

OMGAAN MET ZANDSTEEN IN MONUMENTEN

Achtergronddocument bij URL 4007 Steenhouwwerk

Versie 1.0



OMGAAN MET ZANDSTEEN

Achtergronddocument bij URL 4007 Steenhouwwerk

1. SAMENVATTING

Zandsteen en monumenten

In artikel 4.60. van de Arbeidsomstandighedenwet is het bewerken en verwerken van zandsteen verboden. Er is een uitzondering gemaakt voor het bewerken en verwerken van zandsteen indien dit noodzakelijk is voor het behoud van monumenten, zoals bedoeld in de Monumentenwet 1988 (thans Erfgoedwet). Bij het bewerken van zandsteen komt het kankerverwekkende respirabel kwarts vrij. Als er geen beheersmaatregelen zijn genomen, worden de werknemers blootgesteld aan (veel) te hoge concentraties respirabel kwarts.

Dit document gaat in op de vraag hoe (alle) betrokkenen de blootstelling aan respirabel kwarts kunnen minimaliseren. Hoe kunnen zij voorkomen dat deze blootstelling ontstaat? En als deze ontstaat, welke (effectieve) beheersmaatregelen moeten dan worden genomen?

Zandsteen en arbo

- *Grenswaarde respirabel kwarts.*

De huidige wettelijke grenswaarde van respirabel kwarts is 0,075 mg/m³. Deze waarde mag niet worden overschreden.

- *Minimalisatie-principe bij kankerverwekkende stoffen.*

Respirabel kwarts is een voor de mens kankerverwekkende stof. Voor kankerverwekkende stoffen geldt, naast de wettelijke grenswaarde, het 'minimalisatie-principe'. Werkgevers moeten alles doen wat technisch mogelijk is om de blootstelling te minimaliseren en in ieder geval terug te brengen onder de wettelijke grenswaarde. Dit komt neer op toepassing van 'Stand der Techniek'. Economische afwegingen mogen in beginsel hierbij geen rol spelen.

- *STOP-principe.*

Om het minimalisatie-principe in de praktijk handen en voeten te geven is in de Europese VGW-wetgeving een 'hiërarchie' van maatregelen ter voorkoming of vermindering van de blootstelling aan gevaarlijke stoffen voorgeschreven. Deze 'orde van voorrang' zoals in de richtlijn wordt genoemd, is ook bekend als het STOP-principe.

Volgens het STOP-principe is na **S**ubstitutie (S), het toepassen van effectieve **T**echnische (T) beheersmaatregelen de eerstvolgende actie (voorbeeld: apparatuur met stofafzuiging). Ook het treffen van **O**rganisatorische maatregelen (O) is een optie (voorbeeld: alleen speciaal opgeleid personeel in betreffende ruimtes). Het gebruik van **P**ersoonlijke beschermingsmiddelen (P) is een laatste redmiddel.

- *Het bewerken van zandsteen vereist beheersmaatregelen*

Zandsteen wordt op verschillende manieren bewerkt. In Hoofdstuk 4 worden verschillende werkmethoden beschreven met daarbij de blootstellingen aan respirabel kwarts die door de betreffende werkvorm ontstaat. Te zien is dat bij vele methoden de grenswaarde (vele malen) wordt overschreden. Beheersmaatregelen zijn dus absoluut noodzakelijk om een veilige werkomgeving te creëren.

Beheersmaatregelen

Stap 1: nagaan of het opnieuw toepassen van zandsteen echt nodig is

De beste beheersmaatregel is natuurlijk substitutie, dus het toepassen van kwartsvrije (kwartsarme) natuursteensoorten in plaats van het kwartsrijke zandsteen (60 - 95% kwartshoudend). In de praktijk is bij het onderhouden en restaureren van monumenten de keuze voor het opnieuw toepassen van zandsteen echter om technische en esthetische redenen (aansluiten bij de bestaande omgeving) vaak 'logisch'. Het verdient aanbeveling om bij de voorbereiding van werkzaamheden aan een monument (met name in de restauratievisie en het ontwerp) uitdrukkelijk te bezien of het opnieuw toepassen van zandsteen daadwerkelijk nodig is. Dit is de verantwoordelijkheid van opdrachtgever en architect-adviseur.

Stap 2: maatregelen bij het bewerken en verwerken

Als in de voorbereiding is geconcludeerd dat er opnieuw zandsteen toegepast zal worden (geen substitutie), is volgens het STOP-principe het toepassen van technische (T) beheersmaatregelen de eerstvolgende actie om blootstelling van werknemers aan respirabel kwarts te voorkomen. Het realiseren van deze maatregelen is de verantwoordelijkheid van de werkgever. In de werkplaats (de steenhouwerij) is dat het steenhouwersbedrijf; op de bouwlocatie is dat – afhankelijk van de situatie – het steenhouwersbedrijf of de hoofdaannemer. Om die verantwoordelijkheid daadwerkelijk te realiseren is onderzocht met welke technische maatregelen de blootstelling effectief kan worden beheerst. Er zijn twee bepalende materiaaleigenschappen met directe invloed op de blootstelling aan respirabel kwarts voor de werknemers; het percentage kwarts en de mogelijkheid om water op te nemen. In de Hoofdstukken 6 en 7 worden specifieke beheersmaatregelen benoemd voor de verschillende typen bewerkingen in zowel in de steenhouwerij als op de bouwlocatie. De meest relevante beheersmaatregel is het gebruik van afzuigsystemen. Het gebruik van stofzuigers is 'verplicht'.

Benatting zandsteen

Zandsteen bevat veel kwarts, maar kan ook gemakkelijk en veel water opnemen. Dit in tegenstelling met andere natuursteensoorten, zoals bijvoorbeeld graniet (tot 50% kwartshoudend). Het gebruiken van water is dan ook een zeer effectieve eerste beheersmaatregel om de emissie van respirabel kwarts bij het bewerken van zandsteen te beperken. Deze beheersmaatregel wordt al veelvuldig toegepast bij nat-zagen en nat-schuren. Het 'droog' bewerken van zandsteen is dan ook zeer onwenselijk.

Gebruik afzuigsystemen – stofzuigers

Deze beheersmaatregel is in vele situaties noodzakelijk en zeer effectief. En daarmee naast benatting een 'algemene maatregel'. Het gebruik van stofzuigers is 'verplicht'. Gebruik alleen stofzuigers met een TNO classificatie Klasse B, of beter Klasse A.

Gebruik adembeschermingsmiddelen

Kies voor halfgelaatmasker HM P3 met een Nominale Protectie Factor (NPF) van 48.

Geen relevant verschil tussen zandsteen en andere natuursteensoorten

Zandsteen bevat circa 60 - 95% kwarts, (aanzienlijk) meer dan de meeste andere natuursteensoorten (graniet, tufsteen etc.). De blootstelling aan respirabel kwarts wordt echter niet alleen bepaald door het percentage kwarts van het te bewerken materiaal. De emissie van stof en respirabel kwarts wordt in belangrijke mate ook bepaald door het vermogen om water op te nemen. Nat zandsteen verspreidt aanzienlijk minder respirabel kwarts. Geconcludeerd wordt dan ook dat beheersmaatregelen, die nodig zijn bij zandsteen, ook bij de bewerking van andere natuursteensoorten moeten worden toegepast.

Vastleggen van het toepassen van beheersmaatregelen in URL 4007

De missie is om de blootstelling aan respirabel kwarts bij werknemers die zandsteen bewerken (en andere kwartshoudende natuursteensoorten) maximaal te beperken en in ieder geval terug te brengen onder de wettelijke grenswaarde. In de uitvoeringsrichtlijn voor het bewerken en verwerken van natuursteen (URL 4007 'Steenhouwwerk') zijn de conclusies en maatregelen opgenomen om blootstelling van werknemers aan respirabel kwarts in de steenhouwerij en op de bouwlocatie te voorkomen. Aan de beschrijving van zandsteen en een aantal andere steensoorten is het percentage kwarts en de porositeit toegevoegd.



Het daadwerkelijk implementeren van deze maatregelen maakt daarmee onderdeel uit van de werkzaamheden. Het betreft zowel maatregelen in de steenhouwerij als op de bouwlocatie. De naleving van verplichtingen wordt gecontroleerd in het kader van het ERM-certificaat op basis van deze URL in combinatie met BRL 4000 'Onderhoud en restauratie van monumenten'.

Overheidstoezicht

Het toezicht op de naleving van de Arbo-verplichtingen is de verantwoordelijkheid van de Inspectie SZW. Essentie van dit toezicht betreffende het bewerken en verwerken van zandsteen (en andere natuursteensoorten) is de controle op het gebruik van effectieve beheersmaatregelen met het doel de blootstelling aan respirabel kwarts te voorkomen, dan wel te minimaliseren en in ieder geval terug te brengen onder de wettelijke grenswaarde. Het benatten van zandsteen is een eerste beheersmaatregel. Het droog bewerken van zandsteen moet worden voorkomen. In dit document zijn per bewerking de noodzakelijke beheersmaatregelen vermeld om de blootstelling aan respirabel kwarts effectief te beheersen (in ieder geval minder dan 0,075 mg/m³). Het is te verwachten dat de Inspectie SZW in toenemende mate zal letten op het gebruik van apparatuur met stofafzuiging, daar waar mogelijk.

INHOUDSOPGAVE

| | |
|--|----|
| 1. SAMENVATTING | 2 |
| 2. INLEIDING | 6 |
| 3. ZANDSTEEN EN ANDERE NATUURSTEENSOORTEN | 7 |
| 4. ZANDSTEEN EN DE GEZONDHEID WERKNEMERS | 9 |
| 4.1 Wettelijke grenswaarden | 9 |
| 4.2 Kankerverwekkende stof | 10 |
| 4.3 Minimalisatie-principe | 10 |
| 5. BEWERKINGEN EN BLOOTSTELLINGEN ZANDSTEEN | 11 |
| 5.1 Bewerkingen van zandsteen in de steenhouwerij | 11 |
| 5.2 Bewerkingen van zandsteen op locatie | 13 |
| 6. ARBO-MAATREGELLEN (voor zandsteen en andere kwartshoudende steensoorten)..... | 15 |
| 6.1 Arbo-maatregelen en preventiefactoren bij bewerking zandsteen (en andere kwartshoudende steensoorten)..... | 16 |
| 7. SPECIFIEKE ARBO-MAATREGELLEN 'STEENHOUWERIJ' | 18 |
| 8. SPECIFIEKE ARBO-MAATREGELLEN 'OP LOCATIE' | 24 |
| 9. REGELGEVING | 29 |
| 9.1 Zandsteenbesluit (wetgeving per 1951 van kracht en vervallen per 1998)..... | 29 |
| 9.2 Huidige regelgeving zandsteen in Nederland | 30 |
| 10. TOEZICHT EN HANDHAVING | 31 |
| 11. VASTLEGGING ARBO-MAATREGELLEN IN URL 4007..... | 32 |
| 12. VERANTWOORDELIJKHEDEN BIJ HET OMGAAN MET ZANDSTEEN ('KETEN')..... | 33 |
| BIJLAGE 1. INFORMATIE OVER ADEMBESCHERMINGSMIDDELEN (PBM) | 35 |
| BIJLAGE 2. BEHEERSMAATREGELLEN | 36 |
| BIJLAGE 3. MOGELIJKHEDEN TOT INNOVATIE..... | 39 |
| BIJLAGE 4. SPECIFICATIES INDUSTRIELE STOFZUIGERS | 40 |
| BIJLAGE 5. LITERATUUR..... | 41 |

2. INLEIDING

Dit document gaat in op de vraag hoe (alle) betrokkenen de blootstelling aan respirabel kwarts kunnen minimaliseren. Hoe kunnen betrokkenen voorkomen dat deze blootstelling ontstaat? En als deze ontstaat, welke (effectieve) beheersmaatregelen moeten dan worden genomen?

Onze missie: de blootstelling aan respirabel kwarts bij werknemers die zandsteen bewerken (en andere kwartshoudende natuursteensoorten) maximaal beperken.
Dit document moet de juiste keuze(s), en keuze(s) van effectieve beheersmaatregelen mogelijk maken.

Het bewerken van kwartshoudende natuursteen, en in het bijzonder zandsteen, door werknemers van natuursteenbedrijven wordt in werkplaatsen en op locatie uitgevoerd. Op beide locaties worden werknemers blootgesteld aan te hoge concentraties stof, en in het bijzonder aan te hoge concentraties respirabel kwarts. Het is voor vele werkgevers en werknemers onduidelijk welke beheersmaatregelen kunnen (moeten) worden toegepast om de blootstelling van de werknemers aan het kankerverwekkende respirabel kwarts effectief te verminderen.

Om dit doel (minimalisatie blootstelling aan respirabel kwarts) te bereiken wordt het STOP-principe (zie hoofdstuk 3) – een hiërarchie van preventiemaatregelen – gevolgd. Substitutie (STOP) is de meest effectieve maatregel. Het treffen van Technische maatregelen (STOP) biedt, als tweede prioriteit, goede mogelijkheden om de blootstelling aan het kankerverwekkende respirabel kwarts te minimaliseren. In Nederland geldt een verbod op het bewerken en verwerken van zandsteen (Arbeidsomstandighedenwet 1998). Een uitzondering is gemaakt voor het behoud van monumenten. Het noodzakelijke gebruik van zandsteen om bouwtechnische (en esthetische) redenen is daarmee toegestaan. Terughoudendheid in gebruik heeft uiteraard de hoogste prioriteit.

In dit Achtergronddocument, behorend bij de URL 4007 Steenhouwwerk [1], wordt informatie vermeld over zandsteen met het doel de kennis en bewustwording van werkgevers en werknemers van natuursteenbedrijven te vergroten. Centraal staat het veilig en gezond bewerken van zandsteen. Een tweede doel van dit document is het vergroten van de kennis van opdrachtgevers, architecten en overheden met betrekking tot de gevaren van zandsteen voor de gezondheid van de werknemers.

Veel informatie wordt gegeven over de keuze(s) in, en de effectiviteit van, beheersmaatregelen met het doel de blootstelling aan respirabel kwarts afkomstig van zandsteen (natuursteen) zoveel als mogelijk te minimaliseren. De blootstelling aan respirabel kwarts moet in ieder geval minder zijn dan de wettelijk vastgestelde grenswaarde.

3. ZANDSTEEN EN ANDERE NATUURSTEENSOORTEN

Zandsteen is een sedimentair- of afzettingsgesteente dat voornamelijk bestaat uit zandkorrels. Bij sedimentatie van zandkorrels worden ook silt, kalk, grind, glimmers, veldspaat en andere gesteentefragmenten afgezet. Door verweering wordt een van oorsprong geelbruine zandsteen grijs. Het voorkomen van bepaalde oxiden en andere mineralen kleurt varianten bruinrood. Zandsteen bestaat voornamelijk uit kwarts.

In onderstaande Tabel 1 worden diverse soorten zandsteen met twee specificaties (percentage kwarts en de porositeit) vermeld. Het percentage kwarts is uitgedrukt in massaprocenten, de porositeit in volumeprocenten. Porositeit is de aanwezigheid van kleine openingen (poriën) in een materiaal (zandsteen). Porositeit maakt het mogelijk water op te nemen door capillaire werking. Het percentage kwarts van zandsteen (en andere natuursteensoorten) heeft een direct verband met de blootstelling aan respirabel kwarts van werknemers in de werksituatie. De porositeit van zandsteen wordt vermeld omdat dit aangeeft hoeveel water door het betreffende zandsteen kan worden opgenomen. De mate van wateropname is eveneens een belangrijke factor bij de uiteindelijke blootstelling aan respirabel kwarts. Door zandsteen tijdens de bewerking met water te doordrenken vermindert de emissie van respirabel kwarts aanzienlijk. Daarmee is het een uiterst effectieve (eerste) beheersmaatregel.

Tabel 1. Overzicht meest gebruikte soorten zandsteen

| Petrografische naam Natuursteen | Handelsnaam | Percentage kwarts (m/m %) ** | Porositeit (volume %) *** |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Zandsteen (A.0.2.3.)* | Udelfanger (A.0.2.3.1.) | 62 – 81 [2] | 8,1 |
| | Obernkirchner (A.0.2.3.2.) | 88 – 95 [2] | 4,7 – 5,3 |
| | | 80 – 95 [3] | |
| | Bentheimer (A.0.2.3.3.) | 97 – 98 [2] | 7,1 |
| | | 80 – 95 [3] | |
| | Nivelsteiner (A.0.2.3.4.) | 96 [4] | |
| | Maulbronner zandsteen (A.0.2.3.5.) | 78 [2] | 6,4 – 14,0 |
| | Heilbronner zandsteen (A.0.2.3.6.) | niet bekend | |
| | Kolenzandsteen (A.0.2.3.7.) | 77 [4] | |
| | Neubrunner (A.0.2.3.8.) | 64 [4] | |
| | Rakowicze (A.0.2.3.9.) | 91 vol % [2] | 7,8 – 8,0 |
| | Rode Mainzandsteen (A.0.3.10.) | niet bekend | |
| Larochette | 64 – 84 [2] | 4,8 | |
| Holz kirchner | 70 [4] | | |

* Code (A.0.2.3.) verwijst naar codes zoals vermeld in URL 4007

** Info memo TNO (Timo Nijland) [2]; info A-blad Natuursteen (Stichting Arbouw) [3] en info memo Hendrik Jan Tolboom [4]

*** De porositeit van een gesteente is het volumeprocent dat wordt ingenomen door holten ten opzichte van het totale volume.

Voor meer informatie over soorten zandsteen, natuursteen wordt ook verwezen naar de volgende documenten:

- Uitvoeringsrichtlijn Steenhouwwerk (URL 4007) [1];
- A-blad Natuursteen. Stichting Arbouw 2004. [3]

Andere natuursteensoorten

In onderstaande Tabel 2 worden enkele soorten natuursteen met twee specificaties (percentage kwarts, porositeit) vermeld. Deze natuursteensoorten zijn een mogelijke (gewenste) vervanging (substitutie) voor zandsteen. Het percentage kwarts is uitgedrukt in massaprocenten, de porositeit in volumeprocenten. Porositeit is de aanwezigheid van kleine openingen (poriën) in een materiaal (zandsteen). Porositeit maakt het mogelijk water op te nemen door capillaire werking. Deze Tabel 2 geeft vooral inzicht in het feit dat de percentages kwarts in natuursteen kan variëren van 4% (Belgisch hardsteen) tot circa 100% (Bentheimer zandsteen).

Tabel 2. Overzicht enkele soorten natuursteen (exclusief zandsteen)

| Petrografische naam Natuursteen | Handelsnaam | Percentage kwarts (m/m%) | Porositeit (volume%) |
|------------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------|
| Kalksteen (A.0.2.1.) | Savonnières (A.0.2.1.3.) | 0 | 0,2 – 5 |
| | Belgisch hardsteen (A.0.2.2.1.) | 4 | 0,2 – 0,5 |
| Tufsteen (A.0.1.7.) | Weiberner (A.0.1.7.3.) | 0 – 5 | |
| | (Peperino Grigio Duro)* (A.0.1.7.2.) | 0 – 5 | |
| Graniet (A.0.1.1.) | Flossenburg Beiers | 20 – 50 | 0,2 – 0,5 |
| Kwartsiet | Alta | 82 (volume%) | 0,1 |

Zie voor meer soorten natuursteen URL 4007 Bijlage 4 A 'Eisen en definities: Natuursteensoorten' en Bijlage 1 'Kwartsgehalten A-blad Natuursteen'

4. ZANDSTEEN EN DE GEZONDHEID WERKNEMERS

De meeste natuursteensoorten bevatten kwarts. Afhankelijk van de soort natuursteen varieert het percentage kwarts sterk. Belgisch hardsteen bevat circa 4% kwarts, kwartsiet tussen de 80 - 95 m/m%. Zandsteen bevat veel kwarts (60 tot 95 m/m%). Het inademen van kwartsstof kan silicose (stoflongen) veroorzaken. Het inademen van respirabel kwartsstof kan later ook kanker veroorzaken. Kristalijn respirabel kwarts is een kankerverwekkende stof. Naast respirabel kwarts zijn bijvoorbeeld lasrook, zeswaardig chroom, asbest, hardhoutstof en dieselrook bewezen kankerverwekkende stoffen/mengsels voor de mens.

In Nederland overlijden per jaar gemiddeld 2.000 – 3.500 mensen aan beroepsziekten, onder andere door blootstelling aan kankerverwekkende stoffen. In de EU wordt jaarlijks bij 100.000 tot 150.000 mensen kanker vastgesteld doordat zij tijdens hun werk aan kankerverwekkende stoffen, zoals respirabel kwarts zijn blootgesteld. Kankerpatiënten ervaren een verminderde kwaliteit van leven, krijgen medische zorg en kunnen vaak niet of minder werken.

Naast het individuele lijden ontstaan hierdoor ook maatschappelijke kosten. De kosten voor de gezondheidszorg door werk-gerelateerde kanker in de EU worden op vier tot zeven miljard euro per jaar geschat.

Als ook de immateriële schade van ziek zijn en mogelijk vroegtijdig sterven wordt meegerekend, lopen de totale maatschappelijke kosten op tot ongeveer 350 miljard euro per jaar. Voor Nederland hebben we het dan over circa 10 miljard per jaar (ref. Whitepaper TNO 'Werkgerelateerde kanker uitbannen', september 2017)



De bovenstaande tekst geeft aan dat blootstelling aan respirabel kwarts een groot gezondheidsprobleem kan zijn voor werknemers die dagelijks kwartshoudende materialen bewerken. Specifieke gegevens voor de natuursteenbranche zijn niet bekend.

4.1 Wettelijke grenswaarden

Bij het bewerken van zandsteen en andere natuursteensoorten komt er kwartshoudend stof vrij. Afhankelijk van de soort zandsteen en andere kwartshoudende steensoorten en het type bewerking komt ook het voor de mens schadelijke respirabel kwarts vrij. Respirabel kwarts dringt door tot diep in de longen. Respirabel kwarts heeft in Nederland een wettelijke grenswaarde van 0,075 mg/m³ als gemiddelde over een 8-urige werkdag bij een 40-urige werkweek en een 40-jarig dienstverband. De overheid heeft wettelijke grenswaarden vastgesteld om de gezondheid van de werknemers te waarborgen. In onderstaande Tabel 3 staan de wettelijke grenswaarden voor meerdere landen vermeld.

Tabel 3. Overzicht wettelijke grenswaarden (2019)

| Land | Wettelijke grenswaarde respirabel kwarts (inadembare fractie) (mg/m ³) * |
|-------------------|--|
| Europa [5] [6] | 0,1 |
| Nederland [7] [8] | 0,075 |
| Duitsland [9] | 0,050 |
| België [10] | 0,1 |
| Luxemburg [11] | 0,1 |

* Voor referenties zie bovenstaande literatuurverwijzingen.

Voor informatie over het meten van respirabel kwarts wordt verwezen naar:

- NEN-EN 482, 'Workplace exposure – General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents' (ICS 13.040.30, april 2012).
- NEN-EN 689 (nl), 'Werkplekatmosfeer - Leidraad voor de beoordeling van de blootstelling bij inademing van chemische stoffen voor vergelijking met de grenswaarden en de meetstrategie' (ICS 13.040.30, mei 2018).

Voor meer informatie over de effecten van respirabel kwarts op de gezondheid van de mens wordt verwezen naar documenten van de Gezondheidsraad (Nederland) en de SCOEL (Europa). Meer info is vermeld in Bijlage XIII van de Arbeidsomstandighedenregeling

<https://wetten.overheid.nl/BWBR0008587/2019-04-01#BijlageXIII> [7]

Relevant is ook dat er recent een Europese grenswaarde is vastgesteld voor respirabel kwarts (zie RICHTLIJN (EU) 2019/130 van 16 januari 2019). De Europese grenswaarde (TGG 8u) is op 0,1 mg/m³ vastgesteld. Lidstaten moeten binnen twee jaar een TGG 8u implementeren voor respirabel kwarts die niet hoger mag zijn (maar wel lager) dan 0,1 mg/m³.

Conclusie: Nederland voldoet aan de Europese grenswaarde (0,1 mg/m³) en hanteert een iets strengere wettelijke grenswaarde (0,075 mg/m³). Deze laatste Nederlandse wettelijke grenswaarde is de bepalende grenswaarde voor het bewerken van kwartshoudende materialen.

4.2 Kankerverwekkende stof

Respirabel kwarts is een kankerverwekkende stof voor de mens. Verwezen wordt naar de *SZW-lijst van kankerverwekkende stoffen en processen* zoals opgesteld door het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (4 januari 2016) [12]. Tevens wordt ook verwezen naar Richtlijn (EU) 2019/130 van het Europees Parlement en de Raad van 16 januari 2019. 'Betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan carcinogene of mutagene agentia op het werk'. Respirabel kwarts staat ook op het actuele programma van de Gezondheidsraad. In Europa, en dus ook Nederland, wordt gewerkt met het STOP-principe – een hiërarchie van preventiemaatregelen [13].

4.3 Minimalisatie-principe

Het minimalisatie-principe is de verplichting om de blootstelling aan een kankerverwekkende stof zo laag als, technisch (redelijkerwijs, volgens Stand der Techniek) mogelijk is, te realiseren en in ieder geval terug te brengen onder de wettelijke grenswaarde. Economische afwegingen mogen hierbij in beginsel geen rol spelen.

In het geval van natuursteen (onder andere zandsteen) betekent dit dus het gebruik van kwarts-vrije of kwarts-arme natuursteen als hoogste prioriteit. Als tweede prioriteit de blootstelling aan respirabel kwarts zo laag als mogelijk te houden door toepassing van 'Stand der Techniek' gereedschappen en -systemen. De doelstelling is uiteraard een blootstelling aan respirabel kwarts onder de grenswaarde te waarborgen.

5. BEWERKINGEN EN BLOOTSTELLINGEN ZANDSTEEN

Zandsteen is in het verleden veel toegepast als bouw materiaal, met als gevolg dat veel monumenten in Nederland voor een deel uit zandsteen bestaan. Het gaat daarbij met name om Bentheimer, Obernkirchner en Udelfanger zandsteen. Bij het onderhoud en de restauratie van deze monumenten komt het nogal eens voor dat zandsteen wordt bewerkt. Deze bewerking wordt zowel in de steenhouwerijen als op locatie uitgevoerd.

5.1 Bewerkingen van zandsteen in de steenhouwerij

In onderstaande Tabel 4 worden de meest toegepaste bewerkingen en -technieken aan zandsteen vermeld. Naast het type bewerkingen zijn in deze Tabel 4 ook de overschrijdingsfactoren, zie ook [14] [15], vermeld voor deze bewerkingen ten opzichte van de huidige grenswaarde van respirabel kwarts ($0,075 \text{ mg/m}^3$). Er worden twee overschrijdingsfactoren vermeld. In de eerste kolom gebaseerd op het bewerken van kalkzandsteen (percentage kwarts 25%), in de tweede kolom gebaseerd op het bewerken van Bentheimer zandsteen (percentage kwarts 60 - 95%). Deze meetresultaten zijn verkregen in de Worst Case Room van TNO te Delft bij 100% inschakeltijd van de gereedschappen-productiemiddelen. Deze overschrijdingsfactor dient als input voor de keuze van effectieve beheersmaatregelen, met het doel de blootstelling aan respirabel kwarts in de ademzone van de werknemers te minimaliseren. In ieder geval moet worden voldaan aan de wettelijke grenswaarde van respirabel kwarts (GSW TGG-8 uur: $0,075 \text{ mg/m}^3$).



Onderzoek in de Worst Case Room van TNO – foto ERM

Tabel 4. Overzicht overschrijdingsfactoren wettelijke grenswaarde respirabel kwarts bij bewerkingen zandsteen (zonder beheersmaatregelen) in steenhouwerij

| Bewerking | Overschrijdingsfactor kalkzandsteen (TNO document)** | Overschrijdingsfactor zandsteen (onderzoek ERM 2020) |
|---|--|--|
| Zagen (droog) * | 2.500 – 5.000 | 10.000 – 20.000 |
| Zagen (watertoevoer) | 15 | 60 |
| Zagen (water-geïmpregneerd - watertoevoer) | | 2 – 3 |
| Frezen (droog) | > 1.000 (schatting) | > 4.000 (schatting) |
| Frezen (watertoevoer) | | |
| Slijpen (droog) | 2.400 | 9.600 |
| Slijpen (water-geïmpregneerd) | | 500 |
| Schuren (Grinden) (droog) | 1.600 | 6.400 |
| Schuren (Grinden) (water-geïmpregneerd) | | 100 - 150 |
| Schuren (Polijsen) (droog) | (> 100, schatting) | (> 400, schatting) |
| Schuren (Polijsen) (watertoevoer) (watertoevoer) | | 6 |
| Pneumatisch hakken (droog) | 120 | 50 |
| Pneumatisch hakken (water- geïmpregneerd) | | 2,5 - 5 |
| Handmatig scharreren-frijnen (droog) | | 5 – 10 |
| Handmatig scharreren-frijnen (water-geïmpregneerd) | | < 1 |
| Handmatig scharreren-frijnen (watertoevoer-handmatig) | | < 0,5 |

* Rood gearceerd betekent: bewerking indien mogelijk vermijden.

** Overschrijdingsfactor grenswaarde respirabel kwarts (0,075 mg/m³) gemeten in Worst Case Room TNO (100 % inschakeltijd)

5.2 Bewerkingen van zandsteen op locatie



Restauratie van de Sint Jan Kathedraal – foto ERM

In onderstaande Tabel 5 worden de meest toegepaste bewerkingen-technieken aan zandsteen vermeld. Naast het type bewerkingen zijn in deze Tabel 5 ook de overschrijdingsfactoren vermeld voor deze bewerkingen ten opzichte van de huidige grenswaarde van respirabel kwarts (0.075 mg/m^3). Er worden twee overschrijdingsfactoren genoemd. In de eerste kolom gebaseerd op het bewerken van kalkzandsteen (percentage kwarts 25%), in de tweede kolom gebaseerd op het bewerken van Bentheimer zandsteen (percentage kwarts 60 tot meer dan 95%). Deze meetresultaten zijn verkregen in de Worst Case Room van TNO te Delft bij 100% inschakeltijd van de gereedschappen-productiemiddelen. Deze overschrijdingsfactor dienen als input voor de keuze van effectieve beheersmaatregelen, met het doel de blootstelling aan respirabel kwarts in de ademzone van de werknemers te minimaliseren. In ieder geval moet worden voldaan aan de wettelijke grenswaarde van respirabel kwarts (GSW TGG-8 uur: $0,075 \text{ mg/m}^3$).

Tabel 5. Overzicht overschrijdingsfactoren wettelijke grenswaarde respirabel kwarts bij bewerkingen zandsteen (zonder beheersmaatregelen) op locatie

| Bewerking | Overschrijdingsfactor kalkzandsteen (TNO document) | Overschrijdingsfactor zandsteen (Onderzoek ERM 2020) |
|---|--|--|
| Zagen (droog) | 2.500 – 5.000 | 10.000 – 20.000 |
| Zagen (watertoevoer) | 15 | 60 |
| Zagen (water-geïmpregneerd - watertoevoer) | | 2 – 3 |
| Zagen (kettingzaag) (watertoevoer) | > 15 (schatting TNO) | > 50 (schatting TNO) |
| Slijpen (droog) | 2.400 | 9.600 |
| Slijpen (water-geïmpregneerd) | | 520 |
| Grinden (droog) | 1.600 | 6.400 |
| Grinden (water-geïmpregneerd) | | 100 – 150 |
| Schuren (Polijsten) (droog) | (> 100, schatting) | (> 400, schatting) |
| Schuren (Polijsten) (watertoevoer) | | 6 |
| Pneumatisch hakken (droog) | 120 | 480 |
| Pneumatisch hakken (water-geïmpregneerd) | | 2,5 – 5 |
| Handmatig scharreren-frijnen (droog) | > 50 (schatting) | > 200 (schatting) |
| Handmatig scharreren-frijnen (water-geïmpregneerd) | | < 1 |
| Handmatig scharreren-frijnen (watertoevoer-handmatig) | | < 0,5 |

6. ARBO-MAATREGELEN (voor zandsteen en andere kwartshoudende steensoorten)

Werkgevers moeten zorgen voor veilige en gezonde arbeidsomstandigheden van werknemers. De Arbowet verlangt dat de maatregelen in een bepaalde volgorde worden genomen, waarbij allereerst naar de primaire bron (bewerken kwartshoudende materialen) van het probleem wordt gekeken. Als daar niets aan kan worden gedaan, kan worden gekozen voor andere maatregelen.

Dat wordt een arbeids-hygiënische strategie genoemd. Zie voor meer informatie het 'Arboportaal' van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid

(<https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/arbeidshygiënische-strategie>).

Organisaties waar gewerkt wordt met kankerverwekkende stoffen moeten alles doen wat technisch mogelijk is om te voorkomen dat de gezondheid van de werknemers in gevaar komt. Economische belangen mogen hierbij geen rol spelen.

In de Europese VGW-wetgeving is een 'hiërarchie' van maatregelen ter voorkoming of vermindering van de blootstelling van werknemers aan gevaarlijke stoffen voorgeschreven (artikel 6 van de richtlijn chemische agentia). Deze 'orde van voorrang', zoals deze in de richtlijn wordt genoemd, is ook bekend als het STOP-principe:

S = Substitutie (vervanging, tot en met volledige eliminatie van een gevaarlijke stof)

T = Technologische maatregelen

O = Organisatorische maatregelen

P = Persoonlijke beschermingsmiddelen.

| | |
|--|---|
| | <p>Het directoraat-generaal Werkgelegenheid, Sociale Zaken en Inclusie heeft een verwante richtlijn gepubliceerd met de titel 'Minimising chemical risk to workers' health and safety through substitution' (chemische risico's voor de gezondheid en veiligheid van werknemers minimaliseren door middel van vervanging). Als elimineren of vervangen van een stof of proces niet mogelijk is, kan blootstelling mogelijk worden voorkomen of verminderd door technische of organisatorische maatregelen. Als deze maatregelen niet toepasbaar zijn, is de laatste optie het gebruik van geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM). PBM moeten zodanig zijn ontworpen dat ze de werknemers een 'optimaal niveau van bescherming' tegen blootstelling bieden. PBM moeten ergonomisch verantwoord zijn en goed worden onderhouden. Er bestaat een specifieke EU-verordening voor PBM (Verordening (EU) 2016/425 van 9 maart 2016 betreffende persoonlijke beschermingsmiddelen en tot intrekking van Richtlijn 89/686/EEG van de Raad.</p> |
|--|---|

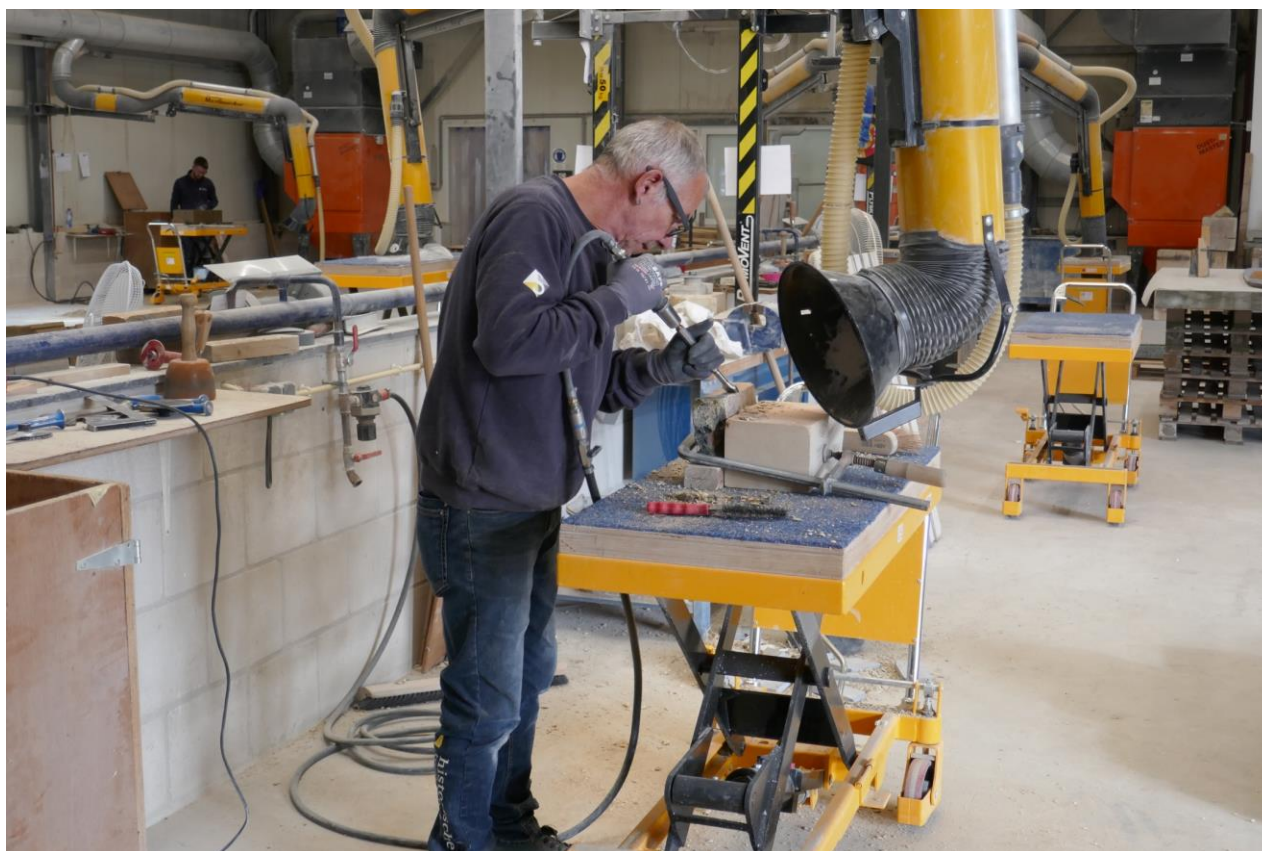
De maatregelen op de verschillende niveaus hebben nadrukkelijk een hiërarchische volgorde. De werkgever moet dus eerst de mogelijkheden op hoger niveau onderzoeken voordat besloten wordt tot maatregelen op een lager niveau. Het is alleen toegestaan een niveau te verlagen als daar goede redenen voor zijn (technische, ergonomische en economische redenen). Dit is het redelijkerwijs-principe. Die

afweging geldt voor elk niveau opnieuw. Uitzondering hierop vormen risico's van carcinogenen, biologische agentia en mutagene en reprotoxische stoffen (CMR). Dan mag alleen een stap lager in de hiërarchie worden gedaan als een hogere maatregel technisch niet uitvoerbaar is. Economische oorzaken mogen voor deze twee groepen ook niet worden aangewend als reden voor een lager niveau van maatregel. De door TNO – ERM gekozen beheersmaatregelen betreffen alle in hoofdzaak *BRON* maatregelen. Dit betekent toepassen van 'Stand der Techniek'. In de onderstaande overzicht zijn beheersmaatregelen door TNO naar prioriteit, effectiviteit en haalbaarheid gerangschikt:

- Keuze voor kwarts-vrij/arm natuursteen in plaats van kwarts-rijk zandsteen (vervangingsprincipe);
- Bewerking (indien mogelijk/toegestaan) uitvoeren in buitenlucht;
- Zandsteen impregneren/ doordrenken met water vooraf en/of tijdens bewerking
- Automatisering proces-werkmethodiek (mens 'op afstand');
- Fysieke scheiding bron – mens door keuze voor specifieke werkruimten);
- Compartimentering bron (gereedschap, productiemiddelen);
- Toepassing bronafzuiging op gereedschappen, productiemiddelen;
- Toepassen lokale (plaatselijke) afzuiging;
- Toepassen ruimtelijke ventilatie;
- Toepassen persoonlijke adembeschermingsmiddelen (PBM).

Meer informatie over 'Stand der Techniek' gereedschappen en 'Stand der Techniek' beheersmaatregelen is te lezen op de TNO website www.stofvrijwerken.tno.nl Algemeen: verzorgen van specifieke risico instructies voor werknemers.

6.1 Arbo-maatregelen en preventiefactoren bij bewerking zandsteen (en andere kwartshoudende steensoorten)



Bewerking van zandsteen op steenhouwerij – foto ERM

In Tabel 6 is een overzicht gegeven van de verschillende beheersmaatregelen die kunnen worden gekozen en worden toegepast om de blootstelling aan zandsteen en specifiek aan respirabel kwarts effectief te

minimaliseren. Bij hoge blootstellingen is een combinatie van beheersmaatregelen noodzakelijk om een blootstelling van de werknemer onder de wettelijke grenswaarde van respirabel kwarts te (kunnen) realiseren.

Het overzicht is geprioriteerd met als eerste prioriteit een keuze voor kwarts-vrije, kwarts-arme oplossingen. In tweede instantie zijn het maatregelen die gemakkelijk uitvoerbaar zijn en/of (zeer) effectief zijn.

Tabel 6. Overzicht beheersmaatregelen geprioriteerd naar STOP-principe, effectiviteit en haalbaarheid

| Beheersmaatregel | Preventiefactor (TNO,2019) |
|---|----------------------------|
| Gebruik zandsteen (percentage kwarts (60 – 95 %) | 1 |
| Gebruik natuursteen (percentage kwarts kleiner dan 10 %) | 10 |
| Gebruik natuursteen (percentage kwarts kleiner dan 1 %) | 100 |
| Zandsteen geïmpregneerd met water, wateropname 5 - 10 m/m % | 10 – 50 |
| Automatisering (mens 'op afstand') | > 10.000 |
| Fysieke scheiding bron – mens | 10 – 1.000 |
| Compartimentering bron – bronafzuiging | 10 – 8.000 |
| Compartimentering bron – watertoevoer | 50 – 5.000 |
| Lokale afzuiging | 1 – 10 |
| Ruimtelijke ventilatie | 1 – 5 |
| Bewerking in buitenlucht | 10 |
| Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) | 1 – 100 |

7. SPECIFIEKE ARBO-MAATREGELN 'STEENHOUWERIJ'

In de Tabellen 7 t/m 12 worden de noodzakelijke beheersmaatregelen (serie van beheersmaatregelen) vermeld per type bewerking zandsteen met als gewenst resultaat een blootstelling ruim onder de wettelijke grenswaarde van respirabel kwarts. Rood gearceerd betekent een hoge blootstelling, oranje gearceerd betekent een blootstelling nabij de wettelijk grenswaarde. Een groene arcering betekent dat een blootstelling aan respirabel kwarts onder de wettelijke grenswaarde kan worden gerealiseerd met één, of een serie beheersmaatregelen. Opgemerkt wordt dat een juiste theoretische keuze een vervolg in de praktijk moet krijgen. Dit betekent met name een goed ontworpen en geïnstalleerde technische beheersmaatregel. Ook juist en regelmatig onderhoud is een voorwaarde om één en ander goed te laten functioneren.

'Lezen' tabellen volgens ondergaande tekst:

KEUZE 0: Altijd toepassen tenzij in de praktijk (echt) niet mogelijk.

KEUZE 1: Is eerste keuze. De diverse maatregelen toepassen tot een 'groen' veld is bereikt. Dit betekent een blootstelling aan respirabel kwarts (ruim) minder dan de wettelijke grenswaarde van 0,075 mg/m³.

KEUZE 2: Eerste alternatief.

KEUZE 3: Tweede alternatief.

Vaak is een combinatie van maatregelen ook mogelijk en dus niet slechts een of/of keuze. Het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen is hiervan een goed voorbeeld.

Het gebruik van persoonlijke adembeschermingsmiddelen (PBM) is als algemene maatregel toegevoegd en geeft uitvoering aan het minimalisatie-principe met betrekking tot het werken met kankerverwekkende stoffen. In Bijlage 1 wordt algemene informatie gegevens over deze PBM 's.

Tabel 7. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Zaagtechniek (B.3.3.) met watertoevoer'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|----------|---|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S ** | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Watertoevoer (5 l/min.) / doordrenking met water | T *** | 2 – 10 | Door watertoevoer tijdens bewerking wordt zandsteen ook geïmpregneerd met water |
| Automatisering (mens op afstand) | T **** | < 0,1 | Proces en mens volledig gescheiden (geautomatiseerd proces) |
| KEUZE 2 | | | |
| Watertoevoer (5 l/min.) / doordrenking met water | T | 2 – 10 | Door watertoevoer wordt zandsteen ook geïmpregneerd met water |
| Fysieke scheiding bron - mens | T | < 0,1 | Technische ruimte (met ruimtelijke ventilatie) en verblijfruimte werknemer (bouwkundig) gescheiden |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe. |
| KEUZE 3 | | | |
| Watertoevoer (5 l/min.) / doordrenking met water | T | 2 - 10 | Door watertoevoer wordt zandsteen ook geïmpregneerd met water |
| Compartimentering bron | T | < 0,5 | Lamellen – kappen e.d. |
| Compartimentering bron gecombineerd met bronafzuiging | T | < 0,1 | Lamellen – kappen in combinatie met toepassing waterstofzuiger |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

* Overschrijdingsfactor: concentratie respirabel kwarts/ grenswaarde respirabel kwarts

Tabel 8. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Frezen met watertoevoer'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|---|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Watertoevoer (5 l/min.) / doordrenking met water | T | > 10 | Door watertoevoer wordt zandsteen ook geïmpregneerd met water |
| Automatisering (mens op afstand) | T | < 0,1 | Proces en mens volledig gescheiden |
| KEUZE 2 | | | |
| Watertoevoer (5 l/min.) / doordrenking met water | T | > 10 | Door watertoevoer wordt zandsteen ook geïmpregneerd met water |
| Fysieke scheiding bron - mens | T | < 0,1 | Technische ruimte (met ruimtelijke ventilatie) en verblijfruimte werknemer (bouwkundig) gescheiden |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 9. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Grinden (grof schuren) (B.3.2.1.1.)'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|--|------|--------------------------------------|---|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Toevoer van water | T | > 5 | |
| Compartimentering bron – bronafzuiging | T | < 1 | Grinder voorzien van beschermkap met afzuiging |
| Lokale afzuiging | T | < 1 | Gebruik flexibele afzuigarmen en/of werktafel voorzien van 'schone' luchttoevoer en 'vuile' luchtafvoer |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 10. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Schurentechniek (B.3.2.) met watertoevoer'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|---|--------------------------------------|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Watertoevoer (5 l/min.) / doordrenking met water | T | 5 – 10 | Door watertoevoer wordt zandsteen ook geïmpregneerd met water |
| Compartimentering bron | T | < 0,5 | Toepassing borstelsysteem rondom schuurpad |
| Toepassen ruimtelijke ventilatie | T | < 0,1 | Werkzaamheden in 'grote' ruimte met ruimtelijke ventilatie |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 11. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Pneumatisch hakken (B.3.1.)'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|---|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 1 | | | |
| Zandsteen impregneren met water / doordrenking met water | T | 19 | Zandsteen 'verzadigd' met water |
| Lokale afzuiging | T | < 0,1 | Gebruik flexibele afzuigarmen. |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |
| KEUZE 2 | | | |
| Zandsteen impregneren met water / doordrenking met water | T | 19 | Zandsteen 'verzadigd' met water |
| Lokale afzuiging | T | < 0,1 | Gebruik werktafel met luchtafzuiging 'vuile lucht' en toevoer 'schone lucht' |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe. |
| KEUZE 3 | | | |
| Zandsteen impregneren met water / doordrenking met water | T | 19 | Zandsteen 'verzadigd' met water |
| Compartimentering bron – bronafzuiging | T | < 0,1 | Toepassing bronafzuiging (afzuigkap in combinatie met (water)stofzuiger) |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 12. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Handmatig scharreren (B.3.1.5.1.) –
frijnen (B.3.1.5.2.)'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|---|---|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Zandsteen impregneren met water / doordrenking met water | T | < 1 | Zandsteen 'verzadigd' met water |
| Watertoevoer | T | < 0,1 | Werkoppervlak handmatig van een dun laagje water voorzien (spons) |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |
| KEUZE 2 | | | |
| Zandsteen impregneren met water / doordrenking met water | T | < 1 | Zandsteen 'verzadigd' met water |
| Lokale afzuiging | T | < 0,1 | Gebruik flexibele afzuigarmen |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

8. SPECIFIEKE ARBO-MAATREGELN 'OP LOCATIE'

In de Tabellen 13 t/m 19 worden de noodzakelijke beheersmaatregelen (serie van beheersmaatregelen) vermeld per bewerking van zandsteen, met als gewenst resultaat een blootstelling ruim onder de wettelijke grenswaarde van respirabel kwarts. Rood gearceerd betekent een hoge blootstelling, oranje gearceerd betekent een blootstelling nabij de wettelijke grenswaarde. Een groene arcering betekent dat een blootstelling aan respirabel kwarts onder de wettelijke grenswaarde kan worden gerealiseerd met (een serie) van beheersmaatregelen. Opgemerkt wordt dat een juiste theoretische keuze een vervolg in de praktijk moet krijgen. Dit betekent met name een goed ontworpen en geïnstalleerde technische beheersmaatregel. Ook juist en regelmatig onderhoud is een voorwaarde om één en ander goed te laten functioneren.

Hieronder volgt overzicht gegeven van de verschillende beheersmaatregelen die kunnen worden gekozen en worden toegepast.

Tabel 13. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Zaagtechniek (B.3.3.) met watertoevoer' (Diamant kettingzaag)

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|--------------------------------------|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Watertoevoer (5 - 10 l/min.) / doordrenking met water | T | > 10 | Door watertoevoer wordt zandsteen ook geïmpregneerd met water |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 14. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen Zaagtechniek (B.3.3.) (droog)

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|--------------------------------------|---|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Compartimentering bron – bronafzuiging | T | < 10 | Toepassing bronafzuiging (afzuigkap in combinatie met stofzuiger of werknemer met afzuigslang van stofzuiger) |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 15. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen Zaagtechniek (B.3.3.) (droog) (haakse slijper)

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|--------------------------------------|---|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP-principe voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Compartimentering bron – bronafzuiging | T | < 5 | Toepassing bronafzuiging (afzuigkap in combinatie met stofzuiger of werknemer met afzuigslang van stofzuiger) |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik PBM met een reductiefactor van 10 of meer. |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |

Tabel 16. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Pneumatisch hakken (B.3.1.)'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|---|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP strategie voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | 19 | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Compartimentering bron – bronafzuiging | T | < 1 | Toepassing bronafzuiging (afzuigkap in combinatie met [water]stofzuiger of werknemer met afzuigslang stofzuiger) |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |
| KEUZE 2 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | 19 | Zandsteen besproeien met 'tuinslang' |
| Lokale afzuiging | T | < 1 | Gebruik flexibele afzuigarmen |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 17. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Boren met watertoevoer'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|--------------------------------------|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP strategie voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel besproeien met 'tuinslang' |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Boren met watertoevoer | T | < 1 | |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 18. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Boren' (droog)

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|--------------------------------------|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP strategie voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel besproeien met 'tuinslang' |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Compartimentering bron – bronafzuiging | T | < 0,5 | Toepassing bronafzuiging (afzuigkap in combinatie met (water)stofzuiger) |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Tabel 19. Overzicht noodzakelijke beheersmaatregelen 'Handmatig scharreren (B.3.1.5.1.) – frijnen (B.3.1.5.2.) – schuren'

| Keuze type(n) beheersmaatregel(en) | STOP | Resulterende overschrijdingsfactor * | Opmerkingen |
|---|------|---|--|
| KEUZE 0 | | | |
| Substitutie. Gebruik kwartsvrij – kwartsarm natuursteen | S | | Volg STOP strategie voor kankerverwekkende stoffen |
| KEUZE 0 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | | Algemene maatregel |
| KEUZE 0 | | | |
| Gebruik industriële stofzuiger | T | | Voor schoonmaken en voor bronafzuiging |
| KEUZE 1 | | | |
| Watertoevoer | T | < 0,5 | Werkoppervlak handmatig van een dun laagje water voorzien (spons). Horizontaal werkoppervlak heeft uiteraard de voorkeur |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |
| KEUZE 2 | | | |
| Zandsteen, voorafgaand aan de bewerking, impregneren met water / doordrenking met water | T | < 1 | Zandsteen besproeien met 'tuinslang' |
| Lokale afzuiging | T | < 0,1 | Gebruik flexibele afzuigarmen |
| Buitenlucht | O | < 0,1 | Werken in 'open' buitenlucht |
| Gebruik PBM | P | < 0,1 | Gebruik halfgelaatmasker met P3 filter. Minimalisatie-principe |

Voor meer concrete informatie over mogelijke technische beheersmaatregelen wordt verwezen naar Bijlage 2. In deze Bijlage 2 is een aantal mogelijke beheersmaatregelen vermeld. Afhankelijk van de werksituatie kunnen keuzes worden gemaakt. Voor meer informatie wordt verwezen naar de TNO website www.stofvrijwerken.tno.nl

In de Bijlage 3 is een aantal (mogelijke) innovaties vermeld. Er zijn goede mogelijkheden om de huidige beheersmaatregelen te verbeteren. Ook zijn innovaties mogelijk.

9. REGELGEVING

Passende arbeidsomstandigheden zijn belangrijke voorwaarden voor gezond en veilig werken. Medewerkers moeten hun werk kunnen doen zonder lichamelijke of geestelijke problemen op te lopen. De Arboret geeft richting aan beleid en arbeidsomstandigheden die daaraan voldoen. Werkgever en werknemer zijn beiden verantwoordelijk voor die gezonde en veilige werkplek. De werkgever moet zorgen voor veilige en gezonde arbeidsomstandigheden. Van de werknemer wordt verwacht dat hij meewerkt aan het op een veilige manier benutten van deze omstandigheden en op een veilige manier zijn werkzaamheden verricht.

Soms is het werken met gevaarlijke stoffen onvermijdelijk. De website (<https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/themas/arboret--en--regelgeving>) bevat informatie over de grenswaarden van gevaarlijke stoffen. Deze grenswaarden zijn ingesteld om het risico zo klein mogelijk maken dat mensen door hun werk gezondheidsschade oplopen. Werkgevers moeten bepalen of medewerkers veilig met gevaarlijke stoffen werken. Dit kan door de blootstelling te vergelijken met de zogeheten grenswaarde van een stof. Is de blootstelling lager dan de grenswaarde, dan zijn werknemers over het algemeen voldoende beschermd. De grenswaarden van meer dan 2.000 stoffen zijn vastgelegd in de databank Grenswaarden Gevaarlijke Stoffen op de Werkplek.

Het Ministerie SZW heeft in 2019 een 'Toolbox Gezond Werken met Stoffen' ontwikkeld waar de essentie van wettelijke verplichtingen en hulpmiddelen van diverse stakeholders, waaronder de Inspectie SZW, zijn vermeld. Deze toolbox is een handreiking aan bedrijven en andere belanghebbenden en wordt up-to-date gehouden:

<https://www.arboportaal.nl/campagnes/veilig-werken-met-gevaarlijke-stoffen/toolbox-voor-bedrijven-beter-aan-de-slag-met-stoffen>

Voor alle gevaarlijke stoffen geldt dat bedrijven in het kader van de Risico Inventarisatie en Evaluatie (RIE) moeten beoordelen in hoeverre veilig wordt gewerkt. Blijken er risico's te zijn dan moeten zij een stappenplan opstellen om risico's van gevaarlijke stoffen te voorkomen of te beperken. Voor een groot deel van de situaties kan het risico beoordeeld worden aan de hand van grenswaarden. De blootstelling aan een gevaarlijke stof moet lager zijn dan de wettelijke of publieke grenswaarde. Als die er niet is stelt de werkgever de grenswaarde vast. Dit is de bedrijfs- of private grenswaarde. Afhankelijk van de beoordeling wordt bepaald welke maatregelen nodig zijn.

De Arboret verlangt dat de maatregelen in een bepaalde volgorde worden genomen, waarbij allereerst naar de bron van het probleem wordt gekeken. Dat wordt een arbeids-hygiënische strategie genoemd. Als bedrijf of als branche kan indien nodig een arbeidshygiënist al dan niet via een arbodienst worden ingehuurd. Dit document tracht een groot deel van deze analyse branche-breed te beschrijven om voor te lichten en zo ook onnodige kosten te voorkomen.

9.1 Zandsteenbesluit (wetgeving per 1951 van kracht en vervallen per 1998)

Het **Zandsteenbesluit** was een Nederlandse algemene maatregel van bestuur die in 1951 van kracht werd, en die de verwerking van zandsteen verbood. Het was een uitvloeisel van de Silicosewet, die werd ingevoerd om werknemers te beschermen tegen de schadelijke effecten van het inademen van steenstof en -gruis. Hierdoor kan namelijk silicose worden veroorzaakt, een ongeneeslijke aandoening van de longen die uiteindelijk fataal is. Voor het Zandsteenbesluit ging het specifiek om steenhouders die zandsteen bewerkten. Het daarbij ontstaande kwartsstof was in het bijzonder gevaarlijk. Dat mag blijken uit het feit dat bijvoorbeeld tijdens en vlak na de bouw van het hoofdkantoor in Amsterdam zeker twintig steenhouders overleden, velen van hen nog geen 40 jaar oud. De Steenhouderswet van 1911 stelde enige eisen aan het gereedschap en de arbeidsomstandigheden (zo werden bepaalde gereedschappen die veel stof veroorzaakten verboden), maar het werken met zandsteen bleef toegestaan en de wet had niet het beoogde effect.

Op aandringen van zowel werknemers als werkgevers in de branche, verbood de overheid uiteindelijk in 1951 het werken met zandsteen. Het besluit had uiteraard gevolgen voor de restauratie van oude gebouwen, die vaak rijkelijk voorzien waren van Bentheimer- en Obernkirchner zandsteen, twee soorten zandsteen die bijzonder werden gevreesd. Ontheffing van het besluit was mogelijk, maar alleen voor erkende monumenten en onder strikte voorwaarden die de gezondheid van de werknemers moesten waarborgen. In de jaren '70 van de twintigste eeuw is ruim 200 maal een dergelijke ontheffing verleend.

9.2. Huidige regelgeving zandsteen in Nederland

Met de invoering van de Arbeidsomstandighedenwet 1998 is het Zandsteenbesluit ingetrokken en vervangen door artikel 4.60 van het Arbeidsomstandighedenbesluit [16], waarin de uitzonderingen zijn geregeld. Ook de beleidsregel 4.60 van Arbeidsomstandighedenwetgeving is per 01-01-2012 vervallen.

Artikel 4.60. Zandsteenverbod luidt als volgt:

1. Het is verboden zandsteen te bewerken of te verwerken.
2. Het eerste lid is niet van toepassing:
 - a. Op het bewerken of verwerken van zandsteen indien dit noodzakelijk is voor het behoud van monumenten als bedoeld in de Monumentenwet 1988 [red: thans Erfgoedwet];
 - b. Op het demonteren van zandsteen of zandsteendelen uit gebouwen, constructies of installaties, en
 - c. Op het uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek met zandsteen.
3. Het is verboden zandsteen in voorraad te houden.
4. Het derde lid is niet van toepassing met betrekking tot:
 - a. Het in voorraad houden van zandsteen ten behoeve van de in het tweede lid, onder a, bedoelde werkzaamheden;
 - b. De doorvoer van zandsteen;
 - c. Voorwerpen, welke geheel of ten dele uit zandsteen bestaan en welke voor hun bestemming gereed en volledig afgewerkt zijn.

Strikt genomen geldt deze bepaling alleen voor Rijksmonumenten. Aangenomen wordt dat hij ook geldt voor provinciale en gemeentelijke monumenten

In Nederland moet worden voldaan aan de geldende (wettelijke) publieke en private grenswaarden. Voor respirabel kwarts is de wettelijke grenswaarden vastgesteld op 0,075 mg/m³ als 8-uursgemiddelde over een 40-urige werkweek en een arbeidsleven lange periode.

Relevant is ook dat er recent een Europese grenswaarde is vastgesteld voor respirabel kwarts (zie RICHTLIJN (EU) 2019/130 van 16 januari 2019).

De Europese grenswaarde (TGG 8u) is op 0,1 mg/m³ vastgesteld. Lidstaten moeten binnen twee jaar (dus uiterlijk 16 januari 2021) een TGG 8u implementeren voor respirabel kwarts die niet hoger mag zijn (maar wel lager) dan 0,1 mg/m³.

10. TOEZICHT EN HANDHAVING

De Inspectie SZW van het Ministerie van Sociale en Werkgelegenheid controleert of werkgevers en werknemers zich houden aan de verschillende wetten, besluiten en regelingen op het terrein van arbeid. De Inspectie SZW houdt onder andere toezicht op de naleving van de Arbeidsomstandighedenwet. Deze wet is voor de blootstelling aan respirabel kwarts zeer relevant.

De Inspectie SZW hanteert voor deze handhaving de 'Basisinspectiemodule Kwartsstof' [17].

Deze module is gebaseerd op de volgende artikelen:

- Arbeidsomstandighedenbesluit: 4.1c, 4.2, 4.10a, 4.10d, 4.13, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.60, 4.61;
- Arboregeling: 4.20, Bijlage XIII Lijst van wettelijke grenswaarden.

Deze **BasisInspectieModule** (BIM) is opgesteld aan de hand van de stand van de wetenschap en is geschreven voor intern gebruik door de Inspectie SZW. Verder is de in deze BIM beschreven werkwijze algemeen omschreven. Inspecteurs kunnen op grond van de aangetroffen situatie in een bedrijf afwijken van de hier beschreven werkwijze. In de BIM wordt ook verwezen naar de informatie zoals vermeld op de TNO website www.stofvrijwerken.tno.nl.

Om de missie 'een minimale blootstelling aan het kankerverwekkende kwarts' te kunnen realiseren is een actieve rol van de Inspectie SZW noodzakelijk. Er moet ook daadwerkelijk worden gecontroleerd en worden gehandhaafd door de Inspectie SZW.

Essentie van het toezicht op het bewerken en verwerken van zandsteen (en vergelijkbare kwartshoudend natuursteen) is dat effectieve maatregelen moeten zijn getroffen om de blootstelling van werknemers aan respirabel kwarts te voorkomen.

Als er met kwartshoudende natuursteensoorten wordt gewerkt dienen beheersmaatregelen te zijn – worden genomen. Voor zandsteen (grote porositeit) is het impregneren met water een zeer effectieve (noodzakelijke) eerste beheersmaatregel. Als er zichtbaar stof of waternevel in de ademzone van de werknemers wordt geconstateerd zijn (aanvullende) beheersmaatregelen noodzakelijk.

De inspectie op locatie kan worden uitgevoerd op basis van de volgende vragen:

- Wordt er gewerkt met kwartshoudende natuursteensoorten (b.v. zandsteen)?
(Vragen naar 'productielijst')
- Is / wordt het zandsteen / kwartshoudend natuursteen geïmpregneerd met water?
- Komt er bij bewerking kwartshoudend natuursteen 'zichtbaar stof' vrij?
(Zichtbaar stof in de ademzone werknemer betekent overschrijding grenswaarde respirabel kwarts).
- Komt er bij de bewerking van kwartshoudend natuursteen een 'zichtbare waternevel' vrij in de ademzone van de werknemer?
(Zichtbare waternevel (met kwartsdeeltjes) in de ademzone werknemer betekent overschrijding grenswaarde respirabel kwarts)
 - Inspectie op het STOP principe: wordt er naast benutting ook waar mogelijk gebruik gemaakt van apparatuur met stofafzuiging (minimalisatie-principe).
 - Zijn er waar mogelijk dedicated ruimtes voor bepaalde handelingen en hebben werknemers de juiste instructies gehad.

11. VASTLEGGING ARBO-MAATREGELEN IN URL 4007

URL 4007 Steenhouwwerk

URL 4007 'Steenhouwwerk' bevat de technische afspraken, de juridische en de procedurele aspecten van het bewerken en verwerken van natuursteen bij het onderhouden en restaureren van monumenten. De uitvoeringsrichtlijn beschrijft hoe een bepaald deel van het werk aan een monument het beste uitgevoerd kan worden; met de uitvoeringstechnieken en methoden die historisch verantwoord zijn en tegelijk aansluiten op moderne techniek. Zij houdt rekening met de wettelijke eisen en de wensen op het gebied van comfort en duurzaamheid. De uitvoeringsrichtlijn bevat ook de technische specificaties van materialen, gebruik van producten, verbindingen etc.

Missie en beheersmaatregelen zandsteen in URL 4007

Het onderzoek dat is beschreven in dit Achtergronddocument heeft geleid tot het opnemen van de arbo-technische voorwaarden met betrekking tot het bewerken en verwerken van zandsteen in URL 4007. Hiermee wordt een maximale duidelijkheid naar markt en overheid beoogd.

De missie is om de blootstelling aan respirabel kwarts bij werknemers die zandsteen bewerken (en andere kwartshoudende natuursteensoorten) effectief te minimaliseren. De maatregelen om blootstelling van werknemers te voorkomen zijn uitgewerkt voor twee situaties: in de steenhouwerij en op de bouwlocatie. Het daadwerkelijk implementeren van de arbo-maatregelen maakt daarmee onderdeel uit van de normering van de werkzaamheden.

Borging via certificatie

De naleving van deze verplichtingen wordt gecontroleerd in het kader van het ERM-certificaat op basis van deze URL in combinatie met BRL 4000 'Onderhoud en restauratie van monumenten'.

12. VERANTWOORDELIJKHEDEN BIJ HET OMGAAN MET ZANDSTEEN ('KETEN')

Oprichtgevers

De opdrachtgevers staan aan het begin van de restauratieketen van monumenten. Zij bepalen direct de keuze van architecten en aannemers. Naast bouwtechnische en esthetische overwegingen kunnen - moeten zij ook arbeidsomstandigheden en de veiligheid en gezondheid van de mens een belangrijke plek geven in het totale proces. Het is aan te bevelen te kiezen voor gekwalificeerde (gecertificeerde) aannemers.

Architecten

De architect adviseert zijn opdrachtgever. Verantwoord omgaan met zandsteen betekent dat de architect bij het ontwerp in beginsel kiest voor het gebruik van kwartsvrije natuursteensoorten. En als dit niet mogelijk is, dan is het gewenst om te kiezen voor natuursteensoorten met een zo laag mogelijk kwartsgehalte. De informatie hiervoor is opgenomen in dit Achtergronddocument en in Bijlage 4 'Definities en eisen' van de URL 4007.

Specifieke uitgangspunten voor de toepassing van zandsteen bij restauraties van beschermde monumenten zijn:

- Reeds aanwezig zandsteen mag worden vervangen door zandsteen.
- Onderdelen van zandsteen die in het verleden bij een restauratie zijn vervangen in andere natuursteensoorten, mogen opnieuw worden vervangen in zandsteen als daar dwingende bouwtechnische en/of esthetische argumenten voor zijn.
- In alle andere gevallen is de toepassing van zandsteen dus uitgesloten.

Aannemers

De aannemer is verantwoordelijk voor de arbeidsomstandigheden van zijn werknemers, maar ook voor de werknemers van de onderaannemers.

De aannemer (werkgever) is sinds 1 januari 1994 wettelijk verplicht tot het uitvoeren van een risico-inventarisatie & -evaluatie (RI&E). Doel van deze RI&E is het benoemen van de risico's (veiligheid, gezondheid), maar vooral ook het effectief beheersen van deze risico's (zoals blootstelling aan respirabel kwarts) met als uitgangspunt de STOP strategie.

In URL 4007 zijn de beheersmaatregelen voor het omgaan met zandsteen uitgewerkt. De steenhouwer moet deze beheersmaatregelen doorvoeren.

Als het stellen van de natuursteen op de bouwlocatie niet wordt uitgevoerd door de steenhouwerij, maar door de aannemer zelf, neemt de aannemer de verantwoordelijkheid van de steenhouwerij voor het verantwoord omgaan met kwarts over.

Steenhouwerijen

De steenhouwerij is voor de arbeidsomstandigheden van zijn werknemers en dus verplicht de gezondheidsrisico's voor zijn werknemers zoveel als mogelijk te minimaliseren.

Voor deze branche is de blootstelling aan respirabel kwarts een reëel risico voor de gezondheid van hun werknemers. Ook deze bedrijven moeten een RI&E uitvoeren.

In URL 4007 zijn de beheersmaatregelen voor het omgaan met zandsteen (en andere kwartshoudende natuursteen) uitgewerkt. De steenhouwer moet deze beheersmaatregelen doorvoeren, zowel bij werkzaamheden in de steenhouwerij als bij werkzaamheden op de bouwlocatie.

Werknemers

Ook werknemers hebben een rol om de blootstelling aan het kankerverwekkende respirabele kwarts te voorkomen, of zoveel als technisch-organisatorisch mogelijk, te minimaliseren. Zij dienen de door de werkgevers beschikbaar gestelde middelen goed te gebruiken. Ook kunnen/moeten zij hun werkgever aanspreken op slechte werkomstandigheden (Artikel 11e Arbowet).

Werknemers kunnen zich oriënteren aan de hand van dit Achtergronddocument en de beheersmaatregelen in URL 4007.

Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW)

Het Ministerie SZW is verantwoordelijk voor wetgeving, inclusief het doorvoeren van Europese richtlijnen in nationale regelgeving.

In de Arbowet zijn bepalingen opgenomen die de blootstelling aan kankerverwekkende stoffen moet voorkomen dan wel minimaliseren. Voor respirabel kwarts geldt een wettelijke grenswaarde van 0,075 mg/m³. Deze grenswaarde mag niet worden overschreden. Grenswaarden samen met het STOP principe vormen de kern van het arbobeleid ten aanzien van gevaarlijke stoffen. Tevens geldt het 'minimalisatie-principe' voor de blootstelling aan kankerverwekkende stoffen en geldt er een verplichte blootstellingsregistratie bij kankerverwekkende stoffen.

Inspectie SZW

De Inspectie SZW is belast met het toezicht op de naleving en de handhaving van de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet). De Arbowet bevat regels die bijdragen aan gezond en veilig werken. De Inspectie SZW voert inspecties uit in bedrijven.

Producenten van productiemiddelen

Het bewerken van kwartsvrije natuursteensoorten is uiteraard de meest effectieve manier om de blootstelling aan respirabel kwarts te voorkomen. Het gebruik van emissiearme gereedschappen-productiesystemen is een Technische beheermaatregel van de tweede orde (STOP). Producenten kunnen bij het beheersen van arbo-risico's het verschil maken door het ontwerpen, produceren van stofvrije productiemiddelen (zaagmachines, hakhamers, slijpers en dergelijke).

Kennisinstituten

Een van de taken van kennisinstituten is het overdragen van kennis en inzetten op innovaties.

De stichting ERM stelt uitvoeringsrichtlijnen op voor het onderhouden, restaureren en verduurzamen van monumenten. De richtlijn URL 4007 is – gelet op het onderzoek ten dienste van dit Achtergronddocument – aangevuld met beheersmaatregelen voor het omgaan met zandsteen (en andere kwartshoudende natuursteen).

TNO heeft een website opgezet (www.stofvrijwerken.tno.nl) waarop vele voorbeelden zijn vermeld van gereedschappen met bewezen effectieve beheersmaatregelen (watertoevoer, bronafzuiging en andere).

BIJLAGE 1. INFORMATIE OVER ADEMBESCHERMINGSMIDDELEN (PBM)

Conclusie

Gebruik een halfgelaatmasker HM P3 met een Nominale Protectie Factor (NPF) van 48 en een bijhorende Toegekende Protectie Factor (TPF) van 10 of meer (info TNO).

Er zijn verschillende typen adembeschermingsmiddelen, namelijk:

- 'Wegwerp' maskers (FF);
- Halfgelaatmaskers (HM);
- Volgelaatmaskers (VM) en
- Luchtkappen met motorunit (TM).

Naast verschil in typen kan ook gekozen worden voorcombinatie met verschillende typen stoffilters. Onderscheiden worden drie filterklassen: P1 (80% filterefficiëntie), P2 (94% filterefficiëntie) en P3 (99,95% filterefficiëntie). Het vermogen om stof uit de ademlucht van de werknemers te filtreren wordt (technisch, theoretisch) uitgedrukt door de Nominale Protectie Factor (NPF). In Tabel 20 wordt een overzicht vermeld van de adembeschermingsmiddelen met de bijhorende NPF (volgens NEN-EN 529:2005).

Tabel 20. Overzicht adembeschermingsmiddelen en nominale protectiefactoren

| Type PBM | Nominale Protectie Factor (NPF) |
|------------------------|---------------------------------|
| Mondkap FFP1 | 4 |
| Mondkap FFP2 | 12 |
| Mondkap FFP3 | 50 |
| Halfgelaatmasker HM P1 | 4 |
| Halfgelaatmasker HM P2 | 12 |
| Halfgelaatmasker HM P3 | 48 |
| Volgelaatmasker VM P1 | 5 |
| Volgelaatmasker VM P2 | 16 |
| Volgelaatmasker VM P3 | 1.000 |
| Aanblaasunit TM1 | 20 |
| Aanblaasunit TM2 | 200 |
| Aanblaasunit TM3 | 2.000 |

De genoemde NPF heeft betrekking op onderzoek in het laboratorium. De praktijk is vaak een andere. Daarom is er ook een praktijk protectiefactor vastgesteld; de Toegekende Protectie Factor (APF). Deze APF is vastgesteld door verschillende instanties en verschillen (soms) ook sterk. De TPF is altijd lager dan de NPF en geeft zeker een beter beeld van de werkelijke bescherming voor stof en dus ook respirabel kwarts. TNO beveelt het gebruik van halfgelaatmaskers aan met een P3 stoffilter (HM P3). De door TNO aangehouden APF voor dit type PBM is meer dan een factor 10.

De P1 en P2 stoffilters zijn niet geschikt voor het afvangen van respirabel kwarts. Slecht de P3 stoffilters hebben hiervoor de juiste specificaties.

Een mondkap sluit niet goed aan op het gelaat van de werknemers, dit is veel beter bij de halfgelaatmaskers. De beste bescherming voor stof wordt geboden door de volgelaatmaskers en de aanblaasunits. Maar op de aspecten gebruiksgemak en ook wel veiligheid 'scoren' deze weer minder. Aanbeveling TNO: gebruik een halfgelaatmasker HM P3 met een Nominale Protectie Factor (NPF) van 48 en een bijhorende Toegekende Protectie Factor (TPF) van 10 of meer (info TNO).

BIJLAGE 2. BEHEERSMAATREGELEN

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van mogelijk te kiezen, gecertificeerde, gereedschappen met beheersmaatregelen. Met zo'n beheersmaatregel kan de blootstelling aan respirabel kwarts effectief wordt verlaagd¹.

| | |
|--|---|
|  <p>TNO ontwerp 2019</p> <p>De afzuigkap is recent herontworpen. De emissie is (nog) verder geminimaliseerd</p> | <p>Afzuigkap voor een haakse slijper</p>  <p>Haakse slijper te gebruiken voor het inslijpen van natuursteen. Afzuigkap met stofzuiger is zeer effectief (reductiefactor: > 5.000 maal), maar in de praktijk kan de afzuigkap het werk belemmeren</p> |
|  <p>Arbotech AS175 steenzaag met flexibele afzuigkap</p> |  <p>In combinatie met stofzuiger AMS 615A (of gelijkwaardig). Deze technische beheersmaatregel maakt een blootstelling aan respirabel kwarts minder dan de wettelijke grenswaarde mogelijk</p> |
|  <p>Haakse slijper met 230 mm zaagblad</p> | <p>Makita haakse slijper 230 mm met afzuigkap in combinatie met stofzuiger. Ook een grote reductiefactor (> 5.000 maal). Goed te gebruiken op vlakke oppervlakken</p> |

¹ Zie voor meer informatie www.stofvrijwerken.tno.nl

| | |
|---|--|
|  <p>Pneumatische hakhamer</p> | <p>Deze pneumatisch hakhamer is geschikt voor het weghakken van natuursteen, cementvoegen met name op locatie. De bronafzuiging wordt gerealiseerd met een stofzuiger. De reductiefactor bedraagt > 300 maal</p> |
|  <p>Grinder met effectieve compartimentering (borstels)</p> | <p>Deze grinder is geschikt voor het egaliseren (schuren) van ruwe oppervlakken. Door de sterke mate van compartimentering (borstels) en het gebruik van een stofzuiger is de emissie van het schadelijke respirabele kwarts nihil. Ook bij 100% inschakeltijd is de blootstelling van de werknemer minimaal, en minder dan de wettelijke grenswaarde van respirabel kwarts (0,075 mg/m³)</p> |
|  <p>Flexibele afzuigarmen</p> | <p>Deze afzuigarmen kunnen effectief stof – respirabel kwarts afvangen. Echter de afzuigmond moet juist worden geplaatst ten opzichte van werknemers en de emissiebron. Dit betekent maximaal op 20 – 30 cm ‘achter’ bron. Indien de werkzaamheden op een ‘vaste’ plaats worden uitgevoerd is dit een goed bruikbare beheersmaatregel</p> |
| <p>B+BTEC DIAMANTBOREN MET WATERTOEOVER IN COMBINATIE MET VERSCHILLENDE BOORMACHINES</p>  <p>B+BTEC diamantboren 10 mm tot en met 1200 mm met watertoevoer</p>  <p>Alle gangbare typen watergekoelde diamantboormachines</p> | <p>Het (nat) boren van natuursteen met name in het horizontale vlak is goed uitvoerbaar. Bij het boren met watertoevoer wordt de emissie van respirabel kwarts prima beheerst. De grenswaarde van respirabel kwarts wordt NIET overschreden</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>Voor boren (droog) in zandsteen zijn er verschillende beheersmaatregelen beschikbaar. Compartimenteren (diverse afzuigingen); holle boren; boormachines met geïntegreerde stofafzuiging. Deze systemen kunnen worden toegepast met kleine (accu) stofzuigers</p> <p>Er zijn vele gereedschappen met stofzuigers op de markt, zie ook website stofvrijwerken.tno.nl</p>  |
|  | <p>GEBRUIK stofzuigers VERPLICHTEN!</p> <p>Oppervlakken NIET schoonvegen met borstels, bezems e.d. Ook het gebruik van perslucht vermijden (verbieden)</p> <p>Stof – materiaal verwijderen door gebruik te maken van stofzuigers zorgt voor lage stofemissies naar de werkomgeving en lage blootstellingen aan respirabel kwarts van de werknemers. Zie ook Bijlage 4</p> |

BIJLAGE 3. MOGELIJKHEDEN TOT INNOVATIE

In deze bijlage worden enkele nieuwe ontwikkelingen met het doel de blootstelling aan respirabel kwarts effectief te verlagen, vermeld.

| | |
|---|---|
|  | <p>Zaagtafel (natzagen) Het gebruik van water geeft een enorme reductie van de emissie van respirabel kwarts. Wat echter resulteert is de emissie van respirabel kwarts in de waternevel. Deze nevel wordt verder gereduceerd door het toepassen van een betere compartimentering. Compartimentering rondom zaagblad en aan achterzijde zaagblad.</p> <p>De watertoevoer is gepositioneerd (links en rechts op zaagblad) aan voorzijde beschermkap. Water wordt optimaal gebruikt (in vierde kwadrant van zaagblad) voor stofreductie en voor koeling van het zaagblad</p> |
|  | <p>Bij de bewerking van natuursteen met watertoevoer wordt veel nevel (met kwartsdeeltjes) verspreid.</p> <p>Het ontwerpen van een 'spatscherm' is naar verwachting voldoende effectief om de blootstelling aan respirabel kwarts onder de wettelijke grenswaarde te houden</p> |
|  | <p>Deze draaibare werktafel kan worden voorzien van tafel-randafzuiging. Ook voor de (gesloten) afvoer van restmateriaal kan een integrale beheersmaatregel worden ontworpen</p> |

BIJLAGE 4. SPECIFICATIES INDUSTRIELE STOFZUIGERS

Conclusie

Het gebruik van stofzuigers is VERPLICHT. Gebruik alleen stofzuigers met een TNO classificatie Klasse B of beter Klasse A.

Er zijn veel stofzuigers op de markt, variërend van 'huis en tuin stofzuigers', verkrijgbaar in de verschillende bouwmarkten, tot stofzuigers voor industrieel gebruik, verkrijgbaar bij de professionele merken.

Op de website www.stofvrijwerken.tno.nl is een aantal documenten te vinden die helpen bij het maken van een juiste keuze. Deze documenten zijn te vinden onder de rubriek STOFZUIGERS. Er is een aantal sub-rubrieken te openen en te raadplegen:

- Overzicht stofzuigers;
- Stofzuigers algemeen;
- Kies voor stofzuigers;
- Classificatie stofzuigers;
- Ontwerpcriteria stofzuigers.

Om de blootstelling aan kankerverwekkende stoffen op de werkplek te minimaliseren is het gebruik van stofzuigers **noodzakelijk**.

Bij juist gebruik kunnen de blootstellingen sterk (factor 100 tot wel 1.000 maal) worden verminderd. Er zijn veel stofzuigers op de markt, ieder met eigen specificaties, voordelen, nadelen en prijs. Een keuze is niet altijd even gemakkelijk te maken.

De links naar [Overzicht stofzuigers](#); [Classificatie stofzuigers](#) en [Ontwerp criteria](#) kunnen helpen bij het maken van een keuze.

Nieuw is de download 'TNO keuze tabel stofzuigers'. In deze tabel worden specificaties vermeld en 'gewogen'. De meest belangrijke factor voor een effectieve stofafzuiging is de **operationele afzuigcapaciteit** van de stofzuiger. Een effectieve afzuigcapaciteit van 200 m³/uur heeft de voorkeur. Ook de keuze van de stoffilters is belangrijk. De 'beste keuze' is een stofzuiger met de TNO classificatie: A-klasse. De meest gebruikte stofzuigers hebben een label B-klasse. Om de afzuigcapaciteit te borgen in de tijd moeten de stoffilters in de stofzuiger goed en regelmatig worden gereinigd. De keuze voor een **automatische filterreiniging** is een goede keus. Echter ook handmatige reiniging is effectief (drietrapsfiltersystemen) maar vraagt wel aandacht en discipline van de werknemer. En dat gaat in de dagelijkse praktijk niet altijd goed.

Uiteraard wordt de keuze ook bepaald door het gebruik. Veel stof – langdurig gebruik of een weinig stof – kortdurend gebruik. Drietrapsfiltersystemen lenen zich beter voor de afvang van veel stof (slijpen, zagen, grinden, etc.). Accu-systemen zijn prima te gebruiken bij kortdurend gebruik en bij werkzaamheden zoals boren.

De keuze voor een stofzuiger wordt ook bepaald door andere aspecten, zoals hanteerbaarheid, gewicht en ook prijs. TNO hoopt dat met deze informatie een goede keuze kan worden gemaakt.

BIJLAGE 5. LITERATUUR

- [1] Uitvoeringsrichtlijn URL 4007 'Steenhouwwerk', Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM)
- [2] 'Memo TNO', Timo Nijland (oktober 2019)
- [3] 'A-blad Natuursteen'. Stichting Arbouw 2004
- [4] 'Memo' Hendrik Jan Tolboom, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- [5] SCOEL Recommendations SCOEL/SUM/94, November 2003. European Commission. Employment, Social Affairs & Inclusion. Health and Safety at work. The Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)
- [6] Publicatieblad van de Europese Unie Richtlijn (EU) 20/9/130 van het Europees Parlement en de Raad, 16 januari 2019
- [7] Arbeidsomstandighedenregeling. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0008587/2019-04-01#BijlageXIII>
- [8] Wetgevingskader over gevaarlijke stoffen op de werkplek. Europees Agentschap voor de veiligheid en de gezondheid op het werk, 2018
<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c94c5caf-fca6-498e-8dff-f75c6e20147f>
- [9] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)
<https://www.dguv.de/staub-info/rechtsgrundlagen/grenzwerte/quarzfeinstaub/index.jsp>
- [10] Koninklijk Besluit van 02 september 2018 gepubliceerd op 03 oktober 2018
www.ejustice.just.fgov.be/cgi/article_body.pl?language=nl&caller=summary&pub_date=18-10-03&numac=2018204144
Federale overheidsdienst werkgelegenheid, arbeid en sociaal overleg
- [11] Koninklijk Besluit van 02/09/2018 Luxemburg
- [12] Staatscourant, Nr. 43, 4 januari 2016.
SZW-lijst van kankerverwekkende stoffen en processen, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
- [13] Wetgevingskader over gevaarlijke stoffen op de werkplek STOP-principe. Europees Agentschap voor de veiligheid en de gezondheid op het werk, 2018
- [14] 'Werk-gerelateerde kanker uitbannen'. Whitepaper TNO, september 2017
- [15] 'Stofvrij werken met kwarts'. Publicatieblad TNO, september 2017
- [16] Artikel 4.60 Arbeidsomstandighedenbesluit
- [17] Basisinspectiemodule Kwartsstof. Inspectie SZW Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 22 juli 2013