

U2C
B46(2)

R. van den Berg

A.J.M. Rövekamp

D. van der Ree

Stamboeknummer

14146.

TNO Preventie en Gezondheid EVALUATIE VAN RESULTATEN VAN GELUIDMETINGEN
Gorterbibliotheek IN GEHOORBESCHERMINGSPROGRAMMA'S.
29MRT1996

Postbus 2215, 2301 CE Leiden

Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO

Leiden

oktober 1987

Nederlands Instituut voor
Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Wassenaarseweg 56 Leiden

Postadres:
Postbus 124
2300 AC Leiden

Telefoon: 071 - 178 888

© 1988 Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Publikatienummer 88002

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 verveelvoudigd, openbaar gemaakt, en/of verspreid door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het NIPG-TNO.

INHOUD

blz.

VOORWOORD

SAMENVATTING	I
1. INLEIDING	1
2. DE INRICHTING VAN HET ONDERZOEK BIJ DE MIDDELGROTE EN GROTE BEDRIJVEN	2
3. ALGEMENE BEDRIJFSGEGEVENS	4
4. MEETMETHODE	8
4.1 Vooronderzoek	9
4.1.1 Apparatuur	9
4.1.2 Meetplaats	9
4.1.3 Meettijd	10
4.1.4 Beoordeling	11
4.2 Uitgebreid akoestisch onderzoek	11
4.2.1 Apparatuur	12
4.2.2 Persoonsgebonden metingen	12
4.2.2.1 Meetplaats	12
4.2.2.2 Meettijd en aantal metingen . .	13
4.2.3 Werkzaamheidgebonden metingen	13
4.2.3.1 Meetplaats	13
4.2.3.2 Meettijd en aantal metingen . .	14
4.3 Stroomschema meetprotocol	14
4.4 Presentatie meetresultaten	15
4.4.1 Tabellen	15
4.4.2 Lawaai kaarten	18
5. GELUIDMEETRESULTATEN	20
5.1 Methode en apparatuur	20
5.2 Indeling in geluidexpositie klassen	20
5.3 Meetresultaten per bedrijfsklasse	26
5.3.1 Voedingsmiddelenindustrie (CBS-code 20/21	28
5.3.2 Houtindustrie (CBS-code 25)	32
5.3.3 Papierindustrie (CBS-code 26) en Grafische industrie (CBS-code 27)	33
5.3.4 Chemische industrie (CBS-code 29/30) . .	34
5.3.5 Bouwindustrie (CBS-code 32)	36
5.3.6 Metaalindustrie (CBS-code 34/39)	38
5.3.7 Overige industrieën (CBS-code 39)	40
5.3.8 Algemene werkzaamheden, in alle bedrijven voorkomend	41

6.	VERGELIJKING VAN DE UITKOMSTEN VAN DE WERKZAAMHEID- GEBONDEN EN DE PERSOONSGEBONDEN METINGEN	43
7.	REPRODUCEERBAARHEID VAN GELUIDDOSIMETRIE	49
	7.1 Inleiding	49
	7.2 De dosimeter als meetinstrument	49
	7.3 Analyse geluidexpositieniveaus	51
	7.3.1 Samenstelling van de gegevens	51
	7.3.2 Gemiddelde variantie in de meetuitkomsten	54
	7.3.3 Verband tussen de variantie en het geluid- expositieniveau	55
	7.3.4 Verband tussen het aantal verrichte metin- gen en het expositieniveau	56
8.	ONDERZOEK BIJ DE KLEINE BEDRIJVEN	59
9.	CONCLUSIE EN RICHTLIJNEN	62
10.	VERANTWOORDING	65
	LITERATUUR	66
	RAPPORTEN EN PUBLICATIES IN HET KADER VAN HET PROJECT	67

VOORWOORD

Zoals bekend vindt blootstelling aan lawaai in de arbeidssituatie op grote schaal plaats. Ondanks de bekendheid van dit probleem worden nog onvoldoende maatregelen getroffen, gericht op preventie van gezondheidsschade als gevolg hiervan. Dit geldt zowel voor maatregelen gericht op lawaaibestrijding als voor maatregelen gericht op bescherming en bewaking van de gezondheid van de werkende mens. Het NIPG/TNO houdt zich vanuit de invalshoek van preventie bezig met de relatie lawaai en gezondheid. Hierbij wordt getracht door middel van wetenschappelijk onderzoek en het beproeven en helpen toepassen van de resultaten hiervan in de bedrijfsgezondheidszorg een bijdrage te leveren aan de oplossing van dit probleem. In het kader van het Project Preventie Gehoorschade wordt gewerkt aan de ontwikkeling van in de praktijk toepasbare integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Dit project wordt uitgevoerd in het kader van het onderzoeksprogramma Lawaai op de Arbeidsplaats van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder, in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

In het kader van het project zijn in de periode 1982 tot 1987 een 30-tal Nederlandstalige publicaties en rapporten uitgebracht, waarvan dit rapport er één is. Een overzicht van de publicaties treft u aan het eind van dit rapport aan. Tevens is, op basis van de rapporten, een handleiding over integrale gehoorbeschermingsprogramma's, bestemd voor de bedrijfsgezondheidszorg, opgesteld.

Deze handleiding is vooral van belang voor diegenen die in de praktijk betrokken zijn bij de preventie van gehoorschade door lawaai.

Dr. C.L. Ekkers
onderdirecteur
NIPG-TNO

SAMENVATTING

In opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid zijn in de periode van 1982 tot en met 1986 als onderdeel van het project Preventie Gehoorschade in totaal in 36 bedrijven gehoorbeschermingsprogramma's uitgevoerd.

Het uitvoeren van geluidmetingen op de arbeidsplaats is een onderdeel van zo'n programma. In dit rapport worden de geluidmeetresultaten gepresenteerd.

Bij aanvang van het onderzoekproject is een meetprotocol (Van den Berg, 1985) opgesteld, waarin het geluidonderzoek in twee delen gesplitst is, namelijk het vooronderzoek en het uitgebreide onderzoek. Het meetprotocol wordt in dit rapport nog eens samengevat.

In het vooronderzoek worden werkzaamheidsgebonden metingen verricht en in het uitgebreide onderzoek voornamelijk persoonsgebonden metingen ter bepaling van het geluidexpositieniveau van de betreffende (groep) werknemer(s). Op basis van het gemeten expositieniveau worden (groepen) werknemers in geluidexpositieklassen ingedeeld. Deze klassen zijn gevormd ter vereenvoudiging van de rapportage en hebben een breedte van 5 dB(A). Zo zijn er klassen van 80 tot 85 dB(A), van 85 tot 90 dB(A) enzovoort.

Hoewel de samenstelling van de bedrijven die aan het onderzoek hebben deelgenomen te zamen niet representatief geacht mogen worden voor de Nederlandse industrie voor wat betreft de geluidssituatie in die bedrijven wijken de percentages van de werknemers in de verschillende geluidklassen weinig af van de percentages die in diverse onderzoeken gerapporteerd worden. Dit geldt des te meer wanneer alleen de bedrijfsklasse voedings- en genotmiddelenindustrie beschouwd wordt, in welke klasse een zestal bedrijven vertegenwoordigd is.

In dit rapport worden alle meetresultaten uit vooronderzoek en uitgebreid onderzoek per bedrijfsklasse gepresenteerd en wordt een vergelijking gemaakt tussen de uitkomsten van de werkzaamheidsgebonden metingen en de persoonsgebonden metingen. Er wordt tevens een aantal redenen genoemd waarom in de praktijk het gemeten expositieniveau kan afwijken van het berekende expositieniveau. Uit de vergelijking van zo'n 118 verschillende situaties, waarbij bepaalde geluidssituaties zijn uitgesloten, blijkt echter dat het gemiddelde gemeten werkzaamheidsgebonden equivalente geluidniveau ruim 1 dB(A) lager is dan het gemiddelde gemeten

expositieniveau. Bij de indeling in geluidexpositieklassen zou ongeveer 2/3 van de situaties in dezelfde klasse zijn ingedeeld, wanneer dit gebeurd zou zijn op basis van de werkzaamheidsgebonden metingen in plaats van op basis van de persoonsgebonden metingen. Omdat de geluidexpositieklassen vaste grenzen hebben mag men een zeker percentage verwachten dat niet in dezelfde klasse zou worden ingedeeld. Het verschil tussen het gemiddelde van de werkzaamheidsgebonden geluidniveaus die buiten de betreffende klassen vallen en de betreffende klassegrens bedraagt slechts 1,4 dB(A).

Een indeling in geluidklassen op basis van werkzaamheidsgebonden metingen lijkt dus redelijk goed mogelijk, enkele situaties hierbij uitgesloten; maar om in alle situaties een juiste indeling te maken blijkt het noodzakelijk persoonsgebonden metingen of langduriger werkzaamheidsgebonden metingen met werkanalyse uit te voeren.

Tenslotte is een analyse uitgevoerd op de beschikbare metingen met geluiddosimeters. Tijdens het onderzoek is bij ongeveer 700 werknemers het geluidexpositieniveau bepaald met behulp van een dosimeter. Hieruit zijn 'sub'groepen werknemers geselecteerd per bedrijf en per afdeling, die dezelfde werkzaamheden verrichten. Wanneer de subgroep uit 3 of meer personen bestond is deze gebruikt voor verdere analyse. Op deze wijze zijn 83 subgroepen samengesteld met een gemiddelde geregistreerde meettijd van ruim 42 uur per subgroep. De gemiddelde groeps grootte is ruim 6 werknemers per subgroep. De gemiddelde standaarddeviatie van de meetuitkomsten in de subgroepen bedraagt 2,5 dB(A). De gekozen klassebreedte van 5 dB(A) bedraagt dus tweemaal de standaarddeviatie.

Met behulp van een lineair-normale regressie-analyse is nagegaan of de variantie afhankelijk is van het expositieniveau. Dit blijkt het geval te zijn:

bij 80 dB(A) bedraagt de variantie $3,3 \text{ dB(A)}^2$ (standaarddeviatie 1,8 dB(A)), bij 90 dB(A) bedraagt de variantie $7,1 \text{ dB(A)}^2$ (standaarddeviatie 2,7 dB(A)) en door extrapolatie wordt de variantie bij 100 dB(A) verkregen: deze bedraagt dan $12,3 \text{ dB(A)}^2$ (standaarddeviatie 3,5 dB(A)).

Tevens is met behulp van een lineair normale regressie-analyse nagegaan of er een verband is tussen het intuïtief gekozen aantal meetwaarden en het expositieniveau. Er blijkt een statistisch significant ($p < 0,05$) verband te bestaan. Bij hogere expositieniveaus zijn er relatief meer metingen per situatie verricht dan bij lagere expositieniveaus.

Met behulp van de standaarddeviatie in de enkele meting kan de stan-

daarddeviatie in het gemiddelde van n-metingen berekend worden. Uit de berekeningen volgt dan dat de meettechnici het aantal metingen intuïtief hebben aangepast aan de reproduceerbaarheid van de metingen, zodat over het hele gebied van de gemeten geluidexpositieniveaus de standaarddeviatie in het gemiddelde geluidexpositieniveau gemiddeld ongeveer 1 dB(A) is.

1. INLEIDING

In het onderzoeksproject "Preventie Gehoorschade" is in een groot aantal middelgrote tot grote* bedrijven een gehoorbeschermingsprogramma uitgevoerd. Het verrichten van geluidmetingen op de arbeidsplaats is een onderdeel van zo'n programma, naast voorlichting, audiometrie en lawaaibestrijding. In dit rapport zullen de geluidmeetresultaten gepresenteerd worden. Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de werkzaamheidsgebonden metingen uit het vooronderzoek en de over het algemeen persoonsgebonden metingen uit het uitgebreide onderzoek. In dit uitgebreide onderzoek is de geluidbelasting van ongeveer 2000 werknemers bepaald, hoofdzakelijk met behulp van geluidexpositiemeters. De meters werden een aantal representatieve (delen van) werkdagen gedragen door een aantal werknemers uit een groep met (ogenschijnlijk) dezelfde activiteiten. Dit levert per beroepsgroep een aantal waarnemingen van het geluidexpositieniveau van de betrokkenen. Hieruit is ook de reproduceerbaarheid van dosimetrie bepaald en in dit rapport gepresenteerd.

Tenslotte wordt ingegaan op de geluidmeetresultaten in kleine bedrijven, die in vervolg op de programma's in de middelgrote en grote bedrijven zijn uitgevoerd.

* Middelgrote bedrijven zijn bedrijven met meer dan 35, maar minder dan 500 werknemers. Bedrijven met meer dan 500 werknemers zijn grote bedrijven en verplicht aangesloten bij een BGD.

2. DE INRICHTING VAN HET ONDERZOEK BIJ DE MIDDELGROTE EN GROTE BEDRIJVEN

Bij de uitvoering van het onderzoek is samengewerkt met vier regionale Bedrijfsgezondheidsdiensten (BGD-en). Middels een gezamenlijke brief van BGD en TNO werden middelgrote en grote bedrijven die bij de BGD-en waren aangesloten verzocht deel te nemen aan het onderzoek. Wanneer er positief gereageerd werd op het verzoek volgde een oriënterend gesprek met de bedrijfsleiding en bedrijfsarts, waarbij in veel gevallen ook afdelingschefs, voormannen en/of afgevaardigden van de ondernemingsraad aanwezig waren. Meestal werden direct afspraken gemaakt voor de uitvoering van het onderzoek. Het geluidonderzoek kan in twee delen gesplitst worden:

a) het vooronderzoek

Tijdens het vooronderzoek zijn kortdurende werkzaamheidsgebonden geluidmetingen verricht op arbeidsplaatsen waar potentieel schadelijk lawaai voorkomt naar het oordeel van een afgevaardigde van het bedrijf en/of de bedrijfsarts of bedrijfsverpleegkundige. Over het algemeen werden alle afdelingen van een bedrijf bezocht. Het doel van het vooronderzoek is de omvang van de risicogroep vast te stellen om vervolgens in samenwerking met het bedrijf een planning op te stellen voor de uitvoering van het uitgebreide onderzoek (zie b). De risicogroep bestaat uit de werknemers, waarvan op grond van de geluidmetingen verwacht moet worden dat ze in equivalente geluidniveaus van meer dan 80 dB(A) zouden kunnen werken.

Het vooronderzoek is in vrijwel alle bedrijven schriftelijk gerapporteerd.

b) het uitgebreide onderzoek

In het uitgebreide onderzoek komen alle aspecten van het gehoorbeschermingsprogramma aan de orde.

Allereerst werden alle werknemers uit de risicogroep voorgelicht over de gevaren van het werken in hoge geluidniveaus en wat er in het bedrijf ging gebeuren ten behoeve van het onderzoek. Deze voorlichtingsbijeenkomsten vonden over het algemeen plaats in groepen variërend van 10 tot 20 werknemers. Vervolgens werden alle werknemers uitgenodigd deel te nemen aan het audiometrie-programma, overigens op vrijwillige basis. Tegelijkertijd vond

het akoestische onderzoek plaats.

Er werden zowel werkzaamheidsgebonden als persoonsgebonden metingen verricht in het uitgebreide onderzoek, waarmee nauwkeurig de geluidbelasting op een gemiddelde (representatieve) werkdag werd vastgesteld voor een (groep) werknemer(s). Hiermee kan het risico op een gehoorschade door lawaai worden vastgesteld. Tevens is met behulp van de geluidgegevens een globaal lawaaibestrijdingsplan opgesteld waarin wordt aangegeven op welke wijze het lawaai probleem in het bedrijf zou moeten worden aangepakt.

Al deze elementen, geluidmetingen, audiometrie en globaal lawaai bestrijdingsplan, zijn schriftelijk aan de bedrijfsleiding gerapporteerd en na verloop van enige tijd met de bedrijfsleiding, bedrijfsarts en eerdergenoemde vertegenwoordigers van het bedrijf toegelicht en geëvalueerd.

3. ALGEMENE BEDRIJFSGEGEVENS

Op bovenbeschreven wijze hebben 27 bedrijven aan het onderzoek deelgenomen. In tabel 1 zijn deze bedrijven op een rij gezet, in volgorde van aanmelding, met opgenomen het totale aantal werknemers, de omvang van de risicogroep, het percentage van de risicogroep ten opzichte van het totale aantal werknemers en de onderzoeksperiode. De totale omvang van de risicogroep van alle onderzochte bedrijven bedraagt bijna 2300 werknemers, dit is ruim 28% van het totale aantal werknemers. Hierbij moet echter een aantal kanttekeningen geplaatst worden.

- Bedrijf nummer 2 heeft wegens reorganisatie niet aan het uitgebreide onderzoek deelgenomen. De aantallen zijn niet in de totale tellingen opgenomen.
- Bij bedrijf nummer 16 bleken tijdens het vooronderzoek geen arbeidsplaatsen te zijn waar naar verwachting het equivalente geluidniveau meer dan 80 dB(A) zou bedragen. In dit bedrijf is daarom geen uitgebreid onderzoek verricht. De aantallen zijn wel in de totaalstelling opgenomen. Wanneer dit bedrijf niet meegeteld zou worden bedraagt het percentage van de risicogroep 30.5%.
- Bedrijf nummer 6 betreft een locatie van een groter bedrijf en betreft derhalve een groep werknemers, waarbij geen administratief en ander kantoorpersoneel betrokken is, waardoor het percentage van de risicogroep bijzonder hoog is.
- Bij bedrijf nummer 5 gaat het juist om een hele grote groep werknemers met een bureaufunctie en een relatief klein percentage dat aan lawaai wordt blootgesteld.
- Van de bij bedrijf nummer 10 werkende 500 personen zijn er 330 in de bouw werkzaam. In het bedrijf zelf resteren derhalve 170 mensen. Het percentage mensen dat in de fabriek werkt en deel uitmaakt van de risicogroep komt dan neer op 85%. Met dit percentage en een aantal van 170 is gewerkt.
- Hoewel bedrijf nummer 13 minder dan 35 werknemers telt en dus eigenlijk een klein bedrijf is, heeft zij toch aan dit onderzoek deelgenomen.
- In bedrijf 23 is alleen voorlichting gegeven aan leerlingen van de bedrijfsschool en is daarom niet in tabel 1 opgenomen.

Tabel 1. Gegevens betreffende deelnemende bedrijven.

Nummer bedrijf	Aantal werkzame personen	Omvang risico- groep	Percentage	Onderzoek- periode
1	310	85	27	5-82
2	(180)	-	-	3-82
3	210	138	66	7-82
4	163	66	40	9-82
5	1585	147	9	10-82
6	148	140	95	4-83
7	375	40	11	11-82
8	214	174	81	2-83
9	92	15	16	12-82
10	170 (500)	145	85 (29)	12-82
11	350	88	25	3-83
12	550	180	33	4-83
13	20	15	75	5-83
14	110	58	53	6-83
15	49	20	41	6-83
16	580	0	0	9-83
17	550	103	19	11-83
18	825	220	26	3-84
19	164	112	68	10-84
20	198	87	44	6-84
21	210	102	49	9-84
22	270	117	43	12-84
24	361	47	13	8-84
25	150	72	48	7-84
26	200	88	44	10-84
27	213	23	11	11-84
Totaal	8067	2282	28.3	

Tabel 2. C.B.S.-codering en omschrijving van betrokken bedrijven.

Bedrijf	CBS-codering	Omschrijving
1	393	foto- en filmlaboratoria
2	26.	papier- en papierwarenindustrie
3	26.	papier- en papierwarenindustrie
4	202	zuivel- en melkproduktenindustrie
5	271	grafische industrie
6	400	openbare nutsbedrijven
7	395/348	sociale werkplaatsen (metaalbewerking)
8	202	zuivel- en melkproduktenindustrie
9	257	meubelindustrie
10	325	beton- en cementwarenindustrie
11	299	chemische produkten
12	299	chemische produkten
13	344	constructiewerkplaatsen
14	348	metaalwarenindustrie
15	295	verf-, lak-, vernis- en drukinktindustrie
16	400	openbare nutsbedrijven
17	348	metaalwarenindustrie
18	213	voedingsmiddelenindustrie
19	201	vleesverwerkende industrie
20	321	baksteenindustrie
21	202	zuivel- en melkproduktenindustrie
22	298	chemische bestrijdingsmiddelenindustrie
23	374	scheepsbouw- en scheepsreparatiebedrijven
24	395/254	sociale werkplaatsen (machinale houtbewerking)
25	213	voedingsmiddelenindustrie
26	395/348	sociale werkplaatsen (metaalbewerking)
27	395/348	sociale werkplaatsen (metaalbewerking)

In tabel 2 is per bedrijf de CBS-codering gegeven en de omschrijving van het bedrijf.

Er heeft een viertal sociale werkplaatsen aan het onderzoek deelgenomen. Achter de CBS-code van deze werkplaatsen is een tweede code opgenomen. Dit is de code van de bedrijfstak waarmee de werkzaamheden van de risicogroep van de werkplaats vergelijkbaar zijn.

De overige werknemers van de sociale werkplaatsen doen over het algemeen geheel ander werk. Dit is de reden dat in tabel 3 de sociale werkplaatsen toch onder CBS-nummer 39 gepresenteerd worden.

Tabel 3 geeft een overzicht van de verschillende bedrijfstakken van de Nederlandse industrie met de aantallen bedrijven en werknemers en tevens de aantallen bedrijven per bedrijfstak die aan het onderzoek hebben deelgenomen. Hoewel de verdeling van de onderzochte bedrijven zeker niet representatief geacht mag worden voor de Nederlandse industrie, kan gesteld worden dat er toch bedrijven in een aantal zeer lawaaiige bedrijfstakken bezocht zijn, te weten de voedingsmiddelenindustrie, hout-

en metaalindustrie, de bouw- en de chemische industrie. In hoofdstuk 5 zal hierop verder worden ingegaan.

Tabel 3. Aantal werknemers in de Nederlandse industrie per bedrijfsklasse (per 1 januari 1981) uit (Passchier-Vermeer, 1984) en aantal onderzochte bedrijven.

CBS nummer bedrijfs- klasse	benaming	totaal		in onderzoek	
		aantal bedrij- ven	afgerond aantal werkn. x 1000	aantal bedrij- ven	aantal werk- nemers
20/21	voedings + genotmidd.	6349	162,0	6	1726
22	textiel	698	32,6	-	-
23	kleding	930	17,7	-	-
24	leder	459	8,6	-	-
25	hout	3386	42,2	1	92
26	papier	259	25,9	1	210
27	grafische ind.	2714	72,2	1	1585
28	aardolie	1169	123,2	-	-
29/30	chem. ind.			4	1219
31	rubber	1195	39,5	-	-
32	bouw			2	368
33	basismetaal	86	36,2	-	-
34	metaal	10189	467,8	3	680
35	machine ind.			-	-
36	elektrotechn. ind.			-	-
37	transportmidd.			-	-
38	instrumenten ind.			-	-
39	overige ind.	?	?	5	1459
40	nutsbedrijven			2	728
totaal (incl. af rondingen)		9.299	894,8	25*	8067

* exclusief bedrijfsnummer 2 en 23

4. MEETMETHODE

Bij aanvang van het onderzoek in 1982 waren de beleidsvoornemens van de overheid ten aanzien van lawaai op de arbeidsplaats nog niet ontwikkeld. Ook de meetmethode voor het meten van geluidniveaus op de arbeidsplaats zoals die in ICG-rapport LA-HR-07-01 in 1983 zijn uitgebracht waren nog niet opgesteld. In 1982 is daarom een voorlopig meetprotocol opgesteld dat naderhand is uitgewerkt tot een definitief meetprotocol (Van den Berg, 1985) dat is afgestemd op LA-07-01. De meetmethode is gebaseerd op uitgangspunten die zijn vastgelegd in ISO/DIS 1999.1. Centraal daarbij staat het equivalente geluidniveau, gemeten in dB(A), over bepaalde representatieve perioden.

In september 1985 heeft de ministerraad de beleidsvoornemens van de overheid ten aanzien van lawaai op de arbeidsplaats vastgelegd. Hierin zijn grenswaarden vastgesteld voor lawaai op de arbeidsplaats die zullen worden opgenomen in de desbetreffende artikelen 179a en 184 van het Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen 1938. Op 1 augustus 1987 zijn deze nieuwe wettelijke bepalingen van kracht geworden. Voor de uitvoering van deze bepalingen is het vanzelfsprekend noodzakelijk dat er een eenduidige meetmethode bestaat voor het vaststellen van geluidniveaus op arbeidsplaatsen, en tevens dat de toetsing van deze geluidniveaus aan de grenswaarden op eenduidige wijze geschiedt.

In het kader van het onderzoeksprogramma van de Interdepartementale Commissie Geluidhinder is de Subcommissie "Lawaai op de Arbeidsplaats" ingesteld en deze heeft in het onderzoek LA-07-01 een meet- en beoordelingsmethode beschreven. In onderhavig onderzoek is in aansluiting op, of eigenlijk meer een uitwerking van de meet- en beoordelingsmethode voor lawaai op de arbeidsplaats, een meetprotocol opgesteld ter bepaling van de geluidexpositieniveaus van werknemers in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma.

Tussen de standaard meet- en beoordelingsmethode van LA-07-01 en het meetprotocol bestaat alleen een verschil in benadering. Waar de standaard meet- en beoordelingsmethode beoogt de lawaaisituatie in een bedrijf vast te leggen en van daaruit de lawaabelasting van (groepen) werknemers, is de benadering volgens het meetprotocol meer persoonsgericht. Daardoor ligt in deze methode het accent meer op geluidexpositiemeting en in de standaard meet- en beoordelingsmethode op werkzaamheidsgebonden geluidmetingen. Belangrijk daarbij is dat er bij het meetpro-

tocol van wordt uitgegaan dat metingen worden verricht in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma door de bedrijfsgezondheidszorg en veelal door iemand die reeds bekend is met het bedrijf, terwijl de standaard meetmethode van LA-07-01 ook geschikt is voor controle door bijvoorbeeld de Arbeidsinspectie.

In het navolgende is een samenvatting gegeven van het meetprotocol. Naarmate het onderzoek vorderde is steeds nauwgezet de beschreven meetmethode (meetprotocol) gevolgd.

Het geluidonderzoek bestaat in principe uit twee delen:

- het vooronderzoek, waar nodig gevolgd door
- het uitgebreide akoestisch onderzoek.

4.1 Vooronderzoek

Het doel is in een bedrijf een indicatief overzicht te maken van werkzaamheden die een potentieel schadelijk geluidniveau, dat wil zeggen meer dan 80 dB(A), veroorzaken. In het vooronderzoek worden uitsluitend werkzaamheidgebonden metingen verricht. De grootte die gemeten dient te worden is het equivalente geluidniveau van de werkzaamheid in dB(A):

L_{Aeqw} .

4.1.1 Apparatuur

Er wordt gebruik gemaakt van een integrerende geluidniveau-meter (minimaal type 2, IEC 651).

4.1.2 Meetplaats

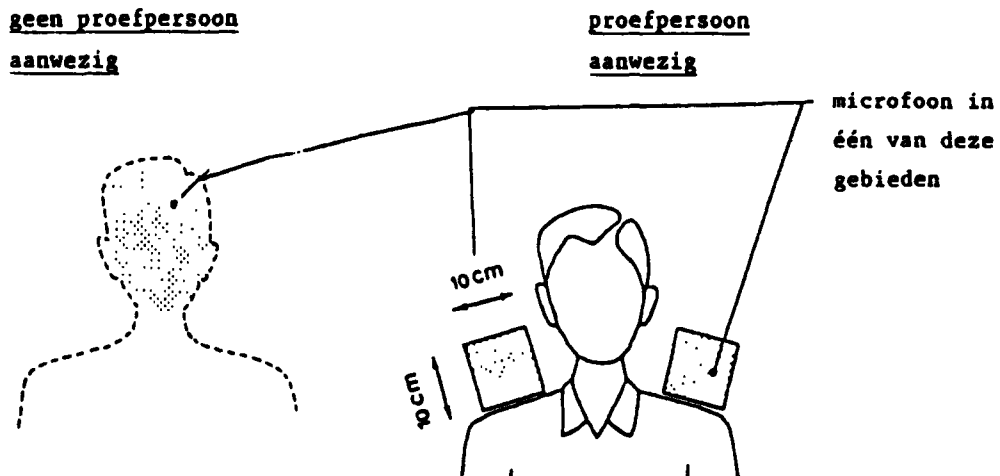
Alle lawaaiige werkzaamheden dienen te worden geïnventariseerd. De microfoon moet worden geplaatst ter hoogte van het oor van de werknemer die de werkzaamheid uitvoert (zie figuur 1).

Het minimum aantal meetplaatsen per afdeling is:

2 bij 1 tot 10 arbeidsplaatsen;

- 3 bij 11 tot 50 arbeidsplaatsen;
- 4 bij meer dan 50 arbeidsplaatsen.

Figuur 1. Microfoonpositie



4.1.3 Meettijd

De beoordelingstijd bedraagt minimaal 10 minuten. Wanneer de cyclus van een werkzaamheid langer is dan 10 minuten, dan wordt de beoordelingstijd gelijk gekozen aan de cyclusduur van de werkzaamheid (dit is de tijd waarin het geluidpatroon terugkeert).

De meettijd hoeft niet gelijk te zijn aan de beoordelingstijd, maar dient minimaal 1 minuut te bedragen.

Bij fluctuerende geluidexpositie moet de meting een aantal malen worden herhaald. Middeling van de niveaus geschiedt volgens de formule

$$L_{Aeqw} = 10 \cdot L_g \left(\sum_{i=1}^N (t_i/T) \cdot 10^{L_{Aeqti}/10} \right)$$

$$\text{waarin } T = \sum_{i=1}^N t_i$$

en L_{Aeqti} = het equivalente geluidniveau gedurende de i -de periode.

t_i : de i -de beoordelingstijd.

4.1.4 Beoordeling

Als uit het vooronderzoek blijkt dat er op bepaalde afdelingen in een bedrijf potentieel schadelijk geluid (L_{Aeqw}) 80 dB(A) of hoger voorkomt, dient een uitgebreid akoestisch onderzoek plaats te vinden op de afdelingen.

4.2 Uitgebreid akoestisch onderzoek

Het doel van het uitgebreide onderzoek is om ten aanzien van de in het vooronderzoek geselecteerde werkruimten de volgende grootheden vast te stellen:

- het totale geluidexpositieniveau ($L(EX, 8h)$) in dB(A) van elk der betrokken werknemers;
- de equivalente geluidniveaus die ten gevolge van werkzaamheden (machines/apparaten) op bepaalde arbeidsplaatsen heersen (L_{Aeqw}).

Daartoe dient uit een werkanalyse van de betrokken werknemer allereerst vastgesteld te worden welke werkzaamheden er worden verricht op welke plaatsen. Daarbij dient ook een schatting gemaakt te worden van de tijdsduur van deze werkzaamheden gemiddeld over langere tijd.

Vaak komt het voor dat een aantal werknemers min of meer dezelfde werkzaamheden uitvoert in dezelfde ruimte. Nagegaan moet worden of deze werknemers als één groep mogen worden beschouwd.

Het totale geluidexpositieniveau van een werknemer (of een groep werknemers) wordt bepaald uit een sommatie van de partiële niveaus volgens formule:

$$L_{EX,T} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{i=1}^N 10^{L_{EX,t_i}/10} \right)$$

waarin $L_{EX,t_i} = L_{Aeqwi} + 10 \lg (t_i/T)$, en waarin t_i de duur van het partiële niveau L_{Aeqwi} voorstelt en T de duur van een werkdag is, dat wil zeggen genormeerd op 8 uur.

Het geluidexpositieniveau en equivalente geluidniveaus ten gevolge van werkzaamheden/apparaten/machines kunnen op een tweetal manieren worden vastgesteld, namelijk door:

- 1) persoonsgebonden metingen. Met behulp van geluidexpositiemeter of geluiddosimeter die door een werknemer wordt meegedragen tijdens de werkzaamheden, wordt het geluidniveau continue gemeten en geregistreerd.
- 2) werkzaamheidgebonden metingen. Met behulp van integrerende geluidniveaumeter wordt het geluidniveau van een werkzaamheid door de meettechnicus gemeten. De werkzaamheid hoeft hierbij niet op één plaats te worden uitgevoerd.

Als van iedere werknemer (of groep werknemers) het geluidexpositieniveau bekend is kunnen zij worden ingedeeld in zogenaamde geluidexpositieklassen met een breedte van 5 dB(A): 80 tot 85 dB(A), 85 tot 90 dB(A), enzovoort. Ook is voorzien in een (niet schadelijke) klasse van minder dan 80 dB(A).

4.2.1 Apparatuur

Er wordt gebruik gemaakt van geluidexpositiemeters en integrerende geluidniveaumeters (minimaal type 2, IEC 651).

De instrumenten dienen te worden gebruikt met ingeschakeld A-filter en dienen voor en na de metingen akoestisch gecalibreerd te worden.

4.2.2 Persoonsgebonden metingen

Om een nauwkeurig beeld te krijgen van de geluidexposities van de werknemers is het noodzakelijk erop toe te zien dat de metingen op de juiste wijze worden uitgevoerd, gecontroleerd en op verschillende dagen onafhankelijk van elkaar en van het productieproces worden herhaald. De gekozen dagen dienen representatief te zijn ten aanzien van de geluidbelasting.

4.2.2.1 Meetplaats

De meest gunstige microfoonplaats voor een geluidexpositiemeting is die zoals aangegeven in figuur 1 (rechter plaatje), dus ter hoogte van het oor van de betreffende werknemer.

4.2.2.2 Meettijd en aantal metingen

De metingen met een geluidexpositiemeter dienen op tenminste drie verschillende dagen uitgevoerd te worden. Als er verschillen optreden in de

uitkomsten op de verschillende dagen van meer dan 5 dB(A) dan dient vastgesteld te worden waardoor deze verschillen zijn opgetreden, en dient het totale geluidexpositieniveau te worden gebaseerd op partiële geluidexpositieniveaus.

Als een groep werknemers ongeveer dezelfde werkzaamheden uitvoert en elkaar bij bepaalde werkzaamheden afwisselt, dan dienen expositiemeters gedragen te worden door tenminste 25% van deze werknemers. Liggen de geluidexpositieniveaus over een werkdag van deze mensen binnen 5 dB(A), dan kunnen deze personen als één groep worden beschouwd.

4.2.3 Werkzaamheidsgebonden metingen

Door middel van meting van het geluidniveau L_{Aeqw} van bepaalde werkzaamheden en een nauwkeurige schatting van de expositieduur t van deze werkzaamheden kan worden vastgesteld waaruit het totale expositieniveau is opgebouwd.

Van werkzaamheden die per dag niet even lang duren moet een gemiddelde per dag worden berekend, evenals van werkzaamheden die niet elke dag voorkomen.

4.2.3.1 Meetplaats

De plaats van de microfoon is op ten hoogste 10 cm afstand van het meest belaste oor van de werknemer (zie figuur 1).

Het aantal meetplaatsen zou in principe gelijk moeten zijn aan het aantal verblijfplaatsen van de diverse werknemers in een bedrijfsruimte. In de praktijk zal men trachten het aantal meetplaatsen te beperken.

Als de uitkomsten van oriënterende metingen op diverse plaatsen in een range van ten hoogste 5 dB(A) liggen, kunnen de metingen in eerste instantie op één meetplaats worden verricht. Is dit niet het geval dan dient op diverse meetplaatsen gemeten te worden. De verblijfplaatsen kunnen nu niet als identiek worden beschouwd.

4.2.3.2 Meettijd en aantal metingen

De meettijd is sterk afhankelijk van de geluidssituatie. Kies de meettijd bij voorkeur gelijk aan de periode waarin een bepaalde werkzaamheid/handeling met/bij bepaalde geluidproducerende bronnen wordt verricht. Is deze periode te lang, maak dan gebruik van de volgende vuistregel. Kies de meettijd zodanig lang dat de uitkomst van de meting met een integreerende geluidmeter een vrijwel constante waarde blijft houden.

Het aantal metingen per meetplaats dient tenminste drie te zijn en op verschillende tijdstippen te worden verricht. Als er verschillen optreden in de uitkomsten van meer dan 5 dB(A), dan dient vastgesteld te worden waardoor deze verschillen zijn opgetreden. Zijn de verschillen 5 dB(A) of minder, dan wordt een gemiddeld niveau bepaald.

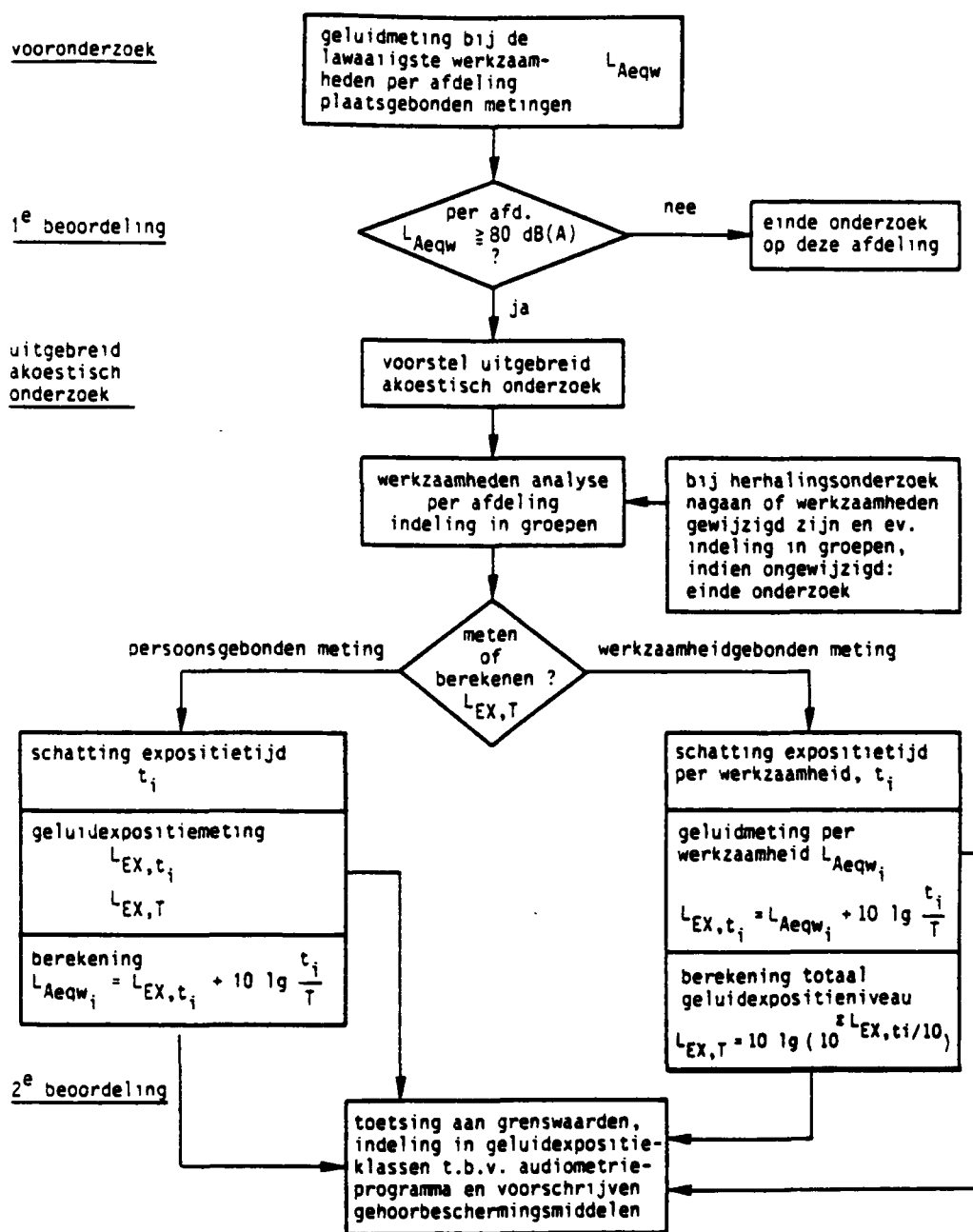
4.3 Stroomschema meetprotocol

In figuur 2 is een stroomschema gegeven van het meetprotocol met daarin de verschillende fasen van het onderzoek.

4.4 Presentatie meetresultaten

Ter begeleiding en verduidelijking van de geluidmeetresultaten die aan de bedrijfsleiding en betrokken werknemers (O.R.-leden, veiligheidscommissie) worden aangeboden, zullen enkele akoestische begrippen moeten worden verklaard. Men kan zich voorstellen dat de algemene begrippen en de bedrijfsgerichte meetresultaten in gescheiden rapporten of delen worden gepresenteerd. Het algemene rapport (of gedeelte) kan dan naast de akoestische begrippen ook hoofdstukken hebben over algemene begrippen over audiometrie, gehoorbescherming en lawaaibestrijding. Een voorbeeld hiervan is het rapport "Achtergrondinformatie bij de rapportering van een gehoorbeschermingsprogramma" (Passchier-Vermeer e.a., 1986). De meetresultaten kunnen in tabelvorm (paragraaf 4.4.1) of op een lawaaikaart (paragraaf 4.4.2) worden gepresenteerd.

Figuur 2. Stroomschema van werkzaamheden in het gehele geluidonderzoek.



4.4.1 Tabellen

Een voorbeeld van presentatie van meetresultaten is gegeven in de tabellen 4a, 4b en 4c, waarin respectievelijk de meetresultaten van de werkzaamheidsgebonden metingen (vooronderzoek), de meetresultaten van de geluidexpositiemetingen per persoon (uitgebreid akoestisch onderzoek) en de samenvattende meetresultaten in de vorm van aantallen werknemers per geluidexpositieklasse per afdeling worden weergegeven.

Tabel 4a. Voorbeeld van presentatie van werkzaamheidsgebonden geluidmetingen in het akoestisch vooronderzoek.

afdeling	arbeidsplaats/geluidbron	aantal arbeidsplaatsen	equivalent geluidniveau in dB(A)
beenderbrekerij	lopende band in werking	2	90
	lopende band stil, achtergrondniveau	-	80
ontvetting	breker	-	100
	controlekamer	2	75
	achtergrondniveau midden in ruimte	1	94
schrootzifterij	3e verdieping	1	90
	2e verdieping	1	92
	1e verdieping	1	98
	begane grond	1	91
	controlekamer, deur open	-	80
	controlekamer, deur dicht	1	73
sorteerderij	tijdens metingen niet in werking	3	-
inwekerij	roerwerken	2	83
	tussen centrifuges, 1 in werking	-	85
	(bij lopende band), 2 in werking	1	85
	achterzijde bij motoren	-	87
	achtergrondniveau midden in vertrek	-	84
	machinekamer, koelagregaten, compressoren	-	93

De meetplaatsen van de werkzaamheidsgebonden metingen en de persoonsgebonden metingen moeten zo mogelijk in een bijgevoegde plattegrond worden aangegeven.

Tabel 4b. Voorbeeld van presentatie van persoonsgebonden geluidmetingen, gemeten bij verschillende functies of werkzaamheden, weergegeven per persoon.

afdeling	functie/plaats	L _{eq} (dB(A))	meetijd uren/minuten	geluidexpositieklasse (dB(A))	
centrifugelokaal	centrifugelok.	85,9	3.51	)	85-90
	centrifugelok.	89,8	2.32	)	
boteroliebereiding	centrifuge olie	90,6	13.21		90-95
boterolieverpakking	blikvuller olie	84,0	12.00	)	80-85
	blikinvoer olie	86,4	11.52	)	
	doosuitvoer olie	82,7	5.44	)	
	wachtchef olie	83,1	5.30	)	
	verpakking olie	85,2	6.13	)	
melkpoederfabricage	Niro-controlekamer	88,9	5.54	)	85-90
	Niro-toren	89,6	5.35	)	
	Niro-toren	87,3	5.30	)	
	Niro-toren	89,0	14.56	)	
poederkleinverpakking	pkv stapelaar	88,1	8.56	)	85-90
	pkv blikinvoer	87,4	8.38	)	
	pkv blikvuller	90,2	8.29	)	
	inv. bulkpoeder	88,4	4.08	)	
	pkv zak vullen	87,4	3.57	)	
	pkv wacht chef	86,7	4.59	)	
	heftruck	83,5	9.48		80-85

Tabel 4c. Voorbeeld van een overzicht van de afdelingen en de aantallen werknemers per expositieklasse.

afdeling	geluidexpositieklasse	aantal werknemers (op basis van bedrijfsgegevens)
metaal montage	90-95	19
	< 80	3
	80-85	31
	85-90	17
	90-95	1
elektro	< 80	4
	80-85	1
	85-90	5
onderhoud	80-85	2
		totaal 83

In hoofdstuk 4.2 is uiteengezet dat op basis van de persoonsgebonden metingen in het uitgebreide akoestische onderzoek de werknemers kunnen worden ingedeeld in geluidexpositieklassen.

De in het onderzoek gekozen klassen voor de geluidexpositieniveaus zijn klassen met een breedte van 5 dB(A) met vaste grenzen, te weten van 80 tot 85 dB(A), 85 tot 90 dB(A), 90 tot 95 dB(A), enzovoort. Ook is voorzien in een (niet gevaarlijke) klasse van minder dan 80 dB(A). Hierbij loopt de klasse van 80 tot 85 dB(A) feitelijk van 79.5 tot 84.5 dB(A).

De keuze om werknemers in bovenbeschreven geluidexpositieklassen in te delen in plaats van aan de werknemer een enkel getal toe te kennen, is gebaseerd op het feit dat er een zekere spreiding in geluidsniveaus kan optreden binnen één functie (die verschillende werkzaamheden verricht). Maar zelfs al in de geluidsniveaus van één enkele werkzaamheid kan spreiding optreden om redenen die aan het begin van hoofdstuk 6 zijn genoemd, waardoor het zinvol is om aan iedere werknemer (of groep werknemers) een geluidexpositieklasse toe te kennen.

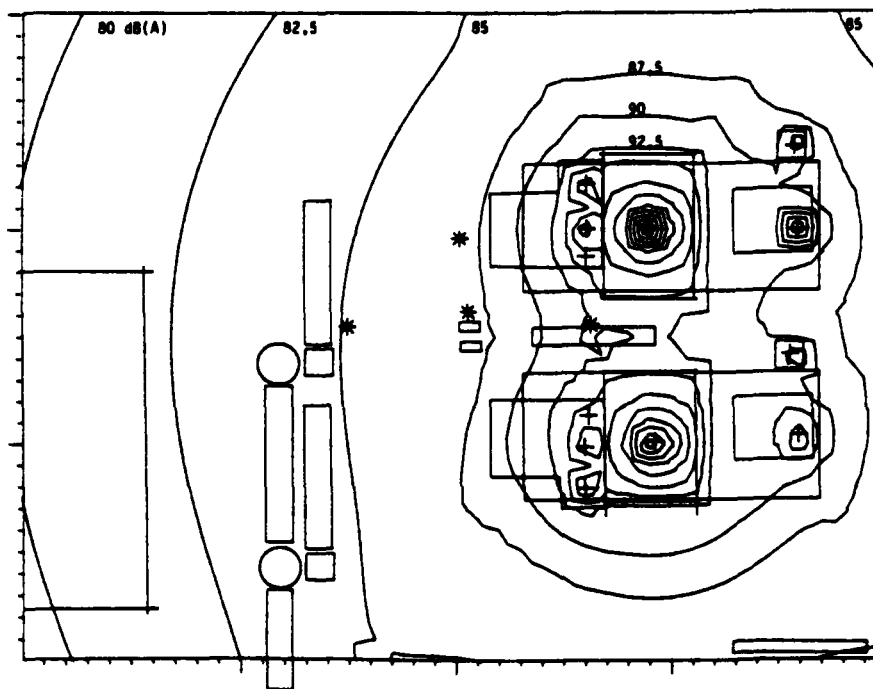
Hoewel glijdende klassen met klassegrenzen van bijvoorbeeld $\pm 2,5$ dB(A) (zie hoofdstuk 7) ten opzichte van het gemeten expositieniveau wellicht nauwkeuriger zou zijn, is toch gekozen voor klassen met vaste grenzen. Dit is gedaan omdat nu het vervaardigen van groepsaudiogrammen van werknemers die in gelijke geluidexpositieklassen werken eenvoudiger is. Hierdoor kan ook de presentatie van gegevens naar buiten (bijvoorbeeld aan bedrijfsleiding) eenvoudiger worden uitgevoerd. Een nadeel van deze werkwijze is bijvoorbeeld dat bij controlemetingen, nadat geluidreducerende maatregelen zijn getroffen, niet duidelijk naar voren hoeft te komen dat het expositieniveau van een (groep) werknemer(s) is verlaagd. Met behulp van de gekozen klassenindeling kan ook de periodiciteit van een audiometrieprogramma worden vastgesteld. In "Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma" (CARGO, 1981) wordt eenzelfde klasse-indeling gehanteerd.

4.4.2 Lawaaikaarten

Een lawaaikaart bestaat uit een plattegrond van een afdeling of fabriek waarop de machines en arbeidsplaatsen en op de een of andere manier de equivalente geluidsniveaus zijn aangegeven. De resultaten van werkzaamheidsgebonden metingen kunnen op een dergelijke lawaaikaart worden aange-

geven. Het doel van een lawaaikaart is het overzichtelijk weergeven van arbeidsplaatsen waar schadelijke geluidniveaus heersen. Het maken van een lawaaikaart heeft alleen zin wanneer de machines een vaste opstelling hebben en er een representatief geluidbeeld over langere tijd op verschillende plaatsen gelijktijdig kan worden vastgesteld. Op afdelingen waar veel met lawaaiig handgereedschap wordt gewerkt (hameren, slijptol e.d.) of waar de lawaaibronnen gedurende verschillende perioden in werking zijn heeft het weinig zin een lawaaikaart samen te stellen. In het project Preventie Gehoorschade is slechts in twee bedrijven op een afdeling een lawaaikaart gemaakt. Ter vervaardiging van een lawaaikaart kunnen buiten de arbeidsplaatsen aanvullende metingen nodig zijn die veel tijd kosten. Over het algemeen wordt de plaats van een meting voor het vervaardigen van een lawaaikaart bepaald door een raster dat over de plattegrond van de afdeling wordt gelegd. Punten met gelijke equivalente geluidniveaus worden door lijnen met elkaar verbonden (figuur 3).

Figuur 3. Voorbeeld van een lawaaikaart.



5. GELUIDMEETRESULTATEN

5.1 Methode en apparatuur

Naarmate het onderzoek vorderde is steeds nauwgezetter de meetmethode gevolgd zoals beschreven in het definitieve meetprotocol (zie hoofdstuk 4).

De hierbij gebruikte apparatuur bestond uit:

- 10 geluidexpositiemeters, Bruël & Kjaer, type 4428;
- 5 geluidexpositiemeters, Metrosonics, Metrologger type dB 301;
- 2 precieze integrerende geluidniveaumeters, Bruël & Kjaer, type 2218;
- 1 precieze integrerende geluidniveaumeter, Bruël & Kjaer, type 2230.

5.2 Indeling in geluidexpositieklassen

In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de verdeling van de aantallen werknemers in geluidexpositieklassen per bedrijf. De totale populatie van alle in het onderzoek betrokken bedrijven bedraagt volgens opgave van de bedrijven 8067 werknemers. De risicopopulatie zoals die in de vooronderzoeken geschat is bedraagt 2282 werknemers. Het aantal werknemers dat uiteindelijk aan het uitgebreide onderzoek heeft deelgenomen en waarvoor een geluidexpositieniveau is vastgesteld bedraagt 2300.

Bij een aantal bedrijven zijn er kleine of grotere verschillen tussen de risicopopulatie en het uiteindelijk aantal werknemers dat aan het onderzoek heeft deelgenomen. Kleine verschillen kunnen ontstaan doordat mensen uit de risicogroep uit het bedrijf vertrekken, overgeplaatst worden of doordat er juist mensen zijn die na het vooronderzoek in de betreffende afdeling zijn gaan werken en nog niet in de risicogroep opgenomen waren.

Grote verschillen zijn er bij de bedrijven 12 en 18. Het betreft bedrijven met veel werknemers, vaak in 3, 4 of 5-ploegendiensten. Vaak zijn de werknemers, met name in bedrijf 12, zeer ambulant, waardoor het in het vooronderzoek moeilijker wordt om vast te stellen of deze werknemers tot de risicopopulatie behoren of niet. Wanneer in het vooronderzoek werk-

zaamheidgebonden metingen uitwijzen dat het equivalente geluidniveau van de werkzaamheid meer dan 80 dB(A) bedraagt, worden de betreffende werknemers in eerste instantie tot de risicogroep gerekend. In het uitgebreide onderzoek kan dan blijken dat het expositieniveau minder dan 80 dB(A) bedraagt en zij dus niet meer tot de risicogroep gerekend hoeven te worden.

Het kan ook voorkomen dat een (groep) werknemer(s) bij het vooronderzoek niet tot de risicogroep gerekend zijn omdat zij om de een of andere reden over het hoofd gezien zijn of dat relevante geluidmetingen niet verricht konden worden omdat machines niet in bedrijf zijn.

In het geval van bedrijf 12 zijn om bovengenoemde redenen minder werknemers in de risicogroep ingedeeld tijdens het vooronderzoek. Overigens zijn van de 208 vastgestelde expositieniveaus er 19 beneden 80 dB(A).

Bij bedrijf 18 is een overschatting gemaakt van het aantal werknemers in de risicogroep.

Ook gebeurt het vaak dat werknemers, waarvan in het vooronderzoek en later in het uitgebreide onderzoek blijkt dat het expositieniveau beneden 80 dB(A) ligt, toch tot de risicogroep gerekend zijn omdat zij vaak in afdelingen komen waar wel veel lawaai heerst.

Van de werknemers waarvoor de geluidexpositie niet gemeten is, omdat ze niet tot de risicopopulatie behoren, wordt aangenomen dat ze daadwerkelijk een geluidexpositie hebben die lager ligt dan 80 dB(A). De aantallen in de betreffende kolom kunnen dus worden toegevoegd aan de kolom met < 80 dB(A).

Tabel 5. Verdeling van de aantallen werknemers per geluidexpositieklasse per bedrijf.

		aantallen werknemers									
		geluidexpositieklasse in dB(A) van werknemers waarvan geluidexpositie bekend is									
		<80	80-85	85-90	90-95	95-100	>100				
39	1	85	310	232	78	29	49	-	-	-	-
26	3	138	210	77	133	45	37	49	2	-	-
20/21	4	66	163	96	67	6	22	26	13	-	-
27	5	147	1585	1435	150	19	18	76	32	5	-
40	6	140	148	-	148	104	-	-	44	-	-
39	7	40	375	335	40	-	-	27	13	-	-
20/21	8	174	214	39	175	17	30	128	-	-	-
25	9	15	92	77	15	1	6	8	-	-	-
32	10	145	170	25	145	49	7	7	76	6	-
29/30	11	88	350	262	88	20	56	12	-	-	-
29/30	12	180	550	342	208	19	9	170	10	-	-
34	13	15	20	5	15	7	-	7	1	-	-
34	14	58	110	52	58	10	42	6	-	-	-
29/30	15	20	49	32	17	5	1	11	-	-	-
40	16	0	580	580	0	0	-	-	-	-	-
34	17	103	550	452	98	-	20	77	1	-	-
20/21	18	220	825	620	205	2	6	85	111	1	-
20/21	19	112	164	53	111	5	25	24	48	3	6
32	20	87	198	108	90	33	19	34	4	-	-
20/21	21	102	210	101	109	8	8	83	10	-	-
29/30	22	117	270	153	117	10	30	77	-	-	-
39	24	47	361	312	49	2	26	16	5	-	-
20/21	25	72	150	78	72	7	2	62	1	-	-
39	26	88	200	111	89	7	38	24	20	-	-
39	27	23	213	190	23	-	15	4	4	-	-
totaal		2282	8067	5767	2300	405	466	1013	395	15	6

Om als schatting te kunnen dienen van de situatie in de Nederlandse industrie zijn er enkele bedrijven die de verdeling van de aantallen werknemers over de geluidexpositieklassen waarschijnlijk enigszins scheef kunnen trekken. In tabel 6 is daarom zowel de situatie gegeven voor alle bedrijven te zamen, als de situatie zonder bedrijfsnummer 5, 6, 7, 16, 24, 26 en 27.

Bedrijf 5 betreft een drukkerij/uitgeverij met relatief een zeer groot aantal werknemers in de klasse beneden 80 dB(A); bedrijf 6 en 16 behoren tot de nutsbedrijven, een klasse die niet tot de Nederlandse industrie

gerekend wordt; bedrijven 7, 24, 26 en 27 betreffen sociale werkplaatsen, waar zeer uiteenlopende werkzaamheden verricht worden, waarvan bij enkele wel veel lawaai geproduceerd wordt.

Tabel 6. Verdeling van de totale aantallen werknemers per geluidexpositieklasse.

omschrijving	aantallen werknemers					
	geluidexpositieklasse in dB(A)					totaal
	<80	80-85	85-90	90-95	>95	
cumulatief	-	>80	>85	>90	>95	
absoluut aantal	6172	466	1013	395	21	8067
procentueel aantal	76,5	5,8	12,55	4,9	0,25	100%
procentueel cumulatief aantal		23,5	17,7	5,15	0,25	-
excl. nr. 5,6,7,16,24,26 en 27						
absoluut aantal	3077	369	866	277	16	4605
procentueel aantal	66,8	8,0	18,8	6,0	0,3	100%
procentueel cumulatief aantal	-	33,1	25,1	6,3	0,3	-

In figuur 4 zijn deze percentages nog eens vergeleken met andere studies (Passchier-Vermeer, 1984; en 1976). Het percentage werknemers dat in geluidexpositieniveaus van minder dan 80 dB(A) werkt, in onderhavig onderzoek 67 à 77%, komt aardig overeen met vroegere schattingen van Bolt, Beranek en Newman uit 1975 (64%) (Bolt, 1976) en een recentere studie van de TH-Twente uit 1983 (80%) (Golbach, 1984).

Het percentage werknemers dat in geluidexpositieniveaus van meer dan 90 dB(A) werkt wijkt echter beduidend af van de schattingen. De in het onderzoek betrokken bedrijven zijn echter niet steekproefsgewijs gekozen en mag dan ook zeker niet representatief geacht worden voor de Nederlandse industrie. Wat dit betreft moet verwezen worden naar een recent TNO-onderzoek (Van den Berg, 1986) waarin voor vier onderzochte bedrijfstakken (CBS-codes 20/21, 22, 25 en 32) de problematiek getoetst is.

De enige overeenkomstige bedrijfstak die ook in het project Preventie Gehoorschade redelijk is vertegenwoordigd is de voedings- en genotmiddelenindustrie (CBS-code 20/21). In onderhavig onderzoek zijn 6 bedrijven uit deze bedrijfsklasse betrokken met in totaal 1726 werknemers. In tabel 7 zijn de aantallen en percentages werknemers per

geluidexpositieklasse voor deze bedrijfsklasse weergegeven voor beide onderzoeken. In figuur 4b is dit nog eens grafisch weergegeven.

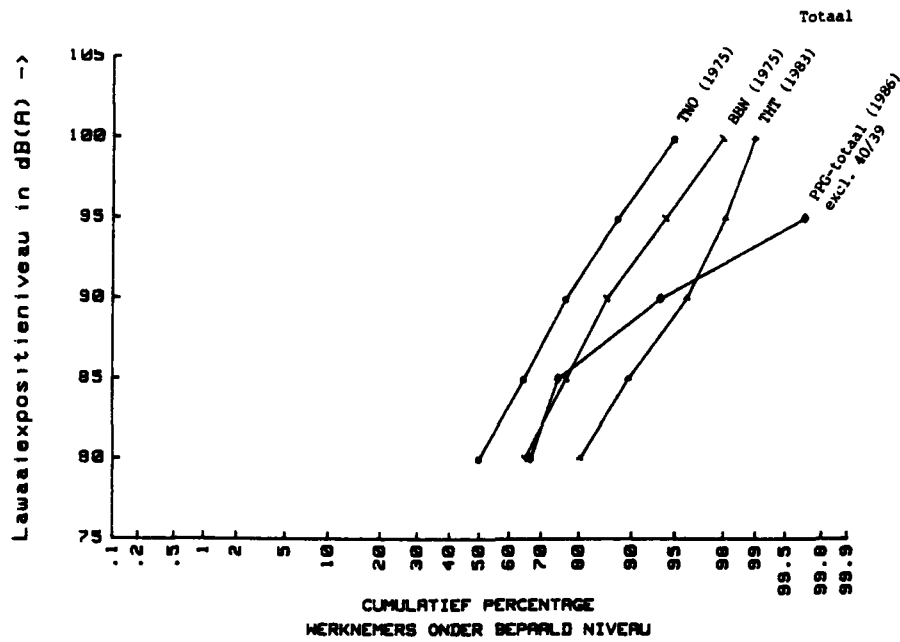
Tabel 7. Verdeling van de totale aantallen werknemers per geluidexpositieklasse. Voor de bedrijfsklasse 20/21 (voedings- en genotmiddelenindustrie).

omschrijving	aantallen werknemers					totaal
	geluidexpositieklasse in dB(A)					
	<80	80-85	85-90	90-95	>95	
cumulatief	-	>80	>85	>90	>95	
Project Preventie Gehoorschade						
absoluut aantal	1032	93	408	183	10	1726
procentueel aantal	59,8	5,4	23,6	10,6	0,6	100%
proc. cum. aantal	-	40,2	34,8	11,2	0,6	-
Steekproef Verbodswetgeving (Van den Berg, 1986)						
absoluut aantal	3099	1075	1156	248	51	5629
procentueel aantal	55,1	19,1	20,5	4,4	0,9	100%
proc. cum. aantal	-	44,9	25,8	5,3	0,9	-
Schatting (Passchier-Vermeer, 1984)						
absoluut aantal	-	-	-	-	-	-
procentueel aantal	62	13	12	7	4	100%
proc. cum. aantal	-	36	23	11	4	-

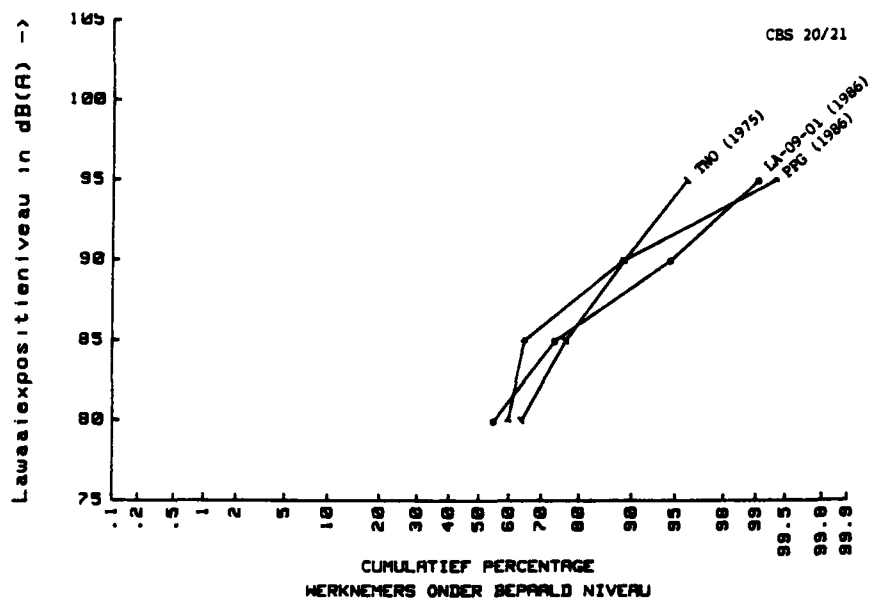
Opgemerkt moet worden dat het in de steekproef 6 bedrijven met meer dan 500 werknemers betrof. De percentages werknemers in de diverse klasse uit beide onderzoeken wijken weinig van elkaar af, behalve in de geluidexpositieklasse van 90 tot 95 dB(A). In onderhavig onderzoek bedraagt dit percentage ruim 10, hoofdzakelijk veroorzaakt door één bedrijf (nr. 18).

Ter vergelijking zijn tevens de percentages uit de eerdere schatting gegeven. De gevonden waarden in het project Preventie Gehoorschade voor het aantal werknemers dat een expositieniveau heeft van minder dan 80 dB(A) (ca. 60%) ligt tussen de waarden uit beide andere onderzoeken in (respectievelijk 55% en 62%). Het percentage werknemers met een expositieniveau van meer dan 90 dB(A) (11%) is gelijk aan het percentage uit de schatting. De toetsing valt lager uit.

Figuur 4a. Vergelijking van de cumulatieve verdelingen van oude gegevens met recente gegevens (uit (2)).



Figuur 4b. Cumulatieve verdelingen van het percentage werknemers naar lawaaiexpositieniveau voor de bedrijfsklasse 20/21 (voedings- en genotmiddelenindustrie), volgens schatting, toetsing en PPG.



5.3 Meetresultaten per bedrijfsklasse

In de volgende paragrafen worden de meetresultaten uit de vooronderzoeken en de uitgebreide onderzoeken gepresenteerd per bedrijfsklasse zoals ze in tabel 3 zijn gegeven. De sociale werkplaatsen in bedrijfsklasse 39 zijn nu wel ondergebracht in de klassen die ze in tabel 2 als tweede codering hebben gekregen.

In elk bedrijf zijn vergelijkbare algemene werktuigen en installaties te vinden, min of meer onafhankelijk van de bedrijfsklasse zoals: ketelhuis, voorheftrucks e.d. Deze zijn in een aparte tabel opgenomen (tabel 15).

In de volgende tabellen wordt een overzicht gegeven van geluidniveaus op arbeidsplaatsen, zowel kortdurend gemeten in het vooronderzoek (kolom L_{Aeqw}) als langdurig gemeten met behulp van geluidexpositiemeters in het uitgebreide onderzoek (kolom L_{EX}). Bij L_{Aeqw} stelt elk getal een waarde van het equivalente geluidniveau voor op een arbeidsplaats, L_{EX} representeert een waarde van het expositieniveau van één werknemer gedurende een (deel van een) representatieve werkdag of meerdere werkdagen. Alle waarden gemeten bij vergelijkbare werkzaamheden of machines, of gemeten op vergelijkbare afdelingen zijn achter elkaar gezet.

In de laatste kolom tenslotte is de geluidexpositieklasse vermeld waarin de werknemers op basis van de geluidexpositieniveaus zijn ingedeeld.

Werkzaamheden die in principe geen lawaai veroorzaken maar waar op de werkplek wel hoge niveaus heersen vanwege andere werkzaamheden en/of machines zijn over het algemeen niet in de tabellen opgenomen.

Het zal duidelijk zijn dat arbeidsplaatsen in verschillende bedrijven vaak moeilijk vergelijkbaar zijn, ook al is de werkzaamheid of het product hetzelfde. Er zullen altijd verschillen zijn in bijvoorbeeld ruimte-akoestiek, ander merk machine, indeling van het vertrek, overige lawaaiige machines, wel of geen lawaaibestrijding toegepast, staat van onderhoud van de machines, klimaat installaties, vermogen, te bewerken materiaal, enz. Zoveel mogelijk vergelijkbare situaties zijn in de tabellen onder elkaar gezet en over het algemeen blijken de geluidniveaus niet ver uit elkaar te liggen.

De twee nutsbedrijven zijn niet in deze rapportage betrokken: bij het ene nutsbedrijf bleek tijdens het vooronderzoek dat de geluidniveaus op

de arbeidsplaatsen slechts incidenteel boven 80 dB(A) uitkomen en bij het andere nutsbedrijf is geen vooronderzoek uitgevoerd. Deze nutsbedrijven zijn bovendien niet vergelijkbaar, omdat het in het ene geval een electriciteitsbedrijf en in het andere geval een gasleveringsbedrijf betreft.

5.3.1 Voedingsmiddelenindustrie (CBS-code 20/21)

In deze industrie komen veel lawaaiige afdelingen en machines voor zoals bottelarijen met machines voor flessenreiniging, flessen of pakken vullen, kratten vullen, etiketteren, dekselen en bovenal de flessenbanen voor transport.

Verder zijn er de centrifuges, sterilisatieketels, homogenisator, vacuümindampers, droogtorens, botermachines, papmachines enz.

In tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de op arbeidsplaatsen heersende geluidniveaus bij bepaalde machines zoals die in bedrijfsnummers 4, 8, 18, 19, 21 en 25 gemeten zijn.

Tabel 8. Vergelijking van de meetresultaten uit vooronderzoek (L_{Aeqw}) en uitgebreid onderzoek (L_{EX}) in de voedingsmiddelenindustrie (20/21).

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L_{Aeqw}	L_{EX}	
1 verpakkingslijn (oud) pakken vullen	90, 91, 90/	91/	90-95
	88, 88, 90/	91, 92, 91, 89 89, 91, 98, 93, 93/	90-95
2 verpakkingslijn (nieuw) pakken vullen	87, 88/	90/	85-90
	86, 87, 85/	93, 91, 88/	90-95
3 bekervulmachine	90, 88/	88, 88/	85-90
	86, 90/	-	85-90
4 roll-in-container vulmachine	85, 86/	91, 90, 90/	85-90
5 melkzakkenvullen	-	91, 89, 87/	85-90
6 flessenvulmachine, incl. andere plaatsen langs flessenlijn	94, 96, 96/	92, 93/	90-95
	92, 96/	95, 94, 93, 89/	90-95
	89, 92, 90/	90/	85-90
	94/	-	-
7 etiketteren (glaslijn)	93/	93/	90-95
	87/	88/	90-95
7a verpakken (flessen in dozen)	91/	89, 93/	90-95
8 flessenreiniging, spoelmachines, sterilisator	89, 91/	92, 92, 92/	90-95
	94/	96, 95/	90-95
	92/	-	90-95
	86/	91, 86/	85-90

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidsniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L _{Aeqw}	L _{EX}	
9 melkbussenreiniging	85/	-	-
10 krattenreiniging	87, 87/ 86, 81, 89/ 85/	-/ 88, 88/ 88/	85-90 85-90 90-95
11 inkratten (kratten vullen) pakken en bekers glas glas	88, 90/ 95/ 87/	 88/ - 88/	85-90 85-90 90-95
12 ontkratten	94/ 84/	-/ 88, 88/	- 90-95
13 krattenkeermachine	89/	-	-
14 kratten stapelen en ontstapelen (palletizeren)	80, 87, 87, 90, 85/ 86/ 86, 88/	89, 84, 91, 87/ - 91, 89/	85-90 - 85-90
15 kratten ontvangst rekken ontvangst	85, 87/ -	83/ 85, 89/	85-90 85-90
16 paplokaal, homogenisator	85, 89, 91, 84, 90, 94/ 83/ 81, 82, 84/ 91/	 89, 88/ -	90-95 85-90
17 botermakerij	89/	88, 96, 87/	85-90
18 centrifugist	91/ 88, 86, 90, 88, 88/ 90/ -	86/ 91, 88, 88, 88/ 86, 90/ 91, 92/	85-90 85-90 85-90 90-95
19 tanklokaal + melkontvangst	77, 71/ 85, 81/ 86, 70, 75, 82, 73/ 80-84, 75, 82 68-70/	- - 87, 84, 83/ - -	- - 90-95 (?) - -
20 koelruimten idem (*ook kratten stapelen)	85, 78, <75/ 76, 76, 74, 87*/	85, 82, 85, 87/ - (zie 14)*	80-85 85-90

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L _{Aeqw}	L _{EX}	
21 intern transport (geen vorkhef-) truck) (lawaaï prod. ruimte) wagenladers	- - -	89,90/ 87/ 84/	85-90 85-90 80-85
22 vleesverkleiner (cutter)	95, 98/ 98/ 100/ - 100/	98/ 90, 94, 88, 92, 93, 95/ 94, 95, 103,103, 104/ 93, 94, 95, 101, 102, 103/ 99, 96, 98/	95-100 90-95 100-105 100-105 95-100
23 vleesbreker	87/ 86/	89/ 96, 92, 94/	85-90 90-95
24 mixers (bereiding) malerij	86, 88, 89/ 96-100/	90, 90/ -	85-90 -
25 walsen (droog)	87	89, 88/	85-90
26 verpakking (vullen dozen) vakumeer inpakmachines + etiketteren	87, 88, 84/ 79/ 84, 85, 83, 82/ 82, 86/	84/ 83, 84, 85/ 91, 98, 94, 90, 90, 90, 89, 90, 87, 91, 92, 91, 90, 89, 94/ 88, 83, 85, 87/	85-90 85-90 90-95 85-90
27 vaten vullen (invaten)	90/	-	-
28 snijmachines	88/	91, 94, 93/	90-95
29 worstmakerij, kookketels/molens (*afhankelijk van cutter!)	82, 94*, 96, 92	93, 93, 89, 91, 90, 90, 95, 95 91, 92/	90-95
30 vulpers (spekmachine)	87/	90, 90/	85-90
31 gehaktafdeling (doseermachine, wellen en braden, koeling)	88, 82, 84/	90, 95, 86, 89/	90-95
32 bliklijn, olie (vullen, stapelen, verpakking)	-	84, 86, 83, 83, 85/	85-90

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidsniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L _{Aeqw}	L _{EX}	
33 poederkleinverpakking (*blikvulmachine uit)	80*/	90, 88, 87, 88, 80, 87, 87/	85-90
34 droogtorens (incl. indampers) (*controlekamer)	90-92, 93-96, 88, 92, 87, 89, 88, 89, 89, 85, 69*/	89, 90, 87, 89/	85-90
35 mengerij	95/	81, 90/	85-90
36 ontvetting (breker) (*contr.kamer)	100, 94, 75*	90/	85-90
37 smelterij	85, 80, 85, 95, 86, 82, 83, 85, 83/	87, 88, 85, 85/	85-90
filters persen	91/	90/	85-90
38 kalkerij (*contr. kamer)	86, 83, 75, 83, 65*/	84/	85-90
39 inwekerij	83, 85, 85, 87, 84, 93/	89/	85-90
40 zifterij (*contr. kamer)	90, 92, 98, 91, 80*, 73*/	94/	90-95
41 sorteerderij	-	92, 91/	85-90

5.3.2 Houtindustrie (CBS-code 25)

Ook de houtindustrie is een lawaaiige bedrijfstak met als voornaamste geluidbronnen afkort- en cirkelzagen, freesmachines, vlakbanken en dergelijke. Er is slechts 1 bedrijf in deze klasse bezocht, alsmede een sociale werkplaats met een machinale houtbewerkingsafdeling. Het betreft bedrijf nummer 9 en 24.

Tabel 9. Vergelijking van de meetresultaten uit vooronderzoek (L_{Aeqw}) en uitgebreid onderzoek (L_{EX}) in de houtindustrie (25).

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		
	L_{Aeqw}	L_{EX}	expositieklasse
1. stofferen) 'tackeren)	max 100/ 89, 93, 94-96 98, 96, 91, 98/	85, 83, 84, 80/ 89, 90, 86, 90/	80-85 85-90
2. timmerman	-	90, 91, 95, 90/	85-90
3. verfspuiten	83/	-	-
4. fineerpers	<<80/	-	-
5. cirkelzaag	95, 93/	88	85-90
afkortzaag	90/	83/	80-85
aluminiumzaag	84*, 92-99/	-	-
6. schuurmachine	84, 77-83*/ -	91, 89/ 83, 88	85-90 85-90
7. afwerken	-	83, 86/	80-85
8. bovenfreesmachine	100, 100*/	-	-
freesmachine	97, 82* 86*/	91/	90-95
bogenfrees	90*/	-	-
9. vlakbank	97*, 88*/	-	-
van dikte bank	88-90/	95/	90-95
schaafmachine	-	90/	85-90
10. luchttoel (aandraaien moeren)	95, 98/	83/	85-90
pneumatische boormachine	-	86/	85-90
11. boormachine	-	83/	80-85

* tijdens vrijloop

5.3.3 Papierindustrie (CBS-code 26) en Grafische industrie (CBS-code 27)

Zowel in de papierindustrie als in de grafische industrie is 1 bedrijf bezocht (bedrijf nummer 3 en 5). Gezien de overeenkomst in geluidbronnen zijn deze bedrijven te zamen genomen. Zowel hoogdruk- als offsetmachines, maar daarnaast ook de (tassen)vouwmachines, driesnijders en vergaar- en bindlijnen zijn de belangrijkste geluidbronnen. Ook in de expeditieafdelingen (transportbanen) komen hoge geluidsniveaus voor.

Tabel 10. Vergelijking van de meetresultaten uit meetresultaten uit vooronderzoek (L_{Aeqw}) en uitgebreid onderzoek (L_{EX}) in de grafische industrie¹(27).

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidsniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L_{Aeqw}	L_{EX}	
1. offsetdrukker	85/	89/	85-90
2. vouwer	85, 82, 82, 75/	87, 87/	85-90
3. driesnijder)	85, 87/	89/	85-90
planosnijder/trimmer)	79, 89/	86/	85-90
	84, 84, 85/	88, 88/	85-90
4. bandzetter	86, 86/	89/	85-90
5. medewerkers garenloze bindstraat	82, 84, 84/	86, 91, 92/	85-90
6. vergaarlijn	91/	91/	90-95
7. medewerkers bindlijn	83-89, 82-87	89, 90/	85-90
8. offsetdrukkers (kranten)	87, 93, 93,	85, 89, 90, 88	85-90
controlekamer	70/	89, 86, 91, 91 90/	
9. rolinleggers offset	88, 90, 92/	90, 91, 89, 88/	85-90
10. hoogdruk drukkers (kranten)	93, 95, 95, 97	91, 92, 93,	90-95
	83/	89, 90, 92, 92/	95-100
idem	98, 100, 102/	97, 96, 96, 97/	
11. rolinleggers hoogdruk	87, 93, 96/	93, 85, 93, 91, 91, 94, 94/	90-95
12. expeditie offset	84/	90, 90, 86, 85, 81, 87, 87/	85-90
13. expeditie hoogdruk	83, 84, 85, 86 88, 88/	90, 84, 87, 87, 85, 83, 90, 89, 88, 85, 86, 88/	85-90
14. plaatvervaardiger	87, 75*/	83, 81, 82, 83/	80-85
*achtergrondniveau			

5.3.4 Chemische industrie (CBS-code 29/30)

In de chemische industrie is de diversiteit van de machines en werkzaamheden zo mogelijk nog groter dan in de overige bedrijfstakken. Een vergelijking tussen de bezochte bedrijven is nauwelijks mogelijk.

Er zijn 4 bedrijven bezocht, bedrijfsnummer 11, 12 15, en 22. Tevens dient opgemerkt te worden dat het in deze bedrijfstak veelvuldig voorkomt dat de lawaaiige plaatsen slechts gedurende korte tijd bezocht worden tijdens controleronden en dat de rest van de werktijd in een meet- en regelkamer, bedieningskamer of controlekamer wordt doorgebracht.

Tabel 11. Vergelijking van de meetresultaten uit vooronderzoek (L_{Aeqw}) en uitgebreid onderzoek (L_{EX}) in de chemische industrie (29/30).

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L_{Aeqw}	L_{EX}	
1. systeemrollenmachine (automaat)	96, 90, 99/	84, 89, 89, 87/	85-90
systeemrollenmachine (handbediend)	84, 87, 83/	87, 88, 87, 89, 84/	85-90
verpakking	-	82, 80, 85, 84, 83, 76, 89,/	85-90
2. coatingmachines	82-85, 78-82/	82, 87, 86, 83, 88, 86/	80-85
3. reactie ketels (motoren en ventilatie) *controlekamer	85, 86, 82, 84, 73, 69*/	84, 91, 88/	85-90
idem	79, 80, 85, 84, 83/	89, 85, 86, 86 89/	85-90
idem, nabij trilzeef	96/	88/	85-90
idem (*controlekamer)	85, 85, 91, 75*/	88, 88/	85-90
4. rubberbreker	82/	-	-
grondstoffenbreker	93, 85	-	-
5. walslijnen: mengen	91, 88, 88, 88/	86, 85, 85, 92, 86/	85-90
wals (zonder malen*)	84*, 81*, 91, 86, 88/	94, 96, 89/	90-95
malen	101, 97, 89/	91, 91/	90-95

5.3.5 Bouwindustrie (CBS-code 32)

In deze bedrijfstak zijn twee bedrijven bezocht, bedrijfsnummer 10 en 20. De belangrijkste gevonden geluidbronnen zijn de trilmachines voor het verdichten van beton en betonmolens.

Tabel 12. Vergelijking van de meetresultaten uit vooronderzoek (L_{Aeqw}) en uitgebreid onderzoek (L_{EX}) in de bouwindustrie (32).

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L_{Aeqw}	L_{EX}	
1. trilbatterij	110, 101, 108, 112, 100, 114, 105, 104	-	-
(*achtergrondniveau machines uit)	80*, 101, 105, 112, 109, 118, 100/	-	-
2. triltafels	93, 97, 95, 102, 100/	96, 95, 94, 95, 91/	95-100
3. betonmixer, molen	94, 81*/	90, 90/	85-90
* in bedieningsruimte	83-86/	83, 93, 88/	80-85
betonmolens, vulmachines	79-84/	86, 91/	80-85
4. malinstallateur, (nabij tril- tafels)		92, 91, 94, 97, 90, 94, 94, 94, 89, 93, 90, 97, 95, 97, 97, 93, 96, 92/	90-95
5. betonwerkers (afh. v. 1, 2 en 4)	-	95, 92, 97/	90-95
6. kraanbedienden (afh. van 1, 2 en 4)	-	91, 89, 96, 92, 96, 87/	90-95
7. kraanmachinist	-	83/	90-95
8. timmerman	-	85, 86, 88, 84/	85-90
9. bankwerker	-	91, 87, 92, 91, 92, 86/	90-95
10. expediteur	-	92, 95/	90-95
11. malerij (*bedieningsruimte)	65*, 90/ 93/	88, 87, 92/ 95/	85-90 90-95
12. perserij	79, 79-84, 80-83, 84/	85, 83, 83, 88, 86, 84, 88, 84, 85/	80-85

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidsniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L _{Aeqw}	L _{EX}	
13. tunnel ovenhal	72/	-	-
krimpoven	91/	-	-
14. matrijzenmakers/stellers	-	89, 95, 93, 94, 90, 87/	85-90

5.3.6 Metaalindustrie (CBS-code 34/39)

De metaalindustrie kent zeer veel lawaaiige machines en werkzaamheden, zoals excenterpersen, persluchtgereedschap, slijpen, lassen, afbramen, freesmachines, zagen enzovoort. Er zijn drie bedrijven bezocht in deze klasse, bedrijfsnummer 13, 14 en 17, alsmede drie sociale werkplaatsen met een metaalafdeling, bedrijfsnummer 7, 26 en 27.

Tabel 13. Vergelijking van de meetresultaten uit vooronderzoek (L_{Aeqw}) en uitgebreid onderzoek (L_{EX}) in metaalindustrie (34/39).

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L_{Aeqw}	L_{EX}	
1. excenterpers	91/ 88/	91, 90, 93/ 86/	90-95 85-90
hydraulische pers	78-80/	-	-
2. ponsen/buigen	84/ -	89, 89, 88/ 91, 89, 90	85-90 90-95
3. boren (vaak afhankelijk van andere werkzaamheden in de omgeving)*	81/ 90/ -	85, 86/ 87, 88, 90/ 88/	85-90 90-95 80-85
4. lassen (* 2 m buiten cabine) ook slijpen* electrisch lassen lassen	92, 87*/ 98-100*/ 75-82/ -/ 90-94/	90, 87, 86/ 91, 92, 89/ - 86, 91/ 91, 97, 91/	85-90 90-95 - 85-90 90-95
5. slijpen	- - - 101/	95/ 87/ 82/ -	90-95 85-90 80-85 -
- rondslijpen	82, 80/	84, 84, 84, 83, 87, 86/	80-85
- vlakslijpen	81, 76/	82, 85, 83, 81, 87, 81, 82/	80-85
- profielslijpen	-	86/	80-85
- scherpslijpmachine	88, 88, 84/	-	-
- binnenslijpmachine	84, 85/	-	-
6. draaien (bankwerker)	91, 91, 94/ - 81, 83, 81/ - -	90/ 86/ 82, 87, 83, 82 85/ 87, 90, 88/ 90, 85, 87, 87, 91, 85, 83/	90-95 85-90 80-85 85-90 85-90

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L _{Aeqw}	L _{EX}	
7. frezen	81, 86, 84, 90/	85, 92, 87, 88, 84/	85-90
	-	83, 89, 84, 84, 87, 91, 83/	85-90
draaien/frezen	-	86, 79, 80, 78, 86/	85-90
numerieke besturing (frezen, boren, draaien)	80-86/	88, 90, 89, 89, 89, 88, 89/	85-90
8. plaatwerker	81-87/	86, 82, 81, 84, 87, 82/	85-90
staal knippen	-	86/	85-90
knippen en zetten	70-85/	82/	80-85
9. zagen			
- profielijzer	83/ 96/ 89, 87/ 83-85/ 90, 94/ 91, 95/	- 90, 89/ - 92/ 90, 86/ 93/	- 85-90 - 90-95 85-90 90-95
10. schuren			
- bandschuurmachine	91/ - 101/	- 89/ -	- - -
11. afbramen	96, 100/ 89/	- -	- -
12. beton verdichten, handtrilapparaat	87-91/	-	-
13. zandstraalkast	83, 92/	-	-
14. centrifuge, afscheider	83/	-	-
15. verfspuiten	83-87/	85, 86, 84, 79	80-85
16. instrumentmaker	-	87, 87, 85, 82, 88, 86, 83, 86/	85-90
17. gereedschapmaker	-	83, 85, 87/	80-85
18. montage, transportkarren (boren, hameren, schroeven, perslucht)	89, 96, 93 96/	(92, 90, 86, 94 ((	90-95

5.3.7 Overige industrieën (CBS-code 39)

In deze klasse staan vijf bedrijven vermeld in tabel 3. Hierin zijn echter vier sociale werkplaatsen begrepen die al in één van de voorgaande bedrijfsklassen zijn ingedeeld, omdat de werkzaamheden op de betreffende afdelingen (machinale houtbewerking en metaal) van deze werkplaatsen heel goed overeenkomen met die in de genoemde bedrijfsklassen, waardoor een betere vergelijking mogelijk is.

In bedrijfsklasse 39 resteert dus één bedrijf (bedrijf 1), een foto- en filmlaboratorium. In dit bedrijf is op zeer beperkte schaal gebruik gemaakt van geluidexpositiemeters.

Tabel 14. Vergelijking van de meetresultaten uit vooronderzoek (L_{Aeqw}) en uitgebreid onderzoek (L_{EX}) in de overige industrieën (39).

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L_{Aeqw}	L_{EX}	
1. presplice-operator (films uit verpakking halen en plakken)	81, 81 peak 105/	80, 85/	80-85
2. operator 'reversal' (snijden films en verpakken)	78/	80/	<80
3. proces operator (negative processing)	77, 84/	81/	80-85
4. printer (paper processor) opwikkelen papier) afdrukken)	84/ 78, 78/	81/ 78/	<80 <80

5.3.8 Algemene werkzaamheden, in alle bedrijven voorkomend

In bijna alle bedrijven komen functies, machines en/of werkzaamheden voor die niet specifiek voor een bepaalde bedrijfstak zijn, zoals bijvoorbeeld compressoren, blazen met perslucht en werkzaamheden van Technische Diensten. De werknemers van Technische Diensten kunnen velerlei werkzaamheden verrichten, meestal niet op één bepaalde plaats (werkplaats) maar vaak door het hele bedrijf. Ook de duur van de werkzaamheden varieert sterk. Kortdurende metingen bij deze groep werknemers is dan ook niet zinvol en in het vooronderzoek meestal achterwege gelaten.

Het onderhoud van compressoren, ketelhuizen, centrales en machinekamers wordt vaak verzorgd door de Technische Dienst. In deze ruimten, die over het algemeen niet continue bemand zijn, zijn meestal wel kortdurende metingen verricht.

In het uitgebreide onderzoek zijn in veel bedrijven werknemers van een Technische Dienst met een geluidexpositiemeter uitgerust. In tabel 15 zijn de meetresultaten samengevat.

Tabel 15. Vergelijking van de meetresultaten uit vooronderzoek (L_{Aeqw}) en uitgebreid onderzoek (L_{EX}) voor algemene werkzaamheden en/of afdelingen in diverse bedrijven.

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L_{Aeqw}	L_{EX}	
1. compressorruimten	88, 89, 100, 98	-	-
	85, 91, 83-90	-	-
2. ketelhuis/centrale	86, 89/	86/	85-90
	79, 83, 88,	-	-
in meet- en regelkamer	88, 89, 86, 57/	87/	85-90
	88, 80*, 91,	90/	85-90
	86, 87/		
3. machinekamer	93/	-	-
4. pompenkelder	116/	-	-
5. vacuumpomp-ruimte	85/	-	-
6. Technische Diensten:			
- electromonteurs	-	83, 85/	85-90
	-	86, 88, 85, 84,	85-90
		86, 82, 85, 85,	
		84/	
	-	81/	80-85

omschrijving functie/werkzaamheid afdeling	geluidsniveaus in dB(A)		expositieklasse
	L _{Aeqw}	L _{EX}	
- monteurs (mechanisch-, onderhoud-, machinebankwerkers, draaiers, pijpfitters, lassers, slijpers, garage)	-	88/	85-90
		82, 86, 84/	85-90
		86/	85-90
		86, 86/	85-90
		80/	80-85
		91, 88/	90-95
		89, 85, 94/	85-90
		86, 95, 88, 90,	85-90
		91, 90, 89, 86,	
		83/	
		85, 83/	85-90
		92, 83, 87, 90,	85-90
		90, 90, 88/	
		90, 88/	85-90
		85, 81, 90, 86,	85-90
		81, 89, 86, 86/	
		84, 89, 93/	85-90
- timmerlieden		81, 86/	80-85
		86, 88, 85, 84/	85-90
		80/	80-85
		87/	85-90
- laadschopchauffeurs		93/	90-95
		90/	85-90
- vrachtwagenchauffeurs (oud type wagen) (nieuw type wagen)		83/83	80-85
		78, 78/	<80
Heftruckchauffeurs		83/	80-85
		92/	90-95
		90, 87/	85-90
		90/	90-95
		81/	80-85
		89, 89, 86/	85-90
		84/	80-85
		85/	85-90

6. VERGELIJKING VAN DE UITKOMSTEN VAN DE WERKZAAMHEIDGEBONDEN EN DE PERSOONSGEBONDEN METINGEN

Doel van deze vergelijking tussen kortdurende werkzaamheidgebonden en langduriger persoonsgebonden metingen is na te gaan hoe groot het verschil kan zijn bij een indeling in geluidexpositieklasse op basis van de werkzaamheidgebonden metingen uit het vooronderzoek. In het onderhavige onderzoekproject is indeling van de werknemers vrijwel altijd geschied op basis van de geluidexpositiemetingen.

Natuurlijk kan door berekening, waarbij de expositietijd en werkzaamheidgebonden geluidniveaus nauwkeurig bekend moeten zijn, het expositieniveau van een werknemer bepaald worden. Er zijn echter in de praktijk een aantal onzekere factoren die het expositieniveau kunnen beïnvloeden waardoor het berekende of gemeten expositieniveau kan afwijken van het werkelijke expositieniveau. Deze factoren zijn:

- Onbekendheid van de blootstellingstijd.
In de praktijk blijkt vaak dat een werknemer niet exact weet hoe lang hij met iets bezig is. Bovendien is dit heel vaak sterk afhankelijk van het werkaanbod en soms ook van eventuele storingen in het productieproces. De invloed kan beperkt blijven wanneer de schatting niet meer dan een factor 2 fout is. De fout in het niveau bedraagt dan hooguit 3 dB(A).
- De exacte positie van het oor ten opzichte van de bron.
Vaak is de positie van het oor ten opzichte van de geluidbron variabel, de ene keer zal de werknemer dichterbij de bron zijn, een andere keer iets verder ervan af. Vooral op korte afstanden tot de geluidbron kan een kleine verandering in de afstand een groot verschil in geluidniveau tot gevolg hebben. Dit is met name het geval bij handgereedschap (houtindustrie, Technische Diensten).
- Storingen.
Bij storingen moet de werknemer vaak handelingen verrichten waarbij het oor een andere positie inneemt dan onder normale omstandigheden en vaak is het geluidniveau dan ook anders. Bij kortdurende metingen in het vooronderzoek kunnen deze bijzondere omstandigheden meestal niet gemeten worden.

- Het te bewerken materiaal.
Het geluidniveau is afhankelijk van de soort materiaal dat bewerkt wordt; bijvoorbeeld in de metaal- en houtindustrie (vergelijk hardhout en zachthout). Ook de aard van de bewerking bepaalt mede het geluidniveau en ook de richting van de bewerking heeft vaak invloed op het geluidniveau.
- Variaties in het productieproces.
Een voorbeeld hiervan is de snelheid van drukpersen. Het geluidniveau is hiervan afhankelijk. Over het algemeen geldt hoe langzamer het proces verloopt des te lager het geluidniveau.
- Onderhoud van machines en gereedschappen.
Zagen en andere snijgereedschappen die niet meer scherp zijn veroorzaken hogere geluidniveaus. Dit kan van machine tot machine verschillen en varieert uiteraard in de tijd. Ook uitgelopen lagers rammelende, loszittende onderdelen, aanlopende transportkettingen en dergelijke, kunnen het geluidniveau (onnodig) verhogen.
- Overige werkzaamheden door anderen in de naaste omgeving.
Vaak worden op een afdeling verschillende lawaaiige werkzaamheden verricht. Het geluidniveau op een arbeidsplaats is dan mede afhankelijk van de geluidproductie op naastgelegen en andere arbeidsplaatsen op de afdeling.

Om na te gaan hoe groot de kans is dat een werknemer in een andere geluidexpositieklasse zou zijn ingedeeld op basis van de werkzaamheidsgebonden geluidmetingen uit het vooronderzoek is een aantal berekeningen uitgevoerd die in tabel 16 zijn samengevat.

Van iedere situatie, zoals die in tabellen 8 t/m 15 zijn weergegeven, is het rekenkundig gemiddelde (kortdurende) werkzaamheidsgebonden geluidniveau ($\overline{L}_{Aeqw}$) berekend en het rekenkundig gemiddelde (langdurende) persoonsgebonden expositieniveau ($\overline{L}_{EX}$).

In de meeste gevallen is uit de persoonsgebonden metingen de geluidexpositieklasse bepaald. De dichtsbijzijnde klasse-grens (K_g) is tevens in de tabellen gegeven.

Vervolgens is het verschil berekend tussen de gemiddelde waarden van de werkzaamheid- en de persoonsgebonden meting: $Vl = \overline{L}_{EX} - \overline{L}_{Aeqw}$.

Ook is het verschil berekend tussen de gemiddelde waarde van de werkzaamheidsgebonden meting en de dichtsbijzijnde klassegrens waarin de betreffende (groep) werknemer(s) is ingedeeld: $V2 = K_g - \bar{L}_{Aeqw}$.

Deze waarde is alleen berekend wanneer $\bar{L}_{Aeqw}$ buiten de geluidexpositieklasse valt. Valt de waarde erbinen dan is V2 nul gesteld.

Voor die situaties waarin één van de basisgegevens ($\bar{L}_{Aeqw}$ of $\bar{L}_{EX}$) ontbreekt konden deze berekeningen uiteraard niet worden uitgevoerd. Ook voor die situaties waarin de werknemer(s) een belangrijk deel van hun werktijd in een controlekamer doorbrengen waar het geluidniveau beduidend lager is dan daarbuiten, zijn geen berekeningen gemaakt. Deze situaties komen veel voor in de voedings- en genotmiddelenindustrie en de chemische industrie.

Omdat in het vooronderzoek het geluidniveau van de werkzaamheid bepalend is voor een uitgebreider onderzoek ($\bar{L}_{Aeqw} > 80 \text{ dB(A)}$) is veelal in dat stadium van het onderzoek niet gevraagd naar expositieduur. In die situatie waarin de expositieduur aan de gemeten hoge niveaus veel minder dan 8 uur bedraagt, zal het expositieniveau en de klasse-indeling dus sterk afwijken van het werkzaamheidsgebonden geluidniveau.

Tabel.16. Berekening van de verschillen van $\bar{L}_{Aeqw}$ met $\bar{L}_{EX}$ en de klassegrens K_g . (Het eerste cijfer onder 'situatienummer' slaat op de bijbehorende tabel.)

situatie nummer	$\bar{L}_{Aeqw}$	$\bar{L}_{EX}$	K_g	V1	V2	situatie nummer	$\bar{L}_{Aeqw}$	$\bar{L}_{EX}$	K_g	V1	V2
8.1	90	91	90	1	0						
	89	92	90	3	1	8.20	82	85	-	3	0
8.2	88	90	-	2	0	8.22	97	98	-	1	0
	86	91	90	5	4		98	92	95	-6	-3
8.3	89	88	-	-1	0		100	100	-	0	0
8.4	86	90	-	4	0	8.23	87	89	-	2	0
8.6	95	93	-	-2	0		86	94	90	8	4
	94	93	-	-1	0		100	98	-	-2	0
	90	90	-	0	0	8.24	88	90	-	2	0
8.7	93	93	-	0	0	8.25	87	89	-	2	0
	87	88	90	1	3	8.26	86	84	-	-2	0
8.7a	91	91	-	0	0		79	84	85	5	6
8.8	90	92	-	2	0		84	91	90	7	6
	94	96	-	2	0		84	86	85	2	1
	86	89	-	3	0	8.28	88	93	90	5	2
8.10	85	88	-	3	0	8.29	91	92	-	1	0
	85	88	90	3	5	8.30	87	90	-	3	0
8.11	89	88	-	-1	0	8.31	85	90	90	5	5
	87	88	90	1	3	8.34	89	89	-	0	0
8.12	84	88	90	4	6	8.35	95	86	90	-9	-5

situatie nummer	$\overline{L}_{Aeqw}$	$\overline{L}_{EX}$	Kg	V1	V2	situatie nummer	$\overline{L}_{Aeqw}$	$\overline{L}_{EX}$	Kg	V1	V2
8.14	86	88	-	2	0						
	87	90	-	3	0	8.37	85	86	-	1	0
8.15	86	83	-	-3	0		91	90	90	-1	-1
8.16	86	92	90	6	4						
	82	89	85	7	3						
8.17	89	90	-	1	0	8.39	86	89	-	3	0
8.18	91	86	90	-5	-1	8.40	93	94	-	1	0
	88	89	-	+1	0						
	90	88	-	-2	0						
10.1	85	89	-	4	0	11.1	95	87	90	-8	-5
10.2	81	87	85	6	4		85	87	-	2	0
10.3	86	89	-	3	0						
	84	88	85	4	1						
	84	86	85	2	1	11.2	82	85	-	3	0
10.4	86	89	-	3	0	11.3	82	88	85	6	3
10.5	83	90	85	7	2		82	87	85	5	3
10.6	91	91	-	0	0		87	88	-	1	0
10.7	86	90	-	4	0	11.5	89	87	-	-2	0
10.8	91	89	90	-2	-1		88	93	90	5	2
10.9	90	90	-	0			96	91	95	-5	-1
10.10	93	91	-	-2	0	11.8	88	87	-	-1	0
	100	97	-	-3		11.9	89	89	-	0	0
10.11	92	92	-	0	0	11.13	84	88	85	4	1
10.12	84	87	85	3	1		86	84	-	-2	0
10.13	86	87	-	1	0	11.14	82	86	85	4	3
10.14	81	82	-	1	0	11.15	86	83	85	-3	-1
						11.16	82	84	-	2	0
						14.1	81	82	-	1	0
						14.2	78	80	-	2	0
						14.3	81	81	-	0	0
						14.4	84	81	80	-3	-1
							78	78	-	0	0
12.2	97	94	-	-3	0						
12.3	85	88	-	3	0	15.2	88	86	-	-2	0
	82	89	-	7	0		88	87	-	-1	0
12.11	93	95	-	2	0		88	90	-	2	0
12.12	82	85	-	3	0						
						13.7	85	87	-	2	0
13.1	91	91	-	0	0		83	89	85	6	2
	88	86	-	-2	0	13.8	84	84	85	0	1
13.2	84	89	85	5	1	13.9	96	90	90	-6	-6
13.3	81	86	85	5	4		84	92	90	8	6
	90	88	-	-2	0		92	88	90	-4	-2
13.4	92	88	90	-4	-2		93	93	-	0	0
	92	93	-	1	0	13.15	85	84	-	-1	0
13.5	81	85	-	4	0	13.18	94	91	-	-3	0
	79	83	80	4	1						
13.6	92	90	-	-2	0						
	82	84	-	2	0						

Dit is met name het geval in de houtindustrie waar de werknemer(s) steeds gedurende vaak korte tijd aan hoge niveaus worden blootgesteld (cirkelzaag, freesmachines, e.d.). De gegevens uit tabel 9 zijn daarom ook niet in tabel 16 verwerkt.

Toch wijkt in enkele (7) situaties de klasseindeling af van de gemeten gemiddelde expositieniveaus. Meestal heeft dit zijn oorzaak in het feit dat het om één of enkele werknemers gaat die in een omgeving werken waarin alle overige collega's in een andere klasse zijn ingedeeld en waarvan verwacht kon worden op basis van observatie en werkanalyse dat zij in deze zelfde geluidklasse als de overige collega's ingedeeld zouden moeten worden. Mogelijkerwijs is in deze gevallen niet gedurende een representatieve meettijd gemeten of is de indeling in de geluidklasse niet goed uitgevoerd. Deze situaties zijn wel in de tabel opgenomen.

In tabel 16 blijven nu 118 situaties over waarin uit het gemiddelde werkzaamheidsgebonden geluidniveau (L_{Aeqw}) redelijkerwijs de geluidexpositieklasse bepaald zou kunnen worden.

In 42 gevallen (ca. 36%) zou de klasse afwijkend zijn bepaald:

26 keer (22%) een klasse lager, 11 keer (9%) een klasse hoger, 4 keer (ca. 4%) twee klassen lager en 1 keer (ca. 1%) twee klassen hoger. Wanneer de indeling in geluidexpositieklassen zou zijn gebeurd op basis van de werkzaamheidsgebonden metingen in plaats van op basis van de persoonsgebonden metingen zou in bijna 2/3 van de situaties (64%) de indeling in dezelfde klasse hebben plaatsgevonden. Echter in verband met de vaste klasse-grenzen mag al een zeker percentage in een andere klasse verwacht worden. Het gemiddelde verschil tussen de gemiddelde werkzaamheidsgebonden metingen en de gemiddelde persoonsgebonden metingen (V_1) bedraagt 1,1 dB(A) met een standaarddeviatie (S_1) van 3,3 dB(A). Het gemiddelde expositieniveau ligt dus ruim 1 dB(A) hoger dan uit het gemiddelde equivalente geluidniveau van de werkzaamheden blijkt. Mogelijke redenen hiervoor zijn al aan het begin van dit hoofdstuk gegeven. Het gemiddelde verschil tussen de klassegrens en het gemiddelde werkzaamheidsgebonden geluidniveau, in die gevallen dat het werkzaamheidsgebonden niveau niet binnen de klasse valt, bedraagt 1,4 dB(A) met een standaarddeviatie van 3,1 dB(A) (42 situaties). Voor die situaties (30) dat het verschil positief is, dat wil zeggen dat het werkzaamheidsgebon-

den niveau lager is dan de onderste klassegrens, bedraagt het gemiddelde verschil 3,0 dB(A) met een standaarddeviatie van 1,7 dB(A).

De belangrijkste conclusie op basis van de statistische gegevens uit dit hoofdstuk is dat een indeling van werknemers in geluidexpositieklassen met behulp van werkzaamheidsgebonden geluidmetingen redelijk goed kan geschieden. Ongeveer 1/3 deel van de situaties zal echter afwijkend beoordeeld worden waardoor persoonsgebonden metingen ter bepaling van het expositieniveau noodzakelijk blijft. Ook in die situaties waarbij de geluidniveaus sterk variëren is dit nodig, omdat hierbij de expositietijd aan hoge niveaus een onbekende zwaarwegende factor is.

7. REPRODUCEERBAARHEID VAN GELUIDDOSIMETRIE

7.1 Inleiding

In het meetprotocol ten behoeve van gehoorbeschermingsprogramma's neemt dosimetrie, ofwel persoonsgebonden geluidexpositiemeting een ruime plaats in. Sinds de aanvang van het project Preventie Gehoorschade is met behulp van geluidexpositiemeters of kortweg dosimeters, het expositieniveau van werknemers bepaald.

In verreweg de meeste gevallen zijn de geluidexpositiemetingen uitgevoerd onder toezicht van een geluidmeettechnicus, zodat men kan spreken van bewaakte dosimetrie. In totaal is bij 700 personen de geluidexpositie gemeten met behulp van diverse typen dosimeters. Dosimeters met een geheugen waarin het equivalente geluidniveau van elke minuut (of een langer ingestelde tijd) over een periode van 8 uur kan worden opgeslagen blijken zeer handig in het gebruik. Immers bij bewaakte dosimetrie heeft men reeds waargenomen welke werkzaamheden de werknemer verricht waardoor het mogelijk is deze werkzaamheden te koppelen aan het verloop van het expositieniveau gedurende de waarnemingstijd. De meetresultaten afkomstig van 700 personen zijn geanalyseerd om na te gaan hoe groot de reproduceerbaarheid van metingen met dosimeters nu eigenlijk is.

7.2 De dosimeter als meetinstrument

De dosimeter is een klein (licht) instrument dat gedragen kan worden door een werknemer tijdens zijn werk en dat de geluidexpositie van die werknemer registreert.

Aan de toepassing van dergelijke instrumenten kleven voor- en nadelen. Hieronder wordt er daarvan een aantal opgesomd.

Voordelen:

- Vele meters kunnen gelijktijdig ingezet worden, waardoor snel een redelijk beeld kan worden verkregen omtrent de

geluidexpositie bij bepaalde functies of van groepen werknemers.

- In gevallen waarbij men niet plaatsgebonden kan werken is dosimetrie een uitkomst, evenals op plaatsen waar een meettechnicus moeilijk kan komen (bijvoorbeeld vorheftrucks, torenkranen e.d.).

Nadelen:

- Indien de werknemers middels voorlichting niet goed gemotiveerd en betrokken worden bij een gehoorbeschermingsprogramma moet men op zijn hoede zijn voor eventuele sabotage. Vooral resultaten uit de eerste meetperiode kunnen onnauwkeurig zijn, omdat het nogal eens voorkomt dat de werknemer gaat experimenteren.
- De huidige meters leveren niet alle noodzakelijke informatie ten behoeve van het opstellen van een lawaaibestrijdingsplan. Het is vaak moeilijk achteraf na te gaan welke werkzaamheden het meest hebben bijgedragen aan de totale geluidexpositie. Voor het opstellen van zo'n plan is meestal ook een diepergaande analyse noodzakelijk zoals een analyse in oktaafbanden en de meting van nagalmtijden.

Het eerste nadeel is grotendeels te ondervangen door de dosimetrie bewaakt uit te voeren. Dit betekent dat een geluidmeettechnicus het grootste deel van de meettijd in de betreffende ruimten aanwezig is. Dit geldt met name voor de eerste periode waarin geluidsdosimeters gedragen worden. Als in de praktijk blijkt dat er bij het gebruik van geluidsdosimeters geen moeilijkheden optreden kan men overgaan tot een beperkte bewaking.

Geluidexpositiemeters ofwel dosimeters meten de momentane A gewogen geluidsdruk en integreren die over een bepaalde tijd. Het op de meter af te lezen resultaat wordt door de fabrikant de geluidsdosis ofwel de geluidexpositie genoemd.

Afhankelijk van het type toegepaste meter heeft men na een bepaalde meettijd de beschikking over een meetwaarde welke na eventuele omrekening het equivalente geluidsniveau representeert.

De wat oudere typen dosimeters geven aan het einde van de meettijd een percentage. Men noemt dit percentage de "Noise Dose Count" of afgekort

de NDC-waarde. Meestal gaat men bij het afregelen van deze meter uit van een maximaal toegestane geluidexpositie (dosis=100%) van 90 dB(A) over 8 uur meettijd. Men leest op deze meter op dat moment dan ook een NDC-waarde af van 100%.

Bij een dergelijke dosimeter wordt door de fabrikant een tabel meegeleverd waarmee men op eenvoudige wijze aan de hand van de meettijd en het percentage het equivalente geluidniveau L_{Aeq} kan aflezen.

Voor wat het tweede nadeel betreft moet nog een ontwikkeling op het gebied van de dosimetrie genoemd worden. Momenteel zijn er dosimeters met een uitgebreid geheugen verkrijgbaar bij diverse fabrikanten voor diverse klimaatfactoren, die tevens als geluidniveaumeter dienst kunnen doen. Gebruikt men deze meter als geluiddosimeter dan kan men deze meter zodanig instellen dat het momentaan gemeten geluiddrukkniveau in dB(A) per minuut wordt omgerekend in een equivalent geluidniveau. Vervolgens wordt deze waarde opgeslagen in het geheugen van de meter. Stel men meet gedurende een gehele werkdag, dan heeft men na afloop de beschikking over het verloop van het equivalente geluidniveau van minuut tot minuut. Ook worden deze minuutwaarden aan het einde van de periode omgerekend naar het equivalente geluidniveau over de gehele meetperiode.

Met behulp van een dergelijk meetinstrument is het mogelijk na te gaan welke geluidbelasting een bepaalde werkzaamheid veroorzaakt als men deze werkzaamheden gedurende de meettijd registreert. Een meer uitgebreide analyse is met een dergelijk instrument veel eenvoudiger en comfortabeler geworden.

7.3 Analyse geluidexpositieniveaus

7.3.1 Samenstelling van de gegevens

In totaal zijn bij 700 verschillende werknemers persoonsgebonden geluidexpositiemetingen uitgevoerd door middel van de reeds genoemde geluiddosimeters. Per werknemer is minimaal 1 werkdag gemeten. Uit de groep van 700 verschillende werknemers zijn 'sub'-groepen werknemers geselecteerd per bedrijf en per afdeling, die dezelfde werkzaamheden verrichten. Dit op basis van de CBS-beroeps codering en waarneming ter plaatse. Wanneer

de subgroep uit drie of meer personen bestond is deze gebruikt voor verdere analyse.

Op deze wijze werden 83 subgroepen samengesteld van minimaal 3 personen. In totaal bestonden deze 83 subgroepen uit 511 personen, hetgeen een gemiddelde groepsgrootte van 6,1 personen inhoudt.

De totale meettijd bij deze 511 personen bedroeg 3710 uur, dit is gemiddeld 7 uur en 15 minuten per persoon.

In eerste instantie lijkt dit weinig maar kijkt men naar de gemiddelde grootte van één groepje personen dat dezelfde werkzaamheden verricht dan komt dit neer op een gemiddelde geregistreeerde meettijd van ruim 42 uur per subgroep.

In tabel 17 zijn de basisgegevens van de 83 subgroepen gegeven.

Om na te gaan hoe reproduceerbaar men met dosimeters kan meten is een aantal statistische bewerkingen uitgevoerd op de meetresultaten afkomstig van de 83 subgroepen.

Tabel 17. Analyse geluidexpositieniveaus.

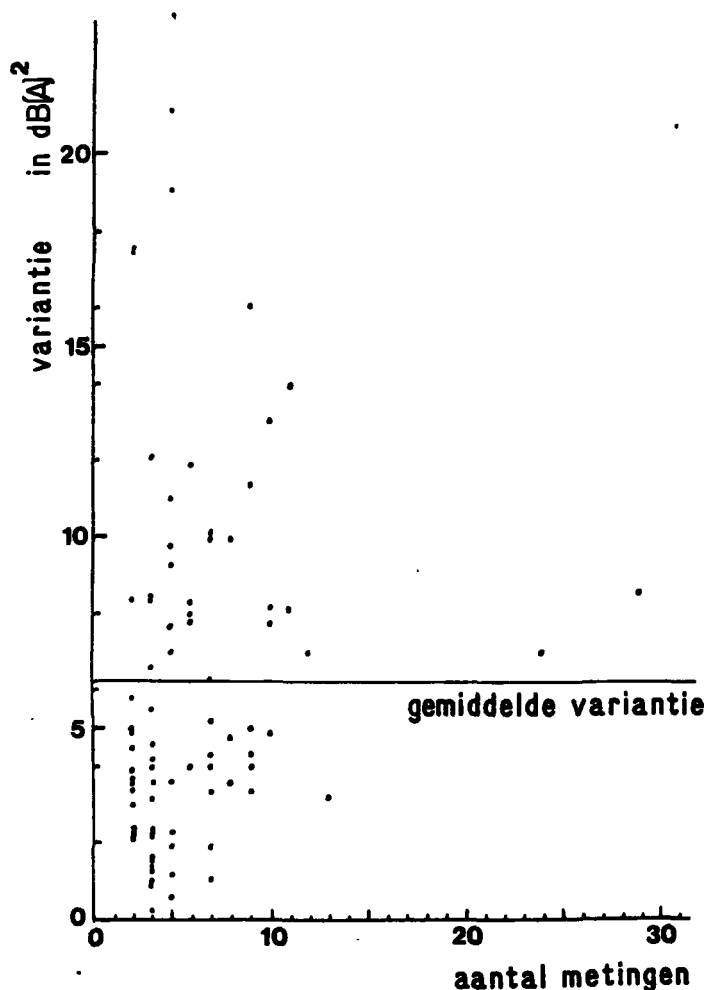
Bedr.nr.	Afd. nr.	L _{EX}	gemiddelde meet- tijd per meting	totale meettijd	variantie	aantal metingen	Bedr.nr.	Afd. nr.	L _{EX}	gemiddelde meet- tijd per meting	totale meettijd	variantie	aantal metingen
4	4	83.7	4.55	14.45	3.90	3	3	87.7	5.24	46.59	1.13	5	
4	4	89.4	8.55	80.49	3.40	3	3	87.3	3.27	13.49	2.22	4	
4	2	90.8	3.56	10.49	17.61	3	1	87.3	5.50	17.29	4.92	3	
4	1	88.7	4.44	23.42	1.95	5	19	5	34.0	5.49	58.09	13.15	10
5	7	85.4	4.05	20.26	13.07	5	19	5	91.2	5.39	22.38	4.00	4
5	5	90.7	7.20	88.02	7.02	12	19	5	75.2	5.19	47.55	3.99	9
5	4	82.1	7.50	30.01	1.57	4	19	4	90.2	5.42	17.05	2.23	3
5	4	86.5	6.39	26.38	1.93	4	19	4	92.7	5.24	16.12	4.99	3
5	4	85.4	5.49	29.04	6.97	5	19	3	85.2	4.46	23.48	1.56	5
5	3	86.6	5.30	38.31	10.14	7	19	2	87.7	5.34	27.51	23.67	5
5	1	93.3	10.09	101.29	8.22	10	19	1	91.9	6.04	78.49	3.23	10
5	1	88.0	10.40	74.41	4.33	7	20	7	89.1	4.33	13.38	8.40	3
7	1	89.1	8.45	61.18	6.26	7	20	6	88.1	6.48	33.58	9.81	5
7	1	87.4	5.14	15.41	2.19	3	20	5	65.1	4.38	41.43	4.27	9
8	6	90.7	12.27	49.49	8.54	4	20	4	87.9	3.25	10.14	2.26	3
8	4	85.7	3.50	15.20	4.22	4	20	1	91.8	5.20	26.41	10.98	5
8	1	88.9	5.41	17.02	2.39	3	21	5	84.3	8.16	41.19	2.35	5
8	1	90.2	3.57	93.06	7.02	24	21	4	86.8	6.33	39.16	11.92	6
9	1	82.5	6.38	26.73	4.62	4	21	2	88.7	7.59	31.55	1.96	4
9	1	91.4	7.28	29.53	6.65	4	21	1	89.2	7.10	57.19	9.98	4
9	1	87.2	5.32	22.09	12.17	4	22	9	63.3	4.17	25.44	8.27	9
10	11	87.6	5.57	35.42	7.57	6	22	7	86.2	8.57	26.52	3.69	3
10	4	93.9	3.24	39.38	4.97	9	22	6	85.2	16.01	112.08	1.90	7
10	2	94.9	3.52	11.37	5.81	3	22	3	87.2	14.15	71.15	21.14	5
10	1	91.4	4.39	18.34	3.26	4	22	1	85.1	10.07	30.22	3.41	3
10	1	95.2	4.49	33.40	5.17	7	24	1	87.8	7.53	71.01	16.15	9
11	1	86.1	6.47	32.53	3.65	5	25	5	89.2	7.35	22.44	17.52	3
11	1	91.9	4.03	24.15	7.78	6	25	4	86.9	7.50	47.62	4.02	5
11	1	85.5	3.12	32.04	4.86	10	26	1	90.2	9.26	75.30	3.58	8
12	6	87.9	5.51	52.35	11.44	9	27	1	80.8	8.20	16.40	1.28	3
12	2	85.0	4.35	18.21	1.65	4	27	1	82.4	8.19	33.15	1.35	4
12	2	86.7	4.43	18.52	2.25	4	28	1	88.5	6.37	33.04	7.67	5
12	1	87.5	7.03	21.08	5.73	3	26	1	92.4	5.27	54.29	7.79	10
14	1	82.7	5.36	39.11	3.40	7							
14	1	85.8	6.52	27.27	2.26	4							
14	1	87.1	11.28	57.21	9.29	5							
14	1	93.4	7.54	31.35	5.51	4							
15	2	88.8	8.29	33.57	3.62	4							
15	2	85.1	9.37	28.52	3.62	3							
17	5	87.6	8.00	32.02	8.36	4							
17	4	85.2	9.09	27.28	4.51	3							
17	2	85.2	11.31	92.09	4.83	8							
17	2	86.1	9.37	67.20	10.03	7							
17	2	84.2	11.16	123.52	14.01	11							
17	1	85.5	7.47	31.07	1.29	4							
17	1	83.8	11.60	83.57	4.05	7							
17	1	88.4	10.38	74.25	1.95	7							
18	3	83.9	11.34	46.18	1.24	4							
18	1	90.4	11.23	125.09	8.02	11							
18	1	90.4	10.19	299.19	8.56	29							

7.3.2 Gemiddelde variantie in de meetuitkomsten

Allereerst is de gemiddelde variantie van de meetuitkomsten in de 83 subgroepen bepaald. In figuur 5 zijn de varianties van de meetuitkomsten uitgezet tegen het aantal metingen per subgroep.

Per definitie is de variantie onafhankelijk van het aantal waarnemingen. Echter hoe meer metingen verricht zijn des te nauwkeuriger is de variantie vast te stellen. Uit de volgende paragraaf zal blijken dat de variantie wel afhankelijk is van de hoogte van het expositieniveau. Van alle subgroepen te zamen, onafhankelijk van het gemeten expositieniveau, bedraagt de gemiddelde variantie $6,2 \text{ dB(A)}^2$, ofwel de gemiddelde standaarddeviatie bedraagt $2,5 \text{ dB(A)}$. De in het meetprotocol gekozen klassebreedte van 5 dB(A) betekent derhalve een range van tweemaal de standaarddeviatie.

Figuur 5. De variantie in de meetuitkomsten als functie van het aantal metingen.

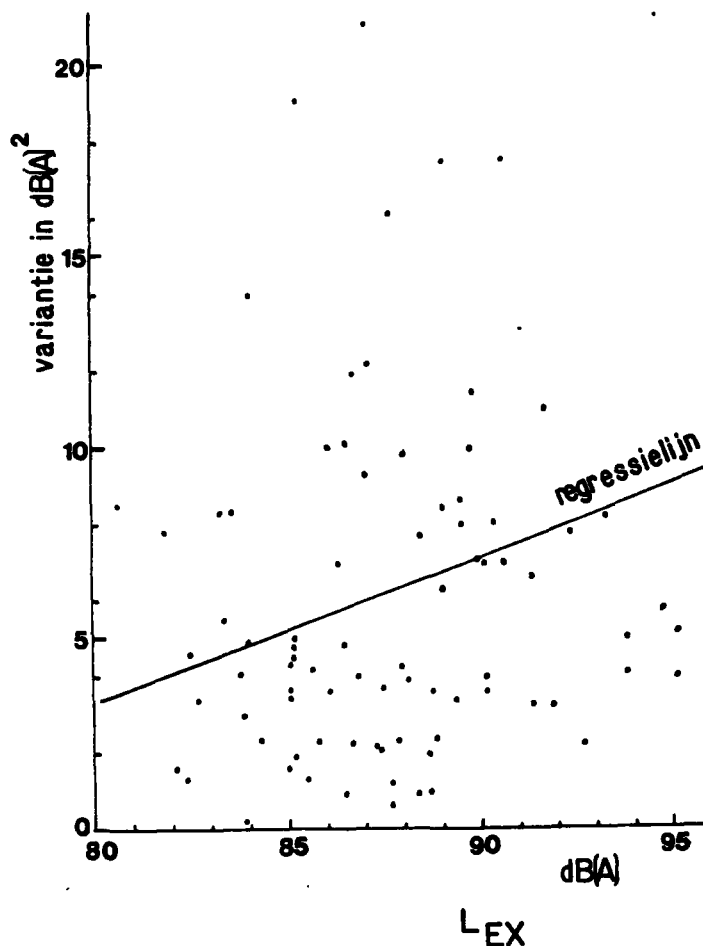


7.3.3 Verband tussen de variantie en het geluidexpositieniveau

Er is nagegaan of de spreiding in de meetuitkomsten per subgroep afhankelijk is van het expositieniveau. In figuur 6 is de variantie in de meetuitkomsten uitgezet als functie van het gemeten expositieniveau.

Eveneens is de afhankelijkheid van de variantie met L_{EX} nagegaan met behulp van een lineair-normale regressie-analyse. Hier blijkt na toetsing dat met een betrouwbaarheid van 95% gesteld kan worden dat de variantie in de meetuitkomsten afhankelijk is van het expositieniveau. De best passende regressielijn is in figuur 6 eveneens weergegeven.

Figuur 6. De variantie in de meetuitkomsten als functie van het expositieniveau.



Met behulp van de variabelen, welke deze regressielijn representeren, is het mogelijk bij een geluidexpositieniveau de te verwachten variantie in de meetuitkomsten te voorspellen.

Onderstaande tabel 18 geeft bij een aantal geluidexpositieniveaus vanaf 80 dB(A) in stappen van 5 dB(A) de te verwachten variantie alsmede de daaruit afgeleide standaarddeviatie.

Tabel 18. Variantie en standaarddeviatie van een gemeten geluidexpositieniveau, gemeten met een dosimeter.

Expositieniveau $L_{EX,8h}$ in dB(A)	Variantie in (dB(A)) ²	Standaard- deviatie in dB(A)
80	3,3	1,8
85	5,2	2,3
90	7,1	2,7
95	9,0	3,0
100	12,3*	3,5*

*Extrapolatie

In de meetmethode voor lawaai op de arbeidsplaats (Van den Berg, 1986) is een klassebreedte gekozen van 5 dB(A). Dit komt overeen met tweemaal de in tabel 16 gegeven standaarddeviatie voor een expositieniveau van 85 tot 90 dB(A).

Wel moet men bedenken dat de meetmethode spreekt van vast gekozen klassen van 80-85 dB(A) enzovoort. Destijds is gekozen voor deze vaste klasse-indeling vanwege de aansluiting met het schema voor de periodiciteit van het audiometrisch onderzoek, en voor het eenvoudiger samenstellen van bepaalde groepen werknemers met eenzelfde geluidbelasting ten behoeve van de berekening van een groepsaudiogram.

7.3.4 Verband tussen het aantal verrichte metingen en het expositieniveau

Tijdens het onderzoek is vrij intuïtief het aantal metingen per groepje werknemers gekozen. Met behulp van een lineair normale regressie-analyse is nagegaan of er een verband is tussen het intuïtief gekozen aantal meetwaarden en het expositieniveau. Na bewerking van de gegevens blijkt dat er, met een betrouwbaarheid van 95%, een statistisch significant

verband bestaat tussen het aantal metingen en het expositieniveau. Uit dit verband volgt dat bij hogere expositieniveaus er relatief meer metingen per situatie zijn verricht dan bij de lagere expositieniveaus. Onderstaande tabel 19 geeft een overzicht van het aantal metingen dat men volgens dit verband heeft verricht bij een bepaald expositieniveau. De aantallen zijn afgeronde waarden, welke afgeleid zijn uit de waarden behorend bij de berekende regressielijn.

Tabel 19. Aantal metingen verricht in het onderzoek.

Expositieniveau L_{EX} 8h in dB(A)	Aantal meetwaarden
80	5
85	6
90	7
95	9

In tabel 18 is de standaarddeviatie in de enkele meting opgenomen. De standaarddeviatie in het gemiddelde van n metingen is gelijk aan $1/\sqrt{n}$ maal de standaarddeviatie in tabel 18.

In tabel 19 zijn bij diverse expositieniveaus waarden gegeven voor n. Met behulp van de gegeven formule en de tabellen 18 en 19 kan de standaarddeviatie in het gemiddelde expositieniveau bij diverse expositieniveaus berekend worden. Tabel 20 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 20. Standaarddeviatie in het gemiddelde expositieniveau bij een aantal meetwaarden als gegeven in tabel 18 en 19.

Expositieniveau L_{EX} 8h in dB(A)	Standaarddeviatie in het gemiddelde expositieniveau in dB(A)
80	0,8
85	0,9
90	1,0
95	1,0

Intuïtief hebben dus de meettechnici het aantal metingen aangepast aan de reproduceerbaarheid der metingen, zodat over het gehele gebied van de

gemeten geluidexpositieniveaus de standaarddeviatie in het gemiddelde geluidexpositieniveau gemiddeld ongeveer 1 dB(A) is.

8. ONDERZOEK BIJ DE KLEINE BEDRIJVEN

In het onderzoekproject Preventie Gehoorschade is een aantal 'kleine' bedrijven betrokken om na te gaan of de opzet van een gehoorbeschermingsprogramma in deze bedrijven anders zou moeten zijn dan in grotere bedrijven. Onder kleine bedrijven worden bedrijven met minder dan 35 werknemers verstaan. Over het algemeen zijn deze bedrijven niet aangesloten bij een bedrijfsgezondheidsdienst. Daarom zijn kleine bedrijven rechtstreeks door NIPG-TNO middels een brief benaderd.

In totaal zijn er 106 bedrijven aangeschreven. Slechts acht bedrijven hebben positief gereageerd, het negende bedrijf (nr. 36) is via een andere weg benaderd en bereid gevonden tot deelname aan het onderzoek.

De gegevens van de kleine bedrijven waar een gehoorbeschermingsprogramma is uitgevoerd zijn in tabel 21 samengevat. Tevens is daaraan toegevoegd bedrijf nummer 28. Dit bedrijf is aangesloten bij een BGD en in het kader van een ervaringsuitwisseling tussen TNO en BGD is er op één afdeling in bedrijf nummer 28 een gehoorbeschermingsprogramma uitgevoerd.

Het onderzoek heeft uitgewezen dat voor wat de uitvoering van de geluidmetingen betreft er geen wezenlijke verandering van het gehanteerde meetprotocol noodzakelijk is.

Wel is het zo dat het vooronderzoek bij zeer kleine bedrijven kan vervallen of gelijktijdig met het uitgebreide onderzoek kan plaatsvinden omdat het om zeer weinig arbeidsplaatsen gaat waarvan men snel genoeg weet of het werkzaamheidsgebonden niveau meer dan 80 dB(A) bedraagt.

Een ander praktisch probleem is dat in zeer kleine bedrijven (<10 werknemers) het meten m.b.v. geluidexpositiemeters gedurende drie dagen een relatief tijdrovende zaak wordt. De voorlichting van de werknemers en aansluitend het audiometrieprogramma kan voor bedrijven met minder dan 10 werknemers in één dag worden uitgevoerd. Om praktische redenen is in deze zeer kleine bedrijven dan ook niet langer dan één dag gemeten. Daartegenover staat het voordeel dat in ons geval vrijwel alle werknemers gelijktijdig met een expositiemeter konden worden uitgerust. De uitvoering van gehoorbeschermingsprogramma's in bedrijven met ongeveer 35 werknemers neemt 2 à 3 dagen in beslag, inclusief voorbespreking en evaluatie.

Tabel 21. Gegevens kleine bedrijven.

nummer bedrijf	CBS code	soort bedrijf	aantal werknrs.		datum onder- zoek	opmerkingen
			totaal	risicogroep		
28	371	frameafd. autoindustrie	>100	36	3/85	vestiging van groter be- bedrijf aangesloten bij BGD
29	271	kettingformulieren-druk- kerij	6	5	6/85	
30	251	houtzagerij/schaverij	3	3	6/85	
31	271	drukkerij	± 12	8	9/85	vestiging van groter be- bedrijf
32	348	metaalindustrie	18	15	9/85	
33	214	distilleerderij/bottelarij	9	7	1/86	
34	349	metaal opp. bewerking	9	7	3/86	
35	369	electrotechnische industrie voornamelijk houtbewerking	8	5	4/86	
36	257	meubelindustrie (zagerij, plakkerij en afwerking)	66	10	4/86	afdelingen van groter bedrijf
37	313	kunststofverwerkende in- dustrie	± 30	25	5/86	twee-ploegen- dienst

De organisatie rond de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma is bij de kleine bedrijven over het algemeen iets eenvoudiger dan bij grotere bedrijven. Bij de kleine bedrijven is er maar één contactman die in feite alles regelt en iedereen kent. De organisatie binnen het bedrijf berust dan bij één persoon, terwijl in grotere bedrijven er vaak nog enkele afdelingshoofden of voormannen tussenzitten. Ook de oppervlakte van kleine bedrijven is uiteraard kleiner dan van grotere bedrijven, de werkzaamheden vinden over het algemeen plaats binnen één werkplaats of productiehal, waardoor het geheel overzichtelijker is. (De afstand van audiomobiel tot werkplek is korter, zoeken van werknemers voor het audiometrieprogramma en het in de gaten houden van de geluidsexpositiemeters is eenvoudiger.)

Om een indruk te krijgen van de lawaaiigheid in de kleine bedrijven die in het onderzoek betrokken zijn, zijn in tabel 22 de aantallen werknemers per geluidexpositieklasse weergegeven.

Tabel 22. Aantallen werknemers in betrokken bedrijf/afdeling/vestiging per geluidexpositieklasse.

bedrijfs- nummer	risicogroep	aantallen werknemers geluidexpositieklassen in dB(A)				
		<80	80-85	85-90	90-95	>95
28	36*	3	-	-	33	-
29	6	1	5	-	-	-
30	3	-	-	-	3	-
31	12	4	7	1	-	-
32	18	2	-	4	6	6
33	9	2	-	7	-	-
34	9	2	-	7	-	-
35	8	4	-	4	-	-
36	10*	-	-	10	-	-
37	30	5	-	21	4	-
totaal	141(100%)	23(16.3%)	12(8.5%)	54(38.3%)	46(32.6%)	6(4.3%)

* vestiging van groter bedrijf

9. CONCLUSIE EN RICHTLIJNEN

In dit hoofdstuk zijn de conclusies samengevat en worden enkele richtlijnen gegeven met name voor de uitvoering van metingen met behulp van geluidexpositiemeters.

- De percentages werknemers per geluidexpositieklasse voor alle bedrijven die aan het onderzoek hebben deelgenomen, exclusief de kleine bedrijven, de nutsbedrijven en de sociale werkplaatsen, wijken weinig af van de schattingen en toetsingen van deze percentages voor de gehele Nederlandse industrie. Dit geldt met name voor de bedrijfsklasse voedings- en genotmiddelenindustrie die in het onderzoek redelijk goed vertegenwoordigd zijn. De samenstelling van de deelnemende bedrijven mag echter niet representatief geacht worden voor de Nederlandse industrie.
- Uit vergelijking van de werkzaamheidsgebonden metingen uit het vooronderzoek met de persoonsgebonden metingen uit het uitgebreide onderzoek blijkt dat laatstgenoemde metingen gemiddeld ongeveer 1 dB(A) hoger uitvallen. Een aantal situaties zijn niet in deze analyse betrokken, namelijk de sterk fluctuerende geluidniveaus zoals die in de machinale houtbewerking voorkomen. Wanneer op basis van de werkzaamheidsgebonden metingen een indeling in geluidexpositieklassen gemaakt zou worden zou in ongeveer 64% van de situaties een zelfde indeling gemaakt zijn. Omdat er met vaste klassegrenzen gewerkt wordt mag verwacht worden dat een zeker percentage niet in dezelfde klasse wordt ingedeeld. Het werkzaamheidsgebonden geluidniveau dat niet binnen de klassegrenzen valt blijkt gemiddeld 1,4 dB(A) buiten de klassegrenzen te liggen. Een indeling in geluidklassen op basis van werkzaamheidsgebonden metingen lijkt dus redelijk goed mogelijk, enkele situaties uitgesloten.
Om echter alle situaties goed te beoordelen blijven persoonsgebonden metingen, of langdurige werkzaamheidsgebonden metingen met een werkanalyse noodzakelijk.
- Uit analyse van de geluidexpositiemetingen blijkt dat de gemiddelde standaarddeviatie in de metingen van een enkele situatie 2,5 dB(A) bedraagt. Dit is gelijk aan een halve klassebreedte.

- De standaarddeviatie blijkt afhankelijk te zijn van de hoogte van het expositieniveau: 1,8 dB(A) bij expositieniveaus rond 80 dB(A), 2,7 dB(A) bij 90 dB(A) en bij extrapolatie naar expositieniveaus van 100 dB(A) bedraagt de standaarddeviatie 3,5 dB(A).
- In het onderzoek zijn intuïtief bij hogere geluidniveaus meer persoonsgebonden metingen verricht, zodanig dat de standaarddeviatie in het gemiddelde expositieniveau over het hele gebied (80 tot 95 dB(A)) gemiddeld ongeveer 1 dB(A) bedraagt.

Op de wijze waarop persoonsgebonden geluidonderzoek aanbevolen wordt bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma in een bedrijf is de toepassing van geluidexpositiemeters zeer voor de hand liggend.

Geluidexpositiemeters zijn handig bruikbare instrumenten mits men ze toepast onder de juiste condities.

- Voer tenminste drie metingen uit. Bij 3 metingen is de standaarddeviatie in het gemiddelde van de meetuitkomsten 1 dB(A) bij een gemiddeld geluidexpositieniveau van 80 dB(A) oplopend tot 2 dB(A) bij 100 dB(A).
Liggen de meetwaarden meer dan 5 dB(A) uit elkaar, ga dan na waar deze overschrijding het gevolg van is.
- Heeft men te maken met situaties waarin geluidexpositieniveaus nauwkeuriger bekend moeten zijn dan hiervoor gegeven, verhoog dan het aantal metingen tot meer dan drie.
- Calibreer het meetinstrument vóór en na iedere meting.
- Bevestig de microfoon altijd op dezelfde plaats en bij voorkeur op de kraag in verticale stand. Indien men te maken heeft met directe geluidvelden dan zal plaatsing van de microfoon op de borst geen goede resultaten geven, vanwege reflectie en/of afscherming.
- Zorg dat de werknemers door middel van juiste voorlichting goed gemotiveerd zijn om mee te werken aan het geluidonderzoek.

- Zorg voor een deskundige begeleiding bij het uitvoeren van het dosimetrie-onderzoek en analyseer zoveel mogelijk tijdens het onderzoek de diverse functies opdat in de rapportagefase een zo representatief mogelijke indeling gerealiseerd kan worden.

- Gebruik, indien dit financieel haalbaar is, één of meerdere geluidexpositiemeters met een geheugen waarin een reeks van equivalente geluidsniveaus per minuut of per 10 minuten gemeten over een langere periode opgeslagen kunnen worden. Is dit niet mogelijk, lees dan de dosimeter zeer regelmatig af, bijvoorbeeld om de 2 uur, om verkeerd gebruik (sabotage) en dergelijke vroegtijdig te signaleren.

10. VERANTWOORDING

De geluidmetingen in de fabrieken en bedrijven werden verricht door ing. G.J. van Battum, D. van der Ree en ing. R. van den Berg.

Het onderhavige rapport werd geschreven door R. van den Berg, met uitzondering van hoofdstuk 7 "Reproduceerbaarheid van geluidsdosimetrie". Dit werd geschreven door A.J.M. Rövekamp.

Analyses hiervoor werden uitgevoerd door R. van den Berg en A.J.M. Rövekamp.

De projectleidster was Mw. drs. W.Passchier-Vermeer.

LITERATUUR

- PASSCHIER-VERMEER, W. Beschrijving van het project preventie gehoorschade. NIPG-TNO-rapport. Leiden, oktober 1987. Verschijnt als rapport in het kader van de LA-reeks van de ICG.
- PASSCHIER-VERMEER, W. en A.A. JURRIENS. Industrielawaai, verbodswetgeving. Schattingen, naar bedrijfsgrootte en industriële bedrijfsklasse, van de omvang van de problematiek. IMG-TNO-rapport B 493, vijfde versie. Delft, december 1984.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Industrielawaai. Schattingen van het aantal personen, werkzaam in de Nederlandse industrie, die op arbeidsplaatsen aan lawaai zijn geëxponeerd. IMG-TNO-rapport B 347. Delft, 1976.
- INTERDEPARTEMENTALE COMMISSIE GELUIDHINDER. Meting en beoordeling van schadelijk lawaai op de arbeidsplaats. Rapport LA-HR-07-01. Leidschendam, december 1983.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO DIS 1999/1, Acoustics-Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise Induced Hearing Impairment. Genève, 1980, 29 p.
- BERG, R. VAN DEN, en W.PASSCHIER-VERMEER. Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's. Meetprotocol ter bepaling van geluidexpositieniveaus. (ICG-project LA-06-01, project Preventie Gehoorschade). NIPG-TNO-rapport. Leiden, april 1985.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC Standard, publication 651, Sound Level Meters, First Edition. Genève, 1979, 53 p.
- WERKGROEPLAWAAIINVLOEDEN VAN DE COMMISSIE VOOR ARBEIDSGENEESKUNDIG ONDERZOEK; CARGO-TNO. Aanbevelingen voor audiometrisch onderzoek bij een gehoorbeschermingsprogramma. Den Haag, september 1981.
- BERG, R. VAN DEN, D. VAN DER REE en A.A. JURRIENS. Analyse van factoren als basis voor een verbodswetgeving voor arbeidsplaatsen met een geluidexpositieniveau hoger dan 95 dB(A) en voor een daaraan gekoppeld ontheffingenstelsel. ICG-project LA-09-01, fase 1b: een toetsing van de geschatte omvang van de problematiek. April 1986, NIPG-TNO, Leiden.
- BOLT, BERANEK EN NEWMAN. Economic impact analysis of proposed noise control regulation OSHA, US department of Labor, 1976. Report no. 3246
- GOLBACH, G.A.M. en J. BRAAM. Verslaggeving project "Knelpunten geluid-arme technologie", TH Twente, afdeling der Werktuigbouwkunde, Vakgroep Ontwerp- en Constructieleer. Januari, 1984.
- PASSCHIER-VERMEER, A.H. GRUNDEL & R. van den Berg. Achtergrondinformatie bij de rapportering van een gehoorbeschermingsprogramma. Leiden, NIPG-TNO, 1986 (publ. 86004).

RAPPORTEN EN PUBLIKATIES IN HET KADER VAN HET PROJECT

- BERG, R. VAN DEN, Hearing Conservation Programs in the Netherlands Industry. Proceedings of the Fourth International Congress on Noise as a Public Health Problem, Turin, 1983. Vol 1, Pp. 321 -324.
- BERG, R. VAN DEN, W. PASSCHIER-VERMEER. Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's. Meetprotocol ter bepaling van geluidexpositieniveaus. Leiden, NIPG-TNO, 1985.
- BERG, R. VAN DEN. Lawaaibestrijding: Achtergronden, aanpak en methoden; praktijkvoorbeelden. Leiden, NIPG-TNO, 1985 (publ. 85027)
- BERG, R. VAN DEN. Geluidmetingen op de arbeidsplaats in het kader van gehoorbeschermingsprogramma's -meetprotocol ter bepaling van geluidexpositieniveaus. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO, 1985. Pp. 51-64
- BERG, R. VAN DEN. Lawaaibestrijding als onderdeel van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO 1985. Pp. 83-106
- BERG, R. VAN DEN , A.J.M. ROVEKAMP & D. VAN DER REE. Evaluatie van resultaten van geluidmetingen in gehoorbeschermingsprogramma's. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- BERG, R. VAN DEN, A.H. GRUNDEL & W. PASSCHIER-VERMEER. De effectiviteit van in de gehoorgang gedragen gehoorbeschermingsmiddelen in praktijksituaties. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- BLOK, J.A.M. Projekt Preventie Gehoorschade. Beleidsvoornemens op korte termijn. Ned. Ver. Arb. Bedrijfsgeneeskunde. NVAB Info, 16 (1985) Pp. 19-21.
- BUMA, S. Projekt Preventie Gehoorschade. Waarom een projekt preventie gehoorschade? Ned. Ver. Arb. Bedrijfsgeneeskunde. NVAB Info, 16 (1985) Pp. 17-18.
- GRUNDEL, A.H. & D. VAN DER REE. Voorlichting in het kader van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO, 1985. Pp. 27-50
- GRUNDEL, A.H. & D. VAN DER REE. Gehoorbeschermingsmiddelen: effectiviteit en gebruiksproblematiek. In: W. PASSCHIER-VERMEER, R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO, 1985. Pp. 107-124.
- GRUNDEL, A.H. & D. VAN DER REE. Voorlichting bij gehoorbeschermingsprogramma's. Leiden, NIPG-TNO, 1986.

- PASSCHIER-VERMEER, W. Bedrijfsgeneeskundige inbreng bij de voorkoming van gehoorschade door lawaai op de arbeidsplaats. Geluid en Omgeving 5 (1982) 85-87
- PASSCHIER-VERMEER, W. Measurement and rating of impulse noise in relation to noise-induced hearing loss. Proceedings of the Fourth International Congress on Noise as a Public Health Problem, Turin, 1983. Vol 1, Pp. 143-158.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Bedrijfsaudiometrie en presbycusis. Delft, IMG-TNO, 1983. (rep. B 548)
- PASSCHIER-VERMEER, W. Audiometrie en Anamnese. Delft, IMG-TNO, 1984. (rep. B 610)
- PASSCHIER-VERMEER, W. Groepsaudiogram en Lawaaiexpositieniveau. Delft, IMG-TNO, 1984. (rep. B 626)
- PASSCHIER-VERMEER, W., D. GRUNDEL & A.J.M. ROVEKAMP. Reproduceerbaarheid en leereffect bij toondrempelaudiometrie. Leiden, NIPG-TNO, 1985.
- PASSCHIER-VERMEER, W. De relatie tussen gehoorverlies en leeftijd. Leiden, NIPG-TNO, 1985.
- PASSCHIER-VERMEER, W., R. VAN DEN BERG, A.J.M. ROVEKAMP, A.H. GRUNDEL, D. VAN DER REE. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. Leiden, NIPG-TNO 1985.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Integrale gehoorbeschermingsprogramma's en de rol van de bedrijfsaudiometrie. In: W. PASSCHIER-VERMEER et al. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 1-26
- PASSCHIER-VERMEER, W. & A.H. GRUNDEL & A.J.M. ROVEKAMP. Reproduceerbaarheid drempelaudiometrie en de beoordeling van gehoorscherpste veranderingen in de loop der jaren bij aan lawaai geëxponeerde werknemers. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. 1985. Pp. 125-144
- PASSCHIER-VERMEER W. & A.J.M. ROVEKAMP. Verband tussen gehoorschade en de sociale handicap door een verminderd hoorvermogen bij groepen personen die tijdens hun werk aan lawaai zijn geëxponerd. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA. 1985. Pp. 185-202
- PASSCHIER-VERMEER, W. Projekt Preventie Gehoorschade. Tijdschr. Soc. Gezondheid 63 (1985) Pp. 120-123.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Projekt Preventie Gehoorschade. Resultaten van het projekt ten behoeve van de bedrijfsgezondheidszorg. Ned. Ver. Arb. Bedrijfsgeneeskunde. NVAB Info, 16 (1985) Pp. 21-27.
- PASSCHIER-VERMEER, W., A.H. GRUNDEL & R. VAN DEN BERG, et al. Achtergrondinformatie bij de rapportering van een gehoorbeschermingsprogramma. Leiden, NIPG-TNO, 1986 (publ. 86004)

- PASSCHIER-VERMEER, W. Gehoorschade door lawaai, I. Analyse van onderzoekgegevens ter bepaling van de relatie tussen lawaai en gehoor schade door lawaai. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Gehoorschade door lawaai, II. Methoden om op individueel en groepsniveau gebruik te maken van het verband tussen lawaai en gehoor schade door lawaai. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- PASSCHIER-VERMEER, W., A.J.M. ROVEKAMP. De relatie tussen de gehoordrempels aan het linker- en het rechteroor. Leiden, NIPG-TNO, 1986.
- PASSCHIER-VERMEER, W. The effects of age, otological factors and occupational noise exposure on hearing threshold levels of various populations. In: R.J. Salvi, D. Henderson et al (eds). Basic and applied aspects of noise-induced hearing loss. New York (etc.), Plenum Press, 1986. Pp. 571-581.
- PASSCHIER-VERMEER, W., R. VAN DEN BERG & A.J.M. ROVEKAMP. The effects of age and occupational noise exposure on hearing threshold levels of various populations. In: Proceedings Inter Noise '85. s.l., s.n., 1986 Pp. 1395-1398.
- PASSCHIER-VERMEER, W., R. V.D. BERG, A.J.M. ROVEKAMP, D. V.D. REE. Integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Handleiding voor de bedrijfsgezondheidszorg. Studiereeks nr S 36, Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg, 1987.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Personele consequenties van de uitvoering van integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Leiden, NIPG-TNO, 1987.
- PASSCHIER-VERMEER, W. Analyse van audiometrische gegevens ten behoeve van gehoorbeschermingsprogramma's. Leiden, NIPG-TNO, 1987.
- ROVEKAMP, A.J.M. Automatische verwerking van gegevens bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai; voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 145-184
- ROVEKAMP, A.J.M. & R. VAN DEN BERG. Reproduceerbaarheid van geluiddosimetrie. In: W. PASSCHIER-VERMEER, et al. Preventie gehoorschade door lawaai. Voordrachten ter gelegenheid van het 10-jarig jubileum van de NVBA, 1985. Pp. 65-82
- ROVEKAMP, A.J.M. & W. PASSCHIER-VERMEER, Anamnese tijdens gehooronderzoek bij de uitvoering van een gehoorbeschermingsprogramma. NIPG-TNO, Leiden, 1987.
- WOLVETANG, H. Projekt Preventie Gehoorschade. Een model-projekt?! Ned. Ver. Arb. Bedrijfsgeneeskunde NVAB Info, 16(1985) Pp. 28-30.