

# NVvA-Richtlijn Ademhalings- beschermingsmiddelen



Nederlandse Vereniging  
voor **Arbeidshygiëne**

2024

# NVvA-Richtlijn Ademhalingsbeschermingsmiddelen 2024

Praktische informatie over selectie en gebruik van  
ademhalingsbeschermingsmiddelen  
bij het werken met gevaarlijke stoffen

## Colofon

**Uitgave van:**

Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA)  
Weegschaalstraat 3  
5632 CW Eindhoven  
<https://www.arbeidshygiene.nl>

**Opgesteld door:**

Werkgroep 'Herziening Richtlijn Ademhalingsbeschermingsmiddelen'  
April 2024

**Leden:**

Geert Wieling (voorzitter)  
Jan Kegelaer  
Maurice Kemmeren  
Rimke Kerkhoff  
Hans van Moolenbroek  
George Stuiver  
Paul van de Sandt  
Saskia Vermij

**Met medewerking van:**

Ron Bömer  
Rinus Brinks  
Peter de Ruiter  
André Holtrop  
Eveline Janse  
Jody Schinkel  
Leo Steenweg  
Olaf Zwigelaar

**Vormgeving en druk**

[www.laumemedia.nl](http://www.laumemedia.nl)

Alle rechten in deze uitgave zijn voorbehouden aan de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA). Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA).

De informatie in deze richtlijn is met de grootst mogelijke zorg samengesteld, op basis van bronnen die de werkgroep betrouwbaar acht. U kunt er echter geen rechten aan ontlennen. De NVvA wijst op voorhand iedere aansprakelijkheid ten aanzien van de juistheid, volledigheid en actualiteit van de weergegeven informatie uitdrukkelijk van de hand.

De standpunten en meningen in deze richtlijn zijn persoonlijk van de leden van de werkgroep en staan dus los van eventuele officiële standpunten van bedrijven of organisaties waar de leden van de werkgroep werkzaam (voor) zijn.

Al het beeldmateriaal in deze richtlijn is gebruikt met toestemming van de rechthebbenden. De volgende rechthebbenden hebben schriftelijke toestemming gegeven voor het gebruik van beeldmateriaal: Dräger Nederland BV; RSG Safety BV; TSI Incorporated; OHD, LLLP & Stichting Safety Sign.

# 1 Samenvatting

Deze NVvA-Richtlijn Ademhalingsbeschermingsmiddelen is de opvolger van de richtlijn 'Selectie en gebruik van Ademhalingsbeschermingsmiddelen' uit 2001. Na ruim 20 jaar heeft een breed samengestelde werkgroep van de NVvA deze richtlijn geactualiseerd.

De keuze voor het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen is niet zo eenvoudig als het lijkt. Nog voordat de selectie van een ademhalingsbeschermingsmiddel aan de orde is, moet eerst gekeken worden naar mogelijke maatregelen volgens de STOP-strategie. In deze wereldwijd geaccepteerde hiërarchische methode voor de verbetering van arbeidsomstandigheden is het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen de laatste optie. Zie hoofdstuk 2.1 voor meer toelichting hierover.

De basis voor een goed gebruik van de juiste ademhalingsbeschermingsmiddelen is een goed werkend ademhalingsbeschermingsprogramma. In dit programma worden alle aspecten beschreven voor het juiste gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen, zoals keuze, onderhoud, toezicht, face-fittesten, opslag en vervanging.

Er zijn vele normen die betrekking hebben op ademhalingsbeschermingsmiddelen. Die betreffen deels de juiste technische werking van een middel. Er zijn ook normen die de mate van bescherming beschrijven. Door de International Organization for Standardization (ISO) zijn er in de afgelopen jaren nieuwe normen opgesteld. In deze normen is het uitgangspunt niet meer het masker, maar de werkzaamheden die met een ademhalingsbeschermingsmiddel moeten worden uitgevoerd. Naast de werkzaamheden zelf (zwaarte, duur, temperatuur, etc.) is ook de vorm van het gelaat van de medewerker steeds meer bepalend voor de keuze van een goed ademhalingsbeschermingsmiddel. De ISO-normen zijn nog niet overgenomen door de Europese normorganisaties (CEN en NEN voor Nederland). Ze zijn daarom formeel nog niet van toepassing. Wel bieden ze handvatten om de keuze van een geschikt ademhalingsbeschermingsmiddel te onderbouwen.

Deze richtlijn geeft inzicht in de keuzemogelijkheden en ondersteunt bij de keuze van ademhalingsbeschermingsmiddelen en het opzetten van het adembeschermingsprogramma. De werkgroep geeft in deze richtlijn advies over het gebruik van beschermingsfactoren en het uitvoeren van face-fittesten.

In bijlage A van deze richtlijn vindt u een formulier waarmee alle relevante informatie wordt verzameld en vastgelegd om te komen tot de juiste keuze van een ademhalingsbeschermingsmiddel.



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Samenvatting</b>	3
	<b>Inhoudsopgave</b>	5
	<b>Afkortingen</b>	7
<b>2</b>	<b>Inleiding</b>	9
	2.1 Achtergrond	9
	2.2 Scope van de richtlijn	10
	2.3 Leeswijzer	11
<b>3</b>	<b>Ademhalingsbeschermingsprogramma</b>	13
	3.1 Opzet en inhoud	13
	3.2 Taken en bevoegdheden	13
	3.3 Keuze juiste ademhalingsbeschermingsmiddelen	14
	3.4 Afstemmen ABM op individuele kenmerken	14
	3.5 Voorlichting en instructie	14
	3.5.1 Voorlichting en training van medewerkers	15
	3.5.2 Training van instructeurs en onderhoudspersoneel	15
	3.6 Opslag	16
	3.7 Gebruik in de praktijk	16
	3.8 Reinigen en desinfectie	16
	3.9 Onderhoud en reparatie	17
	3.10 Controle van de effectiviteit van ABM door biologische monitoring	18
	3.11 Evaluatie	19
<b>4</b>	<b>Overzicht van ademhalingsbeschermingsmiddelen</b>	21
	4.1 Filtrerende middelen	21
	4.2 Ademhalingsbescherming met verse luchttoevoer (ademhalingstoestellen)	21
<b>5</b>	<b>Filtertypen</b>	23
	5.1 Deeltjes en aerosolen	23
	5.1.1 De werking van deeltjesfilters	23
	5.1.2 Classificatie en prestatie-eisen voor deeltjesfilters	24
	5.1.3 Nanomaterialen	26
	5.2 Gassen en dampen	26
	5.2.1 De werking van gas- en dampfilters	26
	5.2.2 Classificatie en prestatie-eisen voor gas- en dampfilters	27
	5.2.3 Gebruiksduur van gasfilters	27
	5.2.4 Advies van de werkgroep over gebruiksduur	28
	5.3 Combinatiefilters	29
	5.4 Schimmels, bacteriën en virussen	29
	5.5 Niet-arbo ABM	29
	5.5.1 Medische neusmondmaskers (chirurgische maskers)	29
	5.5.2 Niet-medische mond-neusmaskers	29
<b>6</b>	<b>Beschermingsfactoren</b>	31
	6.1 Wat is een beschermingsfactor?	31
	6.2 Soorten beschermingsfactoren	31
	6.2.1 Nominale beschermingsfactor (NPF)	31
	6.2.2 Workplace protection factor (WPF)	32
	6.2.3 Toegekende beschermingsfactor (TPF/APF)	32
	6.2.4 Simulated Workplace Protection factor (SWPF)	35
	6.2.5 ISO-beschermingsfactoren	35
	6.2.6 Effectieve beschermingsfactor: afhankelijk van draagtijd	37
	6.3 Advies werkgroep over gebruik beschermingsfactor voor selectie van ABM	37
<b>7</b>	<b>Toxiciteit van de stof(fen) bij keuze ABM</b>	39
	7.1 Aard van de stof	39
	7.2 Grenswaarden	39
	7.3 Blootstelling (concentratie buiten het filter)	40
	7.4 Benodigde protectiefactor bepalen	41
	7.5 Asbest	42
	7.6 Werken in of met verontreinigde bodem	42

7.7	Werken volgens SIR (Stichting Industriële Reiniging)	42
7.8	Geur/reuk	42
<b>8</b>	<b>Aard van het werk bij keuze ABM</b>	<b>43</b>
8.1	Zwaarte	43
8.2	Werkduur	45
8.3	Communicatie	45
8.4	Alleen werken	45
8.5	Mobiliteit/bewegingsruimte	46
<b>9</b>	<b>Arbeidsomstandigheden bij keuze ABM</b>	<b>47</b>
9.1	Warmte	47
9.2	Koude, tocht	47
9.3	Vocht	48
9.4	Geluid	48
9.5	Combinaties van verschillende soorten persoonlijke beschermingsmiddelen	48
<b>10</b>	<b>Persoonlijke factoren bij keuze ABM</b>	<b>49</b>
10.1	Conditie, belastbaarheid	49
10.2	Inademweerstand	49
10.3	Concentratie kooldioxide in de ingeademde lucht	50
10.4	Ziekten of gezondheidsafwijkingen	51
10.5	Vorm van het gelaat	51
10.6	Accessoires	52
10.7	Gezichtsbehaving en haar	52
10.8	Correctiebril of contactlenzen	52
<b>11</b>	<b>Face-fittesten</b>	<b>53</b>
11.1	Inleiding	53
11.2	Waarom face-fittesten?	54
11.3	Methoden van face-fittesten	54
11.3.1	Kwalitatieve face-fittest	55
11.3.2	Kwantitatieve face-fittest	56
11.3.3	Protocollen voor face fit-testen	58
11.4	Fitfactoren en protectiefactoren	60
11.5	Frequentie face-fittesten	60
11.6	Simultaan uitvoeren van face-fittesten	61
11.7	Infectiepreventie bij het uitvoeren van face-fittesten	61
11.8	Gele Safety Sign-keurmerk	62
11.9	Advies werkgroep Nvva	62
<b>12</b>	<b>Arbeidsgezondheidskundige begeleiding</b>	<b>63</b>
12.1	Nederlandse wet- en regelgeving	63
12.2	Praktijkvoorbeelden keuringen en onderzoek in relatie tot ABM	63
12.3	Medische keuringen Duitsland (DGUV)	64
<b>13</b>	<b>Literatuur</b>	<b>67</b>
	<b>BIJLAGE A: Formulier selectie ABM</b>	<b>75</b>
	<b>BIJLAGE B: Wet- regelgeving en overzicht van normen voor ademhalingsbescherming</b>	<b>81</b>
	<b>BIJLAGE C: Geurdrempels</b>	<b>91</b>

## Afkortingen

ABM	Ademhalingsbeschermingsmiddelen
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AOB	Arbeidsomstandighedenbesluit
AEGL	Acute Exposure Guideline Level
BM	Biologische monitoring
CCBA	Closed-Circuit Breathing Apparatus
CEN	Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization
CROW	Kennisinstituut voor infrastructuur, openbare ruimte, verkeer en vervoer, en werk en veiligheid.
DFG	Deutsche Forschungs Gemeinschaft
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DNEL	Derived No-Effect Level
ECHA	European Chemicals Agency
ERPGL	Emergency Response Planning Guideline
GPO	Gericht Periodiek Onderzoek
HSE	Health and Safety Executive
IDLH	Immediately Dangerous to Life or Health
IFA	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
ISO	International Organization for Standardization
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MRPF	Minimum Required Protection Factor
MUC	Maximum Use Concentration
NEN	Nederlands Normalisatie Instituut
NPF	Nominale Protectiefactor
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NVAB	Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde
NVVA	Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne
OARS	Occupational Alliance for Risk Science
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PAC	Protective Action Criteria
PAPR	Powered Air Purifying Respirators
PBM	Persoonlijke Beschermingsmiddelen
PMO	Preventief medisch onderzoek
REACH	Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van Chemische stoffen
RI&E	Risico-Inventarisatie en -Evaluatie
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SAR	Supplied-Air Respirator
SCBA	Self-Contained Breathing Apparatus
SIR	Stichting Industriële Reiniging
STOP-principe	S = Substitutie T = Technische maatregelen O = Organisatorische maatregelen P = Persoonlijke beschermingsmiddelen
SWPF	Simulated Workplace Protection Factor
TIL	Totale Inwaartse Lekkage
TLV	Threshold Limit Value
TPF/APF	Toegekende of Assigned Protectiefactor
TNO	Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
WPF	Workplace Protection Factor





## 2 Inleiding

### 2.1 Achtergrond

In 2001 heeft de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVVA) de richtlijn 'Selectie en gebruik van Ademhalingsbeschermingsmiddelen' gepubliceerd [1] om arboprofessionals handvatten te geven om een goede en onderbouwde keuze te maken in het gebruik van persoonlijke ademhalingsbeschermingsmiddelen. De NVVA heeft het initiatief genomen om dit veel gebruikte document na 20 jaar te actualiseren. Deze geactualiseerde richtlijn is tot stand gekomen door een werkgroep van de NVVA die is samengesteld uit arboprofessionals met verschillende expertises, achtergronden en werkomgevingen. De doelstelling van de werkgroep was het actualiseren van de richtlijn uit 2001, op basis van de huidige kennis, inzichten, technieken en regelgeving.

Het woord- en taalgebruik van de richtlijn is gericht op de arboprofessional die betrokken of geïnteresseerd is bij de selectie, het gebruik en het onderhoud van persoonlijke ademhalingsbeschermingsmiddelen. Het is geen wetenschappelijk document, maar bedoeld voor gebruik in de praktijk.

#### STOP-strategie

Als door middel van metingen of berekeningen is vastgesteld dat medewerkers kunnen worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen en het gewenst of noodzakelijk is dat er maatregelen genomen worden, dienen de maatregelen volgens de zogeheten arbeidshygiënische strategie te worden genomen. Specifiek voor het werken met gevaarlijke stoffen is dit vertaald in de STOP-strategie. Doel ervan is om te komen tot veilige en gezonde arbeidsomstandigheden van werknemers:

#### S = Substitutie

Neem eerst de bron (oorzaak) van het probleem weg. Hieronder valt het vervangen van een schadelijke stof door een veiliger alternatief (bijvoorbeeld verf op waterbasis in plaats van oplosmiddel houdende verf). Is vervanging niet mogelijk of niet doeltreffend genoeg?

#### T = Technische maatregelen

Pas dan technische maatregelen, werkprocessen, uitrustingen en materialen toe die de risico's voorkomen of beperken. Bijvoorbeeld door afscherming van de bron, gebruik van een andere werkmethode of een schonere technologie, of het toepassen van (plaatselijke) afzuiging en ventilatie. Is zo'n toepassing niet mogelijk of niet doeltreffend genoeg?

#### O = Organisatorische maatregelen

Organisatorische maatregelen zorgen ervoor dat minder mensen minder lang worden blootgesteld aan een stof. Bijvoorbeeld taakrotatie, het gebruik van overdrukcabines of gescheiden bedien- of werkruimtes. Zijn zulke maatregelen niet mogelijk of niet doeltreffend genoeg?

#### P = Persoonlijke beschermingsmiddelen

Pas als bovenstaande maatregelen onvoldoende resultaat opleveren, wordt overgegaan op **persoonlijke beschermingsmiddelen** voor de werknemers die (kunnen) worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen. Denk aan een gelaatscherm of masker met filterbus of aanblaasfiltereenheid. Werknemers mogen de persoonlijke beschermingsmiddelen niet blijvend dragen. Beperk de duur tot wat strikt nodig is.

LET OP: er wordt onderscheid gemaakt tussen 'gewone' gevaarlijke stoffen en gevaarlijke stoffen die kankerverwekkend en / of mutageen zijn en voor kankerverwekkende processen (CMR-stoffen):

- Bij 'gewone' gevaarlijke stoffen: indien het bovenliggende niveau redelijkerwijs niet haalbaar is, mogen maatregelen worden genomen die een stap lager in de hiërarchie vallen. Hier mogen bijvoorbeeld ook economische aspecten worden meegewogen.
- Voor CMR-stoffen: alleen als het bovenliggende niveau technisch niet haalbaar is, mag een stap worden afgedaald in de hiërarchie. Economische argumenten mogen niet meegewogen worden.

De redenen om deze stappen in deze volgorde te doorlopen zijn gelegen in de aard van deze maatregelen en hun bijdrage aan het risico. Bij het afdalen in de STOP-strategie is het makkelijk voor te stellen dat de kans dat er iets mis gaat bij het nemen van de maatregelen toeneemt en daarmee dus ook het risico op blootstelling



Figuur 2.1: STOP-strategie

toeneemt. Daarnaast verschuift bij het afdalen in de STOP-strategie ook het benodigde kennisniveau over de beschermingsmaatregelen naar de werkvloer wat het afbreukrisico groter maakt. Ten slotte wordt bij het afdalen in de STOP-strategie de effectiviteit van de maatregel steeds meer afhankelijk van het gedrag van de werknemer.

De STOP-strategie is wettelijk voorgeschreven in het Arbeidsomstandighedenbesluit (hierna: AOB). In hoofdstuk 4, afdeling 1 van het AOB wordt ingegaan op gevaarlijke stoffen. Artikel 4.4 van het AOB beschrijft de arbeidshygiënische strategie. In afdeling 2 van hoofdstuk 4 van het AOB worden specifiek de eisen genoemd voor kankerverwekkende of mutagene stoffen en kankerverwekkende processen. De omgang met deze stoffen bezien vanuit de arbeidshygiënische strategie/STOP-principe wordt specifiek nog behandeld in artikel 4.17 en 4.18 van het AOB.

De STOP-strategie geeft aan dat het dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen alleen kan worden uitgevoerd als de maatregelen van de hogere orde niet of onvoldoende bescherming bieden.

### *Ontwikkelingen*

In de afgelopen ruim 20 jaar zijn er vele technische innovaties bij ABM geweest. Fabrikanten hebben kwalitatieve verbeteringen doorgevoerd waardoor de kans op technisch falen steeds kleiner is geworden, beter aansluiten op de individuele kenmerken van de gebruiker, en de fysieke belasting verminderen. Daarnaast is er ook steeds meer aandacht gekomen voor een juiste selectie, goede training, correct praktisch gebruik, reiniging en onderhoud van ABM.

De NVvA-richtlijn uit 2001 [1] was grotendeels gebaseerd op de Britse norm BS 4275 [2]. Deze richtlijn uit 1997 is in 2005 teruggetrokken en vervangen door norm EN 529:2005 [3]. Verder heeft de Britse Health and Safety Executive meerdere richtlijnen uitgegeven om de regelgeving toe te lichten.

Sinds 2001 zijn er in meerdere landen en internationale organisaties ontwikkelingen geweest die geleid hebben tot nieuwe of geactualiseerde regelgeving en richtlijnen. Dit is onder andere gebeurd in Duitsland, Nederland en Europa, door CEN en ISO. In bijlage B (Wetgeving en overzicht van normen voor ademhalingsbescherming) wordt een overzicht van relevante normen en andere documenten gegeven.

Een goed werkend ademhalingsbeschermingsprogramma (hoofdstuk 3) is de kapstok van deze richtlijn. De verschillende onderdelen van het programma zijn verder uitgewerkt in de daaropvolgende hoofdstukken.

Daarnaast is in de richtlijn veel plaats ingeruimd voor de bespreking van de uitgangspunten die door de werkgroep zijn gehanteerd met betrekking tot de selectie en gebruik van de juiste persoonlijke ademhalingsbeschermingsmiddelen. Hiermee wordt duidelijk gemaakt dat de selectie van geschikte persoonlijke ademhalingsbeschermingsmiddelen een nauwkeurige en goede afstemming vraagt tussen regelgeving en gebruik in de praktijk.

## **2.2 Scope van de richtlijn**

Dit document beschrijft typen adembescherming die voldoen aan de definitie ‘persoonlijk beschermingsmiddel’ in het Warenwetbesluit Persoonlijke Beschermingsmiddelen 2018 en het Arbeidsomstandighedenbesluit. Andere typen adembescherming, zoals chirurgische (‘medische’) mondneusmaskers en niet-medische mondneusmaskers, vallen buiten de scope van dit document. Om gebruikers toch enige informatie te geven over dit type middelen, wordt een korte beschrijving gegeven in paragraaf 5.5.

Deze richtlijn richt zich op persoonlijke ademhalingsbeschermingsmiddelen in arbeidssituaties, in het bijzonder voor de bescherming tegen stoffen van buitenaf. Deze richtlijn is niet gemaakt voor situaties waarbij zuurstof moet worden toegevoegd. Onafhankelijke adembescherming wordt wel meegenomen, mits het bedoeld is om te beschermen tegen te hoge concentraties gas of stof. Dit betekent dat onder andere de volgende situaties in deze richtlijn niet volledig beschreven worden:

- Inzet van duikers
- Repressieve werkzaamheden van de brandweer
- Noodsituaties (vluchten)
- Lage zuurstofconcentraties (lager dan 18%<sup>1</sup>)
- Hoge zuurstofgehalten (boven de 21%)

---

<sup>1</sup> Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 3.5g:

- er is gevaar voor verstikking indien de atmosfeer minder dan 18 volumepercent zuurstof bevat;
- gevaar voor brand of explosie indien in de atmosfeer de concentratie van zuurstof hoger is dan 21 volumepercent of de concentratie van brandbare gassen of dampen hoger is dan 10 volumepercent van de onderste explosiegrens.

Bescherming tegen biologische agentia (schimmels, bacteriën, virussen) wordt kort besproken, voor zover het van toepassing is op werksituaties.

Ook bij de vormen van ademhalingsbescherming die niet in de scope van deze richtlijn vallen, kan mogelijk gebruik gemaakt worden van (delen) van in deze richtlijn gepresenteerde informatie. Gezien de mogelijke risico's kunnen echter aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn en de werkgroep adviseert daarom een ter zake deskundige in te schakelen, of gebruik te maken van richtlijnen die voor de betreffende ademhalingsbeschermingsmiddelen en toepassingen zijn opgesteld. Zie paragraaf 7.7 en het Handboek Adembescherming van de Stichting Industriële Reiniging (SIR) [4].

## **2.3 Leeswijzer**

De richtlijn is bedoeld voor gebruik in de praktijk, om arbeidshygiënist en andere arbodeskundigen te ondersteunen bij diverse vragen en knelpunten wat betreft selectie en gebruik van persoonlijke ademhalingsbeschermingsmiddelen. Door de grote hoeveelheid achtergrondinformatie die in de richtlijn is opgenomen, is het niet bepaald een gemakkelijk te hanteren praktijkhandleiding geworden. Aan een dergelijke handleiding is wel behoefte. Om daarin te voorzien heeft de werkgroep aan de richtlijn een bijlage (bijlage A) toegevoegd waarin de verschillende stappen schematisch worden weergegeven, voorzien van een toelichting.

De basis van deze richtlijn is een programmatische aanpak van veilig en gezond werken met ademhalingsbeschermingsmiddelen. Dat programma moet op schrift worden gesteld, regelmatig worden geëvalueerd en zo nodig bijgesteld. Dit zijn de kenmerken van een goed ademhalingsbeschermingsprogramma. In het programma moet de gebruiker centraal staan en niet het beschermingsmiddel. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op het ademhalingsbeschermingsprogramma.

De volgende hoofdstukken zijn in feite verdiepingen van de elementen uit het ademhalingsbeschermingsprogramma en geven de keuzemogelijkheden en de van belang zijnde aspecten weer om veilig te kunnen werken. Hoofdstuk 6 gaat in op de verschillende beschermingsfactoren van ademhalingsbeschermingsmiddelen. Hoofdstuk 11 is helemaal gericht op face-fittests. Dit is een belangrijk onderdeel van het juiste gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen en vormt een belangrijk onderdeel van een ademhalingsbeschermingsprogramma.

In hoofdstuk 13 staat de gebruikte literatuur. In de tekst wordt als referentie [XX] gebruikt, waarbij XX dan het volgnummer in hoofdstuk 13 is.

Omwille van de leesbaarheid hebben we het begrip ademhalingsbeschermingsmiddel in deze richtlijn afgekort tot ABM.

Tevens hebben we, ook vanwege de leesbaarheid 'hij' gebruikt in de tekst. Daar waar 'hij' staat kan uiteraard ook 'zij', 'die', 'hen' of 'hun' worden gelezen.



## 3 Ademhalingsbeschermingsprogramma

### 3.1 Opzet en inhoud

Bij de juiste selectie, correct gebruik en gedegen onderhoud van ademhalingsbeschermingsmiddelen (ABM) spelen veel aspecten een rol. Het kiezen van een type masker met filter is daar slechts een onderdeel van. Een ademhalingsbeschermingsprogramma geeft het benodigde inzicht en houvast om goede keuzes te maken, medewerkers goed op te leiden en het onderhoud goed te regelen. In het programma moet de gebruiker centraal staan, niet het beschermingsmiddel. Het ademhalingsbeschermingsprogramma (ABM-programma) is een onderdeel van het beleid en de plannen die het bedrijf in verband met het werken met gevaarlijke stoffen moet ontwikkelen. Het ABM-programma is een onderdeel van de STOP- strategie en kan daardoor alleen worden ingezet als maatregelen van een hogere hiërarchie in deze strategie niet voldoende bescherming bieden (zie voor toelichting hierover hoofdstuk 2.1).

Als onderdeel van het programma moeten taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden worden vastgelegd. Bij periodieke evaluaties moet systematisch worden nagegaan of het mogelijk is om het gebruik van ABM terug te dringen door maatregelen van een hoger niveau. Evaluaties kunnen onderdeel zijn van de risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) of een eigen (vastgestelde) interval hebben.

In de norm NEN-EN 529:2005 [3] is aangegeven waar een ABM-programma uit moet bestaan. Meer recent zijn door ISO vier normen gepubliceerd (ISO/TC 16975, delen 1 t/m 4). Deze hebben nu de status van Nederlandse Voornorm (NVN) [5]. Deze voornormen bieden een verdieping en andere inzichten van de norm NEN-EN 529 ten aanzien van een ABM-programma.

Belangrijke onderdelen van een ABM-programma zijn:

- Vastleggen taken en bevoegdheden
- Keuze juiste ABM (op basis van een inventarisatie van taken, risico's en werkomstandigheden)
- Afstemmen van gekozen ABM op individuele kenmerken van medewerkers (zoals face-fittesten)
- Voorlichting en instructie
- Opslag
- Gebruik in de praktijk
- Reinigen en ontsmetten
- Onderhoud, reparatie, inspectie en vervanging
- Evaluatie

In de volgende paragrafen worden deze onderdelen toegelicht.

### 3.2 Taken en bevoegdheden

De uitvoering van een ABM-programma is een samenspel van meerdere betrokkenen. Het is daarom noodzakelijk om van een ieder de taken en bevoegdheden vast te stellen.

De werkgever is eindverantwoordelijk voor het verstrekken van het juiste type ABM en voor een goed functioneren ervan. Dat houdt in dat de werkgever verplicht is ervoor te zorgen dat:

- de ABM goed worden onderhouden;
- de ABM regelmatig gecontroleerd worden op gebreken;
- voorlichting en instructie worden gegeven over het gebruik van de ABM;
- het juiste type ABM en filter worden geselecteerd;
- medewerkers een ABM krijgen aangemeten dat is afgestemd op hun specifieke kenmerken;
- het functioneren van een ABM regelmatig wordt getest;
- het ABM-programma regelmatig wordt geëvalueerd.

Hij kan deze taak delegeren aan anderen binnen het bedrijf, die ter zake deskundig zijn. In deze richtlijn is deze persoon de lijnverantwoordelijke genoemd.

De volgende functies zijn betrokken bij het ABM-programma:

- Lijnverantwoordelijke
- Programmabeheerder
- Medewerkers
- Instructeurs
- Onderhoudsmedewerkers

De **lijnverantwoordelijke** is eindverantwoordelijk voor het ABM-programma. Hij kan taken en bevoegdheden delegeren aan de programmabeheerder.

De **programmabeheerder** (meestal een veiligheidskundige of arbeidshygiënist) is namens de werkgever verantwoordelijk voor de opzet, uitvoering en evaluatie van het ABM-programma. Hij heeft de autoriteit om de noodzakelijke beslissingen te nemen en een succesvol programma te garanderen. De programmabeheerder zal instructies opstellen die elk van de noodzakelijke onderwerpen bevatten van dit ABM-programma, en is de enige geautoriseerde persoon om deze instructies aan te passen.

De programmabeheerder is ook verantwoordelijk voor het toezien op de juiste uitvoering van het ABM-programma. Het daadwerkelijk toezicht kan hij delegeren aan een andere functionaris met beslissingsbevoegdheid.

De **medewerkers** dienen de voorgeschreven ABM op de juiste manier te gebruiken en te zorgen dat de middelen op de juiste wijze worden opgeslagen en vervangen. Wat 'juist' is, is vastgelegd in het ABM-programma. De medewerkers hebben het recht om goed geïnstrueerd te worden over het juiste gebruik, reiniging, opslag en onderhoud. Tevens hebben ze het recht op individuele aanpassingen van het ABM (bijvoorbeeld een type dat goed aansluit op de vorm van het gelaat).

**Instructeurs** zijn verantwoordelijk voor het instrueren van de betrokken medewerkers, maar ook voor het uitvoeren van pasvormtesten ('face-fittesten'). Ze dienen voor deze taken goed opgeleid te zijn.

De **onderhoudsmedewerkers** zijn verantwoordelijk voor het juiste onderhoud. Ze dienen ABM te vervangen als deze niet meer voldoen aan de eisen. Ze dienen voor deze taken goed opgeleid te zijn.

### 3.3 Keuze juiste ademhalingsbeschermingsmiddelen

De keuze van de juiste ABM is niet eenvoudig. Veel aspecten moeten beoordeeld worden om tot een goede keuze te komen:

- Typen ABM
- Typen filters
- Beschermingsfactoren
- Toxiciteit van de stoffen waartegen beschermd moet worden
- Aard van de werkzaamheden (onder andere zwaarte, duur, bewegingsvrijheid)
- Omstandigheden tijdens de werkzaamheden (onder andere warmte, kou, tocht, geluid)
- Persoonlijke factoren (onder andere conditie, medische status, vorm van het gelaat, gezichtsbehandling)

In de hoofdstukken 4 t/m 10 wordt nader ingegaan op deze aspecten.

### 3.4 Afstemmen ABM op individuele kenmerken

Een belangrijk onderdeel van een ABM-programma is dat het geselecteerde ABM de juiste pasvorm heeft voor de medewerker. De vorm van het gelaat en eventuele gezichtsbehandling zijn daarbij van belang.

Met pasvormtesten, meestal face-fittesten genoemd, wordt nagegaan of een ABM goed aansluit op het gezicht. Een face-fittest dient op individuele wijze te worden afgenomen door een 'fittestester'. De personen die een face-fittest afnemen moeten aantoonbaar competent zijn. Dit kan als de fittestester een opleiding heeft afgerond door een bedrijf dat het gele SafetySign keurmerk heeft. Alleen voor de asbestsector is deze opleiding wettelijk vastgelegd. Voor de andere sectoren wordt dit geadviseerd. In hoofdstuk 11 wordt uitgebreid ingegaan op de face-fittest.

### 3.5 Voorlichting en instructie

Een goede bescherming is alleen gegarandeerd als het ABM op de juiste wijze wordt gebruikt. Voorlichting en training zijn hiervoor van groot belang.

De werkgever heeft de plicht om op doeltreffende wijze voorlichting en onderricht te verstrekken aan de medewerkers met betrekking tot de aan de werkzaamheden verbonden gevaren. Ze moeten op de hoogte worden gebracht van doel en werking van persoonlijke beschermingsmiddelen en de wijze waarop zij deze moeten gebruiken. 'Doeltreffend' houdt onder meer in dat bij zowel mondelinge als schriftelijke voorlichting rekening moet worden gehouden met de taal en het kennisniveau van de medewerkers. De medewerkers zijn verplicht aan het onderricht mee te werken.

Verder moeten medewerkers worden getraind in het omgaan met de middelen. Ook instructeurs en medewerkers die de ABM onderhouden en repareren moeten worden getraind.

### **3.5.1 Voorlichting en training van medewerkers**

Voorlichting kan worden verstrekt tijdens voorlichtingsbijeenkomsten voor groepen medewerkers. Bij de voorlichting moet aandacht worden besteed aan het type gevaarlijke stof waaraan de medewerkers worden blootgesteld, aan de inwerking daarvan op de mens en wat er zou kunnen gebeuren wanneer men het ABM niet draagt of wanneer het middel tijdens het werk niet goed zou functioneren. Het is belangrijk aan te geven of het gaat om een acuut of een chronisch effect. Ook moet duidelijk worden gemaakt dat al het mogelijke is geprobeerd om door technische maatregelen het probleem op te lossen en waarom dat (nog) niet kan worden gerealiseerd (de STOP-strategie). Van de gebruikte soorten ABM moeten aspecten zoals draagcomfort, gebruik, nadelen en functioneren worden besproken.

De voorlichting mag geen eenmalige actie zijn en moet regelmatig worden herhaald om de medewerkers zo goed mogelijk te motiveren tot het dragen en goed gebruiken van ABM. Door het inventariseren van praktijkervaringen kunnen klachten tijdig worden gesignaleerd, zodat ABM die door de medewerkers als hinderlijk worden ervaren tijdig kunnen worden aangepast of, indien mogelijk, vervangen door een beter passend type.

Voorlichting van nieuwe medewerkers of medewerkers die binnen het bedrijf een andere functie krijgen heeft specifieke aandacht nodig. Als daarover geen duidelijke afspraken zijn gemaakt, is de kans groot dat de voorlichting wordt vergeten of onvolledig is.

Medewerkers die met ABM werken, moeten getraind zijn in het gebruik ervan. De aard van de training en de omvang ervan zijn sterk afhankelijk van het type ABM waarmee men moet werken en moet daarop zijn afgestemd.

Tijdens de training en instructie moet aandacht worden besteed aan:

- Gezondheidseffecten
- Wanneer te gebruiken
- Waar te gebruiken
- Opzetten van ABM
- Bedienen van ABM
- Belang van juist gebruik
- Factoren die tot lekkage kunnen leiden
- Testen op lekkage
- Herkennen van doorslag en/of lekkage
- Geen (stoppel)baard bij gebruik van nauw aansluitende maskers
- Wat te doen bij niet functioneren
- Beperkingen van het ABM
- Gebruiksduur van filters
- Onderhoud van het ABM
- Reiniging
- Inspectie
- Afspraken over onder andere opslag, melden storingen

Een goede werking van een ABM kan alleen worden verwacht indien gebruik plaatsvindt door een goed getrainde en gemotiveerde medewerker. Ook moeten medewerkers overtuigd zijn van het belang dat de bedrijfsleiding toekent aan het probleem, wat moet blijken uit:

- het geven van het goede voorbeeld;
- het beschikbaar stellen van goede en goed onderhouden middelen;
- het geven van regelmatige voorlichting en zonodig training;
- het toezicht houden op het gebruik.

Het verdient aanbeveling om de inhoud en de deelname van trainingen vast te leggen, zodat er later op teruggevallen kan worden bij onduidelijkheden.

### **3.5.2 Training van instructeurs en onderhoudspersoneel**

De instructeurs die de voorlichting van de medewerkers verzorgen, moeten voldoende kennis hebben over de gevaren waaraan de medewerkers in het bedrijf worden blootgesteld en de mogelijke effecten op de mens. Zonodig zullen zij daarvoor een opleiding moeten volgen.



Ook de medewerkers (of extern ingehuurde personen) die het aanmeten en het testen van de ABM voor hun rekening nemen, moeten worden getraind. Zij moeten inzicht hebben in de werking van de verschillende soorten ABM die men in het bedrijf gebruikt en in de wijze waarop lekkage tot stand kan komen en hoe men die kan herkennen. Ook moeten zij inzicht hebben in alle factoren die in relatie tot het draagcomfort van belang kunnen zijn. Het onderhoudspersoneel moet eveneens ter zake deskundig zijn en inzicht hebben in de bouw en de werking van de gebruikte soorten ABM. Zij mogen alleen gebruik maken van onderdelen die door de leverancier worden voorgeschreven.

Onderhoud, inspectie en reparatie moeten plaatsvinden volgens de richtlijnen van de leverancier. Het onderhoudspersoneel moeten worden getraind om hun werk volgens de voorschriften uit te kunnen voeren.

### 3.6 Opslag

ABM moeten worden bewaard op een plek waar ze niet worden blootgesteld aan stof, vuil, chemicaliën en mechanische impact. Schone en verontreinigde (onderdelen van) ABM moeten gescheiden van elkaar worden opgeslagen. Opslag van ABM dient plaats te vinden conform de gebruikersvoorschriften uit de gebruiksaanwijzing.

### 3.7 Gebruik in de praktijk

ABM zijn bedoeld voor persoonlijk gebruik (dus door één persoon) en niet voor gezamenlijk gebruik. De voordelen van individueel gebruik zijn:

- hygiëne;
- meer zekerheid wat betreft een goede pasvorm en dus minder lekkage;
- een groter verantwoordelijkheidsgevoel bij de medewerker voor het eigen middel en daardoor meer kans op voorzichtig hanteren van het ABM en tijdig signaleren van gebreken.

Voorafgaand aan elk gebruik is het gewenst om enkele eenvoudige tests uit te voeren om de werking te controleren. Dit moet een onderdeel zijn van de voorlichting aan de medewerkers.

Voor het correct gebruik van ABM moeten gebruiksvoorschriften worden opgesteld. De inhoud van de voorschriften is afhankelijk van het gebruikte ABM. De gebruiksaanwijzing is de basis. Onderwerpen die in de voorschriften kunnen worden opgenomen, zijn:

- Uitvoeren van inspecties: hoe vaak, waar moet je op letten
- Omgang met het ABM om te gaan: aanbrengen filter, type filter, gebruiksduur filter, etc.
- Op- en afzetten van het ABM
- Herkennen lekkages/doorslag filter
- Toepassing van het ABM: in welke situatie, bij welke werkzaamheden, op welke plaatsen en/of tijdstippen, en ook wanneer niet
- Schema van werk-rusttijden
- Wat te doen bij defect of storing
- Ongeschikt maken van gebruikte filters voor herhaald gebruik
- Afvoer van gebruikte filters (er kan sprake zijn van gevaarlijk afval)
- Hygiëne- en reinigingsvoorschriften

De gebruiksduur van filters verdient bijzondere aandacht. De door de leverancier aangegeven gebruiksduur mag nooit worden overschreden. Na openen van filters is gebruik nog maar gedurende een beperkte tijd mogelijk en is de uiterste gebruiksdatum niet meer van toepassing. Indien de gebruiker doorslag constateert (dit is ook binnen gebruiksduur mogelijk), moet de gebruiker naar een veilig gebied gaan.

### 3.8 Reinigen en desinfectie

Het Arbeidsomstandighedenbesluit schrijft voor dat ABM volgens instructie op een daartoe aangewezen plaats bewaard moeten worden, na ieder gebruik gereinigd moeten worden en voor ieder gebruik gecontroleerd moeten worden (AOB, art. 4.20, lid 5 en art. 4.89, lid 4). In specifieke situaties kan het daarnaast noodzakelijk zijn om ABM te desinfecteren.

Naast hygiënische redenen, is het meestal ook nodig om het ABM te reinigen in verband met gevaarlijke stoffen<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Het meenemen van gecontamineerde ABM om in de thuissituatie te reinigen en op te slaan is niet toegestaan en wordt daarom afgeraden.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee bronnen van verontreiniging van ABM: interne en externe verontreiniging. Interne verontreiniging is afkomstig van lichaamseigen materialen en vloeistoffen van de gebruiker. Externe verontreiniging is afkomstig van de blootstelling aan stoffen op de werkplek.

Hoe goed een ABM uiteindelijk is gereinigd, wordt in hoofdzaak bepaald door de parameters uit de cirkel van Sinner [6]. Deze parameters zijn:

- Temperatuur
- Reinings-, desinfectiemiddel (chemie)
- Contacttijd
- Reiningsmethodiek (mechanische arbeid)

Van belang is dat reinigen en desinfectie uitgevoerd worden conform de voorschriften van de leverancier/fabrikant van het ABM. De mate van reiniging wordt weergegeven met drie begrippen: reiniging, desinfectie en sterilisatie.

**Tabel 3.1: Definities reiniging, desinfectie en sterilisatie**

	Definities
Reiniging	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het verwijderen van zichtbaar of aangekleefde vervuiling en onzichtbaar organisch materiaal om te voorkomen dat micro-organismen zich kunnen handhaven, vermeerderen en worden verspreid.</li> <li>• Reiniging doodt 99 - 99.9% van de microben (reductie met een factor 100 tot 1000, 2 tot 3 log).</li> </ul>
Desinfectie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het thermisch of chemisch doden of inactiveren van micro-organismen waarbij het aantal micro-organismen wordt teruggebracht tot een aanvaardbaar niveau.</li> <li>• Desinfectie doodt 99,9 - 99,999% van de microben (reductie met een factor 1.000 tot 100.000, 3 tot 5 log reductie).</li> </ul>
Sterilisatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een proces dat alle micro-organismen op of in een voorwerp doodt of inactieveert, zodanig dat de kans op aanwezigheid van levende organismen per gesteriliseerde eenheid kleiner is dan 1 op 10<sup>6</sup>.</li> <li>• Sterilisatie doodt 99,9999% van de microben (reductie met een factor 1.000.000, 6 log reductie).</li> </ul>

Bij het behandelen van ABM moet de nadruk liggen op reiniging, omdat hiermee voorkomen wordt dat micro-organismen zich kunnen handhaven, vermeerderen of worden verspreid. In specifieke omstandigheden kan naast het reinigen ook desinfectie noodzakelijk zijn. Deze specifieke omstandigheden worden aangegeven door bedrijven/organisaties en betreffen bijvoorbeeld werkzaamheden in laboratoria waar gewerkt wordt met (hoog) pathogenen, bereiding van medicatie in farmaceutische processen, werkzaamheden in riolen en berging van stoffelijke overschotten.

Bij reiniging moet er rekening mee worden gehouden dat op of in het ABM gevaarlijke stoffen aanwezig kunnen zijn. Dit kan risico's met zich meebrengen voor de persoon die de reiniging uitvoert. Deze medewerker moet hiertegen worden beschermd door het afzuigen van vrijkomend stof (technische maatregel) of, indien dit onvoldoende bescherming biedt, door het dragen van adequate persoonlijke bescherming. Om contaminatie en verspreiding te voorkomen moeten processen en werkgebieden duidelijk worden vastgelegd, waarbij een heldere scheiding wordt gemaakt tussen vervuilde/verontreinigde en schone/gereinigde fasen en gebieden. In Duitsland zijn richtlijnen voor een adembeschermingswerkplaats voor de brandweer beschreven in de norm DIN 14092-7: 2012 [7].

### 3.9 Onderhoud en reparatie

Goed onderhoud is erg belangrijk, aangezien een niet goed werkend ABM kan leiden tot gezondheidsschade bij de gebruiker. In artikel 8.3, lid 3 van het Arbeidsomstandighedenbesluit wordt aangegeven dat ABM moeten worden onderhouden, gerepareerd en gereinigd en gedesinfecteerd. Ten behoeve van het goed functioneren van ABM moeten de noodzakelijke vervangingen worden gedaan. Onderhoud, reparatie en inspectie moeten worden uitgevoerd door een daarin getraind persoon (de instructies van de fabrikant zijn hierbij leidend). Bij vervanging van onderdelen mogen alleen die onderdelen worden toegepast waarvan gebruik door de leveranciers wordt aangegeven in de gebruiksaanwijzing. De gebruiksaanwijzing van de leverancier/fabrikant geeft informatie over onderhoudsvorschriften en vervangingsintervallen.

Bij toepassing van ABM met toevoer van ademlucht of zuurstof is het raadzaam in nauw overleg met de leverancier een onderhouds- en reparatieschema op te zetten. Het is ook aan te raden om de leverancier te betrekken bij het verrichten van reparaties.

Zorg ervoor dat er voldoende onderdelen in voorraad zijn om goed onderhoud te kunnen uitvoeren. Een regelmatige inspectie maakt onderdeel uit van het onderhoudsprogramma. Deze inspectie kan worden gecombineerd met de reiniging, als het ABM toch al moet worden gedemonteerd.

Het is belangrijk de inspectie aan de hand van een checklist uit te voeren, zodat geen onderdelen worden overgeslagen. De frequentie van de inspecties is afhankelijk van de intensiteit van gebruik, het type middel en van de ernst van de gevolgen bij eventueel falen van het middel.

Door de inspectie op schrift te stellen kan in een later stadium worden gecontroleerd of er gebreken zijn aangetroffen en of inspecties met voldoende frequentie hebben plaatsgevonden. Onderdelen van een inspectie zijn onder andere:

- Controle van verbindingen en aansluitingen
- Controle van de werking van de ventielen/kleppen (aanwezigheid van vervuiling)
- Controle op beschadigingen aan het gelaatsdeel, slangen, etc.
- Controle van het waarschuwingssysteem (bijvoorbeeld opraken van de luchtvoorraad in de flessen)
- Verwijderen van verontreinigingen
- Controle van het gelaatsscherm
- Controle van soepelheid, flexibiliteit
- Nagaan of er onderdelen missen
- Controle van bevestigingsbanden (breuken, scheurtjes, elasticiteit)
- Controle van het filtergedeelte (type filter, bevestiging, gebruiksduur, etc.)
- Controle op aanwezigheid van afdichtingsringen voor aansluiting filterbus
- Ongeschikt maken voor gebruik van gasfilters waarvan de uiterste gebruiksdatum is verstreken
- Controle van de zuiverheid van de toegevoerde (pers-)lucht (bij ABM met luchttoevoer) en zonodig vervangen filters

Op of in het ABM kunnen gevaarlijke stoffen aanwezig zijn die risico's met zich kunnen meebrengen voor de persoon die de inspectie uitvoert. Als dit het geval is, moet de inspecteur hier tegen worden beschermd.

### **3.10 Controle van de effectiviteit van ABM door biologische monitoring**

Bij gebruik van ABM als beschermingsmiddel tegen blootstelling aan gevaarlijke stoffen kan het gewenst zijn de effectiviteit van de bescherming te controleren. Door diverse oorzaken kan de bescherming onvoldoende zijn. Dit kan bijvoorbeeld door onderschatting van de concentratie op de werkplek, een te geringe bescherming door het ABM, door lekkage of door filterdoorslag.

Voor sommige gevaarlijke stoffen is het mogelijk om de effectiviteit van het gebruik van ABM te verifiëren door biologische monitoring (BM). Biologische monitoring is het meten van een schadelijke stof of metabolieten ervan in biologisch materiaal, bijvoorbeeld in urine, bloed of uitademingslucht [8]. Daarmee kan de interne blootstelling worden geschat en dus de totale opname (via alle blootstellingsroutes) van die stof in het lichaam. In feite wordt daarmee de effectiviteit gemeten van alle maatregelen die ter bescherming zijn getroffen. Te hoge waarden kunnen veroorzaakt worden door een te hoge blootstelling via inhalatie, maar kunnen ook een gevolg zijn van bijvoorbeeld opname door de huid en/of via de mond. Bij de interpretatie van de resultaten van biologische monitoring is het noodzakelijk daarmee rekening te houden.

Doordat biologische monitoring wordt uitgevoerd met biologisch materiaal, zijn de resultaten zogeheten bijzondere persoonsgegevens en moeten als zodanig worden behandeld. De bedrijfsarts is eindverantwoordelijk bij dit onderzoek en de interpretatie van de gegevens. Zorg daarom dat de bedrijfsarts altijd betrokken wordt bij het onderzoek.

Als biologische monitoring wordt uitgevoerd ter verificatie van de effectiviteit van een ABM-programma, moet dit onder representatieve omstandigheden gebeuren. Als te hoge waarden worden gevonden en wordt vermoed dat dit komt door een te hoge blootstelling via inhalatie, dan zal de oorzaak van deze blootstelling moeten worden opgespoord. Mogelijk oorzaken hierbij kunnen zijn:

- (Extra) hoge concentraties op de werkplek
- Lekkage van ABM door slecht onderhoud
- Filterdoorslag door te lang gebruiken van filters
- Secundaire blootstelling door verontreinigde kleding en/of handschoenen
- Opslag van ABM in een verontreinigde omgeving
- Lekkende ABM door gezichtsbehaving
- Regelmatig afzetten of openen van ABM tijdens het gebruik (niet tijdig opzetten)
- Blootstelling aan gevaarlijke stoffen tijdens pauzes
- Blootstelling in de privé-sfeer

### **3.11 Evaluatie**

Geregeld, bijvoorbeeld jaarlijks, moet het ABM-programma worden geëvalueerd. Het verdient aanbeveling om in de evaluatie onderscheid te maken tussen 'beleid' en 'uitvoering'. Op bedrijfsniveau zal de nadruk liggen op het beleid: uitgangspunten, doelstellingen en organisatie van het ABM-programma. De praktische uitvoering van het ABM-programma wordt daarna in meer detail bekeken, bijvoorbeeld op afdelingsniveau. Onderdeel hiervan zijn periodieke inspecties op de plaatsen waar ABM worden gebruikt om te toetsen of het gebruik in overeenstemming is met het programma. De verkregen inzichten op beleids- en uitvoeringsniveau worden gebruikt om het programma bij te stellen en zo de effectiviteit en efficiëntie van de inzet van ABM te verbeteren.



## 4 Overzicht van ademhalingsbeschermingsmiddelen

Dit hoofdstuk geeft een beknopt overzicht van ademhalingsbeschermingsmiddelen (ABM) die kunnen worden ingezet tegen blootstelling aan chemische en biologische agentia. Er bestaan twee hoofdsoorten ABM: middelen met verse luchttoevoer (onafhankelijke adembescherming) en filtrerende middelen (afhankelijke adembescherming). De Europese norm EN 133 [9] geeft een klasse-indeling van typen ABM. De meest relevante worden in dit hoofdstuk beschreven. In bijlage B (Wet- regelgeving en overzicht van normen voor ademhalingsbescherming) staat een uitgebreid overzicht van normen waaraan ABM dienen te voldoen.

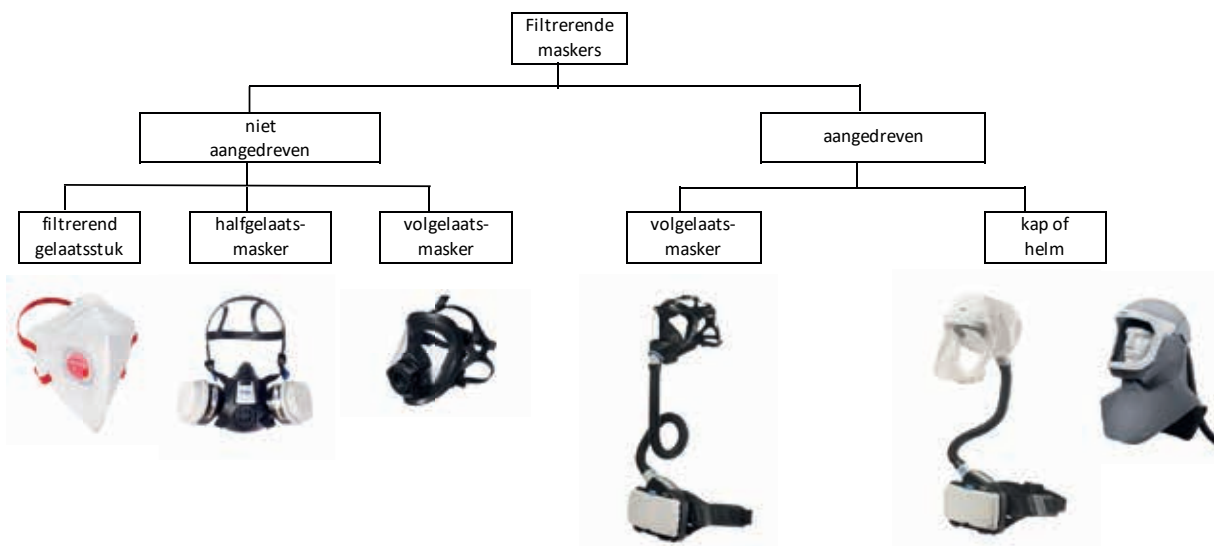
### 4.1 Filtrerende middelen

Filtrerende middelen bestaan uit filtermateriaal of zijn voorzien van een filter. Dit type middelen worden ook wel ‘omgevingslucht-afhankelijke ABM’ genoemd. Door filtratie worden schadelijke componenten uit de lucht verwijderd, waarna de gefiltreerde lucht wordt geïn haleerd. Figuur 4.1 geeft een schematisch overzicht van filtrerende middelen. Filtrerende ABM zijn voorzien van een deeltjesfilter, een gas/dampfilter of een combinatiefilter. Hoofdstuk 5 bevat meer informatie over filtertypes.

Er bestaan aangedreven en niet-aangedreven filtrerende middelen. Bij niet-aangedreven filtrerende ABM zuigt de gebruiker de lucht door het filter. Dit type kan uitgevoerd zijn als filtrerend gelaatsstuk (ook wel snuitje), halfgelaatsmasker of volgelaatsmasker. Bij inademing heerst in het ABM een negatieve druk ten opzichte van de omgevingslucht. Om randlekage tegen te gaan is het belangrijk dat het masker goed op het gezicht aansluit.

Aangedreven filtrerende ABM zijn voorzien van een aanblaasunit waarmee de gefiltreerde lucht in het ABM wordt geblazen. De lucht kan worden geblazen in een gelaatsmasker, kap/helm of in een pak. Bij deze systemen kan er sprake zijn van inwaartse lekkage, wanneer bij grote inspanning het ademinuutvolume groter is dan de aangeboden hoeveelheid gefiltreerde lucht/minuut. Daarom is bij varianten met een volgelaatsmasker een goede aansluiting op het gezicht noodzakelijk. Om een goede aansluiting te borgen is het uitvoeren van een face-fittest noodzakelijk. Zie hoofdstuk 11 voor meer informatie over face-fittesten.

Als dagelijks gladgeschoren zijn of het uitvoeren van een face-fittest bezwaarlijk zijn, dan kan gebruik gemaakt worden van “loose-fitting” ABM. Zie ook paragraaf 10.6 en 10.7.



**Figuur 4.1:** Filtrerende middelen

### 4.2 Ademhalingsbescherming met verse luchttoevoer (ademhalingstoestellen)

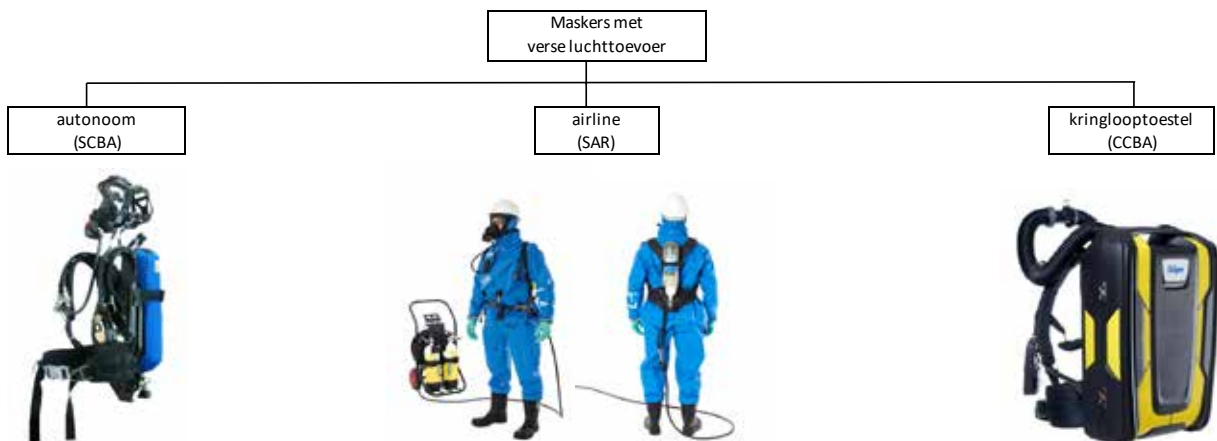
ABM met verse luchttoevoer, ofwel ademhalingstoestellen, zijn niet afhankelijk van de omgevingslucht. Er zijn drie typen systemen te onderscheiden, zie figuur 4.2:

- Autonom adempluchtoestel of SCBA (self-contained breathing apparatus) waarbij de lucht in een fles op de rug wordt meedragen.
- Airline system of SAR (supplied-air respirator), waarbij de lucht wordt toegevoerd vanuit een adempluchtsysteem via een lange slang. De lucht kan afkomstig zijn uit een batterij gascilinders, een compressor die omgevingslucht in het systeem voert, of een combinatie van deze twee. Er kan niet zomaar

gebruik gemaakt worden van werkluicht of industrieluicht. Bij gebruik van een compressor moet een extra filterpakket worden ingezet om eventuele verontreinigingen, zoals olie-nevel, uit de ademlucht te verwijderen. Deze systemen bestaan in een mobiele vorm maar kunnen in een installatie (fabriek) ook zijn uitgevoerd als vast leidingsysteem voor 'leeflucht'. Airline systemen worden in de praktijk aangesloten op volgelaatsmaskers, helmen/kappen of een pak. Verder kan er voorzien zijn in een extra ademluchtslang als back-up en/of een kleine ademluchtfles voor wanneer de werkplek geëvacueerd moet worden.

Let op de volgende aspecten: maximale slanglengte, maximaal aantal koppelingen, minimale en maximale druk en minimale flow. Er zijn normen en certificeringssystemen voor het werken met compressoren. Het geheel (compressor, slangen en kap/helm) moet voldoen aan de Europese PBM-verordening (opgenomen in het Warenwetbesluit persoonlijke beschermingsmiddelen 2018).

- Kringlooptoestel of CCBA (closed-circuit breathing apparatus) waarbij de ademlucht na verwijdering van kooldioxide en toevoeging van zuurstof wordt gerecirculeerd. Dit type wordt in de praktijk slechts in een beperkt aantal situaties toegepast, bijvoorbeeld in de mijnbouw en bij brandbestrijding, en wordt hier niet verder beschreven.



**Figuur 4.2:** Middelen met verse luchttoevoer

Door bij het vullen van ademluchtflessen gebruik te maken van gecompriëerde lucht is men verzekerd van het juiste zuurstofgehalte. Samengeperste lucht voor ademhalingstoestellen moet voldoen aan de kwaliteitseisen zoals die beschreven staan in de NEN-EN 12021 [10]. Deze norm geeft een aantal kwantitatieve eisen aan de samenstelling van de ademlucht. Verder moet de ademlucht vrij zijn van hinderlijke geur of smaak en moet de lucht voldoende droog zijn (mag weinig waterdamp bevatten). De reden hiervoor is dat de samengeperste lucht bij expansie afkoelt, waardoor condensatie en bevroering van waterdamp kan plaatsvinden en de luchtleiding zou kunnen worden geblokkeerd. De maximale hoeveelheid waterdamp is afhankelijk van de maximale toevoerdruk van de lucht.

**Tabel 4.1:** Samenstelling van ademlucht

Component	Concentratie
Zuurstof	21 ± 1 %
Kooldioxide	< 500 ppm
Koolmonoxide	< 5 ppm
Olie-nevel	< 0.5 mg/m <sup>3</sup>
Waterdamp (gemeten bij atmosferische druk en 20°C)	Enkele voorbeelden: 290 mg/m <sup>3</sup> – bij 5 bar toevoerdruk 160 mg/m <sup>3</sup> – bij 10 bar toevoerdruk 110 mg/m <sup>3</sup> – bij 15 bar toevoerdruk

ABM met verse luchttoevoer worden onder andere toegepast tijdens industriële reiniging van procesinstallaties. Meer informatie over het Handboek Adembescherming van de Stichting Industriële Reiniging (SIR) [4] staat in bijlage B (Wet- en regelgeving en overzicht normen voor ademhalingsbescherming).

## 5 Filtertipes

Er bestaan filters tegen deeltjes en aerosolen en filters tegen gassen en dampen. Er zijn ook combinatiefilters. De filters kunnen een vast (niet-verwisselbaar) onderdeel zijn van het ABM of in of aan het ABM zijn aangebracht als een verwisselbaar filter. De eisen waaraan filters moeten voldoen zijn vastgelegd in diverse normen. Daarbij gaat het onder meer om hoeveel stof er door een filter mag dringen (deeltjesfilter), hoelang bescherming moet worden geboden tegen een bepaalde gasconcentratie en de inadeweerstand. Ook is in CEN-normen vastgelegd wat het maximale gewicht van een filter(bus) mag zijn, namelijk 300 gram voor kwart- of halfgelaatsmaskers en 500 gram voor volgelaatsmaskers. Deze maximale filtergewichten gelden ook voor ABM met een dubbele filteraan-sluiting: het gewicht van de twee filters samen mag maximaal 300 respectievelijk 500 gram zijn. Eisen aan deeltjesfilters zijn vastgelegd in NEN-EN 143 (voor filterbussen [11]) en NEN-EN 149 (voor filtrerende gelaatsstukken [12]); eisen aan gasfilters staan in NEN-EN 14387 [13]. Voor koolmonoxide en filters tegen radioactieve gassen en deeltjes zijn in Duitsland respectievelijk de normen DIN 58620 [14] en DIN 58621 [15] opgesteld.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van beschikbare filtertypes.

**Tabel 5.1:** Filtertypes met kleurcodering en toepassing

Filtertype	Kleurcode	Toepassing	Norm
P	Wit	Deeltjes en aerosolen	NEN-EN 143 NEN-EN 149
A	Bruin	Organische gassen en dampen, oplosmiddelen met een kookpunt > 65 °C	NEN-EN 14387
B	Grijs	Anorganische gassen en dampen	
E	Geel	Zwavel dioxide en andere zure gassen	
K	Groen	Ammoniak en organische ammoniakderivaten	
AX	Bruin	Organische gassen en dampen met een kookpunt ≤65 °C	
Hg	Rood	Kwikdamp	
NO	Blauw	Nitreuze gassen en dampen	
CO	Zwart	Koolmonoxide	DIN 58620
Reactor	Oranje	Radioactief jodium	DIN 58621

De verschillende gasfiltertypes zijn ook in combinaties verkrijgbaar, om tegelijkertijd bescherming te bieden tegen meerdere soorten gassen.

### 5.1 Deeltjes en aerosolen





#### 5.1.1 De werking van deeltjesfilters

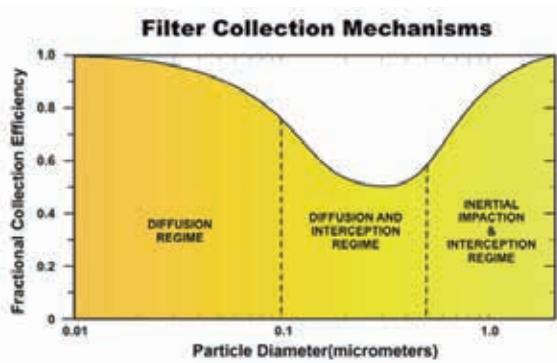
Filters tegen deeltjes laten de lucht door, maar verwijderen het stof grotendeels uit die lucht. Ze zijn niet geschikt voor gebruik tegen gassen of dampen. Niet alle deeltjes worden tegengehouden. Hoe beter (effectiever) het filter, hoe kleiner het percentage deeltjes dat er doorheen gaat.

Er bestaan meerdere filtratiemechanismen waarmee deeltjes worden afgevangen in filters. De deeltjesgrootte bepaalt welk mechanisme het meest bijdraagt aan de werking van het filter. In tabel 5.2 worden de mogelijkheden kort besproken.



**Tabel 5.2:** Filtratiemechanismen (bron van de afbeeldingen: [16])

Filtratiemechanisme	Beschrijving
Diffusie 	De Brownse-beweging (onregelmatige eigen beweging) van een deeltje leidt tot contact met een filtervezel.
Interceptie 	Door de Van der Waalskracht (aantrekkingskracht) wordt het deeltje door een filtervezel aangetrokken en vastgehouden.
Filtratiemechanisme	Beschrijving
Impactie 	Het deeltje wijkt door zijn traagheid af van de luchtstroom en botst op een filtervezel.
Elektrostatische aantrekking 	Na contact met een filtervezel worden deeltjes vastgehouden door een zwakke elektrostatische kracht.



**Figuur 5.1:** De effectiviteit van filtratiemechanismen naar deeltjesgrootte

De moeilijkst af te vangen deeltjesgrootte (most penetrating particle size; MPPS) hangt af van het filtermedium, luchtsnelheid en elektrostatische lading van het deeltje. De effectiviteit van deeltjesfilters is in het algemeen het laagst voor deeltjes in de range van 0.05 – 0.5  $\mu\text{m}$ . De filtereffectiviteit neemt weer toe voor grotere deeltjes, maar ook voor kleinere deeltjes. In figuur 5.1 wordt dit grafisch weergegeven. Het filtermateriaal van het filter kan deeltjes in de nano-range afvangen. Een groot aandachtspunt bij bescherming tegen nano-deeltjes is de inwaartse lekkage. Adequate bescherming kan alleen worden geboden als de gebruiker op het te gebruiken type ABM een face-fittest heeft ondergaan.

### 5.1.2 Classificatie en prestatie-eisen voor deeltjesfilters

Niet-motoraangedreven filterende middelen tegen deeltjes en aerosolen hebben de aanduiding 'P'. Er worden drie klassen onderscheiden: P1, P2 en P3, waarbij P3 het hoogste beschermingsniveau biedt. Voor wel aangedreven middelen geldt alleen P. Daarbij wordt het complete ABM (masker + filter) getest. In de Europese normen worden eisen gesteld aan onder andere ademweerstand, filterpenetratie tegen test-aerosolen en inwaartse lekkage. De eisen zijn ook afhankelijk van het type ABM. Tabel 5.3 geeft een overzicht van de huidige eisen aan maximale filterpenetratie en inwaartse lekkage voor verschillende typen ABM.

Het is belangrijk te beseffen dat voor filterklasse P3 niet steeds dezelfde effectiviteit geldt; deze hangt ook af van het type ABM. De filterpenetratie is voor een FFP3 maximaal 1%, maar voor een P3-filter voor een half- of volgelaatsmasker 0.05%.

Verder is het belangrijk om te weten dat er voor half- en volgelaatsmaskers aparte normen zijn voor het filter en voor het masker, terwijl motoraangedreven middelen als geheel gekeurd worden.

**Tabel 5.3: Prestatie-eisen voor adembescherming tegen deeltjes<sup>3</sup>**

Filterrende gelaatsstukken	Maximale filterpenetratie (%)	Norm
FFP1	20	NEN-EN 149
FFP2	6	
FFP3	1	
Half- en volgelaatsmaskers	Maximale filterpenetratie (%)	Norm
Half- en volgelaatsmasker P1	20	NEN-EN 143
Half- en volgelaatsmasker P2	6	
Half- en volgelaatsmasker P3	0.05	
Aangedreven kap/helm of half-/ volgelaatsmasker	Totale inwaartse lekkage (%)	Norm
TH1P	10	NEN-EN 12941
TH2P	2	
TH3P	0.2	
TM1P	5	NEN-EN 12942
TM2P	0.5	
TM3P	0.05	

FF = filtering facepiece, filterrend gelaatsstuk, 'snuitje'

TH = turbo helmet/hood, aangedreven kap of helm

TM = turbo mask, aangedreven half- of volgelaatsmasker

Naast de filterklasse (FFP1, FFP2 of FFP3) zijn er voor filterrende gelaatsstukken nog twee aanduidingen:

- R of NR: maskers met aanduiding R (re-usable) kunnen op meerdere dagen gebruikt worden. Maskers met aanduiding NR (non re-usable) zijn slechts voor gebruik op één dag.
- D: filtermaskers met aanduiding D zijn beter geschikt voor hoge stofconcentraties, want deze middelen slaan minder snel dicht. Hiervoor bestaat een zogeheten clogging-test, waarbij wordt vastgesteld of en hoe lang het filter bescherming biedt tegen hoge concentraties stof (bijvoorbeeld test gedurende 2 uur bij een stofconcentratie van 400 mg/m<sup>3</sup>). Indien het filter aan de testcriteria voldoet, mag aan de filtercode de letter D worden toegevoegd.
- Voorbeeldmarkering: FFP2 R D.

Filterbussen met aanduiding 'RD40' hebben een roldraadaansluiting met een diameter van 4 cm. Deze passen op gelaatsmaskers die ook zijn voorzien van deze standaard aansluiting.

Filterbussen voor half-en volgelaatsmaskers met combinatiefilters voor deeltjes en gas kunnen voorzien zijn van het symbool met een doorgestreept cijfer 2: gebruik op één dag (binnen de dag kan het filter wel meerdere malen worden gebruikt).



Bij aangedreven ABM bepaalt de apparaatsklasse het te gebruiken filter en wordt de klasse vóór het filtertype vermeld, bijvoorbeeld: TH2P, TM2P. Voor filters voor aangedreven ABM gelden andere eisen voor filterpenetratie dan voor de stoffilters voor half- en volgelaatsmaskers. Zie ook tabel 5.3.

Deeltjesfilters voor aangedreven ABM zijn gemarkeerd met de letters SL of S. Filters met markering S (Solid) kunnen alleen gebruikt worden tegen deeltjes en tegen aerosolen op waterbasis. Filters met markering SL (Solid/Liquid) kunnen daarnaast ingezet worden tegen aerosolen op olie-basis.

<sup>3</sup> De tabel geeft een aantal prestatie-eisen voor adembescherming tegen deeltjes. Daarnaast bestaan aanvullende eisen voor de totale inwaartse lekkage voor filterrende gelaatsstukken (NEN-EN 149), voor halfgelaatsmaskers (NEN-EN 140) en voor volgelaatsmaskers (NEN-EN 136). Voor aangedreven half- en volgelaatsmaskers bestaan ook aanvullende eisen voor de situatie met uitgeschakelde aanblaasunit (NEN-EN 12942). Voor de leesbaarheid is deze aanvullende informatie hier niet weergegeven.

Deeltjesfilters en filtrerende gelaatsstukken tegen deeltjes bieden geen bescherming tegen stof of oliebevattende deeltjes waarin stoffen aanwezig zijn met een relatief laag kookpunt. Indien bijvoorbeeld PAK-bevattend stof aanwezig is, dan kan worden verwacht dat PAKs met een kookpunt tot circa 300 tot 400 °C in de vorm van damp nog deels door het filter zal dringen. Bij stoffen met een hoger kookpunt (bijvoorbeeld benzo(a)pyreen: circa 500 °C) is doorslag ten gevolge van verdamping minimaal. Indien doorslag door verdamping mogelijk is, zal het deeltjesfilter moeten worden gecombineerd met een geschikt gasfilter.

### 5.1.3 Nanomaterialen

Nanodeeltjes zijn zeer kleine deeltjes ter grootte van 1 tot 100 nanometer (één nanometer is één miljoenste millimeter). Deze deeltjes hebben bijzondere eigenschappen die wezenlijk kunnen verschillen van 'normale' materialen. Omdat er nog weinig bekend is over de risico's van nanodeeltjes, worden ze als gevaarlijke stof behandeld.

In opdracht van VNO-NCW, FNV en CNV, en met subsidie van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, is in 2017 de 'Handreiking Veilig werken met nanomaterialen en -producten' opgesteld [18]. In deze handreiking wordt aangegeven dat als ABM minimaal een masker in de filterklasse FFP3 moet worden gebruikt.

## 5.2 Gassen en dampen

### 5.2.1 De werking van gas- en dampfilters

Filters voor het afvangen van gassen en dampen bevatten voornamelijk (geïmpregneerde) actieve kool. De kool is bewerkt om een groot intern oppervlak te verkrijgen om gasmoleculen aan te laten hechten. Het oppervlak kan tot 2500 m<sup>2</sup>/gram bedragen.

Er worden verschillende mechanismen ingezet voor het afvangen van gassen en dampen. Zie tabel 5.4. Een gasfilter beschermt niet tegen deeltjes; als dat noodzakelijk is moet het met een deeltjesfilter worden gecombineerd.



Afbeelding 5.1: Korrels actieve kool

Tabel 5.4: Adsorptietechnieken

Adsorptietechniek	Beschrijving
Physisorptie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koolwaterstoffen worden goed opgenomen door actieve kool. Ze dringen via poriën in het filtermateriaal door en condenseren op het oppervlak. De capillaire werking zorgt er vervolgens voor dat ze in de microporiën worden gezogen. Van der Waalskrachten (aantrekkingskrachten tussen deeltjes) zorgen voor binding van de stof aan de actieve kool.</li> <li>• Dit mechanisme is van toepassing op filtertypes A en AX.</li> <li>• Waterdamp verzadigt het filter. Een hoge luchtvochtigheid leidt tot een verminderde capaciteit en dus een kortere gebruikstijd.</li> </ul>
Chemisorptie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moleculen van reactieve gassen reageren met een chemische coating die aan het actiefkool oppervlak is aangebracht. Er ontstaat een chemische verbinding die zo stabiel is dat een vastgelegde stof niet meer vrijkomt van de actieve kool.</li> <li>• Dit mechanisme is van toepassing voor de BEKHg gassen en dampen (anorganische gassen, zwaveldioxide en waterstofchloride, ammoniak, kwik).</li> </ul>
Katalyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een katalysator (hopcaliet) wordt toegepast in koolmonoxidefilters (CO). Koolmonoxide wordt in een aparte filtertrap omgezet in het minder schadelijke kooldioxide.</li> </ul>

### 5.2.2 Classificatie en prestatie-eisen voor gas- en dampfilters

De A, B, E en K filters tegen gassen en dampen zijn verkrijgbaar in drie verschillende capaciteiten:

- Klasse 1: lage capaciteit
- Klasse 2: middelgrote capaciteit
- Klasse 3: grote capaciteit

Filters met een lage capaciteit zijn eerder verzadigd en zullen eerder doorslaan. Zo beschermt een A2-filter gedurende langere tijd en/of tegen hogere concentraties vluchtige koolwaterstoffen dan een A1-filter. Voor gasfilters duidt het cijfer dus niet de filterkwaliteit aan zoals bij deeltjesfilters. Klasse 3 gasfilters zijn meestal te zwaar om aan een gelaatsmasker te bevestigen, maar kunnen aan een riem worden gedragen.

Voor gasfilters zijn testgassen, testconcentraties en testduren vastgelegd in CEN en DIN-normen.

Afhankelijk van het type gasfilter (of combinatiefilter) wordt een voorgeschreven type testgas in een voorgeschreven testconcentratie en in een bepaald ventilatiedebiet door het gasfilter geleid.

Daarbij mag binnen een vastgestelde tijd (20 tot 80 minuten, met uitzondering van kwik: 50 uur) een bepaalde doorslagconcentratie (0,5 tot 25 ppm, afhankelijk van het soort testgas) niet worden overschreden.

De test wordt uitgevoerd onder gecontroleerde condities wat betreft temperatuur en luchtvochtigheid.

De testcondities voor A-filters zijn ter illustratie samengevat in de onderstaande tabellen 5.5 en 5.6. Het gaat hier om de eisen uit NEN-EN 14387 [13] aan verwisselbare filters voor vol- of halfgelaatsmaskers. De BEK filtertypes worden getest met dezelfde concentratieniveaus; er worden wel andere testgassen gebruikt en er gelden andere waarden voor de doorbraakconcentraties. Deze eisen zijn ook vastgelegd in NEN-EN 14387. Eisen voor filters in aangeblazen ABM zijn opgenomen in NEN-EN 12941 (kap/helm; [19]) en NEN-EN 12942 (masker, [20]).

**Tabel 5.5:** Testcondities voor gasfilters type A

Filterklasse	Testgas	Minimum doorbraak-tijd (minuten)	Testgas concentratie in lucht (ppm)	Doorbraak concentratie (ppm)
<i>voor verwisselbare filters (NEN-EN 14387)</i>				
A1	Cyclohexaan	70	1000	10
A2	Cyclohexaan	35	5000	10
A3	Cyclohexaan	105	5000	10
<i>voor aangedreven ABM (NEN-EN 12941 &amp; EN 12942)</i>				
A1	Cyclohexaan	70	500	10
A2	Cyclohexaan	70	1000	10
A3	Cyclohexaan	35	5000	10

Filterbussen voor half- en volgelaatsmaskers met combinatiefilters voor deeltjes en gas kunnen voorzien zijn van het symbool met een doorgestreept cijfer 2: gebruik op één dag (binnen de dag kan het filter wel meerdere malen gebruikt worden).



Het AX-filter beschermt tegen hoog-vluchtige organische gassen en dampen (kookpunt  $\leq 65$  °C). Er zijn geen capaciteitsaanduidingen voor het AX-filter. Het AX-filter is bestemd voor eenmalig gebruik. Wees extra voorzichtig als er sprake is van een mengsel van hoog- en laagkokers. Vraag advies bij de leverancier.

Het CO-filter heeft een aanduiding van de maximale gebruiksduur: 20, 60 of 180 minuten. Een extra markering 'R' betekent dat het filter meerdere malen binnen een week mag worden ingezet.

### 5.2.3 Gebruiksduur van gasfilters

Op basis van de doorbraaktijd zoals gehanteerd in norm NEN-EN 14387 is niet te voorspellen hoe lang een filter in de praktijk gebruikt kan worden. Zo worden gasfilters getest bij het continu doorvoeren van het testgas, terwijl er in de praktijk, door de ademhaling, sprake is van pulserende luchtdoorvoer. Uit onderzoek is gebleken dat bij pulserende doorvoer eerder doorslag optreedt. Verder zijn in de praktijk met name de volgende factoren van invloed op de gebruikstijd van een filter: het soort gas, damp of mengsel, de concentratie op de werkplek, de luchtvochtigheid en het ademvolume. Zwaar werk leidt tot een hoger ademhalingsvolume en een kortere doorbraaktijd.

Een klasse 1 of 2 gasfilter zal bij concentraties van circa 500 ppm vaak al binnen tien tot enkele tientallen minuten doorslaan. Klasse 3 filters houden het langer vol maar ook bij klasse 3 filters kan bij een concentratie van 500 ppm

doorslag al binnen een uur optreden. Om een effectieve bescherming te kunnen blijven bieden, moeten gasfilters tijdig worden vervangen, voordat doorbraak optreedt.

De Britse Health and Safety Executive heeft een onderzoek uitgevoerd naar het effect van meerdere, onderbroken blootstellingen op de gebruiksduur van filters [21]. Er werd weinig verschil gevonden in doorbraaktijd tussen filters die meerdere malen waren blootgesteld in één week en filters die continu waren blootgesteld. De onderzoekers concluderen dat het meerdere malen kort gebruiken van een filter in één week niet leidt tot minder bescherming, vergeleken met continu gebruik. Ook het effect van blootstelling aan mengsels werd onderzocht. De minst vluchtige dampen worden in het algemeen het best geabsorbeerd; de damp met de hogere vluchtigheid zal dus als eerste doorbreken. De doorbraaktijd is korter bij gelijktijdige blootstelling aan meerdere dampen: het onderzoek vond ongeveer een halvering van de doorbraaktijd bij blootstelling aan twee dampen. Ten slotte wordt gewaarschuwd voor het scenario waarbij een filter twee keer wordt gebruikt tegen twee verschillende dampen: als het filter eerst wordt toegepast tegen een zwak absorberende stof en daarna tegen een sterker absorberende stof, kan de eerste stof weer van het filter afgedreven worden en de gebruiker worden blootgesteld aan hoge concentraties, zelfs als er geen doorbraak heeft plaatsgevonden na het eerste gebruik van het filter.

Het is niet veilig om voor het verwisselen van een gasfilter alleen uit te gaan van de zintuigen van de gebruiker (geur, smaak, irritatie). Sommige stoffen zijn alleen te ruiken in een concentratie boven de grenswaarde. Geurdrempels kennen een grote variatie tussen personen (ordegrootte van twee of meer). Ook kan de geurdrempel verhoogd zijn bij langdurige lage blootstelling of door verkoudheid en andere ziekten.

Sommige gasfilters zijn voorzien van een 'end of service life' indicator. De gebruiker kan de indicator zelf in de gaten houden en bij kleurverandering het filter vervangen. In de praktijk is de meerderheid van de gasfilters niet voorzien van een dergelijke indicator en is een vooraf vastgesteld schema voor het vervangen van filters nodig.

De wetgeving in de Verenigde Staten vereist een objectief onderbouwd schema voor filterwissel, gebaseerd op experimentele testen, aanbevelingen van de producent of een wiskundig model. De inspectie procedure van OSHA bevat meer details hoe deze verplichting ingevuld kan worden [22].

#### 5.2.4 Advies van de werkgroep over gebruiksduur

Om de kans op doorbraak te beperken, adviseert de werkgroep de volgende goede praktijken ten aanzien van de inzet en de gebruiksduur van gasfilters:

- Beoordeel de blootstelling op de werkplek met metingen of schattingen.
- Gebruik gasfilters alleen bij een gemiddelde blootstelling beneden 500 ppm. Bij hogere luchtconcentraties zullen gasfilters snel verzadigd raken. Kies dan een van de omgevingslucht onafhankelijke ABM.
- Stel de maximale gebruiksduur van een gasfilter vast, op basis van:
  - Informatie van de leverancier; of
  - Beschikbare programma's, bijvoorbeeld van NIOSH en van leveranciers als 3M en MSA. Inputs zijn onder andere de stof waartegen beschermd moet worden, de concentratie in de lucht, de luchtvochtigheid, het ademvolume en karakteristieken van het filter. In het algemeen zal het verstandig zijn om de uitkomsten van deze tools als bovengrens te zien en voor toepassing in de praktijk nog een veiligheidsfactor toe te passen.
    - \* NIOSH MultiVapor™ Version 2.2.5: <https://www.cdc.gov/niosh/npptl/multivapor/multivapor.html>
    - \* 3M Select and Service Life Software: <https://sls.3m.com/selectresultstype>
    - \* MSA Cartridge Life Expectancy Calculator: <https://webapps.msasafety.com/responseguide/InternationalChemicalCalculator.aspx>
- Experimentele testen. Zeker voor mengsels kan de meest betrouwbare voorspelling van een gebruiksduur van een filter verkregen worden door experimentele testen met de stof/het product dat in de praktijk wordt gebruikt. Leveranciers van adembescherming kunnen behulpzaam zijn bij het (laten) uitvoeren van zo'n onderzoek.
- Bepaal of het gasfilter op meerdere werkdagen kan worden ingezet, op basis van de doorbraaktijd, gebruiksduur en de eigenschappen van de stoffen waartegen beschermd wordt. Gebruik gasfilters maximaal gedurende een periode van één week. Filters die (op grond van CEN-richtlijnen) bedoeld zijn voor eenmalig gebruik mogen niet worden hergebruikt.
- Bij herhaald gebruik: sluit het filter af van de omgevingslucht tijdens het bewaren om verzadiging met waterdamp te voorkomen.
- Indien de uiterste gebruiksdatum die op het gasfilter is aangegeven is overschreden, mag het gasfilter niet meer worden gebruikt.

Het kunnen toepassen van een filtrerend type ABM bij een bepaalde concentratie wordt echter niet alleen bepaald door de kans op doorslag, maar ook door andere factoren zoals de vereiste beschermingsfactor, de IDLH-waarde (Immediately Dangerous To Life or Health), de uit te voeren werkzaamheden, etc. Dit wordt beschreven in de andere hoofdstukken van deze richtlijn.

### 5.3 Combinatiefilters

De verschillende soorten gas- en deeltjesfilters kunnen gecombineerd worden gebruikt. Meestal is dit in de vorm van een bus waarin de verschillende soorten filters aanwezig zijn. Veelvoorkomende combinaties zijn een filter tegen organische dampen en deeltjes (bijvoorbeeld A2P3) of een filter tegen verschillende gassen/dampen en deeltjes (bijvoorbeeld A2B2E2K2P3).

Combinatiefilters dienen te voldoen aan de normen NEN-EN 14387 (alleen gassen en dampen) en NEN-EN 14387 en NEN-EN 143 (gassen, dampen en deeltjes).



*Afbeelding 5.2: Voorbeeld van een combinatiefilter*

### 5.4 Schimmels, bacteriën en virussen

Schimmelsporen zijn rond de 1-30  $\mu\text{m}$  groot. De diameter van bacteriën is rond de 1  $\mu\text{m}$ . Virussen zijn kleiner, met afmetingen in de nano-range variërend van 5 tot 200 nm. Dit maakt dat deeltjesfilters (P) ook effectief zijn tegen blootstelling aan schimmels, bacteriën en virussen. In de praktijk wordt minimaal een FFP2 filtrerend gelaatsstuk gebruikt als adembescherming, maar afhankelijk van de situatie kan een hogere beschermingsgraad nodig zijn. Meer informatie over de afwegingen hierbij is te vinden in documentatie van 3M [23, 24], IRSST [25] en de WHO [26].

### 5.5 Niet-arbo ABM

Deze ABM zijn geen persoonlijke beschermingsmiddelen volgens de definitie ‘persoonlijk beschermingsmiddel’ in het Warenwetbesluit en het Arbeidsomstandighedenbesluit. Formeel vallen ze buiten de scope van deze richtlijn. Om gebruikers toch enige informatie te geven over dit type middelen wordt een korte beschrijving gegeven. De NVvA Contactgroep COVID-19 heeft in 2021 een visiedocument opgesteld met nog meer informatie over adembescherming bij COVID-19 [27].

#### 5.5.1 Medische neusmondmaskers (chirurgische maskers)

Chirurgische maskers (type I, II en IIR) zijn in eerste instantie een medisch hulpmiddel en geen persoonlijk beschermingsmiddel. Hoofddoel is het voorkomen van besmetting van de patiënt door de zorgmedewerker. Het masker filtert de lucht die wordt uitgedemd en beschermt daarmee de patiënt en de omgeving tegen micro-organismen.

De chirurgische maskers sluiten minder strak aan op het gezicht van de gebruiker dan FFPx-mondmaskers. Ze zijn daardoor minder effectief voor de bescherming van de zorgverlener tegen virussen van buitenaf. Dat komt doordat deeltjes uit de lucht via de zijkanten van het masker toch naar binnen kunnen komen. In een bijlage van de richtlijn COVID-19 van het RIVM [28] en in de Leidraad “Persoonlijke bescherming in de (poli)klinische setting vanwege SARS-CoV-2” van de Federatie van Medische Specialisten [29] staat wanneer een chirurgisch mondmasker volstaat en wanneer een FFPx-masker nodig is.

Op de verpakking moet staan dat het om een mondmasker voor medisch gebruik gaat. Er staat een CE-markering op. De middelen worden getoetst op basis van de norm NEN-EN 14683 [30] en moeten voldoen aan de Europese richtlijn voor medische hulpmiddelen [31].

De chirurgische maskers met de typeaanduidingen II en IIR hebben een hogere ‘Bacterial filtration efficiency’ (BFE) dan middelen van het type I. Chirurgische maskers van het type II-R beschermen de mond en neus tegen eventuele spatten van lichaamsvocht van de patiënt.

#### 5.5.2 Niet-medische mond-neusmaskers

Niet-medische mondmaskers zijn middelen om te gebruiken door de algemene bevolking in openbare binnenruimten en het openbaar vervoer.

Deze middelen hebben geen officiële aanduidingen. Behalve de mededeling dat ze alleen bedoeld zijn voor civiel gebruik (dus niet voor persoonlijke bescherming of medische doeleinden). Ook staat er geen CE-markering of

medische claim op de verpakking of een tekst die verwijst naar een norm. Voor deze middelen gelden geen wettelijke eisen over de kwaliteit en de bescherming die ze bieden.

Een niet-medisch mondmasker beschermt net als chirurgische maskers niet de drager van het masker, maar de mensen om de drager heen (bij zorgvuldig gebruik).

Een niet-medisch mondmasker is altijd een aanvulling op andere hygiënemaatregelen. Met name in de periode 2020 – 2022 ten tijde van de pandemie van COVID-19 zijn niet-medische mondmaskers voorgeschreven als onderdeel van het Corona-beleid van de overheid.

Niet-medische maskers zijn gebruiksartikelen, ze vallen onder de Warenwet. Het materiaal mag in het gebruik natuurlijk geen gevaar opleveren. NEN heeft twee specificaties beschreven waaraan niet-medische mond-neus-maskers bij voorkeur voldoen [32].



## 6 Beschermingsfactoren

### 6.1 Wat is een beschermingsfactor?

Bij gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen (ABM) kunnen verontreinigingen uit de omgevingslucht in het ABM doordringen. ABM bieden daarom geen 100% bescherming. De mate van bescherming wordt uitgedrukt in een beschermingsfactor. Dit is de verhouding tussen de concentratie verontreinigende stoffen buiten het ABM en de concentratie binnen het ABM. De mate van binnendringen van verontreinigingen in een ABM is echter geen vast gegeven, maar hangt onder meer af van:

- De constructie
- Het gebruikte filter (bij afhankelijke adembescherming)
- De afstemming op de gebruiker (bijvoorbeeld maat en pasvorm)
- De wijze van gebruik
- Het onderhoud
- De mate van getraindheid van de gebruiker

Al deze zaken dienen onderdeel te zijn van een adembeschermingsprogramma (zie hoofdstuk 3) waarin op basis van de aard van de verontreiniging en de te verrichten werkzaamheden het juiste ABM wordt geselecteerd. In dit hoofdstuk worden de verschillende vormen van beschermingsfactoren besproken.

Een beschermingsfactor geeft een beeld van de op de werkplek te verwachten mate van bescherming. De beschermingsfactor is daarbij een hulpmiddel om het juiste ABM te selecteren.

Er bestaan verschillende beschermingsfactoren, elk met hun eigen definitie. De verschillende beschermingsfactoren die worden gehanteerd worden in het vervolg van dit hoofdstuk besproken. Tevens wordt aangegeven aan welke beschermingsfactor de werkgroep de voorkeur geeft en worden een aantal knelpunten besproken waarmee de arbeidshygiënist die in zijn advies gebruik maakt van deze beschermingsfactoren, rekening zal moeten houden.

### 6.2 Soorten beschermingsfactoren

Er bestaan verschillende beschermingsfactoren. Het is belangrijk de onderliggende definities, die voor deze verschillende beschermingsfactoren zijn opgesteld op de juiste wijze te gebruiken. De volgende beschermingsfactoren worden onderscheiden:

- De nominale protectiefactor (NPF)
- De workplace protection factor (WPF)
- De toegekende of assigned protectiefactor (TPF/APF)
- De simulated workplace protection factor (SWPF)
- ISO-beschermingsfactoren

#### 6.2.1 Nominale beschermingsfactor (NPF)

De Nominale Protectiefactor (NPF) is een veel gebruikte beschermingsfactor. De producenten of leveranciers geven in hun documentatie altijd de NPF-waarden op, maar kunnen ook andere beschermingsfactoren vermelden.

In de norm NEN-EN 529:2005 wordt de volgende definitie van de NPF gegeven:

*De NPF is het verhoudingsgetal, afgeleid van de totale inwaartse lekkage (TIL). In de specifieke normen voor de verschillende typen ABM zijn deze waarden vastgelegd.*

De relatie tussen de nominale protectiefactor en de totale inwaartse lekkage wordt als volgt uitgedrukt:

$$NPF = \frac{100}{\text{totale inwaartse lekkage (in \%)}}$$

De inwaartse lekkage wordt bepaald door drie aspecten:

1. De effectiviteit van het filter (filter efficiency). Hierbij kan gedacht worden aan de klassen voor de deeltjesfilters: klasse 1 filtert 80%, klasse 2 94% en een P3-filter neemt 99,95% van de partikeldeeltjes weg.
2. De lekkage van het masker (maskerlekkage). Dit is de lekkage van het product (masker + filter) zelf. Denk hierbij aan een lekkage tussen ruit en spanraam van het volgelaatsmasker of tussen maskerrubber en ventielzitting.
3. De inwaartse lekkage door onvolledige afsluiting van het masker op het lichaam. Dit is de lekkage die in een praktijktest ontstaat tussen de huid van de gebruiker en het maskerlichaam.



ABM test men in het laboratorium om na te gaan of ze aan de voor dat type middel geldende NPF-waarde voldoen. Er zijn echter verschillen tussen de bescherming die met de test in het laboratorium wordt gevonden en de feitelijke bescherming die op de werkplek wordt vastgesteld, waarbij de bescherming op de werkplek in het algemeen geringer is dan op grond van het laboratoriumonderzoek zou worden verwacht. Mogelijke redenen hiervoor zijn bijvoorbeeld:

- Het gebruik van nieuwe ABM voor de laboratoriumtesten versus het gebruik van oudere en mogelijk niet optimaal onderhouden ABM in de praktijk.
- Verschillen in instructie en toezicht.
- Verschillen in activiteiten en werkhoudingen met een invloed op de afdichting van het masker op het gezicht.

### 6.2.2 Workplace protection factor (WPF)

In de NEN-EN 529:2005 wordt de Workplace Protection Factor (WPF) als volgt gedefinieerd:

*De WPF is de verhouding tussen de concentratie (buiten het gelaatsstuk, in de ademzone) van een gekozen gevaarlijke stof en de concentratie ervan binnen het gelaatsstuk van een correct functionerend ademhalingsbeschermingsmiddel, wanneer het correct wordt gedragen en gebruikt op de werkplek.*

Het betreft hier daadwerkelijk gemeten concentraties, gemeten in praktijksituaties. De beschermingsfactor op de werkplek wordt berekend met de volgende formule:

$$WPF = \frac{\text{Concentratie buiten het gelaatsstuk, in ademzone}}{\text{Concentratie in het gelaatsstuk}}$$

Er is geen standaard werkwijze voor het bepalen van de WPF. De onderzoeken naar WPF worden in de praktijk uitgevoerd door onafhankelijk onderzoeksinstituten of universiteiten. Het is niet wetenschappelijk verantwoord om een WPF te baseren op slechts enkele metingen. Dit betekent dat het niet eenvoudig is om de resultaten tussen verschillende onderzoeken te vergelijken.

### 6.2.3 Toegekende beschermingsfactor (TPF/APF)

Naast de nominale protectiefactor (NPF) en de Workplace Protection Factor (WPF) wordt in de NEN-EN 529:2005 de toegekende protectiefactor (TPF; in het Engels: assigned protection factor (APF)) gedefinieerd als:

*De TPF is het verwachtingsniveau van de ademhalingsbescherming dat realistisch kan worden bereikt op de werkplek door 95% van de deugdelijk getrainde en ondersteunde gebruikers die een deugdelijk werkend en correct passend masker gebruiken.*

De TPF/APF is gebaseerd op de 5<sup>e</sup> percentiel van de werkplek protectiefactor (WPF).

De TPF/APF wordt toegekend op basis van onderzoek uitgevoerd bij gebruik onder werkplekcondities. Men meet daartoe in een groot aantal situaties (diverse personen en diverse werkplekken) de mate van bescherming die tijdens de normale werkzaamheden wordt gerealiseerd. Dat gebeurt door gelijktijdig binnen en buiten het ABM de concentratie te meten. De verhouding tussen concentratie buiten en binnen is de werkplekbeschermingsfactor. Deze factor kan sterk variëren tussen verschillende metingen en tussen personen.

De TPF/APF houdt rekening met alle potentiële bronnen van lekkage van het gezichtsmasker (bijvoorbeeld lekkage langs de gezichtsafdichting, filterpenetratie, ventiellekkage). De TPF/APF houdt geen rekening met andere factoren die de bescherming kunnen aantasten, zoals slecht onderhoud, het niet volgen van de instructies van de fabrikant en het niet-dragen van het masker gedurende de blootstellingsperiode. De TPF/APF is een percentielwaarde. Voor het merendeel van de groep is de gerealiseerde mate van bescherming dus (veel) gunstiger dan de toegekende beschermingsfactor, maar het is mogelijk dat een deel van de groep onvoldoende bescherming wordt geboden. Dit kan worden ondervangen door het zorgvuldig aanmeten van ABM en het uitvoeren van face-fittesten, en het gebruiken en onderhouden van ABM conform de gebruiksaanwijzing.

Wanneer geen resultaten van praktijkonderzoek naar de beschermingsfactor van een specifiek ABM beschikbaar zijn, kan de TPF/APF worden berekend door de NPF met een bepaalde veiligheidsfactor te delen. In de praktijk wordt hiervoor als vuistregel een factor tussen 5 en 50 voor gebruikt. Dit betekent dus dat in algemene zin een veiligheidsfactor van tussen de 5 en 50 wordt gebruikt om te corrigeren voor het verschil in omstandigheden bij

de TIL/NPF-metingen en de situatie in de praktijk. Hier wordt dan de aanname gemaakt dat omstandigheden in de praktijk, zoals het niet juist gebruik van middelen, de misschien niet optimale fitting, het uitvoeren van activiteiten die wellicht leiden tot lagere bescherming (bijvoorbeeld inspannende werkzaamheden of werkzaamheden in nauwe ruimten) zullen leiden tot een factor 5-50 minder bescherming.

Het onderzoek om te komen tot een TPF/APF is erg arbeidsintensief. Daarnaast zijn er verschillen in uitgangspunten die gehanteerd worden bij het opzetten van een onderzoek om de TPF/APF vast te stellen van een bepaald type ABM. In de Verenigde Staten worden de TPF/APF's gebruikt die gedefinieerd zijn in de federale wetgeving [33]. In Europa worden door de landen andere uitgangspunten gehanteerd, wat leidt tot verschillen in de waarden van TPF/APF. Zie onderstaande tabel uit NEN-EN 529:2005.

**Tabel C1** van NEN-EN 529:2005

Standard	Description	Class	NPF	Assigned Protection Factors used in some countries				
				FIN	D	I	S	UK
EN 149	Filtering half mask	FF P1	4	4	4	4	4	4
		FF P2	12	10	10	10	10	10
		FF P3	50	20	30	30	20	20
EN 405	Valved filtering half mask	FFGasX P1	4		4	--		4
		FFGasX	50		30	--		10
		FFGasX P2	12		10	--		10
		FFGasX P3	33		30	--		10
EN 140 (mask) Filters: EN 141*) EN 143 EN 371 & 372*) EN 14387 EN 12083	Half mask and quarter mask with filter	P1	4	4	4	4	4	4
		P2	12	10	10	10	10	10
		P3	48	20	30	30	20	20
		GasX	50		30	30		10
		GasX P1	4		30	--		10
		GasX P2	12					
		GasX P3	48					
EN 1827	Filtering half mask without inhalation valves	FM P1	4		4	--		4
		FM P2	12		10	--		10
		FM P3	48		30	--		20
		FM GasX	50		30	--		10
		FM GasX P1	4					
		FM GasX P2	12					
		FM GasX P3	48					
EN 136 (mask) Filters: EN 141*) EN 143 EN 371 & 372*) EN 14387 EN12083	Full face mask (all classes)	P1	5	4	4	4	4	4
		P2	16	15	15	15	15	10
		P3	1000	500	400	400	500	40
		GasX	2000	400	400	400	500	20
		GasX P1	5		400	--		20
		GasX P2	16					
		GasX P3	1000					
EN 12941	Powered filtering device incorporating a hood or a helmet	TH1	10	5	5	5 <sup>b</sup>	5	10
		TH2	50	20	20	20 <sup>b</sup>	20	20
		TH3	500	200	100	200 <sup>b</sup>	200	40
EN 12942	Powered assisted filtering device incorporating full face mask, half mask or quarter mask	TM1	20	10	10	10 <sup>b</sup>	10	10
		TM2	200	100	100	100 <sup>b</sup>	100	20
		TM3	2000	1000	500	400 <sup>b</sup>	1000	40
EN 14593-1	Compressed air line breathing apparatus with demand valve – Part 1: Apparatus with a full-face mask		2000	1000	1000	400	1000	40
EN 14593-2	Compressed air line breathing apparatus with demand valve – Part 2: Apparatus with half mask at positive pressure		200					
EN 14594	Continuous flow compressed airline breathing apparatus	1A / 1B	10					
		2A / 2B	50					
		3A / 3B	200					
		4A / 4B	2000					
EN 138	Fresh air hose breathing apparatus	Half mask	50	500	100	--	500	10
		Full face mask	2000		1000	400		40
EN 269	Powered fresh air hose breathing apparatus incorporating a hood	Hood	200		100			

Standard	Description	Class	NPF	Assigned Protection Factors used in some countries				
				FIN	D	I	S	UK
EN 137	Self-contained open circuit compressed air breathing apparatus	Negative pressure command Positive pressure command	2000 20000		>1000 <sup>a</sup> >1000 <sup>a</sup>	400 1000		40 2000
EN 145	Self-contained closed-circuit compressed oxygen/nitrogen breathing apparatus		20000	500	>1000 <sup>a</sup>	400	500	
EN 402	Self-contained open circuit compressed air breathing apparatus with full face mask or mouthpiece assembly for escape		20000		>1000 <sup>a</sup>	--		

Countries/landen: FIN = Finland; D = Duitsland; I = Italië; S = Zweden; UK = Verenigd Koninkrijk

\*) superseded by NEN-EN 14387

- a Comment from BGR (2004) "Rules for the uses of respiratory protective devices": These devices can be used generally, particularly when filtering devices cannot provide sufficient protection. A restriction of the field of use due to high concentrations of harmful substances cannot be derived from the use of these types of devices as far is known until now. This applies to devices with normal and positive pressure.
- b Values based on old EN 146 for apparatus THP1/THP2/THP3 and TMP1/TMP2/TMP3.

Er is met name in de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk onderzoek verricht naar de onderbouwing van de TPF/APF-waarden.

De ANSI/OSHA-APF-waarden uit de Verenigde Staten vormen een goed onderbouwde en relatief complete dataset. De APF-waarden en richtlijnen voor gebruik zijn vermeld in de OSHA Guidance 3352-02 [34]. De onderbouwing van deze APF-waarden is uitgebreid gedocumenteerd in de OSHA Final Rule on Assigned Protection Factors [35]. Nadelen zijn echter dat de onderzoeken zijn gebaseerd op in de VS in gebruik zijnde soorten ABM en filters, die soms afwijken van de in Europa gangbare types. Ook geeft de regelgeving in de VS meer stringente voorschriften over het aanmeten en gebruik van ABM; zo is het face-fittesten een wettelijk vereiste in de VS. Om deze redenen zijn de APF-waarden vanuit de VS niet direct toepasbaar in de Europese situatie.

Deze publicatie van 3M [36] beschrijft in meer detail de achtergronden en verschillen op het gebied van beschermingsfactoren tussen de VS en Europa.

Opvallend is in NEN-EN 529:2005 dat door enkele landen (Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Finland, Italië en Zweden) in bijlage C verschillende TPF/APF-waarden worden toegekend voor hetzelfde type adembescherming. Het Verenigd Koninkrijk en Duitsland hebben voor 21 typen ABM een TPF/APF-waardevastgesteld. Finland, Zweden en Italië hebben dit voor tien typen ABM gedaan. In Nederland zijn geen TPF/APF-waarden vastgesteld.

De Duitse TPF/APF waarden wijken voor 13 van de 21 typen af van de waarden in het VK. Met name voor de typen met hogere beschermingswaarde zijn de VK waarden lager dan de Duitse waarden. Dit betekent dat in het Verenigd Koninkrijk de bescherming door ABM minder hoog wordt beoordeeld dan in Duitsland. De publicatie HSG53 (Respiratory protective equipment at work) van de Britse Health and Safety Executive [37] geeft een duidelijk overzicht van de TPF/APF-waarde per type ABM. In Duitsland is dit beschreven in de publicatie 112-190 'Benutzung von Atemschutzgeräten' van DGUV [38].

Onderzoek naar beschermingsfactoren in Europa is voor zover bekend alleen in het Verenigd Koninkrijk uitgevoerd. Hierbij is indertijd vooral gebruik gemaakt van resultaten over daadwerkelijk gemeten bescherming van ABM op werkplekken.

In Duitsland is, voor zover bekend, geen onderzoek verricht naar TPF/APF-waarden. Betrokkenen bij het opstellen van de norm EN 529:2005 geven aan dat in Duitsland de TPF/APF-waarden gebaseerd zijn op de NPF-waarden met toepassing van veiligheidsfactoren. Deze veiligheidsfactoren variëren van 1 tot en met 4. De onderbouwing van de keuze voor de gekozen veiligheidsfactor is onbekend [39]. Het toepassen van deze APF-waarden is onderdeel van een ademhalingsbeschermingsprogramma zoals beschreven in de DGUV Regel 112-190 [38].

Clayton et. al [40] hebben dit in de ogen van de werkgroep goed verwoord: de aanpak van BSI (British Standard Institute) heeft geleid tot conservatieve en in de ogen van sommigen te voorzichtige APF-waarden. Het voordeel van deze waarden is dat, mochten ze fout zijn, de APF aan de voorzichtige kant is en zou moeten leiden tot lagere blootstellingen voor gebruikers van ABM. Tegelijkertijd zijn om hogere beschermingsfactoren te bereiken meer

uitgebreide ABM-programma's nodig met bijbehorende inspanning en kosten. Conservatieve TPF/APF-waarden zijn aan de veilige kant, maar leiden tot extra kosten. De hogere TPF/APF-waarden van andere landen (bijvoorbeeld Duitsland) kunnen gezien worden als optimistisch en kunnen gebruikers van ABM in gevaar brengen, tenzij ze degelijk onderbouwd worden met data uit WPF/SWPF-studies.

De verschillen in het afleiden en vaststellen van protectiefactoren heeft in 2009 geleid tot een onderzoeksopzet in Europees verband door de onderzoeksgroep PEROSH. Het doel hierbij was om Europees geaccepteerde werkplek protectiefactoren vast te stellen. Een ander doel was om vast te stellen wat het effect en de doeltreffendheid is op de bescherming van de gebruiker door de 'as is' situatie te vergelijken met de situatie nadat de gebruiker is getraind in het correcte gebruik van het ABM [41]. Door budgetproblemen is dit onderzoek gestopt.

#### **6.2.4 Simulated Workplace Protection factor (SWPF)**

In Europa is er geen genormeerde definitie van de SWPF. Door de Amerikaanse overheidsorganisatie OSHA wordt de volgende definitie van SWPF gehanteerd [35]:

*Een studie, uitgevoerd in een gecontroleerde laboratoriumomgeving en waarin bemonstering binnen en buiten het masker wordt uitgevoerd, terwijl de gebruiker van het ademhalingsmasker een reeks vastgestelde oefeningen uitvoert. De laboratoriumomgeving wordt gebruikt om veel van de variabelen die worden aangetroffen in studies op de werkplek te controleren, terwijl de oefeningen de werkactiviteiten van gebruikers van ademhalingsmaskers simuleren. Dit type onderzoek is bedoeld om de optimale prestatie van ademhalingsmaskers te bepalen door de impact van bronnen van variabiliteit te verminderen door het handhaven van strikt gecontroleerde onderzoeksomstandigheden.*

SWPF-studies gelden alleen voor specifieke toepassingen of activiteiten, met goed beschreven ABM. Dit maakt het moeilijk om de resultaten van SWPF-studies voor andere toepassingen te extrapoleren.

Voor het bepalen van SWPF's worden metingen uitgevoerd met een redelijk aantal testpersonen met een vooraf vastgestelde serie handelingen of werkwijzen. De beschermingsfactor wordt per handeling berekend vanuit de verhouding van de gemeten concentraties buiten en binnen het masker. Meestal wordt bij de vaststelling van de SWPF dezelfde definitie gehanteerd als bij de TPF/APF en wordt een 95-percentiel waarde afgeleid.

In Nederland is in 2016 een SWPF-onderzoek uitgevoerd door TNO in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid [42]. Hierbij is een onderzoek gedaan naar de beschermingsfactoren bij acht typen ABM die gebruikt worden in de asbestbranche. Dit omvatte zowel afhankelijke als onafhankelijke ABM. Dit onderzoek toont grote verschillen aan in de beschermingsfactoren tussen de onderzochte merken en typen ABM. Gemiddeld bieden onafhankelijke luchtsystemen een betere bescherming dan afhankelijke ABM (factor tien), maar het onderzoek liet ook zien dat een afhankelijk ABM beter kan presteren dan een onafhankelijk ABM.

#### **6.2.5 ISO-beschermingsfactoren**

Met de nieuwe ISO-normen (zie bijlage B) ontstaat een geheel nieuwe manier van het beoordelen van ABM: niet het beschermingsmiddel staat centraal, maar de gebruiker. De werkzaamheden/handelingen, het metabolisme en het agens zijn bepalend voor het juiste ABM. De huidige beschermingsfactoren NPF en APF zijn niet meer gedefinieerd in de nieuwe ISO-normen; de ISO-normen gaan uit van een beschermingsklasse en beschermingsniveau.

De ISO-normen komen uiteindelijk tot stand door samenwerking en deelname van alle normalisatie-instituten uit de gehele wereld. Doordat deze nieuwe norm ook gaat vallen onder het "Vienna agreement" tussen ISO en CEN zullen de ISO-normen ook in Europa worden geïmplementeerd. Echter, het is momenteel nog niet duidelijk wanneer dit zal plaatsvinden.

Alle ABM worden geclassificeerd op basis van de volgende eigenschappen:

- De beschermingsklasse (protection class; PC)
- De fysieke inspanning die met het ABM kan worden verricht (work rate; W)
- De vorm en uitvoering van het masker (respiratory interface; RI) - deze geeft informatie over het dekkingsgebied (bijvoorbeeld halfgelaatsmasker, volgelaatsmasker) en de pasvorm

Bij filterapparaten zijn de deeltjesfiltrerende eigenschappen onderverdeeld in vijf efficiëntieclassen (F1 tot F5). Gasfilters worden geclassificeerd volgens het type en de testgasconcentratie van de respectievelijke testgassen. Afhankelijk van het type gasfilter zijn er maximaal vier klassen met bijbehorende testgasconcentraties.

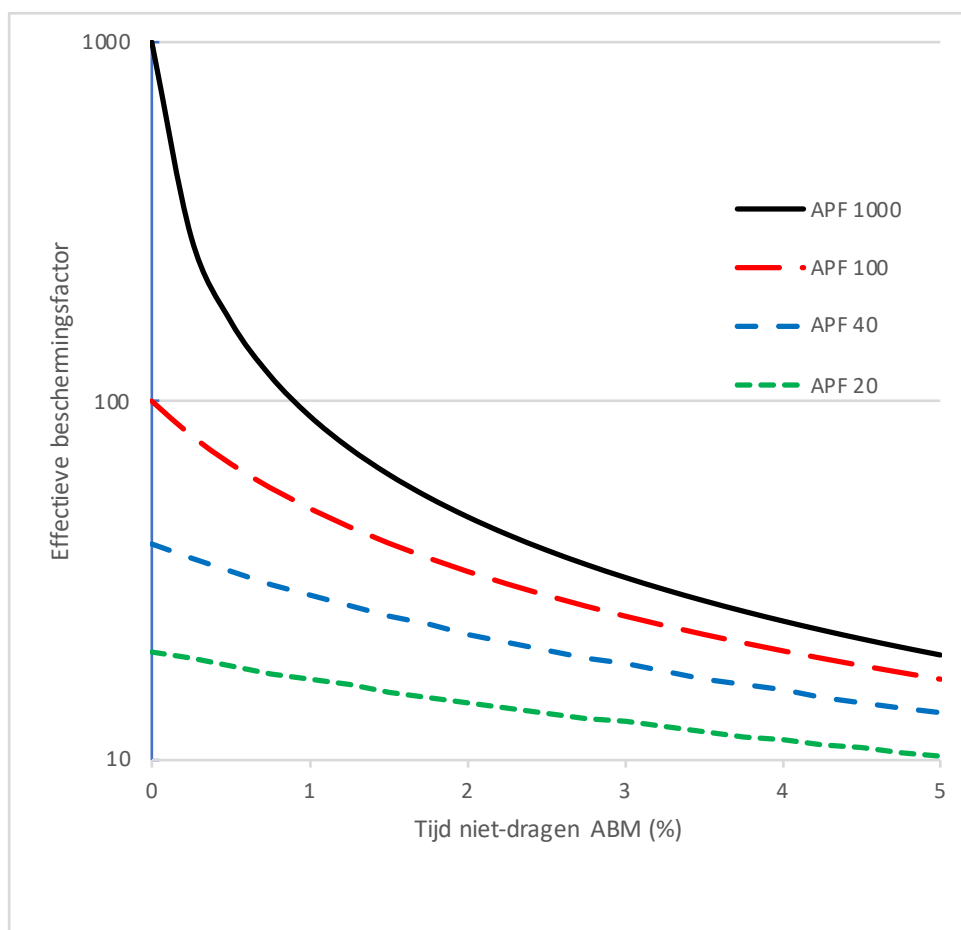
Voor het ABM als geheel zijn er zes beschermingsklassen, genummerd van PC1 (lage bescherming) t/m PC6 (hoogste bescherming). De beschermingsklasse is gebaseerd op de totale inwaartse lekkage (TIL). Hoe lager de  $TIL_{max}$  is, hoe beter de beschermingsklasse en het bijbehorende beschermingsniveau (protection level) zijn. Informatie over de zes beschermingsklassen is weergegeven in tabel 6.1. Het idee is dat het getal van het beschermingsniveau op eenzelfde manier toegepast kan worden als een APF-waarde.

**Tabel 6.1:** ISO-Beschermingsklassen en -beschermingsniveaus

Beschermingsklasse	$TIL_{max}$ (%)	$1/TIL_{max}$	Veiligheidsfactor	Beschermingsniveau
PC1	20	5	1.25	4
PC2	5	20	2.0	10
PC3	1	100	3.3	30
PC4	0.1	1000	4.0	250
PC5	0.001	10000	5.0	2000
PC6	0.0001	100000	10.0	10000

Er zijn tijdens het schrijven van deze publicatie nog geen ABM beschikbaar volgens de ISO-normen.

In de voornorm NVN-ISO/TS 16975-1 [5] worden in annex K de huidige protectiefactoren uit EN 529 vergeleken en ingedeeld in de protection classes. Tevens wordt hierin een nadere duiding gegeven in de vaststelling en het gebruik van veiligheidsfactoren. De DGUV-publicatie 212-190 [38] beschrijft de toepassing van de ISO-normen voor classificatie en selectie van adembescherming.



**Figuur 6.1:** Effectieve beschermingsfactor bij niet-dragen van ABM

### 6.2.6 Effectieve beschermingsfactor: afhankelijk van draagtijd

Adembescherming is alleen effectief wanneer het middel tijdens blootstelling consequent wordt gebruikt. Figuur 6.1 is gebaseerd op een artikel van Brown [43] en geeft een beeld van de effectieve beschermingsfactor wanneer het ABM een deel van de tijd niet wordt gedragen. Wanneer een ABM met APF van 20 gedurende 5% van de blootstellingstijd niet wordt gebruikt, daalt de effectieve beschermingsfactor van 20 naar 10. Bij ABM met hogere APF-waarden wordt het effect van het niet-dragen groter:

- Bij een APF van 100 en een niet-draagtijd van 1% neemt de effectieve beschermingsfactor af van 100 naar 50 en bij een niet-draagtijd van 5% is de effectieve beschermingsfactor van het ABM gezakt tot onder 20.
- Bij een APF van 1000 en een niet-draagtijd van 1% neemt de effectieve beschermingsfactor af tot beneden 100.

### 6.3 Advies werkgroep over gebruik beschermingsfactor voor selectie van ABM

Voor afdoende bescherming onder werkplekcondities is het noodzakelijk dat de juiste keuzes gemaakt worden. Er is in Nederland, in tegenstelling tot andere landen, zoals de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland, geen wet- of regelgeving die voorschrijft welke beschermingsfactoren gebruikt dienen te worden. De werkgroep geeft in deze paragraaf een advies over te hanteren beschermingsfactoren; dit ter ondersteuning bij de keuze van de juiste adembescherming binnen een adembeschermingsprogramma.

De Amerikaanse TPF/APF-waarden hebben als nadeel dat ze niet zijn toegesneden op de in Europa gebruikte ABM. In Amerika gelden andere minimale prestatie-eisen [33] dan in Europa (EN-normen).

De NPF-waarden uit NEN EN 529:2005 zijn gebaseerd op laboratoriumonderzoek en staan daarmee ver af van het gebruik in de praktijk.

De TPF/APF-waarden die genoemd zijn in de NEN-EN 529:2005 zijn vastgesteld met behulp van Workplace Protection Factor studies en/of 'expert judgement'. Doordat bij de vaststelling van de TPF/APF-waarden verschillende brongegevens en verschillende experts betrokken waren, verschillen de cijfers van land tot land.

- Omdat er door Finland, Italië en Zweden slechts een beperkt aantal TPF/APF-waarden zijn vastgesteld in NEN EN 529:2005, is het niet zinvol om de TPF/APF-waarden van deze landen over te nemen.
- De TPF/APF-waarden van Duitsland en het Verenigd Koninkrijk zijn verschillend. In Duitsland is voorzover bekend geen specifiek onderzoek verricht naar TPF/APF-waarden en zijn de TPF/APF-waarden gebaseerd op de NPF-waarden met toepassing van een veiligheidsfactor. Bij navraag door de werkgroep bij DGUV over de overwegingen die geleid hebben tot de totstandkoming van de APF-Duitsland waarden, bleken deze niet meer te achterhalen. In het Verenigd Koninkrijk zijn de APF-waarden gebaseerd op onderzoeken uitgevoerd in werkpleksituaties 'as is'. Binnen het VK zijn er verschillende verzoeken gericht tot de HSE om TPF/APF waarden te verhogen. De HSE heeft de verzoeken tot op heden naast zich neergelegd met als reden dat er eerder gekozen dient te worden voor een trede hoger in de STOP-strategie door de noodzaak van adembescherming te verkleinen, dan het vergroten van het inzetgebied van adembescherming.

De werkgroep heeft het gebruik van de Duitse TPF/APF-waarden overwogen, voor situaties met een effectief ademhalingsbeschermingsprogramma. Echter, uit SWPF-onderzoek komt naar voren dat er binnen één klasse ABM grote verschillen kunnen bestaan in beschermingsfactor tussen de verschillende merken en typen ABM. Het is mogelijk dat specifieke ABM een lagere beschermingsfactor bieden dan de Duitse TPF/APF-waarden. Zo kwam uit het TNO-onderzoek voor de asbestbranche naar voren dat voor alle vijf onderzochte typen volgelaatsmaskers met motorunit de beschermingsfactor hoger was dan de TPF/APF-waarde van het Verenigd Koninkrijk (TPF/APF = 40); tegelijkertijd kwam voor twee van de vijf onderzochte typen de beschermingsfactor lager uit dan de Duitse TPF/APF-waarde (van 500).

Als startpunt blijft daarom de keuze voor de 'conservatieve' TPF/APF-waarden van het Verenigd Koninkrijk van toepassing. In het geval dat er degelijk onderbouwde data beschikbaar zijn over de beschermingsfactor van een specifiek merk en type ABM, bijvoorbeeld uit SWPF-onderzoek voor een bedrijf of branche, kan deze informatie gebruikt worden om onderbouwd af te wijken van de standaard TPF/APF-waarden.

De nieuwe, wereldwijde ISO-normen zullen in de toekomst het landschap van ABM gaan veranderen. Alleen is nu nog niet bekend wanneer deze normen in Europa van kracht zullen worden. Het nadeel van de keuze om gebruik te maken van de nieuwe ISO-normen is dat er nog geen leveranciers zijn die de nieuwe beschermingsklassen PC1 t/m PC6 met bijbehorend beschermingsniveau (protection level) gebruiken. Bij het van kracht worden van ABM

ISO-normen en het op de markt komen van ABM geproduceerd volgens de ISO-normen zal er wereldwijd gelijkheid ontstaan in de te hanteren beschermingsniveaus van ABM.

De werkgroep **adviseert** op basis van het bovenstaande het volgende:

1. Gebruik niet de Amerikaanse TPF/APF-waarden.
2. Gebruik niet de NPF-waarden uit NEN EN 529:2005.
3. Gebruik in het algemeen de TPF/APF-waarden uit het Verenigd Koninkrijk uit NEN EN 529:2005.
4. Als er specifieke informatie beschikbaar is over de beschermingsfactor van het toegepaste merk en type ABM (bijvoorbeeld uit SWPF-onderzoek) kan deze gebruikt worden om een hogere TPF/APF-waarde voor dat ABM te onderbouwen en te hanteren.
5. Voer op bedrijfs- of brancheniveau SWPF-onderzoek uit naar in gebruik zijnde typen ABM.
6. Blijf op de hoogte van de ontwikkelingen met de nieuwe ISO-normen en onderzoek naar beschermingsfactoren van ABM.
7. Zorg ervoor dat de ABM consequent worden gebruikt tijdens de blootstelling.

De toegekende beschermingsfactor vormt slechts één aspect van een bepaald type ABM. Bij de selectie en gebruik van ABM spelen andere belangrijke aspecten een rol, die bepalend zijn voor het draagcomfort en de hinder die het gebruik van dat ABM bij het werk met zich meebrengt. In de nieuwe ISO-normen worden deze aspecten meegenomen in de keuze van een ABM. In de ISO-normen is niet meer het ABM het uitgangspunt, maar de gebruiker, de fysieke belasting en de pasvorm. In hoofdstuk 3 is de opzet van een ABM-programma gepresenteerd, waarin alle aspecten die een rol spelen aan de orde komen.



## 7 Toxiciteit van de stof(fen) bij keuze ABM

### 7.1 Aard van de stof

Om het juiste type ademhalingsbeschermingsmiddel (ABM) te kunnen selecteren en daar op een verantwoorde wijze gebruik van te kunnen maken, is kennis nodig van de aard van de gevaarlijke stof of gas waartegen bescherming noodzakelijk is. Vaak zal sprake zijn van een mengsel van verschillende soorten stoffen, dampen en gassen. In dat geval moet per component een beoordeling worden uitgevoerd.

Het ABM moet adequate bescherming bieden. In hoofdstuk 5 (Filtertypen) zijn in tabel 5.1 de beschikbare filtertypen weergegeven. Kies het filtertype dat de eigenschap/beschrijving van de stof weergeeft. Dit betekent dat enige kennis van de eigenschappen van de stof bekend moeten zijn om een goede keuze te maken.

### 7.2 Grenswaarden

Het dragen van ABM is bedoeld om de gebruiker zodanig te beschermen dat bij inademing de grenswaarde van de stof(fen) niet wordt overschreden. Daarvoor is het nodig om te weten welke grenswaarde(n) er van toepassing is/zijn.

Er zijn verschillende soorten grenswaarden die hierbij een rol spelen:

- Tijdgewogen gemiddelde over 8 uur (TGG-8uur): dit type grenswaarde geldt voor een 8-urige werkdag en 40-urige werkweek.
- Kortdurende grenswaarde (TGG15min of STEL): is het 15-minuten tijdgewogen gemiddelde.
- Plafondwaarde (C 'Ceiling Value'): de overschrijding van deze concentratie moet in alle gevallen worden voorkomen.
- IDLH-waarde (Immediately Dangerous To Life or Health): Deze waarde is vastgesteld door het Amerikaanse NIOSH [44] (<https://www.cdc.gov/niosh/idlh/default.html>) en geeft de concentratie van een stof aan waarboven het vermogen te vluchten van werknemers zonder ABM nadelig wordt beïnvloed en maximale ABM is vereist. De IDLH-waarde geldt voor een blootstellingsduur van dertig minuten.

In Nederland zijn wettelijke blootstellingsgrenswaarden vastgelegd in bijlage XIII van de Arbeidsomstandighedenregeling [45] (<https://wetten.overheid.nl/BWBR0008587>). Er is een separate lijst van grenswaarden voor kanker- en allergene stoffen (lijst B1 en B2) en voor allergene stoffen (lijst C).

Als er geen wettelijke grenswaarden zijn, dient de werkgever gezondheidskundig onderbouwde private grenswaarden/bedrijfsnormen vast te stellen. De Nederlandse Arbeidsinspectie [46] beschrijft de onderstaande volgorde om een bedrijfsnorm op te stellen:

1. Gezondheidskundige grenswaarden, vastgesteld door de Nederlandse Gezondheidsraad, of - tot 2019 - het Europese Scientific committee for occupational exposure (Scoel) en vanaf 2019 het comité risicobeoordeling (RAC) [47].
2. Buitenlandse grenswaarden, gebaseerd op een gezondheidskundige onderbouwing. Buitenlandse grenswaarden (met en zonder gezondheidskundige onderbouwing) zijn onder andere vinden via:
  - De databank Grenswaarden Stoffen op de Werkplek van de Sociaal Economische Raad [48]. Hierin staan de stoffen waarvoor een Nederlandse wettelijke grenswaarde is vastgesteld. De databank vermeldt ook de grenswaarden die tot 1 januari 2007 als wettelijke of bestuurlijke grenswaarden werden gehanteerd. Sinds de invoering van het nieuwe stelsel op 1 januari 2007 vallen deze waarden onder het private stelsel. Deze waarden kunnen dienen als basis voor de vaststelling van een bedrijfsgrenswaarde. Tot slot worden in de databank de grenswaarden gepresenteerd die in verschillende EU-landen en een aantal andere landen worden gehanteerd.
  - De GESTIS-databank Grenswaarden van IFA [49]. Hierin worden de publiekelijk beschikbare grenswaarden van 27 landen (Europees en internationaal) gepubliceerd.
  - De ACGIH [24] geeft jaarlijks een nieuwe editie (betaald) uit van de publicatie "Guide to Occupational Exposure Values", waarin per stof een TLV-waarde wordt weergegeven, maar ook de grenswaarden van andere organisaties (OSHA, NIOSH, DFG, OARS). Allen zijn, met uitzondering van de MAK Werte van DFG (Duitsland), grenswaarden uit de Verenigde Staten. Behalve de TLV's zijn de overige grenswaarden ook kosteloos te verkrijgen.
3. DNEL's. De "Derived No-Effect Level" is het blootstellingsniveau aan de stof, waarboven mensen niet blootgesteld zouden moeten worden. Fabrikanten of importeurs van hoeveelheden van meer dan tien ton per jaar in Europa moeten DNEL's vaststellen voor de stof die onderworpen is aan verplichte registratie voor taken waarbij de stof betrokken is, en deze vermelden in het chemische veiligheidsrapport en het veilig-



heidsinformatieblad (onderdeel van REACH; de Europese verordening over de productie van en handel in chemische stoffen). DNELs worden opgesteld op basis van een vaste set aan gegevens. DNELs zijn te vinden in het REACH-dossier van de stof op de website van ECHA, de REACH helpdesk (<https://chemischestoffen-goedgeregeld.nl>) en in Veiligheidsinformatiebladen.

4. Wetenschappelijke publicaties.
5. Kick-off waarden, gebaseerd op een (groeps-)vergelijking van H-zinnen van de stoffen, ontwikkeld door en te vinden in het programma DOHSBase Online (<https://www.dohsbaseonline.com>). De methodiek waarmee kick-off waarden afgeleid zijn, is gepubliceerd [50]. Aan het gebruik van deze software zijn kosten verbonden.

Bij het bepalen van de van toepassing zijnde grenswaarde zijn de duur en de hoogte van de blootstelling van belang. In ieder geval mag de IDLH-waarde van de stof binnen het masker niet overschreden te worden.

IDLH-waarden (Immediately Dangerous to Life or Health) worden vastgesteld (door NIOSH) om:

- ervoor te zorgen dat de werknemer uit een bepaalde verontreinigde omgeving kan ontsnappen in het geval van een storing van de ABM en;
- om een maximumniveau aan te geven waarboven alleen een zeer betrouwbaar ademhalingsapparaat, dat maximale bescherming aan werknemers biedt, is toegestaan.

Indien op de werkplek de IDLH-waarde naar verwachting zal worden overschreden, moet gebruik worden gemaakt van ABM met verse luchttoevoer (ademhalingstoestellen). Filterende middelen (wel of niet met aangedreven lucht) mogen niet worden toegepast. Verder moet gebruik worden gemaakt van een vluchtmasker dat door de werknemer wordt meedragen, om in geval van falen van het ABM de ruimte veilig te kunnen verlaten.

De bedrijfstak Industriële Reiniging [4] gebruikt in plaats van grenswaarden of IDLH-waarden zogeheten PAC-waarden. Protective Action Criteria (PAC) zijn waarden die zijn vastgesteld door het Amerikaanse Department of Energy en zijn gebaseerd op AEGL's en ERPG's. Ze worden gebruikt voor het anticiperen en reageren op het ongecontroleerd vrijkomen van gevaarlijke stoffen en/of de blootstelling daaraan.

Volandis, kennis- en adviescentrum voor duurzame inzetbaarheid voor de sectoren Bouw en Infra, geeft aan dat kankerverwekkende stoffen (zoals kwartsstof) ook in hele lage concentraties al tot schade aan de gezondheid kunnen leiden. Voor die stoffen worden ook grenswaarden vastgesteld. Maar ook bij concentraties onder de grenswaarde kan het voor kankerverwekkende stoffen noodzakelijk zijn om ABM te gebruiken. Volandis adviseert om een beschermingsmiddel en een filtertype te kiezen waarmee de concentratie in het masker tot ruim onder de grenswaarde (10% of lager) wordt gebracht [51].

### 7.3 Blootstelling (concentratie buiten het filter)

Het dragen van ABM is bedoeld om de gebruiker zodanig te beschermen dat de blootstelling binnen het ABM de grenswaarde niet overschrijdt. Het is daarom nodig om te weten aan welke concentratie(s) de gebruiker wordt blootgesteld. In het algemeen geldt dat de hoogste verwachte concentratie moet worden bepaald. Deze hoogste concentratie moet beneden de Maximum Use Concentration (MUC) van het ABM liggen. De MUC is de maximale concentratie waartegen het ABM kan beschermen. De MUC wordt bepaald door de beschermingsfactor van het ABM en de grenswaarde (GW) van de stof met de volgende formule:  $MUC = APF * GW$ .

De gevaarseigenschappen van de stof bepalen of de MUC wordt vastgesteld op basis van een piekconcentratie of een gemiddelde concentratie. Voor stoffen met een acuut effect is de piekconcentratie van belang. Voor stoffen met een effect op langere termijn is dit de gemiddelde concentratie tijdens de werkzaamheden.

Bij voorkeur wordt de blootstelling gemeten. Dit dient zorgvuldig te worden uitgevoerd. Zonder een goed inzicht in de te verwachten concentraties is het niet mogelijk op een verantwoorde wijze een ABM te selecteren. Als de gemiddelde concentratie van belang is, dient de strategie en beoordeling uitgevoerd te worden aan de hand van bijvoorbeeld de norm NEN-EN 689 [52] of de richtlijn van de NVvA/BOHS [53].

Als er tegelijk blootstelling aan meerdere stoffen met hetzelfde gezondheidseffect mogelijk is, dan dient de gemeten of berekende blootstelling met de 'additie-regel' (Arbeidsomstandighedenregeling, bijlage XIIC) [45] beoordeeld te worden.

$$\sum_{1}^n \frac{\text{Concentratie}}{\text{Grenswaarde}} < 1$$

De fractie  $\frac{\text{Concentratie}}{\text{Grenswaarde}}$  die het hoogst is, is dominant voor de keuze van de grenswaarde, omdat deze blootstelling de grootste bijdrage levert aan de totale blootstelling.

Als er blootstellingsmetingen worden uitgevoerd, dient de strategie en beoordeling uitgevoerd te worden volgens de meest recente versie van de norm NEN-EN 689 [52].

Voor situaties waarin het uitvoeren van metingen technisch of organisatorisch moeilijk of niet mogelijk is, kunnen blootstellingsschattingmodellen worden gebruikt. Bij gebruik van kwantitatieve schattingsmethoden is het van belang om een methode te gebruiken die voldoende betrouwbaar is. Vanaf 2013 zijn er meerdere validatiestudies geweest om de betrouwbaarheid van kwantitatieve blootstellingsschattingmodellen te beoordelen [54], [55]. Daaruit kwam naar voren dat geen van de modellen over het gehele toepassingsgebied voldoende conservatief is. De gebruiker van een model moet duidelijk aangeven hoe de uitkomsten van het model geïnterpreteerd zijn en duidelijk maken voor welke situaties het model wel geschikt is (bijvoorbeeld omdat het resultaat voldoende ver onder de grenswaarde ligt) en voor welke situaties een aanvullende onderbouwing (metingen) nodig is.

Het onderzoek van Lee et. al uit 2019 (part II) [56] geeft aan dat Stoffenmanager (<https://stoffenmanager.com>) en Advanced REACH Tool (ART) (<https://www.advancedreachtool.com>) als higher tier-model kunnen worden beschouwd. Recente ontwikkelingen zijn Chemrade (<https://www.chemrade.nl>) en Trexmo (<https://trexmo.unisante.ch>): deze softwareapplicaties rekenen gelijktijdig meerdere blootstellingsmodellen uit. Overigens zijn aan het gebruik van Stoffenmanager en Chemrade kosten verbonden. ART en Trexmo zijn gratis.

De gemeten of berekende blootstelling moeten in een dossier worden vastgelegd, evenals de grenswaarde en de gegevens waarop deze grenswaarde is gebaseerd.

#### 7.4 Benodigde protectiefactor bepalen

Nu bekend is welke grenswaarde er van toepassing is en welke blootstelling er buiten het ABM is tijdens de handelingen, kan berekend worden welke mate van bescherming het ABM moet hebben. Dit wordt ook wel de Minimum Required Protection Factor (MRPF) genoemd. Gebruik voor het bepalen van de MRPF de volgende formule:

$$\frac{\text{Concentratie buiten het masker}}{\text{Grenswaarde}} = \text{MRPF}$$

Daarbij is:

- Concentratie: de gemeten of berekende blootstellingsconcentratie buiten het masker
- Grenswaarde: de relevante grenswaarde. Deze is afhankelijk van de tijdsduur van de handeling of de tijd dat het ABM moet worden gedragen.
- Minimum Required Protection Factor (MRPF): Vergelijk deze waarde met de toegepaste protectiefactor (APF). Zie hiervoor het advies van de werkgroep over de voorkeur voor een toegekende protectiefactor (APF, paragraaf 6.3) en de tabel C1 uit de norm NEN-EN 529:2005 (in paragraaf 6.2.3).

Kies het type ABM met een toegekende protectiefactor (APF) groter dan de berekende MRPF. Als er geen filterende middelen zijn die hieraan voldoen, kies dan voor onafhankelijke adembescherming.

Hiernaast kan berekend worden wat de maximale concentratie is waartegen het ABM kan worden ingezet. Dit wordt ook wel de Maximum Use Concentration genoemd (MUC). Deze waarde is noodzakelijk om na te gaan of het gekozen ABM tijdens worst case-concentraties nog voldoende bescherming biedt. Gebruik voor het bepalen van de MUC de volgende formule:

$$\text{APF-waarde} * \text{Grenswaarde} = \text{MUC}$$

Daarbij is:

- APF-waarde: de toegepaste protectiefactor (APF) die bepaald is met behulp van tabel C1 uit de norm NEN-EN529:2005.
- Grenswaarde: de relevante grenswaarde. Dit is afhankelijk van de tijdsduur van de handeling, of de tijd dat het ABM moet worden gedragen.
- Maximum Use Concentration (MUC): De maximale concentratie waartegen het ABM voldoende bescherming biedt.

Vergelijk de MUC met de worst case-concentratie om te bepalen of het type ABM voldoende bescherming biedt. Indien dit niet het geval is, kies dan voor een type afhankelijke adembescherming met een hogere toegekende protectiefactor (APF) of kies voor onafhankelijke adembescherming.

## **7.5 Asbest**

In het Certificatieschema voor de Procecertificaten Asbestinventarisatie en Asbestverwijdering (uitwerking van artikel 1.5a, onderdeel c van het Arbeidsomstandighedenbesluit) [57] zijn specifieke voorgeschreven ABM genoemd die moeten worden gebruikt bij het werken met asbest. Deze specifieke regelgeving moet in acht worden genomen, ook als de voorgeschreven ABM afwijken van het type ABM dat op grond van deze richtlijn zou worden geselecteerd.

## **7.6 Werken in of met verontreinigde bodem**

Bij werkzaamheden in of met verontreinigde grond en/of grondwater moet de CROW 400 [59] gevolgd worden. Afhankelijk van de verwachte uitdamping (die moet worden berekend) moet door een deskundig persoon de juiste ABM worden vastgesteld. In de CROW 400 staan richtlijnen over welk type ABM gebruikt kan worden, met welk filter. Tevens zijn aanvullende eisen gesteld in geval van asbest, kankerverwekkende stoffen of stoffen met een H-notatie. Ook worden eisen gesteld aan de medische keuring en training die medewerkers moeten ondergaan.

## **7.7 Werken volgens SIR (Stichting Industriële Reiniging)**

In de SIR-richtlijn adembescherming [4] is opgenomen welke categorie ABM noodzakelijk is voor welk type werk, afhankelijk van de risico's. Voor een aantal categorieën zijn aanvullende opleidingseisen en medische keuring noodzakelijk.

## **7.8 Geur/reuk**

Veel stoffen die op de werkplek aanwezig kunnen zijn hebben een geur waaraan de betreffende stof kan worden herkend, mits ze aanwezig zijn in een concentratie die waarneembaar is, dus boven de geurdrempel ligt. De geurdrempel verschilt sterk per stof. Sommige stoffen zijn al in zeer lage concentraties te ruiken, terwijl er ook stoffen zijn die niet of nauwelijks waarneembaar zijn. In het laatste geval is het mogelijk dat iemand blootgesteld wordt aan de stof, zonder dat de werknemer zich daarvan bewust is. Bij sterk gevaarlijke stoffen kan dat tot gevaarlijke situaties leiden. Koolmonoxidevergiftiging bij kachels met een slecht functionerende afvoer is daarvan een goed voorbeeld.

Geurdrempels en grenswaarden zijn niet gekoppeld. Geur geeft dus geen indicatie of de blootstelling doeltreffend wordt beheerst.

In de praktijk wordt geurwaarneming gebruikt als een instrument om te signaleren dat het tijd wordt ABM te gaan gebruiken of dat het gasfilter is doorgeslagen. Dat houdt echter in dat werknemers aan te hoge concentraties kunnen worden blootgesteld als de geurdrempel hoger is dan de grenswaarde, of indien een werknemer de geur niet goed of in het geheel niet kan waarnemen. Dit zijn onwenselijke situaties.

De keuze van gas-/dampfilters en de gebruiksduur moeten gebaseerd zijn op de te verwachten concentraties, de capaciteit van de filters en de omstandigheden waaronder ze worden gebruikt. Op grond van die factoren wordt vastgesteld wanneer filters moeten worden vervangen. Ook hier geldt dat vervangen niet mag worden uitgesteld totdat de geur aangeeft dat doorslag is opgetreden.

Wel is het belangrijk werknemers te wijzen op de (on)mogelijkheid van geurherkenning en op de eventuele relatie tussen geur en concentratie (risico), zodat men in onvoorziene situaties gebruik kan maken van de geur van stoffen als aanvullend gegeven om adequaat op eventuele gevaren te reageren.

In bijlage C is een overzicht opgenomen van de geurdrempels van een groot aantal verschillende stoffen.

## 8 Aard van het werk bij keuze ABM

Het is belangrijk om bij de selectie en het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen (ABM) rekening te houden met de zwaarte van het werk. De luchttoevoer van het ABM moet zorgvuldig worden afgestemd op de zwaarte van het werk. Ook de werkduur is een factor waarmee bij de keuze en het gebruik van ABM rekening moet worden gehouden. Daarnaast zijn de aspecten communicatie, alleen werken en mobiliteit van belang. De invloed van de aard van het werk moet in samenhang worden beoordeeld, samen met de van de arbeidsomstandigheden en met name de klimaataspecten (paragraaf 9.1).

### 8.1 Zwaarte Inademweerstand

Indien de werknemer de lucht via een filter aanzuigt (bij niet-aangedreven filterende middelen [zie hoofdstuk 4]), moet de daardoor veroorzaakte inadempweerstand worden overwonnen. Dat brengt hinder met zich mee. Ook de uitademweerstand kan tot hinder leiden. Hoe zwaarder het werk, hoe groter de hinder. Deze hinder kan ertoe leiden dat de werknemer uit ademnood de ABM afzet. Daarom is het voor zware werkzaamheden noodzakelijk gebruik te maken van een ABM met zeer geringe inadempweerstand of met kunstmatige luchttoevoer (aangedreven filterende middelen of ademluchttoestellen). De toevoer van lucht leidt bovendien tot een luchtstroming langs het gelaat, die bij zwaar werk en de daarbij ontstane warmteafgifte door het lichaam vaak als prettig wordt ervaren, mits de temperatuur van de lucht niet te laag is. Een te lage temperatuur van de aangevoerde lucht kan juist als hinderlijk worden ervaren.

#### Luchttoevoer

Hoe zwaarder het werk, hoe groter de hoeveelheid lucht is die de werknemer moet inhaleren. Dat kan ertoe leiden dat de behoefte aan lucht van de werknemer groter is dan de luchttoevoer. Hierdoor kan ademnood ontstaan en de bescherming gedeeltelijk of volledig wegvallen. Bij een geringe overschrijding zal tijdens het inademen even onderdruk optreden, waardoor de bescherming niet volledig wegvalt, maar wel aanzienlijk kan afnemen. Bij een sterke overschrijding kan (afhankelijk van het type ABM) direct verontreinigde lucht van buiten in het ABM worden geïnhaleerd en kan het voor de werknemer door ademnood noodzakelijk zijn het ABM af te zetten. Dit kan in de praktijk ook leiden tot flauwte of andere gezondheid gerelateerde klachten.

De luchttoevoer van een ABM wordt meestal gegeven in liters per minuut. Om vast te stellen of een bepaalde luchttoevoer voldoende is, moet worden vastgesteld wat het luchtverbruik naar verwachting zal zijn. Daarbij gaat het vooral om de maximale luchtstroom (peakflow) tijdens inhalatie, aangezien die bepalend is voor het optreden van onderdruk. Een overzicht van belastingen en de daarbij optredende ventilatie wordt gegeven in tabel 8.1. In de norm NEN-ISO 16976-1 [60] zijn de waarden van de maximale luchtstroom (de peakflow) weergegeven in de eenheid l/sec. Voor de leesbaarheid in tabel 8.1 zijn de waarden in l/sec omgerekend naar l/min en afgerond.

**Tabel 8.1:** Benodigde luchttoevoer afhankelijk van het belastingniveau [60, 61]

Werkzwaarte	Klasse	Beschrijving activiteit	Luchtstroom (l/min)	
			Gemiddeld	Maximaal (peak flow <sup>4</sup> )
Licht tot matig zwaar	W1	Zittend werk: <ul style="list-style-type: none"><li>• Licht handwerk (schrijven, typen, tekenen, naaien, boekhouden)</li><li>• Hand- en armactiviteit (klein handgereedschap, inspectie, montage of sorteren van lichte voorwerpen)</li><li>• Rijden in een voertuig</li></ul> Staannd werk: <ul style="list-style-type: none"><li>• Boren en frezen (kleine onderdelen)</li><li>• Wikkelen van spoelen</li></ul>	30	125

<sup>4</sup> De piekwaarde is afhankelijk van de grootte van de persoon en of er al dan niet gepraat wordt. Bovengenoemde waarden hebben betrekking op een persoon van 1.88 m lang, 85 kg en niet-praten. Praten verhoogt de piekstroom nog aanzienlijk.

Werkzwaarte	Klasse	Beschrijving activiteit	Luchtstroom (l/min)	
			Gemiddeld	Maximaal (peak flow)
Zwaar tot zeer zwaar	W2	<p>Intensief werk met armen en het hele lichaam:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dragen van zwaar materiaal</li> <li>• Scheppen</li> <li>• Werken met de voorhamer</li> <li>• Zagen</li> <li>• Hardhout bewerken met een schaaf of beitel</li> <li>• Met de hand maaien</li> <li>• Graven</li> <li>• Zwaar beladen handkarren of kruiwagens duwen of trekken</li> <li>• Breken van gietstukken</li> <li>• Betonplaten leggen</li> </ul> <p>Zeer intensieve activiteiten met hoge tot maximale snelheid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werken met een bijl</li> <li>• Intensief scheppen of graven</li> <li>• Trappen, hellingen of ladders beklimmen</li> <li>• Ontsnappen uit mijn of tunnel</li> <li>• Snel lopen met kleine stapjes</li> <li>• Rennen</li> <li>• Lopen met een snelheid van meer dan 5,5 km/u</li> </ul>	40	200
Extreem zwaar	W3	<p>Tot 2 uur onafgebroken werken zonder pauze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reddings- en veiligheidswerkzaamheden met zwaar materieel en/of persoonlijke beschermingsmiddelen</li> <li>• Activiteiten waarbij mensen met een goede fysieke conditie zich tot 50% tot 60% van hun maximale aerobe capaciteit inspannen</li> <li>• Snel lopen of rennen met persoonlijke beschermingsmiddelen en/of gereedschap-pen en goederen</li> <li>• Lopen met een snelheid van 5 km/u op een helling van 10%</li> </ul> <p>Onafgebroken werken tot 15 minuten zonder pauzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensief reddings- en brandbestrijdingswerk</li> <li>• Activiteiten waarbij mensen in goede fysieke conditie en in goede fysieke conditie zich tot 70% tot 80% van hun maximale aerobe capaciteit inspannen</li> <li>• Kruiwen en klimmen door obstakels</li> <li>• Opruimen van puin</li> <li>• Dragen van een slang</li> <li>• Lopen met een snelheid van 5 km/u op een helling van 15%</li> </ul>	50	300
Maximaal 5 minuten	W4	<p>Onafgebroken werken tot maximaal 5 minuten zonder pauzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reddings- en brandbestrijdingswerkzaamheden op maximale intensiteit</li> <li>• Activiteiten waarbij mensen in uitstekende fysieke conditie en trainingsconditie zich tot 80% tot 90% van hun maximale fysieke werkcapaciteit inspannen</li> <li>• Trappen en ladders beklimmen met hoge snelheid</li> <li>• Slachtoffers redden, bergen en vervoeren</li> <li>• Lopen met een snelheid van 5 km/u op een helling van 20%</li> </ul>	65	365

De hierboven vermelde piekwaarden gelden voor jonge, gezonde personen. Voor oudere of minder gezonde werknemers zijn hogere pieken te verwachten.

Bij ABM met verse luchttoevoer (ademhalingstoestellen) is er een keuze tussen de wijze waarop de hoeveelheid lucht kan worden toegevoerd. Veel gebruikt is een 'free flow' systeem, waarbij het debiet kan worden ingesteld (en eventueel worden aangepast). Er wordt daarbij veel lucht gebruikt: de debieten variëren tussen de 350 en 450 liter/min. Een ander toevoersysteem is het 'on demand' systeem. Daarbij wordt alleen lucht aangevoerd als er geademd wordt. Het debiet is afhankelijk van de hoeveelheid uitgeademde lucht. Er wordt dan minder lucht gebruikt: de debieten zijn tussen de 120 en 160 liter/min.

De luchttoevoer van het ABM zal afdoende moeten zijn om te kunnen voldoen aan de pieken die bij de uitvoering werkzaamheden kunnen optreden. Daarbij moeten alle activiteiten worden beoordeeld. Bij licht inspectiewerk is bijvoorbeeld de mogelijkheid aanwezig dat de werkplek alleen kan worden bereikt via een ladder. Het beklimmen van een ladder valt echter in de categorie zeer zwaar werk met pieken tot 250 l/min. Dat ligt bijvoorbeeld ver boven de minimaal vereiste luchttoevoer van een kap of helm voorzien van aangedreven gefilterde lucht (120 l/min.). Een zorgvuldige afweging van de te verwachten belasting en benodigde luchttoevoer tegen de door het ABM te leveren luchttoevoer is dus noodzakelijk. In geval van zwaar werk moet worden nagegaan of er mogelijkheden zijn om het werk minder zwaar te maken.

Het risico op het aanzuigen van verontreinigde lucht van buiten het ABM bij hoge belastingen geldt vooral voor ABM die deels open zijn, zoals bij een helm en een kap. Bij goed op het gelaat aansluitende middelen, zoals volgelaatmaskers voorzien van een binnenmasker, kan de gebruiker bij een aangedreven ABM toch nog redelijk beschermd blijven, doordat de extra benodigde lucht via het filter wordt geïnhaleerd. Voor ademhalingstoestellen geldt dat niet, aangezien niet meer lucht beschikbaar is dan maximaal kan worden toegevoerd. Bij overschrijding van dat maximum zal de gebruiker door ademnood genoodzaakt zijn het masker af te zetten.

Een deel van de ABM, met name de middelen waarbij de ademplucht- of de zuurstofvoorraad wordt meegedragen, is dermate zwaar dat de mogelijkheden om daarnaast nog werk te verrichten beperkt zijn. Dit stelt eisen aan de conditie en de gezondheid van de werknemer. De belasting kan worden beperkt door gebruik te maken van lichtgewicht materialen.

### **Gebruiksduur**

Bij zwaar werk zal de maximale gebruiksduur van het gebruikte filter worden beperkt. De ingeademde hoeveelheid lucht per minuut is bij zwaar werk hoger dan bij matige belasting. Deeltjesfilters zullen bij zware belasting sneller dichtslaan en daardoor eerder een hoge inadempweerstand veroorzaken, wat vervanging noodzakelijk maakt. Bij gasfilters is de gebruiksduur korter dan bij matige belasting. Deze relatie is in veel situaties niet-lineair. De volgende aspecten spelen daarbij een rol:

- Ademminuutvolume
- Stofeigenschappen
- Temperatuur
- Relatieve luchtvochtigheid

Een hulpmiddel daarbij kan het gebruik van rekenprogramma's om de maximale gebruiksduur te berekenen zijn (zie paragraaf 5.2.3). In de hoofdstukken 4 en 5 staat meer informatie over ABM en filtertypen.

## **8.2 Werkduur**

Veel ABM brengen een meer of minder sterke belasting met zich mee en zijn daardoor hinderlijk voor de werknemer. Naarmate het gebruik langer duurt, zal de hinder toenemen en moeten pauzes worden ingelast. Deze hinder kan worden verminderd door te kiezen voor ABM met een laag gewicht en voor toestellen die het zicht minder beperken (door de plaats en vorm van het filter).

Bij ABM met verse luchttoevoer (zie figuur 4.2) moet rekening worden gehouden met de voorraad gas/lucht in cilinders. Bij het gebruik van autonome systemen (SBCA) en kringlooptoestellen (CCBA) is de voorraad lucht toereikend voor maximaal 15 tot 110 minuten (afhankelijk van de grootte van de flessen en de belasting van de gebruiker). Bij een lange aaneengesloten gebruiksduur ontraden we het gebruik van toestellen die op het gelaat drukken (maskers) en niet aangedreven filtrerende toestellen (in verband met de onderdruk).

Bij gebruik van filters zullen deze na verloop van tijd doorslaan (gassen) of dichtslaan (stof). Dat leidt tot een daling van de bescherming van het ABM. Om dat te voorkomen moet in het ABM-programma een procedure worden opgesteld die ertoe leidt dat het juiste type (en capaciteit) filter wordt gebruikt en dat filters tijdig worden vervangen.

## **8.3 Communicatie**

In veel arbeidssituaties is het van belang dat de werknemer mondeling kan communiceren met collega's. ABM zoals half- of volgelaatmaskers kunnen die communicatie sterk belemmeren.

Om de communicatiemogelijkheden te verbeteren kunnen beschermingsmiddelen worden gebruikt die zijn voorzien van een spreekmembraan of van een microfoon. Een dergelijke voorziening kan ook helpen het gevoel van geïsoleerd zijn van de omgeving te verminderen. Dat gevoel kan bij werknemers ontstaan door het dragen van ABM.

## **8.4 Alleen werken**

Indien een werknemer zijn werk alleen verricht, kan dat bij weigering van het ABM of bij ongevallen leiden tot ernstige situaties. Dat geldt vooral in een atmosfeer met een hoge blootstelling en zeker als er al gezondheidseffecten kunnen ontstaan bij kortdurende blootstelling (overschrijding van STEL-, Ceiling of IDLH-waarden). In zo'n situatie moet het werk onder toezicht of in samenwerking met één of meer collega's worden uitgevoerd.

## **8.5 Mobiliteit/bewegingsruimte**

Het dragen van ABM vermindert de bewegingsruimte van de drager. Dat varieert van een kleine vermindering bij het dragen van een filterend gelaatsstuk (waarbij het half- of volgelaatsmasker hinderlijk in het gezichtsveld kan zitten) tot een aanzienlijke vermindering van de mobiliteit bij het dragen van Airline-systemen (SAR, waarbij via slangen verse lucht wordt toegevoerd). Hierbij is de lengte van de slangen de beperkende factor. De werknemer moet de slangen meetrekken en ze kunnen achter uitsteeksels blijven haken, of er kan een knik in komen. Verder is de werknemer gehouden aan één route. Ook uitsteeksels aan het lichaam, zoals bij het gebruik ABM die zijn voorzien van slangen of van flessen (ademlucht/zuurstof), kunnen het werk belemmeren of de doorgang door smalle openingen onmogelijk maken, waardoor het middel als vorm van ABM dan minder geschikt is.



## 9 Arbeidsomstandigheden bij keuze ABM

Het is noodzakelijk om bij de selectie en het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen (ABM) rekening te houden met de omstandigheden waaronder het werk moet worden verricht. De invloed van de arbeidsomstandigheden en met name de klimaataspecten moet in samenhang worden beoordeeld, samen met de zwaarte van het werk (paragraaf 8.1).

### 9.1 Warmte

Het dragen van een ABM is altijd belastend voor de werknemer. Met name bij het werken onder warme omstandigheden vormt het dragen van ABM een extra fysieke belasting. Bovendien beperkt het dragen van een ABM de mogelijkheden van het lichaam om de warmte af te geven aan de omgeving. Door zweten kan een masker over het gezicht gaan glijden wat de bescherming vermindert. Ook kan warmte en benauwdheid ertoe leiden dat de gebruiker van het ABM het toestel even afzet om lucht te happen of het bezwete gezicht af te vegen.

Bij het gebruik van filtrerende middelen moet men er rekening mee houden dat het filter ook waterdamp afvangt. Daardoor is de uit het filter komende lucht droger en is de temperatuur ervan, ten gevolge van condensatiewarmte, hoger dan de temperatuur van de omgevingslucht. Dit kan een temperatuurstijging van 5 tot 10 °C bedragen.

Klachten over warmte kunnen bij sommige ABM al bij normale omgevingstemperaturen optreden. Dat gebeurt sneller als er sprake is van zwaar werk (grotere fysieke inspanning). Het is dus niet een verschijnsel dat zich alleen bij extreme temperaturen voordoet.

In een warme omgeving verdienen masker met aangedreven gefilterde lucht of ademhalingstoestellen de voorkeur. De lucht die langs het gezicht wordt geblazen heeft dan een verkoelende werking. Indien nodig moet de ingeblazen lucht eerst worden gekoeld. Voor koeling van lucht kan (bij gebruik van samengeperste lucht), gebruik worden gemaakt van adiabatische decompressie of van het vortexprincipe waarmee zowel koelen als verwarmen mogelijk is. Informatie over koelen of verwarmen van lucht is te verkrijgen bij de leveranciers van de ABM.

Indien door de combinatie van een warme omgeving, de zwaarte van het werk en de te dragen bescherming sprake is van te sterke temperatuurstijging van het lichaam (hittebelasting), moeten regelmatig rustpauzes worden ingelast om de belasting te beperken en de mogelijkheid te bieden om af te koelen. Bij condities leidend tot (sterke) zweetvorming wordt het gebruik van maskers ontraden.

### 9.2 Koude, tocht

Als de luchttemperatuur te laag is dan is de kans op klachten erg groot (met name bij buitentemperaturen lager dan 15 °C). Veelal treden dan oogklachten op. Ook kan de lucht als droog worden ervaren. Als de luchtstroming te hoog is, dan worden deze klachten verergerd. Verder speelt de lengte van eventuele luchtslangen een rol en natuurlijk de zwaarte van het werk.

Werknemers die een ABM met regelbare luchttoevoer gebruiken zijn geneigd om bij toevoer van te koude lucht de luchttoevoer zo laag mogelijk in te stellen. Dat kan tot verslechtering van de mate van bescherming leiden door het optreden van onderdruk. Daardoor zijn ABM waarbij niet-verwarmde omgevingslucht wordt ingeblazen, onder koude omstandigheden of in de buitenlucht slechts in beperkte mate te gebruiken.

Erg lage temperaturen kunnen leiden tot bevriezing van uitlaatventielen of onderdelen van ademluchttoestellen en tot condensvorming. Selecteer dan een ABM waarbij de toegevoerde lucht wordt verwarmd. Ook uit het oogpunt van comfort dient de lucht verwarmd te worden bij lage buitentemperaturen.

### 9.3 Vocht

Vochtige lucht kan in het masker condenseren, waardoor het zicht van de werknemer wordt beperkt. Bij gebruik van gecompriëerde lucht kan de luchtvochtigheid zo laag zijn dat dit tot klachten kan leiden zoals droge keel, neus en/of ogen, dehydratie.

Condensatie zal eerder optreden bij zwaar werk (zweetproductie) en bij een lage luchttemperatuur (daardoor ontstaat er een hogere relatieve luchtvochtigheid). Het voorkomen van condensatie is belangrijk om hinder te vermijden en om te voorkomen dat de werknemer het ABM afzet om het venster schoon te maken. In situaties met kans op condensatie verdienen aangeblazen ABM de voorkeur.



Een hoge relatieve luchtvochtigheid kan ook de gebruiksduur van filters beperken.

Indien nodig moet een ander ABM worden geselecteerd.

#### **9.4 Geluid**

Indien in de werkomgeving hoge geluidsniveaus optreden moet de werknemer ook daartegen worden beschermd. ABM en gehoorbeschermingsmiddelen kunnen elkaar hinderen (zie ook paragraaf 9.5). Het ABM kan zelf ook geluid veroorzaken, bijvoorbeeld door het inblazen van lucht. Ook kunnen hoge geluidsniveaus ontstaan bij gebruik van een ademhalingsstoestel in combinatie met een helm bij straalwerkzaamheden, door tegen de helm springend grit of gruis.

Bij de selectie van het juiste ABM moet, indien van toepassing, ook de combinatie met gehoorbeschermingsmiddelen meegenomen worden.

#### **9.5 Combinaties van verschillende soorten persoonlijke beschermingsmiddelen**

Als er meerdere vormen van persoonlijke bescherming worden gecombineerd, moeten deze op elkaar zijn afgestemd.

De combinatie van een halfgelaatsmasker en een correctiebril of veiligheidsbril leidt bijvoorbeeld vaak tot klachten, doordat de bril niet in de juiste positie kan worden gebracht. Een alternatief is dan een volgelaatsmasker met, indien nodig, een bevestigingsmogelijkheid voor een montuur. Ook kan het gebruik van een helm of kap met aanblaasfilter worden overwogen.

De combinatie van een (niet goed aansluitend) halfgelaatsmasker en een bril kan door het uitblazen van vochtige lucht langs de randen van het masker ook leiden tot condensvorming op de bril.

Een gewone bril zal de bescherming van een nauw sluitend volgelaatsmasker ('tight fit') nadelig beïnvloeden. Dat kan worden opgelost door een volgelaatsmasker te gebruiken in combinatie met een inzetbril.

De bevestigingsbanden van ABM kunnen de werking van gehoorbescherming verstoren. Het dragen van oordopjes of otoplastieken heeft daarom de voorkeur boven oorkappen, mits dit voldoende gehoorbescherming geeft.

Ook de combinatie van een veiligheidshelm en een volgelaatsmasker functioneert in het algemeen niet goed. De banden van het ABM onder de helm verslechteren de bescherming door de helm. Bovendien kan de helm vaak niet in de goede positie worden aangebracht, omdat het masker in de weg zit. Als ABM moet worden gecombineerd met hoofdbescherming, ligt de keuze voor een helm met aanblaasfilter (aangedreven lucht of ademhalingsstoestel) voor de hand, mits de helm voldoet aan de richtlijnen voor hoofdbescherming.

Beschermende kleding die de warmteafgifte door het lichaam beperkt, kan in combinatie met een ABM leiden tot hittebelasting en slechter functioneren van het ABM (zie ook de paragrafen 8.1 en 9.1).

Geïntegreerde bescherming is vaak comfortabeler dan verschillende soorten persoonlijke beschermingsmiddelen die worden gecombineerd. De afzonderlijke onderdelen van de geïntegreerde bescherming moeten, ook als ze geïntegreerd zijn in het totale systeem, nog steeds aan de eisen blijven voldoen.

## 10 Persoonlijke factoren bij keuze ABM

De belangrijkste persoonlijke factoren die van invloed zijn op het (kunnen) dragen van ademhalingsbeschermingsmiddelen (ABM) zijn de gezondheid en de conditie van de werknemer, de vorm van het hoofd en het dragen van een baard, bril of contactlenzen. Ook ziekten of gezondheidsafwijkingen kunnen beperkingen met zich meebrengen wat betreft het gebruik van ABM.

Voor een juist gebruik van het ABM zijn ook de motivatie en goede training van belang (zie hoofdstuk 3). Indien aan deze persoonlijke factoren geen of onvoldoende aandacht wordt besteed, is de kans groot dat de gerealiseerde mate van bescherming onvoldoende is. Ook bestaat de kans dat het gebruik van ABM tot (verergering van) gezondheidseffecten leidt. Onder andere in Annex D van de NEN-EN 529 is uitgebreide informatie opgenomen over persoonlijke factoren en het effect hiervan op de keuze van ABM.

### 10.1 Conditie, belastbaarheid

Het gebruik van ABM kan leiden tot een aanzienlijke (fysieke) belasting voor de werknemer. Bij de keuze van de middelen en de selectie van de werknemers die ermee mogen werken, moet daarmee rekening worden gehouden.

Bij werknemers die regelmatig of langdurig ABM dragen, moet door een gericht medisch onderzoek worden vastgesteld of dat verantwoord is (hoofdstuk 12). Als het dragen van ABM tot problemen kan leiden door de gezondheidstoestand van een werknemer of door de te verwachten belasting, zullen keuzes moeten worden gemaakt over het type te dragen ABM en/of over de gebruiksduur.

Bepaalde ABM, zoals ademhalingstoestellen waarbij de ademlucht- of zuurstofvoorraad wordt meegedragen, kunnen voor sommige personen te zwaar zijn om te dragen voor een langere periode. Als tegelijkertijd andere persoonlijke beschermingsmiddelen of zware apparatuur (gereedschappen) moeten worden gebruikt, moet rekening worden gehouden met de totale belasting.

Hoge temperaturen op de werkplek kunnen ertoe leiden dat het dragen van ABM eerder tot problemen leidt (hoofdstuk 9). Ook kan er hinder ontstaan doordat in een ABM een luchtstroom op het gezicht ontstaat waardoor de huid afkoelt.

De huid van de drager kan (over)gevoelig reageren bij direct contact tussen bepaalde materialen van de ABM en de huid.

Werknemers met een beperkte longfunctie kunnen eerder problemen ervaren bij het gebruik van afhankelijke ABM (met uitzondering van een motor aangedreven filterunit, PAPR).

### 10.2 Inademweerstand

Bij middelen zonder kunstmatige luchttoevoer kan de inadempweerstand leiden tot klachten over benauwdheid. Naarmate de arbeid zwaarder is en dus de behoefte aan lucht groter is, zal de weerstand hinderlijker zijn en vaker tot klachten leiden. De inadempweerstand wordt veroorzaakt door het filter en is het grootst bij P3-filters en gasfilters. Bij dichtslibben van het deeltjesfilter en bij een grote adembehoefte neemt de inadempweerstand sterk toe.

Een andere vorm van weerstand die tot klachten kan leiden is de uitademweerstand die door het ABM wordt veroorzaakt. Bij zware arbeid kunnen filterende middelen zonder aanblaasfilter alleen kortdurend of incidenteel worden gebruikt en moet voor toestellen met aanblaasfilter of ademhalingstoestellen worden gekozen.

In de tabellen 10.1 en 10.2 worden de maximale weerstanden van het filter en type ABM beschreven. De maximale waarden liggen in de praktijk vaak lager. Per type filter of ABM zijn deze vastgelegd in technische datasheets van de producten. Deze zijn opvraagbaar bij de fabrikant of leverancier.

**Tabel 10.1:** maximale filterweerstand per type filter

Type filter	Klasse	Maximale filterweerstand volgens EN-norm	
		@30 l/min in mbar	@95 l/min in mbar
Deeltjesfilters (NEN-EN 143:2000)	P1	0,6	2,1
	P2	0,7	2,4
	P3	1,2	4,2
Gasfilters Type A, B, E en K (EN14387)	GAS1	1,0	4,0
	GAS1-P1	1,6	6,1
	GAS1-P2	1,7	6,4
	GAS1-P3	2,2	8,2
	GAS2	1,4	5,6
	GAS2-P1	2,0	7,7
	GAS2-P2	2,1	8,0
	GAS2-P3	2,6	9,8
Gasfilters Type AX (EN14387)	AX	1,4	5,6
	AX-P1	2,0	7,7
	AX-P2	2,1	8,0
	AX-P3	2,6	9,8

**Tabel 10.2:** maximale filterweerstand per type ademhalingsbeschermingsmiddel

Type adembescherming		Maximale inadeweerstand volgens EN-norm		Maximale uitadeweerstand volgens EN-norm
		@30 l/min (in mbar)	@95 l/min (in mbar)	
Filtering Face Piece (NEN-EN 149:2009)	FFP1	0,6	2,1	3,0 mbar @ 160 l/min
	FFP2	0,7	2,4	
	FFP3	1,0	3,0	
Halfgelaatsmasker met geïntegreerde filters en uitademventiel (NEN-EN 405:2009)	FFGAS1P1	6,1	1,6	
	FFGAS1P2	1,7	6,4	
	FFGAS1P3	2,0	7,0	
	FFGAS2P1	2,0	7,7	
	FFGAS2P2	2,1	8,0	
	FFGAS2P3	2,4	8,6	
	FFAXP1	2,0	7,7	
FFAXP2		8,0		
FFAXP3	2,4	8,6		
Halfgelaatsmasker (NEN-EN140:1998)		0,5*	1,3*	
Volgelaatsmasker (NEN-EN 136:1998)		≤ 0,5*	≤ 1,5 ≤ 2,5 mbar @160 l/	≤ 3,0 mbar @ 160 l/min

\*Zonder filters. Zie ook de tabel met maximale filterweerstand; deze komen boven op de weerstand van het maskerlichaam.

### 10.3 Concentratie kooldioxide in de ingeademde lucht

Bij vrijwel alle ABM is binnen het masker sprake van een ruimte waarin zich uitademplucht bevindt die de gebruiker weer inhaleert. Deze lucht bevat kooldioxide.

Het weer inhaleren van uitademplucht leidt tot een verhoogde concentratie kooldioxide en kan een gevoel van benauwdheid en hoofdpijn veroorzaken. De hoeveelheid uitademplucht die weer wordt geïnhaleerd, is afhankelijk van de ruimte in het ABM: de dode (of loze) ruimte. Deze moet zo klein mogelijk zijn. De concentratie kooldioxide kan worden beperkt door een ruime spoeling met verse lucht.

Bij het testen van ABM volgens de verschillende EN-normen wordt de concentratie kooldioxide in de dode ruimte gemeten. Daarbij mag de "average volume fraction" kooldioxide in de ingeademde lucht niet hoger zijn dan 1%. Er is één uitzondering waarbij een hogere concentratie kooldioxide is toegestaan: bij een motor aangedreven filterunit (PAPR) die verbonden is met een vol- of halfgelaatsmasker (dit is beschreven in de norm NEN-EN 12942 [62]). Bij uitval van de motorunit wordt door de gebruiker door het filter van de motorunit ingeademd. Er wordt dan via het masker uitgedemd. De dode ruimte wordt daardoor groter, waardoor een concentratie kooldioxide van 2% is toegestaan.

Het voldoen aan deze testen betekent overigens niet dat gezondheidsklachten bij gebruik van deze ABM daarvoor zijn uitgesloten. Om een verhoogde concentratie kooldioxide te voorkomen, verdient apparatuur waarbij gefilterde lucht of ademlucht wordt ingeblazen de voorkeur boven apparatuur waarbij de werknemer de lucht zelf door een filter moet zuigen.

#### **10.4 Ziekten of gezondheidsafwijkingen**

Er kan sprake zijn van gezondheidsafwijkingen of ziekten die beperkingen met zich meebrengen wat betreft het gebruik van ABM. Medische aandoeningen die effect kunnen hebben op de selectie en het gebruik van ABM zijn bijvoorbeeld luchtweginfecties, neurologische problemen (onder andere epilepsie, ataxia (verstoring in beweging en balans) of tremoren (trillingen)), psychische problemen (depressie of claustrofobie), verminderd gezichtsvermogen, gehoorproblemen (onder andere schade aan het trommelvlies) of problemen met evenwicht (onder andere vertigo of een oorontsteking).

Werknemers met een geschiedenis van hartproblemen of zware longaandoeningen wordt aangeraden om voor het gebruik van ABM te overleggen met hun behandelend arts of de bedrijfsarts.

Werknemers met een tijdelijke longziekte zoals TBC, longontsteking of bronchitis wordt geadviseerd een arts te raadplegen voor het gebruik van ABM. De longcapaciteit kan bij aandoeningen aan de luchtwegen of de longen geringer zijn of de ademhaling kan worden belemmerd. Het gebruik van ABM kan hierdoor onmogelijk zijn of de keuze in ABM kan worden beperkt. Het delen van adembescherming (pooled equipment) wordt afgeraden, zeker in geval van gezondheidsaandoeningen.

Door tijdelijke luchtwegproblemen zoals verkoudheid, een milde griep, hooikoorts of een loopneus kan het werken met bepaalde soorten ABM tijdelijk onmogelijk zijn. Ook kan het noodzakelijk zijn om extra pauzes in te lassen om het werk mogelijk te maken.

Ook psychische factoren zijn belangrijk. Werknemers kunnen zich geïsoleerd voelen of last hebben van claustrofobie (de angst om vast te zitten of opgesloten te raken). Het dragen van ABM kan deze problemen versterken en de werknemer bij de uitvoering van het werk sterk hinderen of het werken onmogelijk maken. Training kan voor sommige werknemers een manier zijn om over psychische factoren heen te komen. Betrek bij psychologische of neurologische klachten de individuele werknemer en de bedrijfsarts bij de keuze van het ABM.

Als communicatie moeilijk verloopt, bijvoorbeeld doordat er sprake is van beperking van het zicht, het gezichtsveld, het gehoor en het spreken (zie ook hoofdstuk 9), kunnen werknemers geneigd zijn om ABM af te zetten. De communicatie kan worden verbeterd door ABM te selecteren met effectieve spraakzenders en modellen met microfoons of radio's. Deze moeten worden ingezet wanneer effectieve verbale communicatie vereist is om de veiligheid van werknemers en anderen te garanderen.

Huidcontact met ABM kan leiden tot huidirritatie. Ook kunnen werknemers overgevoelig zijn of worden voor bepaalde soorten kunststof waaruit maskers zijn vervaardigd.

Selectie van werknemers is alleen ten behoeve van bijzondere werkzaamheden aanvaardbaar. In principe moet bij de keuze van een ABM worden uitgegaan van de gezondheid van de "gemiddelde" werknemer. Als voor een werknemer op grond van persoonlijke factoren geen geschikt type ABM kan worden geselecteerd, zal de betreffende werknemer het werk niet uit kunnen voeren. Dit laatste zal in samenspraak met een bedrijfsarts moeten worden bepaald.

#### **10.5 Vorm van het gelaat**

De vorm van het gezicht is van invloed op de pasvorm. Bepaalde gezichtskenmerken kunnen bijvoorbeeld interfereren met de pasvorm van ABM. Denk daarbij aan holle slapen, uitstekende jukbeenderen, diepe huidplooiën, littekens, de afwezigheid van tanden of gebruik van kunstgebitten, letsel aan het gezicht en zwelling van de mond of het gezicht.

Het is daarom noodzakelijk altijd verschillende soorten ABM te selecteren waaruit een op het individu afgestemde keuze kan worden gemaakt. Dit kan betekenen dat er gekozen moet worden voor ABM van verschillende fabrikanten. Tevens is het van belang om, indien beschikbaar, verschillende formaten beschikbaar te stellen.

Als gezichtskenmerken een goede pasvorm verhinderen, kan ook overwogen worden gebruik te maken van een loose fitting ABM, die niet afhankelijk is van een strakke (tight fitting) afdichting.

Naar de vorm van het gelaat zijn door de jaren heen verschillende studies uitgevoerd [63], [64], [65]. Uit deze studies komt onder andere naar voren dat verschillende antropometrische gezichtsdimensies mogelijk zijn tussen mannen en vrouwen, verschillende etnische groepen of bevolkingsgroepen en verschillende leeftijdsgroepen.

## 10.6 Accessoires

Accessoires gedragen vanuit persoonlijke of religieuze overtuiging kunnen effect hebben op het te dragen ABM. Denk hierbij aan een mogelijk effect op de juiste werking of afdichting van het ABM, maar ook aan mogelijke problemen bij het plaatsen van een heupgordel of mogelijke schade aan accessoires die op kan treden bij het verwijderen van het ABM. Voorbeelden zijn cosmetica, gel, gezichtssieraden of hoofdbedekking. Accessoires die de pasvorm beïnvloeden, moeten worden verwijderd tijdens het dragen van ABM. Houd ook rekening met het effect van brillenpootjes en accessoires die in de weg kunnen zitten op het lichaam, zoals sleutelbossen of piepers.

## 10.7 Gezichtsbehandling en haar

Mensen met een baard zijn beperkt wat betreft de keuze van ABM. Voor deze werknemers moet een vorm van bescherming worden gezocht waarbij er geen lekkage op kan treden. De typen ABM die voor het functioneren afhankelijk zijn van onderdruk, zijn niet te gebruiken. Dat geldt niet alleen voor een volgroeide baard maar ook voor een stoppelbaard van enkele dagen. Dergelijke behandeling veroorzaakt in vergelijking met een volgroeide baard vaak een grotere lekkage. Studies hebben aangetoond (NEN-EN 529) dat zelfs baardgroei van minder dan een dag een aanzienlijke toename van lekkage van het ABM tot gevolg kan hebben. Binnen de NEN-EN-529 wordt geadviseerd om een baard niet langer dan 8 uur voorafgaand aan een (ploegen)dienst te scheren. In de ISO 16975-3:2017 wordt geadviseerd om bij voorkeur 12 uur voorafgaand aan een fit-test gezichtsbehandling te scheren.

Er moet worden voorkomen dat (hoofd)haar tussen de afdichtingsoppervlakken van een nauwsluitende ABM en de huid van de drager komt. Ook lang haar kan de werking van een ABM verstoren (bijvoorbeeld de werking van de ventielen). Bij hinder van lang of veel (hoofd)haar kan het gebruik van een loose fitting ABM worden overwogen.

## 10.8 Correctiebril of contactlenzen

Het gebruik van een corrigerende bril kan de bescherming verstoren die door veel soorten ABM wordt geboden. Ook is het mogelijk dat een bril niet in de goede positie kan worden aangebracht. Wanneer een corrigerende bril nodig is, moet deze een ontwerp hebben dat compatibel is met de ABM. Als de eigen bril niet gebruikt kan worden, is het mogelijk te kiezen voor een zogeheten inzetbril. Inzetbrillen zijn speciaal ontworpen voor gebruik binnen de ABM zonder de gelaatsafdichting te verbreken. Een maskerbril (een bril met pootjes) bij gebruik van een tight fitting masker wordt niet aanbevolen. Indien het gebruik van een bril met pootjes toch noodzakelijk is, dient gekozen te worden voor een 'loose fitting' ABM.

Contactlenzen dienen alleen in combinatie met ABM gebruikt te worden door gebruikers die ruime, positieve ervaring met contactlenzen hebben. Aangeraden wordt om dragers van contactlenzen vooraf te laten oefenen met het dragen van ABM om te testen of een combinatie met lenzen tot problemen leidt. Het gebruik van contactlenzen kan in bepaalde situaties tot problemen leiden. Een luchtstroom van een ABM kan in combinatie met lenzen tot droge ogen leiden en mogelijk tot irritatie, scheuren van zachte lenzen of het uitvallen van de lenzen. In geval van irritatie zal de drager van het ABM in de verleiding komen om het masker of de kap te verwijderen om op deze manier de contactlenzen recht te duwen of te verwijderen. De bescherming van het ABM zal hierbij wegvallen met blootstelling tot gevolg. Indien afzetten tot risico's leidt, moet het gebruik van ABM in combinatie met contactlenzen worden afgeraden.

## 11 Face-fittesten

### 11.1 Inleiding

Het begrip face-fittesten komt uit het Engels (to fit = passen) en is een groeiend fenomeen binnen diverse organisaties. De norm NEN-ISO 16975-3:2017 (Fit-testing procedures) [66] omschrijft de face-fittest als volgt:

*Use of a challenge agent and specific protocol to qualitatively or quantitatively determine the effectiveness of the seal between the wearer's face and respiratory interface with a specific make, model, and size of a Respiratory Protective Device (RPD).*

De Nederlandse term zou 'pasvormtest' zijn; omdat de Engelse term meer is ingeburgerd gebruiken we deze in dit document.

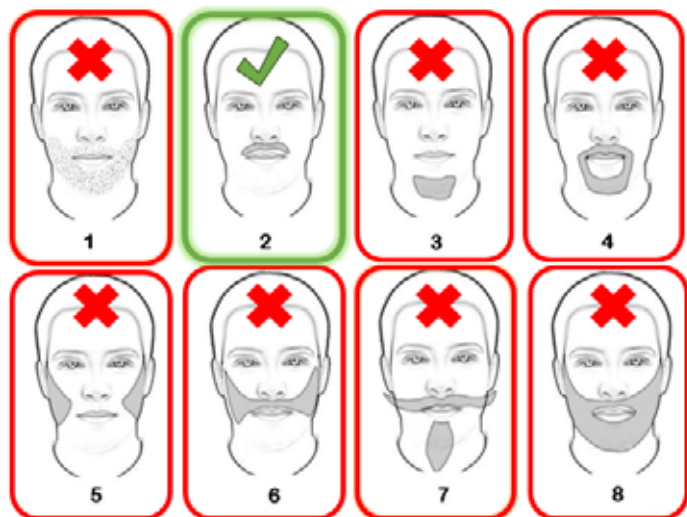
In Australië, Canada, de Verenigde Staten en Groot-Brittannië is het verplicht om werknemers één keer per jaar of één keer per twee jaar aan een face-fittest met hun adembeschermingsuitrusting te onderwerpen.

Ook in Nederland krijgt de face-fittest in toenemende mate een verplichtend karakter, omdat deze voor de asbestbranche is opgenomen in de Arbowetgeving. Daarnaast worden in verschillende branches en voor verschillende toepassingen face-fittesten voorgeschreven. Dit is onder andere het geval in de industriële reinigingsbranche, in het beheersregime Chrom-6 [67] en bij het werken in verontreinigde grond (CROW 400 [59]).

Er bestaan veel verschillende soorten gelaatsvormen en hoofdmaten onder medewerkers. Daarnaast zijn er veel soorten en maten ABM verkrijgbaar. Er bestaat geen 'one size fits all': zonder face-fittest maakt niet iedereen gebruik van het juiste, passende middel. Bij een ABM dat niet goed aansluit op het gezicht bestaat er een risico op blootstelling aan gevaarlijke stoffen. Met name bij ABM waarin tijdens het ademen een onderdruk ontstaat, zorgt een slechte pasvorm voor inwaartse lekkage. Controle van de pasvorm bij ABM met onderdruk door middel van een face-fittest is daarom essentieel.

De face-fittest controleert de nauw aansluitende afdichting van een masker op het gelaat. Face-fittesten zijn dan ook uitsluitend af te nemen bij gebruikers van de zogeheten 'Tight Fitting'- ABM: FFP's, half- en volgelaatsmaskers. Er bestaat geen face-fittest voor 'Loose Fitting'- ABM zoals verse-luchtkappen en -helmen.

Het is van belang dat personen die een face-fittest ondergaan gladgeschoren zijn en geen piercings dragen in het 'seal' gebied. Dit betekent dat er ook geen stoppelvorming mag zijn [68]. De normen EN529 en NEN-ISO16975-3 geven een maximale scheertermijn aan van respectievelijk acht en twaalf uur. In de fit-testprotocollen is beschreven dat personen die niet voldoen aan de gezichtsbehariingscriteria niet getest mogen worden. Een overzichtsstudie naar gezichtsbehandling en lekkage bij onderdruk ABM [69] laat zien dat de bescherming kan afnemen met een factor 20 tot 1000 bij de aanwezigheid van gezichtsbehandling. Deze significante lekkage is niet zichtbaar in studies bij onafhankelijke ABM (ademluchttoestel).



**Afbeelding 11.1:** Voorbeeld toegestane gezichtsbehandling (bron: [96])

Er zijn verschillende redenen die aanleiding kunnen vormen voor het (opnieuw) afnemen van face-fittesten zoals:

- Aanzienlijke verandering in lichaamsgewicht, met name gewichtsverlies ( $\geq 9$ kg) [70]
- Tandheelkundige ingreep
- Operatie of littekenvorming in het gezicht
- Ervaren van discomfort tijdens het dragen
- Ervaren van lekkage tijdens gebruik
- Als trainingstool om bewustwording te creëren bij de gebruiker over de eigen invloed op correct gebruik van het ABM



## 11.2 Waarom face-fittesten?

Veel studies [71] hebben aangetoond dat de bescherming die het ABM tijdens laboratoriumtests biedt, niet wordt bereikt op de werkplek. De toegekende protectiefactor (APF) is vastgesteld om een meer realistische waarde te geven voor de bescherming die waarschijnlijk op de werkplek zal worden bereikt (zie hoofdstuk 6). Deze waarde moet worden gebruikt bij het selecteren van adequate ABM. De APF is het niveau van adembescherming waarvan realistisch kan worden verwacht dat het op de werkplek wordt bereikt door 95% van de adequaat getrainde gebruikers waarop toezicht wordt gehouden door het gebruik van goed functionerende en correct opgezette ABM. De toegekende protectiefactor kan daarom alleen betrouwbaar worden gebruikt als met een face-fittest is aangetoond dat het ABM voldoende afsluit.

De American National Standard ANSI Z88.10 [72] stelt dat het doel van het uitvoeren van face-fittesten is om te verifiëren dat het geselecteerde merk, model en maatvoering voldoende geschikt is voor de gezichtskenmerken van een persoon, en dat dit de zekerheid biedt dat de drager het ABM goed kan dragen en de verwachte bescherming tijdens gebruik kan bereiken.

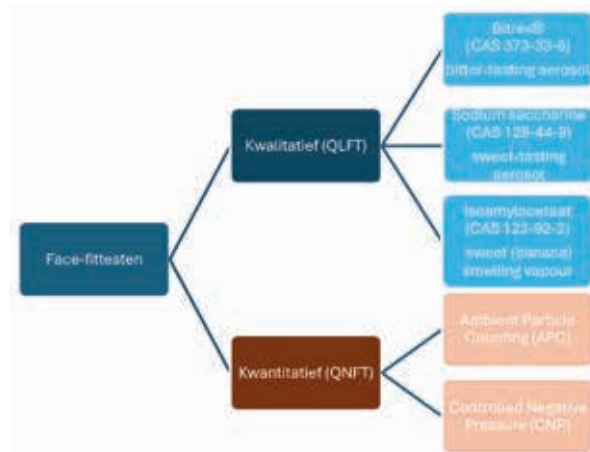
De Britse werkgroep adembescherming die verantwoordelijk is voor de uitgave van de BS 4275 (welke vervangen is door de BSI EN 529) was voorzichtiger en verklaarde dat face-fittesten alleen grote lekkages kan identificeren en geen geschiktheid van de pasvorm kan garanderen. Het slagen voor een face-fittest garandeert niet dat elke keer dat een drager een ABM gebruikt, een adequate pasvorm wordt bereikt. Het identificeert dat een bepaald ABM het potentieel heeft om een adequate pasvorm te bieden, maar om dit te bereiken moet de drager het masker altijd correct gebruiken en de pasvorm controleren door de fit-controles (seal check) uit te voeren zoals beschreven in de gebruikersinstructies van de fabrikant.

Het uitvoeren van face-fittesten geeft de momentane passing van het ABM weer bij de gebruiker en is een onderdeel van een effectief ABM-beleid.

## 11.3 Methoden van face-fittesten

Face-fittesten kunnen ingedeeld worden in twee hoofdcategoryën: kwalitatieve (QLFT) en kwantitatieve (QNFT). Bij kwalitatieve testen wordt lekkage waargenomen door de gebruiker van het ABM. Bij kwantitatieve testen wordt lekkage waargenomen door middel van speciale meetapparatuur.

In tabel 11.1 is per type ABM weergegeven welke methode van face-fittesten geschikt is.



Figuur 11.1: Overzicht methoden face-fittest

Tabel 11.1: Vergelijking methoden en protocollen face-fittest

Type masker	Fit-testmethode		
	Kwantitatief (QNFT)		Kwalitatief (QLFT)
	APC	CNP*	Proeven
<i>Wegwerp</i>			
• FFP (NEN-EN 149)	Ja	Nee	Ja
<i>Herbruikbaar</i>			
• Halfgelaatsmasker (NEN-EN 140)	Ja	Ja	Ja
• Halfgelaatsmasker met geïntegreerde filters (NEN-EN 405)	Ja	Nee	Nee**
• Volgelaatsmasker (NEN-EN 136)	Ja	Ja	Nee
<i>PAPR (motoraangedreven filterunit)</i>			
• Halfgelaatsmasker (NEN-EN 12942)	Ja	Ja	Ja
• Volgelaatsmasker (NEN-EN 12942)	Ja	Ja	Nee

Type masker	Fit-testmethode		
	Kwantitatief (QNFT)		Kwalitatief (QLFT)
	APC	CNP*	Proeven
<i>Constant flow airline</i>			
• Halfgelaatsmasker (NEN-EN 14593-2)	Ja	Ja	Ja
• Volgelaatsmasker (NEN-EN 14593-1)	Ja	Ja	Nee
<i>Ademluchttoestel</i>			
• Volgelaatsmasker (NEN-EN 137)	Ja	Ja	Nee
<i>EEBD Escape set</i>			
• Volgelaatsmasker (NEN-EN 402)	Ja	Ja	Nee

APC = Ambient Particle Counter = deeltjestest

CNP = Controlled Negative Pressure = negatieve druktest

\* mogelijkheden zijn afhankelijk van de beschikbaarheid van adapters

\*\* alleen mogelijk bij type A filter met isoamylacetaatdamp

### 11.3.1 Kwalitatieve face-fittest

De kwalitatieve face-fittest wordt in de norm NEN-ISO16975-3 (Fit-testing procedures) als volgt omschreven:

*Pass/fail test method that relies on the subject's sensory response to detect a challenge agent in order to assess the adequacy of RPD fit.*

De kwalitatieve face-fittest is een subjectieve testmethode. Bij deze test moet de gebruiker zijn ABM opzetten en krijgt daarna een kap over zijn hoofd. In deze kap wordt een bittere (Bitrex®) of zoete stof (Sacharine) verneveld (aerosol) die men kan proeven.

Als een halfgelaatsmasker met een A filter (organische stoffen met een kookpunt >65°C) wordt getest dan moet gebruik worden gemaakt van isoamylacetaatdamp, wat kan worden geroken. De teststof isoamylacetaat is niet geschikt voor partikelfilters zoals FFP's en P2/P3 filters.



**Afbeelding 11.2:** Kwalitatieve face-fittest

Voordat gestart wordt met het uitvoeren van de kwalitatieve face-fittest wordt een gevoeligheidstest afgenomen, waarmee de mate van verneveling bepaald wordt tijdens het afnemen van de face-fittest. Als bij de gevoeligheidstest de te testen persoon niet in staat is om de bittere of zoete nevel/damp waar te nemen, dan is deze testmethode niet geschikt. Het afnemen van deze test gaat via een fit-testprotocol zoals beschreven in de protocollen van OSHA [73] of de norm NEN-ISO 16975-3.

Bij het afnemen wordt de kwalitatieve fitfactor bepaald. De norm NEN-ISO 16975-3 omschrijft deze als volgt:

*Qualitative estimate of the minimum fit of a particular tight-fitting RPD to a specific individual when a qualitative fit test is passed, i.e. the test agent is not detected by the subject's senses.*

Deze testmethode is alleen geschikt voor FFP's en halfgelaatsmaskers tot een fitfactor van 100 (zie 11.4 voor meer toelichting over de fitfactor). De testmethode is echter foutgevoelig door de hoeveelheid handelingen en controlepunten. Afhankelijk van het type vernevelaar zijn deze testen zeer intensief voor de persoon die de face-fittesten uitvoert (fittestester). De werkgroep adviseert indien mogelijk om te kiezen voor een kwantitatieve face-fit-testmethode.



### 11.3.2 Kwantitatieve face-fittest

De kwantitatieve face-fittest wordt in de norm NEN-ISO16975-3 (Fit-testing procedures) als volgt omschreven:

*Test method that uses an instrument to assess (quantify) the amount of face-seal leakage into the RPD in order to assess the adequacy of its fit.*

De kwantitatieve face-fittest is een objectieve(re) manier om de afdichting van het ABM bij de medewerker te controleren. Om een kwantitatieve face-fittest uit te voeren moet er een fit-testprotocol gevolgd worden. Elk face-fit-testprotocol bestaat uit verschillende oefeningen die de drager van het ABM moet doorlopen. Gedurende de face-fittest wordt bij elke oefening een kwantitatieve fitfactor (QNFF) berekend. De norm NEN-ISO 16975-3 omschrijft deze als volgt:

*Numeric value of the fit of a particular tight-fitting respiratory interface to a specific individual.*

*Note: It represents only respiratory interface to face leakage. Leakage from other sources (e.g. air purifying elements, exhalation valve) should be significantly lower than the measured face-seal leakage. The QNFF is measured with specialized instrumentation.*

Ieder face-fit-testprotocol heeft een vastgestelde minimaal vereiste fitfactor (required fit factor). De norm NEN-ISO 16975-3 omschrijft deze als volgt:

*Numeric value established as a pass/fail point or acceptance criterion for quantitative fit testing.*

Als het resultaat van de meting hoger is dan de vastgestelde minimaal vereiste fitfactor wordt een 'pass' gegeven. De minimaal benodigde fitfactoren variëren per protocol qua waarden en berekeningswijze. Hoewel niet goed gedocumenteerd, is de geaccepteerde praktijk in de Verenigde Staten om  $\geq 10x$  de APF-waarde te gebruiken als het Fit Factor Pass Level voor kwantitatieve face-fittesten [74].

Er worden twee methoden voor kwantitatieve face-fittesten onderscheiden: de deeltjestest (Ambient Particle Counter; APC) en de negatieve druktest (Controlled Negative Pressure; CNP).

*Ambient Particle Counter (APC) / Deeltjestest*  
Dit type meettechnologie wordt ook wel aangeduid als "ambient aerosol condensation nuclei-counting" (CNC). Deze meetinstrumenten kunnen deeltjes van een specifieke grootte in lucht meten (de meetrange van de veel gebruikte TSI Portacount ligt tussen 0,02 tot 1,0  $\mu\text{m}$ ). Bij het uitvoeren van de face-fittest wordt de partikelconcentratie gemeten rondom het hoofd ( $C_{\text{out}}$ ) en de partikelconcentratie in de ademzone van het ABM ( $C_{\text{in}}$ ) op het moment dat voorgeschreven bewegingen uit het face-fit-testprotocol worden uitgevoerd. Op basis hiervan wordt bij iedere oefening een fitfactor berekend door  $C_{\text{out}}$  te delen door  $C_{\text{in}}$  ( $\text{FF} = C_{\text{out}} / C_{\text{in}}$ ).



Afbeelding 11.3: Kwantitatieve face-fittest



Afbeelding 11.4: FitPro Ultra software TSI PortaCount

Van nature zijn partikels aanwezig in de omgeving die binnen de meetrange liggen van de APC-apparatuur. Echter kan deze concentratie te laag zijn om een betrouwbare meting te doen. Dit is specifiek het geval bij grote ruimten, ruimten met een hoog ventilatievoud, schone werkplekken of clean room-omgevingen.

Om partikels te genereren kan een partikelgenerator (natriumchloride aerosol) worden gebruikt of kan men enkele kaarsjes veilig laten branden.

De APC is niet in staat om onderscheid te maken tussen uitgedemde partikels, seallekkage, ventiellekkage en filterlekkage. Lekkage van andere bronnen dan seallekkage kunnen resulteren in (zeer) lage fitfactoren. Om deze factoren uit te sluiten is het van belang om:

- Alleen goed onderhouden en geteste ABM te gebruiken;
- Filters te gebruiken die de te meten aerosol effectief tegenhouden (P3 of P100<sup>5</sup>);
- Een stabiele concentratie aan partikels rondom de testpersoon te creëren. Zie hiervoor de uitgangspunten zoals beschreven door de producenten van APC-apparatuur;
- Rekening te houden met uitgedemde partikels, zoals partikels die worden uitgedemd na het roken van een sigaret. Daarom wordt geadviseerd om 30-60 minuten te wachten met de face-fittest na het roken van een sigaret. De invloed van uitgedemde deeltjes is vaak zichtbaar bij de teststap 'spreken' van het fit-test-protocol. Tot slot is het van belang dat de te testen persoon niet met 'consumptie' spreekt.



**Afbeelding 11.5:** Volgelaatsmasker met Rd 40mm (CEN) testadapter en P3 filter



**Afbeelding 11.6:** FFP met probe

Om face-fittesten te kunnen uitvoeren worden maskers voorzien van een adapter met een stukje meetslang wat voor de mond wordt geplaatst. De leveranciers van APC-apparatuur bieden diverse adapters aan voor diverse merken en aansluitingen. Als het niet mogelijk is om een adapter aan te sluiten, zoals bij FFP-maskers, dan kan het masker van een meetaansluiting worden voorzien door middel van een probe in de maskerbody. Na het aanbrengen van de probe en het uitvoeren van de meting is het niet meer mogelijk om het masker te gebruiken als ABM.

#### *Controlled Negative Pressure (CNP) / Negatieve druktest*

Tijdens het uitvoeren van een face-fittest wordt in het ABM een negatieve inwendige druk gecreëerd (challenge pressure; CP) die een reeks van werkactiviteiten simuleert (work rates). Dit wordt de inspiratoire flow rate (IFR) genoemd. De primaire factoren die de negatieve druk in een masker tijdens de inademing beïnvloeden zijn de werkactiviteiten en de filterweerstand. De CNP-methode is gebaseerd op het uitademen van lucht in een afgesloten half- of volgelaatsmasker wanneer deze correct is opgedaan. Hierbij wordt door het meetapparaat een constante negatieve druk in het masker opgewekt en gehandhaafd. De snelheid van de luchtafzuiging wordt zo geregeld dat tijdens de face-fittest een constante negatieve druk in het ademhalingstoestel wordt gehandhaafd. Wanneer de druk in het gelaatsstuk constant is, is de luchtstroom uit het gelaatsstuk gelijk aan de lucht die in het gelaatsstuk lekt, oftewel de lekkage van de gelaatsafdichting. Dit wordt de leakage flow rate (LFR) genoemd. Daarom levert het meten van de afgevoerde lucht die nodig is om de druk in het tijdelijk afgesloten masker constant te houden



**Afbeelding 11.7:** Quantifit 2

<sup>5</sup> P100-filters worden standaard meegeleverd door de leveranciers van APC-apparatuur (deze komen uit USA).

een directe meting op van de luchtstroom die in het gelaatsstuk lekt. Een CNP-fitfactor wordt berekend uit de verhouding tussen de inspiratoire flow rate (IFR) en de gemeten leakage flow rate (LFR).  $FF = IFR / LFR$ . Onderstaande tabel 11.2 beschrijft de testcondities voor de verschillende fit-testprotocollen.

**Tabel 11.2:** instellingen CNP-apparatuur volgens fit-testprotocollen

	Fit-testprotocol		
	OSHA 1910.134	HSE INDG 479	ISO 16975-3
<i>Halfgelaatsmasker</i>			
Inspiratory flow rate (IFR)	53,8 L/min	53,8 L/min	53,8 L/min
Challenge pressure (CP)	-1,5 mbar	-1,5 mbar	-1,45 mbar
<i>Volgelaatsmasker</i>			
Inspiratory flow rate (IFR)	53,8 L/min	53,8 L/min	53,8 L/min
Challenge pressure (CP)	-1,5 mbar	-2,5 mbar	-1,45 mbar

De CNP-face-fittest gaat ervan uit dat het luchtvolume in het gelaatsstuk tijdens de test constant is, waardoor de fitfactoren niet kunnen worden gemeten tijdens het uitvoeren van bewegingen of terwijl de drager ademt. In plaats daarvan wordt de pasvorm aan het einde van elke fit-testoefening gemeten terwijl de drager stilstaat en zijn adem inhoudt.

#### *APC versus CNP*

Het meettechnische verschil tussen de APC- en CNP-methode is het gebruik van het meetmedium. Bij APC zijn dit deeltjes in de omgeving en bij de CNP is het de omgevingslucht (gas). Onderzoek naar fit-testprocedures voor ABM met een gas/damp-filter laat zien dat lekkage voor zowel Natriumchloride (NaCl, aerosol) als Zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>, gas) gelijke resultaten geeft wanneer deze gebruikt worden voor het uitvoeren van een face-fittest [75].

Naast de meettechnische verschillen zit er een wezenlijk verschil in het tijdstip van meten tussen deze twee methoden. Met de APC-test worden metingen uitgevoerd tijdens het uitvoeren van de bewegingen (dynamische meting). Met de CNP-test worden metingen uitgevoerd na het uitvoeren van de bewegingen; stilstaand met de adem ingehouden (statische meting). Onderzoek naar verschillende face-fit-testmethoden laat zien dat de APC-methode een sterke correlatie vertoont met de gemeten blootstelling onder laboratoriumcondities [76]. De CNP-methode geeft een zwakke correlatie aan. Deze studie suggereert dat sommige kwantitatieve methoden (waaronder APC) kunnen worden gebruikt om de werkelijke prestaties van ABM onder laboratoriumomstandigheden te schatten [77].

#### **11.3.3 Protocollen voor face fit-testen**

Internationaal zijn verschillende protocollen voor face-fittesten beschreven. In Nederland worden de volgende protocollen gebruikt:

- USA [73] OSHA 1910.134
- UK [78] HSE INDG-479
- Internationaal [66] ISO 16975-3

Binnen de petrochemische sector wordt vaak gebruikt gemaakt van het OSHA-protocol. Dit protocol is dan vaak voorgeschreven in het bedrijfsbeleid rondom ABM-gebruik.

Elk protocol heeft voorschriften voor iedere meetmethode (voorbereidingen voor afname, procedure voor uitvoeren van de face-fittest, vaststelling van de meetresultaten, etc.). Binnen de protocollen is er variatie in de soort deeltsten en meettijden tijdens of na het uitvoeren van deze testen. De keuze voor het fit-testprotocol is afhankelijk van wetgeving, branche- (Arbocatalogus) of bedrijfsvoorschriften.

In tabel 11.3 worden de fit-testprotocollen vergeleken die gebruik maken van de ambient particle counting-methode (APC).

**Tabel 11.3: Vergelijking face-fit-testprotocollen APC**

	OSHA 1910.134			HSE INDG 479	ISO 16975-3
	OSHA-standard protocol	OSHA-Fast half/full mask protocol	OSHA-Fast FFP mask protocol		
<b>Comfort assessment periode voor de fittest</b>	5 minuten	5 minuten	5 minuten	5 min	5 min
<b>Gezichtsbehandling</b>	Geen enkele gezichtsbehandling is toegestaan binnen de contouren van de seal, zoals stoppelbaard, baard, snor of bakkebaarden.			Gladgeschoren max. 8 uur voor aanvang werkzaamheden	Gladgeschoren max. 12 uur voor aanvang werkzaamheden
<b>Aantal deeltesten</b>	8	4	4	7	7
<b>Activiteit tijdens deeltesten</b>	Normaal ademen Diep ademen Hoofd heen en weer Hoofd op en neer Praten Glimlachen Vooroverbuigen Normaal ademen	Vooroverbuigen  Joggen Hoofd heen en weer Hoofd op en neer	Vooroverbuigen Praten Hoofd heen en weer Hoofd op en neer	Normaal ademen Diep ademen Hoofd heen en weer Hoofd op en neer Praten Vooroverbuigen Normaal ademen	Normaal ademen Diep ademen Hoofd heen en weer Hoofd op en neer Praten Vooroverbuigen Normaal ademen
<b>Fit Factor pass level</b>	FFP: 100 Halfgelaatsmasker: 100 Volgelaatsmasker: 500	FFP: 100 Halfgelaatsmasker: 100 Volgelaatsmasker: 500	FFP: 100 Halfgelaatsmasker: 100 Volgelaatsmasker: 500	FFP: 100 Halfgelaatsmasker: 100 Volgelaatsmasker: 2000	FFP 100 Halfgelaatsmasker: 100 Volgelaatsmasker: 2000
<b>Berekeningswijze 'pass' criterium face fit test</b>	Gemiddelde waarde van alle deeltesten	Gemiddelde waarde van alle deeltesten	Gemiddelde waarde van alle deeltesten	Alle individuele deeltesten moeten $\geq$ pass level zijn	Gemiddelde waarde van alle deeltesten
<b>Totale tijdsduur meetcyclus</b>	7 min 15 sec	2 min 29 sec	2 min 29 sec	7 minuten	7 min 15 sec
<b>Normtijd face-fittest **</b>	20 minuten per test	15 minuten per test	15 minuten per test	20 minuten per test	20 minuten per test
<b>Fittest frequentie</b>	Jaarlijks	Jaarlijks	Jaarlijks	Minimaal 1x per 2 jaar ***	Jaarlijks

\* Tijdens het uitvoeren van alle activiteiten (met uitzondering van de oefening "vooroverbuigen") wordt: op een hometrainer gefitst, op een loopband gelopen, of stapbewegingen uitgevoerd (step-up).

\*\* De normtijd wordt gegeven t.b.v. het plannen van face-fittesten. Deze is opgebouwd uit: uitleg en instructie 3 min, comfort periode 5 min, meettijd en afronding 3 min.

\*\*\* In de Arbowetgeving is vastgelegd dat face-fittesten in de asbestsector jaarlijks dienen te worden afgenomen op ieder type adembeschermend middel [79] [57].

In tabel 11.4 worden de protocollen voor face-fittesten vergeleken die gebruik maken van de controlled negative pressure methode (CNP).

**Tabel 11.4:** Vergelijking protocollen face-fittest CNP

	OSHA 1910.134		HSE INDG 479	ISO 16975-3
	OSHA-standard protocol	OSHA-redon protocol’*		ISO redon protocol
<b>Comfort assessment periode voor de fittest</b>	5 minuten	5 minuten	5 minuten	5 minuten
<b>Gezichtsbehandling</b>	Geen enkele gezichtsbehandling is toegestaan binnen de contouren van de seal, zoals stoppelbaard, baard, snor of bakkebaarden.		Gladgeschoren max. 8 uur voor aanvang werkzaamheden	Gladgeschoren max. 12 uur voor aanvang werkzaamheden
<b>Aantal deeltesten</b>	8	5	7	5
<b>Activiteit tijdens deeltesten</b>	Normaal ademen Diep ademen Hoofd heen en weer Hoofd op en neer Praten Glimlachen Vooroverbuigen Normaal ademen	Vooruitkijken Vooroverbuigen Hoofd heen en weer schudden Masker redon 1 Masker redon 2 Vooroverbuigen Hoofd heen en weer schudden Masker redon 1 Masker redon 2	Normaal ademen Diep ademen Hoofd heen en weer Hoofd op en neer Praten Vooroverbuigen Normaal ademen	Vooruitkijken Vooroverbuigen Hoofd heen en weer schudden Masker redon 1 Masker redon 2
<b>Fit Factor pass level</b>	Halfgelaatsmasker: 100		Halfgelaatsmasker: 100	Halfgelaatsmasker: 100
	Volgelaatsmasker: 500		Volgelaatsmasker: 2000	Halfgelaatsmasker: 500
	Halfgelaatsmasker: 100			
<b>Berekeningswijze ‘pass’ criterium face-fittest</b>	Gemiddelde waarde van alle deeltesten	Gemiddelde waarde van alle deeltesten	Alle individuele deeltesten moeten het $\geq$ pass level zijn	Gemiddelde waarde van alle deeltesten
<b>Totale tijdsduur meetcyclus</b>	7 min 15 sec	3 minuten	7 minuten	3 minuten
<b>Normtijd face-fittest **</b>	20 minuten per test	15 minuten per test	20 minuten per test	15 minuten per test
<b>Fittest frequentie</b>	Jaarlijks	Jaarlijks	Minimaal 1x per 2 jaar ***	Jaarlijks

\* Redon: het ABM wordt afgezet en weer opnieuw opgezet.

\*\* De normtijd wordt gegeven t.b.v. het plannen van face-fittesten. Deze is opgebouwd uit: uitleg en instructie 3 min, comfort periode 5 min, meettijd en afronding 3 min.

\*\*\* In de Arbowetgeving is vastgelegd dat face-fittesten in de asbestsector jaarlijks dienen te worden afgenomen op ieder type adembeschermend middel [79] [57].

#### 11.4 Fitfactoren en protectiefactoren

Fitfactoren (FF) verkregen door het uitvoeren van face-fittesten dienen niet verward te worden met Workplace Protection Factors (WPF) of Assigned Protection Factors (APF). Uit verschillende WPF-studies blijkt consequent dat er geen correlatie is en tussen kwantitatieve fitfactoren (FF) en workplace protection factors (WPF) [80].

Bij het berekenen van de theoretische blootstelling van een persoon aan een gevaarlijke stof, moet gebruik gemaakt worden van de APF en niet de FitFactor. Als de gemeten fitfactor bijvoorbeeld 5000 is en er een ABM wordt gebruikt met een APF van 10 moet 1/10 van de omgevingsconcentratie als blootstellingsniveau worden gebruikt en niet 1/5000. De face-fittest is uitgevoerd bij een simulatie van bewegingen tijdens werkzaamheden en geen daadwerkelijke meting onder werkomstandigheden. De FitFactor mag nooit worden gebruikt als een Workplace Protection Factor (WPF) of Assigned Protection Factor (TPF/APF).

De fitfactor dient uitsluitend als pass/fail-criterium gebruikt te worden om te bepalen of de pasvorm voldoende is voor de betreffende persoon.

#### 11.5 Frequentie face-fittesten

Voor de asbestsector [79] [57] is wettelijk vastgelegd dat de face-fittest jaarlijks moet plaatsvinden. Binnen de industriële sector worden ook andere termijnen van twee of drie jaar aangehouden [81]. Een belangrijke variabele die grote invloed heeft op het goed aansluiten en de bescherming van het ABM is de gebruiker zelf. Met name in afhankelijke ABM is het algemene beeld dat er weinig aandacht besteed wordt aan de praktisch training van het

gebruik, terwijl dit een van de meest cruciale variabelen is. Een face-fittest kan dienen als trainingsmiddel om het effect van het gebruik van ABM direct zichtbaar te maken.

De **werkgroep adembescherming van de NVvA adviseert** om de face-fittest 1 x per jaar uit te voeren op alle typen afhankelijke ABM die nauw aansluiten op het gelaat ('tight fitting'). Onder de volgende voorwaarden kan deze frequentie verlaagd worden tot 1 x per twee jaar of 1 x per drie jaar:

- Zorg dat er een adequaat trainingsprogramma is van alle in gebruik zijnde typen ABM. Besteed aandacht aan het praktisch trainen van het correcte gebruik van het ABM. Stel een herhaaltrainingsfrequentie vast.
- Zorg dat er toezicht is op het tijdige en correcte gebruik van ABM.
- Zorg dat er tijdens het gebruik van ABM geen belemmerende gezichtsbehandling of sieraden zijn.
- Zorg dat ABM na gebruik onderhouden worden conform de voorschriften van de fabrikant. Let ook specifiek op de vervangingsintervallen van ventielen.
- Verlaag de frequentie alleen als bij iedere deeltest het minimale fitfactor pass-criterium wordt gehaald.
- Stel jaarlijks onderstaande vragen aan iedere persoon (beantwoorden met Ja of Nee). Aan de beantwoording zitten de acties wel of niet uitnodigen voor een face-fittest gekoppeld.

Vraag	Antwoord = JA	Antwoord = NEE
1. Ervaart u lekkage bij het gebruik van het ABM?	Uitnodigen voor face-fittest	Geen actie
2. Bent u gladgeschoren (geen stoppelvorming) bij het gebruik van ABM?	Geen actie	Uitnodigen voor face-fittest
3. Heeft u het in afgelopen jaar in het gezicht een sieraad laten aanbrengen zoals een piercing?	Uitnodigen voor face-fittest	Geen actie
4. Heeft u een tandheelkundige ingreep gehad waarbij tanden zijn verwijderd of protheses zijn geplaatst?	Uitnodigen voor face-fittest	Geen actie
5. Is uw gewicht in het afgelopen jaar met 9 kg af- of toegenomen?	Uitnodigen voor face-fittest	Geen actie
6. Heeft er in het afgelopen jaar een huidverandering (litteken, rimpel- of plooivorming) of medische ingreep plaatsgevonden in het gezicht?	Uitnodigen voor face-fittest	Geen actie
7. Weet u hoe u het ABM op dient te zetten conform de gebruiksaanwijzing en hoe u een lektest (seal check) uitvoert?	Geen actie	Uitnodigen voor face-fittest

## 11.6 Simultaan uitvoeren van face-fittesten

De Britse organisatie Fit2Fit (<https://www.fit2fit.org>) heeft onderzoek gedaan naar het tegelijkertijd bij meerdere personen uitvoeren van face-fittesten [82]. Het simultaan uitvoeren van kwalitatieve testen wordt niet aanbevolen. Het simultaantesten bij kwantitatieve testen wordt alleen aanbevolen bij de APC-methode als deze wordt uitgevoerd door een ervaren fittestester met maximaal twee apparaten. Bij drie of vier apparaten zijn dan twee ervaren fittestesters nodig.

## 11.7 Infectiepreventie bij het uitvoeren van face-fittesten

In de Covid-19 pandemie (2020-2022) is nadrukkelijker aandacht ontstaan voor infectiepreventie bij het uitvoeren van face-fittesten. Voor het uitbreken van de Covid-pandemie was het hergebruik van maskers voor face-fittesten een normaal verschijnsel. Na de test werd het masker schoongemaakt met een desinfectiedoekje en hergebruikt voor een volgende persoon die de face-fittest moest ondergaan. Om het risico op verspreiding van virussen tegen te gaan is deze methode niet geschikt.

De volgende maatregelen worden aanbevolen en zijn gericht op het voorkomen en minimaliseren van het infectierisico tijdens het uitvoeren van face-fittesten:

- Evalueer de infectierisico's aan de hand van de actuele situatie en adviezen van het RIVM.
- Volg de actuele infectiepreventiemaatregelen van het RIVM en de bedrijfsvoorschriften.
- Gebruik bij iedere persoon een verpakt, schoon en gedesinfecteerd masker.



- Desinfecteer voorafgaande en na de test de maskeradapter. Bij volgelaatsmaskers dient het stukje meetslang wat aan de binnenzijde zit te worden verwijderd en afgevoerd (alleen bij APC-methode).
- Gebruik bij iedere persoon een nieuw P3-filter (alleen bij APC-methode) en vol- en halfgelaatsmasker.
- Scheid niet-gebruikte en gebruikte maskers duidelijk van elkaar.
- De fit-test-operator draagt latex of nitril handschoenen die frequent worden vervangen. Afhankelijk van de actuele situatie kan een medisch mond- of FFP2/3 masker worden gedragen door de face-fittestester.
- Desinfecteer handen en werkoppervlakken regelmatig.

### 11.8 Gele Safety Sign-keurmerk

Face-fittesten worden afgenomen door een fittestester. De personen die een face-fittest afnemen moeten competent zijn. De gebruikte meetmethode moet gevalideerd zijn en de gebruikte meetapparatuur moet onderhouden en op tijd gekalibreerd zijn. Om aan te tonen dat een leverancier hieraan voldoet bestaat het gele Safety Sign-keurmerk van Stichting Safety Sign. Voor de asbestsector is wettelijk vastgelegd dat een face-fittest moet worden afgenomen door een Gele Safety Sign-gecertificeerd bedrijf en persoon [79] [57].



De bedrijfscertificeringen zijn raadpleegbaar via de website van Stichting Safety Sign (<https://safetysign.nl/>) en het register met erkende face-fittesters is te raadplegen via de website van het Instituut CEC (<https://www.instituutcec.nl/face-fittestester/>).

### 11.9 Advies werkgroep Nvva

De werkgroep van de NVvA adviseert het volgende:

- Kies bij voorkeur voor kwantitatieve face-fittesten.
- Voer een face-fittest uit op alle typen nauw aansluitende afhankelijke adembescherming (filter ABM).
- Gebruik als basis het OSHA 1910.134 Fast of Redon protocol voor afhankelijke adembescherming. Motivatie:
  - FFP's en halfgelaatsmaskers kennen in alle protocollen een minimaal vereiste fitfactor van 100.
  - Volgelaatsmasker verschillen per protocol in de minimale vereiste fitfactor. Als gebruik wordt gemaakt van de APF-UK-waarden voor afhankelijke ABM dan voldoet de minimaal vereiste fitfactor van OSHA 1910.134 protocol aan het criterium van  $\geq 10x$  APF voor volgelaatsmaskers. Andere protocollen, zoals de HSE INDG 479 en ISO 16975-3 protocollen, voldoen hier ook aan maar kennen geen verkort protocol voor beide QNFT-meettechnieken (APC en CNP).
  - Indien een hogere APF-waarde wordt toegekend aan afhankelijke ABM dan de APF-UK-waarden dan wordt geadviseerd om te kiezen voor het HSE INDG 479 protocol.
- Gebruik het HSE INDG 479 protocol voor ABM die gebruikt worden in de asbestsanering. Dit is een wettelijk verplichting.
- Herhaal de face-fittest jaarlijks of onder de eerder beschreven voorwaarden minimaal 1x per 3 jaar.
- Fit-testen uitgevoerd volgens andere fit-testprotocollen kunnen gelijkwaardig zijn en gebruikt worden op volgende manier:

	Face-fittest volgens protocol		
	OSHA 1910.134	ISO 16975-3	HSE INDG 479
Gelijkwaardig en geldig voor	-	OSHA 1910.134	OSHA 1910.134 ISO 16975-3

- Maak bij voorkeur gebruik van bedrijven die Gele Safety Sign-gecertificeerd zijn om face-fittesten uit te voeren.
- Inventariseer bij het uitvoeren van face-fittesten de actuele infectierisico's en neem hierop passende maatregelen.

## 12 Arbeidsgezondheidskundige begeleiding

Het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen (ABM) kan leiden tot een aanzienlijke (fysieke) belasting voor de werknemer. Bij de keuze van de middelen en de selectie van de werknemers die ermee mogen werken moet daar rekening mee worden gehouden. Dat kan ertoe leiden dat het inschakelen van arbeidsgezondheidskundige begeleiding noodzakelijk is.

### 12.1 Nederlandse wet- en regelgeving

Er bestaat geen eenduidige wet- en regelgeving over eventuele verplichte medische keuring tijdens werkzaamheden waarbij ABM gebruikt worden. In de “Leidraad verplichte medische keuringen van werknemers tijdens hun dienstverband” [83] heeft de NVAB de informatie over medische keuringen op een rij gezet. De leidraad bespreekt medische keuringen tijdens dienstverband. De leidraad geeft aan dat de kennis over het doel en de inhoud van verplichte medische keuringen niet goed toegankelijk is en de wetenschappelijke onderbouwing bij veel medische keuringen ontbreekt. In de leidraad is aangegeven dat een deel van de eisen rondom medische keuringen is opgenomen in categorale wet- en regelgeving, zoals voor het brandweerpersoneel (in artikel 4 van het Besluit personeel veiligheidsregio’s [84]). Ook zijn er in diverse Collectieve Arbeidsovereenkomsten (CAO) afspraken opgenomen omtrent medische keuringen (bijvoorbeeld in de CAO Bouw & Infra [85]).

Het werken met ABM kan ervoor zorgen dat er sprake is van een bijzondere functie-eis, waarbij een verhoogd risico op aantasting van de gezondheid en/of veiligheid van de werknemer bestaat.

Naast een medische keuring tijdens dienstverband kan er ook sprake zijn van een medische keuring voorafgaand aan een dienstverband. In dit geval wordt er gesproken over aanstellingskeuringen. Meer informatie over aanstellingskeuringen is te vinden in de “Leidraad aanstellingskeuringen” van de NVAB [86]. Een aanstellingskeuring moet worden onderscheiden van het zogenaamde intredeonderzoek. Een intredeonderzoek vindt plaats na de aanstelling en heeft tot doel het vaststellen van de uitgangssituatie, kennismaking met de bedrijfsarts, mogelijkheid tot het geven van voorlichting, etc.

De belangrijkste voorschriften met betrekking tot de aanstellingskeuring zijn terug te vinden in de Wet op de medische keuringen (WMK [87]) en in het bijbehorende Besluit aanstellingskeuringen [88]. Aanstellingskeuringen mogen alleen worden verricht als binnen de functie sprake is van bijzondere functie-eisen die bijzondere eisen stellen op het punt van de medische geschiktheid van de werknemer (bijzondere belastbaarheidseisen). Dit ter bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de keurling. Bij het dragen van ABM kan er sprake zijn van bijzondere functie-eisen.

De NVAB heeft in de “Leidraad Preventief medisch onderzoek (PMO) voor werkenden” [89] in 2013 het PMO gedefinieerd als “een medisch onderzoek dat bedrijfsmatig wordt aangeboden en uitgevoerd zonder dat er bij een client sprake is van een concrete gezondheidsklacht of van een indicatie voor een gezondheidsrisico of –probleem. Het PMO heeft als doel dit risico of probleem vroegtijdig te onderkennen, te voorkomen of te behandelen of om een cliënt overige handelingsopties aan te kunnen bieden.”

In artikel 18 van de Arbowet en in diverse bepalingen van het Arbobesluit is de wetgeving achter het hier bedoelde vrijwillig periodiek arbeidsgezondheidskundig onderzoek (PAGO) omschreven. Het dragen van ABM is veelal geen onderwerp binnen het PAGO, omdat dit al is opgenomen in de hierboven omschreven keuringen.

### 12.2 Praktijkvoorbeelden keuringen en onderzoek in relatie tot ABM

Met enkele praktijkvoorbeelden wordt in deze paragraaf een beeld geschetst van de praktijk rondom keuringen of medische onderzoek in relatie tot ABM. Het betreft geen volledig overzicht. Aangeraden wordt om voorafgaand aan het eventueel inplannen of uitvoeren van een keuring altijd vooraf te overleggen met de bedrijfsarts. De frequentie van uitvoer dient ook met de bedrijfsarts besproken te worden.

#### *CAO Bouw & Infra*

Volandis heeft met verschillende arbodiensten afspraken gemaakt over de uitvoering van het cao-pakket Individuele Preventiezorg [90]. Deze afspraken worden periodiek aangepast.

In de verschillende cao’s in de bouw hebben werknemers die werkzaam zijn in functies met bijzondere gezondheidsrisico’s recht op een Gericht Periodiek Onderzoek (GPO). In de toelichtingen van het GPO “werken in of met verontreinigde grond en/of grondwater”, het GPO “Asbest” en het GPO “Werken op terreinen van de chemische



industrie” staat vermeld dat het voor bijzondere projecten waarbij wordt gewerkt in vloeistof- en/of gasdichte pakken in combinatie met buitenluchtonafhankelijke adembescherming (ademplucht via slangen) nodig kan zijn het GPO aan te vullen met een inspanningsfysiologisch onderzoek (minimumeis 40 ml/kg/min. aerobisch vermogen, vergelijkbaar met repressief brandweerpersoneel). De CROW-400 [59] noemt het arbeidsgezondheidskundig onderzoek met deze aanvulling de C-keuring.

Voor het werken met ademplucht wordt een GPO “werken met perslucht” omschreven. Het werken met ademplucht valt onder fysiek zwaar belastende werkomstandigheden. Er is een gericht medisch onderzoek noodzakelijk om de geschiktheid voor dat werk te bepalen. Onderdelen van dit medisch onderzoek zijn onder andere een longfunctieonderzoek en een inspanningsfysiologisch onderzoek (fiets- of loopbandergometrie).

In de meeste gevallen wordt aan een GPO de frequentie van uitvoer bepaald aan de hand van de leeftijd van een werknemer.

#### *Arbocatalogus afvalbranche*

In 2023 is in de arbocatalogus afvalbranche aangegeven dat voor het dragen van ABM de verplichting geldt om aan een medische keuring mee te werken [91]. Aan de keuring is een frequentie gekoppeld aan de hand van leeftijd (<40 jaar = eens per vier jaar; 40-50 jaar = eens per twee jaar; >50 jaar = eens per jaar).

#### *Handboek Adembescherming sector Industriële Reiniging (SIR)*

In het handboek Adembescherming van de SIR [4] staat dat gebruikers van een volgelaatsmasker (SIR-klasse A) en gebruikers van onafhankelijke adembescherming (SIR-klasse B) een medisch onderzoek moeten laten uitvoeren. De werkgever wordt hiervoor verantwoordelijk gesteld. De gebruiker van ABM SIR-klasse C moet een medisch onderzoek laten uitvoeren en een belastings-/ergometrietest of een vergelijkbare test.

Voor klasse B en C wordt de volgende frequentie aangeraden: <40 jaar minimaal eens per drie jaar; 40-50 jaar minimaal eens per twee jaar; >50 jaar minimaal eens per jaar.

#### *CROW 400 (werken in en met verontreinigde bodem)*

De indeling in een veiligheidsklasse (6 stuks) uit CROW-400 [59] is gebaseerd op:

- het gehalte van de aanwezige verontreinigingen,
- de vraag of het om vluchtige of niet-vluchtige stoffen gaat,
- de aan- of afwezigheid van voldoende ventilatie (in geval van vluchtige stoffen)
- en de aan- of afwezigheid van kankerverwekkende of mutagene stoffen (inclusief asbest).

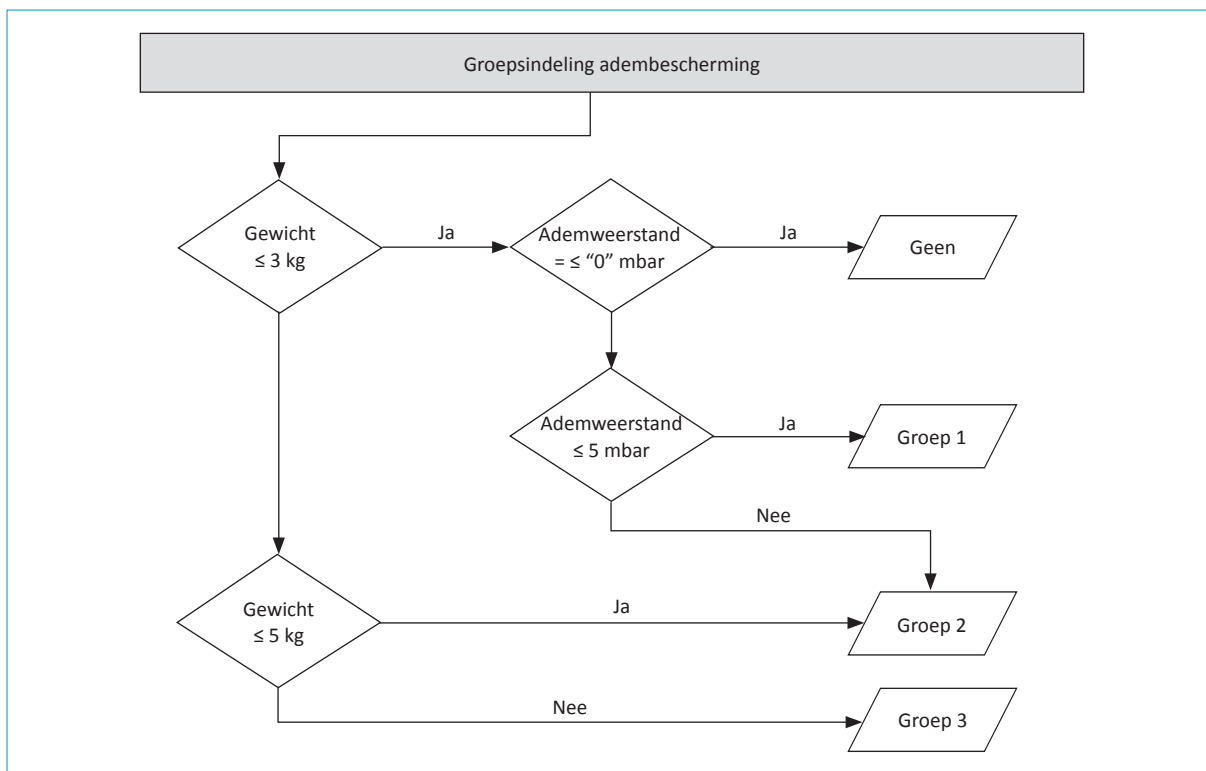
Volgens CROW-400 is deelname aan een medische keuring verplicht als werknemers in de veiligheidsklasse rood of zwart moeten werken. Werknemers moeten dan jaarlijks worden gekeurd. Ook beschikken ze over een geschiktheidsverklaring (pasje). Meer informatie over de eisen staat in module 7 van de CROW-400. Voor gebruik van zogenaamde werkplekluchtonafhankelijke ABM is een speciale keuring vereist (Zie CROW-400, module 7, tabel M7.1).

### **12.3 Medische keuringen Duitsland (DGUV)**

In Duitsland zijn ABM ingedeeld in drie groepen en vastgelegd in de Arbeitsmedizinische Regel (AMR) nr. 14.2 „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen” [92]. Zie onderstaand overzicht.

In de Duitse regel DGUV 112-190 [38] wordt voor elke groep aangegeven welk arbeidsgezondheidskundig onderzoek moet worden uitgevoerd. Verplichte voorzorgsmaatregelen zijn vereist bij het dragen van ABM die zijn ingedeeld in groep 2 en 3. Voor ABM in groep 1 moet de werkgever preventieve zorg bieden. Voor ABM die niet tot een groep zijn ingedeeld, moet de werkgever op verzoek van de werknemer de verzorging naar wens van de werknemer mogelijk maken.

Bij de voorzorgsmaatregelen moet rekening worden gehouden met de arbeidsomstandigheden, zoals werkdruk, klimaat en de levensduur van het te gebruiken ABM. Een risicoanalyse vormt de basis van passende arbeidsgeneeskundige zorg.



**Figuur 12.1:** Duitse groepsindeling van ABM

Volgens de Arbeidsmedizinische Regel (AMR) nr. 2.1 "Fristen für die Veranlassung/ das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge" [93] moet het eerste onderzoek binnen drie maanden voor aanvang van de activiteit worden gestart of aangeboden. In onderstaande tabel wordt de frequentie van arbeidsgeneeskundig onderzoek weer gegeven.

**Tabel 12.1:** Herhalingsfrequentie arbeidsgeneeskundig onderzoek ABM Duitsland [93]

Leeftijd	1e herhaling	Volgende herhalingen
t/m 50 jaar	12 maanden	36 maanden
Ouder dan 50 jaar:		
Gewicht ABM t/m 5 kg	12 maanden	24 maanden
Gewicht ABM meer dan 5 kg	12 maanden	12 maanden



## 13 Literatuur

- [1] NVvA, „Selectie en gebruik van Ademhalingsbeschermingsmiddelen,” Nederlandse Vereniging voor Arbeids-hygiëne (NVvA), 2001. [Online]. Available: <https://www.arbeidshygiene.nl/kennis/diverse-publicaties/>.
- [2] BSI, „BS 4275 - Guide to Implementing an Effective Respiratory Protective Device Programme,” BSI Group, 1997. [Online]. Available: <https://www.bsigroup.com/en-GB/search-results/?q=BS%204275&Page=1&ta-b=Standards>.
- [3] NEN, „NEN-EN 529 - Ademhalingsbeschermingsmiddelen - Aanbevelingen voor keuze, gebruik, verzorging en onderhoud - Praktijkrichtlijn,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2005. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%20529&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [4] SIR, „Handboek Adembescherming,” Stichting Industriële Reiniging (SIR), 2018, oktober. [Online]. Available: <https://www.safebook.nu/menu/menu.php>.
- [5] NEN, „NVN-ISO/TS 16975-1 - Ademhalingsbeschermingsmiddelen - Keuze, gebruik en onderhoud - Deel 1: Vastlegging en implementatie van een ademhalingsbeschermingsprogramma,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2016. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NVN-ISO%2F2F2016975-1&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [6] Dräger, „Cleaning: 4 parameters that determine cleaning effectiveness,” Dräger, 2023. [Online]. Available: [https://www.draeger.com/Content/Documents/Content/Cleaning\\_Infograph\\_1359642.pdf](https://www.draeger.com/Content/Documents/Content/Cleaning_Infograph_1359642.pdf).
- [7] DIN, „DIN 14092-7 Feuerwehrhäuser - Teil 7: Werkstätten,” Deutsches Institut für Normung (DIN), 2012. [Online]. Available: <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/fnfw/veroeffentlichungen/wdc-beuth:din21:149567557>.
- [8] SER, „Advies: Biomonitoring en sensing - Gezondheid en privacy op de werkvloer centraal,” Sociaal-Economische Raad (SER), 2020, juni. [Online]. Available: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2020/biomonitoring-en-sensing.pdf>.
- [9] NEN, „NEN-EN 133 - Ademhalingsbeschermingsmiddelen - Classificatie,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2001. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%20133&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [10] NEN, „NEN-EN 12021 - Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Ademgas voor ademhalingsstoestellen,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2014. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%2012021&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [11] NEN, „NEN-EN 143 - Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Deeltjesfilters – Eisen, beproeving, merken,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2021. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%20143&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [12] NEN, „NEN-EN 149(+A1: 2009) - Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Filtrerende halfmaskers ter bescherming tegen deeltjes – Eisen, beproeving, merken,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2001. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%20149&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [13] NEN, „NEN-EN 14387 - Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Gasfilter(s) en combinatiefilter(s) – Eisen, beproeving, merken,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2021. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%2014387&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [14] DIN, „DIN 58620 - Atemschutzgeräte - Gasfilter und Kombinationsfilter zum Schutz gegen Kohlenstoffmonoxid - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung,” Deutsches Institut für Normung (DIN), 2007. [Online]. Available: [https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?\\_csrf=f5317a22-809c-4a47-a29e-be-17a65e4a40&query=DIN+58620+](https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?_csrf=f5317a22-809c-4a47-a29e-be-17a65e4a40&query=DIN+58620+).
- [15] DIN, „DIN 58621 - Atemschutzgeräte - Reaktorfilter zum Schutz gegen radioaktives Methyljodid und radioaktive Partikel - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung,” Deutsches Institut für Normung (DIN), 2011. [Online]. Available: [https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?\\_csrf=f5317a22-809c-4a47-a29e-be-17a65e4a40&query=DIN+58621](https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?_csrf=f5317a22-809c-4a47-a29e-be-17a65e4a40&query=DIN+58621).
- [16] NIOSH, „Current strategies for engineering controls in nanomaterial production and downstream handling processes,” National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2013, DHHS (NIOSH) Publication No. 2014–102. [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2014-102/pdfs/2014-102.pdf?id=10.26616/NIOSH-PUB2014102>.
- [17] K. Lee en B. Liu, „On the Minimum Efficiency and the Most Penetrating Particle Size for Fibrous Filters,” Journal of the Air Pollution Control Association, 1980, Vol. 30, Nr. 4, Pag. 377-381. [Online]. Available: [10.1080/00022470.1980.10464592](https://doi.org/10.1080/00022470.1980.10464592).
- [18] . v. Broekhuizen, H. Krop, R. Renirie en K. Le Blansch, „Handreiking veilig werken met nanomaterialen en –producten Incl. module blootstellingsregistratie,” IVAM UvA & Bureau KLB, 2017. [Online]. Available: <https://www.arboportaal.nl/documenten/richtlijn/2017/01/01/handreiking-veilig-gebruik-van-nanomaterialen-en--producten>.

- [19] NEN, „NEN-EN 12941(+A2:2008) - Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Aangedreven filters gecombineerd met een helm of een kap – Eisen, beproeving, merken,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 1998. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%2012941&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [20] NEN, „NEN-EN 12942(&A2:2008) - Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Aangedreven filters gecombineerd met volgelaatsmaskers, halfgelaatsmaskers of kwartgelaatsmaskers – Eisen, beproeving, merken,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 1998. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%2012942&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [21] HSE, „Research Report 322- Performance of organic vapour filters: Effects of discontinuous and multiple vapour exposures,” Health and Safety Executive (HSE), 2005. [Online]. Available: <https://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr322.pdf>.
- [22] OSHA, „Inspection Procedures for the Respiratory Protection Standard - Directive number CPL 02-00-158,” Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2014. [Online]. Available: <https://www.osha.gov/enforcement/directives/cpl-02-00-158>.
- [23] 3M, „Respiratory Protection for Airborne Exposures to Biohazards. Technical Data Bulletin #174-release 5,” 3M, 2020. [Online]. Available: <https://multimedia.3m.com/mws/media/4099030/respiratory-protection-against-biohazards.pdf>.
- [24] ACGIH, „Guide to Occupational Exposure Values,” American Conference of Governmental Hygienists (ACGIH), 2024. [Online]. Available: <https://www.acgih.org>.
- [25] J. Lavoie, Y. Cloutier, J. Lara en G. Marchand, „Technical Guide RG501 - Guide on respiratory protection against bioaerosols-Recommendations on its selection and use,” Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), 2007. [Online]. Available: <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rg-501.pdf>.
- [26] WHO, „Laboratory Biosafety Manual – Personal Protective Equipment,” World Health Organization (WHO), 2020 (Fourth edition). [Online]. Available: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011410>.
- [27] NVvA, „Visiedocument-nvva-contactgroep-covid-19-toepassing-faceshields-bij-covid-19.pdf,” Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA), 2021, maart. [Online]. Available: <https://www.arbeidshygiene.nl/covid-19/adembescherming/>.
- [28] RIVM/LCI, „Covid-19,” Rijkinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 13 maart 2023. [Online]. Available: <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/covid-19>.
- [29] FMS, „Persoonlijke bescherming in de (poli)klinische setting vanwege SARS-CoV-2,” Federatie Medisch Specialisten (FMS), 2022. [Online]. Available: [https://demedischspecialist.nl/sites/default/files/Leidraad%20persoonlijke%20bescherming%20in%20de%20\(poli\)klinische%20setting%20vanwege%20SARS-CoV-2.pdf](https://demedischspecialist.nl/sites/default/files/Leidraad%20persoonlijke%20bescherming%20in%20de%20(poli)klinische%20setting%20vanwege%20SARS-CoV-2.pdf).
- [30] NEN, „NEN-EN 14683(&C1:2019) - Medische gezichtsmaskers - Eisen en beproevingsmethoden,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2019. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%2014683&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [31] EU, „Verordening (EU) 2017/745 van het Europees parlement en de Raad van 5 april 2017 betreffende medische hulpmiddelen,” Europese Unie (EU), 5 mei 2017. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745>.
- [32] NEN, „NEN-spec 1 - Mondkapjes voor publiek gebruik – Deel 1: Aanbevelingen voor ontwerp, gebruik en onderhoud in het kader van COVID-19 & Deel 2: Eisen voor fabrikanten en importeurs in het kader van COVID-19,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2021. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-spec%201&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [33] OSHA, „Federal Registers / Personal Protective Equipment,” Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 1970. [Online]. Available: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134>. [Geopend augustus 2023].
- [34] OSHA, „Assigned Protection Factors for the Revised Respiratory Protection Standard - Guidance 3352-02,” Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2009. [Online]. Available: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/3352-APF-respirators.pdf>.
- [35] OSHA, „Federal Registers / Assigned Protection Factors; Final Rule,” Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2006, augustus. [Online]. Available: <https://www.osha.gov/laws-regs/federalregister/2006-08-24>.
- [36] 3M, „Key Considerations Regarding Respiratory Protection Assigned Protection Factors (APF),” 3M, 2020. [Online]. Available: <https://multimedia.3m.com/mws/media/19374800/key-considerations-regarding-respiratory-protection-assigned-protection-factors-apf-dvc-letter.pdf>.
- [37] HSE, „Guidance HSG53 - Respiratory protective equipment at work,” Health and Safety Executive (HSE), 2013. [Online]. Available: <https://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg53.htm>.
- [38] DGUV, „Regel 112-190 - Benutzung von Atemschutzgeräten,” Deutsches Gesetzliche Unfallversicherung - DGUV, 2021. [Online]. Available: [https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/1011%7CD-GUV-Regel112-190\\_Benutzung-von-Atemschutzgeraeten\\_Download.pdf](https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/1011%7CD-GUV-Regel112-190_Benutzung-von-Atemschutzgeraeten_Download.pdf).

- [39] Fischer, H (DGUV, Germany), Drews, W (Dräger, Germany) en Steenbeek, L (TNO, the Netherlands), Personal communication: expert judgement on APF-values (via email), 2022-2023.
- [40] M. Clayton, B. Rajan-Sithamparanadarajah en N. Vaughan, „Performance Studies on Respiratory Protective Devices in the Workplace – Part I: Variation in Measures of Performance,” *Journal of the International Society for Respiratory Protection*, 2012, vol. 29, nr. 1, pag. 30-40. [Online]. Available: <https://www.isrp.com/the-isrp-journal/journal-public-abstracts/554-vol-29-no-1-2012-abstract/file>.
- [41] PEROSH, „Determination of Workplace Protection Factors for Respiratory Protective Devices (RPD),” Partnership for European Research in Occupational Safety and Health (PEROSH), 2014. [Online]. Available: <https://perosh.eu/news/determination-of-workplace-protection-factors-for-respiratory-protective-devices-rpd/>.
- [42] J. Schinkel, J. den Boeft, P. Tromp en M. de Jonge, „Onderzoek beschermingsfactoren bij adembeschermingsmiddelen gebruikt in de asbestbranche,” *Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO*, 2017. [Online]. Available: <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3A41b09a66-5a3f-4ca7-ab4d-b9d3d8b6988f>.
- [43] R. Brown, „Protection Factors of Respirators,” *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 1992, vol 1, no 1, pag 14-28. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/10803548.1995.11076301>.
- [44] NIOSH, „Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH) Values,” *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*, 22 08 2023. [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html>.
- [45] Rijksoverheid, „Arbeidsomstandighedenregeling,” *Rijksoverheid*, 2007. [Online]. Available: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0008587/2023-07-01>.
- [46] NLA, „Hoe ga ik te werk bij het vaststellen van grenswaarden?,” *Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA)*, 2020. [Online]. Available: <https://www.nlarbeidsinspectie.nl/publicaties/hulpmiddelen/2020/04/02/hoe-ga-ik-te-werk-bij-het-vaststellen-van-grenswaarden-bij-werken-met-gevaarlijke-stoffen>.
- [47] RAC, „OEL-proces,” *European Chemicals Agency ECHA*, 2019. [Online]. Available: <https://echa.europa.eu/nl/oel-process>.
- [48] SER, „Databank Grenswaarden Stoffen op de Werkplek,” *Sociaal-Economische Raad (SER)*, 2023. [Online]. Available: <https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen>.
- [49] IFA, „GESTIS - International limit values,” *Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)*, 2024. [Online]. Available: <https://limitvalue.ifa.dguv.de>.
- [50] DOHSBase, „Kick-off waarden afleiden,” *DOHSBase*, 2024. [Online]. Available: <https://www.dohsbase.nl/kick-off-waarden-achtergrondartikel/>.
- [51] Vollandis, „Advies ademhalingsbescherming,” *Vollandis*, 2018. [Online]. Available: <https://www.vollandis.nl/werk-veilig/instrumenten/adviezen/advies-ademhalingsbescherming>.
- [52] NEN, „NEN-EN 689(&C1:2019): Blootstelling op de werkplek - Meting van de inhalatieblootstelling aan chemische stoffen - Strategie om te voldoen aan de arbeidshygiënische blootstellingsgrenswaarden,” *Nederlands Normalisatie Instituut (NEN)*, 2019. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/elasticsearch/?search=NEN-EN%20689&sortmode=asc&viewmode=list>.
- [53] BOHS-NVvA, „Testing compliance with occupational exposure limits for airborne substances,” *Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA)*, 2011, december. [Online]. Available: <https://www.arbeidshygiene.nl/kennis/diverse-publicaties/>.
- [54] U. Schlueter en M. Tischler, „Validity of Tier 1 Modelling Tools and Impacts on Exposure Assessments within REACH Registrations—ETEAM Project, Validation Studies and Consequences,” *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)*, 2020, Vol 17, pag. 1-23. [Online]. Available: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Aufsaeetze/artikel2786.html>.
- [55] E. Lee en et al., „Evaluation of Exposure Assessment Tools under REACH: Part I - Tier 1 Tools,” *Annals of Work Exposures and Health*, 2019, Vol. 63, No. 2, pag. 218–229. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1093/annweh/wxy091>.
- [56] E. Lee en et al., „Evaluation of Exposure Assessment Tools under REACH: Part II—Higher Tier Tools,” *Annals of Work Exposures and Health*, 2019, volume 63, Issue 2, Pages 230–241. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1093/annweh/wxy098>.
- [57] Rijksoverheid, „Certificatieschema voor de Procescertificaten Asbestinventarisatie en Asbestverwijdering,” *Rijksoverheid*, 2022. [Online]. Available: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-7453-n1.html>.
- [58] Rijksoverheid, „Certificatieschema voor de Procescertificaten Asbestinventarisatie en Asbestverwijdering,” *Rijksoverheid*, 2018. [Online]. Available: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2018-68771.html>.
- [59] CROW, „Werken in en met verontreinigde bodem. Richtlijn voor veilig, zorgvuldig en risicogestuurd werken. CROW, Ede. 3e druk, 9 mei 2023.,” *Kennisplatform CROW*, 2017. [Online]. Available: <https://www.crow.nl/publicaties/werken-in-en-met-verontreinigde-bodem>.



- [60] NEN, „NEN-ISO 16976-1: Ademhalingsbeschermingsmiddelen - Menselijke factoren - Part 1: Metabolische waarden en de ademstroomwaarden,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2022. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/nen-iso-16976-1-2022-en-303428>.
- [61] DGUV, „Information 212-190: Klassifizierung und Auswahl von Atemschutzgeräten nach ISO-Standards,” Deutsches Gesetzliche Unfallversicherung - DGUV, 2020, november. [Online]. Available: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/3898/klassifizierung-und-auswahl-von-atemschutzgeraeten-nach-iso-standards>.
- [62] NEN, „NEN-EN 12942:2017 2e Ontw. en Ademhalingsbeschermingsmiddelen - Aangedreven filters gecombineerd met volgelaatmaskers, halfgelaatmaskers of kwartgelaatmaskers - Eisen, beproeving, markering,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2017. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/nen-en-12942-2017-2e-ontw-en-241186>.
- [63] Z. Zhuang, D. Landsittel, S. Benson, R. Roberge en R. Shaffer, „Facial Anthropometric Differences among Gender, Ethnicity, and Age Groups,” *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 54, Issue 4, June 2010, Pages 391–402. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1093/annhyg/meq007>.
- [64] H. Seo, J. Kim en H. Kim, „Development of Korean Head forms for Respirator Performance Testing,” *Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI)*, 2020. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/journal/safety-and-health-at-work/vol/11/issue/1>.
- [65] J. Chopra en e. al., „The influence of gender and ethnicity on facemasks and respiratory protective equipment fit: an systematic review and meta-analysis,” *BMJ Global Health*, 2021, Volume 6, issue 11. [Online]. Available: <https://gh.bmj.com/content/6/11/e005537>.
- [66] NEN, „NEN-ISO 16975-3 - Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Keuze, gebruik en onderhoud – Deel 3: methode voor het testen van de pasvorm,” Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), 2017. [Online]. Available: <https://www.nen.nl/nen-iso-16975-3-2017-en-239316>.
- [67] Rijkswaterstaat, „Beheersregime chroom6 en andere gevaarlijke stoffen - versie 2.0,” Rijksoverheid, 2022. [Online]. Available: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/04/30/beheersregime-chroom-6-en-andere-gevaarlijke-stoffen-v20>.
- [68] TSI, „application note RFT-025 - Facial Hair Guidelines,” TSI, 2023. [Online]. Available: [https://tsi.com/get-media/a1d79af1-92dd-49db-b985-9a8305bffc3/RFT-025\\_Facial\\_Hair\\_Guidelines\\_A4-web?ext=.pdf](https://tsi.com/get-media/a1d79af1-92dd-49db-b985-9a8305bffc3/RFT-025_Facial_Hair_Guidelines_A4-web?ext=.pdf).
- [69] T. Stobbe, R. daRoza en M. Watkins, „Facial Hair and Respirator Fit: A Review of the Literature,” *American Industrial Hygiene Association (AIHA)*, 1988, Vol. 49, issue 4, pag. 199-204. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/15298668891379594>.
- [70] Z. Zhuang, M. Bergman, E. Brochu, A. Palmiero, G. Niezgo, X. He, R. Roberge en R. Shaffer, „Temporal changes in filtering-facepiece respirator fit,” *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2016, vol. 13, issue 4, pag. 265-274. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5505322/>.
- [71] M. Clayton en N. Vaughan, „Fit for purpose? The role of fit testing in respiratory protection,” *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 49, Issue 7, October 2005, Pages 545–548. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1093/annhyg/mei046>.
- [72] ANSI, „Respirator Fit-Testing Methods (ANSI/AIHA/ASSE Z88.10-2010),” American National Standards Institute (ANSI), 2010. [Online]. Available: <https://webstore.ansi.org/standards/asse/ansiaihaassez88respirator>.
- [73] OSHA, „Appendix A: Accepted Fit Test Protocols of Regulation 1910.134 (Respiratory protection),” *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*, 2004, augustus. [Online]. Available: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134AppA>.
- [74] TSI, „application note ITI-023 - Fit factors vs protection factors,” TSI, 2012. [Online]. Available: [file:///Users/geertwieling/Downloads/Fit-Factors-vs-Protection-Factors-App-Note-\(ITI-023\)-US.pdf](file:///Users/geertwieling/Downloads/Fit-Factors-vs-Protection-Factors-App-Note-(ITI-023)-US.pdf).
- [75] D. Douglas en et al., „Progress Report LA-6386-PR: Respirator Studies for The National Institute for Occupational Safety and Health,” *Los Alamos Scientific Laboratory of the University of California*, 1976, augustus. [Online]. Available: <https://www.osti.gov/servlets/purl/7145369>.
- [76] C. Coffey, D. Campbell en W. Myers, „Comparison of Six Respirator Fit-Test Methods with an Actual Measurement of Exposure in a Simulated Health Care Environment: Part III—Validation,” *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1999, Vol. 60, issue 3, pag. 363-366. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/00028899908984454>.
- [77] C. Coffey, D. Campbell, W. Myers en Z. Zhuang, „Comparison of six respirator fit-test methods with an actual measurement of exposure in a simulated health care environment: Part II--Method comparison testing,” *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1998, Vol. 59, issue 12, pag. 862-870. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/15428119891011036>.
- [78] HSE, „Guidance INDG479 - On respiratory protective equipment (RPE) fit testing,” *Health and Safety Executive (HSE)*, 2019. [Online]. Available: <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg479.pdf>.

- [79] Rijksoverheid, „Certificatieschema voor de Persoonscertificaten Deskundig Asbest Verwijderaar niveau 1 en niveau 2 (DAV-1 en DAV-2) en Deskundig Toezichhouder Asbestverwijdering (DTA),” Rijksoverheid, 2022. [Online]. Available: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-7453.html>.
- [80] C. Coffey, D. Campbell, W. Myers, Z. Zhuang en S. Das, „Comparison of Six Respirator Fit-Test Methods with an Actual Measurement of Exposure in a Simulated Health Care Environment: Part I — Protocol Development,” American Industrial Hygiene Association Journal, 1998, Vol. 59, issue 12, pag. 852-861. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/15428119891011027>.
- [81] Orsima, „Beroepscompetentieprofiel (bcp) Ademluchtspecialist Industriële Reiniging,” O&O fonds Orsima, 2021. [Online]. Available: <https://orsima.nl/wp-content/uploads/2021/05/BCP-Orsima-Ademluchtspecialist-IR.pdf>.
- [82] Fit2fit, „Fit Testing Matters,” Fit2fit, 2015. [Online]. Available: <https://www.fit2fit.org/wp-content/uploads/2015/01/fit2fit-newsletter-Oct-2015.pdf>.
- [83] NVAB, „Leidraad Verplichte medische keuringen van werknemers tijdens hun dienstverband,” Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde (NVAB), 2007. [Online]. Available: <https://nvab-online.nl/richtlijnen-en-kennisdocumenten/procedurele-leidraden/verplichte-medische-keuringen>.
- [84] Rijksoverheid, „Besluit personeel veiligheidsregio's,” Rijksoverheid, 2017. [Online]. Available: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0027841/2017-12-01>.
- [85] CAO, „CAO Bouw en Infra 2023,” Partijen bij de cao Bouw & Infra, 2022, november. [Online]. Available: <https://www.bouwendnederland.nl/media/16127/cao-bouw-infra-2023-nov-2022.pdf>.
- [86] NVAB, „Leidraad Aanstellingskeuringen,” Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde (NVAB), 2020. [Online]. Available: [https://nvab-online.nl/sites/default/files/LeidraadAanstellingskeuringen\\_okt2020.pdf](https://nvab-online.nl/sites/default/files/LeidraadAanstellingskeuringen_okt2020.pdf).
- [87] Rijksoverheid, „Wet op de medische keuringen,” Rijksoverheid, 2023. [Online]. Available: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0008819/2023-07-01>.
- [88] Rijksoverheid, „Besluit aanstellingskeuringen,” Rijksoverheid, 2012. [Online]. Available: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0013029/2012-10-01>.
- [89] NVAB, „Leidraad Preventief medische onderzoek (PMO) van werkenden,” Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde (NVAB), 2013. [Online]. Available: [https://nvab-online.nl/sites/default/files/bestanden-webpaginas/Leidraad\\_PMO5c1b.pdf](https://nvab-online.nl/sites/default/files/bestanden-webpaginas/Leidraad_PMO5c1b.pdf).
- [90] Vollandis, „Pakket Individuele Preventiezorg,” Vollandis, 2021. [Online]. Available: <https://www.vollandis.nl/dia/voor-werknemers/preventiezorg>.
- [91] Afvalbranche, „Uitvoeren medische keuring ademlucht,” Stichting Arbocatalogus Afvalbranche, 2018. [Online]. Available: <https://www.arbocatalogus-afvalbranche.nl/maatregel/uitvoeren-medische-keuring-ademlucht>.
- [92] BAuA, „Einteilung von Atemschutzgeräten in Gruppen. Arbeitsmedizinische Regel (AMR) nr. 14.2,” Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 2016, maart. [Online]. Available: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/AMR/AMR-14-2.html>.
- [93] BAuA, „Fristen für die Veranlassung/ das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge. Arbeitsmedizinische Regel (AMR) nr. 2.1,” Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 2016. [Online]. Available: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/AMR/AMR-2-1.html>.
- [94] BSI, „BS EN 529 - Respiratory protective devices. Recommendations for selection, use, care and maintenance. Guidance document,” BSI Group, 2005. [Online]. Available: <https://www.bsigroup.com/en-GB/search-results/?q=BS%20EN%20529&Page=1&tab=All>.
- [95] D. DeCamp, J. Constantino en J. Black, „Estimating Organic Vapor Cartridge Service Life,” USA Air Force Institute for Operational Health, 2004. [Online]. Available: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/BC\\_CWA\\_2004.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/BC_CWA_2004.pdf).
- [96] R. Zenner, „Different types of beards,” (This file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license), 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Beard#/media/File:-Baerte\\_ohne\\_text.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Beard#/media/File:-Baerte_ohne_text.jpg).





## BIJLAGEN



## BIJLAGE A: Formulier selectie ABM

Selectieformulier voor adembeschermende middelen volgens ISO 16795-1:2016, aangepast voor ABM, genormaliseerd onder EN-normen.

Stap 1: Gegevens organisatie	Stap 6: Filterindicatie
Stap 2: Beschrijving van de taak	Stap 7: Berekening hoeveelheid ademlucht
Stap 3: Beschrijving van de gevaren	Stap 8: Taakgerelateerde factoren
Stap 4: Bepalen van de beschermingsfactor	Stap 9: Gebruikers-gerelateerde factoren
Stap 5: Beoordeling werkbelasting	Stap 10: Definitieve selectie

Stap 1	Gegevens organisatie
Organisatie:	Locatie:
Naam invuller:	
Functie:	
Datum:	

Stap 2	Beschrijving van de taak
Beschrijf de taak en de werkomgeving:	
Welke functionarissen voeren de taak uit?	
<b>Let op:</b> Formulier is niet van toepassing op Brandbestrijding, Strijdmiddelen (Chemische, Biologische, Radiologische en Nucleaire stoffen -CBRN), Scheepvaart of vluchtdoeleinden - vraag in deze gevallen advies van ABM-leverancier/fabrikant.	
(a) Hoe lang duurt de taak? ____ u ____ min  Hoe vaak per dienst? _____ per dienst	(b) Wat zijn de omgevingscondities?  Temperatuur: _____ °C Vochtigheid: _____ %RV

Stap 3	Beschrijf de gevaren	
Is er zuurstoftekort of kan er zuurstoftekort ontstaan?	Ja	Volg de voorschriften van Arbobesluit art. 3.5 g. Als er zuurstoftekort kan ontstaan kies dan voor onafhankelijke adembescherming met een APF van 2000. <b>Ga door met stap 5</b>
	Nee	<b>Ga door met de volgende vraag</b>
Is bekend welke verontreiniging aanwezig is bij het uitvoeren van de taak?	Ja	<b>Ga door met de volgende vraag</b>
	Nee	I. Voer onderzoek uit om het soort verontreiniging vast te stellen. II. Als de soort verontreiniging niet kan worden vastgesteld, kies dan voor onafhankelijke adembescherming met een APF van 2000. <b>Ga door met stap 5</b>

Stap 3 vervolg		Beschrijf de gevaren		
Is de concentratie van de verontreiniging bekend (door meten of schatten)?	Ja	Doorgaan - vul de onderstaande tabel in.		
	Nee	I. Raadpleeg indien beschikbaar de brancherichtlijnen / arbocatalogus om het specifieke type ABM en/of de vereiste APF vast te stellen — Ga door met stap 5, of II. Voer blootstellingsonderzoek uit om de concentratie vast te stellen. <b>Doorgaan — Vul de onderstaande tabel in, of</b> III. Als de concentratie niet kan worden vastgesteld kies dan voor onafhankelijke adembescherming met een APF van 2000. <b>– Ga door met stap 5</b>		
<b>Vul de onderstaande vakken in voor verontreinigende deeltjes (stof, vezels, rook, nevel, mist)</b>				
Verontreiniging Naam/CAS-nummer (indien van toepassing)	(A) Concentratie <sup>6</sup> Gemeten of geschatte concentratie in lucht [ppm of mg/m <sup>3</sup> ]	(B) IDLH-niveau <sup>7</sup> (indien van toepassing) Direct levensgevaarlijk of gevaar voor de gezondheid [ppm of mg/m <sup>3</sup> ]	(C) OEL Grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling [in dezelfde eenheid als (A)]	(D) Bereken de risicoverhouding (de minimum required protection factor): $MRPF = \frac{A}{C}$
(I)				
(II)				
(III)				
(IV)				
<b>Vul de onderstaande vakken in voor gas-/dampverontreinigingen</b>				
Verontreiniging Naam/CAS-nummer (indien van toepassing)	(A) Concentratie <sup>6</sup> Gemeten of geschatte concentratie in lucht [ppm of mg/m <sup>3</sup> ]	(B) IDLH-niveau <sup>7</sup> (indien van toepassing) Direct levensgevaarlijk of gevaar voor de gezondheid [ppm of mg/m <sup>3</sup> ]	(C) OEL Grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling [in dezelfde eenheid als (A)]	(D) Bereken de risicoverhouding (de minimum required protection factor): $MRPF = \frac{A}{C}$
(I)				
(II)				
(III)				
(IV)				
<b>Resultaat van stap 3</b>				
Welke van de verontreiniging(en) uit bovenstaande tabellen heeft de hoogste risicoverhouding (MRPF) in (D)? Noteer het hiernaast.				(E) Hoogste risicoverhouding (MRPF)
Als de risicoverhouding <1 is, is ABM niet vereist, TENZIJ nationale regelgeving of een brancherichtlijn van toepassing is op de verontreiniging				

<sup>6</sup> Gebruik een conservatieve benadering, bijvoorbeeld de maximaal te verwachten concentratie, of de 70% betrouwbaarheidsgrens van het 95-percentiel van de blootstelling wanneer voldoende meetgegevens beschikbaar zijn

<sup>7</sup> <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/default.html>

Resultaat van stap 3 - vervolg		
Voor verontreinigingen met een LEL (Lower Explosion Limit): is de concentratie in (A) hoger dan 10% van de LEL-waarde?	Ja	Stop werkzaamheden. Zoek advies bij de SIR en/of ABM-leverancier/fabrikant.
	Nee	Ga door met de volgende vraag
Voor verontreinigingen met een IDLH waarde: is de concentratie in (A) hoger dan de IDLH waarde (B)?	Ja	Selecteer onafhankelijke ademlucht (Als gebruik gemaakt wordt van een ademluchtlijnsysteem dan moet deze voorzien zijn van noodluchtvoorziening met automatische omschakelinrichting voor vluchtomstandigheden)
	Nee	Ga door met stap 4

Stap 4	Bepalen van de beschermingsfactor				
Omcirkel het getal dat groter is dan de risicoverhouding (MRPF) als gegeven in (E).  (indeling gebaseerd op de UK APFs uit NEN-EN-529:2005 <sup>8</sup> )	4	10	20	40	2000
<b>Minimaal vereist APF</b>	<b>APF</b>				

Stap 5	Beoordeling werkbelasting	
Er zijn vier klassen werkbelasting. Kies de werkbelasting die het best overeenkomt met de taak die gedaan moet worden.		
Vanaf werkbelasting W2 zijn niet-geschikte typen ABM vermeld (als vuistregel, niet vastgelegd als onderdeel van EN-normering).		
Klasse	Omschrijving	Vuistregel: niet-geschikte typen ABM
W1	Lichte werkbelasting: zittende werkzaamheden, zoals het monteren of sorteren van lichte materialen of staande werkzaamheden waarbij geen zware gereedschappen worden gebruikt.	
W2	Medium werkbelasting: voortdurende hand- en armwerkzaamheden, zoals scheppen, spuiten met hoge druk, stralen en het gebruik van betonhamers.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FFP (EN-149)</li> <li>• Half- en volgelaatsmaskers met filter (EN-136, EN-140, EN-405, EN-1827)</li> </ul>
W3	Zware werkbelasting: zwaar handmatig werk zoals graven, het klimmen op verhogingen of ladders en kruipen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zie boven voor W2</li> <li>• PAPR (EN-12941 en EN-12942)</li> </ul>
W4	Maximale werkbelasting: ononderbroken werk van minder dan 5 minuten zonder pauzes Reddings- en brandbestrijdingswerkzaamheden met maximale intensiteit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zie boven voor W3</li> </ul>
<b>Minimaal vereiste klasse werkbelasting</b>		<b>W</b>

<sup>8</sup> Voor een specifiek merk/type ABM kan op basis van een SWPF-studie afgeweken worden van deze standaard APF-waarden.

Stap 6		Filteridentificatie
<p>Gebruik de informatie uit voorgaande stappen om een geschikt filtertype en filterklasse te bepalen: geschikt voor het gevaar, de concentratie en de inzetduur die van toepassing zijn op de taak. Vraag zo nodig advies van ABM-leverancier/fabrikant.</p> <p>Als u onafhankelijke ademlucht wilt gaan gebruiken, gaat u naar stap 7.</p>		
Is er een geschikt filter vastgesteld?	Ja	Filtertype en filterklasse:
		Doorslagtijd van het filter (in minuten) onder de gebruikscondities (bepaald met bijvoorbeeld een 'service life time calculator'):
		Aanbeveling ontvangen van:
	Ga door met stap 8	
Nee	Selecteer onafhankelijke ademluchtapparatuur ga door met stap 7	

Stap 7		Berekening hoeveelheid ademlucht
<p>Bereken het volume ademlucht dat nodig is voor de duur van de taak, inclusief in- en uitstappen, door de informatie in stap 2 en stap 5 te gebruiken, met behulp van de onderstaande berekeningen. Als de werkbelasting wijzigt, verandert de bruikbare duur van ademlucht.</p>		
Berekening op basis van taakduur en gemiddeld ademminuutvolume		Minimale hoeveelheid ademlucht
Duur van de taak (min) x 30 L/min voor W1		Liters benodigde ademlucht
Duur van de taak (min) x 40 L/min voor W2		
Duur van de taak (min) x 50 L/min voor W3		
Duur van de taak (min) x 65 L/min voor W4		
<p>Bij het gebruik van een onafhankelijk ademluchttoestel (SCBA EN137) dient de benodigde capaciteit afgerond te worden. De minimaal benodigde capaciteit in liters is de berekende capaciteit, naar boven afgerond in stappen van 150 L indien minder dan 900 L benodigd is, en in stappen van 300 L indien meer dan 900 L benodigd is.</p> <p>Als de benodigde capaciteit van een onafhankelijk ademluchttoestel (SCBA EN137) voor de taakduur groter is &gt;2430 L (9 Liter cilinder 300 bar<sup>9</sup>) dan dient gekozen te worden voor een ademluchtlijnsysteem.</p>		
Minimaal benodigde capaciteit (afgerond)		Liters

Stap 8		Taakgerelateerde factoren	
Wordt de taak uitgevoerd in een besloten ruimte (bijvoorbeeld vat, put, kamer, tank, loopgraaf, pijp, riool, rookkanaal of put)?	Ja	Raadpleeg branche-specifieke Arbocatalogi en Basisinspectiemodule VBVE gevaren van de Nederlandse Arbeidsinspectie. Vraag indien noodzakelijk aanvullend advies.	
	Nee	Ga verder	
Wordt de ABM langer dan 1 uur onafgebroken gebruikt?	Ja	Overweeg motoraangedreven of onafhankelijke ABM.	
	Nee	Ga verder	
Is de verontreiniging irriterend voor de ogen?	Ja	Gebruik een volgelaatsmasker, helm of kap die het gezicht bedekt. Er zijn ook 'loose fitting' systemen die nek en/of schouders beschermen.	
	Nee	Ga verder	

<sup>9</sup> De beschikbare hoeveelheid ademlucht wordt berekend door het watervolume van de cilinder te vermenigvuldigen met de druk. Bij ademluchtcilinders met een druk >200 bar neemt de compressie-efficiëntie af en wordt de correctiefactor van 0,9 toegepast (van der Waals vergelijking).



Stap 8 vervolg	Taakgerelateerde factoren	
Vereist de taak mobiliteit, zodanig dat het gebruik van luchttoevoerslangen onpraktisch is?	Ja	Selecteer geen type ABM met luchttoevoerslang.
	Nee	Ga verder
Is nauwkeurige communicatie nodig om veiligheidskritische instructies te geven wanneer ABM worden gedragen?	Ja	Selecteer ABM die zijn uitgerust met een spraakmembraan of aanvullende communicatiemiddelen.
	Nee	Ga verder
Creëert de taak vonken, gesmolten metaal of UV-straling?	Ja	Kies een geschikt type of vraag ABM-fabrikant/leverancier advies.
	Nee	Ga verder
Is de atmosfeer in het werkgebied potentieel explosief, of brandbaar?	Ja	Kies een ABM die intrinsiek veilig is (ATEX)
	Nee	Ga verder
Is de atmosfeer op de werkvloer corrosief?	Ja	Vraag ABM-fabrikant/leverancier advies
	Nee	Ga verder

Stap 9	Gebruiker-gerelateerde factoren	
<i>Beantwoord de volgende vragen voor iedere drager</i>		
Heeft de gebruiker in het afdichtingsgebied van de ABM op het gezicht: Stoppels, baard, snor, bakkebaarden, diepe gezichtsmarkering of gezichtssieraden <sup>10</sup> ?	Ja	Selecteer 'loose fitting' ABM.
	Nee	Ga verder
Wordt een bril met corrigerende glazen gedragen?	Ja	Selecteer een ABM die gebruikt kan worden in combinatie met een bril met corrigerende glazen. <sup>11</sup>
	Nee	Ga verder
Worden tegelijkertijd andere soorten persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) gedragen (hoofd-, oog- of gehoorbescherming, beschermende kleding, etc.)?	Ja	Zorg ervoor dat de geselecteerde ABM en andere PBM die vereist zijn voor de taak niet interfereren met elkaar. Overweeg ABM met geïntegreerde hoofd-, gezichts-, oog- of gehoorbescherming.
	Nee	Ga verder
Vereist het gebruik van deze ABM in combinatie met de uitgevoerde taken een beoordeling van de medische geschiktheid van de ABM-gebruiker?	Ja	Zoek professioneel advies van de arbodienstverlener.
	Nee	Ga verder

<sup>10</sup> Zie ook NEN-EN529:2005 D4.2 Facial characteristics

<sup>11</sup> Zie ook NEN-EN529:2005 D4.3 Spectacles en D4.4 Contact lenses

Stap 10		Definitieve selectie	
<b>Minimale filterklasse ABM</b>			
Vul de onderstaande vakken in met de verzamelde informatie.			
<b>Benodigd beschermingsniveau (APF)</b>	<b>Werkbelasting</b>	<b>Benodigde filter en klasse Doorslagtijd (minuten)</b>	<b>Geschikt type ABM met filter</b>
(zie stap 4)	(zie stap 5)	(zie stap 6)	
<b>APF</b>	<b>W</b>		
<b>Minimale klasse van onafhankelijke ademlucht ABM</b>			
Vul de onderstaande vakken in met de verzamelde informatie.			
<b>Benodigd beschermingsniveau (APF)</b>	<b>Werkbelasting</b>	<b>Minimaal benodigde capaciteit ademlucht</b>	<b>Geschikt type onafhankelijke ABM</b>
(zie stap 4)	(zie stap 5)	(zie stap 7)	
<b>APF</b>	<b>W</b>		
Kies een ABM die aan de bovenstaande eisen voldoet. Als een dergelijke optie momenteel niet beschikbaar is op de markt, selecteer de volgende hogere klasse. Als de geselecteerde ABM een nauwsluitende seal heeft, voer dan een face-fittest uit bij de gebruiker met behulp van dat type ABM.			
<b>Geselecteerde ABM:</b>			

## BIJLAGE B: Wet- en regelgeving en overzicht van normen voor ademhalingsbescherming

### A Regelgeving en normen

#### A1 Algemene Arbowetgeving (in het kort)

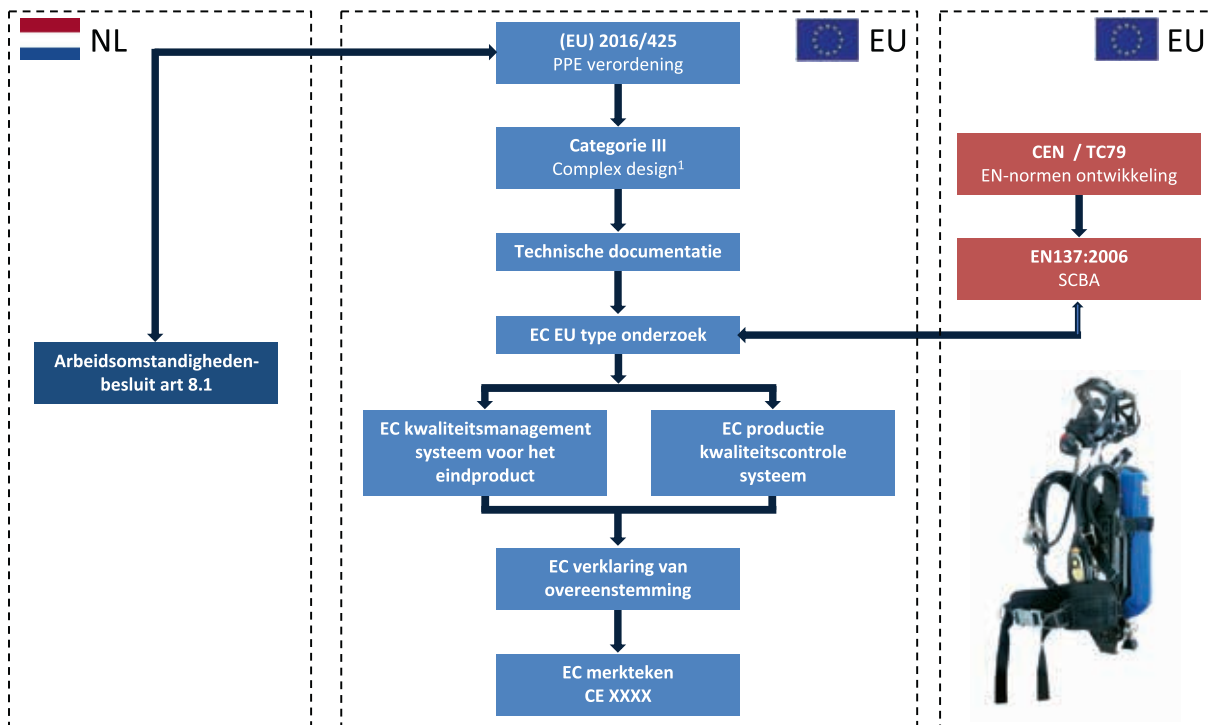
Eenieder moet zijn of haar werk in veilige en gezonde omstandigheden kunnen doen. Hiervoor bestaat de arbeidsomstandighedenwet; deze vormt de basis van de algehele Arbowetgeving. Kort samengevat is de Arbowetgeving als volgt opgebouwd:

- **Arbowet**  
De Arbowet is de basis van alle wetgeving op het gebied van arbeidsomstandigheden. In deze wet staan algemene bepalingen beschreven die gelden voor alle plekken waar arbeid wordt verricht. De concrete invulling van die richtlijnen vind je in het Arbobesluit en de Arboregeling.
- **Arbobesluit**  
In het Arbobesluit staan de verplichte regels beschreven waar zowel de werkgever als de medewerker zich aan moeten houden; de regels zijn bedoeld om arbeidsrisico's tegen te gaan. Voor een aantal sectoren en bepaalde categorieën medewerker kunnen afwijkende en/of aanvullende regels zijn opgenomen.
- **Arboregeling**  
Het derde niveau is de Arboregeling en een verdere uitwerking van het Arbobesluit. Het gaat hierbij om gedetailleerde (verplichte) voorschriften. Bijvoorbeeld de eisen van gekwalificeerde medewerker, waar een arbeidsmiddelen aan moeten voldoen en hoe een arbodienst zijn wettelijke taken exact moet uitvoeren.

#### A2 Prestatie-eisen aan adembeschermende middelen

##### A2.1 PBM-verordening EU 2016/425

Na een overgangperiode is per 21 april 2018 is de Verordening (EU) 2016/425 Persoonlijke Beschermingsmiddelen (PBM) volledig van kracht. Deze PBM-verordening is een bindende wet waarmee duidelijke en gedetailleerde eisen worden gesteld aan PBM in alle lidstaten van de EU. Voorheen was dit de richtlijn 89/686/EEG. Alleen PBM die voldoen aan de eisen in de Verordening (EU) 2016/425 zijn geschikt en toegestaan voor gebruik. PBM moeten voorzien van een CE-markering. Met deze CE-markering toont de fabrikant of importeur van het beschermingsmiddel aan dat deze voldoet aan de gestelde minimumeisen.



<sup>1</sup> Classificatie en indeling van PBM's volgens de richtlijn. Binnen categorie III (complex design) valt o.a. onafhankelijke ademluchtapparatuur EN137:2006.

**Figuur B.1:** Wet- en regelgevend kader Adembeschermende middelen

Binnen de verordening worden PBM ingedeeld in risicocategorieën waartegen deze moeten beschermen. Adembescherming valt hierbij in de hoogste risicocategorie, categorie III. Bij de hoogste risicocategorie worden aanvullende eisen gesteld aan de kwaliteitsbeoordeling van het PBM.

Voor PBM in de categorie I volstaat een interne productiecontrole door de fabrikant zelf. Gaat het om PBM in de categorieën II en III, dan moet voor de CE-markering een typegoedkeuring worden verricht. Hiervoor moet de fabrikant altijd een notified body inschakelen.

Zij die een PBM op de Europese markt brengen geven aan in welke samenstelling het PBM met ander PBM en/af accessoires gebruikt mag worden. De notified body toetst bij de typegoedkeuring o.a. of de samenstelling compatibel is aan de beschermende eisen van het te keuren PBM. Daarvan wordt een conformiteitslijst opgesteld dat onderdeel uitmaakt van het keuringscertificaat. Andere onderdelen en/of wijzigingen aanbrengen aan het PBM anders dan genoemd in het keuringscertificaat maakt de hersteller en/of samensteller een fabrikant van een “nieuw” product. Indien afgeweken wordt van het keuringscertificaat dient conform de PBM-verordening de samensteller met het “nieuwe” product alle stappen voor een nieuw (CE) typegoedkeuring te doorlopen.

Een categorie II en III product vermeldt bij het CE-teken ook een 4-cijferige code die verwijst naar de notified body die op de kwaliteit toeziet, steekproeven en testen uitvoert. Het type-keuringscertificaat dat verstrekt wordt door een notified body heeft met intrede van de nieuwe verordening een geldigheidsduur van maximaal 5 jaar. Alle oude type-keuringscertificaten zonder geldigheidstermijn vervallen per april 2023.

#### **A2.2 Warenwetbesluit persoonlijke beschermingsmiddelen**

Met de komst van de nieuwe Europese PBM-verordening is de Nederlandse Warenwetbesluit PBM aangepast en is de nationale interpretatie en toepassing vervallen. Er blijft alleen een verwijzing over naar de Europese PBM-verordening. De nieuwe naam is: Warenwetbesluit Persoonlijke Beschermingsmiddelen 2018.

#### **A2.3 Arbeidsomstandighedenbesluit**

In hoofdstuk 8 van het Arbeidsomstandighedenbesluit worden eisen gesteld aan PBM. In artikel 8.1 worden de algemene vereisten aan PBM beschreven. Onder andere is hierin opgenomen dat PBM:

- moeten voldoen aan het Warenwetbesluit persoonlijke beschermingsmiddelen;
- geschikt moeten zijn voor de te vermijden gevaren zonder zelf een vergroot gevaar te vormen;
- moeten beantwoorden aan de bestaande omstandigheden op de arbeidsplaats;
- afgestemd moeten zijn op de ergonomische vereisten;
- na de nodige aanpassingen geschikt zijn voor de drager;
- gebruikt dienen te worden overeenkomstig de gebruiksaanwijzing.

In artikel 8.2 worden eisen gesteld aan de keuze van het PBM. Onder andere is hierin opgenomen dat:

- er een RI&E uitgevoerd dient te worden waarin beschreven wordt waarom PBM noodzakelijk zijn en de gevaren niet met andere middelen vermeden kunnen worden;
- er een omschrijving dient te zijn van de kenmerken van het PBM om de geïnventariseerde gevaren te kunnen ondervangen. Hierbij dient rekening gehouden te worden met eventuele gevaarsbronnen die het PBM zelf kan vormen;
- er een RI&E op het betreffende PBM uitgevoerd moet worden om te inventariseren of de gevaren waar tegen het moet beschermen en/of die het PBM zelf vormen, ondervangen zijn.

#### **A2.4 EU-Normeringen**

In de PBM-verordening zijn minimale eisen gesteld aan PBM die in de EU mogen worden gebruikt. Binnen de EU zijn geharmoniseerde normen opgesteld voor vrijwel alle type adembeschermende middelen. Normen zijn afspraken die marktpartijen in consensus met elkaar maken over de minimale kwaliteit en veiligheid van PBM. Via geharmoniseerde normen, waarin de minimum eisen staan waaraan een ABM tenminste moet voldoen, kan worden aangetoond dat producten of diensten aan de technische vereisten van de relevante EU-wetgeving voldoen.

Geharmoniseerde Europese normen worden opgesteld door CEN/Cenelec. Voor ademhalingsbeschermende middelen wordt dit gedaan door het Technical Committee CEN/TC 79 “Respiratory protective devices” van CEN. In Nederland worden deze overgenomen en gepubliceerd door de NEN. Voorbeeld hiervan zijn:

- NEN-EN 136 Volgelaatmaskers
- NEN-EN 137 Onafhankelijk ademluchttoestel met een volgelaatmasker
- NEN-EN 149 Filtrerende halfmaskers ter bescherming tegen deeltjes

- NEN-EN 12021 Ademgas voor ademhalingsstoestellen
- NEN-EN 14387 Gasfilter(s) en combinatiefilter(s)

Binnen een aantal jaren zullen de Europese geharmoniseerde normen voor ademhalingsbescherming vervangen worden voor de wereldwijd geharmoniseerde ISO-normen. Binnen de ISO-normen wordt fundamenteel anders gekeken naar adembescherming. Hierbij staat de gebruiker en hoe deze beschermd moet worden in zijn werk-omstandigheden centraal. Tevens kiezen de nieuwe ISO-normen voor een systeembenadering en niet voor componentbenadering zoals in de huidige EN-normen. De wereldwijd geldende normen voor adembeschermende middelen worden ontwikkeld door het comité ISO/TC 94/SC15. De gepubliceerde normen worden iedere 5 jaar getoetst of ze nog voldoende actueel en maatgevend zijn.

### **A2.5 Het verdrag van Wenen ('Vienna agreement')**

Het verdrag van Wenen legt de basis voor een vergaande samenwerking tussen de CEN (European Committee for Standardization) en ISO (International Organization for Standardization) waar het de totstandkoming van Europese en mondiale normen betreft. Als uitvloeisel van dit verdrag worden nieuw ontwikkelde normen beoordeeld door CEN/ISO leden. Tijdens deze consultatieronde wordt met name van de EU lidstaten (CEN-leden) gevraagd de normontwerpen te bekijken tegen het licht van Europese richtlijnen en specifieke Europese situaties en indien nodig op basis hiervan Europese afwijkingen in te dienen waarover in een vervolgfase wordt gestemd over het instemmen van het 'Vienna agreement' op de betreffende ISO-norm. Een aanvaarde Europese norm moet dus door alle CEN-leden als nationale norm worden overgenomen en toegepast, ook door de leden die hebben tegengestemd.

De tendens is dat de huidige EN en ISO-normen die de prestatie-eisen voor ademhalingsbescherming beschrijven steeds dichter bij elkaar komen te liggen. Momenteel wordt er gesproken over een mondiale normen voor o.a. ABM. Dit is alleen mogelijk als de nieuwe ISO-normen aangenomen worden door de EU-lidstaten onder het Vienna agreement. Dit is op dit moment nog niet het geval. Als de ISO-normen aangenomen zijn zal een overgangstermijn in werking treden van EN-normen naar ISO-normen voor ABM.

Zie ook: [https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=205:7:0:::FSP\\_ORG\\_ID:6062&cs=145A14F3AE6F-C36016AC82F8D0CFEB985](https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=205:7:0:::FSP_ORG_ID:6062&cs=145A14F3AE6F-C36016AC82F8D0CFEB985)

Zie ook: <https://www.iso.org/committee/291088.html>

Zie ook: [https://www.nen.nl/media/PDF/Handleiding\\_Commissieleden\\_2015-01\\_02\\_nieuw\\_logo.pdf](https://www.nen.nl/media/PDF/Handleiding_Commissieleden_2015-01_02_nieuw_logo.pdf)

## **A3 Gebruiksvereisten adembeschermende middelen**

### **A3.1 EU-richtlijn 89/656/EEG**

De Richtlijn 89/656/EEG van de Raad van 30 november 1989 geeft de minimumvoorschriften aan met betrekking tot de veiligheid en gezondheid voor het gebruik op het werk van persoonlijke beschermingsmiddelen door de werknemers. De in de richtlijn genoemde voorschriften zijn grotendeels opgenomen in Arbowetten en besluiten.

### **A3.2 Arbowedgeving bij blootstelling aan gevaarlijke stoffen**

Arbeidsplaatsen dienen zodanig ingericht te zijn dat er geen gevaar is voor verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand of explosie (VBVBE-gevaren). Als deze gevaren toch aanwezig zijn dienen er doeltreffende maatregelen te worden genomen. Er is volgens Arbeidsomstandighedenbesluit (artikel 3.5g) in ieder geval sprake van:

- gevaar voor verstikking als de atmosfeer minder dan 18 volumepercent zuurstof bevat;
- gevaar voor bedwelming of vergiftiging als de concentratie van de betreffende stoffen in de atmosfeer hoger is dan de grenswaarden,
- gevaar voor brand of explosie als in de atmosfeer de concentratie van zuurstof hoger is dan 21 volumepercent of de concentratie van brandbare gassen of dampen hoger is dan 10 procent van de onderste explosiegrens.

Adembeschermende middelen worden ingezet bij mogelijke inhalatoire blootstelling aan gevaarlijke stoffen. Om het juiste protectieniveau te kunnen bepalen voor de selectie van een adembeschermend middel dient volgens artikel 4.2 Arbeidsomstandighedenbesluit de aard, mate en duur van de blootstelling te worden geïnventariseerd (z.g. RI&E). Op basis van de RI&E (artikel 8.2 Arbeidsomstandighedenbesluit) dient bepaald te worden welk type adembescherming geschikt is. In sommige situaties is het van belang om niet alleen te kijken naar de inhalatoire blootstelling maar ook naar de mogelijke bijdrage door huidopname of onvoldoende hygiëne. Bij sommige stoffen is het mogelijk om via biologische monitoring de effectiviteit van (adem)beschermende middelen en hygiëne maatregelen aan te tonen.

In artikel 8.3 Arbeidsomstandighedenbesluit worden eisen gesteld aan de beschikbaarheid en het gebruik van PBM. Onder andere is hierin opgenomen dat:

- PBM in voldoende aantallen beschikbaar moeten worden gesteld;
- Verplichting dat PBM gebruikt dient te worden;
- PBM onderhouden, gerepareerd en schoongehouden moeten worden;
- Er noodzakelijke vervangingen moeten plaatsvinden ten behoeve van het goed functioneren.

In hoofdstuk 4 gevaarlijke stoffen en biologische agentia van het Arbeidsomstandighedenbesluit worden in sommige gevallen aanvullende eisen gesteld bij het gebruik van PBM.

Bij Carcinogene en Mutagene stoffen:

- PBM dienen volgens instructie op een aangewezen plaats te worden bewaard en na ieder gebruik te worden gereinigd en gecontroleerd (artikel 4.20, lid 5 Arbobesluit).
- Voor werkzaamheden met asbest geldt ook: art. 4.45 Arbobesluit (geen doucheruimte verplicht bij risicoklasse 1. Voor risicoklasse 2 en 2A geldt wel de verplichting voor een decontaminatie-unit). Voor werkzaamheden in risicoklasse 2 en 2A geldt een jaarlijkse verplichting tot uitvoeren van een facefit-test volgens het HSE282/28 protocol (UK) door een erkend face fittester. Inmiddels is dit protocol overgegaan in het HSE INDG 479 protocol. Een facefit-test dient op iedere in gebruik zijnde type adembeschermend middel te worden uitgevoerd. Het bedrijf en degene die facefit-tests uitvoert dienen geel Safety Sign te zijn gecertificeerd en erkend (artikel 4.27 Arboregeling en art. 14 en 34 van het Certificatieschema voor de Procescertificaten Asbestinventarisatie en Asbestverwijdering).

Bij Biologische agentia (artikel 4.89 Arbobesluit):

- PBM dienen volgens instructie op een aangewezen plaats te worden bewaard en na ieder gebruik te worden gereinigd en gecontroleerd;
- PBM dienen bij het verlaten van de arbeidsplaats (veilig) te worden uitgetrokken en op een andere plek te worden opgeborgen dan de overige kleding
- PBM worden ontsmet, gereinigd of zo nodig vernietigd;
- PBM mogen uitsluitend in het bedrijf worden gebracht met het doel deze te laten reinigen, ontsmetten of te vernietigen. In dat geval moet het transport plaats vinden in een geschikte gesloten verpakking.

Volgens artikel 8 Arbeidsomstandighedenwet moet er voorlichting en onderricht worden gegeven bij het gebruik van PBM. Onder ander is hierin opgenomen dat:

- de werknemers op de hoogte moet zijn van hun doel en werking en de wijze waarop zij deze dienen te gebruiken;
- de werkgever toe moet zien op het juiste gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Volgens artikel 11 Arbeidsomstandighedenwet gelden er verplichtingen voor de werknemers bij het gebruik van PBM. Onder andere is hierin opgenomen dat:

- PBM op de juiste wijze gebruikt dienen te worden en op een daartoe bedoelde plek moeten worden opgeborgen.
- Werknemers verplicht zijn om mee te werken aan voorlichting en onderricht;
- De opgemerkte gevaren voor de veiligheid of de gezondheid gelijk moeten worden gemeld aan de werkgever of leidinggevende.

Zie ook: Artikel 3.5g Arbeidsomstandighedenbesluit

Zie ook: Artikel 4.27 Arbeidsomstandighedenregeling

Zie ook: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2018-68771.html>

Zie ook: <https://www.safetysign.nl/certificaten/safetysign-erkend-face-fittester>

Zie ook: <http://www.instituutcec.nl/Face-Fittester/index.html>

Zie ook: Hoofdstuk 8 Arbeidsomstandighedenbesluit

### **A3.3 NEN-EN 529**

De NEN-EN 529 is een richtlijn met betrekking tot ABM en geeft aanbevelingen voor keuze, gebruik, verzorging en onderhoud van deze ABM. De NEN-EN 529 is een praktijkrichtlijn. De NEN-EN 529 gaat niet over de ABM zelf maar behandelt de organisatie eromheen: hoe worden gevaren herkend, geïdentificeerd en geëvalueerd (RI&E) en hoe worden vervolgens de juiste middelen geselecteerd, de gebruikers getraind en het onderhoud uitgevoerd. Er is vooral aandacht voor een structurele organisatie van het hele proces.

In de bijlagen van de norm worden in annex C de vastgestelde nominale protectiefactoren (NPF) en toegekende protectiefactoren (APF) per type adembeschermend middel per land weergegeven. In annex D worden richtlijnen gegeven met betrekking tot de medische geschiktheid, gebruik van lenzen, brillen en gezichtsbehaving. Bij nauw aansluitende adembescherming (tight fitting respirator) wordt een maximale scheertermijn aangehouden van 8 uur voor aanvang van de werkshift (D4.2). Indien de gezichtsbehaving vanwege medische en/of religieuze redenen niet kan worden weggeschoren kan overwogen worden om adembescherming met “hood” of kap te gebruiken (loose fitting respirator). Het gebruik van lenzen wordt ontraden in ruimten of atmosferen met een concentratie boven de Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH) grens (D4.4). In deze gebieden wordt een inzetbril aanbevolen welke volledig geïntegreerd in het masker past (D4.3).

#### **A3.4 NVBR-richtlijn onderhoudsplan adembeschermende middelen**

De Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding (NVBR) heeft in 2002 richtlijnen opgesteld voor organisaties die adembeschermende middelen in adembeschermingswerkplaatsen beheren; het zogenaamde Onderhoudsplan Adembeschermende middelen. Onderhoud aan adembeschermende middelen wordt volgens deze richtlijn ingedeeld in 4 niveaus:

- Niveau 1: gebruikerstest voor gebruik
- Niveau 2: onderhoud na gebruik
- Niveau 3: periodiek onderhoud
- Niveau 4: jaarlijks onderhoud

Het eigenlijke onderhoud aan adembeschermende middelen wordt in deze richtlijn onderverdeeld in drie categorieën:

- Routine-onderhoud: alle activiteiten gericht op het organiseren en uitvoeren van het beheer en het onderhoud op basis van de verplichtingen die onder meer voortvloeien uit wetten, voorschriften, garantiebepalingen en veiligheidsoverwegingen.
- Correctief onderhoud: het technisch onderhoud dat zich richt op het herstellen en repareren van opgetreden storingen en gebreken.
- Preventief onderhoud: het soort onderhoud dat zich richt op het voorkomen van storingen gedurende bepaalde gebruiksperiodes of de tijdsduur van het operationeel functioneren.

Deze brancherichtlijn geldt als de minimumeis waaraan het onderhoud dient te voldoen binnen brandweerorganisaties.

#### **A3.5 Stichting industriële reiniging (SIR)**

De Stichting Industriële Reiniging (SIR) heeft tot doel het bevorderen en reguleren van veilig werken in de industriële reinigingsbranche. Bij industrieel reinigen kunnen medewerkers worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen, gassen of dampen. De medewerkers die deze werkzaamheden uitvoeren, moeten kennis hebben van de werkmethoden en getraind zijn om met de middelen te kunnen werken. De SIR stelt om deze reden regelgeving op voor zowel mensen, middelen als werkmethoden.

De regelgeving is vastgelegd als richtlijnen in het handboek Adembescherming. Het doel van dergelijke richtlijnen is om standaardisatie te krijgen in de voorbereiding, de uitvoering en de beëindiging van de werkzaamheden met adembescherming en wel zodanig dat de veiligheid van direct en indirect betrokkenen geborgd wordt. Daarnaast is het handboek een leidraad voor de werkgever en zelfstandige ter ondersteuning bij het vormen van een adembeschermingsprogramma door gestructureerd de voorwaarden, kennis en middelen aan te reiken die benodigd zijn voor een effectieve implementatie.

Alle SIR-deelnemers (SIR aangesloten bedrijven) hebben zich verplicht om deze richtlijnen na te leven.

Zie ook: [www.sir-safe.nl](http://www.sir-safe.nl)

## **A4 Overige internationale regelgeving en richtlijnen**

### **A4.1 Duitsland**

Het gebruik van ademhalingsapparatuur wordt in Duitsland geregeld door de DGUV Regel 112-190 “Benutzung von Atemschutzgeräten”. Het is verplicht om deze richtlijn te volgen tenzij er op een andere wijze een vergelijkbaar niveau van veiligheid kan worden bereikt.



De richtlijn is van toepassing op de keuze en het gebruik van ABM bij normale werkzaamheden, reddingswerk en vluchtsituaties. De richtlijn regelt voor de typen ABM hun indeling, markering, selectie, gebruik en onderhoud. Het bevat specifieke eisen waaraan gebruikers en onderhoudspersoneel van adembescherming moeten voldoen wat betreft hun opleiding, training en instructie. Deze verordening is niet van toepassing op brandweerkorpsen en bedrijven die onder de mijnbouwwet vallen voor zover deze hun eigen regelgeving hebben.

Tevens heeft de DGUV een publicatie (DGUV 212-190) uitgebracht waarin beschreven wordt hoe ademhalingsbescherming welke vallen onder de nieuwe ISO-richtlijnen geclassificeerd en uitgekozen kunnen worden. Specifiek wordt invulling gegeven aan de ISO serie 16973 "Ademhalingsbeschermingsmiddelen - classificatie" en 16975 "Ademhalingsbeschermingsmiddelen - selectie, gebruik en onderhoud". De informatie vormt dus een aanvulling op DGUV-verordening 112-190 "Gebruik van ABM", die de selectie en het gebruik van ABM volgens DIN- en EN-classificatie beschrijft en informatie bevat over het gebruik van ABM.

#### **A4.2 Verenigd Koninkrijk**

Het gebruik van adembeschermende middelen op de werkplek wordt in het Verenigd Koninkrijk (VK) geregeld door de HSG53 richtlijn. Deze richtlijn is uitgegeven door de Health and Safety Executive. Het volgen van deze leidraad is niet verplicht, tenzij specifiek vermeld. Door het toepassen van deze richtlijn wordt voldaan aan de wet- en regelgeving in VK. De richtlijn geeft weer wanneer adembescherming gebruikt kan worden aan de hand van een eenvoudige stap-voor-stap benadering. Het helpt om te bepalen welk beschermingsniveau geschikt is voor een bepaalde gevaarlijke stof en hoe adembescherming wordt gekozen die geschikt is voor de drager, de taak en de werkomgeving. Het bevat ook adviezen over het functioneel houden van de gekozen adembescherming

Het uitvoeren van facefit-testen is geregeld in de HSE-INDG479 (voorheen was dit de HSE OC 282/28). Deze richtlijn geeft:

- informatie over face fit testmethoden;
- informatie over wat met een face fit test kan worden bereikt;
- en de belangrijkste informatie die in een verslag van een face fit test moet worden opgenomen.

Verder advies over de praktische aspecten van het testen van geschiktheid wordt gegeven door de British Safety Industry Federation (BSIF) via de Fit2Fit organisatie. Face fit testen moeten worden uitgevoerd door een deskundig persoon. De bekwaamheid kan worden aangetoond door accreditatie volgens het Fit2Fit RPE Fit Test Providers Accreditation Scheme. Deze regeling is ontwikkeld door de BSIF, samen met belanghebbenden uit de sector, en wordt ondersteund door de HSE. De regeling is niet verplicht en het staat werkgevers vrij andere maatregelen te nemen om aan de wet te voldoen.

Zie: <https://www.fit2fit.org/>

#### **A4.3 Verenigde Staten**

Eisen aan adembescherming zijn wettelijk geregeld vastgelegd in Amerika in de OSHA 1910.134 wetgeving. Onder andere zijn vastgelegd de selectie, prestatie-eisen, gebruik, onderhoud en face fit testen. Adembeschermende middelen die worden gebruikt in werkomstandigheden moeten NIOSH approved zijn. Voor brandweertoepassing geldt dat deze NFPA 'approved' moeten zijn.

De technische en functionele eisen aan NIOSH of NFPA 'approved' adembescherming zijn anders dan eisen aan ABM in Europa (EN-normen). Hierdoor zijn adembeschermende middelen die in de USA worden gebruikt niet gemakkelijk vergelijkbaar met de adembeschermende middelen in Europa. Hierdoor is het ook niet mogelijk om toegekende protectiefactoren (APF's) uit de OSHA-wetgeving te vergelijken met APF's welke in Europa worden gebruikt.

In veel internationale bedrijven in Nederland worden facefit-testen uitgevoerd conform de OSHA regelgeving. De eisen aan face fit testen staan beschreven in OSHA 1910.134 App A.

## A5 Overzicht Wet- en regelgeving

Nederland:

- Arbeidsomstandighedenbesluit. Staatsblad 1997, nr. 60, 25-02-1997
- Warenwetbesluit Persoonlijke Beschermingsmiddelen 2018. Staatsblad 2018, nr. 104, 17-04-2018.

Europa:

- Richtlijn 89/656/EEG van de Raad van 30 november 1989 betreffende minimumvoorschriften aan met betrekking tot de veiligheid en gezondheid voor het gebruik op het werk van persoonlijke beschermingsmiddelen door de werknemers. Publicatieblad van de Europese Unie, Nr L393/18, 30-12-1989.
- Verordening (EU) 2016/425 van het Europees parlement en de Raad van 9 maart 2016 betreffende persoonlijke beschermingsmiddelen en tot intrekking van Richtlijn 89/686/EEG van de Raad. Publicatieblad van de Europese Unie, Nr L81/51, 31-03-2016.

CEN:

- Community face coverings - Guide to minimum requirements, methods of testing and use. CWA 17553. June 2020. CEN Workshop Agreement.

Duitsland:

- Benutzung von Atemschutzgeräten. DGUV Regel 112-190; December 2011. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV).
- Klassifizierung und Auswahl von Atemschutzgeräten nach ISO-Standards. DGUV Information 212-190; November 2020.

Verenigd Koninkrijk:

- Guide to Implementing an Effective Respiratory Protective Device Programme. BS 4275; 1997 Edition, December 15, 1997. (teruggetrokken in 2005)
- Respiratory protective devices. Recommendations for selection, use, care and maintenance. Guidance document. BS EN 529:2005, November 2005.
- Guidance on respiratory protective equipment (RPE) fit testing. INDG479 (rev1), published 03/19. Health and Safety Executive.
- Personal protective equipment at work. Personal Protective Equipment at Work Regulations 1992. Guidance on Regulations. L25 (Third edition) Published 2015. Health and Safety Executive.
- Respiratory protective equipment at work. A practical guide. HSG53 (Fourth edition, published 2013). Health and Safety Executive.

Verenigde Staten:

- <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134>
- <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134AppA>

## B Overzicht van normen

Gesorteerd op normnummer.

B1 Ademhalingsbeschermingsmiddelen	
NEN-EN 133: 2001	Ademhalingsbeschermingsmiddelen - Classificatie
NEN-EN 134: 1998	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Benaming van onderdelen
NEN-EN 135: 1999	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Lijst van gelijkwaardige termen
NEN-EN 136: 1998 + C2:2007	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Volgelaatsmaskers – Eisen, beproevingsmethoden, merken
NEN-EN 137: 2006	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Onafhankelijk ademluchttoestel met een volgelaatsmasker – Eisen, beproeving en merken
NEN-EN 138: 1995	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Zelfaanzuigende ademhalingsbeschermingsmiddelen voor gebruik met volgelaatsmaskers, halfmaskers of een mondstukgarnituur – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 140: 1998	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Halfmaskers en kwartmaskers – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 142: 2002	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Mondstukgarnituren – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 143: 2021	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Deeltjesfilters – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 144-2: 2018	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Afsluiters voor gasflessen – Deel 2: Verbindingen voor uitlaataansluitingen
NEN-EN 144-3: 2003	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Afsluiters voor gasflessen – Deel 3: Uitlaatverbindingen voor Nitrox en zuurstof duikgas

<b>B1 Ademhalingsbeschermingsmiddelen</b>	
NEN-EN 145: 1997	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Onafhankelijk kringloopademhalingstoestel met samengeperste zuurstof of samengeperste zuurstof-stikstof – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 148-1: 2019	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Schroefdraad voor gelaatstukken – Deel 1: Standaard Schroefverbinding
NEN-EN 148-2: 1999	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Schroefdraad voor gelaatstukken – Deel 2: Centrale Schroefkoppeling
NEN-EN 148-3: 1999	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Schroefdraad voor gelaatstukken – Deel 3: Schroefkoppeling M45x3
NEN-EN 149: 2001 + A1: 2009	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Filtrerende halfmaskers ter bescherming tegen deeltjes – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 269: 1995	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Aangedreven slangademhalingstoestellen met een kap – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 405: 2002 + A1: 2009	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Filtrierend halfmasker ter bescherming tegen gassen of gassen en stof – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 529: 2005	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Aanbevelingen voor keuze, gebruik, verzorging en onderhoud - Praktijkrichtlijn
NEN-EN 1827: 1999 + A1: 2009	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Halfmaskers zonder inademventiel en met deelbare filters ter bescherming tegen gas of gas en deeltjes of tegen alleen deeltjes – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 12021: 2014	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Ademgas voor ademhalingstoestellen
NEN-EN 12083: 1998 + C1:2000	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Niet op de ademluchtaansluiting gemonteerde filters – Deeltjesfilters, gasfilters en gecombineerde filters -Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 12941:1998 + A2:2008	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Aangedreven filters gecombineerd met een helm of een kap – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 12942: 1998 + A2:2008	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Aangedreven filters gecombineerd met volgelaatsmaskers, halfgelaatsmaskers of kwartgelaatsmaskers – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 13274-1: 2001	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden – Deel 1: Bepaling van lekkage naar binnen en totale lekkage naar binnen
NEN-EN 13274-2: 2019	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden – Deel 2: Praktische prestatieproeven
NEN-EN 13274-3: 2001	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden – Deel 3: Bepaling van de ademhalingsweerstand
NEN-EN 13274-4: 2020	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden – Deel 4: Vlambestendigheid
NEN-EN 13274-5: 2001	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden – Deel 5: Klimaatomstandigheden
NEN-EN 13274-6: 2002	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden – Deel 6: Bepaling van het kooldioxidegehalte van de inhalatielucht
NEN-EN 13274-7: 2019	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden – Deel 7: Bepaling van het doordringingsvermogen van deeltjesfilters
NEN-EN 13274-8: 2003	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden – Deel 8: Bepaling van verstopping door dolomietstof
DIN 14092-7: 2012	Feuerwehrrhäuser - Teil 7: Werkstätten (NB: In april 2023 is een concept (norm-ontwerp) voor de herziening van deze norm verschenen)
NEN-EN 14387: 2021	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Gasfilter(s) en combinatiefilter(s) – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 14593-1: 2018	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Slangentoestel voorzien van een ademhalingsautomaat – Deel 1: Toestel met een volgelaatsmasker – Eisen, beproeving, merken
NEN-EN 14594: 2018	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Slangentoestel geschikt voor continu stromende samengeperste ademlucht – Eisen, beproeving, merken
NEN-ISO 16900-1: 2019	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 1: Bepaling van de inwaartse lekkage
NEN-ISO 16900-2: 2017	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 2: Bepaling van de ademhalingsweerstand
ISO 16900-3: 2012	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 3: Bepaling van het doordringingsvermogen van een deeltjesfilter
NEN-ISO 16900-4: 2011	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 4: Bepaling van de gasfiltercapaciteit, migratie, desorptie en koolmonoxide dynamisch testen
NEN-ISO 16900-6: 2015	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 6: Mechanische weerstand / sterkte van componenten en verbindingen

<b>B1 Ademhalingsbeschermingsmiddelen</b>	
NEN-ISO 16900-7: 2020	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 7: Praktische prestatiebeproevingmethoden
NEN-ISO 16900-8: 2015	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 8: Metingen van RPD lucht volumestromen van ondersteunde RPD filtering
NEN-ISO 16900-9: 2015	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 9: Bepaling van het koolstofdioxidegehalte van geïnhaleerde lucht
NEN-ISO 16900-10: 2015	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 10: Bestandheid tegen ontbranding, vlam, stralingswarmte en warmte
NEN-ISO 16900-11: 2013	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 11: Bepaling van het gezichtsveld
NEN-ISO 16900-12: 2016	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 12: Bepaling van de ademhalingsdruk tijdens het ademen bij gemiddelde werkingspanning en bij piekbelasting
NEN-ISO 16900-14: 2020	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 14: Meting van het geluidsniveau
NEN-EN-ISO 16972: 2020	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Woordenlijst en grafische symbolen
NVN-ISO/TS 16973: 2016	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Indeling voor ademhalingsbeschermingsmiddelen
NVN-ISO/TS 16975-1: 2016	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Keuze, gebruik en onderhoud – Deel 1: Vastlegging en implementatie van een ademhalingsbeschermingsprogramma
NVN-ISO/TS 16975-2: 2016	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Keuze, gebruik en onderhoud – Deel 2: Beknopte leidraad voor het vaststellen en implementeren van een ademhalingsbeschermingsprogramma
NEN-ISO 16975-3: 2017	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Keuze, gebruik en onderhoud – Deel 3: Methode voor het testen van de pasvorm
NEN-ISO 16975-4: 2022	Respiratory protective devices - Selection, use and maintenance - Part 4: Selection and usage guideline for respiratory protective devices under pandemic/epidemic/outbreak of infectious respiratory disease
NVN-ISO/TS 16976-1: 2015	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Menselijke factoren – Deel 1: Metabolische waarden en de ademstroomwaarden
NPR-ISO/TS 16976-2: 2015	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Menselijke factoren – Deel 2: Antropometrie
NVN-ISO/TS 16976-3: 2019	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Menselijke factoren – Deel 3: Fysiologische reacties en beperkingen van zuurstof en beperkingen van kooldioxide in de ademhalingsomgeving
NVN-ISO/TS 16976-4: 2019	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Menselijke factoren – Deel 4: Werking van ademhaling en ademhalingsweerstand: Fysiologisch limiet
ISO/TS 16976-5: 2020	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Menselijke factoren – Deel 5: Thermische effecten
NPR-ISO/TS 16976-6: 2014	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Menselijke factoren – Deel 6: Psycho-fysiologische effecten
NVN-ISO/TS 16976-7: 2020	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Menselijke factoren – Deel 7: Gehoor en spraak
NPR-ISO/TS 16976-8: 2013	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Menselijke factoren – Deel 8: Ergonomische factoren
NEN-ISO 17420-1: 2021	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Prestatie-eisen – Deel 1: Algemeen
ISO 17420-2: 2021	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Prestatie-eisen – Deel 2: Eisen voor RPD-filtering
NEN-ISO 17420-3: 2012	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Prestatie-eisen – Deel 3: Schroefdraadaansluiting
NEN-ISO 17420-4: 2021	Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Prestatie-eisen – Deel 4: Eisen voor geleverde inhaalbaar gas voor RPD
DIN 58620: 2007-02	Atemschutzgeräte - Gasfilter und Kombinationsfilter zum Schutz gegen Kohlenstoffmonoxid - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung
DIN 58621: 2011-10	Atemschutzgeräte - Reaktorfilter zum Schutz gegen radioaktives Methyljodid und radioaktive Partikel - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung
NEN-ISO 16900-13: 2015	<i>Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Beproevingmethoden en beproevingsapparatuur – Deel 13: Ademhalingsbeschermingsmiddelen welke gebruik maken van geregeneerd ademluchtgas en bij specifieke toepassing van ademvluchttoestellen in de mijnen</i>

<b>B2 Niet-Arbo adem-ABM</b>	
NEN-EN 14683: 2019+C1:2019	Medische gezichtsmaskers - Eisen en beproevingsmethoden
NEN-spec 1-1:2021-10-15	Mondkapjes voor publiek gebruik - Deel 1: Aanbevelingen voor ontwerp, gebruik en onderhoud in het kader van COVID-19
NEN-spec 1-2:2021-10-15	Mondkapjes voor publiek gebruik - Deel 2: Eisen voor fabrikanten en importeurs in het kader van COVID-19

<b>B3 Normen Ademluchttoestellen/vluchttoestellen – buiten scope van deze Richtlijn</b>	
NEN-EN 402: 2003	<i>Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Door de longen aangestuurde onafhankelijke persluchtademhalingstoestellen met een volgelaatsmasker of mondstukgarnituur voor vluchtdoeleinden – Eisen, beproeving, merken</i>
NEN-EN 403: 2004	<i>Ademhalingsbeschermingsmiddelen voor vluchtdoeleinden – Filtrerende toestellen met kap voor vluchtdoeleinden bij brand – Eisen, beproeving, merken</i>
NEN-EN 404: 2005	<i>Ademhalingsbeschermingsmiddelen voor vluchtdoeleinden - Zelfredmiddel met filter tegen koolmonoxide met een mondstukgarnituur</i>
NTA 8002: 2000	<i>Beschermende maskers voor reddingsactiviteiten – Prestatie-eisen en beproevingen</i>
NEN-EN 1146: 2005	<i>Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Onafhankelijke ademluchttoestellen met een kap voor vluchtdoeleinden – Eisen, beproeving, merken</i>
NEN-EN 13794: 2002	<i>Ademhalingsbeschermingsmiddelen – Onafhankelijke kringloopademhalingstoestellen voor vluchtdoeleinden – Eisen, beproeving, merken</i>

## BIJLAGE C: Geurdrempels

### Bronnen:

- AIHA: Odor Thresholds for Chemicals with Established Health Standards, 2nd Edition, 2013.
- RIVM: Tabel gezondheidskundige toetsingswaarden en geurdrempels bij bodemsanering (laagste mediaan; versie 21 april 2023; <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-mmk-bodemsanering/overzichten-begrippenlijst/tabel-toetsingswaarden-geurdrempels>).

Naam NL	CAS-nummer	Geurwaarden (ppm)	Odor Character	Bron
Aceetaldehyde	75-07-0	0.0015 – 1000	Pungent, fruity, suffocating, fresh, green	AIHA
Acetofenon	98-86-2	0.00024 – 0.59	Sweet, almond, pungent, oranges, river water	AIHA
Aceton	67-64-1	0.40 – 11745	Sweet, fruity, etherous	AIHA
Acetonitril	75-05-8	13 – 1161	Etherish	AIHA
Acetylaceton	123-54-6	0.0098 – 0.0195	–	AIHA
Acetyleen	74-86-2	226 – 2584	Gassy, garlic	AIHA
Acrylaldehyde	107-02-8	0.0036 – 1.8	Pungent	AIHA
Acrylnitril	107-13-1	1.6 – 22	Onion, garlic	AIHA
Acrylzuur	79-10-7	0.092 – 1.0	Rancid, plastic, sweet	AIHA
Allyl isothiocyanaat	57-06-7	0.0091 – 1.97	Irritating	AIHA
Allylalcohol	107-18-6	0.51 – 35	Mustard	AIHA
Ammoniak	7664-41-7	0.043 – 60.3	Pungent, irritating	AIHA
Aniline	62-53-3	0.012 – 10	Pungent, oily, empyreumatic	AIHA
Arseenwaterstof	7784-42-1	<1.0	Garlic	AIHA
Azijnzuur	64-19-7	0.0004 – 204	Pungent, vinegar	AIHA
Azijnzuuranhydride	108-24-7	0.12 – 0.36	Sour, acid	AIHA
Aziridine	151-56-4	0.71 – 2	Ammonia	AIHA
Benzaldehyde	100-52-7	0.0015 – 783	Bitter almond, fruit, vanilla	AIHA
Benzeen	71-43-2	0.47 – 313	Aromatic, sweet, solvent, empyreumatic	AIHA
Benzeen	71-43-2	1.57 – 25.04		RIVM
Benzeenthioal	108-98-5	0.00003 – 0.00027	Putrid	AIHA
Benzochinon{p-}	106-51-4	0.011 – 0.10	Pungent	AIHA
Benzoylchloride	98-88-4	0.0021 – 0.0063	Pungent	AIHA
Benzylacetaat	140-11-4	0.00016 – 22	Pears, plastic, etherous, anise	AIHA
Benzylchloride	100-44-7	0.041 – 0.046	Pungent	AIHA
Bifenyl	92-52-4	0.00052 – 0.0095	Pleasant, butter-like	AIHA
Boriumtrifluoride	7637-07-2	1.5	Pungent	AIHA
Bromoform	75-25-2	0.19 – 15	Chloroform, sweet, suffocating	AIHA
Broom	7726-95-6	<0.0099 – 0.99	Alliaceous, sharp, irritating	AIHA
Butaan (alle isomeren)	106-97-8, 75-28-5	0.421 – 5048	Natural gas	AIHA
Butaandion	431-03-8	0.000002 – 2.9	Pleasant, buttery	AIHA
Butaanthioal	109-79-5	0.0000027 – 4.9	Skunk	AIHA
Butadieen{1,3-}	106-99-0	0.099 – 76	Aromatic, rubber	AIHA
Butanol{1-}	71-36-3	0.0033 – 990	Sweet, malty, alcohol, medicinal	AIHA
Butanol{2-}	78-92-2	0.043 – 94	Sweet, malty alcohol	AIHA
Butanol{t-}	75-65-0	3.3 – 957	Sweet alcohol	AIHA
Butanon{2-}	78-93-3	0.07 – 339	Sweet, sharp	AIHA
Buteen (alle isomeren)	106-98-9, 107-01-7, 590-18-1, 624-64-6, 25167-67-3, 115-11-7	0.362 – 2126	Petroleum	AIHA

Naam NL	CAS-nummer	Geurwaarden (ppm)	Odor Character	Bron
Butoxyethanol{2-}	111-76-2	0.08 – 0.35	Sweet, ester, musty	AIHA
Butoxyethylacetaat{2-}	112-07-2	0.107 – 0.99	Fruity	AIHA
Butyl-L-lactaat{n-}	138-22-7	0.0000000049	Mild	AIHA
Butylacetaat{iso-}	110-19-0	0.008 – 129	Sweet, ester, medicinal	AIHA
Butylacetaat{n-}	123-86-4	0.00013 – 368	Sweet, banana	AIHA
Butylacetaat{sec-}	105-46-4	0.0025 – 4.76	Fruity	AIHA
Butylacetaat{tert-}	540-88-5	0.008 – 1.31	Mild	AIHA
Butylacrylaat{n-}	141-32-2	0.00029 – 0.101	Sweet, rancid, plastic	AIHA
Butylamine{n-}	109-73-9	0.08 – 13.9	Sour ammonical	AIHA
Butyltolueen{p-tert-}	98-51-1	<5.031	Gasoline	AIHA
Butyraldehyde	123-72-8	0.0003 – 5.09	Pungent	AIHA
Carbonylsulfide	463-58-1	0.057 – 0.102	Unpleasant	AIHA
Chinoline	91-22-5	0.0057 – 5.3	Peculiar	AIHA
Chloor	7782-50-5	0.021 – 4.9	Suffocating, sharp, bleach	AIHA
Chlooracetofenon{2-}	532-27-4	0.016 - 0.111	Fruity	AIHA
Chloorbenzeen	108-90-7	0.087 - 13	Almond-like, shoe polish	AIHA
Chloordifluormethaan (FC22)	75-45-6	200192	Ethereal	AIHA
Chloordioxide	10049-04-4	15	Chlorine	AIHA
Chloorethaan	75-00-3	3.8 – 379	Pungent	AIHA
Chloorethaan	75-00-3	3.7		RIVM
Chloorethanol{2-}	107-07-3	0.36	Ethereal	AIHA
Chloortolueen{o-}	95-49-8	0.18 – 0.270	Aromatic	AIHA
Chloroform	67-66-3	0.102 – 1,413	Sweet, ethereal, suffocating	AIHA
Chloropreen{3-}	107-05-1	0.48 – 5.9	Pungent	AIHA
Chloropreen{beta-}	126-99-8	0.11 – 276	Rubber	AIHA
Citral	5392-40-5	0.000024 – 0.032	Lemon, flowery, citrus	AIHA
Cresol (som)	1319-77-3 o: 95-48-7 p: 93-51-6	0.0001 – 0.0022		RIVM
Crotonaldehyde	4170-30-3, 123-73-9	0.02 – 0.59	Pungent	AIHA
Cumeen	98-82-8	0.008 – 1.3	Sharp	AIHA
Cyanogeenchloride	506-77-4	0.994	Acid	AIHA
Cyclohexaan	110-82-7	0.52 – 784	Pungent	AIHA
Cyclohexanol	108-93-0	0.058 – 0.491	Camphorous	AIHA
Cyclohexanon	108-94-1	0.052 – 219	Sweet, sharp	AIHA
Cyclohexeen	110-83-8	0.18	Sweet	AIHA
Cyclohexylamine	108-91-8	2.42	Ammonia	AIHA
Cyclopentadien{1,3-}	542-92-7	1.8	Terpene-like, pine, fruit	AIHA
Decaboraan	17702-41-9	0.06	Pungent	AIHA
Deceen{1-}	872-05-9	6.45	Pleasant	AIHA
Di-ethylftalaat{p-}	84-66-2	0.036 – 0.363	–	AIHA
Di-n-butylamine	111-92-2	0.079 – 0.770	Amine	AIHA
Diacetonolcohol	123-42-2	0.27 – 13	Sweet	AIHA
Diallylamine	124-02-7	2	Disagreeable	AIHA
Diaminoethaan{1,2-}	107-15-3	1.3 – 4.5	Ammonia	AIHA
Diboraan	19287-45-7	1.8 – 3.5	Repulsive	AIHA
Dibroom-3-chloorpropaan{1,2-}	96-12-8	0.01 – 0.031	Irritating	AIHA
Dibroomethaan{1,2-}	106-93-4	<10	Sweet	AIHA
Dibutylftalaat	84-74-2	0.023	–	AIHA
Dichloorazijnzuur	79-43-6	0.044	–	AIHA



Naam NL	CAS-nummer	Geurwaarden (ppm)	Odor Character	Bron
Dichloorbenzeen{1,2-}	95-50-1	0.02 – 50	Camphor	AIHA
Dichloorbenzeen{1,4-}	106-46-7	0.121 – 15	Camphor, mothballs	AIHA
Dichloordifluormethaan	75-71-8	199790	Ethereal	AIHA
Dichloorethaan{1,1-}	75-34-3	49 – 1359	Chloroform, aromatic	AIHA
Dichloorethaan{1,1-}	75-34-3	49.41 – 148.24		RIVM
Dichloorethaan{1,2-}	107-06-2	4.3 – 988	Sweet	AIHA
Dichloorfenol{2,4-}	120-83-2	0.000041	Medicinal, phenolic, leather-like, fish sauce	AIHA
Dichlooroetheen{cis 1,2-}	156-59-2	0.08 – 10.09		RIVM
Dichlooroetheen{trans 1,2-}	156-60-5	0.08 – 10.09		RIVM
Dichlooroethyleen{1,2-} (alle isomeren)	156-60-5, 156-59-2, 540-59-0	277	Pleasant	AIHA
Dichloorpropaan{1,2-}	78-87-5	0.26 – 8.66	Sweet	AIHA
Dichloorpropeen{1,3-}	542-75-6	<0.99	Sweet, pungent	AIHA
Dicyaan	460-19-5	>500	Almonds	AIHA
Dicyclopentadien	77-73-6	0.00019 – 0.02	Sweet, sharp	AIHA
Diethanolamine	111-42-2	0.279	Ammonia, amine, rotten fish	AIHA
Diethyl Ketone	96-22-0	0.85 – 14	Acetone, fingernail polish remover	AIHA
Diethylamine	109-89-7	0.0033 – 14.3	Musty, fishy, amine	AIHA
Diethylaminoethanol{2-}	100-37-8	0.01 – 0.25	Amine, sharp, ammoniacal	AIHA
Diethylbenzenen (alle isomeren)	25340-17-4, 135-01-3, 105-05-5, 141-93-5	0.00038 – 0.071	–	AIHA
Diethyleenglycolmonoether	111-90-0	<0.219 – 1.09	Mild, pleasant	AIHA
Diethylether	60-29-7	0.165 – 1924	Anesthetic, etherous	AIHA
Difenylamine	122-39-4	0.022 – 0.188	Floral	AIHA
Difenylmethaan-4,4-diisocyaanaat	101-68-8	0.39	–	AIHA
Diisopropylamine	108-18-9	0.014 – 4.2	Amine, fishy	AIHA
Diisopropylether	108-20-3	0.017 – 0.053	Sweet	AIHA
Dimethylacetamide{N,N-}	127-19-5	48	Faint, ammonia	AIHA
Dimethylamine	124-40-3	0.00076 – 4.2	Ammoniacal, rotten fish	AIHA
Dimethylaniline{N,N-}	121-69-7	0.001 – 0.2	Oily	AIHA
Dimethylbenzyl hydroperoxide{alpha,alpha-}	80-15-9	0.0048	Sharp, irritating	AIHA
Dimethyldisulfide	624-92-0	0.00029 – 1.45	Garlic, putrid, asparagus	AIHA
Dimethylether	115-10-6	161 – 228	Ethereal	AIHA
Dimethylformamide	68-12-2	0.047 – 100	Fishy	AIHA
Dimethylheptanon-4{2,6-}	108-83-8	<0.103 – 1.6	Peppermint	AIHA
Dimethylhydrazine{1,1-}	57-14-7	<0.31 – 14	Fishy	AIHA
Dimethylsulfide	75-18-3	0.00012 – 8.11	Disagreeable, asparagus, putrid	AIHA
Dinitro-o-cresol{4,6-}	534-52-1	0.00049 - 0.00259	–	AIHA
Dioxaan{1,4-}	123-91-1	0.8 – 2609	Sweet alcohol	AIHA
Dioxolaan{1,3-}	646-06-0	16.8 – 63.4	–	AIHA
Dodecaanthiol{1-}	112-55-0	0.00000011 – 0.000097	Skunk	AIHA
Epichloorhydrine	106-89-8	0.08 – 12	Chloroform	AIHA
Epoxypropaan{1,2-}	75-56-9	10 – 199	Sweet	AIHA
Ethaan	74-84-0	20328 – 730973	–	AIHA
Ethaan-1,2-diol	107-21-1	5.12	–	AIHA
Ethaanthiol	75-08-1	0.0000087 – 18	Rotten cabbage	AIHA

Naam NL	CAS-nummer	Geurwaarden (ppm)	Odor Character	Bron
Ethanol	64-17-5	0.09 – 40334	Vinous, alcohol	AIHA
Ethanolamine	141-43-5	2.6 – 24	Ammonia	AIHA
Ethoxyethanol{2-}	110-80-5	0.3 – 49	Sweet, musty	AIHA
Ethoxyethylacetaat{2-}	111-15-9	0.048 – 0.13	Sweet, ester	AIHA
Ethylacetaat	141-78-6	0.09 – 190	Fruity, sweet, fingernail polish, etherous	AIHA
Ethylacrylaat	140-88-5	0.0000066 – 0.0032	Sweet, ester, plastic, alcohol, sharp, ammoniacal	AIHA
Ethylamine	75-04-7	0.027 – 3.5	Ammonia	AIHA
Ethylbenzeen	100-41-4	<0.002 – 18	Oily, solvent	AIHA
Ethylbenzeen	100-41-4	2.0 – 20.7		RIVM
Ethylbromide	74-96-4	2.7 – 3.6	Ethereal	AIHA
Ethyleen	74-85-1	17 – 1029	Grassy	AIHA
Ethyleenoxide	75-21-8	0.82 – 690	Sweet, olefinic	AIHA
Ethylformiaat	109-94-4	2.7 – 30	Aromatic	AIHA
Ethylideennorborneen	16219-75-3	0.007 – 0.08	Turpentine	AIHA
Ethylmorfoline{n-}	100-74-3	0.085 – 0.25	Ammonia	AIHA
Ethyl-tert-butylether (ETBE)	637-92-3	0.013		RIVM
Fenol	108-95-2	0.0045 – 1.95	Medicinal, acid, ink, creosote, empyreumatic	AIHA
Fenol	108-95-2	0.005 – 0.180		RIVM
Fenylpropeen{2-}	98-83-9	0.02 – 49.7	–	AIHA
Fluor	7782-41-4	0.097 – 0.19	Pungent	AIHA
Fluorwaterstof	7664-39-3	0.04	Highly corrosive, irritating	AIHA
Formaldehyde	50-00-0	0.027 – 9.770	Pungent	AIHA
Formaldehyde	50-00-0	0.024 – 8.140		RIVM
Fosfine	7803-51-2	0.01 – 5	Garlic	AIHA
Fosgeen	75-44-5	0.12 – 5.7	Hay like	AIHA
Ftaalzuuranhydride	85-44-9	0.053	Choking	AIHA
Furaldehyde{2-}	98-01-1	0.002 – 0.713	Bread, almond	AIHA
Furan	110-00-9	10.06	Strong	AIHA
Furfurylalcohol	98-00-0	8	Sweet, ether, alcohol	AIHA
Glutaaraldehyde	111-30-8	0.00037 – 0.039	–	AIHA
Halothaan	151-67-7	33	Chloroform	AIHA
Heptaan (alle isomeren)	142-82-5, 590-35-2, 565-59-3, 108-08-7, 591-76-4, 589-34-4	0.41 – 732	Gasoline	AIHA
Heptanon{2-}	110-43-0	0.00075 – 0.71	Sweet, mushroom	AIHA
Hexaan (alle isomeren, uitgezonderd Hexaan{n-})	107-83-5, 96-14-0, 75-83-2, 79-29-8	0.426 – 20	Gasoline	AIHA
Hexaan{n-}	110-54-3	1.50 – 248	Gasoline	AIHA
Hexaandiamine{1,6-}	124-09-4	0.00067	–	AIHA
Hexachloorcyclopentadien	77-47-4	0.15	Pungent	AIHA
Hexamethyleendiisocynaat	822-06-0	0.005 – 0.01	–	AIHA
Hexanol{1-}	111-27-3	0.0024 – 16	Green grass, plastic	AIHA
Hexanolactam{1,6-}	105-60-2	0.065	Mild	AIHA
Hexanon{2-}	591-78-6	0.024 – 1.15	Sweet, paint	AIHA
Hexeen{1-}	592-41-6	0.139	Petroleum	AIHA
Hexylacetaat{sec-}	108-84-9	<0.068 – 0.39	Banana, pear, fruity	AIHA
Hydrazine	302-01-2	3.0 – 4.0	Ammonia	AIHA

Naam NL	CAS-nummer	Geurwaarden (ppm)	Odor Character	Bron
Indeen	95-13-6	0.0027 – 0.0042	–	AIHA
Isoamylalcohol	123-51-3	0.00169 – 1.75	Sweet, malty, rancid, rubber	AIHA
Isobutyraldehyde	78-84-2	0.00034 – 0.139	Pungent	AIHA
Isooctylalcohol (mengsel van isomeren)	26952-21-6, 60435-70-3	0.0092 – 0.049	Faint, pleasant	AIHA
Isopreen	78-79-5	0.047 – 3.59	Aromatic	AIHA
Isopropylacetaat	108-21-4	0.160 – 41	Fruity	AIHA
Isopropylamine	75-31-0	0.025 – 0.70	Ammoniacal, amine	AIHA
Jodium	7553-56-2	0.973	Sharp, alliaceous	AIHA
Jodoform	75-47-8	0.000019 – 1.12	Chemical, etherish	AIHA
Kamfer (synthetisch)	76-22-2	0.0026 - 7.2	Camphorous	AIHA
Kooldioxide	124-38-9	39000 – 600136	–	AIHA
Koolstoftetrachloride / Tetra-chloormethaan	56-23-5	1.68 – 720	Sweet, ethereal, dry cleaner, aromatic	AIHA
Kresol (alle isomeren)	1319-77-3, 95-48-7, 108-39-4, 106-44-5	0.00005 – 0.0090	Creosote, phenol, irritating, smoky, empyreumatic, burnt plastic	AIHA
Limoneen	138-86-3	0.0018 – 0.31	Lemon, plastic, citrus, rubber, terpeny	AIHA
Maleinezuuranhydride	108-31-6	0.25 – 0.32	Acrid	AIHA
Mercaptoethanol{2-}	60-24-2	0.075	–	AIHA
Mesityloxyde	141-79-7	0.017 – 12	Sweet	AIHA
Methaan	74-82-8	2896197	–	AIHA
Methaanthiol	74-93-1	0.000000000000051 – 0.56	Rotten cabbage, garlic	AIHA
Methacrylzuur	79-41-4	0.54 – 2.84	Pungent	AIHA
Methanol	67-56-1	3.05 – 198686	Sour, sweet, alcohol	AIHA
Methoxy-2-Propylacetaat{1-}	108-65-6	0.0029 – 0.13	–	AIHA
Methoxyethanol{2-}	109-86-4	<0.096 – 90	Sweet alcohol	AIHA
Methyl 2-Cyaanacrylaat	137-05-3	0.99 – 2.97	–	AIHA
Methyl-2-pentanol{4-}	108-11-2	0.335 – 0.526	–	AIHA
Methyl-2-pentanone{4-}	108-10-1	0.03 – 16	Sweet, sharp	AIHA
Methyl-2-pyrrolidon{N-}	872-50-4	4.2 – 10	Amine	AIHA
Methyl-tert.-butylether (MTBE)	1634-04-4	0.03 – 0.17	Anesthetic	AIHA
Methyl-tert.-butylether (MTBE)	1634-04-4	0.09 – 0.47		RIVM
Methylacetaat	79-20-9	0.17 – 2,848	Fruity	AIHA
Methylacrylaat	96-33-3	0.003 – 0.025	Plastic, sharp, airplane glue	AIHA
Methylacrylnitril	126-98-7	2.95 – 6.9	–	AIHA
Methylamine	74-89-5	0.00075 - 4.8	Fishy	AIHA
Methylaniline{N-}	100-61-8	1.6 – 2.0	–	AIHA
Methylbutylacetaat{2-}	624-41-9	0.026 – 0.039	–	AIHA
Methylchloride	74-87-3	>10	Sweet, etherish	AIHA
Methylcyclohexaan	108-87-2	0.149	Petroleum	AIHA
Methylcyclohexanon{o-}	583-60-8	0.181	Acetone	AIHA
Methyleenchloride/ dichloor-methaan	75-09-2	1.2 – 440	Sweet	AIHA
Methylformiaat	107-31-3	67 – 2809	Ethereal	AIHA
Methylheptaan-3-on{5-}	541-85-5	5.9	Solvent, sharp	AIHA
Methylhexaan-2-on{5-}	110-12-3	0.0021 – 0.135	Sweet, sharp	AIHA
Methylisocyanaat	624-83-9	2.14	–	AIHA
Methylisopropylketon	563-80-4	0.51 – 4.8	Sweet, sharp	AIHA
Methylmethacrylaat	80-62-6	0.014 – 0.66	Plastic, sharp	AIHA
Methylnaftaleen{2-}	91-57-6	0.00069	–	AIHA

Naam NL	CAS-nummer	Geurwaarden (ppm)	Odor Character	Bron
Methylpentaan-2,4-diol{2-}	107-41-5	3.93	Mild, sweet	AIHA
Methylpropanol-1{2-}	78-83-1	0.01 – 165	Sweet, fusel, musty, alcohol, rubber, latex	AIHA
Methylpyridine{2-} & Methylpyridine{3-} & Methylpyridine{4-}	109-06-8, 108-99-6, 108-89-4	0.0026 – 0.0236	Strong, unpleasant	AIHA
Methylvinylketon	78-94-4	0.174	Pungent	AIHA
Methoxy-2-Propanol{1-}	107-98-2	8.39 – 33	Etherish, ammonia	AIHA
Methoxyethylacetaat	110-49-6	0.33 – 0.64	Sweet, ester	AIHA
Mierenzuur	64-18-6	0.52 – 340	Sharp	AIHA
Monochloorazijnzuur	79-11-8	0.013 – 0.155	–	AIHA
Monomethylhydrazine	60-34-4	1 – 3	Ammonia	AIHA
Morfoline	110-91-8	0.011 – 0.070	Fishy, amine	AIHA
Naftaleen	91-20-3	0.0019 – 1.02	Tar, creosote, mothballs, empyreumatic	AIHA
Naftaleen	91-20-3	0.0095 – 0.1500		RIVM
Naftylamine{1-}	134-32-7	0.024 – 0.050	–	AIHA
Naftylamine{2-}	91-59-8	0.24 – 0.32	–	AIHA
Nicotine	54-11-5	0.0099	–	AIHA
Nitrobenzeen	98-95-3	0.0004 – 29	Almonds, shoe polish, pungent	AIHA
Nitromethaan	75-52-5	50	–	AIHA
Nitropropan{1-}	108-03-2	7.7 – 140	–	AIHA
Nitropropan{2-}	79-46-9	4.94 – 288	Fruity	AIHA
Nitrosodimethylamine{N-}	62-75-9	0.0079 – 0.013	Faint	AIHA
Nonaan{n-}	111-84-2	2.3 – 21	Gasoline	AIHA
Octaan (alle isomeren)	111-65-9, 540-84-1, 86290-81-5	0.66 – 235	Gasoline, oil	AIHA
Octanol{1-}	111-87-5	0.0009 – 1.69	Penetrating	AIHA
Octeen{1-}	111-66-0	0.001 – 206	–	AIHA
Ozon	10028-15-6	0.0031 – 0.25	Pungent, thunderstorm	AIHA
Parathionmethyl	298-00-0	0.0012	Pungent	AIHA
Pentaan (alle isomeren)	78-78-4, 109-66-0, 463-82-1	1.29 – 1147	Sweet	AIHA
Pentaboraan	19624-22-7	0.97	Pungent	AIHA
Pentanol (alle isomeren)	71-41-0, 75-85-4, 75-84-3, 123-51-3, 137-32-6, 584-02-1, 598-75-4, 6032-29-7, 30899-19-5, 94624-12-1	0.0055 – 305	–	AIHA
Pentanon{2-}	107-87-9	0.028 – 65	Fingernail polish	AIHA
Pentylacetaat{iso-}	123-92-2	0.00075 – 366	Banana, fresh	AIHA
Pentylacetaat{n-}	628-63-7	0.007 – 43	Banana, etherous	AIHA
Perchlorylfluoride	7616-94-6	14.58	Sweet	AIHA
Piperdine	110-89-4	0.14 – <2	Pepper	AIHA
Propaan	74-98-6	1497 – 19964	Natural gas	AIHA
Propanol{1-}	71-23-8	<0.031 – 10172	Sweet alcohol	AIHA
Propanol{2-}	67-63-0	1.0 – 2197	Sharp, rubbing alcohol	AIHA
Propionaldehyde	123-38-6	0.001 – 101	Fruity	AIHA
Propionzuur	79-09-4	0.00099 – 4.65	Sour	AIHA
Propylacetaat{n-}	109-60-4	0.048 – 87	Sweet, ester	AIHA
Propyleen	115-07-1	10.1 – 99	Gassy, aromatic	AIHA

Naam NL	CAS-nummer	Geurwaarden (ppm)	Odor Character	Bron
Propyleendinitraat	6423-43-4	0.236	Disagreeable	AIHA
Propyleenglycol	57-55-6	5.14	–	AIHA
Pyridine	110-86-1	0.01 – 12	Burnt, pungent, nauseating	AIHA
Pyridine	110-86-1	0.003 – 0.280		RIVM
Salpeterzuur	7697-37-2	0.27	Suffocating	AIHA
Seleenwaterstof	7783-07-5	<0.3	Garlic	AIHA
Stikstofdioxide	10102-44-0	0.058 – 0.5	Bleach	AIHA
Styreen	100-42-5	0.0028 – 61	Sharp, sweet	AIHA
Styreen	100-42-5	0.02 – 0.70		RIVM
Terpentijn, olie & Monoterpenen	80-56-8, 127-91-3, 13466-78-9, 8006-64-2	0.00006 – 19	Turpentine, rosiny, pine tree, camphorous, fir needles	AIHA
Tetrabroomethaan{1,1,2,2-}	79-27-6	<0.99	Camphor, pungent	AIHA
Tetracarbonylnikkel	13463-39-3	0.5 – 3	Sooty	AIHA
Tetrachloorethaan{1,1,2,2-}	79-34-5	0.233 – 7.3	Solvent	AIHA
Tetrachloorethyleen (PER)	127-18-4	0.767 – 71	Etherish	AIHA
Tetrachloorethyleen (PER)	127-18-4	10000 – 100000		RIVM
Tetraethylorthosilicaat	78-10-4	3.6 – 85	Sweet alcohol	AIHA
Tetrahydrofuraan	109-99-9	0.092 – 61	Ether	AIHA
Thioglycolzuur	68-11-1	0.00021	Unpleasant	AIHA
Tolueen	108-88-3	0.021 – 157	Sour, burnt	AIHA
Tolueen	108-88-3	0.2 – 5.3		RIVM
Tolueendiisocynaat{2,4-} & Tolueendiisocynaat{2,6-}	584-84-9, 91-08-7	0.02 – 2	–	AIHA
Toluidine{m-}	108-44-1	0.46 – 5.9	Empyreumatic	AIHA
Toluidine{o-}	95-53-4	0.025 – 6.6	Aromatic, amine, empyreumatic	AIHA
Toluidine{p-}	106-49-0	0.027 – 3.2	Amine, empyreumatic	AIHA
Trichloorazijnzuur	76-03-9	0.24 – 0.37	–	AIHA
Trichloorbenzeen{1,2,4-}	120-82-1	2.96	Aromatic	AIHA
Trichloorethaan{1,1,1-}	71-55-6	0.97 – 715	Sweet, etherish	AIHA
Trichloorethaan{1,1,1-}	71-55-6	16.5 – 165.0		RIVM
Trichloorethyleen	79-01-6	0.5 – 167	Ether, solvent	AIHA
Trichloorethyleen	79-01-6	0.1900 – 9.300		RIVM
Trichloorfluormethaan (FC11)	75-69-4	5 – 200057	–	AIHA
Trichloornitromethaan	76-06-2	1.09	Chlorine	AIHA
Triethanolamine	102-71-6	>10	Mild, ammonia	AIHA
Triethylamine	121-44-8	0.005 – 2.9	Fishy, amine	AIHA
Trimethylamine	75-50-3	0.00002 – 1.82	Fishy, pungent	AIHA
Trimethylbenzeen (alle isomeren)	95-63-6, 108-67-8, 526-73-8, 25551-13-7	0.006 – 2.4	Aromatic	AIHA
Trimethylcyclohexanon-2{3,5,5-}	78-59-1	0.0003 – 0.19	Sharp	AIHA
Trimethylfosfiet	121-45-9	0.000099	Pungent	AIHA
Valeriaanaldehyde	110-62-3	0.0004 – 4.97	Sickening, rancid, decayed	AIHA
Vanilline	121-33-5	0.00000016 – 0.0929	Vanilla, caramel, sweet	AIHA
Vinylacetaat	108-05-4	0.12 – 0.4	Sour, sharp	AIHA
Vinylchloride	75-01-4	203 – 356	Sweet	AIHA
Vinylchloride	75-01-4			RIVM
Vinylideenchloride (Dichlooretheen{1,1-})	75-35-4	50 – 1387	Chloroform	AIHA

Naam NL	CAS-nummer	Geurwaarden (ppm)	Odor Character	Bron
Vinylideenchloride (Dichlooretheen{1,1-})	75-35-4	190 - 496		RIVM
Waterstofcyanide	74-90-8	0.009 – 5.43	Almonds	AIHA
Xyleen (alle isomeren)	1330-20-7, 95-47-6, 108-38-3, 106-42-3	0.012 – 316	Sweet, empyreumatic	AIHA
Xyleen (som)	1330-20-7	400 – 8000		RIVM
Zoutzuur	7647-01-0	0.06 – 10	Sharp, irritating	AIHA
Zuurstofdifluoride	7783-41-7	0.0996	Strong, peculiar	AIHA
Zwaveldioxide	7446-09-5	0.33 - 8	Metallic	AIHA
Zwaveldioxide	7446-09-5	0.31 – 3.05		RIVM
Zwavelhexafluoride	2551-62-4	4017527	–	AIHA
Zwavelkoolstof	75-15-0	0.016 – 32	Vegetable, sulfide, medicinal	AIHA
Zwavelwaterstof	7783-06-4	0.00004 – 1.4	Rotten eggs	AIHA
Zwavelzuur	7664-93-9, 8014-95-7	0.15	–	AIHA