

# Respirabel kwarts blootstelling in de betonwarenindustrie

R.T.H. van de Laar<sup>1</sup>, D.W.H.P. van den Bergh<sup>2</sup>,  
L. van Duuren<sup>3</sup>, G.L.H. Zimmerman<sup>4</sup>, J.S.M. Boleij<sup>5</sup>

## Summary

In five Dutch concrete building factories airborne respirable quartz concentrations were measured. The aim of the study was to establish tasks that may give rise to serious quartz exposures and to establish if workers are exposed to quartz concentrations potentially resulting in silicosis. Most hazardous tasks were found to be driving a fork-lift truck in an indoor dusty environment, abrading/slitting of stretching iron, operating a tile-making press and operating a concrete sawing or grinding machine. The health-based recommended occupational exposure limit for respirable quartz of 0.075 mg/m<sup>3</sup> (8-hour TWA) was amply exceeded for operators of these four tasks and for an operator who grinded concrete edges with a sander/grinder, but not for other workers. Quartz contents in the respirable dust varied heavily (range 1-28%). Besides, recommendations are made for the implementation of dust control measures.

## Inleiding

In de bedrijfstak 'betonwaren' werken in Nederland ca. 8800 werknemers. Het aantal bedrijven wordt geschat op ruim 150, voor het merendeel aangesloten bij de Bond van Fabrikanten van Betonwaren in Nederland (BFBN). Circa 8% van de bedrijven heeft meer dan 100 werknemers in dienst. Risicofactoren in de betonwarenindustrie zijn blootstelling aan trillingen en geluid, toxische stoffen, klimatologische omstandigheden en het oplopen van letsels (FNV, 1989; Bergh, 1990). Meer recent is gepubliceerd over klachten en aandoeningen van het bewegingsapparaat in de betonwarenindustrie (Govaert, 1991 en Burdorf, 1991). De constatering van een geval van silicose tijdens periodiek geneeskundig onderzoek bij een werker in de betonwarenindustrie heeft geleid tot oriënterend onderzoek van de Arbeidsinspectie in deze bedrijfstak, waarna aange-drongen werd op het verrichten van kwartsmetingen in de bedrijven. Een en ander vormde de aanleiding voor het huidige onderzoek naar blootstelling aan respirabel kwarts van werknemers in een vijftal betonwarenbedrijven (tabel 1) in de regio Zuid-Holland. Het onderzoek werd verricht door de Landbouwwuniversiteit Wageningen in samenwerking met de Bedrijfsgezondheidsdienst Dordrecht e.o. In het verleden is een beperkt aantal kwartsmetingen in de betonwarenindustrie uitgevoerd, maar gegevens hiervan zijn niet gepubliceerd.

Het productieproces in de betonwarenindustrie is in grote lijnen vergelijkbaar, ondanks de verscheidenheid aan producten die gefabriceerd worden, variërend van bijvoor-

beeld trottoirtegels en -banden tot riool- en gasbuizen, heipalen en prefabelementen voor de woning- en utiliteitsbouw.

Voor de aanvoer van grondstoffen (zand, grind en cement) zijn de fabrieken meestal afhankelijk van aanvoer per schip. De overslag van bulkproducten vindt doorgaans plaats met hijskranen. Een volgende stap in het productieproces is het in de juiste verhoudingen mengen van de grondstoffen zand, grind, cement en water eventueel aangevuld met kleur- en hulpstoffen. Afhankelijk van de stand van de techniek in een bedrijf worden de mengmolens meer of minder automatisch gevuld. Kleurstoffen worden nog vaak handmatig toegevoegd. De molens kunnen zowel in als buiten een productiehhal zijn geplaatst. Met verschillende middelen vindt intern transport van de mortel plaats. Kubels en heftrucks worden met name in fabriekshallen gebruikt, terwijl kleine vrachtwagens meer worden gebruikt, wanneer mortel vanaf een centraal punt naar aangrenzende hallen moet worden getransporteerd. De mortel wordt vervolgens in mallen gestort en verdicht door bijvoorbeeld trillen (prefab beton elementen), schokken (heipalen) of stampen (tegels). Bij de verdichtingstechnieken slingeren (rioolbuizen) en spuiten (gasbuizen) wordt de mortel niet apart gestort, maar maakt het opbrengen van de mortel onderdeel uit van het verdichten. Vervolgens laat men de beton uitharden en vinden eventuele afwerking en aanpassing van het produkt plaats. Het afwerken bestaat uit het afsnijden van voor-spandraden met een slijptol, het doorzagen van prefab beton elementen of bijvoorbeeld het zand-, c.q. waterstralen van betonoppervlakken. Met name bij de productie van rioleringsbuizen en -putten kunnen nog aanpassingswerkzaamheden uitgevoerd moeten worden. Deze werkzaamheden betreffen o.a. hakken, boren, slijpen en zagen van het beton, dat in het algemeen handmatig uitgevoerd wordt. Op het tasveld vindt vervolgens opslag van de goederen plaats.

Reiniging van de werkplek en de gebruikte apparatuur

1. Momenteel werkzaam bij het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum van het RIVM.

2. Momenteel werkzaam bij General Electric Plastics.

3. BGD Dordrecht e.o.

4. Momenteel werkzaam op Peelland College, Deurne.

5. Correspondentie richten aan Vakgroep Luchtkwaliteit, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Bomenweg 2, 6703 HD Wageningen, t.a.v. J.S.M. Boleij.

vindt op verschillende wijzen plaats. Het gebruik van perslucht komt frequent voor. Vloeren worden ook wel geveegd of nat gereinigd. Voor de reiniging van de betonmolens klimt men soms geheel in de molen, waar door middel van hakken, kloppen en krabben de aangehechte mortel wordt verwijderd.

Doel van de huidige studie was te onderzoeken welke taken in de betonwarenindustrie bijdragen aan respirabel kwarts blootstelling en na te gaan in hoeverre werkers in de betonwarenindustrie blootstaan aan concentraties kwarts die silicose kunnen veroorzaken. Hiervoor zijn de meetresultaten vergeleken met de gezondheidkundige advieswaarde voor respirabel kwarts (health-based recommended occupational exposure limit) die recent is vastgesteld door de Werkgroep voor Deskundigen (DECOS, 1992) van  $0,075 \text{ mg/m}^3$  als 8-uur tijdgewogen gemiddelde. Omdat ten behoeve van de kwartsmonstername respirabel stof gemonsterd werd, worden ook enige respirabel stof gegevens gepresenteerd. Daar het gemonsterde respirabel stof meer dan 1% kwarts bevat is het niet opportuun de resultaten van respirabel stof te toetsen aan de MAC-waarde van respirabel stof, te weten  $5 \text{ mg/m}^3$  (Arbeidsinspectie, 1992).

**Tabel 1. Enkele karakteristieken van de vijf onderzochte betonwarenbedrijven**

bedrijf	aantal produktiemedewerkers	produkten
A	±100	rioolbuizen, -putten, prefabelementen voor woning- en utiliteitsbouw.
B	±35	trottoirbanden, rioleringsputten, geluidsweringen.
C	±57	tegels, containerboxen, veeroosters.
D	±120	prefabelementen voor de utiliteitsbouw, rioleringsputten.
E	±40	heipalen, gasbuizen.

## Materiaal en methode

Allereerst is in vijf betonwarenbedrijven een oriënterend werkplekonderzoek verricht met behulp van een voor de betonwarenindustrie opgesteld protocol, dat is afgeleid van het protocol weergegeven in Boleij et al (1987). Hiermee is inzicht verkregen in het productieproces, de verschillende functies en hun bijbehorende taken en de arbeidsomstandigheden in de bedrijven. Voorts zijn met direct afleesbare apparatuur (Tyndallometer, type Hund TM data) kortdurende oriënterende respirabel stof metingen uitgevoerd (middelingstijd 1 minuut), waarbij de lucht in de ademhalingszone werd gemonsterd bij uitvoering van werkzaamheden waarbij men mogelijk aan respirabel kwarts werd blootgesteld. Daarnaast is oriënterend met de Tyndallometer de omgevingslucht bemonsterd (op 1,5 meter hoogte) om een indruk te krijgen van de verdeling van de respirabel stof concentraties in de fabriekshallen.

Met behulp van deze metingen is een plan voor respirabel kwarts metingen opgesteld, dat is uitgevoerd in de periode mei/juni 1990. De volgende typen metingen zijn uitgevoerd:

- persoonlijke metingen op ademniveau gedurende de uitvoering van een mogelijk belastende taak met variabele monsternametijden (verder aangeduid als taakmetingen)
- metingen bij werknemers in een productiehal gericht op de vaststelling van een 8-urige blootstelling (per-

soonlijke 8-uurs metingen)

- stationaire metingen gedurende 8 uur om de achtergrond concentratie op de werkplek vast te stellen (stationaire 8-uurs metingen).

De metingen zijn in principe de volgende dag herhaald. Uiteindelijk resulteerde dit in een totaal van 126 verrichte metingen: 62 taakmetingen (= 29 wel en 4 niet de volgende dag herhaalde metingen), 32 persoonlijke 8-uurs metingen (= 16 de volgende dag herhaalde metingen) en 32 stationaire 8-uurs metingen (= 8 de volgende dag herhaalde duplo-metingen).

Door de stationaire metingen in duplo uit te voeren kon de precisie ( $CV_t$ -waarde) van de metingen vastgesteld worden. Hiertoe werden aan één statief tegelijkertijd twee monsternameapparaten geïnstalleerd. De  $CV_t$ -waarde is berekend volgens de methode weergegeven in Boleij et al., 1987. Uiteindelijk leenden zich 15 van de 16 duplo-bepalingen voor berekening van de  $CV_t$ -waarde (één pomp was namelijk voortijdig uitgevallen).

Zowel bij de persoonlijke als bij de stationaire metingen werd gebruik gemaakt van Gilian 513 HFATR-5 of Dupont S2500 pompen en van Casella T13026/1 cyclonen voor respirabel stof monstername. De lucht werd aangezogen met een debiet van 1,9 liter/minuut. Filters (DM 800: PVC acrylpolymeer, poriëvolume 0,45 en 0,8  $\mu\text{m}$ ,  $\varnothing 25 \text{ mm}$ ) werden voorgewogen en met een vooraf opgenomen spectrum betrokken van TNO, hoofdgroep Maatschappelijke Technologie (MT-TNO). Na monstername werd bij MT-TNO de hoeveelheid respirabel stof op de filters gewogen en de hoeveelheid kwarts in het gemonsterde luchtstof bepaald door Fourier transformatie infrarood absorptie spectrofotometrie (Bosman, 1986).

Om een indruk te krijgen van de representativiteit van de metingen, werden op de meetdagen tevens gegevens verzameld omtrent de hoogte van de dagproductie en werden de klimatologische omstandigheden (temperatuur, windsnelheid, luchtvochtigheid) vastgesteld met een Solomat HPM 500 E klimaatmeter.

## Resultaten

In tabel 2 is weergegeven welke taken zijn bemonsterd in de diverse bedrijven, de hoogte van de gemeten respirabel kwarts en respirabel stof concentraties, de duur van de monsternames en de bedrijven waarin de metingen zijn uitgevoerd.

De gegevens van de persoonlijke 8-uurs respirabel kwarts metingen zijn per bedrijf vermeld in tabel 3. Tevens is het aantal metingen gegeven waarbij de gezondheidkundige advieswaarde werd overschreden.

De resultaten van de persoonlijke 8-uurs respirabel stof metingen waren voor de bedrijven A, B, D en E laag ( $\leq 0,7 \text{ mg/m}^3$ ) in vergelijking tot de MAC-waarde ( $5 \text{ mg/m}^3$ ). In bedrijf C was gemiddeld respirabel stof concentratie  $2,8 \text{ mg/m}^3$ .

In tabel 4 worden de gemiddelde achtergrond concentraties van respirabel kwarts in de verschillende bedrijven weergegeven (stationaire 8-uurs metingen). Uit de tabel komt naar voren dat de achtergrondbelasting laag is. Bedrijf C vormt hierop een uitzondering en ook werd in bedrijf E in een duplo-bepaling de gezondheidkundige norm overschreden.

De achtergrondconcentraties gemeten van respirabel stof waren erg laag voor de bedrijven A, B en E ( $\leq 0,3 \text{ mg/m}^3$ ) en laag voor de bedrijven C en E (respectievelijk 1,2 en  $0,9 \text{ mg/m}^3$ ).

De aan de hand van de duplo stationaire metingen bepaalde precisie ( $CV_t$ -waarde) bedroeg voor de respirabel kwarts-metingen 3% en voor de respirabel stof metingen 21%.

In tabel 5 zijn de gemiddelde kwartsgehalten (gewichts-%) in het respirabel stof bij de verschillende metingen weer-

**Tabel 2. Resultaten van de taakmetingen: respirabel kwarts en stof concentraties (mg/m<sup>3</sup>) in de ademhalingszone van werkers tijdens taakuitvoering**

Taak	Taakomschrijving	n	Resp. kwarts AM (range)	Resp. stof AM (range)	Monstertijd AM ± SD	Bedrijf
<i>Reinigen</i>						
1. Gebruik van perslucht	Schoonspuiten van de werkplek (vloer, machines, werkstukken, etc.) met perslucht	6	0,21 (0,06-0,41)	4,4 (2,7-6,4)	68 ± 21	A, C, E
2. Vegen werkvloeren	Vegen van vloeren van de produktieafdelingen	11	0,06 (0,01-0,15)	0,6 (0,3-0,8)	230 ± 200	D, E
3. Schoonmaken molens	Op het einde van de dag verwijderen van betonresten in de molen door o.a. krabben	6	0,09 (0,06-0,13)	6,0 (1,4-32,2)	44 ± 13	E
<i>Verspanen</i>						
4. Afslippen betonranden met slijptol	Scherpe randen van beton verwijderen met een slijptol	5	0,28 (0,10-0,60)	6,3 (0,4-24,1)	46 ± 21	A, D
5. Af/doorslijpen spandraden met slijptol	Af- of doorslijpen van voorspan-draden met een slijptol, waarbij het beton geraakt kan worden	10	0,16 (0,04-0,38)	2,8 (1,0-7,3)	485 ± 59	A, E
6. Bediening slijp- of zaag-machine	Doorzagen of -slijpen van prefab-betonplaten met grote machine (bediend door één persoon op/bij de machine)	6	0,09 (0,05-0,68)	2,4 (0,3-10,1)	291 ± 65	A
7. Afwerken uitgeharde beton produkten	Betonprodukten afwerken of wijzigen door bijv. zagen, schaven, slijpen, hameren, schuren	4	0,02 (0,01-0,03)	0,3 (0,1-0,5)	425 ± 95	A, C
<i>Productie</i>						
8. Bediening tegelpers	Bedienen tegelpersmachine, schoonspuiten met perslucht tegelpers en schoonkrabben tegelpers	8	0,07 (0,01-0,16)	1,0 (0,1-1,8)	514 ± 38	B, C
9. Bediening molen	Bedienen en eventueel reinigen molens	4	0,02 (0,01-0,03)	3,1 (1,1-5,1)	445 ± 75	B, D
10. Bediening heftruck	Bedienen van heftruck t.b.v. intern transport	2	0,27 (0,20-0,34)	2,2 (1,7-2,6)	518 ± 16	D

n = aantal metingen; AM = rekenkundig gemiddelde (kwarts en stof in mg/m<sup>3</sup>); monstertijd (AM in minuten); SD = standaardafwijking.

gegeven. Uit de tabel komt naar voren dat de kwartsgehalten sterk kunnen variëren; de kwartsgehalten van de individuele monsters varieerden van 1 tot 28%.

### Discussie

Een aantal taakmetingen is slechts in één bedrijf uitgevoerd. Het betreft de metingen

- bediening van een slijp/zaagmachine (bedrijf A, n = 6)
- schoonmaken van molens (bedrijf E, n = 6)
- heftruckchauffeur (bedrijf D, n = 2)

De taak 'bediening van een slijp/zaagmachine' vond alleen in het bemonsterde en niet in andere bedrijven plaats. Ook het gebruik van een heftruck voor aanvoer van mortel in een fabriekshal werd slechts in één bedrijf uitgevoerd. Reiniging van de molens gebeurde wel in diverse bedrijven, maar is slechts in één bedrijf gemonsterd.

**Tabel 3. Gemiddelde respirabel kwarts concentraties (mg/m<sup>3</sup>) per bedrijf bij persoonlijke 8-uurs metingen en het aantal metingen waarbij de gezondheidkundige advieswaarde voor respirabel kwarts werd overschreden (n > 0,075)**

bedrijf	n	n > 0,075 <sup>a</sup>	AM	range
A	8	1	0,05	0,01-0,20
B	6	0	0,01	0,01-0,01
C	2	0	0,07	0,06-0,07
D	8	0	0,04	0,01-0,07
E	8	0	0,01	0,01-0,01

n = aantal metingen;

AM = rekenkundig gemiddelde (mg/m<sup>3</sup>);

<sup>a</sup>n > 0,075 = het aantal metingen waarbij de gemeten concentratie respirabel kwarts de gezondheidkundige advieswaarde overschreed.

**Tabel 4. Gemiddelde respirabel kwarts concentraties (mg/m<sup>3</sup>) per bedrijf bij stationaire omgevingsmetingen en het aantal metingen, waarbij de gezondheidkundige advieswaarde voor respirabel kwarts werd overschreden (n > 0,075)**

bedrijf	n	n > 0,075 <sup>a</sup>	AM	range
A	8	0	0,02	0,01-0,02
B	4	0	0,01	0,01-0,01
C	4	3	0,09	0,06-0,12
D	8	0	0,02	0,01-0,05
E	8	2	0,03	0,01-0,09

n = aantal metingen; AM = rekenkundig gemiddelde (mg/m<sup>3</sup>);

<sup>a</sup>n > 0,075 = het aantal metingen waarbij de gemeten concentratie respirabel kwarts de gezondheidkundige advieswaarde overschreed.

**Tabel 5. Kwartsgehaltenes in het gemonsterde respirabel stof**

metingen	n	AM	SD
<b>Taakmetingen</b>			
<i>Reinigen</i>			
1. Gebruik perslucht	6	5,1	3,2
2. Vegen werkvloeren	11	9,5	7,9
3. Schoonmaken molens	6	2,6	2,7
<i>Verspanen</i>			
4. Afslipen beton met slijptol	5	14,6	9,3
5. Af/doorslijpen spandraden	10	6,2	3,7
6. Bediening slijp/zaagmachine	6	12,3	9,2
7. Afwerken betonprodukten	4	6,5	2,1
<i>Productie</i>			
8. Bediening tegelpers	8	7,8	1,7
9. Bediening molen	4	0,9	1,0
10. Bediening heftruck	2	12,5	0,7
Persoonlijke 8-uurs metingen	32	6,2	4,6
Stationaire 8-uurs metingen	32	6,0	3,0
Alle metingen	126	6,9	5,4

n = aantal metingen;  
AM = rekenkundig gemiddelde (%);  
SD = standaardafwijking

De precisie van de respirabel kwarts metingen (bepaald door berekening van de CV<sub>r</sub>-waarde van duplo-metingen) bleek met 3% groot te zijn. Deze wordt verklaard uit het feit dat bij 12 van de 15 duplo-metingen een identieke waarde werd gemeten.

Er zijn geen systematische verschillen gevonden tussen de hoogte van de gemeten stationaire en persoonlijke 8-uurs respirabel kwarts metingen. De hoogte van de metingen was vergelijkbaar, waarbij de ene keer de stationaire metingen en de andere keer de persoonlijke metingen gemiddeld per bedrijf hoger uitvielen. Bij de stationaire metingen werden in bedrijf C en E waarden gevonden die de gezondheidkundige norm voor respirabel kwarts overschreden. In bedrijf C was de monsternamen-apparatuur bij de tegelpers geplaatst. Op deze afdeling zijn de tegelpersmachinisten ook persoonlijk bemonsterd. De range van stationaire monsternames (0,06-0,12 mg/m<sup>3</sup>) viel binnen die van de persoonlijke monsternames (0,01-0,16 mg/m<sup>3</sup>). Onder normale productie omstandigheden zijn alleen de machinisten van de tegelpers op de afdeling aanwezig.

In bedrijf E waren de stationaire metingen uitgevoerd op de plaats, waar voerspandraden van heipalen worden afgeslepen, waarbij het beton wordt geraakt. Eén dag stond de duplo-meting zeer dicht bij de afslipplaats (1 meter afstand) en was verantwoordelijk voor de hoge meetwaarden (0,08 en 0,09 mg/m<sup>3</sup>). Deze waarden liggen in de range van de persoonlijke monsternamingen bij de slijpers (0,04-0,26 mg/m<sup>3</sup>). Wanneer de duplo-meting op 4 meter afstand werd geplaatst, waren de concentraties beduidend lager (tweemaal 0,01 mg/m<sup>3</sup>).

Eén maal is in een bedrijf bij persoonlijke 8-uurs metingen een concentratie gemeten (0,20 mg/m<sup>3</sup>), die de gezondheidkundige norm van 0,075 mg/m<sup>3</sup> te boven ging. De waarde van meting van de volgende dag bedroeg 0,07 mg/m<sup>3</sup>. De bemonsterde persoon verrichtte geen kwartstof genererende activiteiten noch verbleef hij in de buurt ervan. Onduidelijk is derhalve wat de verklaring moet zijn voor deze hoge waarde.

Door de gemiddelde concentratie gemeten bij de taakmetingen te vermenigvuldigen met de gemiddelde monster-

tijd (overeenkomstig de tijd dat een taak is uitgevoerd) kan een rangschikking gemaakt worden naar de mate van blootstelling door uitvoering van de verschillende taken. Deze lijst kan beschouwd worden als een prioriteitenlijst voor het treffen van maatregelen ten aanzien van taken in betonwarenbedrijven. De taken worden alle dagelijks uitgevoerd (met uitzondering van het vegen van de werkvloer, dat in één bedrijf ca. eens per week gebeurde). De rangschikking, waarbij de hoogste waarde op 100 is gesteld, is weergegeven in tabel 6. Er dient rekening mee gehouden worden, dat de rangorde kan veranderen, indien de tijdsduur van de taken afwijkt van de hier gehanteerde tijden.

**Tabel 6. Rangschikking van de taken naar mate van blootstelling (frequentie × duur blootstelling × hoogte van de blootstelling), waarbij de hoogste waarde op 100 is gesteld**

indexcijfer	taak
100	bediening heftruck
56	af/doorslijpen spandraden met slijptol
26	bediening tegelpers
19	bediening slijp/zaagmachine
10	gebruik van perslucht voor 'reiniging'
10	vegen werkvloeren
9	afslipen betonranden met slijptol
6	afwerken uitgeharde betonprodukten
6	bediening molen
3	schoonmaken molens

Uit de rangschikking in tabel 6 komt naar voren dat het bedienen van de heftruck de hoogste prioriteit heeft in het saneren of aanpassen van de taken ter reductie van de kwartsblootstelling. De blootstelling is echter waarschijnlijk niet alleen te wijten aan het rijden op een heftruck, maar aan een combinatie van factoren zoals: rondrijden onder betonmolens waar frequent kwartsbevattend stof uit vrijkomt, kwarts bevattend stof op de vloer ten gevolge van weinig en bovendien onkundig reinigen (vegen), hard rijden waardoor meer stof opwerfelt en uitspuiten met perslucht van de met kwartsbevattend stof bevulde overall. De bijdragen van de afzonderlijke factoren aan de blootstelling van de heftruckchauffeur dient nader vastgesteld te worden. Het af/doorslijpen van spandraden geeft alleen problemen als het beton hierbij geraakt wordt. Dit is met name het geval bij het afslipen van de voerspandraden van heipalen. De slijptol wordt hierbij tegen het beton gehouden, om de voerspandraad zo dicht mogelijk langs het beton af te slijpen.

Bediening van de slijp- of zaagmachine geeft ook een flinke blootstelling. De operator zit in geval van de slijpmachine op de machine zelf en in geval van de zaagmachine wordt ernaast gelopen. Deze machines vervangen het handmatig met een slijptol zagen/slijpen van beton. Verdere aanpassing van de taak is nodig, vanwege nog te grote kwartsblootstelling van de uitvoerders van deze taken. Bij de taak 'bediening van een tegelpers' is het van belang te vermelden, dat naast de stofproductie van de tegelpers andere factoren de hoogte van de blootstelling van de uitvoerders van deze taken bepalen. De hoge blootstelling is gemeten in één bedrijf (C). Belangrijke bijdragen in de hoogte van de concentraties op de werkplek in bedrijf C leverden de volgende factoren:

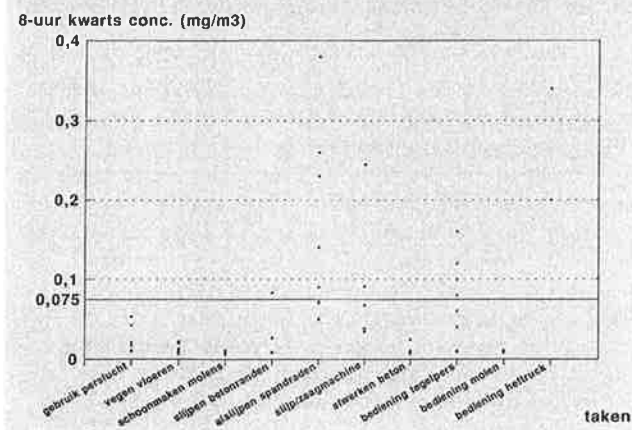
- productieproces op etages boven elkaar, van elkaar gescheiden door roosters, waar stof doorheen naar beneden kan dwarrelen en op onderliggende verdiepingen terecht kan komen

- kleine behuizing
  - oud gebouw met gaten en kieren
  - geringe ventilatie mogelijkheden van het gebouw en beperkte afzuiging
  - inadequate 'reiniging' van het gebouw en de machines door gebruik van perslucht.
- Genoemde factoren bepalen ook de hoge achtergrondbelasting (stationaire metingen) in bedrijf C vergeleken met andere bedrijven en waren verantwoordelijk voor de systematische hogere waarden bij de persoonlijke 8-uurs metingen in dit bedrijf. Ten opzichte van bedrijf B was het verschil in achtergrondbelasting een factor 10. Dat in bedrijf B zoveel lagere achtergrondconcentraties en resultaten van de persoonlijke 8-uurs metingen gevonden zijn, kan toegeschreven worden aan de volgende aspecten:
- bewustzijn van de technische dienst dat blootstelling van de werknemers aan kwarts zoveel mogelijk beperkt dient te worden
  - aanpassing van het productieproces zodat kwartsbelastende taken, zoals het afslijpen van spandraden, niet meer uitgevoerd hoeft te worden door verbetering van de mallen
  - plaatsen van de molens in een hoek van de hal waar de minste mensen werken in combinatie met ventilatie van de moleninstallatie
  - toepassing van louter natte reiniging
  - geen gebruik van heftrucks voor transport van mortel e.d. in het bedrijf, omdat hierbij het neergeslagen stof weer in de lucht wordt gebracht.

Tevens zullen verschillen in klimatologische omstandigheden op de meetdagen hebben bijgedragen aan de verschillen gevonden tussen de bedrijven B en C. De metingen in bedrijf C hadden plaats op zeer warme droge dagen (middagtemperatuur 25 en 28°C, rel. luchtvochtigheid 39 en 31% op resp. dag 1 en 2) terwijl het tijdens de metingen in bedrijf B koeler (middagtemperatuur 19 en 17°C) en vochtiger (rel. luchtvochtigheid 51 en 58%) was.

Om aan te geven bij welke taken onder de bemonsterde praktijkomstandigheden risico op het ontwikkelen van silicose bestaat zijn de gemeten kwartsconcentraties van de taakmetingen gecorrigeerd voor de monsternameduur en omgerekend naar 8-uur gemiddelde waarden. De resultaten zijn weergegeven in figuur 1. Bij de korter dan 8 uur durende metingen (c.q. taken) is geen rekening gehouden met de blootstelling over de rest van de dag ten gevolge van de heersende achtergrondconcentraties.

**Figuur 1. Berekende 8-uur tijdgewogen gemiddelde respirabel kwarts concentraties (mg/m<sup>3</sup>) van de verschillende taken en de verdeling van de waarden ten opzichte van de gezondheidkundige advieswaarde (0,075 mg/m<sup>3</sup>). De taken zijn omschreven in tabel 2, waarin ook het aantal uitgevoerde metingen wordt genoemd**



Uit figuur 1 komt naar voren dat bij een viertal taken de uitvoerders van deze werkzaamheden blootstaan aan concentraties kwarts, die de gezondheidkundige advieswaarde (0,075 mg/m<sup>3</sup>) ruimschoots kunnen overschrijden. Het betreft taken die eerder in tabel 6 ook als meest belastend naar voren kwamen, nl. af/doorslijpen spandraden met slijptol, bediening slijp- of zaagmachine, bediening tegelpers en bediening van de heftruck. Aanvullend, na verdiscontering van de achtergrondconcentratie, kan het afslijpen van beton met een slijptol ook tot ruime overschrijding van de gezondheidkundige advieswaarde leiden. In deze situaties zijn aanpassingen noodzakelijk, zoals (1) aanpassing van het productieproces, bijvoorbeeld door vermijden van slijpwerkzaamheden aan beton en het vermijden van intern transport met heftrucks, (2) aanpassing van de werkplek, zoals compartimentering en ventilatie van de werkruimte (3) verbetering van de hygiëne op de werkplek, o.a. door vervanging van reiniging met perslucht of bezem door frequente 'natte reiniging' en daarnaast zal regelmatig onderhoud van o.a. werkvloeren en betonmolens een reductie van de kwartstof blootstelling opleveren.

De kwartsgehalten in het gemonsterde respirabel stof varieerden sterk. Het gemiddelde kwartsgehalte varieerde bij de verschillende taken van 0,9 tot 14,6%. Gezien de spreiding (9,3) in het hoogst gevonden gemiddelde (14,6%) kan het kwartsgehalte in het respirabel stof nog fors hoger zijn. Voor de in het huidige onderzoek gevonden variatie in kwartsgehalten is niet direct een verklaring gevonden. Er zijn in het algemeen geen systematische verschillen gevonden tussen bedrijven of taken. Het lage percentage dat gevonden is bij de molenaar kan mogelijk verklaard worden uit andersoortige dan kwartsstofblootstelling, zoals blootstelling aan kleurstoffen in poedervorm.

In de praktijk van de arbeidshygiëne is gebleken dat het voorkomt dat per onderzoek een gering aantal kwartsanalyses wordt verricht en men zich verder beperkt tot het bepalen van het respirabel stof gehalte op de filters (o.a. uit het oogpunt van kostenbesparing). Echter, gezien de enorme spreiding in de kwartsgehalten die in dit onderzoek gevonden zijn, is het belangrijk op te merken, dat indien men kiest voor het uitvoeren van een beperkt aantal kwartsanalyses, men voor verdere berekeningen van de kwartsblootstelling dient uit te gaan van het hoogst gemeten kwartsgehalte, of dat men uitgaat van een hoog gehalte van ca. 20-25%.

Het aantal werkers dat bij de vijf genoemde meest risicovolle werkzaamheden betrokken is, omvat enige tientallen werknemers en vormt een beperkt deel (ca. 10%) van de werkers betrokken bij de productie van betonproducten. Hieruit kan afgeleid worden dat het merendeel van de werkers in de betonwarenindustrie geen risico loopt op het ontwikkelen van silicose.

In het aan deze studie voorafgegane oriënterende werkplekonderzoek is vastgesteld dat ook andere knelpunten dan kwartsblootstelling zich in belangrijke mate voordoen in de betonwarenindustrie. Duidelijke knelpunten bleken blootstelling aan schadelijk geluid, klimatologische omstandigheden, waaronder tocht en temperatuurswisselingen, fysieke belasting door houding en trillingen en daarnaast veiligheid te zijn. Alhoewel nader onderzoek noodzakelijk is, is het niet onwaarschijnlijk dat het risico op aandoeningen ten gevolge van deze afzonderlijke knelpunten groter is dan ten gevolge van blootstelling aan kwarts.

#### Naschrift

Op deze plaats willen we tot besluit graag de medewerkers van de betonwarenbedrijven bedanken voor deelna-

me aan het onderzoek. Daarnaast is dank verschuldigd aan de medewerkers van de BGD Dordrecht e.o., en aan Eltjo Buringh, Hans Kromhout en Pieter Versloot van de Vakgroep Luchtkwaliteit van de LUW voor het bijstaan met raad en daad.

#### Referenties

- Arbeidsinspectie; De Nationale MAC-lijst 1992, P145. Den Haag, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1992, blz. 53.
- Bergh, W. van den, R. van de Laar, G. Zimmerman; Arbeidsomstandigheden en kwartsblootstelling in de betonwarenindustrie (6 delen: algemeen verslag en deelverslagen bedrijven A, B, C, D, E). Wageningen, Landbouwniversiteit, Vakgroep Luchthygiëne en Luchtverontreiniging, 1991.
- Boleij, J., D. Heederik, H. Kromhout; Karakterisering van blootstelling aan chemische stoffen in de werkomgeving. PUDOC, Wageningen, 1987, blz. 124.
- Bosman, R., Infraroodspectrometrische analyse van respirabel kwarts in luchtstofmonsters. Delft, Hoofdgroep maatschappelijke technologie TNO, 1986, blz. 2.

- Burdorf, A., L.A.M. Elders; Klachten en aandoeningen van het bewegingsapparaat bij werknemers in de betonwarenindustrie; een literatuuroverzicht. Tijdschrift voor toegepaste arbowetenschap 4 (1991) 79-83.
- Dutch expert committee for occupational standards (DECOS); Health-based recommended occupational exposure limit for crystalline forms of silicon dioxide (free silica), RA 5/92. The Hague, Ministry of Social Affairs and Employment, Labour Inspectorate, 1992.
- FNV, Industriebond; Werken in de betonwarenindustrie. Onderzoek naar de kwaliteit van arbeid. Amsterdam, 1989.
- Govaert, G.M.J.H., A. Burdorf, L.A.M. Elders; Houdingsbelasting en klachten van het bewegingsapparaat van werknemers in een betonwarenfabriek. Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap 4 (1991) 56-60. ■