

■ Opgave 5 Giftige gassen

Bij ongelukken met giftige gassen moeten hulpverlenende instanties kunnen beslissen hoeveel van welk materiaal moet worden ingezet. Daarbij is van belang dat men kan voorspellen hoeveel getroffenen binnen een bepaalde tijd overleden zullen zijn en voor hoeveel mensen de hulp nog op tijd komt.

Door analyse van ongevallen heeft men een model kunnen opstellen. Men kan met dit model een redelijk betrouwbare voorspelling doen over het aantal overledenen als bekend zijn: het aantal getroffen personen, het soort gas, de concentratie van het gas en gedurende hoeveel tijd de getroffen personen zijn blootgesteld aan het gas.

In dit model speelt het begrip *probitwaarde* (Pr) een belangrijke rol. Als voorbeeld nemen we chloorgas. Hiervoor geldt de formule:

$$Pr = -10,29 + 0,92 \ln(C^2 \cdot t)$$

Hierbij is C de concentratie van het gas in mg/m^3 en t de blootstellingstijd in minuten.

Nadat men met deze formule de probitwaarde voor een bepaalde situatie heeft berekend, kan men hiermee in tabel 2 aflezen hoeveel procent van de personen die aan het gas zijn blootgesteld, waarschijnlijk is overleden.

tabel 2

Verband tussen percentages en probitwaarden

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	–	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33

Als bijvoorbeeld de probitwaarde gelijk is aan 4,90, dan kan men volgens tabel 2 verwachten dat ongeveer 46% van de getroffenen is overleden.

Stel in een fabriekshal ontploft een vat. Vrijwel onmiddellijk is de hal gevuld met chloorgas met een concentratie van 950 mg/m^3 . Op dat moment zijn er 70 mensen aan het werk.

Stel dat het niemand lukt de hal te verlaten en na 15 minuten de hulpverlening start.

- 5p **15** □ Bereken hoeveel van deze 70 mensen volgens het model dan naar verwachting nog in leven zijn.

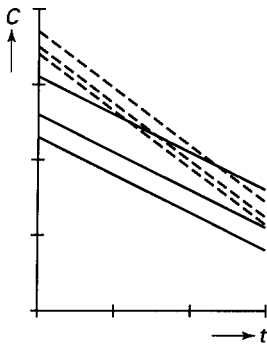
Met een goede evacuatieprocedure wordt veel leed voorkomen. Stel dat tien seconden na de ontploffing een alarmsignaal wordt gegeven.

Men gaat er van uit dat bij een probitwaarde van 1,91 geen sterfte optreedt.

- 6p 16 □ Bereken hoeveel tijd de 70 mensen *na het alarmsignaal* hebben om de hal te verlaten. Geef je antwoord in seconden nauwkeurig.

De bovenstaande formule voor het berekenen van de probitwaarde geldt alleen voor chloorgas. Voor bijvoorbeeld ammoniakgas geldt een formule met andere getallen. In de praktijk zijn deze formules niet zo handig. Men werkt liever met grafieken, zodat eenvoudig kan worden afgelezen (in plaats van berekend) welk percentage overledenen verwacht kan worden bij gegeven tijd en concentratie. Zulke grafieken worden getekend op dubbellogaritmisch papier. In figuur 4 zie je een globale weergave van zulke grafieken. Afgebeeld zijn twee bundels isolijnen voor het percentage overledenen. De ene bundel hoort bij chloorgas, de andere bundel bij ammoniakgas. De bijbehorende formules voor de probitwaarden staan ernaast.

figuur 4



$$\begin{aligned} \text{chloorgas:} \quad Pr &= -10,29 + 0,92 \ln(C^2 \cdot t) \\ \text{ammoniakgas:} \quad Pr &= -27,27 + 2,27 \ln(C^{1,36} \cdot t) \end{aligned}$$

- 4p 17 □ Onderzoek welke bundel (die met gestippelde lijnen of die met doorgetrokken lijnen) bij chloorgas hoort.