

7/07/79

Ir. B. VAN STEENBRUGGE* te Voorburg

12 MAART 1980

Inleiding

Wil lawaai beperking op de arbeidsplaats tot uitvoering komen dan zijn tenminste drie dingen nodig:

- een goed inzicht hoe nuttig en nodig de lawaai-bestrijding is;
- hoe de lawaai-belasting moet worden vastgesteld en welke voorzieningen tot lawaai-vermindering mogelijk zijn;
- een stimulerende, maar ook controlerende instantie om er voor te zorgen dat er ook werkelijk iets gebeurt.

Het gaat in dit artikel om de middelste van deze drie aspecten: de praktijk van de lawaai-bestrijding. Onderwerpen die besproken worden zijn: het meten van de lawaai-belasting van de betrokkenen en de metingen ter verkrijging van gegevens voor het treffen van geluidverminderende voorzieningen, welke uiteenlopende situaties van geluidbronnen zich in de praktijk voordoen, welke mogelijkheden tot lawaai-beperking er zijn bij de opzet van een bedrijfsruimte en bij de inrichting er van en wat aan de geluidbronnen zelf kan worden gedaan.

Op een aantal zaken zal niet worden ingegaan, zoals terminologie, begrippen als geluidisolatie, geluidabsorptie, dB, dB(A), equivalent geluidniveau enz.; deze begrippen worden bekend verondersteld. Ook het rekenen met decibels, soms een eenvoudige, soms een ingewikkelde optelsom, zal hier niet nader uiteen worden gezet. Desgewenst raadplege men hierover andere lectuur, bijv. de brochure 'Geluidhinder-geluidbewaking' (Ministerie Vomil) waarin ook veel informatie voorkomt over meten en beoordelen van geluid, invloed van geluid op de mens en over wettelijke en bestuurlijke aspecten.

De invloed van lawaai in de arbeidssituatie kan zich onder allerlei omstandigheden en op vele manieren doen gelden; het gaat hierbij beslist niet alleen om lawaai dat gehoorschade kan veroorzaken. Ook op lagere niveaus kan lawaai bij het werk verwerpelijk zijn, zij het op andere gronden; in die gevallen gaat het vaak meer om hinder, b.v. bij werk dat een zekere concentratie vereist, om storing bij de communicatie (gesprekken, vergaderingen, telefoongebruik) dan wel wegens vergrote kans op fouten of het niet tijdig opmerken van waarschuwingssignalen (zie ook *Bruggink* in dit supplement).

In principe is de problematiek in al deze gevallen gelijk. Men heeft steeds te maken met een beoordeling op basis van een op het desbetreffende aspect afgestemde grenswaarde, op metingen in de werksituatie, en ten behoeve van het ontwerpen van voorzieningen en op het ontwerpen daarvan op basis van de meetresultaten.

Als voorbeeld noemen we het complex van geluidproblemen dat zich kan voordoen in de arbeidssituatie

In dit artikel worden enkele kanten van de praktische lawaai-bestrijding belicht.

Er wordt beschreven welke metingen nodig zijn om de lawaai-belasting van de betrokkene vast te stellen en om de geluidbronnen op te sporen en te beschrijven.

Vervolgens worden de mogelijkheden tot geluidvermindering aangegeven, in het licht van de uiteenlopende situaties die zich in de praktijk kunnen voordoen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen ruimte-akoestische maatregelen en maatregelen aan de geluidbronnen zelf. Tenslotte wordt een voorbeeld besproken betreffende geluidverminderende maatregelen aan zaagbladen voor steenzaagmachines.

rond gegevensverwerkende apparatuur (computer-ruimten) waar op diverse plaatsen en verschillende niveaus geluid het werk en de mensen kan beïnvloeden.

Deze arbeidssituatie is tevens een goed voorbeeld van het optreden van andere problemen, fysieke (warmte, beeldschermen) en niet fysieke (bijv. betreffende de inhoud van het werk). Voor dergelijke situaties ontstaat meer en meer de overtuiging van de noodzaak van een meer geïntegreerde aanpak van de arbeidsomstandigheden, om te voorkomen dat met het opheffen van het ene euvel het andere ontstaat. Zoals het ons eens overkwam dat personeel in een bedrijf met o.m. veel lawaai er bezwaar tegen maakte dat daaraan iets werd gedaan omdat men vreesde daarna de loontoeslag voor ongunstige werkomstandigheden te verliezen.

Meten van lawaai-belasting

Om de individuele lawaai-belasting te kunnen vaststellen moet het geluidniveau ter plaatse van de betrokkene worden gemeten. De in de praktijk gebruikelijke meetgrootte is de dB(A). Er zijn hierbij enkele essentieel verschillende situaties te onderscheiden die elk hun eigen aanpak vereisen:

- de betrokkene heeft een vaste werkplek waar het geluidniveau constant is;
- als boven, echter met een niet constant, een fluctuerend niveau;
- de betrokkene heeft geen vast werkplek maar bevindt zich in een omgeving waar het geluidniveau overal hetzelfde is;
- als boven maar met een niet constant niveau

In het eerste en derde van de genoemde gevallen wordt uit een kortstondige meting ter plaatse, in combinatie met de lengte van de dagelijkse werktijd, de zogenaamde equivalente waarde van de lawaai-belasting gevonden. De gebruikelijke grenswaarden, eveneens in dB(A) gegeven, zijn gebaseerd op een dagelijkse verblijftijd van 8 uren. Bij een kortere verblijfs-

* Afdelingshoofd Industrielawaai bij de Technisch fysieke dienst TNO-TH te Delft

tijd mag de grenswaarde verhoogd worden en wel telkens met 3 dB(A) bij halvering van de tijd (zie ook *Lindeman* in dit supplement). In het tweede en vierde van de genoemde gevallen is de zaak ingewikkelder. Men moet hier het equivalente geluidniveau bepalen door een meting over langere tijd. Deze tijdsduur moet zodanig gekozen worden dat de voor de desbetreffende werksituatie typische variaties er volledig in voorkomen; soms is hiertoe een meting over de gehele werkdag nodig. Voor grotere series van directe en niet al te langdurige metingen wordt vaak gebruik gemaakt van bandopnamen. De banden worden naderhand geanalyseerd waarbij het equivalente geluidniveau kan worden bepaald maar waaruit ook een volledige frequentie-analyse mogelijk is. Met de Leq-meter is echter ook een directe meting over een willekeurig lange tijdsperiode mogelijk. In al deze gevallen gaat het om metingen op een vast punt. Bij betrokkenen zonder een vaste werkplek kan de lawaai-belasting gemeten worden met behulp van een zogenaamde dosimeter. Dit instrument wordt meegedragen en registreert voortdurend het geluidniveau als functie van de tijdsduur (zie ook *Lindeman*). Na verloop van de waarnemingsperiode, bijv. een geheel etmaal, wordt het apparaat uitgelezen met een speciaal instrument waarmee het equivalente geluidniveau over de meetperiode wordt verkregen. Wanneer sterk impulsieve geluiden aanwezig zijn, bijv. hameren bij staal constructiewerk, is de kans op gehoorschade extra groot. Op het equivalente geluidniveau moet dan een correctie worden toegepast alvorens dit met de grenswaarde te vergelijken. Volgens de desbetreffende ISO Standard R 1999 (1971) bedraagt deze correctie +10 dB(A).

Inmiddels is duidelijk geworden dat de noodzaak van deze correctie mede voortvloeit uit de omstandigheid dat in het verleden met de gebruikelijke meetinstrumenten vaak niet de juiste waarde van het equivalente geluidniveau werd gevonden, maar een te lage waarde. Met de nieuwere meetinstrumenten is het equivalente geluidniveau veel nauwkeuriger te meten; er zijn aanwijzingen dat daardoor de genoemde correctie niet meer nodig is.

Metingen ten behoeve van de lawaai-bestrijding

Voor het ontwerpen van geluidverminderende voorzieningen dient men ook over meetgegevens te kunnen beschikken. De metingen hiertoe gaan als regel verder dan de bepaling van het geluidniveau in dB(A).

Het kan hierbij gaan om het ontwerpen van ruimte-akoestische voorzieningen dan wel om lawaai-vermindering van de geluidbronnen zelf. In beide gevallen is het dan ook nodig te weten welke niveauverlaging moet worden nagestreefd; dit volgt uit de gemeten individuele lawaai-belasting in vergelijking met de ter plaatse geldende grenswaarde. Men weet dan wel de noodzakelijke niveaureductie in dB(A) maar zonder kennis van de frequentie-karakteristiek is een ontwerp van geluidverminderende voorzieningen niet goed mogelijk.

Het geluidonderzoek wordt daardoor gecompliceerder; er zijn echter nog andere factoren die hiertoe bijdragen. In de eerste plaats moet zomogelijk van alle belangrijke geluidbronnen de individuele bijdrage tot het totale geluidniveau in de desbetreffende

ruimte worden vastgesteld. Dit is nog vrij eenvoudig als alle bronnen afzonderlijk in bedrijf kunnen worden gesteld. Meestal echter is dit onmogelijk waardoor het onderzoek veel moeilijker wordt. Er moeten dan speciale meettechnieken worden toegepast om de bijdrage van afzonderlijke geluidbronnen vast te stellen. Bovendien zijn er vaak bijkomstige geluidbronnen: materiaaltransport, transport van producten, leidingen, hulpapparaten, die alle hun aandeel leveren in het totale geluidbeeld.

In de praktijk komt het er daarom vaak op neer dat in eerste instantie slechts een advies wordt opgesteld voor de belangrijkste geluidbronnen. De hiermee te bereiken niveaudaling is dan bij benadering bekend maar zal als regel geringer zijn dan wordt nagestreefd. Men moet het betrokken bedrijf dit wel duidelijk maken om te voorkomen dat het resultaat van deze 'eerste ronde' tegenvalt. Pas in een tweede, of zelfs mogelijk derde ronde kunnen de nog resterende geluidbronnen onderzocht worden. Naast het nadeel van een langdurig proces staat hiertegenover een groot voordeel: het advies kan voor elke fase veel nauwkeuriger zijn, er behoeft geen extra veiligheid te worden ingebouwd en de metingen, die ook in etappes worden uitgevoerd zijn eenvoudiger en daardoor ook minder kostbaar. Een en ander betekent dat het gehele proces zo optimaal mogelijk verloopt.

Lawaai-bestrijding aan de geluidbronnen zelf, machines, motoren, apparaten etc. is in de praktijk zelden mogelijk. Hiertoe moet namelijk een machine langdurig beschikbaar zijn voor onderzoek, ombouw, vervanging van onderdelen, aanpassing aan bedrijfsomstandigheden etc. Dit alles is niet mogelijk bij een machine die in een productieproces is opgenomen. De machine kan niet gemist worden, ieder uur productie-verlies telt. Ook kunnen problemen ontstaan met aanspraken op garanties in geval van wijzigingen. Dergelijk onderzoek wordt als regel bij de fabrikant uitgevoerd.

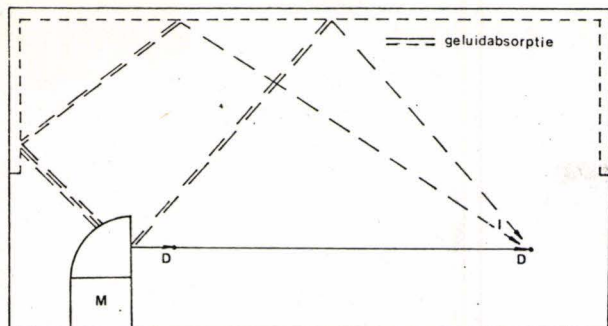
Aspecten van de indeling van bedrijfsruimten

De lawaaisituaties binnen bedrijfsruimten vertonen zeer grote verschillen. Deze verschillen betreffen niet alleen het niveau en de aard van de geluiden maar ook de plaatsafhankelijkheid.

Binnen een ruimte waarin slechts één dominante geluidbron aanwezig is zal dicht bij die bron het geluidniveau het hoogst zijn. Verwijdert men zich van de bron dan daalt het geluidniveau aanvankelijk vrij snel; men bevindt zich dan in het veld van het directe geluid. Op wat grotere afstand gaan de geluidreflecties tegen wanden, vloer en plafond een steeds grotere bijdrage tot het geluidniveau leveren; wanneer de afstand groot genoeg is – meestal reeds op enkele meters – overheerst dit indirecte geluid dusdanig dat bij verder toenemende afstand het geluidniveau constant tot vrijwel constant blijft. Bij dit laatste spelen grootte en vorm van de ruimte sterk mee (zie *Figuur 1*).

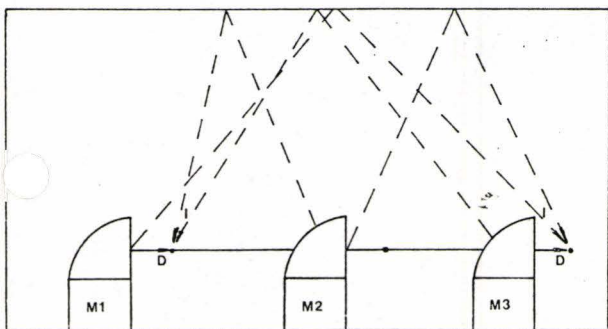
Het beeld wordt geheel anders wanneer meerdere dominante geluidbronnen aanwezig zijn die bovendien verschillende sterkte kunnen hebben (zie *Figuur 2*). Enkele typische situaties die men kan tegenkomen zijn:

- één overheersende geluidbron (bijv. een stenenpers in een betonfabriek),



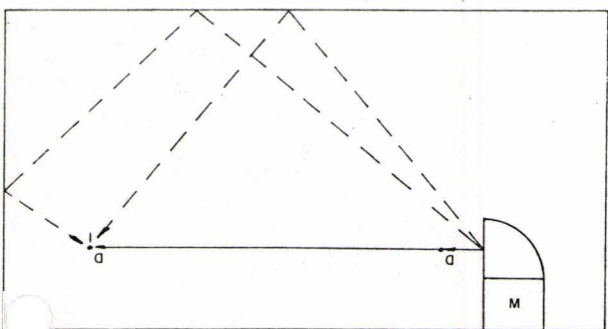
Het directe geluid bereikt de waarnemer zonder reflecties en is dicht bij de geluidbron overheersend. Het indirecte geluid ontstaat via één of meer reflecties; dit is op wat grotere afstand overheersend. De overgang ligt in de praktijk bij 1 à 2 m afstand van de bron.

Figuur 1. Direct en indirect geluid



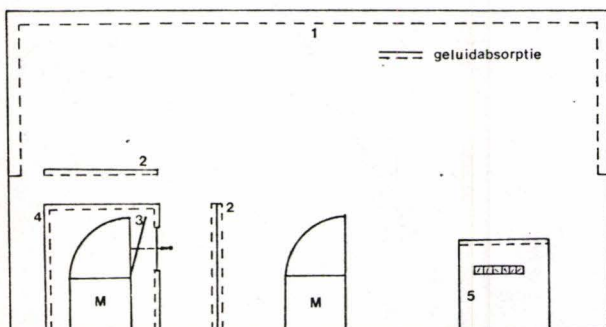
Bij aanwezigheid van meerdere machines treedt een meer gelijkmatige geluidverdeling op dan indien slechts één machine aanwezig is.

Figuur 2. Geluidverdeling bij meerdere machines



Door een geluidabsorberende bekleding van plafond en wanden wordt het niveau van het indirecte geluid lager. Het directe geluid wordt er niet door beïnvloed.

Figuur 3. Invloed van geluidabsorptie



- 1 geluidabsorberende bekleding
- 2 scherm naast en boven een machine
- 3 plaatselijk scherm aan een machine
- 4 omkasting
- 5 bedieningscabine

Figuur 4. Diverse ruimte-akoestische voorzieningen

- een groot aantal regelmatig verdeelde bronnen van gelijke sterkte (bijv. een weverij),
 - meerdere onregelmatig verspreide bronnen van verschillende sterkte (bijv. in een metaalwarenfabriek of staalconstructiebedrijf).
- Er zijn vele uitgangspunten bij het ontwerpen van een optimale indeling en opstelling van machines etc. in bedrijfsruimten. Niettemin is het nodig om ook het geluidaspect ernstig te laten meespreken; anders komt men vroeger of later voor niet meer op te lossen problemen te staan. Enkele belangrijke punten hierbij zijn:
- probeer bedrijfsonderdelen met sterk verschillende eigen geluidproductie ruimtelijk te scheiden (bijv. fabricage, controle, verpakking);
 - let hierbij ook op de aard van de werkzaamheden m.b.t. de behoefte aan rust, de noodzaak tot mondelinge communicatie etc.;
 - ontwerp de positie van machines t.o.v. elkaar zodanig dat niet de bedieningsplaats van de ene machine zich vlak bij een lawaaijige kant van een andere machine bevindt;
 - reserveer ruimte voor een omkasting (eventueel later aan te brengen);
 - kies de opstelling van hulpapparatuur zomogelijk buiten de ruimten waar zich personeel bevindt (luchtcompressor, aggregaten etc.);
 - overweeg het plaatsen van bedieningscabines (eventueel ruimte reserveren);
 - denk ook aan het lawaai van transportmiddelen (kranen, heftrucks).

Ruimte-akoestiek, overdrachtsbeperking

Uit de subjectieve indruk binnen een vertrek, b.v. binnen een woning vóór en na het aanbrengen van stoffering en meubilering, is het vrijwel iedereen bekend dat men de geluidssituatie binnen een ruimte kan beïnvloeden door ruimte-akoestische voorzieningen die overigens meer inhouden dan het aanbrengen van geluidabsorberende materialen tegen plafond en/of wanden (zie Figuur 3).

Vooraf zij opgemerkt dat men hiervan geen overdreven resultaten moet verwachten. Theoretisch levert iedere verdubbeling van het oppervlak aan geluidabsorptie, in dat deel van de ruimte waar het indirecte, gereflecteerde geluid overheerst (dus niet dicht bij de geluidbronnen) een daling met 3 dB van het geluidniveau. In de praktijk is het effect vaak groter, afhankelijk van vorm en afmetingen van de ruimte en de positie van het punt van waarneming t.o.v. de geluidbron. Anderzijds bereikt men bij het toevoegen van absorptie al gauw de grens van het praktisch mogelijke.

Bij het ontwerpen van ruimte-akoestische voorzieningen is het een belangrijke overweging of het gaat om het geluidniveau dicht bij de bron (bedieningsplaats) dus in het directe geluidveld dan wel om het geluidniveau op grotere afstand, dus in het indirecte veld. Zoals boven reeds is opgemerkt zijn voor verlaag van het geluidniveau dicht bij de bron voorzieningen nabij de machine nodig; daarvoor helpt geen geluidabsorberende plafond- of wandbekleding. In de onderstaande lijst geven we een aantal mogelijkheden van maatregelen met indicatie van eventuele

praktische problemen en een ruwe schatting van het te bereiken effect (zie *Figuur 4*).

Geluidabsorptie tegen wanden en plafond:

Er zijn hiervoor vele materialen beschikbaar, voor het plafond vormen zogenaamde baffles vaak een praktische oplossing. De kosten zijn als regel vrij hoog, er kunnen problemen optreden met verlichting, kranen, condensatie (tegen het dak) in vochtige ruimten, bacteriologische verontreiniging in de levensmiddelenindustrie. Het effect bedraagt maximaal 5 à 10 dB(A), echter alleen op grotere afstand van de bronnen.

Geluidabsorberende schermen tussen machines:

Ook hiervoor zijn praktische oplossingen kant en klaar te koop. Men kan ook denken aan schermen boven machines of combinatie met geluidabsorptie tegen het plafond. Het effect is naar schatting 5 à 10 dB(A) en dit treedt ook op wat kortere afstand op; echter niet binnen de schermen, dus bij bediening van de afgeschermd machine. Dergelijke schermen kunnen problemen geven bij transport, bij invoer van materialen en uitvoer van producten enz.

Locale afschermingen aan een machine:

Dergelijke schermen zijn dienstig om b.v. het geluidniveau op de bedieningsplaats te verlagen. Ze helpen alleen ter plaatse (effect naar schatting tot 5 dB(A)) en hebben vaak het bezwaar van belemmering van zicht op het werk, bereikbaarheid voor bediening en onderhoud. Het is echter vaak de enige mogelijkheid voor een bedieningsplaats dicht bij een machine.

Omkastings:

Een omkastings kan men beschouwen als een completering van afschermingen waarbij een algehele omsluiting van de machines ontstaat. Omkastings kunnen worden uitgevoerd in allerlei afmetingen, met deuren en ramen en geluidgedempte openingen voor de invoer van materialen en de uitvoer van producten. Ook hierbij treden problemen op met betrekking tot zicht op het werk, bereikbaarheid voor bediening en onderhoud enz. Men kan dit deels ondervangen door voldoende afmetingen en toegankelijkheid van de kast en door het naar buiten uitvoeren van bedienings- en controleorganen. Een goede kast is als regel vrij duur maar levert niveaureducties op tot 20 of 25 dB(A), al naar gelang de zorgvuldigheid van uitvoering. Bovendien is iedereen in de fabrieksruimte er mee gebaat.

Bedieningscabine:

In plaats van de machine kan men de mensen afschermen door het installeren van bedieningscabines. Ook hiermee is een niveauverlaging van 20 tot 25 dB(A) haalbaar, echter alleen voor de personen die zich binnen de cabine bevinden. Ook dergelijke cabines kunnen vrij kostbaar zijn, mede omdat men zal trachten de bediening van de machines binnen de cabine te concentreren. Bovendien kan de plaatsruimte een probleem zijn als men die niet tevoren heeft gereserveerd. Bekende voorbeelden van bedieningsruimten zijn elektrische centrales, gascompressorstations, bedrijfsonderdelen bij de proces industrie.

Gehoorbeschermers:

Deze voorzieningen vormen een aparte categorie; men moet ze eigenlijk beschouwen als 'laatste redmiddel' maar de omstandigheden maken het vaak noodzakelijk er naar te grijpen. Al naar gelang de soort: *kappen, dopjes, watjes*, zijn effecten van 10 tot 25 dB(A) bereikbaar (zie ook *Smoorenburg* in dit supplement). Een goede begeleiding bij het gebruik is gewenst en vanwege het goede voorbeeld moet men ze ook van 'hoog tot laag' gebruiken.

Uit het voorgaande – nog geenszins volledige – overzicht blijkt wel dat er vele mogelijkheden zijn. Een zorgvuldige afweging is dan ook in iedere situatie gewenst. Enkele aspecten hierbij zijn:

- aard van het bedrijf (veel of weinig mensen),
- typische problemen en mogelijkheden (aard van machines, transport).
- aard van het lawaai (niveau, frequentiesamenstelling),
- invloed op de mensen (omkastings, oorkappen),
- kosten.

Ten aanzien van diverse aspecten kan de leverancier van materialen, omkastings etc. vaak nuttige informatie verschaffen. Bij wat moeilijker problemen loont het echter doorgaans een geluiddeskundige te hulp te roepen. Als deze z'n werk goed doet verdient hij meestal z'n honorarium door een goede besteding van de te maken kosten en het voorkomen van nutteloze uitgaven.

Onder voorzieningen tegen geluid wordt vaak ook het verend opstellen van machines gerangschikt. Voor vermindering van lawaai op de arbeidsplaats is dit echter meestal van ondergeschikt belang. Een verende opstelling vermindert de overdracht van trillingen naar de vloer en daarmee de geluidoverdracht naar aangrenzende ruimten. Op het geluidniveau in de ruimte waar de machine staat opgesteld heeft dit als regel geen noemenswaardig effect.

Wij zullen de toepassing van veren hier verder onbesproken laten.

Lawaai bestrijding aan machines

Het bestrijden van lawaai bij de bron wordt niet voor niets telkens weer genoemd als eerste mogelijkheid. Immers, men dient er alle aanwezigen mee in de ruimte waar de machine staat en houdt de grootst mogelijke vrijheid bij de inrichting van de werkplaats. Uit het voorgaande is bovendien gebleken dat het verlagen van het geluidniveau op korte afstand vaak de moeilijkste opgave is; ook dit probleem wordt opgelost indien de geluidproductie van de bron voldoende wordt beperkt.

Een goede poging tot lawaai vermindering van een machine dient te worden voorafgegaan en vergezeld van zorgvuldig geluidonderzoek. Hierbij moet niet alleen de totale geluidproductie worden gemeten maar tevens van elke belangrijke deelgeluidbron de bijdrage op de totale geluidproductie worden bepaald. Dit is een moeizaam proces van zorgvuldig uitkeiende keuze van meetplaatsen, meet- en analyse technieken waarbij ook trillingmetingen een belangrijk hulpmiddel zijn. Evenals bij geluidonderzoek in een ruimte met meerdere verschillende geluidbronnen zal vaak een stap voor stap benadering nodig zijn waarbij telkens de sterkste geluidproducerende on-

derdelen worden aangepakt. Het proces is moeilijker dan bij geluidonderzoek in een ruimte omdat de individuele geluidbronnen minder gemakkelijk apart in bedrijf gesteld kunnen worden terwijl ze door geringe onderlinge afstand moeilijk gescheiden te meten zijn. Bovendien zullen verschillende machinedelen elkaar bij hun geluidproductie onderling kunnen beïnvloeden. Een belangrijk onderscheid hierbij is of het gaat om min of meer bijkomstige geluidbronnen zoals motoren, ventilatoren, luchtkanalen en luchtuitstroombopeningen, lagers, assen, geleiders, stootnokken, trillende platen enz. die met het eigenlijke proces niet te maken hebben dan wel geluidbronnen die direct met het proces samenhangen, zoals ontsteking bij motoren, slaggevoerdheid bij persen, slijpstenen, cirkelzagen, fraisen, walsen enz.

Er zijn diverse voor de praktijk bruikbare mogelijkheden om geluidproductie, geluidvoortplanting en geluidafstraling te verminderen; hieronder noemen we een aantal, onvolledig en zonder veel commentaar:

- andere materiaalkeuze (gietijzer i.p.v. gietstaal),
- andere vormgeving (luchtkanalen),
- bekleding van slagvlakken en nokken (rubber, kunststof),
- verstevigingen (bij grote vlakken, verleggen van eigenfrequenties),
- betere afwerking (bramen in leidingen),
- verandering van toerentallen (ter vermindering van resonanties),
- beperking van afstraling door gebruik van geperforeerde platen,
- behandeling van platen met trillingdempende materialen,
- toepassing van veren, manchetten en slangen ter vermindering van trillingoverdracht,
- betere bewerking van machine-onderdelen (tandwielen),
- geleidelijke i.p.v. abrupte processen (schuine veranderingen, schuine beitelstand bij schaafbanken),
- verbetering van nozzles (meerdere kleine gaten i.p.v. een groot gat),
- toepassing van geluidabsorptiemateriaal (binnen kastdelen van machines, in luchtkanalen).

Is belangrijk dat gebruikers van machines bij de fabrikanten aandringen op vermindering van geluid van hun producten en duidelijk maken dat dit bij de aanschaf van nieuwe machines een wezenlijk punt van overweging is. Men kan daarbij bedenken dat de eventuele meerkosten deels of wellicht zelfs geheel worden bespaard op andere voorzieningen. Onder deze omstandigheden zal ook de fabrikant gemotiveerd zijn om zich de moeite en de kosten te getroosten van het vervaardigen van een stiller product.

Voor diegenen die zich verder willen verdiepen in de mogelijkheden van lawaai bestrijding aan machines zijn er diverse publicaties ter bestudering: VDI-Richtlijnen (1978), de boekjes van Heckl (1975) en Schmidt (1974), het boekje Richtlijnen voor de bestrijding van industrieel lawaai (1972) en een soortgelijke, uitgebreidere Zweedse brochure (Stockholm 1977).

Voorbeeld

Schrijvend over lawaai bestrijding in de praktijk zou het een slechte zaak zijn niet verder te komen dan 'hoe

het zou kunnen'. Al de in het voorgaande opgesomde raadgevingen zijn - door ons en anderen - veelvuldig in praktijk gebracht en effectief bevonden.

Als bewijs daarvan geven wij enkele bijzonderheden omtrent een geluidonderzoek aan steenzagen, erkende lawaaimakers, dat door ons is uitgevoerd in opdracht van Johan Beisterveld en Zn te Utrecht; deze heeft ons ook toestemming gegeven enkele resultaten te publiceren.

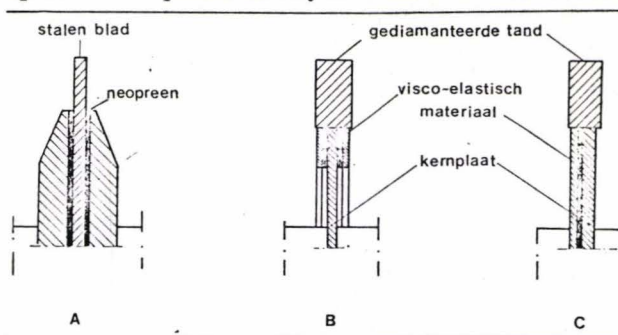
Cirkelzagen, zoals o.m. voor hout en steen worden toegepast, stralen een overwegend hoogfrequent snerpnd geluid af door trillingen die zowel tijdens vrijloop als tijdens zagen in het zaagblad ontstaan. Het geluidniveau kan op enkele meters afstand tot 110 dB(A) oplopen met sterke fluittonen in het frequentiegebied van 2000 tot 8000 Hz.

Er zijn verschillende methoden bekend om de trillingen in de zaagbladen te verminderen, afhankelijk van het soort zaagblad. *Figuur 5* geeft hiervan enkele voorbeelden. We beperken ons thans tot het geval waar het gaat om een zaagtype waarbij op een kernplaat een gediamanteerde tandkrans is aangebracht. De trillingen worden bij dit type zaagblad in hoofdzaak afgestraald door de kernplaat. Bij de proef is deze kernplaat dubbel uitgevoerd door twee platen van verschillende dikte d.m.v. een visco-elastische laag tegen elkaar te bevestigen.

Tevens is de invloed van het toerental op de geluidproductie onderzocht. Halvering van het toerental leverde een aanmerkelijke niveaudaling terwijl het gebruik van de zaag er niet ongunstig door werd beïnvloed. In *Figuur 6* en *7* zijn geluidspectra vergeleken van een zaag met een normale enkele kernplaat en van een met een dubbele, trillinggedempte kernplaat, bij vrijloop en tijdens zagen van leisteel. *Figuur 8* toont geluidspectra van een zaagblad met een dubbele kernplaat bij twee toerentallen, tijdens zagen van kwartsiet. De demping van de kernplaat resulteert in een niveaudaling van 10 dB(A), de toerentalverlaging levert een daling van 6 dB(A). Op de bedieningsplaats van de zaagmachine, waar de metingen zijn uitgevoerd, daalde het geluidniveau van 100 naar 84 dB (A).

Besluit

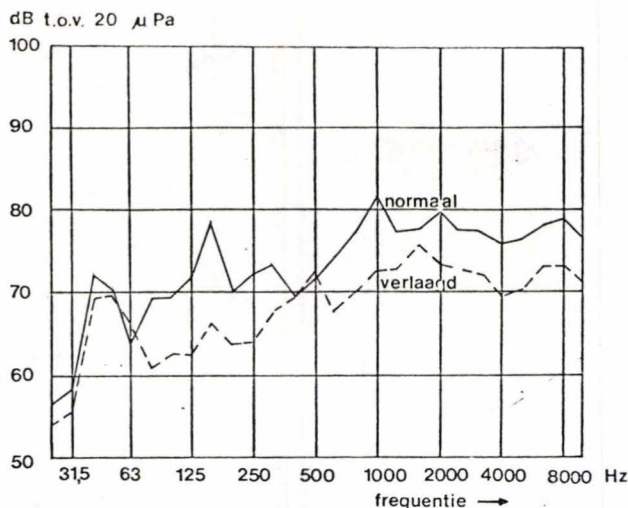
Tot besluit willen we nog twee opmerkingen maken. In het voorgaande is er op gewezen dat veel van de mogelijke voorzieningen ter beperking van het geluid op de arbeidsplaats de vrijheid van handelen van het



- A inklemming van stalen blad tussen schijven
- B dempende ringen tegen kernplaat van zaagblad met diamantkrans
- C dubbel uitgevoerde kernplaat bij zaagblad met diamantkrans

Figuur 5. Trillingdemping van zaagbladen

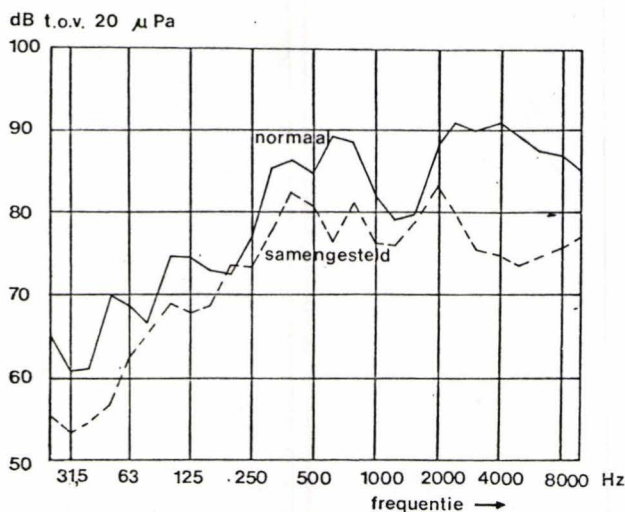
geluidrukniveau in tertsbanden



Geluidsspectra op 2,6 m afstand (bedieningsplaats) van een diamantzaag met enkele en dubbele kernplaat met visco-elastische tussenlaag; machine in vrijloop

Figuur 6. Invloed van dubbele kernplaat

geluidrukniveau in tertsbanden



Geluidsspectra op 2,6 m afstand (bedieningsplaats) van een diamantzaag met enkele en dubbele kernplaat met visco-elastische tussenlaag, tijdens zagen van leisteen 'Olaf'

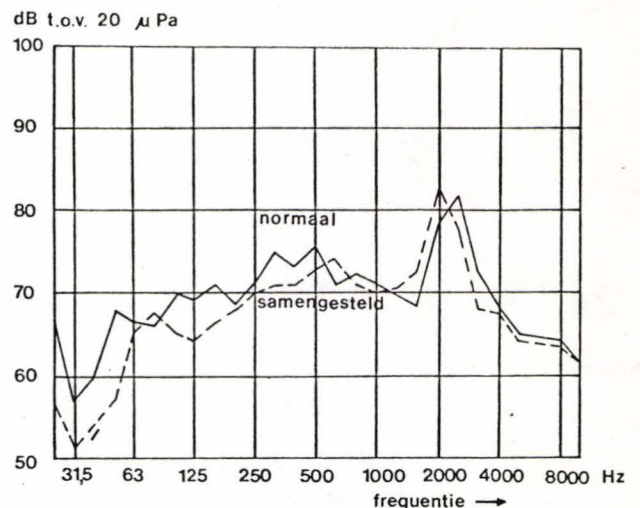
Figuur 7. Invloed dubbele kernplaat

personeel bij bediening en onderhoud beïnvloeden. Alleen al om deze reden is het aan te raden 'de man aan de machine' bij het uitwerken van de plannen te betrekken. Het zou verder de eerste keer niet zijn dat een geluidsscherm of een oorkap reeds na korte tijd ongebruikt naast de machine werd aangetroffen. Dit kan mede het gevolg zijn van onbehagen, ontstaan in een sfeer van voorzieningen zonder overleg die niet begrepen worden maar wel als lastig en overbodig worden ervaren.

Wanneer de man in kwestie er bij geraadpleegd was, hem de zaak goed was uitgelegd en hij de gelegenheid had gekregen mee te denken bij het zoeken naar de meest aanvaardbare oplossing, zou er ongetwijfeld minder weerstand zijn geweest. Gelukkig tendert de nieuwe Arbeidsomstandighedenwet in deze richting en dat is zeker toe te juichen.

De tweede opmerking houdt hier nauw verband mee. Er zijn voorzieningen die wellicht een geluidpro-

geluidrukniveau in tertsbanden



Geluidsspectra op 2,6 m afstand (bedieningsplaats) van een diamantzaag bij normaal (2800 omw./min.) en verlaagd toerental (1400 omw./min.) tijdens zagen van kwartsiet 'Safari'

Figuur 8. Invloed toerental

bleem oplossen maar een ander probleem scheppen, of omgekeerd: b.v. een geluidsscherm waardoor de bediening van een machine moeilijker wordt, een wijziging aan een machine die het werktempo en daarmee wellicht het tarief nadelig beïnvloedt, een geluidsdemper op een stuk handgereedschap waardoor het gewicht toeneemt, een ventilator die het klimaat verbetert maar extra geluid aanbrengt.

Het is duidelijk dat in deze gevallen een wat men noemt geïntegreerde aanpak van de werksituatie nodig is, dat mensen uit verschillende disciplines zich eens over het probleem buigen.

Als medewerker van een TNO-Instituut kan ik vermelden dat bij TNO een ontwikkeling gaande is om tot een dergelijke geïntegreerde aanpak van arbeidssituaties te komen. Dit komt neer op een bundeling van de expertise in de aandachtsgebieden waar reeds onderzoek en advies plaats heeft en een uitbouw op die gebieden die niet of niet voldoende bestreken worden. Op deze wijze wordt getracht te bereiken dat, bij één centrale ingang binnen TNO, toch een meeromvattende benadering kan plaats hebben van problemen waarbij dit nodig is.

Summary

Industrial noise abatement

This article deals with noise abatement in practice. Special attention has been paid to the following subjects:

- measurements to determine the noise situation in the working area and to identify the noise sources involved;
- evaluation of the possible measures to reduce the noise level in the reverberant sound field;
- summary of the possibilities to reduce the noise emission of the various machines, illustrated with an example.

Literatuur

Buller bekämpning. Arbetskyddsfonden, Stockholm 1977
Geluidhinder - geluidbewaking, Rapport samengesteld ten behoeve van de deelnemers aan de cursus 'Geluidbewaking'. Ministerie van volksgezondheid en milieuhygiëne, Leidschendam
Heckl, M., Lärmarm konstruieren-Bestandsaufnahme bekannter Masnahmen; Forschungsbericht Nr 135. Im Auftrag des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung, Dortmund 1975

ISO Standard R 1999, Assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes. Mei 1971
Richtlijnen voor de bestrijding van industrieel lawaai. Gezondheidsorganisatie TNO, Commissie voor arbeidsgeneeskundig onderzoek, Den Haag 1972

Schmidt, K. P., Lärmarm konstruieren-Beispiele für die Praxis; Forschungsbericht Nr 129. Im Auftrag des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung, Dortmund 1974
VDI-Richtlinien 3720, Lärmarm Konstruieren, Entwurf, Blatt 1 Oktober 1975, Blatt 2 Juli 1977, Blatt 3 April 1978
