

Ser. 4

S 113

2^e ex.

SZW

Ministerie van Sociale Zaken
en Werkgelegenheid

Arbeidsomstandigheden in de — metaalindustrie

Overzicht van de voornaamste knelpunten wat
betreft de blootstelling aan geluid, trillingen,
gassen, dampen en stof

— **S 113**

Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden



NIA0044008

Arbeidsomstandigheden in de metaalindustrie

Overzicht van de voornaamste knelpunten wat betreft de blootstelling aan geluid, trillingen, gassen, dampen en stof

P.F.M. Beumer (NIPG/TNO, Leiden)
J.H.M.M. Musson (NIA, Amsterdam)

Nederlands Instituut voor
Arbeidsomstandigheden NIA
bibliotheek-documentatie-informatie
De Boelelaan 32, Amsterdam-Buitenveldert

ISN-nr.
plaats
datum

5837
Ser. H S 113 (2^e ex.)

06 MEI 1991

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van het
Directoraat-Generaal van de Arbeid door het
Nederlands Instituut voor Praeventieve
Gezondheidszorg TNO

april 1991

CIP-gegevens Koninklijke Bibliotheek, Den Haag

Beumer, P.F.M.

Arbeidsomstandigheden in de metaalindustrie: overzicht van de voornaamste knelpunten wat betreft de blootstelling aan geluid, trillingen, gassen, dampen en stof/P.F.M. Beumer, J.H.M.M. Musson. - Den Haag: Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. - Ill. - ([Studie]/Directoraat-Generaal van de Arbeid, [Arbeidsinspectie], ISSN 0921-9218; S 113)
Een studie uitgevoerd in opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid door het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO, in samenwerking met het Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden.
- NIPG-publikatienummer 91005. -

Met lit. opg.

ISBN 90-5307-159-8

Trefw.: arbeidsomstandigheden; metaalindustrie.

INHOUD

pagina

1. INLEIDING	1
1.1 Vooraf	1
1.2 Selectie van al dan niet opnemen	3
1.3 Beoordeling	3
1.3.1 Algemeen	3
1.3.2 Geluid	3
1.3.3 Trillingen	5
1.3.3.1 Handarmtrillingen	5
1.3.3.2 Lichaamstrillingen	6
1.3.4 Gassen, dampen en stof	7
1.4 Algemene informatie over maatregelen	9
1.4.1 Algemeen	9
1.4.1.1 Meerdere bronnen	9
1.4.1.2 Arbeidshygiënische strategie	9
1.4.1.3 Taakroulatie	10
1.4.2 Geluid	11
1.4.2.1 Werkcabines en omkastingen (geluid, toxisch)	11
1.4.2.2 Geluidschermen	12
1.4.2.3 Geluidabsorberend plafond	13
1.4.3 Trillingen	14
1.4.3.1 Het isoleren van mechanische trillingen	14
1.4.3.2 Luchtgeveerde stoelen en afgeveerde cabines	18
1.4.3.3 Handschoenen en handvatten	19
1.4.3.4 Oplossingen door keuzen in het ontwerpproces	20
1.4.3.5 Beoordelings- en besturingsproblemen	25
1.4.3.6 Effecten van de verschillende soorten oplossingen	26

	pagina
1.4.4 Toxische blootstelling	26
1.4.4.1 Afzuiging	26
1.4.4.2 Ventilatie	26
1.4.4.3 Persoonlijke beschermingsmiddelen	27
1.5 Basismetaalindustrie en metaalproduktenindustrie	28
2. ALGEMEEN	31
2.1 Onderhoudswerk	31
2.2 Intern transport	35
2.2.1 Kraantransport (cabinebediening)	35
2.2.2 Chauffeurs van intern grondtransport	40
2.3 Veel voorkomende bronnen	44
2.3.1 Vrijkomende perslucht	44
2.3.2 Werkstukgeluid	45
3. VOORBEWERKING	47
3.1 Produktie van staal	47
3.1.1 Ovens	47
3.1.2 Walserij	49
4. VORMGEVING	51
4.1 Verspanende bewerkingen	51
4.1.1 Zagen	51
4.1.2 Slijpen	53
4.1.3 Draaien	57
4.1.4 Fresen	59
4.2 Gieterijen	59

	pagina
4.2.1 Ovenwerker	59
4.2.2 Modelmakers (houten modellen)	62
4.2.3 Kernmakers	62
4.2.4 Vormmakers	64
4.2.5 Modelmakers (kunststof mallen)	66
4.2.6 Poetserij	67
4.3 Handmatig richten	69
4.4 Pers- en stansmachines	71
4.5 Overige technieken	73
4.6 Snij- en koelvloeistoffen	74
 5. CONSTRUCTIE EN MONTAGE	 77
5.1 Lassen	77
5.2 Klinken	82
5.3 Moeren bevestigen	83
5.4 Lijmen van metaal	85
5.5 Overige bronnen	87
5.5.1 Trilvoeders	87
5.5.2 Vallen van onderdelen	88
 6. AFWERKEN	 90
6.1 Oppervlak reinigen	90
6.1.1 Gritstralen	90
6.1.2 Reinigen	92
6.2 Oppervlaktebehandelingen	93
6.2.1 Harden	93
6.2.2 Galvaniseren	95
6.2.3 Metaalspuiten	96
6.2.4 Emailleren	97
6.2.5 Verven	99
6.2.6 Coatings	101

	pagina
7. SPECIFIEKE BEDRIJFSTAKKEN	103
7.1 Stalen buizenindustrie	103
7.2 Draadtrekkerijen	105
7.3 Non-ferro metaalindustrie	106
7.4 Grofsmederijen, stamp- en persbedrijven	108
7.5 Constructiewerkplaatsen	108
8. ARBEIDSVRIENDELIJKE PRODUKTIEMIDDELEN	111
8.1 Inleiding	111
8.2 Opzet van het onderzoek	111
8.2.1 Inleiding	111
8.2.2 Keuze bedrijfstak en produktiemiddelen	112
8.2.3 Opzet en uitvoering interviews	113
8.2.3.1 Keuze respondenten	113
8.2.3.2 Inhoud interviews	113
8.2.3.3 Uitvoering	114
8.2.4 Produktinformatie	115
8.3 Resultaten	116
8.3.1 Produktinformatie	116
8.3.2 Interviews leveranciers	116
8.3.3 Interviews afnemers	117
8.3.4 Discussie	118
8.4 Conclusies	119
LITERATUUR	121
BIJLAGEN	129

1. INLEIDING

1.1 Vooraf

In dit rapport zijn de bevindingen weergegeven van een literatuuronderzoek naar de arbeidsomstandigheden in de metaalindustrie. Het doel van het onderzoek is een inventarisatie van de voornaamste knelpunten. De inventarisatie is beperkt tot geluid, trillingen en blootstelling aan gassen, dampen en stof.

De informatie over de knelpunten op het gebied van trillingen is voor een belangrijk deel aangeleverd door Y. Musson, hoofdstuk 8 is opgesteld door J. Mossink en de rest van het rapport door P. Beumer. De informatie, die in de literatuur is gevonden, is zoveel mogelijk aangevuld met parate informatie van de auteurs, op basis van hun ervaring met het betreffende onderwerp.

Algemeen

De schrijvers zijn zich bewust dat een dergelijk overzicht van de voornaamste knelpunten in de metaalindustrie niet het stempel van volledigheid toekomt. De literatuurstudie is beperkt gebleven tot de belangrijkste publikaties, op grond waarvan wordt aangenomen dat de meeste problemen zijn gedekt. Hiaten in de informatie komen vooral voort uit de grote diversiteit in arbeidssituaties: de verschillen tussen grote en kleine bedrijven, tussen relatief moderne en relatief oudere bedrijven, tussen kleine en grote werkstukken. Daarnaast is het zo dat in de literatuur van een groot aantal problemen weinig of geen m.n. kwantitatieve informatie in de literatuur is te vinden. Door het verwerken van het commentaar van een aantal sleutelinformanten op een concept-versie zijn de genoemde beperkingen van dit overzicht zo veel mogelijk ondervangen.

Kwantitatieve informatie

Een belangrijk deel van de hier opgenomen informatie over intensiteiten (niveaus e.d.) is gebaseerd op incidentele situaties. Bij het generaliseren van dergelijke informatie is zoveel mogelijk voorzichtigheid betracht.

Mogelijke maatregelen

De weergegeven verbeteringsmogelijkheden zijn de voornaamste mogelijkheden die in de literatuur zijn genoemd. Uiteraard staat niet zonder meer vast dat ze zinvol zijn in ogenschijnlijk vergelijkbare situaties. Voordat ze in andere situaties worden toegepast is vaak in ieder geval enige aanpassing nodig.

Trillingen

De presentatie van de informatie over trillingsproblematiek is enigszins afwijkend: over de verbeteringsmogelijkheden is (vergeleken met geluids- en toxische problemen) relatief de meeste informatie te vinden in het algemene deel (par. 1.4.3). Voor de andere aspecten is de meeste informatie over de verbeteringsmogelijkheden te vinden bij het betreffende knelpunt. De voornaamste reden voor deze afwijkende presentatievorm is dat vooral voor trillingen anders te vaak herhaling van informatie zou plaatsvinden. Een andere belangrijke reden hiervoor is dat relatief weinig informatie is gevonden over specifieke trillingsproblemen en over de specifieke oplossingsmogelijkheden die daarvoor gelden. Een gevolg hiervan is wel dat voor een juist begrip van de informatie per knelpunt (hoofdstuk 2 en verder) het algemene deel (hoofdstuk 1) als bekend moet worden verondersteld.

Aanvullend onderzoek

Gezien de beperkingen van een literatuurstudie zoals deze (zie algemeen) is ons inziens aanvulling met praktijkervaringen zinvol. Hierbij denken we aan het inventariseren van praktijkervaringen van arbo-deskundigen zoals arbeidshygiënisten, ergonomen en veiligheidskundigen. Dit kan een belangrijke aanvulling geven van kwantitatieve informatie over de blootstelling en van informatie over de praktische haalbaarheid van maatregelen.

1.2 Selectie van al dan niet opnemen

Het voorliggend rapport bevat een overzicht van de voornaamste knelpunten bij de blootstelling aan geluid, trillingen en gassen, dampen en stof in de metaalsector. De keus om een bepaalde belastende situatie in het overzicht op te nemen is in de eerste plaats gebaseerd op twee overwegingen:

- aantal mensen dat er aan blootgesteld is,
- niveaus, m.n. de kans op blijvende gezondheidseffecten.

Bedoelde kwantitatieve informatie over deze twee aspecten is beperkt in de geraadpleegde literatuur te vinden. Het zelf verzamelen van die informatie in de praktijk maakt geen deel uit van de opdracht. Daarom is de wijze van selecteren voor een deel die van een "educated guess", die middels de commentaarronde bij sleutelinformanten nader getoetst wordt.

1.3 Beoordeling

1.3.1 Algemeen

Voor een selectie van welke belastende situaties wel en niet in het overzicht zijn opgenomen heeft centraal gestaan de kans op nadelige gezondheidseffecten door die blootstelling. Dit houdt met name in dat hinderlijke situaties, die geen kans op nadelige gezondheidseffecten met zich meebrengen, in principe buiten het overzicht zijn gebleven.

1.3.2 Geluid

Mogelijke gezondheidseffecten

Blootstelling aan lawaai kan leiden tot gehoorschade. Bij gemiddelde geluidsniveaus op de arbeidsplaats boven 80 dB(A) loopt men kans op den duur gehoorschade op te lopen. Andere mogelijke gezondheidseffecten van lawaai tijdens het

werk zijn vooral stressachtige verschijnselen, zoals hinder, verhoogde bloeddruk, slechtere nachtrust, e.d. Dergelijke, vaak reversibele verschijnselen kunnen over het algemeen bij aanzienlijk lagere geluidniveaus optreden (globaal boven 60 dB(A)).

Richtlijnen

De voornaamste richtlijn voor de beoordeling van lawaai op de arbeidsplaats is de wettelijke bepaling op dit punt. Deze komt globaal neer op het volgende [Iping, 1987]:

- gemiddelde geluidniveaus boven 80 dB(A) kunnen schadelijk zijn voor het gehoor. De werkgever is verplicht boven deze grens afdoende gehoorbeschermingsmiddelen ter beschikking te stellen,
- bij gemiddelde geluidniveaus boven 85 dB(A) wordt de werkgever geacht geluidreducerende maatregelen te treffen, voorzover dit redelijkerwijs vergd kan worden,
- bij gemiddelde geluidniveaus boven 90 dB(A) is de werknemer verplicht gehoorbeschermingsmiddelen te gebruiken.

Situaties in het overzicht

Bij de afweging om een situatie wel of niet op te nemen in dit rapport is uitgegaan van een gemiddeld geluidsniveau tijdens de werkdag, uitgedrukt in dB(A). Als het daggemiddelde boven 80 dB(A) is, is de situatie in principe opgenomen (tenzij de situatie op zeer beperkte schaal voorkomt). Als het gemiddeld geluidsniveau tijdens een werkzaamheid duidelijk boven 80 dB(A) is en waarschijnlijk is dat het daggemiddelde ook boven 80 dB(A) kan zijn, is de situatie ook opgenomen. Er is van afgezien ook situaties met niveaus tussen 60 en 80 dB(A) op te nemen, omdat dan grofweg vrijwel alle produktieruimtes in de metaalindustrie in het overzicht zouden voorkomen en het onderscheid tussen ernstige en minder ernstige situaties verdwenen is.

1.3.3 Trillingen

1.3.3.1 Handarmtrillingen

Mogelijke gezondheidseffecten

Het bekendste gezondheidseffect is het ontstaan van het 'Hand-arm vibration' syndroom. Het 'HAV' vormt een resultaat van perifere vaataandoeningen en perifere zenuwaandoeningen. Andere gezondheidseffecten die in de literatuur worden genoemd zijn verminderde spierkracht, pijn en stijfheid in spieren, afwijkingen aan botten en gewrichten en een aantal algemene klachten [Musson, 1988].

Richtlijnen

In Nederland bestaan nog geen wettelijke grenzen of advieswaarden voor trillingsbelasting. Door de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVVA) is een voorstel ontwikkeld voor grenswaarden [NVVA, 1988]. Als uitgangspunt wordt daarin voor een dagelijkse blootstellingsduur van 4 uur een grenswaarde van 3 m/s^2 gehanteerd. Bij deze grenswaarde wordt dan toegestaan dat 10 % van de populatie na 10 jaar symptomen van witte vingers krijgt. Om een absolute limiet te stellen ongeacht de blootstellingsduur wordt een maximaal toelaatbare waarde aanbevolen van 10 m/s^2 . Deze grenswaarden zijn bij langdurige blootstelling geen veilige grens, waaronder geen gezondheidseffecten zijn te verwachten. Lichtere stadia van witte vingers zullen kunnen optreden. Voor andere mogelijke gezondheidseffecten ontbreken dosis-effect relaties, zodat het niet mogelijk is veilige grenswaarden hiervoor aan te geven. Brammer [1982] geeft als veilige grens 1 m/s^2 aan.

De Nederlandse overheid heeft onlangs ook voorstellen gedaan voor richtlijnen [Iping, 1989]. De in het beleidsvoornemen genoemde grenswaarden hebben betrekking op een effectieve dagelijkse blootstelling van 4 uur. Deze voorstellen voor richtlijnen komen neer op het volgende:

- gezondheidsgrens van $1,5 \text{ m/s}^2$. Dit is in feite een streefwaarde.
- actiegrens van 3 m/s^2 . Hierboven dient een werkgever - voorzover dat redelijkerwijs kan worden verlangd - maatregelen te nemen om het trillingsniveau op of onder 3 m/s^2 te brengen. Wanneer technische maatregelen niet mogelijk zijn dient de werkgever over te gaan op organisatorische maatregelen in de vorm van verkorting van de blootstellingsduur.

Zoals uit de toelichting op het voorstel van de NVVA moge blijken is ook de door de overheid voorgestelde actiegrens geen veilige grens: onder die grens zijn nog steeds gezondheidseffecten mogelijk, zeker bij zeer langdurige blootstelling.

Situaties in het overzicht

Als centrale beoordelingsgrootte wordt in principe uitgegaan van het zgn. 4-uurs equivalent gewogen versnellingsniveau. Deze waarde kan worden berekend uit de gewogen effectieve versnelling gedurende de blootstelling en uit de blootstellingsduur per dag (zie bijlage 1). Als grenswaarde die hier wordt gehanteerd voor het al dan niet opnemen van een situatie in het overzicht wordt uitgegaan van de gezondheidsgrens van $1,5 \text{ m/s}^2$, zoals weergegeven in de ontwerp-richtlijn van de overheid [Iping, 1989].

1.3.3.2 Lichaamstrillingen

Mogelijke gezondheidseffecten

In volgorde van toenemende intensiteit kunnen trillingen aanleiding geven tot verminderd comfort, vermoeidheid, en tenslotte (acute) gezondheidsschade. De gezondheidseffecten kunnen zeer divers zijn, m.n. klachten aan spieren, gewrichten en ingewanden, hoofdpijn en beïnvloeding van de bloedsomloop. In de literatuur wordt vooral melding gemaakt van klachten en aandoeningen aan de wervelkolom en aan het maagdarmkanaal [Musson, 1986].

Richtlijnen

Door de Nederlandse overheid zijn voorstellen gepresenteerd voor richtlijnen [Iping, 1989]. Dit beleidsvoornemen komt globaal neer op het volgende:

- gezondheidsgrens $0,25 \text{ m/s}^2$. Dit is in feite een streefwaarde. Deze waarde komt overeen met de waarde die in een ontwerp-richtlijn van de EEG voorkomt voor fabrikanten van trillende machines en gereedschappen.
- actiegrens $0,5 \text{ m/s}^2$. Boven deze waarde zijn maatregelen noodzakelijk, analoog aan de ontwerp-richtlijn voor handarmtrillingen. De actiegrens is geen absoluut veilige grens, waarbeneden gezondheidseffecten zeker voorkomen worden.

De waarden gelden voor een 8-urige blootstelling per dag. Bij korter durende blootstelling gelden overeenkomstig de rekenregels van de ISO hogere grenswaarden.

Situaties in het overzicht

Als grenswaarde voor het al dan niet opnemen in het rapport is uitgegaan van de gezondheidsgrens van $0,25 \text{ m/s}^2$, zoals aangegeven in de ontwerp-richtlijn van de overheid.

1.3.4 Gassen, dampen en stof

Mogelijke gezondheidseffecten

De gezondheidseffecten, die mensen kunnen ondervinden als gevolg van blootstelling aan gassen, dampen en stof, zijn zeer divers. Ze hangen met name af van de volgende aspecten:

- chemische samenstelling van de blootstelling,
- deeltjesgrootte (bij stof),
- andere belastingsvormen, zowel tijdens als voor en na de blootstelling (hitte, fysieke inspanning, roken),
- intensiteit van blootstelling (concentratie en tijdsduur),
- gezondheid,

- inwerkingsweg op het lichaam (via de ademhaling, via de huid, via de ogen of via de spijsvertering).

Mede door de boven aangegeven diversiteit aan medebepalende invloeden kunnen de gezondheidseffecten ook sterk uiteenlopen. Een relevant onderscheid voor de effecten is: [Arbojaarboek, 1989]:

- acute effecten, bereiken vaak binnen enkele minuten na de blootstelling hun hoogtepunt en zijn vaak omkeerbaar. Ook mogelijk is dat de effecten met enige vertragingstijd optreden, bijv. enige uren na de blootstelling.
- chronische effecten, door langdurige of herhaaldelijke blootstelling. Dergelijke effecten nemen na beëindiging van de blootstelling meestal niet of zeer langzaam in sterkte af.

Grenswaarden voor beoordeling

Voor de beoordeling staan de zgn MAC-waarden van de stoffen centraal. De MAC-waarde van een gas, damp, nevel of stof is die concentratie in de lucht op de werkplek die:

- voorzover de huidige kennis reikt,
- bij herhaalde blootstelling,
- ook gedurende een langere, tot zelfs het arbeidsleven omvattende periode,
- in het algemeen,
- de gezondheid van werknemers
- zowel als hun nageslacht,

niet benadeelt [Arbojaarboek, 1989].

Enige kanttekeningen:

- MAC-waarden houden geen rekening met opname van de stof via de huid en/of door de mond.
- MAC-waarden gelden in principe niet bij mengsels. Voor enkele mengsels zijn grenswaarden opgesteld, zoals voor lasrook.
- MAC-waarden zijn geen absoluut veilige grenzen voor iedere werknemer.
- ook in bijzondere werksituaties (bijv. bij fysiek zware arbeid) kunnen de MAC-waarden onvoldoende bescherming bieden.
- voor zeer veel stoffen bestaan (nog) geen MAC-waarden.

Situaties in het overzicht

Als grenswaarde voor het al dan niet opnemen in het rapport is in principe uitgegaan van een concentratie ter grootte van de helft van de MAC-waarde. Daar waar geen kwantitatieve gegevens beschikbaar waren over de voorkomende concentraties is geschat of dergelijke concentraties redelijkerwijs kunnen optreden. Daar waar geen MAC-waarde beschikbaar is of bij complexe mengsels is het criterium voor vermelding in het overzicht of sprake is van ernstige hinder.

1.4 Algemene informatie over maatregelen

In deze paragraaf is informatie opgenomen over algemene principes voor maatregelen en algemene aspecten die een rol spelen bij het treffen van maatregelen.

1.4.1 Algemeen

1.4.1.1 Meerdere bronnen

Typerend voor een groot deel van de in het rapport vermelde situaties is dat de blootstelling niet wordt veroorzaakt door slechts een bron, maar vaak door meerdere bronnen. Voor het treffen van maatregelen is dan van groot belang dat het uiteindelijk effect van de maatregel aan een bron sterk wordt bepaald door de relatieve bijdrage van die bron aan de totale blootstelling op de arbeidsplaats. Dit is een van de voornaamste redenen dat generaliseren van het effect van een bepaald type maatregel grote voorzichtigheid vereist.

1.4.1.2 Arbeidshygiënische strategie

In het algemeen is bij het treffen van maatregelen de zogenaamde arbeidshygiënische strategie de beste benadering. Deze strategie houdt de volgende volgorde in:

1. *Voorkomen van de bron*

Eerst wordt gekeken naar mogelijkheden om te voorkomen dat de bron wordt gebruikt, bijv. door toepassing van een andere bewerkingswijze.

2. *Maatregelen aan de bron*

Als de bron niet kan worden voorkomen is het zaak de produktie van belastende omstandigheden door de bron zoveel mogelijk te beperken. Dit houdt bijv. in een zo stil en zo schoon mogelijke motor.

3. *Maatregelen direct om de bron*

Vervolgens is het zaak te kijken naar mogelijkheden de geproduceerde belastende omstandigheden te omkapselen, bijv. door het omkassen van een bron of het afschermen of afzuiging direct bij de bron.

4. *Maatregelen in omgeving*

Vervolgens komen maatregelen in de verdere omgeving aan de orde, bijv. een geluidsabsorberend plafond of een goede ventilatie.

5. *Organisatorische maatregelen*

Bij organisatorische maatregelen moet men denken aan het beperken van de blootstellingsduur, bijv. door roulatie.

6. *Persoonlijke beschermingsmiddelen*

Tenslotte, als geen van de boven genoemde principes voldoende effect oplevert, moet men denken aan persoonlijke beschermingsmiddelen: gehoorkappen, handschoenen, ademhalingsbescherming, e.d.

De genoemde mogelijkheden voor maatregelen moet men daarom zien in het licht van de boven toegelichte arbeidshygiënische strategie. Dit houdt bijv. in dat een schoner produktieproces in principe de voorkeur verdient boven het aanbrengen van een afzuig- en ventilatiesysteem.

1.4.1.3 Taakroulatie

Door een taak door meer mensen uit te laten voeren kan de blootstelling aan de belastende arbeidsomstandigheden per persoon korter duren. Om te beoordelen of hierdoor betere arbeidsomstandigheden worden bereikt moeten de volgende punten in aanmerking worden genomen:

- Voor de tot dan toe meest blootgestelde mensen is het een verbetering, voor de mensen die voortaan meer blootgesteld worden echter een verslechtering.
- Als in plaats van dit belastende werk werkzaamheden worden uitgevoerd die zeker zo belastend zijn (bijv. in plaats veel lawaai veel trillingen), is ook voor de tot dan toe meest blootgestelde mensen eerder sprake van een verschuiving van problemen in plaats van een verbetering.
- In het algemeen is bij korter durende blootstelling aan belastende arbeidsomstandigheden de kans groter dat persoonlijke beschermingsmiddelen niet worden gebruikt ("het duurt maar even"). Daardoor kan de effectieve blootstelling zelfs groter worden.
- Uit het oogpunt van de functieinhoud kan het een verbetering betekenen, als tenminste sprake is van een taakverrijking (bijv. een meer samenhangend takenpakket) en niet van verbreding met hetzelfde type werk.

1.4.2 Geluid

1.4.2.1 Werkcabines en omkastingen

Beschrijving

Het principe is dat bepaald werk in een aparte, afgescheiden ruimte wordt uitgevoerd. Dit betreft dan werk dat overlast voor de omgeving veroorzaakt, m.n. lawaai en de produktie van gassen, dampen en stof.

Effect

Afhankelijk van de uitvoering van de cabine en de frequentie van het geluid zijn geluidreducties tot 40 dB(A) goed realiseerbaar. De kleinste reducties worden bereikt m.n. bij laagfrequent geluid en tamelijk lichte panelen of wanden. Ook kieren en gaten beperken al snel het maximaal te bereiken effect. Als het oppervlak van de opening 1 % is van het totale oppervlak, is de maximaal te bereiken reductie nog 20 dB(A). De grootste reducties worden bereikt met zeer goed afgedichte cabines met zware wanden en middenfrequent geluid.

Praktische aspecten

- geluidsisolatie

Een zeer belangrijke eis aan de uitvoering is dat de ruimte voldoende geluidgeïsoleerd is t.o.v. de stillere omgeving.

- transport van werkstukken

Voor omvangrijke en/of zware werkstukken is het vaak erg moeilijk om deze naar een aparte ruimte te vervoeren. Dit probleem is nog groter als deze ruimte niet over een kraanbaan beschikt die goed aansluit op de kranen in de aangrenzende ruimte, of als grondvervoer moeilijk is.

- benodigde tijd voor die werkzaamheden

Als de overlast veroorzakende werkzaamheden relatief kort duren ten opzichte van de transporttijd van het werkstuk van en naar deze ruimte, dan is het niet realistisch te verwachten dat men deze ruimte voor dit werk gebruikt. Het is daarom in ieder geval gunstig om de overlast gevende werkzaamheden in zolang mogelijk aaneengesloten tijdsdelen te clusteren en te isoleren.

1.4.2.2 Geluidschermen

Beschrijving

Door rondom een geluidbron schermen te plaatsen kan het geluid enigszins worden afgeschermd. Voor een afschermend effect is minimaal vereist dat de bron aan het zicht wordt onttrokken.

Effect

Het geluidreducerend effect is vaak beperkt tot ca 5 dB(A), maximaal wordt ca. 10 dB(A) reductie bereikt. De grootste reductie wordt bereikt als een groot scherm dicht bij de bron wordt geplaatst en de ruimte over een absorberend plafond beschikt. De kleinste reducties bereikt men in akoestisch harde, galmen-de ruimtes, als het scherm tamelijk ver van de bron is geplaatst.

Praktische aspecten

- routing

Het voornaamste nadeel van schermen is dat ze de doorgang bemoeilijken.

- benodigde ruimte

Schermen nemen ook ruimte in, niet alleen door het scherm zelf, maar ook doordat met schermen de vrije ruimte aan weerszijden van het scherm niet meer gecombineerd kan worden benut.

1.4.2.3 Geluidsabsorberend plafond

Beschrijving

Door een geluidsabsorberend plafond wordt de geluidreflectie tegen het plafond beperkt. Dergelijke plafonds worden tegenwoordig op grote schaal toegepast, zowel in kantoren als in fabrieken.

Effect

Over het algemeen is het effect van een geluidsabsorberend plafond beperkt tot een reductie van het algemeen halniveau van ca. 3 dB(A). In de directe omgeving van geluidbronnen is het effect meestal nihil. De subjectieve verbetering is over het algemeen aanzienlijk groter dan de gemeten geluidreductie zou doen vermoeden, waarschijnlijk doordat het geluid minder diffuus is ("het komt niet meer van alle kanten op je af"). In het algemeen heeft een geluidsabsorberend plafond vooral zin als het achtergrondniveau in de ruimte wezenlijk bijdraagt aan het totale geluidsniveau op de arbeidsplaats. Dit is bijv. het geval als er sprake is van een groot aantal min of meer even lawaaiige machines in dezelfde ruimte.

Praktische aspecten

Geluidsabsorberende plafonds zijn in een grote verscheidenheid standaard te koop. De keus uit het marktaanbod vereist een zorgvuldige afweging van aspec-

ten zoals kans op vervuiling, vereiste lichtreflectie, bouwfysische aspecten (bijv. combineren met thermische isolatie), kans op mechanische beschadiging en eventuele hygiënische eisen.

1.4.3 Trillingen

1.4.3.1 Het isoleren van mechanische trillingen

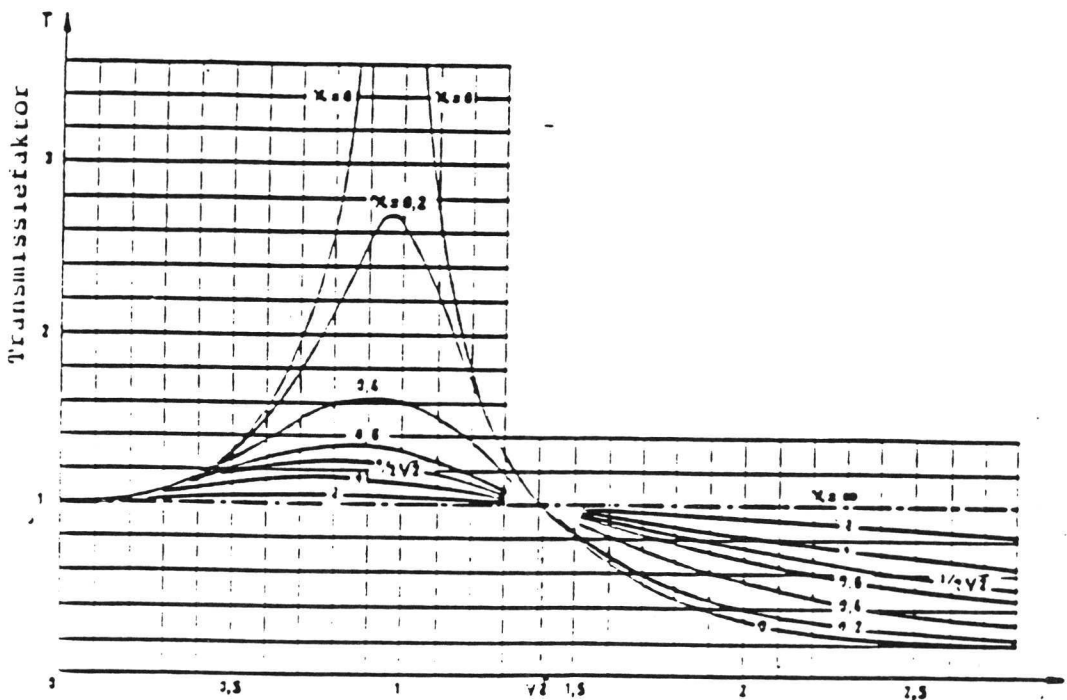
Isoleren van trillingen geschiedt meestal door de eigenfrequentie van een systeem (bijvoorbeeld handgrepen + handen of stoel + chauffeur) lager te kiezen dan de frequentie van de trillingsbron. Dit is passieve trillingsisolatie. De eigenfrequentie van een systeem is de frequentie waarmee het systeem uittrilt, nadat het in trilling is gebracht. Deze is afhankelijk van constructieve eigenschappen. Een trillingsbron is veelal gegeven: voor roterend handgereedschap zijn dit meestal niet-gebalanceerde draaiende delen, voor slaand gereedschap het slagmechanisme en bij voertuigen vooral het wiel-weg-contact.

Een voorbeeld kan het principe van trillingsisolatie duidelijk maken. Een niet-machine hangt vrijwel stil aan een (slap) elastiekje dat wordt vastgehouden door een snel op- en neergaande hand. De nietmachine is door het elastiekje geïsoleerd van de trillingen van de hand, de trillingsbron. Het systeem elastiekje plus nietmachine heeft een lage eigenfrequentie ten opzichte van de frequentie van de trillingsbron. Deze lage eigenfrequentie is een gevolg van de combinatie van een relatief grote massa en een relatief slap veerelement.

Het gevaar van een dergelijke isolatie komt naar voren wanneer de frequentie van de trillingsbron in de buurt komt van de eigenfrequentie. Bij een langzaam op- en neergaande hand kan de nietmachine zelfs een veel grotere uitwijking (amplitude) vertonen dan de hand; we noemen dit opslinging (resonantie). Het is mogelijk om deze opslinging te verminderen door het toevoegen van demping. Om dit duidelijk te maken gebruiken we een diagram (figuur 1) en het begrip (trillings)transmissiefactor. Deze laatste geeft aan hoe groot de uitwijking (amplitude) van het systeem is in vergelijking met de uitwijking van de trillingsbron. Een transmissiefactor kleiner dan 1 duidt op trillingsisolatie, een factor

groter dan 1 op opslinging. De transmissiefactor is uitgezet tegen de verhouding van de (opgedrongen) bronfrequentie en de (door het ontwerp bepaalde) eigenfrequentie. Voor een nauwelijks gedempt systeem zoals de nietmachine aan het elastiekje, is de lijn met $K=0$ van toepassing. Deze factor K (Kappa) staat voor de dempingsgraad.

Figuur 1 Transmissiefactor ten opzichte van de verhouding bronfrequentie/eigenfrequentie
[Fockens, 1981 in: Van Drimmelen e.a., 1986]



De opslinging in het kritische gebied kan worden verminderd door het toepassing van meer demping: een grotere factor K in de figuur. Bij demping wordt energie geabsorbeerd uit de trilling. Iedere veer bezit een zekere demping. Wanneer deze demping onvoldoende is - zoals in geval van stalen veren of luchtvering - moeten aparte dempingselementen worden aangebracht. Op deze wijze wordt de demping van het systeem vergroot en de opslinging in het kritische gebied beperkt. Met het diagram van figuur 1 wordt duidelijk dat het trillingsprobleem van een laadschop op rupsen eenvoudiger is op te lossen dan dat van een op grote luchtbanden, een wiellader. De eerste produceert frequenties in de orde 5-8 Hz en de wiellader veel lagere: 1-2 Hz. Een moderne afgeveerde stoel met een eigenfrequentie van 1,5 Hz levert op het rupstuig een goed resultaat. Op de wiellader echter isoleert deze stoel slechts een gedeelte van de trillingen (boven de $(1,4) * (1,5)$ Hz) en versterkt de lagere. Om deze versterking binnen de perken te houden is demping nodig. Daarom is het niet verwonderlijk dat bestuurders van wielladers hun stoel vastzetten. Dat betekent maximale demping ($K=\infty$) en wordt in het diagram weergegeven door een horizontale lijn op hoogte $T=1$ [van Drimmelen e.a., 1988].

Samengevat: passieve isolatie gaat uit van een massaveersysteem. Een massaveersysteem heeft vering en demping. Het resultaat van de isolatie (de eigenfrequentie van het systeem lager kiezen van de bronfrequentie) hangt af van deze vering en demping en van de bronfrequentie, zoals aangegeven in het diagram van figuur 1. Isolatie wordt gekarakteriseerd door de trillingstransmissiecoëfficiënt. Naast passieve is er ook actieve isolatie. Hierbij wordt informatie over de bronfrequentie doorgegeven aan een actief geregelde vering. Een voorbeeld daarvan zijn actieve, hydraulisch geregelde stoelen [Köhne, 1981].

Knelpunten bij trillingsisolatie

Bij het toepassen van passieve trillingsisolatie zijn twee knelpunten bij uitstek te noemen:

1. het ontstaan van opslinging door een onderlinge toenadering van de eigenfrequentie en de bronfrequentie, waardoor de trillingsbelasting wordt vergroot
2. toenemende onveiligheid door slappe van het systeem of opslinging

Opslingering

Opslingering door toenadering van de eigenfrequentie en bronfrequentie kunnen op verschillende manieren ontstaan.

- a door een daling van de bronfrequentie in de richting van de eigenfrequentie.

Voorbeeld 1: bosmaaier X wordt in een fabriek getest op trillingsbelasting. Deze blijkt aanvaardbaar voor 1 of 2 uur werken. In de praktijk van een loonwerker wordt de bosmaaier echter ingezet op werk dat eigenlijk iets te zwaar voor de maaier is: het toerental (de bronfrequentie) daalt en komt in het kritische gebied van de eigenfrequentie. De isolatie-elementen functioneren dan nauwelijks meer en veroorzaken deels het tegengestelde: opslingering. De trillingsbelasting is ontoelaatbaar zelfs voor één uur per dag.

Voorbeeld 2: een goede lucht geveerde stoel kent een eigenfrequentie tussen de 1 en 2 Hz. Het aanbod aan trillingen ligt grotendeels boven die eigenfrequentie. In de praktijk produceren trillingsbronnen stochastisch trillingen, waarin diverse frequenties voorkomen. Op onverwachte momenten kan door de aard van het wegdek of ondergrond, gecombineerd met de rijsnelheid toch af en toe een trillingsaanbod voorkomen dat overeenkomt met de eigenfrequentie van de luchtgeveerde stoel. Het gevolg is dat de chauffeur op onverwachte momenten een opslingering krijgt.

Voorbeeld 3: bij het opstarten en stoppen van een apparaat of machine daalt de bronfrequentie en ontstaat opslingering.

- b door een stijging van de eigenfrequentie in de richting van de bronfrequentie.

Voorbeeld 1: de massa van het massaveersysteem veranderd.

De eigenfrequentie van een onbeladen vrachtwagen is hoger dan de eigenfrequentie van een beladen vrachtwagen. Bij een onbeladen vrachtwagen zal minder isolatie optreden.

Voorbeeld 2: veerelementen verouderen of worden verwijderd.

Veerelementen verliezen na verloop van tijd hun trillingsisolerende werking. Door verstijving van rubber elementen wordt de eigenfrequentie van het systeem verhoogd. In de praktijk gebeurt dit veelal al voordat het apparaat of de machine zelf aan vervanging toe is.

Een voorbeeld van verwijdering van een veerelement (door onkunde) is het verwijderen van een rubberen ring ter vermindering van de terugslag van hakhamers. Deze ring wordt door gebruikers van hakhamers soms verwijderd vanwege het ongemak: de hamer is bij het vastlopen van de beitelpunt in het te slopen materiaal lastiger vrij te trekken.

c door slijtage van dempingselementen.

In situaties waarin de eigenfrequentie en bronfrequentie dicht bij elkaar liggen ontstaat opslinging wanneer de dempingselementen niet meer functioneren.

Herontwerp en persoonlijke beschermingsmiddelen

Genoemde problemen bij het toepassen van trillingsisolatie spelen een rol wanneer de reductie van trillingsbelasting wordt aangepakt via herontwerp van apparaat, machine of voertuig. Bij voertuigen valt te denken aan luchtgeveerde stoelen, afgeveerde cabines en bij handapparaten aan handgrepen en het gebruik van handschoenen.

1.4.3.2 Luchtgeveerde stoelen en afgeveerde cabines

Als antwoord op de vraag naar reductie van trillingsbelasting op voertuigen wordt als eerste luchtgeveerde stoelen genoemd. Dit terrein is in ontwikkeling. Zoals hierboven beschreven kleven er bezwaren aan het toepassen van trillingsisolatie. Dit geldt ook voor luchtgeveerde stoelen. Het effect van deze stoelen is bovendien niet in alle gevallen toereikend genoeg.

Qua oplossingen zijn drie mogelijkheden te noemen: een luchtgeveerde stoel, een afgeveerde cabine of afstandsbediening. Luchtgeveerde stoelen kunnen een hoog percentage van de trillingen dempen maar met name bij wiel-terrein voertuigen blijft het trillingsniveau boven de vermoeidheidsgrens [GMD, 1987]. Bovendien kent de wiellader veel laagfrequente trillingen waardoor luchtgeveerde stoelen niet effectief zijn.

Als antwoord op dit probleem wordt gewerkt aan de ontwikkeling van afgeveerde cabines. Deze cabines zijn op verschillende plaatsen ontwikkeld. Door een deense producent is een heftruck met een afgeveerde cabine op de markt gebracht. Ook bij deze afgeveerde cabines geldt echter dat er problemen zijn met beoordelen en besturen (zie par. 1.4.3.5).

1.4.3.3 Handschoenen en handvatten

Op zich zijn het toepassen van zogenaamde trillingsdempende handschoenen of trillingsdempende handvatten nauwelijks of maar beperkt effectief. Om het effect goed te kunnen meten zijn erkende standaard testmethoden noodzakelijk. Voor het meten van het effect van handschoenen en handvatten ontbreekt een dergelijke testmethode tot nu toe. Het ontbreken van een testmethode voor handschoenen gecombineerd met het feit dat er niet in alle gevallen voldoende informatie beschikbaar is over gehanteerde testprocedures door producenten van handschoenen, maakt een goede beoordeling van het effect van handschoenen moeilijk [Bednall, 1988].

In veel laboratoria is gewerkt aan de ontwikkeling van trillingsisolerende handschoenen en handgrepen [Miwa, 1979; Rodgers e.a., 1982; Christ, 1982; 1986a; 1986b]. Deze ontwikkeling zet nog door. De resultaten zijn echter niet bemoedigend. Algemeen wordt aangenomen dat door gebruik van dergelijke handschoenen alleen bij frequenties boven de 200 Hz enige isolatie optreedt. In situaties met voornamelijk laagfrequente trillingen (zoals breek-, hak- en bikhamers of slagmoersleutels) hebben dergelijke handschoenen geen effect. Met name gewrichtsafwijkingen worden vermoedelijk veroorzaakt door laag frequente trillingen (16-25 Hz) met grote intensiteit (stotend slaggereedschap) [Verberk e.a., 1985].

De voor het menselijk lichaam meest schadelijke trillingen liggen voor handen en armen worden geacht te liggen in het frequentiegebied tussen de 6 en 1250 Hz [ISO, 1986]. De gevoeligheid van handen en armen is binnen dit frequentiegebied echter niet gelijk. Verschillende onderzoeken naar demping door het menselijk lichaam tonen aan dat trillingen met hoge frequenties worden gedempt dicht bij

het huidoppervlak in vingers en handen. Lagere frequenties echter (beneden de 500-200 Hz) worden veel slechter gedempt waardoor weefsels ver van het huidoppervlak worden aangeslagen [Lundström e.a., 1988].

Een aantal bijkomende problemen zijn dat de noodzaak om handgereedschap te sturen en te beheersen de mogelijkheid beperkt tot het maken van isolerende systemen. Bovendien dreigt juist het gevaar dat opslinging plaatsvindt bij de lagere frequenties, met name bij luchtkussen handschoenen die geen inwendige demping hebben zoals handschoenen gevuld met schuim.

Vanwege het nadeel dat zachte handschoenen een verminderde hanteerbaarheid van het apparaat oplevert, wordt de knijpkracht van de gebruiker van het apparaat vergroot. Dit vermindert het effect van de isolerende tussenlaag van de handschoen, omdat door het knijpen de handschoen stijver wordt. De mate van knijpkracht is een belangrijke factor die van invloed is op de trillingsoverdracht op de handen. Hoe minder de knijpkracht hoe minder de trillingsoverdracht. In veel praktijksituaties is men gedwongen een grote knijpkracht uit te oefenen. Deze knijpkracht is afhankelijk van het gewicht van het apparaat, gehanteerde werkmethoden, mate waarin men het apparaat op het werkstuk kan laten rusten, de aanwezigheid van balancers en dergelijke.

In een recent Zweeds onderzoek, waarin men getracht heeft een testmethode te ontwikkelen voor het vergelijken en testen van trillingdempende handvatten [Zackrisson, 1989], kwam men tot de conclusie dat deze handvatten nog enigszins effectief trillingen dempen bij slijpmachines met de hoogste toerentallen. Bij slijpmachines met lagere toerentallen was nauwelijks of geen effect te constateren.

1.4.3.4 Oplossingen door keuzen in het ontwerpproces

Omdat het technisch moeilijk is via het toepassen van trillingsisolatie en -demping (herontwerp) aan een voertuig, stoel of apparaat een aanvaardbaar trillingsniveau te bereiken en verschillende andere problemen introduceert, kunnen oplossingen gebaseerd op keuzen in het ontwerpproces veel efficiëntere trillingsre-

ducties opleveren. Voorbeeld: ondanks een jarenlange ontwikkeling aan de motorkettingzaag door het toepassen van trillingsdempende elementen is de gemiddelde trillingsintensiteit nog steeds $7,4 \text{ m/s}^2$ [van Drimmelen e.a., 1986]. Deze gemiddelde waarde is nog ruim hoger dan de door het DGA voorgestelde actiegrens van 3 m/s^2 . Wanneer de voorstelrichtlijnen van het DGA de NVVA richtlijn volgen zou met een motorkettingzaag met een trillingsintensiteit van $7,4 \text{ m/s}^2$ met een verminderde blootstellingsduur van minder dan een uur per dag moeten worden gewerkt.

Om een structuur aan te geven van niveaus in het ontwerpproces wordt verwezen naar van Drimmelen e.a. [1988]. In deze publikatie wordt een nadere toelichting gegeven op de begrippen produktiefunctie, produktieprincipe en uitvoeringsvorm.

Keuzen op het niveau van de produktiefunctie

De produktiefunctie kan worden gedefinieerd als het einddoel van een bepaalde activiteit dat wordt uitgevoerd binnen een bepaald produktieproces. voorbeelden van produktiefuncties zijn: gietbramen verwijderen, lasten vervoeren, lossen van pallets en slopen van beton.

Als het gaat om de reductie van trillingsbelasting kan als eerste vraag worden gesteld: is de produktiefunctie (waarbij trillingsbelasting ontstaat) wel nodig? Voorbeelden waarbij een produktiefunctie is geëlimineerd (en daarmee de trillingsbelasting) zijn de volgende:

- de functie 'transport van lasten van punt A naar punt B' kan worden geëlimineerd door de afstand tussen punt A en punt B tot nul te reduceren,
- het verwijderen van beton in verband met onderhoud of renovatie kan worden geëlimineerd door ervoor te kiezen om het te laten staan,
- de functie van het glad maken van gegoten metalen onderdelen of lasnaden met slijpmachines kan worden geëlimineerd door een kwalitatief betere giettechniek of lastechniek,
- de functie van het glad maken van metalen onderdelen kan worden geëlimineerd door kritisch te bekijken of die functie werkelijk noodzakelijk of doelmatig is binnen het technisch proces,

- de functie van het glad maken van lasnaden met behulp van een slijpmachine kan worden geëlimineerd door metalen onderdelen niet meer los van elkaar te maken en ze daarna aan elkaar te lassen maar door ze als een metaal geheel te maken en waar nodig daarna met behulp van omvouwen van het metaal een bepaalde hoek aanbrengen: lassen en slijpen overbodig [Zackrisson, 1989],
- de functie van onderhoud van metalen delen door middel van slijpen elimineren door een kunststof folie laag aan te brengen op het metaal, zodat het metaal niet aangetast wordt en slijpwerk overbodig wordt.

Keuzen op het niveau van het productieprincipe

Wanneer eenmaal de produktiefunctie is vastgesteld worden keuzen gemaakt op het niveau van het productieprincipe. Op dit niveau worden keuzen gemaakt voor een technisch, bedienings- en aandrijvingsprincipe. Elke keuze op dit niveau heeft een bepaald karakteristiek effect op het uiteindelijke risico of belasting, ongeacht de uitvoering van het principe. Zo zal een keuze voor handmatig bediend pneumatisch hakken (bij het verwijderen van beton of voegmortel) nooit zonder excessieve trillingsbelasting kunnen worden gerealiseerd. Op dit niveau gaat het dus om de vraag welke keuzen tot verminderde trillingsbelasting leiden. Voorbeelden hiervan zijn:

- 1 keuze voor een technisch principe
 - keuze voor zwenken in plaats van rollen;
 - keuze voor een thermisch, chemisch (oplossen, omzetten) of ander proces (laser e.d.) in plaats een mechanisch proces in de vorm van verspanen van metaal.
 - keuze voor kraken met statische kracht in plaats van hakken;
- 2 keuze voor een bedieningsprincipe
 - keuze voor een machinale bediening in plaats van handbewerking;
 - keuze voor afstandsbediening of geprogrammeerd sturen [Köhne, 1981 in van Drimmelen, 1986b]. Voorbeeld in plaats van in een cabine kan men ook naast een voertuig gaan staan en met behulp van afstandsbediening het voertuig besturen.
 - keuze voor een robot. In de praktijk zijn voorbeelden te vinden van een slijprobot en een klinkrobot.

3 keuze voor een aandrijvingsprincipe

Over het algemeen levert elektrische aandrijving minder trillingen op dan aandrijving door een verbrandingsmotor. Dit geldt zowel voor hand-apparaten als voertuigen.

Keuzen op het niveau van de uitvoeringsvorm

Wanneer vervolgens de keuzen op het principeniveau vastliggen, worden op het niveau van de uitvoeringsvorm omvang, afmetingen, materiaalkeuzen, snelheden, elementen, kortom de (produkt- of) constructievormen vastgesteld. Hiermee zijn we terug bij het (her)ontwerp van voertuig, apparaat of machine. Naast (her)ontwerp zijn op vormniveau een aantal organisatorische maatregelen te noemen:

1 Goed onderhoud

Bij zowel voertuigen als handapparaten is de kwaliteit van het algemeen onderhoud van belang voor de trillingsbelasting. Voorbeeld: bij de slijpmachine moet de slijpschijf tijdig worden vervangen. In het algemeen kan door slijtage aan allerlei draaiende onderdelen van het apparaat of voertuig hoeken of rondingen ontstaan, onderdelen kunnen los gaan zitten e.d. wat de trillingsbelasting doet toenemen. Ook toegepaste trillingsisolerende elementen zijn storingsgevoelig. Correct geïnstalleerde trillingsisolatie verliest na verloop van tijd door onkundig gebruik of gebrek aan onderhoud zijn trillingsisolerende werking. Trillingsisolerende elementen zijn vaak eerder aan vervanging toe dan het voertuig, machine of apparaat zelf [van Drimmelen e.a., 1988].

2 Beperken blootstellingsduur

Een algemeen toepasbare oplossing op korte termijn voor alle trillingssituaties is het beperken van de blootstellingsduur. Omdat dit een organisatorische maatregel is en niet verbonden aan machine, voertuig of apparaat zelf wordt dat bij de inventarisaties als oplossingsmogelijkheid nergens genoemd. Belangrijk nadeel van deze maatregel is de moeilijkheid van controle op naleving ervan.

3 Risicogroepen niet blootstellen aan trillingen

Naast het beperken van de blootstellingsduur vormt een andere organisatorische maatregel het zorgen dat groepen met een verhoogd risico op letsel niet worden blootgesteld aan schadelijke lichaams- en handarm-

trillingen. Zo zou een regel moeten zijn om zwangere vrouwen niet op een kraan, heftruck of een ander voertuig te laten werken. Voorkomen zou moeten worden dat werknemers met al aanwezige rugklachten op voertuigen en kranen worden geplaatst en dat werknemers met aanwezige doorbloedings- of gewrichtsklachten aan handen en armen worden blootgesteld aan handarmtrillingen. Belangrijk nadeel van ook deze maatregel is de moeilijkheid van controle op naleving ervan.

Op het niveau van de uitvoeringsvorm is niet alleen het voertuig, machine of apparaat zelf van belang maar ook de condities waarin deze tuigen worden gebruikt. Voorbeelden van deze condities zijn:

4 Kwaliteit van het wegdek en rijsnelheid

Uit een aantal metingen aan heftrucks door Voss e.a. [1988] bleek dat de rijsnelheid en het wegdek van veel grotere invloed zijn op de trillingsbelasting dan het soort stoel. Uit de metingen bleek dat de stoel voor 38 % bijdroeg tot vermeerdering van toegestane blootstellingsduur, het wegdek met 92 % en de rijsnelheid (vermindering van 9 naar 7 km/u) met 130 %.

Een andere maatregel is het beperken van de rijsnelheid of over het algemeen het zorgen voor een rustig rijgedrag. Nadeel van deze maatregel is de controle op naleving ervan. Dit nadeel kan voor een deel worden voorkomen door het toepassen van een snelheidsbegrenzer op het voertuig. Voor voertuigen rijdend op ruw terrein of openbare weg kan niet of moeilijk invloed worden uitgeoefend op de ondergrond of wegdek en zijn onderdelen van het voertuig zelf meer van belang, zoals een luchtgeveerde stoel of een afgeveerde cabine.

Op het niveau van de vormgeving worden naast keuzen voor organisatorische maatregelen ook keuzen voor technische maatregelen genomen. Over de vermindering van de trillingsbelasting door middel van luchtgeveerde stoelen, afgeveerde kabinen, geïsoleerde handgrepen en handschoenen (allen voorbeelden op het vormniveau) is eerder uitgebreid toegelicht.

5 Beperking vereiste knijpkracht

Bij het (her)ontwerp van tuigen kan eveneens rekening worden gehouden met de mate van knijpkracht die moet worden uitgeoefend. De knijpkracht bepaalt voor een belangrijke mate de trillingsoverdracht. Een voorbeeld om deze knijpkracht te verminderen is het ophangen van apparaten aan balancers. Deze knijpkracht is onder andere afhankelijk van het gewicht van het apparaat en de vorm en bevestiging van hendsels. Verwacht mag worden dat beperking van de knijpkracht vooral zin heeft voor de hoger frequente trillingen en amper voor schokken. Wellicht dat voor schokken het minder aanspannen van de spieren zelfs eerder tot beschadiging van gewrichtsvlakken leidt en dan eerder ongunstig is. Dit heeft dan als consequentie dat het niet zinvol is voor slaande gereedschappen zoals slagmoersleutels, bik- en klinkhamers.

Wanneer geen alternatieven voorhanden zijn en uiteindelijk is gekozen voor (her)ontwerp van voertuig, machine of apparaat zelf dan krijgt men op dit niveau te maken met de genoemde knelpunten op het gebied van de passieve trillingsisolatie. Om deze isolatie - ondanks de bezwaren - optimaal te laten functioneren, is nodig:

- 1 goede aankoopbeslissingen;
- 2 goede installatie;
- 3 goed onderhoud.

1.4.3.5 Beoordelings- en besturingsproblemen

Trillingsisolatiesystemen zijn altijd relatief slap. Daardoor worden niet alleen trillingen geïsoleerd, maar treden ook problemen op ten aanzien van de beoordelen en besturen. Dat geldt niet alleen bij het gebruik van een luchtgeveerde stoel, maar ook bij het gebruik van afgeveerde cabines of een sloophamer waarin trillingsdemping is toegepast. Dezelfde problemen zijn te constateren bij het gebruik van zogenaamde trillingsdempende handschoenen. Juist door de dempende tussenlaag heeft men minder vat op een apparaat, waardoor men de knijpkracht gaat vergroten en zo het effect van de werking van een tussenlaag overbrugt.

1.4.3.6 Effecten van de verschillende soorten oplossingen

Uit het bovenstaande zal duidelijk zijn dat trillingsreductie door keuzen op het functieniveau (eliminatie van de schadelijke bron) en op het produktieniveau (eliminatie van de schadelijke bron door een ander technisch principe of isolatie van de bron door een ander bedieningsprincipe) het meest en afdoende effect heeft. Oplossingen op het niveau van de uitvoeringsvorm in de vorm van herontwerp van apparaat, machine of voertuig, beperking van de blootstellingsduur en dergelijke resulteert in een vaak veel minder effectieve of moeilijk controleerbare trillingsreductie. Soms moet toch op uitvoeringsniveau keuzen worden gemaakt. Voor voertuigen geldt dan dat een goede luchtgeveerde stoel of een afgeveerde cabine in combinatie met een beperking van de blootstellingsduur het meeste effect oplevert. Bij het hanteren van handapparatuur dient toch vooral - ondanks verbetering van het apparaat via herontwerp - rekening te worden gehouden met de blootstellingsduur per dag.

1.4.4 Toxische blootstelling

1.4.4.1 Afzuiging

De voornaamste kanttekeningen bij dit type maatregel zijn:

- Door plaatselijke afzuiging wordt de uitstoot direct bij de bron aangepakt. Dit betekent zowel voor de direct betrokkene als de overige mensen in de ruimte een belangrijke verbetering.
- Essentieel voor daadwerkelijk gebruik in de praktijk is een makkelijk gebruik, zodat de slang met name niet in de weg zit, het zicht op het werk belemmert of geluidsoverlast veroorzaakt.
- Men moet oppassen dat plaatselijke afzuiging niet de algehele ventilatie verstoort en daardoor nieuwe problemen veroorzaakt.

1.4.4.2 Ventilatie

De voornaamste kanttekeningen bij dit type maatregel zijn:

- Een goede algehele ventilatie betekent meestal alleen een verbetering voor de mensen op enige afstand, niet voor de mensen in de directe omgeving van het vrijkomen van de gassen e.d.
- De eisen aan de ventilatie kunnen 's zomers en 's winters sterk verschillen, hiermee moet bij de plaatsing rekening worden gehouden.
- Aparte problemen worden gevormd door arbeidsplaatsen boven in de ruimte, omdat daar lichte gassen e.d. en de warmte zich ophopen.

1.4.4.3 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Bij persoonlijke beschermingsmiddelen gaat het in de eerste plaats om ademhalingsbescherming: mondkappen e.d. Kanttekeningen bij dergelijke middelen zijn:

- Ze beschermen uitsluitend tegen inademing en niet tegen de vaak ook relevante blootstelling via de huid of via de mond,
- Ze beschermen niet tegen alle gassen, dampen en stof, maar alleen tegen de stoffen die in de specificatie zijn aangegeven.
- Ze vormen vrijwel altijd een zware fysieke en psychische belasting [Arbojaarboek, 1989],
- Om allerlei praktische redenen is de bescherming door deze middelen vaak lang niet zo goed als theoretisch mogelijk:
 - men zet ze voor korte blootstellingsperiodes vaak niet op,
 - ze hebben meestal geen duidelijke indicatie voor wanneer ze vol/vuil zijn,
 - ze sluiten vaak niet goed af, vooral niet bij bril dragers (bijv. veiligheidsbrillen),
 - bij sommige mensen zijn gelaatafschermingen uit medisch oogpunt ongewenst (bijvoorbeeld ademhalingsproblemen).

1.5 Basismetaalindustrie en metaalproduktenindustrie

De basismetaal- en metaalproduktenindustrie is een sector van de industrie met een zeer divers soort bedrijven. Om een beeld te geven van het productiepakket van deze sector volgt hier een korte opsomming [Tappèl, 1986]:

- ruwijzer, elektro-staal, oxystaal, aluminium;
- koud- en warm gewalst bandmetaal en plaatstaal;
- walsdraad, getrokken ijzer- en staaldraad;
- onvertind-, vertind- en elektrolytisch vertind blik;
- ijzer-, staal- en non-ferro metaal gietwerk;
- smeed-, stamp-, pers-, las- en bankwerk;
- constructiewerk en metalen meubelen;
- schroeven, massadraaiwerk, veren, e.d;
- tanks, reservoirs, pijpleidingen, vaten, fusten, transportkannen;
- verwarmings- en kookapparatuur;
- enz.

In de basismetaalindustrie bieden 69 bedrijven werk aan 31.000 mensen. De 1364 bedrijven in de metaalproduktenindustrie bieden werk aan 67.500 mensen [Tappèl, 1986].

Onderstaand zijn typeringën aangegeven voor de arbeidsomstandigheden in deze tak van industrie:

Algemeen

- Voor de oudere werkruimtes in de metaalindustrie is typerend dat ze hoog zijn, akoestisch hard, met weinig mechanische ventilatie en vaak zonder zonwering. Gevolgen daarvan zijn o.a. dat in de winter de hallen moeilijk warm te stoken zijn. Op zomerse dagen zijn de hallen vaak veel te warm en hopen gassen en dampen zich boven in de hal op.
- In de meeste metaalverwerkende bedrijven zijn een groot aantal machines en gereedschappen in dezelfde ruimte ondergebracht. Dit is met name ongunstig voor de blootstelling aan geluid en gassen, dampen en stof. Bijvoorbeeld als men zelf geen geluid produceert staat men dan toch bloot aan een hoog achtergrondniveau.

- Er is een tendens dat steeds meer bewerkingscentra ontstaan, die gespecialiseerd zijn in bepaalde verspanende bewerkingen. Bedrijven besteden dergelijke verspanende bewerkingen daarom in toenemende mate uit.
- Deels samenhangend met het ontstaan van bewerkingscentra is dat op steeds grotere schaal numeriek bestuurde bewerkingsmachines worden ingevoerd, in feite een vorm van mechanisering en automatisering. Voor de blootstelling aan geluid, trillingen en de toxische blootstelling is dit in principe gunstig.
- Bij bemande bovenloopkranen is het veelal onvermijdelijk om op den duur over te gaan naar overdrukcabines met een gesloten air-conditioning systeem.

Geluid

- Voor de geluidproductie bij het bewerken van werkstukken is de afstraling van het werkstuk vaak van groot belang, m.n. bij grote dunwandige constructies.
- Typerend is dat het vooral midden- en hoogfrequent geluid betreft.
- Typerende geluidbronnen in de metaalindustrie zijn:
 - vrijkomende perslucht, zowel voor het schoonspuiten van werkplekken als vrijkomende perslucht van pneumatische machines en gereedschappen.
 - vallen en botsen, van produkten (bijv. in containers) en als bewerkingswijze (bijv. bij het richten met een hamer)
 - slijpen en lassen zijn twee van de meest voorkomende bewerkingen in de metaalverwerkende industrie

Trillingen

- De meeste voorkomende trillingsproblemen betreft handarmtrillingen bij het gebruik van gereedschappen, m.n. slijpschijven en hamers (bikken en klinken). De niveaus zijn meestal boven de actiegrens.
- Lichaamstrillingen komen vooral voor bij het bedienen van intern transportmiddelen, zoals kranen en heftrucks. De actiegrens wordt hierbij meestal overschreden. Vooral bij grondvervoer is de voornaamste verbeteringsmogelijkheid om de rijweg zo vlak mogelijk te maken. Daarnaast is ook de uitvoering van de cabine en stoel zeer bepalend.

Toxisch

- Typerende bronnen van blootstelling aan gassen, dampen en stof zijn:
 - laswerkzaamheden
 - reinigen en verduurzamen van oppervlakken, vooral in allerlei baden
 - snij- en koelvloeistoffen, bij verspanende bewerkingen zoals draaien, boren, frezen, e.d.
- De meest toegepaste maatregelen om de blootstelling aan gassen, dampen en stof te beperken zijn betere ventilatie en afzuiging. Ook het zo goed mogelijk afsluiten van het productieproces (m.n. bij gieterijen, en allerlei baden) is een op grote schaal toepasbare maatregel.

2. ALGEMEEN

In deze paragraaf staat informatie over knelpunten die in meer branches dan alleen de metaalindustrie bestaan.

2.1 Onderhoudswerk [geluid, trillingen, toxisch]

Inleiding

Bij onderhoudsactiviteiten werkt men vaak in sterk belastende arbeidsomstandigheden. Vaak betreft het een complexe blootstelling aan een aantal van de volgende factoren: fysieke belasting (door de moeilijke toegankelijkheid van de machine), hitte (van de produktiemachine, vooral als de produktie ondertussen door gaat), lawaai (m.n. bij werk binnen een omkasting, bij een draaiende machine), handarmtrillingen (m.n. ten gevolge van gereedschappen) en tijdsdruk (bij reparatiewerk).

Veel voorkomende belastende activiteiten zijn bijv. het los- en aandraaien van bouten (met een handsleutel of een aangedreven moeraanzetter), las- en slijpwerkzaamheden, reinigen (met oplosmiddelen) en tilwerk.

Het betreft zowel onderhoudsmonteurs als het produktiepersoneel zelf, afhankelijk van de wijze waarop het onderhoud is georganiseerd. Voor het onderhoudspersoneel is het werk voor 8 uur per dag, voor produktiepersoneel aanzienlijk minder.

Blootstelling

De intensiteit van de blootstellingen verschilt zeer sterk van situatie tot situatie. Gesteld kan worden dat de hoogste intensiteiten voorkomen bij onderhoud aan nog in bedrijf zijnde machines (dan werkt men erg dicht bij de bron van bijv. het geluid) en bij reparatie werk (m.n. door de vaak grote tijdsdruk).

Geluid

Niveaus boven 80 dB(A) (gemiddeld over de werkdag) komen veel voor, soms tot 110 dB(A) (tijdelijk, bijv. tijdens slijpen, [Tukker, 1984]). Er is dus vaak kans op gehoorschade.

Trillingen

Het betreft vooral handarmtrillingen, vooral t.g.v. de gebruikte (vaak pneumatische) gereedschappen: m.n. boormachines, boorschroevendraaiers, slagmoersleutels, slijp-, schuur- en polijstgereedschap, zaagmachines, nietpistolen en spijkerpistolen. In bijlage 2 staan trillingsniveaus van genoemde gereedschappen en machines weergegeven. Deze lijst is niet uitputtend en het gebruik van de gereedschappen kan zeer wisselend en divers zijn. In het algemeen kan weinig over de dagelijkse blootstellingsduur worden gezegd. Wel is duidelijk dat blootstellingen boven gezondheidkundige grenswaarden voorkomen, bijv. tijdens slijpen (niveau tot 15 m/s^2 , zie par. 4.1.2) en elektrisch boren (niveaus tot 13 m/s^2) [van Drimmelen, 1986].

Toxisch

Blootstellingen tot ver boven de grenswaarden (MAC) komen voor, bijv. tijdens lassen, snijden, slijpen en reinigen (zie ook par. 5.1, 4.1.2 en 6.1.2). De grootste blootstellingen komen voor bij het werken aan vervuilde oppervlakken (bijv. het warmstoken of snijden aan oppervlakken met een coating).

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Onderhoudswerk is vaak fysiek zwaar belastend werk, vooral door de vaak ongemakkelijke werkhoudingen, vaak in combinatie met grote krachten die moeten worden uitgeoefend (bijv. het tillen van zware onderdelen). Zowel de energetische belasting, de werkhoudingen als de uit te oefenen krachten kunnen tot boven ergonomische richtwaarden oplopen [Den Dekker, 1988]. Bijv. in Finland is voor onderhoudspersoneel in de metaalindustrie een energetische belasting gemeten van $16,5 \text{ kJ/min}$ [Aunola, 1978]. Onderhoudswerk is dan ook een van de lichamelijk zwaarste functies in de metaalindustrie.

- Klimaat

Vaak moet in belastende klimaatomstandigheden worden gewerkt, m.n. bij werk aan of dichtbij nog functionerende machines, vooral binnen omkastingen. M.n. extreme hitte (temperaturen tot 45 °C) vormt op veel plaatsen een groot probleem. Zo is het in sommige smelterijen nodig de ovenwand frequent uit te breken. Vanwege de beperkte produktietijd is het niet mogelijk de oven voldoende te laten afkoelen, waardoor het uitbreken een zeer heet karwei is [Tappèl, 1986].

- Verlichting

Meestal moet de verlichting volledig door zelf meegebrachte lampen worden verzorgd, hetgeen tot vaak slechte verlichtingssituaties leidt. Dit kan ongunstige werkhoudingen mede in de hand werken (om toch nog voldoende te zien).

- Tijdsdruk

Sterk bepalend voor de belasting is tevens de grote tijdsdruk waaronder vaak wordt gewerkt, m.n. bij reparaties. Extreem lange werkdagen, amper pauzes en een hoog werktempo zijn dan geen uitzondering.

Oplosbaarheid

Een essentieel probleem is dat in het ontwerpstadium van het te onderhouden produktiemiddel meestal te weinig rekening is gehouden met de arbeidsomstandigheden bij het onderhoud, bewust ("het duurt maar kort") of onbewust. Dan resteert slechts het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, die deels kunnen beschermen (bijv. niet tegen zwaar tilwerk in een krappe ruimte).

Verbeteringen moeten gezocht worden in:

- beter rekening mee houden bij ontwerp, aanschaf en plaatsing van de machines en installaties (bijv. voldoende bereikbaarheid). Een voorbeeld hiervan is bijv. het aanbrengen van een beschermende coatinglaag, die tijdens onderhoudswerkzaamheden makkelijk kan worden verwijderd. Door de coating wordt roestvorming voorkomen, en daarmee vervalt als onderhoudswerkzaamheid het verwijderen van de roestlaag.
- zo mogelijk meer preventief onderhoud, omdat dit door de kleinere tijdsdruk en het betere overzicht beter kan worden gepland (bijv. uitvoeren bij

uitgeschakelde produktie). Meer preventief onderhoud heeft vaak ook puur uit onderhoudstechnisch oogpunt belangrijke voordelen.

- wachtcabines [Tappèl, 1986]. Dit is vooral van belang als de onderhoudsmonteur de tijd dat hij wacht op de volgende klus doorbrengt in de betreffende afdeling. Door goed geïsoleerde wachtcabines beperkt men de blootstelling aan de belastende omstandigheden tot de tijd van het onderhoudswerk zelf.
- verder resteren de mogelijkheden tot maatregelen die voor de uit te voeren bewerkingen zelf gelden: zie lassen (par. 5.1), slijpen (par. 4.1.2) en reinigen (par 6.1.2).

Trillingen

Aanvullend kunnen specifiek voor trillingen nog de volgende maatregelen worden genoemd:

- het verminderen van de benodigde knijpkracht (bijv. door het gereedschap op te hangen of het gereedschap te laten rusten op het werkstuk (ook gunstig uit oogpunt van fysieke belasting),
- het werken met goed onderhouden gereedschap (geen versleten slijpschijf),
- het verlagen van de werkdruk van de perslucht,
- zo mogelijk een minder belastende bewerkingswijze.

Met name bij slaggereedschap treedt door genoemde maatregelen nauwelijks verbetering op, juist omdat de slagkracht een functie van het apparaat is en geen bijproduct (zie ook par. 5.3). Bij trillend en stotend gereedschap is het daarom van belang te zoeken naar oplossingen die op de eerste plaats een beperking inhouden van de blootstellingsduur en op de tweede plaats handbediening voorkomen.

Toekomst

Er zijn geen grote veranderingen te verwachten. Te verwachten ontwikkelingen zijn:

- meer preventief onderhoud. Dit past sterk in het algemeen streven naar een betere beheersing van bedrijfsprocessen (m.n. onderhoudsmanagement). Zoals boven toegelicht is dit een gunstige ontwikkeling.

- meer rekening mee houden bij het ontwerp. Ontwerpers worden tegenwoordig meer opgeleid in het zgn. onderhoudsbewust ontwerpen. Te verwachten is dat dit op den duur tot beter te onderhouden machines en installaties zal leiden.
- een mogelijkheid die in het kader van de Arbeidsomstandighedenwet door de afnemers van machines e.d. toegepast kan worden is om bij de aanschaf te verlangen dat de onderhoudbaarheid van de machine of installatie wordt aangegeven (m.n. de arboaspecten), en om dit mee te laten wegen bij de keus.
- betere gereedschappen: zie daarvoor m.n. par. 4.1.2 (slijpen), par. 5.1 (lassen).
- ontwikkeling van mobiele tilhulpmiddelen, zoals compacte verrijdbare zwenkkranen.

2.2 Intern transport

2.2.1 Kraantransport (cabinebediening) [geluid, trillingen, toxisch]

Inleiding

Kraanmachinisten van een cabinekraan zitten meestal uren achtereen in de kraan. In principe staan ze bloot aan de omgevingsfactoren zoals die in de betreffende hal heersen (m.n. geluid, hitte, gassen, dampen en stof). In het gunstigste geval worden ze daartegen beschermd door een goed geïsoleerde cabine met zo nodig aparte verse luchttoevoer en airconditioning. In het ongunstigste geval is de cabine half-open, zodat deze niet beschermt. De cabine beschermt meestal amper tegen de trillingen van de kraanbaan. Veel voorkomende oorzaken van deze trillingen zijn het oppakken en neerzetten van de last, het (on)belast rijden van de kraan (vooral bij oneffenheden op de rails) en de onrondheid van de katwielen. Het bedienen van cabinekranen betreft meestal volledige banen.

Blootstelling

De hoogste intensiteiten komen voor bij open cabines, bij gesloten cabines wordt men vaak behoorlijk afgeschermd tegen geluid en hitte, de trillingsblootstelling blijft meestal vrijwel gelijk.

Geluid

Geluidsniveaus bij open cabines zijn vaak boven 80 dB(A) (L_{eq}), bij gesloten cabines meestal onder 80 dB(A) (behalve in zeer lawaaiige afdelingen met onvoldoende isolerende cabines) [Beumer, 1985].

Trillingen

De trillingsintensiteit is bij bovenloopkranen vaak boven de gezondheidkundige grenswaarden: 0,18 tot 2,3 m/s^2 [Oortman Gerlings, 1987]. Bij zwenkkranen (zoals bij het lossen van schepen) zijn aanzienlijk lagere niveaus gemeten: 0,08 tot 0,5 m/s^2 [Oortman Gerlings, 1987].

Belangrijke bronnen zijn [Wouters, 1977; Hannover, 1978 in van Drimmelen, 1986b; Musson, 1981]:

- slechte kraan- en katbaan: oneffenheden door lassen, voegen, beschadigingen, golfslijtage, vreemd materiaal op de rail (schrot, oxyde),
- slechte wielen (excentriciteiten of onrondheid),
- aandrijving en overbrenging: onbalans in motoren of aandrijving, torsieslappe aandrijfassen,
- schranken van de kraan of kat,
- pendelen van de last.

Toxisch

Overschrijdingen van de grenswaarden (MAC) komen amper voor, behalve in uitzonderlijke situaties in slecht geventileerde ruimtes, als bijvoorbeeld de gassen en/of dampen zich boven in de hal ophopen (m.n. op hete, zonnige dagen).

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Vaak zit men langdurig achtereen in een gedwongen houding. De kenmerkende houding is voorover zittend, met gebogen rug en nek, om voldoende zicht te houden op last en omgeving. Het langdurig achtereen in een dergelijke houding werken kan tot aanzienlijke statische belasting leiden [Den Dekker, 1988]. Bovendien verminderen dergelijke zithoudingen het vermogen om trillingen te dempen [Sundin, 1978].

- Klimaat

Vooraf bij open cabines kan men, afhankelijk van de ruimte waarin men werkt, last hebben van hitte (m.n. bij ovens), tocht, kou en gebrekkige ventilatie [Musson, 1981].

- Stress

Bronnen van stress zijn m.n. de zorg om veiligheid, de noodzakelijke concentratie en de werkdruk [Musson, 1981].

- Verlichting

Slechte verlichting en weerkaatsend licht zijn typische problemen [Musson, 1981].

- Veiligheid

Het risico is aanwezig dat lasten uit de kraan vallen en ergens tegen aan botsen. Als een dergelijk ongeluk plaats vindt kan het letsel zeer ernstig zijn, eventueel zelfs dodelijk. Vooral het bekneld raken van lichaamsdelen is een belangrijk risico. Het risico is vooral voor de niet-kraandrijvers.

Oplosbaarheid

- een voldoende geïsoleerde cabine, die afdoende beschermt tegen geluid, trillingen, toxische blootstelling en klimaat [Beumer, 1985]. Dit vereist in de meest belastende omgevingen een gesloten, voldoende afgeveerde cabine, met een eigen klimaatbehandelingsinstallatie (m.n. bij zeer ongunstige kli-

maatomstandigheden in de ruimte zelf) en aparte verse luchttoevoer (m.n. bij veel gassen, dampen en/of stof). Voor het geluid is het in principe zinvol aanvullend absorptiemateriaal in de cabine aan te brengen [Beumer, 1985]. De afvering kan in extreme situaties een volledig aparte kraanbrug vereisen. Als de cabine aan de hijskat is gekoppeld is het plaatsen van een aparte cabine al een hele verbetering voor de blootstelling aan geluid en trillingen [Tappèl, 1986]. Het plaatsen van afgeveerde cabines wordt zinvol en economisch verantwoord geacht in verband met de grote verscheidenheid aan trillingsbronnen [Dupuis, 1982]. Bovendien worden moderne kranen dynamisch steeds gevoeliger (zie 'Toekomst').

- een ergonomische indeling van de cabine, om de fysieke belasting bij het bedienen te beperken en voor een goede Bedienbaarheid van de kraan te zorgen.
- trillingsgeïsoleerde opstelling van de aandrijving [Beumer, 1985]
- goede kwaliteit van onderhoud, vooral i.v.m. geluid van de kraanbaan zelf en i.v.m. de trillingen. Voorbeelden hiervan zijn het beperken van oneffenheden op de rails, en voldoende onderhoud van de aandrijving, wielen en overbrengingen [Beumer, 1985].
- constructieve wijzigingen aan de kraan, m.n. cabine niet aan de kat, minder lange aandrijfassen, kunststofwielen (i.v.m. trillingen).
- afstandsbediening, radiografisch of met een kabel. De voornaamste verbetering die hiermee bereikt kan worden betreft de blootstelling aan trillingen. Wat betreft de overige omgevingsfactoren is het vaak echter eerder een verslechtering. Een belangrijk nadeel (m.n. uit oogpunt van veiligheid) is bovendien dat dan vaak het zicht op het werk slechter is. Ook zitten kabels vaak in de weg en is radiografische bediening niet altijd veilig door stoorsignalen uit de omgeving.

- beperking van de hoeveelheid transport, door een zo gunstig mogelijk routing. Vanzelfsprekend is dit een streven dat ook uit oogpunt van efficiency hoog in het vaandel van bedrijven staat.
- betere instructie van de kraandrijver om het pendelen van de last tegen te gaan (i.v.m. trillingen).

Technisch zijn de problemen in feite afdoende op te lossen door een geschikte uitvoering van de cabine of door de kraan vanaf de grond te bedienen. Technisch is het dus goed haalbaar om aanvaardbare arbeidsomstandigheden te creëren, de economische haalbaarheid kan een veel groter probleem vormen. Vooral als bij een bestaande kraanbaan een aparte kraanbrug moet worden geconstrueerd, en een aparte verse luchttoevoer voor de cabine moet zijn aangebracht zijn de kosten van de voorzieningen hoog.

Toekomst

De economische haalbaarheid van de voorzieningen is bij nieuwe kranen aanzienlijk gunstiger dan bij bestaande kranen. Daarom is te verwachten dat - mits de afnemer voldoende eisen stelt aan de arbeidsomstandigheden - de situatie in de toekomst beter zal worden. Het voldoende aanpakken van de trillingsbelasting kan echter economisch erg moeilijk zijn, als daarvoor een aparte kraanbrug is vereist.

Voor de blootstelling aan trillingen is van belang dat een tendens is dat de kranen dynamisch gevoeliger worden, doordat de hoofdafmetingen van kranen toenemen, het materiaal hoger belast wordt, er meer gelast wordt (minder inwendige demping) en grotere snelheden worden toegepast bij dezelfde loop- en remwegen [Oosterloo, 1978].

2.2.2 Chauffeurs van intern grondtransport [geluid, trillingen, toxisch]

Inleiding

Chauffeurs van intern grondtransport staan in principe bloot aan de omgevingsfactoren in de ruimte waarin ze rijden. Soms worden ze daartegen (deels) beschermd door een afgesloten cabine (m.n. bij werk buiten, of in extreem hete of koude omgevingen), meestal zijn de cabines echter open.

Het werk van chauffeur wordt meestal door aparte chauffeurs uitgevoerd, in kleinere bedrijven en afdelingen wordt het ook wel als deel van een andere functie uitgevoerd.

Blootstelling

Geluid

Meestal staat men in heftrucks bloot aan gemiddelde geluidsniveaus boven 80 dB(A), ten gevolge van de eigen machine en de omgeving [Beumer, 1985]. In dumpers staat men bloot aan niveaus van 85 tot 88 dB(A) [Oortman Gerlings, 1987]. In lokomotieven is het geluidsniveau ook boven 85 dB(A) [Heino, 1978; Gamst, 1975]. Het machinegeluid hangt sterk af van het type aandrijving: bijvoorbeeld elektrische heftrucks (eigen geluid 72 tot 84 dB(A)) zijn over het algemeen aanzienlijk stiller dan diesel- of gasaangedreven heftrucks (eigen geluid 80 tot 96 dB(A)) [Beumer, 1985]. Hoge piekniveaus komen voor bij het transport van lawaaiige lading, zoals staalplaten en holle metalen onderdelen.

Trillingen

De trillingsbelasting (lichaamstrillingen) is vaak boven de gezondheidkundige richtlijnen. Bijv. bij heftrucks zijn trillingsniveaus van 0,48 tot 2,5 m/s² gemeten [Van Drimmelen, 1986], bij vrachtwagens voor intern transport 0,61 tot 2,5 m/s², bij lokomotieven 0,39 tot 1,3 m/s², bij terreinwagens 0,19 tot 3,1 m/s² [Oortman Gerlings, 1987]. De voornaamste bron is meestal het wiel-wegcontact [van Leun, 1986]. Minder belangrijke trillingsbronnen zijn kenmerken van de heftruck, zoals de aard van de banden (massieve banden leveren meer trillingen),

aard van de aandrijving (verbrandingsmotoren leveren meer trillingen dan elektrische aandrijving), de stoelvering (vaak zonder enige vering) en de vering van de wielophanging (vaak erg stug vanwege vereiste stabiliteit) [Bosman, 1985].

Toxisch

De blootstelling wordt zowel veroorzaakt door uitlaatgassen van de eigen heftruck (bij verbrandingsmotoren), als door de omgeving waarin men rijdt (bepalend voor de hoogste concentraties). In sommige produktieruimtes kan de blootstelling oplopen tot boven de grenswaarden (MAC), bijv. soms bij de staalproductie en bij het reinigen en behandelen van oppervlakken.

Meervoudige belasting

- Klimaat (m.n. de overgangen tussen ruimtes en binnen-buiten, en soms in hete omgevingen zoals bij ovens),
- Fysieke belasting (de statische belasting bij het besturen, vaak met een weinig geschikte stoel, met weinig houdingsvariatie),
- Ploegendienst, op veel plaatsen voorkomend, vooral in de basismetaalindustrie.
- Veiligheid. Heftrucks zijn vaak betrokken bij (bedrijfs)ongevallen. Belangrijke oorzaken zijn het slippen en omvallen, waarbij achterwielbesturing, banden druk, massieve voorwielen en het ongeladen rijden een rol spelen [Strandberg, 1983].

Oplosbaarheid

Er is een groot scala van verbeteringsmogelijkheden, sterk afhankelijk van de situatie. Tussen haakjes is steeds aangegeven voor welk aspect de maatregel zinvol is:

- oneffenheden op de rijweg (richels, naden) voorkomen (geluid en trillingen). Bijv. beter een geasfalteerde of egalen betonnen rijroute dan een weg

die is opgebouwd uit klinkers of stelconplaten [Beumer, 1985; Tappèl, 1986]. Zo gaf een verbetering van het wegdek een verlenging van het toegestane blootstellingsduur aan de trillingen van 92 % [Voss, 1988]. Voor trillingen is dit samen met beperking van de rijsnelheid de voornaamste maatregel.

- beperking rijsnelheid (trillingen). Zo gaf een reductie van de rijsnelheid van 9 naar 7 km/uur een verlenging van de toegestane blootstellingsduur van 130 % [Voss, 1988],
- elektrisch aangedreven i.p.v. met verbrandingsmotoren (geluid, trillingen en toxisch) [Beumer, 1985; Tappèl, 1986],
- zo mogelijk geen massieve banden maar luchtgeveerde banden (trillingen, geluid),
- goed onderhoud, i.v.m. produktie van uitlaatgassen, geluid van de aandrijving en de trillingsproduktie (geen schoksgewijs rijden door haperende koppeling of rem),
- goed afgeveerde stoel, m.n. luchtgeveerd (trillingen). Dit gaf in een praktijkvoorbeeld een verlenging van de toegestane blootstellingsduur van 38 % [Voss, 1988],
- zo nodig goed afgeveerde en geïsoleerde cabine (trillingen, geluid, toxisch, klimaat). In combinatie hiermee is voor het geluid ook het aanbrengen van absorptiemateriaal in de cabine zinvol [Beumer, 1985; Tappèl, 1986]. Vooral voor trek- en laadkarren is het belangrijk dat de bestuurder niet voor de vooras zit (i.v.m. trillingen),
- verhoging van de beladingsgraad en vooral beperking van onbeladen rijden (vooral trillingen). Dit is natuurlijk ook uit oogpunt van efficiency al een belangrijk streven.
- bij vloeibare lading klotsen van lading tegengaan, bijv. door schotten in te bouwen (trillingen),

- maatregelen in de omgeving (geluid, trillingen). Het zal duidelijk zijn dat dergelijke maatregelen des te meer zin hebben voor de chauffeurs als de omgeving meer belastend is dan de wagen zelf (bijv. bij rijden door een gieterij, in de directe omgeving van de hete en lawaaige oven). In dit kader kan tevens worden genoemd:
- gunstige routing (beperking van de route en zoveel mogelijk vermijden van belastende omgevingen: geluid, toxisch, klimaat).
- eventueel een ander transporttype, bijv. afstandsbediende wagens (geluid, trillingen, toxisch).

Toekomst

Te verwachten is dat in de toekomst de situatie deels goed verbeterd kan worden, o.a. om de volgende redenen:

- het aandrijfgeluid van nieuwe wagens is vaak belangrijk minder,
- de stoelen van nieuwe wagens zijn meestal beter afgeveerd,
- de meerkosten van gesloten cabines zijn bij nieuwe wagens aanzienlijk minder dan bij bestaande machines,
- elektrisch aangedreven heftrucks zijn steeds beter toepasbaar (door toename van motorvermogen en van actieradius).

Bij de aanschaf van nieuwe wagens kan de situatie daarom vaak belangrijk verbeteren, mits men voldoende daarop let, m.n. door de specificaties op deze punten te betrekken bij de beslissing tot aankoop.

Een nieuwe ontwikkeling is tevens automatisering: wagens die zonder chauffeur door het bedrijf rijden. Bij de meeste systemen beweegt de wagen zich dan langs een geleidingssysteem in de vloer. Er bestaan ook meer flexibele systemen, waarbij de wagen zich oriënteert op een eenvoudig rasterpatroon in de vloer (bijv. donkere tegels), en zelfs bij onverwachte obstakels automatisch zelf een alternatieve route zoekt. Bij dergelijke automatisering vervalt de functie van chauffeur en daarmee ook zijn blootstelling aan belastende arbeidsomstandigheden. Geautomatiseerde transportsystemen zijn voornamelijk geschikt voor

plaatsen waar weinig mensen aanwezig zijn op de rijroutes (zoals opslagterreinen en magazijnen).

2.3 Veel voorkomende bronnen

2.3.1 Vrijkomende perslucht [geluid]

Inleiding

Een universele methode voor het verwijderen van stof en grovere deeltjes in de industrie is schoonspuiten met perslucht. Ook zijn er vele machines en gereedschappen die aangedreven worden door perslucht en waarbij de "afgewerkte" perslucht vrijkomt: allerlei pneumatische handgereedschappen (bijv. slijptollen) en cilinders (bijv. stansmachines). Bij pneumatische gereedschappen is het uitstroomgeluid meestal echter ondergeschikt aan het bewerkingsgeluid. In de meeste situaties staat men slechts een deel van de dag (maximaal enige uren, m.n. bij gereedschappen en machines) aan de vrijkomende perslucht bloot.

Blootstelling

De momentane geluidsniveaus (tijdens het vrijkomen van de perslucht) zijn zeer hoog: meestal tussen 95 en 110 dB(A) [Tukker, 1984]. De bijdrage aan het gemiddelde geluidsniveau over de werkdag is vaak boven 80 dB(A), bijv. bij geregeld schoonspuiten van de werkplek.

Meervoudige belasting

- Klimaat

Vooral 's winters kunnen de handen afkoelen als de perslucht langdurig langs de huid blaast, zoals bij langdurig gebruik van persluchtgereedschap. Schoonspuiten duurt meestal te kort om tot dergelijke problemen te leiden.

Oplosbaarheid

Het geluid kan worden geëlimineerd als i.p.v. met perslucht aangedreven gereedschappen voortaan elektrisch aangedreven gereedschappen worden gebruikt. Een grote verbetering is vaak te bereiken door een geluidarme uitvoering van de uitstroomopening en vaak is ook een reductie van de luchtdruk goed haalbaar. Als hulpmiddel bij het kiezen van een stil blaaspistool bestaan handige overzichten waarin van de verschillende merken de geluidproduktie is opgegeven [Tukker, 1984].

Toekomst

De enige wezenlijke verandering is dat bij nieuwe installaties beter met het geluid rekening kan worden gehouden, door een zo laag mogelijk luchtdruk en voldoende gedempte uitstroomopeningen en dat met name de meest lawaaiige types (zoals half dicht geknepen buiseinden) niet meer toegepast worden.

2.3.2 Werkstukgeluid [geluid]

Inleiding

Op zeer veel plaatsen draagt geluidafstraling van het werkstuk belangrijk bij aan de geluidsniveaus bij het transport of bewerking. Dit geldt voor een groot aantal van de in dit rapport opgenomen bewerkingen waarbij het werkstuk wordt aangestoten: bijv. slijpen (par. 4.1.2), bikken (par. 4.3.2) en klinken (par. 5.2). Dit geldt vooral bij grote dunwandige platen en werkstukken en amper bij kleine compacte werkstukken [Tukker, 1984].

Oplosbaarheid

- Damping van het werkstuk

De meest toegepaste methode is damping van het werkstuk, bijv. door het op een dempende ondergrond te plaatsen (bijv. een rubberen mat), of door dempende

hulpstukken erop te plaatsen (bijv. rubberen matjes of zakken zand). Vooral bij dunwandige constructies kan dit tot geluidreducties leiden tot 15 dB [Tukker, 1984].

- Plaatselijke verzwaring van het werkstuk

Een ander principe is om het werkstuk op de plaats waar het wordt "aangestoten" (bijv. bij een bewerking) te verzwaren. De mogelijkheden hiertoe zijn vaak minder groot.

- Ontwerp

Een mogelijkheid die meestal niet wordt bekeken is om door het ontwerp van het werkstuk het geluid tijdens de produktie te beperken [Tukker, 1984]. Bijvoorbeeld doordat bepaalde lawaaiige bewerkingen minder (of niet) nodig zijn. Een voorbeeld hiervan is als het werkstuk zodanig wordt ontworpen dat het uit minder delen bestaat, zodat minder delen aan elkaar hoeven te worden gezet. Ook kan door het ontwerp de inwendige demping van het werkstuk worden vergroot en daarmee de geluidafstraling tijdens bewerkingen worden beperkt. Vaak lukt dit door het werkstuk plaatselijk te verzwaren of (soms) door het verstijvingsribben aan te brengen. Een ander principe is om bij het ontwerp arbeidsvriendelijkere bewerkingen voor te schrijven (bijv. lijmen i.p.v. lassen). Het zal duidelijk zijn dat de praktische beperkingen voor aanpassing van het ontwerp meestal zeer groot zijn en dat in de praktijk andere ontwerpaspecten meestal meer bepalend zijn.

3. VOORBEWERKING

3.1 Produktie van staal

3.1.1 Ovens

[geluid, toxisch]

Inleiding

Een standaard procesonderdeel van de produktie van staal is een oven, waar de samenstelling van het staal wordt bepaald. Activiteiten die daar moeten worden uitgevoerd zijn bijv. toezicht op het proces (bijv. het gieten van het vloeibare staal), eventueel bediening van de installatie (afhankelijk van de automatiseringsgraad), en soms wat handwerk zoals het open boren van aftapgaten (met pneumatische boorinstallatie). Het betreft over het algemeen functies die de hele dag worden uitgeoefend.

Blootstelling

Geluid

De gemiddelde geluidsniveaus zijn meestal tussen 90 en 110 dB(A), zodat de kans op gehoorschade aanwezig is [Schreiber, 1978; Melder, 1986].

Toxisch

Men staat op veel plaatsen bloot aan m.n. metaaldampen en van verbrandingsgasen en -stof, zoals het zeer giftige koolmonoxide en zwaveldampen.

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Het opruimen van metaal- en slakresten gecombineerd met de zeer grote hitte bij de ovenwand betekent een zware lichamelijke belasting.

- **Klimaat**

In de buurt van ovens staat men over het algemeen aan grote hitte bloot [Cardaun, 1983]. Een voorbeeld hiervan is het uitbreken van ovenwanden, waarbij meestal de tijd ontbreekt om de oven voldoende te laten afkoelen [Tappèl, 1986].

- **Veiligheid**

Door de zeer grote proceshitte en de vaak niet echt gesloten produktiesystemen is er een reëel risico op verbranding. Dit kan tot zeer ernstige ongevallen leiden.

Oplosbaarheid

De voornaamste in de praktijk toegepaste maatregel is automatiseren en de mensen zoveel mogelijk in goed geïsoleerde meet- en regelkamers laten werken. Dit is zowel voor geluid, toxische blootstelling en de hittebelasting een effectieve oplossing. Een voorbeeld hiervan is het automatiseren van het afbramen van blokken in blokvormgieterijen, hetgeen zowel voor het geluid als het stof een verbetering is [Tappèl, 1986].

Een groot probleem voor maatregelen aan de bron is de grote omvang van de installaties (maatregelen erg duur).

Voorbeelden van maatregelen i.v.m. lawaaibestrijding aan de installatie zijn:

- compressoren omkassen,
- elektrosmeltoven (op basis van hoogtemperatuurplasmatechnologie) i.p.v. lichtboogoven: 25 dB reductie, en vermindering van toxische blootstelling,
- andere ventilator (bij gloeiovens): minder schoepen en kleinere waaiers [Melder, 1986].

Voorbeelden van maatregelen gericht op de toxische blootstelling zijn:

- afzuiging (bij de bron) en betere ventilatie (in de ruimte),
- verbeteren van de afdichting van vulgaten en deksels door de ring van de afsluitrand schuin af te werken [Tappèl, 1986],
- vervanging van een aantal kleine zeven door een grote (bij de ertsvoorbereiding in sinterfabrieken), en deze te omkassen [Tappèl, 1986].

Toekomst

Te verwachten is dat door de verdergaande automatisering minder mensen worden blootgesteld en ook korter per dag.

3.1.2 Walserij [geluid, toxisch]

Inleiding

In walserijen worden platen staal over rollenbanen onder een aantal walsen achter elkaar doorgerold. In de transportrichting neemt na iedere wals de dikte van de plaat af en de transportsnelheid toe. De werkzaamheden in de hal bestaan uit het toezicht houden op het proces en zonodig snel ingrijpen. Bovendien zijn er kraanmachinisten (zie par. 2.2.1).

Blootstelling

Geluid

De gemiddelde geluidsniveaus zijn boven 80 dB(A), bijv. in een koudwalserij voor tandwielen tussen 95 en 100 dB(A) [Melder, 1986]. Men loopt dus kans op gehoorschade.

Toxisch

Men staat bloot aan minerale oliën. De in de literatuur genoemde concentraties (Monarco, 1984) zijn beneden de MAC-waarde.

Meervoudige belasting

- Klimaat

Vaak geeft het te walsen materiaal veel warmte af (stralingswarmte). Op andere plaatsen in de niet-verwarmde hallen kan het te koud zijn of tochtig.

- Ploegendienst

In de meeste walserijen wordt in ploegendienst gewerkt.

Oplosbaarheid

Door de grote omvang van de installaties zijn maatregelen aan de bron meestal erg moeilijk haalbaar (te duur) [Tappèl, 1986]. De meest toegepaste maatregel is daarom automatiseren, zodat het resterende werk (vooral controle werk) zoveel mogelijk vanuit de controlekamer kan plaatsvinden en men zo kort mogelijk in de afdeling hoeft te zijn.

Toekomst

Te verwachten is dat nieuwe installaties meer geautomatiseerd zijn, zodat minder mensen worden blootgesteld aan de belastende arbeidsomstandigheden en ook kortere tijd per dag (meer werk vanuit controlekamers).

4. VORMGEVING

4.1 Verspanende bewerkingen

4.1.1 Zagen [geluid, toxisch]

Inleiding

Zagen is een veel voorkomende bewerking, hetzij met een cirkelzaag-, hetzij met een beugelzaagmachine. Cirkelzagen zijn veruit het lawaaiigste. De menselijke taak hierbij is het bedienen van de machine en de aan- en afvoer van werkstukken (meestal met kranen). Meestal is zagen slechts een van de activiteiten die men op een dag uitvoert.

Blootstelling

Geluid

Tijdens het zagen met een cirkelzaag treden geluidsniveaus op tussen 85 en 105 dB(A) [van Rangelrooij, 1987; NORI, 1977; Zockel, 1979; Kulczycki, 1981], het gemiddelde niveau (incl. inspannen e.d.) is 3 tot 6 dB lager.

Toxisch

Voor de toxische blootstelling t.g.v. snijvloeistoffen wordt verwezen naar par. 4.6.

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Voor al bij weinig geautomatiseerde machines werkt men meestal de hele dag staand, waarbij houdingsvariatie vaak slechts beperkt mogelijk is. Dit geeft een statische, lichamelijke belasting.

Oplosbaarheid

Algemeen

- Andere zaagtechniek

Veruit de meest effectieve maatregel is een andere zaagtechniek: lasersnijden [Melder, 1986]. Dit is zowel voor het geluid (65 dB(A)) als de toxische blootstelling een belangrijke verbetering. Een praktisch probleem daarbij is de grote investering.

- Numeriek bestuurd machines.

Automatische zaagmachines hebben het voordeel dat men niet steeds dicht bij de geluidbron hoeft te werken en dat bovendien een goed afsluitende en isolerende omkasting van de machine mogelijk is.

Geluid

Er is al veel bekend over mogelijkheden om het geluid bij het zagen te beperken. De toe te passen maatregel hangt in de eerste plaats af ervan af of het werkstukgeluid bepalend is (vooral bij grote dunwandige platen en constructies, zie par. 1.3.2) of dat het zaaggeluid bepalend is. Voor de mogelijkheden om het werkstukgeluid aan te pakken wordt verwezen naar par. 1.3.2.

Voor het machinegeluid bij cirkelzagen kunnen als maatregelen worden genoemd [Tukker, 1984; van Rangelrooij, 1987; Kulczycki, 1981; Tukker & Verheij, 1988]:

- demping van het zaagblad (middels een sandwichopbouw, of een dempende schijf erlangs, of dempende rollen tegen de schijf),
- hardmetalen (HM) zaagbladen,
- andere afmetingen van het zaagblad (meer tanden, kleiner blad),
- lager toerental,
- afschermkap rond zaagblad (het beste zo nauw mogelijk aansluitend).

Met dergelijke maatregelen kunnen vaak aanzienlijke reducties (tot 15 dB) worden bereikt. Bij beugel-, lint- en bandzagen kan door een variërende tandvorm een reductie van 8 dB worden bereikt.

Toxisch

- ventilatie en afzuiging (zie par. 1.4.3)

Toekomst

Verwacht mag worden dat lasersnijden in de toekomst beter betaalbaar wordt en daardoor op meer plaatsen een afdoende oplossing kan geven. Ook wordt verwacht dat de toepassing van numeriek bestuurde machines zal toenemen. Daarnaast is een algemene verwachting dat in de toekomst genoemde mogelijke maatregelen aan de machine zelf al meer door de fabrikant in het ontwerp van hun machine zijn verwerkt.

4.1.2 Slijpen

[geluid, trillingen, toxisch]

Inleiding

Slijpen is een van de meest voorkomende bewerkingen in de metaalverwerkende industrie: voor pasmaken, voor verwijderen van oppervlaktelagen, als voorbereiding op lassen, voor nabewerken na lassen. Meestal is slijpen slechts een van de werkzaamheden die men op een dag uitvoert. De blootstelling is meestal maximaal gemiddeld twee uur per dag. Incidenteel (bijv. bij het afbramen van gietstukken in gieterijen, zie par. 4.2.1) bestaat de functie volledig uit slijpwerkzaamheden: dan is men meer dan 4 uur per dag aan het slijpen.

Blootstelling

Geluid

Bij slijpen staat men meestal bloot aan niveaus boven 90 dB(A) [Tukker, 1984]. Dit komt zowel door het gereedschap als het werkstuk. De hoogste niveaus treden op bij slijpen van dunne platen (tot 115 dB(A)). De laagste niveaus treden op bij compacte, massieve werkstukken.

Trillingen

Bij slijpschijven staat men aan sterke trillingen bloot: gemeten zijn trillingsniveaus van 1,1 tot 15 m/s² [Oortman Gerlings, 1987].

- Toxisch

Bij slijpen staat men ook aan slijpstof bloot. De blootstelling hangt echter sterk af van het slijpproces en het te slijpen materiaal.

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Het hanteren en aanduwen van het zware gereedschap (tot 11 kg) geeft een grote statische lichamelijke belasting, vooral als in extra belastende houdingen moet worden gewerkt. In een Fins onderzoek is voor metaalbewerkers als energetisch belasting een waarde gemeten van 15,7 kJ/min [Aunola, 1978].

- Veiligheid

Bij slijpen loopt men kans op letsel door de sneldraaiende schijf en de rondvliegende delen.

Oplosbaarheid

Algemeen

Meest fundamentele aanpak is om de noodzaak van slijpen te beperken, m.n. door een wijziging van het ontwerp [Tukker, 1984]. Er zijn verschillende voorbeelden waar dit is gelukt door de oppervlaktespecificatie van het werkstuk (deels) minder streng te maken. Ook de bij lassen (zie par. 5.1) genoemde mogelijkheid om het afslijpen van vastgehechte lasslakken te verminderen door gebruik van antispattvloeistof te smeren op het te lassen werkstuk horen hierbij. Soms is het zelfs mogelijk de specificatie voor de vereiste nauwkeurigheid zodanig te veranderen dat slijpen minder (of zelfs niet meer) nodig is.

Er zijn experimenten met het gebruik van slijprobots. Automatiseren van dit werk blijkt echter moeilijk, ook bij grotere series. Het grootste probleem voor

automatisering is de grote variatie in maatvoering van te verwijderen lagen en delen [Cardaun, 1983].

Geluid [Tukker, 1984]

- Andere bewerking

Rondvijlen i.p.v. slijpen geeft een reductie van 10 tot 20 dB, handvijlen is nog stiller. Ook het borstelen van te verwijderen lasspatten i.p.v. slijpen is beduidend stiller: 30 dB.

- Stillere machine

Zachte schijven zijn over het algemeen stiller (reductie 3 tot 15 dB), evenals gedempte schijven (reductie tot 15 dB). Een belangrijk nadeel van dergelijke schijven is wel dat ze langzamer slijpen, van zachte schijven bovendien dat ze meer slijpstof geven [Grund, 1979]. Ook het dempen van de luchtuitlaat kan een belangrijke geluidreductie geven, bijv. tot 15 dB(A) reductie.

- Werkmethode

Bij dunne werkstukken is het gunstig te slijpen in de richting van de plaatkant en niet loodrecht daarop. Hiermee zijn in de praktijk reducties bereikt van 9 dB(A) [Tukker, 1984].

- Werkstuk

Mogelijke maatregelen zijn demping van het werkstuk (reductie tot 12 dB), een dempende oplegging (reductie tot 9 dB) of magneetmatten (reductie tot 12 dB) [Grund, 1979; Tönshof, 1981]. Dergelijke maatregelen hebben alleen zin als het werkstukgeluid een belangrijke bijdrage levert, m.n. bij plaatstaal tot 6 mm. dik. Bij tamelijk dikwandige werkstukken, of als het geluid van het gereedschap sterk overheerst, hebben maatregelen aan het werkstuk weinig zin.

- Cabines

Aparte cabines voor lawaaiige werkzaamheden zoals slijpen zijn zeer effectief voor de omgeving (reductie 14 tot 25 dB) [Åberg, 1974].

Trillingen

Geordend in de volgorde van aanpak die in het algemeen het meest verstandig is:

1. eliminatie van de betreffende produktiefunctie (zorgen dat materiaal wegnemen niet nodig is: zie "algemeen"),
2. keuze voor een andere techniek (bijv. slijpen vervangen door rondvijlen: zie "geluid"),
3. voorkomen van handbediening (automatisering: zie "algemeen"),
4. reductie van trillingen (bijv. beperking van knijpkracht, door het gereedschap in een balancer op te hangen; beter onderhoud, vooral het tijdig vervangen van versleten slijpschijven),
5. beperking van blootstellingsduur (slijpwerk over meer mensen spreiden).

Toxisch

Een goede ventilatie en zo mogelijk afzuiging dicht bij de bron zijn de geëigende maatregelen. Er zijn ook slijpmachines te koop met een afzuiging ingebouwd in de machine. Een nadeel van ingebouwde afzuiging is dat de machine minder goed te hanteren wordt (door de extra slang) en dat het zicht op het werk afneemt.

Toekomst

Er komen steeds betere materialen op de markt voor de ontdreuning van het werkstuk (zie ook par. 2.3.2). Ook de ontwikkeling van geluidarme schijven gaat nog steeds door.

4.1.3 Draaien [geluid, toxisch]

Inleiding

Draaibanken worden gebruikt voor het verspanend bewerken (door als het ware materiaal af te schillen met een beitel), waarbij het werkstuk ronddraait en de beitel stil staat. Het is een bewerking voor massieve werkstukken die assymmetrisch zijn: bijvoorbeeld bepaalde assen.

Blootstelling

Geluid

Tijdens verspanen treden gemiddelde niveaus op van 76 tot 92 dB(A) [van Rangelrooij, 1987]. Bij bewerkingen van aluminium en roestvrijstaal treden aanzienlijke hogere niveaus op (tot 100 dB(A)) en mogelijk zuivere tonen [Noort, 1990]. Bij speciale bewerkingen zoals hoge snelheidsverspanen, center-, carrousel-, kotter- en revolverdraaibanken zijn de gemiddelde niveaus rond de 90 dB(A).

Toxisch

Door de snijvloeistoffen kunnen aanzienlijke overschrijdingen van de grenswaarden (MAC) voorkomen (tot 320 mg/m^3 , $\text{MAC} = 5 \text{ mg/m}^3$). (zie ook par. 4.5)

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Over het algemeen staat men bij dit werk, vaak uren achtereen met weinig houdingsvariatie, vaak met licht voorovergebogen rug [Derks, 1978]. Dit geeft een grote, statische lichamelijke belasting.

Oplosbaarheid

Geluid [van Rangelrooij, 1987]

- Andere bewerkingstechniek
Bijvoorbeeld door binnendraaien te vervangen door boren (-7 dB). Een probleem daarbij kan zijn dat boren minder nauwkeurig is [Noort, 1990].
- Constructieve maatregelen
 - * Maatregelen aan de beitels: gedempte, verende of verstevigde beitels (reductie tot 12 dB).
 - * Maatregelen aan de aandrijving: schuine vertanding, tandriem vervangen door niet-vertande riem (-4 dB), uitrichten van overbrenging of motor (-4 dB), dempende bekleding van zijkant van tandwielen (-5 dB) [Schmidt, 1988], bij stangendraaiapparaat olie tussen stangen en buis (reductie tenminste 7 dB) [Röbke, 1985].
- Goed onderhoud, m.n. scherpe beitels [Noort, 1990].
- Omkastings. Alleen van de tandwielkast of van de hele draaibank. Niveaus onder 80 dB(A) zijn dan haalbaar.

Toekomst

Te verwachten is dat er meer numeriek bestuurd machines komen. Deze zijn veel makkelijker te omkassen, hetgeen voor het geluid en de toxische blootstelling gunstig is. Een ontwikkeling, die de toename van het aantal numeriek bestuurd machines in de hand werkt, is dat steeds meer draaiwerk wordt uitbesteed aan daarin gespecialiseerde bedrijven (zgn. bewerkingscentra). Voor die gespecialiseerde bedrijven is het dan beter lonend om de grote investeringen in CNC machines te doen.

4.1.4 Frezen [geluid]

Inleiding

Frezen is net als draaien een verspanende bewerking, met dat verschil dat bij frezen de beitel roteert en het werkstuk stilstaat.

Blootstelling

Bij universele freesmachines is het niveau onder 80 dB(A), bij vlakfreesmachines tot 84 dB(A) [van Rangelrooij, 1987]. Alleen bij hoge snelheidsverspanen komen niveaus boven 85 dB(A) voor. Vanwege deze relatief lage geluidsniveaus wordt hier niet verder ingegaan op mogelijke maatregelen.

Meervoudige belasting. Toekomst

Zie draaibank, zie par. 3.1.3.

4.2 Gieterijen (SBI 34.0)

In gieterijen bestaan grote onderlinge verschillen in arbeidsomstandigheden, vooral door grote verschillen in productieprocessen en automatiseringsgraad [Terra, 1984].

4.2.1 Ovenwerker [geluid, toxisch]

Inleiding

Ovenwerkers leggen de kernen in de mallen en nemen de gloeiende werkstukken uit de oven. Ze werken in de directe omgeving van de oven.

Blootstelling

Geluid

De gemiddelde geluidsniveaus (L_{eq}) zijn boven 80 dB(A), vaak tussen 90 en 100 dB(A), op sommige plaatsen tot 110 dB(A) (bijv. bij lichtboogovens) [Schreiber, 1978; Grotheer, 1974, van den Brulle, 1985; Melder, 1986]. De voornaamste geluidsbron is de brander van de oven. Alleen bij inductieovens is het geluidsniveau aanzienlijk lager: 82 tot 86 dB(A) [McQueen, 1983]. Het lawaai bij het af-drukstation wordt veroorzaakt door het terugstoten van het gegoten produkt op de transportband, waarbij het dragermateriaal in stalen bakken terecht komt.

Toxisch

Men staat bloot aan metaaldampen, nitreuze dampen (bij cokesovens) en dampen uit het hete vormzand. In spuitgieterijen veroorzaken gasgestookte ovens soms overlast [Tappèl, 1986] van de warme verbrandingsgassen. In smelterijen met open pannen voor het ontzwavelen zijn zwaveldampen aanwezig in de hele afdeling [Tappèl, 1986]. Rond het gieten kunnen hoge concentraties koolmonoxide optreden, behalve bij elektrische en oliegestookte ovens. Deze concentraties kunnen de MAC-waarde aanzienlijk overschrijden: het gemiddelde van de door [Virtamo, 1976] gemeten concentraties in ijzergieterijen is ongeveer drie maal de MAC-waarde. In staal gieterijen en bij gieten van koperlegeringen heeft hij aanmerkelijk lagere waarden gemeten: het gemiddelde van de meetwaarden was onder de MAC-waarde, overschrijdingen zijn wel gemeten. Ook de MAC-waarden voor stof worden vaak overschreden [Siltanen, 1976].

Meervoudige belasting

Men staat meestal bloot aan hitte (t.g.v. de oven), de daardoor benodigde stugge beschermende kleding en grote fysieke belasting (m.n. door grote gewichten). Zo is in Finland voor de energetische belasting bij dit werk een waarde gemeten van 18,2 kJ/min [Aunola, 1978]. Van den Brulle [1989] heeft in een gieterij onvolgende licht gemeten.

Oplosbaarheid

- Automatiseren: het meest effectief, met zoveel mogelijk werken vanuit aparte operatorruimtes.
- Ander ovenprincipe: elektrische ovens geven minder afvalgassen [Virtamo, 1976], minder stof en minder lawaai (-25 dB). Ook elektrische warmhoudovens i.p.v. gasgestookte ovens [Tappèl, 1986]: minder verbrandingsgassen.
- Betere ventilatie en afzuiging.
- Eventueel omkassen van de oven (tegen geluid en hitte) [McQueen, 1983]. Om het lawaai van het afdrukstation te reduceren kan een deel van de gietlijn worden omkast en kunnen metalen opvangbakken worden vervangen door houten of bekleden met rubber en de metalen transportband vervangen door een kunststof [Tappèl, 1986].
- Oven van overige afdelingen afscheiden [Tappèl, 1986].
- nauwgezet kiezen van de kwaliteit van het zand en de additieven die daar aan worden toegevoegd [Virtamo, 1976]

Maatregelen specifiek gericht op het geluid betreffen vaak de compressoren en ventilatoren [Melder, 1986]:

- Compressoren met schotten isoleren.
- Reductie van aantal schoepen van ventilatoren, en kleinere waaiers.

Toekomst

Te verwachten is dat bij nieuwe gieterijen de mogelijkheden om de arbeidsomstandigheden te verbeteren beter zullen worden benut dan nu in veel bestaande gieterijen, vooral omdat de slechte arbeidsomstandigheden van dit moment algemeen bij de bedrijven en andere belanghebbenden bekend zijn. Meestal zal

het dan in de eerste plaats gaan om meer automatiseren, echter alleen bij grote series identieke produkten. Ook de nieuwe ovens zijn wat betreft uitstoot van gassen en dampen, warmteafgifte en geluidproductie meestal een verbetering.

4.2.2 Modelmakers (houten modellen) [geluid]

Modelmakers van houten modellen zijn in feite houtbewerkers. Voor de problemen bij dit werk wordt verwezen naar het rapport over de houtindustrie.

4.2.3 Kernmakers [geluid, toxisch]

Inleiding

Op de meeste plaatsen worden de kernen voor de gietvormen gemaakt volgens het principe van kernschieten, waarbij het materiaal van de kern pneumatisch wordt ingeblazen.

Het betreft functies voor 8 uur per dag.

Blootstelling

Geluid

Men staat bloot aan meer dan 80 dB(A) (Leq), vooral t.g.v. pieken bij de ontluchting van de schietcilinders na het vullen en bij het zakken van de tafel. Zo is bij een kernschietmachine een gemiddeld niveau gemeten van 92 dB(A) [van den Brulle, 1989]

Toxisch

Bij dompelen en bezanden van wasbollen staat men bloot aan alcohol- en ammoniakdampen en stof [Cardaun, 1983]. Vaak wordt met zilverzand, fenolhars en isocynaat gewerkt. Bij de verharding van het kernmateriaal (m.b.v. een kata-

lysator) komt o.a. dimethylacthylamine vrij [Tappèl, 1986]. Bij het kernmaken volgens het zgn. cold-box systeem ontstaat triethyl-amine [Tappèl, 1986].

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Het werk is lichamelijk zwaar [Aunola, 1978: in Finland is een energetische belasting bij dit werk gemeten van 17,5 kJ/min], m.n. door de gewichten van de kernen (soms 20 kg) en de ongunstige werkhoudingen [van den Brulle, 1985; Cardaun, 1983]. Het is dan ook een van de zwaarste functies in de metaalindustrie [Aunola, 1978].

Oplosbaarheid

Op steeds meer plaatsen is dit werk geautomatiseerd [Cardaun, 1983], waarmee de blootstelling effectief wordt aangepakt.

Geluid

Het geluid van het afblazen van de cilinders is vaak afdoende aan te pakken, door reductie van de luchtdruk (per halvering luchtdruk 9 dB reductie) of gebruik van een geluiddemper op de afblaasopening (risico van snelle vervuiling met zand) [Cardaun, 1983].

Toxisch

- Door geheel gesloten kernschietmachines wordt het vrijkomen van gassen beperkt [Tappèl, 1986].
- Een kenmerkend probleem is dat wassers, die dienen voor het neutraliseren van vrijkomende gassen en dampen, verstopt raken. Door tussen de kernschietmachine en de wasser zogenaamde weerstandsloze stofvangers aan te brengen wordt het verstopt raken van de wassers voorkomen [Tappèl, 1986].

Toekomst

Over te verwachten toekomstige ontwikkelingen hebben we geen informatie.

4.2.4 Vormmakers

[geluid, trillingen, toxisch]

Inleiding

De zandvormen worden verdicht met trilmachines, voordat ze klaar zijn voor het gieten [van den Brulle, 1985].

Blootstelling

Geluid

Tijdens verdichten staat men bloot aan 85 tot 110 dB(A) [van den Brulle, 1985], vaak is het gemiddelde over de dag daarom boven 85 dB(A), bijv. bij twee tril-machines 93 en 96 dB(A) [van den Brulle, 1989]. Bij handmatig verdichten is een gemiddeld niveau van 80 en 88 dB(A) gemeten [van den Brulle, 1989].

Trillingen

Eigen aan de werking van verdichtingsmachines is dat ze trillingen doorgeven aan de vloer. Bij handmatig verdichten zijn blootstellingsniveaus gemeten van 21 tot 29 m/s² [Dupuis, 1988]. Bij automatisch verdichten zijn aanmerkelijk lagere waarden te verwachten.

Toxisch

De straalinrichting en het schudrooster veroorzaken stofoverlast. Bij handvormen is overlast van opwervend heet vormzand [Tappèl, 1986]. Metingen van [Siltanen, 1976] wijzen uit dat het gemiddelde van de meetwaarden de MAC-waarde niet overschrijden.

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting.

Vooraf het handmatig maken van vormen is zwaar werk.

- Verlichting.

Van den Brulle [1989] heeft in een gieterij onvoldoende verlichting gemeten.

Oplosbaarheid

- Algemeen

De laatste jaren wordt het maken van de vormen steeds meer geautomatiseerd [Cardaun, 1983]. Automatisering, waarbij de nog benodigde werknemers in een controlekamer zitten, is een effectieve verbetering voor de fysieke arbeidsomstandigheden.

- Geluid

In de betonindustrie is al veel ervaring opgedaan met lawaaibestrijding bij triltafels. Het pneumatisch verdichten i.p.v. door mechanisch trillen is een effectieve verbetering [Tappèl, 1986]. Constructieve maatregelen zijn over het algemeen gericht op het tegengaan van rammelen (m.n. van losse onderdelen van de mal). Technisch is afdoende geluidreductie in ieder geval haalbaar door een omkasting (snel te openen en te sluiten om het werktempo niet te storen).

- Trillingen

Veel geluidreducerende maatregelen aan triltafels zijn ook gunstig voor reductie van de blootstelling aan trillingen.

- Toxisch

Effectieve maatregelen tegen de stofoverlast zijn een ontstoffingsinstallatie, en mechanisatie/automatisering van het zandtransport, mengen en vullen [Tappèl, 1986]. Ook gesloten transportinstallaties en verplaatsing van zandterugwininstallaties naar aparte ruimtes zijn effectieve mogelijkheden [Tappèl, 1986]. Als de vloer niet egaal is (m.n. niet verhard) is het egaliseren van de vloer vaak ook een

effectieve mogelijkheid om de stofoverlast te beperken [Tappel, 1986]. Daarnaast is verbetering van ventilatie en afzuiging een effectieve mogelijkheid.

Toekomst

Automatisering van dit werk is een algemene tendens [Cardaun, 1983; van den Brulle, 1985]. Dit betekent voor de fysieke arbeidsomstandigheden steeds een belangrijke verbetering.

4.2.5 Modelmakers (kunststof mallen) [toxisch]

Inleiding

Bij het maken van kunststof mallen past men veel verspanende bewerkingen (schuren, slijpen) toe [Terra, 1984].

Blootstelling

Men staat het grootste deel van de dag bloot aan dampen (lijm en kunstharsen) [Terra, 1984].

Meervoudige belasting

Men staat bloot aan de statische lichamelijke belasting doordat het werk staand wordt uitgevoerd [Terra, 1984].

Oplosbaarheid

Plaatselijke afzuiging kan een belangrijke verbetering opleveren.

Toekomst

Er is geen informatie gevonden over te verwachten toekomstige ontwikkelingen die van invloed kunnen zijn op de arbeidsomstandigheden.

4.2.6 Poetserij

[geluid, trillingen, toxisch]

Inleiding

De gegoten produkten worden vaak in een zgn. poetserij ontdaan van gietranden en bramen. Daarbij maakt men gebruik van zagen, mokers, vijlen, pneumatische hakhamers en slijpschijven. Het betreft hier vrijwel geheel functies die 8 uur per dag worden uitgeoefend. Men werkt dan vaak het grootste deel van de dag in de belastende omgeving.

Blootstelling

Geluid

Het gemiddeld geluidsniveau (L_{eq}) is boven 90 dB(A) [Cardaun, 1983], en geluidsniveaus van boven 100 dB(A) zijn hierbij geen uitzondering [Tappèl, 1986]. Belangrijke bronnen zijn de pneumatische hakhamers en slijpschijven en trilgoten. M.n. bij dunwandige constructies speelt ook het werkstukgeluid vaak een belangrijke rol.

Trillingen

Men staat bloot aan handarm trillingen bij het slijpen en afbramen, vaak boven gezondheidskundige grenswaarden (zie par. 3.1.2). Per dag duurt het maximaal enige uren.

Toxisch

Men staat bloot aan metaalstof (t.g.v. de eigen slijpwerkzaamheden) en lasrook. Stof is een nog groter probleem dan lawaai [Cardaun, 1983].

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Het werk is ook lichamelijk zwaar belastend, door het uitslaan van de gietstukken uit de mallen, het langdurig achtereen werken met zware gereedschappen (bijv. slijptollen van 5 tot 10 kg), het verplaatsen van de werkstukken (vaak tot ca 35 kg met de hand) [Cardaun, 1983]. In Finland is een energetische belasting voor dergelijk werk gemeten van ca. 19 kJ/min [Aunola, 1978]. Het is dan ook een van de zwaarste functies in de metaalindustrie.

Oplosbaarheid

Voor de mogelijkheden om de arbeidsomstandigheden bij het slijpen aan te pakken wordt verwezen naar par. 3.1.2. Pogingen om dit werk te automatiseren zijn tot nu toe weinig succesvol geweest, ook niet bij grote series [Cardaun, 1983]. Wel zijn er enige verbeteringen te bereiken met geluidarme en trillingsarme hakhamers en slijptollen. Voor de toxische blootstelling is afzuiging de meest toegepaste maatregel [Tappèl, 1986]. Een primaire maatregel is om de zo mogelijk de nauwkeurigheid van het gieten te verbeteren, waardoor minder slijpwerk nodig is.

Overige maatregelen zijn:

- omkasting van de trilgoot. Hierdoor is in een gieterij het geluidsniveau gedaald tot niveaus tussen de 80 en 85 dB(A) [Tappèl, 1986].
- verwijderen van gietnap met hydraulische wig i.p.v. door af te slaan [Tappèl, 1986]. Dit beperkt het lawaai en de fysieke inspanning bij dit werk.

Toekomst

Zie "oplosbaarheid": automatiseren.

4.3 Handmatig richten

[geluid, trillingen]

Inleiding

Richten is nodig om de vorm van het materiaal te wijzigen. In de meest gecontroleerde vorm gebeurt het voor de montage op een pers, op minst gecontroleerde vorm met een voorhamer tijdens de montage. Hier gaat het om de laatste vorm van richten. Soms wordt na het richten het werkstuk weer warmgestookt om de spanningen in het materiaal op te lossen.

In het algemeen betreft het metaalbewerkers (constructiebankwerkers) in constructiewerkplaatsen, echter altijd slechts voor een klein deel van de dag (gemiddeld minder dan 1 uur per dag). Dit is begrijpelijk als men bedenkt dat richten meestal nodig als het vormgeven niet op een "normale" manier is gelukt.

Blootstelling

Geluid

De geluidpieken zijn zeer hoog (tot 130 dB(A)) [Tukker, 1984]. Het gemiddeld niveau over de dag is vaak boven 90 dB(A). Men loopt dus kans op gehoorschade.

Trillingen

Het betreft hier zeer sterke schokken. Voorschriften om deze goed te meten zijn er niet, richtlijnen voor de beoordeling ontbreken eveneens.

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Het slaan met de zware voorhamers (gewicht tot 5 kg) geeft sterke piekbelastingen, des te meer als de te richten plaats moeilijk bereikbaar is (m.n. te hoog of aan onderzijde).

Oplosbaarheid

De beste oplossing is gericht op het voorkómen van richten. Ook uit productie-technisch oogpunt is dit vaak voordelig (m.n. i.v.m. produktbeschadigingen). De meeste mogelijkheden hiertoe bestaan in het ontwerpstadium, waar ook de keuzes voor de uit te voeren bewerkingen worden gemaakt. Ook in het produktiestadium kan de hoeveelheid richtwerk worden beperkt door met name plaatselijk warmstoken goed te doseren.

Ook alternatieve richttechnieken zijn gunstig. Bijvoorbeeld hydraulisch richten (zonder slagmechanisme) is zowel voor het geluid (reductie meer dan 20 dB) als voor trillingen een afdoende oplossing [Tukker, 1984; Tönshof, 1981].

- Geluid

Zogenaamde terugstootloze hamers betekenen vooral voor het geluid een belangrijke verbetering (reductie 10 tot 20 dB) [Tukker, 1984]. In feite kunnen deze overal worden toegepast waar nu gewone hamers worden gebruikt. Voor dunne platen is ook het richten met een gaffel een verbetering (reductie 23 dB) [Tukker, 1984]. Ook het plaatsen van het werkstuk op een gedempte tafel (bijv. met een rubber laag) kan een belangrijke geluidreductie opleveren [Tukker, 1984]. Daarnaast zijn er de algemene maatregelen zoals aparte cabines (zie par 1.4.2.1).

- Trillingen

Zoals genoemd is naast het voorkómen van richten bij het produktontwerp het hydraulisch richten hiervoor een effectieve oplossing.

Toekomst

Verwacht mag worden dat op den duur steeds minder gericht hoeft te worden, door betere ontwerpen en nauwkeurigere bewerkingen. Richten is nl. ook uit het oogpunt van produktbeschadigingen en spanningen in het materiaal ongewenst.

4.4 Pers- en stansmachines [geluid, trillingen]

Inleiding

Voor het vormen van platen, het maken van gaten in platen e.d. worden vaak pers- en stansmachines gebruikt. Plaatwerkers werken meestal de hele dag in het geluid van de machines.

Blootstelling

Geluid

In perserijen treden over het algemeen gemiddelde geluidsniveaus op tussen 90 en 112 dB(A) [Grotheer, 1974; Straatsma, 1978]. Voorbeelden van meetwaarden zijn: excenterpersen 91 tot 104 dB(A) [Schmidt, 1988; Grund, 1979], perserij in schroevenfabriek 95 dB(A) [Schreiber, 1978].

Trillingen

Bij vormmachines treedt een gemiddelde k-waarde op van 3. De beoordeling hiervan is dat de toegestane blootsteldingsduur per dag volgens het vermoeidheids criterium van ISO 2631 een minuut is [Schnauber, 1981]: het vermoeidheids criterium wordt dus meestal overschreden. Bij smeedhamers treedt een k-waarde op van 1 tot 8, bij smeedpersen wordt de vermoeidheidsgrens overschreden [van Drimmelen, 1986].

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Het werk aan persen e.d. is vrijwel altijd staand werk. Het de hele dag staand werken is een ongewenst grote fysieke belasting.

Oplosbaarheid

Geluid

Door constructieve maatregelen aan de persen zijn belangrijke verbeteringen mogelijk [Straatsma, 1978; Melder, 1986]:

- kniehefboomaandrijving i.p.v. excenterpers: reductie tot 12 dB(A) [Melder, 1986],
- snijslagdempers: reductie 6 tot 15 dB(A) (alleen mogelijk tot 100 slagen per minuut),
- elastische tussenlagen,
- andere stempels (m.n. schuin): reductie 5 tot 15 dB(A).

Daarnaast is een veel toegepaste maatregel omkasting, vooral als het persen (incl. materiaal aan- en afvoer) volledig automatisch gebeurt. Dit kan reducties tot 30 dB(A) geven.

Ten aanzien van de haalbaarheid zijn globale kentallen voor de kosten van de voorzieningen: actieve voorzieningen 5 tot 30 % meerkosten, passieve voorzieningen 5 tot 15 % meerkosten [Straatsma, 1978].

Trillingen

- Afgeveerd platform

Bij frequenties beneden 10 Hz is daarmee bij vormmachines 70% trillingsisolatie bereikt [Schnaubert en Weigelt, 1981]. Belangrijk is dat een dergelijk platform verzonken wordt aangebracht om struikelen te voorkomen.

- Fundamentvering en directe afvering

Fundamentvering houdt in het plaatsen van de stotende machine met het zware fundament en al op veren en dempers. Bij een smeedhamer van 5 kN is hiermee de eigenfrequentie teruggebracht van 18 naar 4 Hz [Schäfer, 1982]. De uitwijking steeg van 0,45 naar 5 mm. De effectiviteit noch de stabiliteit van de machine daalde. Wel moet men in het algemeen uitkijken dat de eigenfrequenties niet in de buurt van die van het gebouw moeten komen te liggen [Rivin, 1978].

Een stotende machine kan ook direct, zonder eigen fundament worden afgeveerd, met name door middel van een gedempt veersysteem (bijv. stalen veren in combinatie met schokdempers of een pneumatisch systeem). Dit heeft in de praktijk een trillingsreductie opgeleverd van ca. 75 % [Schäfer, 1982].

Toekomst

Bij grote series is de ontwikkeling duidelijk naar verdere automatisering, waarbij het omkassen van de machines ook beter haalbaar is.

4.5 Overige technieken [geluid, trillingen]

Inleiding

Naast de eerder genoemde vormgevingstechnieken zijn er nog vele technieken voorhanden zoals het knippen, ponsen, nibbelen en diverse thermische- en mechanische snijtechnieken (bijvoorbeeld autogeen snijden, lasersnijden, plasma-snijden en waterstraalsnijden). Het thermisch snijden vertoont veel overeenkomsten met lassen (zie paragraaf 5.1) en wordt daarom in deze paragraaf alleen genoemd wanneer het afwijkende of aanvullende gegevens betreft.

Blootstelling

Geluid

Voor het knippen met behulp van een knipbank zijn geluidsniveaus gevonden van 70 tot 90 dB(A) [Luiting, 1986].

Ponsen en nibbelen wordt gekenmerkt door een hoog, pulserend geluid, vooral bij NC aangestuurde machines en dit geeft vaak veel overlast voor de omgeving [Mathu, 1990].

Voor autogeen snijden zijn geluidsniveaus gevonden tot 100 dB(A) [Ackermann & Ratsch, 1983] en bij plasmasnijden in de buitenlucht worden zeer hoge waarden tot 120 dB(A) geproduceerd [Ackermann & Ratsch, 1983; Ferrington, 1990]. Bij waterstraalsnijden zijn geluidsniveaus van 86 tot 115 dB(A) gemeten [Korbeeck & Rampersad, 1988].

Toxisch

Het snijden van metaal leidt tot emissie van deels toxische stoffen in de vorm van gassen, dampen en aerosolen. Bij het lasersnijden van CrNi-staal is de CR^{IV}-concentratie hoger dan de MAC-waarde [Mossink, 1990].

Meervoudige belasting

Vergelijkbaar met paragrafen 4.1, 4.4 en 5.1.

Oplosbaarheid

- thermisch snijden zie paragraaf 5.1,
- knippen, ponsen en nibbelen zie paragrafen 4.1 en 4.4,
- in gebruik nemen van onbemande snijstations [Ferrington, 1990],
- het plaatsen van opvangbakken bij het waterstraalsnijden betekent een reductie van het geluidsniveau [Korbeeck & Rampersad, 1988].

Toekomst

Zie paragrafen 4.1, 4.4 en 5.1.

4.6 Snij- en koelvloeistoffen **[toxisch]**

Inleiding

Ze worden bij snellopende verspaningsmachines gebruikt voor koeling (van gereedschap en werkstuk), optimaliseren van de oppervlaktekwaliteit en het minimaliseren van de benodigde snijkracht en vermogen [Smit, 1986].

Blootgesteld zijn de bedieners van machines voor verspanende metaalbewerkingen zoals draai-, zaag-, frees- en boormachines. De blootstelling betreft meestal meerdere uren op een dag.

Blootstelling

Er bestaat een zeer grote spreiding in de concentraties nevel op de arbeidsplaats. Uit een literatuuronderzoek blijkt dat bij epidemiologisch onderzoek de kans op longaandoeningen niet duidelijk is aangetoond [Smit, 1986].

Daarnaast is het huidcontact met de vloeistof van belang. Hierdoor loopt men met name kans op contacteczeem [Smit, 1986]. Contacteczeem is dan ook een frequent verschijnsel bij de metaalbewerking [Smit, 1986]. De voornaamste bepalende grootte voor de blootstelling is of de machine al dan niet handbediend is. Bij handbediende machines komen over het algemeen aanzienlijk hogere blootstellingsniveaus voor dan bij gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines [Smit, 1986].

Gecombineerde blootstelling

Afhankelijk van het soort bewerking staat men vaak ook aan andere belastingsvormen bloot, m.n. geluid en fysieke belasting: zie par. 3.1.1 (zagen) en 3.1.3 (draaien).

Oplosbaarheid

- minder schadelijke vloeistoffen gebruiken, met name vermijden van vloeistoffen waarin nitrosamin of waarin tegelijkertijd nitriet en secundaire of tertiaire aminen aanwezig zijn [Smit, 1986]. In de praktijk blijken nitrietvrije vloeistoffen vaak functioneel volwaardig aan de nitriethoudende vloeistoffen [Smit, 1986].
- regelmatig onderhoud van de vloeistof. Het onderhoud van de vloeistof is van grote invloed op de kans op gezondheidseffecten. De praktijk is echter

dat het onderhoud en de inspectie van de toestand van de vloeistof vaak zeer gebrekkig gebeurt [Smit, 1986].

- andere werkmethoden, met name om het moeten oppakken van het werkstuk en het contact met de machine (bijv. bij instellen en onderhoud) te beperken [Smit, 1986]. De beste mogelijkheid daartoe zijn vormen van mechanisatie om met name huidcontact met de vloeistof te voorkomen en ook de noodzaak van aanwezigheid in de directe omgeving te beperken (zodat omkasting beter mogelijk is).
- afzuiging direct bij de bron. Ruimtelijke ventilatie is meestal niet afdoende.
- omkasting van de machine. In combinatie met afzuiging zijn concentraties onder de MAC waarde haalbaar [de Vreede, 1987]. De beste mogelijkheden voor omkasting bestaan bij numeriek bestuurd machines, bij handbediende machines is omkasting meestal moeilijk [Smit, 1986].
- beschermende handschoenen en kleding zijn vereist.
- goede huidverzorging [Katalyse, 1987; Smit, 1986; König, 1985]. Hiermee kan met name de kans op huidaandoeningen zoals contacteczeem worden beperkt [Smit, 1986].

Toekomst

Er zijn meer numeriek bestuurd machines te verwachten, met name ook door de opkomst van bewerkingscentra, die zich gespecialiseerd hebben in verspanende bewerkingen en waaraan die bewerkingen steeds meer uitbesteed worden. Omdat die machines over het algemeen omkast zijn en handmatig contact met machine en werkstuk daarbij zeer beperkt is, is de blootstelling aan snijvloeistoffen bij die machines aanzienlijk minder [Smit, 1986]. Een ongunstige ontwikkeling is dat de bewerkingsnelheden en de frequentie van de bewerkingen nog steeds snel toenemen, waardoor de temperatuur toeneemt en daardoor de nevelvorming [de Vreede, 1987].

5. CONSTRUCTIE EN MONTAGE

5.1 Lassen

[geluid, toxisch]

Inleiding

Lassen is de meest toegepaste techniek voor het aan elkaar hechten van metaal. Het vereist zoveel vakmanschap dat het over het algemeen door gespecialiseerde lassers wordt uitgevoerd. De blootstelling betreft meestal het grootste deel van de dag.

Blootstelling

Geluid [Tukker, 1984]

Bij veel lasprocessen staat de lasser bloot aan geluidsniveaus boven 90 dB(A). Relatief stil (niveaus tijdens lassen onder 80 dB(A)) zijn elektrisch lassen, TIG lassen, MIG/MAG lassen, en laserlassen [Melder, 1986]. De geluidbelasting wordt vaak belangrijk verhoogd door de met lassen direkt samenhangende werkzaamheden zoals gutsen, slijpen (zie par. 3.1.2) en bikken.

Trillingen

Lasprocessen zelf veroorzaken geen trillingen, wel vaak de direkt daarmee samenhangende bewerkingen zoals slijpen (zie par. 3.1.2) en bikken. Bij bikken zijn trillingsniveaus gemeten tussen 5 en 20 m/s² [INRS, 1989].

Toxisch

Het ontstaan van lasrook is inherent aan lassen. Belangrijke componenten van lasrook zijn (afhankelijk van het lasproces en het te lassen materiaal) ozon, koolmonoxyde, stikstofoxyden (vooral bij hardsolderen) en metalen zoals chroom, nikkel (vooral bij MMA en MIG lassen), koper en mangaan. Als geen speciale maatregelen worden getroffen komen bij de meeste lasprocessen niveaus boven de toegestane waarden (de zgn. MAC waarden) voor, m.n. bij lassen aan CR 6+ houdende materialen, aan chroom-nikkel legeringen (bijv. RVS staal) en aan

vervuilde, geschilderde oppervlakken (bij onderhoudswerk) [Katalyse, 1987; Bakker, 1980; Anonymus, 1978; Van der Wal, 1989]. Hierbij moet wel worden bedacht dat de spreiding in de lasrookconcentratie, ook bij identieke taken, meer dan een factor 20 kan bedragen [NIL, 1980; Van der Wal, 1989]. Bij OP lassen, TIG lassen plasmalassen en hardsolderen komen over het algemeen lagere concentraties voor [Van der Wal, 1989].

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Lassen vereist het langdurig achtereen doorwerken zonder houdingsvariatie. Bovendien komt het vaak voor dat in extra belastende houdingen moet gebeuren, vaak met voorovergebogen rug [Boekholt, 1977]. Ook gehurkt werken (vooral bij grote werkstukken) komt vaak voor. Dergelijke statisch belastende werkhoudingen geven een verhoogd risico op klachten aan spieren en gewrichten.

- Klimaat

Bij lassen staat men bloot aan de vele warmte die vrijkomt bij het lasproces, afhankelijk van het lasproces.

- Veiligheid

Lassen gaat gepaard met verschillende veiligheidsrisico's: lasspatten en het werken met stroom (bij elektrisch lassen).

- Licht

Lassen gaat gepaard met een zeer intensieve lichtproductie met veel ultraviolette straling (zgn. laslicht, m.n. MIG, MAG, TIG en plasmalassen). Dit kan (ook acuut) leiden tot lasogen (als de ogen niet door een lasbril worden beschermd), of zelfs bij langdurige blootstelling (mogelijk) huidkanker [Begas, 1980, Cox, 1988].

- Hoog werktempo

Uit onderzoek blijkt dat een hoog werktempo als voornaamste belasting wordt ervaren [Boekholt, 1977].

- Persoonlijke beschermingsmiddelen

Deze (m.n. lasschort, handschoenen en masker) geven afdoende bescherming tegen de genoemde omgevingsfactoren (laslicht, hitte, geluid, lasspetters). Daar staat tegenover dat ze - vooral op warme dagen - zelf een thermische belasting vormen.

Oplosbaarheid

Algemeen

Kiezen voor de minst belastende lastechniek is in ieder geval gunstig. Lastech-nische eisen zijn echter vaak sterk beperkend voor deze keuzevrijheid.

Robotisering heeft als voordeel dat men niet meer bloot hoeft te staan aan de belastende omstandigheden (zie ook "toekomst"). Bij grote series produkten (m.n. in de autoindustrie) wordt het puntlassen vaak al door robots uitgevoerd. Dit is alleen geen echte verbetering als de aan- en afvoer nog steeds met de hand gebeurt [Cardaun, 1983]. Voor andere lasprocessen is de moeilijkheid voor automa-tisering vooral de vereiste grote nauwkeurigheid [Cardaun, 1983].

Belangrijke verbetering is ook te bereiken door de noodzaak van de omringende werkzaamheden aan te pakken:

- werkstuk insmeren met anti-spat vloeistof. Hiermee is bikken van de vast-gehechte slakken niet meer nodig.
- weinig slak gevende elektroden, ter voorkoming van het bikken na afloop.
- lastoevoegmiddelen met zelflossende slakvorming of geheel slakvrije lasro-cessen.

Geluid

Op onderling sterk verschillende wijzen kan het lawaai worden bestreden [Tuk-ker, 1984]:

- lasstroom.

Bij elektrisch lassen een optimale afstelling, bij TIG lassen een sinusvormige stroom (reductie tot 8 dB).

- optimale brandervorm.

Bij autogeen lassen reductie tot 10 dB [Ackermann & Ratsch, 1983].

- ander beschermgas

Bij plasmalassen argon-waterstof i.p.v. argonstikstof (reductie 1 tot 6 dB) [Ratings, 1988]

- omkasting van lichtbooggutsen (reductie 17 dB).
- onderwater lassen. Dit kan een reductie opleveren van 10 tot 25 dB(A) [Melder, 1986].

Toxisch

- gebruik van schone lasprocessen.

Een ordening in volgorde van toenemende lasrookproductie is: poederdek, TIG, rutiel elektrode, basische elektrode, MIG/MAG met massieve draad, MAG met gevulde draad, MAG met gasloze draad [Anonymus, 1979]. Voor elektrodes kan voor de beoordeling van de lasrookproductie worden gekeken naar de zgn NHL waarde: hoe hoger deze waarde, des te meer lasrook. Een probleem is echter dat over het algemeen geldt dat elektrodes met hogere produktie meer lasrook geven [Boekholt, 1979].

Een nieuwe ontwikkeling op dit punt is om bij gasbooglassen aan het beschermgas een geringe hoeveelheid stikstofmonoxyde toe te voegen, waardoor - naar opgave van de leverancier - de hoeveelheid ozon in de lasrook voor een groot deel wordt weggenomen [Anonymus, 1989a].

- een grotere hoek tussen werkstuk en lastoorts [Anonymus, 1978].

- plaatselijke afzuiging.

Voor MIG/MAG lassen zijn pistolen met ingebouwde afzuiging te koop (30 tot 70 % afzuiging, voor ozon weinig effect) [Bakker, 1980]. Meest gangbaar is een verplaatsbare afzuigmond die vlak bij het werkpunt wordt gehouden (reductiefactor 5) [Van der Wal, 1988]. Een variant hierop is toegepast bij machinaal snijbranden: door een nevel van waterdruppels wordt het stof gebonden [Röbke, 1985]. Bij snijtafels komt ook onderafzuiging voor. Een veilige eis hiervoor is

een afzuigsnelheid van tenminste 2m/s. Wat betreft de gasvormige verontreinigingen stikstofoxyden en kooldioxyde werd geen gunstig effect gemeten [Van der Wal, 1989].

- verbeterde ventilatie

Ruimtelijke ventilatie (reductiefactor 1) of - vooral voor kleine ruimtes - het inblazen van schone lucht (reductiefactor maximaal 15) [Van der Wal, 1988], eventueel direct bij de mond van de lasser [Knoll, 1989].

- lascabine

Door afgescheiden lascabines kan de lasrookproduktie voor de omgeving sterk worden beperkt (reductiefactor 30) [Van der Wal, 1988].

- lashelm

Het beste is een lashelm met ingebouwde verse luchttoevoer (reductiefactor 10). Een dergelijke helm geeft geen bescherming tegen gasen als stikstofoxyde, koolmonoxyde en ozon [Van der Wal, 1989]. Ook gewone helmen kunnen al enige bescherming bieden, vooral als ze aan de onderkant en zijkant goed aansluiten (aan de onderzijde van een leren slabbe zijn voorzien, eventueel in combinatie met een geknikte vorm [Knoll, 1989].

- werkhouding

Door te voorkomen dat men gebogen boven het werkstuk moet werken (ook gunstig uit oogpunt van fysieke belasting) kan tevens de blootstelling belangrijk worden beperkt [NIL, 1980]. Dit houdt met name in dat onderhands lassen zo mogelijk moet worden voorkomen, bijv door het werkstuk in een manipulator te plaatsen.

Toekomst

Verwacht mag worden dat door de grote aandacht voor de gezondheidseffecten van lasrook de ontwikkeling van schonere lastechnieken door zal gaan.

5.2 Klinken

[geluid, trillingen]

Inleiding

Een van oudsher veel gebruikte hechtingstechniek in de metaalindustrie is klinken. Hierbij worden nagels in voorgeboorde gaten geperst door een slagmechanisme. Langzamerhand is het op de meeste plaatsen vervangen door lassen [INRS, 1989]. In sommige constructiewerkplaatsen is klinken een activiteit die men een groot deel van de dag uitvoert, meestal duurt het echter gemiddeld minder dan 1 uur per dag.

Blootstelling

Geluid

Klinken is zeer lawaaiig werk: gemiddelde niveaus tijdens het klinken tot 115 dB(A), gemiddeld over de werkdag meestal tussen 95 en 105 dB(A). In West-Duitsland is gehoorschade bij klinken de voornaamste beroepsziekte [Eggeling, 1980].

Trillingen

Trillingsniveaus die zijn gemeten liggen tussen 3,4 en 12 m/s² [van Drimmelen, 1986], volgens INRS [1989] tussen 2 en 23 m/s².

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Het uren achtereen hanteren van het klinkgereedschap (gewicht tot 11 kg) vormt een grote fysieke belasting, mede door de vaak ongemakkelijke houdingen.

Oplosbaarheid

De voornaamste aanpak is het overschakelen op een andere klinktechniek, m.n. zonder slagmechanisme. Mogelijkheden hiervoor zijn hydraulisch stansen en tuimelklinken [Tukker, 1984]. Vaak kan klinken worden vervangen door hydraulisch stansen, waarbij men niet bloot staat aan geluid en trillingen [INRS, 1989].

Voor het geluid betekent dat vaak een reductie van meer dan 30 dB(A). Ook het eenslags OSHA klinken betekent een belangrijke verbetering (reductie meer dan 15 dB) [Pieterse, 1979]. Ook het tuimel- en radiaalklinken is aanzienlijk stiller [Anonymus, 1975]. Ook zijn er trillingsarme klinkhamers op de markt, die een reductie in trillingsniveau opleveren van 8 tot 13 m/s² naar 2 tot 5 m/s² [INRS, 1989]. Experimenten in de praktijk met andere technieken zijn echter tot nu toe vaak mislukt.

Verdergaande maatregelen zijn het overgaan op een andere hechtingstechnologie, m.n. lijmen of persen (bijv. in vliegtuigindustrie). Hiermee dient bij het produktontwerp dan rekening te zijn gehouden. Een organisatorische maatregel tenslotte is het klinken in geluidcabines, hetgeen voor de omgeving een verbetering betekent maar niet voor degene die zelf aan het klinken is en het automatisch klinken met behulp van afstandsbediening.

Toekomst

In het algemeen mag worden verwacht dat technieken als lijmen meer toegepast gaan worden, echter alleen in zeer schone omgevingen, dus alleen bij dure producten zoals vliegtuigen (zie par. 5.4). Ook mag worden verwacht dat op den duur meer kunststof wordt toegepast. Daarbij wordt niet geklonken.

5.3 Moeren bevestigen [geluid, trillingen]

Inleiding

Een veel gebruikte montagevorm zijn boutmoerverbindingen, vooral voor bevestigingen die weer makkelijk te demonteren moeten zijn (m.n. voor onderhoud). Over het algemeen worden bouten met pneumatisch gereedschap met een slagmechanisme los- en vastgedraaid. Dit werk betreft meestal slechts een beperkt deel van de dag, voor een kleine groep (m.n. in montageafdelingen) kan het werk een groot deel van de dag betreffen (meer dan 4 uur).

Blootstelling

Geluid

Tijdens het gebruik van de slagmoersleutels is het niveau 90 tot 113 dB(A) [Tukker, 1984]. Bij veelvuldig gebruik is het daggemiddelde daardoor boven 80 dB(A).

Trillingen

Gemeten trillingsniveaus liggen tussen 6,1 en 10 m/s² [Van Drimmelen, 1986], volgens INRS [1989] voor gemiddelde tot zware slagmoersleutels tussen 7 en 16 m/s². In ieder geval zijn het niveaus d.w.z. boven de gezondheidkundige grenswaarde.

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Vaak zijn de bouten niet goed bereikbaar, de dan vereiste ongemakkelijke werkhoudingen in combinatie met het gewicht van het gereedschap (meestal 1 tot 3 kg) vormen een belangrijke fysieke belasting.

Oplosbaarheid

- Algemeen

Meest effectief is het gebruik van een gereedschap zonder slagmechanisme. Voordelen zijn naast een aanzienlijk lager geluidsniveau (20 dB stiller, [Tukker, 1984; Tönshof, 1981]) en aanzienlijk minder trillingen (afdoende opgelost) bovendien een nauwkeuriger aandraaimoment. Een nadeel is dat het aandraaimoment dan door de bediener moet worden opgevangen (dus kracht vereist) of met behulp van een tegenhouder (dit kost meer tijd).

Een ingrijpendere maatregel is een andere bevestigingstechniek, bijv. een schroefstelsel met een inwendig gesloten krachtoverbrenging (nadeel: 20 % duurdere bouten, [Tukker, 1984]). Een andere mogelijkheid is hydraulisch stanzen of nieten. Dan is de mogelijkheid tot demontage echter een stuk slechter.

- Geluid

Door het stilste type aan te schaffen kan het leegloopgeluid vaak belangrijk worden beperkt (reductie tot 17 dB, [AIHA, 1975]). Het geluid van het slagmechanisme (voornaamste geluidbron) blijft echter vrijwel gelijk. Een stille uitvoering levert daardoor niet zoveel reductie. Daarnaast de algemene maatregelen zoals aparte cabines (zie par. 1.4.2.1) en ontdreuning van het werkstuk (zie par. 1.3.2).

Toekomst

De ontwikkeling van slagloze moeraandraaiers gaat de laatste jaren snel. Daarom is te verwachten dat dergelijke types de komende jaren op veel plaatsen een prima alternatief worden voor slagmoersleutels. Gezien de beperkingen van dergelijke slagloze sleutels (zie boven) zal dat echter zeker niet overal het geval zijn.

5.4 Lijmen van metaal [toxisch]

Inleiding

Een relatief nieuwe techniek voor het verbinden van metaal is lijmen. De verspreidingsgraad is echter nog zeer beperkt, het betreft m.n. de vliegtuigindustrie. De voornaamste redenen voor de beperkte verspreiding is dat lijmen in een stofvrije omgeving moet worden uitgevoerd, de hoge kostprijs van bepaalde lijmsorten en de zeer strenge eisen aan de maatvoering van de op elkaar te lijmen vlakken [Van Broekhuizen, 1986]. Bovendien is te verwachten dat veel constructeurs nog niet goed op de hoogte zijn van de vereiste specificaties voor lijmverbindingen. Ook hebben veel constructiebedrijven nog geen ervaring met deze relatief nieuwe techniek. Deze laatste twee omstandigheden zullen waarschijnlijk in de hand werken dat men eerder geneigd is andere verbindingstechnieken in het ontwerp op te nemen.

Blootstelling

Tijdens het lijmen en drogen staat men bloot aan toxische dampen en gassen. Over het algemeen gaat het om mengsels, waardoor de beoordeling vaak moeilijk is. Het gaat niet alleen om het inademen, maar ook (in mindere mate) om huidcontact en risico's voor de ogen [Van Broekhuizen, 1986]. Over het algemeen is over het effect op de gezondheid van combinaties van stoffen meestal maar weinig bekend [HIVA, 1988].

Gecombineerde blootstelling

Er is geen sprake van speciale andere belastende omstandigheden.

Oplosbaarheid

Een andere werkwijze is vaak goed mogelijk, maar meestal gaat die gepaard met andere belastende aspecten, zodat niet van een verbetering kan worden gesproken. Alternatieven zijn m.n. lassen (geluid, trillingen, toxisch, klimaat, fysieke belasting: zie par. 5.1) en klinken (geluid, trillingen: zie par. 5.2) en het automatisch lijmen met weinig of geen oplosmiddelen.

Toekomst

Te verwachten is dat de komende jaren in de "geavanceerde" metaalverwerkende industrie op meer plaatsen gelijmd gaat worden, vanwege de hoge produktiesnelheid die hiermee kan worden bereikt. De huidige voornaamste beperkingen voor de verspreiding (zie inleiding) zullen ook in de toekomst waarschijnlijk de verspreiding beperken.

5.5 Overige bronnen

5.5.1 Trilvoeders [geluid]

Inleiding

Op een groot aantal plaatsen bij de montage van grote series kleine onderdelen komen trilvoeders voor, om de onderdelen vanuit de opslag steeds in een bepaalde stand te kunnen aanleveren bij de montage. Deze montage kan zowel handmatig als machinaal zijn. Medewerkers van montageafdelingen staan vaak de hele dag bloot aan het geluid van trilvoeders.

Blootstelling

Op de direct betrokken arbeidsplaats veroorzaken trilvoeders over het algemeen gemiddelde geluidsniveaus boven 90 dB(A). Zo is bijv. 91 tot 93 dB(A) gemeten [Beumer, 1985].

Gecombineerde blootstelling

- Fysieke belasting

Vaak gebeurt het vullen van trilvoeders handmatig. Het hiervoor vereiste tilwerk is zwaar (gewichten vaak 10 tot 15 kg, tillen tot rond schouderhoogte).

Oplosbaarheid

Er zijn allerlei constructieve maatregelen mogelijk [Beumer, 1985]:

- omkasten, met een makkelijk te openen deksel voor eventuele storingen (reductie 9 tot 14 dB). Dit is ook bij bestaande trilvoeders vaak een goed haalbare verbetering.
- bekleden van de trilhoot en vat aan de binnenzijde of ontdreuning aan de buitenzijde. Hiermee zijn reducties behaald van in totaal 19 dB.
- het niet mee laten trillen van de bodem.

Toekomst

Verwacht mag worden dat bij de nieuwe generatie trilvoeders bovengenoemde maatregelen meer zijn toegepast.

5.5.2 Vallen van onderdelen [geluid]

Inleiding

Op veel plaatsen in de produktie, met name ook bij de montage is het vallen en botsen van voorwerpen een belangrijke geluidbron. Dit kan zowel het geval zijn in machines (bijv. in trilvoeders), als in containers. Kenmerkend is dat het steeds leidt tot geluidpieken. Vanwege de grote schaal waarop botsen en vallen voorkomt en daardoor het algemene belang daarvan als geluidbron wordt hier specifiek ingegaan op bots- en valgeluid.

Blootstelling

De geluidpieken die optreden kunnen oplopen tot boven 115 dB(A), vooral bij het vallen van een zwaar massief onderdeel op een grote, goed geluid afstralende plaat, bijv. het vallen in een lege container.

Oplosbaarheid

Er is een groot scala aan constructieve maatregelen die overwogen kunnen worden om het geluid aan te pakken [Beumer, 1985]:

- vallen vervangen door glijden (bijv. door een glijgoot),
- beperken van de valsnelheid, bijv. door een beperking van de hoogte,
- verend opvangen van de botsing, bijv. door een rubberen plaat op de valplaats,
- vergroting van de massa van de valplaats,
- verstijven van de valplaats,

- vergroting van de inwendige demping van de valplaats, bijv. door een sandwichconstructie, met een vulling met zand,
- een geperforeerde valplaats, de werkstukken (vaak tot ca 35 kg met de hand) [Cardaun, 1983]. In Finland is een energetische belasting voor dergelijk werk gemeten van ca. 19 kJ/min [Aunola, 1978]. Het is dan ook een van de zwaarste functies in de metaalindustrie.
- omkasting van de valplaats, bijv. een container met een gesloten deksel.

Met genoemde maatregelen zijn vaak reducties te bereiken van meer dan 10 dB(A) [Beumer, 1985].

Toekomst

Te verwachten is dat genoemde constructietechnische mogelijke maatregelen in de toekomst op grotere schaal toegepast worden, door de grotere bekendheid, inspanningen van leveranciers van ontdreunende materialen en wettelijke bepaling voor lawaai op de arbeidsplaats.

6. AFWERKEN

Oppervlaktelagen aanbrengen

Het doel van het aanbrengen van oppervlaktelagen is het verduurzamen en het verfraaien van het metaal. De belangrijkste technieken zijn: harden, galvaniseren, emailleren, metaalspuiten, coaten met kunststof, primen, verven en moffelen. Alvorens de oppervlaktelaag kan worden aangebracht moet eerst het oppervlak worden gereinigd.

6.1 Oppervlak reinigen

6.1.1 Gritstralen

[geluid, toxisch]

Inleiding

Voor het schoonmaken van reeds geverfde oppervlakken is gritstralen een veel toegepaste techniek. Hierbij worden kleine, harde deeltjes (staalkorrels en smelt-slakken) met veel kracht op het metaaloppervlak gespoten. De rubberen slang waar de korrels uitkomen houdt men met de hand vast. Over het algemeen is gritstralen een aparte functie, zodat men het grootste deel van de dag daarmee bezig is.

Blootstelling

Geluid

De geluidsniveaus tijdens het gritstralen zijn ver boven 80 dB(A) [van Hilst, 1984; Poll, 1983].

Toxisch

Men staat bloot aan hoge concentraties stof (m.n. metaaloxides, waarbij de MAC waarde sterk kan worden overschreden [Anonymus, 1987]). Ook bij het opruimen

na afloop van het stralen staat men bloot aan een grote stofontwikkeling, nu meestal zonder persoonlijke beschermingsmiddelen (m.n. een mondkap).

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Het werk gaat meestal gepaard met een aanzienlijke statische lichamelijke belasting, doordat men vaak lange tijd achtereen (vaak 4 tot 6 uur per dag, alleen afgewisseld door korte onderbrekingen) in dezelfde, vaak ongemakkelijke houding staat te werken, bijvoorbeeld voorovergebogen, of boven het hoofd werkend. Bovendien ondervindt men daarbij de belasting ten gevolge van het gewicht van het gereedschap (tenminste 7,5 kg). De stugge beschermende kleding en de ademhalingsbescherming vormen daarbij een extra belasting [Kirsch, 1985; Duggan, 1988].

- Veiligheid

Bij het werk aan grote werkstukken zoals schepen en tanks bevindt men zich in een kooi of op een steiger. Ondanks strenge veiligheidseisen gebeuren hier toch regelmatig ernstige ongevallen, vaak met blijvend letsel of soms zelfs met dodelijke afloop [mondelinge mededeling door directeur van gritstraalbedrijf, 1988].

- Werktijden

Vanwege de overlast voor de omgeving (m.n. het stof) is vaak vereist dat stralen buiten de gewone werktijd wordt uitgevoerd ('s avonds, 's nachts en in de weekenden) en daardoor tevens vaak onder aanzienlijke tijdsdruk.

Oplosbaarheid

- Persoonlijke beschermingsmiddelen.

Vrijwel overal worden persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt: gehoorbescherming, ademhalingsapparaat (tenminste een stofkap) en een beschermende overall. Op zichzelf is hiermee afdoende bescherming te creëren, maar met als groot nadeel dat men de hele dag volledig ingepakt moet werken.

- Andere reinigingstechnieken

Sinds enige tijd is de zgn. vacublast methode in ontwikkeling, waarbij rondom de straalmond een afzuigmond is gemonteerd. Een dergelijke methode werkt niet goed voor hoeken en randen, alleen voor grote vlakken. Een belangrijk nadeel is echter dat de apparatuur aanzienlijk zwaarder is dan de traditionele straalapparatuur, zodat voor de ondersteuning allerlei hulpmiddelen nodig zijn.

Een andere mogelijkheid is het zgn. cyrogeen stralen. Hierbij wordt met ijsdeeltjes gespoten i.p.v. met metaaldeeltjes. De stofontwikkeling is dan aanzienlijk minder. Een nieuw probleem dat met deze methode kan ontstaan is dat bij slechte ventilatie CO_2 zich kan ophopen en daardoor verhoogde CO_2 concentraties kunnen ontstaan.

- Straalrobots

Een andere ontwikkeling betreft het automatisch stralen. De straalmond is dan aan het te reinigen oppervlak bevestigd (bijv. magnetisch) en wordt op afstand bediend. Dergelijke apparatuur is op dit moment in ontwikkeling. Te verwachten is dat dit vooral voor grote oppervlakken goed realiseerbaar is (bijv. opslagtanks, scheepswanden).

Toekomst

Bij "oplosbaarheid" zijn reeds vergaande ontwikkeling vermeld die gunstig zijn voor de arbeidsomstandigheden tijdens gritstralen: vacublast, cyrogeen stralen, straalrobots. Te verwachten is dat dit binnen enige jaren op grote schaal tot verbeteringen van de arbeidsomstandigheden kan bijdragen.

6.1.2 Reinigen

Inleiding

Voordat een verflaag kan worden aangebracht of een vervuild oppervlak kan worden geslepen is het vaak nodig eerst de oppervlakte te ontvetten en stofvrij te maken.

Blootstelling

In de buizen industrie is bij het reinigen van buizen in een bad methyleenchloride een aanzienlijke overschrijding van de MAC waarde gemeten [Röbke, 1985].

Oplosbaarheid

Het in een aparte, goed geventileerde ruimte laten drogen van de gereinigde voorwerpen kan de concentraties in de werkruimtes aanzienlijk verminderen [Röbke, 1985].

Het gebruik van neutraalreinigers die geen oplosmiddelen bevatten [Vervoorter, 1989].

6.2 Oppervlaktebehandelingen

6.2.1 Harden

[geluid, toxisch]

Inleiding

Het harden van metaal heeft tot doel de buitenste laag van het metaal te verduurzamen. Hiervoor zijn verschillende thermo-chemische hardingsprocessen voorhanden waarvan het vlamharden en het inductieharden het meest toegepast worden.

Blootstelling

Geluid

Het transport van het metaal over rollenbanen en het af- en opwickelen tezamen met het achtergrondlawaai in de fabriekshal kan resulteren in geluidsniveaus van 70 tot 90 dB(A) [Hoogovens, 1990].

Toxisch

Tijdens het afkoelingsproces kan men blootstaan aan chemische stoffen (zie paragraaf 4.6).

Bij de hardingsmethoden carboneren en nitreren kunnen zeer giftige gassen zoals koolmonoxyde vrijkomen. Bij cyaneren kan het zeer schadelijke cyanide en diverse reactieve zouten vrijkomen [Thomass & Catton, 1983].

De blootstelling aan toxische stoffen bij fosfateren, chromateren, anodiseren, etsen en beitsen kan vooral bestaan uit diverse reinigingsmiddelen (zie paragraaf 6.1.2), zuren en zuurdampen (chroomzuur, salpeterzuur, zwavelzuur), fosfaatoplossingen en alkalische zouten [Vervoorter, 1989]. Deze stoffen hebben vaak een irriterende en/of brandende werking op huid en ogen [Jones et al., 1983].

Meervoudige belasting

- Klimaat

Het werken bij ovens is een onderdeel van verschillende hardingsprocessen, hierbij kan men aan grote hitte blootstaan, vooral wanneer er storingen optreden en in ovens reparatiewerkzaamheden moeten worden uitgevoerd (zie ook paragraaf 3.1.1).

- Ploegendienst

Er wordt veelal in ploegendienst gewerkt.

- Taakinhoud

Het werk betreft vooral controle werkzaamheden waarbij grote waakzaamheid is vereist en men werkt vaak alleen.

Oplosbaarheid

Voor het werken bij ovens zie paragraaf 3.1.1.

De processen moeten voorzien zijn van goede afzuiging en zoveel mogelijk gesloten zijn om contact met huid en ogen te voorkomen. Daarnaast is verder automatisering van deze processen een mogelijkheid.

Toekomst

Er zijn geen belangrijke veranderingen te verwachten.

6.2.2 Galvaniseren

[geluid, trillingen, toxisch]

Inleiding

Bij galvaniseren wordt op het metaal een laag aangebracht ter voorkoming van corrosie. De meest gebruikelijke galvanische processen zijn: vernikkelen, verzinken en verkoperen [Feilke, 1986]. Veelal wordt het metaal mechanisch vorbewerkt (zoals slijpen, stralen en polijsten), waarbij men blootgesteld wordt aan geluid en trillingen, zie hiervoor par. 4.1.2. Voordat met het galvaniseren kan worden begonnen moet het metaal goed worden ontvet. Er zijn twee galvanisertechnieken: elektrolytisch galvaniseren en het onderdompelen van het voorwerp in een heet bad met gesmolten metaal dat de deklaag moet vormen [ILO, 1983]. Over het algemeen betreft het functies voor 8 uur per dag.

Blootstelling

Toxisch

Tijdens het galvaniseren wordt men blootgesteld aan [Delhaas, 1979]:

- diverse reinigingsmiddelen, waarmee het te galvaniseren metaal wordt ontvet (voornamelijk gechloreerde koolwaterstoffen en alkalisch reagerende zouten),
- zuurdampen en -spatten, die vrijkomen bij het galvaniseerproces (afkomstig uit de beitsbaden),
- metaaldampen afkomstig van de galvaniseerbaden.

Verwacht mag worden dat de grenswaarden (MAC-waarden) van de toxische stoffen niet worden overschreden. Een uitzondering hierop vormen blauwzuur (dat bij het elektrolytisch galvaniseren ontstaat) en beitszuren (zwavelzuur en zoutzuur) [ILO, 1983].

Meervoudige belasting

- Klimaat

In galvaniseerbedrijven geven de metaalbaden veel warmte af aan de omgeving.

Oplosbaarheid

- Toxisch

Primair dient men de baden zo goed mogelijk gesloten te houden (bij het elektrolytisch galvaniseren en het beitsen). Aanvullende maatregelen zijn een goede ventilatie van de ruimte en afzuiging op de werkplek. Ook mechanisatie van het onderdompelen van de werkstukken is een effectieve mogelijkheid [Tappèl, 1986].

Toekomst

Er zijn geen belangrijke veranderingen te verwachten.

6.2.3 Metaalspuiten [geluid, toxisch]

Inleiding

Metaalspuiten of vlamspuiten is het aanbrengen van een metaallaag door middel van een proces, waarbij gesmolten metaal met behulp van een spuitpistool op een ondergrond wordt aangebracht. Voor een goede hechting is een schoon metallisch oppervlak noodzakelijk, wat veelal verkregen wordt door een straalbewerking [van der Klis, 1981].

Blootstelling

Geluid

Blootstelling aan geluid wordt veroorzaakt door de straalbewerking die nodig is om het metaaloppervlak schoon te maken. Het gemiddelde geluidsniveau

bedraagt bij de straalbewerking ca. 93 dB(A), zodat de kans op gehoorschade aanwezig is [Tukker, 1984].

Toxisch

Tijdens het metaalspuiten wordt men blootgesteld aan de metaaldampen die vrijkomen bij de verhitting van dat metaal in het spuitpistool [ILO, 1983]. Bij het verspuiten van lood en zink wordt waarschijnlijk de MAC-waarde overschreden vanwege het optreden van "metal fume fever" onder spuiters [ILO, 1983].

Oplosbaarheid

- Geluid

De grootste geluidreductie is te bereiken door een andere reinigingsmethode dan stralen toe te passen. Een reductie met 5 tot 10 dB wordt bewerkstelligd door gebruik te maken van dempers [Tukker, 1984].

- Toxisch

Afzuiging bij de bron is de meest toegepaste oplossing. Vooral bij het verfspuiten van lood en zink is afzuiging direct bij de bron nodig.

Toekomst

In de toekomst is verdere robotisering te verwachten. Robotisering is door de aard van de bewerkingen (seriematig werk, weinig nauwkeurig, steeds dezelfde bewegingen mogelijk) over het algemeen technisch goed te realiseren.

6.2.4 Emailleren **[toxisch]**

Inleiding

De grondstoffen van email worden gemengd en gesmolten en vervolgens snel afgekoeld door het in water uit te gieten. Het zo ontstane emailfit wordt gemalen, waarna het geschikt is om aan te brengen op een metalen voorwerp. Deze suspensie kan op diverse manieren worden aangebracht, namelijk: spuiten, dom-

pelen, opdrogen, elektroforetisch aanbrengen en poederemailleren. Bij het dompelen moeten de voorwerpen achtereenvolgens in een ontvettings-, beits- en nikkelbad gedompeld worden. Het zuur moet met de hand worden gedompeld. Bij dit proces komen ongezonde dampen vrij. Bovendien is er gevaar voor contact met het zuur [Tappèl, 1986]. Tenslotte wordt het geëmailleerde voorwerp gedroogd en aansluitend wordt het email ingebrand [van der Klis, 1981].

Blootstelling

Bij de bereiding en het aanbrengen van email wordt men blootgesteld aan stof en toxische metaaloxiden. Aangenomen kan worden dat overschrijdingen van de MAC-waarde voorkomen (m.n. bij loodmonoxyde), omdat pneumoconiosis en loodvergiftiging voorkomt [ILO, 1983].

Meervoudige belasting

- Klimaat

De ovens, die gebruikt worden voor het drogen en branden van de geëmailleerde metalen, staan veel warmte af aan de omgeving.

Oplosbaarheid

Oplossingen zijn vooral afzuiging en ventilatie en het zoveel mogelijk nat houden van het emailleerproces [ILO, 1983]. Zoveel mogelijk vermijden van sterk vernevelende aanbrengwijzen (dus dompelen i.p.v. spuiten). Bij de keus van het emailmengsel zorgvuldig m.n. de meest toxische bestanddelen vermijden (dit kan eventueel concessies vragen ten aanzien van de kleur). Bij het dompelen kan de situatie worden verbeterd door een automatische zuurdosering en een goede afzuiging [Tappèl, 1986].

Toekomst

Verwacht mag worden dat het emailleren steeds meer geautomatiseerd zal plaats vinden (machinaal en door robots) [van der Klis, 1981], waardoor de mens minder blootgesteld wordt aan gassen, dampen en stof.

6.2.5 Verven [geluid, toxisch]

Inleiding

Voordat een verfprodukt kan worden aangebracht moet de metalen ondergrond worden voorbehandeld. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen mechanische en chemische bewerkingen, zoals bijvoorbeeld schuren, slijpen, stofvrij maken en ontvetten [Doorgeest, 1989]. Vervolgens wordt een primer (grondlaag) aangebracht met als doel de adhesie te verhogen van de later aan te brengen verf [ILO, 1983]. Afhankelijk van de eisen die aan het metaaloppervlak worden gesteld kunnen één of meer verflagen worden aangebracht. De hiervoor gebruikelijke methodes zijn uitstrijken, dompelen, spuiten en elektroforeseren [ILO, 1983]. In sommige situaties is het mogelijk de verf versneld in een moffeloven te laten drogen waarbij tevens een grote hardheid wordt verkregen [van der Klis, 1981].

Blootstelling

Geluid

Blootstelling aan geluid vindt plaats tijdens het mechanisch voorbehandelen, veroorzaakt door slijpmachines, bandschuurmachines, enz. (zie par. 3.1.2). en tijdens het pneumatisch verfspuiten [Doorgeest, 1989]. Het gemiddelde geluidsniveau tijdens het spuiten bedraagt 88 dB(A) [Tukker, 1984], zodat kans op gehoorschade aanwezig is.

Toxisch

Men staat bloot aan stof, chemische reinigingsmiddelen en verfbestanddelen. Deze laatste bestaan uit oplosmiddelen, pigmenten, bindmiddelen en toevoegingen. De oplosmiddelen en loodpigmenten, zoals loodmenie, chromaten en molybdaten, die gebruikt worden voor reiniging en verfproductie zijn zeer giftig [ILO, 1983; Vervoorter, 1989]. Overschrijding van de MAC waarde komt regelmatig voor [Schweizer, 1988].

Meervoudige belasting

- Fysieke belasting

Bij het verven staat men over het algemeen langdurig achtereen te werken zonder van houding te veranderen, waarbij men bovendien het spuitpistool (gewicht tot enige kilo's) vasthoudt. Dit geheel leidt tot een aanzienlijke statische fysieke belasting.

Oplosbaarheid

- Geluid

Veranderen van het spuitmondstuk kan een aanzienlijke geluidreductie opleveren (18 dB) [Tukker, 1984].

- Toxisch

Indien mogelijk minder giftige oplosmiddelen gebruiken, zoals ethanol, heptaan en ethylacetaat [Schweizer, 1988]. Loodpigmenten moeten zoveel mogelijk vervangen worden door pigmenten op organische basis [Schweizer, 1988]. De toepassing van verfautomaten betekent ook een aanzienlijke verbetering. Tenslotte is ook hier verbetering te bereiken met goede afzuiging en ventilatie.

Toekomst

Te verwachten is dat de huidige verfsoorten met oplosmiddelen grotendeels vervangen worden door poeder- en waterverven [Schweizer, 1988]. Daarnaast zal er steeds meer gebruik worden gemaakt van verfautomaten en -robots, voor zover de serie te verven producten groot genoeg is.

6.2.6 Coatings

[toxisch]

Inleiding

Een relatief nieuwe ontwikkeling die sterk in opkomst is, is afwerken van constructies met geavanceerde coatings. Geschikt als coatingmateriaal zijn een groot aantal typen en combinaties van keramiek, carbides, metalen en polymeren. Voordelen van het coaten zijn m.n. de hoge weerstand tegen corrosie, slijtage en hitte, afhankelijk van de samenstelling van de coating. Toepassingen zijn nu m.n. in de motorenindustrie, fabricage van apparaten voor de chemische industrie, en allerlei rollen in transportinstallaties (bijv voor de papier-, textiel-en metaalindustrie) [Anonymus, 1989b].

Blootstelling

Vaak heerst er een de nevel van gesmolten coatingpoeder. Veel voorkomende bestanddelen van die nevel zijn metaaloxides (m.n. chroom, aluminium, zirkoon, titanium) [Anonymus, 1989b]

Meervoudige belasting

- Klimaat

De proceswarmte veroorzaakt een grote thermische blootstelling.

- Fysieke belasting

Het aanbrengen van de coating veroorzaakt een statische belasting voor de betreffende persoon, vergelijkbaar met lassen.

- Persoonlijke beschermingsmiddelen

Vanwege de hitte, veiligheid en toxische blootstelling moet men bij het aanbrengen van de coating beschermende kleding, handschoenen en een kap dragen. Deze veelal stugge beschermingsmiddelen vormen een belasting op zich, m.n. voor de warmte en de bewegingsvrijheid.

Oplosbaarheid

zie par. 5.2.4

Toekomst

Verwacht mag worden dat coatings in de toekomst op aanzienlijk grotere schaal worden toegepast dan momenteel.

7. SPECIFIEKE BEDRIJFSTAKKEN

7.1 Stalen buizenindustrie **[geluid, toxisch]**

Inleiding

Eigen aan de produktie is enerzijds het vele transporteren van de buizen (als gevolg van de lijnproduktie), anderzijds de oppervlaktebewerkingen zoals coaten. De produktie verloopt automatisch, met als resterend mensenwerk het toezicht houden. De produktiemedewerkers bevinden zich het grootste deel van de dag in de produktieruimte.

Blootstelling

Over het algemeen staat men een groot deel van de dag aan de belastende omstandigheden bloot.

Geluid

Op de meeste plaatsen is het gemiddelde geluidsniveau boven 85 dB(A), op een aantal plaatsen boven 95 dB(A) (m.n. bij stapelen en zagen, [Beumer, 1985; Rübke, 1985; Schmidt, 1988]).

Toxisch

Blootstelling komt vooral voor bij het reinigen van de buizen (oplosmiddelen) en het aanbrengen van de coatinglaag [Saathoff, 1985; Rübke, 1985]. Bij het werken met beitspasta komt fluorwaterstof en nitreuze dampen vrij [Tappèl, 1986]. Bij het ontvetten van buizen in een bad methylochloride is een grote overschrijding van de MAC waarde gemeten [Rübke, 1985].

Meervoudige belasting

- Klimaat

Op verschillende plaatsen in de produktie staat men bloot aan hitte, vooral t.g.v. gesmolten staal of gesmolten coating. Verder zijn de grote hallen meestal niet verwarmd en soms tochtig.

Oplosbaarheid

- Geluid

Maatregelen moeten vooral gericht zijn op het voorkómen of anders beperken van het botsen en vallen van buizen en het stiller maken van het rollen: allerlei constructieve oplossingen worden daarvoor al vaker toegepast, vaak leidend tot aanzienlijke reducties (soms tot 35 dB reductie) [Schmidt, 1988; Beumer, 1985]. Voor de mogelijke maatregelen bij het zagen wordt verwezen naar par. 3.1.1.

- Toxisch

De meest beproefde oplossing is plaatselijke afzuiging en een goede ruimtelijke ventilatie. Vooral bij nieuwbouw zijn er vaak mogelijkheden om door een gunstige indeling de blootstelling voor de omgeving belangrijk te beperken. Bijv. door het sproeien van buizen (bij het coaten) in een speciale ruimte uit te voeren en de overtollige coating te laten uitdampen in een aparte, goed geventileerde ruimte [Röbke, 1985]. Of na het ontvetten in een bad de buizen eerst in een aparte kamer laten drogen.

Toekomst

Bij nieuwe produktieruimtes zijn de mogelijkheden aanzienlijk om de blootstelling voor de niet direkt betrokkenen belangrijk te reduceren:

- geluid: middels een goede akoestiek en een zo goed mogelijk afscheiden van lawaaiige activiteiten in een beperkt deel van het bedrijf,
- toxisch: middels een gunstige layout en compartimentering en middels een goede ventilatie.

Dergelijke maatregelen hebben alleen zin voor de arbeidsplaatsen op enige afstand, zodat de blootstelling hierdoor beperkt blijft tot zo weinig mogelijk mensen. Verder zijn geen belangrijke veranderingen te verwachten.

7.2 Draadtrekkerijen

[geluid, toxisch]

Inleiding

Bij het draadtrekken worden voorbehandelde metalen staven door een matrijs getrokken, waardoor een metaaldraad wordt gevormd. Het voorbehandelen houdt in dat het metaal verhit wordt in een oven, vervolgens in een loodbad wordt afgekoeld, waarna de brosse buitenlaag wordt afgepeld. Bovendien vinden er nog een aantal chemische behandelingen plaats tegen brosheid en corrosie. Na het voorbehandelen en draadtrekken volgt het binden, vlechten en wikkelen, afhankelijk van de bestemming van het draad [ILO, 1983].

Blootstelling

Geluid

Vrijwel in alle produktieruimtes staat men bloot aan potentieel schadelijke geluidsniveaus: bij het trekken van koperdraad 94 dB(A) (L_{eq}), bij het binden van draad 91 dB(A) (L_{eq}), bij het vlechten van draad 90 dB(A), bij het wikkelen van koperdraad 88 dB(A) (L_{eq}), bij het transport van draad door buizen ca. 90 dB(A) (L_{eq}) [Schmidt, 1988].

Toxisch

In de draadtrekkerij staat men bloot aan looddampen (bij het afkoelingsbad), zuurdampen en -spetters (bij het afpellen van de buitenste laag en de behandeling tegen draadbreuk), natrium- en kaliumzouten bij het trekken (van de zeep om het draad beter te laten glijden) en metaalstof (bij verschillende bewerkingen) [ILO, 1983; Reniers en Meheus, 1987].

Oplosbaarheid

- Geluid [Schmidt, 1988]

Bij het trekken van koperdraad leverde in een situatie het bekleden van de rol, waarover de draad loopt, een reductie op van 5 dB. Bij het binden van draad heeft men in een specifieke situatie ca. 4 dB reductie bereikt door constructieve maatregelen aan de kettingbaan. Bij het wikkelen van draad heeft men hetzelfde gedaan met dezelfde reductie. Het lawaai van het transport van draad door buizen is aangepakt door de buis extra te ondersteunen (- 5 dB) en de buis aan binnen- en buitenzijde te bekleden (- 4 dB).

Bij al deze maatregelen blijft het geluidsniveau boven 80 dB: de kans op gehoorschade blijft aanwezig.

- Toxisch

Verbeteringen zijn mogelijk door [ILO, 1983]:

- afsluiten van de lood- en zuurbaden
- gebruik van andere, minder toxische trekzeppen
- goede ventilatie en zo nodig aanvullend plaatselijke afzuiging.

Toekomst

In het produktieproces zijn geen ingrijpende veranderingen te verwachten.

7.3 Non-ferro metaalindustrie

[geluid, toxisch]

Inleiding

Onder de non-ferro metalen worden de niet ijzerhoudende metalen verstaan. De belangrijkste zijn aluminium, koper, lood, zink en tin. Voor alle bedrijven in de non-ferro metaalindustrie geldt voor de arbeidsomstandigheden globaal hetzelfde. Een belangrijke karakteristiek is m.n. dat meestal in vergaande mate is geautomatiseerd.

Blootstelling

Geluid

Blootstelling aan geluid vindt plaats tijdens het verpulveren van de uitgangsmaterialen met pneumatische machines. De pneumatische verpulveringsmachines kunnen een geluidsniveau van 100 dB(A) veroorzaken [ILO, 1983]. Bij een oven voor de fabricage van elektrodes is een gemiddeld geluidsniveau van 96 dB(A) gemeten [Schmidt, 1988]. In de zinkindustrie is het geluidsniveau op veel plaatsen tussen 100 en 110 dB(A) [Vreeman, 1982].

Toxisch

Men staat bloot aan metaalstof en -dampen en oplosmiddelen, o.a. bij de galvanisatiebaden [Tappèl, 1986]. Verwacht mag worden dat de grenswaarden (MAC) plaatselijk worden overschreden, met name dicht bij de bron en bij een slechte ventilatie. Naarmate de metaaltemperatuur hoger is zullen meer metaaldampen en -stof vrijkomen, hetgeen een verhoogd gezondheidsrisico inhoudt [ILO, 1983].

Bij de produktie van elektrodes in de aluminiumindustrie komt door de verwarming van pek PAH en benzo(a)pyren vrij [Saathoff, 1985; König, 1985]. In de zinkindustrie komen lood-, zink- en cadmiumdampen voor en dampen van ontvettingsmiddelen en uit de galvanisatiebaden (ammoniak, trichloorethaan, zoutzuur, salmiak, perchloorethyleen) [Tappèl, 1986; Vreeman, 1982]. Bij de ontgassing van smeltovens komen chloordampen vrij. Over de loodindustrie wordt in de literatuur gemeld dat loodvergiftiging mogelijk is [Vreeman, 1982]. Daarnaast vormen de uitlaatgassen van heftrucks een belasting [Vreeman, 1982].

Meervoudige belasting

- Klimaat

Op verschillende plaatsen in de produktie staat men bloot aan hitte veroorzaakt door de ovens, op andere plaatsen aan tocht (met name in de buurt van buitendeuren en als openingen in het dak dienen als ventilatievoorziening) [Vreeman, 1982].

- **Ploegendienst**

In vrijwel deze hele industrietak komt in de produktie ploegendienst voor.

- **Fysieke belasting**

Op bepaalde plaatsen is sprake van lichamelijk zwaar werk, bijv. in de koperindustrie bij het weggrollen van haspels van 1.000 kg en bij het knippen aan de grofbank [Vreeman, 1982].

Oplosbaarheid

Primair dient men het vrijkomen van de gassen tegen te gaan, met name door gesloten produktiesystemen. Aanvullend is een goede afzuiging (zo mogelijk dicht bij de bron) en ventilatie zinvol. In principe kan met bovengenoemde maatregelen voldoende verbetering worden bereikt (tot onder MAC waarden). De voornaamste beperking voor de toepassing vormt de hoge kosten, door de grote omvang van de installaties en de ruimtes en het geringe aantal produktiemedewerkers.

Toekomst

Nieuwe machines zullen geluidarmer geconstrueerd zijn en beter afgesloten (daardoor minder vrijkomende gassen en dampen).

7.4 Grofsmederijen, stamp- en persbedrijven

(SBI 34.1)

[geluid, trillingen, toxisch]

Voor de voornaamste knelpunten wordt verwezen naar par. 4.4 (pers- en stampmachines) en par. 4.6 (snij- en koelvloeistoffen).

7.5 Constructiewerkplaatsen

Tot deze sector behoren onder andere de volgende typen bedrijven:

- auto-industrie en -assemblagebedrijven (SBI 37.1), carrosserie-, aanhangwagen- en opleggerindustrie (SBI 37.2).

De autoindustrie in Nederland betreft in totaal 3 firma's, voor personen- en vrachtauto's. De werkzaamheden zijn voor een belangrijk deel te vergelijken met de produktie van vrachtwagens (afgezien van de produktie en montage van motoren).

- scheepsbouw en scheepsreparatiebedrijven (SBI 37.4)

Het betreft in principe een constructiebedrijven met als belangrijke kenmerken:

- de grote schaal van de werkstukken. Daardoor moet er bijvoorbeeld een groot deel van de tijd op steigers worden gewerkt. Daardoor is de verwarming in de werkhallen meestal ook zeer beperkt.
- de sterk vervuilde oppervlakken (bij reparatie). M.n. bij slijpen en snijden geeft dit extra toxische blootstelling.

- spoorwegwerkplaatsen (SBI 37.5)

Het betreft werkplaatsen voor het onderhoud van rijdend materieel (wagons en lokomotieven) en de infrastructuur (rails e.d). Metaalbewerkingen (slijpen, klinken, lassen) en montage werkzaamheden (slagmoersleutels, kranen) vormen de voornaamste groep van activiteiten. Daarnaast is er meestal een breed scala van afdelingen aanwezig zoals houtbewerkingen, elektro, kunststofverwerkend, reinigen, schilderen. De arbeidsomstandigheden bij de metaalbewerkingen vertonen veel overeenkomst met die in constructiewerkplaatsen in het algemeen. Specifieke kenmerken van dit werk zijn:

- vaak wordt aan vervuilde oppervlakken gewerkt, waardoor de toxische blootstelling (m.n. bij snijden en slijpen) vaak groter is.
- veel werk wordt onder tijdsdruk uitgevoerd, met pieken in de werkdruk (overwerk).
- door de grootte van de werkstukken moet vaak in allerlei extra belastende houdingen worden gewerkt (m.n. boven het hoofd, voorover gebogen). Ook ongunstig voor de fysieke belasting is dat vaak te demonteren onderdelen erg vast zitten, wat vaak extra handkracht vergt.

- rijwiel- en motorrijwielindustrie (SBI 37.6)

In Nederland zijn nog een aantal fabrieken voor de produktie van fietsen. De voornaamste bewerkingen die daar worden uitgevoerd zijn autogeen handmatig lassen of gemechaniseerd hardsolderen, "buistrekken",

- vliegtuigbouw- en vliegtuigreparatiebedrijven (SBI 37.7)

In Nederland is er slechts een fabrikant, en verder nog enkele onderhoudswerkplaatsen. In principe wordt er het zelfde scala aan bewerkingen uitgevoerd als in andere constructiewerkplaatsen (zie par. 9.1), met als belangrijkste verschillen:

- er wordt relatief veel geklonken (zie par. 4.2) en gelijmd (zie par. 4.4),
- er worden veel lichte metalen verwerkt.

8. ARBEIDSVRIENDELIJKE PRODUKTIEMIDDELEN

8.1 Inleiding

Een klein onderdeel van dit onderzoek betreft het onderzoeken van de achtergronden van het al dan niet arbeidsvriendelijk zijn van de produktiemiddelen: welke factoren bepalen waarom van een bepaald type produktiemiddel een arbeidsvriendelijke uitvoering wordt gebruikt. Het gaat hierbij in feite om de vraag in hoeverre argumenten, betrekking hebbend op arbeidsomstandigheden, een rol spelen bij in- en verkoop. Een achterliggende vraag daarbij is welke factoren bepalen of een bepaald produktiemiddel in een arbeidsvriendelijke uitvoering op de markt wordt gebracht.

Er is voor gekozen het onderzoek te beperken tot de metaalindustrie en met name in te gaan op slijptollen en moeraanzetters. Daartoe zijn gesprekken gevoerd met leveranciers en afnemers. Het onderzoek heeft een beperkte omvang. De resultaten hebben dien ten gevolge een indicatief karakter.

Dit hoofdstuk heeft de volgende opbouw:

Paragraaf 8.2 gaat in op de opzet van het onderzoek. In paragraaf 8.3 worden de resultaten besproken. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen gesprekken met afnemers (kleine en grote bedrijven), gesprekken met leveranciers en materiaal dat is ontleend aan produktdocumentatie. In paragraaf 8.4 worden enige conclusies met betrekking tot het onderzoek gegeven.

8.2 Opzet van het onderzoek

8.2.1 Inleiding

De beschikbare tijd maakt het noodzakelijk het onderzoek toe te spitsen op enkele produktiemiddelen. Besloten is twee produktiemiddelen te kiezen. Bij het

verzamelen van informatie is gebruik gemaakt van produktinformatie en zijn een aantal gesprekken gevoerd met verschillende betrokkenen.

8.2.2 Keuze bedrijfstak en produktiemiddelen

Bij de keuze spelen de volgende criteria een rol:

- het produktiemiddel moet op betrekkelijk uitgebreide schaal worden toegepast, bij voorkeur in meerdere takken van nijverheid, en in grote en kleine bedrijven;
- van het produktiemiddel moeten zowel arbeidsvriendelijke als traditionele types verkrijgbaar zijn; de arbeidsvriendelijke types moeten technisch volwaardig zijn; men moet een reële keuzemogelijkheid hebben;
- het produktiemiddel moet door verschillende fabrikanten en leveranciers (als serie of massaproduct) worden aangeboden; er moet geen monopolie bestaan, de invloed van de leverancier moet beperkt zijn;
- het produktiemiddel moet zo mogelijk verschillende aspecten van de arbeidsomstandigheden beïnvloeden;
- de produktiemiddelen moeten een korte vervangingstermijn hebben (bij voorkeur binnen enkele jaren), anders zijn te weinig cases per informant beschikbaar.

Als produktiemiddel komen onder andere de volgende in aanmerking:

- terugstootloze hamer;
- slijptollen en slijpschijven;
- moeraanzetters, schroevendraaiers;
- schuurmachines;
- div. houtbewerkingsmachines (schaven, zagen, frezen);
- transportmiddelen (palletwagens, heftrucks, karren);
- werktafels, assemblage/montage stations;

Gekozen is voor slijptollen (en toebehoren als schijven, handvatten, afzuiging) en moeraanzetters. Met name voor slijptollen geldt dat deze op uitgebreide schaal worden toegepast (met name in de metaalindustrie, maar ook door veel onderhoudsdiensten en in de bouw). Moeraanzetters worden minder toegepast.

Slijptollen hebben (zie par. 4.1.2) invloed op een aantal aspecten van de arbeidsomstandigheden:

- fysieke belasting (gewicht, vormgeving);
- veiligheid;
- geluid;
- trillingen;
- stof.

Bij moeraanzetters zijn van belang (zie par. 5.3):

- fysieke belasting (gewicht, vormgeving);
- geluid;
- trillingen.

8.2.3 Opzet en uitvoering interviews

8.2.3.1 Keuze respondenten

Voor zowel moeraanzetters als slijptollen zijn afnemers en leveranciers in het onderzoek betrokken. Van de benaderde leveranciers vertegenwoordigen er drie slechts één merk. Eén trad op als verkoper van meerdere merken. Ingenieursbureaus zijn voor deze produktiemiddelen nauwelijks relevant. Afnemers van gereedschappen zijn gekozen uit de "Gouden Gids" regio Leiden, uit de categorieën machinefabrieken en constructiebedrijven. Voor leveranciers is een soortgelijke werkwijze gevolgd. De fabrikanten bevinden zich vrijwel uitsluitend in het buitenland (met name Duitsland en Japan) en zijn derhalve voor dit onderzoek niet bruikbaar als respondent.

8.2.3.2 Inhoud interviews

De interviews spitsen zich toe op de plaats die arbeidsomstandigheden innemen bij in- en verkoop van slijptollen en slagmoersleutels. Voor afnemers en leveranciers zijn verschillende interviews opgezet. Voor alle gesprekken geldt dat deze zijn ingeleid met een schets van het onderzoek en de doelstelling van de inter-

views. Een overzicht van de onderwerpen van de interviews is opgenomen in bijlage 3.

Leveranciers

Onderwerpen van gesprek met leveranciers zijn de eigenschappen die de producten hebben, de mate waarin leveranciers kunnen adviseren over de invloed op arbeidsomstandigheden, de plaats in de markt en de relaties met de fabrikant en de afnemers.

Afnemers

Bij de gesprekken met de afnemers staan de argumenten voor de keuze van een type of merk centraal. Daarnaast is ook de betrokkenheid met arbeidsomstandigheden van de inkoper een belangrijk punt (zelf gebruiker, invloed gebruikers, kennis van effecten op arbeidsomstandigheden). Teneinde informatie over terugkoppeling van ervaringen te verkrijgen zijn enige vragen over de relatie met leverancier en/of fabrikant opgenomen.

8.2.3.3 Uitvoering

De beperkte omvang van het onderzoek en het beoogde indicatieve karakter laten een uitgebreide opzet niet toe. Er is voor gekozen slechts een beperkt aantal interviews af te nemen onder verschillende categorieën van betrokkenen (leveranciers, afnemers kleine bedrijven en afnemers uit grote bedrijven).

Leveranciers

De interviews met leveranciers zijn op semi-gestructureerde wijze uitgevoerd. Hierbij wordt uitgegaan van een lijst van onderwerpen die in het gesprek aan de orde moeten komen, doch de volgorde en de diepgang ervan hangen af van de loop van het gesprek.

Een voordeel van semi-gestructureerde interviews is dat de respondent meer gelegenheid krijgt aanvullende informatie of achtergronden te geven. Als nadeel geldt dat meer tijd gemoeid is met een interview. Bovendien is het niet goed mogelijk deze interviews telefonisch af te nemen.

Eén interview met de leveranciers is telefonisch afgenomen. Het interview besloeg twee gesprekken. Van de benaderde leveranciers weigerde er één medewerking. De duur van de gesprekken was ca. 1 uur, het telefonisch interview duurde in totaal ca. 30 min.

Afnemers

Interviews met afnemers zijn op meer gestructureerde wijze uitgevoerd. De keuze voor deze wijze van interviewen komt voort uit de volgende punten:

- interviews kunnen telefonisch worden uitgevoerd, waardoor tijd kan worden uitgespaard;
- respondenten hebben over het algemeen weinig tijd.

De duur van de gesprekken lag tussen 10 en 15 min. Geen van de benaderde bedrijven weigerde medewerking.

8.2.4 Produktinformatie

Van een aantal leveranciers is documentatie opgevraagd. Hierbij is expliciet gevraagd naar een "arbeidsvriendelijke" of "ergonomische" produktlijn. In de documentatie is gezocht naar specificaties van gewicht, geluidsniveau, trillingsniveau, en vormgevingsaspecten. Daarnaast is nagegaan of in de documentatie expliciet melding wordt gemaakt van gunstige ergonomische eigenschappen.

8.3 Resultaten

8.3.1 Produktinformatie

Van vijf merken is de documentatie over haakse slijpers en moeraanzetters onderzocht. Het betrof hierbij zowel elektrisch als pneumatisch aangedreven types. Door enkele fabrikanten worden gunstige effecten op arbeidsomstandigheden als belangrijke eigenschap in de produktinformatie naar voren gebracht. Het betreft hierbij:

- stofafzuiging (2),
- trillingsniveau (2),
- geluidsniveau (3),
- vormgeving: vorm handgreep, bereikbaarheid werkstuk (3),
- gemak verwisselen schijven (snelspan systeem) (3).

Tussen haakjes is vermeld hoe vaak betreffende eigenschap werd genoemd. Specificaties van trillingsniveaus worden echter nergens gegeven. In een geval werden geluidsniveaus van onbelast draaiende machines gespecificeerd. Geadverteerde gunstige eigenschappen worden niet aan de hand van normen of richtlijnen (of referentie daaraan) gestaafd.

In alle gevallen wordt het gewicht bij de technische specificaties genoemd. Een laag gewicht wordt echter niet als verkoopargument gebruikt.

8.3.2 Interviews leveranciers

Voor alle leveranciers maakt advisering deel uit van de verkoop. De ergonomische aspecten van de te verkopen apparaten worden hierbij naar voren gebracht. Een verkoper merkt op dat de ergonomische aspecten met name bij grote afnemers een rol spelen. Als determinanten worden de economische vooruitzichten van het bedrijf en het soort bedrijf naar voren gebracht. Ook de mate waarin kwaliteit van het produkt voor het bedrijf een rol speelt is belangrijk.

De vormgeving, het gewicht en een stofafzuiging blijken in die gevallen aspecten te zijn waarop gelet wordt. Trillingen en geluid worden door twee respondenten niet als hoogste prioriteit gezien. Eénmaal werd opgemerkt dat juist particuliere afnemers belang hechten aan een laag geluidsniveau. De aandacht voor ergonomische aspecten neemt volgens alle betrokkenen toe. Alle respondenten gaven blijk van een zekere kennis op het gebied van arbeidsomstandigheden.

De tussenhandel kan naar mening van twee respondenten een sturende invloed hebben. Pas als het belang van effecten op arbeidsomstandigheden door de verkoper wordt beargumenteerd lijkt de afnemer zich hiervan bewust te worden. Op verzoek worden door de tussenhandel nauwkeuriger specificaties (over bijvoorbeeld geluidsniveaus) gegeven. Het komt echter zelden voor dat de klant hiernaar vraagt. Als reden wordt door een respondent aangevoerd dat de inkopers meestal zelf niet met het aan te schaffen apparaat werken.

Uit de gesprekken komt naar voren dat ontwikkelingen door de fabrikant geïnitieerd worden. Er is bij geen van de gevallen een structureel contact met fabrikanten en afnemers over de ervaringen met de apparaten. Eventuele opmerkingen worden wel doorgesluist naar de fabriek, of als verkoopargument voor eigen gebruik meegenomen.

8.3.3 Interviews afnemers

Alle benaderde respondenten werken mee. In geen van de gevallen was de inkoop ook de gebruiker. Wel werd door drie respondenten aangegeven dat de mening van de gebruiker belangrijk of (in één geval) doorslaggevend is. Bij geen van de respondenten werd advies gevraagd aan deskundige diensten.

Criteria die aan de machines worden gesteld zijn:

- levensduur, technische kwaliteit;
- moet goed in de hand liggen;
- gewicht;
- moet in verband met uitwisselbaarheid van één merk zijn;
- moet goede veiligheidsschakelaar bezitten.

In geen van de bedrijven was een actief beleid om Arbo-vriendelijke gereedschappen in te kopen.

Geluid en trillingen en de mogelijkheid van stofafzuiging worden door alle respondenten als minder belangrijke argumenten gezien. Wel werd door een respondent opgemerkt dat deze aspecten wel belangrijker zijn geworden.

Door alle respondenten werd gezegd dat zij een vast merk slijptollen en moeraanzetters gebruiken. Wel worden door verschillende respondenten zo nu en dan andere merken geprobeerd maar deze blijken minder goed te bevallen. Over geluidgedempte slijpschijven werd opgemerkt dat deze minder snel afnemen, en er dus minder snel mee gewerkt kan worden.

De relatie van afnemer met leverancier verschilt van bedrijf tot bedrijf. In een aantal gevallen wordt ook advies gevraagd. Wensen en opmerkingen over het functioneren van de apparaten worden door een afnemer aan de tussenhandel doorgegeven. Men ziet er echter niet zo snel resultaat van.

8.3.4 Discussie

De algemene bruikbaarheid van de resultaten wordt door een aantal factoren ongunstig beïnvloed:

- het merendeel van de leveranciers voert slechts één merk, waardoor een vergelijking of neutraal oordeel niet goed mogelijk is;
- informatie kan zijn gekleurd door commerciële belangen, de eigenschappen worden positiever voorgesteld dan deze in werkelijkheid zijn;
- de keuze van de respondenten (regionale spreiding, de omvang van de steekproef en de aard en grootte van de bedrijven), waardoor geen representatief beeld van de metaalverwerkende industrie ontstaat;
- selectiemethode;
- omvang van de steekproef.

8.4 Conclusies

De richting waarin produktiemiddelen zich ontwikkelen met betrekking tot factoren die de arbeidsomstandigheden beïnvloeden lijkt in hoge mate door de fabrikant te worden gestuurd. Uit documentatie blijkt dat enkele fabrikanten arbeidsomstandigheden expliciet als verkoopargument naar voren brengen.

Bij het aanschafbeleid van de ondervraagde afnemers spelen criteria met betrekking tot arbeidsomstandigheden een ondergeschikte rol. Dit geldt met name voor geluid en trillingen. Veiligheidsaspecten en factoren die de fysieke inspanning bepalen (gewicht, vormgeving) worden wel als aankoopcriterium genoemd. Over de prijs als criterium wordt verschillende gedacht.

Informatie met betrekking tot het functioneren van apparaten en eventuele wensen worden niet (of in zeer beperkte mate) via de tussenhandel aan fabrikanten teruggekoppeld. Er is geen sprake van een structureel kanaal. Het is niet duidelijk geworden of en in hoeverre arbeidsomstandigheden onderdeel uitmaken van marktonderzoek van fabrikanten.

De markt is blijkens de opmerkingen van de leveranciers en van de afnemers traditioneel. Men is wel geneigd innovaties uit te proberen, maar men houdt snel vast aan vertrouwde merken.

Op grond van de interviewresultaten kan geen indicatie worden verkregen over het kennisniveau met betrekking tot arbeidsomstandigheden bij afnemers. Men lijkt echter wel op de hoogte van het bestaan van de problematiek en het feit dat produktiemiddelen de arbeidsomstandigheden beïnvloeden. Leveranciers blijken wel over enige mate van kennis over arbeidsomstandigheden te beschikken.

Voor een goed overzicht van de rol die arbeidsomstandigheden spelen in de markt voor produktiemiddelen is een uitgebreider onderzoek nodig. Hierin zouden met name meer branches in de industrie en meer soorten van produktiemiddelen aan de orde moeten komen. Nuttige resultaten voor het beleid op dit ge-

bied kunnen aanbevelingen voor voorlichting, effect van subsidies en de mogelijkheden voor wettelijke verplichtingen zijn.

LITERATUUR

- ABERG, U. Design of a difficult workplace : Fettling shop operations. Appl. 5 (1974) 161-166.
- ACKERMANN, U., RATSCH, E. Schallentstehung und Lärminderung beim Brennschneiden. DAGA 1981. blz 221-224.
- ACKERMANN, U. & E. RATSCH. Schallmessungen und Lärminderung an Brennern zum Schweißen, Schneiden und Wärmen. Düsseldorf, DVS, 1983.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA). Industrial noise manual, AIHA, 1975.
- ANONYMUS, Geluidarm klinken met tuimel- en radiaal machines. Metaalbewerking, 41 (1975) 13, p. 268-269.
- ANONYMUS, OSHA en het roestvaststaal lassen. Metaalbewerking, 44 (1978) 16, p 410.
- ANONYMUS, Lasdampen en het verwijderen ervan. Metaal en Kunststof, 17 (1979) 23, p 45-60.
- ANONYMUS, Schutzmaßnahmen bei Strahlarbeiten. In: Sicher ist Sicher, (1987) april, p 182-185.
- ANONYMUS, Nieuwe beschermingsgassen verbeteren het werkmilieu. Pt-Aktueel, 1989a, nummer 29/30, blz. 14.
- ANONYMUS, Technologie van thermische coatings ontwikkelt zich voorspoedig in de VS. Pt-Aktueel, 1989b, nummer 29/30. blz. 17.
- AUNOLA, S. e.a. Strain of employees in the machine industry in Finland. Ergonomics, 21 (1978) 509-517.
- BAKKER, R. Arbeidsomstandigheden bij het lassen. Lastechniek, 46 (1980) 2 blz 35-42.
- BEDNALL, A.W. Anti-vibration gloves. Health and Safety Executive, Technology Division, Specialist Inspector Reports, 1988 (Report no. 13).
- BEUMER, P.F.M. Mogelijkheden tot geluidbestrijding bij intern transport, stand van de techniek. ICG rapport LA-HR-02-06. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1985.
- BEUMER, P.F.M. Akoestisch management. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (uitgave S57-2).
- BOEKHOLT, R. Ergonomie van de lastechniek in het licht van de humanisering van de arbeid. De Veiligheid, 53 (1977) 175-181.
- BOSMAN, B. Inventarisatiemeting 20: een heftruck. Delft, IWECO-TNO, 1985 (rapportnr. 5062373-18).
- BRAMMER, A.J. Threshold limit for hand-arm vibration exposure throughout the workday. In: Brammer A.J. & W.Taylor (eds), Vibration effects on the hand and arm in industry. New York, Wiley, Pp. 291-301
- BROEKHUIZEN, P. van e.a. Lijmwijzer. Amsterdam, Universiteit van Amsterdam, chemiewinkel, 1986.
- BRULLE, P. van den. Geräuschemission von Gießereimaschinen. Fb 423. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1985 (Forschungsbericht 423).

- BURDORF, A. De invloed van mechanische trillingen op de mens; een inleiding. T. Ergonomie, 13 (1988) 3, p. 6-13
- CARDAUN, U. Technische Hilfen für industrielle Arbeitsplätze. Band 34, Schriftenreihe "Humanisierung des Arbeitslebens". VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, GmbH, 1983.
- CARTON, F.L. Loop eigenschappen van railvoertuigen en de E-loc 1100. Matblad (NS), 8 (1975) 8 p. 1-27.
- CARTON, F.L. Verbeteringen loopeigenschappen E-loc 1100. Matblad (NS), 9(1976)5 p. 10-27.
- CHRIST, E. Geringere Hand-Arm Schwingungsbelastung durch Schutzhandschuhe? Berufsgenossenschaft (1982) 8, 458-461.
- CHRIST, E. Minderung der Schwingungseinwirkung bei vibrierenden handgeführten Arbeitsgeräten. Berufsgenossenschaft (1986) 1, 15-20.
- CHRIST, E. Schutz vor Vibrationseinwirkung durch Schutzschuhe, vibrationsdämpfende Fahrersitze und Antivibrations-Schutzhandschuhe. Berufsgenossenschaft (1986) 11, p. 652-657.
- COX, C. Ultraviolette stralingsniveaus bij het lassen. Arbovisie, 4 (1988) 3, p. 14-15.
- DEGENHARDT, H. Geräuscentstehung und Lärminderung beim Bandschleifen an Kontaktscheiben. DAGA '81. blz 307-310
- DELHAAS, D.H.W. Chemische arbeidsrisico's in galvanotechnische bedrijven. (scriptie Hogere Veiligheidskunde, leergang 1974-1976).
- DERKS, P. Ergonomische draaibank. Tijdschrift voor ergonomie, (1978) blz. 6-9.
- DIRECTORAAT GENERAAL VAN DE ARBEID (DGA). Onderzoek betreffende industriële toxicologie en andere onderwerpen op het gebied van arbeidshygiëne en bedrijfsgezondheidszorg. Voorburg, DGA, 1985.
- DITTES, W. e.a. Arbeitsplatzluftreinhaltung. Dortmund, Bundesanstalt Für Arbeitsschutz, 1985 (Forschungsbericht 438).
- DOORGEEST, T. Veilig werken bij het voorbehandelen van ondergronden; deel 1. Reinigen en ontvetten. Maandblad Arbeidsomstandigheden, 65 (1989) 32-36.
- DRIMMELEN, D.van e.a. Werken met hamers. Technische Universiteit, Vakgroep Veiligheidskunde, 1985.
- DRIMMELEN, D.van, e.a. Trillen en schokken tijdens het werk. Inventarisatie van trillende werk- of andere tuigen, trillingsbelasting en trillingsarme technologie. Deel I: Handleiding voor trillingsarm ontwerpen. Delft, Technische Universiteit, Vakgroep Veiligheidskunde, 1986a.
- DRIMMELEN, D.van, e.a. Trillen en schokken tijdens het werk. Inventarisatie van trillende werk- of andere tuigen, trillingsbelasting en trillingsarme technologie. Deel II: Literatuuroverzicht. Delft, Technische Universiteit, Vakgroep Veiligheidskunde, 1986b.
- DRIMMELEN, D.van, e.a. Uitgangspunten voor vermindering van trillingsbelasting. T. voor Ergonomie, 13 (1988) 4, p. 2-15.
- DUGGAN, A. Energy cost of stepping in protective clothing ensembles. Ergonomics 31 (1988) 3-11.
- DUPUIS, H., e.a. Schwingungsarme Fahrersitze für Nutzfahrzeuge und Arbeitsmaschinen. Düsseldorf VDI-Verlag GmbH, 1982 (Schriftenreihe "Humanisierung des Arbeitslebens", Band 29).

EGGELING, F. Berufskrankheitenrisiken. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1980. (Forschungsbericht 248).

FEILKE, H. Arbeits- und Gesundheitsschutz in der Galvanotechnik. Schriftenreihe Galvanotechnik und Oberflächenbehandlung. Saulgau, (Württ) Leuze Verlag, 1986.

FERRINGTON, L. Onbemande snijstations hebben goede arbeidsomstandigheden. Polytechnisch tijdschrift 45 (1990) 9 48-51.

FUCHS, E. e.a. [1987]. Allergien am Arbeitsplatz. Tb 46. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1987.

GAMST, F.C. Human factors analysis of the diesel electric cab. Human Factors, 17(1975) 149-156.

GEMME, G., e.a. Finger blood flow and pressure in chain-sawyers with a past history of vibration-induced Raynaud's phenomenon. Presentation held at the United Kingdom and French Joint Meeting on Human Response to Vibration, 26-28 september, INRS, Vandoeuvre, France, 1988.

Gemeenschappelijke Medische Dienst (GMD). Onderzoek traktorstoelen. GMD, 1987.

GROTHER, W. Lärminderung im Betrieb. Werkzeugmaschine International. (1974) 2, p. 13-18.

GRUND, P. Lärminderung im Großbehälterbau. Schleifen und Trennen. 93 (1979) 17-21.

HANDBOEK VEILIGHEID. Kluwer.

HANNOVER, H.O. Schwingungen an Kranlagen und deren Auswirkung auf Funktion und Bedienungskomfort. Porc. International Machine und Stahlkonstruktion (1978) p. 162-185.

HART, J.'t Verende cabine voor landbouwmachines. Landbouwkundig tijdschrift/pt, 88 (1976) 1, p. 2-6.

HECKL, M. Lärmarm konstruieren II. Bundesanstalt für Arbeitsschutz. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1979 (Forschungsbericht 135).

HEINO, M., e.a. Work conditions and health of locomotive engineers I: Noise, vibration, thermal climate, diesel exhaust, constituents, ergonomics. Scand. J. Work, Environ. Health, 4 (1975) 13-14.

HESSELS, H. et al. Van werkplekanalyse tot oplossingen: koppensnellen leidt tot een onaanvaardbare trillingsbelasting. Tijdschrift voor Arbowedenschappen, 1 (1988) 1, pp. 2-5.

HILST, A.L.B. van. Gritstraalwerkzaamheden op scheepswerven. Leergang HVK.

HIVA & NVVA Gevaarlijke producten. Samson Arbeidsveiligheid, 7 (1988) 168.

HOOGOVENS, Persoonlijke Mededeling, 1990.

International Labour Organization (ILO). Safety, health and working environment in the metal trades: new approaches. ILO. Geneve, 1977.

IPING, P.J.M. Schadelijk lawaai op de arbeidsplaats. Geluid en Omgeving, 10 (1987) 6-8.

IPING, P.J.M., e.a. Research on occupational exposure to vibration in the Netherlands and consequences for Dutch policy and legislation. Presentation at the 3rd International Symposium in the International Section of the ISSA for Research on Prevention of Occupational Risks, 'Vibration at work', 19-21 april, Vienna, 1989.

INRS. Vibration at work. International section "Research". Parijs, Institut National de Recherche et de Sécurité, 1989.

International Standard Organisation (ISO) Guidelines for the evaluation of human exposure to whole body vibration. Geneve (ISO-2631)

International Standard Organisation (ISO). Mechanical vibration - Guidelines for measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration. Geneve, 1986 (ISO-5349).

JANSSON, E. Zo maakten we een eind aan schade door trillingen: hand-beitels weer in gebruik, de 'specht' eruit. Metallarbetaren, Metaalbewerkersbond, Zweden, 34, 21 augustus.

JONES, J.G. et al. Surface treatment of metals. In: L. Permegiani et al.(red.). Encyclopaedia of occupational health and safety, 3rd ed. Geneve, ILO, 1983, pp. 1349-1348.

KATALYSE, et al. Chemie am Arbeitsplatz. Reinbek (BRD). Rowolt Taschenbuch Verlag GmbH.

KLIS, T van der. Vademecum oppervlaktetechnieken materialen. dl 1: metalen. 4e dr., Bilt-hoven, VOM, 1981.

KOHNE, G. Die beim Betrieb von Erdbaumachines auftretenden niederfrequenten mechanischen Ganzkörperschwingungen, die ergonomische und arbeitsmedizinischen Zusammenhänge und die daraus sich ergebenden Folgerungen. G.Pohle, Forschungver. Baumachines und Baubetriebe eV, Aachen, 1981.

KONIG, J. Zusammensetzung von PAH-Gemischen am Arbeitsplatz. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1985 (Forschungsbericht 431).

KONIG, W. e.a. Schadstoffe beim Schleifvorgang. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz (Forschungsbericht 427).

KORBEECK, B.J. & H.K. RAMPERSAD. Laser- versus waterstraalsnijden. PT/Werktuigbouw 43 (1988) 8 32-35.

KOSTER, P.B. & T. SPEE. Industriële ventilatie als maatregel voor de beperking van blootstelling aan toxische stoffen. Maandb., Arbeidsomstandigheden, 65, (1989) 368-372.

KULCZYCKI, S. (1981). Problem of vibration modal density in noise reduction of a metal cutting circular saws. Inter-noise '81. blz 139-142.

KURZE, U.J. H. HORNS & G. VOLBERG et al. Lärminderung am Arbeitsplatz III: Beispielsammlung Fa 14. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz (forschungsanwendung 14).

LANGHE, W. Kanten und Putzen. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1975 (Forschungsbericht 287).

LAZARUS, H. e.a. Geräuschbelastung in einem Großkraftwerk. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, (Forschungsbericht 467).

LEUN K. & L. RAMAEKERS. Trillingen op het menselijk lichaam, het meten ervan en het verwerken voor toetsing aan ISO norm 2631. Rijksuniversiteit Utrecht, Natuurkundewinkel, 1985.

LUITING, B.H. Bedrijfsgezondheidskundig survey van de afdeling metaalbedrijven Helmond. Amsterdam, CORVU, 1986.

LUNDSTROM R. & L. BURSTROM. Mechanical impedance of the human hand-arm system. Paper presented at the United Kingdom and French joint meeting on Human Response to Vibration, 26-28 september 1988, INRS, Vandoeuvre, Frankrijk, 1988.

MATHU, T. Rapportage studie milieu en de metaalindustrie. Analyse industrie m.b.t. prioritaire metalen. Apeldoorn. Metaalinstituut TNO, 1990.

McQUEEN, D. Noise control of induction furnaces. Noise Control Engineering (1983) nov-dec p 118-125.

MELDER, W. Lärminderung und neue Technologien. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz. 1986.
(Forschungsbericht 461).

MIWA T., Y. YONEKAWA & K. KANADA. Vibration isolators for portable vibrating tools. Part 4 Vibration isolation gloves. Industrial Health 17, (1979) 141-152.

MONARCO S. e.a. Mutagenic/carcinogenic hazards in a cold-rolling steel plant exposed to mineral oils: environmental monitoring phase. INT. Arch. Occup. Environ Health 54 (1984) 345-354.

MOSSINK, J.C.M. Werken met industriële laser. Leiden, NIPG-TNO, 1990.

MULDER J. & B. REMIJN. Expositie aan lichaamstrillingen bij tankwagenauffeurs. T. Toegepaste Arbowedenschap 2 (1989)1, p. 8-12.

MUSSON Y. Arbeid en gezondheid: onderzoek onder kraandrijvers bij Hoogovens. Doctoraalscriptie, Universiteit van Amsterdam, Sociologisch Instituut, Vakgroep Arbeid en Organisatie, 1981.

MUSSON Y., L. BURDORF & D. VAN DRIMMELEN. Trillen en schokken tijdens het werk. Gezondheidsklachtenonderzoek. Deel III: Lichaamstrillingen. Vakgroep Veiligheidskunde, Technische Universiteit Delft, uit te geven als ICG rapport LA-DR-10-08 door het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (in 1989 ?)

MUSSON Y., A. BURDORF, D. VAN DRIMMELEN & W.G. VAN DER WOUDE. Handboek Handarmtrillingen. Voor de Bedrijfsgezondheidszorg en -veiligheidszorg in Nederland. Studie van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (in druk)

NED. ONAFH. RAADGEVENDE AKOESTICI. Publikatieblad Lawaai beperking in de lichte metaalproductenindustrie.

Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVVA). Voorstel voor een grenswaarde voor hand-arm trillingen, Werkgroep Trillingen, Den Haag, NVVA, 1988.

NOORT, T. van. Mondelinge mededeling, 1990.

NIL. Lasrook, veiligheids- en gezondheidsaspecten. Voorlichtingsdag NIL. Den Haag. 1980

OORTMAN GERLINGS, P., D. VAN DRIMMELEN & Y. MUSSON. Trillen en schokken tijdens het werk. Resultaten van inventarisatie-metingen. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1987a (ICG-rapport LA-DR-10-04).

OORTMAN GERLINGS, P., D. VAN DRIMMELEN & Y. MUSSON. Trillen en schokken tijdens het werk. Risikopopulatie in Nederland. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1987b
(ICG-rapport LA-DR-10-05)

OOSTERLOO P. Dynamisches Verhalten eines Brückenkrans beim Kranfahren. Fördern und Heben 28(1978) 1035-1042.

PARMEGGIANI, L. (red) et al. Encyclopaedia of occupational health and safety, 3rd ed. International Labour Office. Geneve, 1983.

PIETERSE, A. Klinkgereedschappen die worden toegepast in de Nederlandse vliegtuigindustrie. Metaalbewerking, 1979.

- PLEGER, P. Autokarossen in günstiger Arbeitshaltung bearbeiten. *Fördern und Heben*, 27 (1977) 653-656.
- POLL, K.J. Mogelijkheden voor arbeidsplaatsverbetering in het scheepsonderhoud. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1983.
- RADINGS, C.J. Onderwater plasmasnijden. *PT/Werktuigbouw* 43 (1988) 3.
- RANGELROOIJ, P. van. Geluidemissie van verspanende bewerkingen in de metaalindustrie. ICG-rapport LA-HR-02-11. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1987.
- RENIERS, J. & A. MEHEUS. Een proportionele sterftestudie in een antwerpse draadtrekkerij. *T. Soc. Gezondheidsz.*, 65 (1987) 96-98.
- REYNEVELD, J. Lawaaibestrijding in een stamperij: dl 1. Metaalbewerking, 43 (1977) 221-231.
- REYNEVELD, J. Lawaaibestrijding in een stamperij: dl 2. Metaalbewerking, 43 (1977) 345-353.
- RIVIN E.I. Design of vibration isolation systems for forging hammers. *Sound and Vibration*, (1978) 12-15.
- ROBKE, R. Beispiele ergonomischer Arbeits- und Produktionsgestaltung. S17. Bundesanstalt für Arbeitsschutz. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz.
- RODGERS L.A., D. EGLIN & W.F.D. HART. Rock-drill vibration and white fingers in miners. In: Brammer A.J. & W.Taylor (eds), *Vibration effects on hand and arm in industry*. New York, Wiley et al, 1982 p. 317-323
- SAATHOFF, G, et al. Teer, Pech, Teeröl Bitumen. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1985 (gefährliche Arbeitsstoffe 14).
- SCHAFER N., H. DUPUIS & E. HARTUNG. Schwingungsminderung am Arbeitsplatz. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1982 (Forschungsbericht 302).
- SCHMIDT, K.-P. et al. Lärminderung am Arbeitsplatz II. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1988 (forschungsanwendung 13).
- SCHNAUBER H. & Z.P. WEIGELT. Schwingungen an Steh-Arbeitsplätzen. Ermittlung der Belastung durch mechanische Schwingungen an Steh-Arbeitsplätzen und Vorschläge für Minderungsmaßnahmen. Dortmund, Bundesanstalt Arbeitsschutz und Unfallforschung, 1981 (Forschungsbericht 285).
- SCHULLER-GOTZBURG, V. von, et al. Formaldehyd: Verbreitung, Verwendung und Arbeitsplatzbelastung. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1986 (Forschungsbericht 462).
- SCHWEIZER, A. Exposition und Prävention bei Spritzlackiern. *Württ Bau BG Mitteilungen*, (1988) 2, 11-19.
- SEMMER, A. Gegenüberstellung von Schmelzschweißverfahren im Hinblick auf die menschliche Leistung. *Schweißen und Schneiden*, 23 (1976) 2, p. 54-58.
- SILTANEN, E e.a. Dust exposure in Finnish foundries. *Scand. J. Work Environ. Health*, 2 (1976) suppl. 1 19-31.
- SMELT, F. Nieuw bedieningssysteem voor portaalkranen. *De Veiligheid*, 54 (1978) 493-494.
- SMIT, H.A. Gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen. Een literatuurstudie. Uitgave S16. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1986 (Rapport S16).

SMIT, H.A. Gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen. Een praktijkoriëntatie. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1986 (Rapport S 16).

STRAATSMAN, H. Geluidreductie van persen voor de metaalverwerkende industrie. NAG publicatie 44.

STRANDBERG L. Danger, rear wheel steering. J. Occupa. Accidents, (1983) 39-58.

SUNDIN S. Blootstelling van bestuurders van loopkranen aan trillingen van het gehele lichaam. Een pilot study, Stockholm, Arbetskyddsstyrelsen, 1978 (Onderzoeksrapport 1978:29).

TAPPEL, B. Het werkt anders. Rapport S18. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1986 (Rapport S18).

TAYLOR W. & P.L. PELMEAR (eds) Vibration white finger in industry. London, Academic Press, 1975.

TECHNIEK EN VEILIGHEID (red). Zware machines? Vastlijmen dempt trillingen! Techniek en Veiligheid, (1981) 4, p 12.

TERRA, N. e.a. Arbeid en gezondheid in de metaalindustrie. Amsterdam, CCOZ, 1984.

THOMAS, G. & J.A. CATTON. Heat treatment of metals. In: L. Parmeggiani et al. (red.) Encyclopaedia of occupational health and safety, 3rd ed.. ILO. Geneve, 1983, pp. 1346-1348.

TONSHOFF, H.K. e.a. Praxiserprobte Massnahme zur Lärminderung. Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 1981 (Forschungsbericht 280).

TUKKER, J.C. Geluid van perslucht. ICG rapport LA-HR-02-02. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1984a.

TUKKER, J.C. Lawaai en lawaai-beheersing van handgereedschap. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1984b (ICG rapport LA-HR-02-04).

TUKKER, J.C. Geluid van mechanische overbrengingen. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1987 (ICG rapport LA-HR-02-08).

TUKKER, J.C. & J.W. VERHEIJ. Lawaai-bestrijding bij het zagen van aluminium profielen. PT/Werktuigbouw, 43 (1988) 12 47-49.

Verein Deutsche Ingenieure (VDI) Beurteilung der Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Düsseldorf, VDI, 1975.

VERBERK M.M. & A. KOEMEESTER. Vierde internationale symposium over handarmtrillingen. T. Soc. Gezondheidsz., 63 (1985) 826-827.

VERVOORTER, P.H.C. Voorbehandeling metaaloppervlakken. PT/Werktuigbouw, 44 (1989) 5 32-35.

VITTAMO, M et al. Carbon monoxide in foundry air. Scand. J. Work Environ. Health, 2 (1976) suppl. 1 37-41.

VOSS P. & C. KROGH-LUND. Vibration exposure und lumbar back muscle activity of seated driving workers (part I). Presentation held at the United Kingdom and French Joint Meeting on Human Response to Vibration, 26-28 september, 1988 INRS, Vandoeuvre, France

VREEDE, F.G.A. de. Gevaar koelvloeistof onderschat. Pt- Werktuigbouwkunde 42 (1987) 6/7 p 21-23.

VREEMAN, R. De kwaliteit van de arbeid in de Nederlandse industrie. Nijmegen, Sun, 1982.

WAL, J.F. van der. Verantwoord werken bij het lassen. Congres Mens & Arbeid. 27-9-1988 te 's-Gravenhage.

WOUTERS. Notitie betreffende de belangrijkste oorzaken van stoten en trillingen op de kranen in de afwerking van warmbandwalserij 2. Hoogovens, IJmuiden, 1977.

ZACKRISSON M. & J. PULL. Hand-held grinding machines - vibration test results. Presentation at the 3rd International Symposium in the International Section of the ISSA for Research on Prevention of Occupational Risks, 'Vibration at work', 19-21 april, Vienna, 1989.

ZOCKEL, M. Solutions for noise reduction on circular saws. Noise-con 79. blz 373-383.

BIJLAGEN

BIJLAGEN

pagina

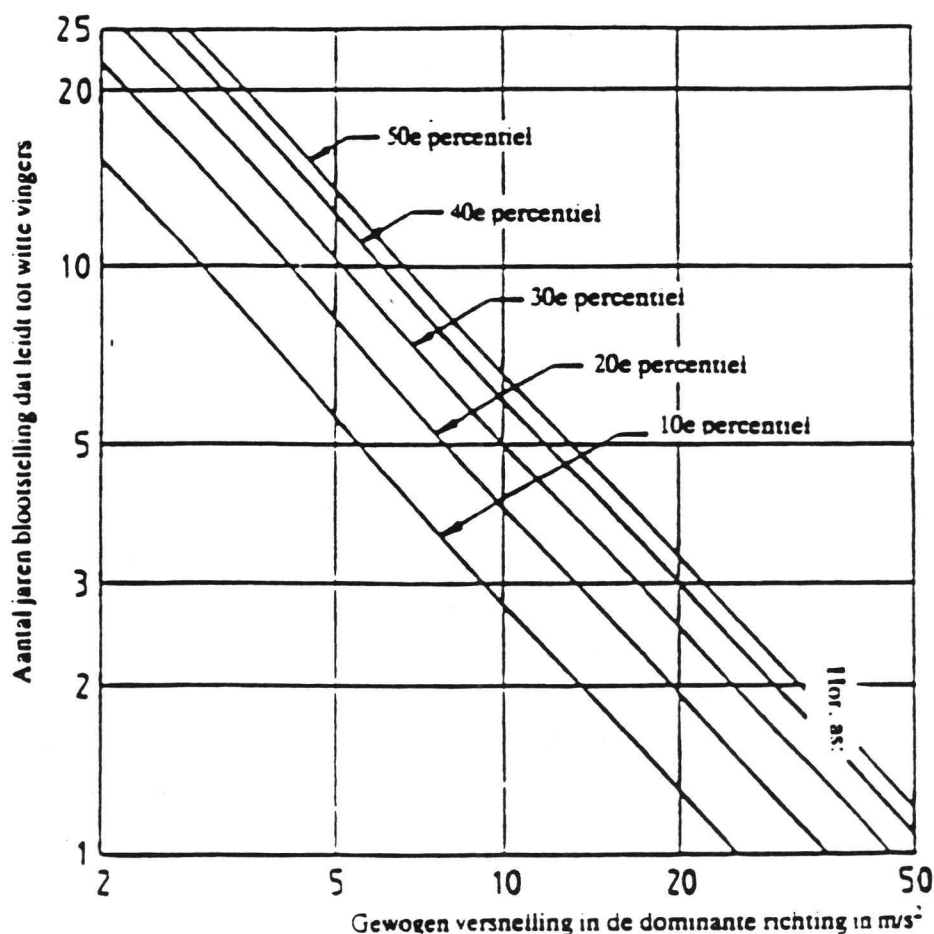
Bijlage 1 Beoordelingscriteria trillingen	133
Bijlage 2 Trillingsniveaus van veel voorkomende bronnen in de metaal- verwerkende industrie	142
Bijlage 3 Interviewopzet onderzoek arbeidsvriendelijke productie-middelen	145

Bijlage 1 Beoordelingscriteria trillingen

A. Beoordelingscriteria handarmtrillingen

Door de International Standard Organisation [ISO 1986] is specifiek voor hand-armtrillingen een norm ontwikkeld: ISO 5349. Deze norm beschrijft de procedures van het meten van handarmtrillingen en het verwerken van de meetsignalen. In de norm worden geen beoordelingscriteria gegeven van deze trillingen. Wel wordt in bijlage A van deze ISO 5349 een dosis-respons relatie weergegeven tussen blootstelling aan handarmtrillingen en de kans op het optreden van witte vingers (zie figuur B1).

Figuur B1 Dosis-effect relatie voor blootstelling aan handarmtrillingen en de kans op het optreden van witte vingers.



In deze figuur wordt de kans op witte vingers aangegeven als de functie van het aantal jaren blootstelling en de gewogen effectieve versnelling in de meest intensieve richting. Hierbij wordt uitgegaan van een gemiddelde blootstellingsduur per dag van 4 uur.

Om verschillende metingen te vergelijken van situaties waarin sprake is van andere gemiddelde blootstellingsuren per dag wordt de dagelijkse blootstellingsduur (T) uitgedrukt in het 4-uurs equivalent gewogen versnellingsniveau. Hiervoor geldt de formule:

$$a_h(w,4) = \sqrt{(T/T_4)} * a_h(w,T)$$

waarin:

$a_h(w,4)$ = de gewogen (w) effectieve versnelling (a_h) gedurende een blootstelling van 4 uur per dag

T = de blootstellingsduur per dag in uren

$$T_4 = 4$$

$a_h(w,T)$ = de gewogen effectieve versnelling gedurende blootstellingsduur T

Een gewogen effectieve versnelling van 12 m/s^2 over 1 uur op een werkdag betekent een $a_h(w,4) = 6 \text{ m/s}^2$.

Het gezondheidseffect 'witte vingers' is gedefinieerd als het optreden van verbleking van een of meer vingertoppen. In de classificatie van Taylor & Pelmear [1975] komt dit overeen met stadium 1, een in principe reversibele vorm (zie figuur B2).

Er is kritiek mogelijk op het hanteren van deze bijlage als uitgangspunt voor het beoordelen van trillingen. Op de eerste plaats gaat de norm en dus ook de bijlage alleen uit van trillingen waarin geen sprake is van schokken. Over het algemeen wordt aangenomen dat bij schokken de trillingsbelasting als ernstiger moet worden beoordeeld. Ten tweede wordt door sommige deskundigen kritiek geuit op de manier waarop de bijlage is samengesteld uit zeer diverse onderzoeksresultaten. Zo is onduidelijk hoe situaties moeten worden beoordeeld waarin sprake is van een gemiddelde blootstellingsduur per dag die veel hoger ligt dan 4 uur of het omgekeerde: veel lager. Ten derde gaat de bijlage alleen uit van witte vingers

en wordt voorbij gegaan aan andere effecten van blootstelling aan handarmtrillingen zoals afwijkingen aan botten en gewrichten.

Ondanks deze kritiek hebben verschillende landen richtlijnen ontwikkeld op basis van bijlage A van ISO 5349.

Figuur 82 Stadia van witte vingers, volgens Taylor en Pelmeur [1975]

Stadium	Toestand van de vingers	Mate van interferentie met bepaalde werkzaamheden
0	geen verbleking	geen klachten
OT	intermitterende parestesien (gevoel alsof mieren over de huid kruipen)	geen klachten
ON	intermitterende doofheid	geen klachten
1	verbleking van één of meer vingertoppen met of zonder parestesien en doofheid	geen klachten
2	verbleking van een of meer vingers met dove gevoelens gedurende de wintermaanden	geringe klachten bij bezigheden in vrije tijd
3	uitgebreide verbleking; aanvallen zowel in de zomer als in de winter	klachten bij bepaalde bezigheden zowel in vrije tijd als tijdens werk
4	uitgebreide bleekheid van bijna alle vingers; aanvallen zowel in de zomer als in de winter	door ernst van symptomen van werk veranderd

N.B. Hoewel bijlage A van ISO 5349 gebruik maakt van deze klassifikatie wordt deze klassifikatie op dit moment niet langer gebruikt om de ernst van de aandoening van witte vingers aan te geven. Daarvoor in de plaats worden nu twee stadia-indelingen gehanteerd, te weten de stadia-indeling van vasculaire stoornissen (Gemne e.a. 1987) en de stadia-indeling van neurologische stoornissen (Brammer e.a. 1987).

Verenigde Staten

Door de American Conference of Governmental Industrial Hygienists zijn op basis van de ISO 5349 grenswaarden voorgesteld om in praktijksituaties te kunnen oordelen over trillingsbelasting [ACGIH 1984]. Zij hanteren daarbij de volgende waarden:

blootstellingsduur (uren per dag)	grenswaarden voor intensiteit (gewogen effectieve versnelling)
4-8 uur	4 m/s ²
2-4 uur	6 m/s ²
1-2 uur	8 m/s ²
minder dan 1 uur	12 m/s ²

Met deze grenswaarden wil men onomkeerbare stadia van witte vingers vermijden. In de classificatie van Taylor & Pelmear komt dit overeen met stadium 3: uitgebreide verbleking met aanvallen zowel in zomer als winter en problemen bij bepaalde bezigheden in vrije tijd en werk (zie figuur B1)). Bij langdurige blootstelling aan de ACGIH-grenswaarden kunnen lichtere stadia van witte vingers zeker verwacht worden. Andere mogelijke gezondheidseffecten zoals pijn en stijfheid in gewrichten en spieren van handen, armen, ellebogen en schouders zijn niet verwerkt in deze grenswaarden.

Nederland

In Nederland bestaan nog geen wettelijke grenzen voor trillingsbelasting. Door de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVVA) is een voorstel ontwikkeld waarin zwaardere scherpere staan dan in het ACGIH-voorstel [NVVA, 1988]. Als uitgangspunt wordt voor een dagelijkse blootstellingsduur van 4 uur een grenswaarde van 3 m/s² gehanteerd. Gezien de dosis-respons relatie uit bijlage A van de ISO-norm 5349 wordt bij deze grenswaarde "toegestaan" dat 10% van de populatie na 10 jaar symptomen van witte vingers krijgt. De voorstellen van de NVVA sluiten zich nagenoeg geheel aan bij de streefwaarden uit Zweden en Denemarken. Om een absolute limiet te stellen ongeacht de blootstellingsduur, wordt een maximaal toelaatbare waarde aanbevolen van 10 m/s².

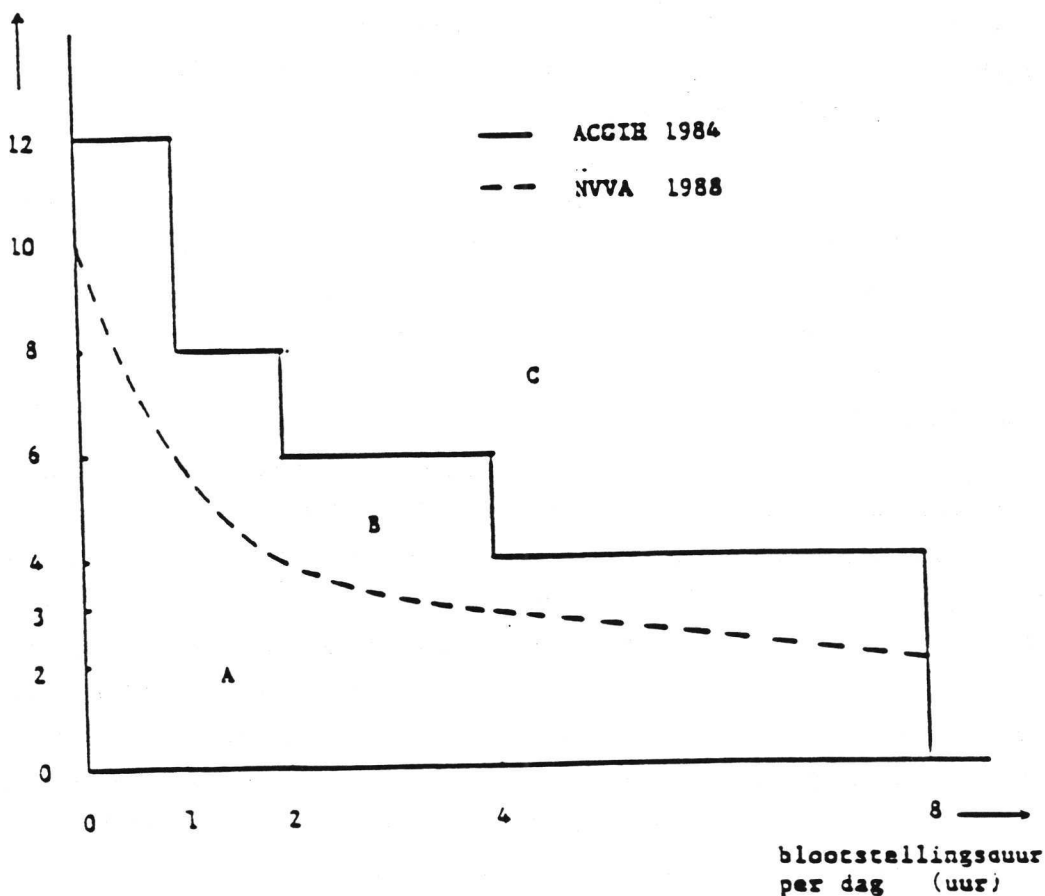
Deze grenswaarden zijn bij langdurige blootstelling geen veilige grens waaronder geen gezondheidseffecten zijn te verwachten. Lichtere stadia van witte vingers zullen kunnen optreden. Voor andere mogelijke gezondheidseffecten ontbreken dosis-respons relaties zodat het niet mogelijk is veilige grenswaarden hiervoor aan te geven. Brammer [1982] geeft als veilige grens 1 m/s² aan.

Beoordelingscriteria

Op basis van de beschreven richtlijnen is een voorstel tot beoordeling van trillingsbelasting gemaakt [Musson 1989] (zie figuur B3). Hierin zijn de voorstellen verwerkt van de ACGIH-norm en de NVVA. Om geen absoluut criterium te introduceren dat uitnodigt tot een oordeel "goed of slecht", is een driedeling van klassen van te nemen maatregelen gemaakt.

Figuur B3 Beoordelen van situaties met blootstelling aan handarmtrillingen

gewogen effectieve versnelling
in meest intensieve richting (m/s^2)



Uit de dagelijkse blootstellingsduur en de gemiddelde trillingsintensiteit kan de wenselijkheid van te nemen maatregelen worden afgeleid:

Klasse A: *aandacht gewenst*

De belasting is zodanig dat aandacht voor mogelijkheden ter vermindering van de blootstelling gewenst is. Na langdurige blootstelling kunnen lichte vormen van witte vingers optreden. Bij verandering van het productieproces of aanschaf van nieuwe apparatuur kan een lagere blootstelling aan trillingen als randvoorwaarde worden meegenomen. De grenswaarden zijn afgeleid uit het NVVA-voorstel.

Klasse B: *verbetering gewenst*

De belasting is zodanig dat verbeteringen gewenst zijn omdat op de lange termijn gezondheidseffecten niet uit te sluiten zijn bij een aantal werkers. Maatregelen op termijn zijn noodzakelijk. De gekozen grenswaarden vormen het overgangsgebied tussen het NVVA-voorstel en het ACGIH-voorstel.

Klasse C: *directe maatregelen nodig*

De belasting is zodanig dat met zekerheid gesteld kan worden dat gezondheidseffecten zullen optreden bij een aantal werkers. Maatregelen op korte termijn zijn noodzakelijk. De gekozen grenswaarden zijn overgenomen uit het ACGIH-voorstel.

Richtlijnen DGA

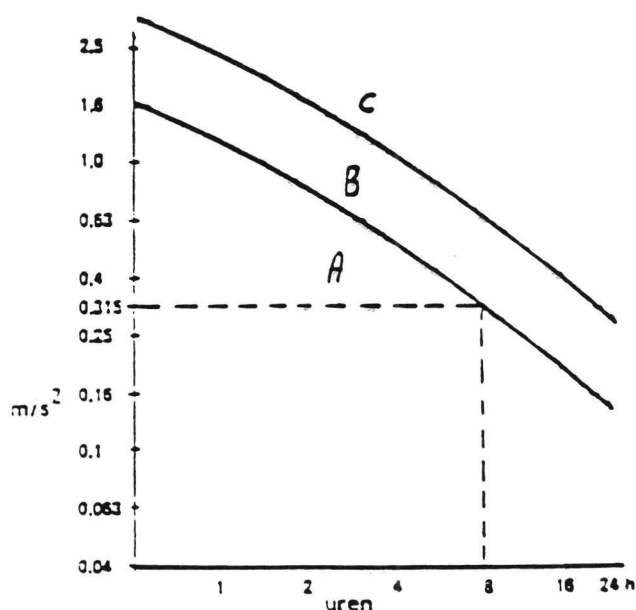
Onlangs zijn door het Directoraat-Generaal van de Arbeid voorstellen gedaan voor richtlijnen [Iping, 1989]. Voor handarmtrillingen wordt daarin een gezondheidsgrens aangegeven van $1,5 \text{ m/s}^2$ en een aktiegrens van 3 m/s^2 , ongeacht de blootstellingsduur per dag. Beide waarden zijn zogenaamde vecorsommen. Boven deze aktiegrens dient een werkgever maatregelen te nemen om het trillingsniveau onder 3 m/s^2 te brengen. Wanneer technische maatregelen niet mogelijk zijn dan dient een werkgever over te gaan op organisatorische maatregelen in de vorm van verkorting van de blootstellingsduur. Tussen het nemen van technische maatregelen en organisatorische maatregelen is nog een tussenstap denkbaar namelijk het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. Aangezien ter preventie van blootstelling aan trillingen het effect van persoonlijke beschermingsmiddelen tot op heden niet afdoende is aangetoond, wordt dit gebruik in de

DGA voorstellen niet of nauwelijks genoemd. In deze voorstellen is de gebruikelijke "redelijkerwijs" clause opgenomen.

A. Beoordelingscriteria lichaamstrillingen

In ISO verband [ISO 1985] is tevens een norm ontwikkeld voor lichaamstrillingen ('whole-body-vibration'): ISO 2631. Ter beoordeling van lichaamstrillingen zijn hierin drie grenswaarden aangegeven: de comfortgrens ('reduced comfort boundary'), de vermoeidheidsgrens ('fatigue-decreased proficiency boundary') en de uiterste blootstellingsgrens ('exposure limit'). Al deze grenswaarden geven geen beoordeling van gezondheidseffecten op de langere termijn. Toch kan met behulp van deze grenswaarden een beoordelingsklassificatie worden gemaakt [Burdorf 1988] (figuur B4).

Figuur 84 Beoordelen van situaties met blootstelling aan lichaamstrillingen



In deze classificatie is de vermoeidheidsgrens de grens tussen klasse A en B. Deze vermoeidheidsgrens ligt bij een blootstellingsduur van 8 uur per dag op $0,32 \text{ m/s}^2$ gewogen effectieve versnelling in de meest intensieve richting. De uiterste blootstellingsgrens geldt als grens tussen klasse B en C. Deze blootstellingsgrens ligt bij een blootstellingsduur van 8 uur per dag bij $0,63 \text{ m/s}^2$. Analooq aan de klassificatie van handarmtrillingen geldt voor klasse A: aandacht op de lange termijn gewenst, klasse B: verbeteringen gewenst en klasse C: directe maatregelen noodzakelijk.

De vermoeidheidsgrens is opgesteld op basis van (veelal militair) onderzoek naar verminderd prestatievermogen als gevolg van blootstelling aan lichaamstrillingen. De uiterste blootstellingsgrens is bedoeld om acute gezondheidsschade, bijvoorbeeld bij experimenten, te voorkomen. Deze grens mag niet overschreden worden zonder speciale voorzorgsmaatregelen en speciale redenen ('precaution and justification'). Het lijkt daarom gerechtvaardigd deze grens als grenswaarde te hanteren waarboven directe maatregelen noodzakelijk zijn.

In zowel ISO 5349 voor handarmtrillingen als ISO 2631 voor lichaamstrillingen wordt aangegeven om de gewogen effectieve versnelling in de meest intensieve richting als meetresultaat te vermelden. Dit is ook de meest gebruikelijke manier om een meetresultaat te rapporteren. Omdat de lichaamstrillingen van elke richting - x, y en z - aangrijpen op dezelfde organen en weefsels in het menselijk lichaam, is de werking van de drie richtingen waarschijnlijk additief of zelfs synergetisch. Beter is het dan ook de gewogen effectieve versnelling in de drie verschillende richtingen vectorieel op te tellen wanneer het er om gaat verschillende metingen onderling te vergelijken. ISO 2931 staat vectoriële optelling wel toe, maar laat zich niet uit over de beoordeling ervan. Een vectoriële optelling van de trillingsintensiteit leidt bij lichaamstrillingen tot een verhoging van gemiddeld 50% [van Drimmelen e.a. 1986] ten opzichte van alleen de waarde van de trillingsintensiteit in de meest intensieve richting.

Richtlijnen DGA

Bij de presentatie van voorlopige voorstellen voor richtlijnen op het gebied van handarmtrillingen werden ook voorstellen tot richtlijnen voor lichaamstrillingen door het Directoraat-Generaal van de Arbeid gepresenteerd [Iping, 1989]. Voor

lichaamstrillingen is het voorstel om de gezondheidsgrens te leggen bij $0,25 \text{ m/s}^2$. De aktiegrens waarboven maatregelen noodzakelijk zijn ligt bij $0,50 \text{ m/s}^2$. Beide waarde betreft de zogenaamde vectorsom. Ook hier geldt weer dat wanneer een werkgever redelijkerwijs niet in staat is om technische maatregelen te treffen om het trillingsbelastingsniveau op of onder die $0,50 \text{ m/s}^2$ te krijgen, overgegaan moet worden tot het nemen van organisatorische maatregelen in de vorm van verkorting van de blootstellingsduur.

Bijlage 2 Trillingsniveaus van veel voorkomende bronnen in de metaalverwerkende industrie

Tabel B2.1 Overzicht van trillingsniveaus van veel voorkomende bronnen voor lichaams-trillingen.

bron	gemiddelde (in m/s ²)		min-max (in m/s ²)	
	vectorsom***as* (max)		vectorsom	as* (max)
<u>voertuigen</u>				
vrachtwagens	1,2 (0,68) ¹		0,61 - 2,5 ¹	
- bestelwagen		0,6 (z) ²		0,3 - 0,7 (z) ²
- vrachtwagen		0,6 (z) ²		0,4 - 1,0 (z) ²
- oplegger		0,6 (z) ²		0,4 - 1,0 (z) ²
heftruck				
- algemeen	1,2 (0,42) ¹	1,2 (z) ²	0,48 - 2,5 ¹	0,4 - 2,9 ²
		0,63 (z) ⁴		0,25 - 2,7 (z) ⁴
- met schuifarm		1,3 (z) ⁴		0,9 - 2,6 (z) ⁴
elektrowagens		1,7 (z) ⁴		1,4 - 1,8 (z) ⁴
wiellader	1,6 (0,79) ¹	1,2 (x) ²	0,19 - 3,1 ¹	0,2 - 2,4 (x) ²
		1,2 (z) ²		0,3 - 2,3 (z) ²
		1,3 (z) ⁴		0,4 - 2,0 (z) ⁴
locomotieven	0,84 (0,32) ¹	0,25 (z) ²	0,39 - 1,3 ¹	0,2 - 0,45 (z) ²
"Niederhubwagen"		1,8 (z) ⁴		1,1 - 2,6 (z) ⁴
<u>kranen</u>				
bovenloopkranen	0,69 (0,65) ³		0,18 - 2,3 ³	
brugkraan (langs rail)		0,3 (z) ²		0,1 - 0,75 (z) ²
zwenkkranen**	0,23 (0,11) ¹		0,08 - 0,50 ¹	
verrijdbare zwenkkranen			0,3 (z) ²	0,1 - 1 (z) ²
autokraan		1,0 (z) ⁴		0,9 - 1,1 (z) ⁴
<u>machines</u>				
metaalpers				
(auto-carrosserie)		0,4 (z) ²		0,1 - 0,8 (z) ²
smeedhamers	k-waarde: 1 - 8 ¹			

Toelichting:

- 1 Uit [Van Drimmelen e.a., 1986 b].
 - 2 Uit [INRS, 1989].
 - 3 Gebaseerd op Sundin [1987], metingen aan bovenloopkranen in de staalindustrie.
 - 4 Uit [Dupuis, 1988]
- * Meetwaarde heeft betrekking op meest belastende richting.
- ** Zwenkkranen in het overslagwerk. Kenmerk is het manipuleren met lasten over korte afstanden binnen een (bijna) cirkelvormig gebied. Zwenkkranen anders dan in de overslag hebben een te verwaarlozen trillingsbelasting.
- *** Tussen haakjes staat de standaarddeviatie.

Tabel 82.2

Overzicht van trillingsniveaus van veel voorkomende bronnen van hand-arm trillingen.

bron	gemiddelde (in m/s^2)		min-max (in m/s^2)
	vectorsom*	in meest belastende richting	vectorsomin meest belastende richting
slijpschijven (algemeen)	6,4 (4,1) ¹		1,1 - 15 ¹
- rechte slijpschijven		6 ²	2 - 14 ²
- haakse slijpschijven		6 ²	3 - 10 ²
haakse schuurschijven		6 ²	3 - 10 ²
polijstschiif		3,5 ²	2 - 6 ²
schroevendraaiers	6,8 (7,8) ¹		1,7 - 18 ¹
breekhamers	19 (9,0) ¹		8,3 - 39 ¹
bik- en hakhamers	17 (13) ¹		6,7 - 30 ¹
elektr. boorhamers	6,8 (3,0) ¹		2,9 - 13 ¹
boorhamers		10 ²	4,5 - 20,5 ²
klopboor		12 ²	5 - 33 ²
slagmoersleutels	8,1 (2,8) ¹	4,5 ²	6,1 - 10 ¹ , 3,4 - 12 ²
klinkhamers	7,9 (3,4) ¹	6 ²	3,4 - 12 ¹ , 2 - 22 ²
naaldenbikhamers		16 ²	5 - 20 ²
nibbelmachine		8 ²	2,5 - 17 ²
handcirkelzaag		9 ⁴	9 ⁴
kunststofzaag	12,5 ⁴		11 - 14 ⁴
pneumatische niethamer	7 ⁴		3,1 - 25 ⁴
terugstootloze niethamer		3 ⁴	2,5 - 3,5 ⁴
handverdichter (in gieterij)	27 ⁴		21 - 29 ⁴

Toelichting:

1 Uit [Van Drimmelen e.a., 1986 b].

2 Uit [INRS, 1989].

3 Gebaseerd op Sundin [1987], metingen aan bovenloopkranen in de staalindustrie.

4 Uit [Dupuis e.a., 1988]

* Tussen haakjes staat de standaarddeviatie.

Bijlage 3 Interviewopzet onderzoek arbeidsvriendelijke productie-middelen.

B.3.1 Versie voor leveranciers

A. Introductie

- Opdracht van SoZaWe.
- Onderwerp arbeidsvriendelijke produktiemiddelen.
- Doel is na te gaan in hoeverre gereedschappen die minder belastend zijn in de markt penetreren.
- Duur ca. 20 minuten, eventueel afspraak maken.

B. Kennis en strategie van de leverancier

- Is verkoper/vertegenwoordiger op de hoogte met effecten op arbeidsomstandigheden.
- Is er een actief beleid om Arbo-vriendelijke producten te verkopen.
- Als er specifieke vragen over ergonomische aspecten komen, kunt u die dan beantwoorden; hoe vaak komt dit voor.

C. Product

- Wat zijn de technische specificaties (specifiek m.b.t. ergonomische aspecten).
- Is Arbo-type een volwaardig technisch alternatief.
- Hoe is de prijsstelling in vergelijking tot vergelijkbare apparaten.
- Zijn er garanties te geven met betrekking tot geluids- en trillingsniveaus.

D. Marktaspecten

- Waarom in assortiment.
- Inzicht in marktaandeel.
- Heeft er ooit een marktonderzoek mbt deze categorie van producten plaatsgevonden.

E. Relatie met afnemers

- Adviseert u aan afnemers.
- Heeft u inzicht in de reden waarom klanten tot een eventuele aanschaf van een Arbo-type overgaan.

- Krijgt u reacties met betrekking tot het functioneren van de gereedschappen, en zo ja wat gebeurt daar dan mee.

F. Relatie met fabrikant

- Heeft u inzicht in de reden waarom betreffende fabrikant geluids- of trillingsarme apparatuur levert.
- Onderhoudt u contact met de fabricant met betrekking tot producten en ervaringen van afnemers.

B.3.2 Versie voor afnemers

A. Introductie

- Opdracht van SoZaWe.
- Onderwerp arbeidsvriendelijke productiemiddelen.
- Doel is na te gaan in hoeverre gereedschappen die minder belastend zijn in de markt penetreren.
- Duur ca. 20 minuten, eventueel afspraak maken.
- Worden slijptollen en/of (slag)moersleutels gebruikt.
- Aantal produktiemedewerkers.

B. Werkwijze inkoper

- Is inkoper/hoofd technische dienst op de hoogte met effecten op arbeidsomstandigheden.
- Is er een actief beleid om Arbo-vriendelijke producten in te kopen.
- Welke aspecten zijn belangrijk bij de inkoop; aan welke eisen moeten nieuw aan te schaffen gereedschappen voldoen.
- Hoe belangrijk zijn geluidsproductie, trillingsniveau.

C. Product

- Welke producten worden ingekocht.
- Is Arbo-type een volwaardig technisch alternatief.
- Hoe is de prijsstelling in vergelijking tot vergelijkbare apparaten.
- Vraagt men garanties te geven met betrekking tot geluids- en trillingsniveaus.

D. Marktaspecten

- Hoe gaat men te werk bij het kiezen van leverancier of merk.
- Kennis van de markt, weet men welke producten (en hun eigenschappen) er te koop zijn.
- Vraagt men advies aan de leveranciers.

E. Relatie met leveranciers en/of fabrikant

- Heeft men vaste leveranciers, komen er vertegenwoordigers.
- Vraagt men advies aan de leverancier, kennen de leveranciers de specifieke behoefte.
- Voldoen apparaten aan de eisen die er aan gesteld worden.
- Onderhoudt u contact met de fabrikant mbt producten en ervaringen van afnemers.

