveer 0,02 is vir 'n bereik van 0 - 20 persent MgCO_3 kalsiet. Dit dui daarop dat slegs 'n klein fraksie van die totale Mg in die kalsiet geïnkorporeer word.

As die aanname gemaak word dat die verhouding Mgc/Cac groter of gelyk aan een moet wees voordat dolomiet sal vorm kan m.b.v. vergelyking 1 bereken word dat:

$$\text{Mgs/Cas} = \text{Mgc/Cac} \times 1/0.02 = 50/1$$

d.w.s. die molêre verhouding Mg : Ca in die ewewigsoplossing moet ongeveer 50 : 1 wees voordat dolomiet sal vorm. Selfs al sou die waarde van kMg soveel as 0,05 wees, sou die verhouding van Mg : Ca in die ewewigsoplossing steeds 20 : 1 moet wees voordat dolomietvorming sou kon plaasvind.

Volgens die data in tabel 8.9.1 bevat die konkresies wat in die boonste deel van die profiele voorkom 'n groter hoeveelheid Mg in vergelyking met dié van die dieperliggende dele van die grond. Daar bestaan dus 'n ooreenkoms tussen die Ca : Mg verhouding in die konkresies en die Ca : Mg verhouding in die grond en in die ewewigsoplossing. Soos in tabel 8.9.1 gesien kan word is die Ca : Mg verhouding in die konkresies nie direk korreleerbaar met die Ca : Mg verhouding in die grond en

ewewigoplossing nie. In monsters O2 en O4 waarin groot hoeveelhede Ca in die konkresies voorkom, (L.W. 'n suiwer kalsiet monster kan 'n maksimum hoeveelheid van 400g Ca per kg monster bevat) is daar 'n baie duidelike toename in die verhouding van Ca : Mg in die konkresies met diepte. In die O2-monster waarin die Ca : Mg verhouding in die grond egter relatief laag is, is die Ca : Mg verhouding in die konkresies egter hoër as in die L4 monster met 'n hoër Ca : Mg verhouding in die grond.

Konkresionêre materiaal van dieselfde drie profile, L, M en O, is ook in NH_4 -asetaat en water opgelos. Die resultate van hierdie behandeling word in tabel 8.9.2 getoon. Betekenisvol groter hoeveelhede veral Ca, maar ook Mg, word dus uit die konkresionere materiaal vrygestel deur ekstraksie met NH_4 -asetaat as met water. Aangesien NH_4 -asetaat dikwels vir die bepaling van die hoeveelheid geadsorbeerde katione in grond gebruik word, kan die teenwoordigheid van CaCO_3 -konkresies lei tot 'n oorskatting van veral die geadsorbeerde Ca en tot 'n mindere mate ook die Mg. Indien die verhouding van Na tot die ander geadsorbeerde katione as maatstaf van die omvang van Na-versadiging in die grond geneem word, sal hierdie verskynsel lei tot 'n onderskatting van die potensiële Na-gevaar.

8.9.3 Vrstelling van soute

Soos voorheen aangetoon is daar skynbaar 'n verskil in die mate van elektrolietvrystelling in kalkryke grond indien die perkolerende vloeistof Ca of Mg is. In hierdie ondersoek is gepoog om die verskil in omvang van elektrolietvrystelling te kwantifiseer en ook die invloed van verskillende souttipes (anione) te evalueer. Veertig gram van elk van 'n CaCO_3 -ryke monster (alluviale vertisol C) en 'n monster met min CaCO_3 (alluviale vertisol B) is telkens met 1N CaCl_2 en 1N MgCl_2 versadig. Dit is opgevolg deur loging met 'n oplossing met 'n konsentrasie van 0,5 N en daarna met 'n 0,05 N oplossing. Die monsters is telkens twee maal met elk van die soutoplossings gewas. Hierna is die monsters elk vyf keer met 200 ml van 'n 0,001 N CaCl_2 of MgCl_2 oplossing gewas om die totale elektrolietkonsentrasie so laag as moontlik te kry. Die

TABEL 8.9.2. Die hoeveelheid Ca en Mg wat met water en NH_4 -asetaat uit konkresies van verskillende grondmonsters geëkstraheer kon word.

Monster nommer	g Katioon per kg konkresie geëkstraheer met:			
	NH_4 -asetaat		Water	
	Ca	Mg	Ca	Mg
L2	42	10	2,0	1,2
L4	53	7	2,1	1,0
M2	47	9	1,9	1,2
M4	61	3	2,2	0,7
O2	58	4	2,5	0,6
O4	62	2	2,2	0,6

loogvloeistof is deurentyd versamel en die elektriese geleiding en katioonsamestelling daarvan bepaal (Tabel 8.9.3).

Alhoewel daar, soos verwag is, 'n afname in elektrolietkonsentrasie plaasvind met opeenvolgende logings, is daar deurgaans 'n duidelike verskil in die geleidingsvermoë van die Mg- en Ca-behandelings. Die verskil is ook groter in die kalkryke monster C, maar dis nogtans betekenisvol dat daar in monster B, met relatief min CaCO_3 -konkresies ook mettertied meer elektroliete in die Mg-versadigde monsters vrygestel word. Die verskil in elektrolietkonsentrasie is vir beide monsters in ooreenstemming met die konsentrasie katione. Meer Mg word op 'n ekwivalente basis in die Mg-behandeling vrygestel as Ca in die Ca-behandeling. Dit is waarskynlik te wyte aan die feit dat meer Ca uit die konkresies oplos, Mg op die uitruilkompleks verplaas en daar gevolglik meer Mg-ione in die loogwater teenwoordig is.

Na afloop van hierdie gedeelte van die eksperiment is die Ca- of Mg-versadigde monsters, waarin baie min vrysoute oorgebly het na logging met 0,001 N Ca- of Mg-oplossings, gedroog. Tien gram fraksies van elk van die gedroogde monsters is hierna by verskillende volumes (50, 100, en 300 ml) gedeïoniseerde water gevoeg en vir 24 uur gelaat om in ewewig te kom. Die volumes van die ewewigsoplossings verteenwoordig respektiewelik twee, vier en twaalf porievolumes. Die hoeveelheid Ca en Mg asook die totale soutkonsentrasie in elk van die ewewigsoplossings, met verskillende volumes, is vervolgens bepaal. Die hoeveelheid katione en soute (me) is bereken met inagneming van die konsentrasie (me l^{-1}) daarvan in die verskillende volumes ewewigsoplossing (ml). Hierdie resultate word in tabel 8.9.4 aangetoon.

In tabel 8.9.4 kan duidelik gesien word dat meer elektroliete deur die Mg-versadigde monsters vrygestel word. Dit geld veral vir monster C, waarin groot hoeveelhede CaCO_3 voorkom, maar ook tot 'n mindere mate vir monster B. Soos te wagte neem die omvang van elektrolietvrystelling, asook die verskil in elektrolietvrystelling tussen die twee handelings, af in die meer verdunde oplossings. As die hoeveelheid soute (me) wat vrygestel word, egter bereken word is dit duidelik dat daar steeds vrystelling van soute in die verdunde oplossings geskied.

TABEL 8.9.3 Totale soutkonsentrasie (EG) en konsentrasie Ca en Mg in die loogvloeistof van vyf opeenvolgende logings met 0,001 N CaCl of Mg-Cl.

Monster	Versadig met	Loging no.	EG (mS m ⁻¹)	Konsentrasie kations (me l ⁻¹)	
				Ca	Mg
Alluviale vertisol B	MgCl	1	37,1	0,1	2,0
		2	31,4	0,1	1,6
		3	33,2	0,1	1,7
		4	33,8	0,1	1,7
		5	33,8	0,1	1,8
	CaCl	1	39,6	2,4	0,2
		2	28 *	1,5	0,1
		3	26,2	1,3	0,1
		4	26,1	1,3	0,1
		5	27,7	1,5	0,1
	MgCl	1	45,3	0,1	2,8
		2	39,1	0,1	2,3
		3	46,0	0,2	2,4
		4	42,1	0,1	2,2
		5	42,9	0,2	2,3
Alluviale vertisol C	CaCl	1	39,2	2,7	0,2
		2	31,5	2,1	0,1
		3	30,9	2,0	0,1
		4	28,3	1,8	0,1
		5	30,1	2,0	0,1

TABEL 8.9.4 Chemiese samestelling van verskillende volumes van die ewewigsoplossing van Ca- of Mg- versadigde monsters van alluviale vertisols B en C.

Monster	Versadig met	Volume van ewewigsoplossings (ml)	EG mS m^{-1}	Totale ^a sout $(\text{me} \times 10^{-3})$	Ca $(\text{me} \times 10^{-3})$	Mg $(\text{me} \times 10^{-3})$	Ca + Mg $(\text{me} \times 10^{-3})$	Na (mg l^{-1})
B	Mg	50	22,3	0,11	1,8	69,2	71,0	2,3
		100	22,9	0,22	7,5	141,7	149,2	3,2
		300	10,6	0,32	3,0	185,0	188,0	0,9
	Ca	50	19,2	0,10	31,3	7,1	38,4	3,3
		100	19,3	0,19	64,5	17,5	82,0	3,1
		300	11,5	0,35	94,5	20,0	114,5	2,1
	Mg	50	27,8	0,14	6,8	87,5	94,3	1,9
		100	29,7	0,30	21,0	188,0	209,0	1,9
		300	16,5	0,50	27,0	302,0	329,0	0,3
C	Ca	50	23,9	0,12	55,0	10,0	65,0	3,0
		100	24,9	0,25	125,0	25,0	150,0	2,1
		300	16,2	0,49	214,5	40,0	254,0	1,5

* Bereken vanaf EG met inagneming van volume van ewewigsoplossings

Dis ook insiggewend dat die EG van die 100 ml ewewigsoplossing effens hoër is as in die geval van die 50 ml oplossing. Die rede hiervoor is waarskynlik dat die 50 ml oplossing, wat gelyk is aan twee porievolumes, oorversadig is aan soute en dus 'n maksimum hoeveelheid soute in suspensie bevat.

'n Vergelyking van die hoeveelheid Ca en Mg wat in die ewewigsoplossing van die verskillende behandelings vrygestel word, toon aan dat daar aansienlik meer Mg uit die Mg-versadigde grond vrygestel word as Ca uit die Ca-versadigde grond. Gepaardgaande hiermee word daar ook meer Mg uit die Ca-versadigde grond vrygestel as Ca uit die Mg-versadigde grond. Dit gee aanleiding daartoe dat die totale hoeveelheid Ca en Mg in al die ewewigsoplossings van die Mg-versadigde monsters heelwat meer is as in die geval van die Ca-versadigde monsters. Dis ook weereens duidelik dat daar 'n relatief groter toename is in die omvang van elektrolietvrystelling met 'n toename in volume van die ewewigsoplossing van 50 na 100 ml as vir die 200 ml toename na 300 ml. Hiervolgens kan afgelei word dat die maksimum tempo van soutvrystelling plaasvind as 'n volume water wat in ewewig is met die grond ekwivalent is aan ongeveer vier porievolumes van die grond. Anders gesien beteken dit dat 'n volume ewewigsoplossing ekwivalent aan twee of minder porievolumes deurgaans oorversadig sal wees aan vrygestelde elektroliete.

Uit die data in tabel 8.9.4 kan ook afgelei word dat, alhoewel daar gepoog is om die monsters so volledig moontlik met of Ca of Mg te versadig, daar steeds Ca uit die Mg-versadigde monster en Mg uit die Ca-versadigde monster vrygestel word. Die bron van Ca in hierdie gevalle is uiteraard die konkresies maar die Mg wat nog steeds vrygestel word, is waarskynlik deels afkomstig uit die konkresies en deels a.g.v. vervanging van sterk gebonde Mg op die klei-oppervlakke deur Ca. Laasgenoemde reaksie is oënskynlik betreklik omvangryk aangesien meer Mg in die Ca-versadigde monsters vrygestel word as wat daar Ca in die Mg-versadigde monsters vrygestel word.

Die groter omvang van elektrolietvrystelling in die Mg-versadigde monsters bevestig weereens die vroeëre hipotese dat Ca uit die konkresies opgelos word, daarna geadsorbeer word op die uitruilkompleks en Mg sodoende vrygestel word aan die ewewigsoplossing.

In 'n parallele ondersoek is aangetoon dat daar oënskynlik 'n effense voorkeur adsorpsie vir Ca bo Mg bestaan in hierdie gronde. Dit pas aan by die genoemde voorgestelde meganisme van Ca-adsorpsie en vrystelling van Mg.

Hierdie veronderstelling kan verder geverifieer word met inagneming van die hoeveelheid uitruilbare katione in die grondmonsters na afloop van hierdie eksperiment (Tabel 8.9.5). Uit hierdie data blyk dit duidelik dat daar, veral in monster C, heelwat meer uitruilbare Ca in die Mg-versadigde monsters voorkom as Mg in die Ca-versadigde monsters.

In monster C is die grootste gedeelte van die Ca in die oplosbare vorm soos blyk uit die feit dat hierdie monster feitlik oorversadig is aan katione (vergelyk die KUK met die totale hoeveelheid Ca en Mg). Hierdie oorversadiging met veral Ca is nogeens te wyte aan die kontinue oplossing van Ca uit die konkresies wat veroorsaak dat Ca geadsorbeerde Mg verplaas. Hierdie verskynsel gee aanleiding daartoe dat die totale hoeveelheid ekstraereerbare katione meer is in Mg-versadigde monsters waarin baie konkresies voorkom (vgl. monsters B en C).

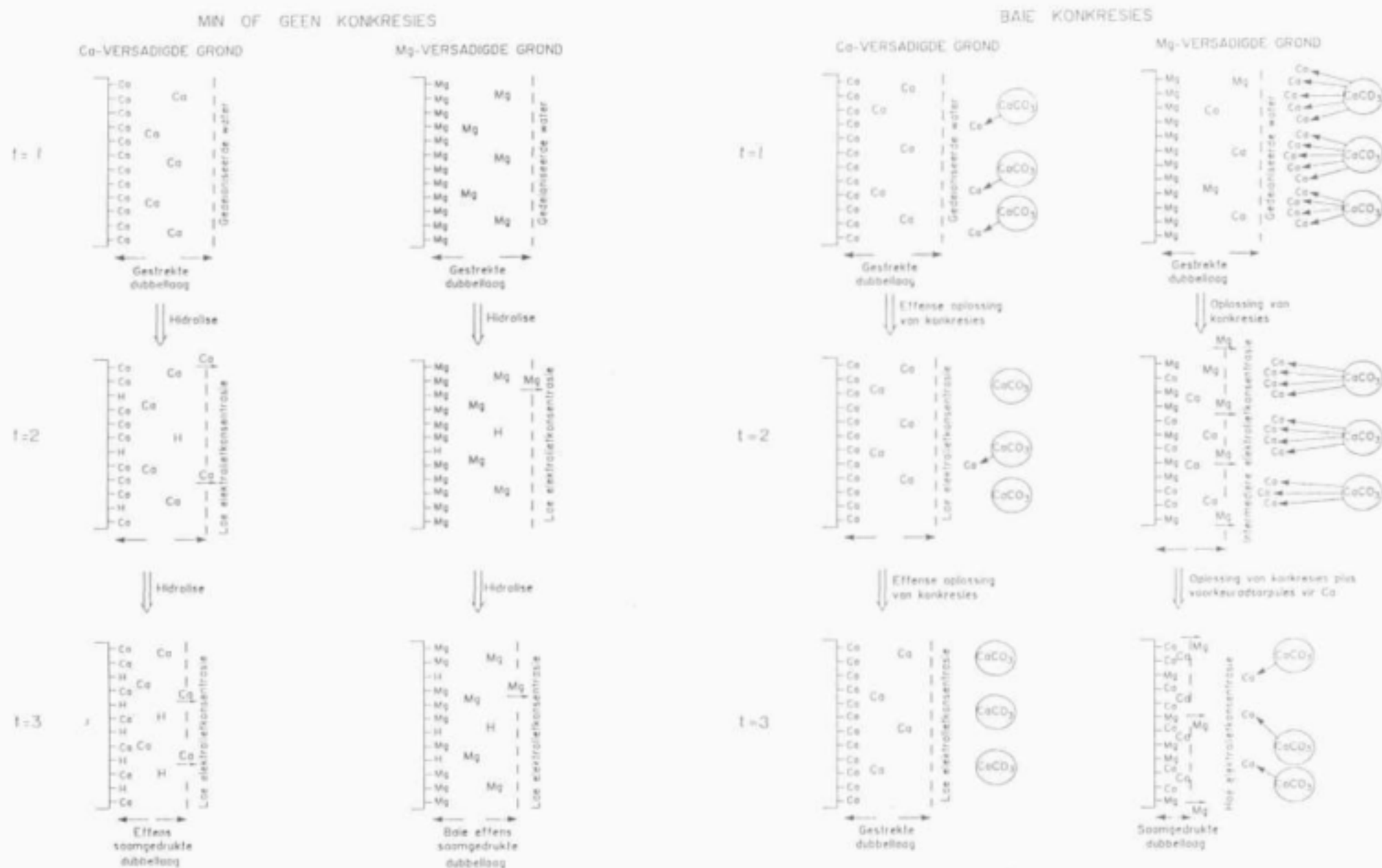
Met inagneming van hierdie resultate kan die meganisme van vrystelling van elektroliete in Ca- en Mg-versadigde sisteme voorgestel word soos in figuur 8.9.2.

Hierdie ondersoek is ook uitgebrei om die moontlike invloed van ionpare in ewewigso oplossings, met verskillende tipes soute (Cl^- of SO_4^{2-}), te kan evalueer. Die omvang van elektrolietvrystelling was egter nie betekenisvol verskillend in teenwoordigheid van Cl^- of SO_4^{2-} soute nie. Bresler, McNeal en Carter (1982) verwys na die moontlikheid dat die vorming van ionpare die konsentrasie en aktiwiteite van vry ione beïnvloed en gevolglik die oplosbaarheid van karbonaat konkresies bevorder. In die lig van die bogenoemde resultate wat met Cl^- en SO_4^{2-} oplossings verkry is speel hierdie verskynsel egter skynbaar 'n ondergeskikte rol as in gedagte gehou word dat Garrels en Christ (1965) aangetoon het dat Cl^- soute nie ionpare vorm nie. Hierby moet in gedagte gehou word dat elektrolietvrystelling in die voorafgaande eksperimente meestal waargeneem is vir behandelings waarin van die Cl^- soute gebruik gemaak is. Dit is dus duidelik dat die oplossing van die konkresies die gevolg is van 'n proses anders as die vorming van ionpare.

TABEL 9.9.5 Uitruilbare Ca en Mg in die grond na afloop van die eksperiment.

Monster	Versadig met:	Volume van ewewigse oplossing (ml)	Uitruilbare (me 100g ⁻¹)			KUK [®] (eff) (me 100g)
			Ca	Mg	Totaal	
B	Mg	50	2,3	12,3	14,6	30
		100	4,3	13,5	17,8	
		300	5,3	12,9	18,2	
	Ca	50	12,2	1,6	13,8	
		100	14,2	2,0	16,2	
		300	11,9	1,7	13,6	
C	Mg	50	34,3	21,4	55,7	41
		100	36,0	21,7	57,7	
		300	28,9	19,8	48,7	
	Ca	50	37,3	8,7	46,0	
		100	35,4	9,7	45,1	
		300	34,7	8,5	43,2	

* KUK_{eff} = Voorafbepaalde totale hoeveelheid adsorbeerbare katione.



FIGUUR 8.9.2 SKEMATIESE VOORSTELLING VAN DIE PROSESSE WAT ELEKTROLIETVRYSTELLING EN DIE GEASSOSIEERDE FORM VAN DIE DUBBELLAAG VAN Ca- OF Mg-VERSADIGDE KOLLOÏDE IN KALKRYKE EN NIE-KALKRYKE GRONDE BEÏNVLOED

SAMEVATTING

Hierdie ondersoek was toegespits op die bepaling van fisiese en chemiese eienskappe van grond wat met besproeiing verband hou. Enersyds is die invloed van 'n lang termyn (> 75 jaar) van besproeiing op die genoemde eienskappe van grond ondersoek en tweedens is die onderlinge verwantskappe tussen geselekteerde faktore wat die besproeibaarheid van grond beïnvloed geëvalueer. Die eerste deel van die ondersoek is toegespits op die gronde van die Mooirivierbesproeiingskema en vir die tweede deel is 'n wyer bereik gronde en kleie gebruik.

Die samevatting word gerieflikheidshalwe in verskillende afdelings, wat betrekking het op verskillende aspekte van die ondersoek, aangebied.

Die invloed van besproeiing op die fisiese en chemiese eienskappe van die gronde van die Mooirivierskema

Hierdie aspek is onlosmaaklik verwant aan die grondvormende, veral sedimentêre en geomorfologiese prosesse wat aanleiding gegee het tot die ontstaan en verspreiding van die grond in die omgewing van die Mooirivier. Die produk van hierdie prosesse is meer kompleks as dit wat met 'n grondkaart, op 'n seriebasis, voorgestel kan word. Die fisiese en chemiese eienskappe van die gronde varieer soms oor kort afstande, dikwels onafhanklik van huidige verspreidingskenmerke van grondtipes asook huidige geomorfologiese verskynsels. Net so is die aansienlike variasie in grondeienskappe dikwels nie verwant aan 'n variasie in besproeiingsinsette nie.

Een van die belangrikste faktore wat die fisiese en chemiese toestand van die grond beïnvloed is die voorkoms van kalkryke sones op verskillende dieptes in die gronde. Hierdie kalkryke sones is veral aanwesig in die laerliggende dele van die gebied.

Nadelige fisiese toestande aan die grondoppervlak kom veral voor op die laer-middelhellings. In hierdie gebiede het groot hoeveelhede Na geakkumuleer, skynbaar óf as gevolg van opdamming agter 'n dykwal, wat

intussen weggeërodeer is, óf as gevolg van ondergrondse laterale slypeling. Hierdie akkumulasie van Na is dus nie noodwendig 'n gevolg van besproeiing nie, maar kan ook geassosieer wees met topografiese en grondvormende faktore.

Die lae Ca:Mg verhouding van die besproeiingswater het tot gevolg gehad dat meer Mg as Ca dikwels in die gronde voorkom. Hierdie verskynsel het ook nadelige fisiese toestande tot gevolg. Verseëling van die grondoppervlak, 'n resultaat van 'n lae stabiliteit van strukturele eenhede (aggregate) in die gronde, is een van die belangrikste nadelige verskynsels wat die besproefbaarheid van die gronde beïnvloed. Hierdie verskynsel kom selfs tot 'n mate voor in gronde waar Ca die uitruilkompleks domineer.

Met hierdie ondersoek is aangetoon dat oormatige hoeveelhede soute nie noodwendig na 'n lang termyn van besproeiing in vertisols akkumuleer nie. Die gevolgtrekking is gemaak dat vertisols 'n hoër besproeiingspotensiaal het as wat algemeen aanvaar word. Hutton en Avalon gronde het baie min as gevolg van langtermyn besproeiing gedegenerer. Die Valsrivier en Westleigh gronde het 'n inherente lae deurlaatbaarheid vir water en is nie werklik geskik vir besproeiing nie.

Verwantskappe tussen fisiese en chemiese faktore

Uit hierdie ondersoek het dit duidelik geblyk dat hierdie verwantskappe baie kompleks is. 'n Reeks chemiese eienskappe het byvoorbeeld 'n invloed op 'n fisiese eienskap en daarom is dit dikwels ondoeltreffend om sonder gekontroleerde behandelings die invloed van chemiese prosesse op die fisiese toestand (of besproefbaarheid) van grond te evalueer. Die korrelasie tussen fisiese en chemiese faktore was ook soms verskillend vir monsters wat op verskillende dieptes in die grondprofiel geneem is as gevolg van die invloed van byvoorbeeld bewerkingspraktyke op die toestand van die bogrond. Hierbenewens bepaal die onderlinge verwantskappe tussen fisiese faktore ook die fisiese reaksie van grond op chemiese veranderinge.

'n Meer akkurate bepaling van die verwantskap tussen geselekteerde chemiese en fisiese parameters is uiteindelik deur middel van gekontroleerde behandelings, waartydens die chemiese samestelling van sub-monsters gemanipuleer is, uitgevoer.

Verskillende fisiese metodes is tydens die ondersoek geëvalueer as maatstaf van die reaksie van die grond op chemiese faktore. Etlike metodes was ondoeltreffend as gevolg van die genoemde komplekse verwantskappe tussen fisiese en chemiese eienskappe.

Parameters wat bruikbaar was, was die waterinhoud van die grond by versadiging en die Atterberggrense. Bruikbare resultate is ook verkry met die meting van dispersie met behulp van 'n turbiditeitsmeter wat vir hierdie projek ontwikkel is. Net so het die mate van koagulasie van suspensies 'n goeie aanduiding gegee van die effek van verskillende behandelings en faktore op die fisiese toestand van grond.

In die beginstadium van hierdie ondersoek is probleme ondervind met die herhaalbaarheid van permeabiliteitsmetings. Die wyse van pakking van monsters in kolomme het 'n belangrike invloed op die permeabiliteite van monsters gehad. Willekeurige pakking het meegebring dat die permeabiliteit van verskillende monsters nie doeltreffend vergelyk kon word nie. Hierdie probleem is later oorbrug deur gelyke fraksies van verskillende groottes mikro-aggregate te gebruik om in die kolomme te pak. Die eweredigheid van pakking van verskillend behandelde monsters is ook met behulp van die meting van die permeabiliteit vir lug gemonitor. Baie goeie resultate waarmee die fisiese toestand van verskillend behandelde monsters vergelyk kon word is uiteindelik met hierdie metode verkry.

Faktore wat die stabiliteit van aggregate beïnvloed

Die stabiliteit van aggregate, soos beïnvloed deur die prosesse swelling en dispersie, is seker die belangrikste aspek wat die fisiese toestand en gevolglik die besproeibaarheid van grond beïnvloed. Diepgaande ondersoeke na enkele belangrike faktore wat veral op die gronde van die Mooirivier van toepassing is, is afgehandel. Die invloed van

verskillende faktore kan as volg saamgevat word:

- Katioonsamestelling.

Versadiging met Na het, soos verwag is, tot ernstige destabilisasie van aggregate aanleiding gegee.

Mg versadiging het tot 'n groter mate as Ca versadiging, destabilisasie tot gevolg gehad. Die nadelige invloed van Mg is grootliks afhanklik van mineralogie, klei-inhoud, organiese materiaal-inhoud en die hoeveelheid CaCO_3 konkresies. Die verskil in nadelige invloed van Mg-versadiging in vergelyking met Ca-versadiging, het groter geword in die teenwoordigheid van Na op die uitruilkompleks.

Voorkeuradsorpsie, veral van Mg, het belangrike implikasies ten opsigte van die fisiese stabiliteit van die gronde gehad. Die resultate van hierdie ondersoek het aangetoon dat 'n uitruilbare Ca:Mg verhouding laer as 0,33-0,66 veral nadelig is ten opsigte van die permeabiliteit en fisiese toestand van die gronde wat in hierdie ondersoek gebruik is.

- Samestelling van en konsentrasie soute in die ewewigsoplossing

Die teenwoordigheid van kalkryke lae en -lense en CaCO_3 -konkresies het 'n belangrike invloed op die samestelling en konsentrasie van die ewewigsoplossing. Strukturele destabilisasie was, soos te verwagte, van kleiner omvang in die teenwoordigheid van 'n ewewigsoplossing met 'n hoër sout-konsentrasie.

- Dispersie en swelling was minder in teenwoordigheid van Cl^- -soute as SO_4 -soute. Die vorming van ioonpare van SO_4 -soute gee skynbaar aanleiding daartoe dat die dubbellaag minder effektief saamgedruk word. Voorkeuradsorpsie van verskillende katione uit die ewewigsoplossing het ook 'n invloed op die aggremaatstabiliteit en die prosesse wat dit beïnvloed.

- Deeltjiegrootte verspreiding en meganiese prosesse.

Die omvang van swelling en dispersie is geassosieerd met die klei-inhoud van die grond. Die klei-inhoud as sulks is egter nie 'n doeltreffende maatstaf vir die voorspelling van swelling en dispersie nie en die verspreiding van deeltjiegroottes in die kleifraksie bepaal tot 'n groot mate die werklike omvang van dispersie en swelling. Met die eksperimente waar die gedrag van Mg- of Ca- versadigde suspensies ondersoek is, is byvoorbeeld gevind dat die Ca-suspensies, skynbaar meer dispergeer terwyl die Mg-suspensies meer koaguleer of swel. Dit kon egter aangetoon word dat daar subtiele verskille is in die omvang van dispersie en swelling van verskillende behandelde monsters. Prosesse en faktore wat die eienskappe van die elektriese dubbellaag en die aantrekkingskragte tussen aanliggende kleideeltjies beïnvloed, speel 'n belangrike rol ten opsigte van die omvang van swelling en dispersie in verskillend behandelde monsters. Dispersie het ook 'n invloed op die deeltjiegrootteverspreiding gehad. So is gevind dat 'n groter fraksie fyn-klei in Mg-versadigde as in Ca-versadigde monsters voorkom.

- Organiese materiaal en seskwioksiedes.

Die vorming van komplekse verbindings tussen organiese materiaal en die katione verskans dikwels die potensiële nadelige invloed van die katione. Met verwydering van organiese materiaal uit monsters is meestal gevind dat Mg-versadiging meer nadelig is as Ca-versadiging. Hierdie verskynsel hang saam met die verplasing van organiese materiaal uit die tussenlae van kleiminerale, 'n gepaardgaande verandering in die struktuur van kleiminerale en gevolglik 'n groter mate van dispersie en swelling.

In hierdie ondersoek is gevind dat die verplasing van Fe uit die tussenlae van menglaag-tipe kleie een van die belangrikste oorsake van strukturele degenerasie in die gronde van die ondersoekgebied is. Dit is ook aangetoon dat die verplasing van tussenlaagse ysterverbindings van veel groter omvang in Mg- as in Ca-versadigde gronde is. Verder word die verplasing daarvan tot 'n groot mate

beïnvloed deur die relatiewe Na-konsentrasie in die grond.

- Mineralogie.

Die belangrike invloed van Mg-versadiging in die gronde van die Mooirivier is skynbaar veral geassosieerd met die menglaag-mineralogie van die kleifraksie van hierdie gronde.

Kleinere mineralogiese verskille tussen skynbaar soortgelyke gronde het ook 'n invloed op die uiteindelijke stabiliteit van aggregate.

Die resultate van eksperimente met vertisols van verskillende oorsprong het aangetoon dat mineralogiese verskille een van die belangrikste bepalende faktore is ten opsigte van die invloed van verskillende katione op die strukturele gedrag van gronde.

- Konkresies.

Die vrystelling van elektroliete deur die oplossing van CaCO_3 konkresies in Mg-versadigde gronde het 'n baie belangrike invloed op swelling en dispersie. Die belangrikheid van hierdie faktor is bevestig met eksperimente met gronde waarin verskillende hoeveelhede konkresies voorkom. Die feit dat die elektrolietkonsentrasie in die Mg-versadigde monsters op 'n relatief hoë vlak gehandhaaf word deur die oplossing van CaCO_3 -konkresies het moontlik belangrike implikasies ten opsigte van die herwinning van gronde met 'n swak fisiese toestand.

- Al die faktore wat in hierdie onderafdeling bespreek is, sal uiteraard 'n invloed hê op die oorwegings waarop bestuurs- en herwinningspraktyke toekomstig gebaseer word.

Toekomstige navorsingsbehoeftes

Etlike belangrike faktore wat 'n invloed kan hê op die besproeibaarheid van gronde is in hierdie ondersoek geïdentifiseer. 'n

Toekomstige taak sal wees om die rol van die verskillende faktore te kwantifiseer ten opsigte van gronde van verskillende besproeiingsgebiede in die R.S.A. Bestuur en besproeiingspraktyke kan dan daarvolgens aangepas word om doeltreffende benutting van besproeiingswater te verseker.

Aspekte wat veral verdere navorsing sal vereis sluit in:

- Die bepaling van die potensiële nadelige invloed van Mg in gronde van alle besproeiingsgebiede van S.A. In hierdie verband sal veral aandag gegee moet word aan:
 1. Moontlike drumpelwaardes ten opsigte van die Ca:Mg verhouding waaronder nadelige fisiese toestande in verskillende gronde sal voorkom.
 2. Die kwantifisering van die werklike rol van Mg ten opsigte van nadelige fisiese toestande. 'n Sleutelvraag in hierdie opsig is byvoorbeeld of die strukturele degenerasie van grond wat met oormatige Mg-versadiging gepaardgaan net so belangrik is ten opsigte van infiltrasie as wat dit, volgens die resultate van hierdie ondersoek, vir permeabiliteit is.
 3. Die implikasie van mineralogiese verskille tussen gronde ten opsigte van die relatiewe nadelige invloed van verskillende katione op die fisiese toestand van grond.
 4. Kwantifisering van potensiële nadelige vlakke van uitruilbare Mg + Na.
 5. Die gekombineerde destabiliserende invloed van Mg en druppelenergie, tydens besproeiing en reën, op die oppervlak-verseëling van grond.
- Die bepaling van die hoeveelheid vry-kalk of CaCO_3 -konkresies, en die invloed daarvan op soutvry- stelling en fisiese prosesse, in

besproeiingsgronde van ander gebiede in die R.S.A. Hier word veral gedink aan dié gebiede waar vertisols, dupleksgronde of kalkryke alluviale gronde voorkom.

- Die versameling van inligting oor die fisiese toestand van 'n wyer bereik grondtipes in ander gebiede wat reeds vir 'n lang termyn besproei is sodat 'n meer doeltreffende evaluering van die besproeibaarheid van gronde oor die lang termyn gedoen kan word.

Publikasies

Uit die resultate van hierdie ondersoek het die volgende publikasies reeds verskyn:

- (1) D.J. Nel., 1985. Die effek van langdurige besproeiing op enkele chemiese kenmerke van vertisols. S.A. Besproeiing (Julie 1985), 9 - 17.
- (2) D.J. NEL & E.P. BLIGNAUT., 1987. A turbidimeter for measuring soil-particle concentration in suspensions. S.A.J. Plant and Soil, 4 (2), 90 - 100.
- (3) D.J. NEL & H.J. VON M. HARMSE (?) "The influence of Ca/Na and Mg/Na saturation on the hydraulic conductivity of soils with mixed-layer clay minerals" Voorgelê vir publikasie aan die S.A. J. of Science.

Voordragte

- 1. Fisiese en chemiese veranderinge in die gronde van die Mooirivierskema na 75 jaar van besproeiing. Wes-Transvaalse Grondbelangegroep, Potchefstroom, 1985.
- 2. Die ontwikkeling en gebruik van 'n troebelheidsmeter vir die kwantifisering van dispersie in grond. Gesamentlike kongres

van die GVSA, SAVG en SAVO, Pretoria, 1986.

3. Factors determining the influence of Ca/Na and Mg/Na saturation on the permeability of soils. 14^e Kongres van die GVSA, Nelspruit, 1987.

- ALPEROVITCH, N., SHAINBERG, I. & KEREN, R., 1981. Specific effect of magnesium on the hydraulic conductivity of sodic soils. *J. Soil Sci.* 32, 543-554.
- ALPEROVITCH, N., SHAINBERG, I. & RHOADES, J.D., 1986. Effect of mineral weathering on the response of sodic soils to exchangeable magnesium. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, 901-904.
- ALZUBAIDI, A. & WEBSTER, G.R., 1983. Ion pairs in solonetzic soil. *Can. J. Soil Sci.* 63, 479-484.
- ARNOLD, P.W., 1987. Surface electrolyte interactions. In: D.J. Greenland & M.H.B. Hayes. *The chemistry of soil constituents.* John Wiley & Sons, New York.
- ARORA, H.S. & COLEMAN, N.T., 1978. The influence of electrolyte concentration on flocculation of clay suspensions. *Soil Sci.* 127, 134-140.
- AYLMORE, L.A.G. & SILLS, I.D., 1982. Characterization of soil structure and stability using modulus of rupture-exchangeable sodium percentage relationships. *Aust. J. Soil Res. J.* 20, 213-224.
- BAKKER, A.C., EMERSON, W.W. & OADES, J.M., 1973. The comparative effects of exchangeable calcium, magnesium and sodium on some physical properties of red-brown earth subsoils. I. Exchange reactions and water contents for dispersion of Shepparton soil. *Aust. J. Soil. Res.* 11, 159-165.
- BAKKER, A.C. & EMERSON, W.W., 1973. The comparative effects of exchangeable calcium, magnesium and sodium on some physical properties of red-brown earth subsoils. III. The permeability of Shepparton soil and comparison of methods. *Aust. J. Soil. Res.* 11, 159-165.

- BANIN, A. & LAHAV, N., 1968. Optical study of particle size of montmorillonite with various adsorbed cations. *Nature* 217, 1146-1147.
- BARSHAD, I., 1952. Factors affecting the interlayer expansion of Vermiculite and Montmorillonite with Organic Substances. *Soil Sci. Am. Proc.* 16, 176-182.
- BASSET, J., DENNEY, R.C., JEFFERY, G.H. & MENDHAM, J., 1978. *Vogels textbook of quantitative inorganic analysis*. Longman, London.
- BLAKE, G.R., 1965. Bulk density. In: C.A. Black (ed). *Methods of soil analysis Part I*. American Society of Agronomy, Madison.
- BOLT, G.H. & BRUGGENWERT, M.G.M., 1975. *Soil chemistry. B. Physicochemical models*. Elsevier, Amsterdam.
- BORCHARDT, G.A., 1977. Montmorillonite and other smectite minerals. In: J.B. Dixon & S.B. Weed (eds.). *Minerals in soil environments*. Soil Sci. Soc. of America, Madison.
- BOWLES, J.E., 1970. *Engineering properties of soil and their measurement*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- BRESLER, E., MCNEAL, B.L. & CARTER, D.L., 1982. *Saline and sodic soils*. Springer Verlag, Berlin.
- BROWN, G., 1980. Associated minerals. In: Brindley, G.W. & Brown, G. (Eds.). *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, London.
- BURCHILL, S., HAYES, M.H.B. & GREENLAND, D.J., 1981. Adsorption. In: Greenland, D.J. & HAYES, M.H.B. (Eds.) *The chemistry of soil processes*. John Wiley & Sons, New York.
- BYSTRÖM BRUSEWITZ, A.M., 1975. Studies on the Li-test to distinguish between beidellite and montmorillonite. *Proc. Int. Clay Conf.* Applied Publishing Ltd., Wilmette, Illinois.

- CASS, A. & SUMNER, M.E., 1982. Soil pore structural stability and irrigation water quality. I. Empirical sodium stability model. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46, 503-506.
- CHI, C.L., EMERSON, W.W. & LEWIS, D.G., 1977. Exchangeable calcium, magnesium and sodium and the dispersion of illites in water I. Characterization of illites and exchange reactions. *Aust. J. Soil Res.* 28, 243-253.
- COETZEE, J.P., 1988. Die verwantskap tussen kleimineralogie en sekere fisiese en chemiese eienskappe van litomorfe vertisols. Ongepubliseerde MSc. verhandeling. P.U. vir C.H.O., Potchefstroom.
- DONER, H.E. & LYNN, W.C., 1977. Carbonate, halide, sulfate and sulfide minerals. In: J.B. Dixon & S.B. Weed (Eds.). *Minerals in soil environments*. Soil Sci. Soc. Am, Wisconsin.
- EL-SWAIFY, S.A. & EMERSON, W.W., 1975. Changes in the physical properties of clays due to precipitated aluminium and iron hydroxides. I. Swelling and aggregate stability after drying. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 39, 1056-1063.
- EMERSON, W.W., 1964. The slaking of soil crumbs as influenced by clay mineral composition. *Aust. J. Soil Res.* 2, 211-217.
- EMERSON, W.W., 1984. Soil structure in saline and sodic soils. In: I. Shainberg & J. Shalhevet (eds.). *Soil salinity under irrigation*. Springer-Verlag, Berlin.
- EMERSON, W.W. & BAKKER, A.C., 1973. The comparative effects of exchangeable calcium, magnesium and sodium on some physical properties of red-brown earth subsoils. II. The spontaneous dispersion of aggregates in water. *Aust. J. Soil Res.* 11, 151-157.

- EMERSON, W.W. & CHI, C.L., 1977. Exchangeable calcium, magnesium and sodium and the dispersion of illites in water .II Dispersion of illites in water. *Aust.J.Soil.Res.* 15, 255-262.
- EMERSON, W.W. & SMITH, B.H., 1970. Magnesium, organic matter and soil structure. *Nature* 228, 453-454.
- FAIRBRIDGE, R.W. & FINKL, C.W., 1979. The encyclopedia of soil science. Part 1. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg.
- FITZPATRICK, R.W. & HAHNE, H.C.H., 1984. Grondmineralogie. In landtypes van die kaarte 2626 Wes-rand en 2726 Kroonstad (red Macvicar, C.N.). *Mem. Nat. Landbouhulpbronne S. Afr.* nr 4.
- FOSTER, M.D., 1953. Geochemical studies of clay minerals. II. Relation between ionic substitution and swelling in montmorillonites. *Am. Mineralogist*, 38, 994-1007.
- GARRELS, R.M. & CHRIST, C.L., 1965. Solutions, minerals and equilibria. Harper & Row, New York.
- GILLOT, J.E., 1968. Clay in engineering geology. Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- GOUDIE, A., 1972. The chemistry of world calcrete deposits. *J. Geol.* 80, 4, 449-461.
- GRIEVE, I.C., 1979. Soil aggregate stability tests for the geomorphologist. Technical Bulletin No.25. British Geomorphological Research Group, Norwich.
- GUPTA, R.K., BHUMBLA, D.K. & ABROL, I.P., 1982. Effect of sodicity, pH, organic matter, and calcium carbonate on the dispersion behavior of soils. *Soil Sci.* 137, 245-251.

- HADAS, A. & FRENKEL, H., 1982. Infiltration as affected by long term use of saline-sodic water for irrigation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46, 524-530.
- HESSE, P.R., 1971. A textbook of soil chemical analysis. John Murray, London.
- HILLEL, D., 1980. Fundamentals of Soil Physics. Academic Press, London.
- HUTSON, J.L., 1977. Physical criteria and their interpretation for agriculture in terms of soil behaviour and land quality. *Tegniese mededeling no.146*, Dept. L.T.D., Pretoria, 9-12.
- INGLES, O.G., 1968. Soil chemistry relevant to the engineering behaviour of soils. In: Lee I.K. (ed) *Soil mechanics, selected topics*. Butterworth & Co, London.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON BONDING CLAYS., 1976. Temporary international regulations on control methods for bentonites used as foundry bonding clays. *Int. Cast metals J.* Sept 1976, 57-64.
- JACKSON, M.L., 1964. Chemical composition of soils. In: F.E. Bear (ed). *Chemistry of the soil*. Reinhold publishing Corporation, New York.
- JACKSON, M.L., 1975. Soil chemical analysis-Advanced course. 2nd edition, Published by the author, Madison, Wisconsin.
- JENRICH, R. & MUNDLE, P. 1983. Polynomial regression. In: W.J. DIXON (ed), *BMDP Statistical software*. Univ. of California Press, Berkeley.
- KAZMAN, Z., SHAINBERG, I. & GAL, M., 1983. Effect of low levels of exchangeable sodium and applied Phosphogypsum on the infiltration rate of various soils. *Soil Sci.* 135, 184-192.

- KEREN, R., 1984. Potassium, magnesium and boron in soils under saline and sodic conditions. In: I. SHAINBERG & J. SHALHEVET (eds), Soil salinity under irrigation. Springer-Verlag, Berlin.
- KIDDER, G. & REED, L.W., 1972. Swelling characteristics of hydroxy-aluminium interlayered clays. *Clays and Clay Minerals* 20, 13-20.
- KREIT, J.F., SHAINBERG, I. & HERBILLON, A.J., 1982. Hydrolisis and decomposition of hectorite in dilute salt solution. *Clays and Clay Minerals* 30:223-231.
- KRISHNA MURTI, G.S.R., SINGH, G. & RENGASAMY P., 1977. The nature of soil clays and the stability of microaggregates. *Aust. J. Soil Res.* 15, 115-119.
- KUBOTA, T., 1975. Role of hydroxyaluminium ions in the interparticle bonding of layer-aluminosilicate clays. *Soil Sci. Plant Nutr.* 21, 1-12.
- LAMBE, T.W. & WHITMAN, R.V., 1969. Soil mechanics. John Wiley & Sons, New York.
- LA MER, V.K. & HEALY, T.W., 1963. The role of filtration in investigating flocculation and redispersion of colloidal dispersions. *J. Phys. Chem.* 67B, 2417 - 2420.
- LEVY, R., SHAINBERG, I., SHALHEVET, J. & ALPEROVITCH, N., 1972. Selectivity coefficients of Ca-Mg exchange for montmorillonitic soils. *Geoderma* 8, 133-8.
- LEVY, R. & SHAINBERG, I., 1972. Calcium-magnesium exchange in montmorillonite and vermiculite. *Clays Clay Miner.* 20, 37-46.
- LINNET, N., 1970. pH Measurement in theory and practice. Radiometer, Copenhagen.

- LOW, P.F., 1954. Ionic activity measurements in heterogeneous systems. *Soil Sci.* 77, 29-41.
- LOW, P.F., 1961. Physical chemistry of clay-water interaction. 1961, 13, 269-323.
- LOW, P.F. & MARGHEIM, J.F., 1979. The swelling of clay. I. Basic concepts and empirical equations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43, 473-481.
- McNEAL, B.L. & COLEMAN, N.T., 1966. Effect of solution on hydraulic conductivity. *Soil Sci. Am. Proc.*, 30, 308-312.
- McNEAL, B.L., LAYFIELD, D.A., NORVELL, W.A. & RHOADES, J.D., 1968. Factors influencing hydraulic conductivity of soils in the presence of mixed-salt solutions. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 32, 187 -190.
- MERING, J., 1975. Smectites. In : J.E. Gieseking (Ed.). *Soil Components*. Vol. 2. Inorganic Components. Springer-Verlag, Berlin.
- METHA, S.C., POONIA, S.R. & RAJ PAL., 1982. Sodium-calcium and sodium-magnesium exchange equilibria in soil for chlorine- and sulfate-dominated systems. *Soil Sci.* 136, 339-346.
- MUKHA, V.D., VASILYEVA, L.I., KUTSYKOVICH, M.B. & MUSSA, K.F., 1984. Low sodic solonchikity of soils. *Soviet Soil Sci.* 16, 54-59.
- MURRAY, R.S. & QUIRK, J.P., 1985. Interparticle forces in relation to the stability of soil aggregates. ISSS Commission II. Special working group. (in pr)
- NAKAYAMA, F.S., 1975. Evaluation of the sodium-calcium exchange constants in chloride and sulphate soil systems by the associated and nonassociated models. *Soil Sci.* 119, 405-410.

- NEL, D.J. & BLIGNAUT, E.P., 1987. A turbidimeter for measuring soil-particle concentration in suspensions. *S. Afr. J. Plant Soil.* 4, 90-93.
- ODOM, J.W. & LOW, P.F., 1978. Relation between swelling, surface area and b-dimension of Na-montmorillonites. *Clays and Clay Miner.* 26, 345-351.
- OLSON, R.E. & MITRONOVAS, F., 1962. Shear strength and consolidation characteristics of calcium and magnesium illite. *Proc. 9th Nat. Conf., Clays & Clay Minerals.* 189-195.
- OSTER, J.D. & GARRISON SPOSITO., 1980. The Gapon coefficient and the exchangeable sodium percentage- sodium adsorption ratio relation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44, 258-260.
- PALIWAL, K.V. & GANDHI, A.P., 1975. Effect of salinity, SAR, Ca ratio in irrigation water, and soil texture on the predictability of exchangeable sodium percentage. *Soil Sci.* 122, 85-90.
- PAULEY, J.L., 1954. Prediction of cation-exchange equilibria. *J. Am. Chem. Soc.* 76, 1422 - 1425.
- PUPISKY, H. & SHAINBERG, I., 1979. Salt effects on the hydraulic conductivity of a sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43, 429-433.
- QUIRK, J.P. & SCHOFIELD, R.K., 1955. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. *J. Soil Sci.* 6, 163-178.
- RAHMAN, W.A. & ROWELL, D.L., 1979. The influence of magnesium in saline and sodic soils: A specific effect or a problem of cation exchange?. *J. Soil Sci.* 30, 535-546.
- RAVINA, I. & LOW, P.F., 1972. Relation between swelling, water properties and b-dimension in montmorillonite-water systems. *Clays Clay Miner.* 20, 109-123.

- RAVINA, I. & LOW P.F., 1977. Change of b-dimension with swelling of montmorillonite. *Clays Clay Miner.* 25, 201-204.
- RENGASAMY, P., GREENE, R.S.B. & FORD, G.W., 1986. Influence of magnesium on aggregate stability of sodic red-brown earths. *Aust. J. Soil Res.*, 24, 229-237.
- ROSENQVIST, I.Th., 1959. Physico-chemical properties of soils. Soil-water systems. *J. Soil Mech. Found. Div. A.S.C.E.* SM2, 31 - 53.
- ROWELL, D.L. & SHAINBERG, I., 1979. The influence of magnesium and of easily weathered minerals on hydraulic conductivity changes in a sodic soil. *J. Soil Sci.* 30, 719-726.
- RUSSEL, E.W., 1973. Soil conditions and plant growth. Longman, London.
- SCHNITZER, M., 1982. Organic matter characterization. In: A.L.PAGE, R.H.MILLER & D.R.KEENEY (eds). *Methods of soil analysis. Part 2.* Am. Soc. of Agron: Madison, Wisconsin.
- SCHOFIELD, R.K., 1947. A ratio law governing the equilibrium of cations in the soil solution. *Proc. 11th Intern. Congr. Pure and Applied Chem.* 3, 257-261.
- SHAINBERG, I. & KEMPER, W.D., 1966. Hydration status of adsorbed ions. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 30, 707-13.
- SHAINBERG, I. & LETEY, J., 1983. Response of soils to sodic and saline conditions. *Hilgardia*, 52, 1 - 57.
- SHAINBERG, I. & OSTER, J.D., 1978. Quality of irrigation water. *Int. Irrigation Inf. Center*, Bet Dagan.
- SHAINBERG, I. & SHALHEVET, J., 1984. Soil salinity under irrigation. Springer-Verlag, Berlin.
- SHAINBERG, I., 1986. Persoonlike mededelingen.

- SOILTEST Inc.,1965. Guide to the use of the FHA Soil PVC meter.
Federal Housing Administration, Washington.
- SOWERS,G.B. & SOWERS,G.F.,1970. Introductory soil mechanics and
foundations. The Macmillan Company, London.
- SUAREZ,D.C.,1978. Comment on "The stability of carbonates and
phosphates in calcareous soil suspensions". Soil Sci. Soc. Am.
Proc., 42, 988-989.
- TYURIN,I.V.,ANTIPOV-KARATAEV,I.N. &
CHIZHEVSKII,M.G.,(eds),1960. Reclamation of solonets soils
in the USSR. Israel program of Scientific Translations,1967,
Jerusalem.
- U.S. SALINITY LABORATORY STAFF.,1954. Diagnosis and improvement
of saline and alkali soils. Agriculture Handbook No. 60. U.S.
Dept of Agriculture, Washington.
- VAN DER MERWE,A.J. & BURGER,R.D.,1969. The influence of
exchangeable cations on certain physical properties of a
saline-alkali soil. Agrochemophysico 1,63-66.
- VAN OLPHEN,H.,1963. An introduction to clay colloid chemistry.
Interscience publishers, New York.
- WEAST, R.C. (ed),1975. CRC Handbook of chemistry and physics. CRC
Press, Ohio.