

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.mep.tno.nl

T 055 549 34 93
F 055 549 32 01
info@mep.tno.nl

TNO-rapport

R 94/399

**Geurnomogrammen ten behoeve van de
polyesterverwerkende industrie**

Datum	november 1994
Auteurs	Ing. A. Boom
Projectnummer	112326-25908
Trefwoorden	
Bestemd voor	Fabrikanten van Glasvezelversterkte Kunststoffen - GVK p/a Nederlandse Federatie voor Kunststoffen - NFK t.a.v. de heer ing. J.E. Koot Postbus 420 2260 AK Leidschendam

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Geurdrempelbepaling	4
3	Uitvoering verspreidingsberekeningen	5
3.1	Inleiding	5
3.2	Emissiehoogte	5
3.3	Weergave resultaten	6
4	Uitgangspunten en resultaten berekeningen	8
4.1	Invloed emissiepatroon bij wisselende uitstoot	8
4.2	Bepaling effectieve lozingshoogte	9
4.3	Bepaling nomogrammen	9
5	Gebruiksaanwijzing nomogrammen	11
6	Verantwoording	15

Nomogrammen 1 tot en met 10

1 Inleiding

In het kader van de geurproblematiek komen in de contacten tussen vergunningverleners en bedrijven regelmatig vragen aan de orde over geurbelasting in de omgeving van bedrijfslocaties.

Binnen de branche van polyesterverwerkende bedrijven bestaat de behoefte om te kunnen beschikken over een eenvoudig systeem waarmee de ligging van de geurimmissiecontouren op een eenvoudige manier kan worden bepaald, uitgaande van een emissie via één centrale schoorsteen.

Bij de polyesterverwerkende industrie wordt de geuremissie veroorzaakt door styreen, dat vrijkomt bij het productieproces. Vanuit in het verleden met de TNO-olfactometer uitgevoerde metingen is de relatie tussen styreen en geur kwantitatief bekend. De styreenemissie kan worden bepaald vanuit de het grondstoffenverbruik en emissiefactoren, afhankelijk van de toegepaste verwerkingstechniek.

Met behulp van verspreidingsberekeningen is voor een in de branche veel voorkomend emissiebereik, de relatie tussen geuremissie en afstand tot een aantal procentiellijnen bepaald voor twee veel voorkomende emissietijden.

In dit rapport wordt de gevolgde werkwijze beschreven en toegelicht. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op geurdrempelbepalingen. In hoofdstuk 3 wordt een toelichting gegeven op de gebruikte verspreidingsmodellen. In hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten en resultaten van de berekeningen weergegeven. In hoofdstuk 5 wordt een gebruiksaanwijzing en enkele voorbeelden van toepassing van de nomogrammen gegeven.

2 Geurdrempelbepaling

Bij sensorische geurmetingen wordt bepaald hoeveel maal een luchtmonster moet worden verdund met schone (geurvrije) lucht, zodat de helft van een panel van proefpersonen het verdunde monster juist niet meer van schone lucht kan onderscheiden.

Het verdunningsgetal (het verdund volume gedeeld door het oorspronkelijk volume) is dan de getalswaarde van de geurconcentratie, uitgedrukt in geureenheden per m³ lucht, afgekort ge/m³.

Bijvoorbeeld:

Indien 2000 maal verdund moet worden, is de concentratie van het oorspronkelijke monster 2000 ge/m³.

De geurconcentraties worden bepaald in overeenstemming met de Nederlandse Voornorm Olfactometrie (NVN-2820). In september 1993 is TNO voor het uitvoeren van geurmetingen gecertificeerd door NKO (Nederlandse Kalibratie Organisatie), op grond van een in mei 1993 uitgevoerde audit van het door TNO gehanteerde kwaliteitssysteem. In september 1994 vond verlening van de certificatie plaats.

Bij een geurdrempelbepaling wordt van een bepaalde stof met een bekende concentratie de geurconcentratie bepaald. Uit de gevonden geurconcentratie en de concentratie van de desbetreffende stof kan de geurdrempel worden berekend. Onder de geurdrempel wordt verstaan de concentratie (mg/m³ of ppm) van de desbetreffende stof die overeenkomt met 1 ge/m³.

Bijvoorbeeld:

Van een styreen-monster met een concentratie van 680 mg/m³ wordt de geurconcentratie vastgesteld op 10000 ge/m³. De geurdrempel bedraagt dan:

$$\text{geurdrempel styreen} = \frac{680}{10000} = 0,068 \text{ mg/m}^3$$

Voor styreen is de geurdrempel door TNO vastgesteld op 0,068 mg/m³. In sommige publikaties wordt een afgeronde waarde van 0,1 mg/m³ weergegeven. Door KWS-2000 wordt tegenwoordig voor styreen de waarde 0,068 mg/m³ gehanteerd.

Met behulp van de geurdrempel kan bij bekende styreenconcentratie en de geloosde hoeveelheid lucht (m³/h) de bijdrage aan de geuruitworp (ge/h) worden berekend.

De verhouding tussen geuremissie en styreenemissie is grafisch weergegeven in nomogram 1.

3 Uitvoering verspreidingsberekeningen

3.1 Inleiding

Met behulp van verspreidingsmodellen (rekenkundige modellen, waarmee het transport en de verdunning in de atmosfeer wordt beschreven) kunnen in de omgeving van een emissiepunt optredende immissieconcentraties worden berekend. Uurgemiddelde immissieconcentraties kunnen worden berekend met het zogenaamde Gaussisch pluimmodel.

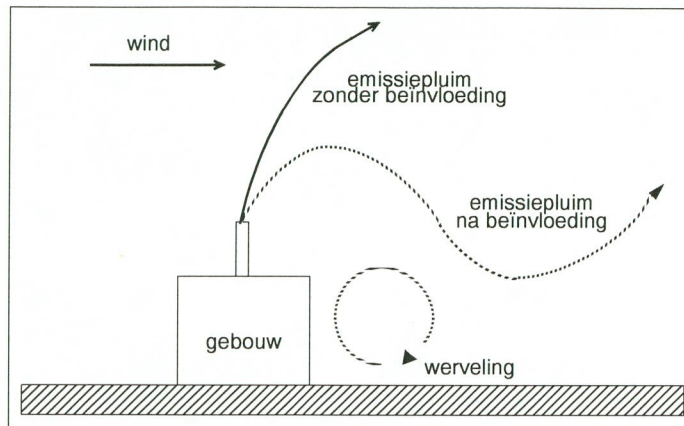
Met name bij geur, worden de optredende immissieconcentraties beschouwd in relatie met de tijdsduur dat een bepaalde geurconcentratie wordt overschreden. De ontwerp-milieukwaliteitseis voor geur is gebaseerd op deze benadering. Voor deze overschrijdingsberekeningen is het zogenaamde 'Lange Termijn Frequentie Distributie' model (LTFDM) ontwikkeld, dit model is als onderdeel van het Nationaal Model aanvaard in 1981 en gaat in principe uit van het Gaussisch pluimmodel.

Voor de uitgevoerde verspreidingsberekeningen geldt dat het model pas geldig is vanaf een afstand tot de bron van 100 meter. Binnen deze afstand kunnen slechts bij benadering uitspraken worden gedaan, omdat de optredende afwijkingen ten opzichte van het berekende resultaat zeer sterk afhankelijk zijn van de plaatselijke omstandigheden, zoals de aanwezigheid van bijvoorbeeld andere (hoge) gebouwen. Het is niet mogelijk om in het algemeen uitspraken te doen over de mate van afwijking bij toepassing binnen 100 meter afstand van de schoorsteen.

3.2 Emissiehoogte

Bij verspreiding van luchtverontreiniging is de emissiehoogte een belangrijke parameter, toepassing van een hoge schoorsteen leidt tot een grotere 'verspreidingsruimte' en dus tot lagere immissieconcentraties (concentraties in omgeving op grondniveau).

Het pluimgedrag kan echter sterk worden beïnvloed door wervelingen rond omliggende bebouwing en de temperatuur en het vochtgehalte van het afgas. Door de wervelingen rond een gebouw, veroorzaakt door de wind, wordt de pluim naar beneden 'getrokken'. Om deze effecten in de verspreidingsberekeningen te verdisconteren, is het begrip 'effectieve lozingshoogte' ingevoerd. Deze waarde komt, qua verspreidingseigenschappen, overeen met de hoogte van een schoorsteen in het vrije veld. Beïnvloeding van de pluim wordt schematisch voorgesteld in het volgende figuur.



Figuur 1 Gebouwinvloed

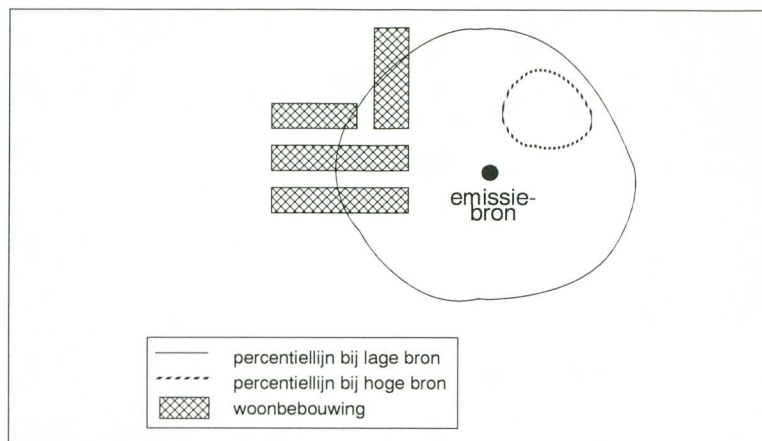
Bij pluimbeïnvloeding door gebouwen is de effectieve lozingshoogte in het algemeen kleiner dan de werkelijke schoorsteenhoogte. De beïnvloeding van de pluim door een gebouw is onder andere afhankelijk van gebouwafmetingen, windrichting en windsnelheid. Pas wanneer de verhouding tussen de schoorsteenhoogte (gerekend boven maaiveld) en de gebouwhoogte groter is dan 2,5 is er geen sprake meer van beïnvloeding door het gebouw waarop of waaraan de schoorsteen zich bevindt.

De rekenmethode om te komen tot een effectieve lozingshoogte is vastgelegd in de aanbeveling welke in 1986 door de Werkgroep Verspreiding Luchtverontreiniging (WVL) is opgesteld, teneinde bij verspreidingsberekeningen de invloed van het gebouw op het pluimgedrag in rekening te brengen.

Andere hoge obstakels in de directe omgeving (binnen circa 100 meter), zoals hoge gebouwen, grote bomen en dergelijke kunnen ook het verspreidingsgedrag beïnvloeden. Het effect van deze beïnvloeding is sterk afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden. Het kan zowel leiden tot plaatselijk lagere als hoger concentraties. In algemene zin kunnen dus geen uitspraken worden gedaan.

3.3 Weergave resultaten

De resultaten van verspreidingsberekeningen worden over het algemeen weergegeven als een lijn (bijvoorbeeld de 98-percentiel van 1 ge/m^3) rondom of in de nabijheid van een emissiebron (schoorsteen). Op deze lijn heerst 98% van de tijd (175 uur per jaar) een concentratie van 1 ge/m^3 of lager. Binnen deze lijn is de concentratie dus gedurende 2% van de tijd groter dan 1 ge/m^3 . Deze lijn wordt dan weergegeven op een topografische ondergrond, zodat kan worden nagegaan of er sprake is van een (te hoge) belasting van stank gevoelige objecten (woningbouw, ziekenhuizen en dergelijke). Dit wordt schematisch bij wijze van voorbeeld weergegeven in het volgende figuur.

Geurnomogrammen ten behoeve van de polyesterverwerkende industrie

Figuur 2 Percentiellijnen

Een eenvoudige manier om het resultaat weer te geven is de vermelding van de maximale afstand waarop de percentiellijn zich ten opzichte van de bron bevindt. Bij de toepassing van een geurnomogram wordt deze afstand weergegeven als functie van de emissie voor een bepaalde effectieve lozingshoogte, percentiel, bedrijfstijd en concentratie.

4 Uitgangspunten en resultaten berekeningen

4.1 Invloed emissiepatroon bij wisselende uitstoot

Uit het grondstoffenverbruik van een polyesterverwerkend bedrijf is relatief eenvoudig de gemiddelde styreenemissie te bepalen. Het verwerkingsproces vindt bij veel bedrijven echter niet continu plaats, zodat er binnen een werkdag perioden zijn afhankelijk van de fase van het productieproces, met hogere emissies dan gemiddeld en omgekeerd. Hoe groter het bedrijf des te kleiner zal dit effect zijn. Bij een groter bedrijf wordt immers gelijktijdig aan meerdere werkstukken gewerkt, die elk in een verschillende productiefase verkeren.

In het Criteriadocument over styreen (Publikatiereeks Lucht nr. 57, Ministerie van VROM) wordt een vereenvoudigde emissieverdeling gegeven. Het emissieniveau wordt als volgt verdeeld:

Tabel 1 Emissiepatroon voor een kleiner bedrijf

Percentage van de emissieduur (%)	Percentage van de gemiddelde emissie (%)
10	200
20	140
10	115
50	70
10	50

Om de invloed van deze emissieverdeling na te gaan zijn verspreidingsberekeningen uitgevoerd met een gemiddelde emissie en uitgaande van de hiervoor vermelde emissieverdeling. De uitgangspunten voor deze berekening waren:

emissieduur (u/j): 2000 (of bedrijfstijd)
 gemiddelde emissie (Mge/h): 100
 berekende percentielen: 95- en 98-percentiel van 1 ge/m³

De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 2 Invloed emissiepatroon

Percentiel	Maximale afstand ten opzichte van percentiellijn (m)	
	Gemiddelde emissie	Emissiepatroon volgens tabel 1
95-percentiel 1 ge/m ³	170	160
98-percentiel 1 ge/m ³	320	310

Uit deze resultaten blijkt dat de invloed van het emissiepatroon gering is en zelfs een iets gunstiger beeld geeft. Gezien deze resultaten is in de verdere berekeningen steeds uitgegaan van de gemiddelde emissie.

4.2 Bepaling effectieve lozingshoogte

Met behulp van de in hoofdstuk 3.2 weergegeven rekenmethode is de relatie bepaald tussen de werkelijke en de effectieve lozingshoogte. Hierbij is uitgegaan van de volgende veronderstellingen:

- er is geen pluimstijging ten gevolge van de temperatuur van het afgas; het afgas heeft een temperatuur van 15 ... 20 °C (werkplaatstemperatuur).
- de afgassen stromen verticaal uit de schoorsteen met een snelheid van circa 10 m/s. Wanneer de afgassen niet verticaal kunnen uitstromen, zal de effectieve lozingshoogte lager zijn (bijvoorbeeld bij gebruik van een regenkap).

De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in nomogram 2. Hierin is de relatie tussen de verhouding van de werkelijke lozingshoogte en de gebouwhoogte (horizontaal) en de verhouding van de effectieve lozingshoogte en de gebouwhoogte (verticaal) weergegeven.

4.3 Bepaling nomogrammen

Voor de berekening van de geurnomogrammen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Een geuremissie tussen 10 en 400 Mge/h, dit komt overeen met een styreenemissie tussen 0.7 en 27 kg/h,
- Er is uitgegaan van meteostation Eindhoven, dit meteostation is representatief voor de gebieden meer landinwaarts, meteostation Schiphol is representatief voor de kuststreek. Door meteostation Eindhoven te gebruiken wordt een conservatieve benadering gevolgd aangezien de windsnelheden voor dit station enigszins lager zijn. De mogelijke verschillen zijn echter relatief beperkt (10 tot 20%).
- Voor de ruwheidslengte (maat voor de mate van bebouwing en dergelijke in de omgeving van het emissiepunt) is voor 1 meter gekozen. Dit geldt voor gebieden met dichte doch lage bebouwing en industriegebieden met niet te hoge obstakels.
- Er is gesteld dat alle geur via één schoorsteen wordt geëmitteerd; er is geen rekening gehouden met bijvoorbeeld diffuse bronnen.

Geurnomogrammen ten behoeve van de polyesterverwerkende industrie

- Er is uitgegaan van een emissieduur van 1000 en 2000 uur per jaar, hiervoor zijn de volgende gangbare percentielen berekend:
 - 95-percentiel 1 ge/m³,
 - 98-percentiel 1 ge/m³,
 - 98-percentiel 10 ge/m³,
 - 99,5-percentiel 1 ge/m³.

De resultaten van de berekening zijn weergegeven in de nomogrammen 3 tot en met 10. Voor een betere afleesbaarheid zijn de nomogrammen weergegeven met logaritmische schalen.

5 Gebruiksaanwijzing nomogrammen

In dit hoofdstuk worden, mede aan de hand van een aantal voorbeelden, de diverse gebruiksmogelijkheden van de nomogrammen beschreven.

1. Bepaling effectieve lozingshoogte

Met behulp van nomogram 2 kan de effectieve lozingshoogte worden bepaald:

- Stel de verhouding tussen werkelijke lozingshoogte (ten opzichte van maaiveld) en de gebouwhoogte vast. Als deze verhouding groter is dan 2.5 dan is de effectieve lozingshoogte gelijk aan de werkelijke lozingshoogte.
- Als de verhouding tussen werkelijke lozingshoogte en de gebouwhoogte kleiner is dan 2.5, lees dan in de grafiek de verhouding tussen effectieve lozingshoogte en de gebouwhoogte af. Bereken hieruit de effectieve lozingshoogte.

Voorbeeld 1:

- Gebouwhoogte: 6 m
- Schoorsteenhoogte: 9 m

De verhouding tussen de werkelijke lozingshoogte en de gebouwhoogte bedraagt dus $9/6 = 1,5$.

Uit nomogram 2 blijkt dat de verhouding van de effectieve lozingshoogte en de gebouwhoogte circa 1,1 bedraagt.

De effectieve lozingshoogte bedraagt dus $1,1 * 6 = 6,6$ meter

2. Bepaling afstand ten opzichte van percentiellijn/toetsing aan de norm

Aan de hand van de nomogrammen 3 tot en met 10 kan worden bepaald op welke afstand ten opzichte van de schoorsteen de percentiellijn ligt:

- Bereken aan de hand van de gemiddelde styreenemissie de geuremissie (1 geureenheid (ge) = 0,068 mg styreen) of lees de geuremissie af in nomogram 1.
- Bepaal aan de hand van de vergunningeisen welk nomogram van toepassing is. Lees hierin afstand voor de gegeven geuremissie tot de percentiellijn af. Uitkomsten kleiner dan 100 meter mogen slechts bij benadering worden gebruikt! (zie hoofdstuk 3).

Let op: Wanneer de lijn niet verder doorloopt naar links is er geen sprake meer van overschrijding van de desbetreffende percentielwaarde!

Voorbeeld 2a:

Een bedrijf mag de 98-percentiel van 1 ge/m³ in de op 100 meter afstand gelegen woonbebouwing niet overschrijden, voor het bedrijf geldt:

- gemiddelde styreenemissie 10 kg/h,
- emissieduur 2000 uur/j.
- gebouwhoogte 6 m.
- lozingshoogte 9 m.
- effectieve lozingshoogte 6,6 m (zie voorbeeld 1)

De styreenemissie wordt als volgt omgerekend naar een geuremissie;

1 ge/m³ komt overeen met 0,068 mg/m³. Hieruit volgt:

$$10 \text{ kg/h} = 10 \times 10^6 \text{ mg/h} \rightarrow \frac{10 \times 10^6}{0,068} = 147 \times 10^6 \text{ ge/h} = 147 \text{ Mge/h}$$

Dit kan ook worden afgelezen in nomogram 1.

In nomogram 6 kan de afstand tot de 98-percentielijn van 1 ge/m³ worden afgelezen. Deze bedraagt circa 450 meter. Hiermee wordt dus *niet* voldaan aan de gestelde eis, want de woonbebouwing ligt op 100 meter afstand.

Voorbeeld 2b:

De nomogrammen zijn gemaakt voor een emissieduur van 1000 en 2000 uur per jaar. Voor een tussenliggende emissieduur kan de afstand tot de percentiellijn worden ingeschat.

Bij een emissieduur van 1000 uur per jaar bedraagt de afstand tot de percentiellijn bijvoorbeeld 210 meter en bij 2000 uur per jaar 320 meter. Wanneer de emissieduur **1700** uur per jaar bedraagt wordt als volgt berekend:

$$\frac{(1700 - 1000)}{(2000 - 1000)} \times (320 - 210) + 210 = 287 \text{ m}$$

De afstand tot de percentiellijn bedraagt dus circa 290 meter.

3. Bepaling maximale styreenemissie/bepaling immissieconcentratie

Wanneer in een bepaalde situatie niet aan de geurnorm kan worden voldaan of wanneer in een nieuwe situatie een maximale toegestane emissie bepaald moet worden, dan kan dit met de nomogrammen 3 tot en met 10 als volgt. Eveneens kan de immissieconcentratie (als 98-percentiel) op een bepaalde afstand worden afgelezen.

- Bepaal de effectieve lozingshoogte (zie 1).
- Bepaal welk nomogram van toepassing is, lees voor de afstand waarvoor de norm van toepassing is, de geuremissie af.
- Reken de geuremissie om naar styreenemissie of lees dit af in nomogram 1.
- Bereken uit de verhouding tussen werkelijke geuremissie en maximale geuremissie op de afstand waarvoor de norm geldt de immissieconcentratie.

Voorbeeld 3:

In dit voorbeeld wordt uitgegaan van de bedrijfsomstandigheden en dergelijke uit voorbeeld 2.

Uit nomogram 6 kan worden afgelezen dat op een afstand van 100 meter, bij een effectieve lozingshoogte van circa 6,6 meter, de 98-percentiel van 1 ge/m³ wordt overschreden bij een geuremissie van circa 25 Mge/h (schatting tussen de lijnen voor een effectieve lozingshoogte van 5 en 10 meter)

Dit komt overeen met een styreenemissie van:

$$25 \times 0,068 = 1,7 \text{ kg/h}$$

De gemiddelde styreenemissie mag dus niet groter zijn dan 1,7 kg/h.

De verhouding tussen de werkelijke geuremissie en de maximale geuremissie is:

$$\frac{147}{25} = 5,9$$

In nomogram 6 wordt de afstand tot de 98-percentielijn van 1 ge/m³ weergegeven, dus bedraagt de 98-percentielwaarde in dit geval op 100 meter afstand:

$$5,9 \times 1 \approx 6 \text{ ge/m}^3$$

4. Bepaling benodigde lozingshoogte

Om na te gaan welke schoorsteenhoogte noodzakelijk is om aan een gestelde norm te voldoen (bij gelijkblijvende emissie) dienen de volgende stappen te worden gedaan:

- Bepaal aan de hand van de gemiddelde styreenemissie de geuremissie (nomogram 1 of zie 2.)
- Bepaal welk nomogram van toepassing is, lees hierin af bij welke effectieve lozingshoogte voor de gegeven geuremissie er geen sprake meer is van overschrijding.
- Bepaald met behulp van nomogram 2 de werkelijke lozingshoogte. Wanneer de verhouding tussen de effectieve lozingshoogte en de gebouwhoogte groter is dan 2,5 dan is de effectieve lozingshoogte gelijk aan de werkelijke lozingshoogte.

*Geurnomogrammen ten behoeve van de polyesterverwerkende industrie***Voorbeeld 4a:**

Voor bedrijfsgegevens en dergelijke zie voorbeeld 2.

Door in nomogram 6 een verticale lijn naar boven te trekken bij 147 Mge/h kan worden bepaald bij welke effectieve lozingshoogte er geen sprake meer is van overschrijding:

De eerste lijn die gesneden wordt, is de lijn behorend bij een effectieve lozingshoogte van 15 m (bij deze effectieve lozingshoogte vindt er dus nog overschrijding plaats op een afstand van circa 350 meter). De benodigde effectieve lozingshoogte is dus groter dan 15 meter.

De lijn voor een effectieve lozingshoogte van 20 meter loopt van rechts naar links door tot aan 200 Mge/h; bij lagere geuremissies zal er geen sprake meer zijn van overschrijding. Dus is er bij een geuremissie van 147 Mge/h én een effectieve lozingshoogte van 20 meter geen overschrijding van de 98-percentiel van 1 ge/m³.

De verhouding tussen de effectieve lozingshoogte en de gebouwhoogte bedraagt $20/6 = 3,3$ en is dus groter dan 2,5, dus is de effectieve lozingshoogte gelijk aan de werkelijke lozingshoogte. De benodigde schoorsteen is dus 20 meter hoog (boven maaiveld).

Voorbeeld 4b:

Bij een gebouwhoogte van 10 meter en een benodigde effectieve lozingshoogte van 15 meter, bedraagt de verhouding dus 1,5. In nomogram 2 kan worden afgelezen dat de verhouding tussen de werkelijke lozingshoogte en de gebouwhoogte dan 1,8 bedraagt.

De benodigde schoorsteen moet dus $10 \cdot 1,8 = 18$ meter (boven maaiveld) hoog worden.

6 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever
Fabrikanten van Glasvezelversterkte Kunststoffen - GVK
p/a Nederlandse Federatie voor Kunststoffen - NFK
t.a.v. de heer ing. J.E. Koot
Postbus 420
2260 AK Leidschendam

Namen en functies van de medewerkers
ing. A. Boom

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed

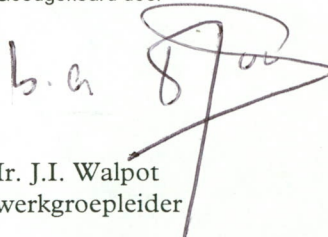
Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
oktober - november 1994

Ondertekening

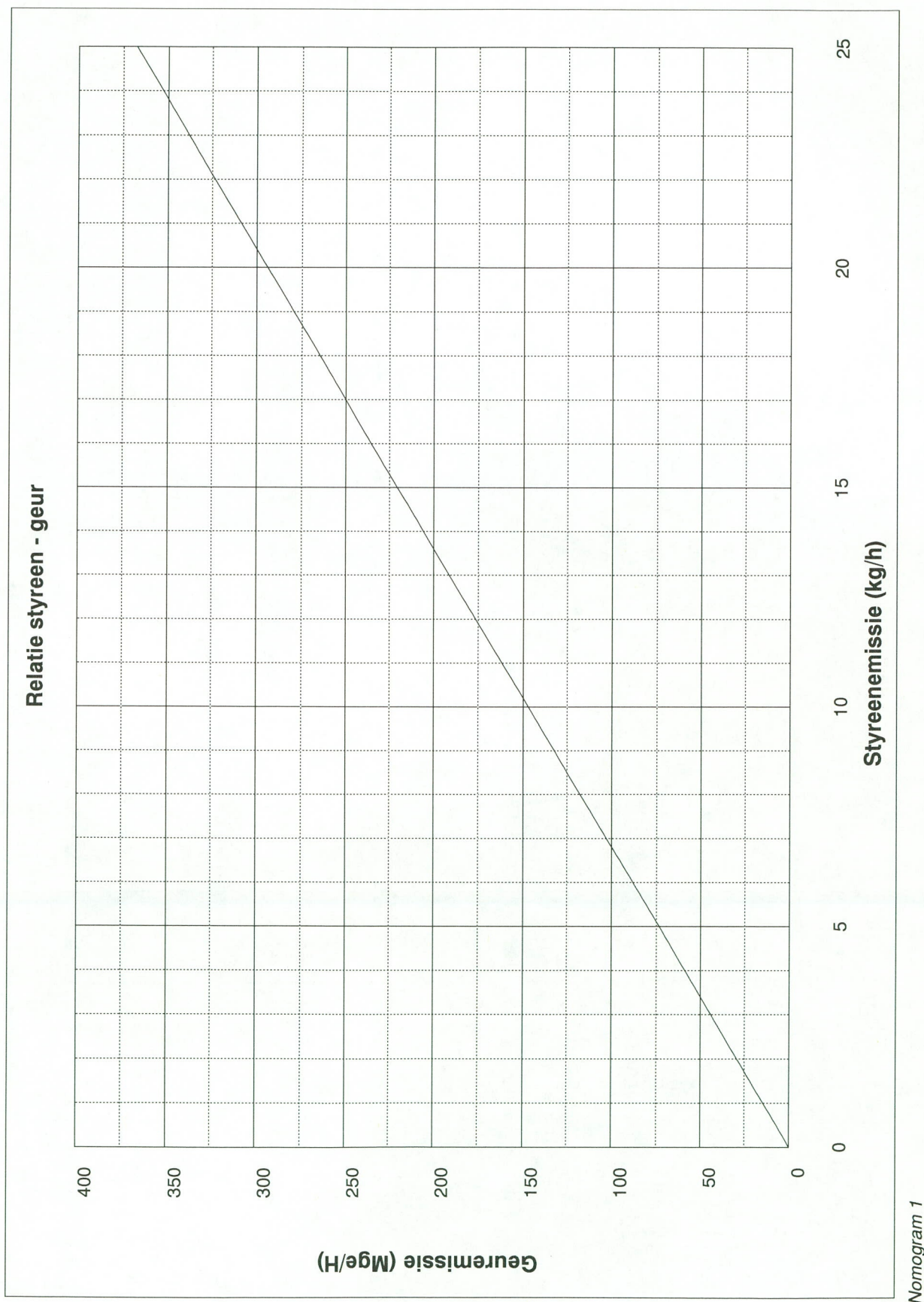


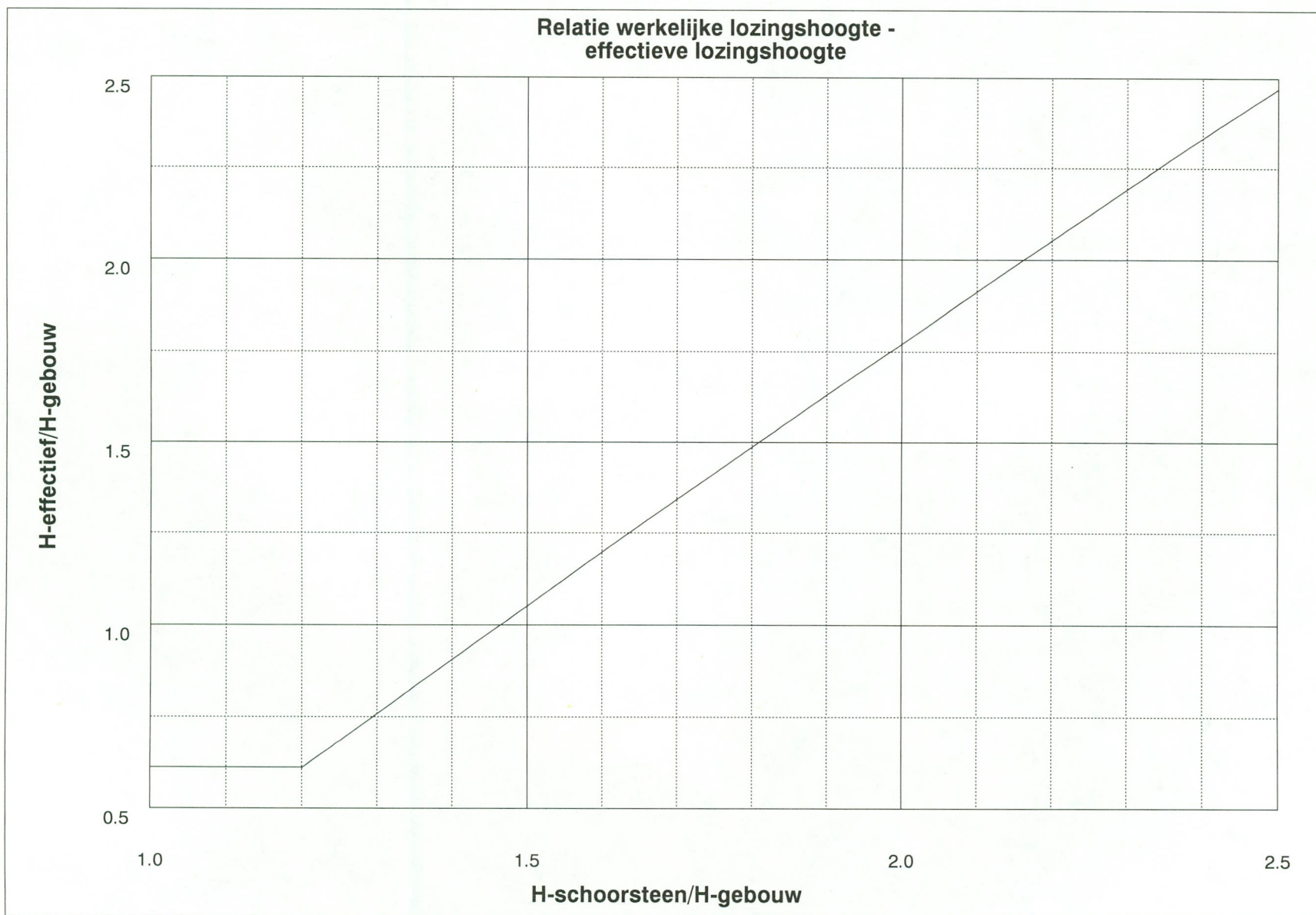
Ing. A. Boom
onderzoekleider

Goedgekeurd door

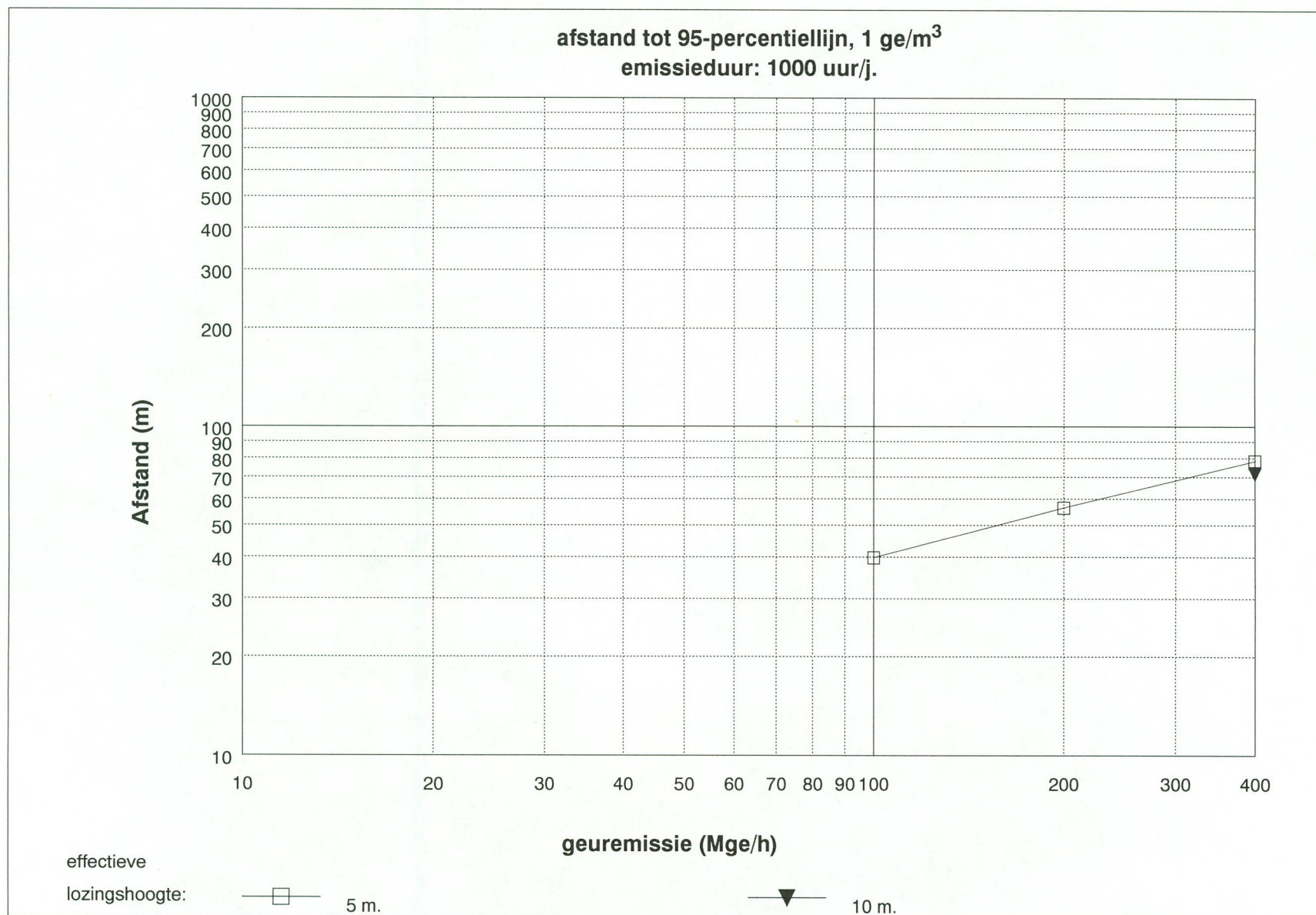


Ir. J.I. Walpot
werkgroep leider

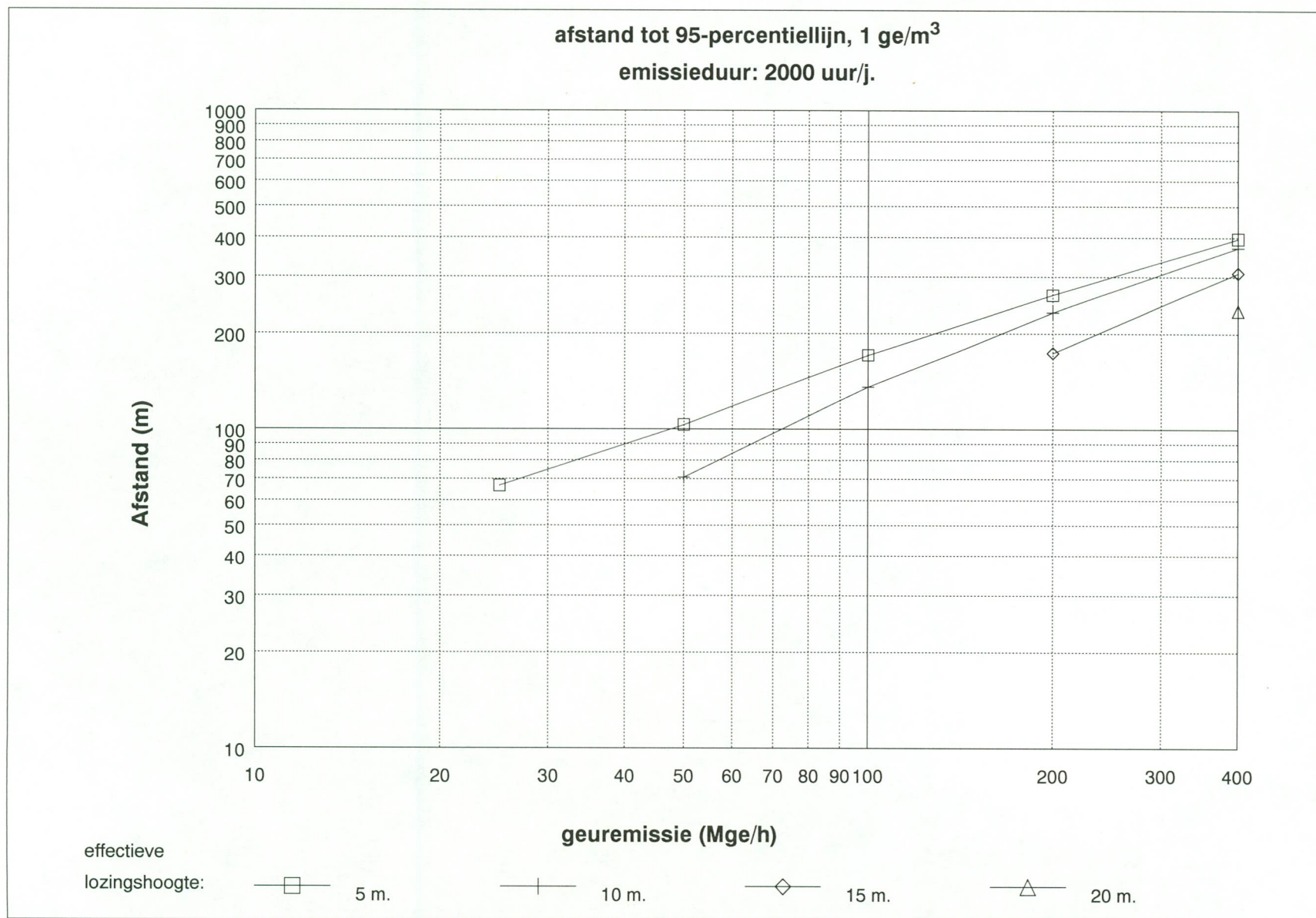
Geurnomogrammen ten behoeve van de polyesterverwerkende industrie



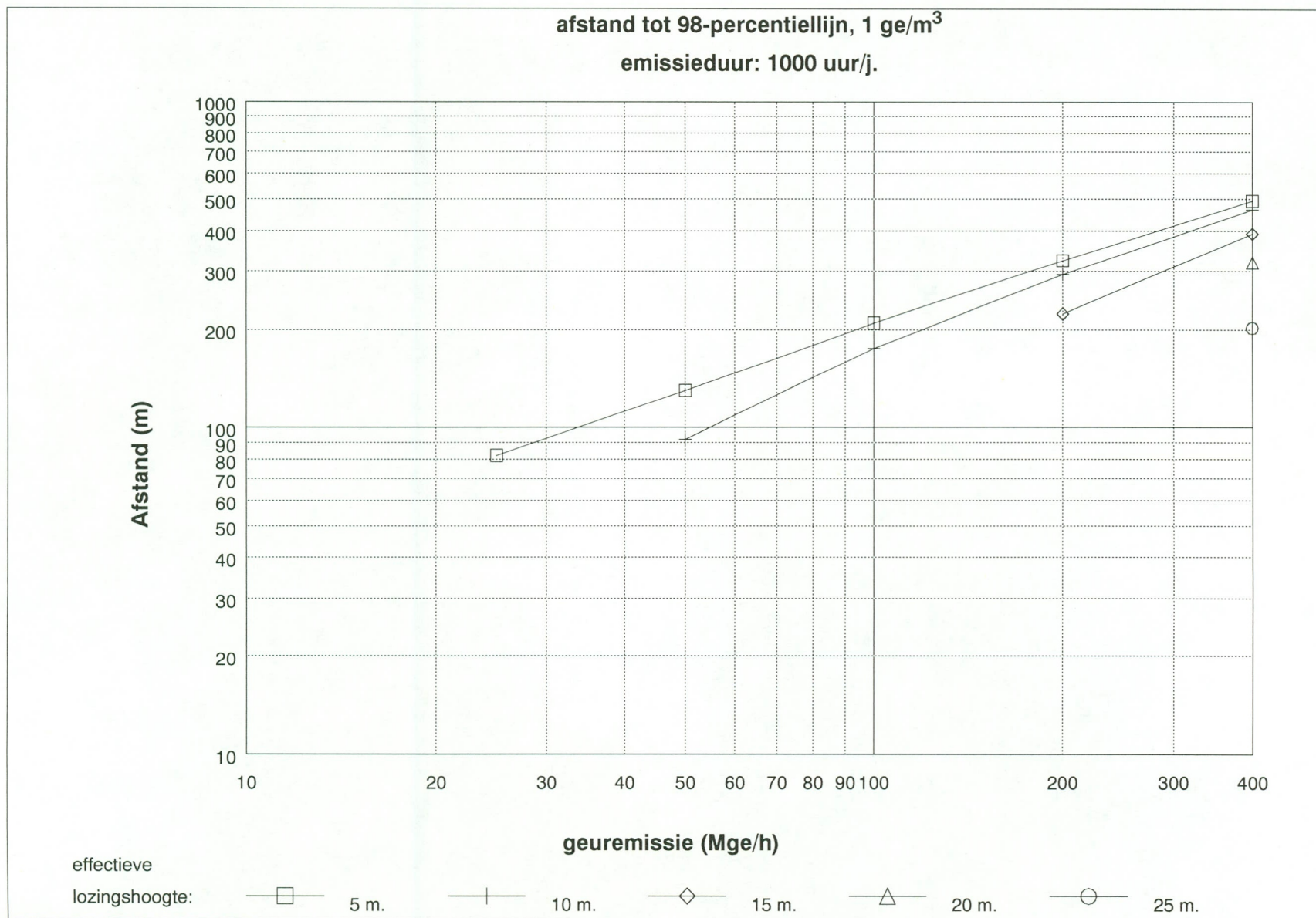
Nomogram 2



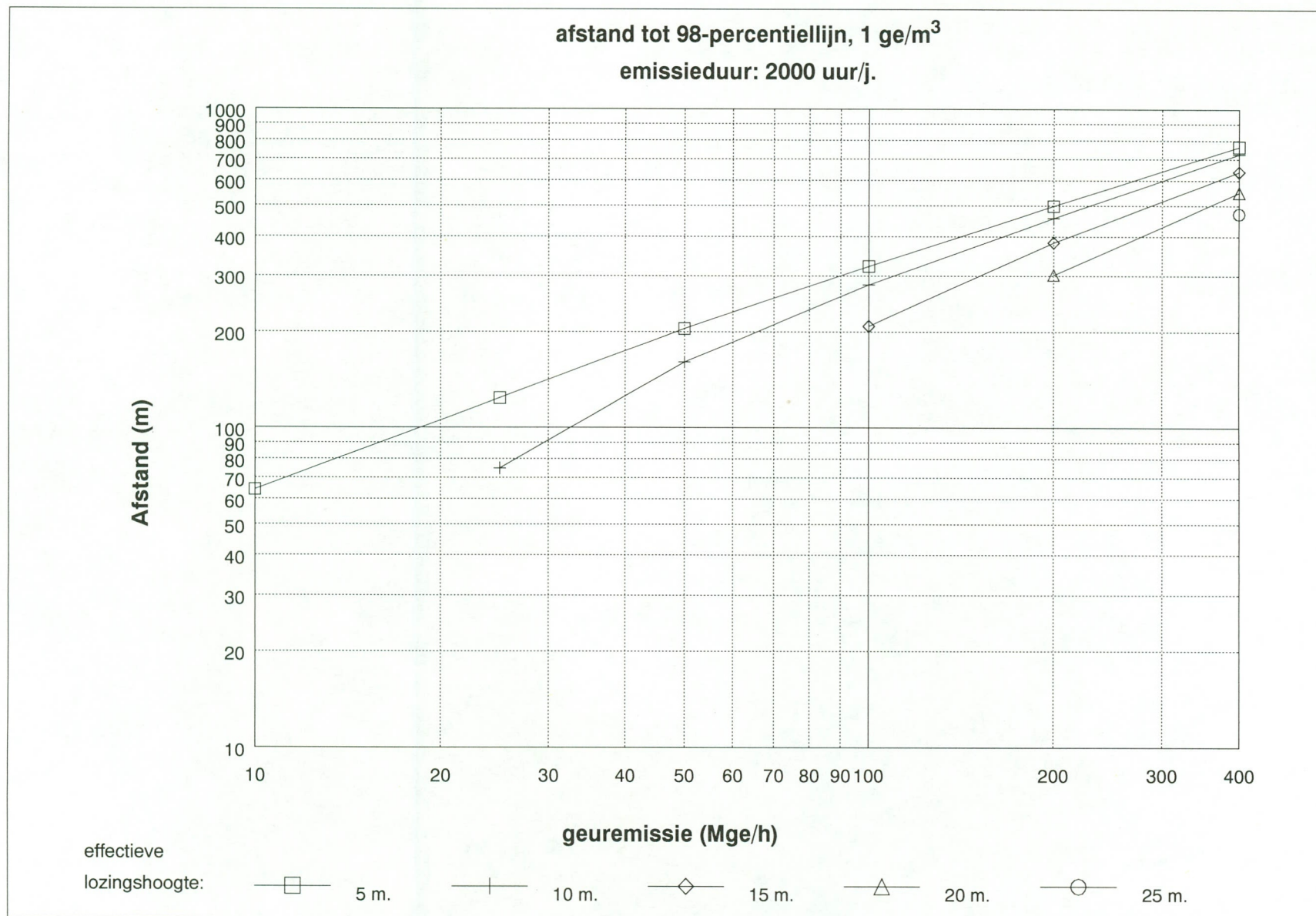
Nomogram 3



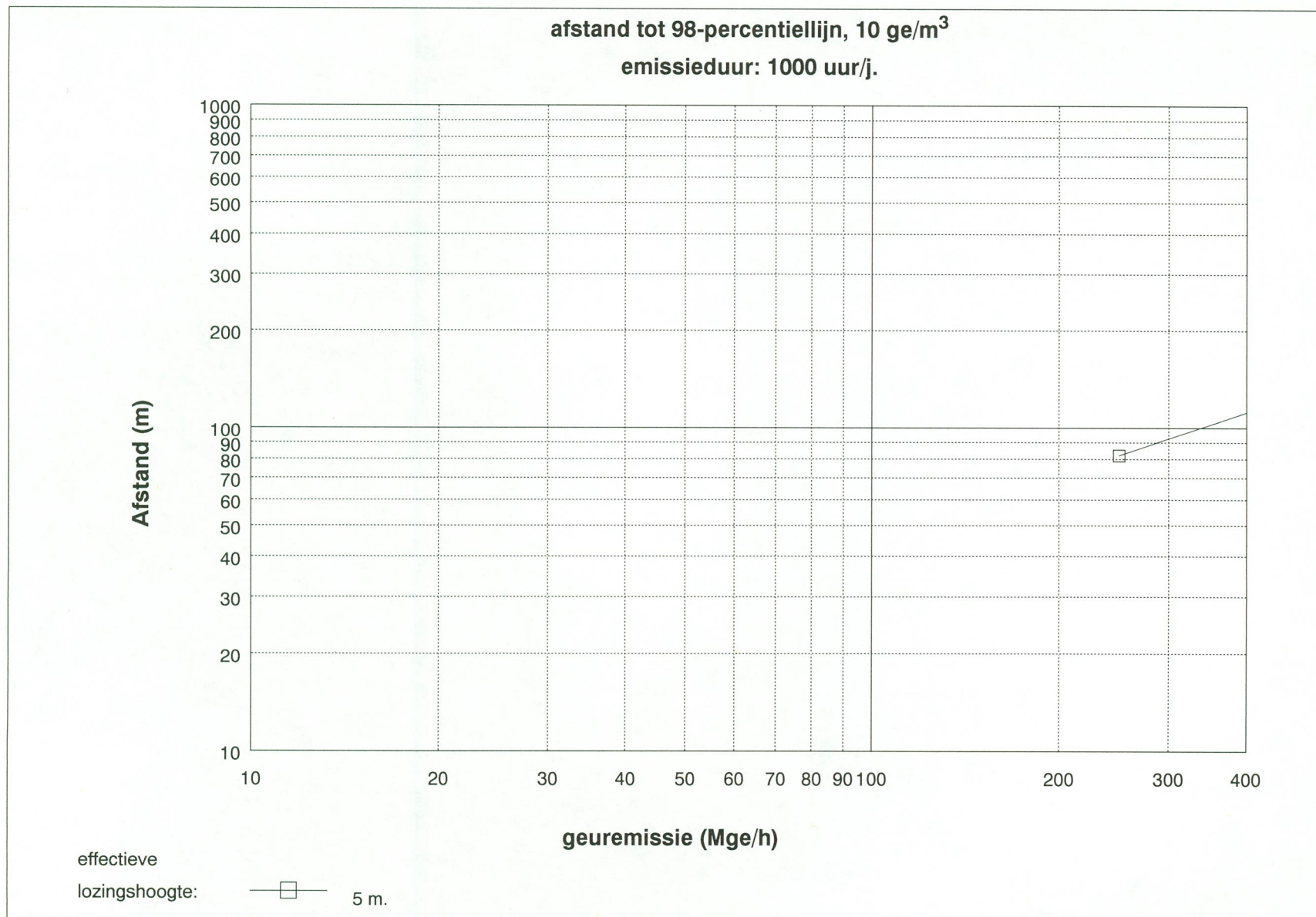
Nomogram 4



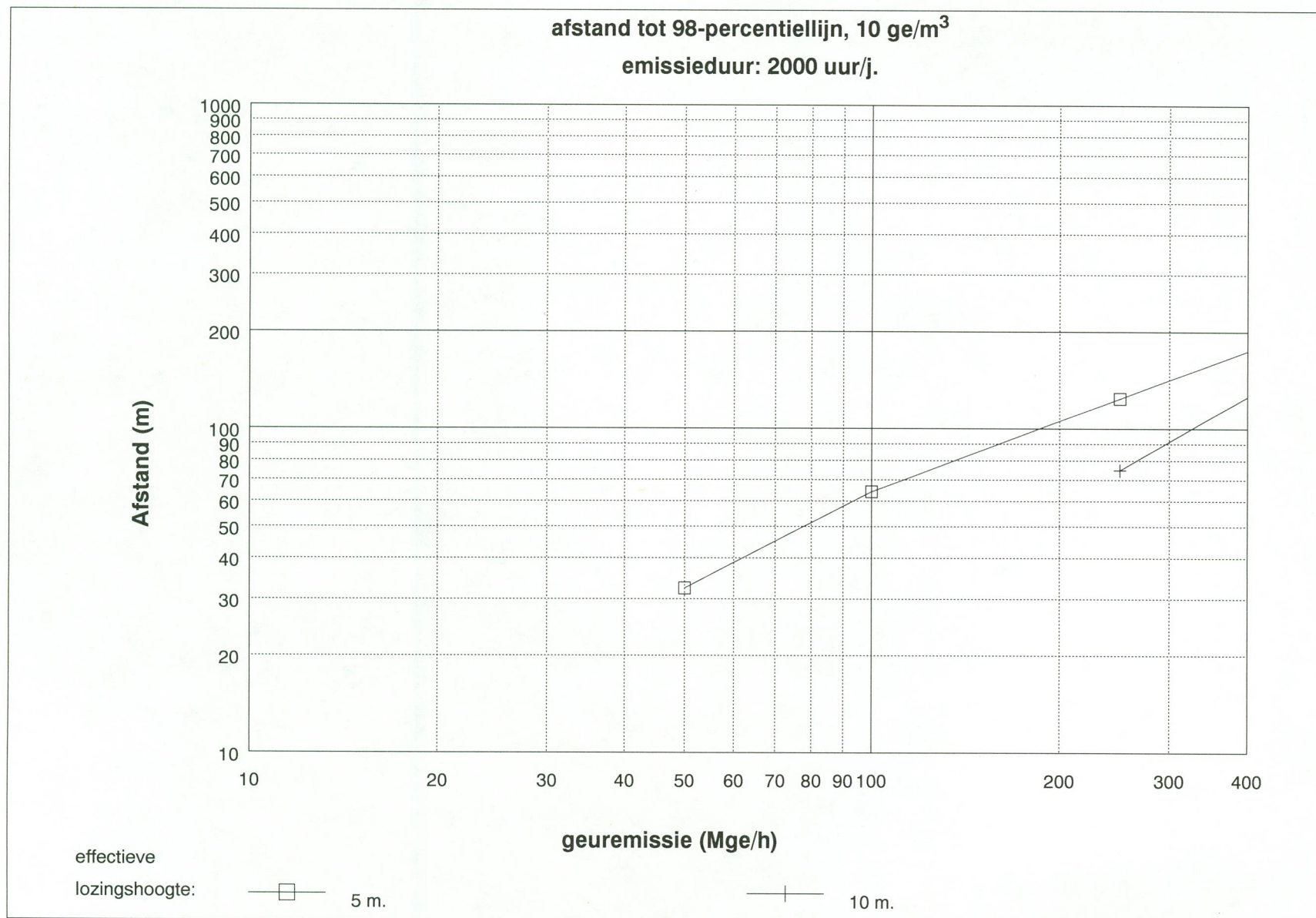
Nomogram 5



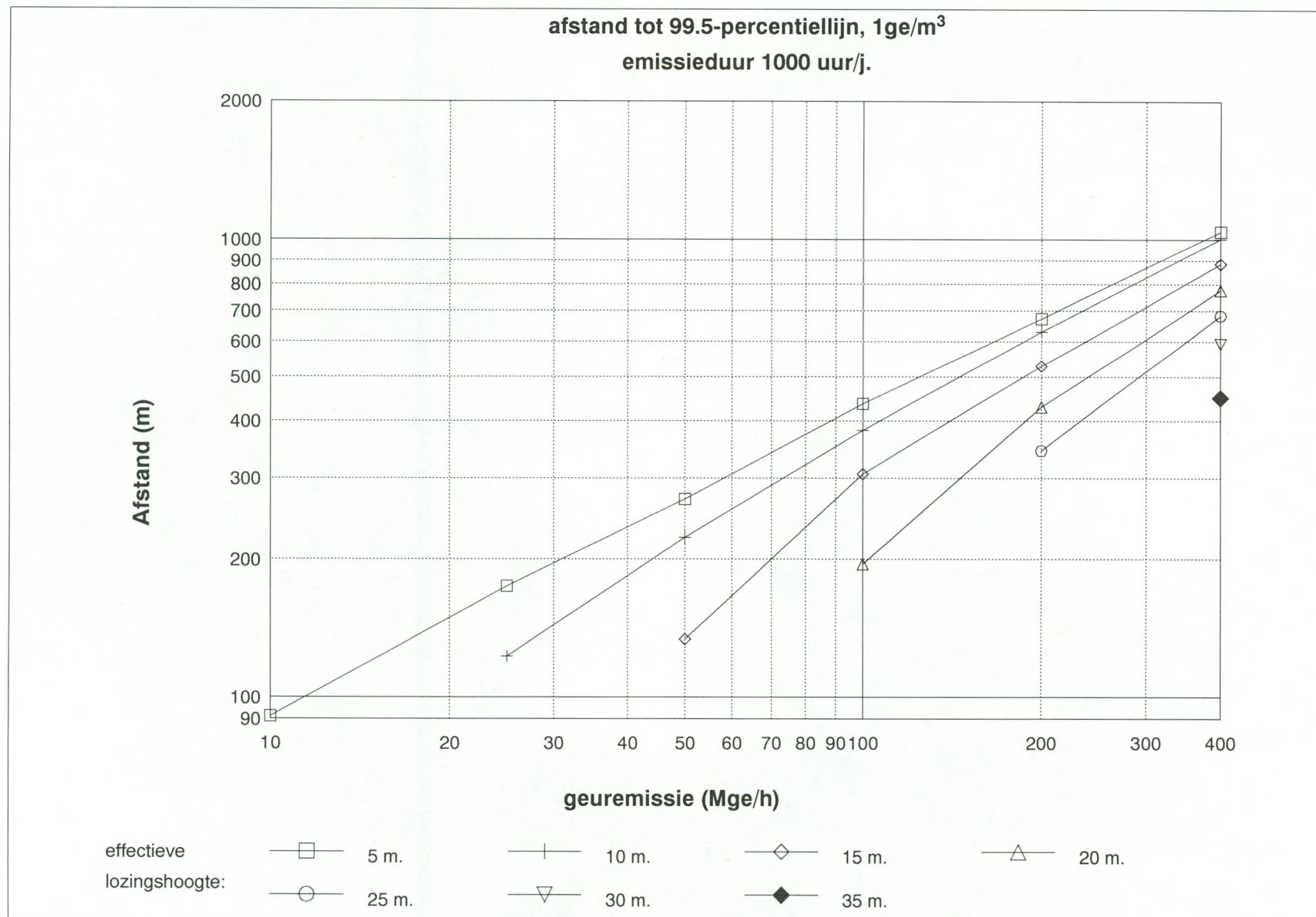
Nomogram 6



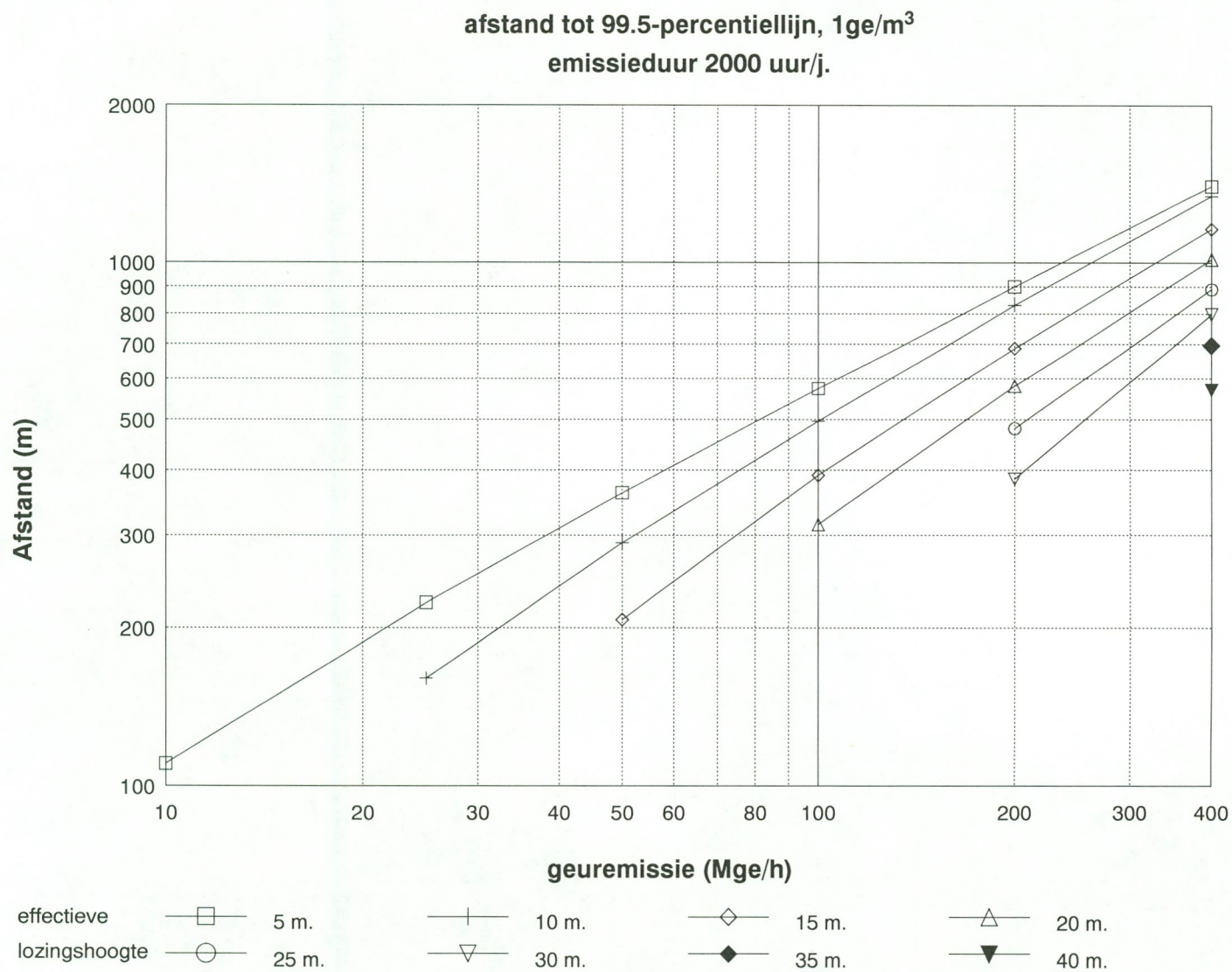
Nomogram 7



Nomogram 8



Nomogram 9



Nomogram 10