

60

60

J 1993
w 18

Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie bij mesttoediening

Het effect van sleufafstand bij de
zodebemester en strookafstand bij de
sleepvoetenmachine

E.M. Mulder
J.M.G. Hol

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Materiaal en methode	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Opzet	3
2.3	Uitvoering	4
3	Resultaten zodebemester	6
3.1	Algemeen	6
3.2	Bodem- en gewasgesteldheid	6
3.3	Weersomstandigheden	6
3.4	Mestsamenstelling	6
3.5	Ammoniakemissie	7
4	Resultaten sleepvoetenmachine	9
4.1	Algemeen	9
4.2	Bodem- en gewasgesteldheid	9
4.3	Weersomstandigheden	9
4.4	Mestsamenstelling	9
4.5	Ammoniakemissie	10
4	Discussie	12
5	Conclusies	14
	Literatuur	15
Bijlage I	Micrometeorologische massabalansmethode	16
Bijlage II	Weersomstandigheden tijdens het experiment - zodebemester -	19
Bijlage III	Emissiesnelheid per monsterperiode - zodebemester -	22
Bijlage IV	Schema proefvelden 2 t/m 5 juni 1993	24
Bijlage V	Weersomstandigheden tijdens het experiment - sleepvoetenmachine -	25
Bijlage VI	Emissiesnelheid per monsterperiode - sleepvoetenmachine -	28

1 Inleiding

In opdracht van de begeleidingscommissie voor het intensiveringsonderzoek heeft de veldmeetploeg, die door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is ingesteld, onderzoek verricht naar de invloed van de afstand tussen de sleuven bij mesttoediening met de zodebemester en de afstand tussen de stroken mest bij het gebruik van de sleepvoetenmachine op de ammoniakemissie.

Bij eerdere experimenten van de veldmeetploeg werd gebruik gemaakt van zodebemesters en sleepvoetenmachines met een afstand van ca. 20 cm tussen de elementen die de mest doseren. Omdat zodebemesters en sleepvoetenmachines op de markt kwamen met andere afstanden tussen de elementen, ontstond de vraag in hoeverre deze afstand de ammoniakemissie beïnvloedt. Bij een kleinere afstand tussen de meststroken zal mogelijk het emitterend oppervlak worden vergroot, waardoor de emissie zou kunnen toenemen. In dit rapport worden twee experimenten beschreven, waarbij respectievelijk bij de zodebemester het verschil tussen sleuafstanden van 15 en 22 cm en bij de sleepvoetenmachine tussen 15 en 25 cm werd onderzocht. Alle waarnemingen werden in duplo uitgevoerd. Bij de zodebemester met een sleuafstand van 15 cm is het aantal sleuven 47% groter dan bij een sleuafstand van 22 cm. Bij de sleepvoetenmachine is het aantal stroken bij een afstand tussen de stroken mest van 15 cm 67% groter dan bij een strookafstand van 25 cm.

Dit rapport doet verslag van afzonderlijke experimenten en geldt daarom slechts voor de omstandigheden waaronder is gemeten.

2 Materiaal en methode

2.1 Inleiding

De ammoniakemissie werd bepaald met behulp van de micrometeorologische massabalansmethode. In het kort komt deze methode neer op het meten van het verschil tussen aan- en afvoer van ammoniak over een bemest veld. De proefvelden zijn bij benadering cirkelvormig en hebben een oppervlakte van ca. 0,15 hectare. Voor deze meetmethode zijn concentratie- en windsnelheidsmetingen op een aantal hoogten nodig. In Bijlage I wordt een toelichting op deze methode gegeven.

Door per experiment gelijktijdig op een aantal velden de ammoniakemissie te meten, konden de emissies van mest toegediend met respectievelijk de zodebemester en de sleepvoetenmachine, beide met variërende afstand tussen de elementen, onderling worden vergeleken. De ammoniakemissie wordt uitgedrukt als percentage van de opgebrachte hoeveelheid ammonium- en totaalstikstof.

2.2 Opzet

Factoren die de emissie kunnen beïnvloeden moesten voor de proefvelden zoveel mogelijk gelijk worden gehouden. De experimenten werden ongeveer gelijktijdig gestart, zodat verschillen in weersinvloeden op de individuele metingen konden worden uitgesloten. Uit voorgaand onderzoek met de massabalansmethode bleek dat de emissiesnelheid direct na het verspreiden van de mest hoog is (Pain en Klarenbeek, 1988). Om het verloop van de emissie te meten moeten de monsternameperiodes direct na de mesttoediening kort zijn. Hierna neemt de emissiesnelheid snel af en kan op langere monsterperiodes worden overgegaan. Vaak is de tweede dag nog het verschil tussen de emissie overdag en 's nachts te zien. In het algemeen treedt 80-90% van de totale emissie in de eerste 48 uur op (Döhler, 1991). Na 96 uur na het uitrijden is de emissie nihil (Bus-sink et al., 1990). Op de eerste dag werd de mest 's ochtends uitgereden, waarna de monsters werden gewosseld volgend het schema:

Eerste dag: 0-½ uur, ½-1½ uur, 1½-3 uur, 3-6 uur, 6 uur-schemering, schemering-24 uur;

Tweede dag: 24-48 uur;

Derde dag: 48-72 uur;

Vierde dag: 72-84 uur.

Zodebemester

Het experiment vond plaats in week 18 (4 t/m 10 mei 1993) op grasland van het IMAG-DLO-proefbedrijf 'de Vijf Roeden' in Duiven. Dit is een melkveehouderijbedrijf, waar de mest onder de stallen wordt opgeslagen. De gebruikte mest was van dit bedrijf afkomstig. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de gebruikte machines en de bijbehorende kenmerken. In de proef werd gebruik gemaakt van twee zodebemers met verschillende werkbreedtes. Bij het uitzetten van de proefvelden is ervoor gezorgd dat alle velden uit evenveel banen bestonden, zodat op elk veld evenveel sporen werden gemaakt. Hierdoor werden de velden 1 en 2 groter dan de velden 3 en 4.

Tabel 1. Opzet van het experiment in week 18 1993.

Veld	Toedieningstechniek	Sleufafstand [cm]	Kenmerken	Geplande gift [m ³ /ha]
1-2	Zodebemester	15	werkbreedte 6,3 m	20
3-4	Zodebemester	20	werkbreedte 5,4 m	20

Sleepvoetenmachine

Het experiment vond plaats in week 22 (2 t/m 5 juni 1993) op grasland van het IMAG-DLO-proefbedrijf 'de Vijf Roeden' in Duiven. De gebruikte mest was van dit bedrijf afkomstig. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de gebruikte machines en kenmerken. Bij het experiment werd gebruik gemaakt van twee sleepvoetmachines met dezelfde werkbreedte.

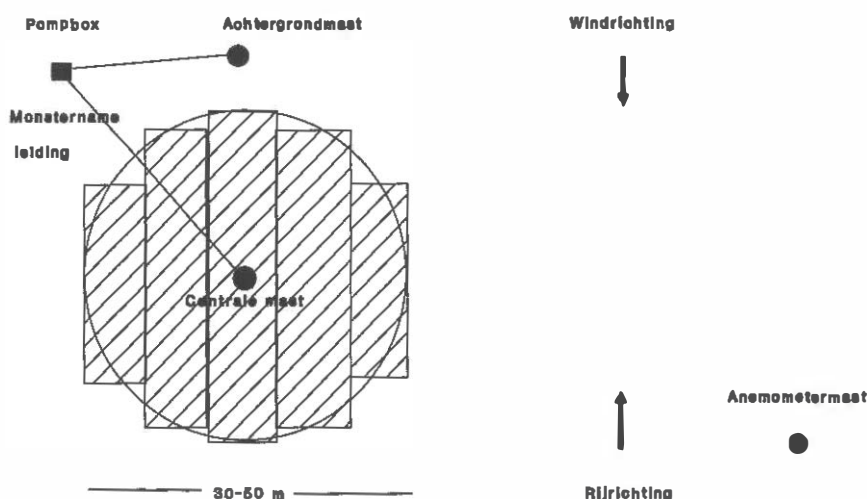
Tabel 2. Opzet van het experiment in week 22 1993.

Veld	Toedieningstechniek	Strookafstand [cm]	Kenmerken	Geplande gift [m ³ /ha]
1-2	Sleepvoetenmachine	15	werkbreedte 4,5 m	20
3-4	Sleepvoetenmachine	25	werkbreedte 4,5 m	20

2.3 Uitvoering

In Figuur 1 is een schema van de proefopstelling gegeven. In deze figuur staan ook de posities van de pompbox, de achtergrond- en centrale mast. Nadat de helft van een proefveld was uitgereden werd de centrale mast geplaatst en de meting gestart. Met deze mast werd de ammoniakconcentratie bepaald in de lucht die over een afstand met de lengte van de straal van het veld ging. Met de achtergrondmast, die bovenwinds van de centrale mast stond, werd de achtergrondconcentratie gemeten. In de masten waren op verschillende hoogten gaswasflessen met salpeterzuur als opvangvloeistof bevestigd. Met behulp van de pomp werd lucht door de wasflessen gezogen, waarbij de ammoniak in het salpeterzuur achterbleef. In het laboratorium van het IMAG-DLO werd na de meetperiode met een ionchromatograaf (Waters, protein-pak kolom sp 5pw) de hoeveelheid ammonium in het salpeterzuur bepaald.

Uit deze hoeveelheid en de flow door de wasfles die voor en na een monsternamperiode werd gemeten, werd de ammoniakconcentratie in de lucht berekend. Uit de windsnelheid op verschillende hoogten en de gemeten concentratie werd vervolgens de hoeveelheid ammoniak berekend die uit de mest was vervluchtigd.



Figuur 1. Schema van een proefveld voor de micrometeorologische massabalansmethode.

Voor het uitrijden van de mest werden vier monsters genomen. De mestmonsters werden geanalyseerd op het gehalte aan ammoniumstikstof, totaalstikstof, fosfor, kalium, pH, droge stof, ruw as en vluchtige vetzuren.

Voor een goede beschrijving van de meetomstandigheden werd de vochtigheid van de bodem bepaald. Het bodemvochtgehalte werd op basis van droog gewicht bepaald. Van de bovenste 5 cm van de bodem werden per proefveld ca. 30 monsters gestoken, die minstens 24 uur bij 105°C werden gedroogd. Gedurende de hele meetperiode werden de volgende meteorologische gegevens continu geregistreerd (hoogte t.o.v. maaiveld):

- windsnelheid op 0,3; 0,4; 0,9; 1,4; 2,4 en 3,6 m hoogte;
- windrichting op 3,9 m hoogte;
- hoeveelheid neerslag op 40 cm hoogte;
- luchttemperatuur op 0 cm, 5 cm en 1,5 m hoogte;
- bodemtemperatuur op 5 cm diepte;
- luchtvochtigheid op 1,5 m hoogte;
- globale straling op 1,5 m hoogte.

3 Resultaten zodebemester

3.1 Algemeen

Op de eerste dag van het experiment (4 mei 1993) werden de vier proefvelden tussen 8:40 en 9:10 uur bemest. Op alle velden lag de mest in de sleuven. De oppervlaktes van de velden 3 en 4 waren 0,14 ha en door de grotere werkbreedte waren die van de velden 1 en 2 waren groter: respectievelijk 0,20 en 0,19 ha.

3.2 Bodem- en gewasgesteldheid

De grondsoort waarop de proefvelden lagen, wordt als komklei geklassificeerd. De bodem zag er droog uit met af en toe scheuren en was erg hard. Het bodemvochtgehalte van de toplaag van 5 cm varieerde tussen 26-31%.

Het gras was in de week voor het experiment gemaaid. De hoogte varieerde van 4-11 cm en was gemiddeld 7 cm (48 waarnemingen).

3.3 Weersomstandigheden

De meetweek werd gekenmerkt door af en toe wat bewolking, maar wel droog weer. De windsnelheden en temperaturen waren matig.

Op de dag van het toedienen van de mest was het licht bewolkt. De windsnelheid op 2,4 m hoogte was tussen 3-5 m/s. De wind kwam uit het noorden. De temperatuur op 1,5 m hoogte bleef beneden 15°C, maar door opwarming was het dicht bij de grond warmer. De relatieve luchtvochtigheid was vrij laag, namelijk ca. 50%.

Gedurende de eerste nacht koelde het flink af (tot vlak boven 0°C) en nam de windsnelheid af tot 2-3 m/s. De relatieve luchtvochtigheid nam toe tot 95-100%. Op de tweede ochtend werd dauw op het gras geconstateerd.

Het weer op de tweede en derde dag bleef vrijwel gelijk aan dat van de eerste dag. De laatste dag nam de bewolking toe, was de relatieve luchtvochtigheid hoger (ca. 80%) en nam de windsnelheid toe tot 6-8 m/s. In bijlage II staan in Figuur 5 t/m 9 het verloop van de windsnelheid, de luchttemperatuur, de relatieve luchtvochtigheid en de windrichting gegeven.

3.4 Mestsamenstelling

In Tabel 3 staan de gemiddelden van de analyseresultaten van de vier mestmonsters. De resultaten zijn vergeleken met de gemiddelde mestsamenstelling van dunne rundermest uit het onderzoek van Hoeksma (1988).

De in dit experiment gebruikte dunne rundermest had een lager drogestofgehalte dan gemiddeld door Hoeksma werd gevonden. Ook in vergelijking met de samenstelling van de bij het experiment in week 22 gebruikte mest uit dezelfde kelder (zie hoofdstuk 4) moet worden vastgesteld dat de mest dun was. Hierdoor waren waarschijnlijk de ammoniumstikstof-, totaalstikstof- en fosforgehaltes lager. Ook het kaliumgehalte en de pH waren lager dan bij de gemiddelde mestsamenstelling. De gevonden waarden vielen echter wel binnen de spreiding van de literatuurwaarden.

Tabel 3. Gemiddelde samenstelling van de in dit experiment gebruikte dunne rundermest in vergelijking met de gemiddelde waarden met bijbehorende spreiding uit Hoeksma (1988).

Grootheid	[eenheid]	Dunne rundermest	Hoeksma (spreiding)
ammoniumstikstof	[a/ka]	1.6	2.4 (0.2 - 4.4)
totaalstikstof	[a/ka]	2.8	4.9 (2.4 - 7.8)
fosfor	[a/ka]	0.5	0.9 (0.3 - 3.4)
kalium	[a/ka]	3.4	5.1 (1.0 - 7.6)
pH	[-]	7.6	8.2 (7.0 - 8.8)
droge stof	[a/ka]	52.0	96 (34 - 200)
ruwe as	[% van ds]	27.3	28 (11 - 136)
vluchtige vetzuren	[a/ka]	3.1	- ^a

^a geen waarneming.

3.5 Ammoniakemissie

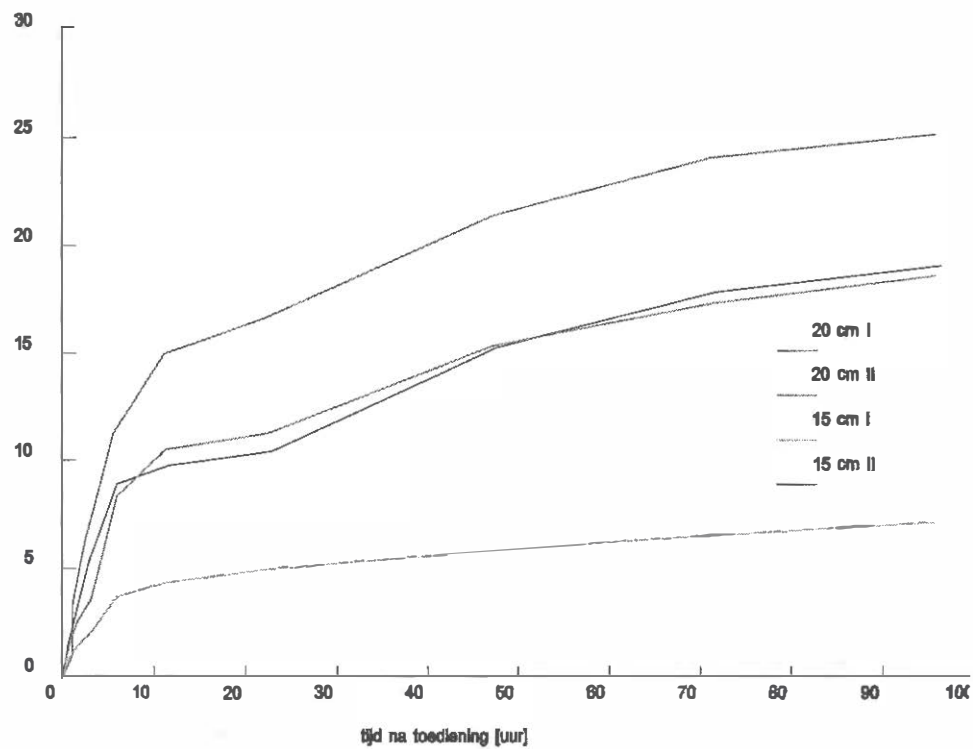
In bijlage III staat het emissieverloop van elk proefveld per monsterperiode vermeld. In Tabel 4 staan de mest- en stikstofgiften en de totale ammoniakemissie per proefveld. De mestgiften kwamen op alle velden ongeveer overeen met de geplande hoeveelheid.

Tabel 4. Giften en ammoniakemissie van met de zodebemester toegediende dunne rundermest.

Sleufafstand	Giften			Ammoniakemissie		
	mest	NH ₄ -N	N-tot			
	[m ³ /ha]	[kg/ha]	[kg/ha]	[kg/ha]	[%]	[%]
15 cm I	18.5	29.7	52.3	2.1	7.1	4.0
15 cm II	17.5	27.8	49.0	5.3	19.0	10.8
22 cm I	17.8	28.4	50.1	7.1	25.1	14.2
22 cm II	20.8	33.3	58.8	6.2	18.6	10.5

De emissie van de mest die werd toegediend met de zodebemester met de "conventionele" sleufafstand van 22 cm lag tussen 19-25% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof. De emissie na gebruik van de zodebemester met sleufafstand van 15 cm bedroeg 7-19% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof. De standaardfout bedroeg bij 22 cm 15% van de gemiddelde emissie en bij 15 cm 46% van het gemiddelde. Voor het grote verschil tussen de duplo's bij 15 cm kon geen verklaring worden gevonden.

In Figuur 2 staat het verloop van de emissie gegeven. In deze figuur is te zien dat de emissie van 15 cm II en 22 cm II evenhoog was. Het leek erop dat gemiddeld de emissie van 15 cm lager is dan 22 cm, maar uit de t-toets bleek het effect van de verschillende sleufafstanden niet significant ($p > 0.1$).



Figuur 2. Ammoniakverlies als functie van de tijd na het toedienen van dunne rundermest met zodebemesters met sleufafstanden van respectievelijk 15 cm en 20 cm.

4 Resultaten sleepvoetenmachine

4.1 Algemeen

Vanwege een defecte weegbrug op de 'Vijf Roeden' moesten de machines voor en na het toedienen op de eerste dag van het experiment (2 juni 1993) in een nabij gelegen dorp (Lathum) worden gewogen. Dit kostte veel tijd, maar er is geprobeerd de twee sleepvoetenmachines met 15 en 25 cm afstand steeds gelijktijdig te laten uitrijden, zodat de twee velden met elkaar konden worden vergeleken. De twee eerste proefvelden (15 cm I en 25 cm I) werden om 9:35 uur en de twee andere proefvelden (15 cm II en 25 cm II) om 10:55 uur bemest. In Bijlage IV is een schematisch overzicht van de proefvelden gegeven. Vanwege een hevige onweersbui ca. 4 uur na het toedienen van de mest, werd het experiment na 3 dagen in plaats van 4 dagen stopgezet.

4.2 Bodem- en gewasgesteldheid

De grondsoort waarop de proefvelden lagen, wordt als komklei geklassificeerd. De bodem zag er vrij droog uit. Het bodemvochtgehalte van de toplaag van 5 cm varieerde tussen 26-30%.

Het gras was in de week voor het experiment gemaaid. De hoogte varieerde van 6-12 cm en was gemiddeld 9 cm (40 waarnemingen).

4.3 Weersomstandigheden

Op de dag van het toedienen van de mest was het 's ochtends vrijwel onbewolkt en warm (tot 23°C op 1,5 m hoogte en bijna 30°C aan de grond). De windsnelheid op 2,4 m hoogte was laag, namelijk 2 m/s. De wind kwam uit het noordoosten. De relatieve luchtvochtigheid was ca. 65%. Omstreeks 14:00 begon de bewolking toe te nemen en draaide de wind naar het noordwesten. Om 14:15 uur viel er een onweersbui die 40 minuten duurde. In die tijd nam de windsnelheid toe tot 5-6 m/s, koelde het enkele graden af, was de relatieve luchtvochtigheid 100% en viel er ca. 17 mm regen. Na de bui liep de temperatuur weer op.

De tweede dag bleef het bewolkt en kwam de temperatuur op 1,5 m hoogte niet boven 16°C uit. De wind was matig en kwam uit het noorden. De relatieve luchtvochtigheid bedroeg 90% en er viel nog eens ca. 2 mm regen. De derde dag nam de bewolking af en werd het 23°C.

In bijlage V staan in Figuur 5 t/m 9 het verloop van de windsnelheid, de lucht- en bodemtemperaturen, de relatieve luchtvochtigheid en de windrichting gegeven.

4.4 Mestsamenstelling

In Tabel 3 staan de gemiddelden van de analyseresultaten van de vier mestmonsters. De resultaten zijn vergeleken met de gemiddelde mestsamenstelling van dunne rundermest uit het onderzoek van Hoeksma (1988).

De gehalten in de in dit experiment gebruikte dunne rundermest kwamen goed overeen met de waarden uit de literatuur.

Tabel 5. Gemiddelde samenstelling van de in dit experiment gebruikte dunne rundermest in vergelijking met de gemiddelde waarden met bijbehorende spreiding uit Hoeksma (1988).

Grootheid	[eenheid]	Dunne rundermest	Hoeksma (spreiding)
ammoniumstikstof	[a/ka]	2.0	2.4 (0.2 - 4.4)
totaalstikstof	[a/ka]	4.0	4.9 (2.4 - 7.8)
fosfor	[a/ka]	0.7	0.9 (0.3 - 3.4)
kalium	[a/ka]	3.6	5.1 (1.0 - 7.6)
pH	[-]	7.2	8.2 (7.0 - 8.8)
droge stof	[a/ka]	70.4	96 (34 - 200)
ruwe as	[% van ds]	24.4	28 (11 - 136)
vluchtige vetzuren	[g/ka]	7.5	- ^a

^a geen waarneming.

4.5 Ammoniakemissie

In bijlage VI staat het emissieverloop van elk proefveld per monsterperiode vermeld. In Tabel 4 staan de mest- en stikstofgiften en de totale ammoniakemissie per proefveld. De mestgiften lagen op alle velden tussen 14-16 m³/ha en waren lager dan de geplande hoeveelheid.

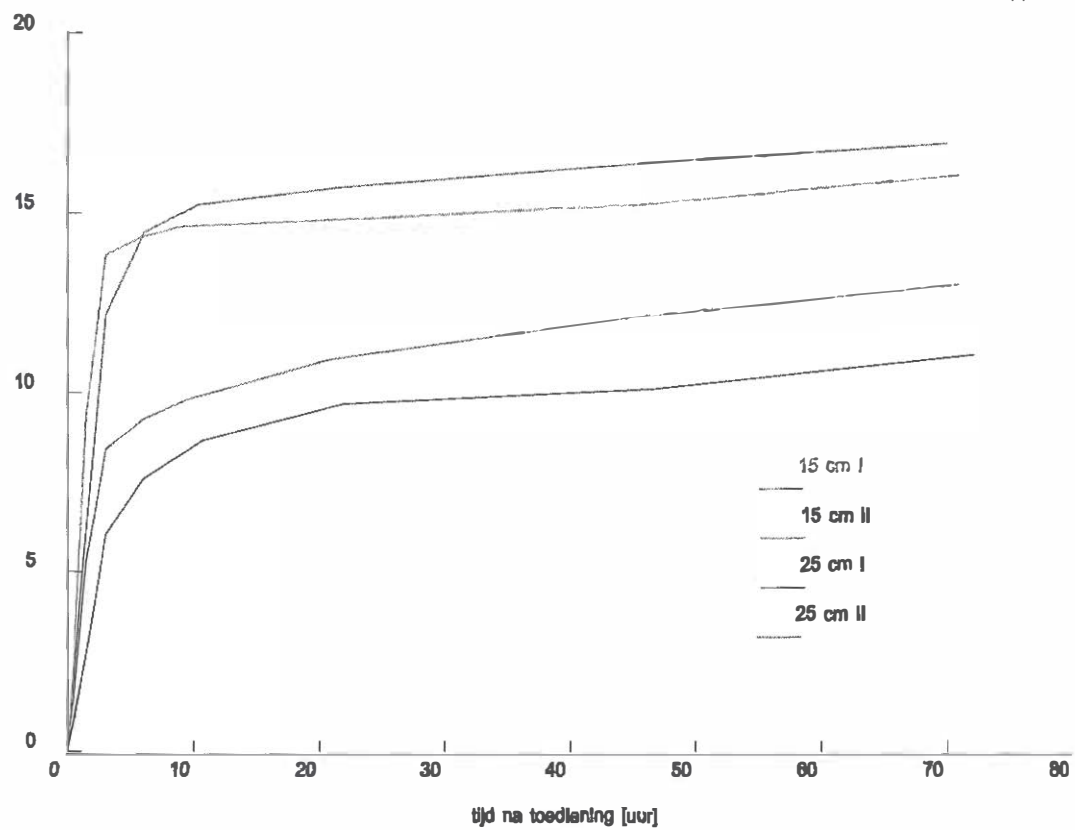
Tabel 6. Giften en ammoniakemissie van met de sleepvoetenmachine toegediende dunne rundermest.

Strookafstand	Giften			Ammoniakemissie		
	mest	NH ₄ -N	N-tot			
	[m ³ /ha]	[kg/ha]	[kg/ha]	[kg/ha]	[%]	[%]
15 cm I	14.4	29.0	56.8	4.9	17.0	8.7
15 cm II	15.7	31.6	62.0	5.1	16.0	8.2
25 cm I	14.8	29.9	58.6	3.3	11.1	5.6
25 cm II	15.5	31.3	61.2	4.1	13.0	6.6

De emissie van de mest toegediend met de sleepvoetenmachine met een strookafstand van 15 cm was 16- 17% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof. De standaardfout bedroeg 3% van de gemiddelde emissie. De emissie van de mest, die was toegediend met de sleepvoetenmachine met een strookafstand van 25 cm bedroeg 11-13% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof. De standaardfout was 8% van het gemiddelde.

In Figuur 3 is het verloop van de emissie gegeven. De emissie bij 25 cm verliep geleidelijker dan bij 15 cm. Na 6 uur was respectievelijk 69-71% en 85-89% van de totale emissie opgetreden. De totale emissie bij een afstand van 15 cm was hoger dan bij een afstand van 25 cm. Uit de t-toets bleek dat het effect van de verschillende afstanden tot 24 uur na het toedienen significant was ($p < 0,05$; t-toets).

Op grond van het verschil in emitterend oppervlak (67% meer stroken) zou de emissie bij een strookafstand van 15 cm hoger moeten zijn dan bij een strookafstand van 25 cm. Na ca. 6 uur was de emissie bij 15 cm nog 55-91% hoger dan bij 25 cm, maar na ca. 72 uur was dit teruggelopen tot 24-53%.



Figuur 3. Ammoniakverlies als functie van de tijd na het toedienen van dunne rundermest met twee sleepvoetenmachines met strookafstanden van respectievelijk 15 cm en 25 cm.

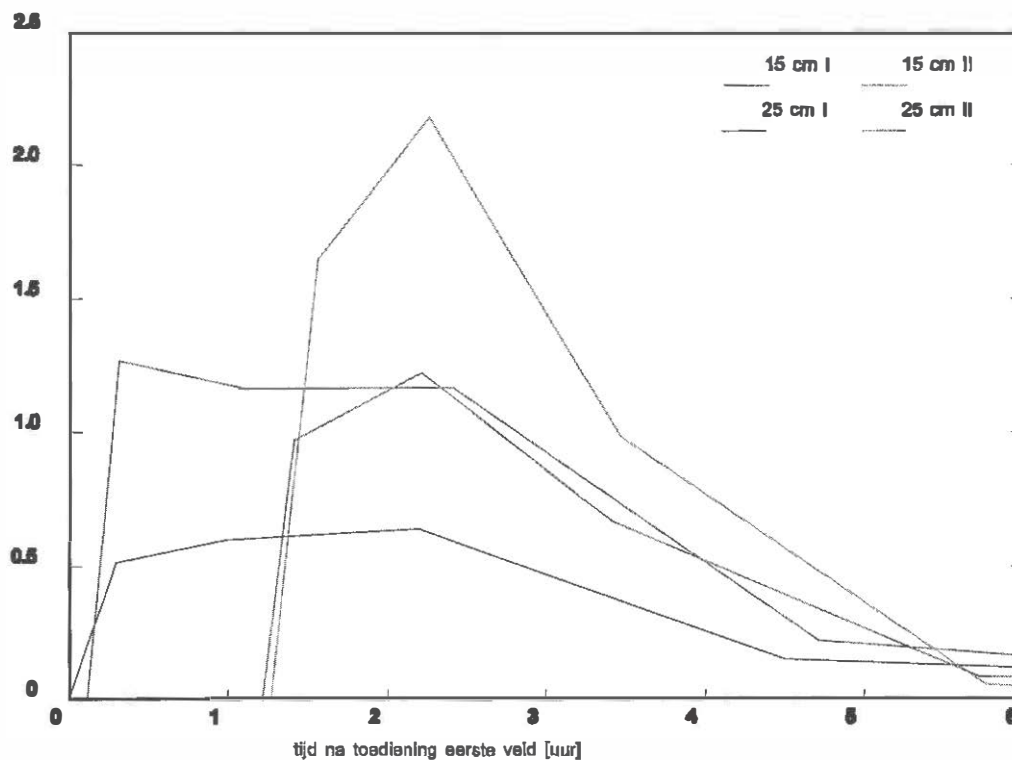
5 Discussie

Zodebemester

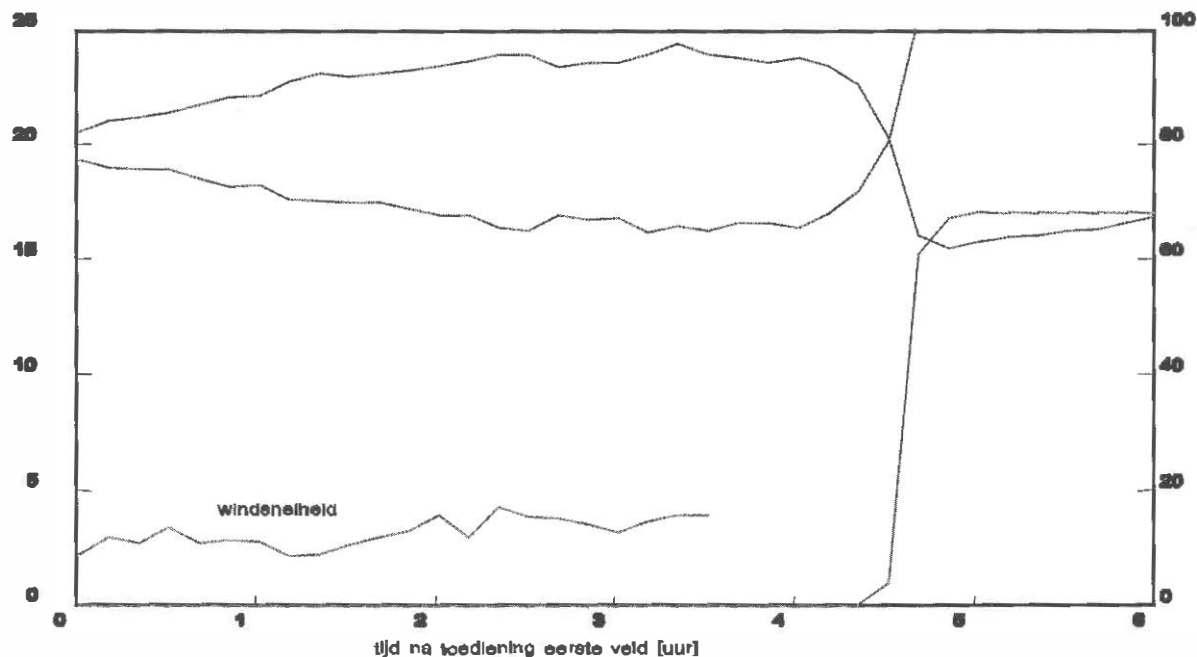
Uit vorige experimenten van de veldmeetploeg was gebleken dat de emissie na mesttoediening met een zodebemester met een sleufafstand van ca. 20 cm tussen 2-25% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof bedroeg ($n=13$). Mede doordat gebruik werd gemaakt van twee verschillende machines was de variatie tussen de in dit rapport beschreven metingen erg groot, namelijk 7-25%.

Sleepvoetenmachine

De twee velden die het eerst (9:45 uur) werden uitgereden waren qua emissieverloop gelijk. De twee velden die later (10:50) werden bemest verschilden van de twee eerste velden, maar waren onderling weer vrijwel gelijk. In Figuur 4 is de emissiesnelheid (kg/ha/uur) uitgezet als functie van de tijd na het toedienen van het eerste veld. In deze figuur is duidelijk te zien dat het emissieniveau bij de twee later bemeste velden hoger was dan bij de twee eerder bemeste velden. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat de temperatuur hoger was en de relatieve luchtvochtigheid lager was, waardoor meer ammoniak kon vervluchtigen (zie Figuur 5).



Figuur 4. Verloop van de emissiesnelheid (kg/ha/uur) bij verschillende strookafstanden van de sleepvoetenmachine als functie van de tijd na het bemesten van het eerste proefveld.



Figuur 5. Verloop van temperatuur (1,5 m), windsnelheid (2,4 m), regen (linker y-as) en relatieve luchtvochtigheid (rechter y-as) als functie van de tijd na het bemesten van het eerste veld.

In Figuur 5 is tevens te zien dat het begon te regenen ruim 4 uur na het bemesten van het eerste veld. De temperatuur nam iets af en de windsnelheid en de relatieve luchtvochtigheid namen toe. Na de bui (17 mm) was de emissie niet helemaal gestopt: in de 2½ dag erna vond bij 15 cm nog 11-15%, en bij 25 cm nog 29-31% van de totale emissie plaats. De emissie bedroeg 11-17% van de toegediende hoeveelheid ammoniumstikstof. Dit was laag in vergelijking met vorige experimenten met de sleepvoetenmachine (9-43%; 11-19 m³/ha; n=17), hetgeen door de invloed van de regenbui wordt verklaard.

Het verschil in het aantal stroken (bij 15 cm oppervlak 67% meer stroken groter dan bij 25 cm) was niet terug te vinden in het verschil tussen de emissies. Na ca. 6 uur was de emissie bij 15 cm nog 55-91% hoger dan bij 25 cm, maar na ca. 72 uur was dit gedaald tot 24-53%. Bij een strookafstand van 15 cm zullen de meststroken een relatief groter emitterend oppervlak hebben (niet gemeten).

Uit het verloop van de emissies zou kunnen worden opgemaakt dat de verschillen nog kleiner zouden zijn als langer doorgemeten was (en er geen neerslag was gevallen). Door de lagere emissie in het begin bleef de ammoniumconcentratie in de mest bij 25 cm waarschijnlijk hoger, waardoor de emissie langer kon doorgaan.

5 Conclusies

Hoewel het erop leek dat de emissie bij een sleufafstand van 15 cm (7-19% van de toedijende hoeveelheid ammoniumstikstof) lager was dan bij 22 cm (19-25%), was het effect niet significant ($p > 0,1$; t-toets).

Bij de sleepvoetenmachine was de emissie bij een strookafstand van 15 cm 16-17% van de hoeveelheid toegediende ammoniumstikstof en was daarmee hoger dan bij een strookafstand van 25 cm (emissie 11-13%). Het verschil was tot 24 uur na toediening significant ($p < 0,5$; t-toets). Het verschil in emissie was kleiner dan op grond van de toename in het aantal stroken (15 cm 67% meer stroken dan bij 25 cm) kon worden berekend.

Literatuur

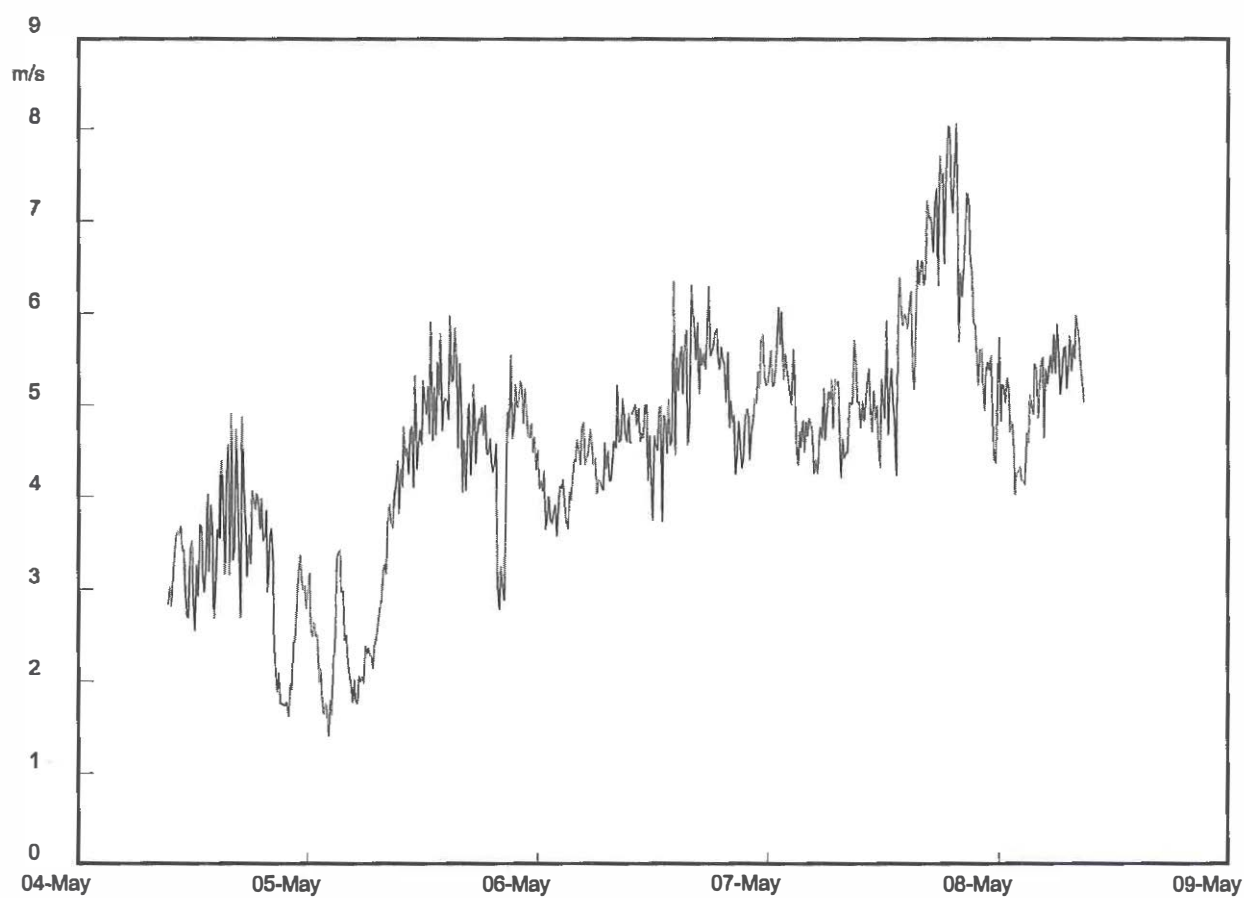
Bussink, D.W., J.V. Klarenbeek, J.F.M. Huijsmans en M. Bruins, 1990, Ammoniakemissie bij verschillende toedieningsmethoden van dunne mest aan grasland, rapport A 89.086, NMI, 's Gravenhage.

Döhler, H., 1991, Laboratory and field experiments for estimating ammonia losses from pig and cattle slurry following application, in: Nielsen, V.C., J.H. Voorburg en P. L'Hermite (eds.), *Odour and ammonia emissions from livestock farming*. Elsevier Science Publishers Ltd, Londen.

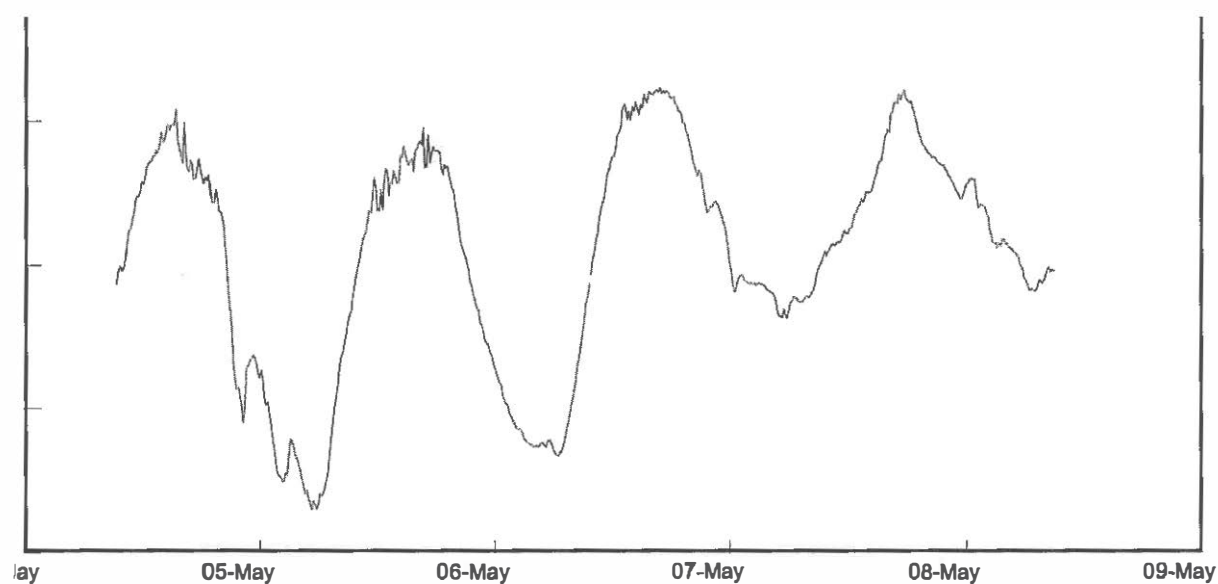
Hoeksma, P., 1988, *De samenstelling van drijfmest die naar akkerbouwbedrijven wordt afgezet*, IMAG, Wageningen.

Bijlage I Micrometeorologische massabalansmethode

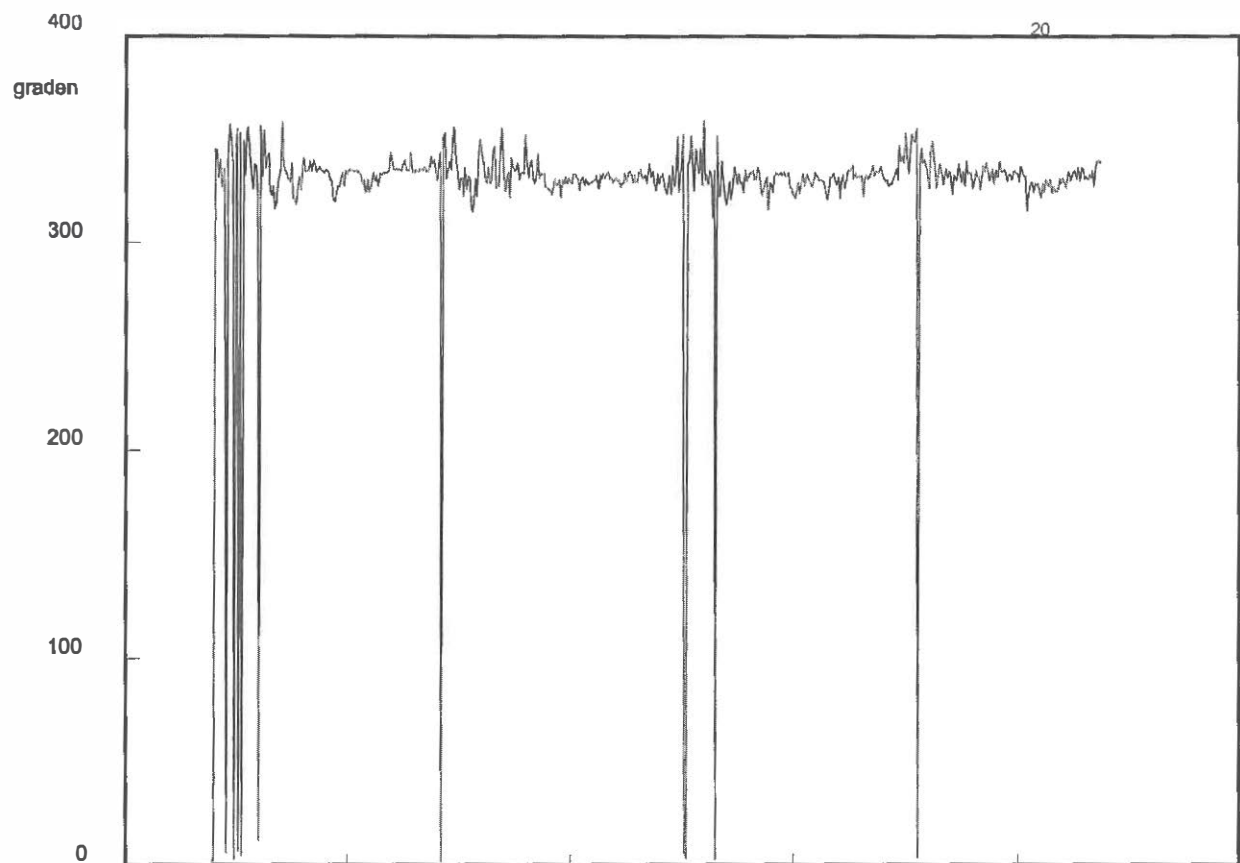
Bijlage II Weersomstandigheden tijdens het experiment
- zodebemester -



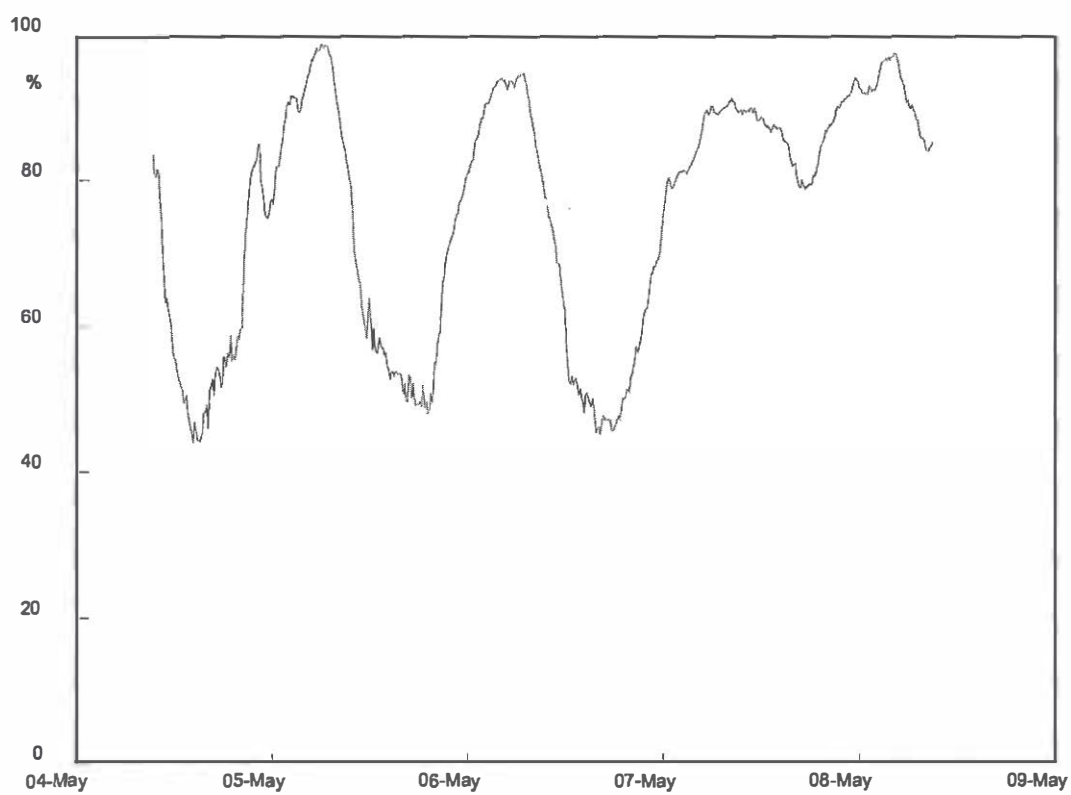
Figuur 7. Windsnelheid op 2,4 m hoogte.



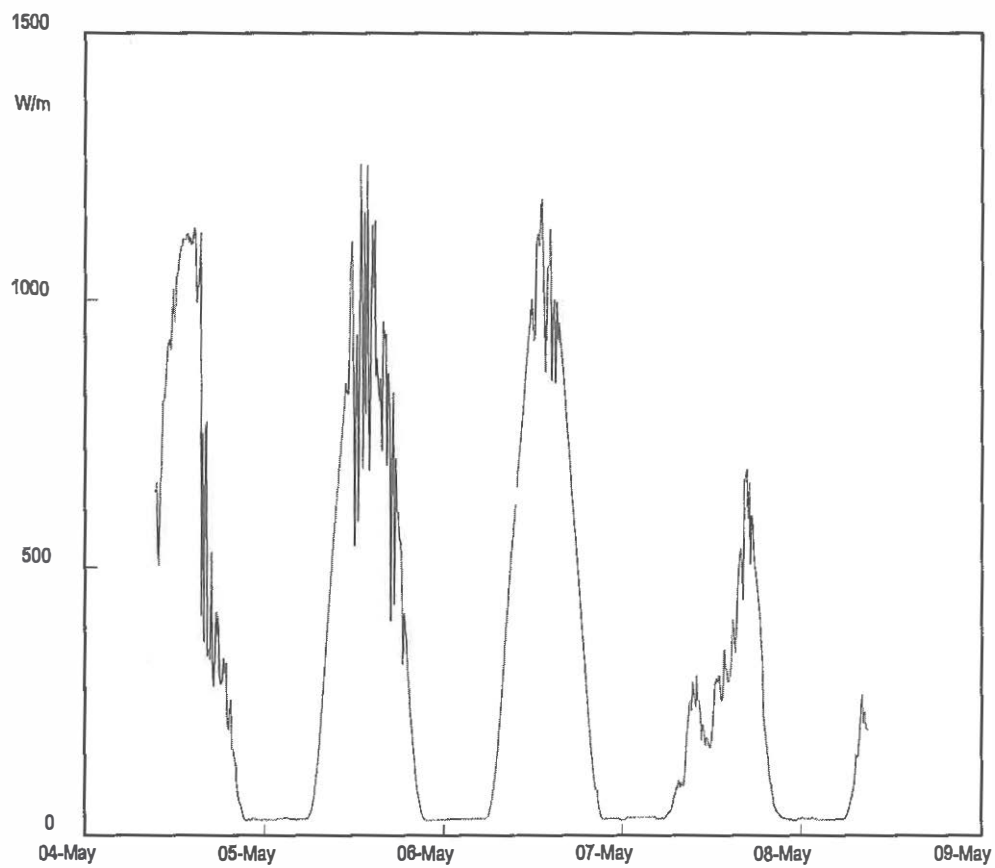
Figuur 8. Luchttemperatuur op 1,5 m hoogte.



Figuur 10. Windrichting op 3,9 m hoogte.



Figuur 9. Relatieve luchtvochtigheid op 1,5 m hoogte.



Figuur 11. Globale straling.

Bijlage III Emissiesnelheid per monsterperiode - zodebemester -

Zodebemester 15 cm I

periode na uitrijden	emissiesnelheid [kg/ha/dag]	cumulatief verlies		
		[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
0 - ½ uur	10.02	0.20	0.68	0.39
½ - 1½ uur	4.87	0.40	1.35	0.77
1½ - 3 uur	3.27	0.61	2.04	1.16
3 - 6 uur	3.92	3.09	3.69	2.09
6 - 11 uur	0.91	1.29	4.34	2.46
11 - 22 uur	0.40	1.47	4.97	2.82
22 - 47 uur	0.25	1.73	5.83	3.31
47 - 71 uur	0.20	1.93	6.51	3.69
71 - 96 uur	0.18	2.11	7.13	4.04

Zodebemester 15 cm II

periode na uitrijden	emissiesnelheid [kg/ha/dag]	cumulatief verlies		
		[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
0 - ½ uur	17.81	0.37	1.34	0.76
½ - 1½ uur	11.60	0.85	3.05	1.73
1½ - 3 uur	11.29	1.50	5.39	3.06
3 - 6 uur	7.69	2.47	8.89	5.04
6 - 12 uur	1.01	2.71	9.75	5.53
12 - 23 uur	0.39	2.89	10.41	5.90
23 - 48 uur	1.30	4.24	15.26	8.65
48 - 72 uur	0.71	4.95	17.83	10.11
72 - 96 uur	0.33	5.29	19.04	10.79

Zodebemester 22 cm I

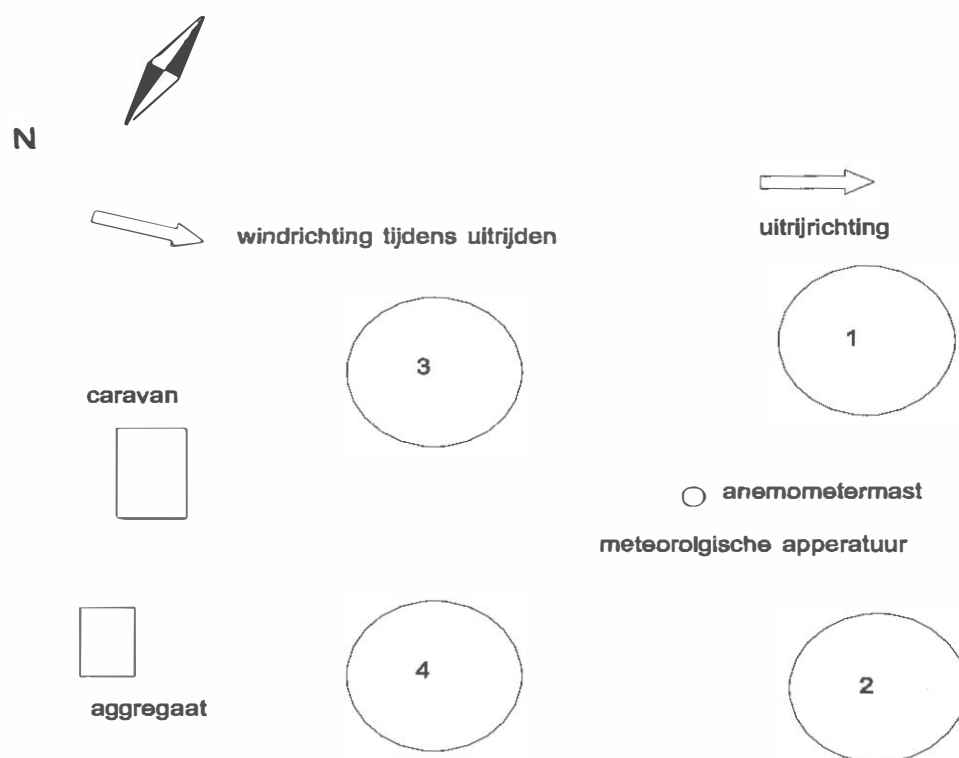
periode na uitrijden	emissiesnelheid [kg/ha/dag]	cumulatief verlies		
		[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
0 - ½ uur	13,14	0,28	1,00	0,56
½ - 1½ uur	15,42	0,94	3,30	1,87
1½ - 3 uur	14,78	1,83	6,44	3,65
3 - 5 uur	10,93	3,19	11,22	6,36
5 - 11 uur	4,57	4,25	14,97	8,49
11 - 22 uur	1,03	4,72	16,63	9,43
22 - 47 uur	1,30	6,07	21,36	12,11
47 - 71 uur	0,77	6,84	24,07	13,65
71 - 96 uur	0,29	7,14	25,13	14,24

Zodebemester 22 cm II

Periode na uitrijden	emissiesnelheid [kg/ha/dag]	cumulatief verlies		
		[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
0 - ½ uur	18,70	0,38	1,13	0,64
½ - 1½ uur	10,56	0,82	2,45	1,39
1½ - 3 uur	6,20	1,19	3,56	2,02
3 - 6 uur	12,54	2,77	8,32	4,72
6 - 11 uur	3,33	3,50	10,50	5,95
11 - 22 uur	0,55	3,75	11,27	6,39
22 - 47 uur	1,32	5,11	15,34	8,70
47 - 71 uur	0,65	5,76	17,31	9,81
71 - 96 uur	0,42	6,19	18,58	10,53

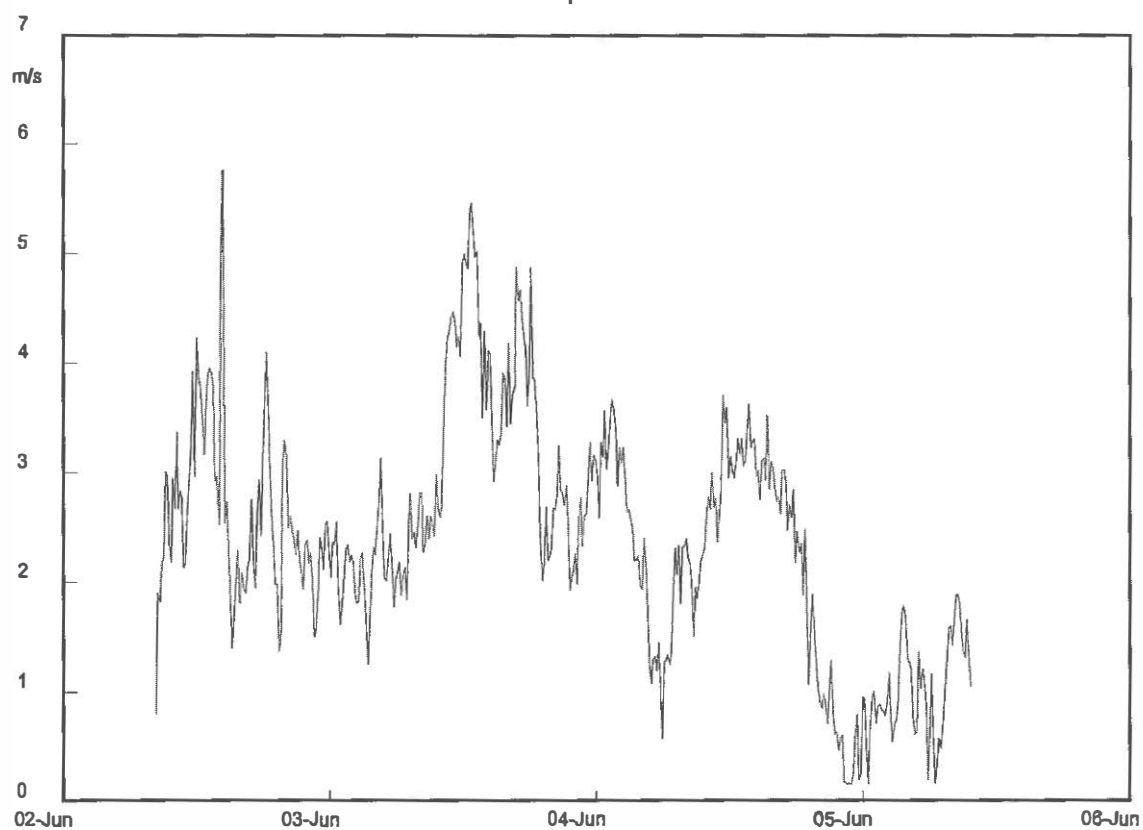
Bijlage IV Schema proefvelden 2 t/m 5 juni 1993

- zodebemester -

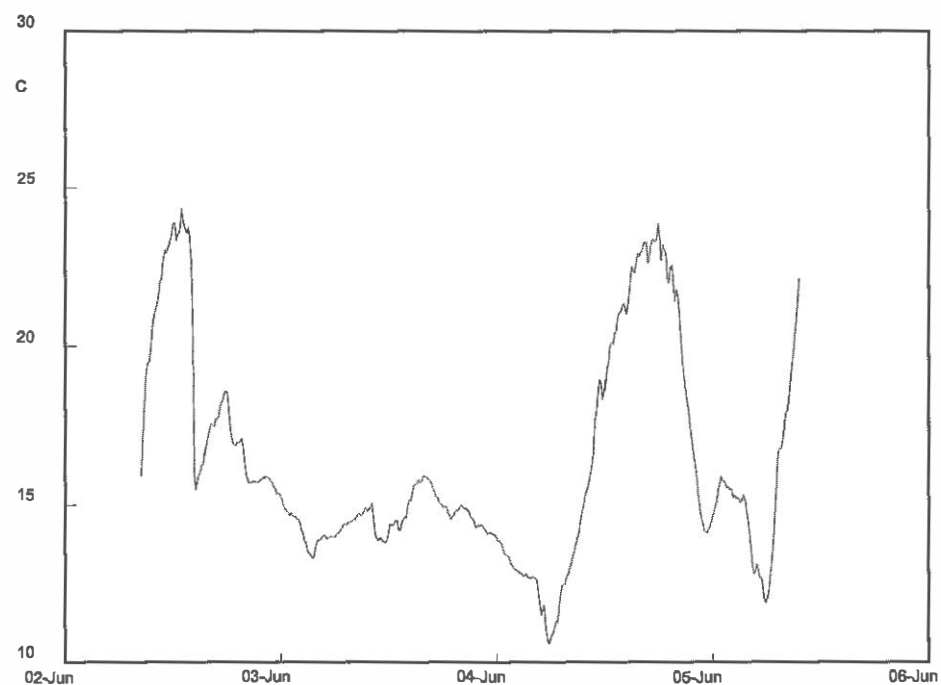


Figuur 12. Schematische voorstelling proefvelden.

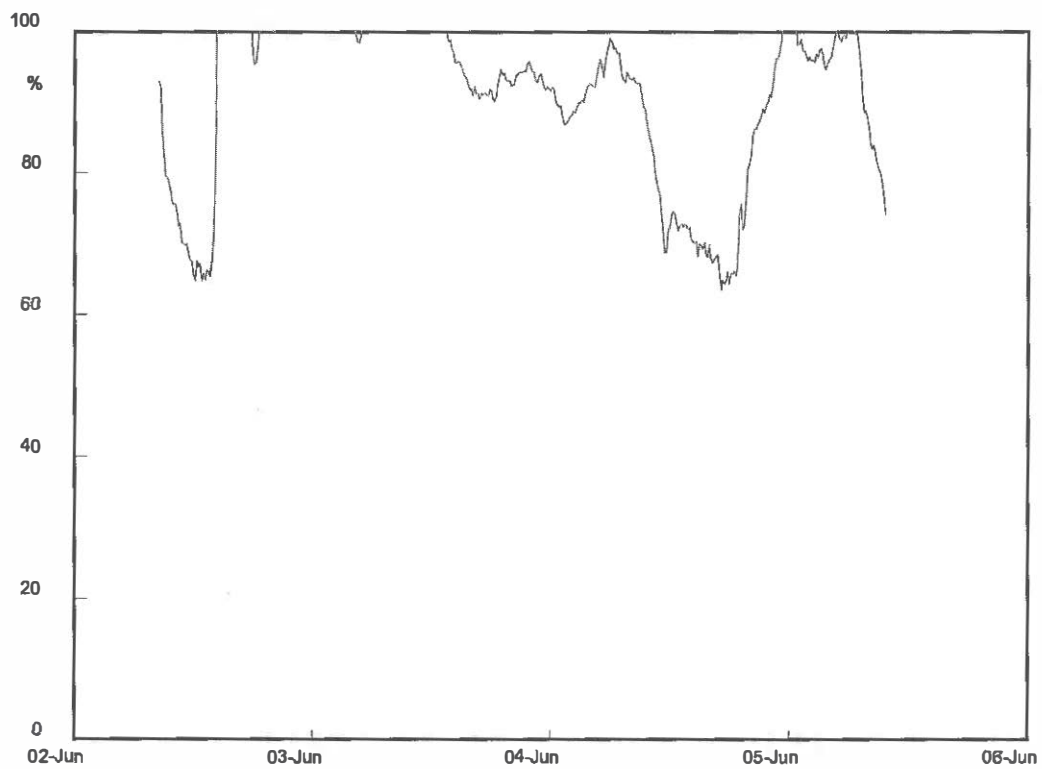
Bijlage V Weersomstandigheden tijdens het experiment - sleepvoetenmachine -



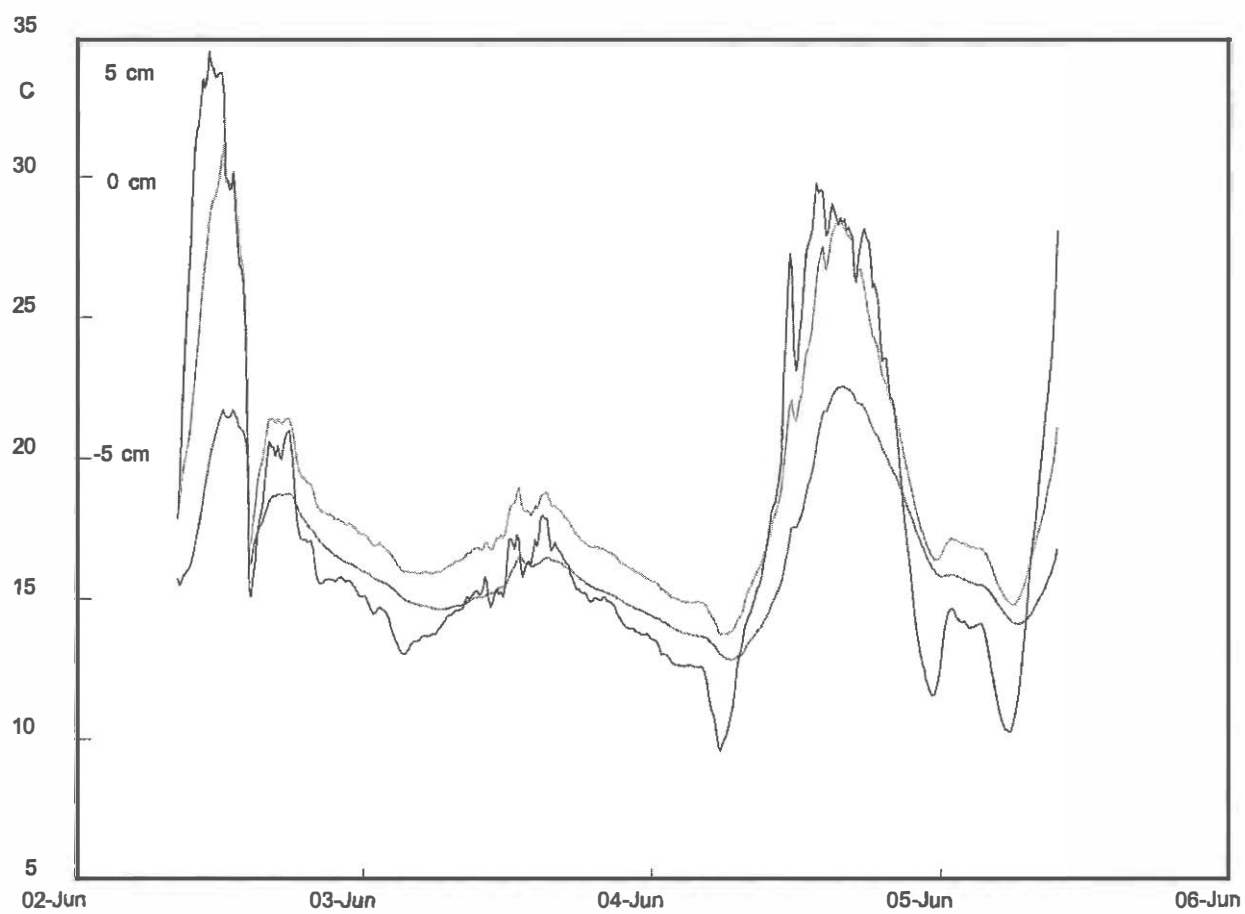
Figuur 13. Windsnelheid op 2,4 m hoogte.



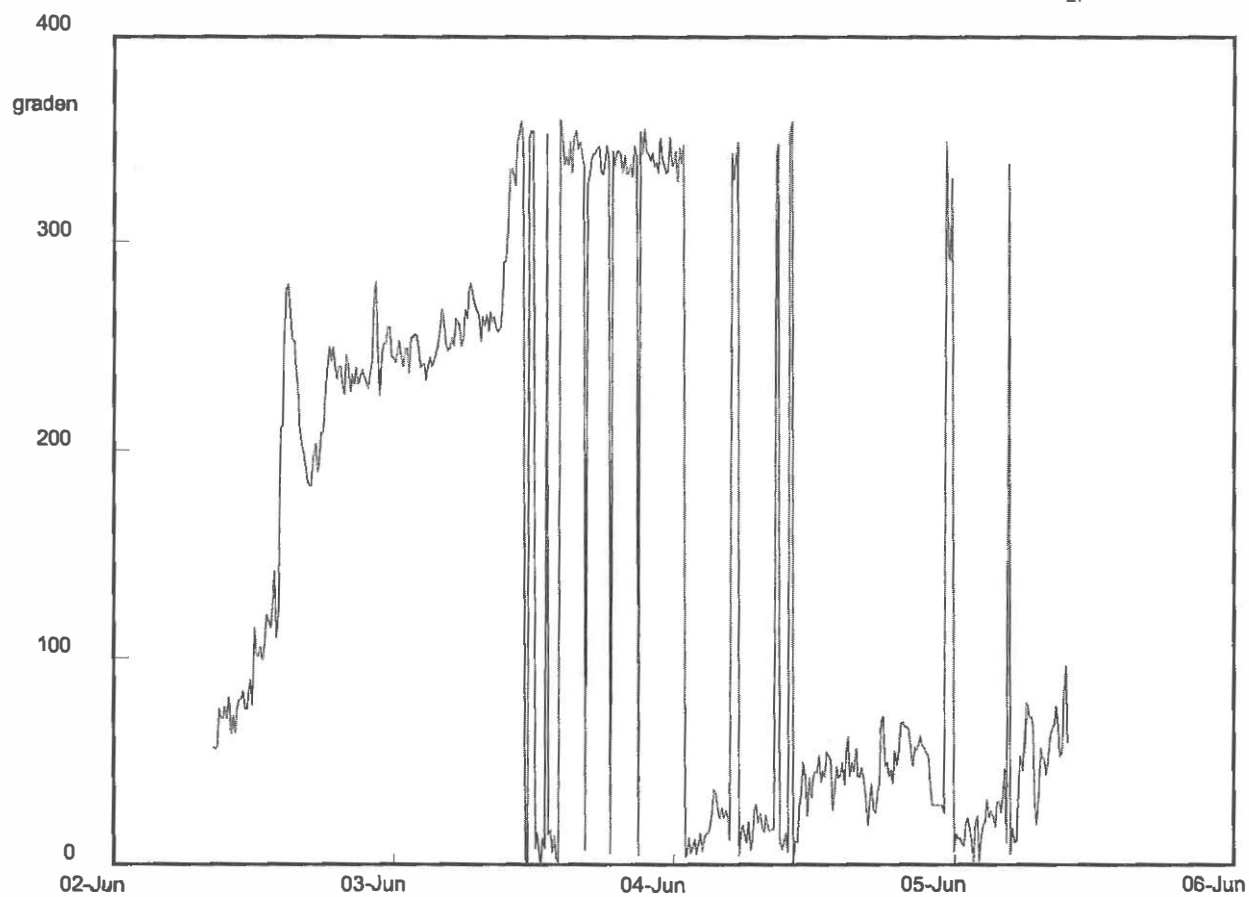
Figuur 14. Luchttemperatuur op 1,5 m hoogte.



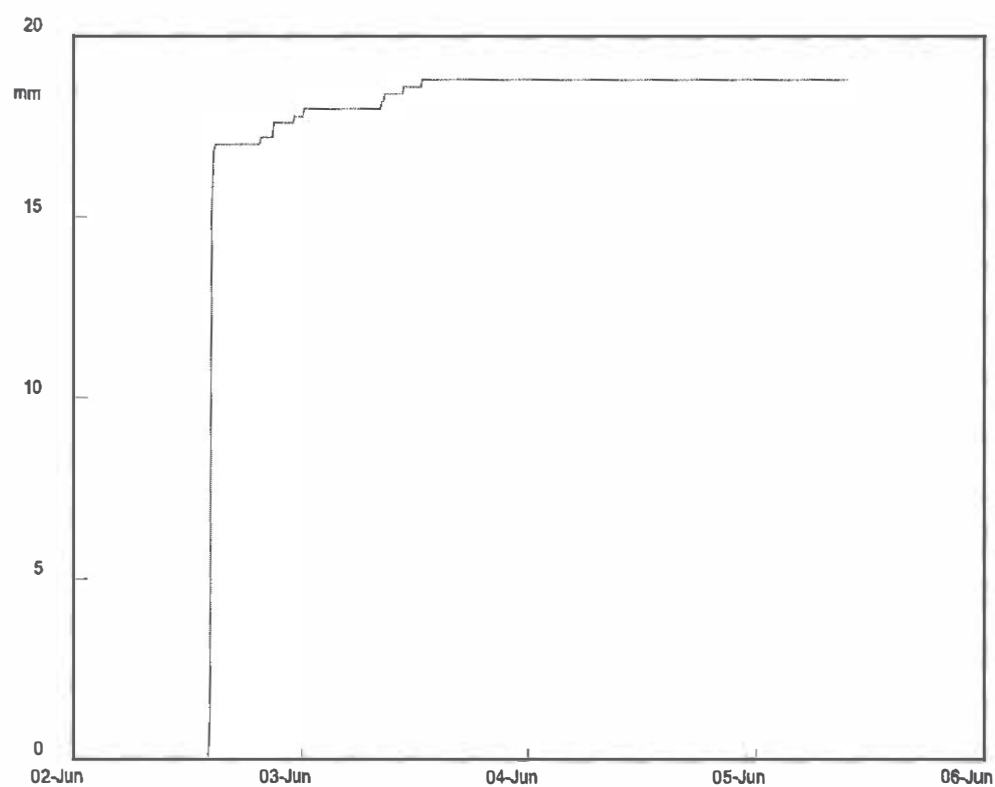
Figuur 15. Relatieve luchtvochtigheid op 1,5 m hoogte.



Figuur 16. Luchttemperatuur op 5 en 0 cm boven maaiveld en op 5 cm diepte.



Figuur 17. Windrichting.



Figuur 18. Regenhoeveelheid.

Bijlage VI Emissiesnelheid per monsterperiode - sleepvoetenmachine -

Sleepvoetenmachine 15 cm I

periode na uitrijden	emissiesnelheid [kg/ha/dag]	cumulatief verlies		
		[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
0 - ½ uur	30.43	0.61	2.11	1.08
½ - 1½ uur	27.86	1.79	6.18	3.15
1½ - 3 uur	28.02	3.52	12.14	6.20
3 - 6 uur	5.32	4.20	14.46	7.38
6 - 10 uur	1.26	4.43	15.25	7.79
10 - 22 uur	0.30	4.56	15.72	8.03
22 - 46 uur	0.20	4.77	16.42	8.39
46 - 70 uur	0.16	4.92	16.96	8.66

Sleepvoetenmachine 15 cm II

periode na uitrijden	emissiesnelheid [kg/ha/dag]	cumulatief verlies		
		[kg/ha]	[%] t. o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
0 - ½ uur	39.49	0.82	2.60	1.33
½ - 1½ uur	52.21	4.96	9.36	4.78
1½ - 3 uur	23.66	4.37	13.83	7.06
3 - 6 uur	1.31	4.54	14.34	7.32
6 - 9 uur	0.70	4.63	14.65	7.48
9 - 21 uur	0.11	4.69	14.82	7.57
21 - 45 uur	0.14	4.83	15.26	7.79
45 - 71 uur	0.24	5.08	16.07	8.21

Sleepvoetenmachine 25 cm I

periode na uitrijden	emissiesnelheid [kg/ha/dag]	cumulatief verlies		
		[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
0 - ½ uur	12,32	0,26	0,86	0,44
½ - 1 ½ uur	14,35	0,81	2,72	1,39
1 ½ - 3 uur	15,38	1,81	6,05	3,09
3 - 6 uur	3,65	2,26	7,57	3,87
6 - 11 uur	1,71	2,59	8,67	4,43
11 - 22 uur	0,64	2,89	9,68	4,94
22 - 47 uur	0,12	3,02	10,10	5,16
47 - 72 uur	0,27	3,30	11,05	5,64

Sleepvoetenmachine 25 cm II

periode na uitrijden	emissiesnelheid [kg/ha/dag]	cumulatief verlies		
		[kg/ha]	[%] t.o.v.	
			NH ₄ -N	N-tot
0 - ½ uur	23,22	0,47	1,50	0,76
½ - 1 ½ uur	29,33	1,65	5,28	2,70
1 ½ - 3 uur	16,07	2,63	8,42	4,30
3 - 6 uur	2,09	2,89	9,26	4,73
6 - 10 uur	1,18	3,07	9,82	5,02
10 - 21 uur	0,73	3,41	10,91	5,57
21 - 45 uur	0,36	3,78	12,11	6,18
45 - 71 uur	0,26	4,06	13,00	6,64