

"Wat betekent nu eigenlijk 85dB(A) op de arbeidsplaats"

Kort verslag van de studiedag van de Sectie Geluid op 12 december 1985 te Utrecht

Deze studiedag werd gekenmerkt door een onverwacht groot aantal belangstellenden en door een daardoor uitpuilend zaaltje in het Jaarbeursgebouw. Gelukkig was de organisatie zodanig dat de deelnemers, ondanks de geringe plaatsruimte en de hoge temperatuur, een leerzame dag hadden. Het thema is zo uitgebreid en zo veelzijdig, dat het hier gepresenteerde aantal facetten slechts even kon worden aangestipt. Van een uitputtende behandeling kon geen sprake zijn. Gepoogd was nog wat meer beleidsstandpunten van diverse belangenorganisaties te vernemen, maar behalve een verhelderend betoog van de heer Blok van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, was geen der organisaties op korte termijn in staat een voordracht te houden, waarin zij haar standpunt met betrekking tot dit onderwerp naar voren wilde of kon brengen.

Dat het Ministerie een zeer duidelijk omlijnd beleid voor ogen staat en ook voor de volgende jaren een vastomlijnd plan heeft, was niet verwonderlijk. De heer Blok slaagde erin om dit op een zeer duidelijke wijze onder de aandacht te brengen. De heer Iking was bereid nog enige onduidelijkheden, die het gevolg waren van tijdgebrek, nader toe te lichten. In principe geldt bij de overheid nog steeds: lawaaibestrijding : 85dB(A) grens gezondheidsgrens: 80dB(A) gehoorbescherming: verplicht boven 90dB(A). Bij de lawaaibestrijding geldt het redelijkheidsprincipe bij het streven naar 80dB(A) op langere termijn.

Wat moet men nu nog weten over meten en de waarden, die geregistreerd dienen te worden? Dit was de vraag die ieder zich stelde voordat de heer Van Steenbrugge met zijn inleiding begon. Een aantal opmerkelijke kanttekeningen werd geplaatst bij dit probleem o.a. hoe is de integratie van de geluidmeter? Is deze continu of werkt hij intermitterend (korte pulsgeluiden worden in beide gevallen anders geregistreerd).

Grootheden als LA - LAeq - Lex dB(A) en LAeq/werkzaamheid passeerden de revue. De meetmethoden moeten worden uitgevoerd volgens:

ICG LA HR 07/01 en PPG LA 06-01.

Akoestisch management is voor een groot aantal leden een volledig nieuw begrip. De achterliggende gedachte werd nader verklaard door de heer Beumer. Niet dat dit begrip vreemd was voor de toehoorders, maar een aantal psychologische neveneffecten wordt door de echte technici vaak verwaarloosd en afgedaan met het woord: gewenning.

De leveranciers van geluidsisolerende maatregelen kennen maar al te goed deze problemen, die in sommige gevallen verantwoordelijk zijn voor het al of niet tevreden zijn van de klant, ondanks dat geluidstechnisch gesproken er geen verschil bestaat. Een techniek waarover nog niet veel is gesproken, maar die in het kader van de komende Arbowet, wel eens heel belangrijk kan worden.

Een aantal raakpunten aan het voorafgaande onderwerp was in de lezing van de heer Schoonderbeek zeer zeker aanwezig. "Bezint eer ge begint" zou de sub-titel geweest kunnen zijn

van deze inleiding. Verkeerde beoordeling van de situatie, het niet onderkennen van alle randvoorwaarden waren de waarschuwingen. Win advies in bij een aantal instanties.

Ondanks het feit dat lawaaidoofheid een van de meest voorkomende beroepsziekten is, heerst er nog steeds een grote onbekendheid over het aantal werknemers dat blootgesteld staat aan overmatig en ontoelaatbare geluidsniveaus. In de BRD is zojuist een onderzoek hiernaar gestart in enige Bundesländer. In Nederland, zo betoogde de heer Brakshoofden van de Rijksgeneeskundige Dienst, is alleen iets bekend van het personeel in dienst van de overheid.

Een groot deel van de blootgestelde personen had te maken met schietinstructie aan politie en douane. Toch waren bosarbeiders, machinekamerpersoneel en werknemers in Rijks-werkplaatsen ook een grote groep die een niet onaanzienlijk aandeel hadden in de getallen.

Mevrouw Jongepier ging uitgebreid in op de voor- en nadelen van verschillende gehoorbeschermingsmaatregelen. Draagcomfort, gewicht en hygiëne waren naast effectiviteit de belangrijkste criteria. Een all-round voor ieder bruikbaar middel is nog niet op de markt.

De beide laatste lezingen van de dag behandelden hetzelfde probleem. Verhelderend was echter deze confrontatie wel. De twee aanpakmethodes, de beide oplossingen en het resultaat van elk der voorzieningen konden nu door de zaal vergeleken worden.

De heren Kortenhoeven en Van Luik en de heer Van Rangelrooy gaven een overzicht van de registratie van geluidsproblemen bij volkomen identieke machines, vervolgens de oplossing ervan met tussentijds uitgevoerde metingen. Zij volgden beide in dit geval de "step by step" methode teneinde te voorkomen dat de aangebrachte maatregelen hun doel voorbij zouden schieten en de kosten/resultaat verhouding scheef kwam te liggen.

Ook hier speelde akoestisch management een grote rol. Overleg met bedrijfsleiding en bedieningspersoneel is absoluut noodzakelijk voor het welslagen van een pakket maatregelen.

Dit was een van de afsluitende conclusies die de interim-voorzitter trok na afloop van deze interessante en leerzame, zij het wat warme dag.

R. Hoffman, secretaris
Sectie Geluid



Lawaai op de arbeidsplaats

Een methodiek voor de uitvoering van een lawaaibestrijdingsprogramma in bedrijven
Ing. C.A. Nierop Azn., M + P raadgevende ingenieurs B.V.

1. Inleiding

De gehoorscherppte neemt voor iedereen met het stijgen der jaren af. De mate waarin dit gebeurt, is niet voor iedereen gelijk, zodat bij personen van dezelfde leeftijd grote verschillen in gehoorscherppte bestaan. Bij langdurige blootstelling aan een hoog geluidsniveau neemt de gehoorscherppte sneller af dan men op grond van het natuurlijke proces zou verwachten. Meer dan een half miljoen werknemers worden tijdens hun werk aan te hoge geluidsniveaus blootgesteld.

Dit was mede de aanleiding voor de toenmalige Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid om in 1981 de SER (Sociaal-Economische Raad) een adviesaanvraag te doen over zijn beleidsvoornemens met betrekking tot "Lawaai op de arbeidsplaats".

Als resultaat van langdurige onderhandelingen is een voorlopige grenswaarde vastgesteld van 85 dB(A). Boven deze grenswaarde wordt het geluid als schadelijk voor het gehoor aangemerkt en dienen maatregelen ter verlaging van het niveau te worden getroffen. Bij geluidsniveaus boven de 80 dB(A) moeten gehoorbeschermingsmiddelen ter beschikking staan en bij geluidsniveaus boven de 90 dB(A) wordt het dragen ervan verplicht gesteld. Deze grenswaarden zullen worden opgenomen in het Veiligheidsbesluit van 1938 en het Landbouw-veiligheidsbesluit.

Om vanuit bedrijfsoogpunt een zo efficiënt en doelmatig mogelijke invulling van dit beleid tot stand te brengen, waarbij een zo optimaal mogelijke verhouding ontstaat tussen de kosten van een lawaaibestrijdingsprogramma en het te bereiken effect van deze maatregelen, dient een uitgekende onderzoeksmethodiek de basis te zijn. Tevens dient een dergelijk onderzoek ondubbelzinnig antwoord te geven op de redelijkheid van de maatregelen (het redelijkheidsprincipe).

Het onderhavige artikel geeft de aanzet tot een dergelijke aanpak waarbij globaal de te volgen methodiek en de kostenoptimalisatie aan de orde komen. Dit artikel is gebaseerd op eerdere publikaties van Nierop en von Meijer [1] en [2] over deze problematiek.

Voor meer gedetailleerde informatie wordt dan ook naar deze artikelen verwezen.

2. Methodiek van lawaaibeperking op de arbeidsplaats

2.1 Opzet geluidbestrijdingsprogramma

Voordat een efficiënt programma ter bestrijding van het geluid op de arbeidsplaats kan worden opgezet, dient men een duidelijk inzicht te hebben in de te hanteren uitgangspunten en de te volgen methodiek.

De principiële opzet van een dergelijk lawaaibestrijdings- en bewakingsprogramma is schematisch weergegeven in het blokschema van figuur 1.

De in het blokschema aangegeven werkzaamheden kunnen in het kort als volgt worden omschreven:

Op een aantal plaatsen in de werkruimten worden oriënterende geluidmetingen uitgevoerd

op een wijze als in het ICG-voorschrift (ICG-publikatie LA-HR-07-01) [3] wordt omschreven (de "standaardmeetmethode I"). Deze metingen op die plaatsen waar men vermoedt, dat hogere momentane niveaus optreden dan 80 dB(A). Doel van deze oriënterende geluidmetingen is het globaal vaststellen van het equivalente geluidsniveau van een werkzaamheid (over de volle duur ervan), verder het LAeqw genoemd, verder het LAeqw genoemd.

Uit dit globale onderzoek komt vast te staan of er in de fabriek een werkplaats of deel daarvan, machines, werktuigen, apparaten of installaties aanwezig zijn, of werkzaamheden worden uitgevoerd die een waarde van het LAeqw veroorzaken, die hoger is dan een in Ministeriële Besluiten aan te geven grenswaarde, dan wel een in een intern bedrijfsveiligheidsbesluit gegeven waarde.

Door een grenswaarde te stellen ten aanzien van de maximaal toelaatbare geluidsbelasting op de gekozen meetposities, en de meetwaarden te vergelijken met deze grenswaarde, kan een ruwe voorselectie worden gemaakt van die arbeidsplaatsen die mogelijk een potentiële sanerings-situatie vormen.

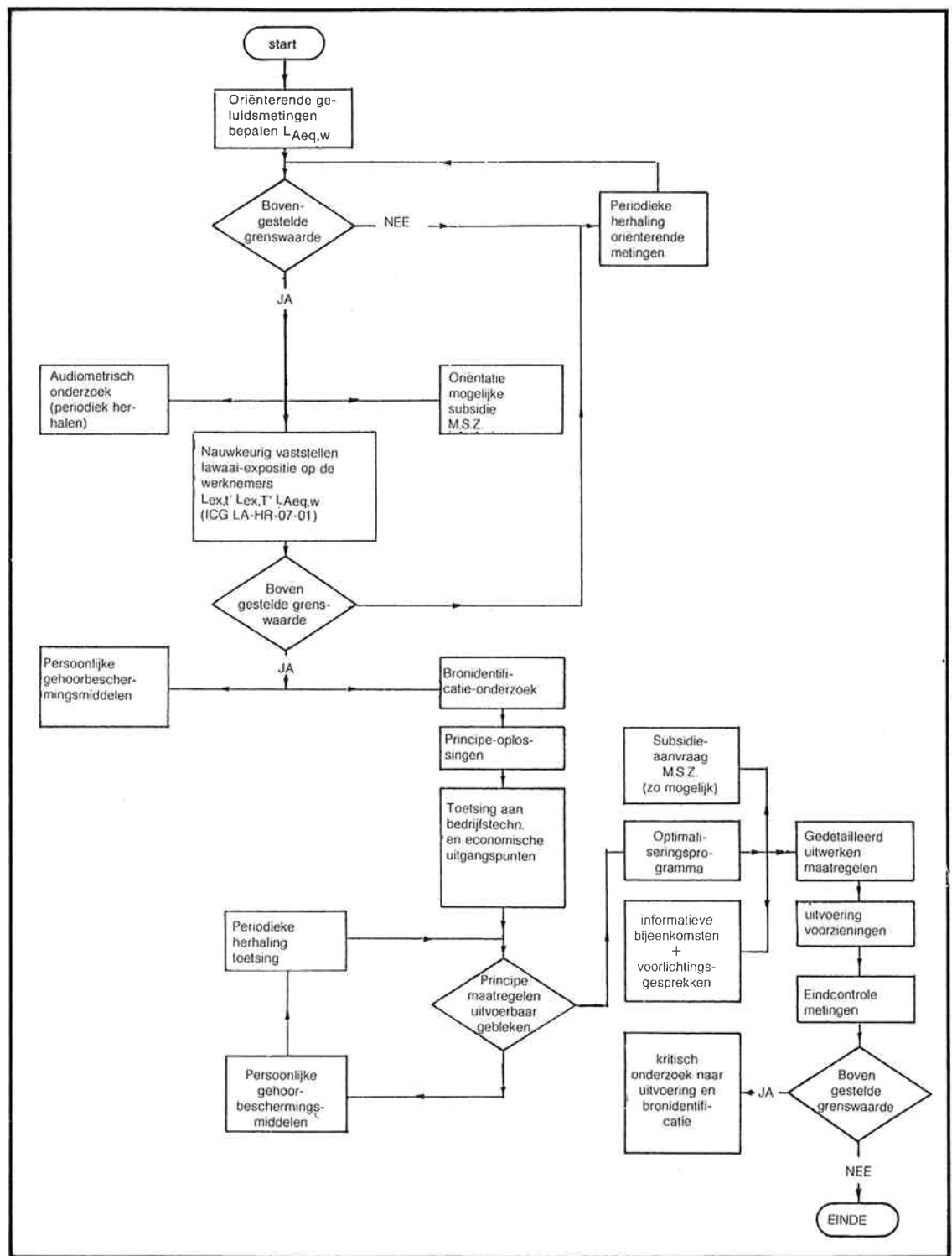
Alle andere arbeidsplaatsen kunnen bij het verdere onderzoek buiten beschouwing blijven. Deze arbeidsplaatsen dienen dan echter te worden onderworpen aan een periodieke herhaling van de oriënterende metingen opdat eventuele wijzigingen in de situatie in een vroegtijdig stadium kunnen worden onderkend. De foto van figuur 2 toont een voorbeeld van een meting ter bepaling van de geluidsbelasting op de arbeidsplaats.

De arbeidsplaatsen die aan de hand van de oriënterende geluidmetingen als potentiële saneringssituatie worden aangemerkt, worden nu onderworpen aan een gedetailleerde geluids-analyse volgens een meet- en rekenprocedure zoals omschreven in de reeds genoemde ICG-publikatie (de "Standaardmethode II"), die bestaat uit het nauwkeurig vaststellen van de lawaai-expositie op de werknemers. Doel van deze metingen is op eenduidige wijze de geluidsbelasting op de arbeidsplaats vast te stellen.

Ook impulsgeluid wordt gemeten in de meterstand "fast" of "slow" (energetisch gemiddelde) teneinde het LAeqw te bepalen. Meer en meer wint de gedachte terrein, dat met name beneden de 100 dB(A) energetisch gemiddeld niveau impulsgeluid schadelijker is dan een min of meer continu niveau. Verder kunnen incidentele impulsen van hoog niveau ($L_A > 120$ dB(A)) op zich gehoorschade veroorzaken, terwijl hun energetisch gemiddelde over de beoordelingsperiode relatief laag is.

Het is ons inziens dan ook aan te bevelen aan impulsachtig geluid extra aandacht te besteden bij de lawaai-beoordeling, audiometrisch onderzoek en het beschikbaar stellen van gehoorbeschermers en deze aspecten ten minste bij de beoordeling van de problematiek een rol te laten spelen.

Een mogelijkheid om impulsgeluid in de beoordeling mee te nemen zou bijvoorbeeld kunnen zijn het LAeqw te bepalen met behulp



Figuur 1:
Opzet van een
lawaai bestrijdingsprogramma.

van een integrerende geluidsniveaumeter met een impulsstand mogelijkheid.

Bij het gebruik van een impulsgeluidmeter voor dit type geluid kan dan voor het beoordelingsniveau LA_{eqw} worden gezet:

$$LA_{eqw} = LA_{eqwl}$$

Men kan hiervoor ook schrijven dat de "impulstoetslag" een waarde aanneemt van:

$$KI = LA_{eqwl} - LA_{eqw}$$

De impulstoetslag kan dus meettechnisch worden bepaald door het gelijktijdig meten van:

$$LA_{eqwl} \text{ en } LA_{eqw} \text{ (fast of slow)}$$

Wanneer impulsgeluid optreedt is het zinvol zowel het energie-equivalente impulsniveau LA_{eqwl} als het energie-equivalente niveau LA_{eqw} te meten, omdat laatstgenoemde grootte beter geschikt is voor het beoordelen van het effect van eventueel te nemen geluidsreducerende maatregelen.

Met betrekking tot het toepassen van een impulstoetslag gebaseerd op bovengenoemde methodiek zou de volgende indeling zinvol kunnen zijn:

De impulstoetslag wordt toegekend voor

bepaalde soorten impulsachtig geluid waaraan een indeling naar drie soorten impulsgeluiden ten grondslag ligt:

uitgevoerd meetprogramma niet herhaald hoeft te worden.

Het L_{Aeqw} in dB(A) dient voorlopig als de

Tabel 1: Meet- en beoordelingsgrootheden van impulsachtige geluiden

	Kort op elkaar volgende geluidstoten met tussenpozen < 200 ms	herhaaldelijke geluidstoten met tussenpozen 200 ms à 2 s	enkele geluidstoten tussenpozen > 2 s
meetgrootheid	L_{Aeq} stand "slow" of "fast" plus $L_{Aeq, I}$ stand "impuls" of L_{Aeq} alleen	L_{Aeq} stand "slow" of "fast" plus $L_{Aeq, I}$ stand "impuls"	L_{Aeq} stand "slow" of "fast" plus maximum-niveau $L_{A, I, max}$ of $L_{A, peak hold}$
beoordelingsgrootheid	L_{Aeqw} of L_{Aeqwl} $KI = L_{Aeqwl} - L_{Aeqw}$	L_{Aeqwl} of L_{Aeqw} $KI = L_{Aeqwl} - L_{Aeqw}$	L_{Aeqw} met opgave van maximum niveaus

1. Het geluid bevat duidelijk hoorbare impulsen, die dicht op elkaar volgen. Hierbij bedragen de pauzen tussen twee opeenvolgende impulsen gemiddeld niet meer dan circa 200 ms. Hieronder valt een groot aantal industriële geluiden, zoals hameren, ontbramen, nieten, stampen, persen, ponsen, geluid van zuigercompressoren.
2. Het geluid bevat duidelijk hoorbare impulsen die met grotere afstand op elkaar volgen. De tussenpozen bedragen circa 200 ms à 2 s. Hieronder vallen vele geluiden met name in de metaal- en houtbewerkende industrie.
3. Het geluid bevat duidelijk hoorbare impulsen met zeer lange tussenpozen. Langer dan 2 s. of de geluidstoten staan helemaal los van elkaar en treden op niet precies voorspelbare tijden op.

Indien het geluid duidelijk hoorbare impulsen bevat die dicht op elkaar volgen, en wel met een tussenpoos van gemiddeld niet langer dan circa 200 ms, wordt het meten van het geluid in meterstand "impuls" toepasbaar bevonden.

Indien het geluid slechts enkele van elkaar los staande geluidstoten bevat, met tussenpozen van langer dan circa 2 s. wordt in de eerste plaats het energie-equivalente niveau L_{Aeqw} gemeten en voor de beoordeling gebruikt (dus geen impulstoetslag).

Tevens dient in dat geval het maximumniveau van de impulsen te worden gemeten wel in de stand "peak-hold" (indien aanwezig) of in de stand "impuls" waarbij het maximumniveau $L_{A, I, max}$ dB(A) wordt afgelezen. Een overzicht van de meting van impulshoudende geluiden en de bepaling van de beoordelingsniveaus wordt in tabel 1 gegeven:

De discussie over de juiste beoordeling van impulsgeluiden met betrekking tot gehoorbeschadiging is, zoals gezegd, nog in volle gang.

De hierboven gegeven afspraken hebben tot doel op het moment, dat nog geen duidelijke afspraken zijn gemaakt over de te volgen methodiek voor meten en beoordelen van impulsgeluiden, reeds nu zodanige informatie ter beschikking te krijgen, dat een eenmaal

meest belangrijke meetgrootheid te worden beschouwd. Ofschoon de meting in dB(A) geen spectrale informatie bevat, kan hierdoor de geluidsbelasting op de arbeidsplaats voldoende beoordeeld worden.

Voor verder onderzoek kan het soms nuttig zijn het niveau L_{Aeqw} in octaafbanden of in nog smallere frequentiebanden te meten, vooral als het erom gaat de veroorzakende geluidsbronnen te identificeren en om geluidsreducerende maatregelen te ontwerpen.

In sommige gevallen worden de resultaten in de vorm van geluidskaarten weergegeven. In het algemeen kan echter worden gesteld, dat de praktische waarde ervan beperkt is, omdat er vaak een nauwkeurigheid wordt gesuggereerd die in feite niet bestaat, met name wanneer de geluidsbelasting door berekeningen wordt vastgesteld.

Een nauwkeurigheid van slechts enkele dB's bij het bepalen van de geluidsbelasting die bij berekeningen in de praktijk zonder meer kan optreden, zal de geluidsc contouren reeds aanzienlijk doen verschuiven. Bovendien kan het problematisch zijn lawaaiige activiteiten die niet plaatsgebonden zijn in dergelijke kaarten te verwerken. Een geluidskaart kan in bepaalde situaties voor het verkrijgen van een snel overzicht van nut zijn en dan alleen wanneer de contourlijnen volledig door metingen zijn bepaald en het een continu, plaatsgebonden geluid betreft.

Gelijktijdig met het vaststellen van de lawaai-expositie op de werknemers wordt een audiometrisch onderzoek uitgevoerd. Hierbij wordt het gehoor van elke werknemer afzonderlijk getest op gehoorscherpheid. Dit onderzoek dient periodiek te worden herhaald om op deze wijze een controle te hebben op de werking van het gehoor op de langere termijn. Ook nieuwe werknemers dienen voor de aanvang van de werkzaamheden aan dit onderzoek te worden onderworpen. Indien een overschrijding van de gestelde grenswaarde wordt geconstateerd, wordt nagegaan welke geluidsbronnen hiervoor als oorzaak aan te wijzen zijn. Hiertoe dient het

bronidentificatie-onderzoek. Hierbij worden de in aanmerking komende geluidsproducerende installaties aan een geluidsanalyse onderworpen om het geluidsvermogen van deze bronnen op kwantitatieve wijze vast te stellen.

Verder worden de akoestische eigenschappen van de ruimte vastgesteld met behulp van geluidsuitbreidingsmetingen, rekenmodellen of, in enkele gevallen, door midden van nagalm-metingen.

Met name in ruimten die niet min of meer kubusvormig zijn, kunnen nagalmmetingen een onrealistisch beeld geven van de situatie. De gemeten nagalmkrommen hangen door, waardoor een ondubbelzinnige bepaling van de nagalmtijd onmogelijk wordt. Bovendien hangt de te meten nagalmtijd in "platte ruimten" sterk af van de afstand tot de bron. De reproduceerbaarheid van dergelijke metingen is dan ook volledig zoek, waardoor maatregelen, gebaseerd op dergelijke metingen kunnen leiden tot een onvoldoende resultaat, dan wel tot veel duurdere voorzieningen dan strikt noodzakelijk zou zijn geweest.

In die gevallen is een geluidsuitbreidings-rekenmodel de aangewezen methodiek. Hierbij wordt de geluidsniveau-afname bij toenemende afstand van de bron(nen) berekend, rekening houdend met geluidsverstrooiing en -absorptie door obstakels in de overdrachtsweg zoals machines, stellingen en plafond- en wandbekledingen.

Een dergelijk rekenmodel werd reeds door Von Meier en Jovicic in 1976 gepubliceerd [4]. Uit de langdurige ervaring met het model kan worden gesteld, dat hiermee betrouwbare resultaten te verkrijgen zijn. Voor het toepassen van het model is een uitgebreid en geavanceerd computermodel een eerste vereiste.

Het bronidentificatie-onderzoek vergt een grotere deskundigheid dan het onderzoek naar de geluidsbelasting in fabriekshallen en een gedegen kennis van de theorie van geluidsafstraling en geluidsvoortplanting is van essentieel belang.

Aan een gedegen inzicht in de problematiek

worden steeds hogere eisen gesteld, wanneer de bedrijfscyclussen van de machines niet overeenkomen met de gedefinieerde werkzaamheden op een specifieke arbeidsplaats of -plaatsen. Dit komt bijvoorbeeld voor in situaties, dat de geluidsbelasting op een werkplek zowel varieert ten gevolge van de verschillende activiteiten van de werknemer met mogelijk sterk variabele arbeidsplaatsen, als ten gevolge van de verschillende bedrijfscyclussen van de verschillende machines die geen relatie hebben met de activiteiten van de werknemer(s). Juist bij dit deel van het geluidbestrijdingsprogramma kan het op verkeerde wijze meten en het op onjuiste wijze interpreteren van meetresultaten tot het ontwerpen van maatregelen leiden, die uiteindelijk geen of onvoldoende effect sorteren. Gelijkijdig met het bronidentificatie-onderzoek en met de daaropvolgende stappen is het aan te bevelen, om op korte termijn in die gevallen waar de geluidsbelasting de gestelde grenswaarde overschrijdt ($> 80 \text{ dB(A)}$) reeds maatregelen te treffen en wel in de vorm van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen. In dit stadium van het programma hebben deze maatregelen een duidelijk tijdelijk karakter met als doel het eenmaal geconstateerde veiligheidsrisico niet verder te laten toenemen, voordat definitieve maatregelen zijn getroffen. Deze worden in die gevallen waar de geluidsbelasting $> 85 \text{ dB(A)}$ bedraagt, nader uitgewerkt.

Bij het bepalen van de definitieve maatregelen worden ten eerste de in aanmerking komende principe-oplossingen geselecteerd. Dergelijke oplossingen kunnen bestaan uit:

- Maatregelen aan de bron, zoals selectie van stillere machines, wijzigingen aan geluidsproducerende onderdelen, omkastingen en afschermingen;
- maatregelen in de ruimte zoals het aanbrengen van geluidsabsorptie en wijzigingen van de lay-out;
- verandering in de werkorganisatie, zoals het verschaffen van lawaai-rustperioden;
- maatregelen aan de ontvanger, zoals geluidsisolerende cabines voor bediening en besturing van de machines of persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen.

Vaak zal een combinatie van de bovengenoemde maatregelen in aanmerking komen.

In het algemeen kan worden gesteld, dat de maatregelen aan de bron vanuit akoestisch oogpunt de voorkeur genieten. Het effect van maatregelen in de ruimte door het aanbrengen van geluidsabsorptie wordt vaak overschat. Het geluidsniveau op korte afstand van de bron wordt hierdoor in vele gevallen niet verminderd, met name in "kubusvormige" ruimten. In "platte ruimten" kunnen gecombineerde absorptie-afschermende maatregelen vaak leiden tot aanmerkelijke verbeteringen.

Nadat alle in aanmerking komende principe-oplossingen zijn geïnventariseerd moet tegen de achtergrond van de bedrijfstechnische mogelijkheden en beperkingen en de economische haalbaarheid, de toetsing aan bedrijfstechnische en economische

Figuur 2:
Voorbeeld van een plaatsvast
meting.



uitgangspunten plaatsvinden (het "redelijkheidsbeginsel"). Indien hieruit blijkt, dat geen van de mogelijke principe-oplossingen realiseerbaar is, moet de toevlucht worden genomen tot toepassing van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen. De toetsing dient van tijd tot tijd te worden herhaald, waarbij de nieuwste, technische ontwikkeling en eventueel gewijzigde, economische omstandigheden dan wel subsidiemogelijkheden mede worden betrokken.

Indien blijkt, dat enkele van de mogelijke principe-oplossingen wel realiseerbaar en zinvol zijn, dient men zich af te vragen hoe en in welke volgorde de maatregelen zullen worden uitgevoerd. Hiervoor dient het optimaliseringsprogramma.

Uitgangspunt hierbij is, dat die maatregelen met voorrang worden uitgevoerd die voor een beschikbaar geldbedrag het meeste effect sorteren. Onder "beschikbaar geldbedrag" wordt verstaan de totale kosten van de voorziening, dus de investeringen plus exploitatiekosten c.q. opbrengsten (bijvoorbeeld door verhoging van de produktiviteit of door energiebesparing) berekend over de levensduur van de voorziening. Onder effect wordt verstaan de vermindering van potentiële gehoorschade gevallen. Voor een betrouwbare kosten-baten analyse van geluidwerende voorzieningen staat een methodiek ter beschikking waarover Von Meier in 1980 publiceerde [2].

2.2 Kostenoptimalisatie

Bij het ontwerp en de selectie van geluidwerende voorzieningen is naast het technische probleem, hoe aan specifieke akoestische eisen kan worden voldaan, de vraag naar de eraan verbonden kosten c.q. opbrengsten van essentieel belang.

De noodzaak ligt dan ook voor de hand om over een methodiek te kunnen beschikken, waarmee de kosten en opbrengsten van akoestische voorzieningen op ondubbelzinnige wijze en zo betrouwbaar mogelijk kunnen worden berekend. De eis van ondubbelzinnigheid betekent hierbij, dat de methode zowel alle elementen moeten bevatten, die de kosten en opbrengsten van geluidwerende voorzieningen bepalen, alsook een voorschrift op welke wijze deze elementen in de berekening van de totale kosten moeten worden opgenomen.

Aan de eis betrouwbaarheid, waarbij de resultaten van de berekening met de werkelijkheid overeen moeten stemmen, zal in het algemeen slechts bij benadering kunnen worden voldaan, omdat in vele gevallen niet alle elementen van de kosten-berekening precies kwantificeerbaar zijn (men denke bijvoorbeeld aan voorspellingen van rentepercentages, onderhoudskosten, energieprijzen en inflatie-invloeden).

Belangrijk hierbij is echter, dat de bij de berekening optredende onnauwkeurigheden of onzekerheden onderkent en gelokaliseerd kunnen worden.

Zonder in het kader van dit artikel diepgaand op de methode van kosten-baten analyse in te gaan, zie hiervoor [2], kan de opzet voor kosten-optimalisatie als volgt worden samengevat: Allereerst wordt de vereiste reductie van het

immissieniveau vastgesteld op een wijze als in hoofdstuk 2.1 globaal werd omschreven voor elke representatieve arbeidsplaats of groep van arbeidsplaatsen.

Daarna wordt de bijdrage van elke potentiële geluidsbron op de betreffende arbeidsplaats bepaald. Hierop gebaseerd kan de noodzakelijke reductie per bron worden bepaald, bij een eerste aanzet wordt uitgegaan van een gelijke bijdrage per bron na de maatregelen.

Binnen bepaalde grenzen kan van bovenstaande gelijke immissierelevantie worden afgeweken. Een presentatie in A-niveaus kan worden gegeven in de vorm van een histogram, zoals in het voorbeeld is gedaan voor een groep van arbeidsplaatsen in een auto-assemblagehal (zie figuur 3). Elke bron wordt gepresenteerd door een verticale lijn waarvan de lengte proportioneel is aan de bijdrage van de betreffende bron op de beschouwde arbeidsplaats.

Door in eerste instantie een gelijke immissierelevantie per bron aan te houden is de noodzakelijke dB(A)-reductie per bron bekend. Dit is de lengte van elke lijn boven de horizontale "grenswaardelij". Bij de kostenoptimalisatie kan binnen zekere grenzen afgeweken worden van deze voorwaarde, zodat dure maatregelen aan een bepaalde bron om slechts enkele dB's te verlagen, wellicht eenvoudiger kunnen (of achterwege kunnen worden gelaten), wanneer aan een andere bron enigszins zwaardere maatregelen worden getroffen.

Nadat de noodzakelijke geluidsreductie, in A-waarde en frequentiebanden, is vastgesteld, worden de maatregelen in principe ontworpen (met alternatieven) en worden de kosten van elk alternatief vastgesteld op een wijze als in [2] wordt aangegeven.

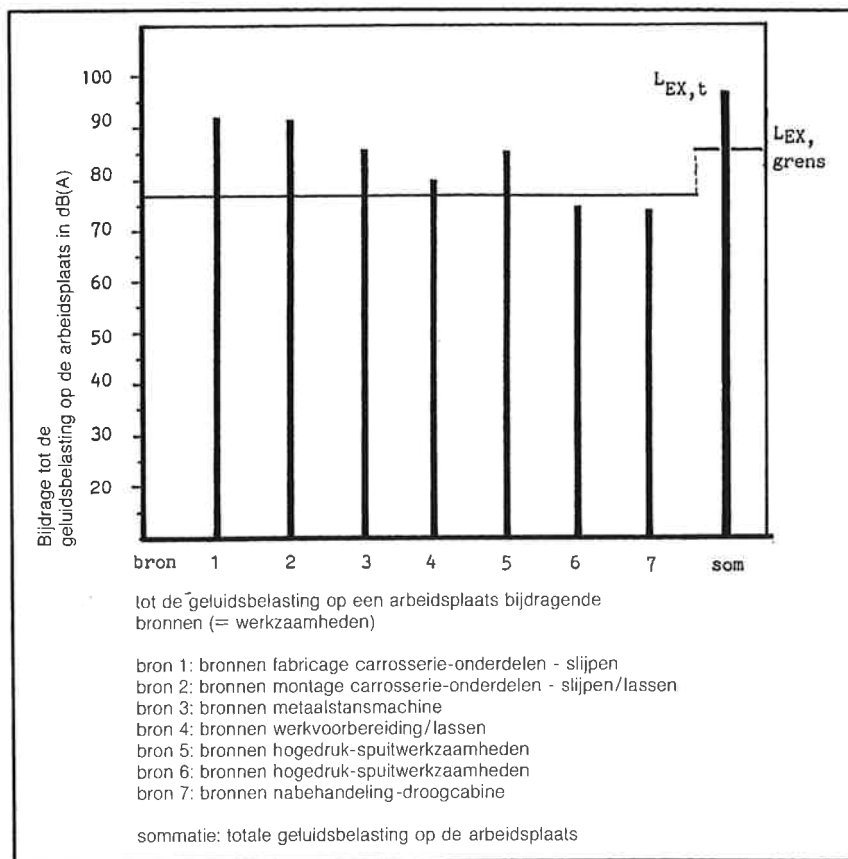
Hierna worden de maatregelen met de minimale kosten geselecteerd en deze van alle bronnen gesommeerd waarna een optimale uitvoeringsvolgorde wordt opgesteld.

De volgorde waarmee de voorzieningen worden getroffen, is in nagenoeg alle praktijkgevallen waar verscheidene bronnen op het immissiepunt inwerken, het meest belangrijke element bij de optimalisering van de kosten, want nagenoeg altijd doet zich het volgende probleem voor;

- of het ter beschikking staande budget is niet voldoende om de berekende minimale kosten te dekken;
- of dit budget wordt slechts gefaseerd over de tijd ter beschikking gesteld;
- of de kosten staan niet in verhouding tot de te bereiken vermindering van potentiële gehoorschade-gevallen.

In de twee eerstgenoemde gevallen kan de optimale verhouding tussen kosten en effect alleen door de juiste volgorde van de te treffen voorzieningen worden bereikt. Deze volgorde wordt vastgesteld door eerst die maatregelen uit te voeren waar de kosten negatief zullen zijn (opbrengsten).

Dit kan bijvoorbeeld doordat de maatregelen goed passen binnen de technische afschrijving van installaties waardoor door aanschaf van nieuwe (geluidsarme) apparatuur niet alleen minder geluid, maar tevens besparingen op energie, onderhoud etc. mogelijk is. Daarna volgen de maatregelen,



Figuur 3:
Opgave van de tot een
arbeidsplaats bijdragende
geluidsbronnen in dB(A).

welke per geldbedrag de meeste geluidsreductie bewerkstelligen (ΔLA /gulden het grootst is). Hierdoor wordt bereikt, dat met elk opeenvolgende voorziening het maximaal mogelijke effect op de arbeidsplaats behaald wordt en dat het effect per gulden geringer wordt naarmate de voorziening verderop aan de orde komt ("de laatste loodjes wegen het zwaarst"). Tevens dient in deze afweging het aantal betrokken werknemers te worden beschouwd.

Het redelijkheidsprincipe kan gaan gelden wanneer onevenredige hoge kosten gemaakt moeten worden om slechts een geringe vermindering in potentiële gehoorschadegevallen te bereiken.

2.3 Conclusie

Wanneer de te treffen maatregelen, en de kosten ervan, berekend zijn, kan een saneringsplan (voor bestaande situaties) dan wel een uitvoeringsplan (voor nieuwe situaties) worden opgesteld, waarbij een zinvolle fasering in uitvoering kan worden aangegeven in overleg met de arbeidsinspectie en de akoestisch deskundige. Tijdens de uitvoering dienen regelmatig controle-metingen te worden verricht teneinde het bereikte effect vast te stellen en eventueel aanpassingen van maatregelen in de volgende fasen te kunnen vaststellen, zodat een optimaal resultaat gewaarborgd wordt.

Door het toepassen van een doelmatig lawaai-bestrijdingsprogramma kan een duidelijk overzichtelijke saneringsoperatie plaatsvinden, en zullen onnodig zware voorzieningen en onevenwichtig hoge kosten worden vermeden.

Literatuur

- [1] C.A. Nierop en A. v. Meier, M + P

raadgevende ingenieurs B.V.,
bijdrage: Bedrijfsveiligheidshandboek voor
principiële en praktische veiligheidskunde
(herziene druk 1985), uitgeverij Kluwer te
Deventer.

- [2] A. v. Meier, M + P raadgevende ingenieurs
B.V.,

"Kosten-baten analyse voor geluidwerende
voorzieningen". Geluid & Omgeving,
december 1980.

- [3] ICG-publikatie LA-HR-07-01, meten en
beoordelen van schadelijk lawaai op de
arbeidsplaats. Interdepartementale
Commissie Geluidhinder (december 1983).

- [4] A. v. Meier en S. Jovicic, M + P raadgevende
ingenieurs B.V./Müller BBM: geluiduitbreiding
in fabriekshallen, publikatie
najaarsvergadering NAG 1975, nummer 37
(augustus 1976).

Nota Materialenbeleid

Bij het ter perse gaan van dit tijdschrift
verscheen de "Nota Materialenbeleid" van de
ministeries van O&W en EZ. Het volgende
nummer zal een uittreksel en een beschouwing
bevatten; nu slechts enkele reacties.

De eerste indruk is een grote stap voorwaarts
t.o.v. de vorige. Tussentijds hebben deskundige
groeperingen op de "oude" nota gereageerd en
het is duidelijk dat met die adviezen goed
rekening is gehouden. Een duidelijk beeld wordt
geschetst van de wijze waarop de
materiaalkunde in het geheel van de industriële
activiteit functioneert. De toepassingsgerichte
aspecten krijgen meer aandacht in vergelijking
met de "oude" nota; daardoor is een
evenwichtiger beeld ontstaan. Onderkend wordt
dat niet alleen "nieuwe" materialen aandacht
verdienen, maar ook de doorlopende
ontwikkeling van "conventionele" materialen
dient gestimuleerd te worden. Aandacht wordt
geschonken aan de samenhang energie-
materiaal-milieu en de daarmee verbonden
materiaal-substitutie. De samenhang met
onderwijs wordt niet vergeten: zowel opleidingen
als bij- en na-scholing komen aan de orde,
alsmede gestructureerde kennis- en gegevens-
overdracht. Belangrijk is dat de Overheid
voornemens is, ter stimulering van een
samenhangend op toepassing gericht materiaal-
beleid, een "Adviesgroep Materialen" in het
leven te roepen. Hoewel in het vage blijft
hoeveel de Overheid voor dit alles overheeft,
komt het ons voor dat deze nota goede kansen
biedt om tot een in ons bestel passend
materiaalbeleid te komen en dat ons
bedrijfsleven, de onderzoek- en onderwijs-
instituten alsmede verenigingen van vakgenoten
hierop adequaat en een positief dienen te
reageren. Met name de bemanning van de
adviesgroep zal van groot belang zijn voor de
toekomstige inbreng van de materiaalkunde in
het geheel van de Nederlandse nijverheid.

Prof. Ir. P. Jongenburger,
vice-voorzitter