

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

TECHNISCHE RAPPORTEN

T. R. - 6

H. van Dop, A. A. M. Holtslag

en

J. F. den Tonkelaar

Een waarschuwingsverwachting t. b. v. een
vergunningverleningsprocedure voor
bodemontsmetting met methylbromide.

De Bilt 1981

Publikatienummer: K.N.M.I. TR-6(FM)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Fysisch Meteorologisch Onderzoek,
Postbus 201,
3730 AE De Bilt,
Nederland.

U.D.C.: 551.510.42 :
551.551

1. Inleiding

Bodemontsmetting met methylbromide leidt tot sterk verhoogde concentraties van deze stof in de buitenlucht, in de directe omgeving van de plaats waar deze ontsmetting plaatsvindt. Deze concentraties kunnen tijdelijk zo hoog zijn, dat schade aan de volksgezondheid niet mag worden uitgesloten. Het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne treft maatregelen om het optreden van hoge concentraties op plaatsen waar dat niet gewenst is te voorkomen. Het optreden van hoge concentraties hangt o.a. samen met de meteorologische omstandigheden. In dit rapport zal worden aangegeven welke meteorologische parameters een rol spelen en hoe op indirecte wijze een verwachting van deze parameters kan worden gegeven.

2. Probleemstelling

Bij het opstellen van grenswaarden worden vaak waarden gekozen voor een gemiddelde over een langere termijn, en een kort durende piek.

De gestelde grenswaarden bij methylbromide-ontsmetting liggen zodanig, dat als de kort durende piekwaarde (uurgemiddelde) niet wordt overschreden, het zeer onwaarschijnlijk is dat de gemiddelde waarde over de langere termijn (24 uur) wèl wordt overschreden. De in dit rapport uitgevoerde berekeningen zullen daarom betrekking hebben op uurgemiddelde waarden.

In de volgende paragraaf zal een beschrijving worden gegeven van het gebruikte model. Ten slotte zal worden samengevat hoe met deze berekeningen een verwachting voor het verdunnend vermogen van de atmosfeer is opgesteld.

3. Het verspreidingsmodel

Ten behoeve van verspreidingsberekeningen worden vele vereenvoudigingen toegepast. Dit maakt de uitkomsten van dergelijke modellen twijfelachtig. O.a. wordt er meestal van uitgegaan dat de windsnelheid en de turbulentie homogeen en stationair zijn, een veronderstelling die voor een complex kassengebied tot (grote) fouten aanleiding zal geven.

Een andere bron van onnauwkeurigheid is, dat concentraties moeten worden bepaald voor plaatsen waarvan de afstand tot de bron dezelfde orde van grootte heeft als de afmeting van de oppervlaktebron zelf. Ten slotte blijkt uit de door TNO verrichte metingen (Huygen en Van IJssel, 1981) ook nog dat de emissiesterkte slechts bij benadering kan worden bepaald. Gezien het bovenstaande hoeft de modelkeuze niet erg kritisch te zijn, en kan een eenvoudig verspreidingsmodel worden toegepast (Van Ulden, 1978), een model dat is afgeleid van een lijnbron. Hierbij spelen de volgende overwegingen een rol:

- De berekeningen worden uitgevoerd alleen als functie van de (bron-receptor)afstand. De windrichtingsafhankelijkheid wordt niet in beschouwing genomen.
- De emissie is niet nauwkeurig bekend.
- De verspreiding vindt plaats in de oppervlaktelaag, d.w.z. in een laag, die zich in het algemeen tot een hoogte van 30 à 40 m uitstrekt, een laag waarvan meteorologisch gezien veel bekend is. Het hier gehanteerde verspreidingsmodel is van toepassing en getoetst in de oppervlaktelaag.
- De door TNO gedane metingen kunnen worden gebruikt om een indruk te krijgen van de nauwkeurigheid van de berekeningen in het onderhavige gebied.

Het verspreidingsmodel is gebaseerd op diffusie vanuit een continue lijnbron dicht bij de grond. De grondconcentratie

c bijvoorbeeld, wordt gegeven door

$$c/q = 0.73/(\bar{z} \bar{u}) , \quad (1)$$

waar \bar{z} de gemiddelde hoogte van de pluim is en \bar{u} de gemiddelde horizontale windsnelheid. Van Ulden (1976) geeft voor deze grootheden benaderde analytische uitdrukkingen waarin de Obukhovlengte L , de ruwheid z_0 en de wrijvingssnelheid u_* voorkomen. De ruwheid in een kassengebied wordt op 0.30 m gesteld (zie modellen voor de berekening van verspreiding van luchtverontreiniging, 1976). Uit uurlijkse standaardmeteorologische waarnemingen kunnen u_* en L worden bepaald.

Aangezien het zwaartepunt van de glastuinbouw - en dus ook van de methylbromide-emissies - in het Westland ligt, kunnen de meteorologische waarnemingen van het vliegveld Zestienhoven als basis dienen. Uit de daar gemeten windsnelheid op 10 m hoogte, U_{10} , kan u_* bij benadering worden bepaald volgens

$$u_* = k U_{10} / \ln(10/z_0) , \quad (2)$$

waarin k de Von Karman constante is ($k=0.35$) en z_0 de lokale ruwheidslengte. Aangezien de ruwheid in een kassengebied aanzienlijk verschilt van die van het vliegveld Zestienhoven ($z_0=0.045$ m), wordt hiervoor een correctie aangebracht zodat (2) uiteindelijk wordt:

$$u_* = 0.088 U_{10} . \quad (3)$$

De waarde van L overdag volgt uit:

$$L = -u_*^3 T / (kgH) , \quad (4)$$

waar T de absolute temperatuur in de oppervlaktelaag is, g de versnelling van de zwaartekracht en H de voelbare warmtestroom. Substitutie van voor T , k en g gebruikelijke

waarden geeft:

$$L = -1.05 \cdot 10^5 u_*^3 / H . \quad (5)$$

Met behulp van fig. 1 kan voor de verschillende seizoenen een schatting worden gegeven van de H als functie van de bedekkingsgraad. De waarden zijn representatief voor het tijdvak rondom het middaguur (Holtslag et al., 1980).

De bepaling van de nachtwaarde van L is aanzienlijk gecompliceerder. We zullen hiervoor eenvoudigweg een empirische relatie gebruiken (Venkatram, 1980):

$$L = 1100 u_*^2 . \quad (6)$$

Als de bedekkingsgraad N_{eff} en de windsnelheid U_{10} gegeven zijn, is het dus mogelijk met behulp van fig. 1 en de vgl. 3, 5 en 6 een schatting te geven voor L en u_* , en vervolgens van c/q via vgl. 1.

Omdat de bovenstaande procedure de nodige onzekerheden bevat, zijn de resultaten niet meer dan een indicatie, en dienen ze met voorzichtigheid te worden gehanteerd.

3.1 Enige modelberekeningen

Met behulp van het hierboven beschreven model zullen enige concentratieschattingen worden gegeven. Hierbij gelden de volgende veronderstellingen:

- De representatieve kasgrootte is 100 x 100 m.
- De kas wordt opgevat als lijnbron. Waar deze lijnbron gesitueerd moet worden, is onzeker. Voor afstanden groter dan 100 m van de kasrand zou de lijnbron door het centrum van de kas moeten lopen, loodrecht op de gemiddelde windrichting.
- Gezien de bevindingen van Van den Hout et al. (1981), zal worden uitgegaan van een bronsterkte van $0.64 \text{ mgm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. De corresponderende lijnbronsterkte, q, is

gezien de dimensie van 100×100 m gesteld op $64 \text{ mgm}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

- De emissiehoogte, z_e , is gesteld op 2.5 m, de receptorhoogte op 1.5 m.
- Als bron-receptorafstand zal steeds worden bedoeld de (loodrechte) afstand van receptorpunt tot de lijn waar de emissie gedacht wordt plaats te vinden.

De resultaten zijn gegeven in fig. 2 en 3. Fig. 2 geeft voor onstabiele, neutrale en stabiele omstandigheden het concentratieverloop als functie van de afstand. Het verloop is gegeven voor vier waarden van u_* , die corresponderen met de windsnelheden te Zestienhoven volgens vgl. 3. De berekeningen zijn voor afstanden kleiner dan 100 m in de figuren gestreept weergegeven. Hiermee wordt aangegeven dat het extrapolaties betreft in een gebied waar de nauwkeurigheid van de berekeningen klein is.

In fig. 3 is aangegeven - wederom in een onstabiele, neutrale en stabiele situatie - bij welke bron-receptor afstand de grenswaarde van respectievelijk 5 (fig. 3a) en 2 (fig. 3b) mgm^{-3} wordt overschreden.

Hoewel de hier berekende concentraties wat hoger liggen dan die door Van den Hout et al. (1981) worden vermeld, kan gezien de gemaakte veronderstellingen van een redelijke overeenstemming worden gesproken.

Verwachtingsprocedure

Op basis van bovenstaande berekeningen is een verwachtingsprocedure ontwikkeld, die gebaseerd is op de te verwachten parameters bedekkingsgraad^{*)} en windsnelheid te Zestienhoven. Hieruit volgt of het verwacht verdunnend vermogen van de atmosfeer voor de betreffende verwachtingsperiode gering dan wel voldoende zal zijn. Deze verwachtingen worden

*) Er wordt een verwachting opgesteld voor de totale bedekkingsgraad, N , terwijl in fig. 1 de effectieve bedekkingsgraad $N_{\text{eff}} = \frac{1}{2}(N+N_h)$ wordt gebruikt. (N_h is de bedekkingsgraad van uitsluitend de lage bewolking). ^hDe hierdoor ontstane verschillen geven echter geen significante andere uitkomsten van de verspreidingsberekeningen.

twee maal per dag telefonisch doorgegeven, 's ochtends om 11.30 uur voor de daaropvolgende nachtperiode en 's avonds om 22.30 uur voor de daaropvolgende dag. In tabel I staan de dag- en nachturen gedefinieerd. De in de verwachting vermelde waarden van de bedekkingsgraad en windsnelheid gelden als representatief voor de gemiddelde situatie in de desbetreffende perioden.

Klimatologie

Op basis van klimatologische gegevens over de periode 1960-1974 is nagegaan wat de frequentie is van voorkomen van slechte verspreidingscondities. Hiertoe is nagegaan hoe frequent het voorkwam dat in de verwachte periode gedurende één of meer uren niet aan de in tabel I gestelde criteria was voldaan. De resultaten zijn gegeven in Fig. 4. Hieruit kan met enige voorzichtigheid worden geconcludeerd dat (i) perioden met geringe verspreidingscondities voornamelijk in de zomer en herfst zullen worden aangetroffen en (ii) het percentage dagen met geringe verspreidingscondities in het algemeen onder de 20% zal liggen, terwijl gedurende de nacht dit percentage tussen de 50 en 70% zal liggen.

Referenties

- Golder, D. (1972). Relations among stability parameters in the surface layer. Bound. Lay. Meteor., vol. 3, 1972, pp. 15-46.
- Holtslag, A.A.M., Bruin, H.A.R. de, Ulden, A.P. van (1980). Estimation of the sensible heat flux from standard meteorological data for stability calculations during daytime. 11th NATO-CCMS international technical meeting on air pollution modeling and its application. Amsterdam, 24-27 Nov. 1980. 2dl. pp. 260-265.

Hout, K.D. van den, Huygen, C., Thijsse, Th.R. en IJssel, F.W. van (1981). Het effect van een betere afdekking bij bodemontsmetting met methylbromide. TNO Rapport G1061, Delft.

Huygen, C. en IJssel, F.W. van (1981). Concentratieingen op 26 t/m 30 september 1980 alsmede hierop gebaseerde berekeningen van de uitworp en de verspreiding. IMG-TNO rapport G1048, Delft.

Ulden, A.P. van (1978). Simple estimates for vertical diffusion from sources near the ground. *Atm. Env.*, 12, pp. 2125-2129.

Venkatram, A. (1980). Estimation of turbulence velocity scales in the stable and the unstable boundary layer for dispersion calculations. 11th NATO-CCMS international technical meeting on air pollution modeling and its application. Amsterdam, 24-27 Nov. 1980. Part I.

Modellen voor de verspreiding van luchtverontreiniging (1976), Staatsuitgeverij, Den Haag.

Figuuronderschriften

- Fig. 1 Voelbare warmtestroom, H , als functie van de bedekkingsgraad en het seizoen. De bedekkingsgraad, N_{eff} , is gedefinieerd als het gemiddelde van de totale bedekkingsgraad en de bedekkingsgraad van de lage bewolking.
- Fig. 2 Gemiddelde concentratie als functie van de bron-receptor afstand in (a) een onstabiele situatie ($L=-20$), (b) een neutrale situatie ($L=\infty$), en (c) een stabiele situatie.
De receptor- en bronhoogte zijn aangegeven met resp. z_r en z_e . De waarden van $u_* = 0.1, 0.2, 0.3$ en 0.4 ms^{-1} corresponderen met een windsnelheid op 10 m hoogte boven vlak terrein van resp. $1.1, 2.3, 4.5$ en 9.1 ms^{-1} .
- Fig. 3 De bron-receptor afstand waarbij grenswaarden van (a) 5 en (b) 2 mg m^{-3} overschreden worden in een onstabiele, neutrale en stabiele situatie. De bij de grenswaarde behorende 10 m wind te Zestienhoven is op de verticale as aangegeven.
- Fig. 4 Percentage van voorkomen van dagen (a) resp. nachten (b) waarop het aantal uren met gering verdunnend vermogen \geq de langs de abscis aangegeven waarde.

Tabel Ia

LVO - 22.30

Dagelijks te 22.30 uur MET/MEZT aan:

LUCHTVERONTREINIGING

1: PROEFSTATION voor TUINBOUW onder glas, te Naaldwijk; (dienstnummer: 01740-26541).

VD 10.3.10

Proefstation belt op.

DATUM: _____

Eén telexafschrift aan Hr. Van Dop, kamer 267.

AANWIJZINGEN voor de METEOROLOG:

- 1: De te verwachten parameters gelden voor het WESTLAND, waar de glastuinbouw het omvangrijkst is.
- 2: De dagperiode beslaat het tijdvak van 1 uur na zonsopkomst tot 1 uur vóór zonsondergang.
- 3: Om te bepalen of het verdunnend vermogen GERING dan wel VOLDOENDE is, wordt in onderstaande dagdiagrammen de gemiddelde windsnelheid (in kts) en de gemiddelde bedekkingsgraad (in okta's), ongeacht soort bewolking, gebruikt.

Verwachting van het verdunnend vermogen van de atmosfeer voor morgen overdag,
_____ dag, _____ (datum, maand; morgen) :

gering / voldoende * (*: doorhalen wat NIET van toepassing is).

Door de meteoroloog gebruikte combinatie van parameters: \overline{ff} = kts, \overline{N} = okta's.

Het verdunnend vermogen van de atmosfeer is GERING in het gearceerde gebied.

De letters A t/m F geven de Pasquill-stabiliteitsklasse als functie van de windsnelheid en de bedekkingsgraad.

Tijd van aanbieding met.:
Paraaf:

Tijd van verzending:
Paraaf:

Tabel Ib

LVO - 11.15

Dagelijks te 11.15 uur MET/MEZT aan:

LUCHTVERONTREINIGING

1: PROEFSTATION voor TUINBOUW onder glas, te Naaldwijk; (dienstnummer: 01740-26541).

VD 10.3.10

Proefstation belt op.

DATUM:

Eén telexafschrift aan Hr. Van Dop, kamer 267.

AANWIJZINGEN voor de METEOROLOOG:

- 1: De te verwachten parameters gelden voor het WESTLAND, waarde glastuinbouw het omvangrijkst is.
- 2: De nachtperiode beslaat het tijdvak van 1 uur vóór zonsondergang tot 1 uur na zonsopkomst.
- 3: Om te bepalen of het verdunnend vermogen GERING dan wel VOLDOENDE is, wordt in onderstaand nachtdiagram de gemiddelde windsnelheid (in kts) en de gemiddelde bedekkingsgraad (in okta's), ongeacht de soort bewolking, gebruikt.

Verwachting van het verdunnend vermogen van de atmosfeer voor de nacht van _____ dag, _____ (datum, maand; heden) op _____ dag, _____ (datum, maand; morgen) :
gering / voldoende * (*: doorhalen wat NIET van toepassing is).

Door de meteoroloog gebruikte combinatie van parameters: \overline{ff} = kts, \overline{N} = okta's.

Het verdunnend vermogen van de atmosfeer is GERING in het gearceerde gebied.

De letters A t/m F geven de Pasquill-stabiliteitsklasse als functie van de windsnelheid en de bedekkingsgraad.

Tijd van aanbieding met.:
Paraaf:

Tijd van verzending:
Paraaf:

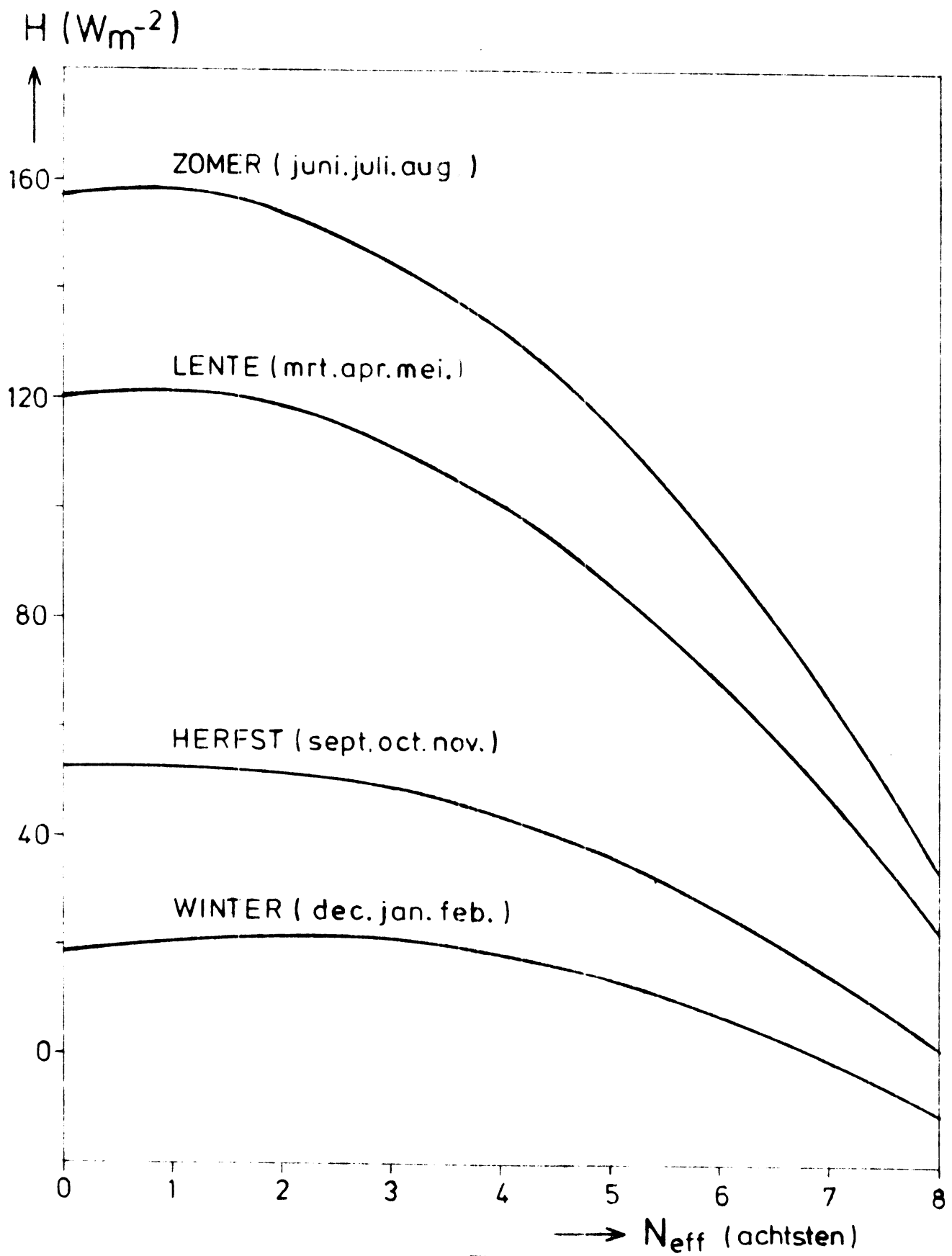


Fig.1

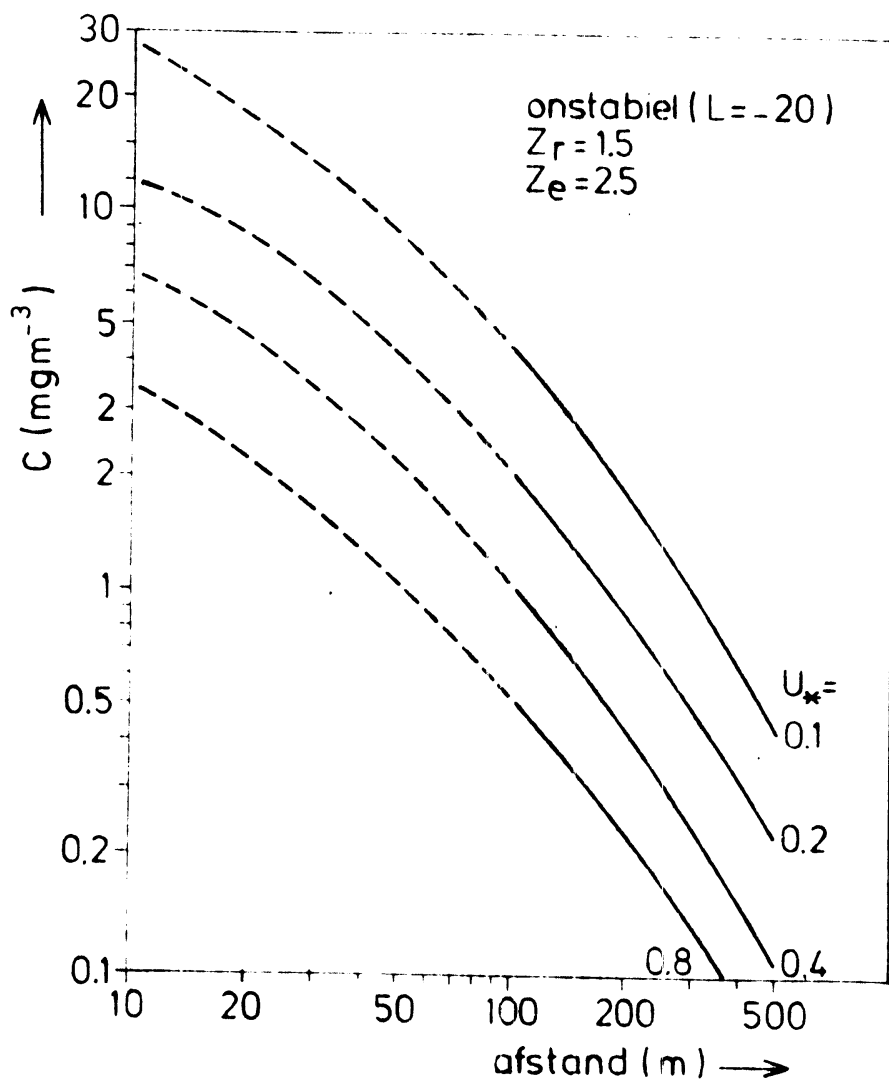


Fig. 2a

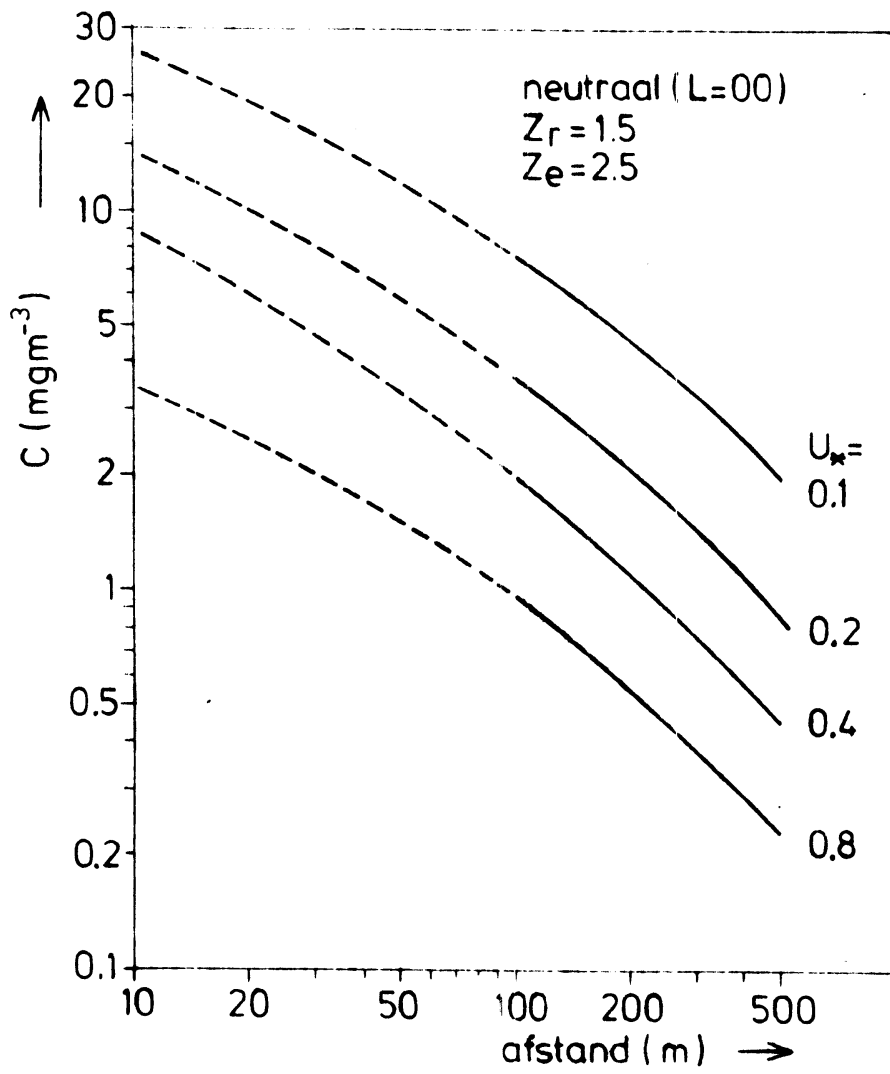


Fig. 2b

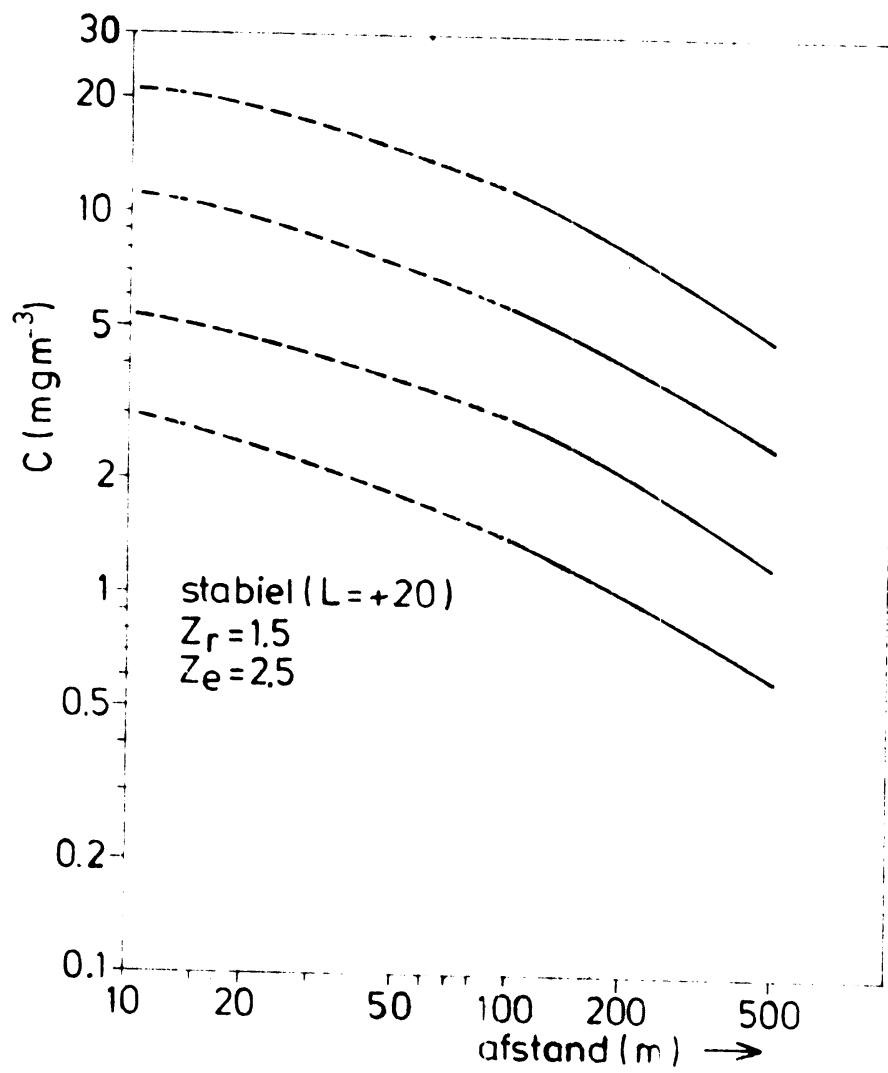


Fig. 2c

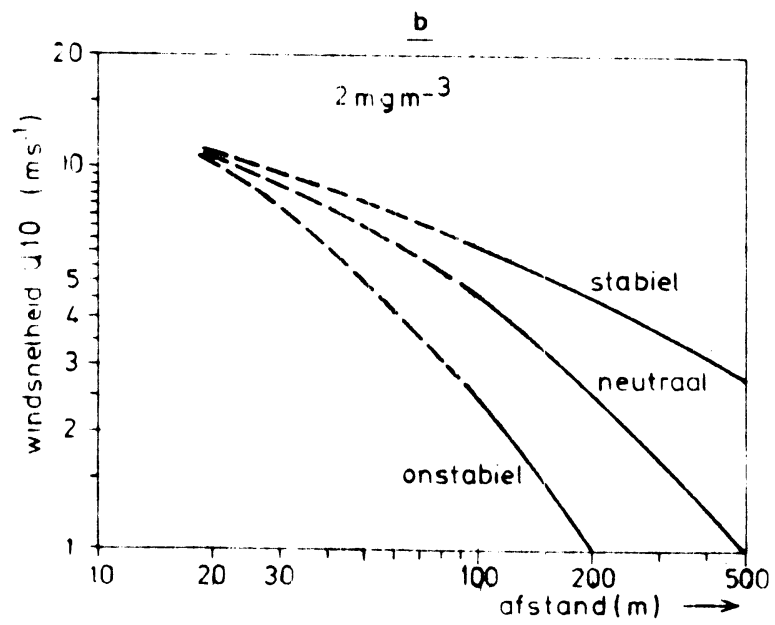
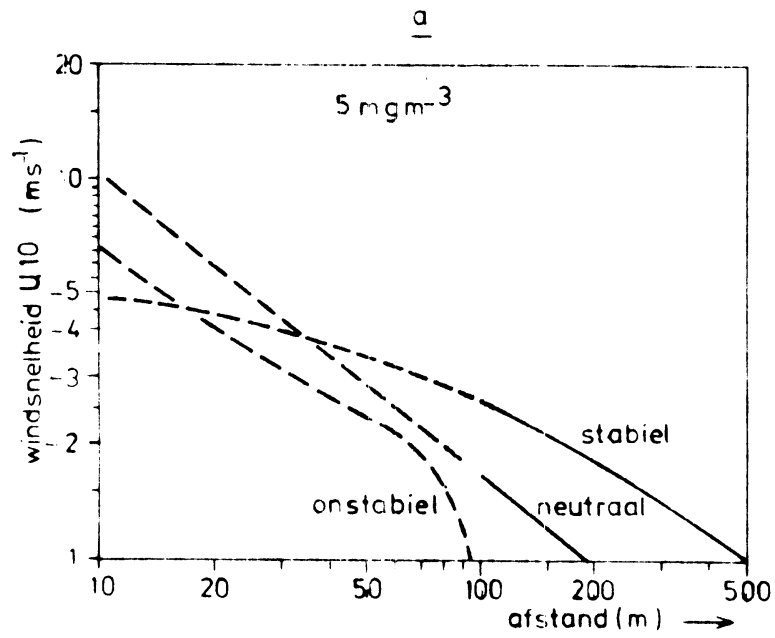
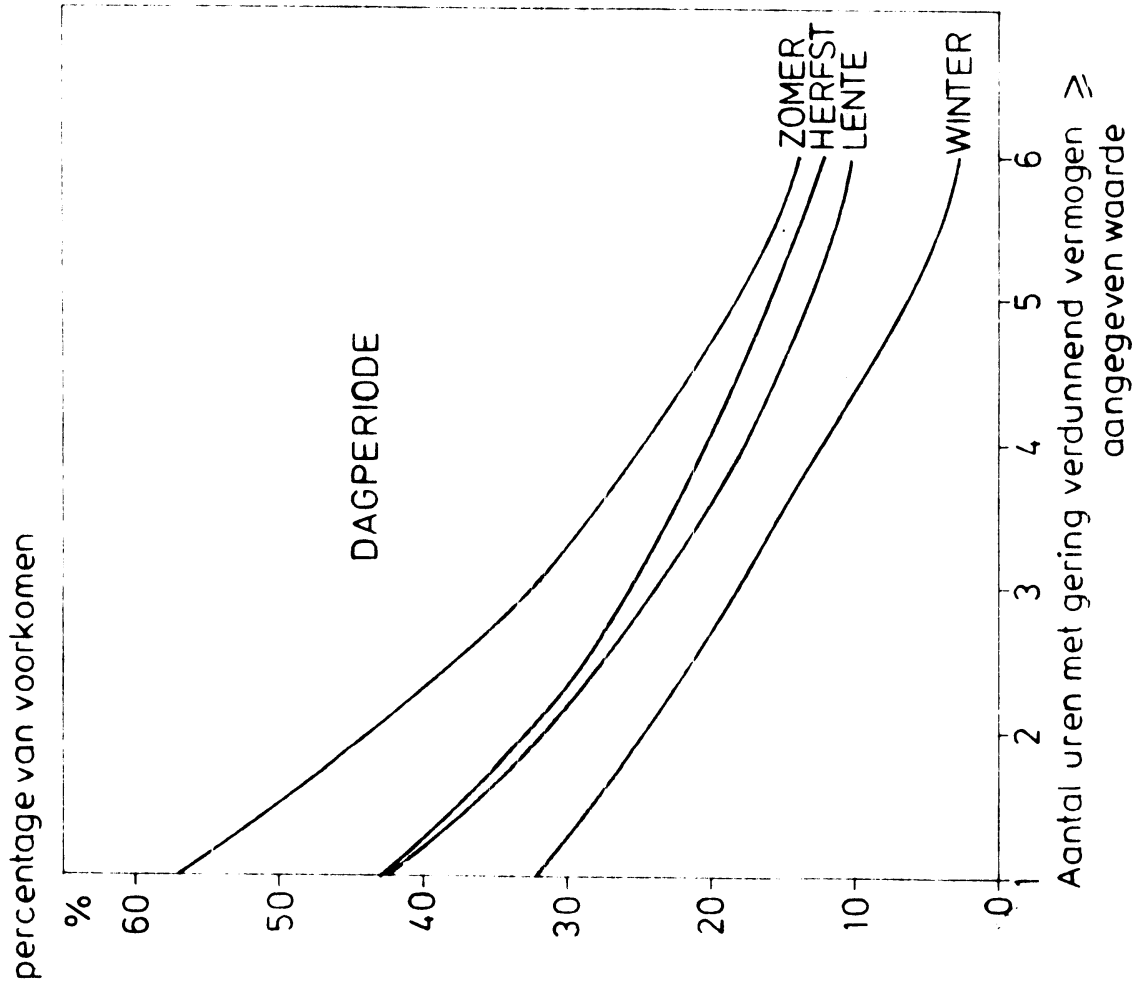


Fig. 3

a



b

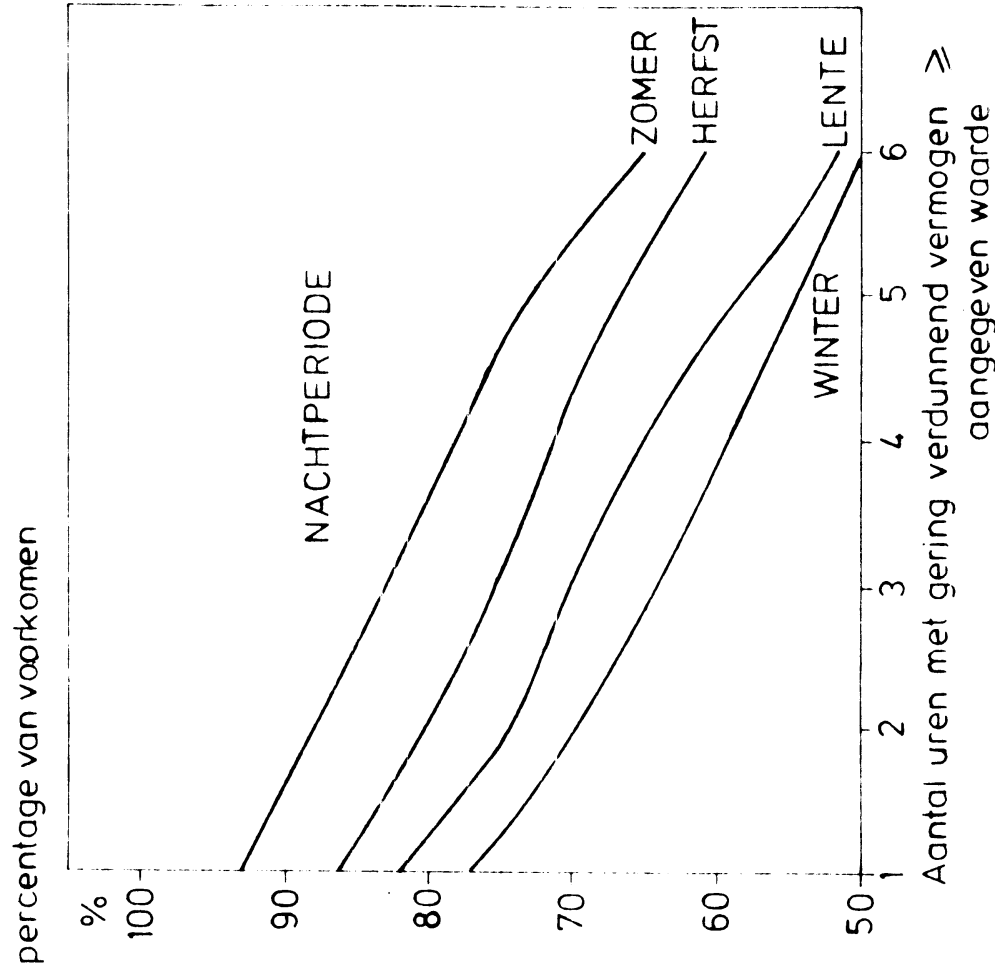


Fig. 4