

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

TECHNISCHE RAPPORTEN

T.R. - 60

M.P. Scheele en A.A.M. Holtslag

Handleiding voor het computerprogramma
van het Gaussisch pluimmodel met
percentiel berekeningen.

De Bilt, 1985

Publikatienummer: K.N.M.I. T.R. 60 (FM)

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

U.D.C.: 551.551 :
551.501.4 :
518.5

ISSN: 0169-1708

Handleiding voor het computerprogramma van het
Gaussisch pluimmodel met percentiel berekeningen.

M.P. Scheele
A.A.M. Holtslag

Inhoud:	bladzijde
1. Inleiding	3
2. Het Gaussisch pluimmodel voor de berekening van lange termijn gemiddelde concentraties	5
3. De berekening van hoge percentielen	14
4. Structuur van het programma	20
5. Slotwoord	26
Literatuurlijst	27
Bijlage 1 : Blokschema	28
Bijlage 2 : Invoer voor het programma	32
Bijlage 3 : Voorbeelden van uitvoer	38
Bijlage 4 : Verwerking van de achtergrond	56
Bijlage 5 : De parameters van het herziene Nationale model	59
Symbolenlijst	66

1. Inleiding

Voor de berekening van de verspreiding van luchtverontreiniging kan het Gaussisch pluimmodel worden toegepast. Dit model staat bekend als het Nationale model [3]. Het model is geldig tot op enkele tientallen kilometers van de bron. Met het model kunnen seizoens- en jaargemiddelde concentraties berekend worden ten gevolge van emissies van één of meer puntbronnen of oppervlaktebronnen. In het model zit geen chemie, en geen depositie. Het mag gebruikt worden voor deeltjes, niet groter dan 20 μm in doorsnede. Het model is geprogrammeerd in Algol op de Burroughs B6800 computer van het KNMI [5].

Naast lange termijn gemiddelde concentraties is men geïnteresseerd in frequentieverdelingen van luchtverontreinigingsconcentraties. Voor met name de hoge percentielen bestaat een methode die in 1981 werd ingevoerd [6]. In dit rapport wordt beschreven hoe het programma van het oorspronkelijke Gaussisch pluimmodel is uitgebreid met de methode voor hoge percentielen. Een gemeten achtergrondconcentratie kan nu ook meegenomen worden in het programma. Het programma berekent de toename van de concentraties en de percentielen ten gevolge van toevoeging van een nieuwe bron of bronnen. Deze toename is betrouwbaarder dan de waarde van de berekende concentraties en percentielen [6]. Het uitgebreide programma heet GAUSSMODEL/LUV081.

Recent (1984) zijn andere aanbevelingen gedaan voor verbetering van het oorspronkelijke Gaussisch pluimmodel voor lange termijn gemiddelde concentraties [1,2]. Deze aanbevelingen zijn verwerkt in een verbeterd programma GAUSSMODEL/LUV084. De bediening van beide programma's is analoog en zal in dit rapport worden beschreven (bijlage 2).

De bovengenoemde programma's zijn operationeel op de computer van het KNMI. Op verzoek kan met de programma's worden gerekend voor praktische toepassingen.

Gezien de bovengenoemde verandering en uitbreiding vervangt dit rapport de oorspronkelijke programmabeschrijving [5]. In dit rapport zullen we het model beschrijven, en enkele begrippen toelichten. Voor de achtergrond van het model, en de voorwaarden voor het gebruik wordt verwezen naar [3,4,6]. In paragraaf 2 staat het Gaussisch pluimmodel beschreven. In paragraaf 3 wordt de percentielberekening behandeld. In paragraaf 4 is de structuur van het programma beschreven. In de bijlagen wordt de invoer en de uitvoer van het programma toegelicht. Ook worden de te gebruiken parameters in het lange termijn model gegeven.

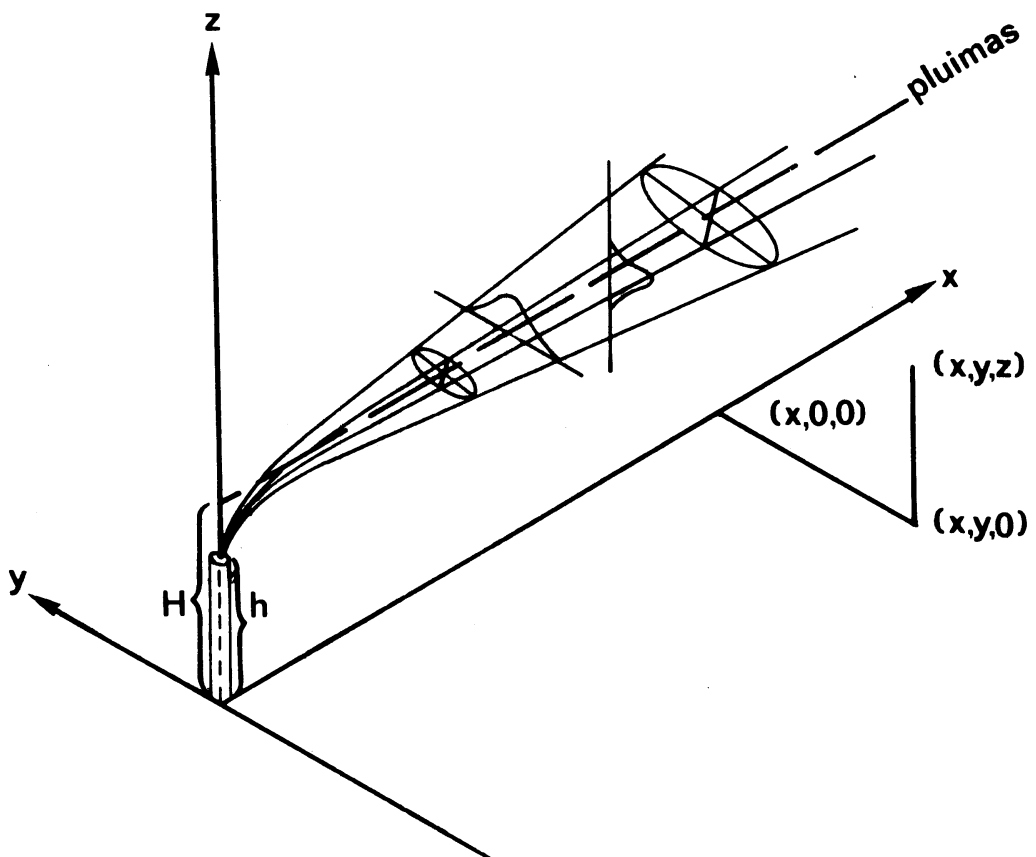


fig. 1 Coördinaten in het gaussisch pluimmodel .

2. Het Gaussisch pluimmodel voor de berekening van lange termijn gemiddelde concentraties.

Wanneer een bron op een bepaalde hoogte h verontreiniging in de atmosfeer brengt, wordt deze verontreiniging meegenomen door de wind. De wind is niet constant in richting en snelheid. Fluctuaties van de wind binnen een uur noemen we turbulentie. Turbulentie heeft tot gevolg dat de verontreiniging verspreid wordt, loodrecht op de gemiddelde windrichting. De doorsnede van de pluim neemt hierdoor toe met de afstand tot de bron [4].

In geval van homogene en stationaire turbulentie mag worden aangenomen dat de concentratie in de pluim loodrecht op de pluimas Gaussisch is verdeeld. De concentratie in een punt wordt dan (zie fig. 1) [4]:

$$C = \frac{Q}{2 \pi U_H \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \cdot \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}. \quad (1)$$

Hierbij is

- C = de concentratie in het gekozen punt.
- H = de effectieve schoorsteenhoogte. Dat is de hoogte van de pluimas boven de grond.
- U_H = de windsnelheid op effectieve schoorsteenhoogte. Dit wordt de transportsnelheid genoemd.
- z = de hoogte van het gekozen punt boven de grond.
- y = de horizontale afstand tot de pluimas.
- Q = de bronsterkte.
- σ_y, σ_z = de standaardafwijking horizontaal, resp. verticaal van de concentratieverdeling. σ_y, σ_z heten de dispersiecoëfficiënten.

De term met $(z+H)$ in vergelijking (1) ontstaat doordat volledige reflectie van de pluim aan de grond wordt aangenomen. De hoogte van de pluimas H volgt uit de schoorsteenhoogte h , vermeerderd met de pluimstijging Δh . Deze pluimstijging wordt berekend uit de warmte-emissie Q_H .

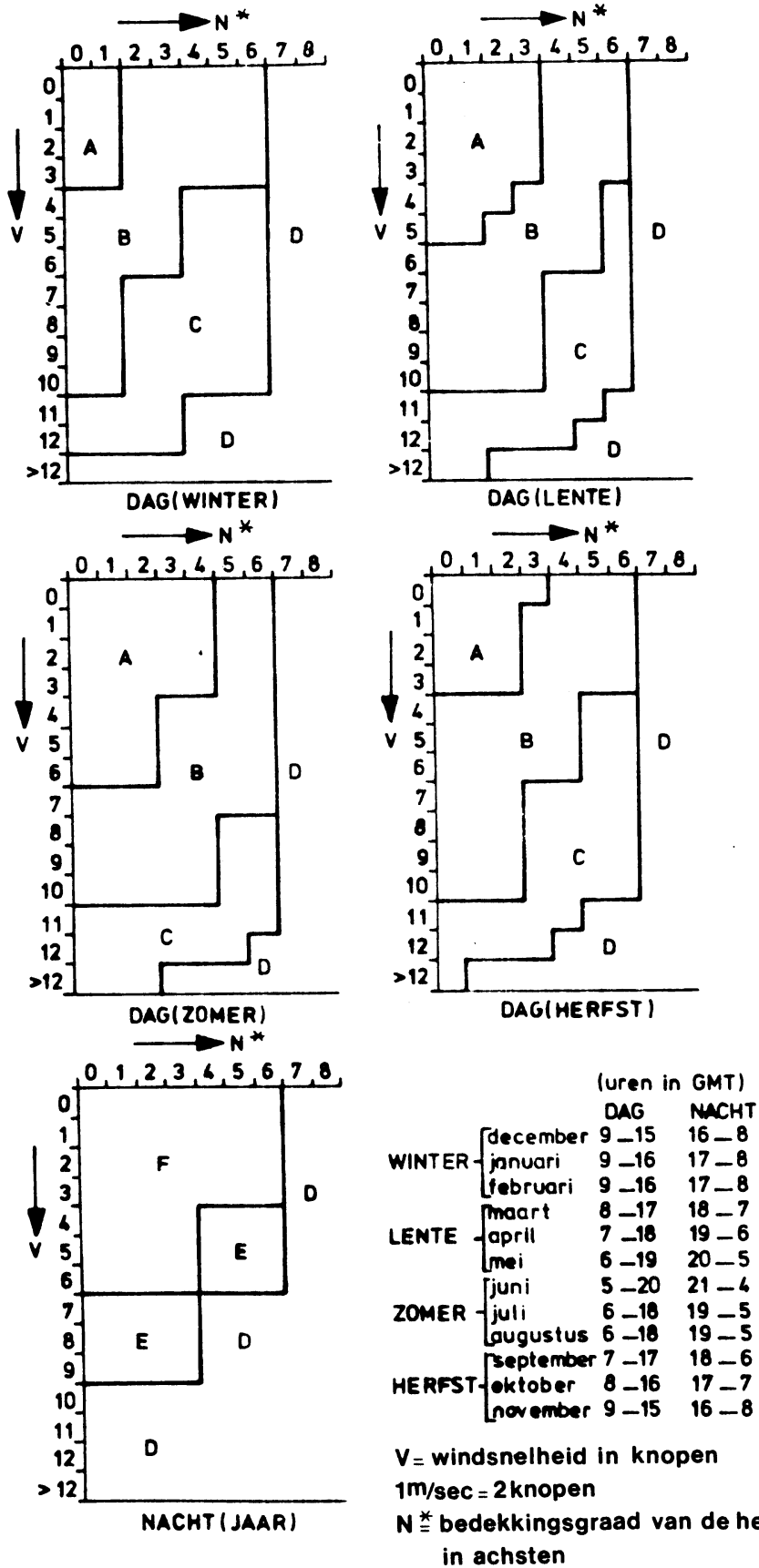


fig. 2 Schema voor de bepaling van de stabiliteitsklassen.

De dispersiecoëfficiënten σ_y en σ_z zijn afhankelijk van de turbulente toestand van de atmosfeer. De turbulentie zorgt voor verspreiding loodrecht op de pluimas. De pluimas ligt in de gemiddelde windrichting. De turbulentie hangt af van de stabiliteit, dat is de mate waarin verticale bewegingen in de atmosfeer gedempt of versterkt worden. In een onstabiele atmosfeer worden bewegingen versterkt, in een stabiele atmosfeer worden ze gedempt.

Om de invloed van de stabiliteit te verrekenen wordt een indeling gemaakt van onstabiel (A = sterk onstabiel; C = zwak onstabiel), via neutraal (D) naar stabiel (E = zwak stabiel; F = sterk stabiel). De stabiliteitsklasse wordt vastgesteld uit het seizoen, het uur van de dag, de windsnelheid, en de bedekkingsgraad van bewolking. Zie figuur 2. Per stabiliteitsklasse zijn de dispersiecoëfficiënten gegeven met een empirische formule. Ze hangen af van de afgelegde afstand x , en van de terreinruwheid z_0 . Er zijn twee vergelijkingen voor de dispersiecoëfficiënten per stabiliteitsklasse. De ene is volgens Pasquill, en de andere volgens Singer en Smith [4]. We hebben in het programma GAUSSMODEL/LUV084 4 opties beschikbaar voor de berekening van dispersiecoëfficiënten. In tabel 1 worden deze opties toegelicht.

Tabel 1.: Opties in GAUSSMODEL/LUV084 ter bepaling van de dispersie coëfficiënten

Optie	σ_z	σ_y	Opmerking
0	Pa* en SS**	Pa en SS	volgens aanbeveling [3] en [6]
1	alleen Pa	alleen Pa	alternatief in [2]
2	alleen SS	alleen SS	niet aktueel
3	alleen Pa	Pa en SS	geldende aanbeveling werkgroep LVO [8]

* volgens Pasquill

** volgens Singer en Smith.

In de oorspronkelijke aanbevelingen [3] en [6] wordt onderscheid gemaakt naar bronhoogte, en naar soort bron. Voor lage bronnen tot 10 m en voor oppervlaktebronnen wordt Pasquill gebruikt. Voor hoge bronnen vanaf 100 m wordt Singer en Smith gebruikt. Voor de overige bronnen worden de

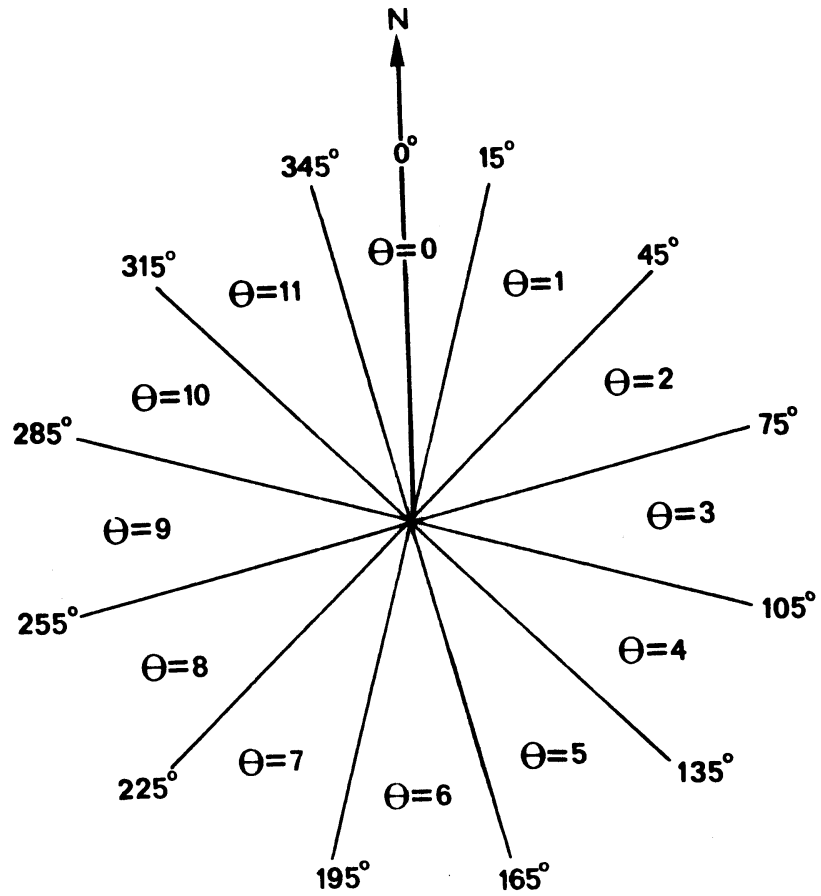


fig. 3 Indeling en nummering van 30° sectoren.

dispersiecoëfficiënten linear geïnterpoleerd tussen 10 m en 100 m. Later is hier op teruggekomen [1,2].

De transportsnelheid hangt samen met de windsnelheid, meestal gemeten op 10 m hoogte. Daarom wordt ook de windsnelheid verdeeld in windsnelheidsklassen volgens tabel 2. We rekenen per klasse met een zgn. representatieve windsnelheid U_{10} .

Tabel 2. De windsnelheden.

Klasse N	Windsnelheidsgrenzen	Representatieve windsnelheid U_{10}
1	0.5 m/sec - 2.5 m/sec	1.45 m/sec
2	3 m/sec - 5.5 m/sec	4.0 m/sec
3	> = 6.0 m/sec	8.0 m/sec

Als we ons beperken tot de lange termijn gemiddelde concentratie ten gevolge van een stationaire bron, is er een vereenvoudiging mogelijk. We delen de windrichting in 12 sectoren van 30° in (zie fig. 3). We veronderstellen dat de pluim binnen één sector blijft. Daarbij nemen we binnen een sector een uniforme windrichtingsverdeling aan. Dan kan de factor $\exp[-y^2/2\sigma_y^2]/(\sqrt{2\pi}\sigma_y)$ worden vervangen door $n/(2\pi x)$, met $n = 12$. De sectoren zijn vastgelegd volgens figuur 3. De richting is de richting waar de wind vandaan komt.

De drievoudige klasse-indeling naar windrichting, windsnelheid en stabiliteit, maakt het mogelijk de parameters σ_z en U_H in formule (1) te vinden. Per klasse kunnen we dan de concentratie berekenen.

Voor lange termijn gemiddelde concentraties dienen we de concentraties van alle uren te sommeren. Daarvoor moeten we weten hoe vaak elke klasse voorkomt. Dus moeten we een frequentieverdeling maken van de meteorologische omstandigheden in het te onderzoeken gebied. Dit kan door over een lange periode, bv. 20 jaar, alle uurlijkse metingen van een station te classificeren naar windsnelheid, windrichting en stabiliteit. Windstille en niet te classificeren uren worden evenredig verdeeld over de overige klassen. Het resultaat noemen we een standaardklimatologie.

Het blijkt dat niet alle combinaties van windsnelheid en stabiliteit voorkomen. Stabiliteitsklasse A en B komen niet voor bij windsnelheidsklasse 3. Klasse E en F ook niet. We houden per richting 14 klassen over, aangeduid

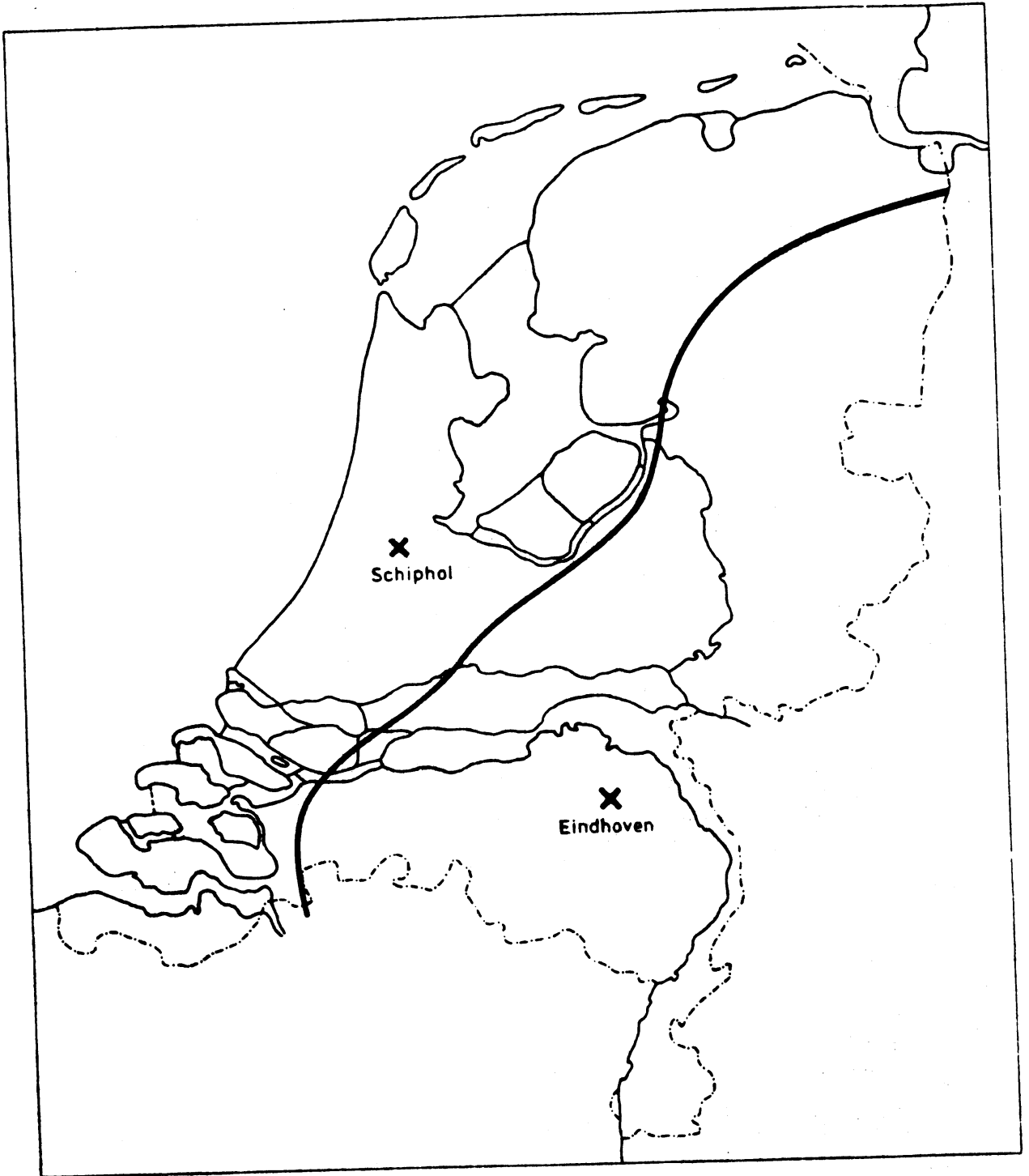


fig. 4 Klimatologische zones met representatieve stations.

als A1, A2, B1, B2, C1, C2, C3, D1, D2, D3, E1, E2, F1 en F2.

We kunnen een standaardklimatologie maken voor het hele jaar. Maar we kunnen de uren ook onderverdelen in vier seizoenen, of naar dag en nacht. In totaal zijn er 15 mogelijke seizoen-dag/nacht-combinaties, namelijk lente, zomer, herfst, winter of het gehele jaar, gecombineerd met dag, nacht of een heel etmaal. Een standaardklimatologie is stationsgebonden. In de praktijk blijkt dat men voor berekeningen in Nederland kan volstaan met de standaardklimatologie van Schiphol voor het kustgebied, en Eindhoven voor het binnenland. (Zie figuur 4.)

De menging van luchtverontreiniging vindt plaats in de onderste laag van de atmosfeer, de menglaag. De dikte van die laag noemt men de menghoogte z_1 . Dit is een meteorologische parameter, die in het huidige model constant verondersteld wordt per stabiliteitsklasse.

Komt de hoogte van de pluïmas H in de buurt van de menghoogte z_1 , dan kan de pluïm gedeeltelijk of geheel uit de menglaag verdwijnen. De fractie die in de menglaag blijft, duidt men aan met f . Er geldt $0 < f < 1$. f hangt af van de warmte-emissie.

Voor het gedeelte van de pluïm dat in de menglaag blijft neemt men aan dat het reflecteert aan het inversieplafond, dat ligt op hoogte z_1 . De invloed van dit effect geeft men aan met C_s . Er geldt $C_s > 1$. Voor de bepaling van f en C_s zie bijlage 5.

Door formule (1) aan te passen met de hierboven beschreven modificaties, krijgen we een formule om de concentratie op een afstand x bij een bepaalde klasse te berekenen. Voor de grondconcentratie ($z = 0$) volgt:

$$C(S,N,x) = \frac{2 f Q}{U_H \sqrt{(2\pi)\sigma_z}} \frac{n}{2\pi x} C_s \exp\left[\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right] \quad (2)$$

waarbij de factor 2 in de teller ontstaat door sommatie van de twee termen tussen accoladen in (1).

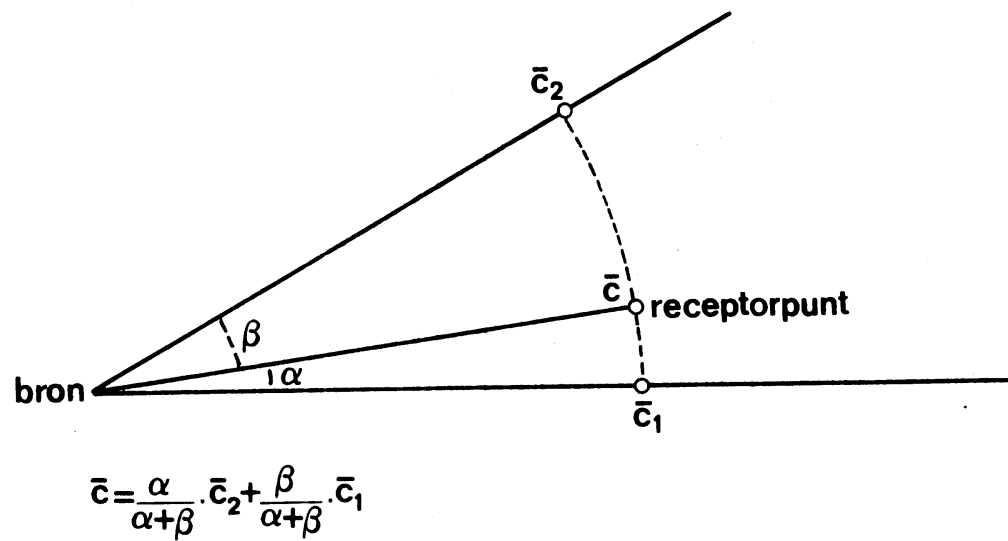


fig. 5 Bepaling \bar{c} uit de concentraties, berekend in twee sectoren.

Voor de lange termijn gemiddelde concentratie geldt:

$$\bar{c} = \sum_{S,N} p(\theta,S,N) C(S,N,x) \quad (3)$$

\bar{c} = de lange termijn gemiddelde concentratie voor de betreffende seizoen-dag/nacht-combinatie.

$p(\theta,S,N)$ = de relatieve frequentie voor stabiliteitsklasse S, windsnelheidsklasse N en windrichtingsklasse θ . De relatieve frequentie is de frequentie gedeeld door het totaal aantal uren in de klimatologie voor die seizoen-dagdeel-combinatie. De concentratie \bar{c} uitgerekend volgens (3) levert de concentratie in het midden van een windrichtingssector θ en op afstand x van de bron. Om discontinuïteit aan de sectorgrenzen te vermijden, interpoleert men \bar{c} lineair tussen de middens van twee sectoren. (Zie figuur 5.)

Voor oppervlaktebronnen moet (2) iets aangepast worden. Een oppervlaktebron, of stadsbron, is een verzameling lage bronnen met weinig warmte-emissie. Zo'n bron wordt opgedeeld in vierkanten van 1 km^2 . In het midden van zo'n vierkant wordt een denkbeeldige puntbron geplaatst. De concentratie wordt berekend volgens:

$$C(S,N,x) = \frac{f Q}{U_H \left\{ \sqrt{(\pi/2) \sigma_z^2 \frac{2\pi x}{n} + \frac{A}{K}} \right\}} C_s \exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right] \quad (4)$$

A = de oppervlakte in vierkante meters, dus 10^6 .

K = de constante van Gifford (= 50).

H = de gemiddelde bronhoogte. Men veronderstelt geen pluimstijging.

De al aanwezige horizontale spreiding van de emissie wordt beschreven door de factor A/K in de noemer. Om de al aanwezige verticale spreiding boven de bron te verrekenen, neemt men σ_z op een afstand $x + r_0$. r_0 noemt men de virtuele afstand. Men bepaalt r_0 door te stellen dat σ_z op afstand r_0 gelijk is aan de bronhoogte H.

3. De berekening van hoge percentielen

In de vorige paragraaf hebben we de berekening van het lange termijn gemiddelde bekeken. In de praktijk is men niet alleen geïnteresseerd in lange termijn gemiddelde concentraties, maar ook in het voorkomen van hoge concentraties. Daartoe hanteert men het begrip percentiel [6].

Een percentiel is een concentratie, die in een gegeven percentage van de tijd niet overschreden wordt. Het (100-P) percentiel is de concentratie, die in P % van de gevallen overschreden wordt. Bijvoorbeeld: het 98 percentiel voor uurgemiddelde concentraties wordt in één jaar 175 maal overschreden (nl. 2% van 24 x 365 uren).

In het model voor de berekening van lange termijn gemiddelde concentraties zitten enige aannames, die alleen gedaan kunnen worden omdat afwijkingen uitgemiddeld worden over de lange termijn. Dit geldt met name voor de aanname van een uniforme verdeling over 30°. Hierdoor werd het gebruik van een horizontale dispersiecoëfficiënt overbodig. Omdat we bij percentielen echter geïnteresseerd zijn in uurgemiddelde concentraties, moeten we andere aannames maken. We grijpen terug op de horizontale Gaussische verdeling met standaarddeviatie σ_y in formule (1).

Uit metingen is gebleken dat de concentratie bij een bepaalde windrichting (τ) in de tijd bij benadering lognormaal verdeeld is [9]. Dit betekent dat de logaritme van de uurgemiddelde concentraties voldoet aan de normale verdeling. Een indeling in windsnelheidsklassen en stabiliteitsklassen is hierbij niet meer nodig. Uit de statistiek is bekend hoe we bij een lognormale verdeling uit de lange termijn gemiddelde concentratie per windrichting $C(\tau)$ de kans P_{C1} berekenen dat een aangenomen concentratie $C1$ overschreden wordt.

De concentratie $C(\tau)$ hangt af van de pluimbreedte σ_y . Omdat we werken zonder onderverdeling in stabiliteit en windsnelheid, moeten we zoeken naar een effectieve pluimbreedte $\bar{\sigma}_y$. Binnen een 30° sector bepalen we σ_y per stabiliteitsklasse. Hieruit berekenen we $\bar{\sigma}_y^2$ volgens:

$$\bar{\sigma}_y^2 = \sum_{S,N} \frac{p(\theta, S, N) \cdot C(S, N, x) \cdot \sigma_y(S)^2}{\bar{C}} \quad (5)$$

Hierin is \bar{C} = de lange termijn gemiddelde concentratie uit (3).

$\sigma_y(S)$ = de horizontale dispersiecoëfficiënt in stabiliteitsklasse

S.

$C(S,N,x)$ = de concentratie bij windsnelheidsklasse N en stabiliteitsklasse S op afstand x uit (2).

$p(\theta,S,N)$ = de frequentie uit de standaardklimatologie.

De gevonden waarde $\overline{\sigma}_y^2$, die geldt binnen één sector θ van 30° interpoleren we zo nodig lineair tussen twee sectoren om discontinuïteit te voorkomen. We hebben per windrichting de waarde $C(\tau)$ nodig. We benaderen $C(\tau)$ discreet door 72 sectoren van 5° te nemen. In dit geval blijken de stappen in y, de afstand tot de pluim, voldoende klein te zijn t.o.v. de pluimbreedte $\overline{\sigma}_y$.

We verdelen nu het lange termijn gemiddelde over deze 5° sectoren volgens een Gaussische verdeling met een breedte $\overline{\sigma}_y$, waarbij de som over alle 5° sectoren het lange termijn gemiddelde op moet leveren. Hiermee volgt voor de concentratie per windrichtingssector τ :

$$C(\tau) = \frac{\overline{C} \exp\left[-\frac{\Delta y^2}{2\overline{\sigma}_y^2}\right]}{\sum_{\tau} p(\tau) \exp\left[-\frac{\Delta y^2}{2\overline{\sigma}_y^2}\right]} \quad (6)$$

Hierin is $p(\tau)$ de relatieve frequentie van de sector τ . De toepassing van deze vergelijking vergt nog een interpretatie van Δy . Dit illustreren we aan de hand van een voorbeeld met één bron en één receptorpunt. De lange termijn gemiddelde concentratie \overline{C} en de effectieve pluimbreedte $\overline{\sigma}_y$ ter plaatse van de receptor worden bepaald met (3) en (5). Vervolgens passen we (6) toe, waarin we de berekende \overline{C} en $\overline{\sigma}_y$ gebruiken om de invloed van de bron op het receptorpunt te bepalen bij verschillende windrichtingen. De afstand Δy kunnen we hierbij interpreteren zoals geïllustreerd in figuur 6a. (Zie blz. 16).

Stel de pluimas maakt een hoek ϕ met de lijn bron-receptor. De afstand van de receptor loodrecht tot de pluimas $PR = x \sin \phi$. De afstand $BP = x \cos \phi$. ϕ hangt af van de sector τ . We willen werken met één afstand voor elke τ , en wel met $x = BR$. We verhogen daarom de afstand tot de pluimas evenredig met BR/BP . Dit leidt tot:

$$\frac{x}{x \cos \phi} = \frac{\Delta y(\tau)}{x \sin \phi}.$$

Dit geeft $\Delta y(\tau) = x \tan \phi$. Hiermee is $\Delta y(\tau)$ gedefinieerd als een effectieve

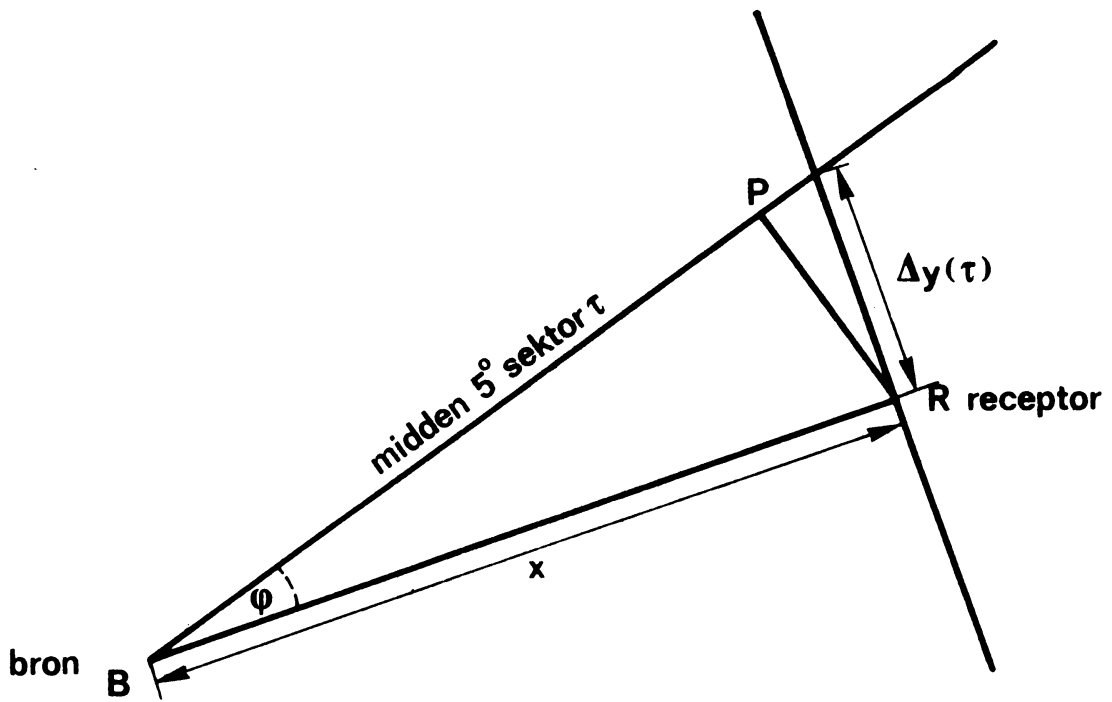


fig. 6a Bepaling van Δy per sector τ .

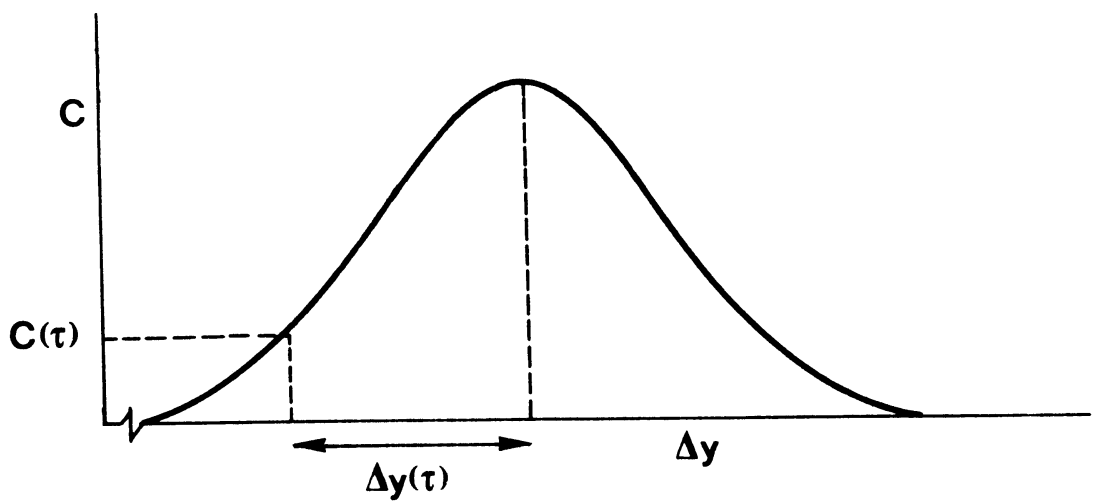


fig. 6b Bepaling van de concentratie in sector τ .

afstand receptor-pluimas, en wel loodrecht op de bron-receptorrichting (Zie ook figuur 6b). Uit het bovenstaande volgt dat $C(\tau)$ maar voor 35 van de 72 sectoren bepaald hoeft te worden. Voor de overige sectoren geldt $C(\tau) = 0$ ten gevolge van één bron.

Voor de berekening van $C(\tau)$ met (6) hebben we een relatieve frequentieverdeling $p(\tau)$ in sectoren van 5° nodig. Deze 5° klimatologie kunnen we halen uit de standaardklimatologie, of rechtstreeks uit de meetgegevens. We doen dit door de uren alleen te classificeren naar windrichting. De uitkomst interpoleren we lineair naar 5° sectoren. Vervolgens delen we door het aantal uren.

We hebben nu de lange termijn gemiddelde bijdrage van één bron in één receptorpunt bij 72 windrichtingen berekend. Men kan de invloed van meer bronnen bij elkaar optellen per windrichting. Ook kan men hierbij de bijdrage van een achtergrond per sector toevoegen. Zie bijlage 4.

Per windrichtingssector (τ) wordt nu de overschrijdingskans $P_{Cl}(\tau)$ berekend worden volgens

$$P_{Cl} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\varepsilon_{Cl}(\tau)}^{\infty} e^{-\frac{1}{2} x^2} dx . \quad (7)$$

Hierin is:

$$\varepsilon_{Cl}(\tau) = \frac{\ln\left(\frac{Cl}{C(\tau)}\right) + \frac{1}{2} S^2}{S} .$$

S = de logaritmische standaarddeviatie. Voor uurgemiddelde concentraties geldt $S = 0.7$.

De integraal uit (7) is als volgt numeriek te benaderen:

$$P_{Cl}(\tau) = p_\varepsilon \text{ als } \varepsilon \geq 0$$

$$P_{Cl}(\tau) = 1 - p_\varepsilon \text{ als } \varepsilon < 0$$

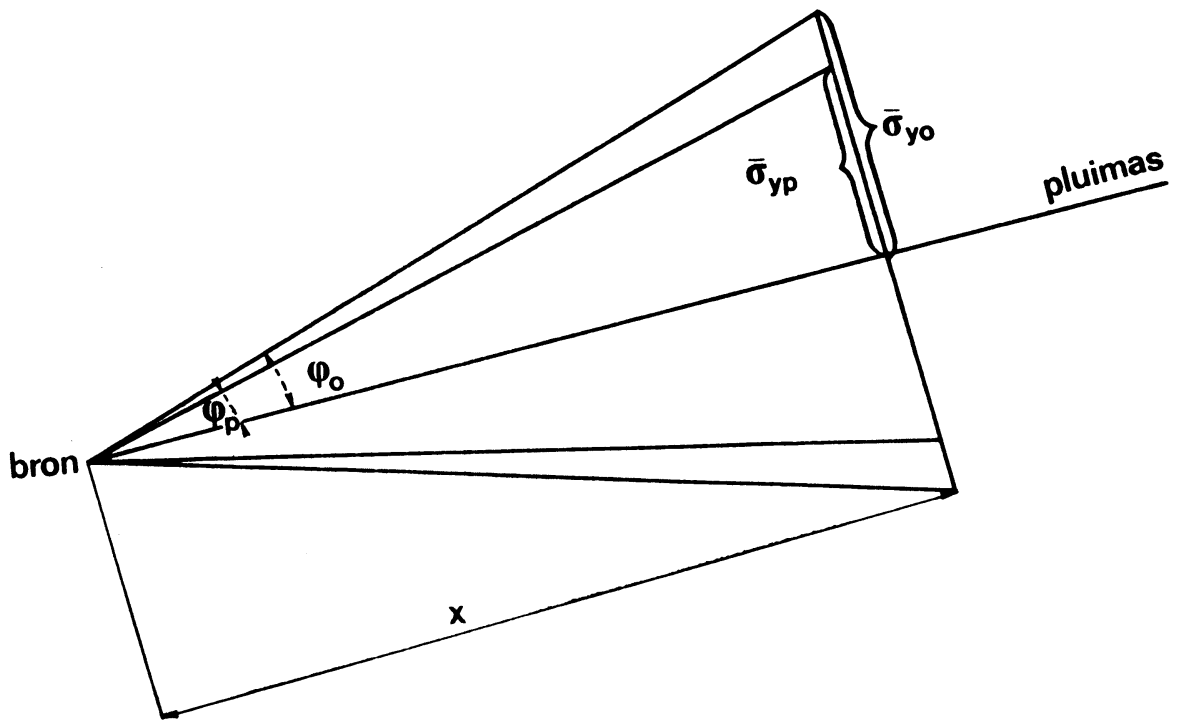


fig. 7 Aanpassing $\bar{\sigma}_y$ voor een oppervlaktebron.

Hierin is

$$p_{\epsilon} = (0.17401t - 0.04794t^2 + 0.37392t^3) \cdot \exp[-\frac{1}{2} \epsilon_{Cl}(\tau)^2]$$

$$\text{waarin } t = (1 + 0.33267 * \|\epsilon_{Cl}(\tau)\|)^{-1}.$$

De overschrijdingskans Pov van de concentratie Cl volgt uit

$$Pov = \sum_{\tau=0}^{71} p(\tau) p_{Cl}(\tau) \quad (8)$$

Cl is nu het (100-Pov) percentiel, als Pov in procenten gegeven is. Door iteratie, waarbij Cl gevarieerd wordt, kan men elk gewenst percentiel vinden.

Voor oppervlaktebronnen dient de berekende effectieve pluimbreedte aangepast te worden. De effectie pluimbreedte voor een oppervlakte bron $\bar{\sigma}_{yo}$ is groter dan die voor een puntbron $\bar{\sigma}_{yp}$, omdat deze al een aanvangswaarde heeft. We schrijven $\bar{\sigma}_{yo} = x \tan \phi_o$ en $\bar{\sigma}_{yp} = x \tan \phi_p$, waarbij ϕ_o en ϕ_p de hoeken in radialen zijn in figuur 7. Volgens [6] geldt nu

$$\phi_o^2 = \phi_p^2 + \frac{A}{12 x^2} \quad , \quad (9)$$

waarin x = de afstand bron-receptor

A = de oppervlakte van de bron.

Uitwerken van de relatie levert:

$$\bar{\sigma}_{yo} = x \left\{ \tan \left[\arctan \frac{\bar{\sigma}_{yp}}{x} + \frac{A}{12 x^2} \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad , \quad (10)$$

waarmee we $\bar{\sigma}_{yo}$ uit $\bar{\sigma}_{yp}$ kunnen bepalen.

Wil men werken met andere middelingstijden, dan dient de effectieve pluimbreedte $\bar{\sigma}_y$ aangepast te worden volgens de vergelijking vermeld in [6]. Deze luidt:

$$\bar{\sigma}_y(\tau) = \sigma_y(\text{uur})(t)^{0.35} \quad (11)$$

met t = de middelingstijd in uren. Neemt men bv. t = 24 uur, dan wordt $\sigma_y(\tau) = 3.04 \bar{\sigma}_y(\text{uur})$, dus afgerond 3. De pluimbreedte is groter doordat de

windrichtingsvariatie voor de periode van een dag groter is dan voor de periode van een uur.

De logaritmische standaarddeviatie S in (7) is 0.55 voor daggemiddelden. Men past eerst $\bar{\sigma}_y$ aan aan de middelingstijd, en daarna eventueel aan de oppervlaktebron.

4. De structuur van het programma

In de voorgaande paragrafen hebben we de methode besproken voor het berekenen van lange termijn gemiddelde concentraties en hoge percentielen. In deze paragraaf wordt toegelicht hoe deze methode in een computerprogramma verwerkt is.

Dit programma is onder de naam Gaussmodel/LUV084 beschikbaar op de B6800 computer van het KNMI. Het is geschreven in Burroughs Extended Algol. Een oudere versie, met name voor de berekening van het lange termijn gemiddelde, is eveneens beschikbaar onder de naam Gaussmodel/LUV081.

In het hoofdprogramma kan men drie gedeelten onderscheiden.

1. Invoer
2. Berekening per bron
3. Berekening per ontvangstpunt

In bijlage 1 staat een blokschema van het computerprogramma. Aan de hand hiervan zullen we het programma bespreken. De invoer staat gedefinieerd in bijlage 2. Meer details en voorbeelden van de uitvoer staan in bijlage 3.

In de kop van het programma zijn naast de declaraties van procedures en parameters een aantal "Value arrays" opgenomen. Hierin staan gegevens die binnen het programma een vaste waarde hebben. Een overzicht van deze arrays is opgenomen in tabel 3.

Het programma begint, na compilatie, met het afdrukken van zijn naam e.d. (Heading). Daarna volgt het inlezen van de gegevens voor de opdracht in de file "LEES" (Inlezen opdracht).

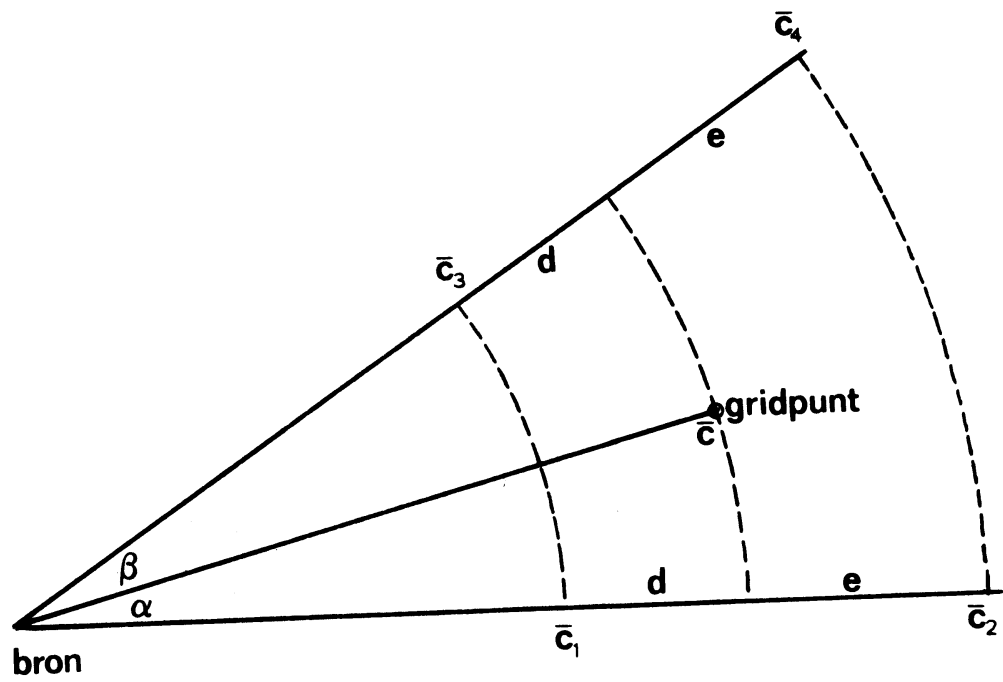
Op een aantal mogelijke fouten in de invoer wordt gereageerd met een foutmelding in de uitvoer (FOUT). Dit is een nummer, waarvan de betekenis in

bijlage 3 staat vermeld. Het programma breekt dan af (STOP).

Wordt er geen fout gevonden, dan zijn de volgende parameters ingelezen: de brongegevens, de receptorpunten, de seizoen-dag/nacht-aanduiding, en het grid waarop gerekend gaat worden. Een receptorpunt is een genummerd ontvangtpunt, waarvoor we de hoge percentielen willen weten. Verder hebben we roosterpunten, die in het grid liggen, een waarvoor alleen de lange termijn gemiddelde concentraties berekend worden. Zo onderscheiden we twee soorten ontvangtpunten.

Tabel 3. Inhoud van de value arrays.

NAAM	Omschrijving inhoud
SNELH	De representatieve windsnelheid op 10 m hoogte per windsnelheidsklasse. Zie ook tabel 2.
MENGLA	De menghoogte per stabiliteitsklasse
MACHTW	De exponent m per stabiliteitsklasse van de zgn. machtwet, nodig om de transportselheid te berekenen.
DISYAP,DISYBP	a en b per stabiliteitsklasse om de horizontale dispersiecoëfficiënten te berekenen volgens Pasquill.
DISYAS, DISYBS	a en b per stabiliteitsklasse om de horizontale dispersiecoëfficiënten te berekenen volgens Singer en Smith.
DISPAP,DISPBP	a en b per stabiliteitsklasse om de verticale dispersiecoëfficiënten uit te rekenen volgens Pasquill.
DISPAS,DISPBS	a en b per stabiliteitsklasse om de verticale dispersiecoëfficiënten te berekenen volgens Singer en Smith.
SCHSTAN	De standaardklimatologie voor jaargemiddelde concentraties van Schiphol, aanbevolen voor de kuststreken.
EINSTAN	De standaardklimatologie voor jaargemiddelde concentratie van Eindhoven, aanbevolen voor het binnenland.
SCHVIJF	De 5° klimatologie voor de berekening van jaarpercentielen, aanbevolen voor kuststreken.
EINVIJF	De 5° klimatologie voor de berekening van jaarpercentielen, aanbevolen voor het binnenland.
CONSTANTEGIFORD	De constante van Gifford, vastgelegd op 50, wat de juiste waarde is voor een oppervlaktebron, verdeeld in stukken van één vierkante kilometer.



$$\bar{c} = \frac{\beta}{\alpha + \beta} \left(\frac{d}{d+e} \bar{c}_2 + \frac{e}{d+e} \bar{c}_1 \right) + \frac{\alpha}{\alpha + \beta} \left(\frac{d}{d+e} \bar{c}_4 + \frac{e}{d+e} \bar{c}_3 \right)$$

fig. 8 Lineair interpoleren naar één gridpunt.

De seizoen-dag/nacht-aanduiding geeft aan voor welke seizoen-dag/nacht-combinaties we willen rekenen. We kunnen per jaar rekenen, of voor elk van de vier jaargetijden. Verder kunnen we voor dag en voor nacht rekenen, of per etmaal. In totaal dus 15 combinaties.

Als er een gemeten achtergrond in de file "LEES" wordt meegegeven, dan wordt die nu ingelezen. Is de invoer te kort, dan breekt het programma af met een foutmelding. Als laatste stuk invoer kan "LEES" een standaardklimatologie bevatten. Zo'n standaardklimatologie bestaat uit de frequentietabel van geklassificeerde uren. Die uren zijn geklassificeerd naar stabiliteit, windsnelheid, en windrichting. Voor elke gewenste seizoen-dagdeel-combinatie dient er dan een blok gegevens te zijn van 168 getallen. Zo niet, dan breekt het programma af met een foutmelding.

Voert men geen klimatologie in, dan kan het programma werken met de value array SCHSTAN of EINSTAN (tabel 3), dus alleen voor jaargemiddelde concentraties. Daarvoor moet de boolean DEF = TRUE gezet worden in de invoer.

Een derde mogelijkheid is het inlezen van de standaardklimatologie van een gekozen station in 15 seizoen-dag/nacht-combinaties. Dan moet de file "NIEP/LUVO/COEF" aanwezig zijn. Men voert dan een nummer in voor het gewenste station.

Hierna worden enige ingelezen gegevens overzichtelijk uitgevoerd op de printer, zodat men weet wat er berekend gaat worden (Overzicht invoer). Hiermee eindigt het gedeelte invoer. Heeft men een ingelezen klimatologie uit "NIEP/LUVO/COEF", of uit "LEES", dan begint het tweede gedeelte van het programma met het bepalen van 5° klimatologie per gewenste seizoen-dagdeel-combinatie uit de ingelezen standaardklimatologie (Bereken 5° klimatologie). Hiertoe worden per windrichting van 30° alle 14 stabiliteits- en windsnelheidsklassen opgeteld. Deze frequenties worden daarna lineair geïnterpoleerd naar 5° sectoren.

Is er geen ingelezen klimatologie, dan wordt er een value array gebruikt. De standaardklimatologie in SCHSTAN wordt altijd gecombineerd gebruikt met de 5° klimatologie SCHVIJF, evenals EINSTAN behoort bij EINVIJF.

Vervolgens wordt per bron de geometrie bekeken (Bereken geometrie). De richting waarin de bron staat t.o.v. elk receptorpunt wordt bepaald, evenals de afstand bron-receptor. Ook worden 14 rekenafstanden bepaald, zodat het hele grid omvat kan worden.

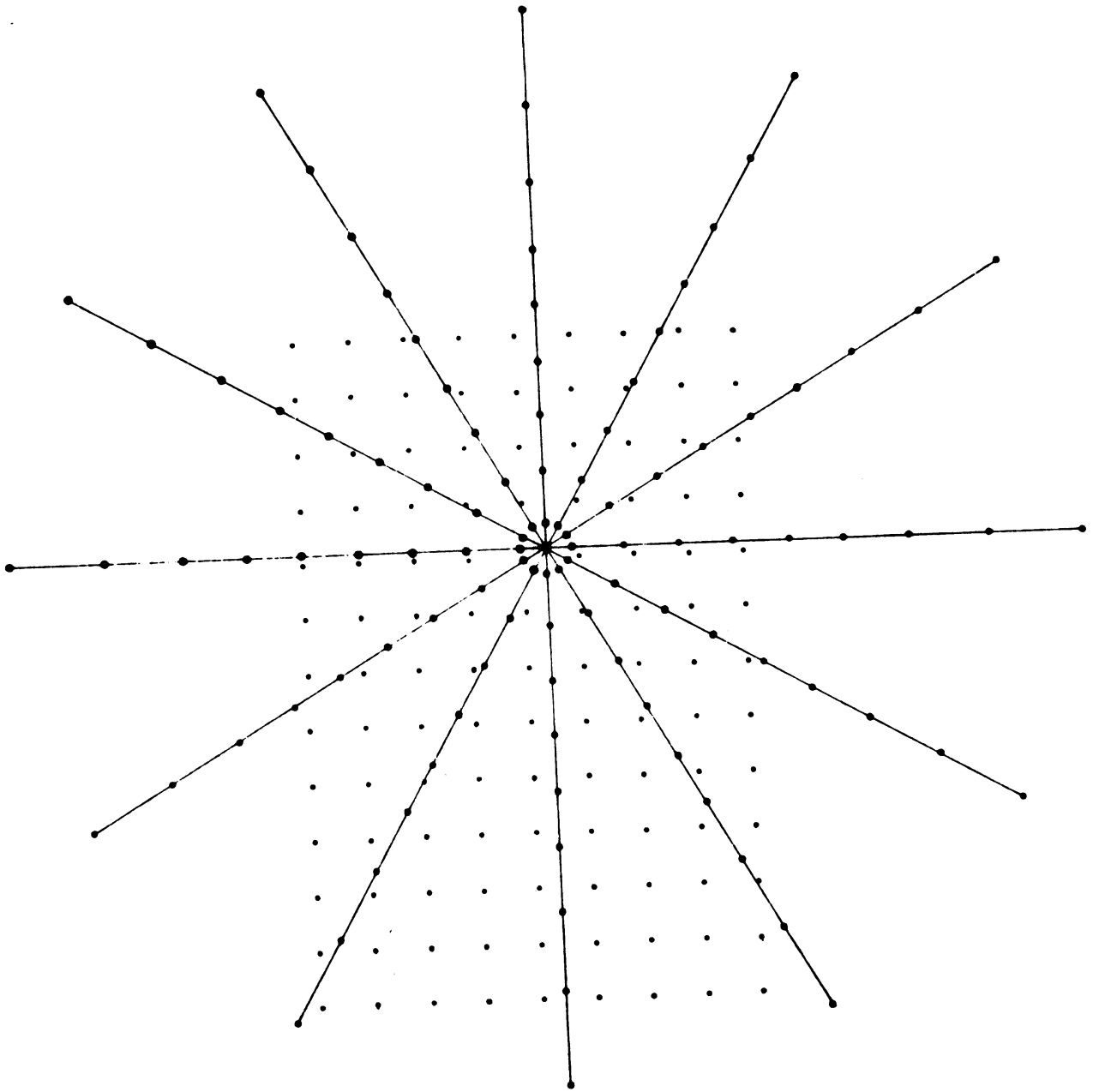


fig. 9 Invloed van één bron in elk gridpunt.

In de volgende stap wordt per afstand en per klasse de horizontale en de verticale dispersie berekend (Bereken σ_y en σ_z). De verticale dispersie wordt direct volgens (2) verrrekend in een verdunning per klasse en per afstand (Bereken afstand-verdunningstabel). De verdunning is een genormeerde concentratie. Het is de concentratiebijdrage van de betreffende bron bij die klasse, gedeeld door de bronsterkte. Voor de rekenafstanden kan men de tabel uitvoeren door PRINT1 = TRUE te maken in "LEES".

Nu kan $\bar{\sigma}_y$ bepaald worden volgens (5). Als GAUSS = TRUE worden de gevonden σ_y waarden per klasse, de verdunning per klasse, en de effectieve waarde van $\bar{\sigma}_y$ uitgevoerd per bron-receptorcombinatie. Tevens wordt hier het lange termijn gemiddelde berekend in de receptorpunten volgens (3).

Verder moet nog de invloed van elke bron per roosterpunt bepaald worden (Grid berekening). Eerst wordt voor alle 12 sectoren per rekenafstand de concentratie bepaald, door de verdunning per klasse te vermenigvuldigen met de frequentie uit de standaardklimatologie (3), en deze uitkomsten op te tellen. Vervolgens wordt in twee richtingen lineair geïnterpoleerd (Zie figuren 8 en 9) naar elk roosterpunt van het veld. Tot slot worden de genormeerde concentraties van receptorpunten en roosterpunten opgeslagen per bron per seizoen-dag/nacht-combinatie.

Het derde gedeelte begint met de verwerking van de achtergrond, als ACH = TRUE gemaakt in "LEES". Eerst wordt de ingelezen achtergrond uitgeprint ter controle. Hierna wordt een concentratie patroon van de achtergrond berekend. Dit is een tabel waarin voor 72 windrichtingssectoren de lange termijn gemiddelde concentratie bij die windrichting (τ) staat. De gegeven achtergrond concentraties worden daarvoor eerst gecorrigeerd voor windstilte en variabele wind, en vervolgens geïnterpoleerd naar 5° sectoren. Zie bijlage 4. Als PRINT1 = TRUE wordt dit concentratiepatroon uitgeprint.

Op het concentratiepatroon wordt de statistische berekening toegepast uit paragraaf 3 (8). Er wordt geïtereerd naar 4 overschrijdingskansen: Pov = 10%, 5%, 2% en 1%, zodat men voor de achtergrond het 90, 95, 98 en 99 percentiel vindt. De lange termijn gemiddelde bijdrage van de achtergrond wordt bij elk ontvangstpunt in rekening gebracht.

Hierna worden de in deel 2 berekende verdunningen weer ingelezen, en vermenigvuldigd met de betreffende bronsterkte. Dit levert per ontvangstpunt een bijdrage per bron (Sommeren tot concentraties). Deze bijdragen worden opgeteld bij de achtergrond.

In de receptorpunten wordt bovendien een bijdrage per 5° sector berekend volgens (6). (Bereken en sommeer Gausscurves). Dit is de bijdrage per bron aan het concentratiepatroon. Deze bijdrages worden opgeteld bij het al bestaande concentratiepatroon van de achtergrond en evt. voorgaande bronnen. Als GAUSS = TRUE worden deze tabellen per receptorpunt uitgevoerd.

Zijn alle bronnen met de achtergrond gesommeerd, dan hebben we een totaal concentratiepatroon. Dit patroon wordt uitgeprint als PRINT1 = TRUE. Op dit concentratiepatroon wordt weer (8) toegepast (Statistiek), zodat we ook hier de 4 percentielen vinden. Deze zijn uiteraard hoger dan de percentielen van alleen de achtergrond. De gevonden percentielen, en de toenames ten opzichte van de achtergrondpercentielen worden vervolgens uitgeprint per receptorpunt.

De concentraties per roosterpunt worden uitgevoerd in getallen (Uitvoer gridmatrix). Als PRINT2 = TRUE wordt ook een lijnprinterplot afgedrukt, waarin men het concentratieveld ziet.

Verder worden in het veld een opgegeven aantal maxima opgezocht (maxima zoeken). Zo'n maximum is relatief t.o.v. de acht omringende gridpunten. Er wordt een overzicht gegeven van de invloed van elke bron in procenten van de totale concentratie in elk receptorpunt, en voor elk maximum (Uitvoer invloed bronnen).

Eventueel kan deel 3 herhaald worden met dezelfde verdunningen, maar met andere bronsterktes. Die bronsterktes worden bij de invoer opgegeven in de job-sectie. De achtergrond, en de klimatologie blijven steeds hetzelfde.

Als ARCHIVE = TRUE wordt de concentratie in de roosterpunten opgeslagen om een isolijnenplot te maken.

Slotwoord

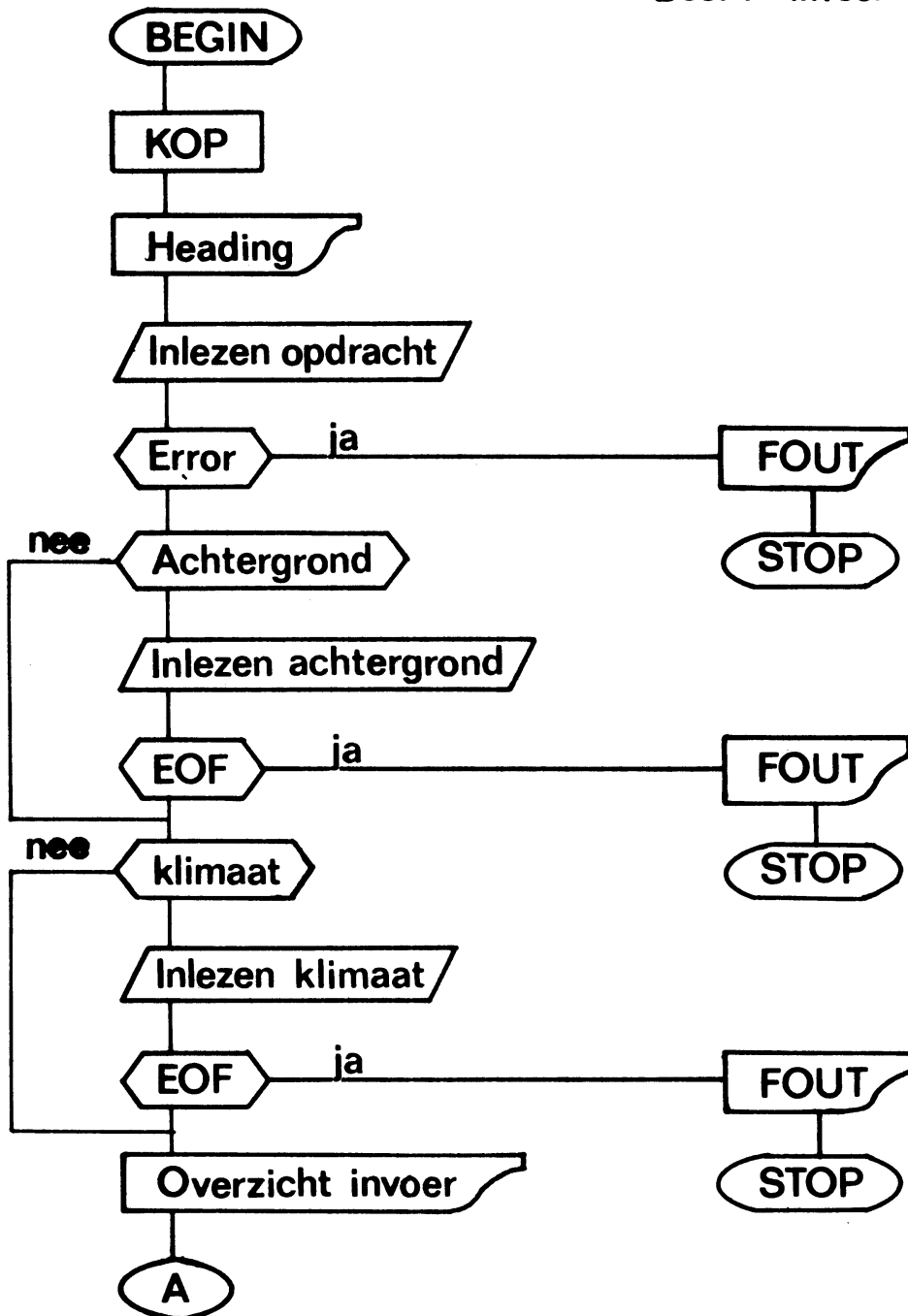
Dit project kon worden uitgevoerd mede dankzij de financiële steun van het ministerie van VROM (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directie Lucht). Dr. ir. F.T.M. Nieuwstadt (KNMI) wordt bedankt voor het kritisch doorlezen van het concept-rapport.

Literatuur

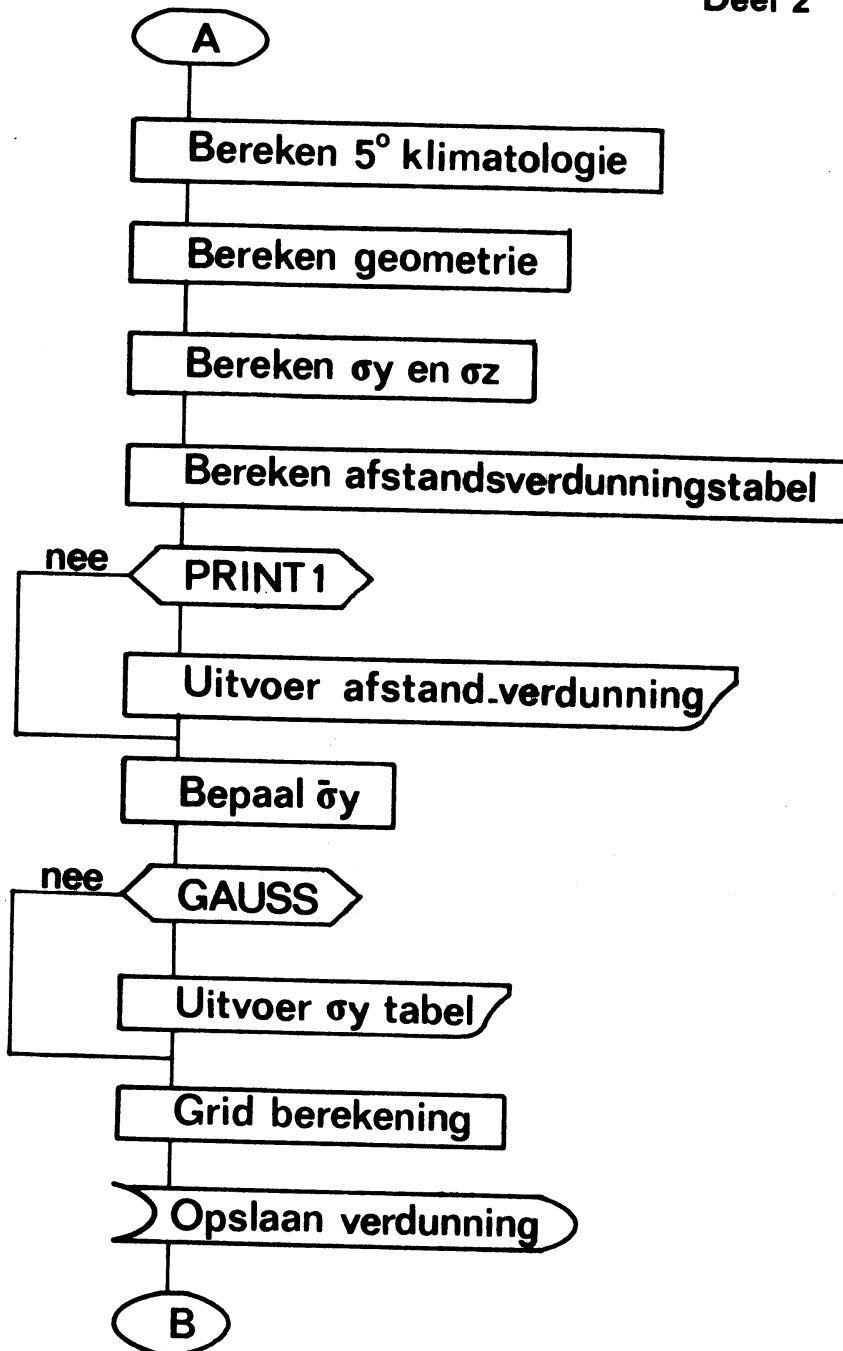
- [1] N.J. Duijm, 1984: "Verspreiding uit hoge schoorstenen. Studie naar een uitbreiding van het nationale model", MT-TNO rapport 84-03755, 75 p.
- [2] A.A.M. Holtslag, F.T.M. Nieuwstadt, M.P. Scheele, 1984: "Aanpassing van het nationale verspreidingsmodel van luchtverontreiniging voor hoge bronnen", KNMI TR 57. De Bilt.
- [3] Kleine Commissie Modellen, 1976: "Modellen voor de verspreiding van luchtverontreiniging", Staatsuitgeverij, Den Haag, 93 p.
- [4] KNMI, 1979: "Luchtverontreiniging en Weer", Staatsuitgeverij, Den Haag, 324 p.
- [5] P.A.T. Nieuwendijk, C.A. Engeldal, F.T.M. Nieuwstadt, 1976: "Handleiding voor het computerprogramma van het Gaussisch pluimmodel". KNMI WR 76-16, De Bilt, 65 p.
- [6] Werkgroep luchtverontreiniging, 1981: "Frequentieverdelingen van Luchtverontreinigingsconcentraties", Staatsuitgeverij, Den Haag, 61 p.
- [7] J. Wieringa, P.J. Rijkoort, 1983: "Windklimaat van Nederland", Staatsuitgeverij, Den Haag 263 p.
- [8] Werkgroep luchtverontreiniging, 1984: "Parameters in het lange termijn model verspreiding luchtverontreiniging". Delft, 24 p.
- [9] G.J. Cats en A.A.M. Holtslag, 1980: "Prediction of Air Pollution frequency distribution - Part I. The lognormal model", Atmospheric Environment 14, 255-258.

Bijlage 1 : Blokschema

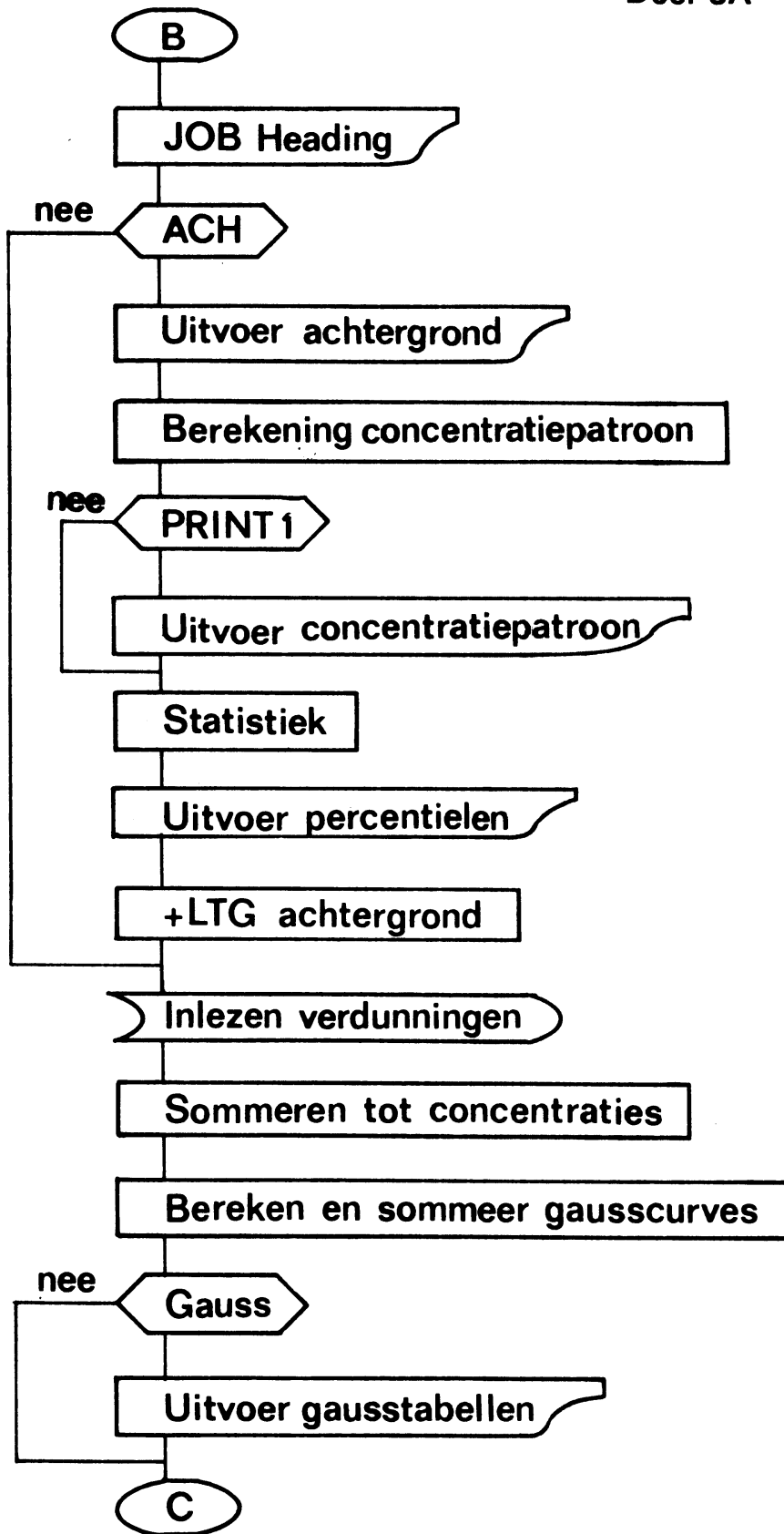
Deel 1 invoer



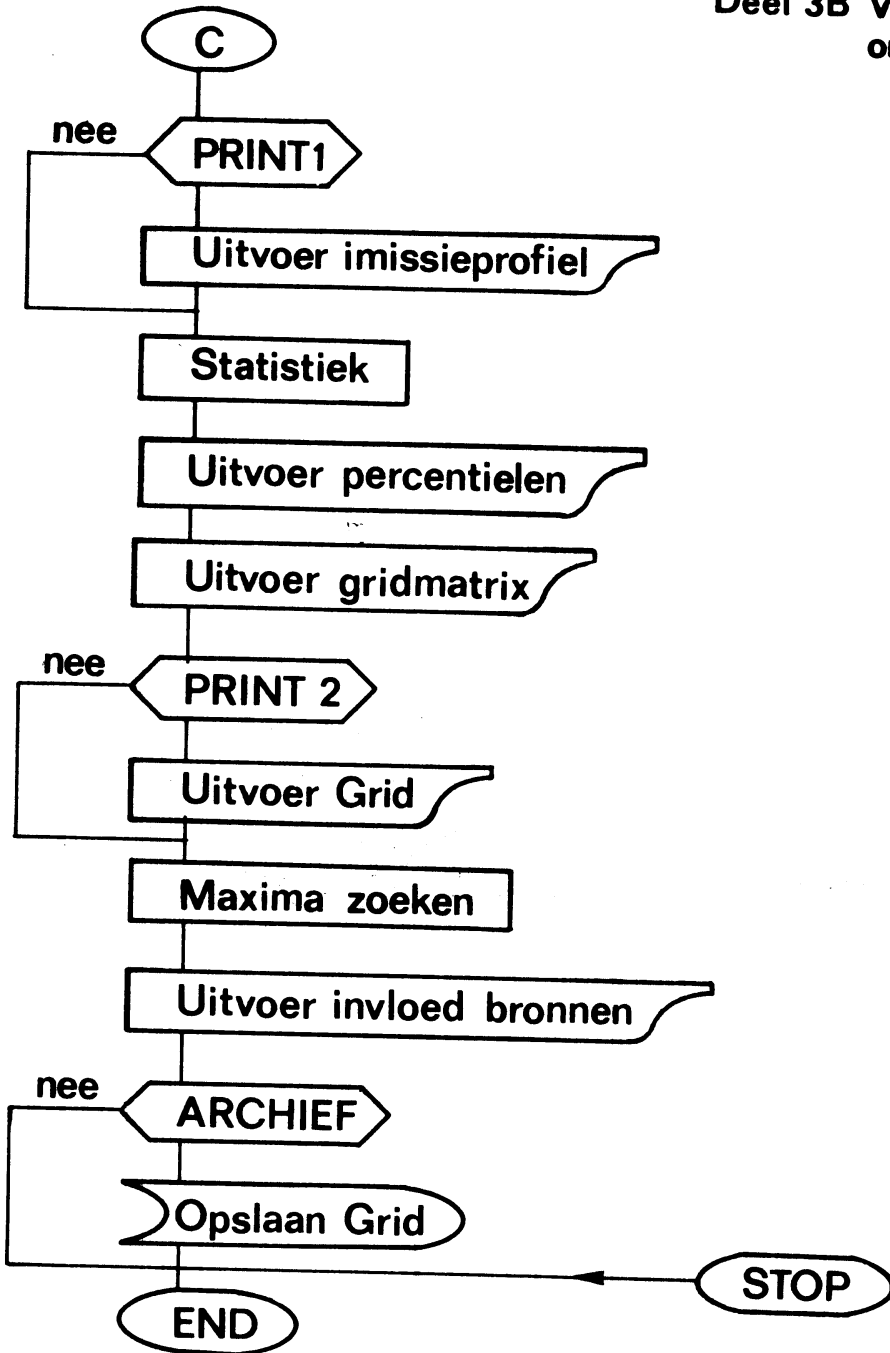
Deel 2 Berekening per bron



Deel 3A Berekening per ontvangstpunt



Deel 3B Vervolg berekening per
ontvangstpunt



Bijlage 2

Invoer voor het programma.

De invoer vindt plaats in free format als DATA-file, gegeven in de job JOB/LUVO. (zie bijlage 3 voor een voorbeeld van de invoer).

We gebruiken de Backus-Naur notatie. Een definitie van de parameters volgt verderop. Na % volgt toelichting.

```

<Empty> ::= <<geen verdere gegevens in deze sectie>>
<A>      ::= <<in te lezen karakter>>
<B>      ::= <<in te lezen BOOLEAN>> ::= <T>/<F>
<I>      ::= <<in te lezen integer>> % aantal > = 0
<R>      ::= <<in te lezen real>> % geen E-macht
<&>      ::= <<begin op een nieuwe regel>> % indien niet aangegeven dan
                                         % niet nodig

```

```

<Invoer> ::= <Opdrachtaanduiding>,
             <Startsectie>,
             <Seizoensectie>,
             <Gridsectie>,
             <Receptorpuntsectie>,
             <Empty>/<Puntbronsectie>,
             <Empty>/<Stadsbronsectie>,
             <Jobsectie>,
             <Empty>/<Achtergrond>,
             <Empty>/<Klimatologie>

```

```

<Opdrachtaanduiding> ::= <maximaal 77A>. % Vrij te kiezen naam

```

```

<Startsectie> ::= <&><l>,<nbr>,<nstad>,<nvkn>,<nrcpt>,<njob>,
                 <DEF>,<nklm>,<ACH>,<ETMAAL>,<option>,
                 <PRINT1>,<PRINT2>,<GAUSS>,<ARCHIVE>

```

```

<nbr>      ::= <I> % aantal puntbronnen (0 < = nbr < = 9999)

```

```

<nstad>    ::= <I> % aantal oppervlaktebronnen (0 < = nstad < = 9999)

```

```

<nvkn>     ::= <I> % aantal vierkanten van alle oppervlaktebronnen samen

```

```

% (nstad < = nvkn < = 9999).
<nrcpt>  :: = <I> % aantal van te voren gekozen receptorpunten, waarvoor de
% percentielen berekend moeten worden. (1 < nrcpt < = 9999)
<njob>   :: = <I> % aantal verschillende jobs. Men kan de emissie van bronnen
% veranderen, zonder de hele invoer opnieuw te doen
% (1 < = njob < = 9999).
<DEF>   :: = <B> % default klimatologie, één van de standaard-
% klimatologiën die in het programma standaard
% aanwezig zijn wordt gebruikt.
<nklim>  :: = <I> % nummer van de in te lezen klimatologie van de file
% "NIEP/LUVO/COEF".
% Als DEF = T, dan geldt: als nklim = oneven,
% dan wordt SCHSTAN gebruikt (kuststreken). Als
% nklim = even, dan wordt EINSTAN gebruikt
% (binnenland)
% Anders geldt:
% 1 : Rotterdam
% 2 : Hoek van Holland
% 3 : IJmuiden
% 4 : Ypenburg
% 5 : Soesterberg
% 6 : Deelen
% 7 : Woensdrecht
% 8 : Volkel
% 9 : Vliegbasis Twente
% 10: Eindhoven
% 11: Beek (L)
% 12: Leeuwarden
% 13: Schiphol
% 14: Den Helder
% 15: Valkenburg
% 16: Eelde
% 17: de Bilt
% 18: Gilze Rijen
% 19: Vlissingen
% 99: zie data file "LEES": er moet een klimatolo-
% gie in staan.

```

```

% ander nummer: foutmelding

<ACH>      :: = <B> % T: er wordt een gemeten achtergrond verwacht in
              % "LEES"

<ETMAAL>   :: = <B> % T: De percentielen voor daggemiddelde concentraties
              % worden berekend.
              % F: De percentielen voor uurgemiddelde concentraties
              % worden berekend.

<option>   :: = 0/1/2/3 % 0: volgens aanbeveling [1]
              % 1: alleen met Pasquill dispersiecoefficienten
              % 2: alleen met Singer-Smith dispersiecoefficienten
              % 3: verticaal Pasquill, horizontaal Singer-Smith of
              % Pasquill.
              % 3: alleen mogelijk voor GAUSSMODEL/LUV084.
              % 3 is volgens de nu geldende aanbeveling.

<PRINT1>   :: = <B> % tussenresultaten per bron, en per
              % receptorpunt

<PRINT2>   :: = <B> % regeldruk plot immissie van het grid

<GAUSS>    :: = <B> % uitvoer gegevens horizontale dispersie
              % voor elke bron-receptor combinatie

<ARCHIVE>  :: = <B> % opslaan grid voor de isolijnenplot

<Seizoensectie> :: = <&><2>,<wd>,<wn>,<wdn>,% w: winter
                    <ld>,<ln>,<ldn>,% l: lente
                    <zd>,<zn>,<zdn>,% z: zomer
                    <hd>,<hn>,<hdn>,% h: herfst
                    <jd>,<jn>,<jdn> % j: gehele jaar

<wd>....<jdn> :: = <D>,...<D> % d: dag
<D>          :: = 1/0 % n: nacht
              % 0: overslaan
              % 1: berekenen. Als de klimatologie in "LEES"
              % ingelezen wordt, moet er per 1 een blok zijn.

<Gridsectie> :: = <&><3>,<nx>,<ny>,<dx>,<dy>,<x0>,<y0>,<nmax>
<nx>        :: = <I> % aantal roosterpunten in x-richting (> 4)
<ny>        :: = <I> % aantal roosterpunten in y-richting(>4)
              % een rooster van 25 bij 25 punten komt overeen met
              % de uitvoer van de GRIDmatrix.

```

```

<dx>      :: = <I> % afstand in meters tussen de roosterlijnen
              % in x-richting
<dy>      :: = <I> % afstand in meters tussen de roosterlijnen
              % in y-richting
<x0>      :: = <I> % x-coördinaat van de oorsprong van het assenstelsel
              % in meters
<y0>      :: = <I> % y-coördinaat van de oorsprong in meters
<nmax>    :: = <I> % aantal op te zoeken maxima in het grid  $0 < nmax < 10$ 
              % de (nmax) hoogste pieken worden geselecteerd

<Receptorpuntsectie> :: =
<&><4>, <nrrcpt>, <xR>, <yR>, <receptorpuntsectie>/<Empty> % nrcpt maal

<nrrcpt>  :: = <I> % nummer van het in te voeren receptorpunt
<xR>     :: = <R> % x-coördinaat van het receptorpunt in meters
<yR>     :: = <R> % y-coördinaat van het receptorpunt in meters

<Puntbronsectie> :: = <&><5>, <nrptbr>, <xB>, <yB>, <h>, <QH>, <z0>,
                    <puntbronsectie>/<Empty> % nbr maal
<nrptbr>  :: = <I> % nummer van de puntbron 1...nbr
<xB>     :: = <R> % x-coördinaat van de puntbron in meters
<yB>     :: = <R> % y-coördinaat van de puntbron in meters
<h>      :: = <R> % schoorsteenhoogte in meters
<QH>     :: = <R> % warmte emissie in Mwatt
<z0>     :: = <R> % ruwheidslengte in meters

<Stadsbronsectie> :: =
<&><6>, <nroppbr>, <nvierk>, <nrvierk>, <xv>, <yv>, <zijde>, <H>, <z0>, % nvkn maal
<Stadsbronsectie>/<Empty>
<nroppbr> :: = <I> % nummer v.d. oppervlakte bron 1 ... nstad
<nvierk>  :: = <I> % aantal vierkanten van deze bron
              % voor alle bronnen samen nvkn
<nrvierk> :: = <I> % nummer van het vierkant 1...nvkn
              % dus doortellen voor achtereenvolgende stadsbronnen
<xv>     :: = <R> % x-coördinaat vierkant midden
<yv>     :: = <R> % y-coördinaat vierkant midden
<zijde>  :: = <R> % lengte zijde vierkant = 1000 m

```

```

<H>      :: = <R> % emissiehoogte in dit vierkant
<z0>    :: = <R> % ruwheidslengte

<Jobsectie> :: = <&><7>,<nrjob>,<nrbron>,<emissie>,<jobsectie>/<Empty>
          % Hier staan series bronsterkten in
<nrjob>  :: = <I> % nummer van de job 1 ... njob
<nrbron> :: = <I> % nummer van de bron 1 ... (nbr + nvkn)
          % eerst de puntbronnen, en vervolgens in doorlopende
          % nummering elk vierkant van de opp. bron(nen).
<emissie> :: = <R> % in g/sec voor puntbronnen
          % in µg/sec per m2 voor oppbronnen
          % NB: µg/m2 = g/km2.
<Achtergrond> :: = <&><888>,
          <&><NS>,<R0>,
          <&><Cn>,<C0>,<Sn>,<S0>,

<NS>     :: = <I> % aantal windrichtingen
<R0>    :: = <R> % windrichting midden eerste sector
          % Is de eerste sector pal noord, dan wordt R0 = 0.
          % Is de eerste sector oost, dan wordt R0 = 90, enz.

<Cn>    :: = <C>/<R>, % NS getallen
<C>      :: = <R>,<Cn>

<Sn>    :: = <S>/<R> % NS getallen ongelijk 0
<S>      :: = <R>,<Sn>

% Cn concentratie achtergrondemissie in een sector in µg/m3
% Sn frequentie van een sector. Dit mag ook de relatieve frequentie zijn.
<C0>    :: = <R> % concentratie bij windstil en variabel weer
<S0>    :: = <R> % frequentie van windstil en variabel weer. Dit mag ook
          % de relatieve frequentie zijn.
<Klimatologie> :: = <&><999>,<klim>
<klim>      :: = <&><blok>,<klim>/<Empty>

```

```

<blok>      ::= <0A1>,<0A2>,<0B1>,<0B2>,<0C1>,<0C2>,<0C3>,<0D1>,<0D2>,<0D3>,<0E1>,<0E2>,<0E3>,<0F1>,<0F2>,<1A1>,<1A2>,<1A3>,<1A4>,<1A5>,<1A6>,<1A7>,<1A8>,<1A9>,<1A10>,<1A11>,<1A12>,<1B1>,<1B2>,<1B3>,<1B4>,<1B5>,<1B6>,<1B7>,<1B8>,<1B9>,<1B10>,<1B11>,<1B12>,<1C1>,<1C2>,<1C3>,<1C4>,<1C5>,<1C6>,<1C7>,<1C8>,<1C9>,<1C10>,<1C11>,<1C12>,<1D1>,<1D2>,<1D3>,<1D4>,<1D5>,<1D6>,<1D7>,<1D8>,<1D9>,<1D10>,<1D11>,<1D12>,<1E1>,<1E2>,<1E3>,<1E4>,<1E5>,<1E6>,<1E7>,<1E8>,<1E9>,<1E10>,<1E11>,<1E12>,<1F1>,<1F2>,<1F3>,<1F4>,<1F5>,<1F6>,<1F7>,<1F8>,<1F9>,<1F10>,<1F11>,<1F12>
<0A1>,<0A2>,<0A3>,<0A4>,<0A5>,<0A6>,<0A7>,<0A8>,<0A9>,<0A10>,<0A11>,<0A12> = <R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>
<0A1>,<0A2>,<0A3>,<0A4>,<0A5>,<0A6>,<0A7>,<0A8>,<0A9>,<0A10>,<0A11>,<0A12> = <R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>,<R>
% frequentie per klasse
% eerste cijfer sector
% letter: klasse volgens Pasquill
% laatste cijfer: windsnelheidsklasse
% voor elke 1 in de seizoensectie verwacht
% het programma een blok van 168 getallen
% nl. 12 windrichtingen x 14 combinaties
% van windsnelheid en stabiliteit.

```

Bijlage 3: Voorbeelden van uitvoer

De invoer moet volgens de definitie ingevoerd worden, en moet consistent zijn. Geeft men bv. één puntbron op en probeert er twee in te voeren, dan leidt dit tot een foutmelding.

In het programma wordt de invoer gecontroleerd op een aantal mogelijke fouten. Een gevonden fout leidt tot afbreken van het programma met een foutmelding met de volgende betekenis:

```
Error 10      nummer van het klimatologisch station onbekend (DEF = false)
11           Startsectie ontbreekt
12           Seizoensectie ontbreekt
13           Gridsectie ontbreekt
14           Receptorpuntsectie ontbreekt
15           Puntbronsectie ontbreekt
16           Stadsbronsectie ontbreekt, terwijl nstad > 0
17           Jobsectie ontbreekt
21           nvkn < nstad
30           option is niet 0/1/2/3 (3 mag alleen voor LUV084)
40           fout in Stadsbronsectie
888          te weinig invoer in Achtergrond
999          te weinig invoer in Klimatologie
>1000       verkeerd regelnummer in de invoer gelezen (<0 of > 9 en niet 888
           of 999).
-1111       ontbrekend brongegeven (opp- of puntbron ontbreekt)
```

Nu een voorbeeld van een run. Niet alle uitvoer is gegeven. Van elk soort uitvoer is een voorbeeld genomen.

Eerst de job, in overeenstemming met bijlage 2. Merk op dat hier de keus gemaakt wordt voor GAUSSMODEL/LUV084 met een ingevoerde klimatologie.

```

BEGIN JOB LUV0;USER=SCHM/PW;CHARGE=AFMALG
?CLASS=6
?MAXLINES=3000
?COMPILE OBJECT/LUVOR ALGOL
? ALGOL FILE CARD=GAUSSMODEL/LUV084 ON TEST
?DATA
  VOORBEELD TEN BEHOEVE VAN HET VERSLAG,
  1,1,1,1,2,2,F,99,T,F,3,T,T,T,T,
  2,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,
  3,25,25,1000,1000,000000,000000,3,
  4,1,24000,24000,
  4,2,12000,12000,
  5,1,12000, 5000 ,100,10,.25,
  6,1,1,1,5000,12000 ,1000,1.5,.25,
  7,1,1,0000,
  7,1,2, 500,
  7,2,1,10000,
  7,2,2, 500,
  888,
  4,00,
  20,30,20,40,10,10,10,10,10,10,
  999,
  265,27,350,549,54,532,172,1159,2112,1465,137,405,1009,219,
  310,35,428,794,78,530,225,1699,2621,1300,179,665,1520,321,
  343,66,370,1295,71,622,543,1296,3222,2076,144,1142,1607,471,
  310,41,295,1070,65,516,487,994,2322,1936,118,902,1010,316,
  283,27,323,667,66,442,234,1321,2574,1578,285,721,1269,328,
  277,29,341,336,73,304,38,1670,2657,1049,291,581,1304,259,
  203,19,321,391,62,489,81,1902,4195,3562,335,705,1273,235,
  173,16,386,504,70,713,172,2078,6726,10621,347,1046,1217,363,
  166,31,326,706,88,1044,293,2051,7614,14283,275,1037,865,264,
  109,26,303,423,53,754,142,1755,4883,7796,272,646,834,225,
  118,20,247,380,63,542,122,1214,2947,3756,164,352,759,155,
  142,22,261,419,55,539,154,1138,2473,2412,163,279,909,136,
  170,30,234,533,40,470,352,1075,2761,2984,175,601,1260,271,
  153,26,161,624,25,483,630,744,2082,2872,99,536,689,181,
  200,44,206,1209,45,688,1214,986,3514,5616,93,909,866,345,
  279,42,239,990,40,461,441,1168,3641,3497,133,1310,1022,372,
  202,19,211,553,34,300,147,1028,2490,1372,145,620,879,221,
  195,27,217,521,48,367,101,1350,4070,3123,212,984,984,318,
  223,28,302,514,55,491,117,1766,5586,5617,319,973,1284,338,
  166,23,218,465,42,593,164,1476,6356,11480,240,1112,822,304,
  180,29,226,487,33,584,555,1507,4456,13153,259,780,1093,266,
  186,30,258,757,32,780,536,1286,3661,9744,169,520,809,174,
  146,24,196,575,36,572,285,989,2584,6063,148,397,664,125,
  165,36,208,535,46,571,309,1082,2817,4539,160,495,983,169 ,
?END JOB

```

De heading van het programma, hier LUVO 84.

```

CREATIONDATE 081484  TIMESTAMP 11:13:17
LASTACCESSDATE 081484  TIMESTAMP 11:13:43

K K N N N N N N III L U U V V 000 1 999 888 4
K K N N N N N N I L U U V V 0 0 11 9 8 8 4
K K N N N N N N I L U U V V 0 0 1 9999 888 4 4
K K N N N N N N I L U U V V 0 0 1 9 8 8 8 4 4
K K N N N N N N III LLLL UUU V 000 1 9999 888 4
    
```

```

PPPP EEEE RRRR CCC EEEEE N N YYYYY III EEEEE L EEEEE N U L YYYYY 6666
P P E E R R C E E N N Y Y I E E L E N N N L T G
PPPP EEE RRRR C EEE N N N Y I EEE L EEE N N N L T G 666
P E E R R C E E N N N Y I E E L E N N N L T G 6
P EEEEE R R CCC EEEEE N N Y III EEEEE LLLL EEEEE N N LLLL Y 66
    
```

```

SSSS AAA U U SSSS SSSS NN NN 000 0000 EEEEE L
G G G A A U U S S S S N N N 0 0 0 0 E E L
G G G A A A U U S S S S N N N 0 0 0 0 E E L
G G A A U U S S S S N N 0 0 0 0 E L
SSS A A UUU SSSS SSSS N N 000 0000 EEEEE LLLL
    
```

De opdracht aanduiding wordt hieronder afgedrukt. Bij option = 3 wordt vertikaal met alleen Pasquill coëfficiënten gewerkt, en horizontaal, afhankelijk van de hoogte, met Pasquill en/of Singer en Smith.

VOORPEELD TEN BEHOEVE VAN HET VERSLAG,

PASQUILL VERTIKAAL EN NORMALE VERWERKING HORIZONTAAL

Wat er berekend gaat worden

```

AANTAL BRONNEN: 1
AANTAL STADSBRONNEN: 1
AANTAL JOBS: 2
    
```

**GEMIDDELDEN CONCENTRATIE AAN DE GROND OVER:
 DE ZOMER GEDURENDE DE NACHT
 MET GEHELE JAAR GEDURENDE DAG EN NACHT**

De ingelezen gegevens van de oppervlaktebronnen met hun gemiddelde concentratie binnen de bron.

GEGEVENS STADSBRONNEN

STADSBRON 1 VERDEELD IN 1 VIERKANTEN
 X-COORDINAAT 5000 Y-COORDINAAT 12000 ZIJDE 1000 EFF.HOOGTE 1.5 RUIWHEIDSLENGTE 0.250

STADSCONCENTRATIE IN MICROGR/MS BIJ OPP. EMISSIE VAN 1 MICROGR/(M²SEC) OVER:
 DE ZOMER GEDURENDE DE NACHT 16.0
 HET GEMELE JAAR GEDURENDE DAG EN NACHT 14.0

Nog een opmerking over de gebruikte klimatologie. Testklimatologie hieronder betekent een met nklim = 99 ingevoerde klimatologie en DEF = FALSE. Als nklim = 99 wordt gebruikt, kan men in de seizoensectie van de invoer aangeven voor welke seizoen-dagdeel-combinaties een blok gegevens ingelezen moet worden.

TESTKLIMATOLOGIE

AANTALLEN UWRIJKE WAARNEMINGEN OVER					DE ZOMER GEDURENDE DE NACHT						TOTAAL AANTAL:167547			
ST	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
SN	1.5	4.0	1.5	4.0	1.5	4.0	0.0	1.5	4.0	0.0	1.5	4.0	1.5	4.0
0	245	27	350	549	54	532	172	1159	2112	1465	137	405	1009	219
1	340	35	428	794	78	530	225	1699	2621	1300	179	465	1520	321
2	343	44	370	1295	71	422	563	1296	3222	2076	144	1142	1607	471
3	310	41	295	1070	65	516	487	994	2322	1936	110	902	1010	316
4	283	27	323	667	66	442	234	1321	2574	1578	285	721	1249	328
5	277	29	341	591	62	489	81	1982	4195	3562	335	705	1273	235
6	203	19	321	591	62	489	81	1982	4195	3562	335	705	1273	235
7	173	16	386	504	70	713	172	2078	6726	10621	367	1046	1217	363
8	166	31	326	706	80	1044	293	2051	7414	14283	279	1037	865	264
9	189	26	303	423	53	754	142	1755	4883	7796	272	646	834	225
10	118	20	247	380	63	542	122	1214	2947	3756	144	352	759	155
11	142	22	261	419	55	539	154	1138	2473	2412	143	279	989	156

AANTALLEN UWRIJKE WAARNEMINGEN OVER HET GEMELE JAAR GEDURENDE DAG EN NACHT					TOTAAL AANTAL:179112									
ST	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
SN	1.5	4.0	1.5	4.0	1.5	4.0	0.0	1.5	4.0	0.0	1.5	4.0	1.5	4.0
0	170	30	234	533	40	470	352	1075	2761	2984	175	401	1260	271
1	153	26	161	624	25	493	630	744	2082	2872	99	536	689	181
2	200	44	206	1209	45	688	1214	936	3514	5616	93	909	866	345
3	279	42	239	990	40	461	441	1168	3441	3497	133	1310	1022	372
4	202	19	211	553	34	300	147	1028	2490	1372	145	620	879	221
5	195	27	217	521	48	367	101	1350	4070	3123	212	984	984	318
6	223	28	302	514	55	491	117	1766	5386	5617	319	973	1264	338
7	166	23	219	465	42	593	164	1476	6356	11480	240	1112	822	306
8	180	29	226	487	33	584	555	1507	4456	13153	259	780	1693	266
9	164	30	258	757	32	780	334	1286	3441	9744	149	520	809	174
10	146	24	196	575	36	572	285	989	2584	4063	148	397	664	125
11	165	36	208	535	46	571	309	1082	2817	4539	160	495	985	169

De tabellen met verdunningen:

Hier is voor 14 afstanden van dicht bij de bron (100 m) tot aan de verste hoek van het grid per klasse de genormeerde concentratie gegeven.

ST = stabiliteitsklasse

SN = representatieve windsnelheid

ML = mennghoogte die vast per stabiliteitsklasse verondersteld wordt. De eenheid van concentratie is microgram/m³ bij 1 g/sec emissie als er vermenigvuldigd wordt met de macht van 10 die staat in de op één na laatste kolom. Voor oppervlaktebronnen volgt nog de virtuele afstand r₀ in meters en voor puntbronnen de effectieve pluimhoogte H in meters.

De transportsnelheid wordt in een extra tabelletje gegeven tezamen met de penetratiefactor.

BRON	COORDINATEN X (M)	Y (M)	HOOGTE (M)	RH (PWATT)	RUMMELOS LENGTE (M)
1	17009	5003	190	10.0	0.25

HET GEMELE JAAR GEDURENDE DAG EN NACHT

CONCENTRATIES IN G/M³ IN SEKTOR BIJ VASTE ST, SN, HENGLAAG, R1 BIJ EMISSIE VAN 1 G/SEC.

BEKEMFSTANDEN: ST	SN	ML	100	1100	2100	3100	4100	5100	6100	7100	8100	9100	10100	11100	12100	13100	EFF. HOOGTE
A	1.5	1500	0	21922	68102	36979	26298	19135	14466	11365	9273	7828	6882	6046	5468	5007	0-11 411.9
A	4.0	1500	0	48769	34858	18099	11796	8017	5804	4635	3538	2933	2316	2217	1995	1822	0-11 213.1
B	1.5	1500	0	109	10972	22386	24116	21540	18801	15934	13547	11573	9966	8653	7574	6708	0-11 411.9
B	4.0	1500	0	24837	35784	25753	18052	13117	9805	7730	6198	5082	4244	3599	3093	2688	0-11 213.1
C	1.5	1000	0	0	892	6154	11353	13824	14281	13711	12717	11605	10515	9507	8600	7794	0-11 371.6
C	4.0	1000	0	3616	19872	20995	17510	14024	11265	9175	7590	6374	5425	4672	4047	3573	0-11 198.5
C	8.0	1000	0	13358	21235	16205	11777	8771	6745	5339	4350	3584	3017	2577	2228	1947	0-11 169.2
D	1.5	500	0	0	11	1577	11261	20766	47462	42892	74165	81795	84378	89231	90303	90211	0-12 371.6
D	4.0	500	0	34	3927	9946	12295	12247	11277	10074	8911	7867	6992	6241	5610	5080	0-11 198.5
D	8.0	500	0	1131	10189	12731	11614	9822	8185	6845	5778	4930	4251	3717	3278	2928	0-11 149.2
E	1.5	200	0	0	27	1174	5259	10614	15221	18342	20086	20796	20806	20375	19482	18650	0-11 198.3
E	4.0	200	0	0	913	12051	33075	53435	68271	77224	81499	82692	81353	78919	75763	72263	0-12 170.1
F	1.5	200	0	0	0	0	0	11	121	586	1767	3934	7151	11285	14087	21270	0-12 198.3
F	4.0	200	0	0	0	0	5	73	379	1121	2368	4058	6057	8220	10421	12565	0-12 170.1

KLASSE TRANSPORTSNEIHEID PENETRATIEFACTOR

A2	5.4	1.00
B1	2.0	1.00
B2	5.4	1.00
C1	2.3	1.00
C2	6.5	1.00
C3	12.3	1.00
D1	2.3	1.00
D2	6.5	1.00
D3	12.3	1.00
E1	3.6	1.00
E2	9.4	1.00
F1	3.6	1.00
F2	9.4	1.00

Dit tabelletje met verdunningen (genormeerde concentraties) wordt als GAUSS = true voor elke bron-receptor combinatie afgedrukt. Men ziet hier welke meteoklassen hoge bijdragen geven. De tabel wordt herhaald voor elk seizoen, en voor elke JOB. De richting is de windrichting als de pluimas pal over het receptorpunt komt. Het is de richting waarin de ontvanger de bron ziet. Richting in graden, en afstand in meters.

BRON 1	ONTVANGER 1	RICHTING 212.28	AFSTAND 22472
KLASSE	VERDUNNING	PLUIMBREEDTE	
A1	2.90E-08	3648.0	
A2	1.05E-08	3648.0	
B1	3.05E-08	3648.0	
B2	1.12E-08	3648.0	
C1	3.88E-08	1989.4	
C2	1.50E-08	1989.4	
C3	7.97E-09	1989.4	
D1	6.98E-08	1989.4	
D2	2.68E-08	1989.4	
D3	1.42E-08	793.3	
E1	1.16E-07	381.1	
E2	4.44E-08	381.1	
F1	5.82E-08	381.1	
F2	2.45E-08	381.1	
EFFECTIEVE PLUIMBREEDTE			1566.8

Deze uitvoer geeft de concentratie als functie van de afstand gesommeerd over alle klassen en windrichtingen.

GEMIDDELDDE CONCENTRATIE OVER CINKEL OM BRON														
REZ ON	100	1100	2100	3100	4100	5100	6100	7100	8100	9100	10100	11100	12100	13100
2 1	0	19524	67184	84651	83560	77670	70284	63472	57620	52557	48289	44682	41613	39010

Tot nu toe zijn voorberekeningen uitgevoerd. Nu zijn alle parameters bekend om concentraties te gaan berekenen. De zgn. JOB begint.

JOB 2

BRON	COORDINATEN		HOOGTE (M)	GH (MWATT)	RUWHEIDS LENGTE (M)	EMISSIE	
	X (M)	Y (M)				G/SEC	PROCENTEN VN TOTAAL
1	12000	5000	100	10.0	0.25	10000.0	100.0

STADSBRON 1
OPPERVLAKTE-EMISSIE PER VIERKANT:
1 5.00E+02

Eerst wordt eventueel de achtergrond verwerkt. Hier heeft men te maken met meetgegevens, zowel wat betreft de concentratie, als de frequentie. Windstil omvat zwakke en variabele wind.

INGEVOERDE ACHTERGROND IN 4 SECTOREN MET GEMETEN FREQUENTIE
DE RICHTING VAN DE EERSTE SECTOR IS 0 GRADEN OOST T.O.V. NOORD

SECTOR MIDDELEN	CONCENTRATIE MICROGRAM/M3	FREQUENTIE
0	2.00E+01	10.00000
90	3.00E+01	10.00000
180	2.00E+01	10.00000
270	4.00E+01	10.00000
WINDSTIL	1.00E+01	10.00000

LANGE TERMIJNGEMIDDELDDE 2.40E+01 OP BASIS VAN DE INGEVOERDE FREQUENTIEVERDELING

Achtergrond gegevens worden omgerekend tot een zgn. concentratie patroon. Dat is een windroos met bij elke windrichting de concentratie in een receptorpunt. Dit patroon is het ingangsgegeven voor percentielberekeningen.

ACHTERGROND
DE ZOMER GEDURENDE DE NACHT

RICHTING FREQUENTIE BIJDRAGE			RICHTING FREQUENTIE BIJDRAGE		
0	0.00841	1.75E+01	180	0.01370	1.75E+01
5	0.00878	1.79E+01	185	0.01547	1.84E+01
10	0.00916	1.84E+01	190	0.01723	1.94E+01
15	0.00953	1.89E+01	195	0.01900	2.04E+01
20	0.00990	1.94E+01	200	0.02077	2.13E+01
25	0.01028	1.99E+01	205	0.02254	2.23E+01
30	0.01065	2.04E+01	210	0.02430	2.33E+01
35	0.01107	2.09E+01	215	0.02507	2.42E+01
40	0.01150	2.13E+01	220	0.02583	2.52E+01
45	0.01192	2.18E+01	225	0.02660	2.62E+01
50	0.01235	2.23E+01	230	0.02736	2.72E+01
55	0.01277	2.28E+01	235	0.02813	2.81E+01
60	0.01320	2.33E+01	240	0.02889	2.91E+01
65	0.01272	2.38E+01	245	0.02710	3.01E+01
70	0.01224	2.42E+01	250	0.02530	3.10E+01
75	0.01176	2.47E+01	255	0.02351	3.20E+01
80	0.01128	2.52E+01	260	0.02171	3.30E+01
85	0.01081	2.57E+01	265	0.01992	3.39E+01
90	0.01033	2.62E+01	270	0.01813	3.49E+01
95	0.01028	2.57E+01	275	0.01690	3.39E+01
100	0.01024	2.52E+01	280	0.01568	3.30E+01
105	0.01020	2.47E+01	285	0.01445	3.20E+01
110	0.01015	2.42E+01	290	0.01323	3.10E+01
115	0.01011	2.38E+01	295	0.01201	3.01E+01
120	0.01006	2.33E+01	300	0.01078	2.91E+01
125	0.00991	2.28E+01	305	0.01049	2.81E+01
130	0.00976	2.23E+01	310	0.01021	2.72E+01
135	0.00961	2.18E+01	315	0.00992	2.62E+01
140	0.00946	2.13E+01	320	0.00963	2.52E+01
145	0.00931	2.08E+01	325	0.00934	2.42E+01
150	0.00916	2.04E+01	330	0.00905	2.33E+01
155	0.00992	1.99E+01	335	0.00895	2.23E+01
160	0.01067	1.94E+01	340	0.00884	2.13E+01
165	0.01143	1.89E+01	345	0.00873	2.04E+01
170	0.01219	1.84E+01	350	0.00863	1.94E+01
175	0.01294	1.79E+01	355	0.00852	1.84E+01

Let op: het berekende LTG voor de achtergrond is in het algemeen niet gelijk aan het ingevoerde LTG vanwege de verschillende klimatologie. Zie bijlage 4. Uitvoer van de percentielen van de achtergrond:

LANGE TERMIJNGEMIDDELDE	2.49E+01	MICROGRAM/M3
HET 90-PERCENTIEL=	4.85E+01	MICROGRAM/M3
HET 95-PERCENTIEL=	6.31E+01	MICROGRAM/M3
HET 98-PERCENTIEL=	8.50E+01	MICROGRAM/M3
HET 99-PERCENTIEL=	1.04E+02	MICROGRAM/M3

De bijdrage van een bron in een receptorpunt is afhankelijk van de afstand Δy (zie fig. 6 en formule 3). Ze is Gaussisch verdeeld rond de hoofdrichting. In 35 5° sectoren is er een bijdrag t.g.v. één bron. In de overige sectoren is de bijdrage gesteld op 0.0.

BRON 2 ONTVANGER 2 RICHTING 270.00 AFSTAND 7000
 LANGE TERMIJNGEMIDDELTE INVLOED 2.29E+01

RICHTING	AS-AFSTAND	BIJDRAGE
185	8.00E+04	0.
190	3.97E+04	0.
195	2.61E+04	0.
200	1.92E+04	0.
205	1.50E+04	0.
210	1.21E+04	2.20E-30
215	1.00E+04	4.30E-20
220	8.34E+03	1.86E-13
225	7.00E+03	5.95E-09
230	5.87E+03	8.82E-06
235	4.90E+03	1.72E-03
240	4.04E+03	8.29E-02
245	3.26E+03	1.45E+00
250	2.55E+03	1.18E+01
255	1.88E+03	5.27E+01
260	1.23E+03	1.44E+02
265	6.12E+02	2.56E+02
270	0.	3.10E+02
275	6.12E+02	2.56E+02
280	1.23E+03	1.44E+02
285	1.88E+03	5.27E+01
290	2.55E+03	1.18E+01
295	3.26E+03	1.45E+00
300	4.04E+03	8.29E-02
305	4.90E+03	1.72E-03
310	5.87E+03	8.82E-06
315	7.00E+03	5.95E-09
320	8.34E+03	1.86E-13
325	1.00E+04	4.30E-20
330	1.21E+04	2.20E-30
335	1.50E+04	0.
340	1.92E+04	0.
345	2.61E+04	0.
350	3.97E+04	0.
355	8.00E+04	0.

Per receptorpunt wordt per 5° sector de bijdrage van alle bronnen opgeteld bij het concentratiepatroon van de achtergrond per receptorpunt. Dit geeft een tweede concentratiepatroon.

ONTVANGSTPUNT 1 X 24000 Y 24000

DE ZOMER GEDURENDE DE NACHT

RICHTING	FREQUENTIE	BIJDRAGE	RICHTING	FREQUENTIE	BIJDRAGE
0	0.00841	1.75E+01	180	0.01370	1.75E+01
5	0.00878	1.79E+01	185	0.01547	1.84E+01
10	0.00916	1.84E+01	190	0.01723	1.94E+01
15	0.00953	1.89E+01	195	0.01900	2.04E+01
20	0.00990	1.94E+01	200	0.02077	2.95E+01
25	0.01028	1.99E+01	205	0.02254	1.89E+02
30	0.01065	2.04E+01	210	0.02430	7.19E+02
35	0.01107	2.08E+01	215	0.02507	6.76E+02
40	0.01150	2.13E+01	220	0.02583	1.63E+02
45	0.01192	2.18E+01	225	0.02660	4.19E+01
50	0.01235	2.23E+01	230	0.02736	5.43E+01
55	0.01277	2.28E+01	235	0.02813	7.26E+01
60	0.01320	2.33E+01	240	0.02889	7.45E+01
65	0.01272	2.38E+01	245	0.02710	5.90E+01
70	0.01224	2.42E+01	250	0.02530	4.22E+01
75	0.01176	2.47E+01	255	0.02351	3.45E+01
80	0.01128	2.52E+01	260	0.02171	3.33E+01
85	0.01081	2.57E+01	265	0.01992	3.40E+01
90	0.01033	2.62E+01	270	0.01813	3.49E+01
95	0.01028	2.57E+01	275	0.01690	3.39E+01
100	0.01024	2.52E+01	280	0.01568	3.30E+01
105	0.01020	2.47E+01	285	0.01445	3.20E+01
110	0.01015	2.42E+01	290	0.01323	3.10E+01
115	0.01011	2.38E+01	295	0.01201	3.01E+01
120	0.01006	2.33E+01	300	0.01078	2.91E+01
125	0.00991	2.28E+01	305	0.01049	2.81E+01
130	0.00976	2.23E+01	310	0.01021	2.72E+01
135	0.00961	2.18E+01	315	0.00992	2.62E+01
140	0.00946	2.13E+01	320	0.00963	2.52E+01
145	0.00931	2.08E+01	325	0.00934	2.42E+01
150	0.00916	2.04E+01	330	0.00905	2.33E+01
155	0.00992	1.99E+01	335	0.00895	2.23E+01
160	0.01067	1.94E+01	340	0.00884	2.13E+01
165	0.01143	1.89E+01	345	0.00873	2.04E+01
170	0.01219	1.84E+01	350	0.00863	1.94E+01
175	0.01294	1.79E+01	355	0.00852	1.84E+01

Het 90, 95, 98 en 99 percentiel wordt berekend met dit concentratiepatroon. De toename t.o.v. de achtergrond van de percentielen wordt ook uitgevoerd als er een achtergrond is.

LANGE TERMIJNGEMIDDELDE	7.05E+01	MICROGRAM/M3
DE TOENAME =	4.56E+01	MICROGRAM/M3
HET 90-PERCENTIEL=	1.13E+02	MICROGRAM/M3
DE TOENAME =	6.44E+01	MICROGRAM/M3
HET 95-PERCENTIEL=	2.76E+02	MICROGRAM/M3
DE TOENAME =	2.13E+02	MICROGRAM/M3
HET 98-PERCENTIEL=	6.61E+02	MICROGRAM/M3
DE TOENAME =	5.76E+02	MICROGRAM/M3
HET 99-PERCENTIEL=	9.84E+02	MICROGRAM/M3
DE TOENAME =	8.80E+02	MICROGRAM/M3

De Grid wordt in matrixvorm uitgevoerd, bij PRINT2 = TRUE gevolgd door een regeldrukplot.

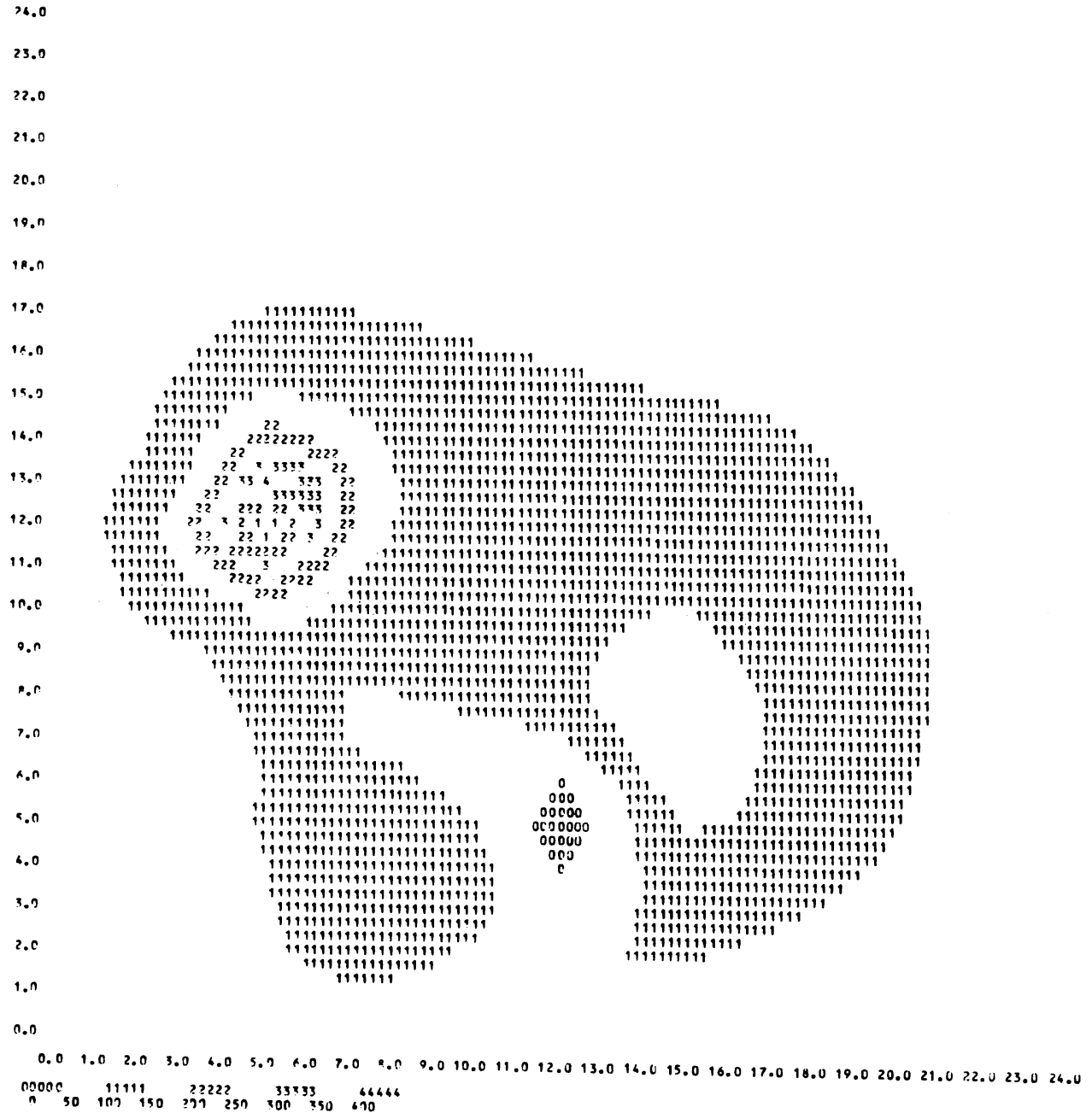
Bij de regeldrukplot ziet men voor JOB2 de invloed van twee bronnen. De getalwaarden zijn steeds inclusief de achtergrond concentratie.

JOB 2
 GEMIDDELDEN CONCENTRATIE AAN DE GROND OVER
 HET GEHELE JAAR GEDURENDE DAG EN NACHT

24.0	55	54	54	49	61	63	64	65	65	66	66	67	67	67	67	67	66	66	65	65	64	64	63	62
23.0	56	57	59	61	63	65	66	67	68	68	69	69	70	70	69	69	68	68	67	67	66	65	64	63
22.0	57	59	61	64	66	68	69	70	71	71	71	72	72	72	72	71	71	70	69	69	68	67	66	64
21.0	58	61	63	64	69	71	73	73	74	74	75	75	75	75	75	74	74	73	73	72	71	70	69	67
20.0	60	63	66	69	73	76	77	78	78	78	79	79	79	78	78	77	76	76	75	73	72	70	69	67
19.0	62	65	69	74	78	82	83	83	83	83	83	83	83	83	82	81	81	80	79	77	76	74	72	68
18.0	63	68	73	78	85	90	91	90	90	89	88	88	88	87	86	85	85	83	82	81	79	76	74	70
17.0	65	71	78	84	94	101	101	100	98	96	95	93	93	92	91	90	89	87	86	84	81	78	76	71
16.0	67	74	83	95	108	121	119	115	109	105	102	100	99	97	96	95	94	92	90	87	84	81	78	73
15.0	68	77	89	108	131	155	148	137	124	116	111	107	104	103	102	101	99	98	95	91	87	83	80	77
14.0	77	81	95	124	169	229	205	172	144	126	116	111	110	109	108	108	106	104	100	95	90	86	82	79
13.0	77	89	108	138	228	415	331	209	153	130	120	117	116	116	116	116	114	111	105	99	94	89	84	77
12.0	81	96	124	182	327	607	356	203	149	129	122	120	122	124	125	126	124	117	110	103	97	92	87	79
11.0	80	93	115	158	217	393	229	157	133	123	121	123	127	133	137	138	133	124	116	108	101	94	89	84
10.0	80	90	103	117	129	179	160	136	120	116	119	125	133	143	150	151	142	131	122	112	104	97	90	84
9.0	78	83	89	95	108	127	122	116	110	110	114	124	135	153	165	161	150	139	127	116	106	97	90	84
8.0	75	79	82	88	98	109	105	100	100	102	106	116	129	157	173	170	158	145	130	117	106	97	90	84
7.0	73	76	79	84	94	102	102	100	94	90	92	92	100	137	166	173	162	145	129	116	105	96	89	82
6.0	72	75	80	85	94	101	103	105	105	98	79	59	49	82	148	167	157	141	126	113	103	94	87	81
5.0	72	75	81	87	94	102	107	113	117	116	100	58	34	56	124	151	147	134	120	109	99	91	84	79
4.0	70	74	80	86	92	100	107	115	123	130	127	75	47	64	104	127	127	119	110	101	93	86	81	76
3.0	69	73	78	84	90	98	106	115	126	129	113	85	78	91	104	108	108	105	99	92	86	81	76	69
2.0	68	72	77	82	88	96	103	111	112	108	95	91	91	98	102	102	98	92	88	84	80	76	72	69
1.0	67	71	75	80	86	92	95	96	95	90	85	88	90	94	96	94	91	86	81	76	73	71	68	63
0.0	66	69	73	77	81	83	85	84	82	77	80	83	85	87	88	87	84	81	77	73	69	66	64	60
0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0

CONCENTRATIES IN MICROGR/M³

JOR 2
 REMIJDDELLEN CONCENTRATIE AAN DE GROND OVER
 HET GEHELE JAAR GEURENDE DAG EN NACHT



CONCENTRATIES IN MICROGR/M3

Tot slot een overzicht van de invloed per bron in enige ontvangstpunten. Deze uitvoer volgt hier per job en per seizoen.

JOB 2
GEMIDDELDEN CONCENTRATIE AAN DE GROND OVER
HET GEMELE JAAR GEDURENDE DAG EN NACHT

	REC. 1	REC. 2	MAX. 1	MAX. 2	MAX. 3
Y-COORDINAAT	24000	12000	5000	9000	15000
Y-COORDINAAT	24000	12000	13000	4000	7000
TOTALE CONCENTRATIE IN MICROGRAM/M ³	6.18E+01	1.21E+02	4.15E+02	1.30E+02	1.73E+02

CONCENTRATIES PER BRON IN PROCENTEN VAN HET TOTAAL

PUNTBRON	1				
STADSBRON	1	53.9	63.6	8.5	72.0
		6.4	16.1	85.6	9.1
					81.7
					4.1

Is de run klaar, en ARCHIVE = TRUE dan volgt informatie over de opgeslagen file, waarin de lange termijn gemiddelde concentraties per gridpunt opgeslagen zijn.

GEARCHIVEERD, TITLE=GAUSSMODEL/LONG/081484/006737.
AANTAL BLOKKEN 4
MAXRECSIZE 627
BLOCKSIZE 627
AANTAL REC. PUNTEN 2
AANTAL X-COORDINATEN 25
AANTAL Y-COORDINATEN 25
AFSTAND DX 1000
AFSTAND DY 1000
UNITS=WORDS

Van de gearchiveerde file kunnen we m.b.v. het programma Gaussplot een grafische plot maken Dit is in onderstaande job geïllustreerd.

```

BEGIN JOB GAUSSPLOT;
  USER=SCNM/PM;CHARGE=AFMAG;CLASS=10;
  RUN OBJECT/GAUSSPLOT ;
  ?DATA
002025325500240240FTJ1GAUSSMODEL/LONG/081484/006737.  JOB1 EINDHOVEN
002025025500240240FTJ2GAUSSMODEL/LONG/081484/006737.  JOB1 SCHIPHOL
002025025500240240FTJ3GAUSSMODEL/LONG/081484/006737.  JOB2 EINDHOVEN
002025325500240240FTJ4GAUSSMODEL/LONG/081484/006737.  JOB2 SCHIPHOL
? RUN *UTIL/INSERTPLOTQ("GAUSSPLOT03");
? RUN *UTIL/INSERTPLOTQ("GAUSSPLOT01");
? RUN *UTIL/INSERTPLOTQ("GAUSSPLOT02");
? RUN *UTIL/INSERTPLOTQ("GAUSSPLOT03");
?END JOB GAUSSPLOT

```

In deze job wordt een objectfile OBJECT/GAUSSPLOT gebruikt. De invoer in Backus-Naur notatie:

```

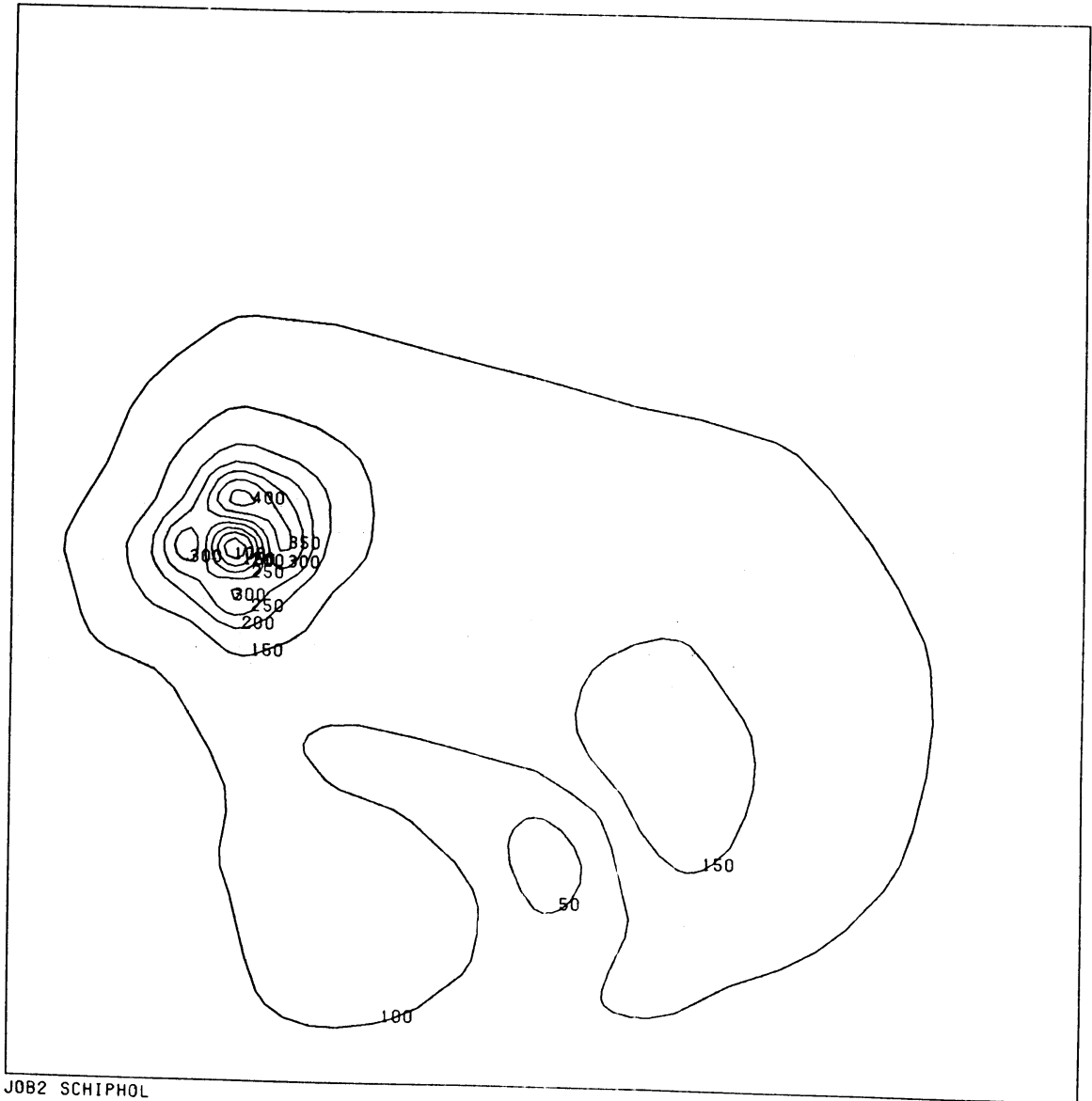
<empty>      ::= <<geen verdere invoer>>
<A>          ::= <<karakter>>
<B>          ::= <T>/<F> ::= <<BOOLEAN>>
<II>         ::= <<integer van twee cijfers>>
<III>        ::= <<integer van drie cijfers>>
<&>          ::= <<beginnen op een nieuwe regel vooraan>>

<INVOER>     ::= <&>(nrcpt)<nx><ny><isostap><lx><ly><SOMMEER>
                <PRINT><nr><titel><opm><INVOER>/<Empty>

<nrcpt>      ::= <III> % het aantal receptorpunten, gebruikt in
                % GAUSSMODEL/LUV084 in 3 cijfers
<nx>         ::= <III> % aantal gridpunten in de x-richting
<ny>         ::= <III> % aantal gridpunten in de y-richting
<isostap>    ::= <III> % stapgrootte tussen de isolijnen op .1
                % microgram per kubieke meter
<lx>         ::= <III> % lengte van de x-as in coördinaten in .1
                % dat is (nx-1)*10
<ly>         ::= <III> % lengte van de y-as in coördinaten
                % dat is (ny-1)*10
<SOMMEER>   ::= <B> % Boolean die aangeeft of de achtereenvolgende
                % velden opgeteld moeten worden

```


Tot slot de grafische plot



JOB2 SCHIPHOL

Bijlage 4. Verwerking van de achtergrond

In het oorspronkelijke LTG model [3] is niet voorzien in het verwerken van een gemeten achtergrond. Voor percentielberekeningen is het invoeren van een gemeten achtergrond wenselijk. Het model berekend in principe de toename van de percentielen t.o.v. de achtergrond. In [6] staan enige richtlijnen.

Van de achtergrond moet bekend zijn de gemiddelde gemeten concentratie per windrichtingssector, en het aantal uren dat wind in deze sector waargenomen is. Voor zwakke en variabele wind moet eveneens de gemiddelde concentratie, en het aantal uren bekend zijn.

Windstilte en variabele wind zitten niet in de standaardklimatologie. Zo'n situatie draagt wel bij tot de lange termijn gemiddelde achtergrondconcentratie. Hiervoor moet men de concentratie in de sectoren corrigeren.

Men eist dat de gemeten lange termijn gemiddelde concentratie gelijk is aan de gecorrigeerde lange termijn gemiddelde concentratie. De gecorrigeerde concentratie wordt dan berekend met de gemeten frequentie, zonder de uren met windstilte en variabele wind.

Om aan de eis te voldoen corrigeren we de gemeten concentraties in de sectoren waarin gemeten is. We stellen de gecorrigeerde concentratie $\chi'(v)$ in een sector v gelijk aan $a \cdot \chi(v)$.

Stel er zijn n sectoren, genummerd van $v = 0$ tot $v = n - 1$.

$\chi(v)$	= de gemiddeld gemeten concentratie in sector v
$\chi'(v)$	= de gecorrigeerde concentratie in sector v
$S(v)$	= de gemeten frequentie van voorkomen in sector v : $S(v)$ hoort bij $\chi(v)$
$\chi(n)$	= de gemeten concentratie bij windstilte en variabele wind
$\bar{\chi}$	= de lange termijn gemiddelde concentratie ten gevolge van de achtergrond. De waarde hiervan moet gelijk zijn voor en na correctie.

Een lange termijn gemiddelde is te schrijven als de som van de produkten van frequentie en concentratie, gedeeld door het totaal aantal uren.

We kunnen $\bar{\chi}$ nu schrijven als gemeten waarde:

$$\bar{\chi} = \frac{\sum_0^n \{\chi(v) S(v)\}}{\sum_0^n S(v)} \quad (12)$$

en als gecorrigeerde waarde:

$$\bar{\chi} = \frac{\sum_{v=0}^{n-1} \{\chi'(v) S(v)\}}{\sum_{v=0}^{n-1} S(v)} . \quad (13)$$

Met $\chi'(v) = a \cdot \chi(v)$ kunnen we (13) schrijven als

$$\bar{\chi} = a \frac{\sum_{v=0}^{n-1} \{\chi(v) S(v)\}}{\sum_{v=0}^{n-1} S(v)} . \quad (14)$$

Door (12) gelijk te stellen aan (14) kunnen we a berekenen met

$$a = \frac{\sum_{v=0}^n \{\chi(v) S(v)\} \sum_{v=0}^{n-1} S(v)}{\sum_{v=0}^n S(v) \sum_{v=0}^{n-1} \{\xi(v) + S(v)\}} . \quad (15)$$

Nu kunnen we de achtergrond corrigeren door elke $\chi(v)$ te vermenigvuldigen met a .

Vervolgens moeten we de concentraties in n sectoren v omrekenen naar concentraties in 72 sectoren τ van 5° . De bijdrage aan het lange termijn gemiddelde van de achtergrond in één sector is het produkt van frequentie en concentratie = $S(v) \chi'(v)$. Dit produkt interpoleren we lineair naar 72 sectoren. Het resultaat is nog steeds een produkt van frequentie en concentratie: $S(\tau) \chi(\tau)$, waarin

$\chi(\tau)$ = de lange termijn gemiddelde concentratie in sector (τ)

$S(\tau)$ = de frequentie van die sector, lineair geïnterpoleerd uit $S(v)$.

$\chi(\tau)$ volgt nu uit:

$$\chi(\tau) = \frac{S(\tau) \chi(\tau)}{S(\tau)} , \quad (16)$$

waarmee we de gemeten frequentie geëlimineerd hebben.

Bij verdere berekening werken we met de klimatologische relatieve frequentieverdeling $p(\tau)$ voor 5° sectoren. Dit heeft tot gevolg dat de berekende lange termijn gemiddelde concentratie meestal ongelijk is aan de

gemeten waarde. Voor de meting van de achtergrond geldt:

$$\bar{\chi} = \frac{\sum_{\tau=0}^{71} \{S(\tau) \chi(\tau)\}}{\sum_{\tau=0}^{71} S(\tau)} \quad (17)$$

Voor de berekening van de lange termijn gemiddelde invloed van de achtergrond gebruiken we:

$$\bar{\chi}_C = \frac{\sum_{\tau=0}^{71} \frac{p(\tau) \chi(\tau)}{\sum_{\tau=0}^{71} p(\tau)}}{\sum_{\tau=0}^{71} p(\tau)} \quad (18)$$

De berekende waarde $\bar{\chi}_C$ wordt in elk ontvangstpunt bij de lange termijn gemiddelde concentratie opgeteld.

Bijlage 5

De parameters van het herziene nationale model.

Het "oude" nationale model is beschreven in [3].

De nieuwe parameters worden beschreven in [8] en toegelicht in [1] en [2]. De belangrijkste verandering in de nieuwe aanbeveling is dat ook voor hoge bronnen de verticale dispersiecoëfficiënten volgens Pasquill gebruikt worden. Voor de horizontale dispersie is nog geen definitieve keus gemaakt. In het programma bestaat de mogelijkheid om met alleen Pasquill te werken, of met de combinatie van Pasquill en Singer en Smith volgens [6]. Men dient te bedenken dat de horizontale dispersiecoëfficiënt geen invloed heeft op de berekening van het lange termijn gemiddelde, maar wel op de berekening van de hoge percentielen. Deze bijlage is puntsgewijs opgebouwd uit een bespreking van formules en parameters.

1) De vergelijking voor de berekening van het lange termijn gemiddelde luidt (zie paragraaf 2):

$$\bar{C} = \sum_{SN} \left\{ \frac{2f \cdot Q \cdot p(\theta, S, N)}{\sqrt{(2\pi)U_H} \sigma_z} \frac{12}{2\pi x} C_s \exp \left[\frac{-H^2}{2\sigma_z^2} \right] \right\} . \quad (19)$$

2) Verticale dispersiecoëfficiënten (volgens Pasquill)

$$\text{Voor alle bronnen: } \sigma_z = ax^b C_{z_0} \quad (20)$$

$$\text{met } C_{z_0} = (10 z_0)^{0.53} x^{-0.22} .$$

De parameters a en b zijn empirische parameters per stabiliteitsklasse. Voor de waarde van a en b zie tabel 4. Voor z_0 zie tabel 7.

Tabel 4. De parameters per stabiliteitsklasse ter bepaling van σ_z volgens Pasquill.

Stabiliteitsklasse	A	B	C	D	E	F
a	0.28	0.23	0.22	0.20	0.15	0.12
b	0.90	0.85	0.80	0.76	0.73	0.67

3) Horizontale dispersiecoefficienten.

Voor de berekening van de horizontale dispersiecoefficient per stabiliteitsklasse σ_y maken we onderscheid naar effectieve schoorsteenhoogte H en soort bron.

Lage bronnen ($H < 10$ m) en oppervlaktebronnen.

Volgens Pasquill:

$$\sigma_y = a_1 \times b_1 \cdot z_o^{0.2} . \quad (21)$$

Voor de parameters a_1 en b_1 zie tabel 5. Voor z_o zie tabel 7.

Voor hoge bronnen ($H > 100$ m).

Volgens Singer en Smith:

$$\sigma_y = a_2 \times b_2^2 . \quad (22)$$

Voor de parameters a_2 en b_2 zie tabel 6.

Middelhoge bronnen ($10 \text{ m} < H < 100 \text{ m}$).

We interpoleren lineair tussen σ_y op 10 m met (21) en σ_y op 100 m met (22).

Tabel 5: Parameters per stabiliteitsklasse ter bepaling van σ_y volgens Pasquill.

Stabileitsklasse	A	B	C	E	F
a_1	1.94	1.36	.768	.359	.238
b_1	0.865	0.866	0.897	0.907	0.902

Bij de berekening volgens Singer en Smith wordt in klasse D onderscheid gemaakt tussen enerzijds windsnelheidsklasse 1 en 2, en anderzijds windsnelheidsklasse 3. Dit komt door een ander stabiliteitskriterium van Singer en Smith.

Tabel 6. Parameters per stabiliteitsklasse ter bepaling van σ_y volgens Singer en Smith.

Stabiliteitsklasse	A	B	C	D1,2	D3	E	F
a_2	0.4	0.4	0.36	0.36	0.32	0.31	0.31
b_2	0.91	0.91	0.86	0.86	0.78	0.71	0.71

4) De ruwheidslengte

De ruwheidslengte z_0 schatten we aan de hand van het soort terrein met behulp van tabel 7.

Tabel 7. Enig representatieve waarden van de ruwheidslengte z_0 , overgenomen uit [7].

Open zee of water met een vrije strijklengte van tenminste 5 km (ongeacht de hoogte van de golven):	0,0002 m
Landoppervlak zonder merkbare obstakels of begroeing. Bijvoorbeeld wad, strand, grasvlakte, sneeuwlandschap zonder bomen.	0,005 m
Vlak land met alleen oppervlakkiger begroeing (gras) en soms geringe obstakels. Bijvoorbeeld startbanen, weiland zonder windsingels, braakliggend bouwland.	0,03 m
Bouwland met regelmatig laag gewas, of weiland met sloten op minder dan 20 slootbreedtes van elkaar. Verspreide obstakels op onderlinge afstand van meer dan 20 x hun eigen hoogte (heggen, kale bomen, boerderijen)	0,10 m

Bouwland met afwisselend hoge en lage gewassen. Grote obstakels (rijen bebladerde bomen, lage boomgaarden) met onderlinge afstand van 15 x hun eigen hoogte.	0,25	m
Obstakelgroepen zoals grote boerderijen, stukken bos verspreid struikgewas met tussenruimten van ongeveer 10 x hun eigen hoogte.	0,5	m
Bodem regelmatige en volledig bedekt met onderlinge afstand hooguit enige malen hun eigen hoogte. Bossen, laagbouw.	1	m
Centrum van grote stad met laag en hoogbouw. Bossen met grote bomen en onregelmatige open plekken. Industrierrein.	2	m

5) Pluimstijging: zie ook [2]

De pluimstijging is o.a. afhankelijk van de stabiliteit.

$$\text{Voor klasse E en F: } H = h + 65 \left(\frac{Q_H}{U(h)} \right)^{1/3} . \quad (23)$$

Voor klasse A,B,C,D:

$$\text{Als } Q_H < 6 \text{ MW: } H = h + 109 \frac{Q_H^{3/4}}{U(h)} . \quad (24)$$

$$\text{Als } Q_H \geq 6 \text{ MW: } H = h + 143 \frac{Q_H^{3/5}}{U(h)} . \quad (25)$$

H wordt maximaal gelijk aan de menghoogte z_1 .

h = de schoorsteenhoogte

z_1 = menghoogte, per klasse. Zie tabel 8

$U(h)$ = de windsnelheid op schoorsteenhoogte

Q_H = de warmteemissie van de puntbron in Mwatt, waarbij men uit gaat van een omgevingstemperatuur van 15°C. (Een opp.bron heeft geen pluimstijging).

Afleiding Q_H :

$$Q_H = \frac{C_p}{R_s} \frac{P}{T} V \Delta T, \quad (26)$$

waarin C_p = de warmtecapaciteit van lucht bij constante druk = $1005 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

R_s = de specifieke gasconstante voor lucht = $287 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

P = de luchtdruk aan de grond = $1.013 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-2}$

V = het uitgesloten gasvolume in $\text{m}^3 \text{ sec}^{-1}$

ΔT = het verschil tussen temperatuur van de pluim T_p
in K en 15°C

$$\Delta T = T_p - 288$$

T_p = de temperatuur van de pluim bij het verlaten van de schoorsteen.

Nemen we het gasvolume V bij 0°C (V_n) dan geldt:

$$Q_H = 1,3 \cdot 10^{-3} V_n \Delta T \text{ in MW.} \quad (27)$$

Tabel 8. De mennghoogte z_i per stabiliteitsklasse in meters.

Stabiliteitsklasse	A	B	C	D	E	F
z_i	1500	1500	1000	500	200	200

6) Transportsnelheid:

De transportsnelheid U_H wordt berekend op effectieve bronhoogte H . Als minimum neemt men echter U_{10} (zie tabel 2).

7) Windprofiel:

$$U(z) = U_{10} \left(\frac{z}{10}\right)^m \quad (28)$$

Waarin z de hoogte, en U_{10} de representatieve windsnelheid bij de betreffende windsnelheidsklasse uit tabel 2 is. m is een exponent, gegeven per stabiliteitsklasse. Zie tabel 9.

Tabel 9. De exponent m uit de machtwet er bepaling van $U(z)$.

Stabiliteitsklasse	A	B	C	D	E	F
m	0.1	0.1	0.16	0.16	0.30	0.30

Verder stelt men dat $U(z)$ boven 200 m gelijk is aan $U(200)$.

6) Invloed van de menghoogte.

Reflectie van een pluim aan de menghoogte wordt berekend met C_s . De waarde van C_s wordt bepaald uit H , z_i en σ_z met

$$0 < \frac{\sigma_z}{z_i} < 0.6 \sqrt{1 - \frac{H}{z_i}} \quad : C_s = 1 \quad (\text{geen reflectie}) \quad (29)$$

$$0.6 \sqrt{1 - \frac{H}{z_i}} < \frac{\sigma_z}{z_i} < 1,6 \quad : C_s = 1 + \frac{\exp\left[\frac{-(2z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[\frac{-(2z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right]}{\exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right]} \quad (30)$$

$$\frac{\sigma_z}{z_i} > 1,6 \quad : C_s = \frac{1}{z_i} \frac{\sqrt{(2\pi)\sigma_z}}{2 \exp\left[-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right]} \quad (\text{uniform}). \quad (31)$$

9) Penetratie factor. Zie [1] en [2].

Ten gevolge van penetratie door de top van de menglaag kan een pluim geheel of gedeeltelijk uit de menglaag verdwijnen. De factor f geeft aan welk gedeelte in de menglaag blijft; Als de bronhoogte h groter is dan de menghoogte z_i , of hieraan gelijk, verdwijnt de pluim geheel uit de menglaag. Dus $f = 0$.

Anders geldt:

$$f = \frac{0.08}{P} - (P - .08) \quad \text{met} \quad P = \frac{129 Q_H}{U(z_i - h)^2} \quad (32)$$

Als $f > 1$ dan wordt $f = 1$

Als $f < 0$ dan wordt $f = 0$

U wordt hier berekend met (28) op schoorsteenhoogte: $U = U(h)$

10. Oppervlaktebronnen:

Voor oppervlaktebronnen geldt per vierkant van 1 km².

$$\bar{C} = \sum_{SN} \left\{ \frac{Q \cdot p(\theta, S, N) \cdot C_s}{U_H \left\{ \sqrt{\left(\frac{\pi}{2}\right) \sigma_z \frac{2\pi x}{n} + \frac{A}{K}} \right\}} \cdot e^{\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}} \right\} \quad (33)$$

met A = een standaard vierkant van 1 km²

en K = de konstante van Gifford. Voor K wordt 50 genomen.

Voor de bepaling van σ_z voor een oppervlaktebron moet een virtuele afstand r_0 opgeteld worden bij afstand x. Men bepaald r_0 uit $\sigma_z(r_0) = H$. Vervolgens vindt men σ_z door x en r_0 op te tellen, en hier (20) op toe te passen.

Symbolenlijst

A	oppervlakte van een vierkant van een oppervlaktebron.
$C(S,N,X)$	immissieconcentratie bij een stabiliteitsklasse S en een windsnelheidsklasse N op afstand x.
\bar{c}	lange termijn gemiddelde immissieconcentratie.
$C(\tau)$	concentratie binnen een 5° sector τ .
C_l	geschatte percientiel (voor iteratie).
C_S	correctiefactor voor reflectie aan het inversieplafond.
f	fractie van de pluim die in de menglaag blijft.
H	hoogte van de pluimas = effectieve bronhoogte
h	schoorsteenhoogte
K	constante van Gifford
$p(\tau)$	frequentie van windrichtingssector τ .
$p(\theta,S,N)$	frequentie van stabiliteitsklasse S, gecombineerd met windrichtingsklasse θ en windsnelheidsklasse N.
$P_{C_l}(\tau)$	overschrijdingskans van concentratie C_l in sector τ
P_{ov}	totale overschrijdingskans (gesommeerd over 72 sectoren).
Q	bronsterkte
Q_H	warmte-emissie
r_o	virtuele bron afstand ter bepaling van σ_z bij opp. bronnen.
S	standaarddeviatie in lognormale verdeling.
$S(v)$	gemeten frequentie van sector v .
$S(\tau)$	de uit meetwaarden geïnterpoleerde frequentie voor de achtergrond in sector τ
U	windsnelheid volgens de machtwet
U_H	transportsnelheid: dat is de windsnelheid op effectieve (schoorsteen)hoogte
z_o	ruwheidslengte
z_i	menghoogte
σ_y, σ_z	dispersiecoëfficiënten horizontaal resp. verticaal.
$\frac{\sigma_y}{\sigma_z}$	effectieve pluimbreedte
$\chi(v)$	de gemeten concentratie in sector v .
$\bar{\chi}$	de lange termijn gemiddelde gemeten concentratie.
$\chi(\tau)$	de berekende gemiddelde concentratie per windrichtingssector τ van 5°
χ_c	de berekende lange termijn gemiddelde invloed van de achtergrond, gecorrigeerd voor windstilte en variabele wind.