

RAPPORT 61

**ARBEIDSHYGIËNISCH ONDERZOEK
NAAR DE REDUCTIE VAN DE
BLOOTSTELLING AAN STOF DOOR
TOEPASSING VAN KUNSTMATIGE
MIST IN DE BOOMTEELT.**

In samenwerking met:



Drs. M.B.M. Ravesloot,
Boomteeltpraktijkonderzoek
Ing. R.H.T. Hoevers RAH
Relan Arbo

RAPPORT 61

**ARBEIDSHYGIËNISCH ONDERZOEK
NAAR DE REDUCTIE VAN DE
BLOOTSTELLING AAN STOF DOOR
TOEPASSING VAN KUNSTMATIGE
MIST IN DE BOOMTEELT.**

Uitvoering:

Drs. M.B.M. Ravesloot (Boomteeltpraktijkonderzoek)

Ing. R.H.T. Hoevers RAH (Relan Arbo)

In opdracht van:

Productschap Tuinbouw

December 2000

Boomteeltpraktijkonderzoek/Relan Arbo

Colofon:
Auteurs: Marc Ravesloot, Ronald Hoevers
Redactie: Fred Geers/Ineke Oosting
©Boomteeltpraktijkonderzoek

Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het proefstation en de auteurs. Het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de Stichting Boomteeltpraktijkonderzoek zijn niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen, ontstaan door het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.

INHOUD

1	WOORD VOORAF	11
2	SAMENVATTING	12
3	INLEIDING.....	14
4	WETTELIJKE KADERS.....	17
5	MATERIAAL EN METHODE.....	20
6	RESULTATEN	23
7	TOETSING MEETWAARDEN AAN NORMEN.....	30
8	DISCUSSIE	32
9	CONCLUSIES.....	34
10	MOGELIJKE BEHEERSMAATREGELEN	35
11	AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK	36
12	DANKWOORD.....	37
13	BIJLAGE I Onderzoeksteam	38
14	BIJLAGE II Regressieanalyses	39
15	BIJLAGE III Modelberekeningen Methode van Fanger	40
16	BIJLAGE IV Figuren en tabellen.....	43

1 WOORD VOORAF

Hierbij treft u de rapportage aan van arbeidshygiënisch praktijkonderzoek naar de blootstelling van werknemers aan stof tijdens naoogstwerkzaamheden in loodsen en sorteerruimten en de mogelijkheden van stofreductie door de toepassing van kunstmatige mist in de boomteelt.

Het onderzoek naar de blootstelling aan stof in sorteerruimten, gekoppeld aan mogelijke verbetering van de arbeidsomstandigheden door het toepassen van mist in de boomkwekerijsector is een initiatief van het Boomteeltpraktijkonderzoek. Het voorstel vond steun bij de NBvB Cultuurgroep van Laan-, Bos en Parkbomen en het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. De uitvoering was in handen van Boomteeltpraktijkonderzoek en Relan Arbo. De metingen op de bedrijven vonden plaats van februari t/m april 2000.

In dit rapport treft u de resultaten van het onderzoek aan. Onderzoek naar de verbetering van de arbeidsomstandigheden in de boomteelt vormt één van de voorwaarden voor de sector om ook in de toekomst gemotiveerd personeel te kunnen blijven aantrekken. Voor jonge mensen betekent welzijn en gezondheid op de werkvloer meer en meer een voorwaarde bij de beroepskeuze.

Ir. M.L.E. Jansen

2 SAMENVATTING

In opdracht van het Productschap Tuinbouw is in het voorjaar van 2000 een inventarisatie uitgevoerd naar de blootstelling van personeel aan stof tijdens sorteer en andere naoogstwerkzaamheden.

Directe aanleiding vormde praktijkonderzoek uit het handelssseizoen 1997 en 1998 naar de bewaring van wortelgoed onder kunstmatige mist in loodsen. Een mistinstallatie in loodsen verzorgt geautomatiseerd een continu laag dampdruktekort (ddd). Een laag dampdruktekort voorkomt een hoge gewasverdamping (uitdroging) bij de tijdelijke opslag. Aangetoond is dat de borging van de vitaliteit van houtige gewassen gedurende de tijdelijke opslag met dit bewaarsysteem vergelijkbaar is aan tijdelijke gekulde bewaring. Daardoor wordt er in het arbeidsproces bij de toepassing van kunstmatige mist tevens bespaard op de factor arbeid. Daarnaast is het kuilen en optrekken van gewassen uit de kuilhoek fysiek zware arbeid. De resultaten uit dit onderzoek blijken goed herhaalbaar.

Bij het hierboven aangehaalde onderzoek werd de mistunit afgesteld op het handhaven van een relatieve luchtvochtigheid (RV) van 97%. In dergelijke schuren wordt in de praktijk niet langdurig gewerkt. Loodsen kunnen bij deze instelling alleen worden gebruikt voor de opslag van onverwerkt en verwerkt plantmateriaal. Bij een minder hoge instelling van de RV van de mistunit kan een klimaat gerealiseerd worden waarbij het juist prettig is te werken. Een mogelijk gunstige bijwerking van de mist voor de toepassing van vitaliteitsborging is dat het ontstaan van stof wordt tegengegaan en de aanwezige zwevende stof mogelijk wordt weggevangen, zodat per saldo de totale hoeveelheid stof in de ruimte wordt teruggebracht. Een betere handhaving van de vitaliteit van het boomkwekerijproduct gedurende de loodperiode wordt dan gekoppeld aan gezonde werkomstandigheden in deze ruimten, zich uitend in lagere blootstellingwaarden. Deze hypothese is getoetst in dit onderzoek.

Het project is uitgevoerd bij bedrijven die telen op drie grondsoorten, ervan uitgaande dat iedere grondsoort zijn eigen specifieke stof vormt. Op zeven verschillende boomteeltbedrijven zijn (kwarts)stofmetingen verricht. Voor het kwantificeren van de stofblootstelling is een hiervoor gestandaardiseerde, persoonlijke luchtbemonsteringsmethode toegepast. Er is geïnventariseerd hoe hoog de blootstelling is aan respirabel stof en wat het gehalte kwartsstof daarin is. In totaal zijn 48 stofmetingen verricht en 24 kwartsstofanalyses. In totaal hebben 27 personen, meegewerkt aan de stofmetingen die per meting een totale werkdag in beslag namen. De blootstelling aan respirabel is gemeten door gebruik te maken van persoonlijke luchtbemonsteringsapparatuur. Uit een aantal (de helft) van deze monsters is het kwartsgehalte bepaald. De verzamelde blootstellingsgegevens zijn gerelateerd aan daarvoor beschikbare MAC-waarden.

Gebleken is dat de blootstelling aan respirabel (hinderlijk) stof bij de verwerking van op zand geteelde boomkwekerijgewassen betrouwbaar hoger is dan bij op klei of dalgrond geteelde producten. De blootstelling aan hinderlijk stof van de laatste twee grondsoorten verschilden onderling niet. De gevonden blootstelling aan hinderlijk stof was in alle metingen onder de daarvoor gehanteerde MAC-waarden. Er is geen betrouwbare reductie aangetoond aan de blootstelling aan respirabel stof die kan worden toegeschreven aan de werking van de mistinstallatie. De werking kon ook moeilijk worden aangetoond omdat het klimaat in februari t/m april 2000 dermate koel en vochtig was dat daardoor de mistinstallatie op veel bedrijven nauwelijks in werking trad.

De blootstelling aan respirabel kwartsstof is op alle grondsoorten relatief hoog. De gevonden meetwaarden overschreden in 29% van de gevallen de daarvoor geldende MAC waarde. Uit metingen blijkt dat het klimaat in loodsen en sorteerruimten in zekere zin een afspiegeling is van de klimaatomstandigheden buiten, zij het vertraagd en getemperd. Gezien het koele en vochtige klimaat gedurende de weken waarin dit onderzoek plaatsvond, wordt aangenomen dat bij zonniger voorjaarsweer de blootstelling aan (kwarts)stof nog minder gunstig zal zijn.

De droogte van het wortelgestel, de behandeling van het plantmateriaal door het personeel bij het verwerken (rustig of ruw), en het rijden met heftrucks in de verwerkingsruimte bij het sorteren en verwerken, worden gezien als de belangrijkste bronnen die de blootstelling van boomteelt werknemers aan stof bepalen. Daarbij moet worden opgemerkt dat bij deze inventarisatie geen bronnen kunnen worden vastgesteld. Aanbevolen wordt gedurende het handelsseizoen het te verwerken product en de werkvloer voldoende nat te houden bij de verwerking. Gebleken is dat de toepassing van "dry fog" (droge mist) een uitstekende werking heeft op het behoud van de vitaliteit van het gerooide product. Ondanks dat het bij deze gekozen proefopzet stofreductie niet aantoonbaar is gebleken vormt een automatisch aangestuurd luchtbevochtigingssysteem een hulpmiddel om de werkruijnte continu op een gunstig en constant niveau te houden.

3 INLEIDING

Aanleiding

Personeel dat werkzaam is in de boomkwekerijsector is gedurende de zogenaamde “paktijd”, het handelsseizoen, vaak langdurig werkzaam in sorteer- of verwerkingsruimten om het boomkwekerijproduct gereed te maken voor verzending of bewaring. De grootste bedrijvigheid in deze ruimten vindt plaats in de periode van eind september tot begin april.

Vooral bij de verwerking van wortelgoed, d.w.z. planten met blote wortel, ontstaat een min of meer stoffige situatie. Aangenomen wordt dat de stoffigheid ondermeer afhankelijk is van het loodstype, de grondsoort waarop geteeld wordt en de vochtigheid van het te verwerken product. Ook de actuele klimaatomstandigheden buiten de bedrijfsruimte en het daarmee samenhangende drogende karakter van de lucht speelt een rol. Dit drogende karakter wordt weergegeven door het dampdruktekort (ddd in kPa).

De afgelopen twee jaar heeft het BPO de effectiviteit van kunstmatige mist op de uitdroging van boomkwekerijgewassen gemeten^{1,2}. De werking is voor de kwaliteit van het product uitstekend. Bewaring van laanbomen, bos- en haagplantsoen en vruchtboomonderstammen in een mistloods voorkomt uitdroging, doordat de uitdrogende kracht van de lucht, dat vocht aan het product onttrekt, zeer laag wordt gehouden. Het gebruik van een mistloods biedt met name voor laanboomkwekers uitkomst, omdat deze bedrijfstak niet snel zal overgaan op gekoelde bewaring, dit vanwege het grote volume van het product.

Kwaliteitsborging van het gerooide product

De uitdrogende kracht waaraan naaktwortelige houtige gewassen in schuren blootstaan wordt bepaald door het dampdruktekort (ddd). Het dampdruktekort wordt bepaald door de actuele heersende temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. De relatie voor de berekening van het dampdruktekort voor temperaturen boven 0°C wordt gegeven door:

$$ddd = ((100 - RV) / 100) * \exp(6,414 + ((17,27 * t) / (237,2 + t))) / 1000 \quad (\text{kPa}).$$

Waarin:

ddd = dampdruktekort
 RV = relatieve luchtvochtigheid
 t = actuele temperatuur

Hypothese

Bij een minder hoge instelling van de relatieve luchtvochtigheid kan mogelijk een klimaat gerealiseerd worden waarbij het juist zeer prettig is te werken. Een mogelijk gunstige bijwerking van de mist voor zo'n toepassing is dat het ontstaan van stof wordt tegengegaan en de aanwezige zwevende stof wordt weggevangen, zodat per saldo de totale hoeveelheid stof in de ruimte wordt teruggebracht. Een betere handhaving van de vitaliteit van het boomkwekerijproduct gedurende de loodperiode wordt dan gekoppeld aan gezonde werkomstandigheden in deze ruimten. In dit kader zijn inventariserend

¹ Bruygom, A. Kwekers maken werk van klimaatbeheersing in de loods. De Boomkwekerij 5 (1996).

² Ravesloot, M.B.M. Mistsysteem voorkomt kwaliteitsverlies bij laanbomen. De Boomkwekerij 16 (1997).

stofmetingen uitgevoerd en is de bijdrage van de mist op de blootstelling aan stof nagegaan³.

Arbidsomstandigheden in de agrarische sector:

Als het om de gezondheid van werknemers in de agrarische sector gaat worden er acht factoren onderscheiden die gezondheidsbedreigend kunnen zijn. In alfabetische volgorde:

- blootstelling aan asbestvezels
- blootstelling aan bestrijdingsmiddelen
- fysieke belasting
- geluid
- ongunstige klimaatomstandigheden
- onvoldoende daglicht
- stof
- stress

Voor personeel werkzaam in de de agrarische sector in Nederland is de fysieke belasting daarbij het meest bedreigend. Deze factor alleen was in 1991 nog verantwoordelijk voor 50% van de WAO instroom⁴.

Wat zijn de gevaren van stof en wat wordt er verstaan onder stof? Onder stof wordt verstaan kleine, vaste, in de lucht zwevende of uit de lucht afgescheiden deeltjes. Langdurige blootstelling aan stof kan leiden tot:

- hinder
- prikkeling van de ademhalingswegen
- longafwijkingen: bijvoorbeeld stoflongen (m.n. bij mijnwerkers), silicose (m.n. bij steenhouders, zandstralers), asbestose (bij asbestwerkers).
- Andere vormen van stof die kunnen leiden tot longaandoeningen zijn: katoenstof, metaalstof en dampen, talk, houtstof, glasvezels.

De gezondheidsschade die veroorzaakt wordt door het stof is afhankelijk van de mate waarin stof in de longen kan doordringen. Dit is onder meer afhankelijk van de grootte van de stofdeeltjes. Er is globaal onderscheid te maken in twee fracties van deeltjes, en wel:

- inhaleerbaar stof: deze fractie kan worden ingeademd via mond/ en of neus.
- respirabel stof: dit is het deel van de inhaleerbare fractie dat kan doordringen tot diep in de longen (longblaasjes).

Naast de grootte van de deeltjes is het type stof ook van belang. Is het inert (niet reactief) stof of is het stof dat specifieke schade toebrengt (reactief). Voor een aantal specifieke stoffen gelden daarom specifieke grenswaarden. Het overige stof in de lucht wordt gezien als 'inert stof' en hiervoor gelden 2 grenswaarden, één voor respirabel en één voor inhaleerbaar stof.

³ Ravesloot, M.B.M. Reduceren stof in in sorteer en verwerkingsruimten ter verbetering van de arbeidsomstandigheden en het effect van kunstmatige mist op de stofreductie. Projectvoorstel Productschap Tuinbouw, september 1998.

⁴ Evaluatierapport Arbo-convenant Agrarische sectoren 1994-1999. SZW. Ministerie van sociale zaken en werkgelegenheid. Eindrapport.

Kwartsstof

Inademing van respirabel kwartsstof (SiO_2) kan longfibrose veroorzaken. Longfibrose is synoniem voor silicose, en wordt in de volksmond ook wel stoflongen genoemd. Longfibrose betekent een verbindweefseling van het longweefsel. Littekenweefsel is een vorm van bindweefsel, en betekent concreet functieverlies van de longen. De aandoening kan een verraderlijk begin hebben, met onopvallende symptomen zoals hoesten en hijgen. Ook kunnen kortademigheid en herhaalde niet-specifieke pijnen in de borst optreden. Kortademigheid en ademnood kunnen steeds toenemen. De verschillende stadia van beschadiging van longweefsel houden verband met de hoogte en duur van de blootstelling en de verblijftijd van de deeltjes in de longen. De gevolgen van langdurige, herhaaldelijk blootstelling aan kwarts geven aan dat er kans op aandoening van de longen bestaat en dat het inmiddels als kankerverwekkend voor de mens wordt beschouwd⁵. Ook na beëindiging van de blootstelling aan kwarts blijft de eventuele aandoening bestaan.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is tweeledig. Enerzijds wordt het bevorderen van de integrale kwaliteitszorg voor te verhandelen plantmateriaal beoogt, door de toepassing van kunstmatige mist in verwerkingsruimten. Anderzijds wordt getracht de gezondheid op de werkplek te bevorderen.

Door de aandacht en zorg voor de arbeidsomstandigheden in de vorm van arbeidshygiënisch praktijkonderzoek in de boomteelt wordt tevens een imagoverbetering beoogd voor het werken in deze sector.

Onderzoeksvragen

Uit bovenstaande doelstelling zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

- a. Aan welke concentraties *respirabel stof* worden werknemers in de boomteeltsector blootgesteld, gedurende het verwerken van het gerooide product?
- b. Aan welke concentraties *respirabel kwartsstof* worden werknemers in de boomteeltsector blootgesteld gedurende het verwerken van het gerooide product?
- c. Hoe verhoudt zich deze blootstelling op verschillende grondsoorten?
- d. Welke bijdrage levert kunstmatige mist op de reductie van stof gedurende naoogstwerkzaamheden?

In de boomkwekerijsector is niet eerder specifiek onderzoek verricht naar de blootstelling van werknemers aan stof bij langdurig naoogstwerk in afgesloten ruimten. Hierin geeft dit onderzoek voor het eerst inzicht.

⁵ Health-based recommended occupational exposure limits for crystalline forms of silicon dioxide (free silica). RA 5/92. SZW.

⁶ Lijst van wettelijke grenswaarden voor kankerverwekkende stoffen op grond van artikel 4.16 Arbobesluit.

4 WETTELIJKE KADERS

Toetsing aan de norm en definiëring

Hieronder volgt achtergrondinformatie over de in Nederland gehanteerde wettelijke normen voor de blootstelling aan stof. Voor de blootstelling aan diverse stoffen zijn grenswaarden vastgesteld. Deze grenswaarden kunnen bestuurlijk of wettelijk zijn. Bestuurlijk grenswaarden zijn waarden die uit het buitenland zijn overgenomen door de Minister. Wettelijke grenswaarden zijn waarden die zijn vastgesteld middels de zogenaamde drietraps procedure, waarbij de gezondheidsraad eerst een gezondheidkundige waarde vaststelt, vervolgens is het aan de SER (Sociaal Economische Raad) om hierover advies uit te brengen (met in ogenschouw van de bedrijfseconomische en bedrijfstechnische haalbaarheid). Aan de hand hiervan bepaalt uiteindelijk het Ministerie de grenswaarde (Maximaal Aanvaarde Concentratie: MAC-waarde). Dit kan een MAC-waarde voor een 8 uren gemiddelde zijn, een MAC voor 15 minuten (maximaal gemiddelde over *enige* 15 minuten in de werktijd) of een absolute plafond-waarde (MAC-Ceiling).

De definitie is als volgt: 'De maximaal aanvaarde concentratie (MAC) of wettelijke grenswaarde van een gas, damp of nevel van een stof, is die concentratie in de lucht op de werkplek welke, voor zover de huidige kennis reikt, bij herhaalde blootstelling ook gedurende een langere tot zelfs een arbeidsleven omvattende periode in het algemeen de gezondheid van de werknemers als ook van hun nageslacht niet benadeelt'⁷.

MAC-TGG-8 uur inhaleerbaar en respirabel stof.

Voor de concentratie van inert stof in de lucht bestaan er twee MAC-waarden: één voor stof dat kan worden geïnhaleerd (inhaleerbaar stof) en één voor stof dat de longblaasjes kan bereiken (respirabel stof):

- Inhaleerbaar stof : 10 mg/m³
- Respirabel stof: 5 mg/m³

MAC-TGG- 8 uur kwarts

De Maximaal Aanvaarde Concentratie van kwarts (silica, vrij kristallijn siliciumdioxide - SiO₂) als tijd gewogen gemiddelde over 8 uur (MAC-TGG 8 uur) is 0,075 mg/m³. Dit betekent dat de gemiddelde concentratie waaraan de medewerkers gedurende een achturige werkdag blootstaan deze grenswaarde onder geen voorwaarde mag overschrijden. Deze MAC-waarde is vastgesteld ter voorkoming van chronische effecten. Voor de bouwsector gold tot voor kort (1 januari 2000) een verruiming van 0,150 mg/m³.

Actiewaarde

Voor het vaststellen of de gemeten concentratie veilig is en/of bewaking middels metingen noodzakelijk is, wordt onderstaande tabel gebruikt. Onderstaand toetsingstabel is gebaseerd op NEN 689 *Werkplekatmosfeer. Leidraad voor de beoordeling van de blootstelling bij inademing van chemische stoffen voor de vergelijking met de grenswaarden en de meetstrategie* en betreft een toetsing van de tijd gewogen gemiddelden aan MAC-waarden. Hierin wordt tevens de (directe) noodzaak van maatregelen aangegeven.

⁷ Nationale MAC-lijst 2000, Sdu Uitgevers, Den Haag.

Blootstelling-groep	Omschrijving	Beoordeling en advies
1	1 meting < 10 % MAC 15 min grenswaarde (MAC-tgg-15min) of piekwaarde (MAC-C) geen probleem meting representatief	Blootstelling veilig Periodieke bewaking is niet nodig
2	3 metingen in verschillende ploegen < 25 % MAC 15 min grenswaarde (MAC-tgg15min) of piekwaarde (MAC-C) geen probleem meting representatief	Blootstelling veilig Periodieke bewaking is niet nodig
3	Alle metingen < MAC en GM* < 50% MAC	Aanpassing binnen 64 weken Periodieke bewaking iedere 64 weken Cyclus herhalen tot groep 1 of 2 is bereikt
4	1 meting > MAC	Direct actie noodzakelijk Resultaat actie beoordelen Cyclus herhalen tot groep 1 of 2 is bereikt

Voor de interpretatie van de blootstellingsgegevens wordt onderstaande indeling gehanteerd met voor iedere categorie een beoordelingswijze.

MAC = Maximaal Aanvaarde Concentratie
 GM = geometrisch gemiddelde van de blootstelling
 AM = rekenkundig gemiddelde van de concentraties
 STD = standaarddeviatie van het rekenkundig gemiddelde van de concentratie

$$*GM = e^m$$

$$\text{en } m = 1/n * (\ln(c_1) + \ln(c_2) + \ln(c_3) + \dots + \ln(c_n))$$

De algemeen gehanteerde actiewaarde in arbeidshygiënisch onderzoek in Nederland is meestal 20% van de MAC-waarde. Dit wijkt af van de hierboven getabelleerde NEN actiewaarde. Beide worden gebruikt om te beoordelen of de blootstelling veilig is. In het buitenland worden de diverse grenswaarden gehanteerd (hieronder vermeld). Bij het bepalen van het actieniveau spelen deze waarden ook een rol.

De wettelijke grenswaarde voor kwartsstof in Nederland bedraagt 0,075 mg/m³

- No observed adverse effect level (NOAEL) van 0,075 mg/m³
- Duitsland (1991), MAK-werte: 0,150 mg/m³
- USA (ACGIH 1991): TLV= 0,10 mg/m³ respirabel kwartsstof en 0,05 mg/m³ cristobalite/tridymite
- Scandinavië: Scandinavische werkgroep: 0,04 mg/m³ zal voorkomen dat een waarneembaar verhoogd longkanker risico
- Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) 1986: 0,04 mg/m³

Handhaving/ Beboetbaarheid overtreding MAC-waarden

Met de invoering van de nieuwe Arbowet op 1 november 1999 heeft de Arbeidsinspectie een verruimde bevoegdheid gekregen om boetes uit te delen. Voor de handhaving van de Arbowet- en regelgeving worden door de Arbeidsinspectie de volgende boeterichtlijnen gehanteerd (bij overschrijding van MAC-8-uur gewogen gemiddelde):

1 x MAC-waarde (TGG 8uur): beboetbaar volgens Arbowetgeving. De beboeting vindt plaats in 2 stappen waarbij eerst waarschuwing wordt gegeven en in tweede instantie volgt een boeterapport;

2 x MAC-waarde (TGG 8 uur) of overtreding MAC-C of overtreding wettelijke grenswaarde kankerverwekkende stoffen. De overtreding wordt gezien als een ernstig beboetbaar feit en er wordt direct een boeterapport opgesteld.

5 MATERIAAL EN METHODE

Globale aanpak

Onderstaand proefschem (tabel1) geeft de opzet van de inventarisatie van stof. Er is gekozen voor regio's waar geteeld wordt op klei, zand en dalgrond. Per bedrijf is steeds eerst op maandag gemeten zónder RELDAIR mistsysteem. Deze metingen vormden de inventarisatie naar de blootstelling aan (kwarts)stof. Daarna is er steeds na minimaal twee etmalen continu draaien van het mistsysteem opnieuw met de stofmetingen gestart. Deze metingen zijn steeds op de donderdag van diezelfde week uitgevoerd. De vrijdag werd als reservedag beschouwd indien door onvoorziene omstandigheden de metingen vertraging zouden oplopen. De metingen op de donderdagen dienden de bijdrage van de mist op het reduceren van stof weer te geven. Per bedrijf werden drie medewerkers (proefpersonen) gelijktijdig uitgerust met persoonlijke stofmeters. Een meting duurt een werkdag. Bij de metingen is rekening gehouden met daarvoor geldende normen⁸. Hierbij werd de een tijdgewogen gemiddelde van 8 uur (MAC-TTG8) bepaald. In deze opzet van 18 meetdagen werden zodanig 54 respirabele stofmonsters verkregen. Van deze 54 monsters werden er 24 geselecteerd en tevens geanalyseerd op kwartsstof. Het betroffen naooogstwerkzaamheden in de sorteer- en verwerkingsruimten in de omgeving Groningen, Flevopolder, de Betuwe en West en Zuid-Brabant

Tabel 1. Schematische opzet van de stofinventarisatie. Herhalingen per meetdag per bedrijf zijn weergegeven met A,B,C. Vetgedrukte cijfers geven het aantal meetdagen weer. Niet vetgedrukte cijfers geven het aantal experimentele eenheden weer (54).

Grondsoort	regio	Bedrijf (nr) Maand				meet- dag				meet- dag	
			medewerker	A	B		C	A	B		C
			mist aan/uit	uit	uit	uit		aan	aan	aan	
Dalgrond	Groningen	1	Februari	1	2	3	1	4	5	6	2
		2	Maart	7	8	9	3	10	11	12	4
		3	April	13	14	15	5	16	17	18	6
Klei	Rivieren	4	Februari	19	20	21	7	22	23	24	8
		5	Maart	25	26	27	9	28	29	30	10
		6	April	31	32	33	11	34	35	36	12
Zand	Brabant	7	Februari	37	38	39	13	40	41	42	14
		8	Maart	43	44	45	15	46	47	48	16
		9	April	49	50	51	17	52	53	54	18

⁸ NEN-EN482, Werkplekatmosfeer. Algemene eisen voor het uitvoeren van metingen van chemische stoffen. NNI, 1995 en NEN-EN 689, Werkplekatmosfeer. Leidraad voor de beoordeling van de blootstelling bij inademing van chemische stoffen voor de vergelijking met de grenswaarden en de meetstrategie, NNI, 1995.

Werving bedrijven

In het najaar van 1999 en het voorjaar van 2000 is een achttal boomkwekerijbedrijven telefonisch geworven voor dit onderzoek. Voor iedere grondsoort is daarbij gestreefd naar één of enkele reservebedrijven. Voor deelname aan het onderzoek werden de onderstaande criteria gehanteerd:

- gedurende de metingen dienden er minimaal drie medewerkers per werkruimte gelijktijdig werkzaam te zijn, in verband met de statistische opzet en betrouwbaarheid van de meetresultaten.
- het te verwerken plantmateriaal in de bedrijfsruimte diende van één, daar te toetsen, grondsoort afkomstig te zijn (de collecterende "Boskoopse" handel is om deze reden buiten dit onderzoek gelaten).

Principe van de persoonlijke stofmetingen

Een werknemer wordt voorzien van persoonlijke luchtbemonsteringsapparatuur. De gekozen luchtsnelheid komt overeen met de luchtsnelheid waarmee personen normaal inademen (1,25m/sec). De in de lucht aanwezige stof- en kwartsdeeltjes worden eerst verzameld, voordat een analyse hiervan kan plaatsvinden. De lucht wordt hiertoe over een cycloon geleid. Hierin wordt de niet respirabele stof gescheiden van het respirabel stof. De monsterlucht wordt in het ademgebied van een proefpersoon aangezogen. De aangezogen lucht wordt over een filter geleid. In de lucht aanwezige stof- en kwartsdeeltjes zullen zich gaan ophopen op het filter. Het filter wordt vervolgens gewogen en geanalyseerd op de hoeveelheid stof en kwarts, dat is neergeslagen op het filter.

Aan de hand van deze gegevens kan uiteindelijk de blootstelling bepaald worden waaraan de medewerker gemiddeld gezien op die werkdag, is blootgesteld.

De gebruikte luchtbemonsteringsapparatuur is aangeleverd door Ascor inclusief de bijbehorende periodieke calibraties van de apparatuur. De stof en kwartsanalyses zijn uitgevoerd door een gecertificeerd laboratorium (Ascor Analyse te Ulvenhout).

- respirabele SKC monsterkoppen
- Gilian flowpompen
- PVC voorgewogen filters

Overige waarnemingen

Van iedere meting zijn er, middels een checklist, factoren gerapporteerd die mogelijk van invloed zouden kunnen zijn op de stofblootstelling zoals grootte van de ruimte, aantal medewerkers en de herkomst van de bomen (pas gerooid, koelcel e.d.). Deze gegevens dienen met name om de mogelijke bronnen in beeld te brengen. Daarnaast zijn tevens foto's gemaakt van de werkruimten en werkplekken.

Methode van Fanger

De methode van Fanger is gebruikt om vooraf vast te stellen bij welke RV instelling het onderzoek zou worden uitgevoerd. Relaties tussen het verwachte percentage ontevreden werknemers en de temperatuur, luchtsnelheid en RV zijn opgenomen in de bijlage. Hierbij is gerekend met werk bij een metabolische waarde per werknemer van 200 W/m^2 en het dragen van winterwerkkleding (1,0 clo). Situatie 1 in de grafieken geeft het verband bij 10 en situatie 2 het verband bij 5 graden Celcius. Metingen met ingeschakeld mistsyteem zijn uiteindelijk uitgevoerd bij een instelling van 80% RV. Indien dit tot problemen mocht leiden zal de instelling steeds met 5% worden verminderd tot een werkzame situatie voor het bedrijf is gerealiseerd. Dit wordt echter op grond van de verbanden uit het rekenmodel Fanger niet verwacht. Modelberekeningen zijn opgenomen in de bijlage.

Reldair mistunit

Om het effect van het mistsysteem in verschillende praktijksituaties te kunnen meten, is een mobiel mistsysteem ingezet. Het systeem is, om de week, in een andere sorteer- of verwerkingsruimte (over het land verspreid) geplaatst. Dit systeem produceert zogenaamde dry-fog, mist die bestaat uit druppels met een gemiddelde grootte van 10 micron. De RV-sensor is steeds buiten mistworp geplaatst, zodat de sensor niet rechtstreeks kon worden beïnvloed door de mistworp. De sensors zijn niet in de deuropening van een sorteer of loods geplaatst, maar juist in een gedeelte met weinig tocht. Om interferentie met materialen te voorkomen is de sensor vrij in de ruimte gehangen.

Statistische verwerking

De meetgegevens zijn statistisch verwerkt m.b.v. het pakket general statistics, GENSTAT. Er is regressieanalyse uitgevoerd op de responsvariabelen respirabele stof, kwartsstof en grondsoort. Hiermee is het onderlinge effect van verschillende grondsoorten geanalyseerd en het effect van de kunstmatige mist. De verbanden zijn getoetst met de F-toets in het 95% betrouwbaarheidsinterval. Het verband tussen kwarts(stof) blootstelling en de datum is uitgevoerd door het berekenen van lineaire regressie.

6 RESULTATEN

Relaties tussen percentage ontevreden werknemers en temperatuur, luchtsnelheid en relatieve luchtvochtigheid

De modelberekeningen die zijn uitgevoerd met de methode van Fanger⁹ geven aan dat met name de temperatuur, maar ook de luchtsnelheid een grote invloed uitoefenen op het welbevinden van mensen gedurende de uitvoering van werk. Uit de grafieken blijkt dat de invloed van de andere factoren op het welbevinden van mensen veel groter is dan de invloed van de heersende luchtvochtigheid. Onder koude omstandigheden (situatie 2) geeft een verhoging van de luchtvochtigheid, volgens het model, zelfs een verlaging van het aantal ontevredenen te zien. De relaties (figuren) zijn opgenomen in bijlage III.

Vergelijking respirabel stofblootstelling met en zonder mistverneveling

Hieronder staan de meetresultaten voor respirabel stof (TGG 8uur) weergegeven vóór (uit) en ná (aan) het gebruik van het mistsysteem (tabel2). Deze meetwaarden vormden de basisgetallen waarmee is berekend of het mistsysteem een bijdrage heeft geleverd op de reductie van de blootstelling aan respirabel stof.

Tabel 2.

Meetresultaten blootstelling (TGG 8uur) aan respirabel (hinderlijk) stof zonder mistsysteem (uit) en met mistsysteem (aan).

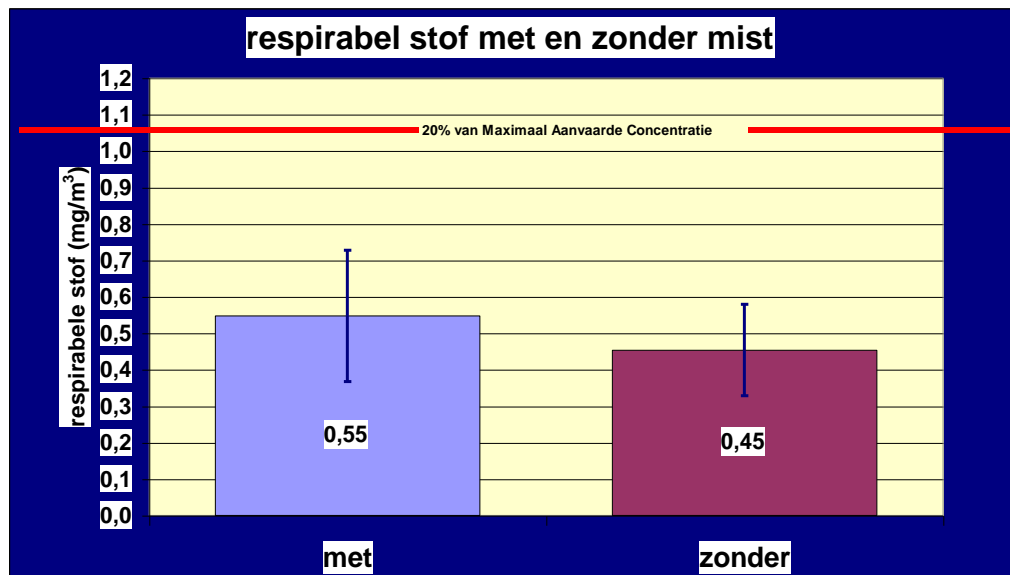
Grondsoort	Bedrijf (nr)	Maand				meet-dag				meet-dag
			A	B	C		A	B	C	
	Medewerker		A	B	C		A	B	C	
	Mist aan/uit		uit	uit	uit		aan	aan	aan	
Dalgrond	1	Februari	0.47	0.53	1.33	1	0.63	1.58	0.73	2
	2	Maart	<0.07	0.86	0.94	3	0.77	1.91	0.51	4
	3	April	-	-	-	5	-	-	-	6
Klei	4	Februari	0.38	<0.06	0.12	7	0.40	0.18	<0.06	8
	5	Maart	0.36	0.36	0.18	9	<0.06	<0.11	0.25	10
	6	Eind maart	0.34	0.64	0.59	11	0.43	0.60	.37	12
Zand	7	Februari	0.49	0.65	0.16	13	0.43	0.82	0.34	14
	8	Maart	0.40	0.15	0.14	15	0.52	0.31	0.31	16
	9	Eind maart	0.57	0.62	0.53	17	0.58	0.44	0.90	18

De geometrische gemiddelden liggen in dit onderzoek beiden iets lager dan de rekenkundige resp. 0,35 en 0,41 mg/ m³. Geometrische gemiddelden worden gebruikt om bij een beperkt aantal metingen scheefheid rond het gemiddelde te nivelleren. Rekenkundige gemiddelden worden gehanteerd voor verdere statistische toetsing van hypothesen.

Op de basisgetallen zoals hierboven weergegeven is regressieanalyse toegepast. De resultaten staan grafisch weergegeven in figuur 1. Zonder mistsysteem was de blootstelling aan respirabel stof 0,45 mg/ m³ en met

⁹ NEN-EN-ISO 7730 (1994) Gematigde Thermische binnen omstandigheden. Bepaling van de PMV en de PPD waarde en specificatie van de voorwaarden voor thermische behaaglijkheid.

mistsysteem $0,55 \text{ mg/m}^3$. Analyse van de factor mist (aan/uit) geeft aan dat het mistsysteem niet heeft bijgedragen aan verlaging van de blootstelling aan respirabel stof. Het percentage verklaard uit de factor mist minus percentage verklaard uit de factor grondsoort is nihil; 32,9%-31,3% in de regressieanalyse. De gevonden waarden liggen ruim onder de 20% lijn van de MAC-waarde.



Figuur 1.
Gemiddelde blootstelling aan respirabel stof met én zonder van mistsysteem. Mét versus zonder mistsysteem respectievelijk: $0,55$ en $0,45 \text{ mg/m}^3$. (error bars= 2x standard error; n=resp. 24,24; t probabilities=0,301; niet significant).

Vergelijking respirabel kwartsstof blootstelling met en zonder mistverneveling

Hieronder staan de meetresultaten respirabel kwartsstof (TGG 8 uur) weergegeven vóór (uit) en ná (aan) het gebruik van het mistsysteem (tabel 3). Dit zijn de basisgegevens waarmee berekend is of het mistsysteem een bijdrage heeft geleverd aan de reductie van de blootstelling aan respirabel kwartsstof.

Tabel 3.
Vergelijking van meetresultaten blootstelling aan kwartsstof zonder (mistsysteem uit) en met mistsysteem (aan). Tussen haakjes staan de percentages kwarts in het stofmonster.

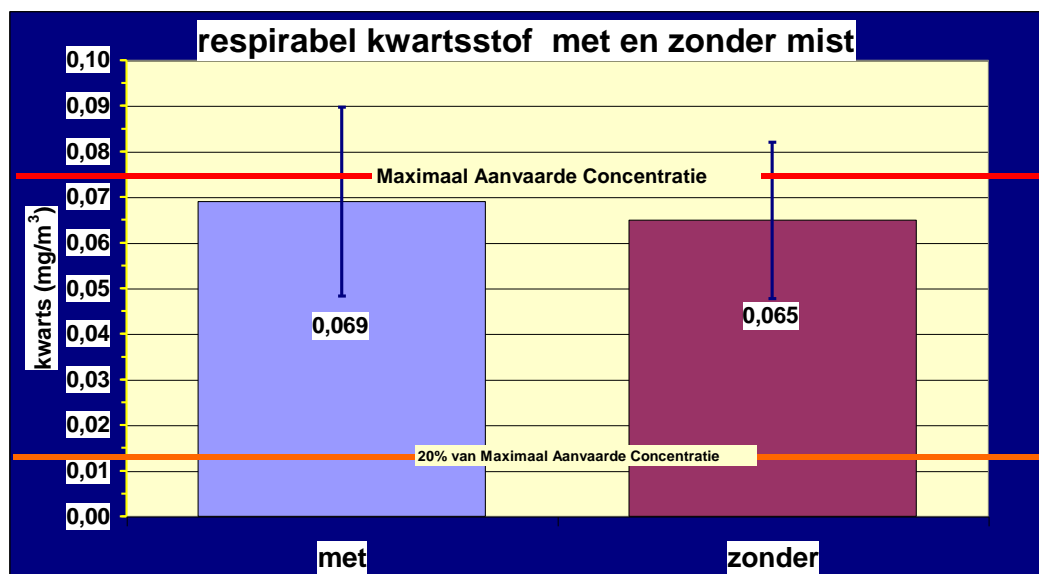
< 'getal' = onder detectiegrens van 'getal' mg/m³

Grondsoort	bedrijf (nr)	Maand				meetdag				meetdag
			A	B	C		A	B	C	
	Medewerker		uit	uit	uit		aan	Aan	aan	
Dalgrond	1	Februari	-	-	0.040 (3)	1	-	0.120 (8)	0.040 (5)	2
	2	Maart	-	0.041 (5)	0.039 (4)	3	0.036 (5)	0.127 (7)	0.059 (12)	4
	3	April	-	-	-	5	-	-	-	6
Klei	4	Februari	-	-	-	7	0.100 (25)	0.051 (28)	< 0.00 (<?)	8
	5	Maart	0.066 (18)	0.066 (18)	-	9	-	-	-	10
	6	April	-	0.074 (12)	-	11	-	0.085 (14)	-	12
Zand	7	Februari	0.060 (12)	-	0.044 (28)	13	0.045 (10)	-	0.039 (11)	14
	8	Maart	0.099 (25)	-	-	15	0.072 (14)	-	-	16
	9	April	0.120 (21)	-	-	17	0.062 (11)	-	0.130 (14)	18

De geometrische gemiddelden liggen beiden iets lager dan de rekenkundige resp. 0,060 (zonder) en 0,063 mg/ m³(met mistsysteem). De gemiddelde percentages aan kwartsstof in de monsters waren respectievelijk 14,6 (zonder) en 11,5 % (met mistsysteem).

Op de basisgetallen zoals hierboven weergegeven is regressieanalyse toegepast . De resultaten staan grafisch weergegeven in figuur 2.

Analyse van de factor mist (aan/uit) geeft aan dat het mistsysteem niet bij heeft gedragen aan verlaging van de blootstelling aan respirabel kwartsstof Het percentage verklaard uit de factor mist minus percentage verklaard uit de factor grondsoort is nihil; 32,9%-31,3%. Dit betekent dat mist geen verbetering heeft gegeven.

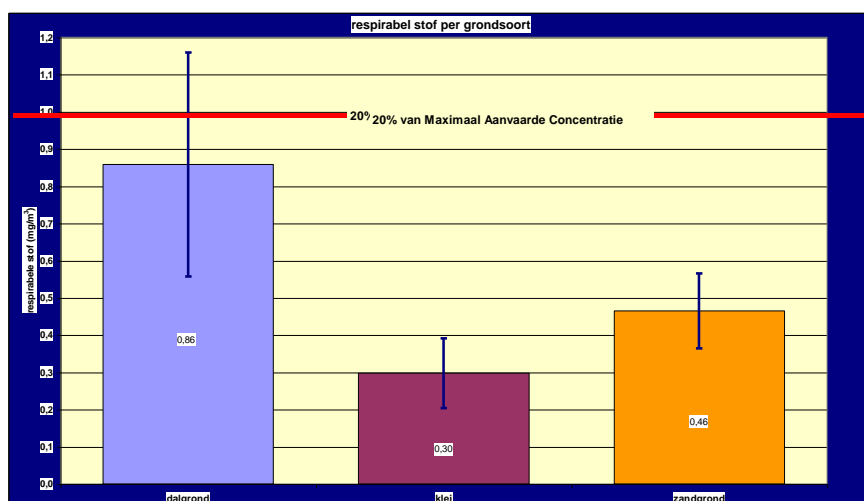


Figuur 2.
Gemiddelde blootstelling kwarts stof met én zonder installatie van mistsysteem.
Met versus zonder respectievelijk: 0,069 en 0,065 mg/m³. (error bars=2x
standard error; n=resp.14,10; niet significant).

Samenvattend betekent bij het vergelijken van de gemiddelde blootstelling aan hinderlijk stof en kwarts (zowel rekenkundig als geometrisch) er geen bijdrage van het mistsysteem valt waar te nemen in de reductie van de stof en kwartsblootstelling.

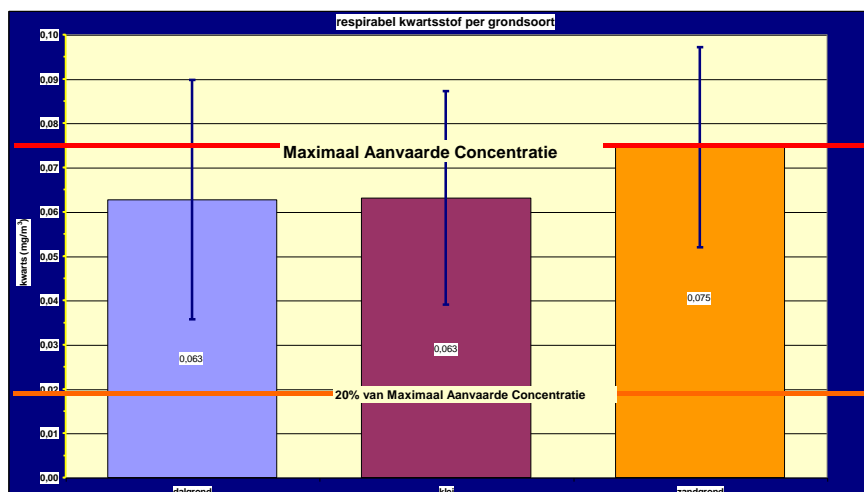
Het effect van de grondsoort op de blootstelling aan respirabel stof

Hieronder staan de gemiddelde blootstellingswaarden per grondsoort voor respirabel hinderlijk stof en respirabel kwartsstof. De horizontale lijnen geven de MAC-waarde en/of actiewaarde weer. Blootstelling aan respirabel stof is het hoogst op dalgrond. De gevonden blootstelling bij dalgrond is betrouwbaar hoger dan voor klei en zandgrond. Er zijn geen verschillen aangetoond in de blootstelling tussen klei en zandgrond.



Figuur 3. Gemeten respirabel stofblootstelling per grondsoort (n=resp. 12,18,18; error bars=2xstandard error; $P>0,05$; dal>klei, t prob=0,000; dal>zand, t prob=0,002; klei=zand, t prob 0,117).

De gemeten blootstelling aan respirabel kwartsstof wordt weergegeven in figuur 4. De blootstelling aan respirabel kwartsstof in de boomteelt is op de drie getoetste grondsoorten gelijk. De gemeten waarden zijn hoog. De MAC waarde wordt regelmatig overschreden. (hoofdstuk 7).



Figuur 4. Gemeten respirabel kwartsstofblootstelling per grondsoort (n=resp. 8,7,9; error bars=2xstandard error; $P>0,05$; dal= klei, t prob=0,981; dal=zand, t prob=0,493; klei=zand, t prob 0,523).

Er zijn geen betrouwbare verschillen aangetoond in de blootstelling aan respirabel kwartsstof tussen de bedrijven onderling. Er is geen verband

gevonden tussen de blootstelling aan respirabel stof en de periode van het voorjaar. Lineaire regressie leverde geen verband. Er is wel een positieve relatie tussen de blootstelling aan respirabel kwartsstof en de datum. Naarmate het voorjaar vordert zijn de gemeten 8 uur gemiddelden voor kwartsstof hoger.

Correctie data

Aangezien het mistsysteem niet op alle meetdagen (of soms zelfs helemaal niet) heeft gewerkt (RV in werkruimte >80%) is het de vraag of de analyse van het effect reëel is geweest. Ten tijde van de metingen is ook bijgehouden in of het systeem regelmatig draaide (ca. 4 x per uur) en dus het de relatieve luchtvochtigheid regelmatig onder de 80% daalde. Bij de laatste meetdagen is bewust naar een hogere luchtvochtigheid gezocht om zodoende het systeem regelmatig in werking te hebben. Indien hiervoor wordt gecorrigeerd zien de rekenkundige gemiddelden er als volgt uit:

Tabel 4.
Vergelijking gemiddelde blootstelling aan respirabel stof met systeem daadwerkelijk in werking.

Respirabel stof meting systeem NIET in werking (mg/m ³)	Respirabel stof meting systeem WEL in werking (mg/m ³)	Vershil
Niet gecorrigeerd: 0.45	Niet gecorrigeerd: 0.55	+/- 0.10
Gecorrigeerd: 0.47	Gecorrigeerd: 0.58	+/- 0.11

Tabel 5.
Vergelijking gemiddelde blootstelling kwarts stof met systeem daadwerkelijk in werking.

Kwarts stof meting systeem NIET in werking (mg/m ³)	Kwarts stof meting systeem WEL in werking (mg/m ³)	Vershil
Niet gecorrigeerd: 0.065	Niet gecorrigeerd: 0.069	+/- 0.04
Gecorrigeerd: 0.065	Gecorrigeerd: 0.066	+/- 0.01

Ook in de gecorrigeerde data is geen gunstige invloed te zien van de werking van het mistsysteem op de gemiddelde concentraties aan kwarts of respirabel stof.

Bij de individuele vergelijkingen van de gecorrigeerde data is bij de blootstelling aan respirabel stof geen reducerend effect te zien van het daadwerkelijk in werking zijn van het mistsysteem. Indien we echter kijken naar de blootstelling aan kwarts dan is er wel een gunstige bijdrage aan de vermindering van de blootstelling te zien is.

Tabel 6.
Het effect van het systeem op de individuele blootstelling aan kwartsstof. In een drietal gevallen is in tweede instantie een ander persoon gemeten. (Gecorrigeerd na daadwerkelijk draaien van het systeem.)

Aantal gemeten personen	Blootstelling bij tweede meting (met mistsysteem): LAGER	Blootstelling bij tweede meting (met mistsysteem): HOGER
Respirabel stof: 14	5	9
Kwartsstof: 6	5	1
Percentage kwarts in monster: 6	4	2

7 TOETSING MEETWAARDEN AAN NORMEN

In onderstaande tabellen zijn de overschrijdingen (MAC-waarde of 20% van de MAC-waarde) weergegeven van alle metingen samen en van de metingen per grondsoort. Daarnaast zijn de gemiddelde blootstellingen berekend en weergegeven per grondtype en in totaal. Voor respirabel hinderlijk stof en kwartsstof staan aparte tabellen. Gebleken is dat in geen enkel geval de MAC-waarde van respirabel hinderlijk stof is overschreden. In 29% van de kwartsstofmetingen werd de MAC-waarde is overschreden.

Tabel 7.
Overschrijdingen in aantallen en percentages van de MAC- en arbeidshygiënische actiewaarden per grondsoort voor respirabel hinderlijk stof.

Grondsoort	Totaal aantal metingen	Gemiddelde blootstelling (mg/m ³)	Aantal overschrijding en MAC-waarde	Percentage overschrijdingen MAC-waarde	Aantal overschrijdingen actiewaarde (20 % MAC)	Percentage overschrijding en actiewaarde (20% MAC)
Dalgrond	12	0.86	0	0	3	25
Kleigrond	18	0.30	0	0	0	0
Zandgrond	18	0.46	0	0	0	0
TOTAAL						
Alle grondsoorten samen	48	0.53	0	0 %	3	6 %

De **MAC-waarden** van **respirabel stof** worden niet overschreden. Bij dalgronden bestaat de mogelijkheid dat de arbeidshygiënische actiegrens van 20% incidenteel wordt overschreden (bij veel medewerkers in de ruimte, weinig/geen ventilatie en regelmatig verkeer van heftrucks).

Tabel 8. Overschrijdingen in aantallen en percentages van de MAC- en arbeidshygiënische actiewaarden per grondsoort voor respirabel **kwartsstof**.

Grondsoort	Totaal aantal metingen	Gemiddelde blootstelling (mg/m ³)	Aantal overschrijding en MAC-waarde	Percentage overschrijdingen MAC-waarde	Aantal overschrijding en actiewaarde (20 % MAC)	Percentage overschrijding en actiewaarde (20% MAC)
Dalgrond	8	0.063	2	25 %	8	100 %
Kleigrond	7	0.063	2	29 %	6	86 %
Zandgrond	9	0.075	3	33 %	9	100 %
TOTAAL						
Alle grondsoorten samen	24	0.068	7	29 %	23	96 %

De **MAC-waarden** van **kwartsstof** worden wel overschreden (in 29 % van de geanalyseerde metingen). Bij zandgrond ligt het gemiddelde blootstelling exact op de MAC-waarde. Bij klei- en zandgronden ligt het gemiddelde er onder de MAC-waarde maar ruim boven de arbeidshygiënische actiewaarde van 20% van de MAC-waarde.

Tabel 9. Toename of afname van **het percentage kwarts** in de respirabele stofmonsters, per grondtype.

Grondtype	Kwarts stof meting 1 (mg/m ³)	Kwarts stof meting 2 (mg/m ³)	Kwarts-gehalte 1 (in %)	Kwarts-gehalte 2 (in %)	Vershil in % kwarts (+ is toename, - is afname)
Dal	-	-	-	-	-
Dal	-	0.120	-	8	-
Dal	0.040	0.040	3	5	+/+ 2
Klei	-	0.100	-	25 (#)	-
Klei	-	0.051	-	28 (#)	-
Klei	-	< 0.00	-	niet detecteer	-
Zand	0.060	0.045	12	10	-/- 2
Zand	-	-	-	-	-
Zand	0.044	0.039	28	11	-/- 17
Dal	-	0.036	-	5 (#)	-
Dal	0.041	0.127	5	7 (#)	+/+ 2 (#)
Dal	0.039	0.059	4	12 (#)	+/+ 8 (#)
Klei	0.066	-	18	-	-
Klei	0.066	-	18	-	-
Klei	-	-	-	-	-
Zand	0.099	0.072	25	14	-/- 11
Zand	-	-	-	-	-
Zand	-	-	-	-	-
Klei	-	-	-	-	-
Klei	0.074	0.085	12	14	+/+ 2
Klei	-	-	-	-	-
Zand	0.120	0.062	21	11	-/- 10
Zand	-	-	-	-	-
Zand	-	0.130	-	14	-

“ - ” is (niet bemeten of berekend)

(#) mist systeem niet **goed** gewerkt

De trend die uit bovenstaande tabel is af te leiden dat de mogelijke afname van het kwartspercentage (**dus niet totale hoeveelheid kwarts** maar het percentage in de bemonsterde stof). Dit is met name zichtbaar in de zandgronden.

Ook bij de gecorrigeerde data (wel of niet goed werken van het mist systeem) blijkt dat de hoge kwartspercentage voornamelijk zich voor doen op momenten dat het systeem niet werkte of geïnstalleerd was. Indien het systeem daadwerkelijk werkzaam was, was het hoogst gemeten percentage kwarts 14 %.

Indien wordt gekeken naar de totale kwartspercentages per grondsoort (met als zonder miststelsel) valt op in voornamelijk in zand en kleigronden hogere percentages voorkomen. In de dalgronden liggen deze lager.

De meetresultaten zijn in een aantal tabellen gezet waardoor vergelijking goed en overzichtelijk worden weergegeven.

8 DISCUSSIE

Aantal uitgevoerde metingen

Er is afgeweken van de oorspronkelijke opzet in die zin dat in april de sorteerwerkzaamheden op de bedrijven al voorbij waren en er daardoor in plaats van negen uiteindelijk op zeven verschillende bedrijven metingen zijn uitgevoerd. Op één van de zeven bedrijven is er twee keer gemeten. In totaal zijn er uiteindelijk 48 metingen uitgevoerd naar respirabel stof waarvan er 24 zijn geanalyseerd op kwarts. In plaats van de opzet drie bedrijven op dalgrond te meten is dit uiteindelijk op twee bedrijven uitgevoerd. Bij het voortschrijden van het voorjaar neemt het dampdruktekort, en daarmee het drogende karakter van de lucht toe. Doordat er juist metingen in april niet zijn doorgegaan is het effect en het inzicht in de toepassing van mist in deze meer kritische periode niet in beeld gebracht.

Klimaat in de onderzoeksperiode

Door het vochtige koele voorjaar waren de klimaatsomstandigheden zowel buiten als binnen in de werkruimten dusdanig dat het mistsysteem op veel bedrijven niet of nauwelijks in werking werd gesteld. Dit werd veroorzaakt doordat de actuele RV in de werkruimten gedurende de bemonsteringstijd hoger was dan de RV waarop de unit wordt aangestuurd, namelijk 80%RV. Dit bemoeilijkt de interpretatie van de gevonden waarnemingen. Vermoed wordt dat de bijdrage van kunstmatige mist wel van invloed kan zijn indien er in de eerste echte warme voorjaarsweken nog steeds verwerking van producten plaatsvindt.

Periode om steady state te verkrijgen m.b.v. de mistunit

Praktisch gezien is er gekozen voor één bedrijf per week om zodoende een inventarisatie op verschillende bodemtypen en gewasgroepen te kunnen realiseren. Mogelijk is er geen steady state bereikt binnen zo'n week. Het vermoeden bestaat dat wanneer een mistunit langer wordt ingezet het effect beter meetbaar is.

Verwarmde en onverwarmde sorteerinrichtingen

Gebleken is dat een Reldair mistunit niet verenigbaar is met werkruimten waar gebruik wordt gemaakt van heteluchtverwarming. Beide systemen beïnvloeden elkaars werking voortdurend. Het koelen van de lucht, veroorzaakt door de mistunit, en het verwarmen, gestuurd door de thermosstaat van de heteluchtunit wisselden elkaar in snel tempo af.

Berekeningswijze

De betrouwbaarheid van de gevonden waarnemingen zijn statistisch getoetst op basis van rekenkundige gemiddelden. In de arbeidshygiëne wordt echter doorgaans gerekend met de geometrische gemiddelden. Deze gemiddelden vallen iets lager uit. Voor de toetsing aan de MAC-waarden zijn in de tabellen daarom ook de geometrische gemiddelden weergegeven.

Bouwwijze

De bouwwijze van sorteerruimten en schuren blijkt in de boomteelt erg te verschillen. De sorteer en verwerkingsruimten verschilden onder meer qua inrichting, ventilatie, verwarming, volume, daglicht/ verlichting en ondergrond. De personen die werden bemeten stonden, voor zover mogelijk verdeeld, over de ruimte. Het type verwerkte of gesorteerde boomkwekerijgewas verschilde van persoon tot persoon en van uur tot uur. Het aantal medewerkers dat gelijktijdig in de ruimte werkten, varieerde tussen 3 en 17.

Gekozen proefopzet in relatie tot de stofbronnen

De verschillende stofbronnen zijn niet afzonderlijk te kwantificeren. Op de vraag welk percentage van de gevonden hoeveelheid respirabel stof bijvoorbeeld rechtstreeks afkomstig is van het wortelgestel dat wordt verwerkt, kan daarom geen antwoord worden gegeven. Dat maakt het geven van advies over zinvolle beheersmaatregelen moeilijk. De metingen zijn namelijk een tijdgewogen gemiddelde.

Type gewas

Het type gewas lijkt invloed uit te oefenen op de blootstelling van medewerkers. Opvallend was de zijn de hoge meetwaarden bij de verwerking van *Pyrus*. Deze worden droger bewaard, in verband met bewaarschimmels, waardoor er bij het sorteren meer stof vrijkomt.

Heftrucks of ander “verkeer”

In loodsen waar gebruik wordt gemaakt van heftrucks is waargenomen dat deze oorzaak zijn van het ontstaan van grote stofwolken. Bij drogende lucht als gevolg van mooi weer is een constant vochtige vloer een mogelijkheid om overmatige stof door het rijden met heftrucks te verminderen.

9 CONCLUSIES

In dit onderzoek is de hoeveelheid en de kwaliteit van stof gemeten waaraan werknemers in de boomteeltsector blootstaan bij de verwerking van geroid wortelgoed op verschillende grondsoorten waarop boomkwekerijgewassen worden geteeld. Tevens is de bijdrage van kunstmatige mist (dry-fog) op het verminderen van de blootstelling aan stof nagegaan.

Geconcludeerd wordt dat:

- De blootstelling van werknemers aan respirabel hinderlijk stof op verschillende grondsoorten zich steeds ruim onder de daarvoor gehanteerde normen bevond.
- De blootstelling van werknemers aan respirabel kwartsstof zich op alle drie geïnterpreteerde grondsoorten op of dicht tegen de daarvoor gehanteerde normen bevond.
- De blootstelling aan respirabel kwartsstof zich in ongeveer eenderde van de metingen boven de daarvoor in Nederland gehanteerde MAC-waarde bevond.
- De blootstelling aan respirabel kwartsstof vooral een aandachtspunt vormt bij de verwerking van op zandgronden geteelde boomkwekerijgewassen.
- Kunstmatige mist, zoals getoetst in deze meetopzet, geen betrouwbare bijdrage levert in het terugdringen aan de blootstelling aan respirabel stof of kwartsstof. Kunstmatige mist lijkt in die zin geen effectieve beheersmaatregel om de blootstelling aan stof te verminderen.

10 MOGELIJKE BEHEERSMAATREGELEN

Aan beheersmaatregelen m.b.t. stofblootstelling is in de boomteelt nooit eerder onderzoek verricht. Afgeleid onderzoek uit andere tuinbouwsectoren zou een beter inzicht kunnen geven van de mogelijkheden. Bedrijven die werk willen maken van het beperken van de belasting aan stof wordt aanbevolen daarvoor de arbeidshygiënische strategie te hanteren.

Uit deze inventarisatie kan wel een vermoeden worden uitgesproken wat in de boomteelt de belangrijkste stofbronnen zijn en welke eenvoudige maatregelen genomen kunnen worden om de blootstelling van personeel aan stof te verminderen. Hieronder enkele mogelijkheden:

- Bij gebruik van heftrucks in loodsen wordt aanbevolen de vloer goed vochtig of nat te houden. Dit geldt tevens voor loodsen waar met vrachtwagens wordt gereden. Het gemotoriseerde verkeer lijkt een van de belangrijkste stofbronnen.
- Indien het boomkwekerijproduct vochtig is bij de verwerking zullen deze in veel mindere mate stof vormen. Het bevochtigen van het product voor verwerking kan ook voor de vitaliteit van het product geen kwaad.
- Voor werknemers die geen problemen hebben met het dragen van stofkapjes zijn stofkapjes van het type P3 het best bruikbaar. Deze geven ook bescherming tegen de fijnste stofdeeltjes.
- Sorteerruimten met een betonvloer kunnen het best worden gereinigd door industriële stofzuigers met een absoluut filtersysteem dan door vegen van de vloeren. Vegen veroorzaakt veel ruimtelijk stof.
- Kunstmatige mist kan een bijdrage leveren indien deze buiten werktijden ('s nachts) wordt ingezet op 100% RV. De ruimte is dan vochtig als de werkdag aanvangt en zal het ontstaan van stof remmen.
- Zorg voor een goede ventilatie van de sorteer en werkruimten. Dat wil zeggen toevoer van "verse" lucht en afvoer van "verontreinigde" lucht.

11 AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

De gevonden waarden voor respirabel kwartsstof geven aanleiding tot vervolgonderzoek. Hierbij zou specifiek gekeken dienen te worden naar:

- De effectiviteit van mogelijke stof beheersmaatregelen voor loodsen en sorteerruimten op boomkwekerijbedrijven.
- De mogelijkheden van een voorlichtingscampagne waarin personeel wordt voorgelicht over de risico's van langdurige blootstelling aan hoge stofconcentraties.
- Opnemen van de stofproblematiek in gecombineerde zorgsystemen voor de boomteelt.

12 DANKWOORD

Ir. Peter Tamsma (Relan Arbo) bedanken wij voor de goede samenwerking. Voor het veelvuldig opbouwen en weer afbreken en het onontkomelijke “gesleep” met de mistunit van het ene bedrijf naar het andere, kris-kras door Nederland, is een woord van dank op z'n plaats voor de collega's Jan Brouwer, Bertus Meijer en Frank Nouwens. Jan Sieverink wordt bedankt voor de statistische verwerking van de waarnemingsresultaten.

Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de prettige medewerking van de deelnemende bedrijven en hun medewerkers. Voor het advies en het bouwen van een bruikbare mobiele mistinstallatie wordt Leo Adler (Reldair) hartelijk dank gezegd. Jan van Dam (DAMCON) wordt bedankt voor het bouwen van veilige robuuste standaards voor de ventilatoren.

Drs. M.B.M. Ravesloot
Gewasonderzoeker laanboomteelt
Boomteeltpraktijkonderzoek

Ing. R.H.T. Hoervers RAH
Arbeidshygiënist
Relan Arbo

13 BIJLAGE I Onderzoeksteam

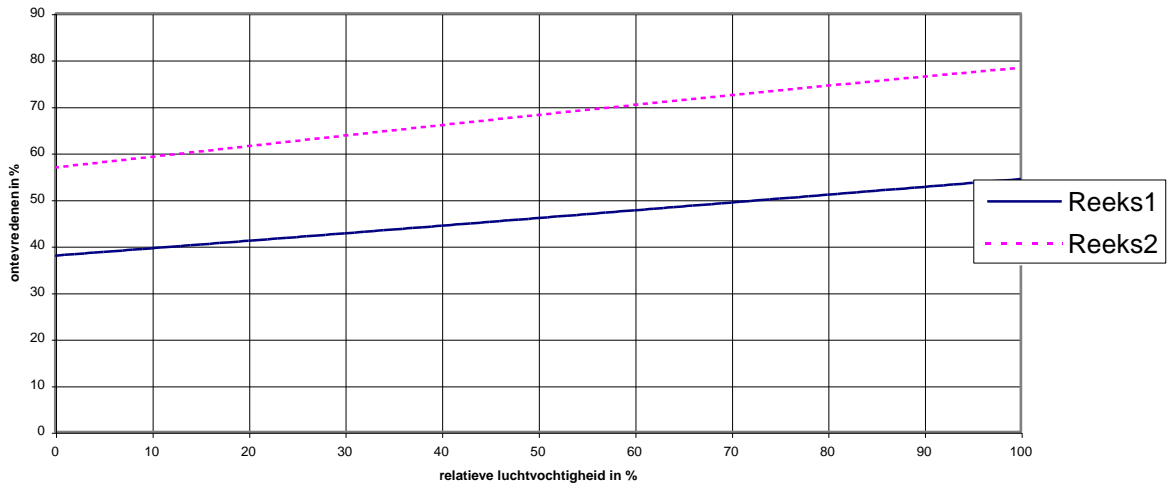
Boomteeltpraktijkonderzoek
Jan Sieverink (statistiek)
Frank Nouwens (uitvoering)
Bertus Meijer (uitvoering)
Jan Brouwer (uitvoering)
Marc Ravesloot (projectleider/uitvoering)

Relan Arbo
Ronald Hoevers (uitvoering)
Peter Tamsma (projectleider)

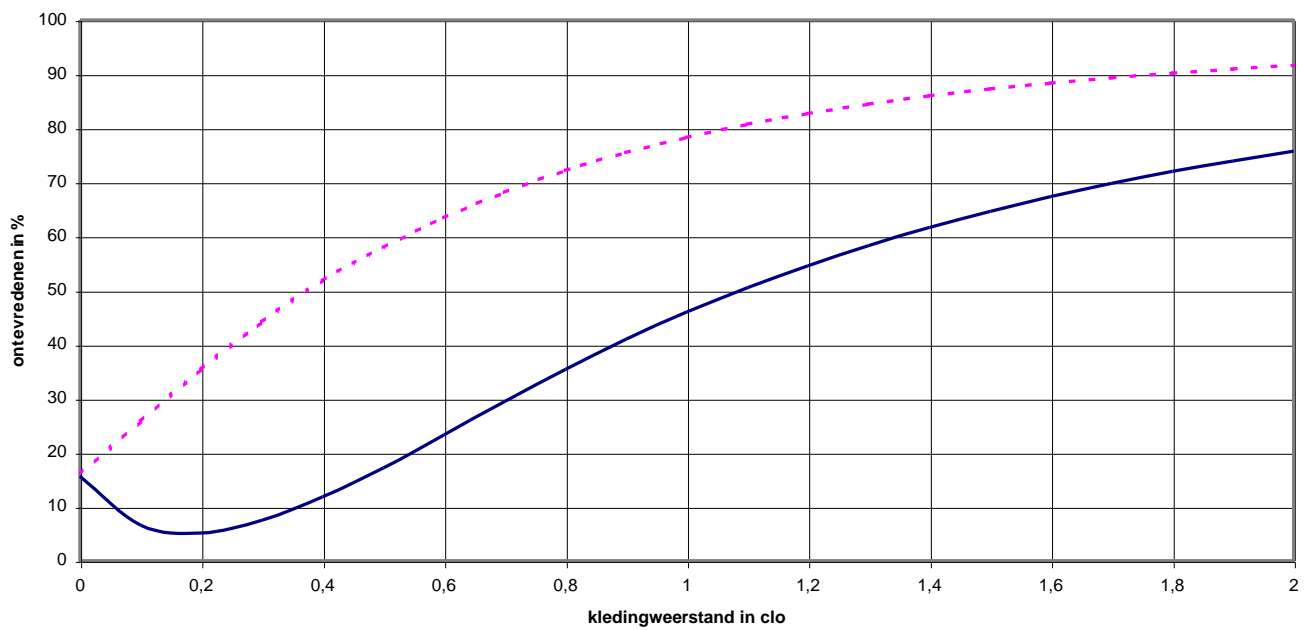
14 BIJLAGE II Regressieanalyses

15 BIJLAGE III Modelberekeningen Methode van Fanger

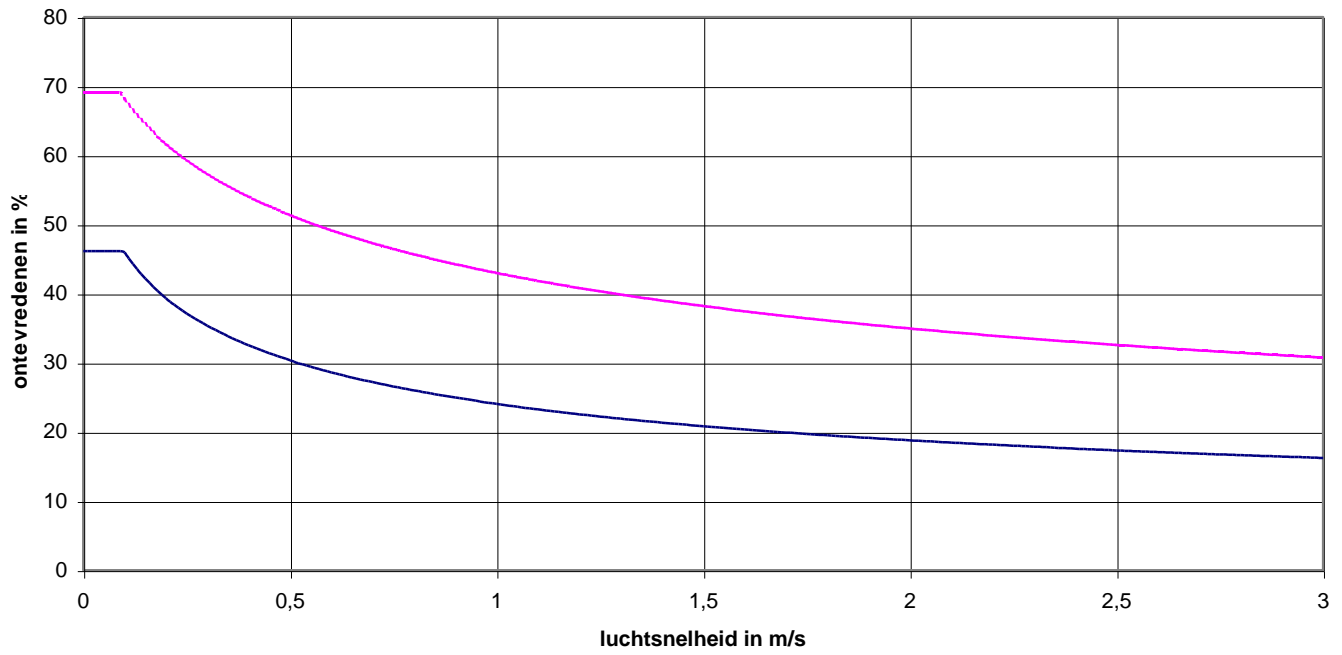
invloed luchtvochtigheid



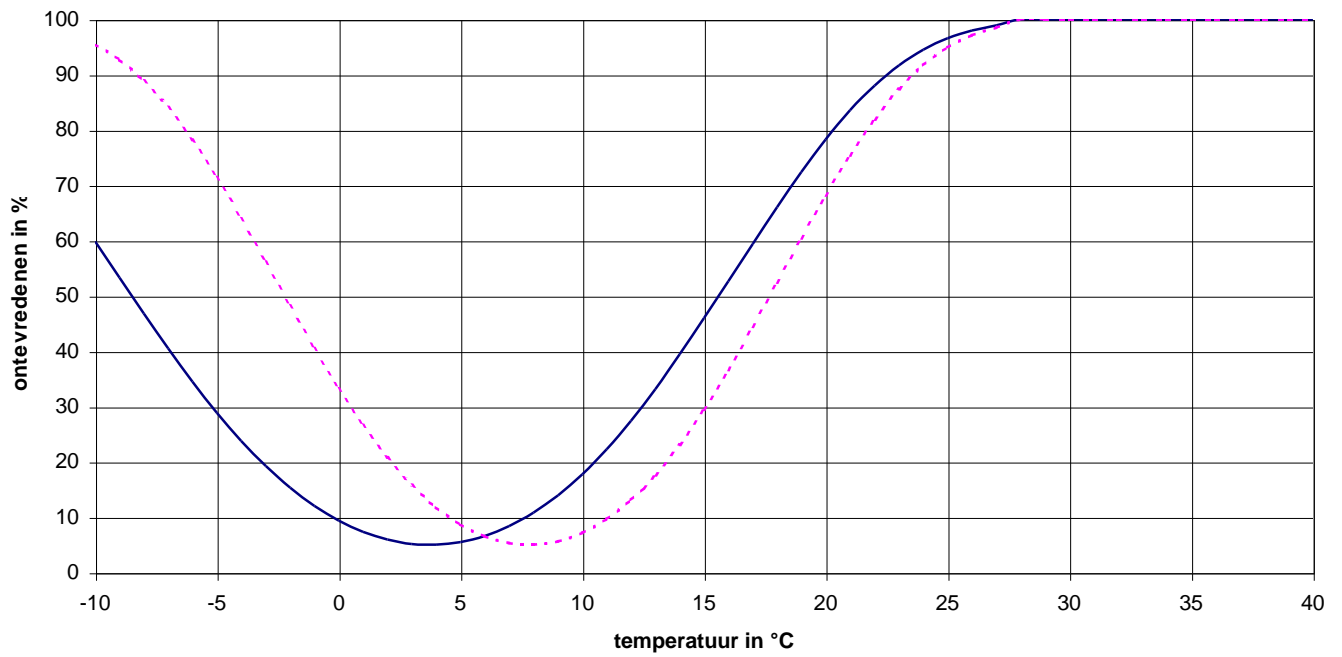
invloed kledingweerstand



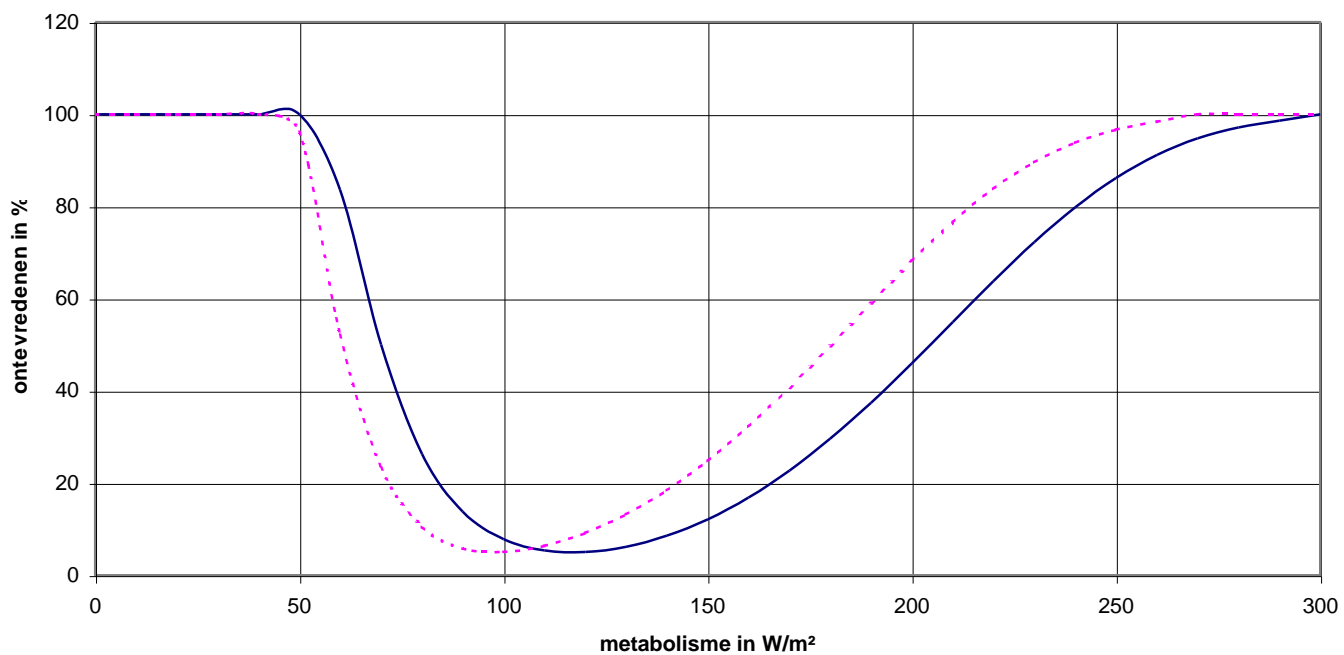
invloed luchtsnelheid



invloed temperatuur



invloed metabolisme



16 BIJLAGE IV Figuren en tabellen

Tabel 10. Vergelijking respirabel stof vóór (1) en na (2) inzet miststelsysteem en de reductie (of toename) van de blootstelling aan respirabel stof.

<i>Respirabel stof meting 1 (mg/m³)</i>	<i>Respirabel stof meting 2 (mg/m³)</i>	<i>Verskil vóór en na inzet miststelsysteem (+ is hoger, - is lager dan eerste meting in mg/ m³)</i>
0.47	0.63	+ 0.16
0.53	1.58	+ 1.05
1.33	0.73	- 0.60
0.38	0.40	+ 0.02
<0.06	0.18	+ 0.12
0.12	<0.06	- 0.06
0.49	0.43	- 0.06
0.65	0.82	+ 0.17
0.16	0.34	+ 0.18
<0.07	0.77	+ 0.70
0.86	1.91	+ 1.05
0.94	0.51	- 0.43
0.36	<0.06	- 0.30
0.36	<0.11	- 0.25
0.18	0.25	- 0.07
0.40	0.52	+ 0.12
0.15	0.31	+ 0.16
0.14	0.31	+ 0.17
0.34	0.43	+ 0.09
0.64	0.60	- 0.04
0.59	0.37	- 0.22
0.57	0.58	+ 0.01
0.62	0.44	- 0.18
0.53	0.90	+ 0.43

Tabel 11. Vergelijking kwarts vóór (1) en na (2) inzet miststelsysteem en de reductie (of toename) van de blootstelling aan kwartsstof.

<i>Kwarts meting 1 (mg/m³)</i>	<i>Kwarts meting 2 (mg/m³)</i>	<i>Verskil vóór en na inzet miststelsysteem (+ is hoger, - is lager dan eerste meting in mg/ m³)</i>
NB	NB	NB
NB	0.120 *	NB
0.040	0.040	-/+ 0.0
NB	0.100 *	NB
NB	0.051	NB
NB	< 0.00	-/+ 0.0
0.060	0.045	- 0.015
NB	NB	NB
0.044	0.039	- 0.005
NB	0.036	NB
0.041	0.127 *	+ 0.086
0.039	0.059	+ 0.020
0.066	NB	NB
0.066	NB	NB
NB	NB	NB
0.099 *	0.072	- 0.028
NB	NB	NB
NB	NB	NB
NB	NB	NB
0.074	0.085 *	+ 0.011
NB	NB	NB
0.120 *	0.062	- 0.058
NB	NB	NB
NB	0.130 *	NB

Totaal aantal metingen respirabel (hinderlijk) stof: 48

Totaal aantal analyses respirabel kwarts stof: 24 (dalgrond: 8, kleigrond: 7, zandgrond: 9)

NB = waarde niet bekend (niet laten analyseren of kunnen berekenen)

< 'getal' = onder detectiegrens van 'getal' mg/m³

Tabel 12. Toename of afname van het percentage kwarts in de respirabele stofmonsters, daarbij het grondtype of grondsoort.

Grond -type	Kwarts stof meting 1 (mg/m ³) Actie: 0.015	Kwarts stof meting 2 (mg/m ³) Actie: 0.015	Kwarts- gehalte Monster 1 (in %)	Kwarts- gehalte Monster 2 (in %)	Vershil in % kwarts (+ is toename, - is afname)
Dal	NB	NB	NB	NB	NB
Dal	NB	0.120	NB	8	NB
Dal	0.040	0.040	3	5	+ 2
Klei	NB	0.100	NB	25	NB
Klei	NB	0.051	NB	28	NB
Klei	NB	< 0.00	NB	<ND	NB
Zand	0.060	0.045	12	10	- 2
Zand	NB	NB	NB	NB	NB
Zand	0.044	0.039	28	11	- 17
Dal	NB	0.036	NB	5	NB
Dal	0.041	0.127	5	7	+ 2
Dal	0.039	0.059	4	12	+ 8
Klei	0.066	NB	18	NB	NB
Klei	0.066	NB	18	NB	NB
Klei	NB	NB	NB	NB	NB
Zand	0.099	0.072	25	14	- 11
Zand	NB	NB	NB	NB	NB
Zand	NB	NB	NB	NB	NB
Klei	NB	NB	NB	NB	NB
Klei	0.074	0.085	12	14	+ 2
Klei	NB	NB	NB	NB	NB
Zand	0.120	0.062	21	11	- 10
Zand	NB	NB	NB	NB	NB
Zand	NB	0.130	NB	14	NB

Actiewaarden zijn 20% van de MAC (Maximaal Aanvaarde Concentratie) zoals gehanteerd door de Arbeidsinspectie

MAC-waarde Respirabel (hinderlijk) stof: 5 mg/m³.

MAC-waarde Respirabel kwartsstof: 0.075 mg/m³.

..... = overschrijding 20% van MAC-waarde

* = overschrijding MAC (TGG 8 uur)

Aantal overschrijdingen MAC-waarde Respirabel (hinderlijk) stof: 5 mg/m³:

0/ 48

Aantal overschrijdingen MAC-waarde Respirabel kwartsstof: 0.075 mg/m³:

7/ 24

Aantal overschrijdingen 20 % MAC-waarde Respirabel (hinderlijk) stof: 1 mg/m³: 3/ 48

Aantal overschrijdingen 20 % MAC-waarde Respirabel kwartsstof: 0.015 mg/m³: 23/ 24

MAC-TGG = maximaal aanvaarde concentratie als tijdgewogen gemiddelde





