



BEDRIJF- EN BEDRIJFSTAKGERICHTE AKTIVITEITEN

Samenvattingen van de inleidingen
van de TNO-themamiddag tijdens
het Congres Mens & Arbeid '88
op 27 september 1988
te 's-Gravenhage



TNO-bureau voor Arbo-onderzoek

september 1988

HUMAR, TNO-bureau voor Arbo-onderzoek
Wassenaarseweg 56, 2333 AL Leiden
Postbus 124, 2300 AC Leiden
Telefax 071-176382, Telefoon 071-178700

© 1988 Humar, TNO-bureau voor Arbo-onderzoek

Voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever met betrekking tot de inhoud van dit rapport wordt verwezen naar de Algemene Voorwaarden van TNO.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd, openbaar gemaakt, en/of verspreid door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van HUMAR-TNO.

INHOUD	blz.
PROGRAMMA	I
INLEIDINGEN	
Bedrijf- en bedrijfstakdoorlichtingen: de arbobrede TNO-aanpak, H. Hoolboom, arts	1
Arbo-onderzoek in de bouwnijverheid, Ir M.P. van der Grinten, Ir M.B. Berndsens	13
Stofbestrijding in de baksteenindustrie, Dr Ir E. Buringh	31
Arbeidshygiënisch onderzoek in de versterkte polyesterbouw, Ir R.B.M. Geuskens	45
Lawaaibestrijding in de metaalindustrie, Ir H.E.A. Brackenhoff	59
Verantwoord werken bij het lassen, Ir J.F. van der Wal	77
Arbeidsplaatsverbetering in de meubelindustrie, Dr Ir J. Dul	93
OVER DE SPREKERS	105
HUMAR, TNO-bureau voor ARBO-onderzoek	115
ADRESSEN	121

Dinsdag 27 september 1988

Humar-TNO: Themamiddag

Deze middag wordt verzorgd door Humar, TNO-bureau
voor Arbo-onderzoek

Onderwerp: Bedrijf- en bedrijfstak gerichte activiteiten

- 14.00-14.20 uur Bedrijf- en bedrijfstakdoorlichtingen: de
Arbobrede TNO-aanpak door H. Hoolboom, arts,
NIPG-TNO
- 14.20-14.40 uur Arbo-onderzoek in de bouwnijverheid door
Ir M.P. van der Grinten, NIPG-TNO
- 14.40-15.00 uur Stofbestrijding in de baksteenindustrie door
Dr Ir E. Buringh, MT-TNO
- 15.00-15.30 uur PAUZE
- 15.30-15.50 uur Arbeidshygiënisch onderzoek in de versterkte
polyesterbouw door Ir R.B.M. Geuskens, MBL-TNO
- 15.50-16.10 uur Lawaai bestrijding in de metaalindustrie door
Ir H.E.A. Brackenhoff, TPD-TNO
- 16.10-16.30 uur Verantwoord werken bij het lassen door Ir J.F.
van der Wal, MT-TNO
- 16.30-16.50 uur Arbeidsplaatsverbetering in de meubelindustrie
door Dr Ir J. Dul, NIPG-TNO
- 16.50-17.00 uur Sluiting

BEDRIJF- EN BEDRIJFSTAKDOORLICHTINGEN: DE ARBOBREDE TNO-AANPAK

H. Hoolboom, arts

Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg
(NIPG-TNO) Leiden

1950-1951

1951-1952

1952-1953

1953-1954

INLEIDING

Binnen het congres Mens en Arbeid bent u hedenmiddag te gast bij TNO dat u een beeld wil geven van bedrijf- en bedrijfstakgerichte activiteiten die in de afgelopen tijd in het kader van onderzoek en advisering op het gebied van arbeidsomstandigheden door haar zijn ontwikkeld.

Als titel van mijn voordracht heb ik bedrijf- en bedrijfstakdoorlichtingen gekozen: de arbobrede TNO-aanpak. Ter verduidelijking dient hier aan toegevoegd te worden dat arbobreed slaat op de veelheid en verscheidenheid aan kennis die voor dergelijke doorlichtingen noodzakelijk en binnen TNO aanwezig is.

In het geheel van activiteiten gericht op het optimaliseren van arbeid en arbeidsomstandigheden uit het oogpunt van veiligheid, gezondheid en welzijn, wordt door TNO als onafhankelijke onderzoeksorganisatie een belangrijke rol gespeeld. Het gaat hierbij zowel om het opsporen van knelpunten in de arbeidssituatie, de 'diagnostiek', als om het adviseren van verbeteringen, de 'therapie'. Belangrijk punt in dit verband is de vraag voor welke problemen het bedrijf of de bedrijfstak een oplossing zoekt.

Bij het bedrijf kan men hierbij denken aan verstoring van het arbeidsproces door een hoog ziekteverzuim, aan klachten van personeelsleden over hun arbeidssituatie, aan het moeten voldoen aan wettelijke regelingen door het bedrijf of positiever geformuleerd, aan steun bij het voeren van een actief ondernemingsbeleid op het terrein van veiligheid, gezondheid en welzijn. Onderzoek en advisering zal in dit verband bedrijfsspecifiek moeten zijn.

Op bedrijfstakniveau zijn de vragen van werkgevers en werknemers naar opsporing van knelpunten op het gebied van veiligheid,

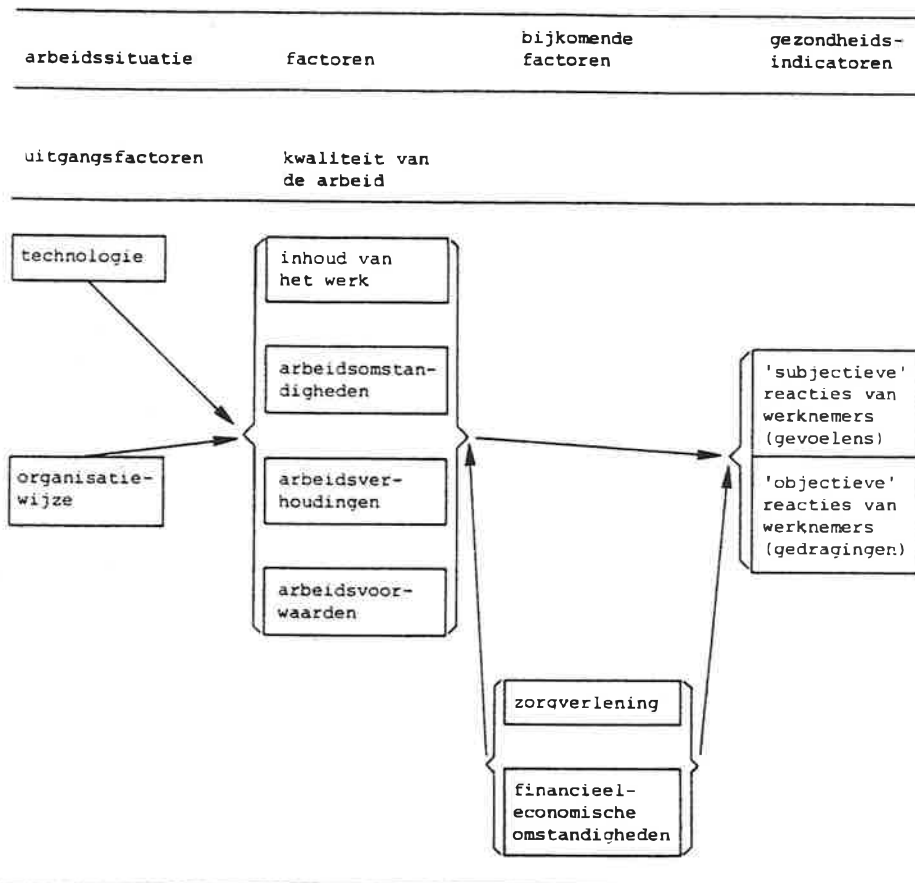
gezondheid en welzijn over het algemeen globaler. Gezocht wordt dan naar handvatten voor arbeidsplaatsverbetering. In dit verband zijn door TNO in het recente verleden samen met de betreffende bedrijfstak en gebruik makend van financiële stimuleringsregelingen, technische en organisatorische verbeteringen ontwikkeld die voor meer bedrijven binnen de branche van belang zijn (literatuur 1 t/m 8, 10).

Uiteraard dient men te beseffen, dat een arbeidsorganisatie waarin door mensen onder diverse omstandigheden gewerkt wordt, een complex geheel vormt. Dit kan een aanpak vanuit verschillende invalshoeken noodzakelijk maken waarbij kennis vanuit verschillende wetenschappelijke disciplines vereist is. Complicerende factor bij de aanpak van problemen in de arbeidssituatie is dat de instrumenten voor het beoordelen van hun ernst in sommige gevallen nog ontbreken of dat de normen waaraan een situatie getoetst kan worden niet voorhanden zijn. Om in deze lacunes te voorzien voert TNO onderbouwend onderzoek uit, dat uit eigen middelen of met hulp van overheidsgelden gefinancierd wordt. De zo ontwikkelde kennis wordt vervolgens in de praktijk bij onderzoeks- en adviseringsactiviteiten toegepast.

Hedenmiddag zullen onderzoekers uit verschillende TNO-instituten en met verschillende achtergrond verslag doen van hun onderzoek dat nu eens meer diagnostisch, in andere gevallen meer op het aangeven van oplossingen gericht is. Alvorens deze collega-onderzoekers aan het woord te laten komen, wil ik graag ingaan op het algemene kader waarbinnen het arbeidsomstandighedenonderzoek zich afspeelt en iets vertellen over de kennis die aanwezig is binnen TNO en de mogelijkheden voor onderzoek en advisering die de organisatie kent.

ALGEMEEN KADER

Om u een beeld te geven van de onderlinge samenhang tussen de verschillende factoren die de relatie Mens en Arbeid bepalen wil ik u het volgende schema tonen.



Het zal duidelijk zijn dat voor het onderzoeken van bijvoorbeeld klachten van werknemers of bij het aanpakken van een hoog ziekteverzuim rekening gehouden moet worden met het feit dat beide

hun oorzaak kunnen hebben in de verschillende factoren ter linker zijde. Dat leidt er dus toe dat men zal moeten pogen deze zoveel mogelijk gezamenlijk in kaart te brengen door middel van een arbobrede aanpak.

De onderneming kan echter ook beslissen één bepaald aspect van de arbeidsomstandigheden aan te pakken aangezien het bijvoorbeeld op grond van de wet noodzakelijk is de blootstelling aan lawaai of aan een of meer voor de gezondheid schadelijke stoffen te beperken.

In dat geval zal een factor specifieke benadering gekozen moeten worden. Expertise met betrekking tot beide benaderingswijzen is binnen TNO in ruime mate aanwezig.

Uitvloeisel van de invoering van de Arbowet is dat de verantwoordelijkheid voor het scheppen en bewaren van goede arbeidsomstandigheden binnen een bedrijf zowel de zaak van de werkgever als het personeel is. Zij zullen voor het stellen van prioriteiten waar te beginnen, antwoord willen hebben op vragen zoals:

- het risico van een bepaalde situatie, gegeven bijvoorbeeld het niveau van blootstelling aan fysische en chemische agentia;
- interpretatie van ziekteverzuim of vermoede gezondheidsproblemen;
- aard en kosten van te nemen maatregelen;
- de zin van preventieve maatregelen.

Genoemde vragen zullen in het algemeen niet alle op voorhand te beantwoorden zijn. Zo is het bijvoorbeeld voor het beoordelen van een mogelijk gezondheidsrisico noodzakelijk inzicht te hebben in het verband tussen blootstelling aan een of meer factoren in de werkomgeving en (gezondheids)effecten bij de daar werkzame personen. Hieraan vooraf gaat het bepalen van aard en

niveau van de blootstelling en het opsporen en interpreteren van gezondheidseffecten.

Vervolgens zal op grond van deze gegevens tot prioriteitstelling gekomen moeten worden, waarbij het van zeer veel belang is te weten welke personeelsleden (aantal, mannen of vrouwen, jong of oud) in de betreffende situatie werkzaam zijn.

Het stellen van prioriteiten is de verantwoordelijkheid van de onderneming. TNO kan echter in deze op twee wijzen hulp bieden, nl. enerzijds door het kwantificeren van blootstelling en effecten en anderzijds door het helpen interpreteren van de bevindingen.

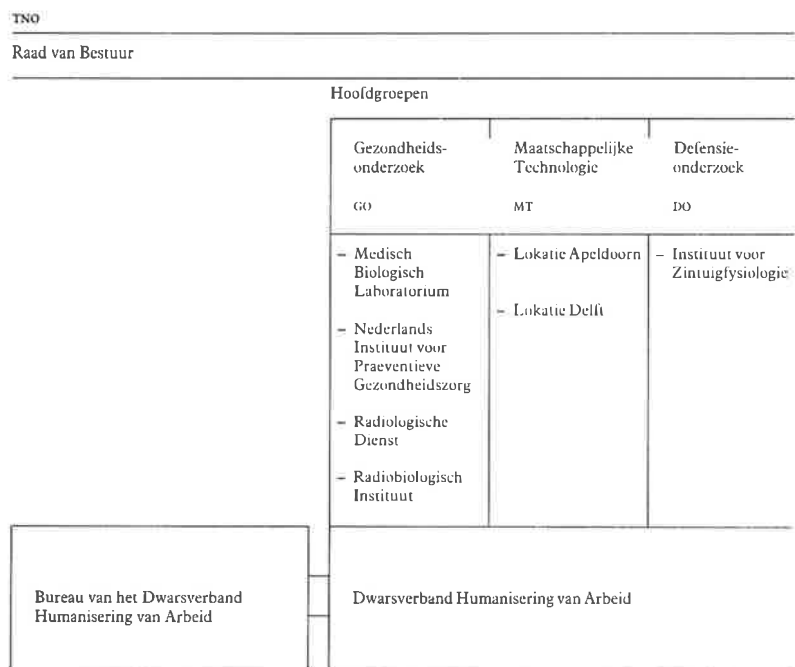
Op deze wijze vervult TNO zowel de rol van 'meter' als van 'adviseur'.

In de meeste gevallen zal dit gaan in de vorm van een gezamenlijk project van bedrijf en onderzoeksinstelling.

TNO ONDERZOEKSPOTENTIEEL

Zoals in het voorgaande geschetst werd, vergt de aanpak van arbeidsomstandigheden kennis op veel deelterreinen.

TNO verkeert in de gelukkige omstandigheden dat onderzoekers met geheel verschillende wetenschappelijke achtergrond binnen één onderzoeksorganisatie werkzaam zijn. Kennis over technologie en arbeidsorganisatie gaat gepaard met inzicht in de fysische, chemische, biologische en ergonomische aspecten van de arbeidsomstandigheden. Hiernaast is expertise aanwezig op het sociaal psychologische en gezondheidskundige terrein, terwijl ook op het gebied van het arbeidsveiligheidsonderzoek TNO zijn sporen heeft verdiend. Naast deze op aspecten gerichte deskundigheid beschikken de branchegerichte instituten over specifieke know-how over bepaalde bedrijfstakken. In de brochure 'Arbeidsomstandigheden' (9) wordt het bovenstaande op aanschouwelijke wijze toegelicht.



Bron: Brochure Arbeidsomstandigheden TNO, april 1986

Gezien het feit, dat het voor de buitenstaander moeilijk kan zijn de weg te vinden binnen de complexe TNO organisatie is enige jaren geleden besloten tot de instelling van een centraal aanspreekpunt: het Humar bureau voor arbo-onderzoek/TNO, gevestigd bij het NIPG in Leiden. Vanuit dit bureau worden onderzoeksactiviteiten op het terrein van de arbeidsomstandigheden gecoördineerd en vindt eventueel verwijzing naar gespecialiseerde onderzoekers plaats.

Technisch- Wetenschappelijke Diensten rwd	Voeding en Voedingsmiddelen vv	Bouwen en Metaal BM	Industriële Producten en Diensten IPD	Beleidsstudies en Informatie BI
- Technisch Fysische Dienst	- Instituut civo- Toxicologie en Voeding - Instituut civo- Technologie	- Metaalstituut - Instituut voor Werktuigkundige Constructies	- Kunststoffen en Rubber Instituut - Verlinstituut - Vezelinstituut - Houtinstituut - Instituut voor Leder en Schoenen - Instituut voor Verpakking	- Studiecentrum voor Technologie en Beleid

ONDERZOEK EN ADVISERING IN DE PRAKTIJK; ARBOBREED OF FACTORSPECIFIEK

Rest mij nog enige aandacht te besteden aan de concrete mogelijkheden die de 'klant' geboden worden om mogelijke problemen met betrekking tot veiligheid, gezondheid en welzijn in kaart te laten brengen en vergezeld te doen gaan van adviezen voor verbetering.

Hoewel het idealiter aantrekkelijk is de arbeid en arbeidssituaties gezamenlijk met de mogelijke gevolgen voor de werknemers in kaart te brengen, zullen veel ondernemingen er voor terug schrikken meteen een grote groep onderzoekers in het bedrijf toe te laten. Het kostenaspect zal hierbij zeker mede een rol spelen.

In die gevallen en zeker indien men zich eerst zou willen oriënteren op de mogelijke aanwezigheid van bepaalde knelpunten, kent TNO de mogelijkheid van een eenvoudige bedrijfsdoorlichting door een of twee deskundigen met technisch/ergonomische respectievelijk arbeidshygiënisch/gezondheidskundige achtergrond. Bij een dergelijke 'arboverkenning' worden binnen een of twee dagen knelpunten met betrekking tot veiligheid, gezondheid en welzijn in kaart gebracht en op basis van beschikbare kennis, adviezen gegeven voor oplossingen in technische en organisatorische zin. Indien noodzakelijk, kan in overleg met het bedrijf besloten worden tot inschakeling van andere (TNO) deskundigen voor directe advisering op specifieke deelaspecten, eventueel na gericht onderzoek.

Indien men er prijs op stelt de hele arbeidssituatie systematisch en geïntegreerd in kaart te brengen kan dit op basis van de bij TNO aanwezige arbobrede kennis geschieden.

In de volgende voordrachten zullen van de verschillende typen onderzoek, factor specifiek en arbobreed, voorbeelden gegeven worden.

LITERATUUR

1. BROUWERS, A.A.F., W.L. BUITELAAR & J. VERKERK Kort cyclische arbeid. Bedrijfsrapportages in zes bedrijven. Leiden Bureau Humanisering van Arbeid TNO, 1986. HA 320-I t/m VI (vertrouwelijk).
2. BURINGH, E. e.a. Samenvattend overzichtsrapport van het eerste deel van het project stofbestrijding in baksteenbedrijven. MT-TNO, Afdeling Binnenmilieu, 1988. R88/003a.
3. DUL, J. Arbeidsomstandigheden en arbeidsplaatsverbetering in de vleesverwerkende industrie. Leiden, Bureau Humanisering van Arbeid TNO, 1985. HA 299.
4. DUL, J. Vermindering van fysieke belasting in de meubelindustrie. Leiden, Bureau Humanisering van Arbeid TNO, 1987, HA 332.
5. KRAMER, J. Stofbestrijding in de meubelindustrie door optimaliseringsregeling van het bestaande afzuigstelsel. Leiden, Bureau Humanisering van Arbeid TNO, 1988, HA 333.
6. POLL, K.J. Arbeidsplaatsverbetering in de vleesverwerkende industrie. Vermindering van de fysieke belasting door ergonomische maatregelen. Leiden, Bureau Humanisering van Arbeid TNO, 1985, HA 300.
7. POT, F.D., P. PADMOS & A.A.F. BROUWERS Achter de schermen. Samenhangen tussen functie-inhoud, ergonomische condities, gezondheid en welbevinden bij beeldschermwerk op kantoren. Bedrijfsrapportages bij 13 bedrijven. Leiden, Bureau Humanisering van Arbeid TNO, 1986. HA 326-1 t/m 326-13 (vertrouwelijk).
8. SMIT, H.A. & M.J.C. MATTHIJSEN Gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen. II Praktijkoriëntatie in 11 bedrijven. Leiden, Bureau Humanisering van Arbeid TNO, 1986. HA 325a.
9. TNO, Brochure Arbeidsomstandigheden, april 1986.
10. WEIJGERT, E.C.M. VAN DE Ergonomie en veiligheid in de meubelindustrie. Bedrijfsverslag 1 en 2, Leiden, Bureau Humanisering van Arbeid TNO, 1987. HA 327 en 328 (vertrouwelijk).

ARBO-ONDERZOEK IN DE BOUWNIJVERHEID

Ir M.P. van der Grinten, Ir M.B. Berndsen

Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg

(NIPG-TNO) Leiden

SAMENVATTING

Het NIPG-TNO verricht onderzoek gericht op de preventie van beroepsgebonden rugproblematiek in de bouwnijverheid. Eén lijn van onderzoek is het opsporen van gezondheids- en belastingsproblematiek. Een tweede lijn betreft onderbouwend onderzoek gericht op het kiezen, ontwikkelen, introduceren in de praktijk en evalueren van ergonomische oplossingen en andere preventieve maatregelen, een lijn die ook voorzien is in het breed opgezette onderzoeks-programma Arbeidsplaatsverbetering (APV) in de bouw. Op deze tweede lijn, maar dan toegespitst op het voorkomen van rugklachten, ligt het accent bij het multi-disciplinair onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling van een rugklachten-preventie-programma dat meerdere preventieve activiteiten ter voorkoming van rugklachten beoogt te integreren. Twee voorbeelden van specifiek Arbo-onderzoek, zoals die in het traject van programma-ontwikkeling voor verschillende beroepsgroepen te voorzien zijn, worden geïllustreerd. Het gaat om een voorbeeld van gereedschapverbetering voor gravers en een voorbeeld van evaluatie van de introductie van betere hulpmiddelen voor straatmakers.

The first part of the paper discusses the importance of the...
The second part of the paper discusses the importance of the...
The third part of the paper discusses the importance of the...
The fourth part of the paper discusses the importance of the...
The fifth part of the paper discusses the importance of the...
The sixth part of the paper discusses the importance of the...
The seventh part of the paper discusses the importance of the...
The eighth part of the paper discusses the importance of the...
The ninth part of the paper discusses the importance of the...
The tenth part of the paper discusses the importance of the...

References

- 1. Smith, J. (2001). The importance of the...
2. Jones, A. (2002). The importance of the...
3. Brown, C. (2003). The importance of the...
4. White, D. (2004). The importance of the...
5. Black, E. (2005). The importance of the...

INLEIDING

Gezondheidsproblematiek van het bewegingsapparaat, voor een groot deel rugproblematiek, is landelijk gezien de meest gediagnostiseerde oorzaak van uitval uit de arbeid vergeleken met andere diagnosecategorieën als 'psychische stoornissen', 'hart- en vaatziekten' en 'luchtwegen'. Dit blijkt ook uit buitenlandse statistieken (Onderzoeksgroep Bewegingsapparaat, 1988). De sociale en economische gevolgen zijn groot; zo wordt geschat dat aan deze gezondheidsproblematiek in het Nederlandse bedrijfsleven ruim 1,6 miljoen gulden per werkuur verloren gaat, alleen al aan uitkeringen (ZW en WAO). Vergeleken met andere bedrijfstakken, is vroegtijdige uitval vanwege rugproblematiek uit de beroepsarbeid in sommige beroepsgroepen in de bouwnijverheid aanzienlijk. Veel beroepen in deze bedrijfstak worden dan ook gekenmerkt door fysiek zwaar werk, dat bekend staat als een risicofactor voor het optreden van rugproblematiek. Daarnaast is momenteel een tendens zichtbaar dat minder vaklieden de bouw instromen door een afnemende belangstelling van jongeren voor bouwberoepen, mede vanwege de geringe kwaliteit van de arbeid. Beide ontwikkelingen doen in steeds sterkere mate de noodzaak voelen om activiteiten te ontplooiën om de kwaliteit van de arbeid te verbeteren.

In de bouw worden door de Stichting Arbouw, een gecombineerde dienst waaronder ook de bedrijfsgezondheidszorg voor de bouwnijverheid ressorteert, en door de overheid, Directoraat Generaal van de Arbeid (DGA) van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, al geruime tijd activiteiten ontplooid met als doel het stimuleren van verbetering van arbeidsomstandigheden. In het kader van een breed programma Arbeidsplaatsverbetering in de bouw, maar ook alleen toegespitst op het gebied van de preventie van problematiek van het bewegingsapparaat (momenteel met een accent op rugproblematiek) wordt verbeteringsgericht

Arbo-onderzoek verricht door het NIPG/TNO. Daarnaast verricht het NIPG/TNO ook onderzoek gericht op het opsporen van rugklachten en -aandoeningen en rugbelastende factoren in de bouw. Op dit type onderzoek wordt hier echter niet verder ingegaan. Momenteel is de ontwikkeling gaande van een integraal programma voor de preventie van rugproblematiek in de bouwnijverheid, dat meerdere preventieve activiteiten beoogt te integreren. Een belangrijke activiteit in dit programma is het verbeteren van werk en werkomstandigheden.

Eerst wordt nu kort ingegaan op het rugklachten-preventie-programma dat in ontwikkeling is en vervolgens op het Arbo-onderzoek dat ter ondersteuning van deze ontwikkeling te verwachten is. Twee soorten Arbo-onderzoek zullen daarna nader worden besproken en geïllustreerd met voorbeelden van eerder verricht onderzoek, waar rugbelasting een belangrijk aspect was maar dat in een ander kader is verricht.

ONTWIKKELING VAN EEN INTEGRAAL RUGKLACHTEN-PREVENTIE-PROGRAMMA VOOR DE BOUW

Zoals in de inleiding reeds naar voren kwam, vormen rugklachten door zwaar werk een belangrijk probleemveld in de bouwnijverheid. Hoewel al eerder extra aandacht door de Stichting Arbouw is besteed aan de rug (bijvoorbeeld het "Ruggenjaar", 1981), bestaat er behoefte de preventieve activiteiten vanuit Arbouw en de aangesloten BGD-en te continueren en verder te stroomlijnen in een integrale en systematische aanpak van gangbare en meest zinvolle mogelijkheden van preventie. Mogelijkheden voor preventie zijn:

- arbeidsplaatsverbetering (APV): ergonomische verbeteringen van taak, hulpmiddelen en werkplek.

- gezondheidsvoorlichting en -opvoeding (GVO), in de bouw ook wel taakgerichte instructie en training genoemd.
- gerichte bedrijfsgeneeskundige begeleiding (GBB), zoals periodieke keuringen, belastbaarheidsbeoordeling, vroegtijdige opsporing van rugklachten en begeleiding van werknemers met klachten.

Doel van het programma is op een zo effectief mogelijke manier de kans op rugproblematiek in de bouw te verkleinen. Probleem is dat over de effectiviteit van bepaalde onderdelen van verschillende afzonderlijke componenten in het totaalprogramma nog maar weinig bekend is, daarvoor is aanvullend onderzoek nodig dat ter ondersteuning dient van de te ondernemen activiteiten. Vooralsnog wordt van een gefaseerde en beroepsgroep-gerichte aanpak uitgegaan. Het project is multidisciplinair van opzet en verkeert momenteel in de eerste fase van inventarisatie van bestaande kennis en ervaring. Op de component bedrijfsgeneeskundige begeleiding (GBB) zal in het kader van dit artikel waarin het Arbo-onderzoek centraal staat niet verder ingegaan worden, op de GVO-komponent in het kort wel, omdat deze, anders dan bij de component bedrijfsgeneeskundige begeleiding, nauw samenhangt met de APV-komponent.

De conclusies uit literatuur-onderzoek, dat voorafgaande aan en in de eerste fase van de ontwikkeling van het rugklachten-preventie-programma is verricht (van der Grinten e.a., 1988; Hildebrandt e.a., 1988), onderstrepen de noodzaak tot een integrale en systematische aanpak, zowel in de fase van probleem-analyse als probleem-oplossing. Gebleken is dat ergonomisch-technische en organisatorische factoren een belangrijke oorzakelijke factor zijn voor knelpunten inzake rugbelasting en tevens dat de aanpak van deze factoren ook een essentiële voorwaarde vormt voor een succesvolle GVO-benadering in de werksituatie. GVO, primair gericht op het bevorderen van gezonder arbeidsgedrag van werknemers, veronderstelt namelijk voldoende mogelijkheden daartoe.

Wordt bijvoorbeeld beoogt om door voorlichting en training de door werknemers zelf gekozen werkmethode of wijze van gebruik van technische hulpmiddelen te beïnvloeden dan veronderstelt dit dat de voorgeschreven bouwtechniek, de daarvan afgeleide werkmethoden en de beschikbare hulpmiddelen dit toelaten. In een aantal gevallen moeten deze ergonomisch-technische en deze organisatorische voorwaarden eerst geschapen worden, door het verbeteren van de arbeidsplaats. Het belang van arbeidsplaatsverbetering is hiermee onderstreept.

ARBO-ONDERZOEK GERICHT OP VERBETERING VAN DE ARBEIDSPLAATS

Nu wordt kort ingegaan op de systematische en planmatige aanpak van verbeteringsgericht APV-onderzoek. De systematische en planmatige aanpak wordt toegepast in het kader van het programma Arbeidsplaatsverbetering in de bouw dat uitgaat van een brede benadering met het doel meerdere gezondheidsknelpunten tegelijk op te lossen. Deze APV-aanpak, beperkt tot preventie van rugproblematiek, kan evengoed gebruikt worden in het kader van het rugklachten-preventie-programma. Het uiteindelijke doel van de APV-komponent in het programma is het in de praktijk realiseren van de best mogelijke technisch-organisatorische oplossingen voor knelpunten inzake rugbelasting en het zonedig realiseren van de best mogelijke voorwaarden voor verbetering van arbeidsgedrag (verstandig gebruik van de rug) d.m.v. een GVO-benadering.

Uitgangspunt van APV-onderzoek is dat de fase van inventarisatie en analyse (epidemiologisch onderzoek, beroepssurveys, taakanalyse, etc.) reeds gepasseerd is en dat de rugbelastende factoren en achterliggende oorzaken in het werk voldoende bekend zijn. In een systematisch opgezet ontwikkelingstrajekt, lopend van het overzicht van knelpunten in werk en werkomstandigheden tot en met de daadwerkelijke realisering van arbeidsplaatsverbetering

in de praktijk, kunnen afhankelijk van de stand van kennis en ervaring, een zevental soorten Arbo-onderzoek nodig zijn:

- 1 ordening van werkzaamheden en knelpunten op basis van bestaande kennis en ervaring.
- 2 nadere analyse van knelpunten bij bepaalde werkzaamheden, indien de (kwantitatieve) onderbouwing voor nadere keuzes nog onvoldoende is.
- 3 inventariserend onderzoek naar bestaande, en bedenken van mogelijk nieuwe, oplossingen, waarbij drie nivo's zijn te onderscheiden, nl. wijzigen van de taak, de werkmethode of de technische hulpmiddelen.
- 4 haalbaarheidsstudie om prioriteiten voor verdere ontwikkeling van oplossingen te stellen.
- 5 indien de effectiviteit van oplossingen nog onvoldoende bekend is, onderzoek om bestaande mogelijke oplossingen op hun effectiviteit te testen of onderzoek aan nieuwe (prototype) oplossingen teneinde (ergonomische) richtlijnen op te stellen voor konstruktors.
- 6 onderzoek naar de wijze waarop konstruktief uitgewerkte oplossingen het beste in de praktijk geïntroduceerd kunnen worden.
- 7 (op termijn) evaluatie-onderzoek om na te gaan of de uitgewerkte oplossingen in de praktijk ook konform de uitgangspunten functioneren, teneinde zonodig bij te sturen in follow-up activiteiten.

De hier geschetste 7 stappen omvatten het traject van systematisch APV-onderzoek. Uiteraard vinden ook op diverse momenten in het traject besluitvormende en uitvoerende activiteiten plaats van verschillende bij het integrale programma betrokken partijen. Daarop zal in dit bestek niet verder worden ingegaan.

In de volgende paragrafen worden twee voorbeelden van APV-onderzoek uitgewerkt; het gaat om de stappen 5 t/m 7 uit het hiervoor vermelde traject. De twee projecten zijn recent door het NIPG/TNO uitgevoerd.

ONDERZOEK NAAR VERBETERING VAN SCHEPPEN VOOR HET GRAVEN VAN SLEUVEN

Dit onderzoek was onderdeel van een omvangrijk project ter verbetering van de arbeidsomstandigheden van fitters. Een groot deel van de werktijd graven zij sleuven voor het aanleggen en onderhouden van ondergrondse drinkwaterleidingen in de stad. Rugproblematiek vormde een belangrijk probleemgebied. Het werk vond handmatig plaats. Hoewel eerst gezocht is naar mogelijkheden om het werk door mechanisatie te verlichten, bleek dat (aanvullend) handmatig graafwerk waarschijnlijk altijd nodig zal zijn, gezien de kwetsbaarheid van leidingen en kabels onder de grond.

De vraag werd gesteld welke scheppen het beste zouden kunnen worden gekozen voor verschillende soorten graaftaken, met name uit het oogpunt van rugbelasting. In de literatuur was hierover nauwelijks iets bekend. Over het onderzoek dat ter beantwoording van deze vraag is verricht, werd eerder uitvoerig gerapporteerd (van der Grinten 1986, 1987). In dit onderzoek zijn ondermeer een aantal veldexperimenten gedaan met proefscheppen. Hier beperken wij ons tot een illustratie van de proeven met een viertal scheppen voor het graven van sleuven in zand.

opzet van het veldexperiment

Zes ervaren fitters voerden met elk der vier proefscheppen de twee gebruikelijke deeltaken "steekscheppen" en "opscheppen" uit die voorkomen bij het graven van een sleuf in zand. Bij het steekscheppen wordt de schep nogal vertikaal in het verdichte

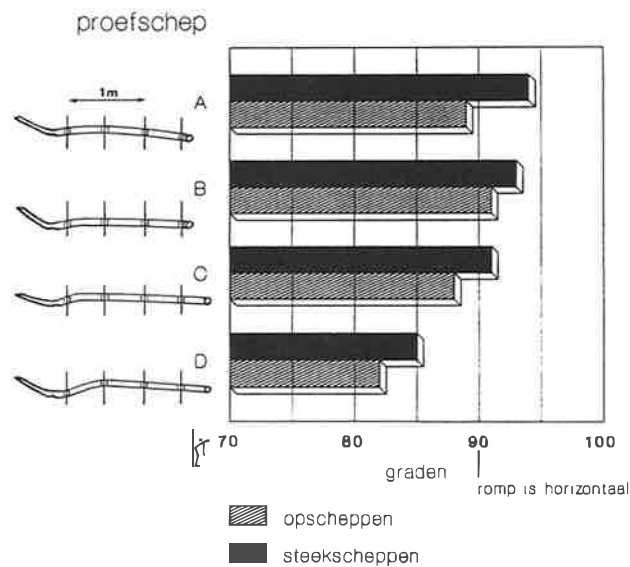
zand gedreven door hand- en voetkracht op steel en blad uit te oefenen. Bij het opscheppen wordt het resterende losse zand, ook dat onder leidingen in de grond, uit de sleuf verwijderd, waarbij echter meer horizontaal moet worden ingestoken. Elk der taken stelt andere eisen aan het schepontwerp. Schep A (figuur 1) was de schep die standaard werd verstrekt. De bladhoek, de lengte en de kromming van de steel van de 3 andere schepen waren verschillend gekozen (figuur 1). Doel was voor de tilhandeling na te gaan hoe de positie van de handen en daarmee de stand van de voorovergebogen romp en de belasting onder in de rug het beste te verbeteren zijn, zoveel mogelijk met behoud van de andere goede eigenschappen van de schep, zoals de insteek-eigenschappen. De schepen B en C waren van standaard te leveren componenten gemaakt, schep D was een nieuw prototype met dubbelgebogen steel. Van bovenaf en opzij zijn video-opnamen van het werk gemaakt. Op de schepen en de proefpersonen waren markeerpunten aangebracht. Vanaf stilstaande video-beelden en met behulp van een op het scherm meegeprojekteerd beweegbaar assenstelsel, dat gekoppeld was aan een computer, zijn relevante afstandsgegevens bepaald. Per sessie zijn gegevens over 8 willekeurige graafcycli ingevoerd in een biomechanisch model. Steekproefsgewijs zijn ook gewichten van de last bepaald. Per sessie zijn gemiddelden en spreiding berekend van romphoek en rugbelasting (buig- en torsiemoment onder in de rug) aan het begin van de tilhandeling. Dit moment wordt als het meest kritische moment voor de rugbelasting gezien. Daarnaast zijn ook andere ergonomische gegevens verzameld.

resultaten en conclusies veldexperiment

In figuur 1 staan voor beide deeltaken in zand per proefschep de resultaten van de rughouding. Vertikaal staan de vier proefschepen, horizontaal staat de romphoek. Bij 90 graden staat de

romp horizontaal, een kleinere romphoek betekent minder vooroverbuiging.

figuur 1 Gemiddelde romphoek per proefschip bij graven in zand



Duidelijk is te zien dat bij alle experimentele schepen B,C en D de vooroverbuiging van de romp vermindert, bij schep D (prototype met dubbelgebogen steel) in beide taken het meest. Aldus wordt met deze nieuwe schep de veiligheidsmarge t.o.v. een extreem voorovergebogen stand van de rug vergroot. De berekende belasting onder in de rug verschilde weinig, maar verslechterde ook niet zoals in een ander experiment met spaden wel gebeurde. Ook in andere opzichten voldeed schep D even goed of zelfs beter. Daarnaast bleek dat de werkmethode invloed had op de romphoek. De volgende conclusies werden getrokken:

conclusie 1 In zand met een gemiddelde verdichtingsgraad voldeed schep D (prototype met dubbelgebogen steel) het beste. In extreem verdicht zand voldeed geen van de proefschepen goed.

conclusie 2 Een bescheiden reductie in rugbelasting lijkt mogelijk indien zowel gereedschap als werkmethode worden aangepast. Een drastische reductie echter niet, zodat mechanisering van dit type werk de hoogste prioriteit zal moeten hebben. Voor aanvullende graafarbeid, daar waar machines niet geschikt zijn, blijft goed gereedschap en een goede werkmethode geboden.

EVALUATIE-ONDERZOEK NAAR AANSCHAF EN GEBRUIK VAN MECHANISCHE HULPMIDDELEN VOOR STRAATMAKERS

Evaluatie-onderzoeken naar ergonomische verbeteringen zijn schaars, toch zijn die van belang voor het sturen van ontwikkelingen op Arbo-gebied.

Als voorbeeld is hier het evaluatie-project bij de beroepsgroep straatmakers gekozen (Berndsen, 1988), dat in opdracht van de overheid (DGA) werd uitgevoerd. In eerder onderzoek bij straatmakers was vastgesteld dat het hanteren van zware lasten in diverse taken, zoals opnemen van bestrating, transporteren van zand en straatstenen op de bouwplaats, vlijen van straatstenen en het stellen van trottoirbanden, inritblokken en betonnen kolken, etc., leidt tot een verhoogde kans op aandoeningen van de rug. Veel straatmakers raken al op jonge leeftijd arbeidsongeschikt. Toepassing van mechanische hulpmiddelen om het werk te verlichten vond nog niet op grote schaal plaats. Nadat mogelijkheden voor mechanisatie van zware taken waren geïnventariseerd (Huppel e.a., 1985) besloot de overheid (DGA) de invoering van dergelijke hulpmiddelen in de bestratingspraktijk te bevorderen. Gedurende 1986 werd de Subsidieregeling Arbeidsplaatsverbetering Straatmakers van kracht, die voorzag in een gedeeltelijke (50%) vergoeding van de aanschafkosten van hulpmiddelen met een kostprijs boven f 2000,-.

Het evaluatie-onderzoek, dat na afloop van de subsidieregeling plaats vond, had als twee belangrijkste doelstellingen het ver-

krijgen van kennis over en inzicht in: aanschaf en gebruik van hulpmiddelen in de praktijk en verbetering van de arbeidsplaats met het accent op de belasting van het bewegingsapparaat. Het uiteindelijke doel van de evaluatie was om daarna verworven kennis en inzicht te gebruiken bij het opstellen van voorlichtingsmateriaal.

opzet en methode van het evaluatie-onderzoek

Het onderzoek heeft gespreid over het land plaatsgevonden bij 27 grote en kleine bedrijven die hulpmiddelen met subsidie hadden aangeschaft, bij 7 kleine bedrijven die dat niet hadden gedaan, bij 5 gemeenten en bij 6 leveranciers van de meest gekochte hulpmiddelen. Met semi-gestruktureerde interviews, observaties en een enkele meting zijn gegevens verzameld over veranderingen t.o.v. de situatie zonder deze hulpmiddelen. Voornaamste criterium was de belasting van het bewegingsapparaat, maar ook andere voor- en nadelen alsmede de redenen voor al of niet aanschaffen zijn geïnterviewd. In totaal zijn 12 soorten hulpmiddelen beoordeeld.

Over het onderzoek wordt binnenkort gepubliceerd. Hier beperken wij ons tot de voornaamste resultaten en conclusies inzake reductie van rugbelasting bij twee hulpmiddelen voor transport op de bouwplaats.

resultaten en conclusies van het evaluatie-onderzoek

In overzicht 1 zijn de twee gekozen hulpmiddelen afgebeeld met enkele kenmerken omtrent de toepassing. In tabel 1 staan de resultaten met betrekking tot de evaluatie van rugbelastingsaspecten.

Overzicht 1 Twee voorbeelden van hulpmiddelen voor transport van bestratingsmateriaal op de bouwplaats.

HULPMIDDEL:

KENMERKEN:

Steentransportwagen



- vervangt kruitwagen
- handmatig transport stenen of banden over plaveisel
- kosten laag
- stelt voorwaarden aan aanvoer en opslag

Mini-laadschop



- vervangt kruitwagen
- machinaal transport stenen, banden, inritblokken, zand.
- kosten middelhoog
- stelt voorwaarden aan aanvoer en opslag
- flexibel door hulpstukken

Tabel 1 Rugbelasting bij gebruik van twee gesubsidieerde transporthulpmiddelen vergeleken* met transport per kruiwagen

DEELTAAK, rugbelasting door:	STEEN- TRANSPORTWAGEN	MINI- LAADSCHOP
LADEN:		
vooroverbuiging en torsie romp	(++)	(++)
gewicht en versnelling van last	(++)	(++)
TRANSPORTIEREN		
gewicht van last	(o)	(++)
trekken, duwen	(o/-)	(++)
torsie bovenste deel rug	(o)	(o/-)
mechanische schokken	(o)	(-)
eenzijdige werkhouding (zonder taakroulatie)	(o)	(-)

*knelpunt: geëlimineerd(++), kleiner(+), gelijk(o), groter(-)

Op basis van de gegevens uit tabel 1 en enkele andere resultaten uit het onderzoek konden de volgende conclusies over de beide transportmiddelen getrokken worden.

conclusie 1

Toepassing van een mini-laadschop of steentransportwagen is effectief voor het reduceren van rugbelasting bij het opperen, de mini-laadschop is het meest effectief. Enkele ongewenste belastingsaspecten lijken oplosbaar.

- Beide oplossingen elimineren de rugbelasting die optreedt bij het handmatig oppakken van losse stenen of banden.
- De rugbelasting t.g.v. het dragen, duwen en trekken tijdens de transporthandeling met de steentransportwagen is nauwelijks veranderd; in zand rijden is te zwaar. Verdere verbetering van het ontwerp lijkt mogelijk. De mini-laadschop elimineert de belasting in deze deeltaak en is geschikt voor rijden over zand.
- Het ontwerp van de bedieningsplek op de mini-laadschop veroorzaakt enkele minder gewenste belastingen zoals

torsie van rug en nek bij het achteruitrijden, schokken bij snel rijden op ruwe ondergrond, minder mogelijkheden voor houdingswisseling t.g.v. langdurig staan. Deze problemen lijken grotendeels oplosbaar.

conclusie 2

Beide oplossingen kunnen bij een juiste organisatie en begeleiding van de invoering van de hulpmiddelen ook bijdragen aan de reductie van de rugbelasting van de straatmaker met als gunstig neveneffect: taakverbreding voor de opperman.

- Door een betere wijze van neerzetten van stapels stenen, van banden of inritblokken bij de straatmaker wordt ook zijn rugbelasting verminderd, doordat minder tillen en reiken plaats vindt.
- Taakroulatie straatmaken-opperen maakt een verdere beperking van de rugbelasting van de straatmaker mogelijk, terwijl de opperman mogelijkheden kan krijgen het vak in de praktijk te leren.

conclusie 3

Voorwaarden die van belang kunnen zijn bij de implementatie van transportmiddelen zijn: voldoende economisch rendement, eenvoudig te leren werkmethode, goede mogelijkheden om de werkorganisatie aan te passen.

- Economische voorwaarden vormen vooralsnog een sleutelvoorwaarde voor implementatie van preventieve maatregelen. Mogelijk speelt in de toekomst concurrentie met gunstige arbeidsomstandigheden op de arbeidsmarkt ook een rol. De steentransportwagen blijkt te renderen ook zonder subsidie, over de mini-laadschop bestaat nog enige twijfel, maar men is er enthousiast over en ziet mogelijk-

heden voor regelmatige inzet, ook in andere wegenbouwta-
ken.

- De omgang met of bediening van beide werktuigen blijkt eenvoudig te leren, een opleiding als machinist is niet nodig.
- Een ordelijke aanvoer en opslag van straatstenen vereist aanpassing van de werkorganisatie van het transport naar de bouwplaats.

Deze en andere conclusies worden verder in aanbevelingen omgezet die waarschijnlijk verwerkt zullen worden in 3 soorten voorlichtingsbrochures, respektievelijk voor bestratingsbedrijven, gemeenten en leveranciers (produktontwikkeling).

NABESCHOUWING

Uit beide voorbeelden van verbeteringsgericht onderzoek wordt duidelijk dat sommige oplossingen (nog) niet optimaal zijn. Voordat tot invoering in de praktijk kan worden overgegaan is eerst een traject van nadere ontwikkeling nodig. De geschetste systematische aanpak van arbeidsplaatsverbetering voorziet hierin. Uit het schep-onderzoek blijkt verder dat (naast vernieuwing van gereedschappen) de door de werknemers gekozen graaftechniek ook van belang is voor de rugbelasting. Dit pleit voor een integrale benadering bij het ontwikkelen van oplossingen in het kader van een rugklachten-preventie-programma.

Niet alleen beïnvloeding van gedrag van werknemers door voorlichting en training is van belang; ook beïnvloeding van gedrag van werkgevers (aankoopgedrag), opdrachtgevers (bestekbepalingen), en leveranciers (ontwerpen) is van zeker zo groot belang. Evaluatie-onderzoek, zoals hier beschreven is voor de straatmakers, kan bijdragen aan de onderbouwing van zulke voorlichting aan deze doelgroepen.

LITERATUUR

- BERNSEN, M.B. Aanschaf en gebruik van hulpmiddelen voor straatmakers en opperlieden. Leiden, NIPG-TNO, 1988. (in druk)
- GRINTEN, M.P. VAN DER. Onderzoek schepkeuze; onderzoek gericht op aanbevelingen voor de keuze van schepgereedschap bestemd voor het graven van sleuven en putten bij aanleg en onderhoud van drinkwaterleidingen. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- GRINTEN, M.P. VAN DER. Shovel design and back load in digging trenches. Proceedings of the International Conference on Musculoskeletal Disorders at Work, University of Surrey, Guildford, April 13-15, 1987.
- GRINTEN, M.P. VAN DER, I.J.M. URLINGS & V.H. HILDEBRANDT
Preventie van beroepsgebonden rugproblematiek; inventarisatie van methoden van gezondheidsvoorlichting en -opvoeding (GVO). Voorburg, D.G. Arbeid, Min. Soc. Zaken Werkgelegenh. (in druk).
- HILDEBRANDT, V.H., M.P. VAN DER GRINTEN & I.J.M. URLINGS. Ontwikkeling van een integraal preventief programma ter voorkoming van rugklachten in de bouw, te hanteren voor BGD-en. (voorstudie). Leiden, NIPG-TNO, 1988 (in voorbereiding).
- HUPPES, G. & K.J. POLL. Mogelijkheden voor arbeidsplaatsverbetering in het straatmaken. Inventarisatie van hulpmiddelen en ontwikkelingen. Leiden, NIPG-TNO, 1985.
- ONDERZOEKSGROEP BEWEGINGSAPPARAAT, NIPG-TNO. Problematiek van het bewegingsapparaat in arbeidssituaties. Een meerjarenplan voor onderzoek. Leiden, NIPG-TNO, 1988.

STOFBESTRIJDING IN DE BAKSTEENINDUSTRIE

Dr Ir E. Buringh

Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO,
afdeling Binnenmilieu MT-TNO Delft

SAMENVATTING

In de Nederlandse baksteenindustrie bestaat er gevaar voor stoflongen ten gevolge van te hoge concentratie respirabel kwartsstof. In samenwerking met het bedrijfsleven en het Technisch Centrum voor de Keramische Industrie worden methoden ontwikkeld om de blootstelling te beperken. Met 'good housekeeping' is ongeveer 70% van de stofproblemen te voorkomen of op te lossen.

Binnenkort worden praktijkproeven gedaan met twee door TNO ontwikkelde methoden van stofbestrijding.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY DEPARTMENT

PHILOSOPHY 101

LECTURE NOTES

PROFESSOR [Name]

1998

CHICAGO, ILLINOIS

PHILOSOPHY DEPARTMENT

101

PHILOSOPHY DEPARTMENT

STOFPROBLEMEN

In verband met stofproblemen in de Nederlandse baksteenindustrie is door het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid een project gestart dat moet leiden tot verbetering van de betrokken arbeidsplaatsen. Het project wordt begeleid door een commissie waarin vertegenwoordigers zitten van de Arbeidsinspectie, het Directoraat-Generaal van de Arbeid, de werkgevers- en werknemersorganisaties van de branche-organisaties van de baksteenindustrie.

De redenen om TNO bij dit project in te schakelen waren:

- de onafhankelijkheid van deze organisatie
- het bezit van de nodige expertise op het terrein van stofbestrijding
- als één van de weinigen in Nederland beschikt TNO over een goede en gevoelige meetmethode voor respirabele kwartsdeeltjes.

In een viertal representatieve bedrijven is een onderzoek verricht naar de stofconcentraties tijdens het werk*.

In de baksteenindustrie zijn er in principe twee soorten stof te onderscheiden:

- het grove stof en de kleine respirabele deeltjes die géén kwarts (maar bijvoorbeeld kleimineralen) bevatten. Dit stof veroorzaakt vooral hinder als men in te hoge concentraties moet werken.
- de kleine respirabele deeltjes die kwarts bevatten.

* Voor belangstellenden is gratis een samenvatting [2] van de belangrijkste onderzoeksresultaten beschikbaar. Deze kan aangevraagd worden bij het Koninklijk Verbond van Nederlandse Baksteenfabrikanten, Hoofdstraat 8, in De Steeg.

In de baksteenindustrie is de laatst genoemde categorie het voor de gezondheid meest gevaarlijke stof. Van het langdurig werken in te hoge concentraties respirabel kwarts zijn stoflongen een mogelijk gevolg. Om problemen voor de gezondheid zoveel mogelijk te voorkomen is de Maximaal Aanvaarde Concentratie (MAC-waarde) voor respirabel kwarts daarom laag (lager dan voor hinderlijke (inerte)stofdeeltjes): 0,15 milligram per kubieke meter lucht. Zelfs als het op het oog niet stoffig is, blijkt de concentratie respirabel kwarts soms nog te hoog te zijn.

Omdat de stofconcentraties vaak sterk variëren en normoverschrijding voorkomen dient te worden en omdat men wilde inspelen op toekomstige MAC-waarden en uitwerking wilde geven aan het door de Arbowet voorgestane arbeidshygiënische beleid heeft de begeleidingscommissie ervoor gekozen om concentraties onder de helft van de MAC-waarden bevredigend te noemen. Concentraties boven de helft van de MAC-waarden worden als onbevredigend beschouwd.

De concentraties respirabel kwarts blijken in de baksteenindustrie het meest kritisch te zijn. In alle onderzochte en voor de baksteenindustrie representatief te achten bedrijven bleken onbevredigend hoge concentraties respirabel kwarts voor te komen. Soms waren deze onbevredigende concentraties beperkt tot enkele werkplekken, soms was het een probleem dat zich in het gehele bedrijf voordeed (zie tabel 1). Uitschieters ver boven de MAC-waarde kwamen ook voor.

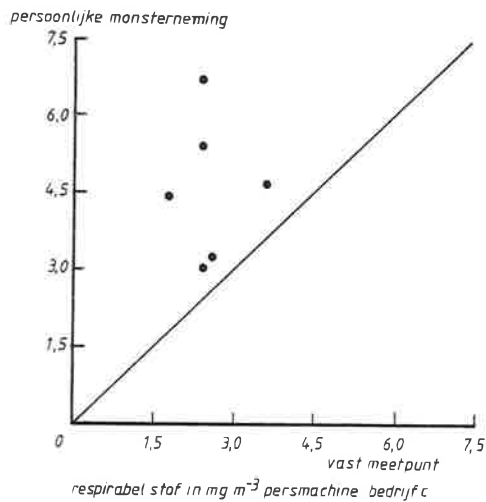
Tabel 1 Geschat percentage van de metingen met een onbevredigend hoge concentratie respirabel kwarts

bedrijf	a	b	c	d
werknemers	50%	5%	86%	18%
vaste meetpunten	47%	10%	100%	0%

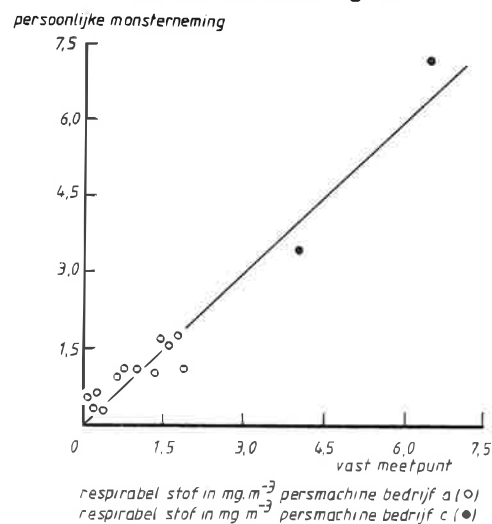
Als oorzaken van de stofproblemen bij de produktie van bakstenen worden het vormzand genoemd en de klei zelf, die in Nederland meestal tussen de 10 en 15% respirabel kwarts blijkt te bevatten. De bezanding en de platenwentelaar/afschuiver zijn vaak grote stofbronnen.

Belangrijker nog is vaak de wijze waarop het afval wordt afgevoerd en het al dan niet optreden van storingen en overbodige stofbronnen (zoals kapotte ruiten en openingen in het dak of de gevel waardoor afgevoerd gruis en stof weer het bedrijf in kan waaien). Ook de hygiëne en het schoonmaken van de vloeren is van wezenlijk belang om de concentraties stof omlaag te krijgen. Bepaalde menselijke handelingen (o.a. de wijze waarop wordt schoongemaakt) kunnen de concentraties sterk verhogen.

Figuur 1 Relatie tussen concentraties op vaste meetpunten en persoonlijke monsternemingen met het opheffen van excessief veel storingen



Figuur 2 Relatie tussen concentraties op vaste meetpunten en persoonlijke monsternemingen zonder het opheffen van excessief veel storingen



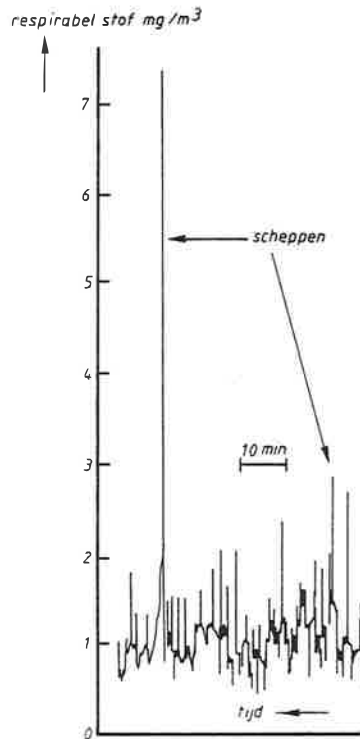
In figuur 1 met de meetresultaten uit bedrijf c is bijvoorbeeld te zien dat de persmachinist, toen hij veel storingen moest opheffen (x in figuur 1) altijd een hogere en soms veel hogere blootstelling had dan de concentratie op het naast zijn werkplek gelegen vaste meetpunt. Tijdens de herhalingsmetingen hoefde de machinist van de persmachine in bedrijf c niet overmatig in te grijpen bij storingen, zijn blootstelling was toen redelijk vergelijkbaar met de metingen op het nabijgelegen vaste meetpunt (x in figuur 2). In figuur 2 zijn tevens de concentraties van de persmachinist uit bedrijf a (· in figuur 2) te zien. Ook hij hoefde niet overmatig in te grijpen om storingen op te heffen.

Men dient te voorkomen dat stof opgewerveld kan worden. Dat wil zeggen: niet droog vegen, scheppen en geen perslucht gebruiken. Ook spuiten met een harde waterstraal dient te worden afgeraden, omdat ook daarmee stofdeeltjes gemakkelijk opgewerveld worden. Als stof nat gemaakt wordt moet dit met een zachte nevel gebeuren, daarna kan het - in natte toestand - bij elkaar geveegd worden en opgeschept.

Een andere goede methode van schoonmaken is het gebruik maken van een goede industriestofzuiger met absoluut filter of andere betrouwbare methode. Een goede filtering van de opgezogen lucht is nodig omdat de stofzuiger anders weer als nieuwe stofbron gaat fungeren.

In figuur 3 is geïllustreerd dat scheppen en vegen leidt tot hoge pieken in de blootstelling.

Figuur 3 Pieken in concentraties respirabel stof die ontstaan ten gevolge van het droog vegen of scheppen

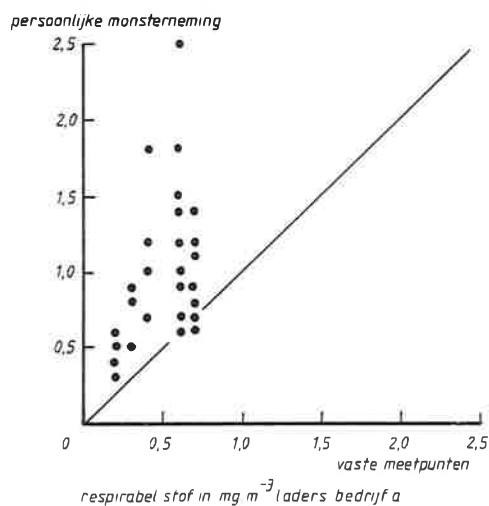


Uit de figuren 1, 2 en 3 komt naar voren dat bepaalde werkzaamheden kunnen leiden tot hoge stofconcentraties. Voor de mensen die belast zijn met het opheffen van storingen en de corveërs, die het bedrijf schoonmaken geven de bovengenoemde figuren een duidelijke illustratie.

De laatste categorie menselijke handelingen met onbevredigend hoge concentraties gedurende een belangrijk deel van de tijd zijn de werkzaamheden van de handmatige laders (in bedrijf a). In figuur 4 is te zien dat de concentraties voor deze mensen in het algemeen veel hoger liggen dan de concentraties op het op minder dan één meter afstand gelegen vaste meetpunt. De conclusie hieruit is dat de blootstelling van de laders voor een

belangrijk deel wordt bepaald door de handelingen die ze uitvoeren.

Figuur 4 Relatie tussen de concentratie op een vast meetpunt en persoonlijke monsterneming



Het ontstaan van een respirabel stof tijdens transport van (gedroogde) vormelingen kan worden voorkomen door gebruik te maken van sproeiers die een fijne waternevel kunnen maken. Bij de belangrijkste stofbronnen (platenwentelaar, afschuiver, opsnijpunten) wordt een fijne nevel verstuiven. De eerste resultaten met sproeiers zijn bemoedigend: de waternevel leidt wel tot stofvermindering maar niet tot kwaliteitsverlies.

Voordat bovenstaande technieken in de baksteenindustrie algemeen kunnen worden toegepast zullen echter verdere praktijkproeven nodig zijn. Daarbij dient niet alleen aandacht geschonken te worden aan de stofreductie maar ook aan onderhoud, storingsgevoeligheid, kwaliteitsaspecten, energiegebruik en slijtage van machines. Dergelijk praktijkexperimenten zijn in de eerste helft van 1988 voorzien.

De resultaten uit de eerste helft van dit onderzoek en uit het onderzoek van Maat [1] geven aan dat door het nemen van eenvoudige maatregelen de stofbelasting met 70% kan afnemen. Dit zijn geen zaken die grote investeringen vergen. Een algemene term hiervoor zou 'good housekeeping' kunnen zijn.

Op zich liggen deze maatregelen voor de hand. Ze vereisen wel een voortdurende aandacht van werknemers en bedrijfsleiding. Dit laatste vraagt dus om een gericht beleid in de praktijk.

Kort samengevat komt 'good housekeeping' in de baksteenindustrie neer op de volgende zes punten:

- voorkom storingen (bij het verhelpen van storingen kan de stofbelasting met een factor 4 oplopen!);
- zorg dat afvalstromen (breuksteen, gruis, zand, gedroogde kleiresten, e.d.) niet gestort worden of vallen;
- voorkom overbodige stofbronnen (lekkages bij bezanding of afzuigers, gebruik geen rijplaten, etc.);
- zorg dat er geen openingen zijn in muren en daken waardoor (afgevoerd) stof (weer) naar binnen kan waaien;
- houd de vloeren schoon en stofvrij;
- gebruik voor het opruimen van droog stof geen bezems, scheppen of perslucht, maar gebruik goede industriële stofzuigers. Als alternatief kan men ook het stof bevochtigen door voorzichtig te nevelen.

Voorbeelden van wat met eenvoudige maatregelen reeds bereikt kan worden, zijn te vinden in figuur 5 en figuur 6. In figuur 5 wordt in bedrijf a de gemeten en gemodelleerde oude situatie vergeleken met de nieuwe situatie nadat een deel van de aanbevolen maatregelen gerealiseerd is.

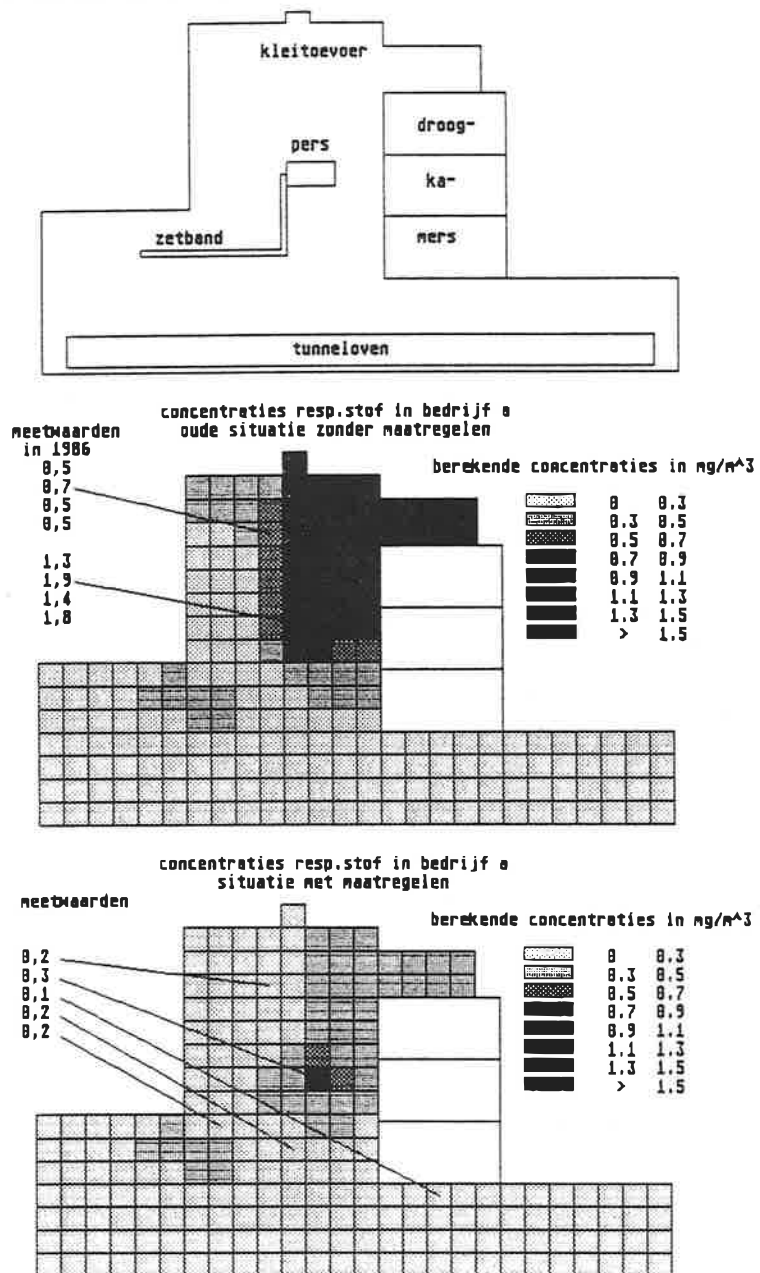
In figuur 5 is te zien hoe de 'pluim' van stof afkomstig van de pers, platenwentelaar en bezanding ten gevolge van de westenwind en open deuren door de werkplaats heen naar buiten wordt afgevoerd (rechts boven op de plattegrond).

In figuur 6 wordt de oude gemeten en gemodelleerde situatie vergeleken met de hypothetische situatie dat men eenvoudige maatregelen genomen zou hebben, om te laten zien welk effect daarvan verwacht mag worden. Door de hoge stofconcentraties ten gevolge van de grote stofemissies is een bronreductie van minstens 90% met eenvoudige middelen in dit bedrijf mogelijk, zodat de in figuur 6 geschetste situatie een realistisch beeld geeft van de concentratieniveaus die in de praktijk haalbaar zijn.

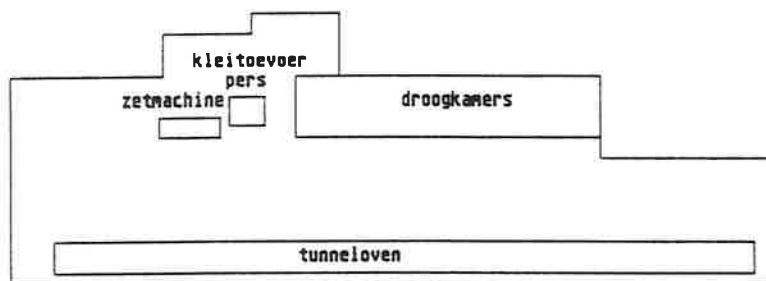
Met 'good housekeeping' zijn echter niet alle problemen op te lossen, ook technisch is er het een en ander aan stofbestrijding te doen. Dit laatste vereist wel de nodige investeringen. Het ligt in de bedoeling van de overheid om hiervoor een subsidieregeling te scheppen in het kader van Arbeidsplaatsverbetering (APV). De investeringen van bedrijven worden dan voor een deel gesubsidieerd. Dit is een bovenwettelijke regeling. Hiermee wordt bedoeld dat alleen subsidie verstrekt wordt op investeringen die verder gaan dan men op grond van de Arbwet verplicht is. De subsidieregeling APV is bedoeld om een bedrijfstak, die eerst zelf orde op zaken gesteld heeft behulpzaam te zijn bij het bereiken van arbeidsomstandigheden die beter zijn dan het noodzakelijke wettelijke minimum.

Verwacht mag worden dat de regeling in 1989 in werking kan treden, als er vanuit de bedrijfstak aan gewerkt is om 'good housekeeping' onderdeel te laten zijn van het bedrijfsbeleid.

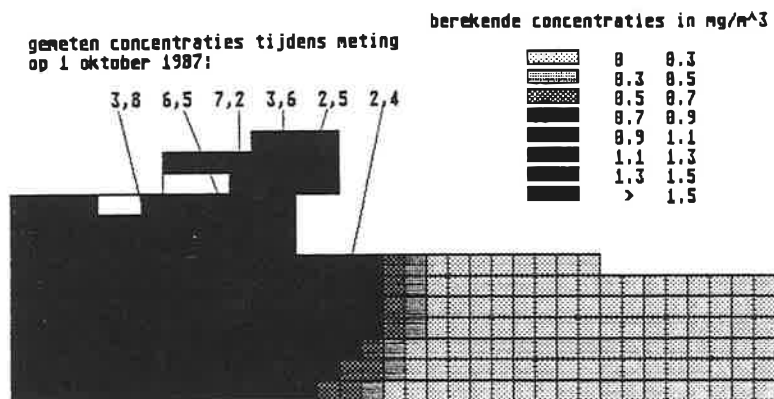
Figuur 5 Met een verspreidingsmodel berekende en gemeten stofconcentraties in een bedrijf dat maatregelen getroffen heeft, ingetekend in de plattegrond van bedrijf a. (Berekening uitgevoerd met een windsnelheid van 4 meter per seconde uit het Westen)



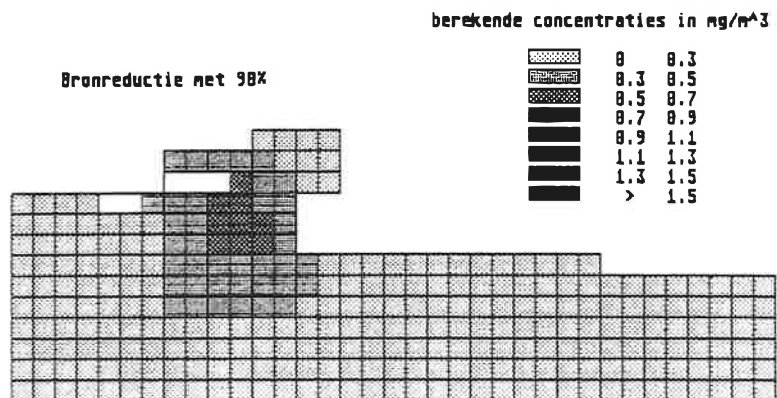
Figuur 6 Met een verspreidingsmodel berekende stofconcentratie in bedrijf c zonder maatregelen en de hypothetische stofconcentratie als men maatregelen zou hebben genomen



concentraties resp.stof in bedrijf c
situatie zonder maatregelen



concentraties resp.stof in bedrijf c
situatie als men maatregelen zou hebben genomen



CONCLUSIES

- Respirabel kwarts blijkt in de baksteenindustrie tot problemen te leiden. Vermoed mag worden dat ook in andere bedrijfstakken waar bakstenen en beton in besloten ruimten bewerkt worden respirabel kwarts een probleem zal vormen.
- Met relatief éénvoudige middelen: 'good housekeeping', zijn de stofconcentraties sterk te verminderen.
- Verdere technische verbeteringen om de stofemissie te beperken zijn mogelijk.
- De invloed van verbeteringen is met behulp van modellen vooraf te berekenen.

Het is de wens van de begeleidingscommissie dat het Directoraat-Generaal van de Arbeid een zogenaamd P-blad opstelt. Een dergelijk publicatieblad van het DGA is bedoeld om zowel voor het bedrijfsleven als voor de Arbeidsinspectie duidelijkheid te scheppen over het aanpakken van stofproblemen.

REFENRENTIES

- 1 MAAT, H.J. (1982). De verspreiding van kwartshoudende stof bij fabricage van bakstenen. Sassenheim.
- 2 BELT, R. VAN DE, E. BURINGH, F.G. ESMEIJER, J.H. VAN WIJCK (1988). Samenvattend overzichtsrapport van het eerste deel van het project stofbestijding in baksteenbedrijven. MT-TNO rapport R 88/003a.
- 3 BURINGH, E (1987). Enige berekingen van concentraties en luchttemperatuur in de S-hal met het blokjesmodel. MT-TNO rapport R 87/217.

ARBEIDSHYGIENISCH ONDERZOEK IN DE VERSTERKTE POLYESTERBOUW

Ir R.B.M. Geuskens

Medisch Biologisch Laboratorium TNO Rijswijk

SAMENVATTING

In de polyesterbouw komt bij diverse bewerkingen blootstelling aan styreen voor. Door het MBL-TNO zijn de blootstellingsniveau's bij verschillende werkzaamheden gemeten. De resultaten en de aanbevelingen voor verbeteringen worden besproken. Het blijkt dat de gezondheidkundige norm voor styreen (85 mg/m^3 of 20 ppm) slechts door aanzienlijke aanpassingen haalbaar is.

The authors have no financial interest in any of the products or services mentioned in this paper. The authors have no financial interest in any of the products or services mentioned in this paper.

REFERENCES

1. Smith, J. D., and Jones, M. A. (2005). *Journal of Applied Psychology*, 90(3), 456-470.
2. Brown, L. K., and White, R. T. (2008). *Journal of Applied Psychology*, 93(2), 234-248.
3. Green, P. M., and Black, S. L. (2010). *Journal of Applied Psychology*, 95(1), 123-138.

INLEIDING

In opdracht van het Directoraat Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken is onderzoek verricht naar de arbeidsomstandigheden en gezondheidsrisico's van werknemers die met styreen omgaan. Inzicht in deze problematiek was gewenst omdat uit internationale literatuur bekend is dat de blootstelling aan styreen voor werkers in de polyesterbouw grenswaarden overschrijdt. Momenteel is de MAC-waarde voor styreen 420 mg/m^3 (100 ppm). Het voorstel van de Werkgroep van Deskundigen van de Commissie Grenswaarden Gezondheidsschadelijke Stoffen is de grenswaarde te verlagen tot 85 mg/m^3 (20 ppm).

Beroepsmatige blootstelling aan styreen kan optreden in bedrijfssituaties waar styreen geproduceerd en verbruikt wordt. Uit een inventarisatie voorafgaande aan deze studie kwam naar voren dat blootstelling aan styreen met name voorkomt in de sector van de industrie waar kunststoffen worden gemaakt met onverzadigde polyester als grondstof. Deze sector heet de versterkte polyesterbouw. Voorbeelden van producten die gemaakt worden zijn: voorraadvaten van chemicaliën, lichtkoepels, silo's, glijbanen voor zwembaden en boten.

HET PRODUCTIEPROCES

De essentiële bestanddelen van de versterkte kunststoffen zijn hars en versterkingsmateriaal. De hars bestaat uit polyestermoleculen in een 30-40% styreenoplossing. Het versterkingsmateriaal is vaak glasvezel.

De styreen zorgt voor vernetting van de polyestermoleculen. Bij dit vernettingsproces, ook wel uitharding genoemd, komen via verdamping styreenmonomeren vrij. De hars en het versterkingsmateriaal worden laagsgewijs op een mal aangebracht.

Een belangrijke factor die de blootstelling aan styreen bepaalt is de verwerkingstechniek. Er zijn gesloten technieken waar nauwelijks styreen bij vrijkomt. Maar wanneer er geen sprake is van een seriematige productie en er maatwerk geleverd wordt, worden vaak open technieken toegepast waarbij wel verdamping naar de werkplek plaats vindt. Van deze open technieken zijn er drie belangrijk:

- De handverwerkingstechniek (handlay-uptechniek), hierbij wordt met de kwast of roller de hars opgebracht. Na het opbrengen van de hars wordt de laag nagerold om alle lucht te verwijderen.
- De spuittechniek, hierbij wordt de hars en eventueel de glasvezel met behulp van een spuitpistool opgebracht. Ook hier wordt na het opbrengen van de hars de laag nagerold om de lucht te verwijderen.
- De wikkeltechniek. Deze techniek wordt gebruikt bij het vervaardigen van cilindrische producten. Door draaiing van het voorwerp wordt de hars en eventueel de glasvezel op de mal gebracht. De lucht wordt weer verwijderd door het product na te rollen.

Bij deze drie technieken is de afstand van de ademzone tot het verdampend oppervlak klein, zodat een aanzienlijke blootstelling te verwachten is.

DE BEDRIJFSTAK

Naar schatting bestaat de polyesterbouw uit ca. 200 bedrijven met 2200-2500 werknemers en een harsverbuik van 10.000 ton hars per jaar. Van de bedrijven valt 90% onder de categorie kleine bedrijven en heeft minder dan 10 werknemers. Van het totale aantal werknemers hebben er ca. 400 als hoofdtaak de handverwerking, ca. 150 het spuiten en ca. 50 het wikkelen.

DE ONDERZOEKSOPZET

In deze studie is een kwantitatief onderzoek uitgevoerd in vier grote bedrijven en een kwalitatief onderzoek in twaalf kleine bedrijven.

In het kwantitatieve onderzoek zijn alle werknemers betrokken die in de ruimten werkten waar met hars gewerkt werd. Dit waren werkers die de genoemde productietechnieken hanteerden, maar ook werkers die voorbereidende werkzaamheden en werkzaamheden ter afwerking van het product verrichten en zelf dus geen hars verwerken.

Alle aan het onderzoek deelnemende werkers zijn drie dagen bemonsterd in de ademzone. Er werd acht uur gemonsterd over twee aaneengesloten perioden van 4 uur. Tijdens bepaalde werkzaamheden of daar waar piekconcentraties werden verwacht, zijn metingen verricht met een infrarood-spectrofotometer.

Aan alle werkers die in het onderzoek betrokken waren, werd een vragenlijst met betrekking tot gezondheidsklachten voorgelegd. Hierin werd geïnformeerd naar gezondheidsklachten tijdens het werk en in het algemeen, de mate van blootstelling aan stof en damp, de wijze waarop arbeidshygiëne in acht werd genomen, rookgewoonten en alcoholgebruik en tevredenheid met het werk.

In de kleine bedrijven is kwalitatief onderzoek verricht. Aan de hand van ervaring opgedaan in de grote bedrijven is een checklist opgesteld met factoren die van belang zijn voor de blootstelling aan styreen. Deze factoren zijn in de kleine bedrijven geïnterpreteerd. Tevens zijn er oriënterende metingen verricht ter vergelijking van situaties in de grote bedrijven.

HET GEZONDHEIDSRISICO

In de vier grote bedrijven zijn de functies in een viertal categorieën in te delen:

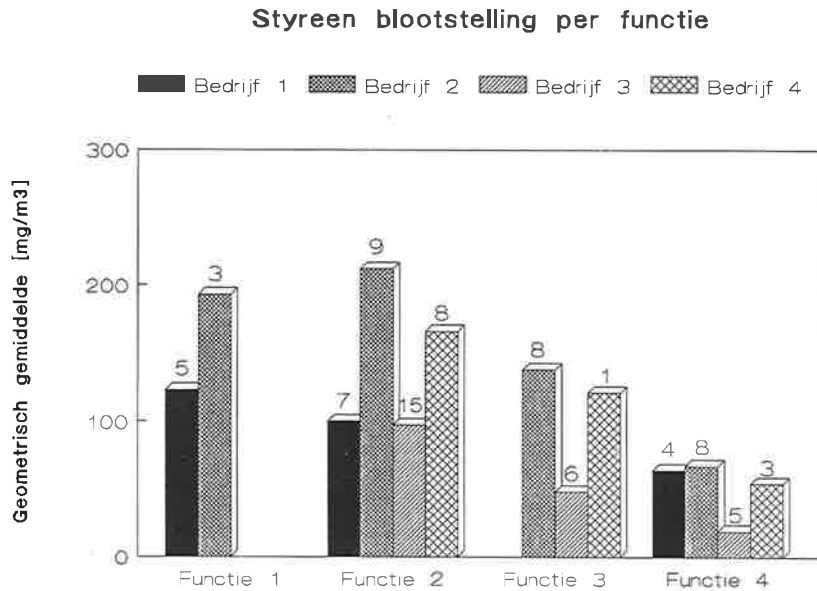
Functie 1: werkers met als hoofdtaak wikkelen; deze functie werd in twee bedrijven uitgeoefend.

Functie 2: de werkers met als hoofdtaak handverwerking groot (d.w.z. werkend aan grote producten met aanzienlijke hoeveelheden hars) en/of spuiten. Het spuiten werd in twee bedrijven uitgeoefend.

Functie 3: werkers met als hoofdtaak handverwerking klein, d.w.z. werkend aan kleine producten, herstellwerkzaamheden en afwerking met kleine hoeveelheden hars.

Functie 4: de werkers die in de ruimte werken waar hars verwerkt wordt, maar zelf geen hars verwerken.

Figuur 1 Geometrisch gemiddelde blootstelling aan styreen per functie per bedrijf. Functie 1: wikkelaar; functie 2: handlay-up groot en spuiten; functie 3: handlay-up klein; functie 4: geen werkzaamheden met hars. De getallen geven de populatiegrootte weer waarvoor de GM bepaald is.



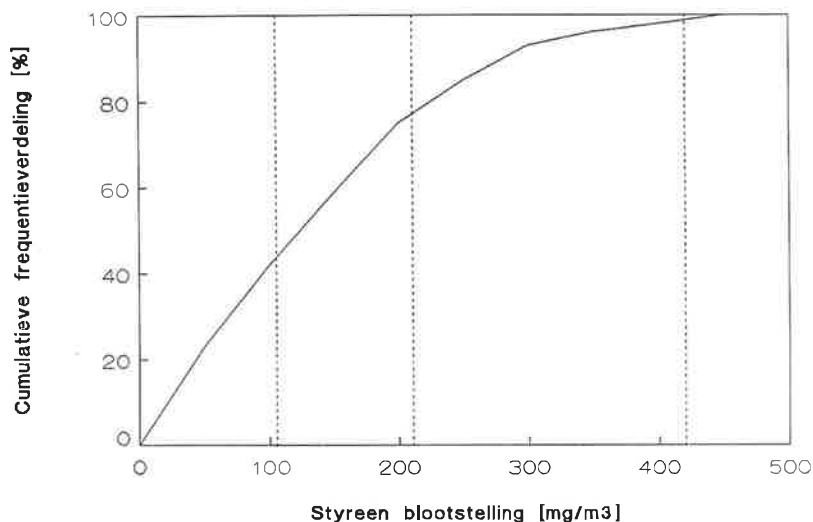
In figuur 1 is per functiecategorie de geometrische gemiddelde blootstelling van de werkers over een achturige werkdag per bedrijf weergegeven. Hierbij zijn per persoon de concentraties over drie dagen gemiddeld. De functies 1 en 2 zijn het hoogst blootgesteld. De gemiddelde concentraties liggen tussen de 100 en 210 mg/m³. Zowel tussen de verschillende functies per bedrijf als tussen de bedrijven per functie bestaan verschillen in blootstellingsconcentraties. De functiecategorie 4 is duidelijk lager blootgesteld dan de andere functies. In deze figuur is bedrijf drie als relatief schoon bedrijf aan te merken. Dit geldt voor de functies 1,2 en 3; functie 1 komt in dit bedrijf niet voor.

Echter voor alle vier de bedrijven bestaat voor de werkers die hars verwerken een gezondheidsrisico. Gemiddelde blootstellingen

hoger dan 85 mg/m^3 kunnen leiden tot subjectieve klachten en objectief meetbare effecten op het centrale zenuwstelsel en tot verhoging van een aantal chromosoomafwijkingen.

Figuur 2 Cumulatieve frequentieverdeling van alle gemeten tijdgewogen gemiddelde blootstellingsniveaus van styreen over 8 uur.

**Blootstelling aan styreen per techniek
cumulatieve frequentieverdeling**



Figuur 2 laat een cumulatieve frequentieverdeling zien van alle achtereenvolgende gemiddelden. De gemiddelde blootstelling over één dag is aanzienlijk hoger dan over drie dagen. Er komen blootstellingsconcentraties voor van ca. 400 mg/m^3 . De variatie in concentraties voor de verschillende werkdagen wordt voornamelijk veroorzaakt doordat op de ene dag meer en op de andere dag minder hars verwerkt wordt door de betrokken werker.

Figuur 2 maakt duidelijk dat wanneer de MAC-waarde verlaagd zou worden tot de advieswaarde van de Werkgroep van Deskundigen (85 mg/m^3) er sprake is van een aanzienlijke overschrijding van deze waarde bij een groot deel van de werkers.

In tabel 1 zijn piekconcentraties weergegeven die voorkomen bij de werkzaamheden met hars. Bij nagenoeg alle werkzaamheden komen piekconcentraties voor waarbij acute effecten op het centrale zenuwstelsel (verstoord evenwichtsgevoel, verminderde reactiesnelheid, reversibele neurologische stoornissen), irritaties van de slijmvliezen, misselijkheid, dronken gevoel en gestoorde oogbeweging kunnen optreden.

Tabel 1 De hoogste gemeten concentraties styreen van kortdurende metingen (minimaal 5 minuten) tijdens verschillende werkzaamheden in de ademzone van de werker.

Werkzaamheid	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Bedrijf 4
schraper*	880	1320		
bediening wikkel- machine	420	720		
gelcoat* aanbrengen		1000	400	850
gelcoat spuiten				1500
opbrengen hars	850	850	650	100
spuiten laminaat			850	1100
uitrollen laminaat	300	2500	400	400

* schraper: overtollige hars verwijderen tijdens het wikkelen
gelcoat : dit is de eerste laag hars die aangebracht wordt en die de buitenkant van het product vormt

De resultaten van het vragenlijstonderzoek ondersteunen deze bevindingen. In vergelijking met de controlegroep werden vaker klachten over het zien, irritatie van de slijmvliezen, branderige ogen, optreden van een loopneus, last van benauwdheden, een gevoel van dronken zijn, misselijkheid, duizeligheid en verlies van evenwicht geuit. 31% van de werkers gaf aan wel eens het werk te moeten verlaten vanwege deze klachten.

De resultaten van het kwalitatieve onderzoek in de kleine bedrijven zijn overeenkomstig aan die van de grote bedrijven. De gemiddelde blootstellingsconcentraties worden geschat tussen de 100 en 400 mg/m³. Deze spreiding is ook bij de harsverwerkers

in de grote bedrijven te zien. Het verschil met de grote bedrijven is dat in de kleine bedrijven geen sprake is van specifieke functies. Zowel het voorwerk en de afwerking als de harsverwerking wordt door dezelfde personen verricht. De piekconcentraties liggen eveneens in dezelfde orde grootte als in de grote bedrijven.

Geconcludeerd wordt dat in de versterkte polyesterbouw sprake is van een gezondheidsrisico met betrekking tot styreen.

BEHEERSMAATREGELEN

Beperking van emissie aan de bron

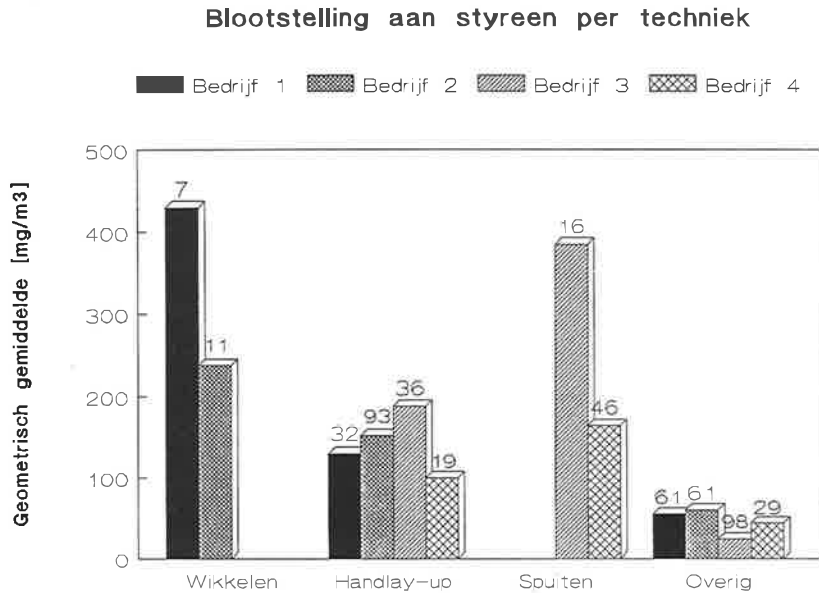
De meest effectieve beheersmaatregel is het vervangen van styreen door een component die niet schadelijk is voor de gezondheid. Ontwikkelingen in die richting zijn in een experimenteel stadium en nog niet commercieel beschikbaar. Wel zijn er harsen op de markt die een lagere emissie van styreen hebben na de verwerkingsfase, namelijk tijdens het uitharden van het product. Zo zijn er paraffinehoudende harsen waarbij na verwerking de paraffine naar het oppervlak gaat en daar een afsluitende laag vormt. Ook zijn er zogenaamde lichthardende harsen die onder invloed van licht een snelle uitharding tot gevolg hebben. Het gebruik van deze harsen lost slechts een klein deel van het styreenprobleem op daar de meeste styreen vrijkomt tijdens de verwerking en niet tijdens de uitharding. Bovendien zijn bij de uitharding van het product in principe geen werkers betrokken.

Beperking van blootstelling aan styreen

De meeste bedrijven hebben beheersmaatregelen getroffen in de vorm van ventilatie- en/of afzuigsystemen. Echter weinig bedrijven bereiken hiermee het gewenste resultaat.

Ter illustratie zijn in figuur 3 de geometrische gemiddelde blootstelling (TGG-4uur) van de werkers tijdens het uitoefenen van de wikkel-, de handverwerkings- en de spuittechniek weergegeven.

Figuur 3 Tijdgewogen gemiddelde blootstellingsconcentraties over 4 uur tijdens uitoefening van de wikkel-, handverwerking- en spuittechniek. In de groep 'overig' vallen werkzaamheden waarbij geen harsverwerking plaatsvindt. De getallen geven het aantal waarnemingen aan waarover het gemiddelde is bepaald.



Tijdens het wikkelen en het spuiten zijn de hoogste concentraties waargenomen. De concentraties gemeten bij groep 'overig' kunnen als achtergrondniveau worden beschouwd.

De bedrijven kunnen de verontreinigde lucht voldoende afvoeren voor de mensen die geen hars verwerken (groep 'overig'), maar niet voor de harsverwerkers zelf.

Bedrijf drie heeft het laagste achtergrondniveau maar niet de laagste concentraties wanneer uitoefening van de harsverwerkingstechnieken op zichzelf beschouwd worden.

Het toepassen van ventilatie- en afzuigsystemen is maatwerk. Er is hiervoor meer aandacht nodig voor de plaats van de emissiebron en de werker en inzicht in het productieproces, de productietechnieken, specifieke werksituaties, de werkwijze van de werkers, de vorm en grootte van het product en de hoeveelheid en frequentie van harsverwerking per werker.

Het installeren van een adequate afzuiging is niet voldoende. De effectiviteit van beheersmaatregelen wordt niet alleen bepaald door de technische werking maar ook door het werkgedrag van de werkers. De werker moet op de hoogte zijn van de gezondheidsrisico's van styreen en van de factoren in het werk die verantwoordelijk zijn voor de styreenbelasting. Belangrijke aspecten zijn de gevolgen van inadequaat gebruik van beheersmaatregelen en het belang van 'good housekeeping' condities.

Opgemerkt wordt dat het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen alleen als allerlaatste middel aan te bevelen is voor kortdurende blootstelling. Het gebruik van 'koolsnuitjes' is niet aan te bevelen omdat niet bekend is wanneer de kool verzadigd is. Een adequate bescherming wordt gegeven door het gebruik van een verse-luchtkap.

Zolang styreen nog in de hars nodig blijft, liggen de op korte termijn meest haalbaar geachte beheersmaatregelen op het terrein van gerichte afzuiging in combinatie met organisatorische maatregelen.

REFERENTIE

GEUSKENS, R.B.M., J. VAN DER TUIN, J.J. VAN HEMMEN. 1988 Health Hazard Survey Styreen. Samenvatting van onderzoek in de versterkte polyesterbouw - in voorbereiding. MBL-TNO.

LAWAAIBESTRIJDING IN DE METAALINDUSTRIE

Ir H.E.A. Brackenhoff

Technisch Physische Dienst (TNO-TH) Delft

KORTE SAMENVATTING

De werknemers in de metaalindustrie lopen een zeer grote kans op lawaaidoofheid. Bestrijding van het lawaai aan de bron is het meest efficiënt.

Zowel organisatorische als technische maatregelen worden aangegeven.

INLEIDING

In tegenstelling tot de bestrijding van geluidhinder door industrieën blijkt de maatschappelijke belangstelling in Nederland voor vermindering van kans op gehoorschade gering.

Dit uit zich niet alleen in het feit dat de wetgeving voor lawaai op de arbeidsplaats een decennium later tot stand gekomen is dan de wetgeving op het gebied van geluidhinder in de omgeving. Zowel het ambtelijk controleapparaat als de fondsen voor beleidsonderbouwend onderzoek blijken voor het lawaai op de arbeidsplaats een ordegröotte kleiner van omvang te zijn dan voor het bestrijden van de externe hinder.

Dit is des te merkwaardiger als naar de cijfers gekeken wordt. Een onderzoek uit 1984 geeft aan dat ongeveer 40% van de werknemers in de nederlandse industrie een lawaaielasting ondervindt van meer dan 80 dB(A). Een lawaaielasting van meer dan 80 dB(A) leidt tot een vergrote kans op gehoorschade. De wetgever heeft om politieke en economische redenen niet deze gezondheidsgröns als uitgangspunt gekozen doch een waarde van 85 dB(A) [1].

Helaas is de situatie nog steeds zo dat meer dan 200.000 werknemers in een omgeving werken waar deze waarde (aanzienlijk) wordt overschreden.

Voor de metaalindustrie waar ca. 170.000 werknemers zijn blijkt uit schattingen dat tussen de 8000 tot 16000 personen een lawaaielasting ondervinden van 95 dB(A) of meer. Ongeveer 80.000 werknemers werken in een omgeving met een lawaaielasting van meer dan 80 dB(A).

Hoe komt het dat geluidbestrijding in de industrie zo weinig aandacht krijgt. Het probleem is groot genoeg van omvang. De industrie heeft het zelf niet opgelost, de cijfers wijzen het uit. Er zijn wel een aantal bedrijven waar het lawaai wordt

bestreden. Politici zijn kennelijk meer gespitst op een voorbijvliegend sportvliegtuigje dan op het werkklimaat in de industrie. De vakbeweging begint aarzelend het probleem te onderkennen. Is het omdat doofheid niet zichtbaar is? Komt het omdat lawaaidoofheid een sluipend proces is, waarbij je na iedere dosis wel weer lijkt te herstellen maar niet merkt dat het herstel steeds minder is? Feit blijft dat de gevolgen van te veel lawaai er niet om liegen. Buiten verschijnselen als hoofdpijn, extra vermoeidheid, prikkelbaarheid is het voornaamste effect de blijvend optredende schade aan het gehoor. Slecht horen leidt snel tot sociaal isolement.

Uit onze lange advieservaring bij de afdeling geluidbeheersing van de Technisch Fysische Dienst TNO-TH weten we dat vele geluidssituaties sterk zijn te verbeteren met relatief eenvoudige middelen. De kosten van geluidbestrijdende maatregelen kunnen vaak zeer beperkt zijn.

Een voorwaarde hiervoor is dat men aandacht heeft voor de geluidproblematiek. Deze aandacht is nodig bij de aanschaf van machines, de opstelling van deze machines, de productrouting, het type bewerking etc..

Wij zullen een aantal geluidverminderende maatregelen behandelen die min of meer specifiek zijn voor de metaalindustrie.

Ten onrechte wordt vaak het audiometrisch onderzoek binnen bedrijven aangevoerd om te laten zien dat men zich met de geluidproblematiek bezig houdt. De resultaten geven echter vooral inzicht in hoeverre de geluidbestrijding binnen het bedrijf gefaald heeft. In de praktijk treedt er echter een gunstig bijeffect op. Omdat de werknemers op de hoogte worden gehouden van de staat van hun gehoororganen blijken zij zich bewuster van het probleem te worden. Het blijkt ook dat gehoorbeschermingsmiddelen die door de werkgever aangeboden worden dan consequen-

ter worden gedragen.

INVENTARISATIE

Binnen nagenoeg alle bedrijven in de metaalindustrie zijn arbeidssituaties waarbij tijdens de bewerking geluidsniveaus optreden van 85 dB(A) of meer.

Indien men effectief lawaai bestrijding in een bestaand bedrijf wil uitvoeren is het van belang dat de geluidssituatie wordt geïnventariseerd.

Een nog steeds veel gemaakte gedachtenfout is dat men deze inventarisatie kan uitvoeren door middel van zogenaamd dosimetren. Een dosimeter is een geluidmeetinstrument dat een werknemer de hele dag bij zich draagt en waarop na verloop van tijd kan worden afgelezen met hoeveel geluid hij/zij is belast geweest.

Zeker in de metaalindustrie waar vele werknemers steeds andere activiteiten uitvoeren is het een hopeloze zaak dan na afloop te bepalen waardoor het geluid wordt veroorzaakt.

Een tweede gedachtenfout is het maken van lawaai kaarten als instrument voor de aanpak voor lawaai op de arbeidsplaats. In de metaalindustrie veranderen de geluidsniveaus vaak voortdurend. Ook is de lokatie van de werknemers voortdurend anders. Uit een dergelijke lawaai kaart kan in de metaalindustrie de lawaai belasting van de werknemers over het algemeen niet bepaald worden.

Een goede maar op het eerste gezicht complexe methode is omschreven in een uitgave van het Ministerie van Sociale Zaken "Meting en beoordeling van schadelijk lawaai op de arbeidsplaats" LA-HR-07-01. Met deze methode worden de gegevens systematisch verzameld en is het ook direct mogelijk de prioriteitsvolgorde van maatregelen aan te geven. Tevens kan snel inzicht in het effect van maatregelen worden verkregen.

Het onderzoek start met een globale inventarisatie van lawaaiige werkzaamheden. Werkzaamheden met geluidniveaus van minder dan 75 dB(A) zijn niet van belang. Voor alle werknemers wordt bepaald hoeveel uur (minuten) zij bezig zijn met deze lawaaiige werkzaamheden. (Zie figuur 1) Bijvoorbeeld werknemer Jansen: één uur lassen, twee uur snijden, half uur slijpen, overige tijd minder lawaaiige werkzaamheden.

Bij bedrijven die niet seriematig producten maken kan dit soms lastig zijn omdat de aard van de werkzaamheden in de tijd sterk wisselt. Ook bij deze bedrijven blijkt het mogelijk een goede indicatie te geven van de bezigheden op een (fictieve) gemiddelde arbeidsdag van werknemers. Dit wordt mede gegeven doordat een fout van ca. 20% in de geschatte tijd overeenkomt met een niveauverandering van 1 dB(A). Deze werkzaamheden analyse kan het beste door het bedrijf zelf worden verricht.

Vervolgens wordt van alle arbeidsplaatsen en/of bewerkingen het geluidniveau in dB(A) bepaald. Situaties met een geluidniveau van minder dan 75 dB(A) kunnen hierbij verwaarloosd worden. Indien men weinig of geen ervaring met het meten van geluid heeft is het gewenst een akoestisch adviseur (bijv. TPD) in te schakelen.

De lawaaibelasting van de werknemer wordt bepaald door de verschillende deel-lawaaibelastingen energetisch op te tellen volgens de formule:

$$L_{EX,T} = 10 \lg \left[\left(\frac{1}{T} \right) \left\{ t_1 10^{L_{Aeq}(1)/10} + t_2 10^{L_{Aeq}(2)/10} + \dots \right\} \right]$$

Met $L_{EX,T}$: de ondervonden lawaaidosis
T : de duur van een werkdag (=8 uur)
 t_x : de duur van werkzaamheid x
 $L_{Aeq}(x)$: equivalent geluidniveau van werkzaamheid x.

Voor bedrijven van kleine omvang kan dit met behulp van een zakrekenmachine worden bepaald. Bij bedrijven van wat grotere omvang gaat het effectiever met een computerprogramma waarover akoestische adviseurs meestal beschikken.

Uit een dergelijke inventarisatie komt direct ter beschikking:

1. De arbeidssituaties waar het equivalente geluidniveau hoger is dan 80 resp. 90 dB(A). In de meetmethode is een minimumduur van 10 minuten aangegeven. Hiermede wordt voorkomen dat bij zeer kort durende geluidimpulsen (sissen, enkele klappen met de hamer) gehoorbescherming verplicht ter beschikking moet worden gesteld.
2. Een overzicht van de werknemers die belast worden met meer dan 80 dB(A) c.q. 85 dB(A) per werkdag.
3. Door welke werkzaamheden de overschrijding wordt veroorzaakt.

Deze informatie is vereist om een goede aanpak van de bestaande lawaaiproblematiek op te stellen.

MAATREGELEN NABIJ DE BRON

De hoogste lawaai-belasting ondervinden de werknemers die het dichtst bij de bewerking of de lawaaiige machine staan. Lawaai-bestrijding bij de bron is daarom het meest effectief.

Zeker in de metaalindustrie is het van belang na te gaan of de bewerking niet met een stillere methode kan plaats vinden. In een aantal gevallen blijkt dat een ander constructieontwerp niet alleen veel minder lawaai oplevert maar ook in veel kortere tijd (en dus goedkoper) te maken is. Bij de keuze van stillere bewerkingsmethoden is het natuurlijk het bedrijf dat de afwegingen moet maken van de ergonomische voor- en nadelen. Een akoestisch adviseur kan veelal informatie over stillere bewerkingsmethoden verstrekken.

Wij wijzen voor uitgebreide informatie naar rapporten die zijn verschenen in de LA-serie van het Ministerie van Sociale Zaken. Voor de geïnteresseerde bevatten deze een schat van informatie. We geven hier slechts enkele voorbeelden ontleend aan deze rapporten.

Kan de bewerking worden verkort of voorkomen worden?

Het nabewerken van gietstukken is vaak zeer lawaaiig. Door de gietvormen met grotere nauwkeurigheid te maken wordt weliswaar de gietvorm duurder maar daar staat besparing in arbeidstijd tegenover. Het lawaai wordt in ieder geval voorkomen.

Veel algemener geldt dat in de metaalindustrie richt- en paswerkzaamheden bij het maken van verbindingen tussen halffabrikaten erg veel lawaai geven.

Te overwegen valt:

Eenvoudige vormgeving

In een plaatwerkerij werden panelen met ronde hoeken gemaakt. Een eenvoudiger vormgeving met rechte hoeken leidde ertoe dat de richtwerkzaamheden (met een voorhamer!) met bijna 80% en het slijpen met 20% werd verminderd.

Verminderen noodzakelijke maatnauwkeurigheid

Het vervangen van een hoeklas door een lasverbinding met een keelnaad bij hoekverbindingen zijn grotere maattoleranties toepasbaar. Naast vermindering van richtwerkzaamheden behoeft ook in de praktijk de las naad minder nageslepen te worden vanwege optische redenen.

Maattoleranties halffabrikaten

Het aanschaffen en verwerken van halfprodukten met een betere maatnauwkeurigheid vermindert ook de hoeveelheid lawaaiige werkzaamheden.

Bekend zijn bijvoorbeeld de verschillen in inwendige hoogte bij I-profielen die niet zijn gestandaardiseerd. Met holle of recht-hoekige profielen wordt het aantal verbindingplaatsen beperkt. Lawaaiige pas- en richtwerkzaamheden behoeven dan ook nauwelijks nog voor te komen.

Kan de bewerking worden veranderd zodat deze op een minder lawaaiige manier plaats vindt?

Wij geven ook hier enige voorbeelden.

Soort werk	Oude methode	Stillere methode
Richten	Voorhamer	Hydraulisch
Moeren (de)monteren	Slagmoeraanzetter	Met nutrunners
Klinknagels verwijderen	Slijpen	Beitelen
Nabewerken	Slijpen	Rondvijlen

Kan de bewerking op zich stiller worden uitgevoerd?

In veel gevallen is het antwoord ja. Er zijn hier tientallen voorbeelden van aan te geven.

- Het werken met zogenaamde terugstootloze hamers geeft een geluidreductie van 10 tot 20 dB(A) (figuur 3).
- Door in plaats van dwars op de plaatkant in de richting van de plaatkant te slijpen werd een verbetering van 103 dB(A) naar 94 dB(A) gevonden (figuur 4).
- Door niet haaks maar onder een hoek te slijpen werden verminderingen van 112 dB(A) naar 100 tot 108 dB(A) geconstateerd (figuur 5).
- Geluidarme richttafels geven bij dunwandig plaatmateriaal aanzienlijke verlaging van geluidsniveaus.

Een van de grootste fouten die bij geluidreductieprogramma's wordt gemaakt is dat soms ten onrechte wordt aangenomen dat de machine het lawaai veroorzaakt. Bij dunne materialen is het in de meeste gevallen het werkstuk. In plaats van stille zagen of stille slijpschijven toe te passen is het dempen van het werkstuk de enig werkzame methode.

Aanschaf van stillere machines

Bij seriematige vervaardiging is dit het middel bij uitstek om tot lawaaireductie te komen. Het kan dan ook niet genoeg benadrukt worden dat het geluidaspect mede bij de aanschaf wordt betrokken. Het opnemen van een geluidspecificatie inclusief een boetebeding als niet aan de voorwaarden wordt voldaan is een eerste stap. Let erop dat de specificaties na enige tijd normaal gebruik nog steeds van toepassing zijn.

Figuur 6 geeft een voorbeeld van reductie met een nieuw type slijpmachine.

Onderhoud

Door veel machines wordt te veel lawaai geproduceerd ten gevolge van gebrekkig onderhoud. Smering en vastzetten van rammelende delen behoren tot het gewone onderhoud.

MAATREGELEN IN DE GELUIDOVERDRACHT

De meest gebruikelijke maatregel is het geheel of gedeeltelijk omkassen van lawaaiige machines.

De praktijk wijst hierbij uit dat de goedkoopste maatregelen meestal duurkoop blijken te zijn.

Bij een goede omkasting dient op de volgende punten gelet te worden:

- voldoende geluidisolatie;
- toevoer en afvoer van materiaal zo eenvoudig mogelijk;
- ramen die visuele inspectie mogelijk maken;
- inspectieluiken voor onderhoud die zeer eenvoudig te demonteren en te monteren zijn;
- indien werknemers binnen de omkasting moeten werken moeten klimaatseisen worden gesteld.

Met omkastingen zijn zeer grote verbeteringen te bereiken. Reducties van 20 dB(A) zijn redelijk eenvoudig haalbaar.

Een tweede groep zijn afschermingen enabri's. Het effect hiervan is in hallen beperkt. Door hun lagere kostprijs en groter ergonomisch gemak (verplaatsbaarheid, toegankelijkheid) worden ze vaak, en succesvol, toegepast.

Veel algemener geldt dat het scheiden van lawaai van stil een sterke verbetering van vele bestaande geluidssituaties kan brengen. Het afscheiden van gedeelten waar lawaaiige werkzaamheden worden verricht brengt een enorme verbetering van het akoestisch

comfort voor grote groepen werknemers die minder lawaaiige werkzaamheden verrichten.

In dit verband dient ook aandacht besteed te worden aan de routing van producten. Het blijkt soms mogelijk de lawaaiige werkzaamheden in een bepaalde ruimte te concentreren.

Tot slot nog een enkel woord over baffles en absorberende geluidplafonds. Deze verbeteren het akoestische comfort in harde ruimten zeer aanzienlijk. In sterk galmende ruimten kan de richting van het geluid niet goed bepaald worden, hetgeen veel mensen een onbehaaglijk gevoel geeft. De lawaai-belasting wordt echter meestal niet bepaald door de niveaus die op grotere afstand in galmende ruimten optreden maar door de hoge niveaus die de werknemer ontvangt als hij dicht bij de machine of de bewerking staat. In de meest gunstige gevallen geven deze maatregelen enige dB(A) verbetering. De kosten kunnen in bestaande hallen zeer hoog worden en voor het aanbrengen van baffles geldt de wet van afnemende meeropbrengst zeer sterk. Een onafhankelijk akoestisch adviseur kan u daarbij raad geven. Uit het oogpunt van gehoorschade verdient een aanpak van maatregelen bij de bron en omkastingen in vele gevallen de voorkeur.

Bij de bouw van nieuwe hallen waar de geluidabsorptie in zogenaamde systeemplafonds en -wanden is ingebouwd is het toepassen van geluidabsorptie echter een gewenste standaardmaatregel.

CONCLUSIE

In de metaalindustrie in Nederland bestaan nog vele arbeidssituaties waar het gevaar van gehoorschade aanwezig is.

Een systematische inventarisatie volgens de methode LA-HR-07-01 geeft de knelpunten aan en geeft een prioriteitsvolgorde.

Aan de hand van voorbeelden is aangegeven dat een sterke akoes-

tische verbetering te bereiken is door van de lawaaiige arbeidsmethoden na te gaan of deze moeten plaats vinden of dat er stillere alternatieven zijn. Dit lijkt binnen de metaalindustrie zeker mogelijk.

Daarnaast is met het principe "lawaai scheiden van stil" door middel van omkastingen, abri's en afscheiden van lawaaiige werkruimten nog een aanzienlijke verbetering van het lawaai op de arbeidsplaats mogelijk.

LITERATUUR

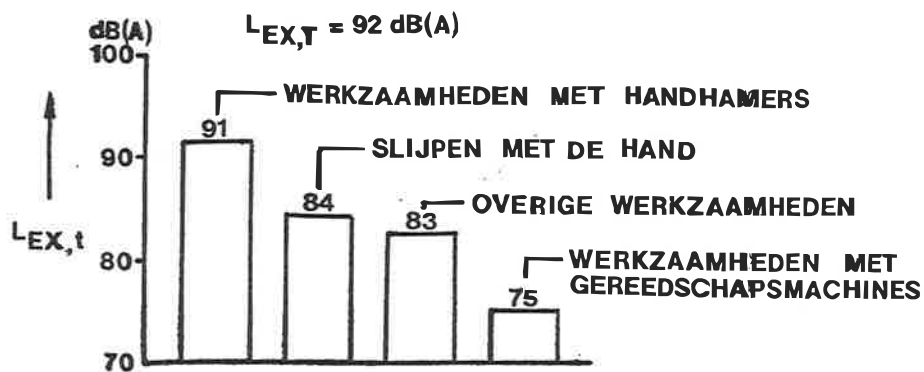
Er is veel literatuur over geluidbestrijding in de metaalindustrie. Wij beperken ons tot overzichtstudies over de metaalindustrie die uitgegeven zijn door het Ministerie van Sociale Zaken in de L(awaai op de) A(rbeidsplaats) reeks. Deze zijn te bestellen bij:

Distributiecentrum voor Overheidspublicaties
Postbus 20014
2500 EA 's Gravenhage
tel. 070-789911

- 1 LA-HR-07-01 Meet- en beoordelingsmethode lawaai op de arbeidsplaats.
- 2 LA-HR-02-02 Stand van de techniek: Geluid van perslucht.
- 3 LA-HR-02-04 Stand van de techniek: Lawaai en lawaai-beheersing van handgereedschap.
- 4 LA-HR-02-08 Stand van de techniek: Geluid van mechanische overbrengingen
- 5 LA-HR-02-11 Stand van de techniek: Verspanende bewerkingen
- 6 LA-HR-02-12 Stand van de techniek: Lawaai van bewerkingen en machines in de metaalverwerkende industrie.
- 7 LA-HR-04-02 Akoestisch Management

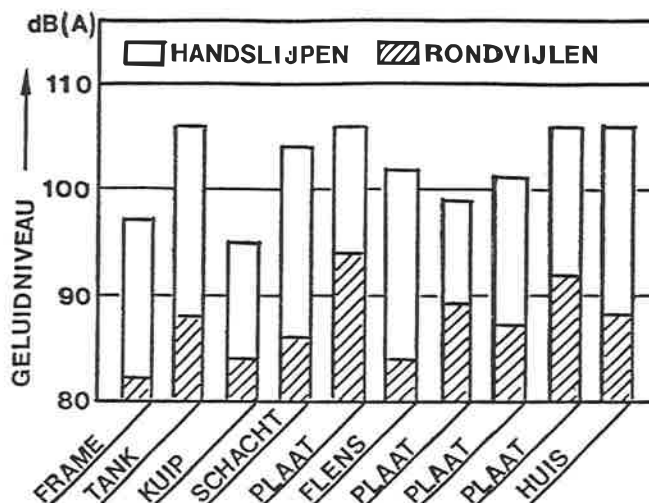
Meer algemene informatie kan verkregen worden bij de arbeidsinspectie. We wijzen in het bijzonder op de bladen Lawaai op de arbeidsplaats P 166-1 (Algemeen) en P 166-2 (Gehoordeschemingsmiddelen)

Figuur 1 Voorbeeld van de samengestelde lawaaielasting bij een werknemer in de metaalindustrie.

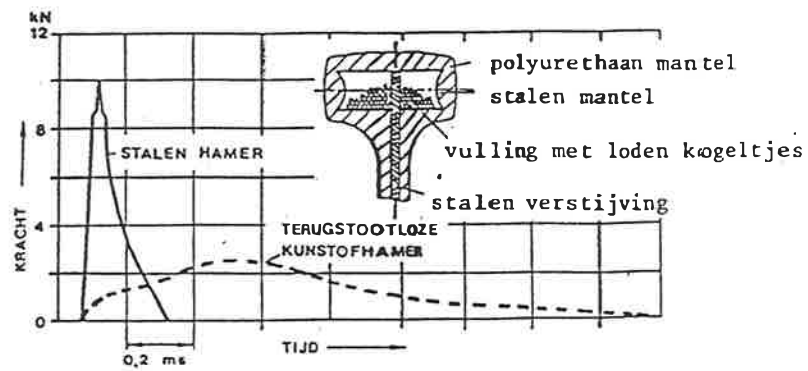


Figuur 2 Geluidniveau op 1 meter afstand tijdens handslijpen en rondvijlen.

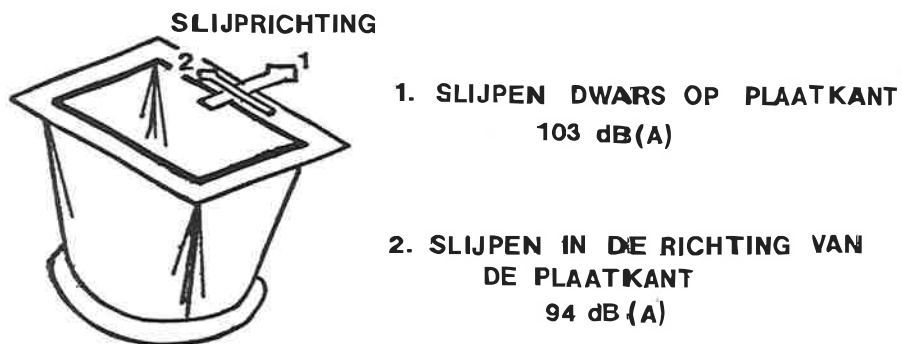
N.B.: Rondvijlen is alleen voor dunne platen (< 1mm) een goed alternatief voor slijpen.



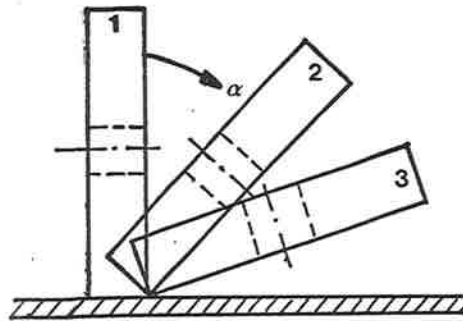
Figuur 3 Het kracht-tijdverloop bij verschillende typen handhamers



Figuur 4 Geluidniveauverschil bij haaks en rond slijpen



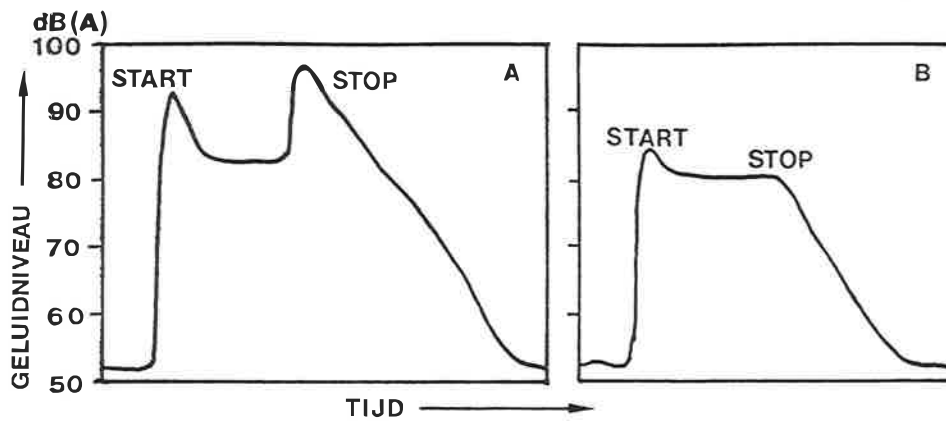
Figuur 5 Geluidniveauverschil bij haaks (omtrek)slippen



1. SLIJPEN MET OMTREK
112 dB(A)

2/3. SCHUIN SLIJPEN
 $60^{\circ} < \alpha < 80^{\circ}$
108 dB(A)

Figuur 6 Geluidniveauverschil bij twee typen slijpmachines. Bij de tweede wordt door een terugslagklep als de machine niet draait de luchttoevoer afgesloten, zodat geen hinderlijke huiltönen ontstaan.



VERANTWOORD WERKEN BIJ HET LASSEN

Ir J.F. van der Wal

Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie, afdeling Binnenmilieu
(MT-TNO) Delft

SAMENVATTING

In Nederland werken tienduizenden personen als lasser. Lassen brengt gezondheidsrisico's voor lassers en omstanders met zich mee. TNO heeft in opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid (DGA) een onderzoek uitgevoerd naar de belastende agentia bij het lassen en maatregelen die men kan nemen om de expositie aan deze agentia te beperken. Het onderzoek heeft geresulteerd in een conceptvoorlichtingsblad dat zowel onderzoeksresultaten als maatregelen die voor ieder lasproces nodig zijn bevat.

INLEIDING

In september 1982 gaf het Directoraat-Generaal van de Arbeid aan het toenmalige Instituut voor Milieuhygiëne en Gezondheidstechniek (IMG-TNO) opdracht tot een vooronderzoek naar de belastende agentia en factoren bij het lassen. Dit vooronderzoek gaf inzicht in de rol die de diverse van belang zijnde arbeidshygiënische parameters bij het lassen spelen. Tegelijkertijd kreeg het Coronel Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam opdracht tot uitvoering van een gezondheidkundig vooronderzoek bij lassers. Bij de bespreking van de eindresultaten werd vastgesteld dat aanvullend onderzoek nodig was om te komen tot richtlijnen voor verantwoord werken bij het lassen. Het aanvullende onderzoek betrof expositie aan luchtverontreiniging, het ultraviolette stralingsniveau alsmede onderzoek naar het effect van in de handel verkrijgbare typen plaatselijke afzuigsystemen en mogelijke alternatieven ter beperking van de expositie van lassers aan luchtverontreiniging. Verder onderzoek naar de lawaai-belasting en de thermische belasting van lassers werd niet nodig geacht.

In verband met de beperkte tijd wordt in deze lezing alleen ingegaan op de expositie van lassers aan luchtverontreiniging en maatregelen om deze expositie te beperken.

ONDERZOEK NAAR DE EXPOSITIE VAN LASSERS AAN LUCHTVERONTREINIGING

Het onderzoek werd uitgevoerd op werkplekken in bedrijven, waar lassers volgens de bedrijfsleiding op normale wijze hun taak uitvoerden. Een belangrijke overweging bij het onderzoek was dat er zeer weinig is gepubliceerd betreffende blootstelling van lassers aan lasemissies in Nederland, hoewel deze beroepsgroep circa 27.500 personen omvat (in 1985).

Veel gegevens zijn gepubliceerd over de produktie van lasrook in een laboratoriumopstelling (fume-box) onder nauwkeurig vastgelegde condities. Deze gegevens zijn echter niet te correleren met de expositie van lassers, omdat hierbij nog zeer veel andere factoren een rol spelen, zoals de houding en de werkwijze van de lasser, de aard en de wijze van het gebruik van expositie-reducerende middelen, de wijze van ventilatie, de werkzaamheden in de omgeving van de lasser en dergelijke.

Om de expositie van lassers aan luchtverontreiniging te bepalen zijn luchtmonsters in de ademzone van lassers verzameld. Daarnaast werden ook op vaste meetplaatsen monsters verzameld in verband met de expositie van helpers of omstanders. In de monsters werden relevante componenten zoals chroom, nikkel, koper en cadmium bepaald. Tevens werden concentraties gemeten van gassen zoals ozon, stikstofoxiden en koolmonoxide.

De in de bedrijven aangetroffen plaatselijke afzuigsystemen en andere voorzieningen om de individuele expositie van de lassers te verminderen zijn geëvalueerd ten behoeve van het deelonderzoek naar het effect van algemene ventilatie en plaatselijke afzuiging ter beperking van de expositie van lassers aan luchtverontreiniging.

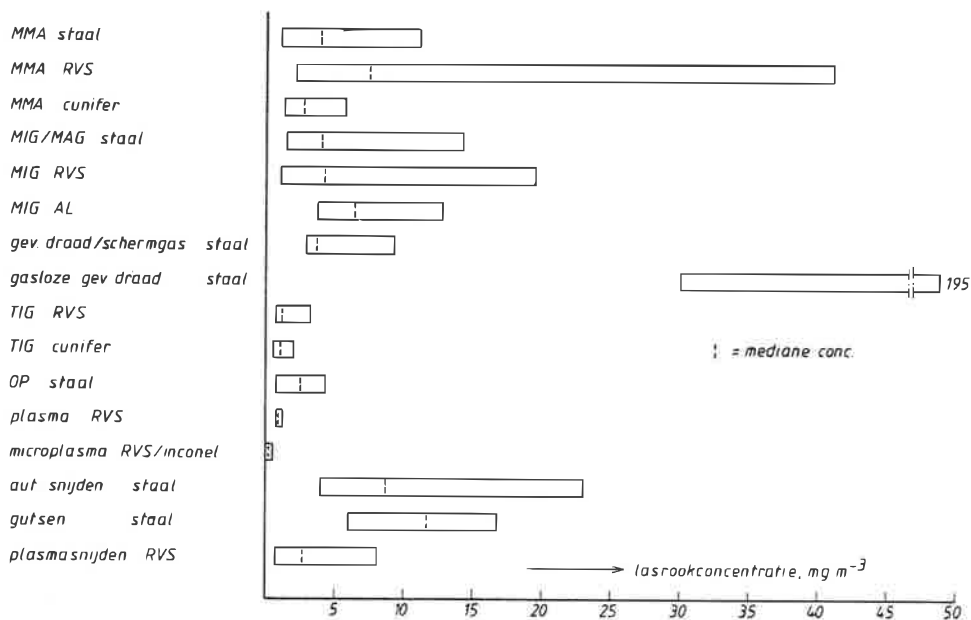
In de meeste gevallen zijn de metingen uitgevoerd in grote ruimten, op min of meer vaste werkplekken, zonder gebruik van plaatselijke afzuiging.

In figuur 1 worden voor verschillende lasprocessen de laagst en hoogst gemeten concentraties en de mediane concentraties weergegeven.

Bij de meeste processen werden concentraties hoger dan $5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ geconstateerd. Dit ($5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$) is de MAC-waarde die geldt voor lasrook waarin afzonderlijke stoffen niet in dusdanige concen-

traties aanwezig zijn, dat bij toepassing van de MAC-waarde van 5 mg.m^{-3} de MAC-waarden van deze afzonderlijke stoffen worden overschreden (bij vele onderzochte processen zijn verbindingen aanwezig die een lage MAC-waarde hebben). Alleen bij TIG- en plasmalasprocessen ligt de lasrookconcentratie beneden de MAC-waarde. Deze processen worden in het algemeen voor kleinere lassen toegepast.

Figuur 1 Lasrookconcentraties in ademzone bij lassen in grote ruimten zonder gebruik van plaatselijke afzuiging.



De bevindingen van het onderzoek ten aanzien van chemische verbindingen zijn samengevat in tabel 1. In deze tabel worden de verschillende situaties, lasprocessen en gelaste materialen voor de verschillende chemische componenten beoordeeld naar de thans geldende MAC-waarden (Nationale MAC-lijst 1986).

De betekenis van de symbolen in tabel 1 is:

- + er zijn uitsluitend concentraties van minder dan $\frac{1}{2}$ MAC gemeten.
- ± er zijn concentraties van meer dan $\frac{1}{2}$ MAC, doch minder dan MAC gemeten.
- er zijn concentraties van meer dan MAC, doch minder dan 2 MAC gemeten.
- er zijn concentraties van meer dan 2 MAC gemeten.

De beoordeling in tabel 1 geldt voor het werken in grote ruimten zonder plaatselijke afzuiging of andere expositie-reducerende middelen. Indien deze wel worden gebruikt kan de situatie gunstiger zijn. Bij het werken in kleine besloten ruimten is de situatie aanzienlijk ongunstiger.

Uit tabel 1 blijkt dat van de onderzochte processen het OP-las-sen en het TIG-las-sen van roestvast staal en cunifer bij de huidige MAC-waarden de enige zijn, waarbij geen overschrijdingen werden geconstateerd. Ook voor hardsolderen zal geen overschrijding optreden als het soldeer geen cadmium bevat. In alle overige gevallen worden overschrijdingen geconstateerd.

Tabel 1 Samenvatting resultaten betreffende expositie aan (chemische) verontreinigingen in grote ruimten zonder expositiereducerende middelen

lasproces en te lassen materiaal	las-rook	Ba	Cr	Ni	Cu	Cd	Ag	F	NO ₂	NO	O ₃	Mn	CO
MMA	ongel. staal	--							+	+	+	+	+
MMA	RVS	--	--	+					+	+	+	+	+
MMA, basische el.	--							±					
MMA	cunifer	-		+	-				+	+	+		
MMA	75% Ni-all.	1)		-									
MAG	ongel. staal	--							+	+	+	+	+
MIG	RVS	--	--	+	-				+	+	--	+	
MIG	CU (in afgezo- gen lasbox)	-			--				+	+	+		
MIG	staal met 7% Mn	-										-	
MIG	Al	--							+	+	--		
gev.draadlassen met gas	ongel. staal	-							+	+	-		
gev.draadlassen gasloos	ongel. staal	--	-										
TIG	RVS	+	+	+					+	+	+		
TIG	monel	±		+	-								
TIG	cunifer	+		+	±				+	+	+		
OP	ongel. staal	±							+	+	+		
plasmalassen	RVS	+	+	+					+	+	--		
autogeen snijden	ongel. staal	--							+	+	+		±
plasmasnijden	RVS	-	±	+					±	+	+		
el. gutsen	ongel. staal	--			+				+	+	+		±
poedervlamsputten	Ni (met pl.afz.)	+		+									
draadvlamsputten	Ni	--		--					+	+	+		--
draadvlamsputten	Cu	--			--				+	+	+		--
hardsolderen		±			+	-	+		+	+	+		
polijsten	RVS	--	--	-									

Een lege plek betekent niet gemeten en/of niet relevant

1) Niet bekend

+ concentraties uitsluitend < 1/2 MAC geconstateerd; ± concentraties > 1/2 MAC < MAC geconstateerd;
- concentraties > MAC < 2 MAC geconstateerd -- concentraties > 2 MAC geconstateerd.

Het effect van voorzieningen om de expositie aan verontreinigingen te reduceren, die in de praktijk werden aangetroffen, kan als volgt worden samengevat:

- Bij het lassen met beklede elektroden geeft het dragen van een lashelm gemiddeld een lagere expositie dan het dragen van een handscherm. Bij het MAG-lassen is dit effect niet geconstateerd. Een leren slabbe aan de helm heeft een extra gunstig effect.
- Het zo groot mogelijk houden van de afstand van de lasser tot de lasboog is gunstig, niet alleen in verband met de lasrookexpositie, maar tevens in verband met de ozonexpositie bij die processen waar ozon gevormd wordt.
- Het gebruik van plaatselijke afzuiging op de juiste wijze, d.w.z. zodanig dat de rook wordt afgezogen zonder daarbij visueel de ademzone van de lasser te passeren, geeft in de praktijk een verlaging van de lasrookexpositie met gemiddeld een factor 2. Dit is veel geringer dan onder ideale omstandigheden mogelijk is zoals blijkt uit vergelijking met resultaten van laboratoriumstudies.
- Het gebruik van overdrukhelmen met luchttoevoer geeft een reductie van de lasrookexpositie die sterk afhankelijk is van de instelling van de luchttoevoer. Een reductie met een factor 20 is mogelijk, doch in de praktijk werd een reductiefactor variërend van 2 tot 20 geconstateerd.
- Bij het lassen in een afgesloten en afgezogen ruimte is de omgeving afdoende beschermd. Voor de lasser zijn extra maatregelen nodig. De omgeving wordt tegen ultraviolette straling en ozon beschermd door de lasplaats te omgeven met een plastic scherm.
- Bij onderafzuiging van snijtafels is een afzuigsnelheid bij de snijtoorts van minimaal 1 m.s^{-1} vereist. In de praktijk is de afzuigsnelheid meestal lager.

- Bij het lassen in kleine besloten ruimten is de reductiefactor bij inblazen van schone lucht groter dan bij (juist geplaatste) plaatselijke afzuiging, doch nog niet voldoende (in een praktijksituatie in een schip werd een factor 5 geconstateerd; nodig was minimaal een factor 10). Bij het lassen met schermgas werd inblazen niet toegepast wegens beduchtheid voor wegblazen van schermgas. Persoonlijke bescherming - overdrukhelm of stofmaskers - is dan noodzakelijk.

Uit de resultaten van het onderzoek kan worden afgeleid hoeveel de exposities door het nemen van maatregelen moeten worden verlaagd om een acceptabele situatie te verkrijgen. In tabel 2 worden de verschillende processen in klassen van benodigde maatregelen, uitgedrukt als reductiefactoren, ingedeeld. Hiermee wordt aangegeven met welke factor de expositie moet worden gereduceerd opdat in minstens 90% van de gevallen geen grenswaarden worden overschreden.

Voor het lassen in besloten ruimten zijn de vereiste reductiefactoren groter.

In tabel 3 worden de componenten aangegeven die een arbeidshygiënist ter beoordeling van een situatie bij lassers dient te bepalen, afgezien van de lasrookconcentraties die altijd moeten worden bepaald. De grenswaarden van de in tabel 3 genoemde componenten worden eerder overschreden dan die van lasrook.

ONDERZOEK NAAR MAATREGELEN TER BEPERKING VAN DE BLOOTSTELLING

Uit eerder onderzoek bleek de blootstelling van lassers in hoge mate te worden bepaald door directe indringing van lasrook in de ademzone (figuur 2), maar in het verspreidingsmechanisme slechts een beperkt inzicht te bestaan. Het verspreidingsmecha-

nisme in relatie tot het lasproces, het lasmateriaal, het lasvermogen, het schermgasdebiet en de toortshoek is daarom nader onderzocht.

Figuur 2 Directe indringing van de lasrook in de ademzone bepaalt in hoge mate de expositie.



Hierbij zijn in verticale doorsneden boven het smeltbad van de lastemperaturen, luchtsnelheden en respirabelstofconcentraties gemeten en geanalyseerd.

Voor het meten van de luchtsnelheden moest een aangepaste anemometer worden ontwikkeld.

Tabel 2 Maatregelenklassen.

Proces	gewenste reductiefactor
Druklassen	
Autogeen lassen	
TIG-lassen, exclusief aluminium	
Poederdeklassen (OP)	1
Plasmalassen	
Plasmasnijden onder water	
Hardsolderen zonder cadmium	
Beklede elektrodelassen, exclusief RVS, beryllium en vanadium	2
MIG/MAG-lassen exclusief RVS en Al	
Gevulde draad met beschermgas	
TIG-lassen van Al	
Plasmasnijden in lucht	
Autogeen snijden	
Elektrisch gutsen	
Lassen en snijden van geverfd metaal (geen loodmenie)	5
Draadvlamspuiten, exclusief koper	
Hardsolderen met cadmium	
Beklede elektrodelassen van RVS, Be en V	10
MIG/MAG-lassen van RVS en Al	
Gevulde draadlassen zonder beschermgas, geen barium	30
Draadvlamspuiten van koper	
MIG-lassen van koperlegeringen	
Gevulde draadlassen zonder beschermgas, bariumhoudende vulling	50
Lassen en snijden van staal gecoat met (rode) loodmenie meer dan 100	

Tabel 3 Gezondheidsbepalende componenten in lasrook

Proces	Componenten
MMA van RVS	Cr (6+)
MIG van RVS	Cr en O ₃
MIG van Al	O ₃
Gevulde draad	O ₃
MMA en MIG leg. met > 50% Ni	Ni
MMA en MIG leg. met > 4% Mn	Mn
Cu-legeringen, alle processen	Cu
Cd-legeringen, alle processen	Cd
Draadvlamsputten	CO
Plasmasnijden (in lucht)	NO ₂

Uit de analyse blijkt, dat bij de verschillende lasprocessen 12-31% van het lasvermogen door convectie aan de lucht wordt afgegeven en verantwoordelijk is voor het ontstaan van de lasrookpluim. Ongeveer eenzelfde deel wordt direct door straling afgegeven, terwijl het overige vermogen in het materiaal wordt opgenomen om vervolgens vertraagd en minder plaatselijk te worden afgegeven aan de lucht en de omgeving. De oorzaak van de onderlinge verschillen moet vooral worden gezocht in een variërende oppervlakte smeltend materiaal dat aan de lucht wordt blootgesteld en in een van de samenstelling van de lasrookpluim afhankelijke stralingsafgifte. Dit wordt beïnvloed door de inbranding van de las, het smeltpunt van het materiaal, hoeveelheid afsmeltend materiaal, hoeveelheid lasspatten en verontreinigingen en dergelijke.

De verspreiding van warmte en daarmee van verontreinigingen vanaf de las blijkt in eerste instantie te kunnen worden beschreven als een potentiaalstroming. Dit wil zeggen, dat verontreinigingen zich vanaf de las alzijdig verspreiden. De lasrookpluim wordt hierdoor snel breed. Vervolgens begint het thermisch effect te overheersen en vindt er vooral verspreiding in hoogterichting plaats.

Dit stromingsmechanisme is uniform voor de verschillende booglasprocessen. De verschillen, afhankelijk van proces, materiaal, lasvermogen en dergelijke, zijn redelijk te beschrijven en dus tamelijk goed te voorspellen. Hierdoor bleek het mogelijk een representatieve opstelling voor de verspreiding van luchtverontreinigingen vanaf de las te maken, waarin maatregelen konden worden beproefd.

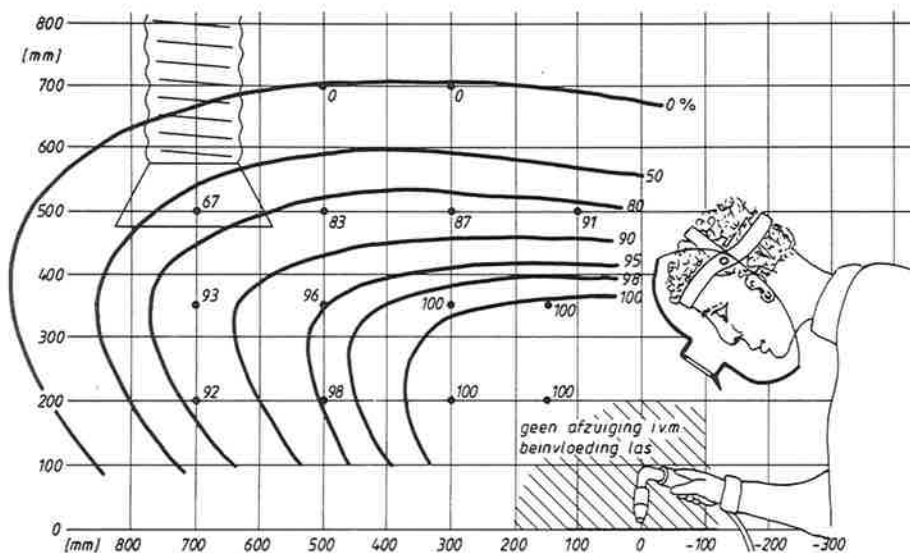
In de proefopstelling zijn concentraties in de ademzone van een dummy-lasser gemeten, zowel met als zonder maatregelen. Uit het verschil in ademzoneconcentraties is het effect van de maatregelen afgeleid, afhankelijk van de uitvoering en de wijze van gebruik.

Een voorbeeld hiervan wordt in figuur 3 weergegeven. De figuur toont het verband tussen de plaats en de effectiviteit (= percentage waarmee de concentratie in de ademzone wordt vermindert) van een puntafzuiger. De lijnen geven de plaatsen van de afzuigmond aan waarvoor een bepaalde effectiviteit geldt.

Uit de proefresultaten, in combinatie met praktijk- en literatuurgegevens, zijn het toepassingsgebied, de juiste dimensionering en het juiste gebruik van de maatregelen vastgesteld.

Met een goede gebruiksinstructie worden per maatregel in tabel 4 vermelde reductiefactoren (factoren waarmee de concentratie in de ademzone wordt verlaagd) haalbaar geacht.

Figuur 3 Gemeten (•) en in geïdealiseerde vorm voorgestelde effectiviteit (—) (procentuele vermindering van de lasrookconcentratie in de ademzone) van een puntafzuiging, afhankelijk van de plaats van afzuiging. Afzuigdebiet = $500 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Hoog lasvermogen.



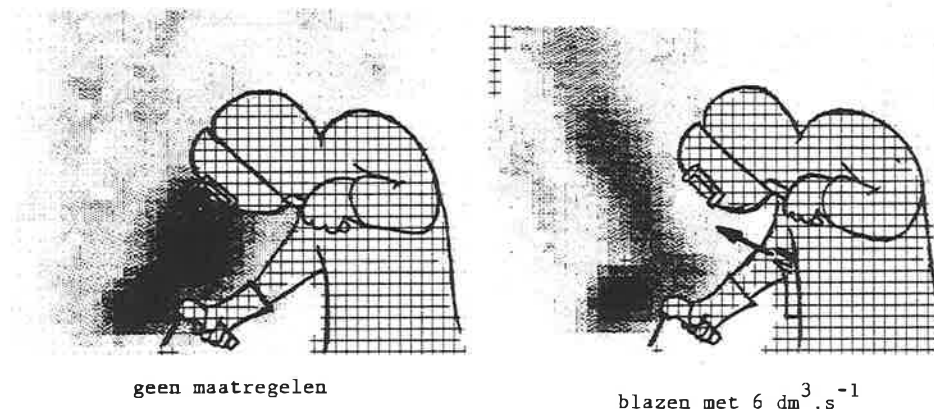
Tabel 4 Genomen maatregelen en haalbaar geachte reductiefactoren

Maatregel	Haalbare reductiefactor
ruimteventilatie	1
lashedelm met verbeterde afdichting	2
plaatselijke afzuiging	5
persoonlijke adembescherming	10
persoonlijke adembescherming + kabine	30
persoonlijke adembescherming + kabine + plaatselijke afzuiging	50

Een alternatief voor het afzuigen is het wegblazen van lasrook. Om direct binnendringen van lasrook te voorkomen is wegblazen een meer voor de hand liggende maatregel dan afzuigen.

Het effect van blazen op een luchtbeweging zoals van de lasrook is veel groter dan het effect van zuigen. Proeven hebben dan ook aangetoond, dat een reductiefactor 15 al haalbaar is met een debiet dat slechts enkele procenten is van het debiet van puntafzuigers. De scanneropnamen van figuur 4 tonen de werking. Het voordeel is dat de voorziening draagbaar kan zijn, zodat de lasser steeds optimaal wordt beschermd zonder enige belemmering. De lasrook verspreidt zich bij deze maatregel uiteraard in de ruimte. Mogelijk is de natuurlijke ventilatie door kieren al voldoende om de concentraties aan verontreinigingen laag te houden, anders moet aanvullende ventilatie worden toegepast. Ook zal blazen goed gecombineerd kunnen worden met plaatselijk afzuigen. De betrouwbaarheid van deze combinatie zal aanzienlijk groter zijn dan van alleen maar afzuigen.

Figuur 4 Opnamen met een infrarood-gaswolkscanner illustreren dat het wegblazen van lasrook een eenvoudige maar betrouwbare beschermingsmaatregel kan zijn.



Een groot onderzoek als dit kan uiteraard niet door een of enkele personen worden uitgevoerd. Het onderzoek naar maatregelen ter beperking van de blootstelling van lassers aan luchtverontreiniging werd uitgevoerd onder leiding van Ing. B. Knoll. In het concept-voorlichtingsblad 'Verantwoord werken bij het lassen' wordt een lijst van rapporten en publikaties gegeven. In de genoemde literatuur wordt uitgebreid verwezen naar andere literatuur op dit gebied.

ARBEIDSPLAATSVERBETERING IN DE MEUBELINDUSTRIE

Dr Ir J. Dul

Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg
(NIPG-TNO) Leiden

SAMENVATTING

Om de arbeidsomstandigheden in de meubelindustrie te verbeteren is op initiatief van de Stichting Sectorbeleid Meubelindustrie en in opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid een onderzoek verricht.

In de eerste fase van het onderzoek zijn ARBO-knelpunten in de gehele bedrijfstak in kaart gebracht. In de tweede fase zijn voor specifieke knelpunten oplossingen uitgetoetst. Wat betreft de tweede fase wordt ter illustratie een onderzoek naar de werkhouding van naaisters in meubelstoffeerbedrijven beschreven.

INLEIDING

Het NIPG-TNO verricht toegepast en onderbouwend ergonomisch onderzoek ten behoeve van verbetering van de arbeidsomstandigheden in verschillende bedrijfstakken. In de loop der jaren is hiervoor een systematische aanpak ontwikkeld. Deze aanpak kenmerkt zich door een fasering waarbij allereerst een brede, globale analyse plaatsvindt om de knelpunten in de arbeidsomstandigheden in kaart te brengen, en vervolgens een gericht onderzoek wordt gestart om te komen tot concrete aanbevelingen voor oplossingen voor de meest ernstige knelpunten.

De genoemde aanpak kent de volgende vier fasen:

fase 1. analyse knelpunten

fase 2. formuleren oplossingen

fase 3. implementatie

fase 4. evaluatie

Tijdens de eerste fase wordt de te onderzoeken bedrijfstak/bedrijf/beroepsgroep doorgelicht op bezwarende arbeidsomstandigheden. Veelal wordt hierbij een geïntegreerde benadering toegepast, waarbij verschillende aspecten van de arbeidsomstandigheden (fysisch-chemische factoren, fysieke belasting, sociaal-organisatorische aspecten, veiligheid) aan de orde komen. Soms wordt echter direkt al voor één invalshoek (zoals fysieke belasting) gekozen omdat bijvoorbeeld bekend is dat zich daar de grootste problemen voordoen wat betreft gezondheid, ziekteverzuim of arbeidsongeschiktheid. Voor het uitvoeren van fase 1 beschikt het NIPG over verschillende onderzoeksmethodieken zoals vragenlijsten, observatie-methoden met checklists, meetinstrumenten. Het komt ook voor dat de analyse wordt uitgevoerd aan de hand van bestaande bedrijfsgegevens. Meestal heeft de eerste fase een globaal inventariserend karakter met als doel prioriteiten te stellen voor het aanpakken van de meest ernstige knelpunten.

Op grond van het overzicht van bezwarende arbeidsomstandigheden wordt in de tweede fase van de NIPG-aanpak aangegeven welke mogelijkheden bestaan voor verbeteringen van de arbeidsomstandigheden. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen bestaande oplossingen die direkt implementeerbaar zijn en oplossingen die nog nader onderzoek behoeven (testen van een bestaande mogelijke oplossing, ontwikkelen van nieuwe oplossingen). Het nader onderzoek kan enerzijds betrekking hebben op de praktische bruikbaarheid van een oplossing. Anderzijds is het veelal wenselijk om, alvorens de oplossing op grotere schaal te introduceren, eerst op kleine schaal na te gaan of het beoogde effect (bijvoorbeeld vermindering van de fysieke belasting) inderdaad met de voorgestelde oplossing wordt bereikt. Voor het onderzoek in de tweede fase beschikt het NIPG over verschillende onderzoeksmethodieken op deelaspekten van de arbeidsomstandigheden zoals lawaai, stress, fysieke belasting.

De derde fase van het verbeteren van de arbeidsomstandigheden betreft het implementeren van oplossingen. Tot op heden is vanuit de onderzoekwereld relatief weinig aandacht geweest voor dit belangrijke onderwerp. De vermoedelijke redenen daarvoor zijn de complexiteit van de problematiek waardoor bijvoorbeeld zelfs eenvoudige verbeteringen niet worden toegepast, en het ontbreken van een onderzoeksmethodiek ter bestudering en oplossing van de implementatie-problemen. Momenteel wordt binnen het NIPG een start gemaakt met dit onderwerp van onderzoek.

De vierde fase betreft het evalueren van de geïmplementeerde oplossingen. Hoewel deze fase zeer nuttig kan zijn voor bijsturing van bestaande en toekomstige oplossingen bestaat bijvoorbeeld bij opdrachtgevers van onderzoek geringe belangstelling voor deze fase. Dit houdt vermoedelijk verband met het feit dat de verwachte effecten van verbeteringen in de arbeidsomstandigheden zoals minder gezondheidsproblematiek, minder ziekteverzuim, en arbeidsongeschiktheid en financiële consequenties

daarvan, verhoogde produktiviteit etc., zich pas op langere termijn kunnen manifesteren. Onderzoek hiernaar is veelal kostbaar. Vaak beperkt de evaluatie zich tot de vraag in hoeverre een aanbeveling na verloop van tijd in praktijk is gebracht. Ook dit onderwerp wordt op dit moment binnen het NIPG in ontwikkeling gebracht.

VERBETERING ARBEIDSOMSTANDIGHEDEN MEUBELINDUSTRIE

De bovengenoemde aanpak is gehanteerd in een onderzoek dat gericht is op de verbetering van de arbeidsomstandigheden in de meubelindustrie, waarbij het accent gelegen heeft op de eerste twee fasen. Fase 1 betrof een algemeen inventariserend onderzoek naar arbeidsomstandigheden en arbeidsplaatsverbetering in de meubelindustrie (1). Fase 2 had betrekking op ondermeer verbetering van de werkhouding van naaisters in meubelstoffeerbedrijven (2).

Het onderzoek naar verbetering van de arbeidsomstandigheden in de meubelindustrie was een initiatief van de Stichting Sectorbeleid Meubelindustrie, een stichting waarin werkgevers en werknemers uit de meubelindustrie zijn vertegenwoordigd. De aanleiding voor het onderzoek waren de signalen dat de arbeidsomstandigheden in deze bedrijfstak niet altijd even gunstig zijn. In 1984 heeft het NIPG een start gemaakt met de eerste fase van het onderzoek.

Fase 1: analyse knelpunten

Voor de eerste fase van het onderzoek werd een boven beschreven integrale aanpak gekozen. Nagegaan is bij welke soorten werkzaamheden, welke aspecten van de arbeidsomstandigheden bezwarend kunnen worden genoemd. Het doel daarvan was het stellen van prioriteiten voor verbeteringen die in de volgende fasen moesten worden ontwikkeld. Het onderzoek werd uitgevoerd bij 20 meubel-

bedrijven. Aan de hand van een checklist met ergonomische normen werden werkplekken geobserveerd, en werden gesprekken gevoerd met werknemers en bedrijfsleiding. In twijfelgevallen werden ook geluid- en stofmetingen verricht. De ergonomische normen werden geselecteerd uit handboeken. Ondanks onze twijfels over de betrouwbaarheid hiervan (zie bijvoorbeeld Dul & Hildebrandt, 1987a,b en Pol & Dul, 1986) zijn voor een globale inventarisatie deze normen bruikbaar.

Het resultaat van de eerste fase is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Meest bezwarende arbeidsomstandigheden in de meubelindustrie

		plaatverwerking		massief houtverwerking				meubelstof-fering					
		plaatzagen		plaat-schuren		bestekzagen		schaven		freezen		massiefschuren	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
fysische/chemische arbeidsomstand.	geluid		x			x	x						
	klimaat												
	trillingen												
	tox.stoffen												x
	stof/vuul			x									
	verlichting												
fysieke belasting	zware arbeid												
	werkhoudingen												
	tillen en kracht		x	x		x				x	x		x
taak-inhoud	afwisseling												
	kort-cyclisch												
	tijdsdruk												
	aandacht		x										
mech. veiligheid	beveiligingen												
	gedrag												
	werkruimte												

x. waargenomen ernstige knelpunten

In Tabel 1 heeft een kruisje betrekking op een ernstig knelpunt in de arbeidsomstandigheden. In dat geval wordt de vooraf gekozen ergonomische norm duidelijk overschreden, gedurende langere tijd per werkdag, en in de meeste van de onderzochte bedrijven. Bij bijvoorbeeld plaatszagen in de plaatverwerkende meubelindustrie lag het geluidniveau duidelijk boven de gehanteerde norm van 80 dB(A). De blootstelling vond plaats gedurende langere tijd per dag (machine staat veel aan), terwijl het probleem bij vrijwel alle onderzochte bedrijven werd geconstateerd.

Naast de aangegeven ernstige knelpunten werden ook minder ernstige knelpunten gevonden die echter niet zijn weergegeven in tabel 1 in verband met de overzichtelijkheid.

Fase 2: formuleren oplossingen

Tijdens de tweede fase van het onderzoek werden voor de meest ernstige knelpunten mogelijke oplossingen geformuleerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de kennis van alle betrokkenen (werknemers, bedrijfsleiding, branche-deskundigen, onderzoekers). Deze kennis werd verzameld middels gesprekken en literatuurstudie. In totaal werden ruim 50 oplossingen geformuleerd waarbij enerzijds werd aangegeven of het gaat om bestaande oplossingen, of om oplossingen die nog nader onderzoek behoeven, en anderzijds of het structurele oplossingen betreft, dan wel minder structurele oplossingen zoals persoonlijke beschermingsmiddelen. Verder werd per oplossing een schatting gemaakt van het aantal werknemers dat van de oplossing kan profiteren.

Op grond van het overzicht van knelpunten en het overzicht van oplossingsmogelijkheden werden vijf belangrijke aandachtsgebieden geformuleerd: lawaai, veiligheid, stof, toxische stoffen, en fysieke belasting, waarbij een aantal werkzaamheden speciale aandacht kreeg (bijvoorbeeld naaiwerkzaamheden in de meubelstof-fering, zie hierna).

Voordat oplossingen konden worden geïmplementeerd vonden eerst nog nadere onderzoeken plaats om de haalbaarheid en wenselijkheid van bepaalde oplossingen uit te zoeken. Hiervoor werden meerdere TNO-onderdelen ingeschakeld. Het NIPG heeft hierbij het onderdeel "fysieke belasting" voor haar rekening genomen.* Het betrof een onderzoek naar de mogelijkheden om via individuele aanpassing van de naaiwerkplek te komen tot een verbetering van de werkhouding van naaisters. Het onderzoek was gericht op het optimaal benutten van de bestaande instelmogelijkheden van naaiwerkplekken (Dul & Nijboer, 1987). Het nader onderzoek betrof een experimenteel veldonderzoek in een meubelstofferbedrijf. Naaisters werken in een typische houding die wordt gekenmerkt door een voortdurend gebogen stand van hoofd en romp, en door een voortdurend opgeheven stand van de linker arm. Opvallend veel naaisters hebben dan ook nek-, rug-, en linker schouderklachten. Volgens ergonomische en arbeidsbiomechanische literatuur speelt bij dit type werk de tafelhoogte een belangrijke rol. Te lage tafels veroorzaken voorovergebogen houdingen van hoofd en romp en daarmee belastingen van de nek- en rugspieren, maar te hoge tafels veroorzaken opgeheven standen van de arm en

*Binnen het NIPG is onlangs een Onderzoeksgroep Bewegingsapparaat geformeerd om de preventie-mogelijkheden van beroepsgebonden gezondheidsproblematiek van het bewegingsapparaat te onderzoeken. Het ergonomisch onderzoek naar houding en beweging is hiervan een onderdeel. Aanleiding voor dit onderzoekaccent is het feit dat de problematiek van het bewegingsapparaat in arbeidssituaties zeer omvangrijk is. Een vijfde van het aantal ziektedagen en een derde van aantal WAO toetredesgevallen worden toegeschreven aan rugklachten en andere aandoeningen van het bewegingsapparaat. Binnen het bedrijfsleven, de overheid en de onderzoek-wereld bestaat een toenemende belangstelling voor deze problematiek, hetgeen ondermeer blijkt uit het aantal ergonomische en medische congressen over dit onderwerp (voor congresverslagen zie 7,8,9). Ten behoeve van het onderzoek wordt binnen het NIPG momenteel een "Laboratorium voor Houdings- en Bewegingsanalyse" ingericht, met onder andere het gecomputeriseerd video-systeem VICON voor het registreren van houdingen en bewegingen.

daarmee belastingen van de schouderpijlen. Over de optimale tafelhoogte voor naaisters zijn geen gegevens beschikbaar.

Om richtlijnen voor de hoogte van naaitafels te kunnen formuleren werden zes ervaren naaisters gevraagd een gestandaardiseerde naaitaak van ongeveer een half uur uit te voeren. Iedere naaister verrichtte deze taak zes keer bij drie verschillende tafelhoogtes (5 cm onder de elleboog, op ellebooghoogte, en 5 cm boven de ellebooghoogte). Tijdens de taakuitvoering werd de houding van hoofd en romp vastgelegd met multimoment-fotografie (elke minuut een foto). De houding van de linker bovenarm werd vastgelegd met een electro-inclinometer die op de arm was gemonteerd. Verder werden ook enige subjektieve metingen gedaan namelijk de toename van het ervaren lichamenlijk ongemak in bepaalde lichaamsdelen tijdens de meetsessie van een half uur, en het oordeel van betrokkenen over de tafelhoogte.

De resultaten lieten zien dat van de drie onderzochte tafelhoogtes een tafelhoogte van 5 cm boven de elleboog optimaal is. Een tafelhoogte van 5 cm onder de elleboog voldoet niet omdat bij deze laagste tafel de houding van hoofd en romp verder voorovergebogen is dan bij de hogere tafels. Ook was het lichamenlijk ongemak bij de lagere tafels groter en waren de proefpersonen van oordeel dat de aanbevolen tafel te laag was. Bovengenoemde resultaten waren statistisch significant. De onderzochte tafelhoogtes bleken geen aantoonbare invloed te hebben op de armstand van de naaisters.

Op grond van de resultaten van het onderzoek konden konkrete richtlijnen worden geformuleerd voor de optimale individuele instelling van het werkmeubilair, waarbij naast de tafelhoogte ook de stoelhoogte en de positie van het voetpedaal werden betrokken.

Fase 3: implementatie

Nadat door verschillende TNO-onderdelen op de vijf aandachtspunten oplossingen zijn geformuleerd volgt de implementatiefase. Bij de implementatie van oplossingen is door de bedrijfstak gekozen voor een aanpak via voorlichting. Het uitgangspunt daarbij was dat de toepassing van oplossingen kan worden bevorderd door informatie te verschaffen over die oplossingen. De middelen die voor de voorlichting zijn gebruikt betreffen populaire rapportages en speciale beurzen over arbeidsomstandigheden bestemd voor werkgevers en werknemers van alle Nederlandse meubelbedrijven. Inmiddels zijn vier brochures verschenen over algemene arbeidsomstandigheden, lawaai, veiligheid en fysieke belasting. Verder zijn twee beurzen gehouden, één over de algemene arbeidsomstandigheden in de meubelindustrie, en een tweede over genoemde deelaspekten van de arbeidsomstandigheden.

Momenteel vindt binnen het NIPG een nadere gedachtengang plaats over de mogelijkheden om bestaande oplossingen ter verbetering van de arbeidsomstandigheden in de praktijk te brengen. In het kader van het onderzoek naar vermindering van de fysieke belasting in de meubelindustrie is gezocht naar de belemmeringen die werkgevers van meubelstofeerbedrijven ervaren om tot aanschaf van stahulpen over te gaan en de rol die voorlichting daarbij kan spelen (Dul & Nijboer, 1987). Door gebruik van stahulpen kan bij de langdurig staande stoffeerwerkzaamheden de belasting van de benen en rug verminderen. Het bleek dat deze hulpmiddelen in de meubelindustrie nog niet worden toegepast omdat de bedrijfsleiding stahulpen niet heeft aangeschaft. Tijdens het onderzoek is een methode "gedragsverandering door voorlichting" gebruikt die nieuw is voor het arbeidsomstandigheden-onderzoek, en waarmee het door de bedrijfsleiding vertoonde "niet-aankoopgedrag" van stahulpen is geanalyseerd. Het bleek dat de bedrijfsleiding twee belangrijke nadelen ziet namelijk te weinig bewegingsruimte voor de werknemer, en te lange gewenningsperiode. Deze nadelen

kwamen echter niet (of maar ten dele) naar voren in een proef met deze hulpmiddelen in de praktijk. De voorlichting zou zich in dit geval vooral moeten richten op het wegnemen van misverstanden bij de bedrijfsleiding over deze twee aspecten.

Fase 4: evaluatie

Over de evaluatie van geïmplementeerde oplossingen zijn in dit onderzoek in de meubelindustrie nog geen beslissingen genomen.

KONKLUSIES

De gepresenteerde aanpak voor onderzoek naar arbeidsomstandigheden en arbeidsplaatsverbetering heeft zijn nut bewezen in verschillende bedrijfstakken waaronder de meubelindustrie. Gebleken is dat de analyse-fase in het algemeen relatief minder inspanning vraagt dan de volgende fasen doordat meestal kan worden volstaan met een globale screening van knelpunten. Voor formuleren van (ergonomische) oplossingen in fase 2 is veelal nader onderzoek nodig om mogelijke oplossingen te testen of te ontwikkelen. Indien eenmaal een goede oplossing is gevonden dient in de implementatie-fase meer dan tot nu toe gebruikelijk is aandacht te worden besteed aan de implementatie-problematiek. Bij gebruik van voorlichting dient de inhoud van de voorlichting een bijdrage te leveren aan het wegnemen van specifieke belemmeringen voor de invoering van verbeteringen. De belemmeringen kunnen zowel bij werkgevers als bij werknemers liggen. Wat betreft de laatste fase van de aanpak te weten de evaluatie moet de kennis en ervaring nog grotendeels worden opgebouwd.

LITERATUUR

- DUL, J. Arbeidsomstandigheden en arbeidsplaatsverbetering in de meubelindustrie. DGA-rapport S15, 1985.
- DUL, J. Verslag van de 'International Conference on Musculoskeletal Injuries in the Workplace', 27-29 mei 1986, Kopenhagen. Tijdschr. Ergonomie 11 (1986) no 2; p. 13-14.
- DUL, J., M.P. VAN DER GRINTEN & V.H. HILDEBRANDT. Een ergonomisch onderzoek naar de werkhouding van naaisters in de meubelindustrie. Tijdschrift voor Sociale Gezondheidszorg (aangeboden).
- DUL, J. & V.H. HILDEBRANDT. Preventie beroepsgebonden rugproblematiek. Een inventarisatie van ergonomische richtlijnen. DGA-rapport S35, 1987. Ministerie van Sociale Zaken, Voorburg, 1987.
- DUL, J. & V.H. HILDEBRANDT. Ergonomic guidelines for the prevention on low back pain at the workplace. Ergonomics 30 (1987) 419-429.
- DUL, J. & I.D. NIJBOER. Vermindering van fysieke belasting in de meubelindustrie. HUMAR-TNO, 1987.
- GRINTEN, M.P. VAN DER, J. DUL & V.H. HILDEBRANDT. Congres over beroepsgebonden problematiek van het bewegingsapparaat. Impressies van het congres 'Musculoskeletal disorders at work'. Tijdschr. Soc. Gezondheidsz. 65 (1987) 611-612.
- HILDEBRANDT, V.H., J. DUL & M.P. VAN DER GRINTEN. Bewegingsapparaatproblematiek blijft aktueel. Drie recente congressen. Tijdschr. Soc. Gezondheidsz. 64 (1986) 497-499.
- POLL, K.J. & J. DUL. Selectie van ergonomische richtlijnen uit 6 handboeken. DGA-rapport S23, Ministerie van Sociale Zaken, Voorburg, 1986.

OVER DE SPREKERS

BIOGRAFIE

H. Hoolboom, geboren in 1929 te Palembang.

Studeerde Medicijnen aan de Rijksuniversiteit te Leiden, waar hij in 1955 het artsdiploma haalde.

Was praktisch werkzaam als huisarts en bedrijfsarts en is sinds 1975 verbonden als stafmedewerker voor bedrijfsgezondheidszorg aan het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO.

Sinds haar instelling fungeert Hoolboom als voorzitter van de TNO Dwarsverbandcommissie Humanisering van Arbeid. Hij is tevens coördinator van de Commissie Arbeidsgeneeskundig Onderzoek (CARGO) TNO.

BIOGRAFIE

M.P. van der Grinten werd geboren in 1945 en studeerde werktuigbouwkunde, afstudeerrichting 'bedrijfsmechanisatie' aan de TU te Delft. Na indiensttreding bij TNO in 1973 verrichtte hij ergonomisch onderzoek. Aanvankelijk lag het accent op breed screenend onderzoek in het kader van de ontwikkeling van een methode van onderzoek (VPFA) voor toepassing in de bedrijfsgezondheidszorg. Doel van de methode is het inventariseren van ervaren gezondheidswerk en werkomstandigheden in bedrijven teneinde prioriteiten te stellen voor verder Arbo-beleid. Verder heeft hij diverse onderzoeks-projecten uitgevoerd op het gebied van de arbeidsplaatsverbetering, vooral in de bouwnijverheid. Momenteel vindt dit onderzoek plaats in het kader van onderzoek gericht op het voorkomen van gezondheidsproblematiek van het bewegingsapparaat. In dit kader wordt door van der Grinten ook onderzoek gedaan naar geschikte methoden voor het registreren van 'ervaren ongemak' in verschillende lichaamsregio's. Deze methoden zijn van belang voor evaluatie-onderzoek, waarin ergonomische oplossingen worden getest op hun effecten.

BIOGRAFIE

E. Burringh is arbeidshygiënist en afkomstig van de Landbouw Universiteit in Wageningen. Na een promotieonderzoek naar verkeersaerosolen heeft hij ruim vijf jaar als beleidsmedewerker bij de FNV gewerkt en uit dien hoofde in allerlei commissies gezeten. Sinds mei 1985 werkt hij bij de hoofdgroep Maatschappelijke Technologie van TNO. Hij werkt momenteel aan het oplossen van stofproblemen in de baksteenindustrie, het ontwikkelen van een meetstrategie en verspreidingsmodellen voor verontreiniging in werkruimten. Hij heeft drie boeken en vele artikelen en rapporten geschreven.

BIOGRAFIE

Rosalie B.M. Geuskens is landbouwkundig ingenieur, afgestudeerd in de studierichting milieuhygiëne. Na haar studie is zij drie jaar werkzaam geweest bij het Studie en Informatie Centrum voor Milieuonderzoek - TNO (SCMO-TNO) waar zij zich bezig hield met beleidsonderbouwende studies op het gebied van luchtverontreiniging en gezondheid. Sinds drie jaar is zij werkzaam bij het Medisch Biologisch Laboratorium als arbeidshygiënist. Hier houdt zij zich bezig met onderzoek naar de gezondheidsrisico's van chemische factoren op de werkplek en naar maatregelen die het gezondheidsrisico dienen te voorkomen of te beperken.

BIOGRAFIE

Ir. H.E.A. Brackenhoff (1951) heeft na zijn studie Technische Natuurkunde aan de TH Twente gewerkt op het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. Sinds 1979 is hij medewerker van de Technisch Fysische Dienst TNO-TH, waar hij vanaf 1985 hoofd is van de sectie industriegeluid.

BIOGRAFIE

J.F. van der Wal werd geboren op 1 oktober 1937 te Rotterdam. Hij doorliep het gymnasium te Arnhem en studeerde chemische technologie aan de TU Delft (diploma 1962). Tijdens militaire dienst was hij gedetacheerd bij wat nu Prins Mauritslaboratorium TNO heet, na dienst werd dit omgezet in een aanstelling bij TNO. In 1969 ging hij naar het toenmalige IG (later IMG), afdeling Binnenlucht. Na desintegratie van het IMG op 1-8-1985 is hij werkgroep leider geworden bij de afdeling Binnenmilieu MT te Delft. Werkterrein: herkenning, waardering en beheersing van het chemisch binnenmilieu. Hij heeft veel gepubliceerd in nationale en internationale vakbladen op dit gebied.

BIOGRAFIE

Jan Dul is wetenschappelijk medewerker van het NIPG-TNO. Hij verricht onderzoek op het gebied van de ergonomie van houding en beweging en de biomechanica. Zijn belangstelling gaat daarbij uit naar het meten van werkhoudingen en -bewegingen in veld en laboratorium-situaties, en de vertaling daarvan naar inwendige belasting van spieren en gewrichten.

Aandacht voor arbeid en arbeidsomstandigheden binnen bedrijven, organisaties, instellingen en andere werkgemeenschappen wordt steeds belangrijker. De verbetering van de werkplek, het weg nemen van ongunstige werkomstandigheden en het interessant maken van het werk zijn in veel bedrijven belangrijke programmapunten voor het ondernemingsbeleid.

Verbetering van de arbeidsvoorwaarden is een belangrijk onderwerp van overleg in Arbo-commissie, dienst-commissie, commissie voor Gezondheid/Veiligheid/Welzijn, en in de Ondernemingsraad. De nieuwe arbeidsomstandighedenwet draagt ertoe bij dat in veel bedrijven werkplekverbeteringsprojecten worden opgezet. Hierbij is vaak advies van een onderzoekinstantie nodig. TNO doet onderzoek en geeft adviezen op dit gebied.

Het gaat hierbij om de volgende factoren:

1. fysische factoren (lawaaï, klimaat, trillingen, straling);
2. chemische factoren;
3. ergonomie (werkhouding, verlichting, ontwerp van meubilair, informatiesystemen, normstelling);
4. technologie/arbeid (kwaliteit van de arbeid bij invoering nieuwe technologieën, kantoor-, proces- en productie-automatisering);
5. bedrijfsveiligheid (risico-analyse, gegevensverzameling gevaarlijke stoffen, bedrijfsongevallenonderzoek, veiligheidsgedrag);
6. arbeidsgeneeskunde/bedrijfsgezondheidszorg (arbeidsbelasting, stress, ziekteverzuim, beroepsziekten, epidemiologisch onderzoek, gezondheidsonderzoek in bedrijven en bij beroepsgroepen, opleidingen).

Hierbij wordt door TNO in veel gevallen gewerkt vanuit een

Hierbij wordt door TNO in veel gevallen gewerkt vanuit een integrale aanpak, dat wil zeggen dat de verschillende aspecten in onderlinge samenhang bestudeerd worden. Deze integrale aanpak bij de verbetering van de arbeidsomstandigheden wordt gehanteerd door TNO bij onderzoek- en advieswerk in bedrijfstakken/branches, in bedrijven en bij afzonderlijke werkplekken.

HET SOORT PROBLEMEN

Er zijn veel manieren waarop humanisering van arbeid bereikt kan worden. Hieronder volgen enkele voorbeelden van projecten waaraan bij TNO wordt gewerkt.

Geluidsoverlast

Op een werkplek is het geluidsniveau te hoog. Het probleem kan op verschillende manieren worden opgelost: toepassen van andere werkmethoden, ontwerpen van machines die minder geluid produceren, afschermen van de werkplek en het verbeteren van de akoestiek van de werkruimte. Het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen is bij een te hoog geluidsniveau verplicht, maar lost in feite niets op. In de allereerste plaats dient de bron te worden aangepakt ('stille technologie').

Stank en stof

In een chemische fabriek heeft het personeel last van stank en stof. De processen en de daarbij gebruikte apparatuur worden onderzocht en beoordeeld. De installatie en het procesverloop worden gewijzigd om de problemen op te lossen.

Adviesaanvraag OR modernisering raffinaderij

De directie van een levensmiddelenconcern heeft plannen ontwikkeld om een oude raffinaderij te moderniseren en vraagt de

ondernemingsraad om advies. De OR schakelt TNO in om de consequenties voor arbeidsomstandigheden, en met name de sociale aspecten te beoordelen. TNO analyseert de oude situatie en de te verwachten toekomstige situatie en signaleert knelpunten. Daarnaast geeft TNO de OR adviezen om op bepaalde punten aanvullende informatie te vragen.

Ergonomische problemen

De inrichting van veel cabines van werktuigen, voertuigen en dergelijke laat te wensen over. Er worden adviezen gegeven over het gewenste uitzicht, de zitgelegenheid, de afmetingen van de cabines, het vermijden van trillingen en schokken, de toegankelijkheid, de bedieningsmiddelen en het instrumentarium.

Inhoud van het werk

In een assemblagefabriek wordt zeer eentonig en routinematig, zich steeds herhalend montagewerk verricht. Door aanpassing van de montagelijns en het aanbrengen van buffers in de lijn wordt de tempodwang weggenomen. Door roulatie van de mensen over verschillende werkplekken wordt het werk aantrekkelijker gemaakt.

Mens-machinesystemen en automatisering

Bij het ontwerpen van geavanceerde mensmachinesystemen speelt automatisering vaak een belangrijke rol. Bij de keuze welke taken aan de automaat en welke taken aan de mens zullen worden toegewezen, is het noodzakelijk na te gaan of de taak voor de mens uitvoerbaar is. Wensen, mogelijkheden en beperkingen van de mens dienen bij het ontwerp te worden meegewogen. Dit geldt zowel voor het ontwerpen van de hardware (automatiseringsapparatuur, ingrijporganen, middelen om de informatie te presenteren) als van de software (aanpassen programmatuur, toegankelijkheid programmeertaken, flexibiliteit).

Wat heeft TNO te bieden?

Niet alle bedrijven hebben de deskundigheid en ervaring in huis om de problemen op te lossen.

Vanouds houdt TNO zich in diverse van haar instituten met onderzoek ten behoeve van de verbetering van arbeidsomstandigheden bezig. TNO heeft deskundigheid op het gebied van geluidsvermindering, bestrijding van stank en stof, het tegengaan van trillingen en het ontwerpen van goede verlichtingssystemen op de werkplek.

Voorts heeft TNO veel ervaring op het gebied van de inrichting en lay-out van de werkplek, vormgeving van zitposities en plaatsing van communicatiemiddelen, zoals beeldschermen. Op het gebied van de arbeidsvoorwaarden heeft TNO kennis over ploegendienstschema's en werkrustitijdenregelingen. Ook voor advisering met betrekking tot de inhoud van het werk kan men bij TNO terecht, bijvoorbeeld aan de hand van taakanalyses en het adviseren over toepassingsmogelijkheden van beeldschermen. Tenslotte doet TNO achtergrondonderzoek naar effecten van technologische ontwikkelingen op arbeid en arbeidsomstandigheden.

De weg binnen TNO

Binnen TNO zijn diverse instituten actief op deelgebieden van de humanisering van de arbeid. Om er verzekerd van te kunnen zijn dat degenen die TNO willen inschakelen bij het oplossen van vraagstukken op het gebied van arbeid en arbeidsomstandigheden snel en efficiënt worden geholpen, is het TNO-bureau voor Arbo-onderzoek ingesteld. Dit Bureau fungeert als centrale ingang voor de buitenwereld.

Wat doet het TNO-bureau voor Arbo-onderzoek voor u?

U kunt met met medewerkers van het Bureau uw specifieke problemen bespreken. In onderling overleg, en eventueel met behulp

van een bedrijfsbezoek, wordt het probleem in kaart gebracht. Voor een dergelijk eerste bezoek worden geen kosten in rekening gebracht. Vervolgens wordt overeengekomen hoe het probleem zal worden aangepakt. Als bij analyse van het probleem blijkt dat binnen één bepaald TNO-instituut voldoende kennis en deskundigheid voorhanden is om het probleem op te lossen, introduceert het Bureau de vragensteller bij dat Instituut. Mocht blijken dat op twee of meer TNO-instituten een beroep moet worden gedaan, dan zorgt het Bureau ervoor dat deze worden ingeschakeld. Zonodig kunnen er ook deskundigen van buiten TNO worden bijgehaald. Vervolgens wordt een tijds- en kostenbegroting opgesteld. Het Bureau begeleidt dit gehele proces.

Daarnaast kunnen de Bureaufunctionarissen u informeren over de mogelijkheden die de overheid biedt tot subsidiering van onderzoeks- en advieswerkzaamheden.

HUMAR, TNO-bureau voor Arbo-onderzoek

Dr. V.A. Güttinger,

Mw. G.C. Weber-Breedeveld

Wassenaarseweg 56

Postbus 124, 2300 AC Leiden

telefoon: 071-178700/178665

ADRESSEN

Hoofdgroep Gezondheidsonderzoek (GO-TNO)

Lange kleiweg 123, 2288 GJ Rijswijk
Postbus 595, 2280 AN Rijswijk
Telefax 015-136467, Telefoon 015-136940

Medisch Biologisch Laboratorium TNO (MBL-TNO)

Lange Kleiweg 139, 2288 GJ Rijswijk
Postbus 45, 2280 AA Rijswijk
Telefax 015-147928, Telefoon 015-138777

Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO
(NIPG-TNO) Wassenaarseweg 56, 2333 AL Leiden

Postbus 124, 2300 AC Leiden
Telefax 071-176382, Telefoon 071-178888

Radiologische Dienst TNO (RD-TNO)

Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem
Telefax 085-515606, Telefoon 085-569333

Radiobiologisch Instituut TNO (RBI-TNO)

Lange Kleiweg 151, 2288 GJ Rijswijk
Postbus 5818, 2280 HV Rijswijk
Telefax 015-147378, Telefoon 015-136940

Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie (MT-TNO)

Laan van Westenek 501, 7334 DT Apeldoorn
Telefax 055-419837, Telefoon 055-773344

Locatie Apeldoorn

Laan van Westenek 501, 7334 DT Apeldoorn
Telefax 055-419837, Telefoon 055-773344

Locatie Delft

Schoemakerstraat 97, 2628 VK Delft
Postbus 217, 2600 AE Delft
Telefax 015-616812, Telefoon 015-696900

Hoofdgroep Defensieonderzoek (DO-TNO)

Koningin Marialaan 21, 2595 GA 's-Gravenhage
Telefax 070-855700, Telefoon 070-496500

Instituut voor Zintuigfysiologie TNO (IZF-TNO)
Kampweg 5, 3769 DE Soesterberg
Postbus 23, 3769 ZG Soesterberg
Telefoon 03463-6211

Prins Maurits Laboratorium, Instituut voor Chemische en Techno-
logische Research (PML-TNO)
Lange Kleiweg 137, 2288 GJ Rijswijk
Postbus 45, 2280 AA Rijswijk
Telefax 015-147928, Telefoon 015-138777

Hoofdgroep Voeding en Voedingsmiddelen TNO (VV-TNO)

Utrechtseweg 48, 3704 HE Zeist
Postbus 360, 3700 AJ Zeist
Telefax 03404-57224, Telefoon 03404-52244

Instituut CIVO-Toxicologie en Voeding TNO
Utrechtseweg 48, 3704 HE Zeist
Postbus 360, 3700 AJ Zeist
Telefax 03404-57224, Telefoon 03404-52244

Instituut CIVO-Technologie TNO
Utrechtseweg 48, 3704 HE Zeist
Postbus 360, 3700 AJ Zeist
Telefax 03404-57224, Telefoon 03404-52244
(incl. afd. Nederlands Centrum voor Vleestechnologie, Zeist, en
afd. Instituut voor Visserijproducten, TNO,
Postbus 183, 1970 AD IJmuiden)

Hoofdgroep Bouw en Metaal TNO (BM-TNO)

Laan van Westenenk 501, 7334 DT Apeldoorn
Telefax 055-419837, Telefoon 055-773344

Metaalinstituut TNO (MI-TNO)
Laan van Westenenk 501, 7334 DT Apeldoorn
Postbus 541, 7300 AM Apeldoorn
Telefax 055-419837, Telefoon 055-773344

Instituut TNO voor Werktuigkundige Constructies (TNO-IWECO)
Leegwaterstraat 5, 2628 CA Delft
Postbus 29, 2600 AA Delft
Telefax 015-564102, Telefoon 015-608608

Hoofdgroep Industriële Produkten en Diensten TNO (IPD-TNO)

Schoemakerstraat 97, 2628 VK Delft
Telefax 015-612403, Telefoon 015-696900

Groep Kunststoffen, Rubber, Verpakking en Verf TNO

Schoemakerstraat 97, 2628 VK Delft
Postbus 71, 2600 AB Delft
Telefax 015-566308, Telefoon 015-696900

Groep Vezel, Hout en Leder TNO

Schoemakerstraat 97, 2628 VK Delft
Postbus 110, 2600 AC Delft
Telefax 015-560302, Telefoon 015-696727

Hoofdgroep Beleidsstudies en Informatie (BI-TNO)

Schoemakerstraat 97, 2628 VK Delft
Postbus 215, 2600 AE Delft
Telefax 015-564801, Telefoon 015-696789

Studiecentrum voor Technologie en Beleid TNO (STB-TNO)

Laan van Westenenk 501, 7334 DT Apeldoorn
Postbus 541, 7300 AM Apeldoorn
Telefax 055-421458, Telefoon 055-773344

HUMAR, TNO-bureau voor Arbo-onderzoek

Wassenaarseweg 56, 2333 AL Leiden
Postbus 124, 2300 AC Leiden
Telefax 071-176382, Telefoon 071-178700

