

methode voor bronidentificatie bij lawaai bestrijding op petrochemische industrieën

ING. C. A. NIEROP AZN*

bronidentificatie als uitgangspunt voor geluidbestrijding

Aan de Tweede Kamer werd onlangs door de minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne de Wet op de geluidhinder ingediend. Uitgangspunt voor dit wetsontwerp is onder andere de aanpak van de geluidproductie bij de bron en het zogenoemd 'zoneren' van gebieden rondom industriecomplexen en verkeerswegen. Hierdoor zal bij het projecteren van industrieën en wegen nabij woongebieden en bij het projecteren van woongebieden nabij industriegebieden en (snel)wegen het geluidaspect een belangrijke randvoorwaarde vormen. Gezien de soms diepgaande economische consequenties die hieraan verbonden zijn, is het nodig om te kunnen beschikken over goed gefundeerde en doelgerichte akoestische meet- en berekeningsmethoden. Ook voor een verantwoorde beoordeling van de geluidbelasting in een reeds bestaande situatie zijn dergelijke meet- en berekeningsmethoden onontbeerlijk. Het ligt voor de hand dat voor een doelgerichte aanpak van de geluidproblematiek in de omgeving van bijvoorbeeld een bestaand industrieterrein een duidelijke bronidentificatie noodzakelijk is. In het algemeen zal het echter niet mogelijk zijn de specifieke geluidbronnen die verantwoordelijk zijn voor het geluidniveau in de omgeving (immissieniveau) te identificeren uit de resultaten van metingen van dit geluidniveau, want dergelijke metingen (zogenaamde immissiemetingen) kunnen, indien verricht onder specifieke klimatologische omstandigheden, slechts dienen ter inventarisatie van de geluidbelasting en ter controle op het in een bepaalde geluidzone toelaatbare immissieniveau.

Voor het nauwkeurig bepalen van de bijdragen van elk individueel bedrijf of van iedere individuele geluidbron binnen een bedrijf tot de geluidbelasting in de omgeving, staat slechts een beperkt aantal mogelijkheden ter beschikking. Het gebruik hiervan vereist een vrij uitgebreide fysieke en technische 'know-how' op het zeer gespecialiseerde gebied van de industriële lawaai bestrijding, waarop o.a. in [1] en [2] nader wordt ingegaan.

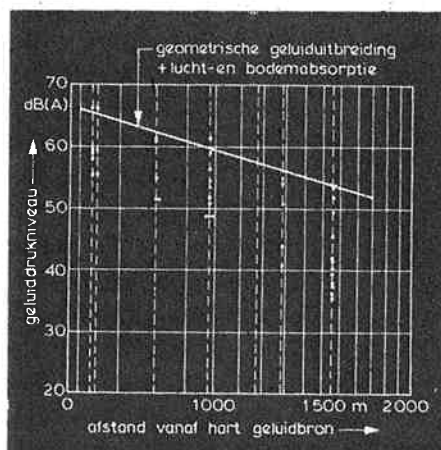
In dit artikel wordt getracht een kwalitatieve omschrijving te geven van een methode voor akoestische bronidentificatie, die in de laatste jaren is ontwikkeld en welke voornamelijk in het buitenland (met name Duitsland) met succes wordt toegepast.

2. de beperkte waarde van immissiemetingen

Geluidmetingen op grotere afstanden van een industriecomplex, de reeds genoemde immissiemetingen, worden in ons land op vrij grote schaal uitgevoerd.

De resultaten hiervan geven voor een en dezelfde geluidbron een aanzienlijke spreiding, afhankelijk van de klimatologische omstandigheden waaronder de metingen plaatsvinden. Dit kan duidelijk worden geconcludeerd uit figuur 1, waarin de meetresultaten van een groot aantal metingen rondom een pe-

Geluidmetingen in de omgeving van industrieën kunnen alleen dienen ter inventarisatie van een bestaande geluidssituatie. Voor akoestische bronidentificatie zijn deze metingen in de meeste gevallen niet geschikt. Hiertoe is een uitgebreide geluidanalyse op het industrieterrein noodzakelijk, waarbij de geluidemissie per individuele geluidbron meettechnisch wordt bepaald en daarna de invloed van elke bron afzonderlijk op het omgevingsgeluidniveau wordt berekend. Hieruit blijkt dan tevens hoe groot de geluidreductie per bron moet zijn om aan een gestelde immissiegrenswaarde te kunnen voldoen.

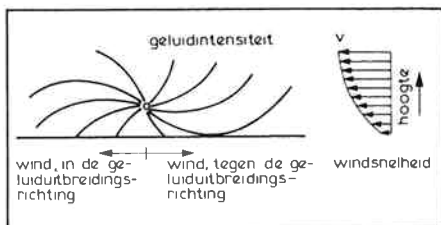


1. Immissiemetingen (geluidbron: petrochemische industrie; microfoon: 5 m boven maaiveldniveau).

trochemisch industriecomplex zijn weergegeven, gemeten over een tijdperiode van vele maanden, op verschillende afstanden van het complex en onder uiteenlopende klimatologische condities. Tijdens de metingen kon het geluidvermogen, ofwel de geluidemissie van het industriecomplex als constant worden aangenomen. Zoals duidelijk uit de figuur blijkt, werden bijvoorbeeld op een afstand van 1500 m van het hart van het beschouwde in-

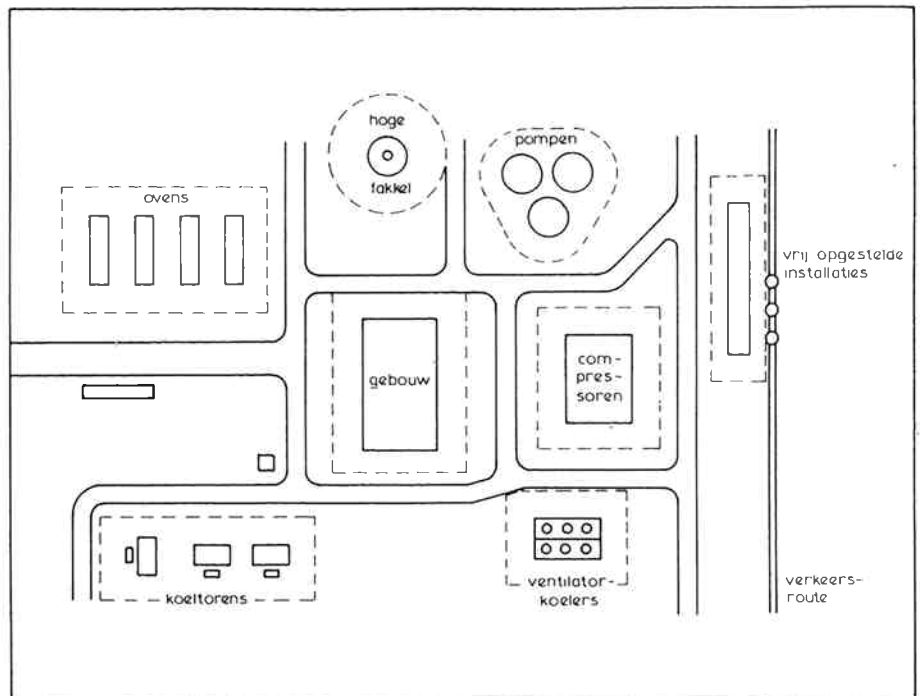
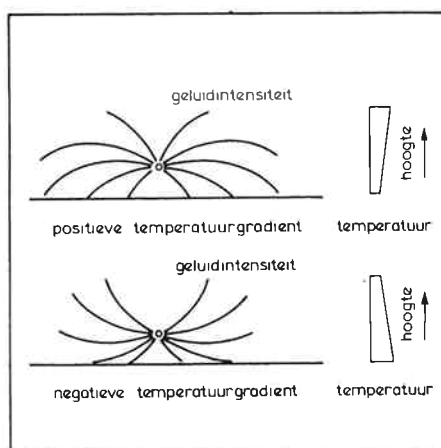
*) Raadgevend Ingenieursburo in Akoestiek Melzer & Partners BV, Amstelveen.

dustriecomplex immissieniveaus geregistreerd, die onderling meer dan 25 dB varieerden. Het hoogst gemeten immissieniveau correspondeert met het te verwachten niveau onder de klimatologisch gunstigste uitbreidingscondities, dat wil zeggen windstil of lichte wind in de geluiduitbreidingsrichting en een normale temperatuurverdeling. De belangrijkste invloed op de verkregen resultaten van de immissiemetingen is de met de hoogte veranderende windsnelheid, de windgradiënt, en de met de hoogte veranderende temperatuurverdeling, de temperatuurgradiënt [3]. Zo illustreert figuur 2 de invloed van de windgradiënt op de geluiduitbreiding; de geluidgolven buigen in de windrichting naar beneden (positieve windgradiënt) en tegen de windrichting naar boven af (negatieve windgradiënt). Figuur 3 geeft de invloed van de temperatuurgradiënt op de geluiduitbreiding weer; de temperatuur zal meestal 's nachts bij toenemende hoogte stijgen en daardoor de geluidgolven naar beneden doen afbuigen (positieve temperatuurgradiënt) en overdag vice versa (negatieve temperatuurgradiënt).



2. Invloed van wind op de geluiduitbreiding.

3. Invloed van temperatuur op de geluiduitbreiding.



4. Industrieterrin met de geluidgroepen.

3. de methode van bronidentificatie

3.1. indeling naar 'geluidgroepen'

Beide effecten, wind- en temperatuurgradiënt, kunnen elkaar op dusdanige wijze versterken of verzwakken dat het uiteindelijk te meten immissieniveau op grotere afstanden van een industrie-complex sterk zal variëren, zoals uit figuur 1 duidelijk blijkt. De vrij grote 'schommelingen' in de gemeten immissieniveaus hebben dus niets te maken met de geluidemissie van de geluidbronnen. Immissiemetingen zijn hierdoor slechts van beperkte waarde. Ze kunnen, zoals in de inleiding werd gesteld, dienen ter controle op de maximaal toelaatbare geluidniveaus en ter inventarisatie van bestaande situaties, mits tegelijkertijd de klimatologische omstandigheden nauwkeurig worden gespecificeerd.

Voorts blijkt uit het voorgaande, dat uit de gemeten immissieniveaus alleen een bruikbare gemiddelde waarde kan worden verkregen, indien vele metingen over een lange tijdperiode worden verricht. De immissiemetingen zijn slechts in heel uitzonderlijke situaties geschikt voor een identificatie van de geluidbronnen. In het algemeen zal hiervoor een geluidanalyse op het industrie-complex noodzakelijk zijn.

Een dergelijke systematische analyse heeft tot doel van iedere potentiële geluidbron op het terrein het zogenaamde 'geluidvermogen' of emissieniveau te bepalen [4]. Voor de beschrijving van de hierbij toegepaste methode zal van een sterk vereenvoudigde praktijksituatie, betrekking hebbend op een petrochemische industrie, worden uitgegaan.

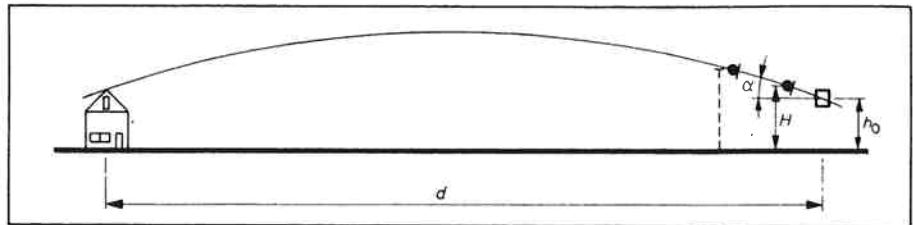
Als eerste aanzet tot een systematische aanpak wordt het industrie-complex ingedeeld in een aantal op meettechnische gronden te bepalen 'geluidgroepen', waarvan figuur 4 een voorbeeld geeft. Elke geluidgroep kan bestaan uit één of meer individuele geluidbronnen. Rondom deze geluidgroepen worden geluidmetingen uitgevoerd, waarbij in het algemeen een groot aantal microfoonposities nodig is. Bij de keuze van de meetposities (microfoonhoogte, afstand en richting ten opzichte van de bron) en bij de interpretatie van de resultaten spelen onder andere de volgende factoren een bepalende rol, waarop nog nader zal worden ingegaan:

- hoogte van de geluidbronnen,
- hoofdafstralingsrichting van het geluid,
- invloed van andere geluidbronnen,
- invloed van reflecties van de grond

en nabij de bron geplaatste voorwerpen. De gekozen microfoonposities vormen een vlak rond de geluidbronnen (of geluidgroep), het zogenoemde 'meetvlak', zodanig dat de afgestraalde geluidintensiteit loodrecht door dit vlak naar buiten treedt.

3.2. keuze van de microfoonposities

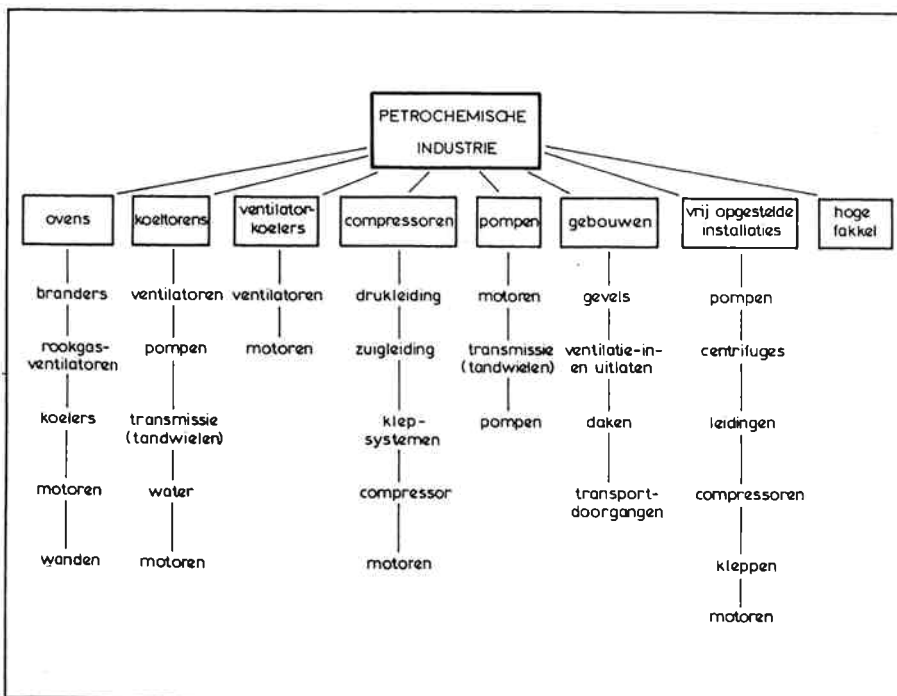
Elk van de in figuur 4 geschetste geluidgroepen kan worden onderverdeeld in één of meer individuele geluidbronnen, waarvan een schematisch overzicht in figuur 5 wordt gegeven. Bij de groep 'koeltorens' kunnen zo bijvoorbeeld de ventilatoren, pompen, aandrijfmotoren met overbrengingen en waterneerslag als individuele geluidbronnen worden onderscheiden. Als gevolg van de verschillende hoogten waarop de afzonderlijke geluidbronnen binnen de groep zich kunnen bevinden en het oppervlak dat door een geluidgroep kan worden beslagen, zal het te kiezen meetvlak en de meethoogte per situatie sterk kunnen verschillen. De door de geluidmissie belangrijke hoek waaronder het geluid naar de omgeving afstraalt, bedraagt voor de meeste in de praktijk voorkomende situaties 15° tot 20°, zoals figuur 6 toont. Afhankelijk van hoofdzakelijk de afstand d van de geluidgroep tot de omgeving en de hoogte



h_0 van de individuele geluidemitterende bronnen binnen elke groep, zal de microfoonhoogte H vaak meer dan 10 m dienen te bedragen. Om deze hoogte nog binnen hanteerbare grenzen te houden, is het derhalve aan te bevelen het te kiezen meetvlak zo dicht mogelijk rondom de geluidgroepen te situeren, zoals eveneens uit figuur 6 blijkt.

Een verdere meettechnische restrictie, onafhankelijk van het gekozen meetvlak en de meethoogte, wordt veroorzaakt door de invloed van andere 'storende' geluidbronnen, bijvoorbeeld nabijgelegen verkeerswegen, bronnen in andere dan de beschouwde geluidgroep en dergelijke. De geluidmetingen zullen dan ook meestal moeten worden verricht met behulp van een sterke richtingsgevoelige microfoon. Hierdoor kan dan tevens de nadelige invloed van reflecties sterk worden gereduceerd. Welk microfoontype men ook

5. Indeling van de geluidgroepen.



6. Noodzakelijke microfoonhoogte en relevante hoek waaronder het geluid naar de omgeving afstraalt.

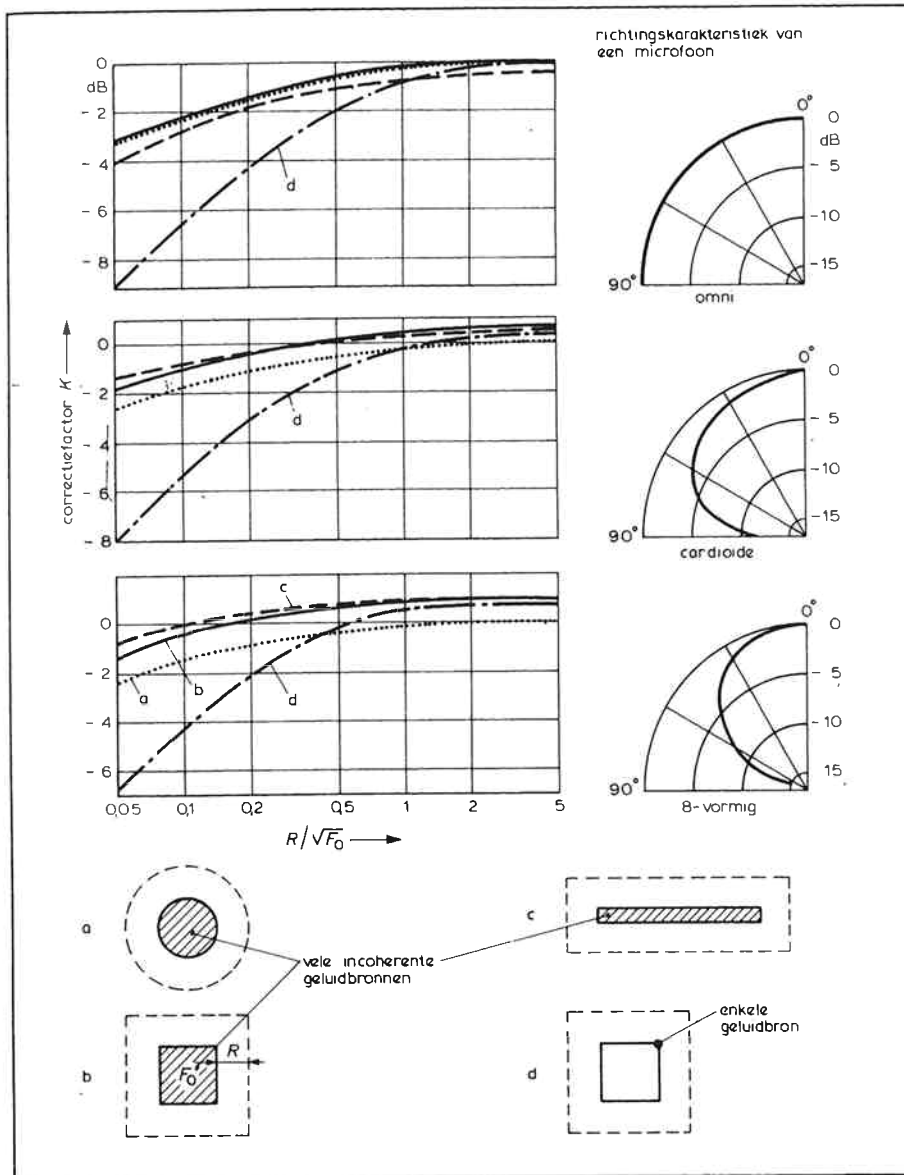
kiest, het zal niet altijd mogelijk zijn alleen de voor de analyse belangrijke geluidintensiteit, die loodrecht door het meetvlak naar buiten treedt, te registreren.

Afhankelijk van onder andere de groepering van de geluidbronnen binnen een geluidgroep, zal de intensiteit niet altijd loodrecht door het meetvlak gaan. Het is derhalve noodzakelijk een correctie op de meetwaarden aan te brengen, waarbij gebruik gemaakt kan worden van de in figuur 7 geschetste grafieken [4]. De voorbeelden a, b, c en d in deze figuur tonen enkele in de praktijk veelvuldig voorkomende situaties, waarbij het door een geluidgroep beslagen oppervlak kan bestaan uit:

- vele incoherente geluidbronnen, cirkelvormig gesitueerd;
- vele incoherente geluidbronnen, gesitueerd in een vierkant;
- vele incoherente geluidbronnen, gesitueerd in een rechthoek;
- één enkele geluidbron, gesitueerd in een hoek van een geluidgroep.

Voor de toegepaste microfoontypen, met name voor die met een omnidirectionale, cardioïde- en achthoekige richtingskarakteristiek, kan uit de figuur de correctie op de meetwaarde aan de hand van het oppervlak F_0 van de geluidgroep en de afstand R van het gekozen meetvlak tot de geluidgroep, worden afgelezen. In de meeste praktijkgevallen zal het voorbeeld d de grootste correctie op de meetwaarde vereisen.

Op grond van voorgaande beschouwing zijn uiteindelijk het meetvlak, de meethoogte en de instrumentatie bekend en kan een groot aantal metingen rondom iedere geluidgroep worden verricht. Uit de (eventueel volgens



7. Correctie op meetwaarden.

figuur 7 gecorrigeerde) meetresultaten en het gekozen meetvlak wordt het geluidemissieniveau voor elke geluidsgroep berekend met behulp van de vergelijking

$$L_p = L_{p_f} + 10 \log F_G + K.$$

Hierin is:

L_p : emissieniveau

L_{p_f} : gemiddeld geluidrukniveau over het meetvlak F_G

F_G : gekozen meetvlak

K : correctiefactor volgens figuur 7.

Uit de op deze wijze verkregen emissieniveaus kan nu al worden bepaald wel-

ke van de onderzochte geluidsgroepen wel dan niet bijdragen tot het omgevingsgeluid. Vervolgens worden alleen die geluidsgroepen die tot het immissieniveau in de omgeving bijdragen, aan een meer uitgebreide analyse onderworpen. Hiertoe wordt van elke geluidbron afzonderlijk binnen die geluidsgroepen het emissieniveau bepaald op dezelfde wijze als werd gedaan voor de geluidsgroepen zelf, dat wil zeggen door in een specifiek gekozen meetvlak rondom de te beschouwen individuele geluidbron geluidmetingen te verrichten. Ook hier is de keuze van het meetvlak en de microfoonhoogte alsmede het vaststellen van eventuele correctiefactoren het meest belangrijke probleem. Om enig inzicht hierin te verkrijgen, zal een

aantal van de in figuur 5 genoemde individuele geluidbronnen nader worden beschouwd.

3.3. praktische voorbeelden

De als voorbeeld dienende, onderling sterk verschillende, individuele geluidbronnen zijn:

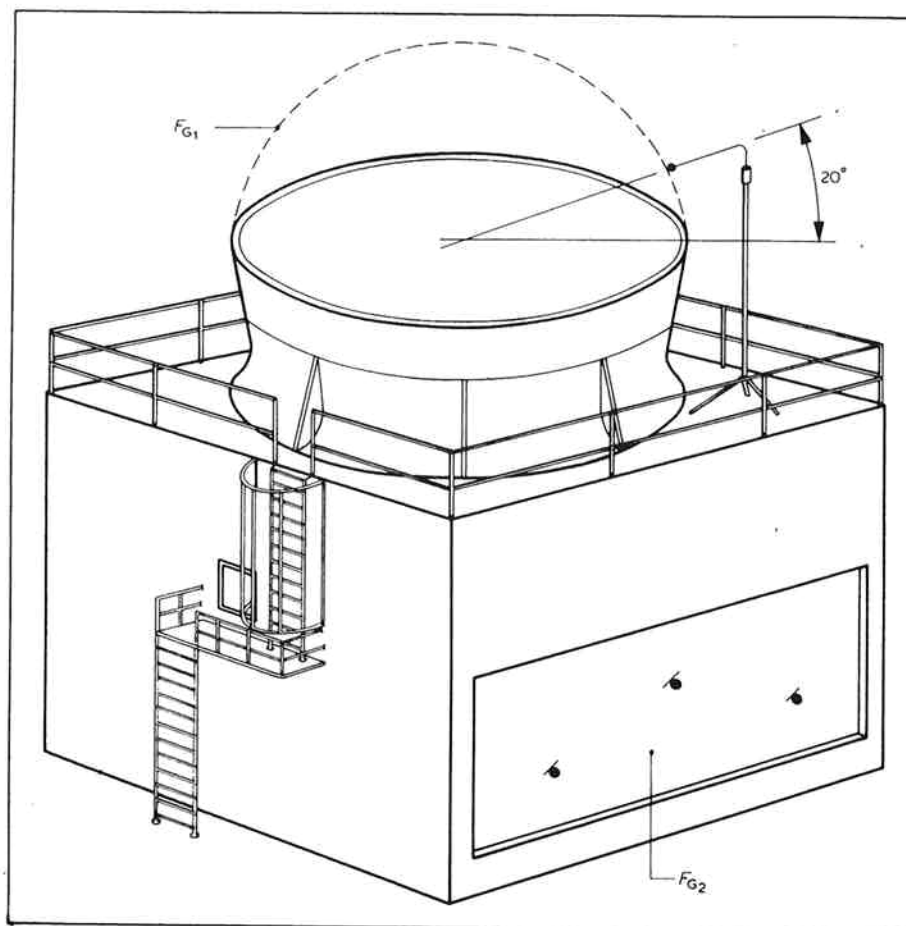
- ovens met zijwandbranders,
- koeltorens,
- gebouwen,
- (hdge)fakkels.

Voor de ovens met zijwandbranders kunnen als geschikte meetvlakken de in figuur 8 weergegeven vlakken F_{G1} en F_{G2} worden aangehouden, die op circa 1,5 m van de ovenwanden zijn opgetrokken. Aangezien in de meeste gevallen (maar niet altijd) alleen deze geluidemitterende vlakken verantwoordelijk zijn voor de bijdrage tot het immissieniveau, zal een complete geluidanalyse rondom de gehele oven vaak niet noodzakelijk zijn. In de gekozen meetvlakken wordt een groot aantal geluidmetingen verricht, aan de hand waarvan het geluidvermogen van elk beschouwd vlak wordt berekend. Door de op deze wijze verkregen geluidvermogens van elk der gekozen vlakken te sommeren, is de totale geluidemissie van de oven bekend.

Als tweede voorbeeld is in figuur 9 een koeltoren schematisch weergegeven. De geluidafstraling vindt hoofdzakelijk plaats via de pers- en de zuigzijde van de ventilator, respectievelijk aan de bovenkant en de zijkant(en) van de koeltoren. Rondom de perszijde van de koeltoren kan als meetvlak een 'halve bol' worden gedacht (F_{G1}) en ter plaatse van de zuigzijde(n) kan als meetvlak het open gedeelte (F_{G2}) worden gekozen. Voor het bepalen van het door de perszijde geëmitteerde geluid zal in de meeste gevallen één meetpositie voldoende zijn zoals in de figuur is weergegeven, gezien onder andere de symmetrie van het geluidveld rondom de verticale as. Het door de zuigzijde geëmitteerde geluid kan worden bepaald, door een aantal meetposities in het meetvlak F_{G2} te kiezen. Het geluidvermogen kan uit de gemeten geluidniveaus voor elk meetvlak worden vastgesteld.

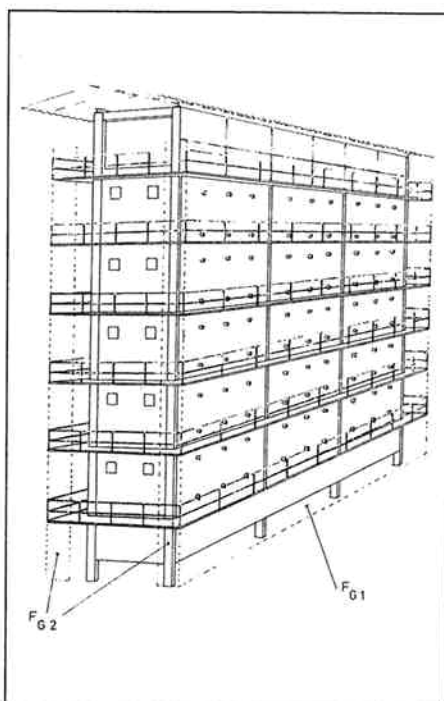
Voor de bepaling van de geluidemissie van de koeltoren beschouwt men de twee meetvlakken als afzonderlijke bronnen, omdat ten aanzien van de geluidemissie in de omgeving voor elk vlak (bron) zeer verschillende uitbreidingscondities gelden.

Een van de vorige afbeeldingen sterk afwijkende methode voor het bepalen van de geluidemissie dient te worden toegepast bij pijpleidingen van bijvoorbeeld compressoren. In het algemeen lopen dergelijke leidingen in bundels, zodat luchtgeluidniveaumetingen aan individuele leidingen, zelfs met een sterke richtingsgevoelige microfoon, niet mogelijk zullen zijn als gevolg van interfererende stoorgeluiden van de nabijgelegen leidingen. Een onder deze omstandigheden bruikbare methode om de geluidemissie te bepalen, is het verrichten van trillingsmetingen aan de leidingmantel met behulp van een versnellingsopnemer, zoals in principe is geschetst in figuur 10. Aan de hand van de op deze wijze gemeten versnellingsniveaus kan op relatief eenvoudige wijze de geluidemissie per eenheid pijplengte worden berekend. De geluidemissie van binnen gebou-



9. Meetvlak bij koeltorens.

8. Meetvlak bij industrieovens.



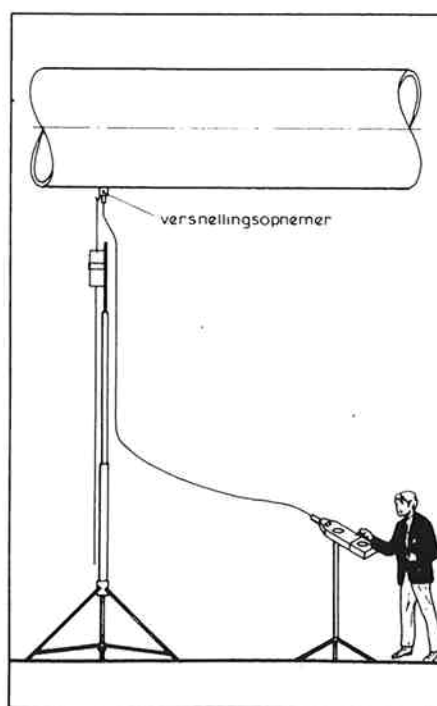
wen gesitueerde geluidbronnen kan op twee manieren worden bepaald.

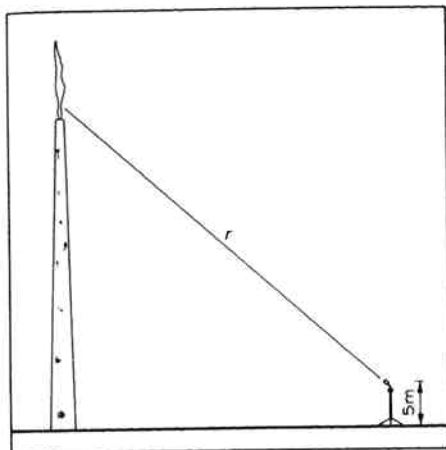
Ten eerste kan het probleem in principe op dezelfde wijze worden aangepakt als werd beschreven voor de ovens, dat wil zeggen door een meetvlak rondom het gebouw te kiezen parallel aan, en op korte afstand van, de geluidemitterende gevel(s). Het door elke gevel afzonderlijk geëmitteerde geluidvermogen kan dan worden vastgesteld. Ook hier dient te worden nagegaan of de verschillende meetvlakken als aparte bronnen moeten worden beschouwd, zoals werd voorgesteld bij het voorbeeld van de 'koeltoren'.

Een andere methode kan worden gebruikt, indien de geluidisolatie van de geluidemitterende gevel(s) van het gebouw bekend is. Hierbij wordt het geluidniveau binnen het gebouw gemeten, aan de hand waarvan het door de gevel(s) geëmitteerde geluidvermogen kan worden berekend.

Als laatste voorbeeld is in figuur 11 een (hoge)fakkel geschetst. Met behulp van een sterke richtingsgevoelige microfoon wordt het geluidniveau op afstand

10. Trillingsmetingen aan pijpleidingen.





11. Emissiemetingen bij hoge fakkels.

lijk de begroeiing, de hoogte van de geluidbronnen ten opzichte van het maaiveld en is een functie van de frequentie f en de afstand d ; $D(d)$: de invloed van wind- en temperatuurgradiënt; $D(d)$ is afhankelijk van de afstand d .

Aan de bovenomschreven invloeden A t/m D liggen de volgende gegevens ten grondslag:

- De invloed van afscherming door obstakels tussen de beschouwde geluidbron of groep en het omgevingspunt kan worden bepaald met behulp van de in figuur 12 weergegeven grafiekenschaar [5]. Gaat men bijvoorbeeld uit van een praktische situatie, waarbij de afstand tussen de geluid-

bron en het obstakel (scherm) $R = 10$ m, de afstand tussen obstakel en het omgevingspunt $D = 1000$ m en de effectieve schermhoogte $H = 5$ m, dan vindt men voor de 'schermwaarde' $Z \approx 2$ en voor de te verwachten geluidreductie circa 17 dB bij de middenfrequentie 500 Hz.

De geluidverstrooiing en absorptie binnen de geluidgroepen wordt veroorzaakt door geluidverstoringe invloeden van nabij de geluidbronnen gesitueerde obstakels. Een gedeelte van de afgestraalde geluidintensiteit wordt hierdoor geabsorbeerd en een gedeelte

gemeten. Daaruit wordt de geluidemissie berekend door de microfoonpositie te beschouwen, zijnde op een als meetvlak gekozen 'halve bol' met straal r . Ter eliminering van reflecties via de bodem wordt een microfoonhoogte aangehouden van minimaal 5 m.

3.4. berekening van het immissieniveau

Nadat voor iedere individuele geluidbron binnen de beschouwde geluidgroepen het emissieniveau L_p is vastgesteld, kan het immissieniveau L_d in de omgeving op afstand d van de geluidbron worden berekend met behulp van de vergelijking:

$$L_d = L_p - 10 \log 2\pi d^2 - A(f,d) - B(f) \cdot d - C(f,d) - D(d).$$

In deze vergelijking betekent:

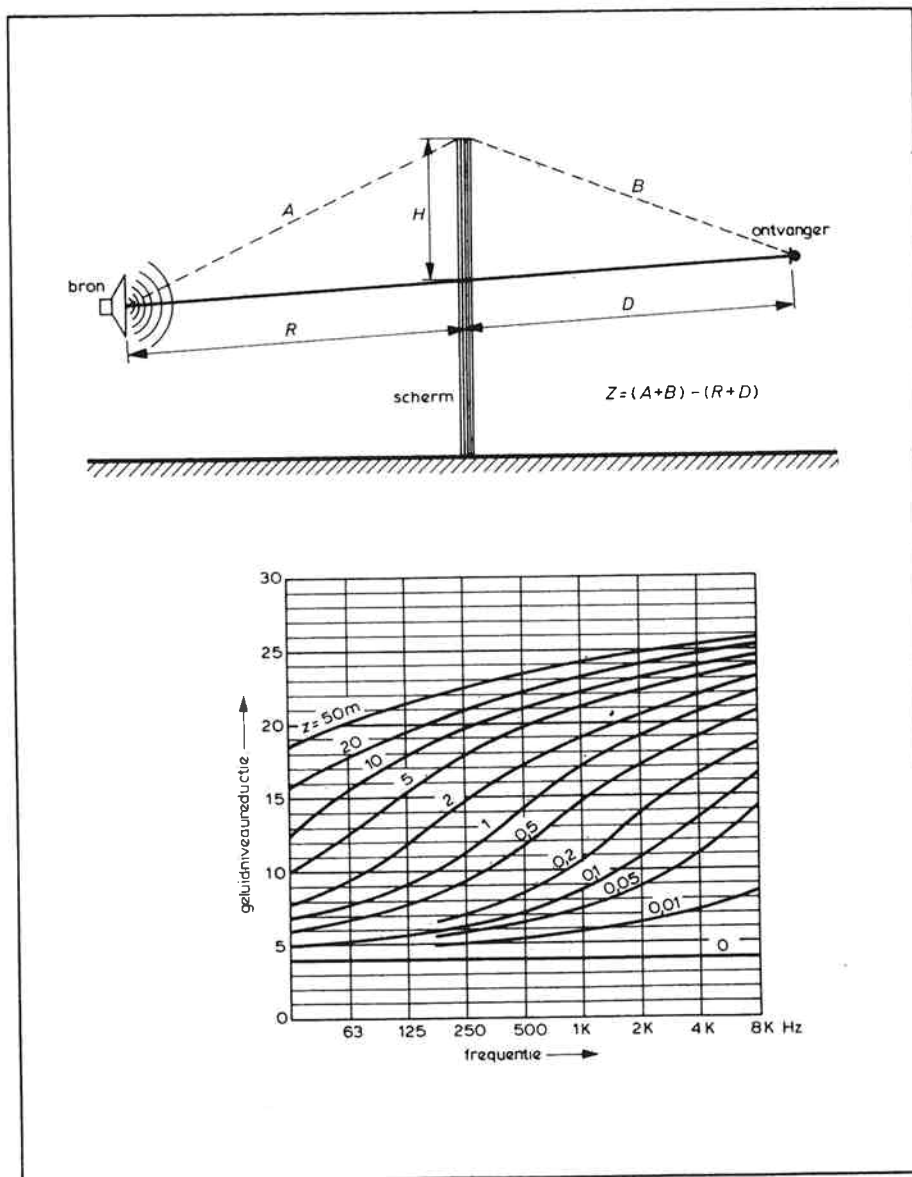
$10 \log 2\pi d^2$: de afname van het geluidniveau bij vrije uitbreiding;

$A(f,d)$: de invloed van afscherming door obstakels tussen de te beschouwen geluidbron en het omgevingspunt en geluidverstrooiing en absorptie binnen de geluidgroep; $A(f,d)$ is een functie van frequentie f en de afstand d ; deze term neemt meestal waarden tussen 0 en 20 dB aan;

$B(f)$: de invloed van de luchtabsorptie, afhankelijk van de frequentie f ; $B(f)$ neemt waarden aan tussen 0 en $2 \cdot 10^{-2}$ dB/m;

$C(f,d)$: de invloed van de bodemabsorptie; deze hangt af van hoofdzake-

12. Bepaling van de geluidreductie door geluidschermen.



tabel I

frequentie	63	125	250	500	1000	2000	4000
B (dB/m)	0	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$

In de literatuur [6] wordt de waarde bij 4000 Hz met $2,6 \cdot 10^{-2}$ opgegeven, hetgeen naar onze ervaring te hoog is.

van het in het horizontale vlak geëmitteerde geluid wordt naar boven verstrooid en zal derhalve niet bijdragen tot het immissieniveau. De hierdoor veroorzaakte geluidreductie kan in de meeste praktische situaties 2...5 dB bedragen.

- De luchtabsorptie kan, uitgaande van een gemiddelde over een jaar geregistreerde temperatuur van ongeveer 10 °C en een gemiddelde luchtvochtigheid van circa 70%, de in tabel I vermelde waarden aannemen [6].

- De bodemabsorptie zal in de meeste gevallen, bij lage begroeiing (bijvoorbeeld gras) 0 tot 1 dB/100 m bedragen; het een en ander is afhankelijk van onder andere de hoogte van de beschouwde geluidbron ten opzichte van het maaiveldniveau.

- Voor de invloed van de wind- en temperatuurgradiënt wordt in het algemeen een jaargemiddelde aangehouden.

Nu is het mogelijk om voor iedere individuele geluidbron de bijdrage tot het immissieniveau in de vorm van bijvoorbeeld een histogram weer te geven, zoals figuur 13 laat zien. Hierin wordt elke geluidbron gekarakteriseerd door een lijn waarvan de lengte proportioneel is met het immissieniveau L_d in dB(A). Als voorbeeld is de geluidgroep 'compressoren' gedetailleerd weergegeven; elk van de in deze groep aanwezige afzonderlijke geluidbronnen wordt gekarakteriseerd door de bijbehorende 'niveaulijn'.

Door het opstellen van een dergelijk histogram wordt dus elke individuele geluidbron op het industriecomplex geïdentificeerd en kan de bijdrage tot het omgevingsgeluid worden afgelezen. Is de grenswaarde voor het geluidniveau in de omgeving bekend, dan kan op relatief eenvoudige wijze de noodzakelijke geluidreductie per bron worden bepaald.

3.5. noodzakelijke geluidreductie

Uit het histogram kan op eenvoudige wijze worden geconcludeerd hoe groot de noodzakelijke geluidreductie per geluidbron afzonderlijk moet zijn om aan het maximaal toelaatbare immissieniveau te kunnen voldoen. Het zal duidelijk zijn dat, indien één van de individuele bronnen een overheersende bijdrage tot het immissieniveau levert, het reduceren van het emissieniveau van de overige geluidbronnen geen niveauverlaging in de omgeving zal bewerkstelligen (de geluidketen is zo sterk als de sterkste bron). Derhalve zullen de geluidbronnen afzonderlijk tot een zelfde immissieniveau worden teruggebracht, waarbij een onderlinge spreiding tot circa 5 dB nog aanvaardbaar is.

Ten eerste dient dan te worden vastgesteld wat het maximaal toelaatbare immissieniveau per individuele geluidbron moet zijn. Hiertoe stelt men het totale aantal tot het omgevingsgeluid bijdragende geluidbronnen vast (n), en vermindert men de in de omgeving gestelde grenswaarde L met de factor $10 \log n$.

De voor elke bron te bereiken geluidreductie L_r bedraagt dus:

$$L_r = L_d - (L - 10 \log n),$$

waarin:

L_r : de vereiste reductie

L_d : het immissieniveau per individuele bron

L : de grenswaarde voor het immissieniveau

n : het totaal aantal tot het immissieniveau bijdragende bronnen.

Betrekt men deze rekenmethode op het voorbeeld uit figuur 13, uitgaande van een maximaal toelaatbaar immissieniveau van 40 dB(A), dan is voor het voor elke individuele geluidbron toelaatbare immissieniveau $(L - 10 \log n) = 26$ dB(A). Deze waarde is weergegeven als gestippelde lijn in deze

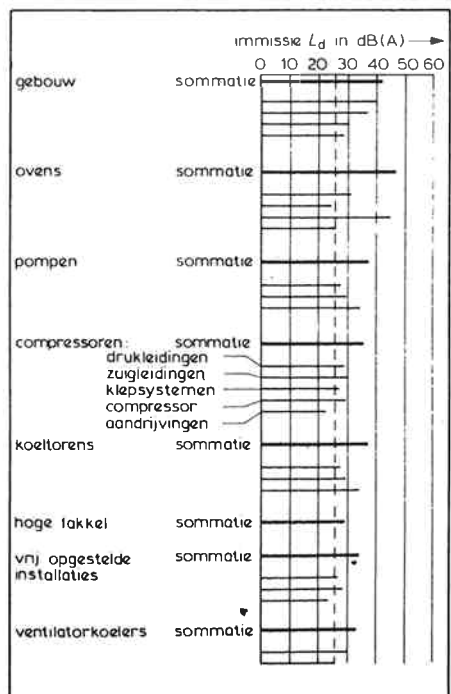
figuur. De overschrijding van deze lijn door elke individuele bron is direct evenredig met de noodzakelijke reductie. Voor de geluidgroep 'compressoren' bijvoorbeeld zal dit zijn: totale geluidgroep circa 9 dB(A), onverdeeld in
 drukleidingen 2 dB(A)
 zuigleidingen 4 dB(A)
 klepsystemen 1 dB(A)
 compressoren 3,5 dB(A)
 aandrijvingen -

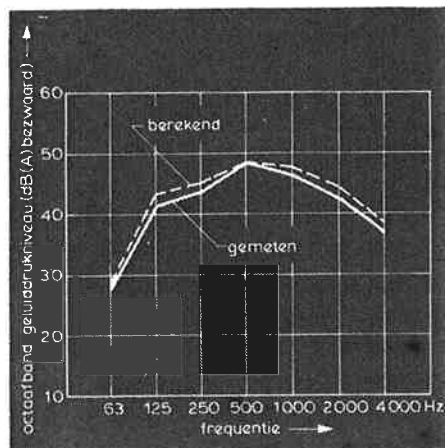
Met het histogram uit figuur 13 kan de geluidanalyse als afgerond worden beschouwd. Elke geluidbron wordt geïdentificeerd naar zijn bijdrage tot het immissieniveau op een bepaald punt in de omgeving. Voorts kan voor elke geluidbron afzonderlijk nu worden opgegeven hoe groot de vereiste geluidreductie is, om aan een gestelde immissiegrenswaarde te kunnen voldoen.

3.6. nauwkeurigheid van de beschreven methode

Ten slotte is het van belang de nauwkeurigheid van de beschreven methode

13. Immissieniveaus van de tot het omgevingsgeluid bijdragende bronnen.





14. Vergelijking tussen de berekende en gemeten immissieniveaus.

na te gaan. Figuur 14 geeft hiervoor een vergelijking tussen de berekende immissieniveaus en de onder klimatologisch gunstigste uitbreidingscondities dat wil zeggen windstil of lichte wind in de geluiduitbreidingsrichting, gemeten immissieniveaus van een bestaande industrie. Het verschil tussen de gemeten en berekende waarde is voor alle akoestisch belangrijke octaaf-

banden kleiner dan $\pm 2,5$ dB. Het verschil in gemeten en berekende dB(A)-niveaus zal kleiner zijn dan $\pm 1,5$ dB.

4. conclusie

Uit figuur 14 blijkt de betrouwbaarheid van de beschreven methode voor bron-identificatie. Deze methode kan eveneens worden toegepast bij nieuw te projecteren (petrochemische) industrieën. In dat geval wordt het emissieniveau voor elk van de te plaatsen installaties berekend met behulp van gegevens die zijn gebaseerd op ervaringen en kennis van soortgelijke in gebruik zijnde installaties. Ook kunnen bij de aanschaf van (deel)installaties al in het planningsstadium maximaal toelaatbare emissieniveaus worden gespecificeerd, teneinde te voldoen aan de in de omgeving gestelde grenswaarde voor het immissieniveau. Op deze wijze is het derhalve mogelijk elke potentiële geluidbron te identificeren naar zijn bijdrage tot het immissieniveau en kan voor elke geluidbron de noodzakelijke geluidreductie nauwkeurig worden vastgesteld.

literatuur

1. C. A. Nierop en A. v. Meier: 'Measuring techniques for source identification in industrial plants', 3rd Anglo Spanish Netherlands Symposium on Acoustics 24-25 April 1975. Publikatie nr. 33 Nederlands Akoestisch Genootschap, Rotterdam, oktober 1975.
2. OCMA. Specification no. NWG 1 en 2, Publication no. NWG 3, Oil Companies Materials Association, Cecil Chambers, London WC 2, oktober 1972.
3. R. Görlich en P. Rehm: 'Einfluss der Wetterlage auf die Ausbreitung von Industrielärm über grössere Entfernungen'. Plenarvorträge Gemeinschaftstagung, Stuttgart 1972, VDI Verlag GmbH.
4. B. Stüber: 'Messmethode zur Ermittlung der Schalleistung ausgedehnter Schallquellen'. Plenarvorträge Gemeinschaftstagung, Stuttgart 1972, VDI Verlag GmbH.
5. F. Fleischer: 'Zur Anwendung von Schallschirmen'. Lärmbekämpfung 14 (1970).
6. C. M. Harris: 'Absorption of sound in air versus humidity and temperature'. JASA 10 (1966).

boeken



marine corrosion

Door: Francis L. LaQue. Uitg.: John Wiley & Sons, Chichester, 1975. Formaat: 18 cm x 23,5 cm, 332 pag. Prijs (gebonden): £ 27,65.

De auteur van het boek is een bekend figuur op het gebied van de maritieme corrosie. Het is verheugend dat hij zijn ruime ervaring op dit gebied, opgedaan in verschillende functies, o.a. als oprichter van het later naar hem genoemde 'Francis LaQue'-laboratorium van de International Nickel Company te Harbor Island, North Carolina (USA). In dit laboratorium worden vele aspecten van de

maritieme corrosie bestudeerd.

Het boek bestaat uit twee delen. Het eerste deel omvat acht hoofdstukken, te weten:

1. aard en diagnose van maritieme corrosieproblemen
 2. aard van corrosieprocessen,
 3. testmethodes voor maritieme corrosie,
 4. omgevingsfactoren bij de corrosie van metalen in zeewater en zeeatmosfeer,
 5. spleetcorrosie,
 6. galvanische corrosie,
 7. kathodische bescherming,
 8. gevolgen van mechanische belasting.
- Vervolgens worden in het tweede deel een aantal probleemgebieden voor wat betreft materiaalkeuze bij diverse maritieme toepassingen besproken. Hierbij passeren achtereenvolgens de revue:
9. voortstuwars (schroeven),
 10. schroefassen,
 11. pompen,
 12. leidingensystemen,

13. warmtewisselaars,
 14. materialen voor scheepsrompen,
 15. kabels,
 16. coatings voor toepassing op schepen en constructies in zeewater.
- De opzet van het boek is hoofdzakelijk praktisch gericht, waarbij in een vrij kort bestek een uitgebreide hoeveelheid feitenmateriaal en experimentele gegevens worden verstrekt. De tekst is verlevendigd met een groot aantal tekeningen en foto's waarbij het niet verwonderlijk is dat een aanzienlijk percentage van het illustratiemateriaal uit het archief van International Nickel afkomstig is.

Aan het eind van de meeste hoofdstukken is een lijst met referenties opgenomen. Het boek lijkt vooral van interesse voor constructeurs en ontwerpers die te maken hebben met de toepassing van metalen in zeewater en zeeatmosfeer.

dr. F. P. IJsseling