

C 3723

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID, GRONINGEN

Invloed van organische bemesting op de gevoeligheid voor ver-
stuiving van een zandgrond (organische-stofproefveld
te Grubbenvorst)

door

D.J.C. Knottnerus

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID, GRONINGEN

Invloed van organische bemesting op de stuifgevoeligheid van
een zandgrond (Organische stof proefveld
te Grubbenvorst)

door
D.W.C. Knottnerus

1. Inleiding

Het organische stofproefveld - aangelegd in 1954 en opgeheven in 1961 - lag op een perceel van de gebroeders Seegers, "Hoeve Maria", gelegen aan de zuidkant van het kruispunt van de provinciale weg Venlo - Horst met de Heierhoeve-weg, ca 2½ km ten Z.W. van het centrum van Grubbenvorst. De grondsoort is een zeer stuifgevoelige zandgrond, ontstaan na bosontginning. De bovengrond, variërend van 20 tot 30 cm dikte, bevat 2,5 tot 3,2% organische stof (bepaling volgens Kurmies).*

Het doel van de proef was na te gaan of gebruik van organisch materiaal in de vorm van (S)talmest, (C)ompost, (G)roenbemester of een combinaties(SCG) hiervan, de bodemkundige eigenschappen van deze zandgrond kon veranderen en tengevolge hiervan de opbrengst van verschillende cultuurgewassen kon verhogen. Deze verandering van bodemkundige eigenschappen zou o.a. kunnen resulteren in een verbetering van de aggregatie en als gevolg hiervan bestond de kans, dat de stuifgevoelige grond meer weerstand zou gaan bieden tegen verstuiving.

Het doel van het onderzoek in de windtunnel was:

- a. na te gaan in hoeverre de genomen cultuur- maatregelen van invloed waren geweest op de stuifgevoeligheid;
- b. het kenschetsen van de stuifgevoeligheid van deze grond, als onderdeel van het programma om de stuifgevoelige gronden van Nederland op dit punt te onderzoeken.

2. Inrichting van het proefveld, bemonstering en waarnemingen te veld.

Het proefveldschema (zie bijlage A) was als volgt: twee rijen van 8 veldjes; ieder object kwam eenmaal voor in elke rij. De voor het windtunnelonderzoek belangrijke objecten waren: onbehandeld (O), compost (C), groenbemester (G), stalmest (S) en de combinatie van de laatste drie (CGS). In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de gewassen, welke gedurende een reeks van 7 jaren op dit proefveld zijn geteeld en de hoeveelheden organisch materiaal welke zijn toegediend.

Bij een bezoek aan het proefveld op 17-11-'61 bleek, dat de proefveldhouder een niet op het programma voorkomende hoeveelheid stalmest had gestrooid - naar schatting 20 ton/ha - over de gehele rij van veldjes met even nummers en een

* Zie eveneens het verslag J.M.L. Pelkmans "Verslag organische stofproefveld 1960 te Grubbenvorst". (Subcommissie voor het onderzoek van de verdroging en verstuiving in Mid- en Noord- Limburg).

klein deel van de er naast liggende rij. Hoewel weinig microbiologische activiteit in de bodem verwacht kon worden in deze tijd van het jaar was er toch een kans, dat met regen in de bovenste grondlaag gespoelde mestdelen een verandering, mogelijk een verbetering, van de structuur hadden doen ontstaan. De grondmonsters - ca 200 kg grond elk - op bovengenoemde datum uit een laagdikte van 0 - 20 cm ÷ m.v. per veldje genomen, zijn daarom apart gehouden voor het onderzoek in de windtunnel. Men kan zich achteraf afvragen of de niet altijd met de toegediende hoeveelheden organisch materiaal te rijmen analyseresultaten (gehalten aan organische stof van enkele objecten hun oorzaak zouden kunnen vinden in meerdere, eveneens niet gecontroleerde (organische) mestgiften.

Tabel 1

Gewassen en organische bemestingen in de jaren 1955 t/m 1961

jaar	gewas	object en bemesting		
		compost	stalmest	groenbemester
1955	aardappelen	17,4 ton/ha	20 ton/ha	-----
1956	rogge	-----	-----	lupine-serradella
1957	haver	20 ton/ha	20 ton/ha	-----
1958	lupine	-----	-----	-----
1959	rogge	20 ton/ha	20 ton/ha	lupine-serradella (mislukt)
1960	haver	20 ton/ha	-----	stoppelknollen + bietenloof
1961	aardappelen	-----	20 ton/ha	-----

Op het niet met stalmest bestrooide deel van het proefveld kon duidelijk aan het oppervlak, door kleurverschillen in lichter- en donkergrijs, een vruchtbaarheidsverloop worden waargenomen (zie bijlage A). Het bleek, dat de begrenzing van deze in kleur verschillende gedeelten ruwweg overeenkwam met de in het verslag van Pelkmans* vermelde indeling in zônes met verschillende bouwvoordikte. Het is duidelijk, dat de lichtere kleur is ontstaan op gedeelten met een dunnere bouwvoor, waar door het ploegen licht gekleurd ondergrondsand omhoog is gekomen en gemengd met de bovengrond. Door de stalmestbedekking op het andere deel van het proefveld kon een dergelijk kleurverschil daar niet worden waargenomen; verondersteld mag worden, dat dit op de betreffende plaatsen eveneens zo was.

In het natte jaargetijde treedt op het proefveld nu en dan plaatselijk plasvorming op door stagnerend water.

Het onderzoek van de granulaire samenstelling van het zand en het gehalte aan organische stof, van de aggregatie van de grond en zijn stuifgevoeligheid bij de verschillende objecten zal in de volgende paragrafen achtereenvolgens worden besproken.

* Zie voorgaande noot

3. De granulaire samenstelling van het zand en het gehalte aan organische stof.

In verband met de heterogeniteit van de bovengrond - zie het reeds vermelde vruchtbaarheidsverloop - is de granulaire samenstelling van ieder monster bepaald. Deze samenstelling wordt in bijlage B vermeld en toont duidelijk, dat ongeveer drie- vierde van het totaal aan minerale delen van dit zand een betrekkelijk nauwe begrenzing heeft tussen ca 75 en 300 μ , terwijl de rest grotendeels tot fijnere fracties behoort. Het U- cijfer geeft, wat de bovengrond betreft, weinig variatie. Een gemiddelde waarde van 111 geeft aan, dat dit een middel- fijn zand is. Dit overwegend fijn karakter, gecombineerd met het lage gehalte aan organische stof - gemiddeld 2,7% - en het eveneens lage percentage afslibbare delen - gemiddeld 4,6% < 16 μ is oorzaak dat in deze grond weinig binding wordt aangetroffen en dat hij zeer stuifgevoelig is.

In dit verband mag gewezen worden op het uitgebreid onderzoek van de Amerikaanse onderzoeker CHEPIL. Hij onderscheidt bij stuivende zandkorrels 3 bewegingstypen, n.l. beweging als aerosol ("wolken" van deeltjes met een diameter < 100 μ), de sprongbeweging (deeltjes 100 - 500 μ) en het rollen over het grondoppervlak (korrels 500 - 1000 μ). Zijn de deeltjes gekit tot aggregaatjes dan worden deze grootten achtereenvolgens < 180, 180 - 1200 en 1200 - 2500 μ . In de categorie van deeltjes met een diameter 100 - 500 μ valt meer dan 50% van de minerale delen van deze Limburgse zandgrond, terwijl de fractie 16 - 100 μ ca 40% omvat. Het is dan ook duidelijk, dat wanneer deze grond eenmaal begint te stuiven, praktisch gesproken alle fracties wegstuiven. In de ondergrond treedt op enkele plaatsen een zekere mate van lemigheid, gekarakteriseerd door de fractie 16 - 50 μ van de minerale samenstelling, op. Dit wat fijner karakter komt eveneens tot uiting in het gemiddelde U- cijfer: 129, d.w.z. een zeer fijn zand. In de bouwvoor van de bemonsterde objecten komen geen lemige plekken voor. Waren ze eventueel oorspronkelijk wel aanwezig, dan zullen ze door menging met omliggende grond langzamerhand de lemige eigenschappen hebben verloren. Het nu en dan plaatselijk optreden van stagnerend water zal zijn oorzaak vinden in het fijnzandig karakter van deze grond met pleksgewijs wat lemige eigenschappen van de ondergrond.

De heterogeniteit van het proefveld, naast het reeds visueel opgemerkte vruchtbaarheidsverloop (zie paragraaf 2), bleek eveneens uit verschillen in granulaire samenstelling (zie bijlage B), in het bijzonder uit de spreiding van de fracties 75 - 105 en 105 - 150 μ .

Over het gehalte aan organische stof van de grond het volgende. Visueel opgemerkte kleurverschillen aan het grondoppervlak en de zônes van verschillende bouwvoordikten (zie het reeds vermelde verslag van Pelkmans) geven geen ruggesteun bij het beschouwen van de organische stofgehalten van de verschillende veldjes. Voorlopig ligt voor de hand de conclusie, met het onbehandeld object als basis, dat de bemesting met groenbemester en stalmest, in de genoemde hoeveelheden en gedurende de tijd dat dit proefveld is aangehouden, geen- of geen duidelijke verandering van het organische stofgehalte in de grond tengevolge heeft gehad. Bij het compost- en het combinatie (CGS)- object daarentegen,

volgens de analysegegevens, mag de toename duidelijk genoemd worden. In het laatstgenoemde geval (CGS- object) is men geneigd de verhoging van het organische stofgehalte eveneens toe te schrijven aan de werking van de compost.

Het is echter voorlopig niet geheel duidelijk in hoeverre het organisch materiaal, dat de compost bevat, hiervoor verantwoordelijk is. Met het oog op de hier gevolgde methode ter bepaling van de hoeveelheid organisch materiaal in de grond (methode Kurmies) mag gewezen worden op een publicatie van MEBIUS ^{*}, waarin duidelijk is gesteld, dat meer dan de helft van fijngemalen cokes door zwavelzuur - 96% - als onderdeel van de bepaling volgens Kurmies, wordt aangetast en zodoende in het analyseresultaat terecht komt.

Hoewel de huisbrandkool in de compost niet zo fijn verdeeld zal zijn als in het hierboven vermelde geval, mag zeker worden aangenomen, dat in het gehalte aan organische stof van de grond van het C- en het CGS- object een deel van de door sterk zwavelzuur aangetaste koolstof ligt opgesloten.

Het is dan ook wel zeker dat in het geval van het C- en het CGS- object niet gesproken mag worden van een duidelijke stijging van het organische stofgehalte van de grond, temeer daar een bepaling van dit gehalte (volgens Kurmies) aan het begin van de proef is achterwege gebleven.

4. De aggregatie van de grond.

Om enigszins georiënteerd te zijn omtrent de aggregatie van de gronden is het materiaal gezeefd. Om praktische redenen kon dit zeven niet in het veld worden gedaan.

De grond, die in jutezakken werd verzonden, is na aankomst, door schudden met de hand, gezeefd door zeven met een maaswijdte van 12- 13 en 5- 6 mm (zeefoppervlak ca 3/4 m²). Rekening houdend met de mogelijkheid, dat tijdens de verzending van de grond in de zakken een deel van de grotere aggregaten kan zijn kapot gedrukt, dienen de zeefresultaten met enig voorbehoud bekeken te worden. Deze resultaten worden gegeven in de tabel van bijlage C. Vóór het zeven zijn uit de grond monsters gestoken - behoudens enkele uitzonderingen - voor vochtbepaling, terwijl nadien eveneens de kruimels op vochtgehalte werden onderzocht. Uit de tabel blijkt, dat de objecten, welke na het zeven klaargemaakt werden voor een gelijktijdig onderzoek naar de stuifgevoeligheid van de grond, geen grote verschillen in vochtgehalte hadden; mogelijke verschillen in aggregatie konden dus niet teruggebracht worden op verschillen in vochtgehalte.

In bijlage C komt duidelijk uit, dat er van aggregatie in deze grond nauwelijks sprake is. De hoeveelheden kruimels > 12- 13 mm zijn, praktisch gesproken,

^{*} L.J. Mebius "The estimation of cellulose and household Coal in Town- refuse compost". The Analyst, the Journal of the Society for Analytical Chemistry, 1961, vol. 86, no. 1029, p.p. 821- 825.

verwaarloosbaar klein; het maximum van de gemiddelde getallen is 1,6%, het minimum is 0,9% van het uitgangsmateriaal. Ook de hoeveelheden kruimels $> 5 - 6$ en tevens $< 12 - 13$ mm zijn klein, maximaal gemiddeld 7,3%, minimaal 5,0% van het uitgangsmateriaal. De verschillen in aggregatie tussen de onbehandelde veldjes en de objecten met organische bemesting zijn evenmin duidelijk. Op grond van deze bepalingen kan dus gesteld worden, dat de voorziening van de grond met organisch materiaal gedurende de 7 jaren, dat dit proefveld is aangehouden, geen duidelijk aantoonbare verbetering van de aggregatie heeft gebracht. Uit de resultaten van de vochtbepalingen blijkt, dat, behoudens een enkele uitzondering (object G), het vochtgehalte in de kruimel wat hoger is dan dat van de gehele grondmassa. In het algemeen kan dit als normaal gelden daar de fijnere poriën van de stabielere aggregaten meer water kunnen vasthouden dan de lossere, omliggende grond.

Door onregelmatig indrogen van de grondvoorraden konden bij de objecten S en CGS geen aggregatiebepalingen worden uitgevoerd.

Het is niet duidelijk, waarom de vochtgehalten van de gronden van de beide veldjes van het G- object wat hoger waren dan de gemiddelde vochtgehalten van de kruimels in deze gronden. Mogelijk speelt ook hier een onregelmatige indroging van de betreffende grondvoorraden een rol.

5. De stuifgevoeligheid van de gronden. Het onderzoek in de windtunnel.

Bij de opstelling van het schema voor het onderzoek van de gronden in de windtunnel is uitgegaan van de gedachte, dat de voorbehandeling van de grondmonsters van invloed kan zijn op de stuifgevoeligheid ervan. Droog, los zand zal sneller door de wind geërodeerd worden dan wanneer ditzelfde zand na regen is opgedroogd. Wat de voorgeschiedenis van de grond in de praktijk betreft is gedacht aan ploegen en rollen en aan de regenval.

Door ploegen wordt in het algemeen een ruwer oppervlak verkregen. Hierdoor wordt de wind nabij het oppervlak meer afgeremd, wat een verhoging van de kritieke windsnelheid (de snelheid van de wind waarbij verstuiving begint op te treden) tengevolge heeft. Ook is de door ploegen omhoog gebrachte, vochtige grond, na drogen, minder stuifgevoelig, dan wanneer droog zand was opgeploegd.

Door rollen wordt het grondoppervlak vlakker. Hierdoor wordt de verticale windsnelheidsgradient nabij het grondoppervlak groter. Mede omdat door deze groundbewerking een deel van de grotere aggregaten - indien aanwezig - kan worden kapotgedrukt, kan hierdoor de grond stuifgevoeliger worden.

Droogt de grond na een regenbui dan is bij lichte gronden vaak een korstje aan het oppervlak te zien dat enige verhoging van de kritieke windsnelheid tot gevolg kan hebben.

De punten "rollen" en "regen" zijn voor deze grond niet onderzocht; hierop zal dan ook niet nader worden ingegaan. Het was namelijk mogelijk uit de ten dienste staande resultaten van het onderzoek, waarbij gedacht is aan ploegen, met voldoende zekerheid te kunnen concluderen omtrent de stuifgevoeligheid van deze grond.

a. Methode van onderzoek.

Bij de opzet van het onderzoek moest o.a. rekening worden gehouden met de ongecontroleerde stalmestgift, de variërende vochtigheid van de lucht en de voorbehandeling van de grond.

Door de reeds genoemde ongecontroleerde stalmesttoediening over een gehele rij van veldjes bestond de kans, dat de structuur van de grond zich zou hebben gewijzigd, met als gevolg, dat de stuifgevoeligheid eveneens een verandering had ondergaan. Het schema voor onderzoek in de windtunnel (zie tabel 2) is nu zo opgezet, dat de betreffende objecten met organische bemesting in elke rij van veldjes zijn vergeleken met het 0- veldje van deze rij. Hierdoor wordt ieder oorspronkelijk object gesplitst in twee objecten (met en zonder extra stalmest).

Het variërende vochtgehalte van de lucht tijdens het onderzoek in de windtunnel - hier gemeten als relatieve luchtvochtigheid in % - bleek een grote invloed uit te oefenen op de stuifgevoeligheid van een grond. Hierdoor was het noodzakelijk de grond van de verschillende objecten zoveel mogelijk gelijktijdig te onderzoeken. Daar slechts twee objecten tegelijkertijd in de tunnel onderzocht konden worden, was één hiervan steeds één der 0- veldjes.

In verband met de tijdsduur werd het onderzoek uitgevoerd volgens het schema gegeven in tabel 2; hierbij bleven verdere vergelijkingen tussen de objecten onderling achterwege. Indien de resultaten van het onderzoek een aanvulling in de juistgenoemde richting noodzakelijk zou maken, dan kon dit alsnog geschieden. Zoals echter verder zal blijken behoefde geen nader onderzoek plaats te vinden.

Tabel 2

Schema windtunnelonderzoek

niet geprogrammeerde stalmestgift over alle veldjes met even- nummering				geen extra stalmest op de veldjes met oneven- nummering			
object	veldje no.	object	veldje no.	object	veldje no.	object	veldje no.
-----	-----	0	10	0	1	-----	-----
-----	-----	0	10	0	1	-----	-----
-----	-----	-----	-----	0	1	C	3
C	12	0	10	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	0	1	G	9
G	2	0	10	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	0	1	S	7
S	16	0	10	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	0	1	CGS	13
CGS	6	0	10	-----	-----	-----	-----

↔ gelijktijdig onderzoek op stuifgevoeligheid in de windtunnel.

De hoeveelheden grond, die ter beschikking stonden voor dit onderzoek en de voorzieningen van opslag ervan, waren niet dusdanig, dat gedurende de betrekkelijk lange tijd die dit onderzoek vergde, het vochtgehalte van de grondvoorraad constant gelouden kon worden. Zo zijn de eerste proeven gedaan met grond, waarbij het vochtgehalte zich na de monstername, gedurende een zekere tijd van opslag, had ingesteld. Later, toen door verder indrogen dit vochtgehalte als beginpunt voor het onderzoek te laag werd, zijn de gronden bevochtigd tot het gemiddelde vochtgehalte van de eerste tijd na monstername. Het bleek dat deze voorbehandeling van de grond - het herbevochtigen - geen invloed heeft gehad op de resultaten van het onderzoek.

De vochtige grond van elk object werd uitgespreid op een 7-tal tabletten (tablet- opp. ca 35 x 120 cm²) en daar door harken enigszins geëgaliseerd; daarna werd in de breedterichting van het tablet een harkpatroon aangebracht dat het door ploegen ruw geworden oppervlak moest verbeelden. In een droogruimte met een constante temperatuur van ca 35 °C werd de grond vervolgens gedroogd en daarna in de onverwarmde windtunnelloods enkele dagen weggezet om zich aan te passen aan de daar heersende vocht- en temperatuur omstandigheden.

De te vergelijken objecten werden dan twee aan twee in de windtunnel geplaatst, elk object verdeeld over een ca 8½ m lange en 35 cm brede strook van 7 tabletten. Over elk paar van objecten werd vervolgens in de lengterichting een luchtstroom geleid, waarvan de snelheid (gemeten op 13 cm hoogte boven het oppervlak van de grond op de tabletten) telkens na 40 minuten werd verhoogd. Tenzij anders vermeld bedroegen de opeenvolgende windsnelheden: 4,7 - 5,3 - 5,7 - 6,4 - 6,9 - 7,4 - 8,1 - 8,6 - 9,0 - 9,4 en 10,0 m/sec. Gedurende de expositietijd van 40 minuten werden de tabletten tweemaal gewogen, eerst na 20 minuten, daarna aan het einde van elke expositietijd. Een enkele maal werd gedurende de laatste 20 minuten (verdeeld in 2 maal 10 minuten) 2 maal gewogen. Op deze wijze werd een beeld verkregen van de gewichtsveranderingen van de tabletten met grond, hetzij een gewichtsafname door het wegblazen van gronddeeltjes, dan wel een gewichtstoename door opname van vocht in de grond uit de er over stromende lucht.

b. Resultaten.

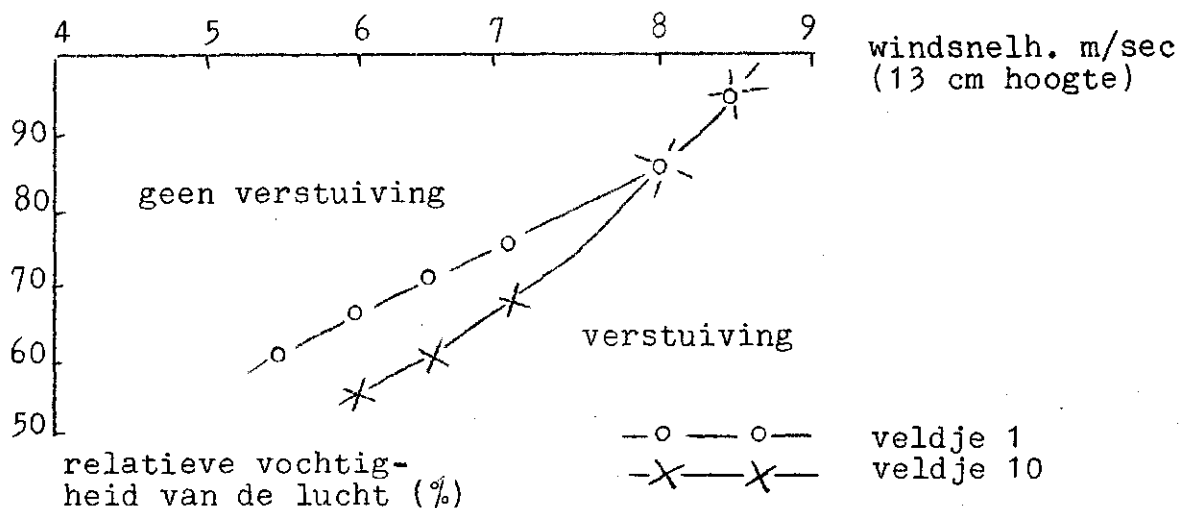
Om georiënteerd te zijn omtrent de stuifgevoeligheid van de grond van de beide 0- veldjes (nos. 1 en 10) zijn de beide gronden tweemaal tegelijkertijd onderzocht in de windtunnel. De eerste maal gebeurde dit bij een relatieve luchtvochtigheid, die aanmerkelijk lager was dan de tweede keer, toen het mistig was en zo nu en dan regende. Het resultaat is vermeld in Bijlage D. Bij de drogere lucht was de gemiddelde kritieke windsnelheid van de grond van veldje 1 7,5 m/sec, voor die van veldje 10 7,8 m/sec; de relatieve luchtvochtigheid op het moment dat in beide gevallen de kritieke windsnelheid werd bereikt bedroeg 65%. De windsnelheden werden gemeten op 13 cm hoogte boven het grondoppervlak.

Onder vochtige omstandigheden (relatieve luchtvochtigheid 90 - 96% - mist, regen) was de gemiddelde kritieke windsnelheid wat groter; voor de veldjes 1 en 10 was dit respectievelijk 8,1 en 8,2 m/sec (13 cm hoogte). Door tussentijdse wegingen van de tabletten met grond werd in het laatstgenoemde geval duidelijk een toename van het gewicht waargenomen. Door het vochtig worden van het grondoppervlak werd dit blijkbaar wat stabielier ten aanzien van verstuivingen.

Uit deze beide proeven bleek tevens, dat de grond van veldje 1 iets stuifgevoeliger was dan die van veldje 10. Niet alleen bleek dit uit het kleine verschil in gemiddelde kritieke windsnelheid, dat voor beide proeven in dezelfde richting lag, maar ook uit de verschillen in hoeveelheden verstoven grond. Bij de proef, waarbij de grond aan het oppervlak vocht uit de erover stromende lucht opnam, bleek uit de resultaten van de wegingen na iedere expositie van de grond aan de oplopende windsnelheden, dat de toename van het gewicht van de grond van veldje 10 steeds meer was dan die van veldje 1. De granulaire samenstellingen en de gehalten aan organische stof van beide gronden geven echter geen verschillen te zien die een mogelijke verklaring op dit punt kan geven; evenmin is duidelijk of de ongecontroleerde stalmentgift de oorzaak er van is.

De invloed van het vochtgehalte van de lucht op de gevoeligheid voor het stuiven van grond wordt nog duidelijker gedemonstreerd wanneer de resultaten van de verdere metingen aan grond van de 0- veldjes worden vergeleken. Op de bijlagen E 1, 2 en 3 en F 1 en 2 zijn de meest sprekende resultaten in tekening gebracht, waarbij ook het verloop van het relatief vochtgehalte van de lucht tijdens de proeven is aangegeven. Uit de figuren blijkt nu, dat voor de grond van veldje 1 (bijlage E) de kritieke windsnelheid in afhankelijkheid van het vochtgehalte kan variëren tussen 5½ en 8½ m/sec (13 cm hoogte). Voor de grond van veldje 10 (bijlage F) ligt de onderste grens iets hoger, te beginnen bij 6m/sec (13 cm hoogte). Dit kleine verschil in kritieke windsnelheid is er bij hogere, vergelijkbare, relatieve vochtgehalten van de lucht ook tot een waarde van ca 85%. (zie figuur 1)

Figuur 1 Kritieke windsnelheid in afhankelijkheid van het vochtgehalte van de lucht (%)



Het is niet zeker of dit kleine verschil in gevoeligheid voor stuiven aan de niet volgens plan gegeven stalmeest op veldje 10 te wijten is. Practisch gesproken echter heeft dit kleine verschil geen enkele waarde.

In de bijlagen G en H zijn de resultaten vermeld van proeven waarbij de grond van een veldje, dat organische mest had ontvangen, gelijktijdig is beproefd op stuifgevoeligheid t.o.v. de grond van een 0- veldje uit dezelfde veldjesrij. Er zijn kleine verschillen in kritieke windsnelheid gevonden tussen de gelijktijdig beproefde objecten. Hoewel deze verschillen voor de practijk geen rol spelen, dient toch het volgende te worden opgemerkt.

Door middel van een t- test werden de verschillen in kritieke windsnelheid tussen vergelijkbare tabletten van de beide, gelijktijdig beproefde objecten, op betrouwbaarheid getoetst. Het bleek nu, dat in een 4- tal gevallen de verschillen duidelijk waren (zie de laatste kolom van de bijlagen G en H).

De verschillen kunnen echter niet duidelijk verklaard worden uit de te dienste staande gegevens als granulaire samenstelling, gehalte aan organische stof, bouwvoordikte en visuele kleurwaarneming.

De hoeveelheden verstoven grond, zoals deze werden gemeten bij de verschillende proeven, zijn moeilijk met elkaar te vergelijken. Door verschillen in de niveaus van de kritieke windsnelheden - zie het behandelde over "vochtigheid van de lucht" hieronder - konden de windsnelheden, waarbij de totale hoeveelheden verstoven grond werden gemeten, niet op hetzelfde niveau gekozen worden. In het viertal gevallen dat de verschillen in kritieke windsnelheid een mate van betrouwbaarheid had tussen 90 en 100% (zie bijlagen G en H) bleek, dat naarmate de gemiddelde kritieke windsnelheid van de tegelijkertijd beproefde objecten hoger lag, de totale hoeveelheid verstoven materiaal minder was. Van deze 4 gevallen zijn er 3 waarbij de kritieke windsnelheid voor de grond van het 0- veldje hoger lag dan voor de met organisch materiaal behandelde veldjes. Dit laatste is in tegenspraak met hetgeen men zou verwachten. De gegevens, die ten dienste van dit onderzoek staan, zijn echter niet dusdanig, dat oorzaken of vermoedelijke oorzaken kunnen worden genoemd om het gestelde toe te lichten.

In welke mate de kritieke windsnelheid beïnvloed is door de vochtigheid van de lucht tijdens het doen van de proeven in de windtunnel kan duidelijk gedemonstreerd worden door de figuur in bijlage J gegeven. In deze figuur zijn de resultaten verwerkt van de proeven met gronden van alle objecten, welke van dit proefveld in onderzoek zijn genomen; de verschillen in kritieke windsnelheid tussen de beproefde objecten waren dermate klein, dat dit toelaatbaar moet worden geacht. Verder mag opgemerkt worden dat een enkele proef in de windtunnel (= vergelijking van een tweetal objecten) meestal niet binnen één etmaal afgerond kon worden; vaak waren twee dagen nodig, een enkele maal drie of vier. Het verloop van de proef tot het moment dat de kritieke windsnelheid werd bereikt, is beïnvloed door de weersveranderingen tijdens de proef en is zo ook van invloed geweest op het windsnelheidsniveau. Verondersteld wordt, dat deze "voorgeschiedenis", waarvoor nog moeilijk gecorrigeerd kan worden, mede tot uiting komt in de spreiding van de punten in de figuur.

De gemiddelde lijn die door de puntenzwerm getrokken kan worden doet echter wel duidelijk uitkomen, dat een relatief vochtgehalte van de lucht kleiner dan 70 - 75% een grote invloed uitoefenen kan op de kritieke windsnelheid voor deze grond, terwijl een hoger vochtgehalte dan de hierboven gegeven waarden dit niet doet.

In één geval is aan het begin van een proef, waarbij tegelijkertijd de grond van een veldje van het CGS- object en een 0- veldje werden vergeleken, een relatief vochtgehalte van de lucht geconstateerd van 40%. Het bleek, dat voor beide gronden een windsnelheid van ca 5 m/sec (13 cm hoogte) kritiek was; aangenomen mag worden, dat deze waarde ook bij nog lagere vochtgehalten van de lucht gehandhaafd blijft.

Hieruit mag geconcludeerd worden, dat voor deze grond de in de figuur van bijlage J getrokken lijn de vertikaal (lijn van de relatieve vochtgehalten) asymptotisch nadert bij de waarden van ongeveer 40 - 50%.

Samenvatting en conclusies.

Gedurende de 7 jaren dat het organische stofproefveld te Grubbenvorst (Gebr. Seegers, "Hoeve Maria", Heierhoeve-weg) is aangehouden is in totaal 77,4 ton compost en 80 ton stalmest/ha op de betreffende objecten toegediend. In dezelfde tijd is 3 x een groenbemester geteeld, waarvan 1 x het gewas is mislukt.

De bemesting met stalmest en groenbemester hebben het gehalte aan organische stof in de grond praktisch niet beïnvloed. Op het compost- en het combinatie-object daarentegen werd een duidelijk hoger gehalte aan organische stof gevonden. Aangetoond kon worden dat hiervoor de compost niet verantwoordelijk mag worden gesteld, maar een onderdeel van de bepalingsmethodiek. De aggregatie van de grond was zeer gering op het onbehandeld object. De behandelingen met organisch materiaal hebben deze, praktisch gesproken, niet beïnvloed.

Bij het onderzoek in de windtunnel bleek, dat er slechts kleine, praktisch te verwaarlozen verschillen waren in de gevoeligheid voor het stuiven van de grond, gekarakteriseerd door de kritieke windsnelheid. Over het algemeen bleek een wat grotere kritieke windsnelheid samen te gaan met een wat kleinere hoeveelheid verstoven grond.

Duidelijke verschillen in kritieke windsnelheid werden veroorzaakt door veranderingen in de luchtvochtigheid tijdens de proeven in de windtunnel. Bij de gevolgde werkwijze werd een verband gevonden tussen de relatieve vochtigheid van de lucht (%) en de kritieke windsnelheid voor deze zandgrond. Tussen relatieve luchtvochtgehalten van ca 50 à 55 en ruim 70% kan de kritieke windsnelheid voor deze grond variëren van ongeveer $5\frac{1}{2}$ tot $8\frac{1}{2}$ m/sec (13 cm hoogte), dit is van ruim 8 tot ongeveer 13 m/sec gemeten op standaardhoogte van 6 m. Boven een luchtvochtigheid van 70 tot 75% ondergaat de kritieke windsnelheid geen verandering meer; beneden een waarde van ca 50% blijkt, naar mag worden aangenomen, de kritieke windsnelheid van ca 5 - $5\frac{1}{2}$ m per sec (13 cm hoogte) gehandhaafd voor dit zand.

Door middel van een organische stofvoorziening van de grond, zoals hier toegepast, is op korte termijn dus geen

verbetering te verwachten van de gevoeligheid voor erosie van deze grond. Het blijkt, dat de vochtigheid van de lucht een veel grotere invloed op de stuifgevoeligheid van deze grond kan hebben dan de hier toegepaste voorzieningen met organische stof.

September 1964

Organische stofproefveld Grubbenvorst. Granulaire samenstellingen van de minerale delen en gehalten aan organische stof van de onderzochte veldjes

Object (laagdikte in cm)	veldje no.	gew.% van stof-		gew.% van minerale delen in de fracties												U- cijfer
		organ. stof	van stoff- lucht	16- 50 μ	50- 75 μ	75- 105 μ	105- 150 μ	150- 210 μ	210- 300 μ	300- 420 μ	420- 600 μ	600- 850 μ	850- 1200 μ	1200- 1700 μ		
Onbehandeld (Q) (ca 0-20 cm)	1	2,5	4,1	9,2	9,5	15,3	20,5	23,5	11,7	2,2	0,8	0,4	0,3		110	
	10	2,5	4,5	8,8	9,4	29,0	5,3	24,2	12,5	2,4	0,8	0,4	0,2		113	
gemiddeld		2,5	4,3	9,0	9,4	22,0	12,9	23,9	12,1	2,3	0,8	0,4	0,2		112	
Compost (C) (ca 0-20 cm)	3	3,2	4,9	9,6	9,6	19,0	14,9	11,2	12,6	2,6	1,0	0,8	0,5	0,1	112	
	12	3,0	4,8	9,0	9,4	25,7	7,8	22,0	13,1	2,8	1,1	0,7	0,5	0,1	112	
gemiddeld		3,1	4,8	9,3	9,5	22,4	11,4	21,6	12,8	2,7	1,0	0,8	0,5	0,1	112	
Groenbemer (G) (ca 0-20 cm)	9	2,5	4,3	8,6	9,8	22,1	13,0	22,7	12,1	2,4	1,0	0,6	0,4		110	
	2	2,5	4,8	7,9	9,2	31,4	4,7	25,1	11,4	2,1	0,7	0,4	0,2	0,1	111	
gemiddeld		2,5	4,6	8,2	9,5	26,8	8,8	23,9	11,8	2,2	0,9	0,5	0,3		110	
Stalmest (S) (ca 0-20 cm)	7	2,8	4,7	9,2	9,6	22,2	10,5	23,1	12,8	2,7	1,2	0,8	0,4		111	
	16	2,5	4,4	8,9	9,3	15,5	18,1	24,9	12,0	2,6	0,9	0,5	0,4		108	
gemiddeld		2,6	4,6	9,0	9,5	18,9	14,3	24,0	12,4	2,6	1,1	0,6	0,4		110	
Combinatie CGS (ca 0-20 cm)	13	2,9	4,4	9,2	9,0	14,1	20,0	22,5	12,7	2,8	1,1	0,8	0,5		108	
	6	2,9	4,4	9,0	9,0	21,6	12,4	22,8	12,3	2,8	1,2	0,9	0,6	0,1	110	
gemiddeld		2,9	4,4	9,1	9,0	17,9	16,2	22,6	12,5	2,8	1,2	0,8	0,6		109	
over alle objecten gemiddeld		2,7	4,6	8,9	9,4	21,6	12,7	23,3	12,3	2,5	1,0	0,6	0,4		111	
geel ondergronds-zand (ca 20-40 cm)		0,4	6,7	13,9	10,4	24,0	7,3	22,1	11,9	2,1	0,6	0,3	0,3		129	

Aggregatie van de gronden

object	veldje no.	hoeveelheid kruimels in % van uitgangsmateriaal		object	veldje no.	hoeveelheid kruimels in % van uitgangsmateriaal	
		>12-13 mm	>5-6 en <12-13 mm			>12-13 mm	>5-6 en <12-13 mm
0	10	1,3 1,0 1,1	4,4 geen waarn. 6,1	0	1	0,6 1,2 1,0	7,0 6,2 5,6
gemiddeld		1,1	5,2	gemiddeld		0,9	6,3
0	10 (8,0)*	1,7 (8,5) 1,6 (9,0) 1,2 (8,1) 1,9 (10,7)	5,2 (8,8) 5,9 (8,9) 6,5 (8,8) 6,0 (8,9)	C	12 (9,0)*	0,8 (9,6) 2,1 (9,1) 1,3 (12,7) 1,6 (9,4)	3,8 (11,2) 5,4 (10,6) 4,7 (10,6) 7,3 (10,5)
gemiddeld		1,6 (9,1)	5,9 (8,8)	gemiddeld		1,4 (10,2)	5,3 (10,7)
0	10 (7,2)*	2,1 (7,3) 1,8 (7,5) 1,6 (7,4) 1,1 (7,0)	7,7 (7,7) 8,3 (7,2) 7,8 (7,3) 5,4 (7,8)	G	2 (6,4)*	1,5 (6,5) 1,5 (5,2) 1,2 (5,7) 1,0 (5,1)	5,1 (7,0) 5,2 (5,2) 4,9 (5,7) 4,9 (6,4)
gemiddeld		1,6 (7,3)	7,3 (7,5)	gemiddeld		1,3 (5,6)	5,0 (6,1)
0	1 (9,4)*	1,1 (10,3) 1,2 (10,1) 1,0 (9,9)	4,5 (10,3) 5,8 (10,3) 7,0 (10,5)	C	3 (10,6)*	1,4 (15,0) ----- 1,1 (14,6)	5,6 (12,9) ----- 5,6 (13,0)
gemiddeld		1,1 (10,1)	5,8 (10,4)	gemiddeld		1,2 (14,8)	5,6 (13,0)
0	1 (6,9)*	1,8 (8,9) 1,2 (6,8) 1,1 (6,3) 1,0 (6,5)	5,8 (7,6) 6,8 (6,5) 6,7 (6,9) 6,5 (6,8)	G	9 (7,6)*	1,4 (7,4) 0,9 (7,2) 1,5 (7,3) 1,6 (7,6)	5,5 (6,8) 6,4 (7,2) 4,6 (7,9) 7,3 (6,8)
gemiddeld		1,3 (7,1)	6,3 (7,0)	gemiddeld		1,4 (7,4)	6,0 (7,2)

In de tabel zijn naasr elkaar geplaatst de objecten die ook gelijktijdig in de indtunnel zijn vergeleken.

)* : vochtgehalte van de grond (gew. %) vóór het zeven

) : vochtgehalte van de kruimels (gew. %)

Stuifgevoeligheid van beide nulobjecten bij tamelijk droge en vochtige lucht

object	veldje no.	kritieke windsnelh. m/sec. (13 cm hoogte) voor de tabellen (nos. 1 t/m/7)							gemidd kritieke windsnelh. m/sec. (13 cm hoogte)	relat. vochtgeh. v.d. lucht (%) waarbij de kritieke windsnelh. werd bereikt (ca)
		1	2	3	4	5	6	7		
0	1	7,5 (-15)	7,5 (-30)	7,5 (-95)	7,5 (-270)	7,5 (-490)	7,5 (-970)	7,5 (-1830)	7,5	65
0	10	8,0 (-5)	7,5 (-10)	8,0 (-5)	8,0 (-15)	8,0 (-30)	7,5 (-95)	7,5 (-280)	7,8	
0	1	8,5 (+25)	8,0 (+27)	8,0 (+22)	8,0 (+22)	8,0 (+20)	8,0 (+17)	8,0 (+19)	8,1	95
0	10	8,5 (+20)	8,5 (+30)	8,5 (+30)	8,0 (+22)	8,0 (+24)	8,0 (+32)	8,0 (+24)	8,2	

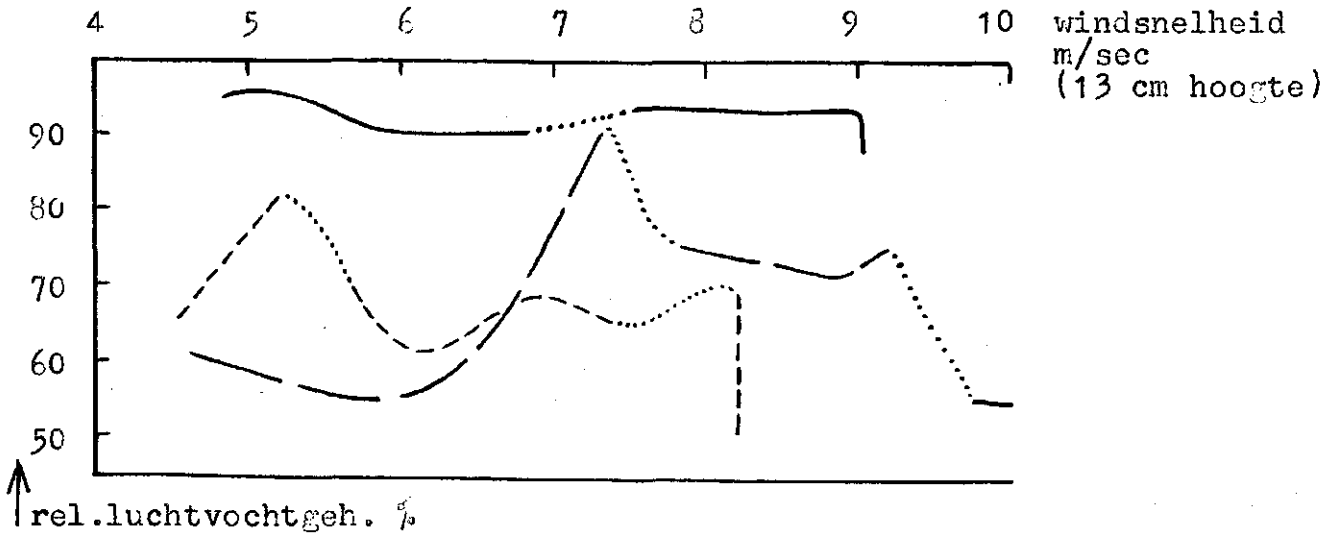
← : windrichting over de tablettenserie (nos. 1 t.e.m. 7).
 (-15) : totale gewichtsafname in gram (= hoeveelh. verstoffen grond) per tablet met grond t.e.m. een windsnelheid van 8,5 m/sec. (13 cm hoogte)

(+25) : totale gewichtstoename in gram door vochtopname van de grond uit de overstromende lucht t.e.m. een windsnelheid van 8,5 m/sec. (13 cm hoogte)

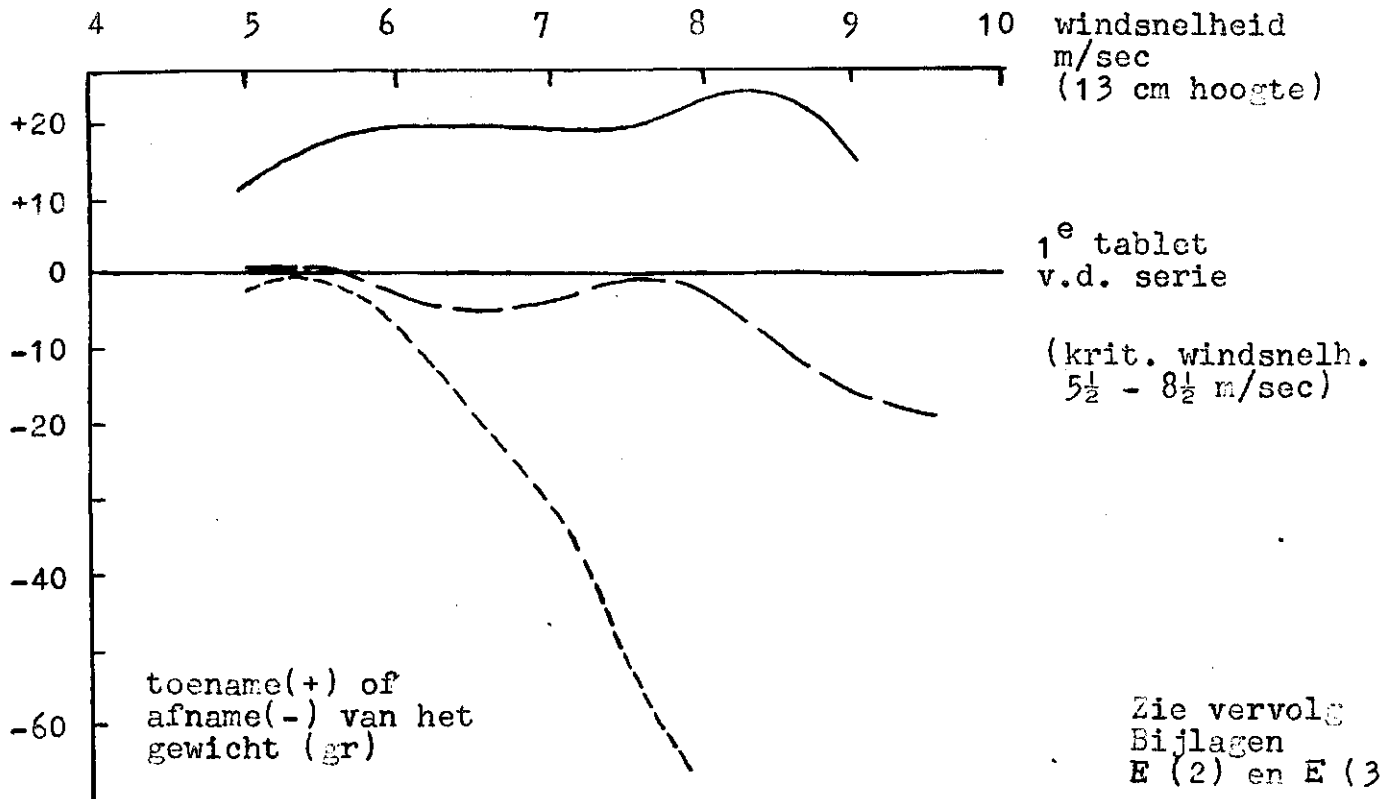
Grond van veldje 1
(0- object)

Verloop van de relatieve luchtvochtigheid tijdens de proeven in de windtunnel variërend van 55- 96 %

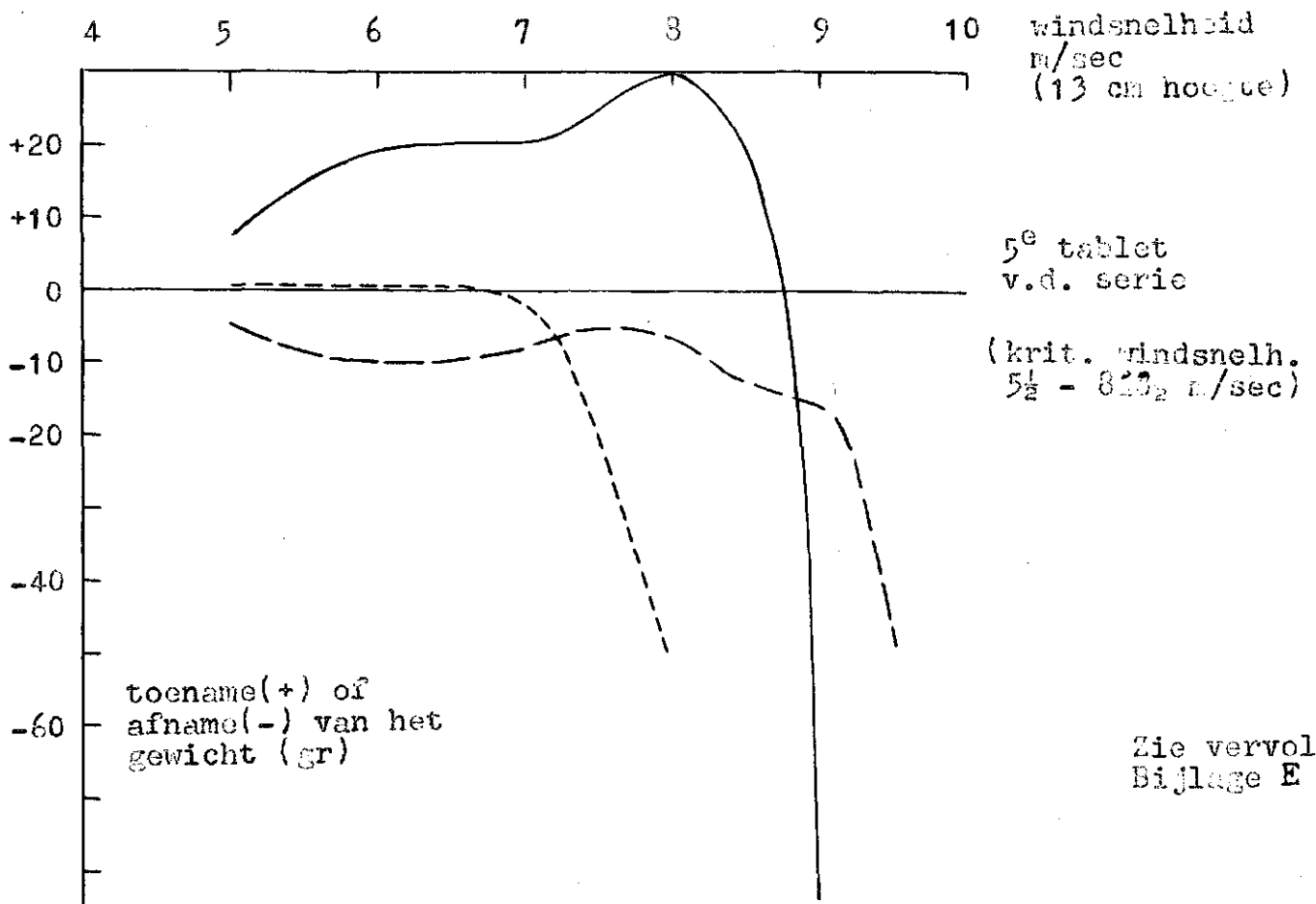
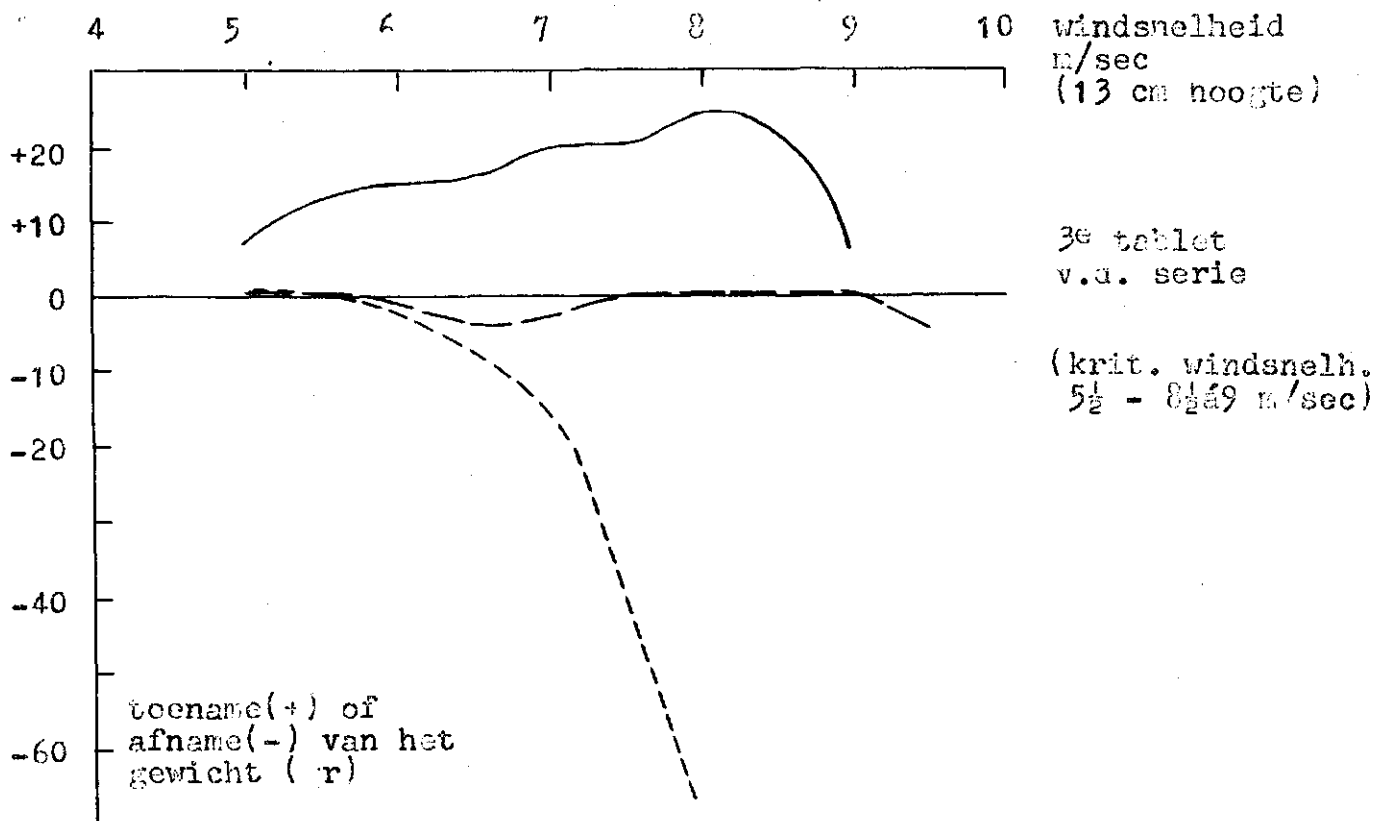
==== verschillende tijdstippen



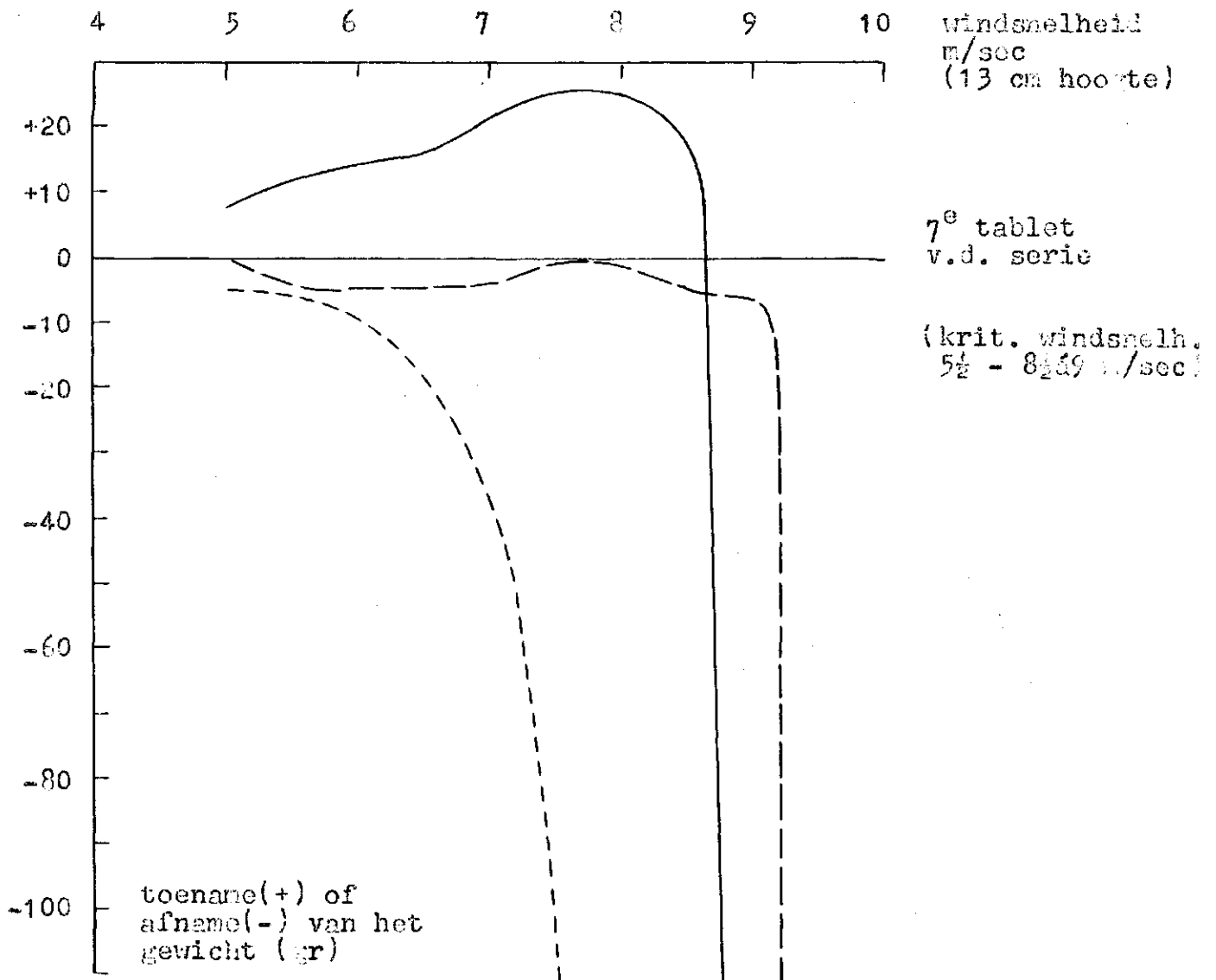
Gewichtstoe- of afname van de tabletten met grond bij oplopende windsnelheden (3- tal windtunnelproeven op verschillende tijdstippen)



Zie vervolg
Bijlagen
E (2) en E (3)



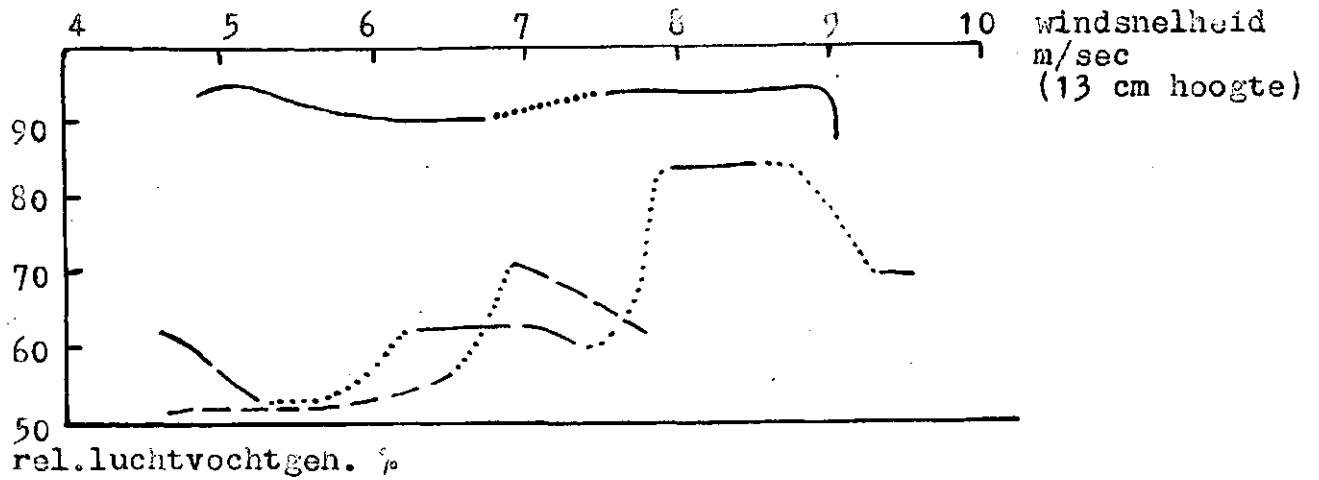
Zie vervolg
Bijlage E (3)



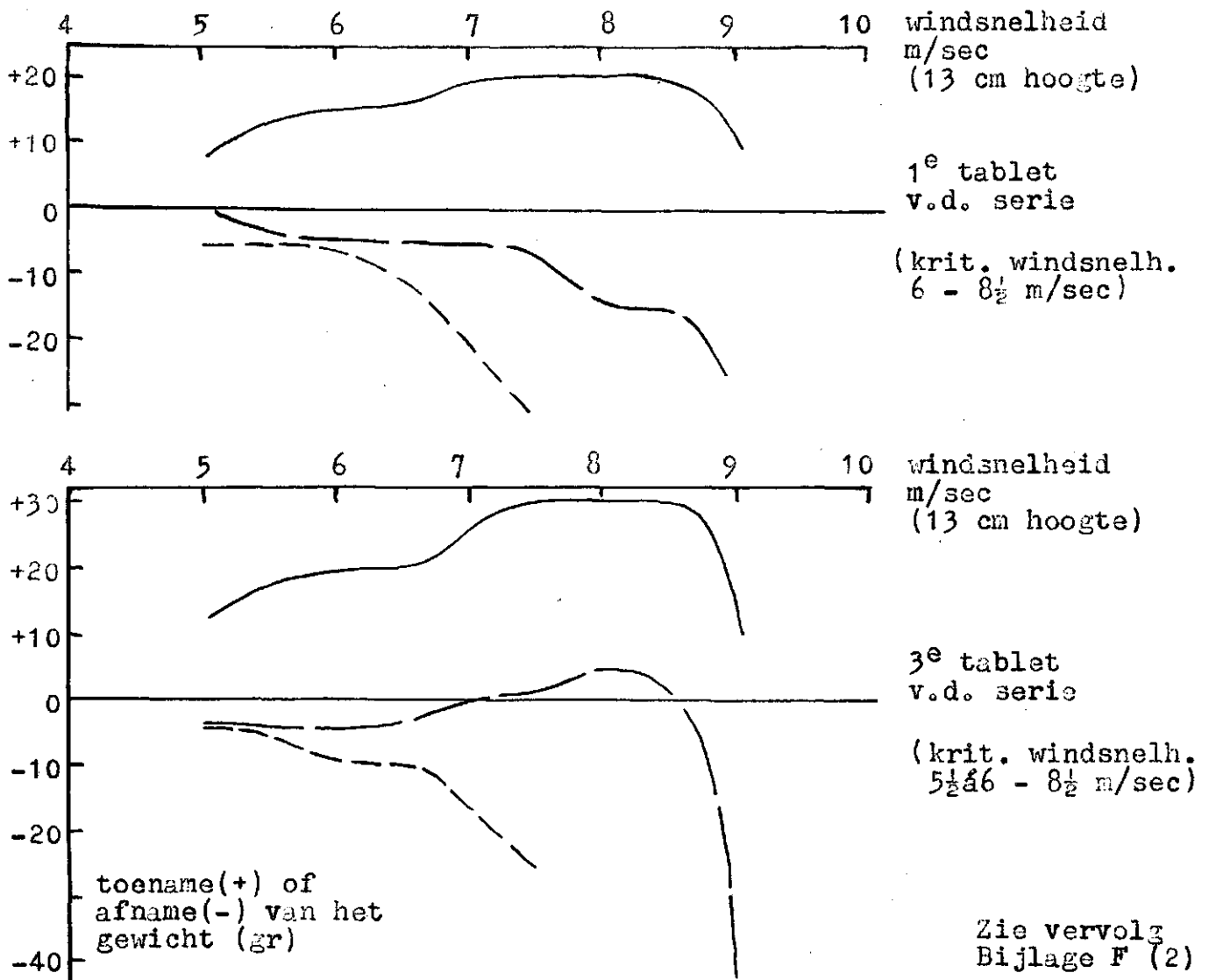
Grond van veldje 10
(0- object)

Verloop van de relatieve luchtvochtigheid tijdens de proeven in de windtunnel variërend van 52- 96 %

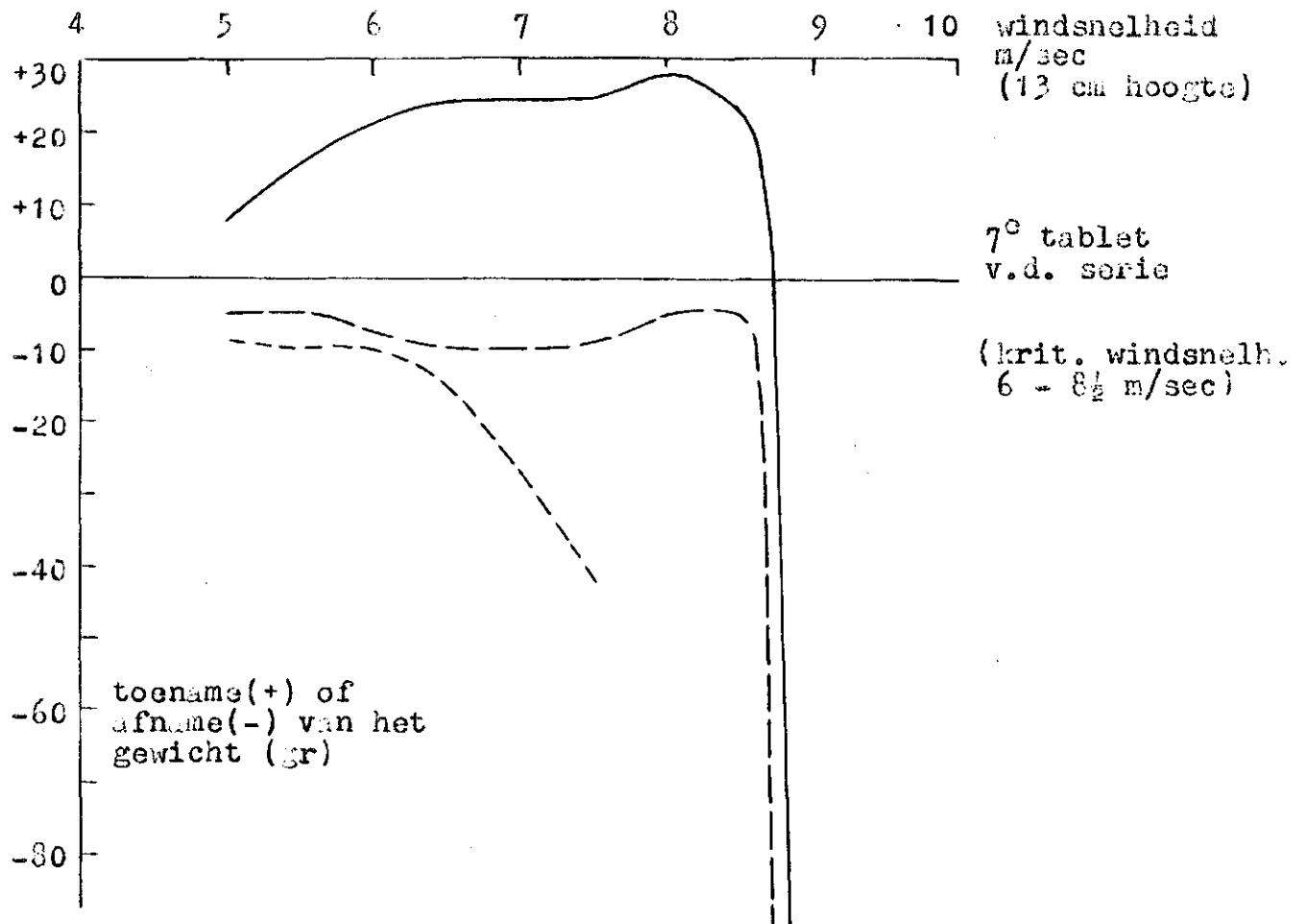
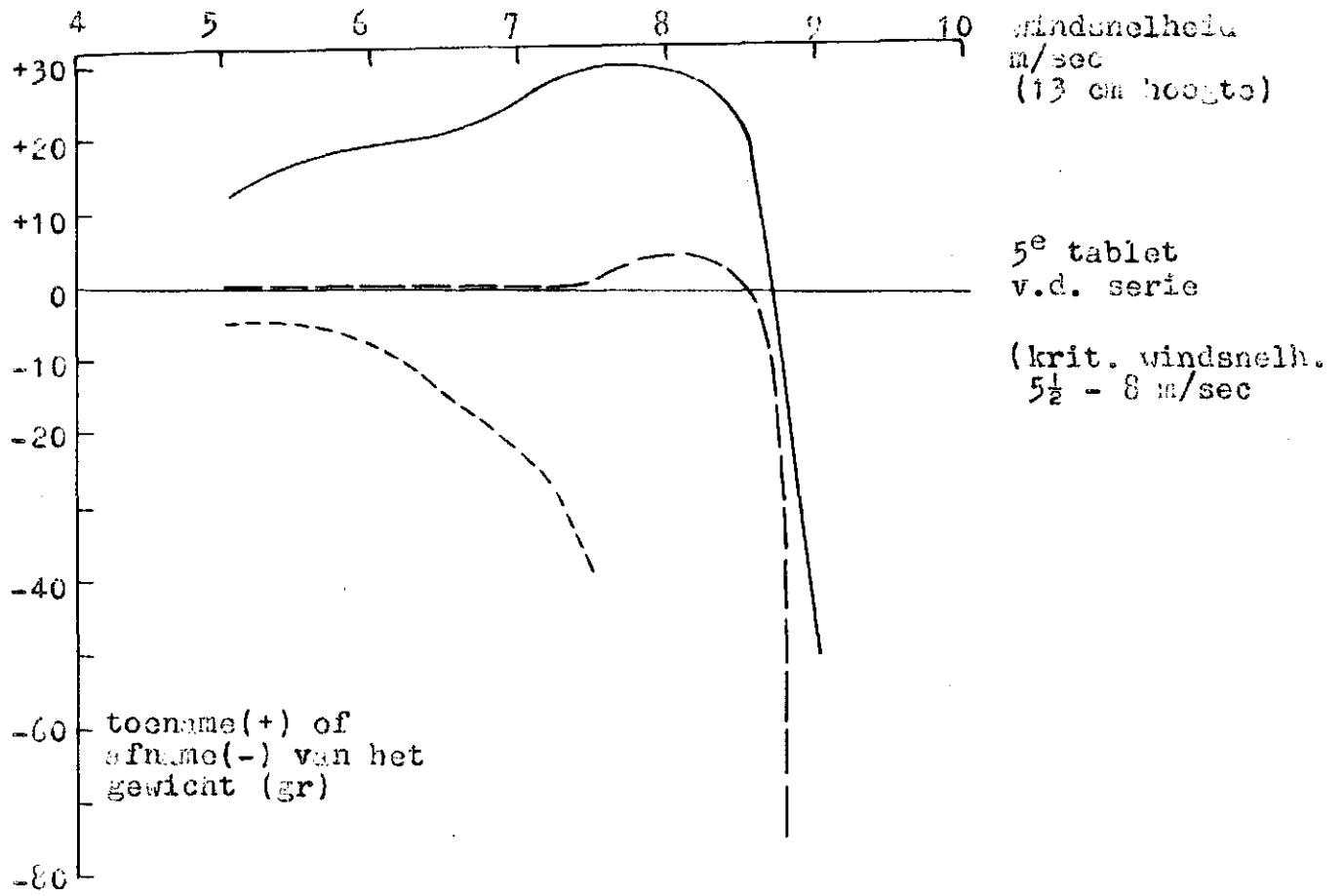
==== verschillende tijdstippen



Gewichtstoe- of afname van de tabletten met grond bij olopende windsnelheden (3-tal windtunnelproeven op verschillende tijdstippen)



Zie vervolg
Bijlage F (2)



Ob- ject	Veld- je no.	windrichting over de tablettenserie							gemidd. kri- stieke wind- snelh.m/sec. 13 cm hoogte	relatief vochtgeh. v.d.lucht (%) waar- bij kri- stieke wind- snelh.werd bereikt	windsnelh. waarbij to- tale hoe- veelh.ver- stoven grond (gr) som v.d.per tablet hoe- veelheid verstoven grond	totale hoe- veelh.ver- stoven grond (gr)	betrouwbaar- h.niveau v.d. verschillen in krit.wind- snelh.(gelijk- waardige ta- bletten) tus- sen 2 gelijk- tijdig be- proefde objec- ten
		1	2	3	4	5	6	7					

0	1	6,5 (30)	7,0 (45)	6,5 (50)	6,5 (65)	7,0 (75)	6,5 (70)	6,5 (150)	68	8,0	485	niet betrouwbaar
0	3	6,5 (30)	6,5 (40)	7,0 (50)	7,0 (30)	6,5 (120)	7,0 (145)	7,0 (285)	65		700	

0	1	5,5 (68)	5,5 (63)	5,5 (69)	6,0 (85)	6,5 (50)	5,6 (126)	5,5 (220)	65	8,0	681	niet betrouwbaar
G	9	5,0 (78)	5,5 (94)	5,0 (142)	5,0 (200)	5,2 (310)	6,5 (295)	6,0 (350)	68		1469	

0	1	7,7 (18)	8,7 (19)	9,0 (6)	8,5 (9)	8,8 (48)	8,8 (145)	8,8 (435)	73	9,5	680	90% betrouwbaar
S	7	7,4 (59)	8,5 (39)	9,0 (60)	8,7 (185)	8,5 (430)	7,7 (925)	8,0 (1620)	75		3318	

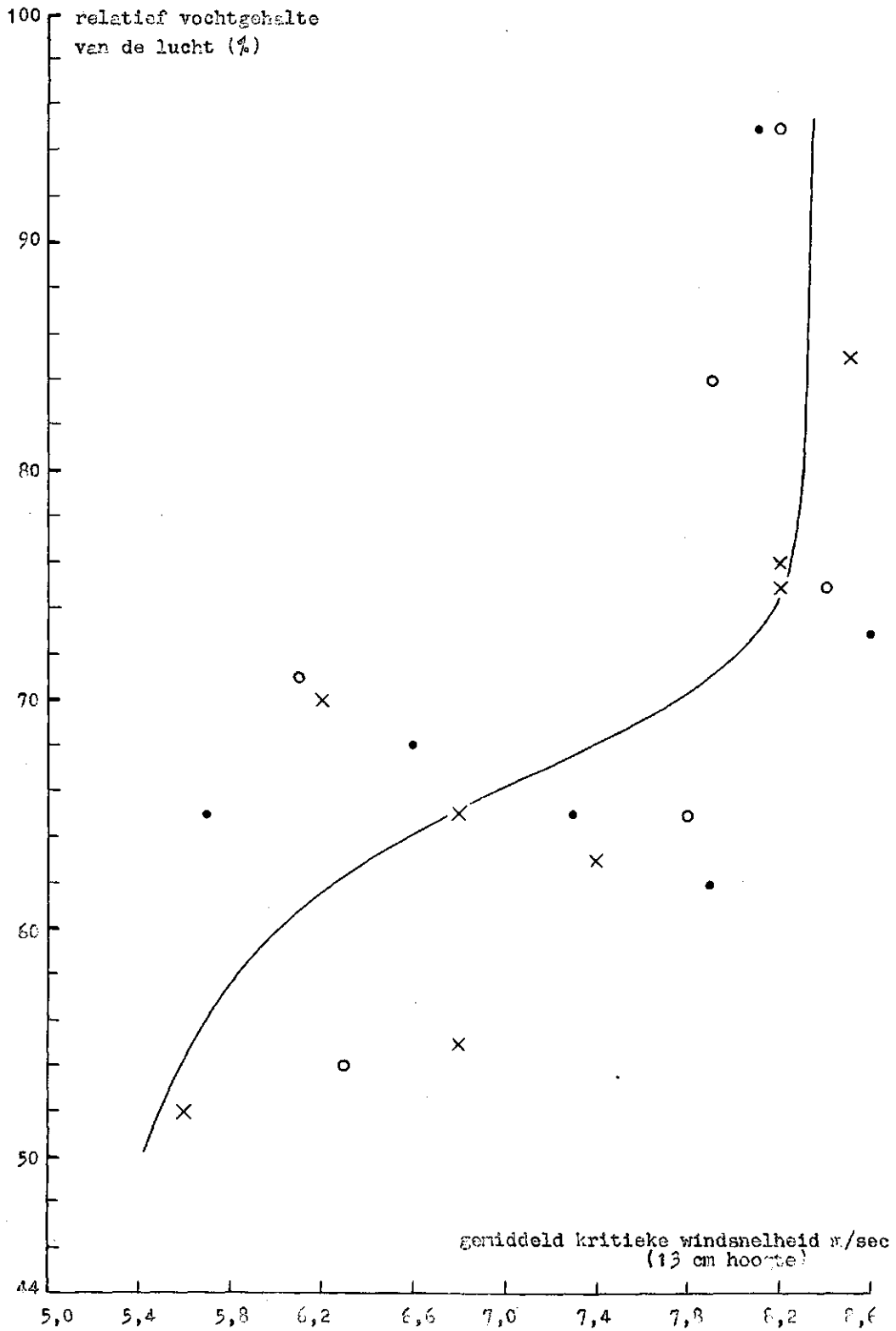
0	1	7,5 (25)	8,0 (5)	8,0 (5)	8,0 (20)	8,0 (50)	8,0 (175)	7,8 (525)	62	9,5	805	99 à 100% betrouwbaar
CG3	13	7,0 (60)	7,5 (85)	7,5 (150)	7,3 (395)	7,5 (710)	7,5 (1135)	7,8 (1735)	63		4270	

(--): totaal gewicht van de verstoven hoeveelheid grond in grammen per tablet bij oplopende windsnelheid t.e.m. *) m/sec. gemeten op 13 cm hoogte.

Ob- ject	Veld- je no.	windrichting over de tablettenserie ↑ kritieke windsnelheid m/sec (13 cm hoogte) voor de tabletten							gemidd. kri- tieke wind- snelh. m/sec. 13 cm hoogte	relatief vochtgeh. v. d. lucht (%) waar- bij kri- tieke wind- snelh. werd bereikt	windsnelh. waarbij to- tale hoe- veelh. ver- stoven is gemeten	totale hoe- veelh. ver- stoven (gr) som v. d. pers- n. (gr) tablett. hoe- veelheid verstoven grond	betrouwbaar- h. niveau v. d. verschillen in krit. wind- snelh. (gelijk- waardige ta- bl. tuss. 2 gelijktijdig beproefde ob- jecten)
		1	2	3	4	5	6	7					
0	10	5,8 (25)	6,5 (20)	6,3 (35)	6,0 (40)	6,3 (45)	6,3 (40)	5,7 (90)	6,1	71	7,4	(295)	niet betrouwbaar
C	12	5,8 (25)	6,5 (10)	6,3 (25)	6,5 (30)	6,3 (55)	5,8 (100)	6,0 (170)	6,2	70		(415)	
0	10	5,8 (32)	6,5 (13)	6,5 (26)	6,5 (21)	5,8 (39)	7,0 (6)	6,0 (42)	6,3	54	7,5	(179)	100% betrouwbaar
G	2	5,3 (56)	5,8 (36)	6,0 (66)	6,0 (90)	5,3 (175)	5,8 (190)	5,3 (380)	5,6	52		(993)	
0	10	7,9 (24)	7,9 (19)	9,0 (5)	8,3 (15)	9,0 (10)	7,9 (37)	9,0 (84)	8,4	75	10,0	(194)	niet betrouwbaar
S	16	8,3 (29)	8,3 (35)	8,7 (45)	8,7 (106)	8,3 (315)	9,0 (190)	8,6 (1680)	8,2	76		(3000)	
0	10	7,0 (60)	8,0 (65)	8,0 (185)	8,0 (400)	8,0 (870)	8,0 (1385)	8,5 (2315)	7,9	84	9,4	(5280)	98 à 99% betrouwbaar
CGS	6	8,5 (20)	8,5 (70)	8,5 (85)	8,5 (230)	8,5 (610)	8,5 (1190)	8,5 (2170)	8,5	85		(4375)	

(--): totaal gewicht verstoven hoeveelheid grond in grammen p. tablet bij oplopende windsnelheid t.e.m. (*) m/sec. gemeten op 13 cm hoogte

Verband tussen gemiddelde kritieke windsnelheid en relatief vochtgehalte van de lucht



- : 0- object, veldje 1
- : 0- object, veldje 10
- X : veldjes met organische bemesting