



Samenvatting van onderzoek

Prestatietoets

Rapportnummer: TNO-34-DTM-2010-04620-S

Geldig tot: januari 2014

Van Mourik Broekmanweg 6
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

F 015 276 30 23

T 015 276 33 24

*Het kwaliteitssysteem van
TNO Bouw en Ondergrond is
gecertificeerd overeenkomstig
ISO 9001.*

Hamerboormachines Hilti TE 6-A36-AVR met TE DRS-6-A stofafzuigmodule en Hilti TE 6-S, TE 6-C, Hilti 7-C en TE 7-A met stofafzuigmodule TE DRS-M

Opdrachtgever:

Hilti Nederland B.V.
Leeuwenhoekstraat 4
2652 XL Berkel en Rodenrijs



T 010 - 519 11 11

www.hilti.nl

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk,
fotokopie, microfilm of op welke
andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor
Onderzoeksopdrachten aan TNO', dan
wel de betreffende terzake tussen
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-
rapport aan direct belanghebbenden
is toegestaan.

TNO Bouw en Ondergrond (business unit Bouw en Installaties)

TNO Bouw en Ondergrond richt zich de laatste jaren intensief op innovaties van gereedschappen, processen en werkplekinrichtingen in de industriële werkomgeving. De belangrijkste doelstelling is het realiseren van stofarme productieprocessen en middelen. Naast de bouwnijverheid zijn ook de metaalindustrie, de vliegtuigindustrie en de houtindustrie speerpunten voor product/proces ontwikkeling. In deze trajecten wordt samengewerkt met werkgeversorganisaties, vakbonden, overheid, werkgevers, werknemers en fabrikanten/ producenten. TNO heeft een instrument ontwikkeld waarmee een proces/ gereedschap wordt beoordeeld op functionaliteit in de praktijk. De bedoelde TNO Prestatietoets beschrijft innovatieve productieprocessen en productiemiddelen. Bij het gebruik van deze processen/gereedschappen zullen de relevante publieke/private grenswaarden van schadelijke stoffen (zoals respirabel kwartsstof, houtstof, zeswaardig chroom en andere) in de dagelijkse praktijk in de ademzone van de werknemers niet worden overschreden

De Arbeidsinspectie heeft deze TNO Prestatietoets expliciet in hun interne "Instructie Arbeidsinspectie" opgenomen. Citaat: "Indien u besluit om de werkzaamheden uit te voeren met de maatregelen zoals staan aangegeven in een TNO Prestatietoets zoals vermeld op de website van TNO (www.tno.nl/kwartsstof en www.tno.nl/stofvrijwerken) beschouw ik de blootstelling als doeltreffend beheerst".

Dit betekent voor de werkgevers dat zij éénduidig kunnen communiceren met de inspecteurs van de Arbeidsinspectie en er geen aanvullende blootstellingsmetingen behoeven te worden overlegd. De werkgevers en werknemers krijgen hiermee een objectief beoordelingsinstrument in handen voor een juiste afweging bij een komende investering. Ook innovatieve producenten/leveranciers van productieprocessen- en middelen (gereedschappen) kunnen zich kwalitatief onderscheiden.

Toetsingscriteria

Primair wordt de blootstelling aan schadelijke stoffen in de ademzone van de werknemer op de werkplek beoordeeld. De volgende normen worden toegepast:

- blootstelling aan betreffende stof: publieke/ private Grenswaarde Stoffen op de Werkplek (GSW)
(zie website <http://www.ser.nl/nl/taken/adviserende/grenswaarden.aspx>)

Secundair dient het stofzuigersysteem te worden beoordeeld conform het recirculatieverbod (zie art 4.18 Arboregeling) "Een belangrijk aspect voor de beoordeling van het stofzuigersysteem is het recirculatieverbod van kankerverwekkende en mutagene stoffen en van stoffen die overgevoeligheid bij inademing kunnen veroorzaken "Ventilatielucht mag niet worden gerecirculeerd, tenzij is aangetoond dat de concentratie van deze stof(fen) in de teruggevoerde lucht maximaal één tiende van de voor deze stof(fen) vastgestelde (publieke) grenswaarde bevat".

Projectomschrijving TNO Prestatietoets

TNO Bouw en Ondergrond (business unit Bouw en Installaties) heeft onderzoek verricht naar de emissie van respirabel kwarts tijdens boorwerkzaamheden in beton en kalkzandsteen met de hamerboormachine Hilti TE 6-A36-AVR met de TE DRS-6-A stofafzuigmodule en de hamerboormachines TE 6-S; TE 6-C; TE 7-C en TE 7-A in combinatie met de Hilti stofafzuigmodule TE DRS-M.

Specificaties hamerboormachines Hilti TE 6-A36-AVR met TE DRS-6-A stofafzuigmodule; Hilti TE 6-S en TE 6-C met stofafzuigmodule TE DRS-M en Hilti 7-C en TE 7-A met stofafzuigmodule TE DRS-M.

De drie complete hamerboormachines bestaan uit de volgende combinaties:

- Hilti TE 6-A36-AVR met TE DRS-6-A stofafzuigmodule;
- Hilti TE 6-S en TE 6-C met stofafzuigmodule TE DRS-M en
- Hilti TE 7-C en TE 7-A met stofafzuigmodule TE DRS-M

Deze combinaties zijn alle voorzien van een geïntegreerd afzuigstelsel. De afzuigmodule TE DRS-6-A van de Hilti TE 6-A36-AVR is voorzien van een eigen elektrische motor met afzuigventilator, bij de andere systemen wordt de afzuiging gerealiseerd door een spline as die rechtstreeks van de boormotor afkomt en de afzuigventilator van de afzuigmodule TE DRS-M aandrijft.

In figuur 1 zijn deze complete systemen afgebeeld.



Hilti TE 6-A36-AVR



Hilti TE 6-S/ TE 6-C



Hilti TE 7-A



Hilti TE 7-C

Figuur 1. Overzicht complete systemen.

In de Tabel 1 worden de technische specificaties van de genoemde systemen vermeld.

Tabel 1. Technische specificaties

	Hilti TE 6-A36-AVR	Hilti TE 6-S	Hilti TE 6-C	Hilti TE 7-A	Hilti TE 7-C
Spanning (V)	36	230	230	36	230
Nominaal opgenomen vermogen (W)		650	650	720	720
Slagenergie (J)	2,0	1,8	1,8	2,6	2,6
Gewicht (kg) (exclusief stofafzuigmodule)	4,0	2,8	2,8	4,9	3,2
Gewicht (kg) (inclusief stofafzuigmodule)	5,0	3,7	3,7	5,8	4,1
Optimaal boorbereik (diameter in mm)	Ø 6 – 18	Ø 6 – 18	Ø 6 – 18	Ø 12 – 20	Ø 12 – 20
Triaxiale vibratiewaarden (vibratievector som), gemeten volgens EN60745-2-6 (m/s ²)	9	11	17	9	17

TNO Prestatietoets

De belangrijkste specifieke testomstandigheden zijn vermeld in Tabel 3. Voor de specificaties van de drie testomstandigheden (Worst Case, Buitenlucht en Praktijktest) wordt verwezen naar de betreffende TNO Bouw rapportages:

- Prestatietoets stofafzuiging Hilti hamerboormachine TE-6-A36-AVR inclusief stofafzuigmodule TE DRS-6-A, rapport TNO-2010-34-DTM-2010-04620.
- Prestatietoets stofafzuiging Hilti hamerboormachines TE 6-S en TE 6-C inclusief stofafzuigmodule TE DRS-M, TNO-rapport 2007-D-R0049/B).
- Prestatietoets stofafzuiging Hilti hamerboormachines TE 7-C en TE 7-A inclusief stofafzuigmodule TE DRS-M, TNO-rapport 2007-D-R0049/B).

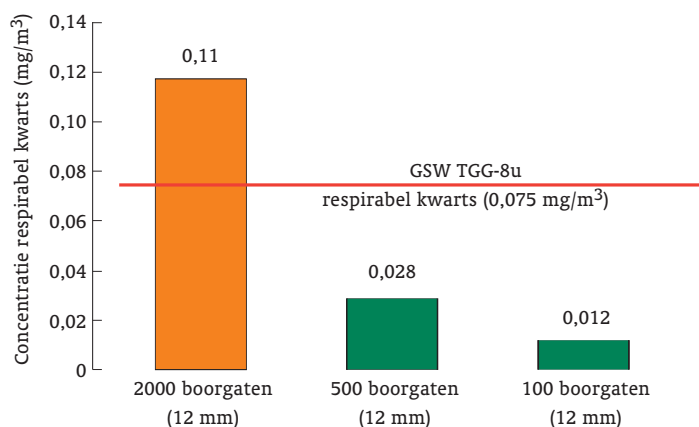
In de Tabellen 2, 3 en 4 zijn de specifieke testomstandigheden vermeld.

Tabel 2. Testomstandigheden Hilti TE-6-A36-AVR inclusief TE DRS-6-A

Bronsterkte: 125 gaten per 30 minuten "horizontaal boren" (2000 gaten per 8-urige werkdag) (boordiameter: 12 mm en boordiepte: 55 mm) Materiaalsoort: kalkzandsteen BVK L100/198 en beton B25 Productie: 100 % inschakeltijd	Afzuigcapaciteit stofafzuigmodule: effectief 10 - 20 m ³ /uur Filterrendement: 99,9 % (Klasse M volgens EN 60335-2-69) Reinigingsstelsel stofafzuigmodule: handmatig (filtercassette uitkloppen per 25 gaten met een diameter van 12 mm en boordiepte 55 mm)
Percentage respirabel kwarts in kalkzandsteen: 25 % Percentage respirabel kwarts in beton: 15 %	
Verspreidingsrichting stof: loodrecht op afzuiging Snelheid verspaning: max. 5 m/s	Lengte afzuigslang: niet van toepassing Diameter afzuigslang: niet van toepassing
Compartimentering: "volledig" Borstel/ lamellensysteem: ja	Blootstellingstijd werknemer: 8-urige werkdag

Testresultaten Hilti TE-6-A36-AVR inclusief TE DRS-6-A

Situatie	Concentratie respirabel stof (mg/m ³)	Concentratie respirabel kwarts (mg/m ³)
Standaard zonder afzuiging *		
GSW TGG-8u resp. kwarts	5	0,075
Worst Case*		< 0,107** 0,114** 0,028*** 0,012****
Buitenlucht	-	-
Praktijk	-	-



Toetsing blootstelling respirabel kwarts aan grenswaarde

* meting uitgevoerd in TNO Worst Case Room

** 100 % inschakeltijd (2000 boorgaten / 8 uur)

*** 500 boorgaten / 8 uur

**** 200 boorgaten / 8 uur

Tabel4. Testomstandigheden Hilti TE 6-S en TE 6-C

Bronsterkte: 60 gaten per 8-urige werkdag (55 mm diep met 12 mm boor)	Afzuigcapaciteit stofafzuigmodule: effectief 7 - 8 m ³ /uur
Materiaalsoort: kalkzandsteen BVK L100/198 en beton B25	Filterrendement: 99,9% (Klasse M volgens EN 60335-2-69)
Percentage respirabel kwarts in kalkzandsteen: 25 % Percentage respirabel kwarts in beton: 15 %	Reinigingsysteem stofafzuigmodule: handmatig (filtercassette uitkloppen per 25 gaten met een diameter van 12 mm en boordiepte 55 mm)
Verspreidingsrichting stof: loodrecht op afzuiging Snelheid verspaning: max. 5 m/s	Lengte afzuigslang: niet van toepassing Diameter afzuigslang: niet van toepassing
Compartimentering: "volledig" Borstel/ lamellensysteem: ja	Blootstellingstijd werknemer: 8-urige werkdag

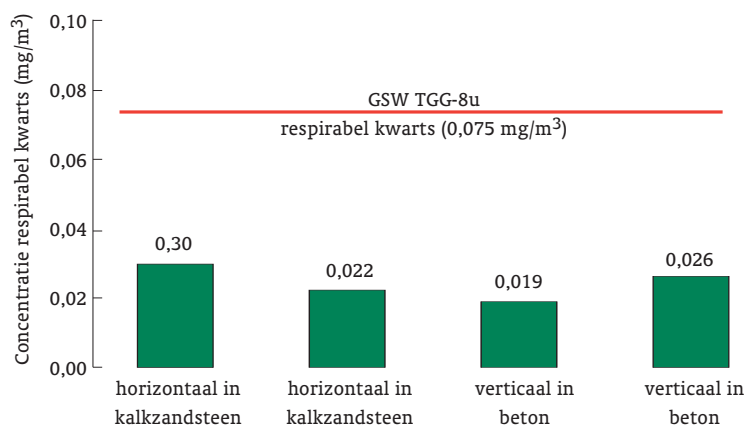
Testresultaten Hilti TE 6-S/ TE 6-C

Situatie	Concentratie respirabel stof (mg/m ³)	Concentratie respirabel kwarts (mg/m ³)
Standaard zonder afzuiging *		
GSW TGG-8u resp. kwarts	5	0,075
Worst Case*		< 0,001** 0,002** 0,011*** 0,008***
Buitenlucht	-	-
Praktijk	-	-

* meting uitgevoerd in TNO Worst Case Room

** horizontaal boren

*** verticaal boren



Toetsing blootstelling respirabel kwarts aan grenswaarde

Tabel 4. Testomstandigheden Hilti TE 6-S en TE 6-C

Bronsterkte: 60 gaten per 8-urige werkdag (55 mm diep met 12 mm boor)	Afzuigcapaciteit stofafzuigmodule: effectief 7 - 8 m ³ /uur
Materiaalsoort: kalkzandsteen BVK L100/198 en beton B25	Filterrendement: 99,9% (Klasse M volgens EN 60335-2-69)
Percentage respirabel kwarts in kalkzandsteen: 25 % Percentage respirabel kwarts in beton: 15 %	Reinigingsysteem stofafzuigmodule: handmatig (filtercassette uitkloppen per 25 gaten met een diameter van 12 mm en boordiepte 55 mm)
Verspreidingsrichting stof: loodrecht op afzuiging Snelheid verspaning: max. 5 m/s	Lengte afzuigslang: niet van toepassing Diameter afzuigslang: niet van toepassing
Compartimentering: "volledig" Borstel/ lamellensysteem: ja	Blootstellingstijd werknemer: 8-urige werkdag

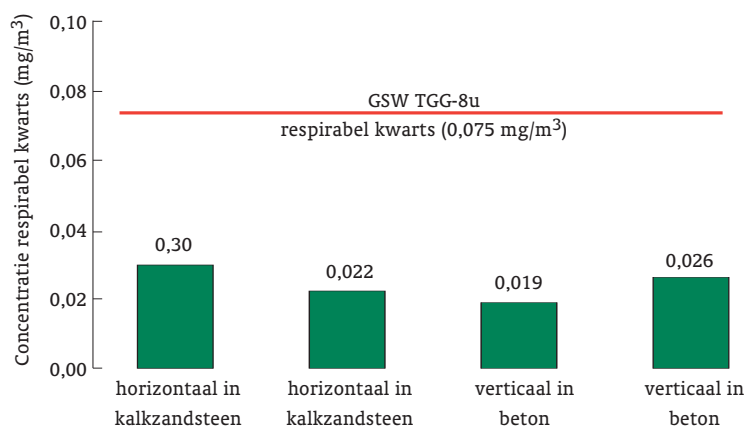
Testresultaten TE 7-C in combinatie met DRS-M

Situatie	Concentratie respirabel stof (mg/m ³)	Concentratie respirabel kwarts (mg/m ³)
Standaard zonder afzuiging *		
GSW TGG-8u resp. kwarts	5	0,075
Worst Case*		< 0,030** 0,022** 0,019*** 0,026***
Buitenlucht	-	-
Praktijk	-	-

* meting uitgevoerd in TNO Worst Case Room

** horizontaal boren

*** verticaal boren



Toetsing blootstelling respirabel kwarts aan grenswaarde

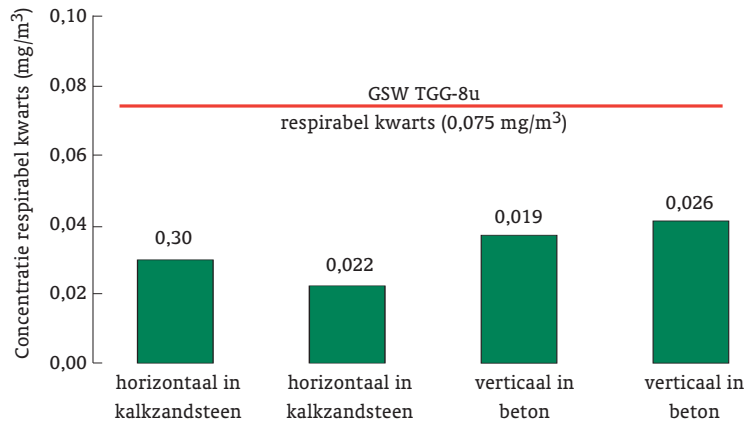
Testresultaten TE 7-A in combinatie met DRS-M

Situatie	Concentratie respirabel stof (mg/m ³)	Concentratie respirabel kwarts (mg/m ³)
Standaard zonder afzuiging*		
GSW TGG-8u resp. kwarts	5	0,075
Worst Case*		< 0,029** 0,025** 0,037*** 0,041***
Buitenlucht	-	-
Praktijk	-	-

* meting uitgevoerd in TNO Worst Case Room

** horizontaal boren

*** verticaal boren



Toetsing blootstelling respirabel kwarts aan grenswaarde

Conclusie

De geteste hamerboormachines van Hilti in combinatie met Hilti stofafzuigmodules hebben een “Verantwoorde inschakeltijd per achturige werkdag” tussen de 4 uur en 1 uur bij “100 % inschakeltijd” operationeel. Deze toetsing is ten opzichte van de publieke grenswaarde GSW TGG-8u voor respirabel kwarts (0,075 mg/m³) gedurende een maximale inschakelduur van de boorhamer van 8 uur per 8-urige werkdag. Continu gebruik ofwel 100 % inschakeltijd betekent circa 2000 gaten geboord per 8-urige werkdag met een diameter van maximaal 12 mm en een boordiepte van circa 55 mm. Voor de verschillende hamerboormachines met afzuigmodules wordt verwezen naar de specifieke logo’s. In de onderstaande tekst wordt het gebruik in de praktijk nader gespecificeerd.

De praktijk referentie bronsterkte “zwaar gebruik” is het boren van maximaal 500 boorgaten per 8-urige werkdag met een diameter van maximaal 12 mm en een boordiepte van circa 55 mm.

De praktijk referentie bronsterkte “licht gebruik” is het boren van maximaal 200 boorgaten per 8-urige werkdag met een diameter van maximaal 12 mm en een boordiepte van circa 55 mm.

Voor de beoordeling van de hamerboormachines in deze beide praktijksituaties wordt eveneens verwezen naar de betreffende logo’s. In de situatie “geen maatregelen” kan slechts een korte periode worden gewerkt, daarna zal de grenswaarde worden overschreden.

De bewerkingen kunnen zowel in beton als in kalkzandsteen worden uitgevoerd of vergelijkbare materialen. Het percentage respirabel kwarts in het respirabele stof bij het bewerken van kalkzandsteen bedraagt 25%. Voor beton is dit percentage 15%. De meetresultaten hebben betrekking op boren in kalkzandsteen, in beton zijn de concentraties respirabel kwarts zelfs nog lager.

In de onderstaande tekst zijn de prestaties van de totale systemen (zie onderstaande twee labels) weergegeven. In het ronde label is de verantwoorde inschakeltijd in uren per werkdag van de hamerboormachine aangegeven. In het rechthoekige label zijn de verschillende praktijksituaties nader gespecificeerd. Groen geeft een gebruik aan onder de betreffende grenswaarde gedurende een achturige werkdag.

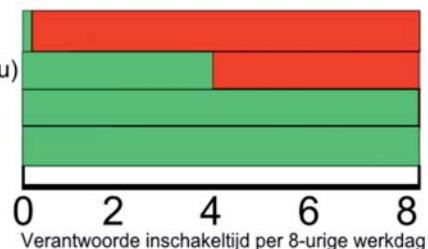
Hamerboormachine Hilti TE-6-A36-AVR inclusief TE DRS-6-A

Respirabel kwartsstof (beton/ kalkzandsteen)

Referentie: 100 % inschakeltijd (2000 boorgaten/dag); bij een maximale boordiameter van 12 mm



Geen maatregelen
 100% inschakeltijd (2000 boorgaten/ 8u)
 Zwaar gebruik (500 boorgaten/ 8u)
 Licht gebruik (200 boorgaten/ 8u)



Het linker label geeft een veilig gebruik aan gedurende 4 uur per dag met een maximaal gebruik van de hamerboorhamer (100 % inschakeltijd). Het rechter label vertaalt de meetresultaten naar andere gebruikssituaties.

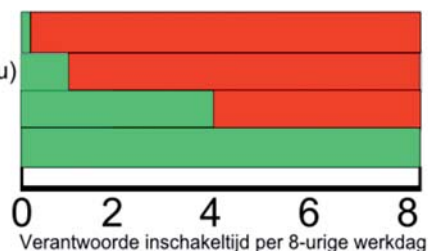
Hamerboormachines Hilti TE 6-S/ TE 6-C

Respirabel kwartsstof (beton/kalkzandsteen)

Referentie: 100 % inschakeltijd (2000 boorgaten/dag); bij een maximale boordiameter van 12 mm



Geen maatregelen
 100% inschakeltijd (2000 boorgaten/ 8u)
 Zwaar gebruik (500 boorgaten/ 8u)
 Licht gebruik (200 boorgaten/ 8u)



Het linker label geeft een veilig gebruik aan gedurende 2 uur per dag met een maximaal gebruik van de hamerboorhamer (100 % inschakeltijd). Het rechter label vertaalt de meetresultaten naar andere gebruikssituaties.

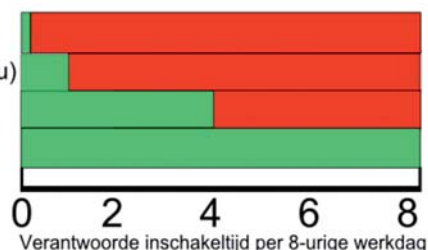
Hamerboormachines Hilti TE 7-C/ TE 7-A

Respirabel kwartsstof (beton/kalkzandsteen)

Referentie: 100 % inschakeltijd (2000 boorgaten/dag); bij een maximale boordiameter van 12 mm



Geen maatregelen
 100% inschakeltijd (2000 boorgaten/ 8u)
 Zwaar gebruik (500 boorgaten/ 8u)
 Licht gebruik (200 boorgaten/ 8u)



Het linker label geeft een veilig gebruik aan gedurende 1 uur per dag met een maximaal gebruik van de hamerboorhamer (100 % inschakeltijd). Het rechter label vertaalt de meetresultaten naar andere gebruikssituaties.