

50,-

TNO-rapport
PML 1990-C119

november 1990

Adembeschermingsmiddelen in de glastuinbouw:
niveau en duur van de bescherming

Auteur(s):

P.J. Baak
L.A.W.M. Steenweg
J.J.G.M. van Bokhoven

Aantal pagina's:

77

Aantal bijlagen:

2

Aantal figuren:

35

Aantal tabellen:

13

Opdrachtgever:

Stichting Gezondheidszorg Agrarische Sectoren,
's Gravenhage

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 Onderzoeks-
opdrachten 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

Nederlands Instituut voor
Arbeidsomstandigheden NIA
bibliotheek-documentatie-informatie
De Boelelaan 30, Amsterdam-Buitenveldert

ISN-nr.
plaats
datum

11.727
49-158

13 AUG. 1992

Samenvatting

Op verzoek van STIGAS is onderzocht in welke mate gangbare adembeschermende middelen in de specifieke situatie van de glastuinbouw de concentratie aan geïnhaleerde toxische stoffen reduceren. Het blijkt dat in alle gevallen van toepassing van bestrijdingsmiddelen afdoende reductie mogelijk is. Een volgelaatsmasker met filter-ventilator voldoet in alle praktijk-gevallen; naargelang de reductie van de geïnhaleerde stoffen minder sterk kan zijn komen ook lichtere vormen van adembescherming in aanmerking: volgelaatsmasker, halfmasker met filter-ventilator, kap of helm met filter-ventilator en, in beginsel, halfmasker en filtrerend gelaatstuk. De protectie van de laatste is evenwel teleurstellend laag.

De toepassing van een anti-gasfilter in combinatie met een anti-aërosolfilter is nodig wanneer de MAC-waarde van de actieve component lager is dan zijn verzadigde dampspanning. De effectiviteit van een anti-gasfilter is in tegenstelling tot die van een anti-aerosolfilter beperkt in gebruiksduur; een indicatie hiervoor wordt gegeven .

Instructie aan de gebruiker en onderhoud van adembeschermende middelen zijn van wezenlijk belang. Met name uitademventielen vormen voor het protectieniveau een uiterst kwetsbare schakel. Omdat individueel zeer significante afwijkingen in protectieniveau, zowel in positieve als in negatieve zin kunnen voorkomen, wordt aanbevolen dat de gebruikersgroep de beschikking krijgt over een faciliteit waar individueel de mate van bescherming kan worden vastgesteld.

Summary

At the request of STIGAS it was investigated to what extent current means of respiratory protection reduce the concentration of inhaled toxic substances in the specific situation of greenhouse horticulture. It appears that in all cases of pesticides an effective reduction is possible. As far as protection is concerned, a power ventilated full facemask is satisfactory in all practical situations; as less stringent reductions of inhaled compounds are required, lighter forms of respiratory protection means may be considered: full facemask, power ventilated halfmask, power ventilated hood and helmet and, in principle, halfmask and filtering face piece. The degree of protection of the latter two, however, is disappointingly low.

Application of an anti-gasfilter in combination with an anti-aerosolfilter is necessary when the MAC-value of the active compound is lower than its saturated vapour pressure.

Contrary to the efficacy of an anti-aerosolfilter, that of an anti-gasfilter has a limited time of use; an indication for this time is given.

Instruction of the user and care and maintenance of the equipment are essentially important. Notably exhalation valves constitute an exceedingly vulnerable link for the level of protection.

Since individually very significant deviations in protection, both positive and negative, may occur, it is recommended that the involved group of users have the disposal of a facility that enables the determination of individual protection levels.

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING/SUMMARY	2
	INHOUDSOPGAVE	4
1	INLEIDING	5
2	MATERIAAL	7
2.1	Selectie van het te onderzoeken materiaal	7
3	EXPERIMENTEEL	14
3.1	Gelaatstukken	14
3.2	Filters	29
4	RESULTATEN EN DISCUSSIE	32
4.1	Gelaatstuk	32
4.2	Filters	68
5	CONCLUSIE EN AANBEVELING	69
6	ONDERTEKENING	71
7	REFERENTIES	72
BIJLAGE A	OVERZICHT VAN BIJ TOELEVERANCIERS VOOR DE TUINBOUW VERKRIJGBARE ABEMI	
BIJLAGE B	HET MATERIAAL DAT VOOR HET ONDERZOEK IS AANGE- SCHAFT OF OP HET PML REEDS BESCHIKBAAR WAS	

1 INLEIDING

De Stichting Gezondheidszorg Agrarische Sectoren (STIGAS) heeft het Bureau Humanisering van de Arbeid (HUMAR) TNO in augustus 1989 opdracht verleend om de juiste toepassing van adembeschermende middelen (ABEMI) in de glastuinbouw te onderzoeken. Deze opdracht, genaamd "Effectiviteit van adembescherming bij het werken met bestrijdingsmiddelen in de glastuinbouw" [1] werd omschreven in het onderzoeksprotocol dat eerder in hetzelfde jaar was opgesteld. De vraagstelling omvatte verschillende facetten, die in drie uiteenlopende TNO-instituten werden behandeld. Het Medisch Biologisch Laboratorium van de Hoofdgroep Gezondheidsonderzoek (MBL-HGO) werd belast met het beantwoorden van de vraag welke bestrijdingsmiddelen worden toegepast en op welke wijze; dit laatste zowel wat betreft de formuleringen als aard van de uit te voeren werkzaamheden. Het Instituut voor Zintuigfysiologie van de Hoofdgroep Defensieonderzoek (IZF-HDO) bepaalde, mede op grond van de gegevens van het MBL, hoe gebruikersvriendelijk de diverse typen van ABEMI onder de specifieke condities van de glastuinbouw zijn.

Het PML-aandeel in de opdracht bestond hoofdzakelijk uit een beoordeling van de primaire functie van adembeschermende middelen, nl. de protectie tegen inhalatie van toxische stoffen die zich in de ademlucht bevinden; ook de gebruiksduur van het filter wordt hierin betrokken. Daarnaast is gemeenten hoe groot de extra ademweerstand van deze middelen is en hoe sterk het gezichtsveld beperkt wordt.

Een aspect van wezenlijk belang voor de uitvoering van het PML-aandeel in het onderzoek was de vraag hoe het onderzoeksmateriaal moest worden geselecteerd. Het protocol geeft enkele criteria aan, doch het grote aanbod van merken, elk met zijn eigen karakteristieken, vormde een complicatie. Hoewel a priori niet volledig kon worden uitgesloten dat ook merkeigenschappen in de beoordeling van een bepaald type ABEMI zouden doorwerken, was het onderzoek bewust beperkt opgezet. Het was niet de bedoeling de merites van verschillende merken onderling te vergelijken. De doelstelling van het PML-aandeel in het onderzoek was primair de adembeschermende eigenschappen van uiteenlopende typen ABEMI met elkaar te vergelijken met het oog op toepassing in de glastuinbouw.

De aanpak van het PML-onderzoek hangt nauw samen met de wijze waarop adembeschermende middelen zijn opgebouwd. In het algemeen bestaan zij uit twee componenten:

- (I) een barrière tussen het gelaat of het hoofd van de drager enerzijds en de buitenlucht anderzijds en
- (II) een middel dat de drager van geschikte ademlucht voorziet. De luchtvoorziening is hetzij afhankelijk, hetzij onafhankelijk van de directe omgevingslucht. In het tweede geval wordt de lucht uit een meegedragen voorraad of via een leiding vanuit een bron op afstand aangevoerd. In het geval van

omgevingsluchtafhankelijke voorziening, waarvan in dit onderzoek uitsluitend sprake is, wordt de omgevingslucht door middel van filtratie of adsorptie ontdaan van ongewenste bestanddelen.

Als afgeleide van de wijze waarop de hier relevante adembeschermende middelen zijn opgebouwd, worden de protectie-eigenschappen afzonderlijk aan de barrière en het filter bepaald. Dit is van praktisch belang, omdat elk van de verschillende typen barrière gecombineerd kan worden met verschillende filters. Hoewel niet alle filters met een willekeurig type barrière gecombineerd kunnen worden, is het aantal combinaties zeer aanzienlijk. Een beperkt deel hiervan is in de glastuinbouw van praktisch belang; deze zijn voorwerp van het hier beschreven onderzoek. Bovendien wordt aandacht besteed aan filtrerende gelaatstukken (o.a. de zogenaamde snuitjes), die in feite de twee functies van barrière en filter in één materiaal verenigen.

Ook adembeschermende middelen waarbij sprake is van geforceerde luchttoevoer, blijkt voor de hier relevante doelgroep van groot praktisch belang te zijn. In het Hoofdstuk Selectie van de aangekochte middelen wordt verder ingegaan op de motieven om bepaalde typen en merken van ABEMI in het onderzoek te betrekken.

Ofschoon voor de keuze van de meest geschikte ABEMI in een willekeurig gegeven arbeidssituatie goede documentatie voorhanden is [2], kan voor een groep specifieke gebruikers een meer gericht advies worden opgesteld, dat gebaseerd is op de specifieke werkomstandigheden. Kenmerkend met betrekking tot adembescherming in de glastuinbouw is het werken in een atmosfeer waarin zich bestrijdingsmiddelen bevinden die daar bewust zijn aangebracht. In beginsel zijn de aard en de hoeveelheid van deze toxische stoffen bekend. Dat maakt het beter mogelijk om een verantwoorde keuze te maken uit de beschikbare ABEMI gericht op de gewenste vermindering in atmosferische concentratie. Deze reductie werkt door in de keuze zowel van de barrière als van het filter. Het PML-aandeel in het onderzoek steunde in dit opzicht mede op de gegevens die het MBL in een ander deel van de opdracht had verzameld [3].

Een tweede kenmerk dat met betrekking tot ABEMI voor de glastuinder van belang is, houdt direct verband met de lichamelijke inspanning die verricht moet worden. Deze inspanning kan voor de beoordeling van de duur gedurende welke een anti-gasfilter bescherming biedt, van doorslaggevend belang zijn. Gegevens over de inspanning die tijdens het toepassen van bestrijdingsmiddelen verricht wordt, zijn door het MBL [3] en IZF [4] verzameld en vormden voor het PML één van de uitgangspunten om de experimentele condities voor de evaluatie van de anti-gasfilterexperimenten vast te stellen.

2 MATERIAAL

2.1 Selectie van het te onderzoeken materiaal

Het aanbod van adembeschermende middelen is qua type zeer gevarieerd, terwijl het aantal merken groot is. Het onderhavige onderzoek moet bijdragen aan een oordeel over de geschiktheid van uiteenlopende typen ABEMI voor gebruik in de glastuinbouw; het mikt niet op een vergelijking van de deugdelijkheid van verschillende merken. Een probleem dat hierbij opduikt is de vraag in hoeverre het gekozen materiaal vanwege merkeigenschappen het oordeel van een bepaald type ABEMI beïnvloedt. Ofschoon het materiaal zoveel mogelijk gedefinieerd wordt in termen van eigenschappen die op basis van bestaande kennis relevant wordt geacht, kan de invloed van het merk niet volledig worden uitgeschakeld. Het is evident dat alleen een vergelijking van verschillende merken van hetzelfde type ABEMI alle merkinvloeden voor een bepaald facet aan het licht kan brengen. Een vergelijkend merkenonderzoek is bewust buiten het onderzoeksprotocol gehouden.

Bij de keuze van de aan te schaffen middelen waren de volgende overwegingen van belang:

1 De criteria uit het onderzoeksprotocol.

Hierin worden wat betreft de barrière vier typen ABEMI met name genoemd. Wat betreft de filters worden zowel het anti-aerosolfilter als het anti-gasfilter genoemd. De gangbaarheid van de verschillende merken dient als maatstaf gehanteerd te worden.

2 De mate waarin de concentratie aan toxische bestanddelen in de ademlucht gereduceerd moet worden.

Het MBL-aandeel in de opdracht geeft de gewenste informatie over de in de kas voorkomende en de tolereerbare geïnhaleerde concentratie aan bestrijdingsmiddelen. De relevante beschermingsniveaux kunnen daaruit worden afgeleid, hetgeen op zijn beurt een indicatie vormt voor het type ABEMI dat uit een oogpunt van protectie kan worden toegepast.

Aangezien de twee hoofdfuncties van een adembeschermend middel, te weten barrière en filter, gewoonlijk in aparte componenten voorkomen, zijn aparte selecties nodig. Achtereenvolgens zullen deze in de paragrafen 2.1.1 en 2.1.2 ter sprake komen. De tussenvorm, i.c. de filtrerende gelaatsstukken (de "snuitjes") zullen onder de gelaatsstukken aan de orde komen.

2.1.1 Selectie van (filterende) gelaatstukken

Bij het opstellen van het onderzoeksprotocol is op grond van de verwachtingen ten aanzien van de gewenste reductiefactoren ervan uitgegaan dat de volgende typen ABEMI onderzocht zouden moeten worden:

- halfmasker
- volgelaatsmasker
- volgelaatsmasker, met voorziening ter handhaving van overdruk binnen het masker
- "airstream" helm

Op grond van de bevindingen van het MBL met betrekking tot de voorkomende en de toegelaten concentraties van bestrijdingsmiddelen in de kassen [3] werd vóór de aanvang van het experimentele PML-onderzoek geconcludeerd dat voor het geheel aan toepassingswijzen en voor alle in gebruik zijnde bestrijdingsmiddelen, de wenselijke reductie in concentratie uiteenloopt van een factor 1 (dat wil zeggen reductie is niet nodig) tot een factor 500. Dit leidde direct tot de conclusie dat het domein van "gewenste protectiefactoren" (gedefinieerd als de concentratie in de omgeving gedeeld door de hoogste tolereerbare concentratie binnen het masker) niet op optimale wijze door de in het protocol voorgestelde typen ABEMI werd bestreken. Tabel 1 vermeldt de zogenaamde nominale protectiefactoren van de relevante middelen die ongeveer in het verlangde bereik liggen. De nominale protectiefactor is gedefinieerd als de beschermingsfactor die een bepaald adembeschermend middel minimaal behoort te halen; de meting ervan geschiedt in een laboratoriumsituatie, waarin praktijkomstandigheden worden nagebootst. De gegeven waarden zijn ontleend aan een Europese conceptnorm [5].

Tabel 1 Nominale protectiefactoren [5]

type gelaatstuk of barrière	normkenmerk van het filter	nominale protectiefactor
filtrerend gelaatstuk	FFP1	5
	FFP2	12
	FFP3	50
kwart- of halfmasker met deeltjesfilter	P1	5
	P2	12
	P3	50
volgelaatsmasker met deeltjesfilter	P1	5
	P2	17
	P3	1000
aangeblazen helm of kap met deeltjesfilter	THP1	10
	THP2	20
	THP3	500
aangeblazen kwart-, half-, of volgelaatsmasker met deeltjesfilter	TMP1	20 (10 [*])
	TMP2	100 (10 [*])
	TMP3	2000 (20 [*])

*Ingeval de geforceerde luchttoevoer uitvalt.

Voor een volgelaatsmasker met longautomaat (persluchtmasker) dat continu op overdruk functioneert, wordt in dit document weliswaar geen waarde voor de protectiefactor gegeven, maar deze wordt wel aanzienlijk hoger geschat dan die voor de toestellen uit Tabel 1. Aan de kant van de hoge protectiefactoren werd in het protocol dit persluchtmasker genoemd, waarvan de protectiefactor geschat mag worden op een waarde aanzienlijk boven de 2000. Dit protectieniveau komt dus ruim uit boven de voor de glastuinbouw hoogste verlangde waarde. Om andere redenen werd dit toestel echter niet in het onderzoek betrokken. Een persluchtmasker, dat vooral wordt toegepast wanneer zuurstoftekort mogelijk is of wanneer koolmonoxide in de lucht kan voorkomen, wordt door middel van een zogenaamde longautomaat vanuit luchtcylinders van ademlucht voorzien. Daarbij wordt (vrijwel) steeds overdruk in het masker gehandhaafd. De lucht wordt betrokken uit persluchtcylinders die op de man worden megedragen. Daardoor is een dergelijk toestel tamelijk zwaar (max. 15 kg) terwijl de prijs vergeleken bij de andere toestellen hoog is. Op grond van deze overwegingen is dit toestel niet in het onderzoek betrokken. Wel zijn aangeblazen maskers in het onderzoek opgenomen.

Aan de kant van de lagere protectiefactoren blijken de lichtere doch potentieel nuttige middelen (bijv. de filtrerende gelaatstukken) in het onderzoekprotocol ten onrechte buiten beschouwing te zijn

gebleven. Daarom werd reeds in een vroeg stadium besloten deze middelen in beginsel wèl in het onderzoek te betrekken.

Een compilatie van de in Tabel 1 genoemde en in Nederland verkrijgbare middelen die werd opgemaakt aan de hand van het bij het PML bekende bestand van ongeveer 50 leveranciers van adembeschermingsmiddelen, leverde een onoverzienbaar aantal verschillende producten op dat, wegens het ontbreken van informatie betreffende gebruik in de glastuinbouw, niet goed te ordenen was. Daarom is een andere weg bewandeld om een overzicht te verkrijgen van wat in Nederland in de glastuinbouw gangbaar is met betrekking tot ABEMI. Vijf belangrijke door het MBL genoemde toeleveringsbedrijven van de glastuinbouw werden bezocht. Er werd geïnventariseerd welke merken in aanmerking komende adembeschermingsmiddelen werden verkocht. Tevens werd met deze bedrijven in meer algemene zin gesproken over het gebruik en de toepassing door glastuinbouwers. In Bijlage A wordt een overzicht gegeven van het materiaal dat verkocht wordt. De in Nederland meest bekende en vooraanstaande merken werden hierbij aangetroffen, zodat het niet nodig was met nog andere leveranciers in contact te treden.

Over de aanschaf van het materiaal heeft overleg in de TNO-werkgroep plaatsgevonden, en meer speciaal met het IZF. Uitgangspunt vormde, dat alle relevante protectioniveaus bestreken moesten worden; daarnaast dienden verschillen binnen één type adembeschermingsmiddelen die relevant geacht moesten worden uit een oogpunt van ergonomie of fysiologie, aan bod te komen, uiteraard voor zover de omvang van het onderzoek dit toeliet. Leidraad hierbij was de overweging dat een globale indeling gemaakt moest worden, die recht deed aan de te verwachten subjectief ervaren verschillen tussen adembeschermingsmiddelen. Ofschoon geen dwingende argumenten voor alle details van de uiteindelijk gekozen indeling aangevoerd konden worden, is het gekozen materiaal redelijk representatief en niet zo omvangrijk dat het testprogramma onhandelbaar zou worden. Bijlage B geeft de lijst van aangeschaft materiaal.

Met de aangeschafte middelen komen de volgende typen gelaatstukken aan bod:

- snuitje;
- halfmasker;
- halfmasker, aangeblazen;
- volgelaatmasker;
- volgelaatmasker, aangeblazen;
- ademhelm, aangeblazen;
- kap, aangeblazen.

2.1.2 Aanschaf van filters

In beginsel kunnen de door het MBL genoemde gasvormige en deeltjesvormige componenten in de ademlucht voldoende worden afgevangen met behulp van gangbare gasmaskerfilterbussen. De vraag is welke filters in de gegeven scenario's moeten worden toegepast.

Aangezien de formuleringen alle in deeltjesvorm (vast of vloeibaar) worden verspreid, is een anti-aerosolfilter vereist in al die situaties waarin de concentratie in de ademlucht boven de MAC-waarde kan uitstijgen. Ingeval de verzadigde-dampconcentratie van de werkzame stof hoger is dan de MAC-waarde, dient veiligheidshalve bovendien een anti-gasfilter gebruikt te worden, tenzij wordt aangetoond dat de MAC-waarde na het anti-aerosolfilter niet wordt overschreden. Zolang dit laatste niet vaststaat, is het van belang te weten hoe groot de afvangstcapaciteit is van het anti-gasfilter. In het gebruik bestaat er een zeer belangrijk verschil tussen filters bestemd voor de afvangst van aerosolen (nevels) of van gassen. Een anti-aerosolfilter heeft een gegeven niveau van efficiëntie dat tijdens gebruik niet afneemt, ja zelfs enigszins kan toenemen. Wordt het filter zwaar beladen, dan kan de ademweerstand beduidend toenemen, doordat het filter hetzij verstopt raakt door stof hetzij dichtslaat onder invloed van waterdruppeltjes.

Een anti-gasfilter daarentegen heeft een beperkte afvangstcapaciteit, zodat bij doorgaande aanvoer van damp op zeker ogenblik onvermijdelijk verzadiging optreedt. Hoeveel (toxische) damp kan worden afgevangen is sterk afhankelijk van een aantal factoren zoals concentratie van de damp, luchtvochtigheid, temperatuur, wateroplosbaarheid, ademsnelheid. Een precieze voorspelling is zelfs wanneer alle relevante condities bekend zijn, met behulp van de thans bekende modellen niet mogelijk. Ook de testkeuringen volgens DIN of CEN-normen, die in feite niets anders beogen dan een kwaliteitskeuring te zijn, geven onvoldoende houvast om voor een gegeven situatie een uitspraak te kunnen doen over de verantwoorde gebruiksduur. Dit neemt niet weg dat op basis van de van het MBL verkregen gegevens en meer gerichte experimenten wel een uitspraak over een verantwoorde gebruiksduur gedaan kan worden. In tegenstelling tot het anti-aerosolfilter neemt de ademweerstand van het anti-gasfilter tijdens gebruik zeker niet toe.

Wat betreft de afvangst van druppeltjes of stof bestaan er filters van verschillende efficiëntie, die gedefinieerd zijn door de mate waarin zij een voorgeschreven tweetal aerosolen uit een luchtstroom afscheiden. Deze aerosolen zijn beschreven in een concept-norm prEN van de CEN [6]; één is een vast aërosol (zout), het ander een vloeibaar (paraffine-olie).

In onderstaand overzicht zijn de maximale penetraties van de drie klassen aerosolfilters gegeven. Voor elke klasse is ook een maximale toegelaten luchtweerstand gedefinieerd.

klasse	maximale penetratie (%)	
	zout	paraffine-olie
P1	20	niet gedefinieerd
P2	6	2
P3	0,05	0,01

Aangezien de feitelijke voorkomende deeltjes veel groter zijn (doorgaans ongeveer 5 μm) dan de deeltjes uit de norm (ongeveer 0,5 μm), worden zij veel efficiënter afgevangen. Dit houdt in dat de penetratiewaarden in de praktijk lager zijn dan de getallen in de Tabel. Ofschoon penetratiemetingen die voor praktische doeleinden voldoende aan de norm beantwoorden, op het PML uitgevoerd zouden kunnen worden, zijn zij in feite niet nodig, wanneer de filterbussen die worden aangeschaft voldoen aan de DIN-Norm 3181 [7], die model gestaan heeft voor de Europese test met paraffine-olie.

2.1.2.1 Anti-aërosolfilter

Op grond van het in paragraaf 2.1.2 gekozen uitgangspunt zijn anti-aerosolfilters niet gekocht met het oog op het meten van eigenschappen betreffende penetratie maar van weerstand. De standaardisering van gasmaskerfilterbussen is op dit moment op Europees niveau volop gaande. In afwijking van het onder referentie [5] genoemde CEN-document wordt thans in nieuwere conceptnormen [8] gesproken van een andere classificering van penetratie-efficiëntie voor ABEMI met geforceerde luchttoevoer van het type kap of helm. In plaats van drie worden twee klassen voorgesteld. De maximale (initiële) penetraties mogen 0,04 respectievelijk 6 % bedragen; de coderingen zijn TP2 (hoogefficiënt) en TP1 (matig efficiënt). Op analoge wijze wordt in Document N117 van dezelfde Subgroup, ook in augustus 1990 verschenen, een onderscheid in twee klassen gemaakt voor aangeblazen maskers, met de codering TM2 en TM1. De situatie is evenwel nog niet definitief; van praktisch belang is alleen de vraag hoe hoog de penetratie van een gegeven anti-aerosolfilter maximaal kan zijn bij de gekozen gebruikswijze. In tenminste één geval heeft een vooruitstrevende fabrikant zulke coderingen al op een filterbus aangebracht, met name als P3 (bij gebruik van niet-aangeblazen maskers), PM3 (bij gebruik van aangeblazen maskers) en PH2 (bij gebruik van helm of kap); het is evenwel niet langer duidelijk wat de coderingen voor gebruik met ventilator inhouden. Informatie over de penetratie onder specifieke omstandigheden is feitelijk hetgeen voor de gebruiker telt.

De meeste filters die verkocht worden, vermelden een aanduiding voor niet-aangeblazen toestellen. Dit levert dan ook geen verwarring op.

2.1.2.2 Anti-gasfilter

Wanneer een formulering wordt verspreid van een werkzame stof met een verzadigde dampspanning hoger dan de MAC-waarde, dient veiligheidshalve achter het anti-aerosolfilter een anti-gasfilter te worden toegepast. Dit dient ook te gebeuren wanneer vaststaat dat in de kasruimte zelf de MAC-waarde niet wordt overschreden, omdat de op het anti-aerosolfilter afgevangen formulering als dampbron van de werkzame stof kan gaan optreden.

Aangezien alle toegepaste werkzame stoffen (zie Tabel uit de bijlage van het MBL-rapport) hoogkokende organische stoffen zijn, kan een filter toegepast worden van het in de concept-norm van de CEN gedefinieerde type A [9].

Binnen filters van type A bestaan klassen, die van elkaar verschillen door hun adsorptiecapaciteit. Voor filters bedoeld voor niet-aangeblazen toestellen bestaan in oplopende capaciteit filters die gecodeerd zijn als: A1, A2 en A3. De onderlinge verhouding in capaciteiten kan in algemene zin niet in een enkel getal worden uitgedrukt, aangezien deze afhankelijk is van de omstandigheden, zoals aard en concentratie van het gas.

Voor aangeblazen toestellen bestaan ook filters van het type A, die, in oplopende capaciteit, aangeduid worden met TA1, TA2 en TA3. Elk filter in deze serie heeft een lagere capaciteit dan zijn analogon in de reeks voor niet-aangeblazen toestellen, maar, omdat zij, voor zover bij het PML bekend, steeds met twee exemplaren parallel worden gebruikt, is de gebruiksduur van een compleet systeem niet wezenlijk anders. De testen van de anti-gasfilters worden voor de A en de TA-typen namelijk zodanig uitgevoerd, dat er ongeveer eenzelfde relatie naar de praktijksituatie bestaat. De A-filters worden getest bij een luchtstroom van 30 l/min (vergelijk het maximale ademdebiet van 40 l/min bij het toepassen van bestrijdingsmiddelen). De TA-filters worden getest bij een luchtstroom die bepaald wordt door de ventilator in combinatie met masker of helm. Eén en hetzelfde filter kan voor gebruik in een niet-aangeblazen masker dan ook de in de capaciteitsklasse A2 vallen en voor gebruik in een aangeblazen systeem in de klasse TA1. Voor de bepaling van de gebruiksduur in gegeven praktijkcondities is de genormaliseerde klasse-indeling niet opgezet en evenmin geschikt. Er bestaat voor sommige specifieke anti-gasfilters een indicatie-systeem dat de drager van het toestel erop attent maakt, dat de adsorptiecapaciteit verzadigd raakt. In filters voor bestrijdingsmiddelen bestaat een dergelijke voorziening niet. Vanwege de uitermate lage concentraties die hier in het spel zijn, is een praktisch bruikbare ontwikkeling ook niet gemakkelijk te verwezenlijken. Overigens is in het licht van de resultaten van de gebruiksduurmetingen (zie paragraaf 4.2.2) de behoefte hieraan vermoedelijk niet zeer urgent.

Alle filters van dit type bevatten geactiveerde kool als filtermateriaal voor de te verwijderen componenten. Tussen de toegepaste geactiveerde koolsoorten kunnen significante verschillen bestaan. Daarom is de aanschaf van type A gasfilters erop gericht geweest dat verschillende merken (i.c. vijf) werden verkregen.

De gasafvangstexperimenten werden uitgevoerd met losse kool uit deze filterbussen (zie paragraaf 3.2.2).

3 EXPERIMENTEEL

3.1 Gelaatstukken

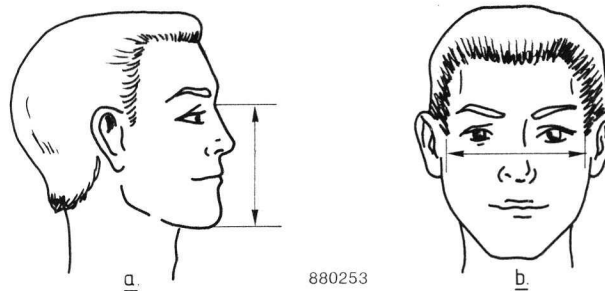
3.1.1 Beschermende eigenschappen

Van de twee typen snuitjes kon er één in het onderzoek naar beschermingseigenschappen betrokken worden. Daarvoor werd het meest populaire en ook goedkoopste maskertje genomen; dit heeft geen uitlaatventiel en geen voorziening voor gasafvangst.

3.1.1.1 Lekkage van de aansluiting op het gelaat of hoofd

De aansluiting van een masker op het gelaat hangt af van de interactie tussen de maskerdrager en het masker. Deze interactie kan niet instrumenteel, bijvoorbeeld met behulp van een proefkop, gemeten worden. De grote verscheidenheid in afmetingen en vormen van gezichten maakt het noodzakelijk de metingen te verrichten aan een panel van proefpersonen dat representatief is voor de groep van gebruikers.

In de literatuur over de evaluatie van maskers is geen algemeen aanvaarde en geverifieerde methode beschreven voor de samenstelling van een panel dat qua gelaatsafmetingen representatief is voor een gebruikersgroep. Als beste benadering wordt hier de methode gevolgd waarbij een selectie wordt gemaakt op basis van twee gelaatsafmetingen die de lengte en de breedte van het gezicht weergeven: de kin-neuswortellengte (mentum-sellion afstand) en de gelaatsbreedte (bizygomatische breedte) [10]. In Figuur 1 zijn deze gelaatsafmetingen gegeven.



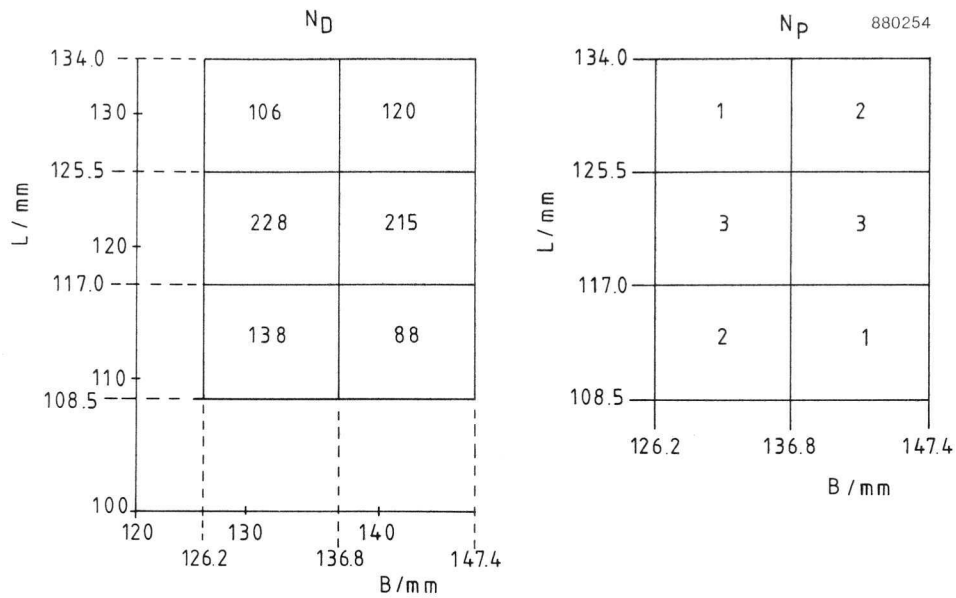
Figuur 1 De twee gelaatsafmetingen waarop de samenstelling van het panel proefpersonen is gebaseerd:
 a) de kin-neuswortellengte
 b) de gelaatsbreedte

De waarden van de gewenste grootheden zijn ontleend aan een recent antropometrisch onderzoek dat is uitgevoerd door het Instituut voor Zintuigfysiologie [11]. Hierbij werden van een duizendtal Nederlandse mannelijke militairen in de leeftijd van 18 tot 55 jaar een groot aantal lichaamsmaten bepaald, waaronder de hier beschreven variabelen. De waarden zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 De waarden voor de gelaatslengte en de gelaatsbreedte, ontleend aan referentie [11]

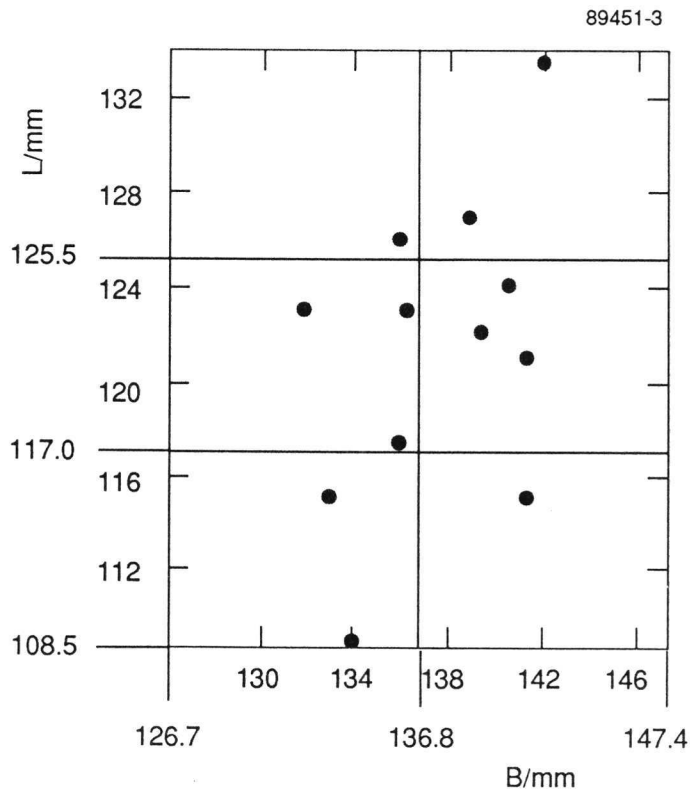
	gelaatslengte (mm)	gelaatsbreedte (mm)
aantal metingen	1005	1001
gemiddelde	121,3	136,8
standaarddeviatie	6,39	5,32

Met deze resultaten als uitgangspunt geven 12 mannelijke proefpersonen onderverdeeld in zes klassen een aanvaardbare representatie van de IZF-steekproef. In Figuur 2 is de verdeling van de IZF-steekproef alsmede de gewenste verdeling van deze twaalf proefpersonen weergegeven. De uiterste grenzen in beide richtingen zijn gekozen als het gemiddelde plus of min tweemaal de standaarddeviatie.



Figuur 2 De verdeling van het aantal individuen uit de IZF-steekproef alsmede de gewenste verdeling van twaalf mannelijke proefpersonen over een representatief testpanel
 L = gelaatslengte.
 B = gelaatsbreedte.
 N_D = aantal individuen uit de IZF-steekproef.
 N_p = aantal leden van het panel.

In Figuur 3 wordt de feitelijke verdeling over de gelaatslengte en de gelaatsbreedte van het mannelijke testpanel weergegeven binnen de zes gekozen klassen.



Figuur 3 De verdeling over de gelaatslengte (L) en de gelaatsbreedte (B) van de leden van het feitelijke testpanel.

De meting van de mate van inlek

De inlek van het masker werd gemeten met behulp van een condensatiekernenteller (fabrikaat TSI Inc). Met dit apparaat wordt de totale lek van een masker gemeten, wat wil zeggen dat alle mogelijke bronnen van lekkage, zoals afsluiting op het gelaat, lekkage van het uitlaatventiel, niet goed vastgedraaide bus etc. gemeten worden. De proefnemingen werden zodanig uitgevoerd dat alleen het gelaatslek en het uitlaatventiel aan de totale lek konden bijdragen. Het apparaat maakt voor het meten van de bescherming gebruik van stofdeeltjes die altijd in normale lucht aanwezig zijn. Het principe van de werking van dit apparaat is als volgt.

Monsterlucht wordt via een pompje door een kamer geleid die gevuld is met verzadigde damp van isopropylalcohol (IPA). Deze IPA-damp condenseert op de stofdeeltjes waardoor hun volume groeit. Met behulp van een laserstraal wordt dan het aantal deeltjes geteld. Door nu afwisselend buitenlucht en lucht uit het masker te meten, wat geregeld wordt door een magneetklep, is het mogelijk de verhouding van de aantallen deeltjes te bepalen. Hieruit volgt direct de waarde voor de protectiefactor, die is gedefinieerd als het quotiënt van het aantal deeltjes in de buitenlucht en het aantal deeltjes in het masker. Met het apparaat is het mogelijk protectiefactoren van 500.000 en kleiner te meten. Wanneer de protectiefactor bekend is, kan het percentage lek hieruit berekend worden.

Bij deze metingen is het noodzakelijk dat het masker is uitgerust met een deeltjesfilter uit de P3-klasse, dat een zo hoge afvangstefficiëntie heeft voor de bij de meting in het spel zijnde deeltjes, dat de penetratie te verwaarlozen is ten opzichte van de overige twee bronnen van inlek. Immers, penetratie van deeltjes door de filterbus als gevolg van een niet-hoogefficiënt filter zou de metingen vertekenen doordat ook deeltjes die niet door het filter worden afgevangen worden meegeteld. Bij sommige maskers echter, met name het snuitje en één van de halfmaskers, waarop alleen een steekfilter paste, was het niet mogelijk een dergelijk filter te gebruiken. In die gevallen werd het masker aan de buitenzijde voorzien van een zeer flexibele lichtgewicht constructie, waarin uit een separate bron deeltjesvrije ademlucht werd geblazen.

Een met adembeschermende middelen vertrouwd proefpersoon brengt het masker onder toezicht van de experimentator optimaal aan op het hoofd of het gelaat. Door de proefpersonen wordt tijdens de meting een ongeveer 20 minuten durend protocol van bewegingstoestanden afgewerkt. Dit protocol is gedeeltelijk afgeleid uit de Europese Normen voor het testen van ABEMI, maar mikt voor wat betreft de lichamelijke inspanning die wordt verricht, op het maximale ademdebiet dat bij het toepassen van bestrijdingsmiddelen voorkomt.

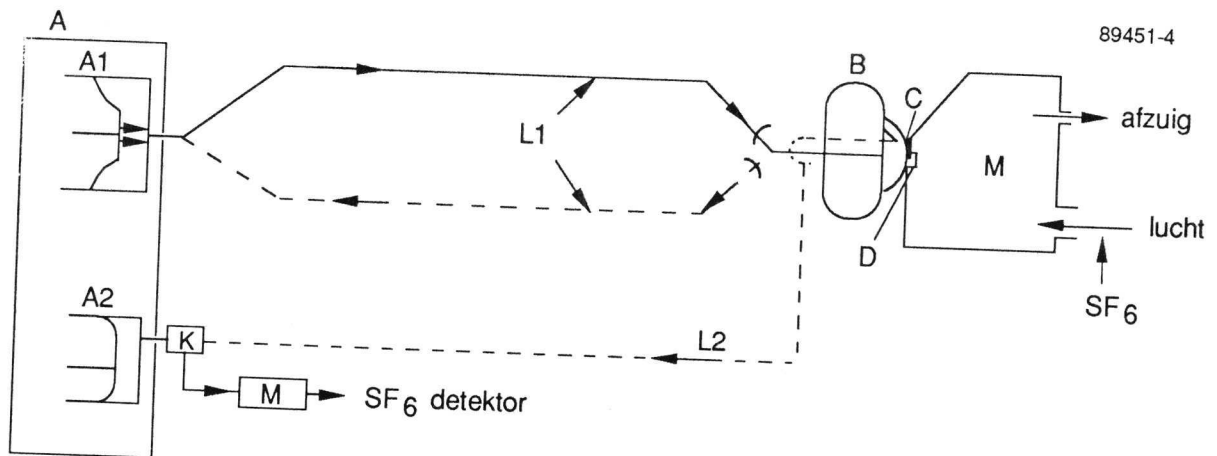
Fietsend op een fietsergometer ("hometrainer") bij een arbeid van 25 watt, werkt de proefpersoon het volgende programma af:

- het hoofd wordt stilgehouden (3 minuten);
- het hoofd wordt van links naar rechts bewogen (3 minuten);
- het hoofd wordt van boven naar beneden bewogen (3 minuten);
- er wordt gesproken (3 minuten);
- het hoofd wordt stilgehouden (3 minuten);
- daarna wordt gedurende 3 minuten op de fietsergometer een arbeid verricht van 100 watt, zodat het ademminutenvolume oploopt van ca 15 liter per minuut naar ca 40 liter per minuut;
- tenslotte wordt in de gevallen waarin een systeem met ventilator wordt getest, gedurende enkele minuten in rust doorgebracht met uitgeschakelde ventilator; wanneer de proefpersoon het te benauwd krijgt, wordt de meting onmiddellijk gestopt.

In de resultaten worden voor elk van de hier genoemde bewegingstoestanden de gemeten waarden gepresenteerd.

3.1.1.2 Afdichting door het uitlaatventiel

De luchtkanalen in een gasmasker zijn zodanig geconstrueerd dat inademlucht uitsluitend via het filter binnenstroomt, terwijl uitademlucht volledig via het uitademventiel het masker verlaat. Tijdens de uitademfase van de ademcyclus sluiten het inlaatventiel in het gelaatstuk en de stuurventielen in het binnenmasker (indien aanwezig) de weg terug naar het filter af; een kleine stroom van uitgeademde lucht door het filter is overigens nog aanvaardbaar. Tijdens de inademfase stroomt de lucht via het filter, inlaatventiel het masker in terwijl het uitlaatventiel voorkomt dat buitenlucht ongefilterd naar binnen zou stromen. Instroming via het uitlaatventiel kan plaats vinden. De ervaring heeft bovendien geleerd dat zelfs een geringe hoeveelheid stof, zand of een enkele haar in het compartiment van het uitlaatventiel rampzalig kan zijn voor de afdichting van het ventiel. De mate van afdichting werd experimenteel bepaald met de methode die hieronder wordt beschreven. Het zogenaamde dynamische lek werd bepaald met een opstelling waarin het gasmasker met behulp van een ademsimulator zo normaal mogelijk functioneert.



Figuur 4 Schema van de opstelling waarmee de lek van het uitlaatventiel op dynamische wijze werd bepaald

A	ademsimulator:	A1 hoofdlong A2 nevenlong
B	proefkop	
C	masker	
D	uitlaatventiel	
K	driewegklep	
L1	hoofdlichtstroom	
L2	monsterlichtstroom	
M	mengkamer	
—>—	luchtstroom tijdens uitademfase	
—<—	luchtstroom tijdens inademfase	
—(—		
—) —	terugslagkleppen	

Figuur 4 geeft een schema van deze opstelling. Het masker (C) wordt op de proefkop (B) geplaatst die twee luchtpijpen heeft: één voor de luchtstroom (L1) die door middel van hoofdlong (A1) de eigenlijke ademhaling simuleert, de ander voor de bemonstering van lucht (L2) binnen het masker. Het uitlaatventiel (D) bevindt zich in een mengkamer waarin een constante zwavelhexafluoride concentratie wordt gehandhaafd door middel van een continue doorvoer van SF₆-gas en lucht. Hoeveel lucht via het uitlaatventiel naar binnen lekt volgt uit de SF₆-concentratie in de gemonsterde lucht. De snelheid van lucht bemonstering is op elk moment een vooraf bepaalde fractie (ca. 5%) van de hoofdstroom; hiermee wordt bereikt dat de SF₆-concentratie instrumenteel gewogen wordt naar de momentane inademsnelheid. De uiteindelijk gemeten concentratie is daardoor juist de gewenste volume-gemiddelde concentratie. Ingeval van bemonstering die in de tijd constant is, zal men een tijd-gemiddelde concentratie verkrijgen.

De door de nevenlong (A2) uit het masker gemonsterde lucht wordt tijdens de uitademfase via een driewegklep (K) naar een mengvat geleid, vanwaaruit een klein stroompje met behulp van een SF₆-detector (type Meltron LH 108) geanalyseerd wordt. De verhouding tussen de SF₆-concentraties in de twee mengvaten geeft direct aan hoeveel lucht via het uitlaatventiel naar binnen gelekt is.

De metingen werden verricht bij drie ademdebieten t.w. 15, 20 en 40 l/min. De waarden van 15 en 20 l/min werden verkregen door 10 ademhalingen per minuut met een teugvolume van 1,5 resp 2 l; 40 l/min werd verkregen door 20 ademhalingen per minuut met een teugvolume van 2 l.

Het systeem werd zo opgesteld dat lek van aanvoerslangen, aansluitingen en gezichtslek uitgesloten is. Daarom kan de gemeten lek volledig toegeschreven worden aan het uitlaatventiel.

Ingeval de resultaten hiertoe aanleiding gaven, dat wil zeggen wanneer het gemeten lek groter was dan toegestaan, werd het uitlaatventiel bevochtigd. Immers in de praktijk is het uitlaatventiel altijd in vochtige toestand daar de uitgeademde lucht (37 °C en 100% RV) condenseert in het uitlaatsysteem veroorzaakt. Daardoor sluit het ventiel beter af dan in droge toestand.

Maximaal toegestane lekkage

De lekkage van het uitlaatventiel vormt naast de gelaatslekkage en de penetratie door het filter één van de significante bronnen van inlek van ABEMI. De maximaal toegestane lek van het uitlaatventiel dient gerelateerd te worden aan de protectiefactoren die, als uitkomst van alle drie bronnen van lekkage, voor het betreffende type ABEMI als maatstaf gehanteerd worden. Hiertoe worden de maximale totale lekkages uit de eerder genoemde "European Draft Guidelines" [5] gehanteerd (zie Tabel 1).

Hieruit valt rechtstreeks af te lezen van welke orde van grootte de lek van het uitlaatventiel op zijn hoogst mag zijn. Redelijkerwijs mag de bijdrage van het uitlaatventiel dan op ongeveer een derde deel van het totaal gesteld worden; de bijdragen zijn dan alle ongeveer even groot. Voor halfmaskers respectievelijk volgelaatsmaskers bedragen de waarden dan $6,6 \cdot 10^{-3}$ (0,66 %) en $0,33 \cdot 10^{-3}$ (0,033 %). Meer precies en concreet worden in de Europese Normen voor de betreffende maskers, EN 140 [12] resp. EN 136 [13], waarden opgegeven die beduidend lager liggen, nl. $5 \cdot 10^{-4}$ (0,05 %) respectievelijk $1 \cdot 10^{-4}$ (0,01 %). Wanneer de ventilator niet in werking is wordt in tegenstelling tot de in het CEN-document genoemde waarde van $pf=20$, de waarde aangenomen zoals die voor het half- of volgelaatsmasker geldt (zie Tabel 1).

Materiaal

De materialen waaraan gemeten werd, waren eerst door het IZF gebruikt voor de experimenten met proefpersonen. Met vier volgelaatsmaskers (verschillende merken) en drie halfmaskers (twee merken) werden de experimenten uitgevoerd.

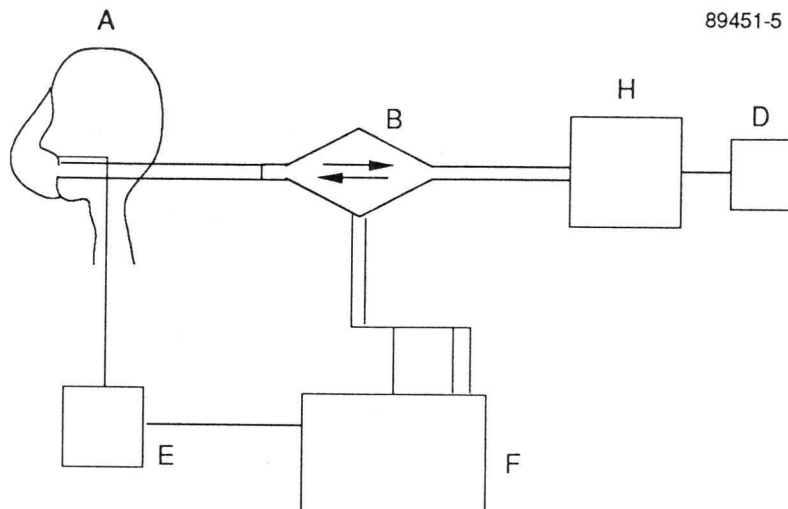
- * **Volgelaatsmaskers.** De volgelaatsmaskers werden voorzien van het bijbehorende filter-ventilator-systeem. Deze systemen zijn alle uitgevoerd met twee filterbussen. Van één merk volgelaatsmasker is geen filter-blower systeem in de handel. Dit masker werd voorzien van een ander merk filter-blower systeem. De systemen werden gebruikt met zo groot mogelijke luchttoevoer. Indien twee schakelstanden aanwezig zijn werd de hoogste stand gebruikt. De metingen werden uitgevoerd met de maskers voorzien van het eigen merk filterbus.
- * **Halfmaskers.** De drie halfmaskers kunnen met betrekking tot meting van de ventiellekkage als volgt beschreven worden:
 - masker met twee uitlaatventielen, één roldraadaansluiting voor een filterbus of filter-ventilator systeem (één inlaatventiel);
 - masker met twee uitlaatventielen, één steekfilter (één inlaatventiel);
 - masker met één uitlaatventiel en twee steekfilters (twee inlaatventielen).

Het halfmasker met twee uitlaatventielen en één roldraadaansluiting werd op twee manieren gemeten: hetzij voorzien van het filter-ventilatorsysteem hetzij van de filterbus.

- * **Helm en kap.** Daar de beschermingsystemen helm en kap geen uitlaatventielsysteem bezitten zijn hiermee geen experimenten uitgevoerd.

3.1.2 Ademweerstand

Aangezien de inademlucht een andere weg aflegt door het masker dan de uitademlucht zijn de luchtweerstand die hierbij optreden in beginsel onafhankelijk van elkaar, behalve bij het snuitje zonder uitademventiel. Zij werden beide gemeten met de opstelling uit Figuur 5.



Figuur 5 Schema van de opstelling waarmee de luchtweerstand van de in- en uitademingsweg als functie van een continu debiet werden gemeten

- | | |
|---|------------------------------------|
| A | proefkop met masker of filterbus |
| B | luchtdebietmeter (type Fleischkop) |
| C | stofzuiger (zuigend of blazend) |
| D | variac |
| E | drukverschilmeter |
| F | XY-recorder |

Nadat in de positie A hetzij de proefkop met masker hetzij een filterbus was aangebracht werd de luchtstroom met behulp van variac (D) en stofzuiger (C) gevarieerd tussen 0 en 160 l/min in één van beide richtingen. Het luchtdebiet en de luchtweerstand, uitgedrukt in een drukverschil over de luchtkanalen van het masker of over het filter werden met behulp van drukverschilmeter (E) en debietmeter (B) op de XY-recorder opgenomen. De experimenten werden op een zodanige wijze uitgevoerd dat geen lekkage langs de gezichtsafsluiting optreedt.

Snuitje, half- en volgelaatsmasker

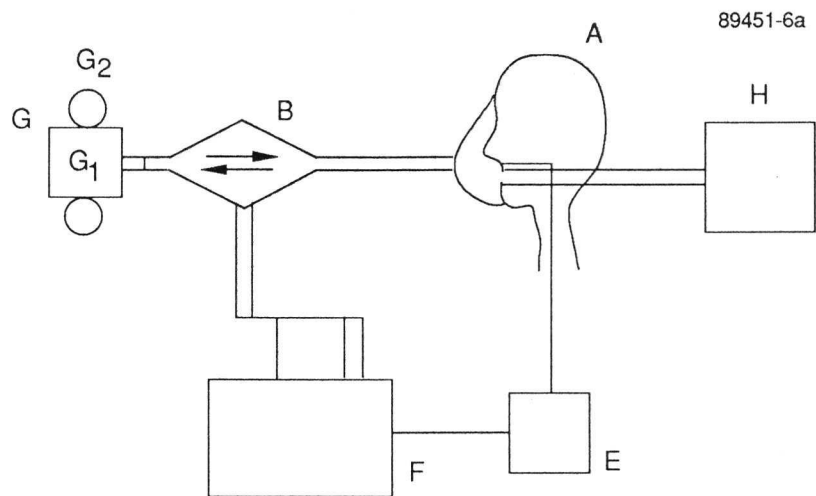
Van de snuitjes, half- en volgelaatsmaskers met de eigen merk filters werden de luchtweerstand bepaald als functie van het luchtdebiet:

inademweerstand:	snuitje
	gelaatstuk (half- en volgelaatsmasker)
	filter(s)
uitademweerstand:	snuitje
	gelaatstuk (half- en volgelaatsmasker)

Filter-ventilatorsystemen

Indien gebruik wordt gemaakt van een filter-ventilatorsysteem treedt ook tijdens de ademhaling een drukverschil op in het masker. Met het systeem dat is uitgevoerd met een ventilator waarvan de luchtopbrengst afhankelijk is van de heersende druk in het masker, wordt in het algemeen ernaar gestreefd dat de aangeblazen hoeveelheid lucht voldoende is om zelfs bij inademen het masker op een geringe overdruk te houden.

De luchtopbrengst door het filter-ventilatorsysteem met de bijbehorende ademweerstand werd gemeten met de opstelling uit Figuur 3.6a. In plaats van een continue luchtstroom werd nu gebruik gemaakt van een ademsimulator (H). Tussen het filterventilatorsysteem (G) en het masker werd de luchtstroom gemeten met de luchtdebietmeter (B) bij een ademminutenvolume van 20 en 40 l/min, gerealiseerd door een ademfrequentie van 10 respectievelijk 20 ademhalingen per minuut bij een ademvolume van 2 liter. De frequentie heeft overigens geen invloed op de maximaal optredende drukverschillen.



Figuur 6a Schema van de opstelling waarbij de luchtopbrengst door het filter-ventilatorsysteem en de weerstanden in het masker worden gemeten tijdens ademen met een ademsimulator.

- A proefkop met masker of filterbus
- B luchtdebietmeter (type Fleischkop)
- E drukverschilmeter
- F XY-recorder
- G filter-ventilatorsysteem: G1 ventilator, G2 filterbussen
- H ademsimulator

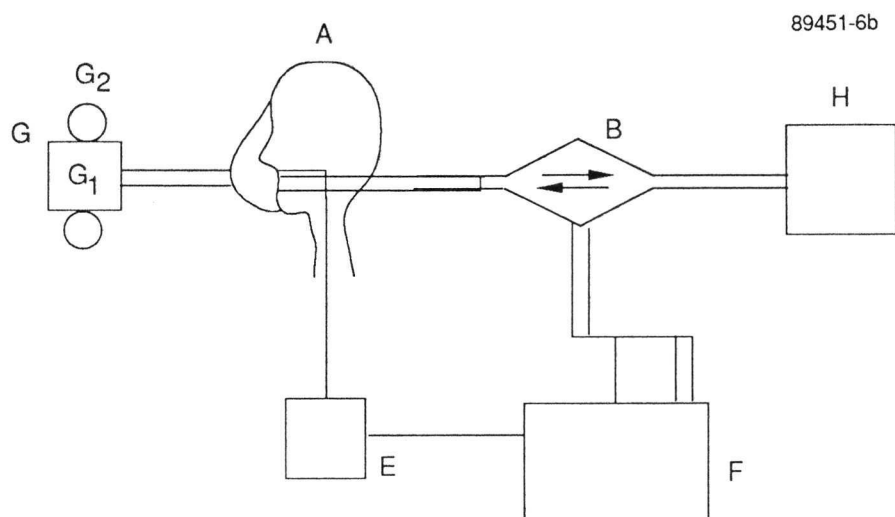
Ademweerstand van de filter-ventilatorsystemen bij niet-werkende ventilator

De weerstanden werden gemeten met de opstelling uit Figuur 6b.

Hierbij is de luchtdebietmeter tussen de proefkop en ademhalingsmachine geplaatst om de volledige ademhaling te kunnen volgen.

Indien de ventilator van het filter-ventilatorsysteem om één of andere reden uitgevallen is wordt geademd door het systeem als zijnde een masker met filter. De maximale weerstanden bij zowel in- als uitademing bij een ademminutenvolume van 20 en 40 l/min werden bepaald.

In plaats van het filter-ventilatorsysteem (2 filters) werd het masker voorzien van het bijbehorende filter en geademd met een ademminutenvolume van 20 en 40 l/min.

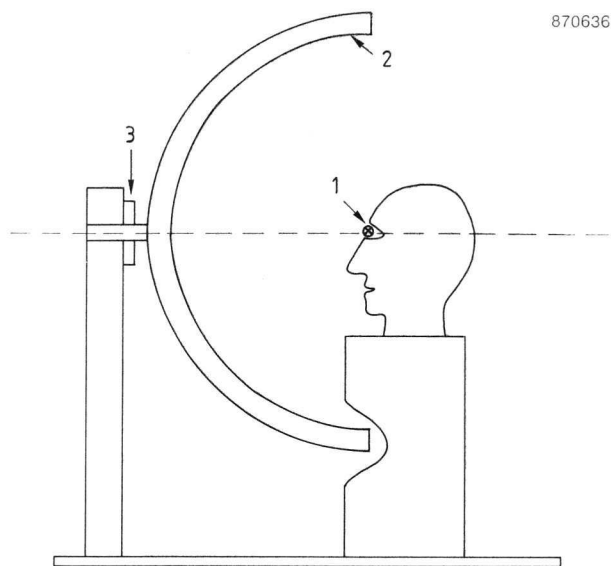


Figuur 6b Schema van de opstelling waarbij de weerstanden en de luchtopbrengst worden gemeten tijdens ademen met een ademsimulator

3.1.3 Gezichtsveldbeperking

Het gezichtsveld van de drager van een adembeschermingsmiddel wordt ten opzichte van het natuurlijke gezichtsveld beperkt door de begrensde afmeting en in geval van een volgelaatsmasker de positie van het gezichtsvenster. De omvang of plaatsing van diverse maskeronderdelen, zoals filterbus, neuskap (indien aanwezig) en uitlaatventielbehuizing kunnen het gezichtsveld verder inperken. Het is duidelijk dat het gezichtsveld in beginsel zo min mogelijk verkleind dient te worden, ofschoon bij voorbaat niet duidelijk is hoe ernstig een inperking in de praktijk voor uiteenlopende spuitwerkzaamheden is (zoals het spuiten laag bij de grond of boven de lichaamslengte).

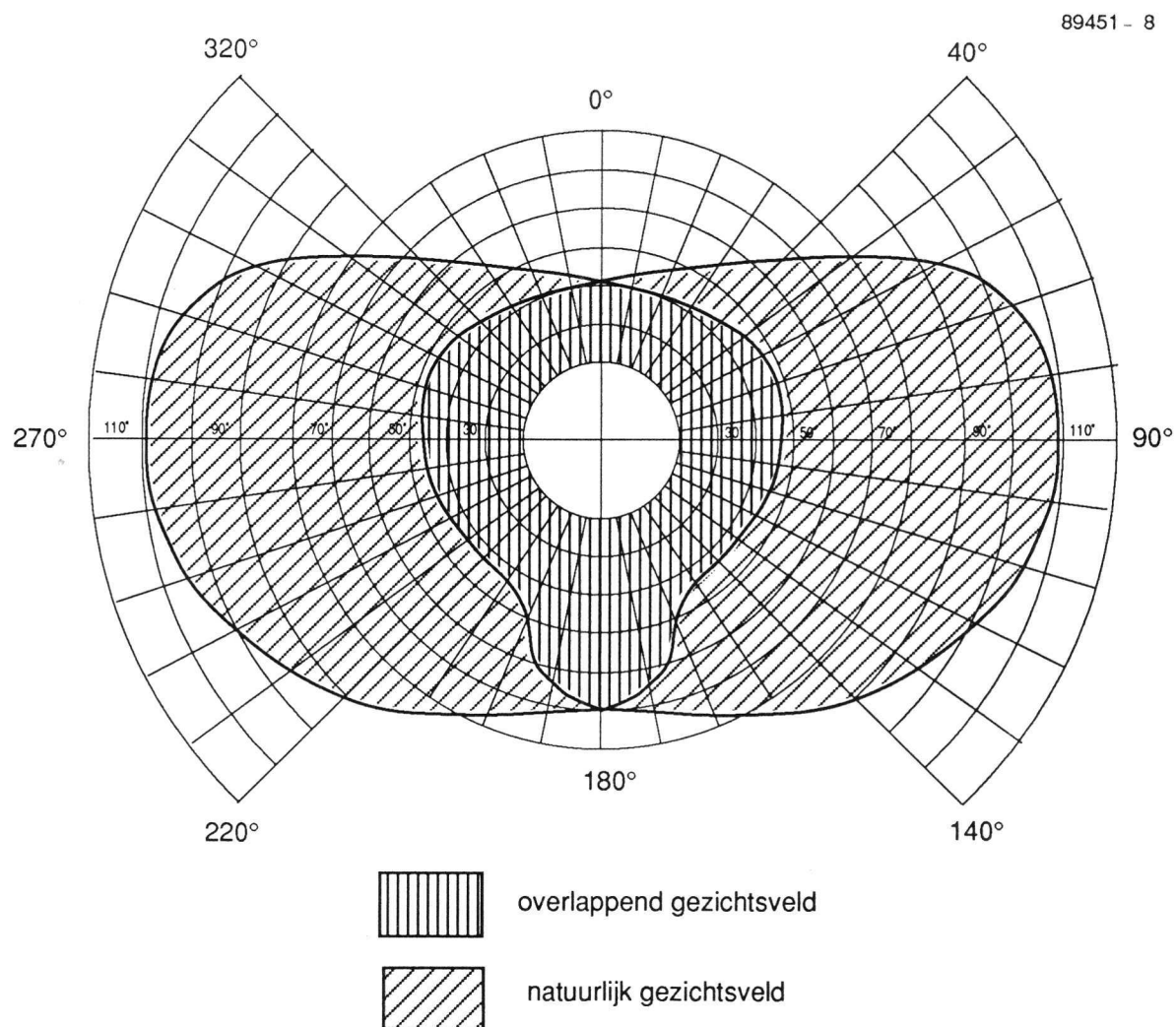
Het gezichtsveld wordt met behulp van een proefkop met een apertometer volgens Stoll gemeten. Vanwege de relatief geringe variatie die verwacht wordt voor verschillende individuen hoeft niet met een panel van proefpersonen gewerkt te worden. De methode wordt beschreven in de Europese Norm EN 140 [12]. Deze houdt in dat de ruimtehoek wordt gemeten van de lichtbundel die ontstaat wanneer een lampje vanuit de positie van één van de ogen licht naar buiten werpt. In de opstelling (zie Figuur 3.7) wordt de proefkop, waarin op de plaatsen van de ogen lampjes zijn aangebracht, in het midden van de halve bol geplaatst zodanig dat het middelpunt zich tussen de lampjes bevindt. De ruimtehoek wordt achtereenvolgens voor elk van de lampjes door middel van de schaduwrand op de gradenboog gemeten. Vervolgens wordt hij in een projectie op het platte vlak afgebeeld. De gradenboog wordt rond de horizontale as telkens 10° verdraaid.



Figuur 7 Schema van de opstelling voor het meten van het gezichtsveld van een masker; (1) gloeilampje, (2) gradenboog die om een horizontale as (----) draaibaar is, (3) gefixeerde gradenboog.

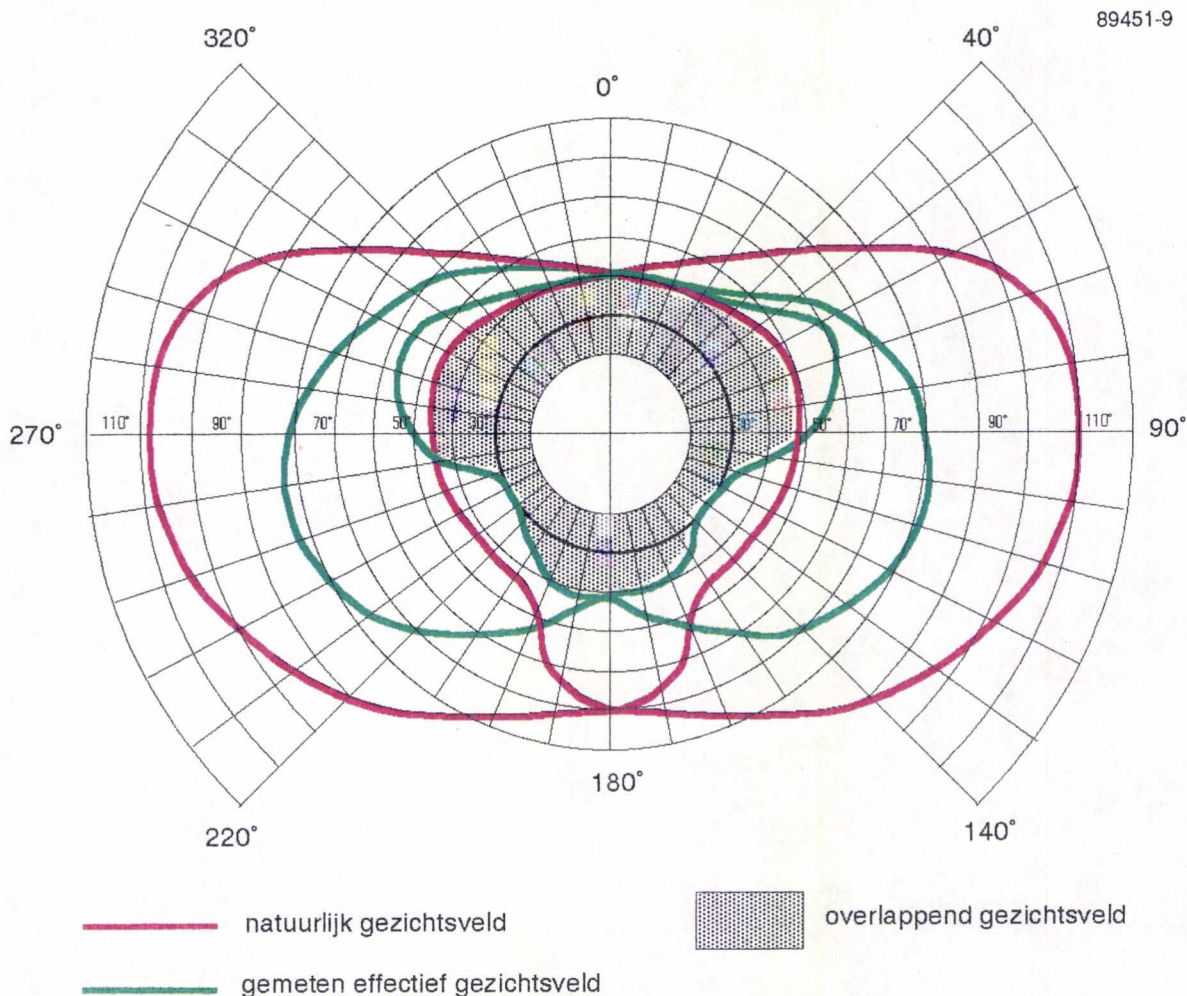
De posities van de gemeten punten van zowel het linker als het rechteroog worden in kaart gebracht op het diagram waar reeds het natuurlijk gezichtsveld volgens Stoll aangegeven is (Figuur 8).

De afbeelding van de zichtbare ruimtehoeken op het diagram is zodanig dat een oppervlakte-eenheid in het diagram overal evenredig is aan de corresponderende ruimtehoek.



Figuur 8 Natuurlijk gezichtsveld volgens Stoll.

De punten worden met elkaar verbonden; op die manier ontstaat een afbeelding van het effectieve gezichtsveld. Een voorbeeld van een gemeten effectief gezichtsveld wordt weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9 Gemeten effectief gezichtsveld

Hierin stelt de onderbroken lijn het gemeten gezichtsveld van een volgelaatsmasker en de gestippelde lijn het natuurlijk gezichtsveld volgens Stoll voor.

Het quotiënt van de oppervlakte van het gebied begrensd door buitenste ononderbroken lijn en de oppervlakte begrensd door de buitenste gestippelde lijn is de maat voor het gemeten effectieve gezichtsveld. Tevens wordt het quotiënt van de oppervlakte van het overlappend effectieve gezichtsveld en het overlappend oppervlak van het natuurlijk gezichtsveld bepaald.

In de resultaten (paragraaf 4.1.3) wordt het effectieve gezichtsveld weergegeven. Voor de oppervlakteberekeningen wordt alléén het oppervlak van het effectieve gezichtsveld binnen het natuurlijk gezichtsveld gebruikt. Dit geldt eveneens voor het effectieve overlappend gezichtsveld. De procentuele waarde van het effectieve gezichtsveld geeft geen indicatie op welke manier de inperking plaats vindt. Bij de presentatie van de resultaten wordt een begrip ingevoerd, de zogenaamde lineaire visuele efficiëntie-index, die gedefinieerd is als het quotiënt van de gezichtshoek met en zonder masker in de

opwaartse, neerwaartse en zijwaartse richting, in het diagram bij resp. bij 0°, 180° en 90° zowel naar links als naar rechts.

3.2 Filters

3.2.1 Anti-aërosolfilters

Zoals eerder gemeld werden slechts metingen verricht om te achterhalen of een weerstandsverhoging als gevolg van waternevel op zou treden. Tijdens het spuiten (nevelen) is er in de omgeving van de persoon een waternevel aanwezig. Bij het inademen wordt de nevel tegengehouden door het deeltjesfilter.

Om te onderzoeken of deze nevel weerstandverhoging tot gevolg heeft tijdens de ademhaling werd het adembeschermingsmiddel, gelaatstuk met bijbehorend filter, op de proefkop geplaatst en met de ademhalings-simulator werd geademd met 40 l/min (20 ademhalingen per minuut met een volume van 2 liter). Tijdens het ademen werd een waternevel gericht op het adembeschermingsmiddel op een zodanige wijze dat op of in het filter een hoeveelheid water aanwezig was die vergeleken bij wat onder praktijkcondities voorkomt, groot was. Gedurende de ademhaling werd de weerstand in het masker gemeten.

3.2.2 Anti-gasfilters

Om een uitspraak te kunnen doen over de capaciteit voor bestrijdingsmiddelen van filterbussen die in de glastuinbouw gebruikt worden, werd gekozen voor een capaciteitsbepaling met de in dit opzicht meest ongunstige stof. Van alle in de tuinbouw gebruikte bestrijdingsmiddelen heeft dichloorvos de hoogste verzadigde dampspanning (1,6 Pa bij 20 °C). De oplosbaarheid in water is erg goed, waardoor hoge luchtvochtigheid de adsorptiecapaciteit voor deze stof relatief weinig aantast; dit pleit tegen het gebruik van dichloorvos als teststof. De alternatieve stof echter die vanwege zijn slechte oplosbaarheid in water het meest geschikt zou zijn, nl. quitozeen, heeft een verzadigde dampspanning die ongeveer twee orden van grootte lager is dan die van dichloorvos, zodat de belading van het anti-gasfilter in absolute zin slechts maximaal ongeveer 0,5 mg per werkdag zou bedragen. Dit is een zo lage waarde dat het te onwaarschijnlijk geacht moet worden dat een hoge luchtvochtigheid de adsorptiecapaciteit voor deze stof belangrijk zou aantasten. Daarom werd besloten dichloorvos als testgas te gebruiken. Een filterbus zal met deze stof dus het snelst beladen zijn en doorslaan.

In de filterbussen worden diverse typen actieve kool gebruikt, zoals schilferkool bestaande uit relatief kleine kooldeeltjes en cilindrisch gevormde kool die uit relatief grote kooldeeltjes bestaat. Uit de anti-gasfilterbussen van vijf verschillende merken werd actieve kool gemonsterd om vast te stellen welke

soort op basis van standaard adsorptiemetingen (stikstofadsorptie bij 77 K) de laagste adsorptiecapaciteit had. Te oordelen naar het uiterlijk van de soorten waren er vier van hetzelfde fabrikaat.

Alle vijf bleken overigens verregaand dezelfde adsorptiecapaciteit te bezitten: een porievolume met poriediameters tot 300 nm van 0,62 tot 0,66 cm³/g en een BET-oppervlakte van 1120 tot 1190 m²/g. Na adsorptiecapaciteit zijn de kinetische eigenschappen van een actieve kool van het meeste belang. Aangezien een filterbus die gevuld is met grote kooldeeltjes, tijdens dynamische adsorptie kinetisch het slechtste adsorptiegedrag zal vertonen werd voor het hier beschreven experiment gekozen voor cilindrisch gevormde kool met de grootste korrelafmeting. De diameter van deze kool was 1 mm, en de lengte was 6 à 8 mm.

De experimenten werden uitgevoerd met een luchtstroom die verzadigd was met dichloorvosdamp. Uit de experimenten met de ventilatoren die hiervoor zijn beschreven blijkt, dat het debiet door een filterbus 1 l/s bedraagt. Dit blijkt dus sterker de limiet van de gebruiksduur te bepalen dan de maximale ademsnelheid tijdens arbeid. Bij een diameter van de filterbus van 10 cm, en dus een oppervlakte van 78,5 cm², kan de lineaire snelheid door de filterbus berekend worden met de formule:

$$v_L = V \cdot O$$

waarin: v_L = Superficiële Lineaire snelheid (cm/s)

V = Debiet door de bus (cm³/s)

O = Oppervlakte van de bus (cm²)

Uit deze formule volgt dat de lineaire snelheid door de bus 12,74 cm/s bedraagt.

Uit experimenteel oogpunt was het onmogelijk om een complete bus bij deze lineaire snelheid met lucht die verzadigd was met dichloorvosdamp te beladen.

Daarom werd gekozen voor een experiment, waarbij geen complete filterbus werd gebruikt, maar waarbij een gedeelte van de kool uit de filterbus werd "ingeregend" in een precisiebuis met een diameter van 5,00 cm, waarbij de laaghoogte van de kool zodanig is gekozen dat hij equivalent is aan de laaghoogte van een A2-anti-gasfilter (in dit geval ongeveer 4 cm). Ook de lineaire snelheid door de kool werd gelijk gehouden aan de lineaire snelheid door de filterbus. Bij een oppervlak van de precisiebuis van 19,63 cm² resulteert dit in een debiet door de buis van 15,0 liter per minuut. Het inregelen van de kool is erop gericht de koolkorrels op de meest compacte wijze in het adsorptiebed te stapelen.

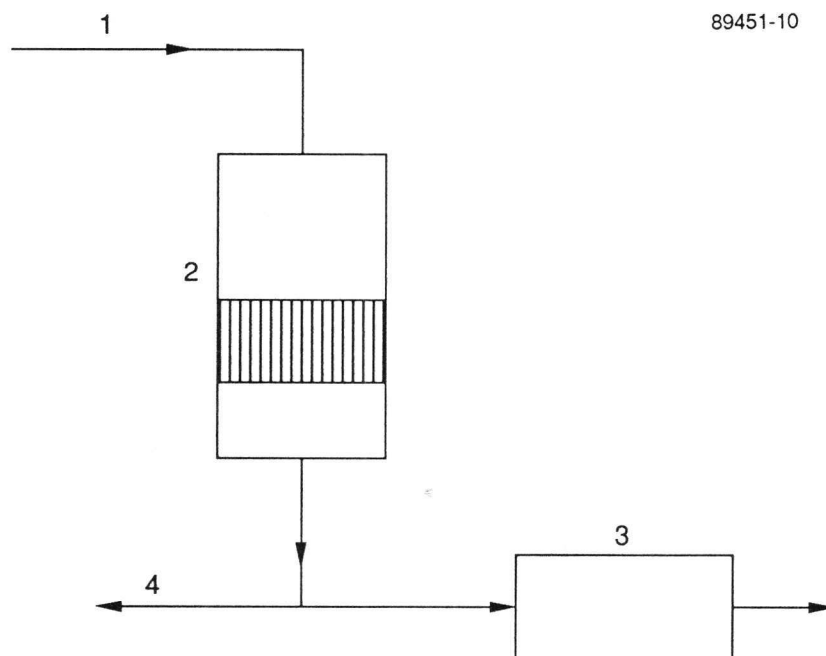
Omdat de relatieve vochtigheid (RV) van de lucht in de kassen hoge waarden kan bereiken werd het experiment uitgevoerd bij een RV-waarde van 95 %. Voorafgaande aan de test werd de kool in evenwicht gebracht met lucht van deze relatieve vochtigheid. De experimenten werden uitgevoerd bij een temperatuur van 25 °C.

De experimentele opzet was als volgt.

Het schema van de opstelling wordt gegeven in Figuur 10.

Een luchtstroom van 15 liter (25 °C, 95% RV) die 150 mg dichloorvos per kubieke meter bevatte, werd over 50 gram kool geleid (E95). De laaghoogte bedroeg 4,0 cm.

De lucht die uit het koolbed kwam werd op gezette tijden geanalyseerd op de aanwezigheid van dichloorvos door gedurende 10 minuten 5 liter lucht door een borrelvat te leiden dat gevuld was met 10,0 ml isopropylalcohol (IPA). 1 µl IPA werd geïnjecteerd in een gaschromatograaf die was uitgerust met een stikstof-fosfor detector (NPD). De detectiegrens van deze analysemethode was 0,05 mg dichloorvos per kubieke meter gemonsterde lucht. De doorbraak van dichloorvos werd gedurende 80 uur belading, verspreid over een periode van 31 dagen, gevolgd.



89451-10

Figuur 10 Het schema van de opstelling om de dichloorvosdampafvangst te bepalen

- 1 Luchtstroom 95% RV, 25 °C; concentratie van dichloorvosdamp: 150 mg/m³
- 2 Precisiebuis met actieve-koolbed; diameter 5,00 cm, gewicht aan kool 50 g (hoogte ongeveer 4 cm)
- 3 Veiligheidskoolfilter
- 4 Luchtstroom voor analyse van dichloorvos

4 RESULTATEN EN DISCUSSIE

4.1 Gelaatstuk

4.1.1 Beschermende eigenschappen

4.1.1.1 Aansluiting op het gelaat of hoofd

De resultaten van de metingen worden grafisch weergegeven in de figuren 10a t/m 10h. Elk van deze figuren stelt een staafdiagram voor van de aantallen proefpersonen die, bij de verschillende bewegingstoestanden, een lekkage binnen gegeven grenzen vertoonden; de onder- en bovengrens van elk interval verschillen een factor 5. Voor alle maskers omvat de aangegeven lekkage ook de bijdrage van het uitlaatventiel, indien aanwezig, maar niet van anti-gas of anti-aërosolfilter(s). In alle gevallen is de lek logaritmisch uitgezet om de brede spreiding in lekkage te kunnen weergeven en de typen onderling te kunnen vergelijken.

De voor de praktijk belangrijke protectiefactoren kunnen uit de gemeten lekkage worden afgeleid door de contributie van het filter (i.c. aerosolfilter) erbij op te tellen. Voor de aangegeven intervalgrenzen zijn de protectiefactoren voor elk van de drie soorten aerosolfilters bovenin het diagram aangegeven. De protectiefactor (pf) wordt uit de gemeten lekkage (α in %) (gelaatslek plus ventiellek) en de filterpenetratie P (in %) afgeleid door middel van:

$$pf = \frac{100}{\text{totale lek}} = \frac{\text{totale lek}}{\alpha + (1-\alpha)P}$$

Zoals eerder gemeld zijn de maximale penetraties voor P1, P2 en P3-filter resp. 0,01, 6 en 20%.

Voor de berekening zijn deze maximale waarden genomen, zodat in de praktijk eventueel gunstiger situaties bestaan.

Helm en kap

De typen helm en kap geven sterk op elkaar gelijkende resultaten (zie Figuur 11a en b), hetgeen gezien de nauw verwante opbouw geen verrassing is. Drie zaken springen onmiddellijk in het oog:

- * de beschermingsfactoren lopen (ook met draaiende ventilator) sterk uiteen; bij gebruik van een P3-filter liggen de grenzen ongeveer bij 2000 maximaal en 25 (helm) of 55(kap) minimaal.
- * Tijdens spreken ligt de pf ongeveer tussen de 25 en 500.
Voor de overige lichaamsbewegingen ligt de protectiefactor tussende 2000 en 150.
- * Valt de ventilator uit, dan neemt de bescherming af tot een pf van 1,5 minimaal.

Volgelaatsmaskers

- * Met ventilator. Zeer opvallend aan het systeem van volgelaatsmaskers met (werkende) ventilator (zie Figuur 11c en d) is de tamelijk smalle marge waarbinnen de inlek zich bevindt. Bij toepassing van een (hoogefficiënt) P3-filter liggen de protectiefactoren voor beide onderzochte merken ongeveer tussen de 1500 en 2000, zij het dat het éne exemplaar iets beter is dan het andere. Bij normale werking is het protectieniveau dus vrij nauwkeurig gedefinieerd. Valt de ventilator uit, dan blijkt in één geval de spreiding in de protectiefactor te verbreden, maar nog altijd minimaal ongeveer 700 te bedragen. In het andere geval daalt de protectiefactor tot een waarde van tussen de 100 en 1000. Dit wordt veroorzaakt door een lek in de aanvoer tussen de ventilator en het masker, dat, zolang er sprake is van enige overdruk, geen kwaad doet, doch bij werking van het systeem op onderdruk ingrijpende gevolgen blijkt te hebben. Deze tekortkoming is uiteraard niet inherent aan de opbouw van het systeem, maar aan de wijze waarop het is gerealiseerd.
- * Zonder ventilator.
De resultaten (zie Figuur 11e) tonen een zeer brede spreiding in de gemeten inlek. Wordt het masker (type no M13, doch aan een ander exemplaar dan waaraan uitlaatventiellekkage werd gemeten) met een P3-filter gecombineerd, dan loopt de protectiefactor over alle in het protocol voorkomende bewegingstoestanden uiteen van ongeveer 2000 tot 140. Tijdens het verrichten van arbeid versmalt in dit geval de verdeling zich tot binnen uiterste waarden van ongeveer 2000 en 1450.

Halfmaskers

* Met ventilator.

Met werkende ventilator (zie Figuur 10f) loopt de protectiefactor uiteen van circa 2000 tot 140 ingeval een P3-filter wordt toegepast. Spreken blijkt met dit type masker een relatief sterk negatieve invloed te hebben. Wordt spreken nagelaten, dan ligt de protectiefactor ongeveer tussen de 2000 en 800, hetgeen een vrij nauwkeurig gedefinieerde marge is. Valt de ventilator uit, dan zakt voor de helft van de proefpersonen de protectiefactor naar een waarde van 3 à 4.

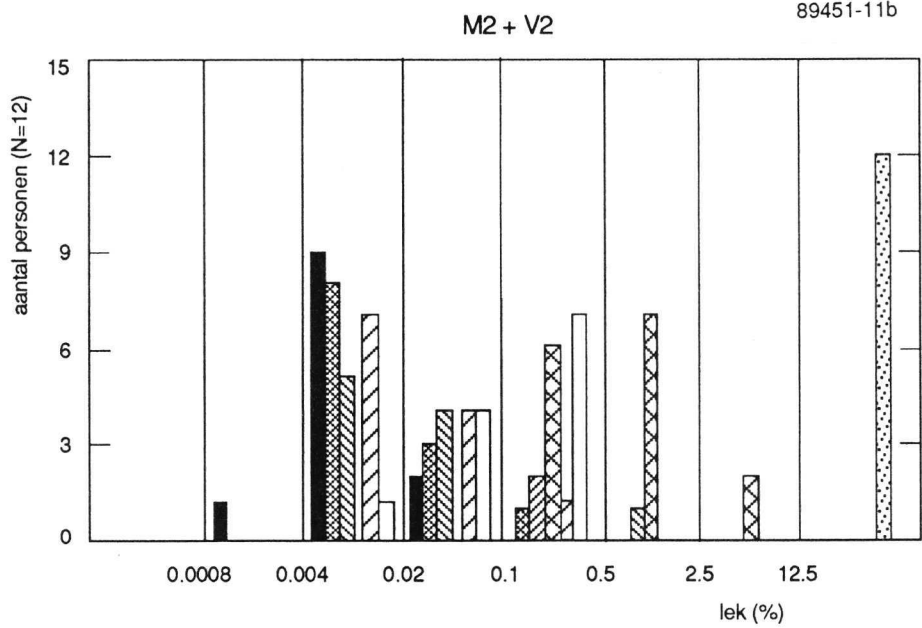
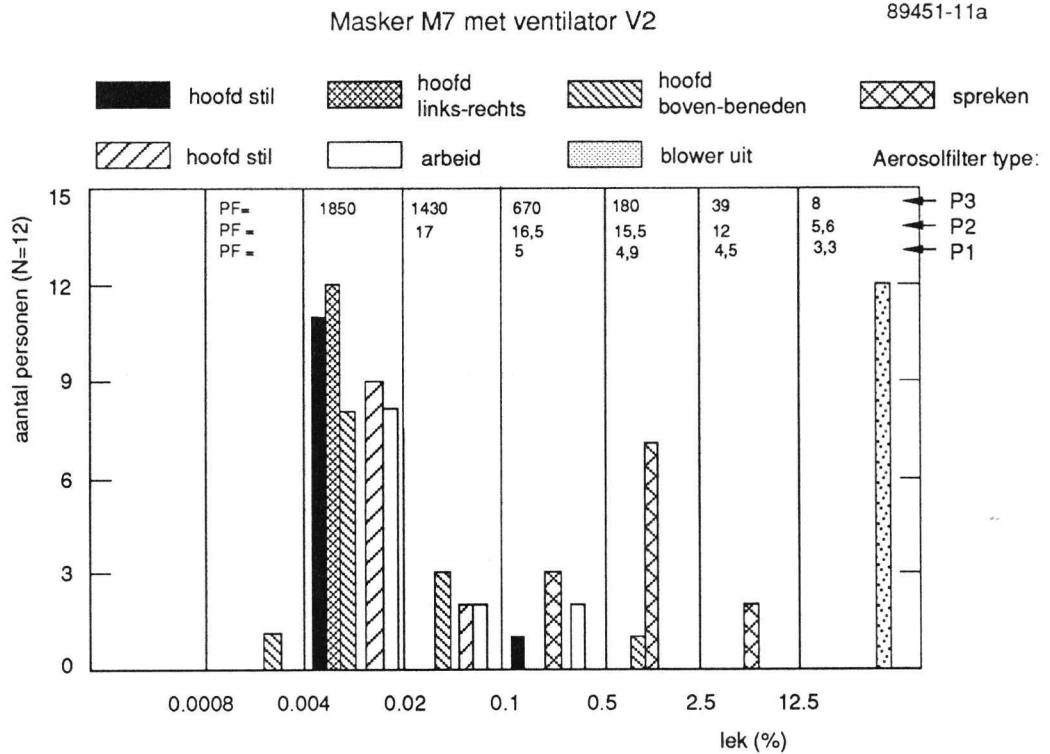
* Zonder ventilator.

Opvallend is de brede spreiding (zie Figuur 11g) van de inlek en de hoge waarden ervan, ongeacht de vraag in welke bewegingstoestand de drager verkeert. Bij toepassing van een P3-filter varieert de protectiefactor van ongeveer 2000 tot 1,5; ingeval van een P2-filter loopt de protectiefactor bij benadering uiteen van 17 tot 1,5.

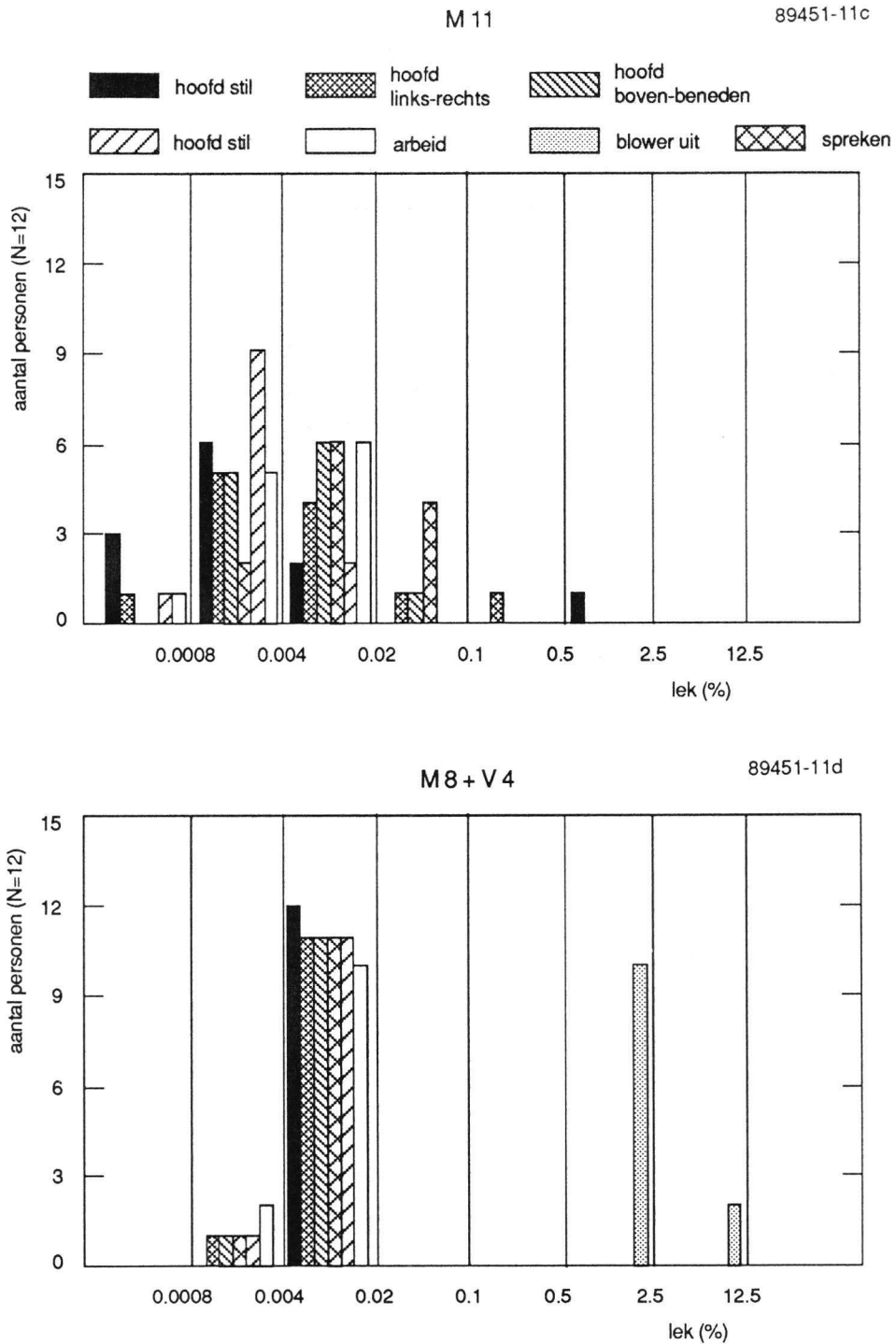
Filtrerend gelaatstuk ("Snuitje")

De intervallen van inlekpercentages (exclusief de penetratie door het filtermateriaal, waaruit het snuitje in zijn geheel is opgebouwd) zijn op eenzelfde schaal uitgezet. De verdeling uitgedrukt in termen van protectiefactor, wordt begrensd door de vrij dicht bij elkaar liggende waarden van 4,5 en 1,5. Gezien de relatief lage waarden in absolute zin kan de spreiding ook niet erg groot zijn.

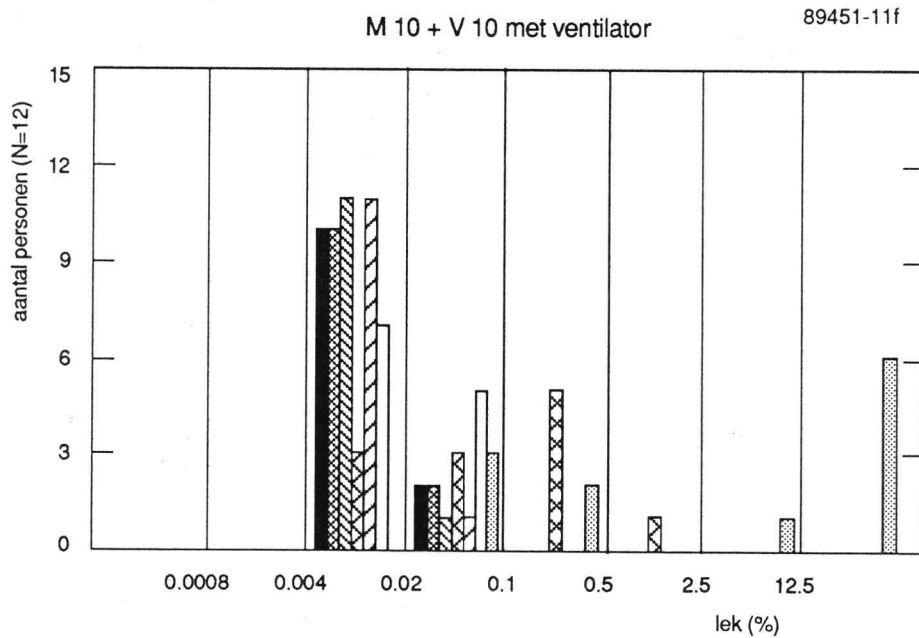
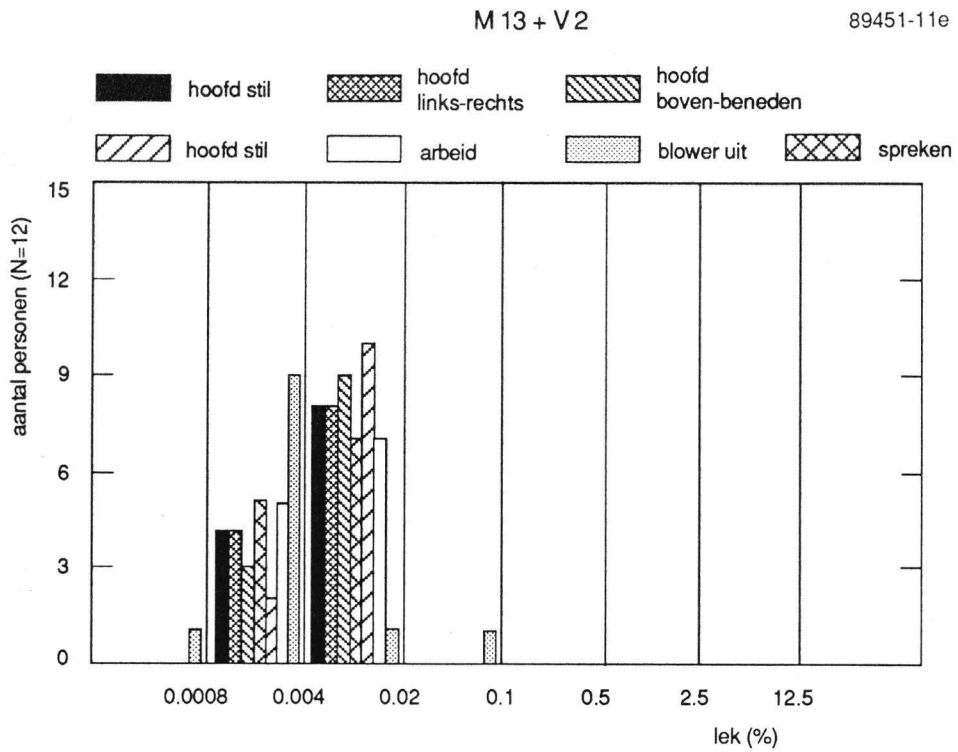
Er dient evenwel te worden opgemerkt, dat andere uitvoeringen van commercieel verkrijgbare snuitjes, onder andere het hier vermelde snuitje dat voorzien is van een uitlaatventiel en van een anti-gasfilter (dat overigens niet in de termen van de CEN gestandaardiseerd is), ongetwijfeld beter op het gelaat kunnen passen. Ook een meer recente vorm van snuitje, waarbij de rubber rand die dient als houder voor het filtrerend gelaatstuk, behouden blijft na gebruik, heeft vermoedelijk een aanzienlijk lagere gelaatslekkage. Genoemde typen snuitje zijn beduidend minder goedkoop in aanschaf.



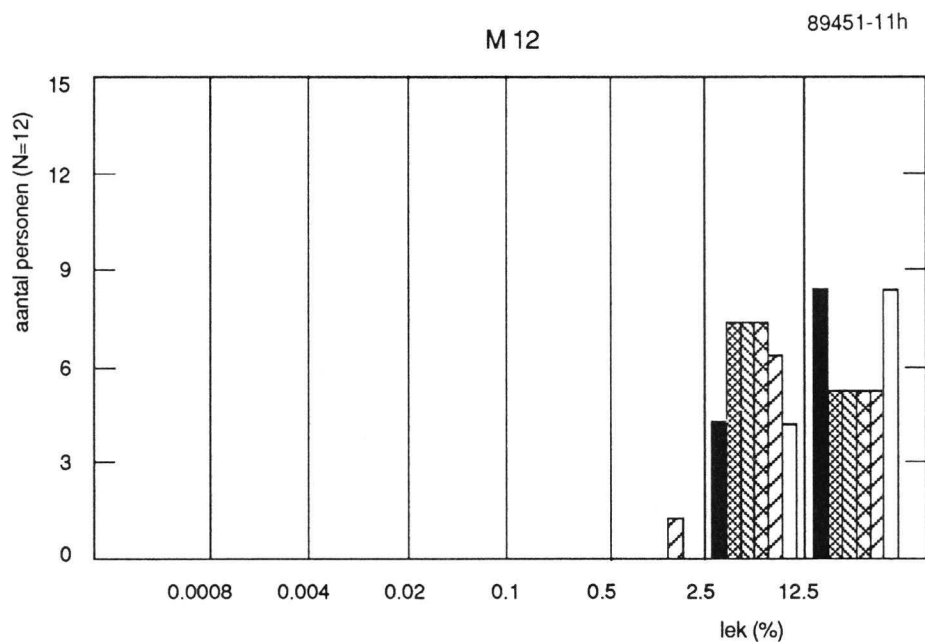
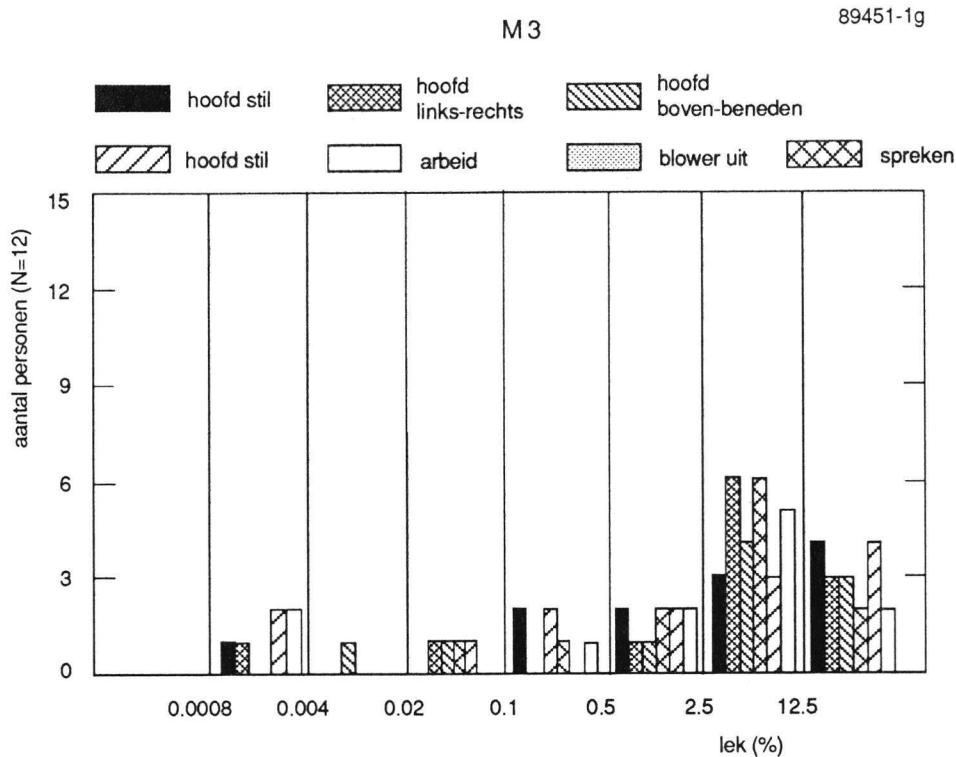
Figuur 11a/b Het voorkomen van inlek afkomstig van gelaatslekkage en uitlaatventiellekkage. Voor elke bewegingstoestand (zie paragraaf 3.1.1.1) is aangegeven hoeveel proefpersonen in een bepaald domein van inlek voorkomen. De domeingrenzen lopen telkens met een factor vijf op. Bovenin het 1e diagram (fig. 11.a) zijn de domeingrenzen aangegeven met behulp van de feitelijke protectiefactoren die tijdens gebruik gelden bij toepassing van een aerosolfilter uit de klassen P1, P2 of P3



Figuur 11c/d Het voorkomen van inlek afkomstig van gelaatslekkage en uitlaatventiellekkage. Voor elke bewegingstoestand (zie paragraaf 3.1.1.1) is aangegeven hoeveel proefpersonen in een bepaald domein van inlek voorkomen. De domeingrenzen lopen telkens met een factor vijf op.



Figuur 11e/f Het voorkomen van inlek afkomstig van gelaatslekkage en uitlaatventiellekkage. Voor elke bewegingstoestand (zie paragraaf 3.1.1.1) is aangegeven hoeveel proefpersonen in een bepaald domein van inlek voorkomen. De domeingrenzen lopen telkens met een factor vijf op.



Figuur 11g/h Het voorkomen van inlek afkomstig van gelaatslekkage en uitlaatventiellekkage. Voor elke bewegingstoestand (zie paragraaf 3.1.1.1) is aangegeven hoeveel proefpersonen in een bepaald domein van inlek voorkomen. De domeingrenzen lopen telkens met een factor vijf op.

Tabel 3 Bereik van protectiefactoren in afhankelijkheid van het toegepaste anti-aërosolfilter. De laagste (onderstreepte) waarden voor elk type ABEMI moeten in de praktijk als veilige maatstaf worden gehanteerd

Type ABEMI	Aërosolfilterklasse		
	P3	P2	P1
Kap *)	<u>50</u> à 2000	<u>15</u> à 17	<u>4,5</u> à 5,0
Helm *)	<u>25</u> à 2000	<u>10</u> à 17	<u>4,3</u> à 5,0
Volgelaatsmaskers:			
met ventilator *)	<u>1500</u> à 2000	<u>16,5</u> à 17	<u>5,0</u>
zonder ventilator	<u>150</u> à 2000	<u>15</u> à 17	<u>4,9</u> à 5,0
Halfmaskers:			
met ventilator *)	<u>150</u> à 2000	<u>15</u> à 17	<u>5,0</u>
zonder ventilator	<u>1,5</u> à 2000	<u>1,5</u> à 17	<u>1,5</u>
snuitje (klasse 1)	-	-	<u>1,5</u> à 4,5

*) Met normaal functionerende ventilator

Tabel 3 geeft een samenvatting van de belangrijkste resultaten van de lekmetingen aan de barrière-component en de daaruit op grond van de maximale penetratiegetallen van de verschillende klassen anti-aerosolfilters, afgeleide waarden voor de netto protectiefactor. De efficiëntie van het gasfilter speelt hierbij in zoverre geen rol, dat deze praktisch gesproken als 100 % beschouwd mag worden, zolang er geen verzadiging optreedt. Vanaf het moment echter dat dit wèl het geval is moet het anti-gasfilter als onbruikbaar beschouwd worden. De paragraaf Anti-gasfilters (4.2.2) geeft informatie over de duur van het gebruik.

Aangezien in de glastuinbouw bescherming tegen nevels het allereerste vereiste vormt (indien adem-bescherming nodig is), is tabel 3 het beste uitgangspunt om vanuit een oogpunt van protectie geschikte ABEMI te selecteren. De getallen in de tabel zijn gebaseerd op metingen aan een panel van proefpersonen dat qua gelaatsafmetingen een representatie is van de mannelijke Nederlandse militairen. Er is geen reden om aan te nemen dat er een verschil zou bestaan met de totale Nederlandse mannelijke beroepsbevolking.

In overeenstemming met algemeen bekende ervaring met protectiefactormetingen van ABEMI blijkt er in een aantal gevallen een (zeer) brede spreiding in protectieniveau tussen individuen voor te komen. De prestaties van andere systemen zijn duidelijk minder afhankelijk van de persoon van de drager. Er is in dit onderzoek nagegaan of de lek van ABEMI op het hoofd of gelaat van de drager systematisch afhankelijk is van de twee gebruikte gelaatsafmetingen. Voor géén van de middelen

bestond er echter een correlatie, zodat deze twee gezichtsafmetingen niet als een preciezer criterium genomen kunnen worden bij de selectie. Zolang een gemakkelijk voor de individuele gebruiker toe te passen test op lekkage niet beschikbaar is, kunnen algemene aanbevelingen voor een groep gebruikers veiligheidshalve op niets anders gebaseerd worden dan op de laagste protectieniveaus die men kan verwachten. De waarden van deze laagste niveaus zijn in tabel 3 onderstreept weergegeven. Naarmate de protectiefactor voor een bepaald type ABEMI een bredere spreiding vertoont tussen individuen, is de kans groter dat hij voor een willekeurige gebruiker beneden de aangegeven ondergrens ligt. Op basis van het beperkte aantal proefpersonen in het onderhavige onderzoek kan deze kans niet getalsmatig worden aangegeven.

Het is evident dat bepaalde lichaamskenmerken in combinatie met sommige ABEMI zeer nadelig zijn voor een goede passing, bijv een volle baard en bakkebaarden ingeval de aansluiting hierop zou moeten plaatsvinden, of onregelmatigheden in gelaatsvorm en huid. Bij gebruik van toestellen met ventilator is de negatieve invloed van zulke karakteristieken vermoedelijk geringer dan in niet-aangeblazen toestellen.

Een opvallend resultaat is de slechts zeer lage protectie die de gebruikersgroep van een halfmasker zonder ventilator mag verwachten. Dit resultaat steunt vooral op metingen die aan één merk halfmasker zijn verricht, maar wordt ondersteund door de uitkomsten verkregen met een ander merk; van dit tweede exemplaar, dat overigens hoofdzakelijk met ventilator werd gemeten, werd vastgesteld dat de protectiefactor na uitschakeling van de geforceerde luchttoevoer, bij een aantal personen daalde tot waarden van 3 à 4. De gelaatslekkage is zó groot dat het praktisch niets uitmaakt welk type anti-aerosolfilter wordt toegepast.

Ook voor het snuitje geldt dat de gelaatslekkage uitzonderlijk groot kan zijn. Toepassing van een meer efficiënt filtermateriaal dan overeenkomend met het beschikbare type P1 kan voor de grote fractie van personen met slechte aansluiting op het gelaat geen beduidende verbetering brengen.

De in tabel 3 gegeven aanbeveling voor het gebruik van ABEMI kan vergeleken worden met de nominale protectiefactoren uit tabel 1. Het blijkt dan dat de nominale protectiefactoren in het algemeen een te gunstig beeld van het protectieniveau opleveren. De oorzaak ligt voor een deel in de omstandigheid dat in het advies aan de huidige doelgroep de laagste experimenteel vastgestelde protectiefactoren, met het oog op veiligheid, als maatgevend beschouwd zijn.

4.1.1.2 Afdichting door het uitlaatventiel

De uitlaatventielen van de vier volgelaatsmaskers voorzien van een werkende ventilator van het filter-blower systeem vertoonden een lek van 0,00002% bij een ademdebiet van 15, 20 of 40 l/min. (zie tabel 4, kolom 1). Gezien de eis uit de Europese Norm EN 136 [13], die stelt dat het lek hoogstens 0,01% mag zijn, doet het masker in dit opzicht wat ervan verwacht mag worden.

Belangrijker nog is, dat de maximaal toegestane lek voor de doelgroep onder de meest moeilijke condities, zijnde 0,2 % overeenkomend met een protectiefactor van 500, veel groter is. Van het uitlaatventiel van een volgelaatsmasker met ventilator is dus geen probleem te verwachten.

De maskers voorzien van het filter-blower systeem waarvan de ventilator uitgeschakeld was (in de praktijk bijv. bij het uitvallen van de voedingsspanning) en de maskers voorzien van de filterbus, vertoonden een lek van het uitlaatventiel zoals in tabel 4, kolom 2 en 3 vermeld wordt. De gemeten lek van drie maskers gaf aanleiding om het uitlaatventiel te bevochtigen. Verbetering trad niet op (zie tabel 4, kolom 4 en 5), eerder een verslechtering. In eerste instantie leek het erop dat drie van de vier maskers waren voorzien van een minder goed werkend uitlaatventiel.

Na deze experimenten werd geconstateerd dat bij één masker vuil en bij een ander masker een haar in het uitlaatventiel aanwezig was; voor de experimenten was dit niet opgemerkt, omdat de maskers bewust werden gebruikt in de staat zoals ontvangen. Verontreinigingen leiden er doorgaans toe dat lekkage grillig verloopt. Na verwijdering van vuil en haar werden de drie maskers goed gespoeld met stromend kraanwater. Hierna werd wederom de lek bepaald. (tabel 4, kolom 6).

Tabel 4 Gemeten lek van het uitlaatventiel van vier volgelaatsmaskers (in %)

Masker	Ademdebiet freq* teugvol.	zoals ontvangen			bevochtigd		spoelen
		ventilator aan	uit	met filter	vent. uit	met filter	met filter
M5+	10*1,5	<0,00002	0,2	0,2	0,4	1	0,007
V4	10*2	<0,00002	0,2	0,2	0,6	1	0,009
	20*2	<0,00002	0,07	0,09	0,9	2	0,01
M8	10*1,5	<0,00002	1	1	2	0,6	0,0009
	10*2	<0,00002	0,6	0,5	2	0,5	0,02
	20*2	<0,00002	0,1	0,3	2	0,5	0,02
M14	10*1,5	<0,00002	0,1	0,2	1	0,01	1
	10*2	<0,00002	0,1	0,3	0,6	0,2	0,6
	20*2	<0,00002	0,02	0,06	0,4	0,7	0,2
M13	10*1,5	<0,00002	0,02	0,03			
	10*2	<0,00002	0,02	0,03			
	20*2	<0,00002	0,01	0,03			
Eis **)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Eis *)	≤0,017	≤0,033	≤0,033	≤0,033	≤0,033	≤0,033	
Kolom		1	2	3	4	5	6

*) Indien de eis wordt afgeleid uit de totaal toegestane lek (zie paragraaf 3.1.1.2)

***) Volgens de Europese Norm EN 136

Uit de resultaten blijkt dat drie maskers tenslotte een lek vertonen van hoogstens 0,03% en daarmee dus nagenoeg voldoen aan de eis van EN 136. Eén masker bezit een niet voldoende werkend uitlaatventiel $1\% > \text{lek} > 0,2\%$ (tabel 1, kolom 6). Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit masker niet in het verkoop pakket van de bezochte toeleveringsbedrijven voorkomt.

De metingen zijn uitgevoerd aan één exemplaar van elk merk, hetgeen dus een te smalle basis vormt om definitieve conclusies te trekken ten aanzien van het lekkageniveau van deze maskers. Niettemin kan wel de gevolgtrekking gemaakt worden, dat voor minimaal twee van de vier maskers de uitlaatventielen zodanig gevoelig zijn voor stof en haren dat de feitelijke lek 1 à 2 orden van grootte boven de verlangde waarde van 0,01% uit de Europese Norm uitkomt. In géén van de vier maskers is ook maar enige voorziening getroffen om het uitlaatventiel tegen van binnenuit komende haren of stof te beschermen. Ofschoon in sommige gevallen door middel van reiniging de nadelige effecten blijken te kunnen worden verzacht, vormt dit onderdeel een zwak punt in de onderzochte maskers. Ook de bescherming van het uitlaatventielcompartiment tegen van buiten komende verontreinigingen is niet verzekerd. Aangezien de mate van bescherming aanzienlijk kan worden aangetast, moeten deze tekortkomingen als zeer ernstig beschouwd worden.

Bekijken we de resultaten in het licht van de specifieke toepassing in de glastuinbouw, waar voor de ongunstigste condities een totale lek van 0,2 % is toegestaan (equivalent aan een protectiefactor van 500), dan is het beeld vanwege de relatief milde eis iets minder slecht. Uiteindelijk blijkt na reiniging weliswaar slechts één masker vanwege zijn uitlaatventiel het gewenste beschermingsniveau niet te kunnen halen, er is onvoldoende waarborg dat haren of stof de werking van de uitlaatventielen niet zouden aantasten, ook niet in het geval van het éne masker dat bij de huidige metingen wel onmiddellijk afdoende functioneerde. Algemeen kan aangenomen worden dat bij gebruikmaking van volgelaatsmaskers met een ventilator- annex filtersysteem de uitlaatventiel beneden de toegestane waarde ligt zodat zelfs in de lastigste condities gewerkt kan worden. Voor volgelaatsmaskers zonder ventilatorsysteem moet men er vóór gebruik zeker van zijn dat het uitlaatventielcompartiment niet verontreinigd is, en zelfs dan bestaat er nog kans dat de inlek te hoog is om in alle condities voldoende reductie van de toxische concentratie te verkrijgen.

Halfmaskers

De twee uitlaatventielen van één halfmasker, M10 (schroefdraad) voorzien van een werkende ventilator vertoonden een lek van $< 2 \cdot 10^{-5}\%$ bij een ademdebiet van 15, 20 of 40 l/min (tabel 5, kolom 1) en derhalve een ruimschoots voldoende afdichting. Van ditzelfde masker, voorzien van zowel het filter-blower systeem met uitgeschakelde ventilator als van de filterbus vertoonde elk van de twee uitlaatventielen voldoende afdichting (zie Tabel 5, kolom 2 en 3).

De andere twee halfmaskers die voorzien zijn van één resp. twee steekfilters of van twee resp. één uitlaatventiel(en) vertoonden een voldoende afdichting. (zie tabel 5, kolom 3).

Tabel 5 Gemeten lek van het uitlaatventiel van drie halfmaskers

masker	ademdebit ($\text{min}^{-1} \cdot \text{L}$)	zoals ontvangen		
		aan ventilator	uit	filter
M10	10*1,5	<0,00002	0,03	0,04
ventiel 1	10*2	<0,00002	0,03	0,06
	20*2	<0,00002	0,02	0,05
ventiel 2	10*1,5	<0,00002	0,05	0,2
	10*2	<0,00002	0,08	0,07
	20*2	<0,00002	0,4	0,3
M9	10*1,5			0,04
steekfilter	10*2			0,05
	20*2			0,03
M3	10*1,5			0,007
ventiel 1	10*2			0,006
	20*2			0,001
ventiel 2	10*1,5			0,008
	10*2			0,008
	20*2			0,002
Eis **)		$\leq 0,05$	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$
Eis *)		$\leq 0,017$	$\leq 0,66$	$\leq 0,66$
Kolom		1	2	3

*) Indien de eis wordt afgeleid uit de totaal toegestane lek (zie paragraaf 3.1.1.2)

***) Volgens Europese Norm EN 140

Uit de resultaten blijkt dat de drie exemplaren aangekochte halfmaskers uitlaatventielen bezitten die volgens de Europese Norm niet alle een voldoende afdichting bezitten. Vergeleken met de totaal te verwachten inlek van een halfmasker functioneerden alle drie de onderzochte maskers bevredigend, ook wanneer zij zonder ventilator werden beproefd. Niettemin moet gevreesd worden dat ook deze halfmaskers gevoelig zijn voor haren en stof. Ofschoon bij de huidige experimenten geen verontrei-

nigingen in de compartimenten van de uitlaatventielen werden aangetroffen, biedt de constructie geen enkele waarborg voor afdoende bescherming tegen van binnen of van buiten komende verontreinigingen.

4.1.2 Ademweerstand

De weerstanden van de snuitjes, gelaatstukken en gelaatstukken met bijbehorende filters werden bepaald met een continue luchtstroom tot 160 l/min voor zowel in- als uitademen. De waarden van de weerstanden bij 30, 95 en 160 l/min voor zowel in- als voor uitademen staan vermeld in tabel 6.

Tabel 6 In- en uitademweerstand van snuitjes, gelaatstukken en gelaatstukken met bijbehorende filters

masker	inademweerstand (Pa)					
	30 l/min		95 l/min		160 l/min	
	gelaatst.	totaal	gelaatst.	totaal	gelaatst.	totaal
halfmaskers:						
M9	10	60	45	245	70	450
M3	20	100	30	410	75	850
M1	30	120	170	530	320	1070
M10	20	130	85	555	165	1100
volgelaatsmasker:						
M13	0	115	20	450	60	910
M8	20	145	110	600	240	1190
M5	10	140	85	850	180	1650
M14	15	70	60	300	140	630
snuitjes:						
M12		15		65		120
M6		80		300		560

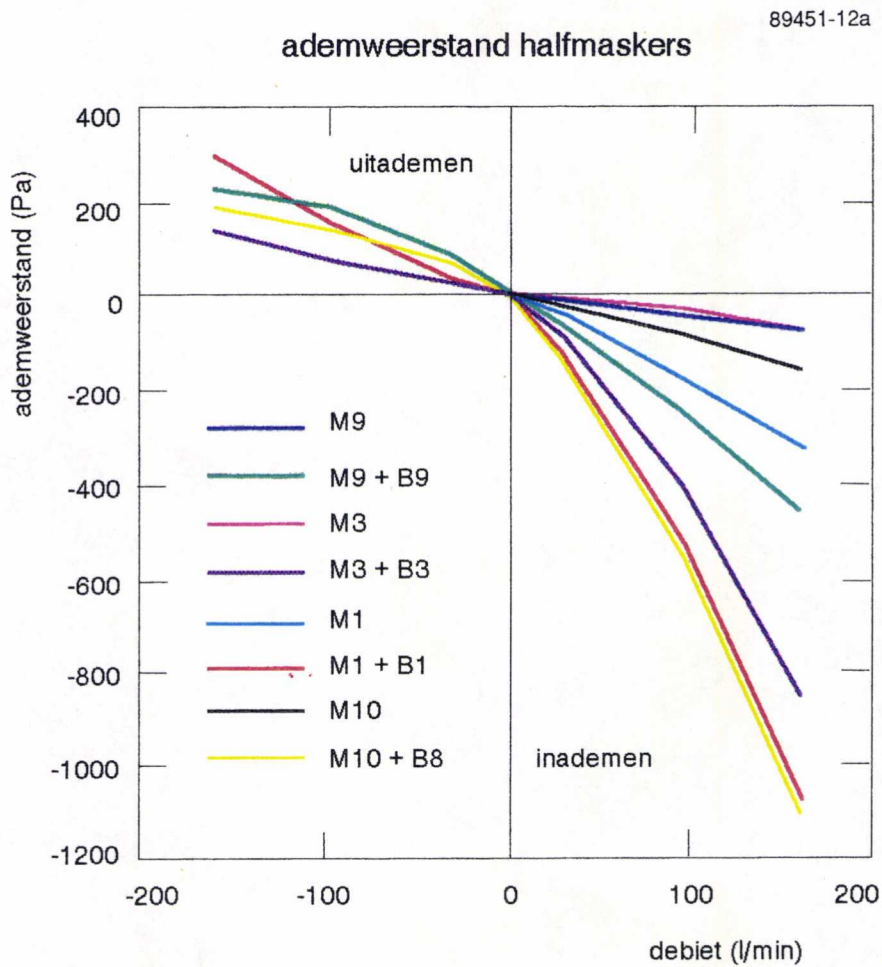
(vervolg tabel zie volgende bladzijde)

(tabel 6 vervolg)

masker	Uitademweerstand (Pa)		
	30 l/min	95 l/min	160 l/min
halfmaskers:			
M9	80	180	240
M3	40	75	140
M1	40	150	300
M10	65	135	185
volgelaatsmaskers:			
M13	30*	65*	100*
M8	60	170	290
M5	50	130	210
M14	45	85	235
snuitjes:			
M12	15	65	120
M6	40	90	140

* Wegens het ontbreken van het inlaatventiel wordt een kleine fractie lucht niet alleen door het uitlaatventiel maar ook door de inlaatopening uitgeademd.

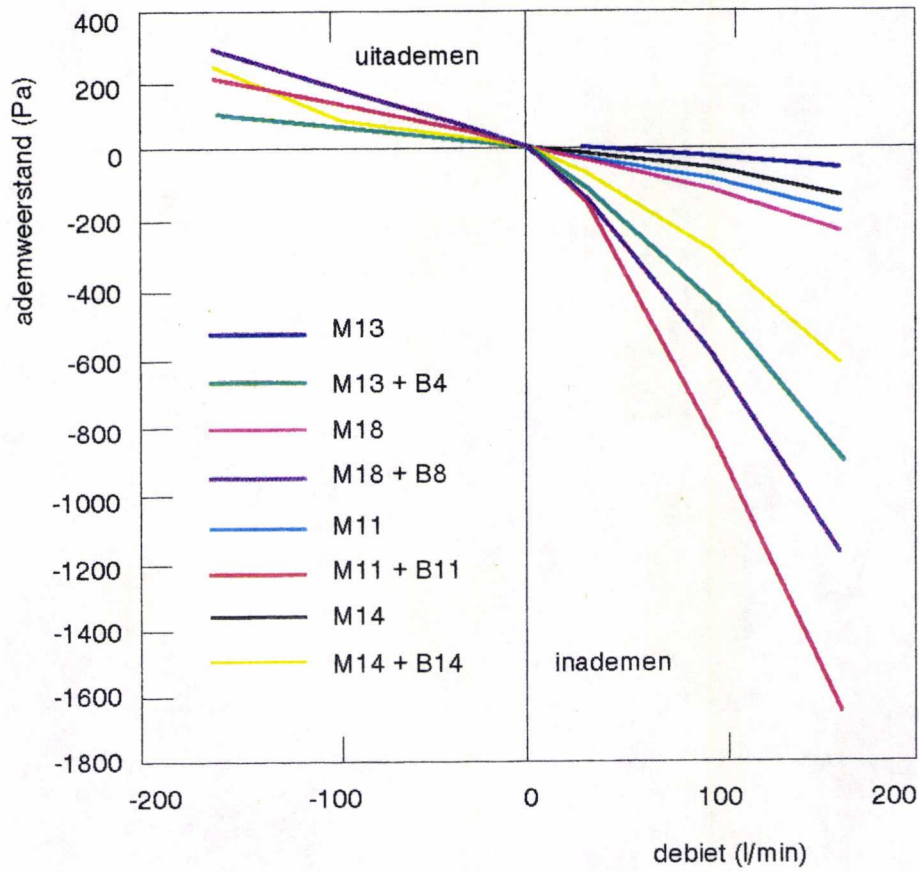
In Figuur 12a,b en c wordt de weerstand als functie van de doorstroomsnelheid weergegeven zowel bij in- als bij uitademen voor respectievelijk halfmaskers, volgelaatsmaskers en snuitjes.



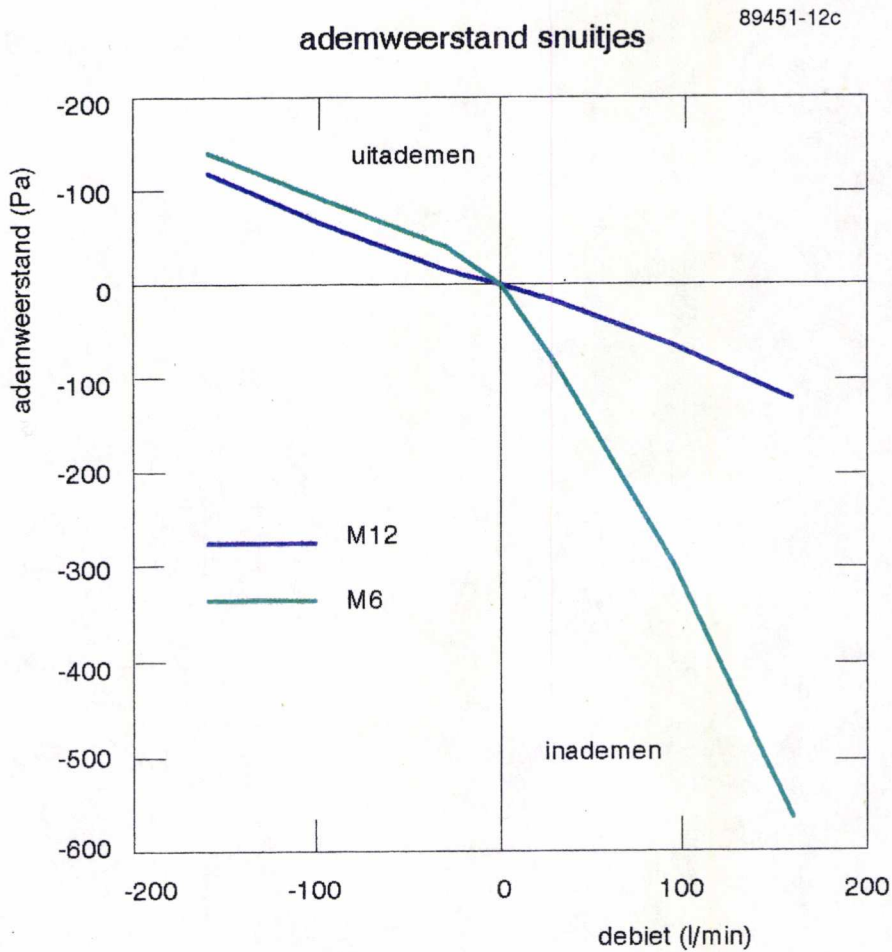
Figuur 12a In- en uitademweerstand als functie van de doorstroming. Weergegeven worden de weerstanden van het gelaatstuk en het gelaatstuk met filter voor halfmaskers

89451-12b

ademweerstand volgelaatmaskers



Figuur 12b In- en uitademweerstand als functie van de doorstroming.
Weergegeven worden de weerstanden van het gelaatstuk en het gelaatstuk met filter
voor volgelaatmaskers



Figuur 12c In- en uitademweerstand als functie van de doorstroming.
Weergegeven worden de weerstanden van het gelaatstuk en het gelaatstuk met filter
voor snuitjes

Filter-ventilatorsysteem met ingeschakelde ventilator

Half- en volgelaatsmasker

De filter-ventilatorsystemen werden voorzien van hetzelfde merk filters en gelaatstuk. Bij twee ademminutenvolumes te weten 20 en 40 l/min is het volumedebiet (l/min) door het filter en masker met de bijbehorende druk in het masker bepaald met de in figuur 6 beschreven opstelling. Waar het filter-ventilatorsysteem voorzien was van twee standen werd hiervan gebruik gemaakt. tabel 7 vermeldt de minimale doorstroomsnelheid (V_{min}) met de bijbehorende maximale druk (P_{max}) bij uitademen en de maximale doorstroomsnelheid (V_{max}) met de bijbehorende druk (P_{min}) bij inademen.

Tevens wordt de doorstroomsnelheid met de bijbehorende druk vermeld zonder ademhaling; dit is de netto luchtopbrengst van het filter-ventilatorsysteem wanneer dit met het eigen merk masker wordt gecombineerd. Deze netto-opbrengst wordt in de praktijk gerealiseerd op de momenten dat de inademing door uitademing wordt afgewisseld en omgekeerd.

Tabel 7 Volumedebiet met het bijbehorende drukverschil tijdens ademhaling met 20 en 40 l/min. van filter-ventilatorsystemen gecombineerd met het volgelaatsmasker van het eigen merk

Blower	ademdebiet l/min	uitademen		inademen		zonder ademhaling	
		Vmin l/min	Pmax Pa	Vmax l/min	Pmin Pa	l/min	Pa
V2	20	89	150	113	25	102	80
	40	72	220	125	-50	102	80
V14	20	88	280	113	100	102	200
	40	71	380	125	20	102	200
V4 st.65	20	53	190	86	25	71	115
	40	32	270	112	-115	71	115
V4 st.120	20	115	290	139	110	126	230
	40	104	345	149	25	126	230
V4*) st. 65	20	55	155	80	60	70	105
	40	41	185	115	-130	70	105
V4*) st. 120	20	118	190	134	120	126	165
	40	107	240	144	60	126	165

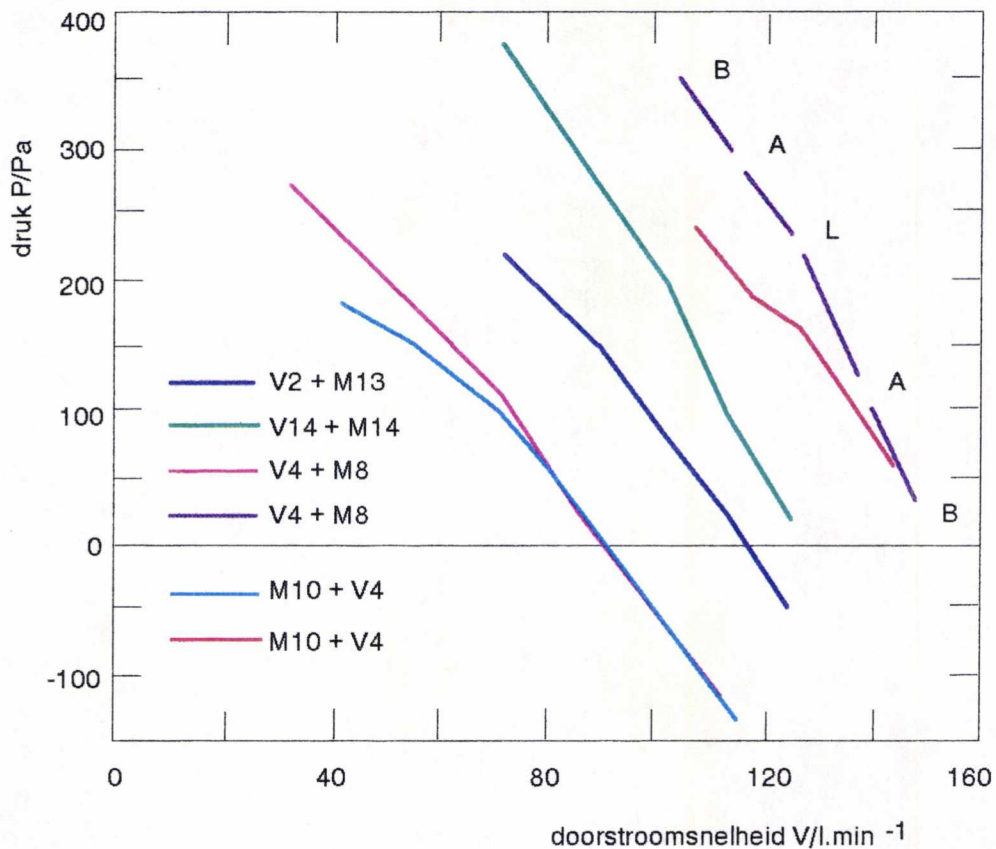
*) gemeten met een halfmasker M10

In Figuur 13 wordt het volumedebiet als functie van de weerstand van de verschillende filter-ventilatorsystemen met de bijbehorende filters en half- en volgelaatsmaskers weergegeven. Het middelste punt L van elk lijnstuk is de netto luchtopbrengst van het filter-ventilator-systeem, het lijnstuk A-A stelt het verloop voor tijdens de ademhaling van 20 l/min en lijnstuk B-B het verloop bij 40 l/min.

Kap en helm

Eén merk filter-ventilatorunit werd voorzien van eigen merk bussen en helm of kap. Het volumedebiet zonder ademhaling bedraagt 122 l/min. De weerstand is kleiner dan 10 Pa. Tijdens de ademhalingscyclus veranderen de doorstroomsnelheid en de druk niet.

89451-13



Figuur 13 Volumedebiet als functie van de weerstand van verschillende filter-ventilatorsystemen gemeten bij ademdebieten van 20 en 40 l/min
 L - luchtopbrengst filterventilatorsysteem
 A-A - verloop tijdens ademhaling 20 l/min
 B-B - verloop tijdens ademhaling 40 l/min

De middelste symbolen op ieder lijnstuk geven het drukverschil op het moment dat de ademsnelheid nul is; de twee punten op de einden van ieder lijnstuk behoren bij de uiterste in- en uitademweerstand die optreden bij 40 l/min; de tussenliggende punten betreffen een ademdebiet van 20 l/min. Zie voorbeeld van volgelaatmasker M8.

Weerstand filter-ventilatorsysteem of bus bij gegeven ademminuten-volume

Zoals eerder vermeld kan de ventilator van een blowersysteem om één of andere reden uitvallen. Onder deze omstandigheden is zowel de maximale in- als uitademweerstand bepaald bij 20 en 40 l/min met de in Figuur 7 beschreven opstelling.

In tabel 8 worden de maximale in- en uitademweerstand vermeld die optreden tijdens de ademhaling van 20 en 40 l/min, zowel van het masker dat voorzien is van het filter-ventilatorsysteem met een niet-werkende ventilator als van het masker voorzien van de filterbus.

Tabel 8 Maximale in- en uitademweerstand tijdens de ademhaling van 20 en 40 l/min, zowel van het masker dat voorzien is van het filter-ventilatorsysteem met een niet-werkende ventilator als de filterbus

Blower	ademdebiet l/min	Drukverschil (Pa)		
		uitgeschakeld filter-vent.systeem		filterbus
		uitademen	inademen	inademen
V2	20	60	200	300
	40	75	420	560
V14	20	145	190	250
	40	240	500	590
V4	20	115	240	390
	40	235	510	700
V4*)	20	100	250	390
	40	140	490	700

*) gemeten met een halfmasker in plaats van een volgelaatsmasker

Uit de resultaten blijkt dat de uitademweerstand van het V2 + M13 systeem beduidend lager is dan de overige systemen.

In het gelaatstuk bevindt zich geen inlaatventiel. Bij niet-werkende ventilator zal tijdens de uitademing geen weerstand van een inlaatventiel ondervonden worden. Uitstroming vindt dus plaats zowel door het uitlaatventiel als door het filter-ventilatorsysteem c.q. de filterbus.

Met behulp van de in figuur 6B beschreven opstelling is bepaald dat tijdens uitademen bij een ademminutenvolume van 20 en 40 l/min een hoeveelheid van resp. 7 en 9 l/min door het filter uitgeademd wordt.

Uit bovenstaande blijkt dat bij een niet-werkende ventilator de inademweerstand kleiner is dan indien het masker voorzien is van een filterbus. Dit geldt voor alle merken.

Geconcludeerd kan worden dat de filter-ventilatorsystemen gecombineerd met volgelaat- en half-maskers tijdens inademen juist een geringe overdruk in het masker handhaven. Hierdoor wordt de mate van bescherming positief beïnvloed. Bij het filter-ventilatorsysteem met twee ventilatorstanden kan de laagste stand alleen gebruikt worden om een geringe overdruk te handhaven indien het ademminutenvolume minder is dan ca. 25 l/min.

De overdruk die het filter-ventilatorsysteem in een helm of kap teweegbrengt, verandert tijdens de ademhaling niet. Binnen de helm of kap is er steeds overdruk, zij het zeer laag. Afdichting op het gelaat is zeer slecht (zie hoofdstuk protectiefactoren).

De in- en uitademweerstand van de halfmaskers zijn mede afhankelijk van het aantal in- en uitlaatventielen.

M9 (steekfilter)	: 2 inlaat-, 1 uitlaatventielen
M3	: 1 inlaat-, 2 uitlaatventielen
M1	: 1 inlaat-, 1 uitlaatventiel
M10 (roldraad)	: 1 inlaat-, 2 uitlaatventielen

Zoals uit tabel 5 blijkt is de volgorde van toenemende weerstand van de maskers bij inademen: M3, M9, M10 en M1. De weerstand van de filters blijkt de grootste bijdrage te leveren; zoals te verwachten blijkt deze bijdrage in het geval van het masker M9 dank zij de dubbele uitvoering van de filtratie het meest beperkt. Ruwweg is de totale inademweerstand half zo groot als bij de overige halfmaskers.

Bij uitademen is deze volgorde: M3, M10, M9 en M1. Ook hier heeft M1 dus de hoogste weerstand. Het snuitje zonder uitlaatventiel en zonder een duidelijke voorziening voor gasafvangst, heeft veruit de laagste ademweerstand. Het snuitje met uitlaatventiel heeft een inademweerstand welke ongeveer overeenkomt met die van de halfmaskers. Deze hogere waarde komt ten minste voor een deel voort uit de gasfiltrerende laag die is aangebracht. De uitademweerstand komt overeen met die van het M3 halfmasker.

Samenvattend kan gesteld worden dat van de niet-aangeblazen systemen het snuitje zonder uitlaatventiel de kleinste ademweerstand heeft, daaropvolgend de halfmaskers en het snuitje met anti-gasfilter en uitlaatventiel, hier weer opvolgend de volgelaatsmaskers. Van de aangeblazen systemen fungeren de kap en helm zodanig dat er vrijwel geen sprake is van enige drukopbouw. De aangebla-

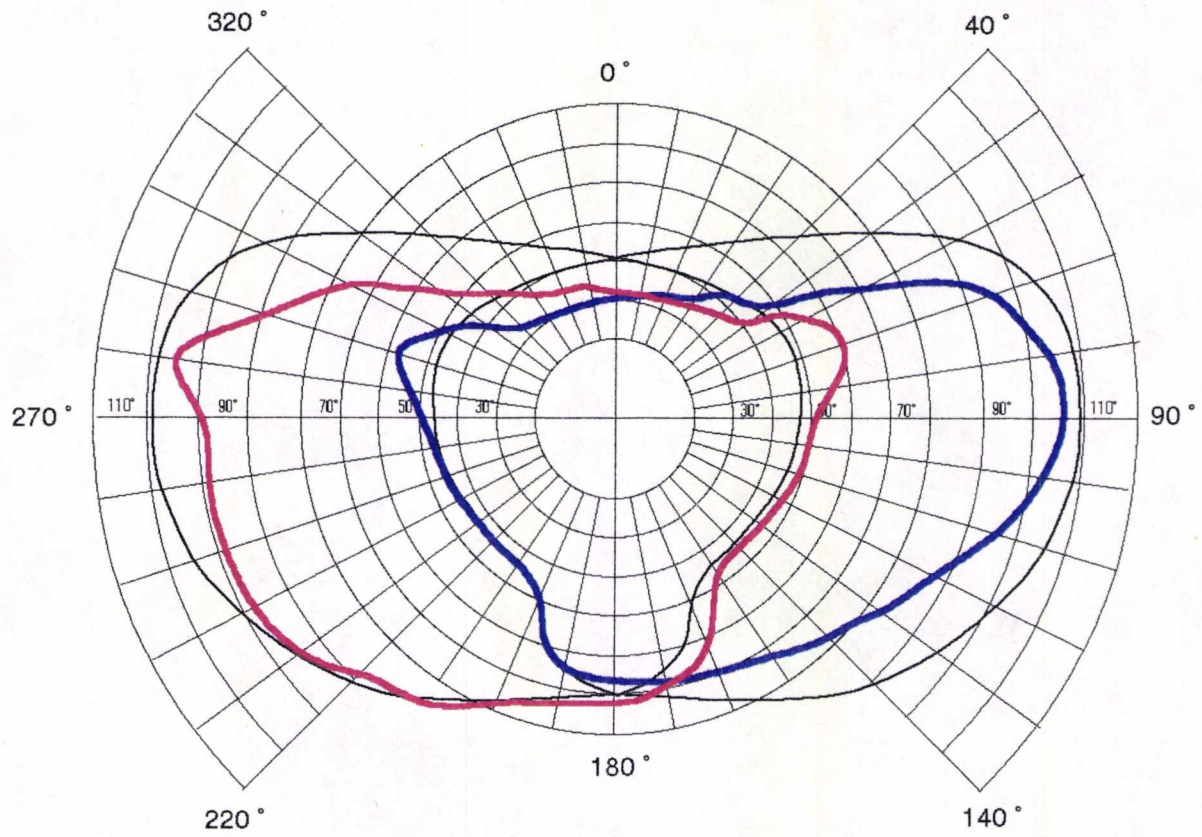
zen maskers leiden tot een verlegging van het drukniveau binnen het masker naar een hogere waarde, hetgeen de inademing vergemakkelijkt, doch de uitademing bemoeilijkt.

4.1.3 Gezichtsveldbeperking

De resultaten van de gezichtsveldmetingen aan twaalf beschermingsmiddelen zijn in de figuren 13a t/m 13l weergegeven. Het uit de diagrammen bepaalde effectieve gezichtsveld en het effectieve overlappend gezichtsveld, de lineaire visuele efficiëntie indices en de bijbehorende gemeten hoeken worden vermeld in tabel 5. Uit de tabel blijkt dat de reductie van het natuurlijk gezichtsveld bij het snuitje en halfmasker in neerwaartse richting plaatsvindt, bij de kap en helm vindt reductie plaats in de opwaartse richting. Bij het snuitje, halfmasker, kap en helm vindt geen reductie plaats in zijwaartse richting. Bij het volgelaatsmasker vindt reductie hoofdzakelijk plaats in neerwaartse en zijwaartse richting. In de Europese normen EN140 en EN136, de normen voor resp. halfmaskers en volgelaatsmaskers wordt geen eis geformuleerd voor het effectieve gezichtsveld. Met het oog op struikelen en stoten van lichaamsdelen is het van belang dat het gezichtsveld ook in de richtingen die ten behoeve van de werkzaamheden minder belangrijk zijn, niet belemmerd wordt.




89451-14a

helm M7



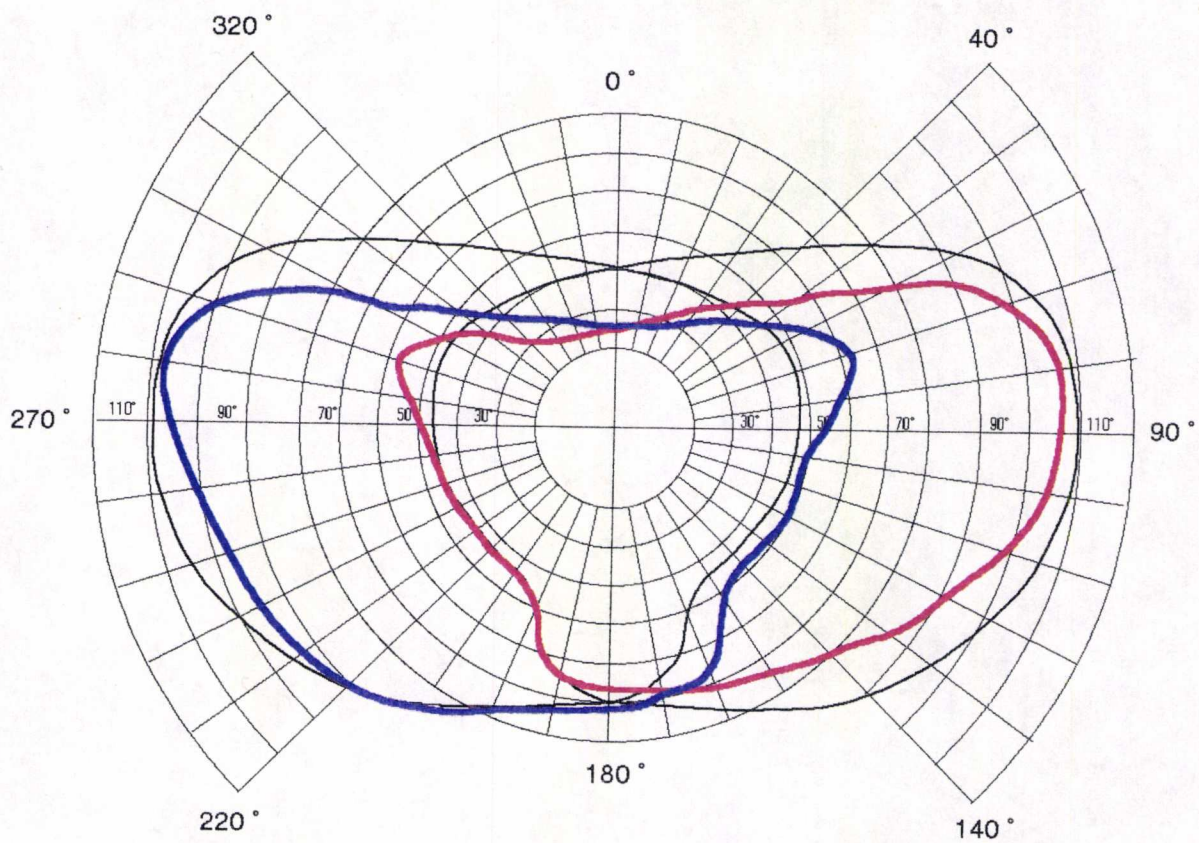
Figuur 14a t/m l

Gezichtsvelden

-  : natuurlijk gezichtsveld volgens Stoll
-  : gemeten effectief gezichtsveld, linkeroog
-  : gemeten effectief gezichtsveld, rechteroog

89451-14b

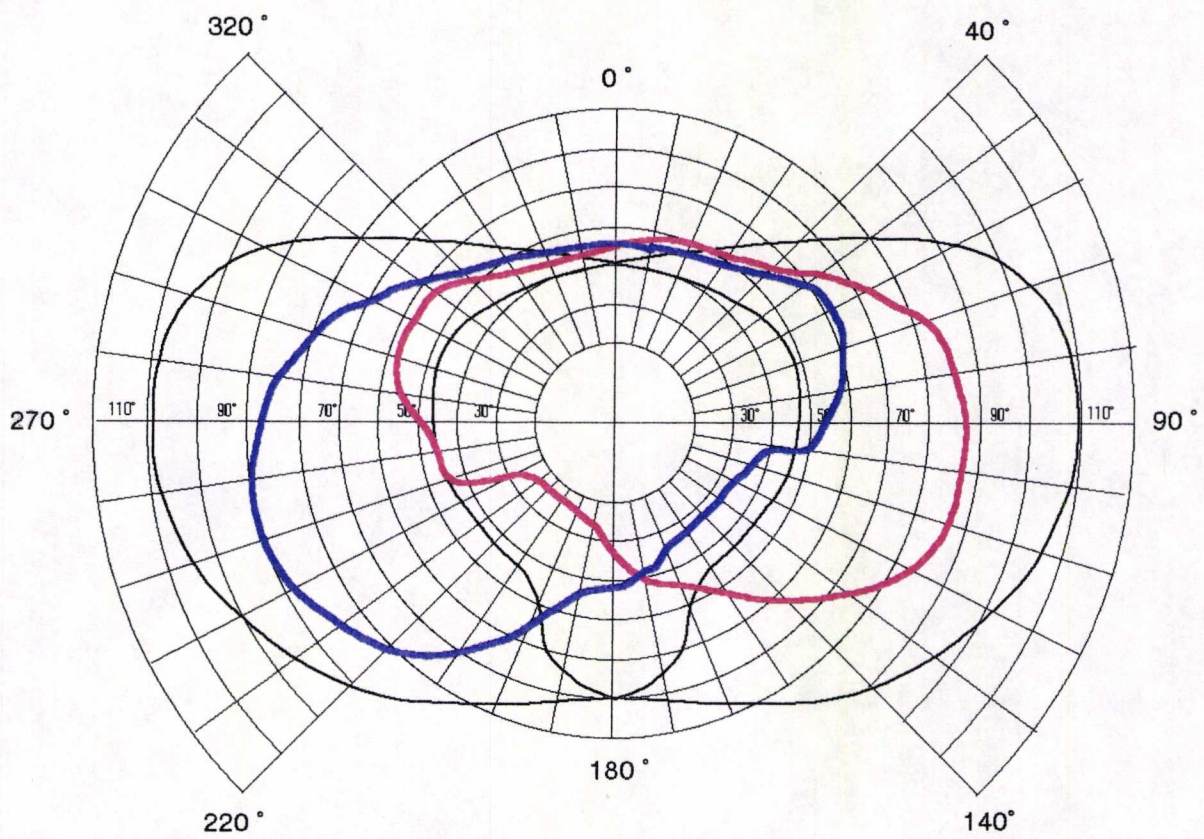
kap M2



Figuur 14b

volgelaatsmasker M5

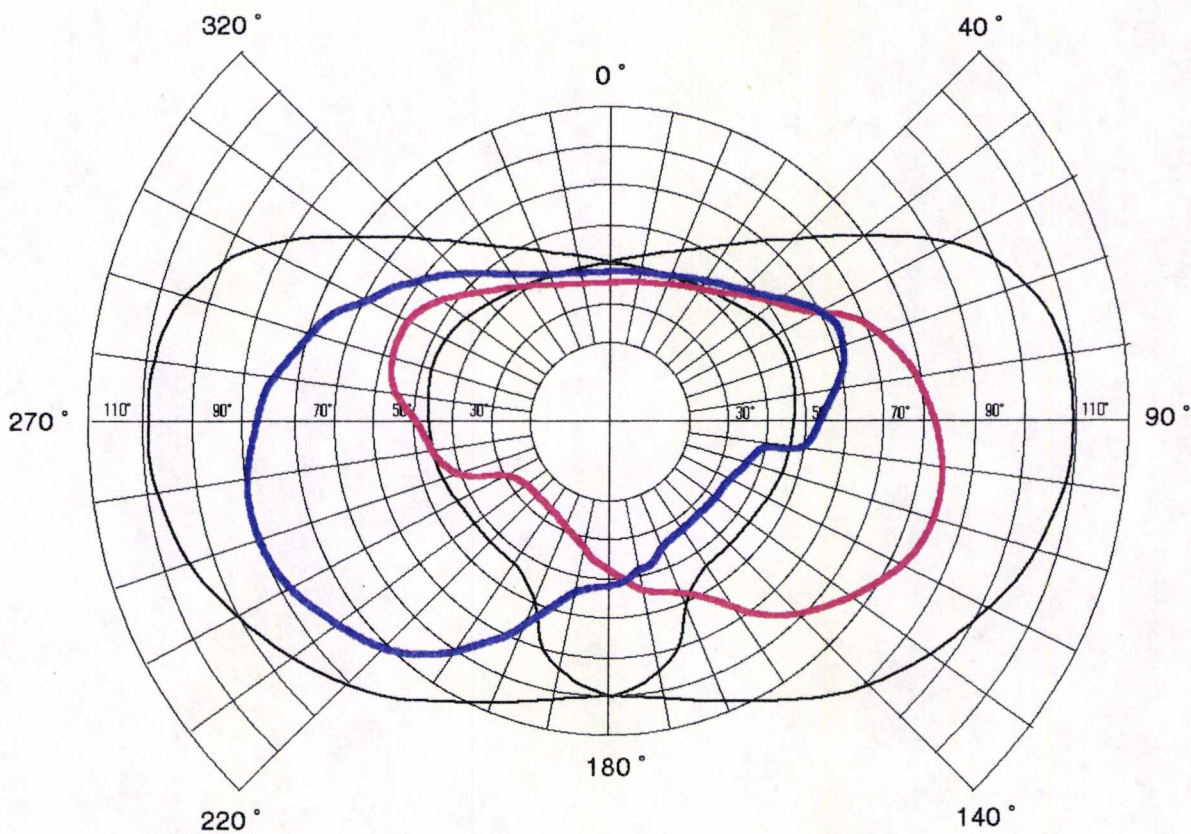
89451-14c



Figuur 14c

volgelaatsmasker M13

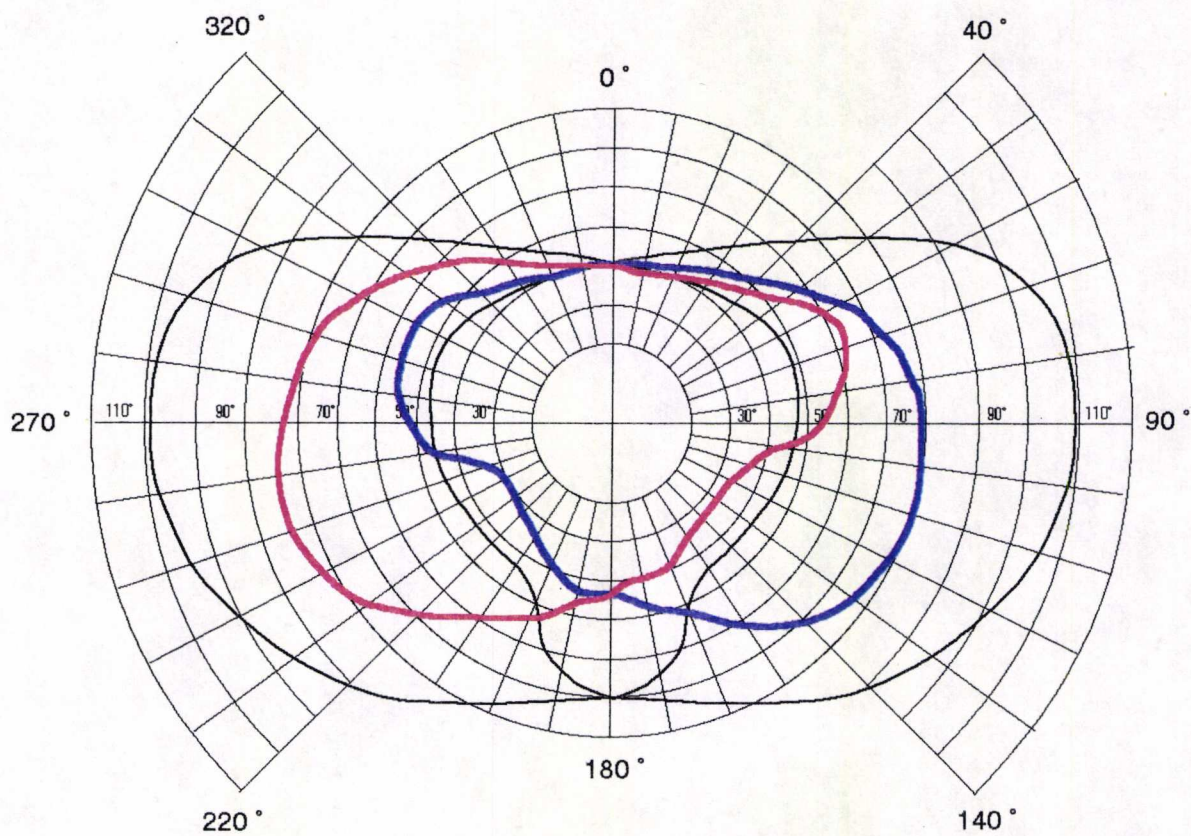
89451-14d



Figuur 14d

volgelaatsmasker M8

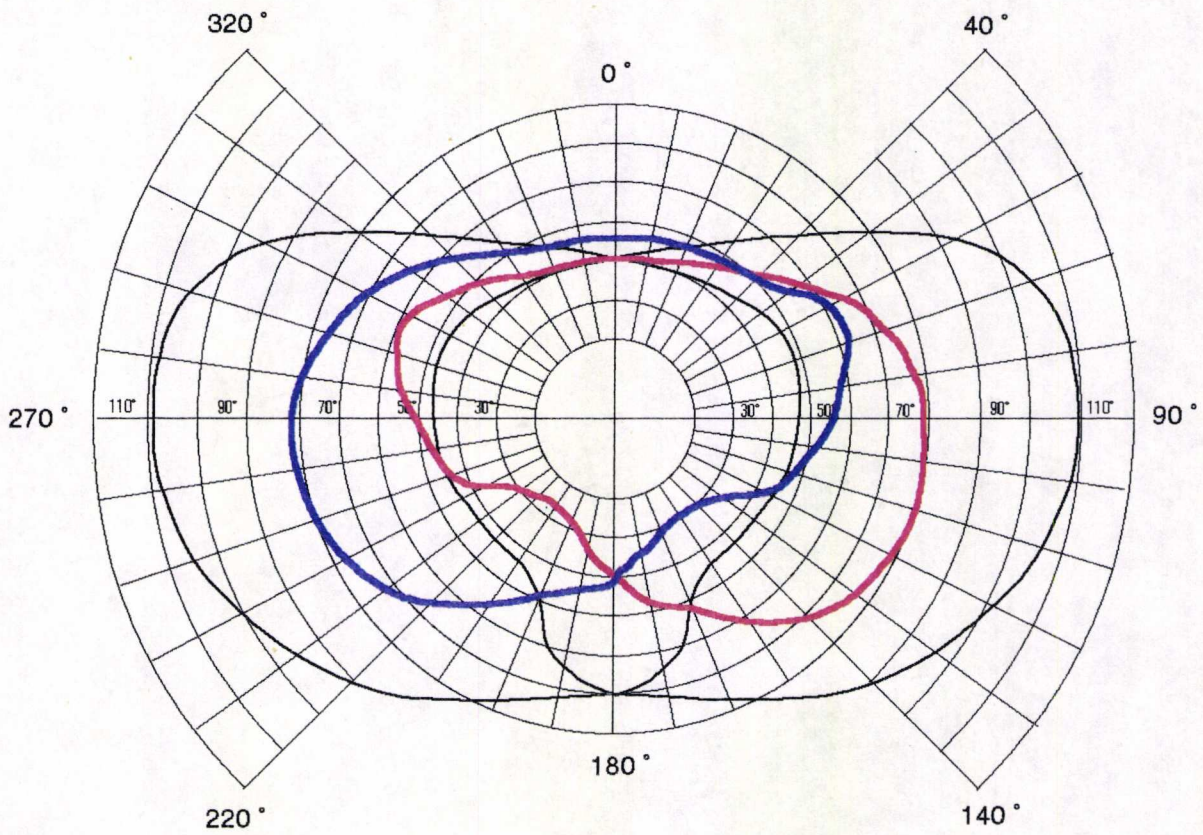
89451-14e



Figuur 14e

89451-14f

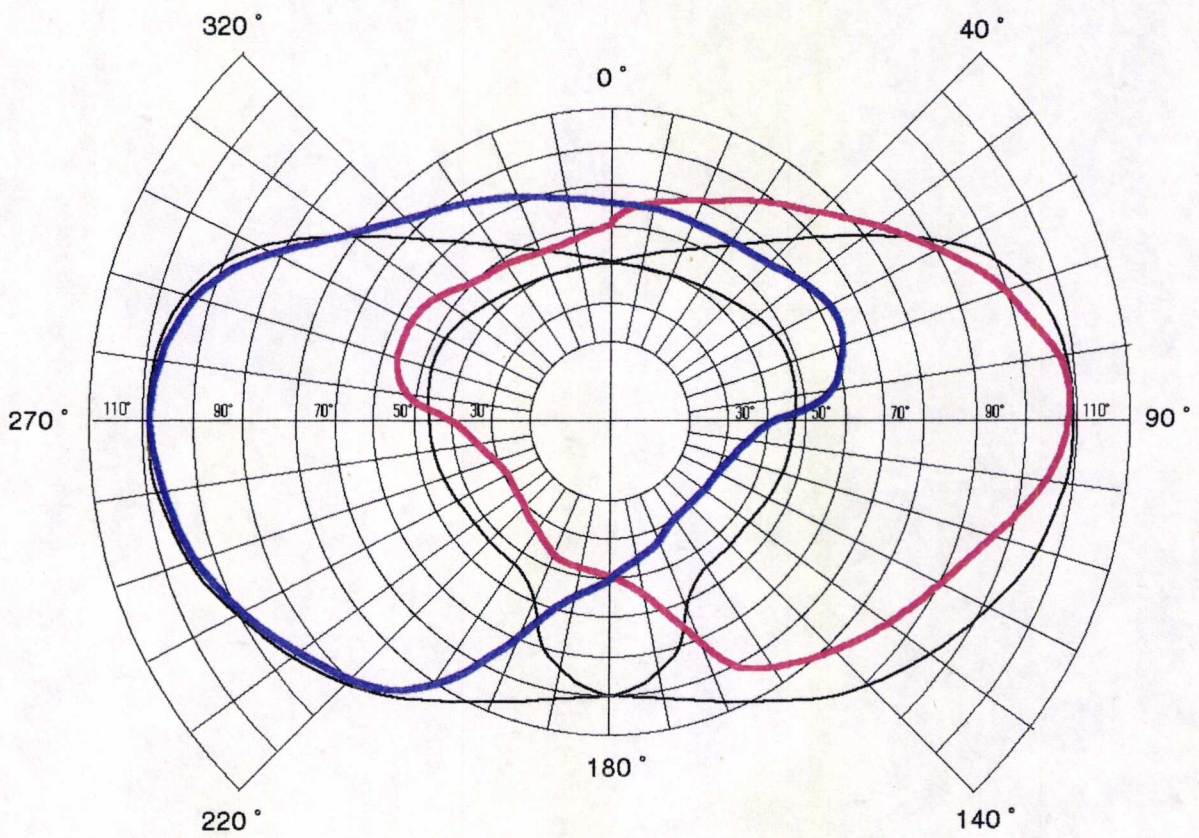
volgelaatsmasker M14



Figuur 14f

89451-14g

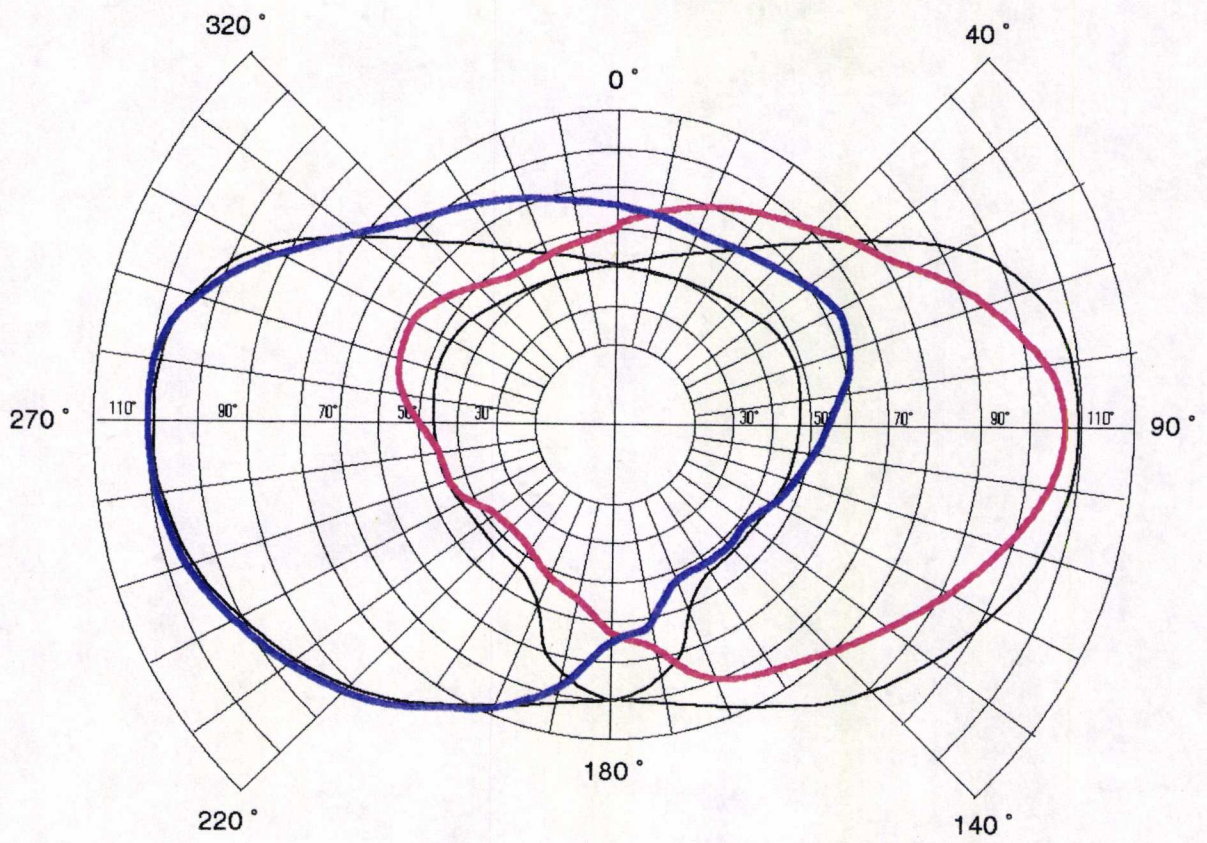
halfmasker M3



Figuur 14g

89451-14h

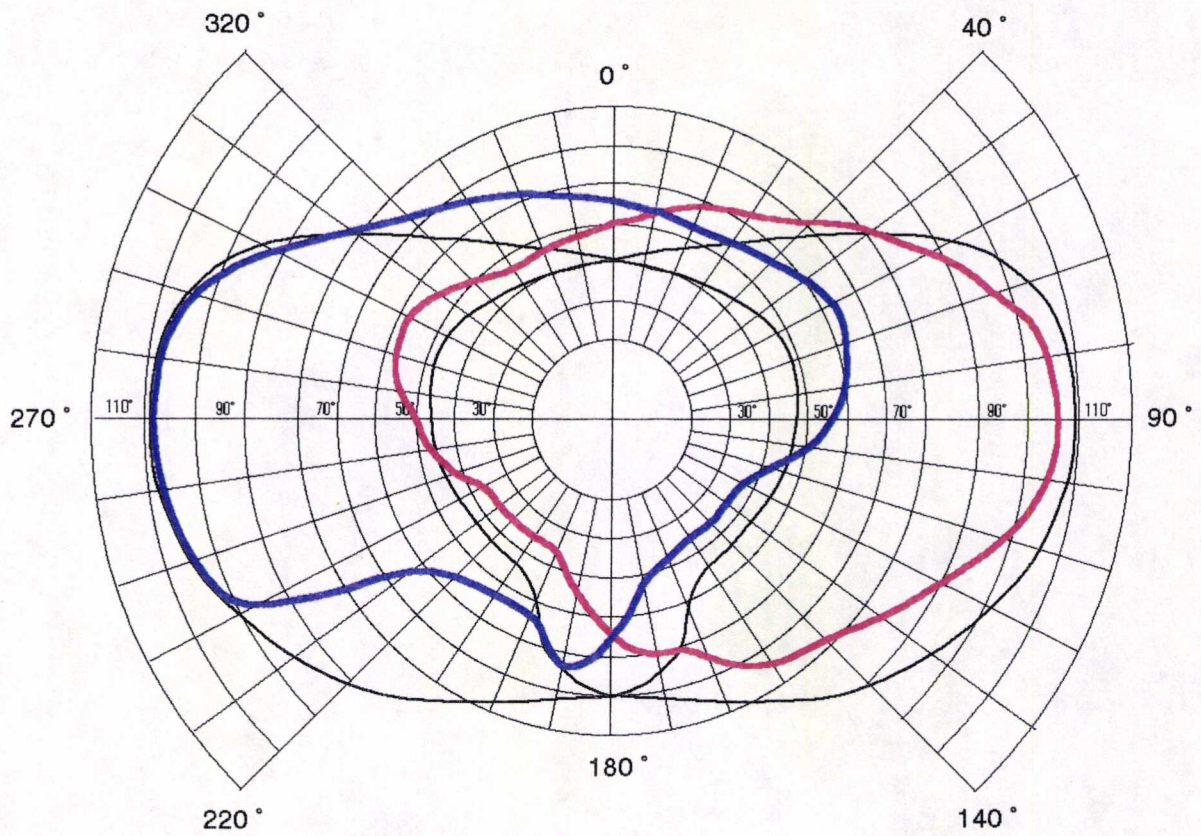
halfmasker M1



Figuur 14h

89451-14i

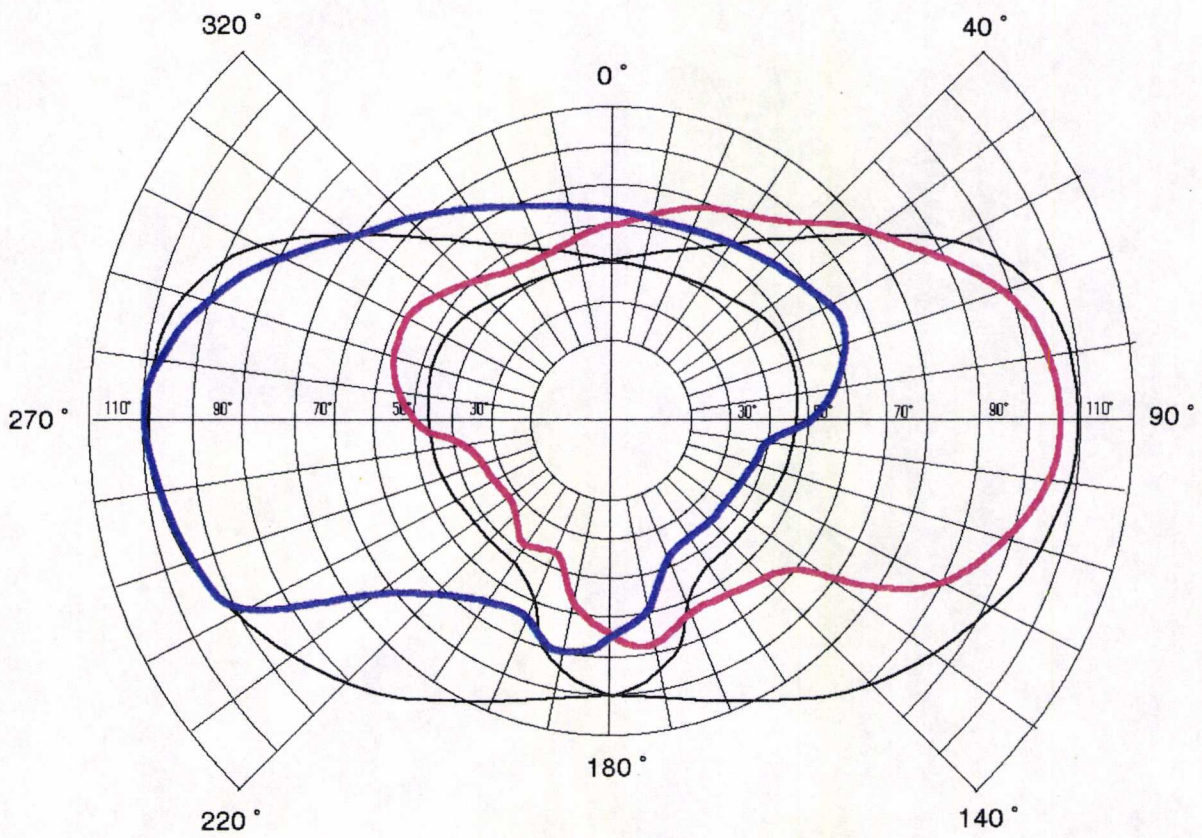
halfmasker M10



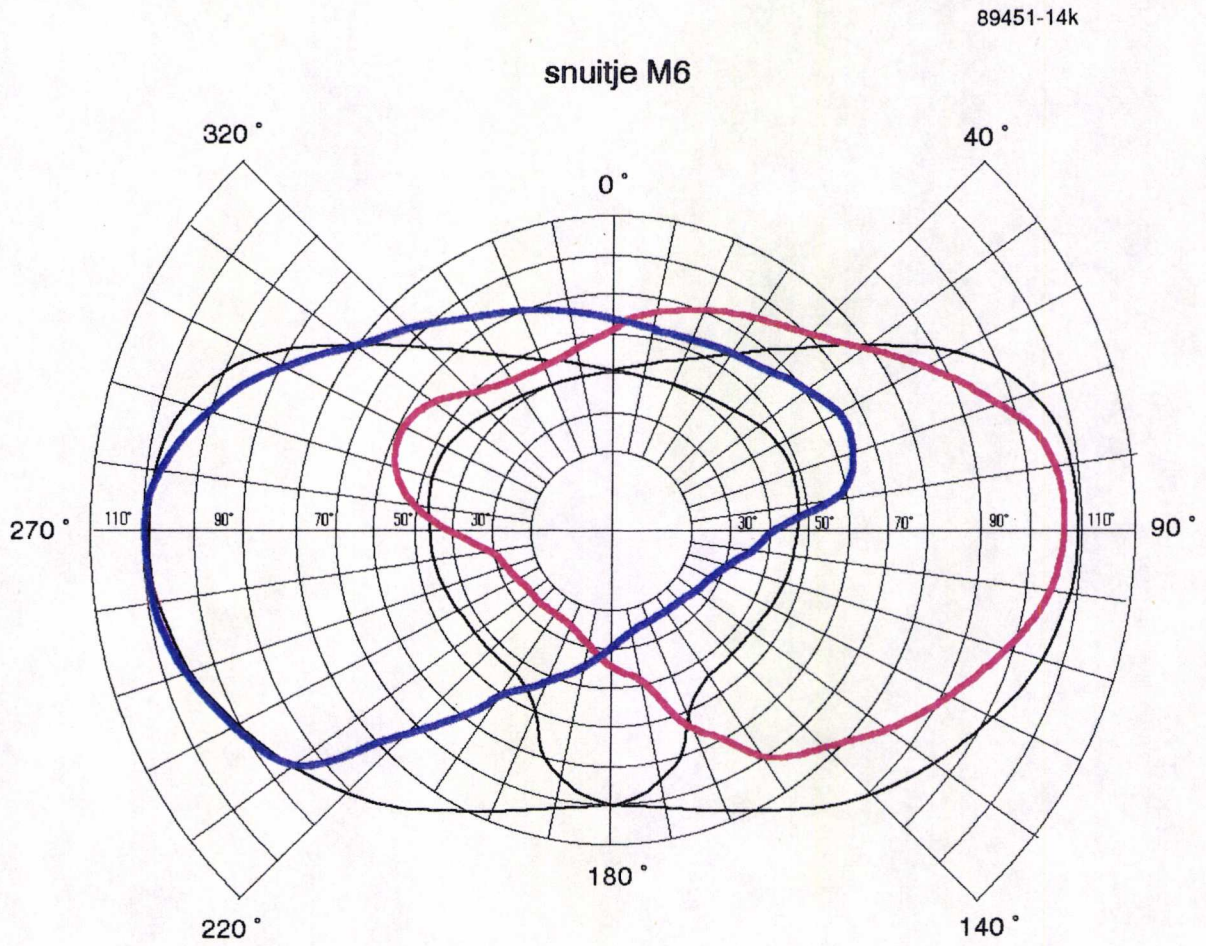
Figuur 14i

halfmasker M9

89451-14j



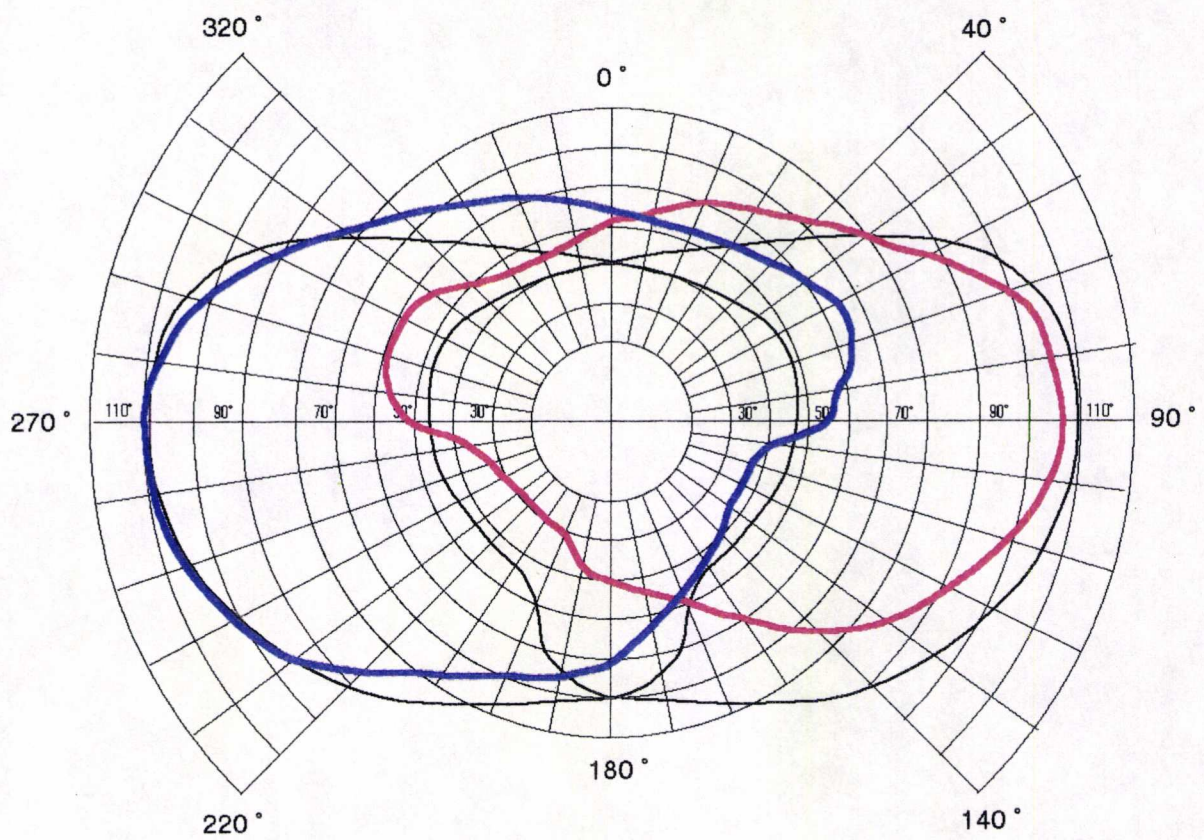
Figuur 14j



Figuur 14k

89451-141

snuitje M12



Figuur 141

Tabel 9 Effectief gezichtsveld, gemeten hoeken in opwaartse, neerwaartse en zijwaartse richting met de bijbehorende lineaire visuele efficiëntie indices. Het effectieve natuurlijk gezichtsveld en de efficiëntie indices zijn per definitie 100%

		Effectief gezichtsveld t.o.v natuurlijk gezichtsveld (%)	
		totaal	overlap
	Natuurlijk	100	100
snuitje	M12	92	78
	M6	83	61
halfmasker	M9	83	76
	M10	83	77
	M3	86	67
	M1	92	85
volgelaatsmasker	M14	58	72
	M8	65	76
	M13	57	70
	M11	66	70
kap	M2	77	81
helm	M7	80	86

(vervolg tabel 9: zie volgende bladzijde)

Tabel 9 (vervolg)

	Gemeten uiterste hoeken (°) in de richtingen:		
	opwaarts	neerwaarts	zijwaarts
Natuurlijk	42	70	109
M12	54*	48	110
M6	52*	32	110
M9	52*	55	110
M10	54*	55	110
M3	52*	40	110
M1	54*	52	110
M14	43*	39	80
M8	40	42	80
M13	39	40	77
M11	48*	40	85
M2	25	70	110
M7	32	70	110

*) geldt als 42

Tabel 9(vervolg 2)

	Lineaire visuele efficiëntie indices (%)		
	opwaarts	neerwaarts	zijwaarts
Natuurlijk	100	100	100
M12	100	69	100
M6	100	46	100
M9	100	79	100
M10	100	79	100
M3	100	57	100
M1	100	74	100
M14	100	56	73
M8	95	60	73
M13	93	57	70
M11	100	57	78
M2	59	100	100
M7	76	100	100

4.2 Filters

4.2.1 Anti-aërosolfilter

Met een hoeveelheid van 5 liter lucht per minuut geblazen door een vernevelaar werd een waternevel gegenereerd die 2 gram water per liter lucht bevatte. Deze nevelstroom werd tijdens het ademen gericht op het filter. De resultaten van de weerstandsmetingen met de waternevel worden hieronder gegeven.

Volgelaatsmasker met filterbus

De nevelstroom werd zolang op het filter gericht dat na weging van het filter 5 gram water in de filterbus aanwezig was. Bij de filterbussen B4, B8, B14 en B11 vond geen verhoging van de weerstand plaats.

Halfmasker met steekfilter

De steekfilters B3, B9 hebben zo'n zichtbaar afstotend vermogen dat, na minutenlange blootstelling aan waternevel, op of aan het nevelfilter van B3 2 gram en op of aan het filter B9 slechts 1 gram water aanwezig was. Verhoging van de weerstand vond niet plaats. Het nevelfilter van B1 bezat deze afstotende eigenschap niet. Nadat 4 gram water in het filter aanwezig was, was de weerstand toegenomen met 100 % .

Snuitjes

Het snuitje zonder uitlaatventiel vertoonde na opname van 2,5 gram water een weerstandsverhoging van 30 % zowel bij in- als uitademing. Het snuitje met uitlaatventiel vertoonde na opname van 4 gram water geen toename en na opname van 22 gram water een weerstandsverhoging van 25 %.

Geconcludeerd kan worden, dat bij alle vier de geteste filterbussen en twee van de drie steekfilters bij werken in een omgeving waar zich waternevel bevindt geen weerstandsverhoging optreedt. Eén van de steekfilters (B1) vertoonde een weerstandsverhoging van 100 %.

Het snuitje met uitlaatventiel vertoonde geen noemenswaardige weerstandsverhoging. Het snuitje zonder uitlaatventiel is wel nevel-gevoelig.

4.2.2 Anti-gasfilter

Gedurende de 80 uur van onderbroken belading met dichloorvos werd deze stof niet in het effluent gevonden. Dit betekent dat een anti-gasfilter van het type A (soort van af te vangen gassen nl. hoogkokende organische vloeistoffen) en de Klasse 2 (afvangstcapaciteit) gedurende een periode van in ieder geval 80 uur feitelijk gebruik (mits binnen een periode van 31 dagen) afdoende bescherming biedt tegen alle voorkomende dampen van bestrijdingsmiddelen onder de gekozen (ongunstige) condities.

5 CONCLUSIE EN AANBEVELING

Met behulp van een aantal verschillende typen commercieel gemakkelijk verkrijgbare middelen is het goed mogelijk om bij het toepassen van bestrijdingsmiddelen in de glastuinbouw een afdoende reductie in de concentratie van geïnhaleerde toxische stoffen te bewerkstelligen. De gewenste reductie betreft de concentratie aan aerosol (druppeltjes). Ook damp kan in afdoende mate worden afgevangen.

Van de onderzochte middelen geeft het volgelaatsmasker voorzien van een ventilator en een P3-filter voor alle toepassingstechnieken voldoende bescherming. Is een lagere beschermingsgraad toereikend dan komen successievelijk ook andere middelen voor verantwoord gebruik in aanmerking (zie tabel 3): volgelaatsmasker zonder ventilator, halfmasker met ventilator, kap en helm met ventilator, en, in beginsel althans, ook halfmasker zonder ventilator en filtrerend gelaatstuk. De laagste aangegeven (onderstreepte) waarden moeten daarbij veiligheidshalve als maatstaf worden gehanteerd. De bescherming door een halfmasker zonder ventilator is voor veel individuen zeer gering. Het toegepaste aerosolfilter is bepalend voor het niveau waarop de protectie van deze reeks zich bevindt. De twee laatstgenoemde typen hebben voor sommige dragers (zonder abnormale gezichtskenmerken) slechts een protectiefactor van 1,5, hetgeen in de praktijk nauwelijks interessant is. Afwijkende gelaatsvormen kunnen overigens voor individuele dragers het protectieniveau van alle typen aantasten; er bestaat zonder individuele meting geen absolute zekerheid over het protectieniveau.

Voor alle typen adembeschermingsmiddelen is de protectie voor een aantal dragers (mits het hoogefficiënte P3-filter wordt toegepast) aanzienlijk hoger dan de veiligheidshalve geadviseerde waarden. Hiervan kan men echter geen profijt trekken zonder de hogere protectiegraad individueel te hebben vastgesteld.

Instructie aan gebruikers met betrekking tot correct opzetten, werking en onderhoud van adembeschermende middelen wordt noodzakelijk geacht. Een schriftelijke gebruiksaanwijzing alléén is onvoldoende.

Een zwak punt in adembeschermingsmiddelen wordt gevormd door het uitlaatventiel. In geen enkel ontwerp wordt er rekening mee gehouden dat haren en stof zeer gemakkelijk tot de ruimte rond de eigenlijke afdichting van dit ventiel kunnen doordringen. De protectie in adembeschermingsmiddelen zonder ventilator kan daardoor sterk worden aangetast.

Een gasfilter van het A-type dient veiligheidshalve additioneel te worden toegepast wanneer de verzadigde dampspanning van de werkzame toxische stof hoger is dan de MAC-waarde. Gecombineerde anti-aërosol- én anti-gasfilterbussen zijn daartoe bruikbaar en commercieel beschikbaar.

De gebruiksduur van het anti-gasfilter is onder andere afhankelijk van het gebruikte bestrijdingsmiddel. Voor de stof die het filter onder praktijkcondities het meest belast (dichloorvos) gaat een A2-filter 80 uur van feitelijk gebruik mee. De gebruiksduur van een aerosolfilter is wat betreft zijn afvangsteigenschappen niet beperkt. In een enkel geval zou er onder invloed van vocht een significante toename van de drukval kunnen optreden.

Dit onderzoek kan geen antwoord bieden op de vraag of in een bepaald individueel geval de gewenste protectiefactor wordt bereikt. Alleen een individuele meting is daartoe in staat. Ofschoon op kwalitatieve wijze een zeer slechte passing bij het opzetten van vele adembeschermingsmiddelen uiteraard opgemerkt kan worden, dient voor het bereiken van betrouwbare protectiefactoren op kwantitatieve wijze gecontroleerd te worden. Aangezien een kwantitatieve methode (afgezien van de kosten) niet zo gemakkelijk door individuele dragers van adembeschermingsmiddelen toegepast kan worden, is het te overwegen voor groepen van consumenten van adembeschermende middelen een controlefaciliteit voor gemeenschappelijk gebruik in het leven te roepen. Uit bestaande methoden zou de meest geschikte geselecteerd kunnen worden; indien nodig kan een voor de groep optimale methode ontwikkeld worden.

6

ONDERTEKENING



P.J. Baak
(auteur)



L.A.W.M. Steenweg
(auteur)



J.J.G.M. van Bokhoven
(auteur)

7 REFERENTIES

- 1 Effectiviteit van adembescherming bij het werken met bestrijdingsmiddelen in de glastuinbouw
Onderzoek ten behoeve van de Stichting Gezondheidszorg Agrarische Sectoren te Den Haag;
TNO-Bureau voor ARBO-onderzoek;
Leiden, januari 1989
- 2 Publicatieblad P112, Deel III Keuzetabel;
Uitgave van de Arbeidsinspectie, 1990
- 3 Brouwer, D.H. en Van Hemmen, J.J.
De effectiviteit van ademhalingsbeschermende middelen bij het werken met bestrijdingsmiddelen
in de glastuinbouw: beschrijving van de omstandigheden waaronder bestrijdingsmiddelen
worden toegepast;
Rijswijk, MBL-rapport 1990-23
- 4 Havenith, G. en Heus, R.
De effectiviteit van ademhalingsbeschermingsmiddelen bij het werken met bestrijdingsmiddelen
in de glastuinbouw; comfortanalyse.
Soesterberg; IZF-TNO (1990)
- 5 Draft Guidelines for the Selection and Use of Respiratory Protection Devices; Communauté
Européenne de Normalisation (CEN), TC79 Subgroup 1;
Document N139 (1989)
- 6 Final Draft prEN 143; Particle filters; Requirements, Testing, Marking;
CEN (November 1989)
- 7 DIN-Norm 3181, Teil 2; Atemfilter für Atemschützgeräte: Partikelfilter
(Mai 1980)
- 8 CEN/TC79/SG3-4/Doc.N116; 5th Draft Specification for Turbo filtering Devices
incorporating Helmets or Hoods (August 1990)

- 9 Final Draft prEN 141 Gasfilters and Combined Filters; Requirements, Testing Marking; CEN (November 1989)

- 10 Hack, A.L., and McConville, J.T.
Respirator protection factors, part 1: Development of an anthropometric Test Panel
Am.Ind. Hyg. Assoc. J. 39 (1978) 970

- 11 Brekelmans, F.E.M.
Antropometrisch onderzoek Dutchmil 1985
IZF-rapport 1987-17
Soesterberg, 1986

- 12 Europese Norm EN 140: Respiratory protective Devices; Half masks and quarter masks; Requirements, Testing, Marking CEN,
December 1989

- 13 Europese Norm EN 136: Respiratory protective Devices; Full-face masks; Requirements, Testing, Marking. CEN, December 1989.

**BIJLAGE A OVERZICHT VAN BIJ TOELEVERANCIERS VOOR DE TUINBOUW
VERKRIJGBARE ABEMI**

Van het MBL heeft het PML de adressen van een vijftal vooraanstaande toeleveringsbedrijven verkregen:

Kringkoop	-	Bleiswijk
Brinkman	-	's-Gravenzande
Maasmond	-	De Lier
Sosef	-	Honselersdijk
CTAV	-	Aalsmeer

Deze toeleveringsbedrijven zijn door het PML bezocht om vast te stellen welke ABEMI in de branche van de tuinbouw gangbaar zijn. De leveringsprogramma's van de bedrijven bleken alle sterk van elkaar te verschillen. Samengevoegd is het totale aanbod als volgt:

-Volgelaatmaskers : Kemira
Dräger (Panorama Nova)
Auer 3S
Racal (BE 3, BE 7)
Joegoslavisch masker

- Halfmaskers : Kemira
Kolonias
Dräger (Combitox)
Sundström (Tesa SR 82)
Focus Veilig (Disca 4)
Prosana

- Stofkapjes:	: Focus Veilig (Disca 1)			
	Prosana >4 micron			
	3M			
- Gelaatscherm/kap	: Kemira (Airflow)			
- Ademhelm	: Racal (Airstream)			
- Filters	: Dräger	: steekfilter	gas	: A274 A1
			stof	: 645St P2
			stof	: 905St P2
			gas/stof	: A915St A1P2
		filterbus	gas	: A900 A2
	Racal	: filterbus	gas/stof	: A2P3
			gas	: A2, B2
	Kemira	: filterbus	gas	: A2
			gas/stof	: A2P2, A2P3
	Barikos	: filterbus	gas/stof	: 80 ASt A2P3
	Medizin	: steekfilter	gas	: A
	Technik Leipzig	voorzetfilter	stof	: P2
		filterbus	gas	: B
-Blowersystemen	: Racal	: Breathe Easy		
		Powerflow		
		(demonstratiemodel)		
	Kemira	: Autoflow		

Uit bovenstaande mag geconcludeerd worden dat de toeleveringsbedrijven zeker ook de meest bekende merken van adembeschermingsmiddelen verkopen.

BIJLAGE B HET MATERIAAL DAT VOOR HET ONDERZOEK IS AANGESCHAFT OF
OP HET PML REEDS BESCHIKBAAR WAS

De aangekochte typen en merken ABEMI met, waar van toepassing, filterbussen zijn hieronder in
codering aangegeven; M staat voor masker, V voor ventilatorsysteem, B voor filterbus

snuitje	: met en zonder uitlaatventiel M6 met uitlaatventiel (gas + stof) M12 (stof)
halfmasker	: M9 (2 steekfilters) Koolpatronen A1 Stoffilter P2 M3 Koolpatroon B3 A1P2 M1 gasfilter A2 filter P1
volgelaatsmasker	: M14 B14 A2P3 M11 B11 A2P3 M8 B8 A2P2 M13 B13 A2P3
volgelaatsmasker met filterblowersysteem	: M14 met V14 Filterbussen B14 A2P3 M8 met V4 Filterbussen B8 A2P2 M13 met V2 Filterbussen B13 A2P3

SAMENVATTING:

Op verzoek van STIGAS is onderzocht in welke mate gangbare adembeschermende middelen in de specifieke situatie van de glastuinbouw de concentratie aan geïnhaleerde toxische stoffen reduceren. Het blijkt dat in alle gevallen voor toepassing van bestrijdingsmiddelen afdoende reductie mogelijk is. Een volgelaatsmasker met filter-ventilator voldoet in alle praktijk-gevallen; naargelang de reductie van de geïnhaleerde stoffen minder sterk kan zijn komen ook lichtere vormen van adembescherming in aanmerking: volgelaatsmasker, halfmasker met filter-ventilator, kap of helm met filter-ventilator en, in beginsel, halfmasker en filtrerend gelaatsstuk. De productie van de laatste is evenwel teleurstellend laag. De toepassing van een anti-gasfilter in een situatie met een anti-aërosolfilter is nodig wanneer de MAC-waarde van de actieve component lager is dan zijn verzadigde dampspanning. De effectiviteit van een anti-gasfilter is in tegenstelling tot die van een anti-aërosolfilter beperkt in gebruiksduur; een indicatie hiervoor wordt gegeven. Instructie aan de gebruiker en onderhoud van adembeschermende middelen zijn van wezenlijk belang. Met name uitademventielen vormen voor het productieniveau een uiterst kwetsbare schakel. Omdat individueel zeer significante afwijkingen in protectieniveau, zowel in positieve als in negatieve zin kunnen voorkomen, wordt aanbevolen dat de gebruikersgroep de beschikking krijgt over een faciliteit waar individueel de mate van bescherming kan worden vastgesteld.

SAMENVATTING:

Op verzoek van STIGAS is onderzocht in welke mate gangbare adembeschermende middelen in de specifieke situatie van de glastuinbouw de concentratie aan geïnhaleerde toxische stoffen reduceren. Het blijkt dat in alle gevallen voor toepassing van bestrijdingsmiddelen afdoende reductie mogelijk is. Een volgelaatsmasker met filter-ventilator voldoet in alle praktijk-gevallen; naargelang de reductie van de geïnhaleerde stoffen minder sterk kan zijn komen ook lichtere vormen van adembescherming in aanmerking: volgelaatsmasker, halfmasker met filter-ventilator, kap of helm met filter-ventilator en, in beginsel, halfmasker en filtrerend gelaatsstuk. De productie van de laatste is evenwel teleurstellend laag. De toepassing van een anti-gasfilter in een situatie met een anti-aërosolfilter is nodig wanneer de MAC-waarde van de actieve component lager is dan zijn verzadigde dampspanning. De effectiviteit van een anti-gasfilter is in tegenstelling tot die van een anti-aërosolfilter beperkt in gebruiksduur; een indicatie hiervoor wordt gegeven. Instructie aan de gebruiker en onderhoud van adembeschermende middelen zijn van wezenlijk belang. Met name uitademventielen vormen voor het productieniveau een uiterst kwetsbare schakel. Omdat individueel zeer significante afwijkingen in protectieniveau, zowel in positieve als in negatieve zin kunnen voorkomen, wordt aanbevolen dat de gebruikersgroep de beschikking krijgt over een faciliteit waar individueel de mate van bescherming kan worden vastgesteld.

Prins Maurits Laboratorium TNO

Rapportnummer: PML1990-C119

Opdrachtnummer(s): 132189451

Datum: November 1990

Titel: Adembeschermingsmiddelen in de glastuinbouw:
niveau en duur van de bescherming

Auteur: P.J. Baak, L.A.W.M. Steenweg, J.J.G.M. van Bokhoven

Trefwoorden: Protection
Respirators
Horticulture
Poisons
Filters

Prins Maurits Laboratorium TNO

Rapportnummer: PML1990-C119

Opdrachtnummer(s): 132189451

Datum: November 1990

Titel: Adembeschermingsmiddelen in de glastuinbouw:
niveau en duur van de bescherming

Auteur: P.J. Baak, L.A.W.M. Steenweg, J.J.G.M. van Bokhoven

Trefwoorden: Protection
Respirators
Horticulture
Poisons
Filters