

7 SEP. 1971

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De Bilt

Verslagen

V - 235

A.P. van Ulden

Verslag van de deelname van het K.N.M.I. aan het experiment BL 70
op het vliegveld De Peel en uitwerking van de meetresultaten

De Bilt, 1971

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

Publikationsnummer: K.N.M.I. V-235 (III)

U.D.C.: 551.501.71 :
551.510.42

Verslag van de deelname van het K.N.M.I. aan het experiment BL 70
op het vliegveld De Peel en uitwerking van de meetresultaten

A.P. van Ulden

I. Weersverwachting

Daar het experiment (concentratieingen van verdampend acrylonitril (AN) en blussen van brandend AN) alleen kon plaatsvinden onder bepaalde weersituaties, werd overeengekomen in overleg met Dr. Postma, Hr. Bijvoet, Dr. Rijkoort en Drs. Bakker dat het K.N.M.I. een speciale weersverwachting zou geven om 15.00 uur op de dag voor het experiment (2 en 16 maart 1971). Via Majoor Keyzer werd contact opgenomen met de chef Meteo te Volkel, die tijdens het experiment een lokale korte termijnverwachting zou verzorgen. Beide keren besloten Dr. Siccama en ondergetekende het experiment te laten doorgaan op de geplande dag. Beide keren bleek het weer aan de verwachtingen te voldoen. De weerkamer van het K.N.M.I. en de Meteo Volkel verdienen onze dank.

II. Meteorologische metingen ter plaatse

De nodige voorbereidingen werden getroffen door de heer v.d.Hoeven. De uitvoering geschiedde door Hr. Schipper en ondergetekende. Opbouw en afbraak van de opstelling onder leiding van Hr. Schiks. Voor een overzicht van de meetpunten zie fig. 1. Tijdens het kleine experiment (2 maart) werden slechts de wind op 2 m (post 40) en de temperatuur op 0,5 m (post 39) gemeten. Tijdens het grote experiment werkten alle registraties. Wind werd gemeten met Lambrachtwindschrijvers. Temperatuur werd geregistreerd op folie-dagstrook met thermografen in deltat-hutten. De 3 thermografen werden voor het experiment op één niveau vergeleken in de posten 37II, 38II en 39II.

III. Resultaten meteorologische metingen

a. Kleine experiment

Weerssituatie tussen 12.30 en 16.00 uur:
Geheel bewolkt, lichte sneeuw, nadering warmtefront.
Temperatuur (0,5 m) tussen $-0,2$ en $-0,8^{\circ}\text{C}$.
Windsnelheid (2 m) tussen 3,0 en 3,5 m/s.
Windrichting (2 m) 180° .
Stabiliteit: Pasquillklasse D.

b. Grote experiment

Weerssituatie
12.00-13.20 Licht bewolkt.
Windsnelheid (10 m) 6-8 m/s (10 min. gemiddelden).
Pasquillklasse C-D.
13.20-16.20 Half bewolkt met hagelbuien.
Windsnelheid (10 m) 6-10 m/s (10 min. gemiddelden).
Pasquillklasse D.
16.20-18.30 Licht bewolkt.
Windsnelheid (10 m) 5-6 m/s (10 min. gemiddelden)
Pasquillklasse D.

Voor de volledige temperatuur en windregistraties zie tabellen 1 en 2 en figuur 2.

Uit de uurgemiddelden werden het temperatuurverschil tussen 0,5 en 10 m: ΔT en de machtwetexponent: ρ berekend. Deze worden met de Pasquillklassen vergeleken in tabel 3.

De grootte van de ρ -waarden is in overeenstemming met die van vroegere metingen, het verloop in de tijd, gezien het verloop van ΔT niet.

Natuurlijk is de berekening betrekkelijk onnauwkeurig, vanwege de geringe hoogteverschillen en de beperkingen van de Lambrechtwindschrijvers.

Vermoedelijk was er rond 15.00 uur sprake van een overgangssituatie tussen klasse C en klasse D, wat ook door grotere temperatuurgradiënt wordt gesuggereerd (zie fig. 2). Er was toen tijdelijk vrijwel geen bewolking.

IV. Resultaten concentratiemetingen en vergelijking met meteorologische gegevens m.b.v. de gegeneraliseerde diffusie vergelijking die voor een oppervlakte bron luidt:

$$\frac{C(x,y,z)\bar{u}}{Q} = \frac{1}{\pi 6y6z} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{6y^2} + \frac{z^2}{6z^2}\right)}$$

waar:

C concentratie

Q bronsterkte

u gemiddelde windsnelheid op 10 m

a. Kleine experiment

De gemeten concentraties zijn niet naar een verspreidingsmodel te interpreteren, daar er te weinig succesvolle metingen zijn verricht op afstanden van meer dan 50 m van de bak.

b. Grote experiment

Vloeibaar AN werd opgebracht op water in een cirkelvormige bak met een diameter van 17 m. Gemeten werden AN concentraties die door verdamping ontstaan.

b.1. 1e verdampingsproef

Fig. 3 en tabel 4 geven een overzicht van de meetpunten en de gevonden concentraties (1 ppm AN is ongeveer 225 mg/m³).

Gemeten werd met geëvacueerde buizen die in ongeveer 3 minuten vollopen. Hoewel het vollopen niet evenredig met de tijd verloopt, is dit wel voldoende om een geschikte middeling te verkrijgen.

De meetpunten op 60 m (punten C) en 100 m (punten D) geven voldoende resultaten voor verdere beschouwing.

De buizen in D werden om 14.52 uur die in C om 15.07 uur geopend. De gemeten windrichtingen waren resp. 234° ± 5° en 226° ± 5°.

De concentraties in de punten D 2b - D 9b zijn lineair uitgezet in fig. 4. De afwijking van het cirkelsegment t.o.v. een rechte lijn is verwaarloosd. Met behulp van waarschijnlijkheidspapier werd de beste gaussische kromme door de punten getrokken.

Ter vergelijking zijn de punten C in dezelfde figuur uitgezet. Daarbij is de breedte met een factor 10/6 en de hoogte met een factor 0,5 vermenigvuldigd, daar de meetpunten op 60 m i.p.v. 100 m lagen. Verder zijn de punten 8° naar rechts verschoven vanwege de gemeten windrichtingsverschillen. De punten C bevestigen de gaussische verdeling.

De hoofdrichting (as) van de metingen D op 1 m hoogte blijkt nu 230° te zijn wat binnen de nauwkeurigheid met de gemeten wind overeenkomt.

De hoofdrichting van de punten C is 222° daar de punten vrijwel met D samenvallen en over 8° gedraaid zijn.

De concentratie in de as op 100 m is 128 ppm AN.

Gecorrigeerd voor de grootte van de bak wordt dit 144 ppm (zie fig. 4).

Dit zouden we dus gevonden hebben voor een punt bron van dezelfde sterkte. Voor deze correctie is gebruik gemaakt van een grafische methode met isolijnen uitgaande van de punten op de straal D.

De $6y$ (100 m) werden voor beide krommen berekend.

Gemeten $6y$ (100) = 11,1 m \pm 0,3

Gecorrigeerd $6y$ (100) = 9,9 m \pm 0,3

De correctie is dus belangrijk op een afstand van 100 m.

Voor Pasquillklasse D geeft het workbook van Turner:

$6y$ (100) = 6-10 m. Merk op dat op afstanden kleiner dan 100 m het verspreidingsmodel niet gebruikt mag worden.

Gezien ook de beschouwing aan het eind van IIIb, mogen we concluderen dat de gevonden waarde zeer goed met normaal gebruikte overeenkomt, terwijl de conceptie van de gaussische verdeling bevestigd wordt.

Uit de concentraties op 100 m en de gevonden $6y$ kunnen nu de concentraties op 300 m en 400 m en de bronsterkte berekend worden.

Op 300 m kunnen we in de as nog 20 ppm verwachten hetgeen overeenkomt met de meting F 5b van 177 ppm dichtbij de as. De kapotte kraan geeft wel de mogelijkheid van een wat hogere werkelijke concentratie.

De 10 ppm grens ligt op ongeveer 400 m.

De berekende bronsterkte Q bedraagt 450 g/sec + 150 bij een vloeistof temperatuur van 9°C , een oppervlakte van 225 m^2 en een windsnelheid op 10 m van 9 m/sec.

Een draaiing van het concentratiepatroon met de hoogte is niet duidelijk waar te nemen.

Ook over de verspreiding in de vertikaal is niets te zeggen daar de hoogte van de metingen maar tot 2 m loopt.

Uit de gemeten concentraties is de invloed van de zwaarte van het AN op de verspreiding niet af te leiden.

Bij lage concentraties, als hier gemeten zijn, is ook geen grote invloed te verwachten.

Daar AN bijna 2x zo zwaar is als lucht komt een concentratieverschil over 10 m van 350 ppm AN overeen met een extra temperatuurverschil van $0,1^{\circ}\text{C}$.

Zoals blijkt uit de temperatuurmetingen kunnen bij Pasquillklasse C-D nog temperatuurverschillen tussen 0,5 m en 10 m van meer dan $0,5^{\circ}\text{C}$ voorkomen, zodat de invloed van 350 ppm verschil maar klein kan zijn. Dergelijke verschillen kunnen alleen op afstanden kleiner dan 60 m zijn opgetreden, zodat de invloed van de zwaarte van het AN wel verwaarloosd kan worden. Natuurlijk kunnen over kleinere hoogteverschillen wel wat grotere gradiënten voorkomen maar die zijn niet van invloed op de verspreiding over grotere afstanden.

b.2. 2e verdampingsproef

Interpretatie van de gegevens is niet mogelijk (zie tabel 5).

Conclusies:

1. De resultaten komen overeen met de theorie van Pasquill.
2. Voor de grootte van de bak moet gecorrigeerd worden.
3. De zwaarte van AN kan bij dergelijke concentraties verwaarloosd worden.
4. Een belangrijk nieuw gegeven is de berekende bronsterkte.
5. Meer meetpunten in de buurt van de as op afstanden van 100-200 m en hoogten tot 10 m waren wenselijk geweest.

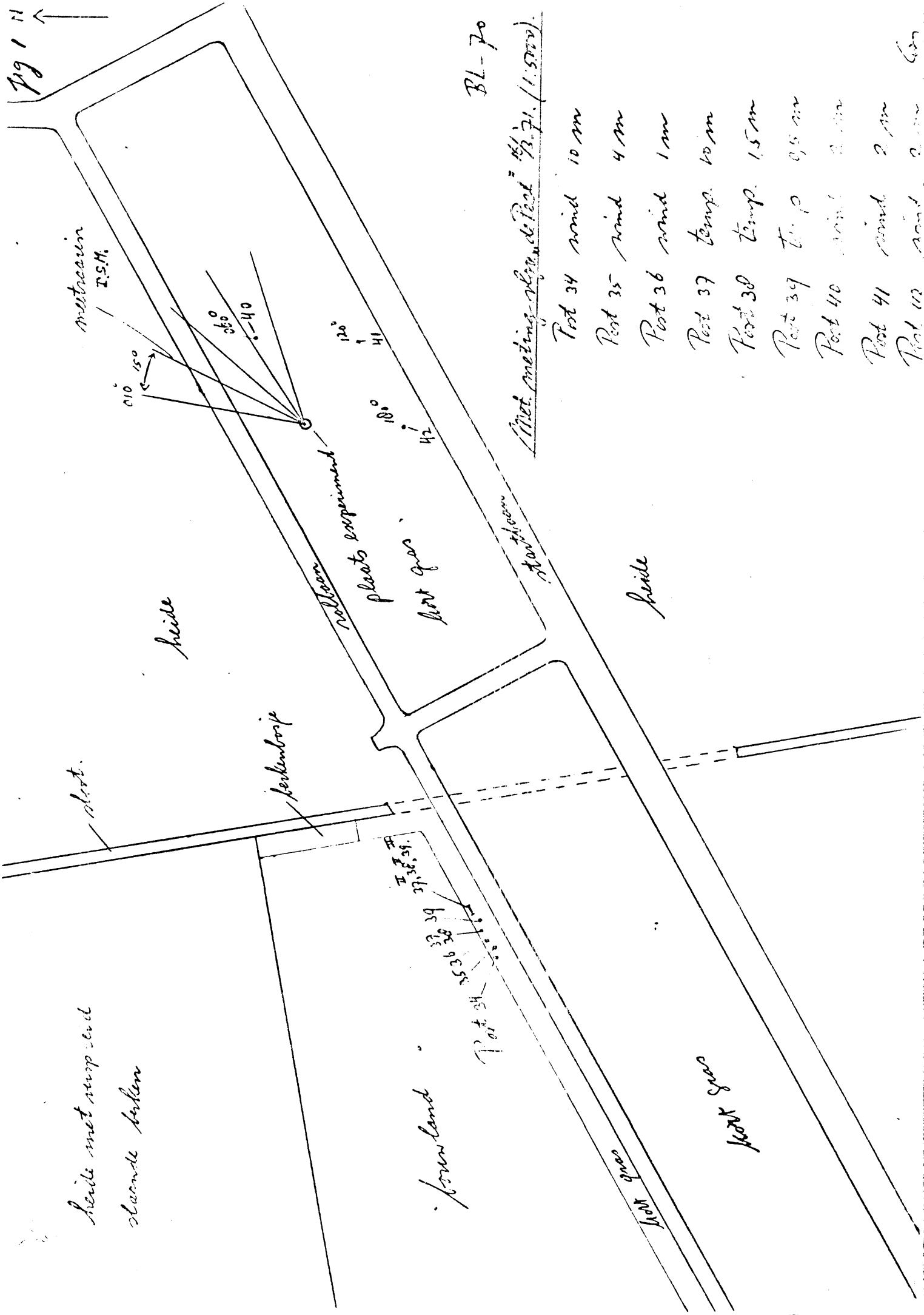
Samenvatting:

Eenzijds wordt uit meteorologische waarnemingen de $6y$ (100) afgeleid. Deze kan op 9-10 m gesteld worden (voor een puntbron). Anderzijds wordt uit de concentratiemetingen de $6y$ (100) berekend. Voor een ronde bak van 225 m^2 geeft dit 11,1 m.

Herleid tot een puntbron wordt dit: $6y$ (100) = 9,9 m.

De op twee manieren berekende $6y$ komen overeen. We nemen de gaussische verdeling en Pasquillklasse C-D als werkelijk opgetreden aan.

Uit de concentraties op 100 m, de Pasquillklasse C-D en de windsnelheid kan nu m.b.v. de tabellen uit het workbook van Turner de bronsterkte uitgerekend worden.



- Post 34 wind 10 m
- Post 35 wind 4 m
- Post 36 wind 1 m
- Post 37 temp. 10 m
- Post 38 temp. 1.5 m
- Post 39 temp. 2 m
- Post 40 wind 2 m
- Post 41 wind 2 m
- Post 42 wind 2 m

Fig 2

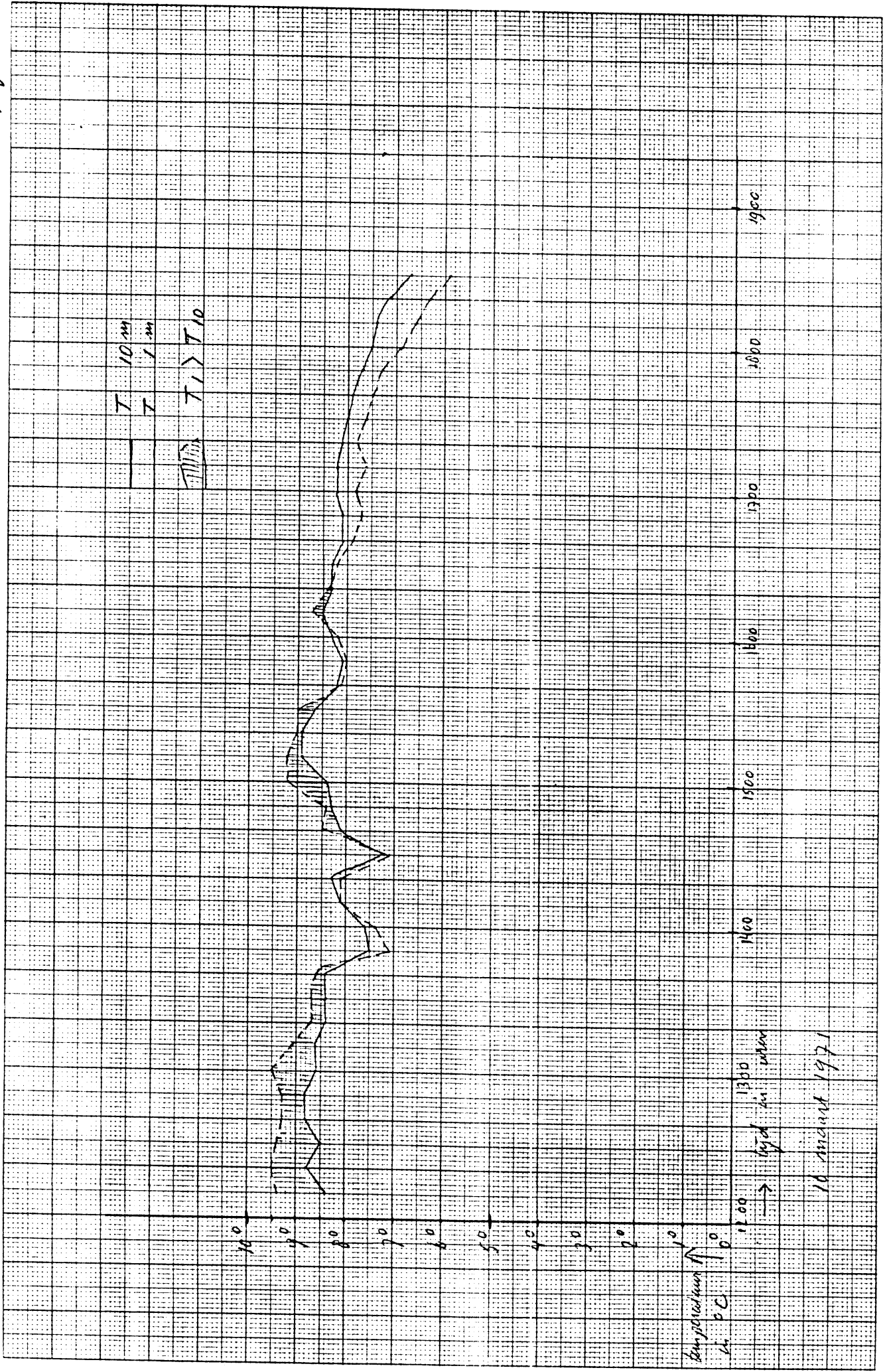
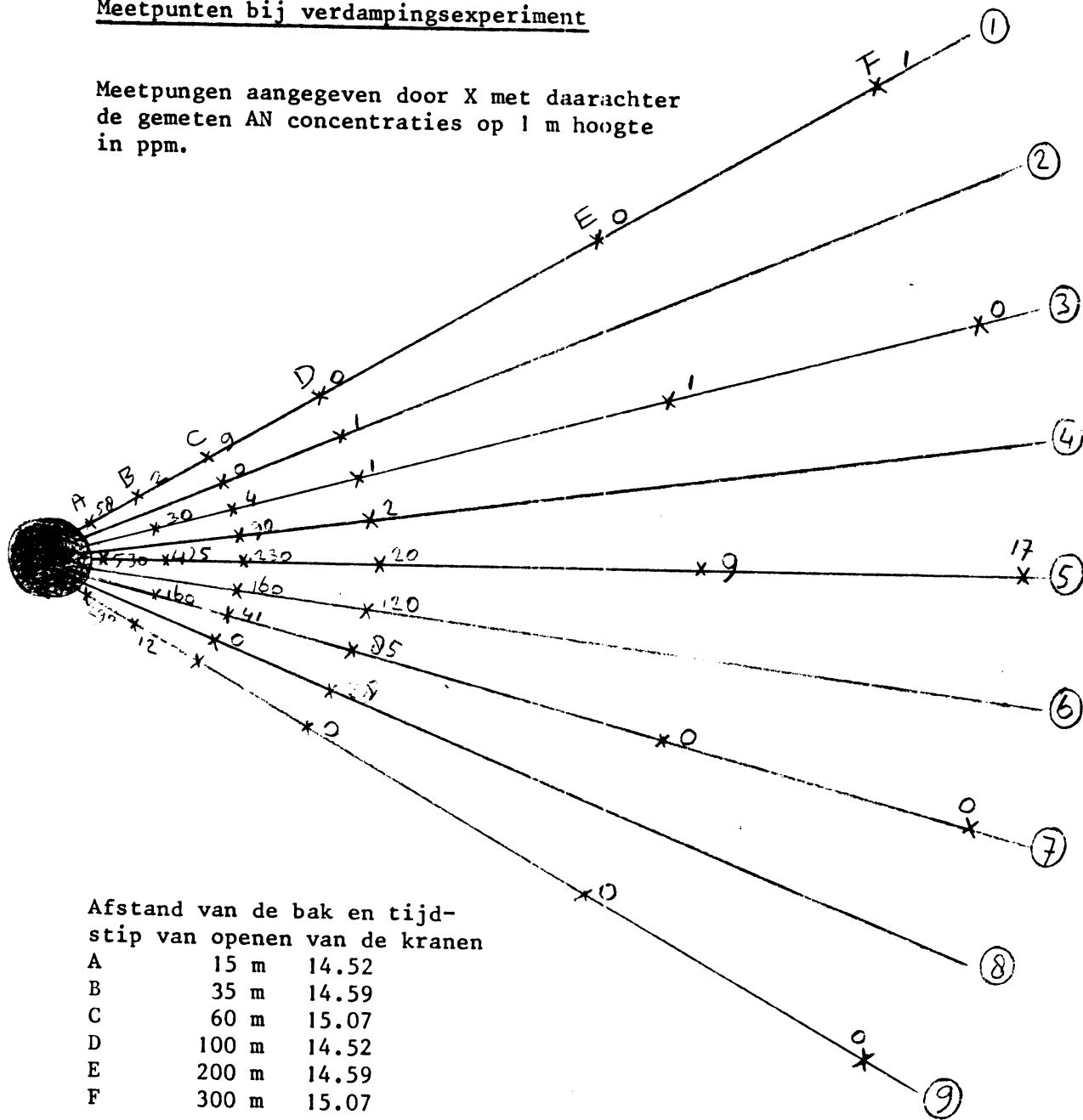


Fig. 3

Meetpunten bij verdampingsexperiment

Meetpunten aangegeven door X met daarachter de gemeten AN concentraties op 1 m hoogte in ppm.



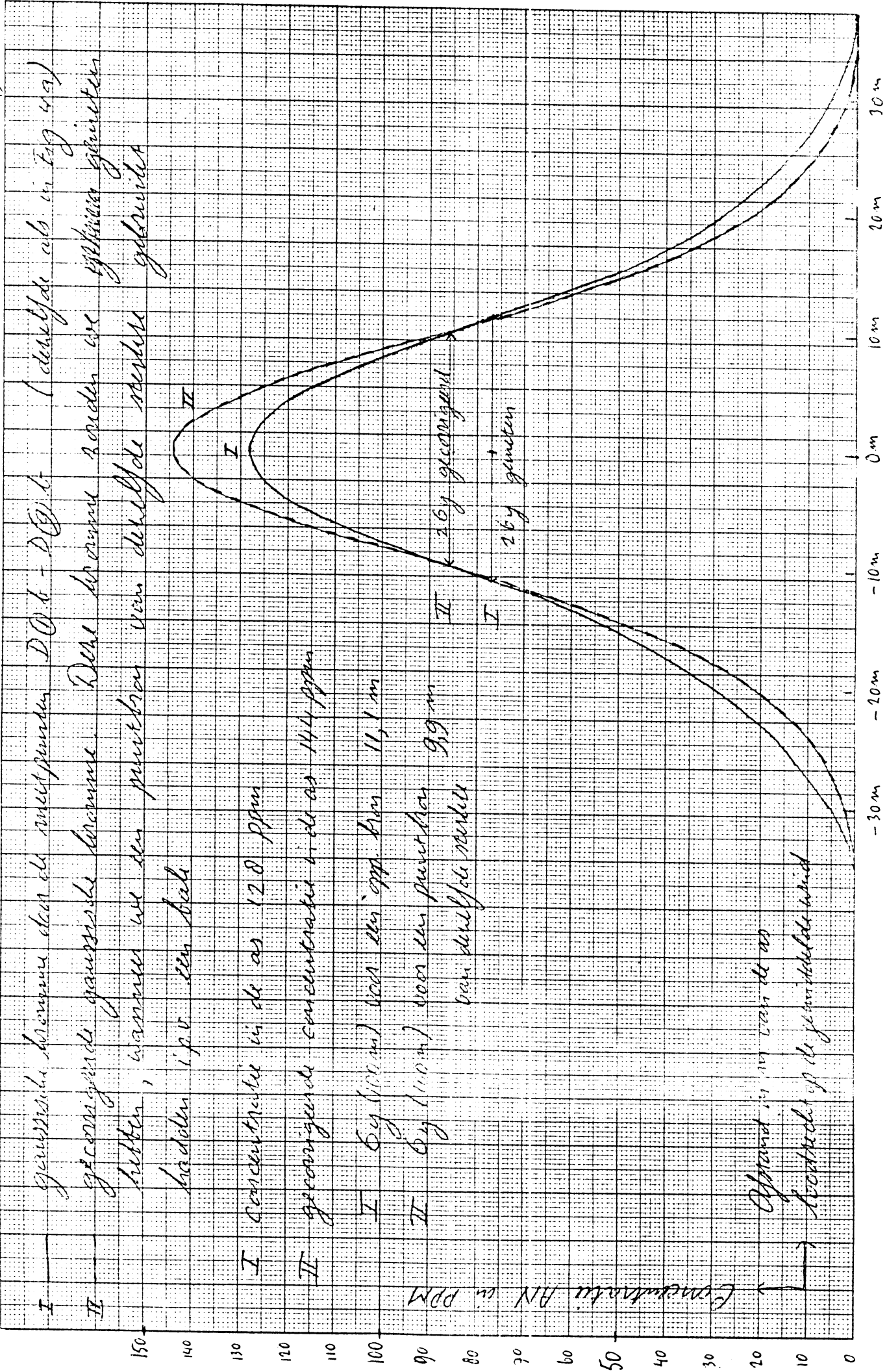
Afstand van de bak en tijdstip van openen van de kranen

A	15 m	14.52
B	35 m	14.59
C	60 m	15.07
D	100 m	14.52
E	200 m	14.59
F	300 m	15.07

Richting 5 komt overeen met een windrichting 220° .
De hoek tussen twee richtingen (bv. 5 en 6) is $7^{\circ}30'$.

De afstand tussen twee meetpunten op 100 m van de bak is 14 m, op 60 m van de bak is dat 8,5 m.

Fig 4 b

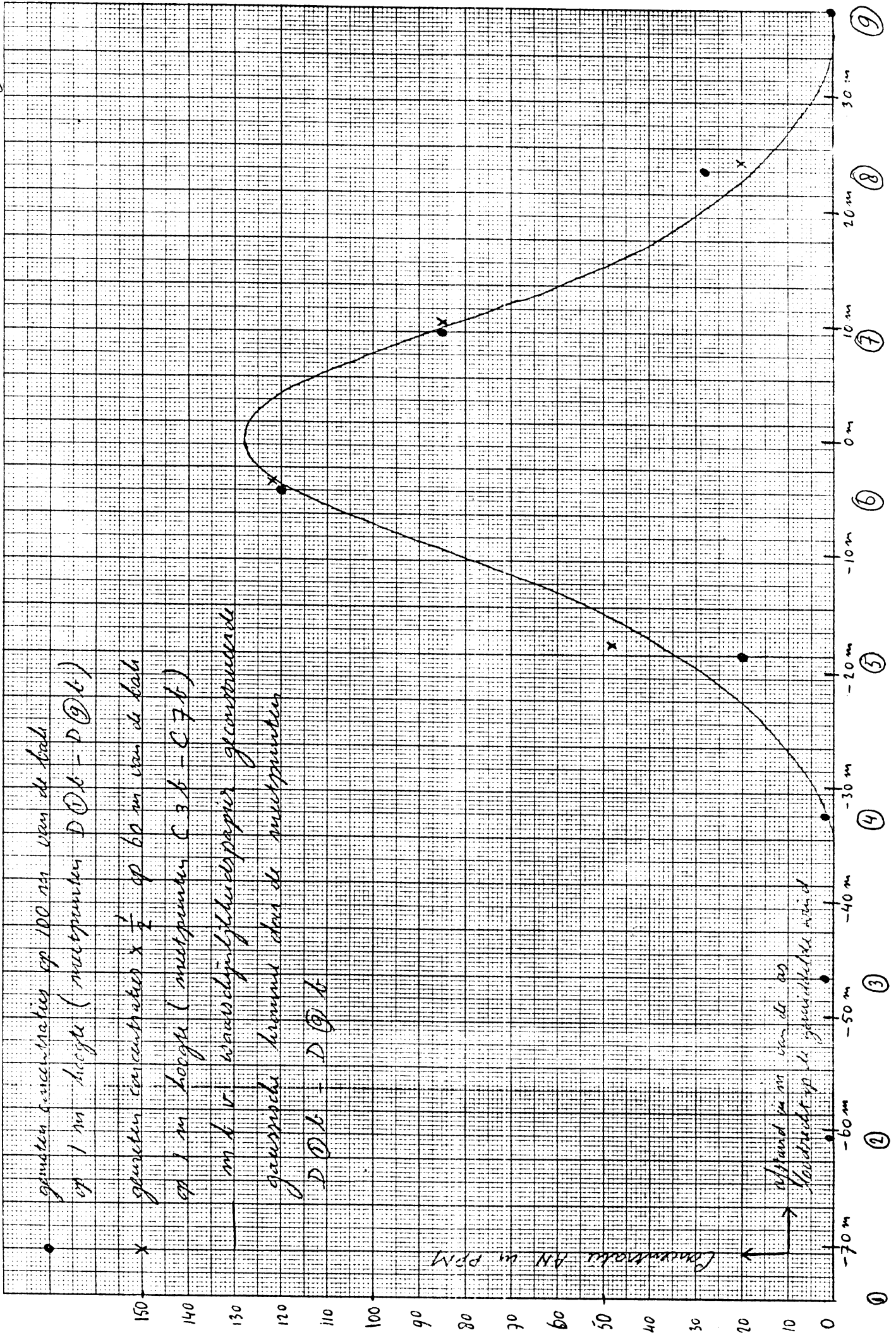


(dezelfde als in Fig 4a)
 Deel der wind rondom een
 gebouwe gemeten
 gebouwe

D.O. b - D.F. b
 Deel der wind rondom een
 gebouwe van dezelfde
 gebouwe

I gerekende bromine dan de meetpunten D.O. b - D.F. b
 II gerekende gasvrije bromine. Deel der wind rondom een
 gebouwe, wanneer we den punt van denzelfde
 gebouwe i.p.v. een gebouwe

Fig 4a



Tabel 1

De Peel, BL 70, 16 maart 1971

Temp. per 10 min. in °C				Uurgem. van de temp. in °C			
Post	37	38	39	Periode	37	38	39
Tijde MET	10 m	1.5 m	0.5 m		10 m	1.5 m	0.5 m
12.10	8.4	9.2	9.4	12.00			
12.20	8.8	9.3	9.5				
12.30	8.5	9.3	9.4				
12.40	8.8	9.4	9.3				
12.50	8.8	9.3	9.3				
13.00	8.6	9.3	9.5	13.00	8.7	9.3	9.4
13.10	8.6	9.2	9.1				
13.20	8.4	8.8	8.7				
13.30	8.4	8.7	8.7				
13.40	8.4	8.7	8.6				
13.50	7.5	7.4	7.1				
14.00	7.6	7.6	7.4	14.00	8.2	8.4	8.3
14.10	8.1	8.4	8.1				
14.20	8.3	8.4	8.1				
14.30	7.2	7.3	7.1				
14.40	8.1	8.5	8.5				
14.50	8.3	8.7	8.4				
15.00	8.4	8.8	9.2	15.00	8.1	8.4	8.2
15.10	8.9	9.2	9.2				
15.20	8.9	9.0	9.0				
15.30	8.6	9.1	9.0				
15.40	8.2	8.4	8.1				
15.50	8.1	8.2	8.0				
16.00	8.3	8.5	8.2	16.00	8.5	8.8	8.6
16.10	8.5	8.8	8.7				
16.20	8.3	8.7	8.4				
16.30	8.3	8.5	8.2				
16.40	8.1	8.3	7.9				
16.50	8.1	8.2	7.7				
17.00	8.2	8.3	7.8	17.00	8.3	8.5	8.1
17.10	8.2	8.2	7.6				
17.20	8.1	8.2	7.8				
17.30	8.0	7.9	7.6				
17.40	7.9	7.8	7.5				
17.50	7.7	7.6	7.3				
18.00	7.5	7.3	6.9	18.00	7.9	7.8	7.5
18.10	7.4	7.2	6.6				
18.20	7.1	6.9	6.3				
18.30	6.7	6.4	5.9	18.30	7.1	6.8	6.3

Tabel 2

"De Peel" BL 70, 16 maart 1971

Post/Periode	10 min.gem.van de windrichting in tientallen graden						10 min.gem.v.d.windsn.in m/s						Uurgem.van de windsnelheid in m/s						
	34 10 m	35 4 m	36 1 m	40 2 m	41 2 m	42 2 m	34 10 m	35 4 m	36 1 m	40 2 m	41 2 m	42 2 m	Periode	34 10 m	35 4 m	36 1 m	40 2 m	41 2 m	42 2 m
12.00-12.10	22	21	21	21	21	21	7.0	6.5	6.0	6.2	6.0	6.5	12.00						
12.10-12.20	21	21	22	21	22	22	7.0	5.2	6.1	7.0	6.0	6.5							
12.20-12.30	21	21	21	20	20	20	7.2	7.1	6.0	6.1	7.0	6.8							
12.30-12.40	20	21	21	20	20	20	7.0	6.6	6.0	7.0	6.8	7.5							
12.40-12.50	20	20	21	19	19	19	7.0	6.8	6.0	7.0	7.2	8.0							
12.50-13.00	20	20	20	21	20	19	7.8	7.6	6.8	6.5	7.0	8.0							
13.00-13.10	20	20	20	21	21	20	8.0	7.0	6.0	6.0	6.5	6.1	13.00	7.2	6.6	6.2	6.6	6.7	6.9
13.10-13.20	21	21	21	20	20	20	7.6	6.2	5.5	6.4	6.3	6.6							
13.20-13.30	20	21	20	20	20	20	6.5	6.5	5.8	6.0	6.1	6.0							
13.30-13.40	21	20	21	21	21	20	6.0	5.8	5.0	5.0	5.6	6.1							
13.40-13.50	20	20	21	20	21	20	6.8	6.0	5.0	6.0	5.2	5.0							
13.50-14.00	20	20	20	20	20	20	5.5	5.6	4.8	5.7	6.0	5.5	14.00	6.7	6.2	5.4	5.9	6.0	6.2
14.00-14.10	20	20	20	19	20	19	5.1	5.2	4.9	5.0	5.1	6.0							
14.10-14.20	20	20	21	20	19	19	7.0	5.2	5.0	5.8	5.5	5.1							
14.20-14.30	22	22	23	23	21	21	8.9	8.5	6.4	7.2	8.0	7.0							
14.30-14.40	23	23	24	23	23	23	6.1	6.5	5.0	5.6	7.0	6.8							
14.40-14.50	22	23	23	22	22	22	7.0	5.5	6.0	5.2	5.8	5.9							
14.50-15.00	24	24	24	23	23	23	9.0	8.1	7.0	7.8	6.5	7.0	15.00	7.2	6.5	5.7	6.1	6.3	6.3
15.00-15.10	22	22	23	22	23	22	10.0	9.3	7.8	8.0	8.5	9.5							
15.10-15.20	23	22	23	22	23	23	10.9	9.0	7.0	8.2	8.1	7.5							
15.20-15.30	22	22	22	22	22	22	11.0	9.0	7.8	8.1	9.5	9.0							
15.30-15.40	22	22	22	22	22	22	10.5	9.0	7.8	8.5	8.6	8.5							
15.40-15.50	22	22	22	22	22	22	9.0	9.0	6.0	8.0	9.0	9.0							
15.50-16.00	22	22	22	22	22	22	8.0	7.0	6.0	6.8	8.0	7.8	16.00	9.9	8.7	7.1	7.9	8.6	8.6
16.00-16.10	21	21	21	21	21	21	7.8	7.0	6.5	7.1	7.0	7.5							
16.10-16.20	21	21	21	21	21	20	8.8	7.8	6.0	6.2	8.0	7.5							
16.20-16.30	21	21	21	21	21	21	8.8	7.2	7.0	6.8	6.0	7.0							
16.30-16.40	21	21	21	21	21	21	7.0	7.0	5.4	6.2	6.0	7.0							
16.40-16.50	21	21	21	21	21	21	7.0	7.2	5.2	6.5	6.5	7.3							
16.50-17.00	21	21	21	21	21	21	7.3	7.1	5.2	5.1	6.5	7.3							
17.00-17.10	22	22	22	22	22	21	5.6	5.6	4.0	6.5	7.0		17.00	7.8	7.2	5.9	6.3	6.7	7.2
17.10-17.20	21	21	21	21	21	21	5.6	4.6	4.5										
17.20-17.30	21	21	21	21	21	21	8.0	6.3	6.0										
17.30-17.40	21	20	21	20	20	20	6.5	7.0	5.1										
17.40-17.50	20	20	20	20	20	20	5.2	5.2	4.0										
17.50-18.00	20	20	20	20	20	20	5.8	5.0	4.3				18.00	6.1	5.6	4.7	-	-	-
18.00-18.10	20	20	20	20	20	20	5.0	4.8	3.9	5.0									
18.10-18.20	19	19	19	19	19	19	5.5	4.7	4.1	4.8									
18.20-18.30	20	19	20	19	19	19	5.0	5.0	4.0	5.0			18.30	5.2	4.8	4.0	-	4.9	-

Tabel 3

Uur	p	ΔT	Pasquillklasse
13.00	0,08	0,7	C - D
14.00	0,09	0,1	D
15.00	0,11	0,1	D
16.00	0,14	0,1	D
17.00	0,11	-0,2	D
18.00	0,11	-0,4	D
18.30	0,10	-0,8	D

p : machtwetexponent uit $\frac{U_{10}}{U_1} = \left(\frac{10}{1}\right)^p$ $\frac{U(Z_1)}{U(Z_2)} = \left(\frac{Z_1}{Z_2}\right)^p$

ΔT : temperatuurverschil $\Delta T = T_1 - T_{10}$

U_{10}, U_1 windsnelheid op 10 resp. 1 meter

T_{10}, T_1 temperatuur op 10 resp. 1 meter

le verdampingsexp. (16 maart 1971)

Overzicht monsterpunten + analyses in ppm AN

Afstand (tijd)		15 (14.52)	35 (14.49)	60 (15.07)	100 (14.52)	200 (14.59)	300(15.07)
Richting							
1	A1c 20 b 58 a 24	B1c 1.5 b 2.5 a 9	C1c <1 b 9 a <1	D1c <1 b <1		E1b <1	F1b 1
2			C2c 2 b <1 a 15	D2c <1 b 1.5			
3		B3c 28 b 30 a 29	C3c 1 b 4 a 3	D3c 1 b 1		E3b 1	F3b <1
4			C3c 70 b 90 a 110	D4c 3 b 2			
5 hoofd- richting	A5c 105 b 530 a 1300	B5c 260 b 425 a 530	C5c 120* b 230 a 280	D5c 18 b 20		E5b 9	F5b 17*
6			C6c 125 b 160 a 160	D6c 10 b 120			
7		B7c 100 b 160 a 260	C7c 130 b 41 a 42	D7c 70* b 85		E7b <1	F7b <1
8			C8c 3 b <1* a <1	D8c 50 b 28			
9	A9c 20 b 290 a 780	B9c 6 b 12 a 10	C9c 1 b - a <1	D9c 0 b 0		E9b 0	F9b 0

* = slechte kraan

a = 0,2 m b = 1,0 m c = 2,0 m boven de grond

2e verdampingsexp. (16 maart 1971)

Overzicht monsterpunten + analyses in ppm AN

Richting	Afstand					
	15	35	60	100	200	300 m
1		B1c 153 b 270 a 466	C1c 94 b - a <1	D1c 20 b 30		E1b 10
2			C2c 1,5 b 1 a 1	D2c <1 b <1		
3		B3c 1 b 1,5 a 1	C3c <1 b <1 a 1	D3c <1 b <1		E4b <1
4			C4c <1 b <1 a -	D4c <1 b <1		
5 Hoofd- richting		B5c <1 b - a <1	C5c <1 b <1 a <1	D5c <1 b <1		E5b <1
6			C6c <1 b <1 a <1	D6c <1 b <1		
7		B7c <1 b 0 a 0	C7c <1 b <1 a <1	D7c <1 b <1		E7b 1
8				D8c <1 b <1		
9		B9c <1 b <1 a 1		D9c <1 b <1		E9b <1

a = 0,2 m b = 1,0 m c = 2,0 m boven de grond