

TNO-rapport
PML 1997-A101

Selectie van een methode voor de meting van de gasmaskerprotectiefactor te velde

TNO Prins Maurits Laboratorium

KMA

Lange Kleiweg 137
Postbus 45
2280 AA Rijswijk

Telefoon 015 284 28 42
Fax 015 284 39 63

Datum
juni 1998

Auteur(s)
L.A.W.M. Steenweg
Dr. ir. J.J.G.M. van Bokhoven

"DTIC USERS ONLY"

Rubricering
Vastgesteld door : G.M. Swenker
Vastgesteld d.d. : 3 maart 1998
(deze rubricering wijzigt niet)

Titel : Ongerubriceerd
Managementuittreksel : Ongerubriceerd
Samenvatting : Ongerubriceerd
Rapporttekst : Ongerubriceerd

19981207 028

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

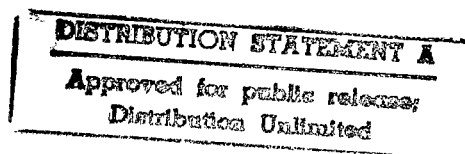
Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor Onder-
zoeksopdrachten aan TNO, dan wel
de betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het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

Exemplaar nr. : 10.
Opplage : 21
Aantal pagina's : 17 (excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen : -

© 1998 TNO

TNO Prins Maurits Laboratorium is onderdeel
van de hoofdgroep TNO Defensieonderzoek
waartoe verder behoren:

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium
TNO Technische Menskunde



AQF99-03-0298

Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Managementuittreksel

Titel : Selectie van een methode voor de meting van de gasmaskerprotectiefactor te velde
Auteur(s) : L.A.W.M. Steenweg en Dr. ir. J.J.G.M. van Bokhoven
Datum : juni 1998
Opdrachtnr. : A96KL516
Rapportnr. : PML 1997-A101

De mate van bescherming die door een technisch goed werkend gasmasker wordt geboden wordt door een aantal factoren bepaald:

- de eigenschappen van de filterbus;
- de afdichting van het uitademventiel;
- de afdichting van het masker op het gelaat.

NBC-maskers worden ontworpen om aan een realistische geschatte dreiging het hoofd te kunnen bieden. Het FM12-masker dat thans in de Nederlandse Krijgsmacht wordt ingevoerd is onder andere geselecteerd op zijn protectiekenmerken die beantwoorden aan eisen die direct zijn afgeleid uit de NAVO-gasmaskertriptiek. In overeenstemming met deze triptiek is in laboratoriumproeven getest hoe groot de lekkage is die het FM12-masker vertoont. Hoewel de resultaten, zeker in vergelijking met andere maskers, bevredigend zijn bestaat er onzekerheid over de vraag in hoeverre de geëiste protectie onder praktijkcondities ook in het veld gehaald wordt. Deze vraag is een concreet geval van de algemene vraag naar de zogenaamde werkplekprotectiefactor die in de civiele wereld vooral de laatste jaren enig stof doet opwaaien. Uit specifieke meetprogramma's die de gasmaskerprotectie op de feitelijke werkplek tot doel hadden blijkt dat allerlei praktijkfactoren (vermijdbare en onvermijdbare) een negatieve invloed op de protectie uitoefenen. Gevolg is dat men met het probleem zit hoeveel protectie men van een adembeschermend middel feitelijk kan verwachten.

Er is geen reden om aan te nemen dat de situatie met betrekking tot NBC-maskers in een militaire context wezenlijk anders is. Het lijkt op zijn minst raadzaam om de feitelijke protectie van het FM12-masker concreter af te schatten. Uit de civiele noch de militaire wereld is een methode direct beschikbaar. Dit dwingt om een geschikte methode te gaan ontwikkelen.

Op verzoek van de DMKL heeft het TNO Prins Maurits Laboratorium (TNO-PML) een voorstudie uitgevoerd naar de mogelijkheid om de protectiefactor te velde onder realistische draagomstandigheden continue te meten. Dit zou meer inzicht geven in de bescherming die de gasmaskerdrager werkelijk ondervindt en kan leiden tot het identificeren van de oorzaken en factoren die de hoogste risico's opleveren.

Allereerst werd een aantal eisen en wensen geformuleerd waaraan de te gebruiken apparatuur moet voldoen. Vervolgens werden de bestaande methoden geëvalueerd voor wat betreft de toepasbaarheid in dit specifieke project.

Allereerst werd een aantal eisen en wensen geformuleerd waaraan de te gebruiken apparatuur moet voldoen. Vervolgens werden de bestaande methoden geëvalueerd voor wat betreft de toepasbaarheid in dit specifieke project.

Uit deze studie is gebleken dat er geen kant en klare methode is om de protectiefactor te velde continu te kunnen meten. De meest belovende methoden zijn het meten van de protectiefactor door middel van het gebruik van de Portacount, dan wel metingen met ultrasoon geluid.

De eerste methode is zover ontwikkeld dat het goed mogelijk lijkt er een methode mee te ontwerpen voor de meting van de protectiefactor te velde. De methode met behulp van geluid dient nog op haar bruikbaarheid te worden beproefd in een studiefase.

Samenvatting

Tot op heden werden de protectiefactoren van het FM12-masker meestal gemeten onder laboratoriumomstandigheden waarbij vanzelfsprekend de mogelijkheden om een praktijksituatie na te bootsen beperkt zijn. Uit de literatuur is bekend dat protectiefactoren, gemeten onder min of meer ideale laboratoriumcondities, een te optimistisch beeld geven van de protectie in de praktijksituatie. De protectiefactoren kunnen in de praktijk belangrijk lager zijn.

Op verzoek van de DMKL heeft het TNO Prins Maurits Laboratorium (TNO-PML) een voorstudie uitgevoerd naar de mogelijkheid om de protectiefactor te velde continu te meten onder realistische draagomstandigheden. Dit zou meer inzicht geven in de bescherming die de gasmaskerdrager werkelijk ondervindt en kan leiden tot het identificeren van de oorzaken en factoren die de hoogste risico's opleveren.

Allereerst werd een aantal eisen en wensen geformuleerd waaraan de te gebruiken apparatuur moet voldoen. Vervolgens werden de bestaande methoden geëvalueerd voor wat betreft de toepasbaarheid in dit specifieke project.

Uit deze studie is gebleken dat er geen kant en klare methode is om de protectiefactor te velde continu te kunnen meten. De meestbelovende methoden zijn het meten van de protectiefactor met de Portacount dan wel via ultrasoon geluid.

De eerste methode is zover ontwikkeld dat het goed mogelijk lijkt er een methode mee te ontwerpen voor de meting van de protectiefactor te velde. De methode met behulp van geluid dient nog op zijn bruikbaarheid te worden beproefd in een studiefase.

Inhoud

Managementuittreksel	2
Samenvatting	4
1 Inleiding	6
2 Werkplekprotectiefactoren.....	7
3 Uitgangspunten	8
4 Het meten van de mate van bescherming van een gasmasker.....	9
4.1 Gassen als teststof.....	9
4.2 Inlek van aërosolen	10
4.3 Drukmetingen	11
4.4 Meting door middel van geluid	11
5 Conclusie.....	13
6 Aanbeveling	14
7 Literatuur.....	15
8 Ondertekening.....	17

1 Inleiding

De bescherming die door een gasmasker wordt geboden, onder andere tot uiting komend in de zogenaamde protectiefactor, wordt voornamelijk bepaald door de volgende factoren:

- de filtratie- en adsorptie-eigenschappen van de filterbus;
- de afdichting van het uitademventiel;
- de afdichting van het masker op het gelaat.

De gelaatslek van een gegeven masker/dragercombinatie wordt beïnvloed door:

- het uitvoeren van bewegingen waardoor het masker op het gelaat beweegt;
- fysieke inspanning;
- een (on)juiste afstelling van het bandenstel van het masker en de positie op het gelaat;
- klimatologische omstandigheden.

Van de genoemde factoren wordt de gelaatslekage als één van de belangrijkste oorzaken van verminderde bescherming beschouwd. Het is ook de lekkage die het moeilijkst in een laboratorium valt na te bootsen.

De protectiefactoren van vier verschillende typen maskers werden in 1992/1993 in het kader van het project 'Vervanging van het gasmasker C3, 3e fase' bepaald [1]. Met behulp van de Portacount werd vastgesteld dat de bescherming van de militair vaak lager was dan op basis van laboratoriumonderzoek werd verwacht. Gemiddeld over de vier typen maskers genomen voldeed bij 20% van de militairen de bescherming niet aan de eis. In 1997 is de uiteindelijke versie van het AVON FM12 masker binnen de Krijgsmacht geïntroduceerd; op dit moment worden de operationele eenheden hiermee uitgerust.

In vergelijkende evaluatieprogramma's worden de protectiefactoren gemeten onder laboratoriumomstandigheden waarbij vanzelfsprekend de mogelijkheden om een praktijksituatie na te bootsen beperkt zijn.

Op verzoek van de DMKL, afdeling BVC-PGU-GVG, zie OPGU/Bur T heeft het TNO Prins Maurits Laboratorium (TNO-PML) een voorstudie uitgevoerd naar de mogelijkheid om de protectiefactor continu te meten onder realistische draagomstandigheden. Dit geeft een direct inzicht in de bescherming die de gasmaskerdrager op elk moment werkelijk ondervindt en kan leiden tot het identificeren van de factoren die de hoogste risico's opleveren. Met het oog op het vereiste hoge beschermingsniveau (minstens een factor 10.000) is dit van groot belang.

Het onderzoek werd uitgevoerd in de periode juli tot november 1997 onder opdracht nummer 211 096 626 (A-opdrachtnummer 96KL516).

2 Werkplekprotectiefactoren

Het militaire probleem voor het bepalen van de feitelijke bescherming zoals hier gedefinieerd is een bijzonder geval van het bepalen van de zogenaamde werkplek-protectiefactor (WP-PF), zoals in de civiele wereld gebeurt. De daarbijbehorende definitie van de WP-PF luidt: de WP-PF is die protectiewaarde die door een gegeven fractie van de dragerpopulatie (doorgaans 95%) minimaal wordt gehaald, wanneer het masker technisch in orde is en op de juiste methode aangepast en gebruikt wordt [2, 3]. De meetmethoden die worden toegepast maken gebruik van totale uitwendige blootstelling en totale in het masker gepenetreerde hoeveelheid van de feitelijke stof waartegen bescherming wordt gezocht. De methoden kunnen dus geen factoren aanwijzen die de protectie aantasten. Ofschoon de gebruikswaarde van de WP-PF behouden blijft, is een zeer belangrijk minpunt dat er geen onderscheid gemaakt kan worden tussen intrinsieke beperkingen van het protectieniveau en vermijdbare factoren die dit niveau aantasten (bijvoorbeeld fouten bij het gebruik). In het algemeen blijkt overigens dat de WP-PF's belangrijk lager kunnen zijn (een orde van grootte of meer) dan de PF-waarden die uit standaardlaboratoriumproeven worden gevonden. Dit gegeven onderstreept de noodzaak om over een meetmethode voor de protectiefactoren te velde te beschikken. Tegelijk wordt het belang van de mogelijkheid om de oorzaken van een te grote lekkage tijdens het verrichten van militaire taken te kunnen onderzoeken hiermee benadrukt.

3 **Uitgangspunten**

Primaire vraag bij het onderzoek is: is het protectioniveau van het masker onder praktijkcondities voldoende? Dit kan worden onderzocht door de protectiefactor te meten.

Omdat het van belang is te weten welke activiteiten de protectiefactor beïnvloeden dient deze als functie van de tijd gemeten te worden.

Voor wat de meting betreft werden de volgende eisen geformuleerd.

- De meting moet kwantitatief worden uitgevoerd en niet gebaseerd zijn op de subjectieve waarneming van de drager (reuk, smaak). De reuk- en smaakgrenzen variëren per individu waardoor de resultaten van de proeven in kwantitatieve zin onbetrouwbaar worden. Dit betekent dat er een instrumentele methode gebruikt moet worden.
- De metingen dienen on line te kunnen worden uitgevoerd; dit betekent, dat per periode van maximaal 2-3 sec. de PF zou moeten worden gemeten. Er kan dan een uitspraak worden gedaan over de invloed die bepaalde handelingen hebben op de mate van bescherming. Dit betekent ook dat de responsietijd van het meetsysteem (zeer) snel moet zijn. Indien lekkage optreedt moet duidelijk zijn op welk moment dit gebeurt en wat de oorzaak van de lekkage is zodat een mogelijk verband met de momentane bewegingstoestand kan worden gesignaleerd.
- De gebruikte methode mag de gezondheid van de proefpersoon niet schaden.
- De proefpersoon moet zich vrij kunnen bewegen en niet of nauwelijks gehinderd worden door de gebruikte apparatuur.
- Modificaties aan het masker moeten zoveel mogelijk vermeden worden. Ze mogen de bescherming en het draagcomfort in ieder geval niet negatief beïnvloeden.

Daarnaast werden de volgende wensen geformuleerd.

- Er moet gedurende langere tijd (circa 30 minuten) gemeten kunnen worden.
- Protectiefactoren tussen 100 en 100.000 moeten gemeten kunnen worden.
- De gebruikte methode moet het milieu zo weinig mogelijk belasten.
- De resultaten moeten op afstand ingelezen kunnen worden.

4 Het meten van de mate van bescherming van een gasmasker

Door L.M.P. van Gruijthuisen is een groot aantal methoden beschreven waarmee de lekkage van een gasmasker in een laboratoriumsituatie gemeten kan worden [4]. Ook in referentie [5 - 8] komt een groot aantal methoden aan de orde. Zowel kwalitatieve als kwantitatieve testen worden in deze referenties beschreven. Uitgaande van het eisen- en wensenpakket zijn de methoden waarmee slechts kwalitatief de lekkage wordt gemeten ongeschikt voor het doel van dit onderzoek. Deze testen geven slechts een indicatie dat er lekkage optreedt; de hoogte van de lekkage of het moment waarop worden hiermee niet bepaald. Ook de methoden die een tijdgemiddelde protectiefactor geven (bijvoorbeeld biomonitoring) voldoen niet aan de eisen en wensen. Het belangrijkste bezwaar is dat de resultaten niet aangeven bij welke activiteit een lekkage is opgetreden of hoe hoog een eventuele lekkagepiek is geweest. Bovendien vereist een biomonitoringmethode het bewust creëren van een blootstelling aan een geschikte teststof. Dit is weliswaar met de nodige apparatuur te realiseren, maar werkt hinderend op de soort en de duur van de activiteiten van de maskerdrager.

De kwantitatieve methoden die in de diverse referenties worden genoemd zijn onder te verdelen in methoden die gebruikmaken van:

- inlek van gassen;
- inlek van aërosolen;
- drukmetingen;
- ultrasoon geluid.

4.1 Gassen als teststof

Metten van de lekkage door middel van inlek van een gas is binnen TNO-PML een gangbare methode [9]. Als testgas wordt SF₆ gebruikt. Praktische voorwaarde voor een juiste meting is dat de gasconcentratie constant en hoog genoeg is.

Deze methode is echter voor het meten van protectiefactoren in het veld niet toepasbaar. Niet alleen is het vrijwel onmogelijk om de drager te omhullen met een (constante) concentratie aan testgas; de lage detectiegrens die gehaald moet kunnen worden vereist een detectiemethode die in de huidige uitvoering dusdanig volumineus is dat gebruik ervan in het veld onmogelijk is. Bovendien wordt SF₆ niet door een filterbus afgevangen en is het milieubelastend. De filterbus dient dus op een voorziening te worden aangesloten die schone lucht levert; in het veld is dit praktisch bijna niet uitvoerbaar.

Het gebruik van andere gassen die in de referenties worden genoemd (helium, argon, freon, etheen, pentaan) stuit op dezelfde bezwaren. Eenvoudige detectiemiddelen zijn een absolute voorwaarde. Als het al mogelijk zou zijn om een con-

stante gasconcentratie aan te brengen, zijn deze middelen te ongevoelig om de lage concentratie, behorend bij het gewenste protectioniveau (PF tot 100.000), te kunnen meten. Bovendien worden deze gassen, net als SF₆, te slecht door een filterbus afgevangen om voldoende langdurige metingen te kunnen doen.

4.2 Inlek van aërosolen

4.2.1 Speciale testaërosolen

Op het laboratorium wordt de mate van lekkage van een gasmasker bepaald door het gebruik van NaCl- of olieaërosolen [9, 10]. Deze methode werkt in grote lijnen hetzelfde als de bepaling met behulp van gassen. Wat detectie betreft heeft deze methode dezelfde nadelen. De detectoren die op het laboratorium worden gebruikt bestaan niet in uitvoeringen die in het veld gebruikt kunnen worden. Daarnaast is het ook hier praktisch onmogelijk om op eenvoudige wijze de proefpersoon met een constante concentratie aërosol te omringen.

Daarnaast heeft meting met aërosolen nog een ander nadeel: door depositie van deeltjes in het masker, de luchtwegen of de detector worden protectiefactoren gevonden die in het algemeen te optimistisch zijn [11, 12]. De gevonden beschermingswaarden zijn wel direct van toepassing op aërosolen die qua afmeting en vorm hetzelfde zijn als het testaërosol. Kortstondige lekkages zijn wel te relateren aan bepaalde activiteiten.

4.2.2 Natuurlijk atmosferisch stof

Door de firma TSI is een apparaat ontwikkeld (Portacount) dat geschikt is voor metingen van protectiefactoren op de werkplek. Dit apparaat, dat de stofdeeltjes in de lucht gebruikt voor de meting, heeft als voordeel dat het relatief klein is en eenvoudig te bedienen. Daarnaast kan dit apparaat om de twee seconden de stofconcentratie in het masker bepalen. Als ook regelmatig de stofconcentratie in de omgeving gemeten wordt (die redelijk stabiel is), kan uit het quotiënt van deze twee gegevens de protectiefactor worden berekend.

Het nadeel van depositie van stofdeeltjes blijft echter bestaan, daarnaast geldt nog een aantal nadelen.

- Uitgeademde lucht kan aërosoldeeltjes bevatten in de vorm van waterdruppels of, in het geval van personen die roken, rookdeeltjes. De concentratie kan oplopen tot enkele deeltjes per cm³. Deze deeltjes kunnen de meting van de protectiefactoren in ernstige mate verstoren.
- De monstername uit het masker gebeurt via de drinkslang; het is mogelijk dat de positie van dit meetpunt niet optimaal is. Uit referentie [5 - 7] en [12] blijkt dat de positie van het monsterpunt bij aërosolmetingen een belangrijke invloed op het resultaat kan hebben.

Een meting met de Portacount geeft dus niet de exacte protectiefactor weer; het is een benaderende waarde.

In referentie [4] wordt door L.M.P. van Gruijthuijsen geconcludeerd dat de Porta-

count tot een protectiefactor van 1000 betrouwbaar is. Afhankelijk van de stofconcentratie in de omgeving kan bij protectiefactoren van 10000 de fout tot een factor twee oplopen.

Deze fout kan worden verlaagd door alleen tijdens de inademfase de protectiefactor te meten; de invloed van deeltjes in de uitgeademde lucht wordt dan veel kleiner. Dit vereist aanpassing aan de bestaande apparatuur. Voor toepassing in het veld zal aandacht moeten worden besteed aan de draagbaarheid van de apparatuur en aan de informatieoverdracht via telemetrie.

4.3 Drukmetingen

Een nieuwere ontwikkeling op het gebied van het meten van protectiefactoren is het meten van de druk in het masker. Tijdens inademing ontstaat onderdruk in het masker. Wanneer de drager zijn adem inhoudt, en de filterbus wordt afgesloten, zal de onderdruk gelijk blijven als er geen lekkage optreedt. Treedt er wel lekkage op, dan zal de onderdruk afnemen [5].

Door de firma Dynatech Nevada (USA) wordt een apparaat geproduceerd dat van dit principe gebruikmaakt. Het apparaat is voorzien van een luchtpompje. Als de filterbus is afgesloten en de drager zijn adem inhoudt, wordt via zuigen van het pompje de hoeveelheid lucht gemeten die nodig is om het masker op een constante onderdruk te houden. Deze hoeveelheid lucht is rechtstreeks gecorreleerd aan de protectiefactor.

Overwegend nadeel van het apparaat is dat de drager zijn adem gedurende enige tijd in moet houden, zodat hij niet in staat is zijn taken normaal uit te voeren. Bewegingen van het masker zouden daarenboven de druk beïnvloeden. Er zal zeker niet met de gewenste frequentie van circa 20 keer per minuut gemonsterd kunnen worden. Bovendien is het apparaat niet geschikt om door de maskerdrager tijdens het uitvoeren van zijn werkzaamheden meegedragen te worden; hij zal teveel in zijn bewegingen worden belemmerd.

4.4 Meting door middel van geluid

In referentie [8] wordt beschreven hoe op semikwantitatieve wijze protectiefactoren zijn gemeten met behulp van geluid.

Ultrasoon geluid met een frequentie hoger dan 20 KHz, dat onhoorbaar is voor het menselijk oor, plant zich in lucht ongehinderd voort. Het wordt echter tegengehouden door vaste stoffen als rubber, metaal, enzovoort. Van dit principe wordt gebruikgemaakt bij het testen op lekkage van autoruiten, tanks en drukcabines van vliegtuigen. In de ruimte wordt een ultrasone geluidsbron geplaatst en de wand wordt afgetast met een microfoon om eventuele geluidslekkage op te sporen.

Ultrasone detectie wordt ook gebruikt voor het meten van lekkage bij gasleidingen die onder druk staan. Als er lekkage in de leiding optreedt genereert het ontsnappende gas een ultrasone toon. Met behulp van een microfoon kan het lek gelokali-

seerd worden. Apparatuur om op deze wijze de lekkage te meten is relatief eenvoudig en commercieel verkrijgbaar.

In referentie [8] wordt beschreven hoe van een dergelijke ultrasoon gaslekdetector gebruikgemaakt kan worden om de lekkage van een gasmasker te meten.

Allereerst werd bepaald hoe groot de minimale diameter van een lek is dat nog gemeten kan worden. Dit gebeurde door een ultrasone geluidsbron met een gewicht van circa 20 gram, die een frequentie genereerde van 35 KHz, in een afgesloten kastje te plaatsen. In het kastje werd een gaatje geboord van een gedefinieerde diameter. Vervolgens werd 'geluisterd' of het lek gevonden kon worden. Het bleek dat gaatjes vanaf 50 μm aangetoond konden worden. De geluidssterkte die uit het kastje kwam was, tot een gegeven waarde, evenredig met de diameter van het gaatje.

Vervolgens werd onderzocht hoe groot de lekkage van een gasmasker was als er, met behulp van een orifice, een gat van 50 μm in het masker werd aangebracht. Het bleek dat de hoeveelheid lucht die hierdoor naar binnen lekt circa 0,05% is. Dit betekent dat protectiefactoren tot 2000 met de gebruikte, eenvoudige apparatuur gemeten moeten kunnen worden.

Vervolgens werd de lekkage van een gasmasker ultrasoon gemeten, zowel op een metalen proefkop als op een proefpersoon. Dit gebeurde door in het masker de geluidsbron aan te brengen en op verschillende plaatsen langs het masker de geluidsintensiteit te meten.

Bij een proefkop bleken de resultaten minder betrouwbaar dan bij een proefpersoon; bij de laatste was het mogelijk om een mensenhaar (diameter 60 μm) in het uitlaatventiel aan te tonen. Storend element in de metingen was het uitlaatventiel; telkens wanneer dit zich tijdens uitademen opende, ontsnapte er geluid uit het masker.

De gebruikte ultrasoonbron had een volume van circa 3 cm^3 en was gemakkelijk in het masker aan te brengen zonder dat modificaties aan het masker noodzakelijk zijn.

Over deze meetmethode is gesproken met de heer Breeuwer van de divisie Instrumentatie van de TNO Technisch Fysische Dienst (TNO-TPD). Deze zag als grootste probleem het op een juiste wijze, rondom het gehele masker, kunnen meten van geluid en de intensiteit ervan. Daarnaast is de locatie van het lek van invloed op de intensiteit van het geluid.

Nader onderzoek is nodig om te achterhalen of het principe tot een bruikbare methode van de meting van protectiefactoren te velde kan leiden.

5 Conclusie

Uit de bovenstaande opsomming van mogelijke methoden om kwantitatief de protectiefactor te meten blijkt, dat er geen kant en klare, geschikte methode voorhanden is. Iedere methode heeft hoe dan ook zijn beperking, omdat de protectiefactor van een masker voor uiteenlopende agentia niet hetzelfde is.

Een veelbelovende methode lijkt de methode waarbij gebruik wordt gemaakt van ultrasoon geluid. De methode is echter nog niet uitontwikkeld.

Een methode die toegepast kan worden is gebaseerd op het gebruik van de Portacount. Door de genoemde nadelen van het instrument moet deze methode als benaderend kwantitatief worden beschouwd. Zij is wel in staat aan te geven bij welke activiteiten (bewegingen) de lekkage toeneemt of kortstondig optreedt. De methode geeft een indicatie over de hoogte van de lekkage bij zulke bewegingen. Er zijn dus relevante conclusies uit de resultaten per proefpersoon te trekken, ofschoon bij protectiefactoren hoger dan 10.000 in toenemende mate afwijkingen zullen optreden.

6 Aanbeveling

Er wordt aanbevolen de volgende wegen te bewandelen om methoden voor het meten van de feitelijke ademprotectie van de militair in het veld te realiseren.

- De meest directe weg is het toepassen van de Portacount in een nader uit te werken methode die in ieder geval omvat:
 - het op het lichaam draagbaar maken van de Portacount;
 - de Portacount geschikt maken voor gegevensverwerking op afstand;
 - het uittesten van de methode op laboratoriumschaal, eventueel vergeleken met de NaCl- of SF₆-methode. Hierbij kan tevens onderzocht worden welke handelingen naar verwachting de grootste invloed op een verminderde bescherming zullen hebben;
 - het opzetten van een testprogramma voor de metingen te velde, waarbij een schatting van het aantal metingen en personen zal worden gemaakt;
 - het uitvoeren van metingen in praktijksituaties.
- Het gebruik van ultrasoon geluid zou tot een aantrekkelijke methode kunnen leiden maar vergt nader onderzoek dat in enkele opeenvolgende fasen zou moeten worden uitgevoerd. Dit onderzoek zou kunnen worden uitgevoerd in samenwerking met de TNO Technisch Fysische Dienst of met het TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium.

7 Literatuur

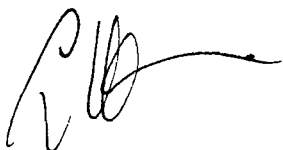
- [1] Jager, H. et al.,
Technische laboratorium- en veldoperationele evaluatie van kandidaatopvolgers voor het C3-masker bij de Koninklijke Landmacht: 3^e fase, beoordeling van vier militaire gasmaskers,
TNO-rapport PML 1993-A53.
- [2] 7th conference of the International Society for respiratory Protection,
Amsterdam 1997; discussion on workplace protection factors.
- [3] Respiratory protection, a manual and guideline,
A.I.H.A. publication,
Ed. C.E. Calton, L.R. Birkner, L.M. Bresseau,
ISBN-0-932627-45-5 (1991).
- [4] Gruijthuijsen, L.M.P. van,
Methoden voor de bepaling van het gelaatslek,
TNO-rapport PML 1997-A6.
- [5] Han, D.E. et al.,
Quantitative fit testing techniques and regulations for tight-fitting respirators: current methods, measuring aerosol or air leakage, and new developments,
Am. Ind. Hygiene Ass. J. 58, 219-228 (1997).
- [6] Myojo, T. et al.,
Fit test for filtering facepieces: search for a low-cost, quantitative method,
Am. Ind. Hygiene Ass. J. 55, 797-805 (1994).
- [7] Johnson, B.R.,
A new sampling technique that allows quantitative fit testing by using the employee's own respirator,
Am. Ind. Hygiene Ass. J. 53, 776-779 (1992).
- [8] Vaughan, N.P.,
Ultrasonic detection of respirator face seal,
Health and safety executive research and laboratory services division,
Intern HSE-rapport oktober 1988.
- [9] NEN-EN norm 141,
Ademhalingsbeschermingsmiddelen. Volgelaatmaskers. Eisen, beproevingsmethoden, merken,
1^e druk, mei 1991.

- [10] Document AC/225 (Panel VII) D/103 (Rev) augustus 1990,
Combined operational characteristics, technical specifications and evaluation tests and criteria for protective masks (respirator triptych),
(NATO confidentieel).

- [11] Ernstberger, H.G. et al.,
Experiments supporting the use of ambient aerosols for quantitative respirator fit testing,
Am Ind. Hygiene Ass. J. 49, 613-619 (1988).

- [12] Rose, J.C. et al.,
A comparison of respirator fit factors determined by portable condensation nuclei counting and forward light scattering photometric methods,
Appl. Occup. Environ. Hyg 5, 792-797 (1990).

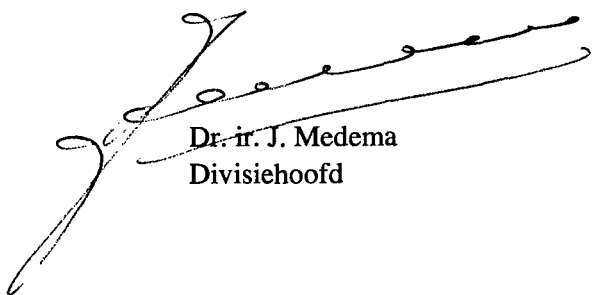
8 Ondertekening



L.A.W.M. Steenweg
Projectleider/Auteur



Dr. ir. J.J.G.M. van Bokhoven
Groepshoofd/Auteur



Dr. ir. J. Medema
Divisiehoofd

**REPORT DOCUMENTATION PAGE
(MOD-NL)**

1. DEFENCE REPORT NO. (MOD-NL) TD97-0460	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO.	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO. PML 1997-A101
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 211096626	5. CONTRACT NO. A96KL516	6. REPORT DATE June 1998
7. NUMBER OF PAGES 17 (excl. RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 12	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Selectie van een methode voor de meting van de gasmaskerprotectiefactor te velde [Selection of a method for the measurement of the protection factor in the field]		
11. AUTHOR(S) L.A.W.M. Steenweg and Dr. J.J.G.M. van Bokhoven		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Prins Maurits Laboratory, P.O. Box 45, 2280 AA Rijswijk, The Netherlands Lange Kleiweg 137, Rijswijk, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) DMKL/PGU, P.O. Box 90822, 2509 LV The Hague, The Netherlands		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified.		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) Until now the protection factors of the FM12 gas mask have been measured under laboratory conditions; this limits the possibility to simulate the practical circumstances. From the literature it is known that the value of the protection factors, measured under more or less ideal circumstances, are too optimistic. In practice they can be significantly lower. At the request of the DMKL, TNO-PML performed a survey to see if it is possible to measure protection factors in the field under realistic circumstances. This leads to a better insight into the protection that is really offered by a gas mask and may result in the identification of the causes for leakage and the factors involved. At first the requirements and demands of the method are stated; subsequently the existing methods are evaluated. From this study it is concluded that no method exists that is ready for use. The most promising methods are the use of ultrasonic sound or the use of the Portacount. The latter method is in a state of development that seems to allow readily realisation of a protection factor measurement in the field. The method based on the use of sound should be the subject of a feasibility study with regard to its applicability.		
16. DESCRIPTORS Protective masks Sealing Gases Tests Pressure measurements Ultrasonic tests		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) Ongerubriceerd	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Unlimited Distribution		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd

Distributielijst *

- | | |
|-------|---|
| 1 | DWOO |
| 2 | HWO-KL |
| 3* | HWO-KLu |
| 4* | HWO-KM |
| 5* | HWO-CO |
| 6 | DMKL/PGU
G.M. Swenker |
| 7 | DM&P TNO-DO |
| 8* | DM&P TNO-DO, accountcoördinator KL |
| 9* | TNO-FEL, Bibliotheek |
| 10/12 | Bibliotheek KMA |
| 13* | Lid Instituuts Advies Raad PML
Prof. ir. J.A. Schot |
| 14* | Lid Instituuts Advies Raad PML
Prof. dr. U.A. Th. Brinkman |
| 15 | TNO-PML, Directie; daarna reserve |
| 16 | TNO-PML, Hoofd Divisie Toxische Stoffen
Dr. ir. J. Medema |
| 17 | TNO-PML, Adjunct-hoofd Divisie Toxische Stoffen
Dr. M.W. Leeuw |
| 18/19 | TNO-PML Divisie Toxische Stoffen, Groep Adembescherming en Luchtzuivering
Dr. ir. J.J.G.M. van Bokhoven en L.A.W.M. Steenweg |
| 20 | TNO-PML, Documentatie |
| 21 | TNO-PML, Archief |

* De met een asterisk (*) gemerkte instanties/personen ontvangen uitsluitend de titelpagina, het managementuittreksel, de documentatiepagina en de distributielijst van het rapport.