



Commando DienstenCentra
Ministerie van Defensie

Directie Militaire Gezondheidszorg

Dincklaan 135
2516 BA Den Haag

Bedrijfsgroep
Gezondheidszorg
Coördinatiecentrum Expertise
A&G

Korte Molenweg 3
MPC 55 R
Postbus 185
3940 AD Doorn
www.defensie.nl/cdc

Contactpersoon

nota

Rapport Luchtkwaliteit Afghanistan

Hierbij bied ik u aan de definitieve versie van het rapport Luchtkwaliteit
Afghanistan, gedateerd 27 juli 2012.

Datum

31 juli 2012

Onze referentie

2012054409

Bij beantwoording datum,
onze referentie en onderwerp
vermelden.

Directeur Coördinatiecentrum Expertise Arbeidsomstandigheden & Gezondheid

Kolijnel



Luchtkwaliteit Afghanistan

Een overzicht van onderzoeksresultaten

Versie 4.0

Datum	27 juli 2012
Status	Definitief

Colofon

Bedrijfsgroep Gezondheidszorg

Coördinatiecentrum Expertise Arbeidsomstandigheden en
Gezondheid (CEAG)

Korte Molenweg 3
Postbus 185
3940 AD Doorn

Auteurs

Contactpersoon

Versie	4.0
Opdrachtgever	HDP/DMG
Projectnummer	2011050174

Samenvatting

In de afgelopen jaren zijn veelvuldig luchtmetingen uitgevoerd in Afghanistan door Nederland en coalitiepartners om de mogelijke blootstelling en de risico's voor militairen zo goed mogelijk in kaart te brengen. Op verzoek van de Hoofd Directeur Personeel (HDP) is een overzicht gemaakt van de onderzoeksresultaten betreffende de luchtkwaliteit in Afghanistan. De focus bij deze onderzoeken ligt voornamelijk op de blootstelling aan fijn stof (PM10 en PM2,5) en de emissie van verbrandingsprocessen.

Blootstelling aan fijn stof kan leiden tot respiratoire en cardiovasculaire aandoeningen en kan resulteren in vroegtijdig overlijden. Emissie van verbrandingsprocessen kan een breed spectrum aan klachten veroorzaken, afhankelijk van de mate, duur en samenstelling van de blootstelling.

Ondanks de grote hoeveelheid beschikbare wetenschappelijke gegevens zijn er nog veel lacunes in de kennis en is het moeilijk gebleken een causale relatie vast te stellen tussen blootstelling en gezondheidseffecten. Op het gebied van blootstelling aan zeer kleine deeltjes (Ultra Fine Particles) en de combinatietoxicologie ligt eveneens nog een uitdaging.

De blootstelling aan fijn stof in Afghanistan is hoger dan in Nederland. Er is een grote spreiding in de gemeten concentraties fijn stof, mede beïnvloed door meteorologische (seizoensgebonden) omstandigheden en situationele factoren (o.a. locatie, werkzaamheden). De representativiteit van de gemeten concentraties voor niet bemeeten periodes is daarom beperkt en compliceert de (chronische) risicobeoordeling.

Door blootstelling aan fijn stof zoals die zich in Afghanistan voordoet zijn omkeerbare, acute effecten te verwachten, zoals prikkende ogen, hoesten en kortdurende luchtwegklachten. Op basis van de op dit moment beschikbare informatie is het niet aannemelijk dat in de, relatief gezonde, militaire populatie veel chronische effecten zullen optreden. Echter, het is niet uit te sluiten dat bij gevoelige individuen, in het bijzonder personen met hart- en luchtwegaandoeningen, klachten optreden of verergeren door blootstelling aan fijn stof.

Er is onvoldoende bewijs om een uitspraak te kunnen doen over de mogelijke lange termijn effecten door blootstelling van militairen aan de emissie van burnpits. Hoewel geen van de emissieproducten in concentraties lijkt voor te komen waarbij gezondheidseffecten te verwachten zijn, is het onduidelijk of er bij blootstelling aan mengsels sprake kan zijn van een additief effect.

In de praktijk blijkt het complex te zijn om een betrouwbare risicobeoordeling in uitzendgebied te kunnen uitvoeren. Naast inzage in langdurige (individuele) blootstellingpatronen wordt tevens aandacht gevraagd voor standaardisatie en harmonisatie van meetstrategieën, de afleiding van militaire grenswaarden, de opzet van health surveillance programma's, evenals de bevordering van internationale samenwerking gericht op gegevensuitwisseling en risicocommunicatie.

Inhoud

Samenvatting	3
Inhoud	5
1 Inleiding	7
1.1 Leeswijzer	7
2 De Nederlandse missies in Afghanistan	9
2.1 Voorbereiding missie	9
2.2 Tijdens de missie	10
2.3 Na de missie	10
3 Gezondheidsrisico's	11
3.1 Gezondheidseffecten door blootstelling aan fijn stof	11
3.1.1 Deeltjesgrootte en samenstelling	11
3.1.2 Environmental Protection Agency (EPA)	12
3.1.3 World Health Organization (WHO)	15
3.1.4 Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)	15
3.2 Verbrandingsproducten en gezondheidseffecten	16
4 Methodiek risicobeoordeling	19
5 Overzicht Nederlands Defensie onderzoek	23
5.1 Pol e Khomri, 2005-2006	23
5.2 KAIA, 2005	25
5.3 KAIA, 2006	26
5.4 Tarin Kowt, 2008-2010	27
5.5 KAF, 2010	28
5.6 Kunduz en Mazar-e-Sharif, 2011	30
5.7 Beschouwing	32
6 Buitenlands onderzoek	35
6.1 Recente studies	35
6.1.1 Blootstelling Afghanistan	35
6.1.2 Studie opzet	37
6.2 Beschouwing meetgegevens	38
6.3 Risicobeoordeling	41
7 Risicobeoordeling en epidemiologisch onderzoek NATO-Partners inclusief Nederland	43
7.1 Incidentie van respiratoire aandoeningen tijdens de missie	43
7.2 Disease surveillance	45
7.3 Risicobeoordelingen US DoD	46
7.3.1 Risicobeoordeling blootstelling burnpit Balad Air Base, Irak	46
7.3.2 Epidemiologische Studies Burnpits	46
7.3.3 Conclusie studies	47
7.4 Institute of Medicine	47
7.5 Andere door de DOD/VA gesponsorde studies	48

8	Discussie	50
9	Conclusies en aanbevelingen	53
10	Referenties	55
	Bijlage A Blootstellingsgegevens Nederlands Defensie onderzoek	61
	Bijlage B Blootstellingsgegevens buitenlands Defensie onderzoek	68
	Bijlage C Emissie en gezondheidseffecten afvalverbranding	76
	Bijlage D Risicobeoordelingen en epidemiologische onderzoeken NAVO-partners	79

1 Inleiding

Op verzoek van de Hoofd Directeur Personeel (HDP) is dit overzicht gemaakt van onderzoeksresultaten aangaande de luchtkwaliteit in Afghanistan, uitgevoerd door Nederland en coalitiepartners. De luchtkwaliteit in uitzendgebieden heeft de aandacht van de Tweede Kamer en vakbonden. In 2010 zijn onder meer Kamervragen beantwoord over blootstelling aan stof en zware metalen (ah-tk-20092010-3122) en de uitstoot van verbrandingsovens in Afghanistan (ah-tk-20102011-799).

De verhoogde politieke aandacht werd veroorzaakt doordat in het laatste jaar van de inzet in Uruzgan en Kandahar diverse media berichten verschenen over militairen die naar Irak en/of Afghanistan uitgezonden waren geweest en mogelijk als gevolg van de luchtkwaliteit gezondheidsklachten hadden (1, 2). Het betrof hier vooral berichten over gezondheidsklachten van buitenlandse militairen. In de VS kreeg de blootstelling van militairen aan de emissie van burnpits de meeste media aandacht.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de verschillende Nederlandse missies in Afghanistan en een beschrijving hoe voor, tijdens en na de missies met gezondheidsrisico's wordt omgegaan.

In hoofdstuk 3 worden de mogelijke gezondheidseffecten besproken op basis van de laatste wetenschappelijke inzichten. Hierbij ligt de focus voornamelijk op de blootstelling aan fijn stof en de verbrandingsproducten van afval omdat deze een belangrijk aandeel hebben in de luchtverontreinigingen in uitzendgebied. De hiervoor gebruikte informatie is voornamelijk afkomstig uit risicoanalyses die door vooraanstaande instituten zoals de US Environmental Protection Agency (EPA), World Health Organization (WHO) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) zijn uitgevoerd.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het proces van de risicobeoordeling en de daarbij gebruikte normen.

In hoofdstuk 5 en 6 worden de meetdata van de onderzoeken naar de luchtkwaliteit in Afghanistan weergegeven. Er wordt zowel een overzicht gegeven van onderzoeken die door de Nederlandse Defensie Organisatie zijn uitgevoerd (hoofdstuk 5) als ook van de beschikbare resultaten van onderzoeken zoals uitgevoerd door NAVO-partners (hoofdstuk 6).

De in hoofdstuk 3 beschreven risicoanalyses zijn uitgevoerd voor de algemene bevolking. Het is van belang de conclusies te extrapoleren naar de militaire, zoals

wordt beschreven in hoofdstuk 7. Het verschil in populatiekarakteristieken en het verschil in de aard, mate en duur van de blootstelling dienen in een risicoanalyse voor de militaire populatie te worden meegenomen. Hiertoe worden de risicoanalyses die onder andere door het Public Health Command van de US DoD zijn uitgevoerd besproken. Deze risicoanalyses zijn door objectieve partijen zoals de Defense Health Board en het Institute of Medicine in de US geëvalueerd. Deze evaluaties worden tevens in hoofdstuk 7 besproken.

In hoofdstuk 8 worden de mogelijkheden en beperkingen van de onderzoeken en beschikbare gegevens bediscussieerd gevolgd door conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 9 voor verdergaande optimalisatie van het risicobeoordelingsproces in het uitzendgebied.

Vanwege de hoeveelheid beschikbare gegevens en informatie worden in het rapport de resultaten van de onderzoeken besproken en zijn de ondersteunende en achterliggende gegevens in de verschillende bijlagen opgenomen.

2 De Nederlandse missies in Afghanistan

Nederlandse militairen zijn in het kader van verschillende missies sinds 2002 werkzaam geweest in diverse gebieden in Afghanistan. Zo zijn gedurende de afgelopen negen jaar Nederlandse militairen ingezet in Kabul (HQ ISAF), Pol e Khomri (PRT in Baghlan), Mazar-e-Sharif (verkiezingsondersteuning), Kandahar, de provincie Uruzgan (Nederlandse ondersteuning en gebiedsverantwoordelijkheid RC(S) ISAF stage III), Mazar-e-Sharif en Kunduz. Deze laatste twee plaatsen betreffen de huidige Geïntegreerde Politie Trainingsmissie in Noord Afghanistan. Het grootste contingent personeel is in het kader van de Task Force Uruzgan in Afghanistan ingezet. Tijdens deze missie zijn gedurende vier jaar (2006-2010) in totaal ongeveer 19.000 militairen in het inzetgebied actief geweest (3). Per roulatie waren permanent ongeveer 2.000 Nederlandse militairen aanwezig.

2.1 Voorbereiding missie

Zoals bij alle inzet van Nederlands personeel wordt voorafgaand aan de missie door de J4Med van de Directie Operaties een geneeskundige risicoanalyse opgesteld. Het opstellen van de risicoanalyse geschiedt conform de Operationeel Geneeskundige Planningsrichtlijn (HMA 017). Initieel wordt voor het opstellen van de risicoanalyse door de DOPS J4MED gebruik gemaakt van zowel open als gerubriceerde (literatuur)bronnen om tot een geneeskundige dreigingsanalyse te komen. Gedurende het planningsproces zal de dreigingsanalyse, door aanvullingen (o.a. Fact Finding missie en verkenningen) steeds gedetailleerder worden uitgewerkt. Ook in het kader van inzet op verschillende locaties in Afghanistan is een dergelijke dreigingsanalyse gemaakt. Hieruit bleek dat door klimatologische omstandigheden en milieufactoren, die van invloed zijn op de luchtkwaliteit, mogelijk gezondheidsrisico's zouden kunnen optreden. De in de dreigingsanalyse gedefinieerde gezondheidsrisico's zijn tijdens de verkenningen voor de diverse missies in Afghanistan onderzocht.

Voor een goede voorbereiding van het personeel op inzet, volgen de uit te zenden militairen een Missie Gerichte Opleiding of Missie Gerichte Instructie (MGO/MGI). Aan de hand van de geneeskundige dreigingsanalyse wordt input geleverd aan de inhoud van de MGO/MGI. Tijdens de lessen Hygiëne en Preventieve Gezondheidszorg (HPG) wordt onder andere aandacht besteed aan de luchtkwaliteit in het missiegebied. Tevens wordt het kledingpakket en de uitrusting voor de missie vastgesteld. In het kader van de inzet in Afghanistan werden stofmaskers (P3) in het pakket opgenomen en beschikbaar gesteld in het inzetgebied.

2.2 Tijdens de missie

Gedurende het verblijf van Nederlandse militairen in Afghanistan is permanent personeel aanwezig geweest, zoals specialisten Hygiëne en Preventieve Gezondheidszorg (HPG specialisten) en artsen, die de opgestelde dreigingsanalyse periodiek toetst. Rapportages daarover verschenen enerzijds in situatie rapporten (SITREPS) die dagelijks en/of wekelijks opgesteld werden en anderzijds in specifieke onderzoeksrapportages. De resultaten gaven een consistent beeld voor wat betreft de conclusies op het gebied van luchtkwaliteit en de mogelijke effecten op de gezondheid.

Mede door de verhoogde media aandacht is ook bij Nederlandse militairen die in Afghanistan werden ingezet onrust ontstaan. Dit gaf aanleiding tot extra voorlichting van betrokken personeel, zowel in het inzetgebied als in Nederland. Hierbij is gebruik gemaakt van folders en voorlichtingssessies in het inzetgebied, tijdens de adaptatie en bij de lessen HPG bij de MGO/MGI. De informatie voor deze voorlichting werd ontleend aan de verschillende beschikbare (inter)nationale onderzoeksrapporten.

2.3 Na de missie

Militairen met gezondheidsklachten of gezondheidsvragen kunnen zowel in het uitzendgebied, op de adaptatielocatie, als in Nederland terecht bij de Militair Geneeskundige Dienst. Daarnaast wordt zes maanden na iedere uitzending aan militairen, die minimaal 30 dagen aaneengesloten uitgezonden zijn geweest, een vragenlijst aangeboden. Door middel van deze nazorgvragenlijsten kan een beeld van gezondheidsklachten verkregen worden. Bij rapportage van langdurige klachten worden militairen door de arts benaderd en kan zo nodig een hulpaanbod worden gedaan.

3 Gezondheidsrisico's

Militairen worden tijdens missies regelmatig blootgesteld aan diverse luchtverontreinigingen waaronder de uitstoot van industrieën, voertuigen en afvalverbranding. Deze bronnen produceren naast de chemische componenten ook in meer of mindere mate fijn stof. Daarnaast worden de militairen ook blootgesteld aan fijn stof van geologische oorsprong. Zandstormen zijn in het middenoosten een regelmatig voorkomend fenomeen en komen 20-50 dagen per jaar voor, voornamelijk in de lente en zomermaanden (4).

Verschillende onderzoeken zijn verricht naar de mogelijke gezondheidseffecten bij militairen door luchtverontreinigingen in uitzendgebieden. Hierbij is vooral aandacht besteed aan de blootstelling aan fijn stof en de verbrandingsproducten van burnpits.

In dit hoofdstuk wordt eerst een overzicht gegeven van de laatste wetenschappelijke ontwikkelingen op het gebied van mogelijke gezondheidsrisico's bij blootstelling aan fijn stof (Particulate Matter, PM). Hierbij is vooral gebruik gemaakt van de analyses die door vooraanstaande instituten zoals de Environmental Protection Agency (EPA), de WHO en het RIVM zijn uitgevoerd.

Vervolgens worden separaat de mogelijke gezondheidsrisico's bij blootstelling aan emissie van burnpits beschreven.

3.1 Gezondheidseffecten door blootstelling aan fijn stof

3.1.1 *Deeltjesgrootte en samenstelling*

Om de risico's van blootstelling aan fijn stof te kunnen beoordelen is het van belang inzicht te hebben in de deeltjesgrootte (PM_{2,5}, PM₁₀, UFP)¹, de samenstelling van het stof, de concentratie en de duur van de blootstelling.

Er is een onderscheid te maken tussen de effecten na blootstelling aan fijne deeltjes (PM_{2,5} en UFP), die vaak afkomstig zijn van gemotoriseerd verkeer en andere bronnen veroorzaakt door menselijk handelen, en de grovere deeltjes (PM₁₀) die vaker van geologische oorsprong zijn. Over het algemeen worden de fijnere deeltjes als meest gezondheidsrelevant beschouwd. Deze deeltjes dringen dieper de longen

¹

PM: Particulate Matter= fijn stof

PM₁₀: deeltjes die gelijk of kleiner zijn dan 10 micrometer; deeltjes die groter zijn zullen over het algemeen niet in de longen terecht komen.

PM_{2,5}: deeltjes die gelijk of kleiner zijn dan 2,5 micrometer.

Ultrafine Particles: deeltjes die kleiner zijn dan 0,1 micrometer.

in en kunnen meer schade aanrichten door onder andere ontstekingsreacties te veroorzaken en de zuurstofuitwisseling te beïnvloeden (5). Van het totaal aantal fijn stof deeltjes bestaat vaak een substantieel deel uit Ultra Fine Particles, tot wel 90% (6).

Niet alleen de deeltjesgrootte is van belang maar ook de samenstelling van de deeltjes; deze kan per uitzendlocatie variëren. Onder andere de fysische, chemische maar ook biologische samenstelling van stof uit Irak en Koeweit is gekarakteriseerd. De relevantie van de biologische component op de gezondheid is nog onduidelijk (7). De publicaties van Engelbrecht (8, 9) worden ook in hoofdstuk 6 besproken. Zie ook voor verdere analyse Griffin (10).

Met stof uit het uitzendgebied zijn toxiciteitstesten uitgevoerd. In laboratorium onderzoek is fijn stof uit Kamp Buehring in Koeweit direct in de longen van ratten gebracht (11). Hierbij werden alleen acute effecten gevonden die vooral irritatie gerelateerd waren. Er werden geen lange termijn effecten gevonden. Ook bij toxiciteitstesten met fijn stof afkomstig van andere locaties werden acute effecten gezien maar de blootstelling was te kort en er was niet voldoende bewijs om een uitspraak te kunnen doen over de lange termijn effecten (12).

3.1.2 *Environmental Protection Agency (EPA)*

Het is algemeen geaccepteerd dat door de blootstelling aan fijn stof in steden, afkomstig van uitlaatgassen, het risico op hartaandoeningen en acute respiratoire klachten wordt verhoogd. Door de WHO wordt ook een toename in longkanker genoemd. Opwaaiend bodemstof (PM₁₀) wordt veelal geassocieerd met het ontstaan van acute effecten, een verhoogde incidentie van astma en het vergeren van COPD. De wetenschappelijke ontwikkelingen gaan echter snel en daarom is het noodzakelijk de implicaties van onderzoeksresultaten telkens weer te evalueren.

In december 2009 is door de EPA in de VS een evaluatie gepubliceerd waarin men, na uitgebreid literatuur onderzoek, een uitspraak doet over de causale relatie tussen de blootstelling aan fijn stof en de gezondheidseffecten op de algemene bevolking in de VS (13). Deze Integrated Science Assessment (ISA) is een evaluatie van alle relevante epidemiologische, toxicologische en klinische studies die in de afgelopen jaren zijn gepubliceerd.

De resultaten van de ISA worden vervolgens als uitgangspunt gebruikt bij de herziening van de National Air Quality Standards (NAAQs). De NAAQs zijn richtlijnen ter bescherming van de gehele Amerikaanse bevolking waaronder dus ook kinderen, ouderen en astmatici. Aangezien op dit moment de ISA de meest recente en uitgebreide evaluatie geeft wordt hier beknopt het evaluatieproces weergegeven alsmede de conclusie.

De ISA heeft recent wetenschappelijk onderzoek beoordeeld op het ontstaan van gezondheidseffecten bij lang- en kortdurende blootstelling aan fijn stof, met

aandacht voor de dosis respons relatie, de sensitieve bevolkingsgroepen en het werkingsmechanisme. Gekeken werd naar de effecten op de verschillende toxicologische eindpunten, waaronder cardiovasculaire effecten, respiratoire effecten, effecten op het centraal zenuwstelsel, mortaliteit, effecten op de reproductie en ontwikkeling, carcinogene, mutagene en genotoxische effecten. De EPA hanteert bij de beoordeling van de causale relatie vijf categorieën: Causal; Likely to be Causal; Suggestive; Inadequate; Suggestive of no causal relation ². In Tabel 1 staan de conclusies van de EPA vermeld. Onderscheid werd gemaakt tussen de blootstelling aan PM_{2,5}, Ultra Fine Particles (UFP) en deeltjes in de range van PM_{10-2,5}.

De belangrijkste conclusie is dat er een causale relatie bestaat tussen de blootstelling aan PM_{2,5} en cardiovasculaire klachten en mortaliteit, zowel bij korte als langdurige blootstelling. Er bestaat *waarschijnlijk* een causale relatie tussen de blootstelling aan PM_{2,5} en acute en chronische respiratoire klachten.

Opmerkelijk is dat ondanks de vele studies er nog niet voldoende bewijs is om een definitieve causale relatie vast te stellen tussen blootstelling aan fijn stof en respiratoire klachten. Daarnaast is er bij de blootstelling aan de fractie PM_{10-2,5} voor geen van de effecten een causale relatie gevonden. Men heeft daarom de NAAQ standaard voor de lange termijn blootstelling afgeschaft; bij blootstelling aan PM₁₀ worden alleen acute klachten verwacht. Een verhoogd risico op kanker wordt alleen bij lange termijn blootstelling aan PM_{2,5} gesuggereerd.

Een relatie tussen blootstelling aan PM_{2,5} en de volgende cardiovasculaire effecten wordt gevonden: congestieve hartinsufficiëntie, verhoogd risico op stolsels, vernauwing van de vaten en een verhoogd risico op atherosclerose. Personen met een onderliggende hartaandoening kunnen pijn op de borst ervaren, ritmestoornissen, kortademigheid en vermoeidheid. De blootstelling aan PM_{2,5} wordt geassocieerd met een verhoogd risico op een hartinfarct.

De respiratoire effecten waarvoor een mogelijke relatie met PM_{2,5} werd gevonden zijn: hoesten, verdikt speeksel, kortademigheid, benauwdheid op de borst, allergische rhinitis. Blootstelling kan astma en bronchitis verergeren. Men kan ook gevoeliger worden voor luchtweginfecties.

Tabel 1 Summary of PM causal determinations by exposure duration and health outcome (Integrated Science Assessment EPA, Dec 2009)

²

1. Causal: Het bewijs is voldoende om te concluderen dat er een causale relatie bestaat
2. Likely to be causal: Het bewijs is voldoende om te concluderen dat er een waarschijnlijk een causale relatie bestaat
3. Suggestive: Het bewijs suggereert dat er een causale relatie kan bestaan,
4. Inadequate: Het bewijs is onvoldoende sterk om te kunnen om een causale relatie te kunnen vaststellen.
5. Suggestive of no causal relationship: Het bewijs suggereert dat er geen causale relatie bestaat.

Size Fraction	Exposure	Outcome	Causality Determination
PM 2.5	Short-term	Cardiovascular effects	Causal
		Respiratory Effects	Likely to be causal
		Central Nervous System Mortality	Inadequate
		Causal	Causal
	Long-term	Cardiovascular effects	Causal
		Respiratory Effects	Likely to be causal
		Mortality	Causal
		Reproductive and developmental	Suggestive
		Cancer, Mutagenicity, Genotoxicity	Suggestive
		Causal	Suggestive
PM 10-2.5	Short-term	Cardiovascular effects	Suggestive
		Respiratory Effects	Suggestive
		Central Nervous System Mortality	Inadequate
		Suggestive	Suggestive
	Long-term	Cardiovascular effects	Inadequate
		Respiratory Effects	Inadequate
		Mortality	Inadequate
		Reproductive and developmental	Inadequate
		Cancer, Mutagenicity, Genotoxicity	Inadequate
		Inadequate	Inadequate
UFP's	Short-term	Cardiovascular effects	Suggestive
		Respiratory Effects	Suggestive
		Central Nervous System Mortality	Inadequate
		Inadequate	Inadequate
	Long-term	Cardiovascular effects	Inadequate
		Respiratory Effects	Inadequate
		Mortality	Inadequate
		Reproductive and developmental Cancer, Mutagenicity, Genotoxicity	Inadequate

Uit Tabel 1 blijkt dat er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een uitspraak te kunnen doen over de te verwachten gezondheidseffecten na blootstelling aan Ultra Fine Particles (UFPs). UFPs komen veel dieper in de longen terecht dan de fracties PM_{2,5} en PM₁₀; het is nog onduidelijk hoe en in welke mate UFPs daar schade veroorzaken. De hypothese bestaat dat UFPs via de longen in de bloedbaan terecht kunnen komen en mogelijk cardiovasculaire en neurologische klachten kunnen veroorzaken (7). Daarnaast is de deeltjesconcentratie (het aantal deeltjes) van UFPs vaak groter en hebben deze deeltjes een groter totaal oppervlak waardoor er meer verontreinigingen aan het oppervlak kunnen worden geabsorbeerd (6).

Er zijn wel humane blootstellingsstudies onder beheerste omstandigheden en toxicologische studies met UFPs uitgevoerd, maar de epidemiologische gegevens

zijn te gering en inconsistent om een relatie te kunnen vaststellen. De meeste studies richtten zich voornamelijk op de blootstelling aan diesel emissie waardoor het moeilijk te onderscheiden is of de UFPs, de grovere deeltjes of de gasvormige componenten de effecten veroorzaken. In de blootstellingsstudies werden effecten op het hart en de respiratoire functie gevonden en de toxicologische studies toonden een verhoging van de oxidatieve stress, ontstekingen en allergische reacties (13).

De EPA heeft in 2011 een literatuuronderzoek gepubliceerd waarin getracht is de groepen binnen de bevolking te identificeren die meer gevoelig zijn voor blootstelling. De volgende kenmerken werden geïdentificeerd: fase van het leven (vooral kinderen en ouderen), onderliggende hart- en vaataandoeningen, onderliggende respiratoire aandoeningen, genetisch polymorfismen (gedifferentieerd gen) met als resultaat een verschil in enzymatische activiteit, en lage sociaal economische status. Minder zwaarwegend bewijs werd gevonden voor diabetes patiënten, COPD patiënten, en mensen met overgewicht (14).

3.1.3 *World Health Organization (WHO)*

De WHO heeft in 2005 eenzelfde soort evaluatie als de EPA gedaan voor het vaststellen van de Air Quality Guidelines (WHO). Deze Air Quality Guidelines (AQG's) zijn niet bindend maar dienen als richtlijn (15). In dit proces zijn nieuwe gegevens beoordeeld die wereldwijd beschikbaar waren. De AQG's zijn vastgesteld voor gebruik over de hele wereld en de verschillen in blootstelling tussen de diverse regio's zijn hierin meegenomen. Niet alleen de concentraties zullen wereldwijd sterk verschillen maar ook de deeltjesgrootteverdeling en daarmee dus de te verwachten effecten. Schattingen geven aan dat wereldwijd ongeveer 800.000 mensen vroegtijdig overlijden en dat 6 miljoen "years of life lost" per jaar kunnen worden toegekend aan luchtverontreinigingen in grote steden.

De conclusies van de WHO met betrekking tot de gezondheidseffecten komen overeen met wat de EPA heeft gepubliceerd. Eén van de belangrijkste conclusies was echter dat er geen concentratie is vast te stellen waarbij geen gezondheidseffecten te verwachten zijn. De richtlijnen zullen dus op individueel niveau de mensen niet compleet beschermen tegen alle mogelijke gezondheidseffecten. De vastgestelde richtlijnen zijn het resultaat van een afweging tussen de risico's en wat economisch haalbaar is.

De WHO heeft ondanks het toxicologische bewijs dat UFPs nadelige effecten kunnen hebben, nog geen richtlijn voor UFPs vastgesteld vanwege het ontbreken van voldoende epidemiologisch bewijs.

3.1.4 *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)*

Zoals vermeld hebben de richtlijnen van de WHO betrekking op de hele wereldbevolking en de conclusies van de EPA hebben vooral betrekking op de blootstellingsniveaus die in de VS zijn gemeten en de consequentie ervan voor de Amerikaanse populatie.

In Nederland is het RIVM verantwoordelijk voor onderzoek naar gezondheidseffecten die kunnen optreden onder de Nederlandse bevolking. Hierbij zijn de ontwikkelingen en de richtlijnen die binnen de EU zijn vastgesteld van grote invloed. In het rapport *"Fijn stof nader bekeken"* van het RIVM (2005) wordt het volgende gesteld met betrekking tot mogelijke gezondheidseffecten (5):

- *Epidemiologische studies wijzen uit dat in Nederland jaarlijks 2300 tot 3500 mensen vervroegd overlijden aan alleen al de acute effecten ten gevolge van blootstelling aan fijn stof. De duur van deze levensverkorting is vermoedelijk kort: enkele dagen tot maanden. Dergelijke resultaten zijn niet alleen in Nederland, maar overal op de wereld gevonden en ze zijn vrij robuust. Op basis van de lange termijn effecten na chronische blootstelling zouden in Nederland mogelijk zelfs 12.000-24.000 mensen jaarlijks vervroegd overlijden. Dit onderzoek gaat echter met veel onzekerheden gepaard omdat de kennis met betrekking tot de effecten na chronische blootstelling nog beperkt is.*
- *De gezondheidsschade uit zich niet alleen in vervroegde sterfte, maar in mindere mate ook in een toename van ziekenhuisspoedopnames voor hart- en luchtwegaandoeningen, luchtwegklachten en functiestoornissen. Bij een hogere blootstelling en bij een grotere gevoeligheid is het gezondheidsrisico groter. Dit betreft vooral ouderen en mensen met hart-, vaat- of longaandoeningen.*
- *Het mechanisme waardoor de schadelijke effecten ontstaan is nog grotendeels onduidelijk. Een hypothese is dat het fijn stof in de longen ontstekingsreacties kan veroorzaken waardoor de zuurstofopname wordt bemoeilijkt. De ontstekingsreactie en de vrijgekomen radicalen kunnen schadelijk zijn voor de hartfunctie. Mogelijk wordt door het fijn stof het bloed viskeuzer en daarmee wordt het risico op een hartinfarct groter.*
- *Gezondheidseffecten zijn zowel voor PM10 als voor PM2,5 gevonden. Welke chemische bestanddelen van fijn stof gezondheidskundig de oorzaak van de effecten zijn, is nog onbegrepen. Zeezout, dat vooral in Nederland een belangrijk component is van fijn stof, veroorzaakt vrijwel zeker geen gezondheidsklachten. Iets vergelijkbaars geldt waarschijnlijk ook voor de sulfaat- en nitraatfractie in fijn stof. Het roetdeel uit verbrandingsprocessen speelt mogelijk wel een rol. 4% van het fijn stof in Nederland komt door menselijke activiteit (antropogene oorspong).*
- *Er is in gezondheidskundige studies geen drempelwaarde voor de effecten van fijn stof (PM10, PM2,5 en UFP) waargenomen. Dit betekent dat er voorsnog geen buitenluchtconcentratie is aan te geven waar beneden geen gezondheidseffecten kunnen optreden.*

3.2 Verbrandingsproducten en gezondheidseffecten

De verbrandingsproducten, die ontstaan tijdens afvalverbranding zijn in grote mate afhankelijk van het soort afval, de hoeveelheid, de temperatuur en de zuurstoftoevoer tijdens verbranding. Bij hoge temperatuur zal een vollediger verbranding plaatsvinden en bij lagere temperaturen en beperkte zuurstoftoevoer

een meer onvolledige verbranding waardoor meer toxische producten gevormd zullen worden. Bijvoorbeeld bij de volledige verbranding van plastic waterflessen ontstaat koolstofdioxide en water, beide niet of weinig toxisch. Echter, bij een onvolledige verbranding van plastic kunnen dioxines ontstaan (16).

Van het RIVM is in 2007 een rapport verschenen waarin, aan de hand van meetgegevens van een groot aantal incidenten waarbij brand ontstond en aanvullend literatuuronderzoek, beschreven wordt welke componenten bij verschillende typen branden vrijkomen (17). Bij acht van de in totaal 56 beschreven incidenten was er sprake van verbranding van afval waaronder huishoudelijk, chemisch, bouw en industrieel afval. Bij de meeste incidenten werd gemeten tijdens de brand en in de smeulfase. De emissie van componenten is sterk afhankelijk van de samenstelling van het afval. In Tabel 2 staan de belangrijkste aangetroffen emissie producten weergegeven. De aanduidingen die tussen haakjes staan zijn potentieel vrijkomende stoffen, die afhankelijk zijn van de samenstelling van het materiaal dat wordt verbrand.

Tabel 2 Overzicht belangrijkste afvalverbrandingsproducten (RIVM, 2007)

Gasvormige producten	Emissie	Stofgebonden componenten	Emissie
Koolmonoxide (CO)	+	Fijn stof	(+++)
Stikstofoxiden (NO _x)	(+)	PAK's en bifenylen	(+++)
Blauwzuur (HCN)	(++)	Dioxinen	(++)
Zwavel dioxide (SO ₂)	(+)	Overige organische componenten	Divers
Zoutzuur (HCl)	(++)	Lood	(+)
BTEXS (benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylene, styreen)	(+++)	Zink	(+)
Overige aromaten	+	Koper	(+)
Alifaten	(++)	Diverse elementen afhankelijk van het soort afval (o.a. additieven in kunststoffen en textiel)	
Aldehyden en ketonen	+		
Overige componenten afhankelijk van de samenstelling (omvang en diversiteit) van het afval			

+++ component komt in zeer hoge mate vrij
 ++ component komt in hoge mate vrij
 + component komt in redelijke mate vrij
 +/- component komt in geringe mate vrij

In bijlage C staan de afzonderlijke componenten bij afvalverbranding en de mogelijke gezondheidseffecten beschreven. Tevens wordt daar beschreven bij welk type brand deze emissieproducten kunnen vrijkomen.

In een risicoanalyse van het Institute of Medicine of the National Academy of Sciences (18) worden de toxische effecten beschreven van 51 componenten die vrij kunnen komen bij het verbranden van afval. Veel van de stoffen hebben eenzelfde toxicologisch eindpunt waardoor dezelfde gezondheidseffecten kunnen ontstaan. De volgende gezondheidseffecten werden bij meer dan vijf stoffen beschreven: neurologische effecten; leverschade; kanker (o.a. maag, respiratoir, huid, leukemie); nierschade; effecten op het bloed (anemie); cardiovasculaire en reproductie effecten. De mate en de duur van de blootstelling zijn bepalend of deze effecten al dan niet zullen optreden. Een uitgebreidere bespreking van deze studie is opgenomen in hoofdstuk 7 en bijlage D.

Tot nu toe worden de mogelijke gezondheidseffecten gebaseerd op de blootstelling aan afzonderlijke componenten. In het geval van afvalverbranding wordt men echter aan een mengsel van componenten blootgesteld. Op dit moment is nog weinig bekend over de additieve effecten van de verschillende componenten om vast te kunnen stellen wat dit voor consequenties voor de gezondheid heeft.

4 Methodiek risicobeoordeling

Door de gemeten of geschatte blootstelling aan een stof te vergelijken met kennis over de mogelijke effecten kan het risico worden bepaald. Blootstelling aan chemische stoffen wordt daarbij normaliter getoetst aan normen die zijn afgestemd op het type blootstelling dat plaatsvindt.

Voor een continue blootstelling (24 uur per dag) voor de algemene bevolking, gedurende het gehele leven (100 jaar) zijn EU luchtkwaliteitsnormen opgesteld voor zwaveldioxide, stikstofdioxide, stikstofoxiden, fijn stof (PM10 en PM2,5), lood, koolmonoxide, benzeen, ozon, arseen, cadmium, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). Deze normen zijn in Nederland opgenomen in de Wet milieubeheer. Naast de wettelijke EU normen zijn voor een aantal andere stoffen in Nederland beleidsmatige milieukwaliteitsnormen opgesteld, de zogenaamde Maximaal Toelaatbare Risiconiveaus (MTR). De MTR is de (jaargemiddelde) concentratie waar beneden geen negatief effect is te verwachten. Daarnaast staan in de Wet milieubeheer voor een beperkt aantal stoffen informatiedrempels (voor ozon) en alarmdrempels (voor ozon, zwaveldioxide en stikstofdioxide) om de risico's bij een kortstondige overschrijding zoveel mogelijk te beperken. De informatiedrempel heeft betrekking op gevoelige groepen, terwijl de alarmdrempel betrekking heeft op de algemene bevolking. Voor rampen en incidenten met stoffen waarbij sprake is van éénmalige, kortdurende blootstelling aan stoffen zijn verder nog interventiewaarden afgeleid voor één uur. Belangrijk uitgangspunt bij deze milieunormen is dat ze zijn afgestemd op de gehele bevolking, dus inclusief kwetsbare groepen als kinderen en ouderen.

Voor discontinue blootstelling (8 uur per werkdag) gedurende het gehele "werkzame" leven (40 jaar) zijn voor een beperkt aantal stoffen publieke grenswaarden opgesteld ('arbonormen'). Daarnaast zijn werkgevers verantwoordelijk om voor de overige stoffen private grenswaarden vast te stellen. Belangrijk uitgangspunt bij deze arbonormen is dat ze zijn afgestemd op het gezonde, werkende deel van de bevolking (dus exclusief kwetsbare groepen als kinderen en bejaarden).

Uit bovenstaande blijkt dat bestaande normenstelsels niet zijn afgestemd op het type blootstelling waaraan een militair gedurende een uitzending is blootgesteld. Dit is vaak een continue blootstelling (soms 24 uur per dag) gedurende de gehele uitzendperiode (3 tot 6 maanden), waarbij de militair gedurende het 'werkzame' leven een aantal keren kan worden uitgezonden. De juiste waarde voor een militaire norm zal – voor het merendeel van de stoffen – naar verwachting ergens tussen de MTR en arbonorm in liggen.

Door de Amerikaanse Defensie organisatie zijn specifieke Military Exposure Guidelines (MEGs) ontwikkeld (9). Hierbij zijn zowel MEGs vastgesteld voor kortdurende blootstelling, waarmee acute effecten kunnen worden ingeschat, als MEGs voor een blootstelling tussen 14 dagen en 1 jaar, waarmee chronische effecten kunnen worden ingeschat. In een revisie document van TG230 worden voor PM10 en PM2,5 nieuwe MEGs voorgesteld, uitgesplitst naar ernst van het gevaar: verwaarloosbaar, marginaal en kritisch³. Vanwege gebrek aan bewijs voor een relatie tussen het optreden van gezondheidseffecten en langdurige blootstelling is alleen een short-term (24 uur) MEG vastgesteld voor PM10.

Voor PM10 is de voorgestelde 24hr MEG voor de 3 gevaarscategorieën respectievelijk 250, 420 en 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Boven de 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt aangenomen dat een groot deel van het personeel oog-, neus- en keelirritatie en luchtwegklachten kan ervaren en de aerobe capaciteit wordt verminderd waardoor taken mogelijk niet kunnen worden uitgevoerd dan wel uitval kan optreden, zeker bij astmatici of personen met een cardiopulmonaire aandoening. Inspanning kan het effect verergeren. Bij concentraties boven 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ neemt het aantal en de ernst van de klachten toe.

Voor 24-uurs blootstelling aan PM2,5 zijn de concentraties voor verwaarloosbaar risico, marginaal en kritisch, respectievelijk 65, 250 en 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tevens is een 1-year-MEG voorgesteld voor een verwaarloosbaar (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en een marginaal risico (65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) gericht op chronische effecten. De MEG voor het verwaarloosbaar risico is gelijk aan de EPA NAAQS (National Ambient Air Quality Standard), de grenswaarde voor de algemene bevolking. Onder de marginale effecten wordt verstaan dat bij herhaalde blootstelling het mogelijk is dat chronische effecten zoals een verminderde longfunctie, verergerde chronische bronchitis, COPD, astma, arteriosclerose of andere cardiopulmonaire aandoeningen kunnen ontstaan bij, over het algemeen, gezonde militairen. Militairen met reeds onderliggende aandoeningen zoals astma of cardiopulmonaire aandoeningen hebben een groter risico. De MEG voor PM2,5 is tot stand gekomen als consensusafspraken en wordt gezien als vertrekpunt voor nader onderzoek. De MEG is niet gezondheidkundig

³ Definities 24 uren MEG: (De beschrijving van de 1 year MEG is gericht op chronische effecten)

24 Hour Negligible MEG: A continuous exposure to airborne concentrations above this MEG (but below the Marginal MEG) could begin to produce mild, non-disabling, transient, reversible effects. Such effects, if any, will typically be mild irritant types of effects and/or initially be expected in personnel with underlying susceptibility factors (e.g., asthmatics). Effects are not expected to impair performance.

24 Hour Marginal MEG: A continuous exposure to airborne concentrations above this MEG (but below the Critical MEG) could begin to produce effects that may result in some performance degradation, especially for tasks requiring extreme mental/visual acuity or physical dexterity/strength amongst a portion of individuals.

24 Hour Critical MEG: A continuous exposure to airborne concentrations for 24 hours above the could begin to result in serious health effects. This MEG is a conservative population threshold estimate of potential life-threatening or lethal effects; whereby, these effects are expected initially in personnel with underlying susceptibility factor.

onderbouwd. Blootstelling aan PM_{2,5} wordt met name in verband gebracht met chronische effecten zoals een verminderde longfunctie, chronische bronchitis en cardiopulmonaire aandoeningen. Bij chronische blootstelling aan PM_{2,5} boven de marginale of kritische MEG zijn gezondheidseffecten niet uit te sluiten. Er is een dagwaarde van 500 µg/m³ voor PM_{2,5} vastgesteld als indicatie voor een duidelijk verwachtbare toename in acute effecten.

Voor de beoordeling van blootstellingsrisico's wordt binnen Defensie gebruik gemaakt van de bekende achtergrondconcentratie in Nederland, het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) (milieunorm), de MEG, de arbonorm en verschillende andere nationale, civiele normen zoals de VS National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Tevens wordt de Militaire Grenswaarde Chemische Stoffen (MGCS) gebruikt, voor zover beschikbaar. DE MGCS is de afgelopen jaren door Defensie in samenwerking met TNO ontwikkeld in het kader van het onderzoeksprogramma operationele toxicologie (V217). De MGCS is – net als de MEG – een advieswaarde om het gezondheidsrisico van militairen indicatief te beoordelen. Deze MGCS waarden zijn echter nog niet officieel vastgesteld en hebben momenteel nog de status van 'resultaat van wetenschappelijk onderzoek'. Bij de risicobeoordeling wordt de MTR gebruikt als veilige referentie, de MEG en MGCS als indicatie waarbij gezondheidsklachten mogelijk zijn en de arbonorm als bovengrens.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van richtlijnen en normen voor PM₁₀ en PM_{2,5} zoals door Defensie worden gehanteerd bij de risicobeoordeling. Op basis van de ontwikkelde toolkit is het niet mogelijk een MGCS waarde voor de stoffracties af te leiden. De informatiebronnen van de tool leveren niet de hiervoor benodigde gegevens.

De richtlijnen en normen zijn een weergave van de huidige stand van de wetenschap. In de toekomst kunnen op basis van nieuwe kennis en inzichten de richtlijnen worden herzien met mogelijke implicaties voor de resultaten van de risicobeoordeling.

Tabel 3 *Overzicht normen en richtlijnen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*

Component		USAPHC Air-MEG Negligible* Marginal, Critical	WHO Guideline	EU Standard	MTR	Arbo norm	Achtergrond NL
PM10	Jaar	n.b.	20	40	40	5.000	24 ^{&}
	24- uur	250 420 600	50	50 [§]	50 [§]		n.b.
PM2,5	Jaar	15 65 n.b.	10	25	25 [#]	5.000	16 ^{&}
	24- uur	65 250 500	25	n.b.	n.b.		n.b.

* 1-year negligible MEG: bij continue 24-uurs blootstelling aan deze concentratie gedurende maximaal 1 jaar worden geen chronische aandoeningen en wordt geen kankerrisico groter dan 1 op 10.000 verwacht

§ 35 overschrijdingen per jaar toegestaan

grenswaarde waaraan vanaf 2015 moet worden voldaan, tevens de richtwaarde voor 2010 (inspanningverplichting). Vanaf 2015 geldt een zogenaamde blootstellingsconcentratieverplichting van ten hoogste 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gedefinieerd als gemiddelde blootstellingsindex (d.w.z. het gemiddelde kwaliteitsniveau dat wordt bepaald op basis van stedelijke achtergrondlocaties verspreid over Nederland en dat de blootstelling van de bevolking weergeeft)

& gemodelleerde jaargemiddelde concentratie in Nederland in 2010

n.b. niet beschikbaar

5 Overzicht Nederlands Defensie onderzoek

In de periode tussen 2005 en 2011 zijn door de Nederlandse Defensie organisatie meerdere onderzoeken verricht naar de luchtkwaliteit in Afghanistan. Hieronder worden de studies afzonderlijk samengevat. De gedetailleerde onderzoeksresultaten zijn opgenomen in bijlage A.

In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op de risicobeoordeling van alle beschikbare Nederlandse en buitenlandse meetgegevens.

5.1 Pol e Khomri, 2005-2006

In de periode tussen juni 2005 en februari 2006 is onderzoek uitgevoerd naar de luchtverontreiniging op de compound te Pol e Khomri (PeK) door emissie van de naastgelegen cementfabriek (20, 21). Hierbij zijn twee meetsessies uitgevoerd tijdens de zomer- en de winterperiode.

De metingen zijn uitgevoerd op de leef- en werklocaties van het Nederlandse detachement. Op basis van literatuurstudie en in overleg met TNO-MEP zijn de volgende blootstellingen gemeten: fijn stof (PM10), metalen, benzo(a)pyreen (BaP) en verschillende gassen (VOC, stikstofdioxide en zwaveldioxide). De stofconcentratie is gemeten gedurende periodes van 24 of 48 uur; de gassen gedurende 1-2 uur in de zomerperiode indien geurhinder werd waargenomen en continu in de winterperiode.

Uit de metingen bleek dat er vergeleken met Nederland op PeK een relatief hoge achtergrondconcentratie stof in de omgevingslucht aanwezig was. Gemiddeld tot zes maal de MTR (milieunorm, jaargemiddelde) tijdens de zomermetingen en drie maal de MTR tijdens de wintermetingen. Deze verhoging werd vooral toegeschreven aan opwaaiend bodemstof. De gemeten blootstelling kan leiden tot acute, reversibele luchtwegklachten en irritatie van ogen, neus en keel.

De gemiddelde concentratie van alle bemeaten metalen was lager dan de milieunormen, of – bij ontbreken hiervan – onder de arbonorm. Bij de gemeten concentraties worden geen chronische of acute gezondheidsrisico's verwacht.

De concentratie BaP in de zomerperiode bleek dusdanig laag te zijn dat er geen sprake was van een onaanvaardbaar risico. In de winterperiode bleek dat er regelmatig – vergeleken met Nederlandse omstandigheden – een relatief hogere luchtconcentratie aanwezig was. Het extra risico op chronische gezondheidseffecten is echter klein. Acute gezondheidsrisico's bij deze blootstelling worden niet verwacht.

In het eindproduct van de fabrieksoven zijn slechts kleine hoeveelheden dioxines aangetroffen. Op basis van deze meting stelde TNO-MEP dat "het onwaarschijnlijk geacht wordt dat de (emissie)grens van 0,1 TEQ⁴ per m³ zal worden overschreden". Het is daarmee ook onwaarschijnlijk dat er een verhoogde concentratie dioxines op de compound aanwezig was. Gezondheidseffecten veroorzaakt door blootstelling aan dioxine worden daarmee uitgesloten.

In de meetperiodes zijn geen vluchtige organische componenten aangetoond. Gezondheidseffecten door blootstelling aan vluchtige organische componenten worden daarom niet verwacht.

Uit de resultaten van de metingen naar stikstofdioxide in de zomerperiode bleek dat alle metingen die zijn uitgevoerd tijdens geurhinder onder de detectielimiet bleven. Aangezien deze detectielimiet ver onder de smoggrenzen bleef, wordt er geen acuut effect verwacht door blootstelling aan stikstofdioxide. Tevens bleek dat de gemiddelde concentratie ruim onder de Nederlandse milieunorm bleef, zodat eveneens geen chronische effecten worden verwacht. In de winterperiode bleek dat tijdens wintersmogcondities - koud, weinig wind en bewolkt - de luchtconcentratie stikstofdioxide toenam tot matige smog.

Tijdens de winterperiode was er tevens aandacht voor blootstelling aan zwaveldioxide, omdat uit de analyse van de brandstof van de fabriek (steenkool) bleek dat deze een hoger zwavelgehalte bevat dan in Nederland normaliter is toegestaan. Uit de metingen bleek echter dat de concentratie zwaveldioxide hooguit steeg tot geringe smog.

Samenvattend bleek uit de metingen dat waargenomen luchtverontreiniging waarschijnlijk werd veroorzaakt door het gebruik van eenvoudige huiskachels in PeK en niet door de nabij gelegen cementfabriek. In de winterperiode kwam matige smog voor die bij een gedeelte van de populatie - tijdelijk - acute gezondheidseffecten (hogere luchtwegklachten) kan veroorzaken. Tevens werd verwacht dat een gedeelte van het personeel door de relatief hoge blootstelling aan stof acute reversibele gezondheidseffecten zou kunnen krijgen, zoals irritatie van ogen, neus en keel, luchtweginfecties, benauwdheid en hoesten. Vanwege de relatief korte blootstellingsduur (3-4 maanden) werd geconcludeerd dat het onwaarschijnlijk is dat bij een relatief jonge en gezonde populatie geen herstel zou optreden. Individuen met bestaande luchtweg- en hartklachten, die door de hoge stofblootstelling kunnen verergeren, vormen onder de waargenomen omstandigheden een belangrijke risicogroep. Omdat nog veel onbekend is over de blootstellings-effect relatie van stof werd benadrukt dat voldoende aandacht dient te worden besteed aan het herkennen van relevante klachten en het zoveel mogelijk reduceren van blootstelling.

⁴ De toxische equivalentie (TEQ) is een maat voor de totale toxiciteit van een mengsel. De TEQ wordt berekend door de hoeveelheid van elke component in het mengsel te vermenigvuldigen met de bijbehorende TEF en vervolgens te sommeren.

5.2 KAIA, 2005

De luchtkwaliteit op Kabul International Airport (KAIA) is in augustus 2005 onderzocht (22). Doel van het onderzoek was om op basis van de resultaten een indicatie te kunnen geven van het gezondheidsrisico voor militairen door blootstelling aan fijn stof, smog, kerosine vanuit de bodem en fecaliën.

De metingen zijn uitgevoerd op het gedeelte van de compound waar het Nederlandse detachement verblijft. Om een representatief beeld te verkrijgen zijn de metingen op drie verschillende plaatsen uitgevoerd. De stofconcentratie is met 24-uurs monsternamen bepaald; de gassen zijn gemeten tijdens periodes van 3-6 uur.

De blootstelling aan stof werd met name veroorzaakt door opwaaiend bodemstof en was vooral 's avonds aanwezig door de opstekende wind. Vergeleken met Nederland stonden de militairen op KAIA bloot aan een relatief hoge stofblootstelling (PM10) (gemiddeld vijf maal de MTR voor het Nederlandse jaargemiddelde) waardoor het optreden van acute, reversibele gezondheidsklachten niet kan worden uitgesloten.

De gemiddelde concentratie van alle bemeeten metalen in het stof was lager dan de milieunormen, of – bij ontbreken hiervan – zeer ruim onder de arbonorm. Er wordt geconcludeerd dat er, op basis van de beschikbare gegevens, geen sprake is van een onaanvaardbaar gezondheidsrisico door blootstelling aan metalen.

Om te bepalen of er kerosinedampen vrijkomen uit de bodem, zijn metingen naar vluchtige organische componenten (VOC) uitgevoerd in zowel de buiten- als de binnenlucht. Hierbij zijn bij enkele metingen zeer lage concentraties benzeen, toluen en xyleen aangetoond die ruim onder de advieswaarden van het RIVM voor binnenlucht bleven; ook in de buitenlucht waren deze concentraties ruim onder de MTR (benzeen) en MEG (tolueen, xyleen). Andere vluchtige organische componenten (VOC) zijn niet aangetoond. Geconcludeerd werd dat er geen onaanvaardbaar gezondheidsrisico door blootstelling aan VOC aanwezig is.

Uit de risico-analyse inzake fecaliën volgde dat fecale micro-organismen in het buitenklimaat van Kabul zeer snel zullen afsterven, maar vooral dat de militairen te KAIA zeer weinig in contact kunnen komen met fecaliën. Tijdens het onderzoek bleek ook dat er nog geen mogelijk gerelateerde ziektegevallen waren voorgekomen bij Nederlandse militairen. Het risico dat een Nederlandse militair op KAIA ziek wordt van (eventuele) blootstelling aan fecaliën, wordt als laag ingeschat. Het – relatief – grootste risico vindt plaats bij vervoer in open voertuigen in de stad Kabul, waarbij uitgedroogde ontlasting kan worden opgewerveld. Door het dragen van een adembeschermingsmiddel, kan dit risico echter goed worden beheerst.

De vele diesel aangedreven voertuigen en machines op KAIA hebben (waarschijnlijk) een effect op de luchtkwaliteit. Het is echter moeilijk te bepalen in

hoeverre de concentratie van Diesel Motor Emissies (DME) wordt veroorzaakt door andere bronnen - bijvoorbeeld het verkeer in Kabul. De gemiddelde concentraties van de gemeten chemische stoffen die voorkomen in DME (benzo(a)pyreen, stikstofdioxide en koolmonoxide) waren echter dusdanig laag, dat er geen onaanvaardbaar gezondheidsrisico aanwezig is.

De gemiddelde concentratie zwaveldioxide bleef onder de milieunorm (MTR, jaargemiddelde), zodat het risico op chronische gezondheidseffecten door blootstelling aan zwaveldioxide klein is. De maximale concentratie die is aangetroffen zal evenmin acute effecten veroorzaken, omdat deze ver onder de grenswaarde uit de Smogregeling blijft.

Het is niet uitgesloten dat in de zomer de ozonconcentratie de smoggrens - net als in Nederland - soms overschrijdt. Een (eventuele) overschrijding zal voornamelijk optreden in de namiddag. Dit zal waarschijnlijk alleen kortdurende, reversibele irriterende effecten tot gevolg hebben.

Geconcludeerd werd dat er een mogelijk gezondheidsrisico aanwezig is door de verhoogde stofblootstelling - vooral veroorzaakt door opwaaiend bodemstof. De overige gemeten componenten leidden niet tot significante gezondheidsrisico's. Door de blootstelling aan stof worden bij een gedeelte van het personeel acute reversibele gezondheidseffecten verwacht, zoals irritatie van ogen, neus (eventueel bloedneus) en keel, luchtweginfecties, benauwdheid en hoesten. De kans wordt klein geacht dat gedurende de relatief korte blootstellingsduur, bij een gezonde populatie chronische en/of irreversibele klachten ontstaan. De belangrijkste risicogroep hierbij zijn individuen met bestaande luchtweg- en hartklachten, die door de hoge stofblootstelling kunnen verergeren. Vanwege het feit dat er nog relatief veel onbekend is over de mogelijke effecten van stofblootstelling, werd aangegeven dat voldoende aandacht nodig is voor het optreden van klachten en het reduceren van blootstelling.

5.3 KAIA, 2006

Op KAIA is de luchtkwaliteit eveneens gemeten van 19 januari tot 14 maart 2006 (23). Doel van het onderzoek was om met de resultaten vast te stellen in hoeverre er een gezondheidsrisico voor het aanwezige personeel aanwezig is door luchtverontreiniging.

De metingen zijn uitgevoerd op het gedeelte van de compound waar het Nederlandse detachement verblijft. Met de beschikbare meetapparatuur is gedurende 6-10 uur de gemiddelde luchtconcentratie zwaveldioxide en stikstofdioxide bepaald.

Klachten werden met name geuit in de winterperiode gerelateerd aan het ontstaan van wintersmog. Tijdens de metingen heeft een dergelijke situatie met wintersmog

zich niet voorgedaan waardoor de representativiteit van de metingen voor de ervoor liggende periode gering is.

Het is te verwachten dat gedurende een smogepisode een verhoogd aantal reversibele klachten kan optreden aan vooral de hogere luchtwegen door blootstelling aan stof, stikstofdioxide en zwaveldioxide, maar dat deze klachten weer verdwijnen zodra de smogepisode is afgelopen. Omdat er geen sprake is van langdurige blootstelling aan verhoogde concentraties zwaveldioxide en stikstofdioxide, wordt niet verwacht dat er blijvende, chronische effecten zullen optreden.

5.4 Tarin Kowt, 2008-2010

Tussen 2008 en 2010 zijn in drie perioden luchtmetingen uitgevoerd naar emissie van de burnpit te Tarin Kowt (24, 25). De eerste periode zijn metingen i.s.m. de KAM- en HPG-specialisten van de Staf TFU uitgevoerd in april 2008. De tweede (september – november 2009) en derde periode (mei – juni 2010) zijn metingen uitgevoerd door een HPG-specialist en arbeidshygiënist van de Staf TFU. De Arbodienst Defensie verzorgde tijdens de metingen van 2009 en 2010 de begeleiding inzake het opstellen van het meetplan en de interpretatie en rapportage van de resultaten.

Bij de verbranding van afval kunnen vele chemische stoffen vrijkomen, afhankelijk van de samenstelling van het afval en de verbrandingscondities. Op basis van literatuuronderzoek is een aantal componenten geselecteerd die vrijwel altijd vrijkomen bij dergelijke processen.

De concentratie metalen, dioxines en PAKs is bemeaten gedurende periodes van 24 uur. Tevens is de concentratie van een aantal gasvormige componenten bemeaten: stikstofdioxide, koolmonoxide, zwaveldioxide en BTEX. De concentratie BTEX, zwaveldioxide en stikstofdioxide is gemeten met diffusiebuizen over een periode van 14 dagen. De concentratie koolmonoxide is gedurende enkele minuten gemeten, ook nabij de burnpit.

In de burnpit te Tarin Kowt (TK) verbrandden meerdere landen continu hun afval. De burnpit was vrijwel altijd in gebruik en bestond uit een open kuil, waarin het afval werd gestort. Meestal was er sprake van een zogenaamde 'smeulbrand'. In de periode 2008 – 2010 zijn er verbrandingsovens geplaatst voor het afval van het Nederlandse detachement. De burnpit werd echter nog wel gebruikt door NATO-partners.

Afgezien van patrouilles voerde het Nederlandse detachement geen werkzaamheden uit, in of rondom de burnpit. De omstandigheden waren relatief gunstig: het Nederlandse deel van de compound lag op relatief grote afstand (ongeveer 1 kilometer) en door de overheersende windrichting lag de burnpit voor het grootste deel van de tijd benedenwinds van Kamp Holland. Uit waarnemingen van de HPG-

specialisten en de gezondheidsdienst te TK bleek dan ook dat slechts sporadisch blootstelling door de burnpit voorkwam.

De metingen zijn voornamelijk uitgevoerd in het werk- en leefgedeelte van het Nederlandse detachement. Tijdens het onderzoek in 2009 is geurhinder waargenomen vanuit de burnpit. Dergelijke geurhinder is niet meer waargenomen tijdens het onderzoek in 2010 – van het onderzoek in 2008 is dit onbekend. Tijdens de onderzoeken in 2009 en 2010 waren er geen patiënten met klachten die gerelateerd konden worden aan de emissie van de burnpit.

Uit de resultaten van de metalen blijkt dat de gemiddelde luchtconcentraties meestal (ruim) onder of ten hoogste rond het MTR lagen. In geen enkele meting is een overschrijding van een MEG, MGCS of arbonorm geconstateerd.

Voor de gasvormige componenten waren de concentraties hoger dan de achtergrondwaarde in Nederland, maar lager dan de MTR, MEG en MGCS. Alleen als er aan de rand van de burnpit in de rookpluim werd gemeten, werd koolmonoxide gedetecteerd.

Uit de resultaten blijkt dat de luchtconcentratie BaP rond het MTR lag, waarbij waarschijnlijk ook generatoren op het kamp van invloed zijn – hetzelfde kan uiteraard ook gelden voor andere componenten. De blootstelling lag echter zeer ruim onder de MGCS, MEG en arbonorm.

Er is één 48-uurs meting naar dioxine verricht. Daarin zijn geen detecteerbare concentraties dioxines aangetroffen. Uitgaande van de detectielimiet zou de bijdrage aan de Total Daily Intake (TDI) gering zijn. Tevens bleef, uitgaande van de detectielimiet, de luchtconcentratie zeer ruim onder de daarvoor opgestelde MEG. Het wordt dan ook niet verwacht dat er sprake was van een risicovolle luchtconcentratie dioxines.

Samenvattend zijn tijdens de luchtonderzoeken te TK in het leef- en werkgebied van het Nederlandse detachement geen risicovolle luchtconcentraties aangetroffen die afkomstig zijn van de burnpit. In of direct rond de burnpit kan dit risico echter groter zijn. Werkzaamheden of verblijf direct naast of in de burnpit dienen dan ook zoveel mogelijk te worden voorkomen of zodanig te worden uitgevoerd dat inademing van verbrandingsproducten zoveel mogelijk wordt gereduceerd.

5.5 KAF, 2010

In november en december 2010 zijn door de HPG-specialisten in samenwerking met de Arbodienst Defensie metingen verricht op Kandahar Airfield om de invloed van emissies van de verbrandingsovens op de luchtkwaliteit te onderzoeken. Ook is de mate van stofblootstelling onderzocht veroorzaakt door o.a. zandstormen en

opwerveling van bodemstof door transportbewegingen. De rapportage van dit onderzoek is op 8 juli 2011 aangeboden aan de Kamer (26).

Bij de verbranding van afval kunnen vele chemische stoffen vrijkomen, afhankelijk van de samenstelling van het afval en de verbrandingscondities. Dit kan per dag variëren. Op basis van literatuuronderzoek is een aantal componenten geselecteerd die vrijwel altijd vrijkomen bij dergelijke processen, te weten zware metalen, PAKs (polycyclische aromatische koolwaterstoffen), dioxines, stikstof(di)oxide, zwaveldioxide, vluchtige organische verbindingen (BTEX) en koolmonoxide. De concentratie PM10 is met 24-uurs metingen bepaald; de concentratie gasvormige componenten is met diffusiebuizen gedurende 14 dagen bemeten en kortdurend met een gasmonitor.

De fractie PM2,5 is gemeten gedurende circa 8 uur. Een deel van de gebruikte filters is geanalyseerd op aanwezigheid van kwarts. Deze stationaire metingen zijn uitgevoerd gedurende 2 weken (7-19 november) in Area 1&2 waar o.a. de inname van goederen plaatsvindt en het onderhoud aan voertuigen. Area 1&2 ligt naast een onverharde transportroute.

De emissie metingen zijn met name verricht in Area 3&4 waar de aan- en afvoer van goederen plaatsvond. Dit gebied is medio 2010 in gebruik genomen voor de redeployment fase. Dit terrein werd permanent bewaakt door Nederlandse militairen. Area 3&4 en Area 1&2 waren beide bedekt met grote kiezels.

Naast Area 3&4 stonden 6 verbrandingsovens opgesteld; ook was er een burnpit aanwezig waar smeulend as in werd gedeponeerd. In de ovens werd al het afval van de base verbrand. De ovens waren circa 10 meter hoog. De aanvoer van afval gebeurde met vuilniswagens. Met bulldozers werd het afval van bovenaf in de oven geladen.

Overdag waren 1-2 ovens in gebruik en 's nachts waren alle ovens in gebruik. Het afval was zeer divers maar bevatte veel plastic (eetgerei), etensresten, papier en hout.

Tussen de ovens en Area 3&4 stonden containers opgesteld, variërend van 1-4 hoog. De afstand tussen het werkgebied van de Nederlanders in Area 3&4 en de ovens bedroeg circa 60 meter. De ovens bevonden zich op circa 800-1000 meter ten zuid-oosten van Dutch Camp. Area 1&2 bevond zich op circa 800 meter ten westen van de ovens.

Tijdens de meetperiode is geen waarneembare (stank)overlast geconstateerd in Area 3&4 vanwege emissie van de verbrandingsovens. Wel werd opgemerkt dat op 8 dagen sprake was van stof in de lucht, door stofopwerveling veroorzaakt door de wind. Op basis van Amerikaanse meteorologische gegevens van 2008-2010 blijkt dat vanaf mei tot september/oktober de kans op verhoogde emissie in Area 3&4 toeneemt door een ongunstige windrichting en meer kans op windstille dagen waarbij de emissie als een deken boven het kamp blijft hangen en overlast wordt ervaren, aldus betrokkenen. Op basis van de Amerikaanse gegevens is van april/mei

tot oktober het aantal dagen waarop in meer of mindere mate sprake is van "stoffigheid" het grootst. De mate en duur is echter niet beschreven.

De dagconcentratie PM10 was hoger dan de achtergrondconcentratie in Nederland, de MTR en de huidige militaire grenswaarde (MEG), maar lager dan de arbonorm. Ook de voorgestelde "critical" MEG werd geregeld overschreden. Elke militair zal tijdens de uitzending in Afghanistan gemiddeld een hogere blootstelling aan stof krijgen dan in Nederland. De uiteindelijke blootstelling is daarbij mede afhankelijk van de meteorologische omstandigheden en de werkzaamheden van de desbetreffende militair. Het optreden van acute, reversibele gezondheidseffecten zoals luchtwegklachten is op basis van de gemeten PM10 concentraties niet uit te sluiten.

Voor een risicobeoordeling gericht op chronische effecten is de fractie PM2,5 meer relevant. Voor PM2,5 wordt een overschrijding van de achtergrondconcentratie in Nederland, de MTR en de (voorgestelde) jaargemiddelde MEG geconstateerd. Deze MEG is afgeleid voor zogenaamde marginale risico's en betreft een screeningswaarde, geen actieniveau. Bij *chronische, continue* blootstelling aan de gemeten concentraties PM2,5 zijn gezondheidseffecten niet uit te sluiten. Kanttekening hierbij is dat de metingen een periode van 8 uur betreffen, waarin extra stofproductie door activiteiten aannemelijk is, terwijl de norm is gebaseerd op 24 uur blootstelling. De 8 uren concentratie PM2,5 geeft geen verhoogd risico op acute effecten.

De concentratie kwarts is ruim lager dan de arbonorm gedurende de werkzaamheden in Area 1&2. Blootstelling aan PM2,5 en kwarts is in zekere mate gedurende 24 uur per dag mogelijk; het volledige blootstellingspatroon is echter niet inzichtelijk.

Tijdens het onderzoek op KAF zijn op het Nederlandse gedeelte van de compound geen risicovolle luchtconcentraties PAKs, dioxine, zware metalen en gasvormige componenten (zwaveldioxide, stikstofoxiden en BTEX) aangetroffen die afkomstig zouden zijn van de verbrandingsovens. De bijdrage van de verbrandingsovens aan mogelijke blootstelling in Area 3&4 lijkt derhalve gering in de meetperiode. Er was geen duidelijk verschil in blootstelling aantoonbaar tussen dagen, waarbij op basis van de omstandigheden hogere of lagere blootstelling werd verwacht.

5.6 Kunduz en Mazar-e-Sharif, 2011

Ten tijde van de opbouwfase is de luchtkwaliteit in Kunduz en Mazar-e-Sharif beoordeeld (27). Het onderzoek is ingezet op basis van resultaten van verkennend onderzoek door de specialisten HPG (Hygiëne en Preventieve Gezondheidszorg). De Arbodienst Defensie is daarop gevraagd metingen door de HPG specialisten te begeleiden gericht op (zand)stofbelasting op beide locaties. Daartoe is de concentratie PM10 en PM2,5 gedurende een periode van 6 weken continu gemeten

(mei-juni 2011) door middel van 24-uurs metingen en zijn momentane metingen uitgevoerd met behulp van on-line fijnstofmonitoring.

Tijdens de luchtmetingen vonden op zowel Kunduz (KDZ) als Mazar-e-Sharif (MeS) de voorbereidingen plaats van de Geïntegreerde Politie Trainingsmissie (GPT). De opbouwwerkzaamheden waren gericht op het ontvangen en faciliteren van de verwachte eenheden en bestonden o.a. uit het bouwklaar maken van de grond, opzetten en vullen van HESCO's⁵, het gebruiksklaar maken van werkcontainers en slaaplocaties en de aanleg van de nodige voorzieningen (glasvezelkabels, electra). De opbouwfase gaat gepaard met specifieke grond- en bouwwerkzaamheden die bijdragen aan de stofbelasting. De meetperiode en bijbehorende risicobeoordeling wordt derhalve alleen representatief geacht voor deze fase. Naast het stof dat wordt gegenereerd door de uitgevoerde werkzaamheden is er tevens sprake van stofbelasting door o.a. transport en zandstormen.

Overall was de concentratie PM10 op alle meetdagen hoger dan de achtergrondconcentratie in Nederland en de MTR en regelmatig hoger dan de MEG.

De concentratie PM2,5 was frequent hoger dan de MEG. De arbonorm werd niet overschreden; de Nederlandse achtergrondconcentratie en de MTR werden vrijwel continu overschreden.

De concentratie kwarts is in een aantal monsters gemeten om een indicatie te krijgen van de mate van blootstelling tijdens situaties met een verwachte, hoge blootstelling. De MGCS en MEG voor langdurige blootstelling werd in respectievelijk driekwart en de helft van het aantal monsters overschreden; de arbonorm werd niet overschreden en de 8-uurs MEG een enkele keer. Kanttekening bij de risicobeoordeling is dat de duur van de metingen beperkt was en gericht op een worst-case situatie, terwijl de risico's pas te verwachten zijn langdurige, continue blootstelling.

Met een on-line stofmonitor (Grimm) is gelijktijdig de concentratie PM10, PM2,5 en PM1,0 gemeten. Analyse van deze resultaten geeft een indicatie van de deeltjesgrootteverdeling van het stof. De fractie PM10 bestond gemiddeld genomen voor 18% uit PM2,5 en voor bijna 5% uit PM1,0. Er was daarbij sprake van een aanzienlijke spreiding in de percentages (PM2,5 10-42%; PM1,0 1,6-17%).

Op basis van de meetgegevens zijn zowel acute, reversibele gezondheidseffecten als oog-, neus- en luchtwegirritatie tijdens specifieke omstandigheden, als ook blijvende effecten op de luchtwegen bij *chronische, continue* blootstelling niet uit te sluiten. Echter, doordat men op meerdere locaties verblijft, het een beperkte blootstellingsperiode betreft, en vanwege de (conservatieve) definitie van de gehanteerde militaire normen geeft de uitgevoerde risicobeoordeling naar

⁵ HESCO's zijn gaaswerken volgestort met grind en zand t.b.v. barrièrevorming

verwachting een overschatting van het risico voor een dergelijke jonge, gezonde populatie.

Op de meetdagen waarbij sprake was van stofoverlast (zandstormen), was de stofconcentratie ongeveer een factor 2 hoger. Indicatieve metingen gaven aan dat het sluiten van deuren en ramen de fijnstof concentratie in binnensituaties verminderde met ongeveer een factor 3.

Met de gekozen meetopzet is inzichtelijk geworden dat tijdens specifieke omstandigheden (grond- en opbouwwerkzaamheden, zandstormen) hoge blootstelling voor komt. Langdurig verblijf in dergelijke omstandigheden verhoogt het risico. Door het ontbreken van een veilige ondergrens voor stofblootstelling dient beheersing van blootstelling zoveel mogelijk te worden nagestreefd.

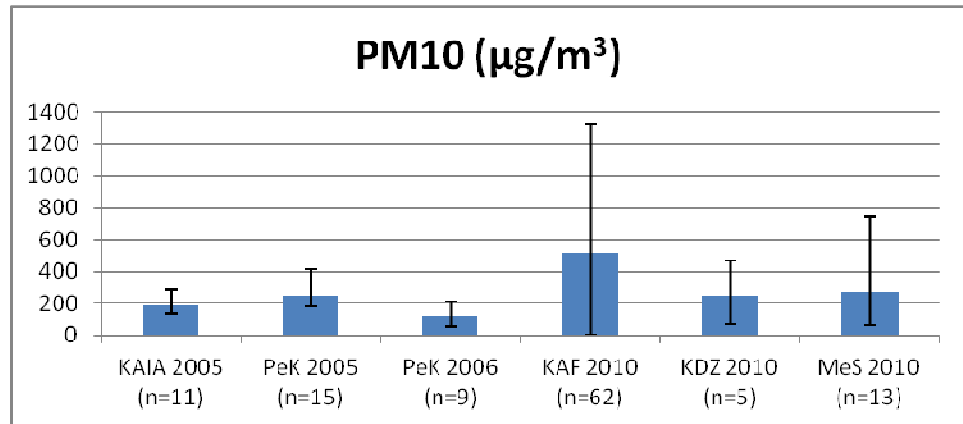
5.7 Beschouwing

In de afgelopen jaren zijn diverse onderzoeken door de Nederlandse Defensie organisatie verricht met als doel de luchtkwaliteit in Afghanistan te beoordelen. De aanleiding voor de onderzoeken was divers; enerzijds ingegeven door aanwezige emissiebronnen zoals industriële activiteiten, verbrandingsprocessen en (zand)stofblootstelling, anderzijds geïnitieerd door zorgen over aanwezige of mogelijke gezondheidseffecten. De doelstelling is mede bepalend voor de meetstrategie, naast de beschikbare monsternamen-apparatuur en analysemethodes en de (on)mogelijkheid om persoonlijke metingen uit te voeren in plaats van stationaire metingen.

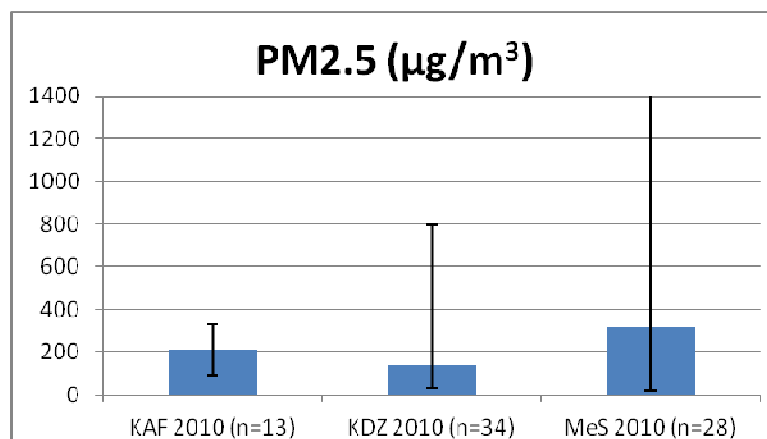
In Figuur 1 en 2 zijn alle resultaten van de onderzoeken weergegeven voor de fractie PM₁₀ en PM_{2,5}. Het gemiddelde is gepresenteerd evenals de spreiding in de meetresultaten (minimum-maximum).

De spreiding is aanzienlijk. Deze wordt mede bepaald door de meteorologische omstandigheden en de activiteiten en werkzaamheden die plaatsvonden. In MeS is sprake van een grote spreiding in de meetgegevens met één enkele zeer hoge waarde. Hierdoor is de gemiddelde (AM) concentratie relatief hoog. Echter, uitgaande van een lognormale verdeling, zoals gebruikelijk voor dergelijk onderzoek, levert een, veel lager, geometrisch gemiddelde (GM) van 130 µg/m³.

Figuur 1 Gemiddelde en spreiding concentratie PM10



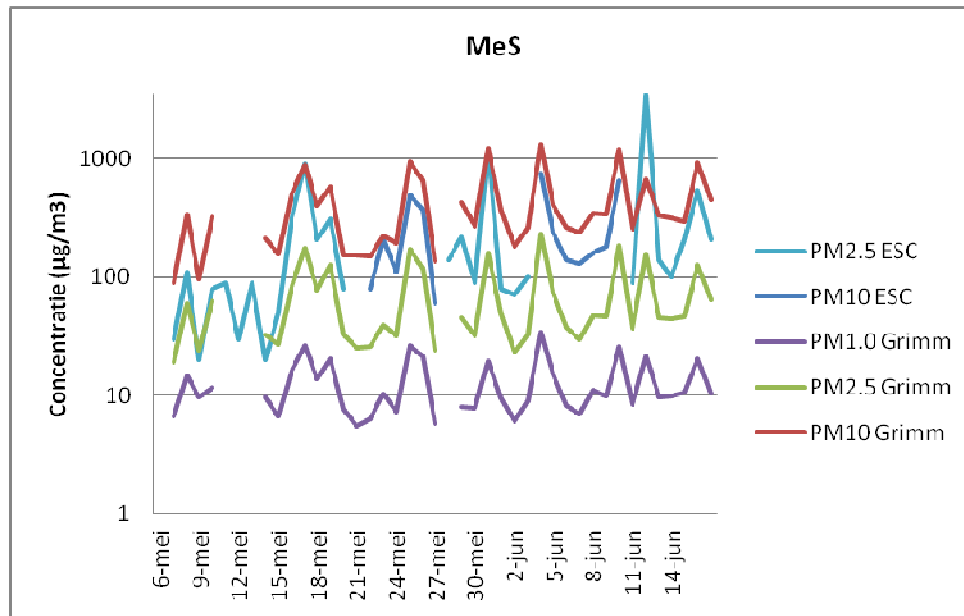
Figuur 2 Gemiddelde en spreiding concentratie PM2,5



NB: maximale waarde MeS 2010: 3470 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Aan de opzet van de onderzoeken is terug te zien dat in de afgelopen jaren de aandacht voor PM2,5 is toegenomen. Er is een verschuiving zichtbaar van PM10 naar PM2,5 en zelfs PM1,0 als meest relevante fractie voor de beoordeling van het risico op langdurige, chronische gezondheidseffecten (zie ook hoofdstuk 3). Ter illustratie is in Figuur 3 de verhouding tussen de fracties weergegeven evenals het verschil tussen actieve monsternamen met ESC pompen en on-line monitoring met de Grimm gebaseerd op de meetgegevens in MeS.

Figuur 3 Vergelijking concentratie PM10, PM2,5 en PM1,0



De on-line meetgegevens laten zien dat het verloop in concentratie vergelijkbaar is voor PM10, PM2,5 en PM1,0. Duidelijk is verder dat de absolute waarden sterk verschillen tussen beide monsternamen technieken. De on-line apparatuur lijkt in dit geval een onderschatting van de blootstelling te geven voor PM2,5. Dit geeft aan dat voor de betrouwbaarheid van de meetresultaten, de bruikbaarheid van de resultaten voor een risicobeoordeling en de vergelijkbaarheid van studies de gebruikte apparatuur van invloed is. Voor een betrouwbare toetsing aan grenswaarden en adequate risicobeoordeling is verdere standaardisatie van de meetmethoden noodzakelijk.

6 Buitenlands onderzoek

Vanaf 2002 is door verschillende (defensie) organisaties onderzoek verricht naar de luchtkwaliteit in Afghanistan. In bijlage B is een samenvatting opgenomen van beschikbare buitenlandse studies. De meeste studies zijn uitgevoerd door de Amerikaanse defensie organisatie; daarnaast zijn studies verricht door Duitsland, Canada, Noorwegen, België, Zweden en het Verenigd Koninkrijk.

Op een aantal recent gepubliceerde onderzoeken wordt in dit hoofdstuk nader ingegaan. Vervolgens worden de meetresultaten van de diverse onderzoeken vergeleken en beoordeeld.

6.1 Recente studies

6.1.1 *Blootstelling Afghanistan*

In het kader van het Enhanced Particulate Matter Surveillance Program (EPMSP) is op 15 locaties in het Midden-Oosten de luchtkwaliteit bemonsterd (28, 29). Gedurende 1 jaar zijn ruim 3000 monsters genomen in Djibouti, Afghanistan, Irak, Verenigde Arabische Emiraten, Kuwait en Qatar om de fysische en chemische eigenschappen van stof te onderzoeken. De meetlocaties zijn gekozen op basis van aanwezigheid van militairen uit de Verenigde Staten. Met behulp van 24-uurs monsternamen (Airmetrics Minivol, flow 5 L/min) is de fractie TSP (Total Suspended Particles, 20-50 μm), PM₁₀ en PM_{2,5} bepaald.

In Afghanistan is gemeten op 2 locaties: Bagram en Khowst. De jaargemiddelde concentratie voor TSP, PM₁₀ en PM_{2,5} bedroeg respectievelijk 174-184, 108-127 en 38-75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In Irak (locaties Tikrit en Tallil) werden de hoogste jaargemiddeldes gemeten, respectievelijk 605, 298 en 111 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hoge waarden konden worden toegeschreven aan zandstormen. Daarnaast werden de volgende lokale bronnen onderkend: ongeasfalteerde wegen, agrarische activiteiten en gemotoriseerd transport in de woestijn. De verhouding tussen PM_{2,5} en PM₁₀ varieerde sterk, waarbij de laagste ratio vergelijkbaar was met het droge zuid-westen van de VS (0,33). In stedelijk gebied is de ratio hoger (ca 0,85) vanwege de bijdrage van verbrandingsprocessen aan de stofblootstelling.

De monsters zijn geanalyseerd op diverse metalen. Lood, arseen, cadmium, antimoon en zink zijn met name terug te vinden in de fractie PM_{2,5}, in tegenstelling tot aluminium, mangaan en calcium die met name in de grovere (PM₁₀) fractie voorkomen en van geologische oorsprong zijn. Het aandeel kwarts nam af in de fijnere stoffracties, wat mede verklaard kan worden door coating met klei mineralen. Er werden geen aanwijzingen gevonden voor nieuw gevormde kwarts deeltjes; vanwege de ronde vormen kan er van uitgegaan worden dat de

kwartsdeeltjes al langer geleden gevormd waren. Het aandeel ultrafijn stof was minder dan 1% van de totale massa op het filter.

Door Wingfors *et al.* (30) en Magnusson *et al.* (31) is recent een onderzoek gepubliceerd naar de blootstelling aan luchtverontreinigende componenten in Afghanistan en een screening naar mogelijke gezondheidseffecten. Gedurende 2 weken in het najaar van 2009 is stationaire 24 uurs monitoring verricht in Kabul en Mazar e Sharif waarbij PM₁₀, PM_{2,5}, PAKs, alkanen, stikstofdioxide, zwaveldioxide, metalen en VOC zijn onderzocht. Stof werd als belangrijkste risico genoemd, met frequente overschrijding van de MEG. Ook de concentratie PAKs was relatief hoog (boven de WHO guideline), met name in Kabul, terwijl de concentratie metalen laag was (ruim onder de 1-year Air-MEG). In Kabul werden verhoogde concentraties stikstofdioxide gemeten met verbranding als voornaamste bron. Voor acroleïne en 1,3,5-trimethylbenzeen werd een overschrijding van de MEG gevonden. Voor de volgende componenten was de concentratie chroom en mangaan in zowel MeS als Kabul weliswaar onder de 1-year Air-MEG, maar boven de WHO guidelines; in Kabul gold dit eveneens voor benzeen en stikstofdioxide.

In de studies werd aangegeven dat in een land in ontwikkeling zoals Afghanistan luchtverontreiniging een groeiend probleem is vanwege snelle urbanisatie, toename in transport, slechte kwaliteit brandstoffen voor transport en verwarming van huizen, stoffige wegen en (open) verbranding van afval. Daarnaast draagt de mogelijke vorming van fotochemische smog bij aan de luchtverontreiniging. De verontreiniging is terug te zien in hoge concentraties stof, PAKs en stikstofdioxide ten opzichte van de gebruikte normen en zeker in vergelijking met Zweedse referentiewaarden uit Umeå.

Door de Belgische Defensie organisatie zijn van 29 april tot 6 mei 2011 op 3 locaties op Kandahar Airfield 24 uurs metingen verricht naar stofblootstelling en emissie van de burnpit (32). Tussen de 3 locaties verschilden de ratio PM_{2,5}/PM₁₀; een hogere concentratie PM_{2,5} duidt gebruikelijk op een relatief grote bijdrage van menselijke activiteiten i.e. verbrandingsproducten en uitlaatgassen. Een lage ratio duidt juist op een relatief grote bijdrage van opwervend stof. Op de locatie het dichtst bij de burnpit was de ratio het hoogst. Op deze locatie zijn de hoogste waarden gemeten voor metalen en BTEX. Deze waarden zijn vergelijkbaar met de waarden in stedelijk, geïndustrialiseerd gebied in België.

De ratio EC (elementair koolstof)/PM₁₀ als indicator voor de bijdrage van de burnpit aan de stofbelasting varieerde sterk. Gesuggereerd werd dat het verkeer een grotere bijdrage levert aan de concentratie EC dan de burnpit; EC wordt ook gebruikt als marker voor dieselmotoremissie (DME).

De concentratie gassen (zwaveldioxide, stikstofoxiden, koolmonoxide) was steeds lager dan de detectielimiet.

De overall conclusie luidde dat reversibele effecten door PM₁₀ blootstelling niet zijn uit te sluiten en dat de burnpit bijdraagt aan een verhoogde concentratie PM_{2,5}. Herhaalde blootstelling aan de gemeten waarden PM_{2,5} kan leiden tot chronische

effecten. De burnpit lijkt geen verhoogd risico op te leveren voor andere gemeten componenten.

6.1.2 *Studie opzet*

Om te komen tot beheersing van blootstelling is inzage in de bronnen en karakteristieken van blootstelling essentieel, te bereiken door een adequate meetstrategie.

Weese and Abraham (4) geven een samenvatting van de variabelen waarmee rekening moet worden gehouden bij de opzet van een studie naar gezondheidseffecten door stofblootstelling. Dit betreft de samenstelling, deeltjesgrootte en herkomst van het stof, de mate en duur van de blootstelling, de mogelijke effecten (acuut versus chronisch) en voorkomende bronnen (verbrandingsproducten van oliebrand, afvalverbranding, transport; vervuiling door gebrek aan lokale regelgeving), (seizoensgebonden) zandstormen; karakteristieken van de blootgestelde populatie (gezondheidsstatus, leeftijd, rookgedrag).

De concentratie PM10 wordt met name gerelateerd aan het opwaaien van zand en bodemstof. Voor PM10 wordt de (jaar)gemiddelde concentratie sterk beïnvloed door korte events met hoge piekbelasting. Te denken valt aan zandstormen, maar ook door menselijke activiteit, bijvoorbeeld het rijden over zandwegen. De samenstelling van PM10 komt grofweg overeen met de natuurlijke bestanddelen van de bodem; dit is met name gebaseerd op de beschikbare gegevens over metalen (o.a. 8, 9). In de fractie PM10 wordt o.a. mangaan, aluminium en calcium aangetroffen, terwijl deze metalen in de fractie PM2,5 in veel mindere mate voorkomen. In de fractie PM2,5 komt juist meer zink, arseen, cadmium en antimon voor, componenten die in verband worden gebracht met lokale, verontreinigende bronnen en die in mindere mate van nature voorkomen in de bodem.

In tegenstelling tot PM10 zijn voor PM2,5 de bronnen meer diffuus. Dergelijke kleine deeltjes komen onder meer vrij bij (afval)verbrandingsprocessen (burnpits) en industriële processen. Er is vaak sprake van een grote variatie in concentraties waarbij lokale bronnen een grote invloed hebben. Als wordt gekeken naar nog kleinere deeltjes, ultrafijn stof, dan neemt de relatieve bijdrage van de natuurlijke bestanddelen nog verder af.

Binnen de US heeft sinds 1991 mede naar aanleiding van alle onbegrepen klachten tijdens de eerste Golfoorlog, het Occupational and Environmental Surveillance Programma zich sterk ontwikkeld. Gedurende alle fasen van de uitzending wordt structureel de omgeving gemonitord. Hierbij zijn de inspanningen in vier fasen te verdelen: I predeployment, II mobilisatie, III conflict, IV postdeployment (33). In de periode 2001-2009 zijn meer dan 24.500 lucht-, water- en bodemonsters genomen tijdens verschillende fasen van militaire operaties, van voorbereiding tot postdeployment. Dit heeft geresulteerd in een omvangrijke environmental health surveillance database. Het doel hiervan is om risico's te identificeren en te evalueren om mogelijke gezondheidseffecten op te sporen en beheersmaatregelen te kunnen

nemen. Om deze grote verzameling aan data te kunnen analyseren zijn geavanceerde computersystemen nodig en tevens is een koppeling tussen de individuele blootstellingsgegevens, de medische gegevens en de locatie gegevens noodzakelijk. Op basis van de verzamelde informatie wordt een Conceptual Site Model (CSM) ontwikkeld waarmee blootstellingsroutes in kaart worden gebracht. Aangegeven wordt dat het model dat door de DoD wordt gebruikt voor de risicobeoordeling nog te veel gefocust is op de acute effecten die een directe impact kunnen hebben op de missie.

Andere geïdentificeerde aandachtspunten zijn, zoals door de DoD geconstateerd: de noodzaak voor de ontwikkeling van persoonlijke monsternametechniek welke ook in operationeel gebied kan worden gebruikt rekening houdend met meteorologische omstandigheden, logistiek, transport en opslag; de continue vastlegging van de locatie van militair personeel; het volgen van de gezondheidsstatus van personeel, ook na het verlaten van Defensie (33).

6.2 Beschouwing meetgegevens

Verreweg de meeste metingen zijn gericht op het inventariseren van de stofbelasting (PM10 en PM2,5) en de aanwezigheid van zware metalen. De concentratie PM10 is in 38 studies gemeten tussen 2002 en 2011. De concentratie PM2,5 is in 22 studies gemeten tussen 2002 en 2011, met de meeste effort vanaf 2007. Duidelijk is dat de focus in de loop van de tijd is verplaatst van PM10 naar PM2,5, aansluitend bij nieuwe wetenschappelijke inzichten.

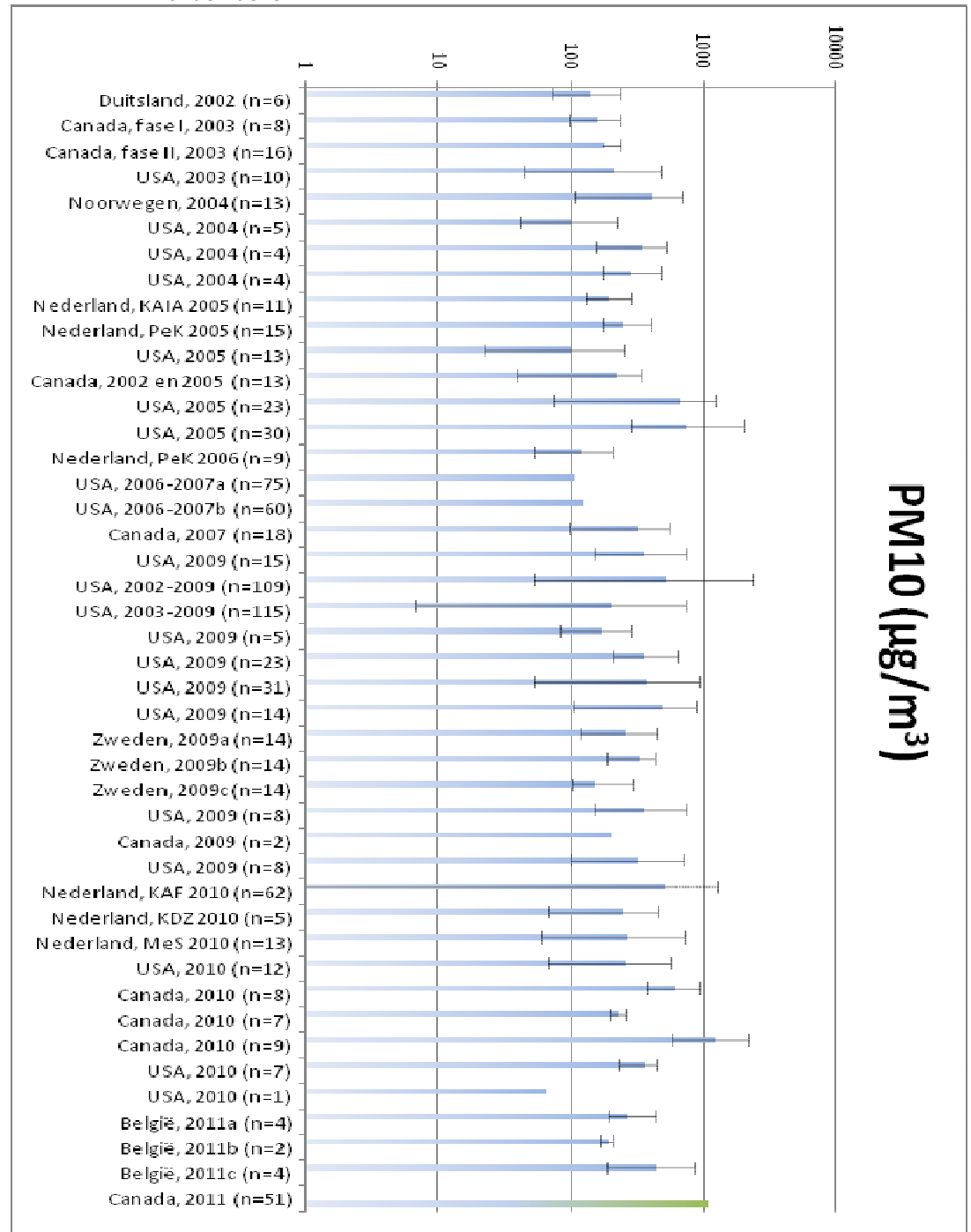
Er wordt gebruik gemaakt van verschillende meetstrategieën en monsternametechnieken. Dit kan van invloed zijn op de meetresultaten en belemmert de vergelijkbaarheid tussen studies.

De metingen betreffen vaak meerdere locaties op een compound. De vraagstelling is meestal algemeen gesteld; enkele keren is een specifieke situatie bemeet, zoals emissie van industrieën en verbrandingsprocessen, het patrouilleren en in- en uitladen van vliegtuigen. Het gros van de metingen is plaatsgebonden, buiten uitgevoerd. De monsternameduur is overwegend 24 uur; hierdoor wordt de concentratie als tijdgewogen gemiddelde over 24 uur weergegeven en zijn eventuele piekblootstellingen niet inzichtelijk.

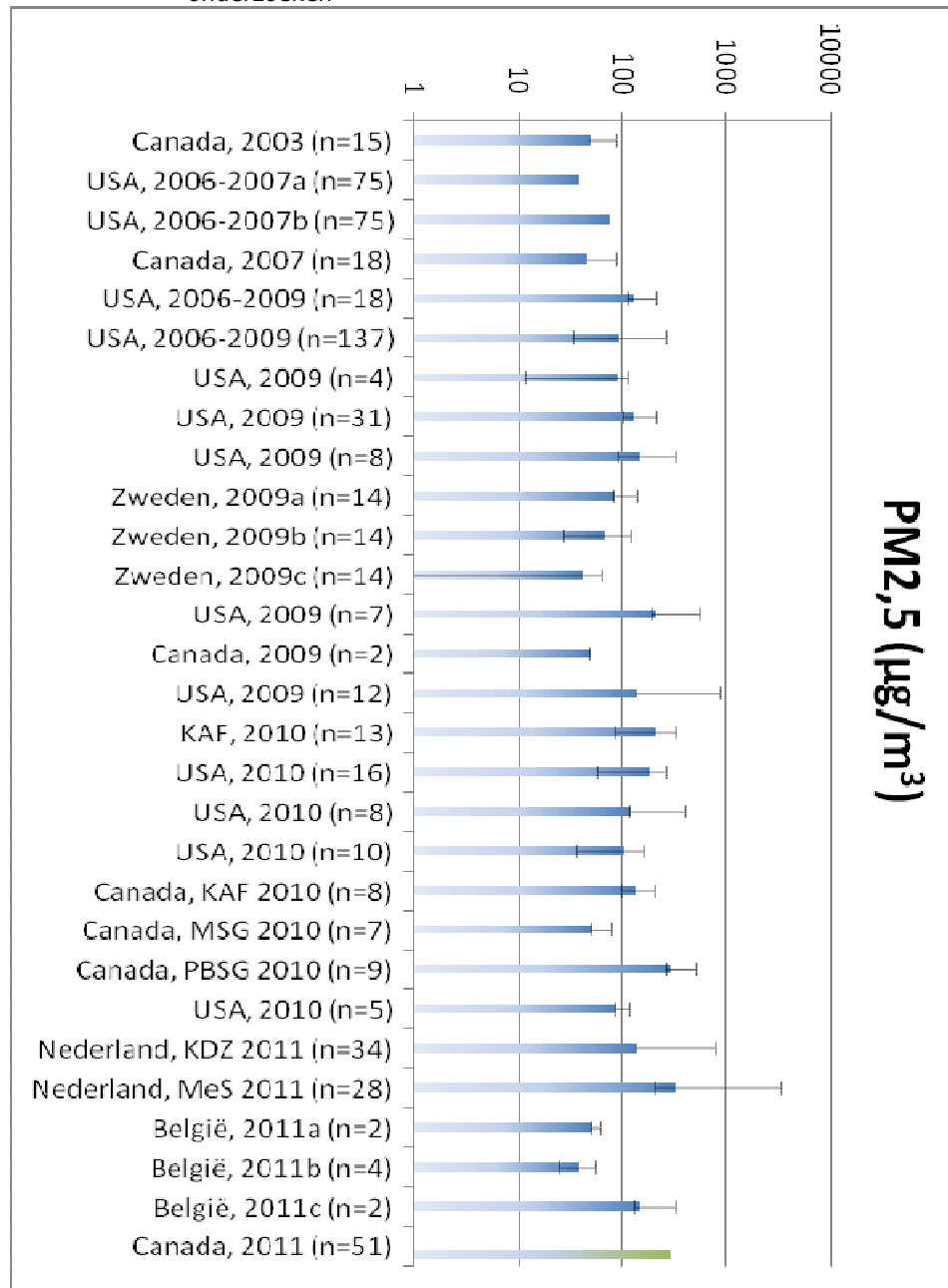
In Figuur 4 en 5 wordt een grafisch overzicht gegeven van de meetgegevens uit de diverse onderzoeken voor respectievelijk PM10 en PM2,5. In de figuren is het rekenkundige gemiddelde (AM) weergegeven alsmede de spreiding in de meetgegevens (minimum-maximum), voor zover beschikbaar. Voor het Zweedse onderzoek uit 2009 (31) is echter het geometrische gemiddelde (GM) opgenomen (het AM werd niet gepresenteerd). In het Canadese onderzoek uit 2011 (34) zijn geen gemiddelden gepresenteerd; in de figuur is alleen de maximale waarde opgenomen. Onderzoeken waarbij op meerdere locaties is gemeten en de resultaten

separaat beschikbaar waren zijn opgesplitst opgenomen in de grafiek, herkenbaar aan de toevoeging a, b en c aan het jaartal.

Figuur 4 Overzicht concentratie PM10 Nederlandse en buitenlandse onderzoeken



Figuur 5 Overzicht concentratie PM_{2,5} Nederlandse en buitenlandse onderzoeken



De onderzoeken zijn uitgevoerd op verschillende locaties, met name in Kabul, Kandahar Airfield en Kandahar. Wanneer afzonderlijk naar deze 3 locaties wordt gekeken, blijkt de gemiddelde concentratie PM₁₀ in Kandahar (261-740 µg/m³) en Kandahar Airfield (192-670 µg/m³) hoger te zijn dan in Kabul (140-424 µg/m³), met

tevens hogere maximale meetwaarden. Voor de concentratie PM_{2,5} wordt dezelfde tendens gezien, echter, de verschillen zijn veel kleiner.

De stofmonsters worden meestal geanalyseerd op aanwezigheid van zware metalen, variërend van enkele tot tientallen specifieke metalen. Het merendeel van de meetresultaten voor metalen is lager dan de detectielimiet, hoewel de variatie tussen de studies groot is. Mangaan, chroom, lood, antimoon, ijzer en aluminium worden het meest frequent in detecteerbare concentraties aangetroffen. Deze waarden zijn meestal (ruim) lager dan de gebruikte normen.

In een aantal studies is de concentratie Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAKs met als marker benzo-a-pyreen (B(a)P)), kwarts en gasvormige componenten, zoals vluchtige organische componenten (VOC), stikstofdioxide en zwaveldioxide, gemeten. De concentratie stikstofdioxide, zwaveldioxide en VOC is vaak niet detecteerbaar; alleen voor benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen (BTEX) worden in enkele onderzoeken lage waarden gemeten. Incidenteel is de concentratie asbest, elementair koolstof (als marker voor dieselmotoremissie, DME) en dioxine bepaald. Voor alle hier genoemde componenten wordt in de studies een risico niet aannemelijk geacht; hierbij wordt mede in beschouwing genomen dat er sprake is van periodieke, discontinue blootstelling.

6.3 Risicobeoordeling

Bij de interpretatie van de meetgegevens wordt in de diverse studies gebruik gemaakt van verschillende normen zoals de MEG, nationale en civiele normen zoals de NAAQs en achtergrondwaarden.

In de studies wordt geconcludeerd dat voor de concentratie fijn stof regelmatig de norm wordt overschreden. Dit betreft zowel PM₁₀ als PM_{2,5}. Het optreden van acute effecten wordt niet uitgesloten. Over het risico op chronische effecten is men niet eenduidig. Hoewel de meetwaarden hoog zijn geeft het blootstellingspatroon, de beperkte periode en de discontinue blootstelling, aanleiding tot de nodige discussie.

Aangezien normen kunnen variëren over de tijd dienen de ruwe data beoordeeld te worden op basis van de huidige kennis. Bij deze risicobeoordeling worden zowel de Nederlandse als de buitenlandse studies betrokken. De risicobeoordeling wordt beperkt tot de concentratie PM_{2,5} en PM₁₀. Van de andere componenten zijn slechts beperkt gegevens voorhanden.

Voor PM₁₀ worden dagwaarden gevonden tot maximaal 2400 µg/m³. De meeste gemiddeldes liggen tussen ongeveer 200 en 400 µg/m³ met een zwaartepunt rond 300 µg/m³. Voor PM_{2,5} ligt de gemiddelde concentratie meestal tussen 50 en 200 µg/m³ met een van zwaartepunt rond 100 µg/m³. De dagwaarde is maximaal 900 µg/m³ (met één enkele uitschieter van bijna 3500).

De gemiddelde meetwaarden overschrijden de achtergrondconcentraties voor PM10 en PM2,5 in Nederland (30 respectievelijk 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), alsmede de MTR (40 respectievelijk 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en WHO guidelines voor het jaargemiddelde (20 respectievelijk 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ruimschoots.

In de provisional TG230 wordt PM10 in verband gebracht met acute effecten en PM2,5 voornamelijk met chronische effecten. Voor PM10 is derhalve een 24-uurs richtlijn opgesteld van 420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (marginale effecten) en voor PM2,5 een 1-jaars MEG van 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor marginale effecten (zie hoofdstuk 4). Voor zowel PM10 als PM2,5 wordt de MEG voor marginale effecten regelmatig overschreden. De gemiddelde concentratie PM10 overschrijdt in bijna 10% van de studies de MEG voor kritische effecten (600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), in 20% van de studies de marginale MEG (420) en in 56% van de studies de negligeerbare MEG (250). In tweederde van de studies is de gemiddelde concentratie PM2,5 hoger dan de 1-jaars MEG; het gemiddelde is in alle studies hoger dan de negligeerbare MEG. De 24-uurs gemiddelde concentratie PM2,5 overschrijdt in geen van de studies de short-term MEG voor kritische effecten (500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

In enkele studies blijken de hoogste stofconcentraties gemeten te zijn op locaties nabij een burnpit. Opvallend is dat dit zowel voor PM2,5 als PM10 geldt; dergelijke emissieproducten worden in de literatuur met name gerelateerd aan de fractie PM2,5. Tevens zijn in dit stof relatief vaak en veel metalen in detecteerbare concentraties aanwezig, echter, de concentraties zijn laag. Voor wat betreft de risicobeoordeling wordt rekening gehouden met het feit dat personen meestal niet continu nabij de burnpit aanwezig zijn, de discontinuïteit in gebruik van de burnpit en de wisselende samenstelling van het aangeboden afval waardoor de mate en samenstelling van de emissie eveneens zal variëren.

De overall conclusie is dat voor PM10 de vigerende normen en richtlijnen regelmatig worden overschreden en het optreden van acute gezondheidseffecten niet is uit te sluiten. Dit geldt zeker voor gevoelige personen.

Ook voor PM2,5 zijn de gemeten concentraties relatief hoog. Bij de risicobeoordeling worden echter de nodige kanttekeningen geplaatst. De representativiteit van de meetgegevens, de beperkte duur van de gemeten, discontinue blootstelling op een geheel leven, de invloed van lokale, situationele factoren, en de keuze voor de meetstrategie en meettechnieken geven ruimte voor interpretatie verschillen. De metingen in het Canadese onderzoek (2010) vonden bijvoorbeeld plaats in augustus en september, de periode met veel wind en zandstormen. In de periode tussen oktober en april kan door de meteorologische omstandigheden sprake zijn van de vorming van een inversielaag waardoor verdunning van de verontreiniging minder snel optreedt. De sterke variatie in blootstelling tussen locaties en tussen seizoenen alsmede de invloed van uitgevoerde werkzaamheden en persoonlijk gedrag compliceert verder de risicobeoordeling voor chronische effecten.

7 Risicobeoordeling en epidemiologisch onderzoek NATO-Partners inclusief Nederland

De resultaten van verschillende studies zijn hieronder kort opgenomen. Een uitgebreidere samenvatting van enkele studies is te vinden in bijlage D. Niet alle studies betreffen de situatie in Afghanistan, maar worden desalniettemin relevant geacht om te vermelden.

7.1 Incidentie van respiratoire aandoeningen tijdens de missie

In het afgelopen decennium zijn tal van publicaties verschenen waarin getracht wordt een relatie te leggen tussen de verhoogde incidentie van non battle injuries en uitzending naar Afghanistan en Irak om inzicht te geven in de impact hiervan op de missie. Onder deze non battle injuries nemen de respiratoire klachten een belangrijke plaats in (66). In de meeste artikelen wordt tevens een hypothese geformuleerd naar de oorzaak van de klachten. Regelmatig worden de omgevingsfactoren in uitzendgebied als een van de oorzaken benoemd. Veel van de studies kennen echter belangrijke beperkingen waardoor het vaststellen van een relatie lastig blijft.

Zo werd door Szema (67) gevonden dat het aantal personen waarbij astma werd gediagnosticeerd tijdens uitzending van VS militairen naar Irak en Afghanistan groter is dan bij militairen die in de VS bleven (6,6% van 920 ten opzichte van 4,3% van 5313, $P < 0,05$). Door dezelfde onderzoeker werd gevonden dat allergische rhinitis meer voorkwam bij militairen die gedurende een jaar waren uitgezonden naar de Perzische golf dan bij militairen die niet werden uitgezonden (9,9% vs 5,1%).

De beperking van deze studie is dat de gegevens afkomstig zijn van militairen die werden geregistreerd bij de Veterans Affairs Medical Center en dat dit geen afspiegeling hoeft te zijn van de totale groep uitgezonden militairen. Daarnaast werd vastgesteld dat in de Irak/Afghanistan groep 16,1% rookte vs 3,1% in de groep militairen die niet naar Irak/Afghanistan was uitgezonden. Dit kan enige impact hebben op de uitkomst (67, 68). Ook Roop rapporteerde dat zowel bij een groep astmatici (61 van de 1.193) als niet astmatici er sprake was van een verhoogde frequentie van respiratoire klachten tijdens uitzending zoals hoesten, sputum productie, pijn op de borst en allergische symptomen ($p < 0,05$) (69).

Vergelijkbare resultaten werden gevonden in het prospectieve Millenium Cohort waarbij ruim 39.000 militairen die waren uitgezonden naar Irak of Afghanistan zowel vooraf (2001-2003) als achteraf (2004-2006) zijn ondervraagd (70). Van de 38.993 respondenten rapporteerde 14% (9.210) van de militairen die naar Irak en Afghanistan waren geweest dat ze respiratoire klachten hadden zoals persistente

hoest en kortademigheid ten opzichte van 10% (29.783) die niet naar Irak en Afghanistan waren uitgezonden. In tegenstelling tot het onderzoek van Szema werd echter geen verschil gevonden bij incidentie van astma (1% vs 1%) en chronische bronchitis of emfyseem (1% vs 1%). Binnen dit onderzoek werd voor roken gecorrigeerd maar dit had geen invloed op de resultaten.

Er werd een lineaire associatie gevonden tussen de duur van de missie en het rapporteren van symptomen. Echter, dit verschilde per krijgsmachteenheid en per lokatie waardoor de onderzoekers menen dat het ontwikkelen van respiratoire klachten meer gekoppeld kan worden aan specifieke, situationele bronnen dan aan generieke blootstelling tijdens de uitzending. Een beperking van deze studie is dat de gegevens met behulp van een vragenlijst werden geïnventariseerd. Validatie van de gegevens met behulp van een medisch informatiesysteem heeft niet plaatsgevonden. De kracht van dit onderzoek is dat van heel veel militairen gegevens werden verkregen. Omdat men ook gegevens heeft van de klachten voor de missie kan een goede vergelijking gemaakt worden met de gegevens die men na de missie verzameld heeft.

In twee artikelen werd melding gemaakt van het voorkomen van zeldzame aandoeningen zoals constructieve bronchiolitis⁶ (38 gevallen) (71) en eosinofiele pneumonie⁷ (18 gevallen van de 183.000) (66). Bij de eerste aandoening wordt een mogelijke relatie gelegd tussen de blootstelling aan de uitstoot met zwaveldioxide van een zwavelmijn in Irak en aan blootstelling aan fijn stof. Vanwege het gebrek aan gegevens voor de missie en het beperkt aantal gevallen is hier moeilijk een relatie te leggen. Bij de tweede aandoening werd naast de blootstelling aan PM ook een mogelijke relatie gelegd met mensen die tijdens de missie zijn gestart met roken. Ook deze relatie is niet bewezen.

Verschillende studies beschreven het voorkomen van acute respiratoire infecties tijdens missies in Afghanistan en Irak. Naast de luchtverontreiniging worden de minimale sanitaire voorzieningen als een van de belangrijkste veroorzakers hiervan genoemd. De onderzoeken geven inzicht in de impact die dit op het voortzettingsvermogen kan hebben zoals het aantal ziektedagen en het effect op de werkzaamheden. In een studie van Soltis (72) waarbij de militairen zelf de klachten rapporteerden, heeft 39,5% (1.128) van 2.872 militairen die in 2005 waren uitgezonden een respiratoire infectie gehad. In 61,7% duurde de ziekte 4-7 dagen. Van de groep die een infectie rapporteerde had 29,4% koorts en 18,5% zocht medische hulp. 38,5% van deze groep rapporteerde dat ze minder goed in staat waren hun taak uit te voeren.

⁶ Constructieve bronchiolitis is een zeldzame en niet omkeerbare longziekte waarbij door fibrositis en ontsteking de bronchiolen worden verkleind. Deze aandoening is zeldzaam in een jonge gezonde populatie en het is bekend dat het veroorzaakt kan worden door onder andere blootstelling aan bepaalde verbrandingsproducten.

⁷ Eosinofiele pneumonie is een longontsteking, dat gepaard gaat met heel veel eosinofielen (een bepaald soort witte bloedcellen), die in het bloed zitten. Eosinofiele pneumonie kan allerlei oorzaken hebben. Bijvoorbeeld het inademen van chemische gassen, een infectie met schimmels of wormen of longkanker.

Sanders *et al.* (73) heeft ruim 15.000 militairen ondervraagd die in Irak en Afghanistan waren geweest. Meer dan tweederde (69%) van de ondervraagden gaf aan een respiratoire infectie te hebben gehad en hiervan heeft 17% medische hulp gezocht. 40% rapporteerde te roken waarvan 48% aan gaf (weer) te zijn gestart.

Morris *et al.* (74) concludeert dat er tot nu toe onvoldoende toxicologische, epidemiologische en klinische data beschikbaar zijn om de prevalentie en de ernst van gezondheidseffecten in zuid-west Azië door inhalatoire blootstelling aan PM of emissie aan burnpits te kunnen evalueren. De studies zijn met name retrospectief en niet gericht op oorzakelijke factoren.

7.2 Disease surveillance

Om een indruk te krijgen van het voorkomen van ziektes in een inzet gebied wordt gebruik gemaakt van een door NATO voorgeschreven diagnose registratie systeem, EpiNATO genaamd. Dit systeem is zeker niet waterdicht omdat de omschrijvingen van de diagnosecategorieën door de arts verschillend interpreteerbaar kunnen zijn. Hierdoor is de validiteit van het systeem beperkt en kan slechts gebruikt worden voor het waarnemen van trends. De luchtweginfecties scoren bij de diverse missies verschillend. Bij de ISAF missie staan luchtweginfecties gemiddeld op plaats zeven van de meest voorkomende ziektes, maar bij andere missies komen die relatief vaker voor (zie bijlage D).

In 2011 is door de Nederlandse Defensie organisatie een kwantitatieve beschrijving gemaakt van de meest voorkomende eerstelijns gezondheidsproblemen bij militairen tijdens hun inzet in het kader van de Task Force Uruzgan missie naar Afghanistan van januari 2006 t/m juli 2010 op de locaties Kandahar, Tarin Kowt en Deh Rawod. Een van de doelstellingen van dit deelonderzoek was het beschrijven van een top 20 van meest voorkomende gezondheidsproblemen, waarvoor een consult in de eerstelijns heeft plaatsgevonden. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de diagnoses die in het Nederlandse Geneeskundig Informatiesysteem Defensie (GIDS) werden geplaatst. Deze gegevens aangevuld met gedetailleerde uitzendgegevens uit Peoplesoft, geven inzicht in de gezondheidstoestand van militairen, in het bijzonder in relatie tot het expeditionair optreden.

De incidentie dichtheid van acute infecties van de bovenste luchtwegen van de gehele populatie militairen kwam op de vijfde plaats met 349 consulten en een incidentie dichtheid van 0,72 (0,64-0,81). Een gewone verkoudheid en hoesten kwamen respectievelijk op plaats 13 en 14. De incidentiedichtheden zijn gebaseerd op het aantal ziekte-episoden en weergegeven per 1.000 persoonsweken met het bijbehorende 95% betrouwbaarheidsinterval.

Het is te verwachten dat er sprake is van een onderrapportage van respiratoire klachten omdat veel militairen hier niet mee naar een dokter zullen gaan zoals in de eerder vermelde studie van Sanders (73) werd getoond. Verder betreft dit consulten

tijdens de missie en deze gegevens zeggen dus niets over eventuele chronische klachten die na de missie blijven bestaan (3).

7.3 Risicobeoordelingen US DoD

7.3.1 *Risicobeoordeling blootstelling burnpit Balad Air Base, Irak*

Door de US MOD is in 2007 gedurende 4 maanden bij de burnpit van Balad Air base in Irak de luchtkwaliteit uitgebreid bemeten. Hierbij werden de volgende componenten gemeten: PM, VOC, Metalen, PAKS, dioxines en furanen. Van de 163 24-uurs monsters werd 50 keer de waarde voor 1-jaar MEG voor de deeltjes kleiner dan PM10 overschreden en twee keer de waarde voor 1-jaar MEG van VOC's. De monsters werden één keer per zes dagen genomen.

Aan de hand van de gegevens die in 2007 bij de burnpit van Balad Airbase zijn verzameld is in 2008 een risicobeoordeling uitgevoerd. De risico-inschattingen, die volgens de richtlijnen van de EPA zijn uitgevoerd, geven aan dat de gezondheidsrisico's acceptabel zijn voor zowel de carcinogene als non-carcinogene effecten. De blootstelling aan dioxinen resulteerde verder in een minimale impact op het lichaam (body burden) (75).

De risicobeoordeling is door de Defense Health Board beoordeeld. In het algemeen is men het met de gevonden resultaten eens, maar er worden wel kanttekeningen geplaatst bij een aantal aspecten. De board raadt aan om niet alleen 24-uursmonsters te nemen maar gedurende een korter tijdsinterval monsters te nemen om zo ook meer inzicht te krijgen in de piekconcentraties. Verder werd nog een aanbeveling gedaan om het kwaliteitssysteem te verbeteren ten aanzien van monsternamen, analyse en systematiek voor risicobeoordeling (76).

7.3.2 *Epidemiologische Studies Burnpits*

Door de Armed Forces Health Surveillance Center (AFHSC) en de Naval Health Research Center (NHRC) is in 2010 een aantal epidemiologische studies uitgevoerd naar de mogelijke relatie tussen de blootstelling aan emissies afkomstig van een burnpit en effecten op de gezondheid (77). In de studies werden de gegevens van personeel uitgezonden op bases met een burnpit vergeleken met gegevens van uitgezonden personeel op bases zonder burnpit.

Blootstelling aan de emissie van de burnpit binnen een straal van 5 mijl was niet geassocieerd met een verhoogd risico voor nieuw gerapporteerde of steeds weer optredende luchtwegaandoeningen, Chronic Multisymptom Illness (CMI) of nieuw gerapporteerde reumatoïde artritis. Een verhoogde incidentie van lupus erythematoses werd gevonden bij de Joint Base Balad maar niet bij andere bases met een burnpit. Deze uitkomst wordt nog nader onderzocht.

De studie kent duidelijke beperkingen ten aanzien van het bepalen van de aard en omvang van de persoonlijke blootstelling, zoals ook in eerdere studies werd geconstateerd.

Deze epidemiologische analyse is ook ter beoordeling gegeven aan de Defense Health Board. Het rapport hiervan zou in de tweede helft van 2011 worden geleverd, maar is nog niet beschikbaar.

7.3.3

Conclusie studies

De US Department of Defense concludeert op basis van alle beschouwde studies dat acute effecten door blootstelling aan rook kunnen ontstaan en enige tijd kunnen aanhouden. Verder concludeert de DoD dat, terwijl op dit moment geen lange termijn effecten op groepsniveau zijn geïdentificeerd, het mogelijk is dat bij enkele militairen lange termijn effecten zijn ontstaan door gecombineerde blootstellingen zoals zand/stof, industriële vervuilingen en roken maar ook door individuele gevoeligheden (78).

7.4 Institute of Medicine

Het Institute of Medicine of the National Academy of Sciences is door de US Department of Veterans Affairs gevraagd om een risicoanalyse uit te voeren naar de mogelijke lange termijn effecten door blootstelling aan de rook van burnpits in Irak en Afghanistan. Het rapport is in oktober 2011 gepresenteerd (18).

De Balad burnpit in Irak werd vanwege de omvang als een "worst case" benadering gebruikt. Om te beginnen heeft de commissie een inschatting van de blootstelling gemaakt aan de hand van de hoeveelheid afval die per dag werd verbrand en de beschikbare monitoringsgegevens. Op basis van deze gegevens werd geconcludeerd dat de concentraties fijn stof gemiddeld hoger waren dan de US NAAQs. De burnpit was echter niet de voornaamste bron hiervan.

Dioxinen en furanen werden bijna in alle monsters in lage concentraties gevonden. De burnpit was hiervoor wel de belangrijkste bron. De gevonden TEQ (toxic equivalent) van de concentraties, die in de buurt (2-3 km) van de burnpit waren gemeten, was hoog vergeleken met sommige plekken in de VS en ook in vergelijking met vervuilde stedelijke gebieden wereldwijd. De gevonden concentraties VOC en PAH waren vergelijkbaar met de concentraties gerapporteerd in vervuilde stedelijke gebieden buiten de VS. De voornaamste bronnen hiervan rondom de Balad Air Base zijn transport, het vliegveld en een stationaire elektriciteitsgenerator. De gegevens werden allemaal gegenereerd vanuit stationaire metingen. Het ontbreken van gegevens die inzicht geven in de individuele blootstelling (locatie, duur en concentratie) werd door de commissie als een van de belangrijkste lacunes geïdentificeerd.

Zoals eerder in hoofdstuk 3 is vermeld heeft de commissie voor 51 componenten de schadelijke effecten in kaart gebracht. Vanwege het feit dat veel stoffen

overeenkomstige toxicologische eindpunten hebben en het feit dat men werd blootgesteld aan een mengsel van componenten is een additief effect niet uit te sluiten.

In het onlangs gepresenteerde Canadese rapport naar de luchtkwaliteit in Kabul, heeft men een poging gewaagd om de additieve effecten van de gemeten VOC's te berekenen. De verschillende VOC's hebben een gelijksoortige structuur en een grotendeels gelijksoortig effect op de mens. De conclusie was dat zelfs uitgaande van additieve effecten niet verwacht werd dat blootstelling aan VOC's tot gezondheidsklachten zou leiden. Zolang de concentraties van de individuele componenten laag blijven zullen de additieve effecten beperkt zijn (34).

Op basis van het literatuur onderzoek, waarbij ook gekeken werd naar onderzoek dat werd uitgevoerd in vergelijkbare groepen zoals de brandweer, concludeert de commissie dat er onvoldoende bewijs is om een associatie vast te stellen tussen de blootstelling aan verbrandingsproducten en het ontstaan van kanker, respiratoire aandoeningen, hartaandoeningen, neurologische aandoeningen en nadelige effecten op de reproductie in de onderzochte populaties. Een beperkt bewijs is gevonden voor de associatie tussen de blootstelling aan verbrandingsproducten en verminderde longfunctie. Het blijft echter moeilijk deze resultaten te extrapoleren naar de militaire populatie omdat de duur van de blootstelling en de activiteiten niet voldoende overeenkomen.

Geen van de emissieproducten lijkt in een concentratie aanwezig te zijn geweest waarbij chronische gezondheidseffecten te verwachten zijn. Maar, zoals eerder gezegd, het is onduidelijk of de combinatie aan stoffen een additief effect kan hebben. De commissie concludeert verder dat in de veelal door de DoD uitgevoerde studies de risicogroepen niet lang genoeg gevolgd worden om de lange termijn effecten te kunnen registreren.

Vanwege gebrek aan voldoende bewijs kan de commissie geen uitspraak doen over de mogelijke lange termijn effecten bij militairen door blootstelling aan de emissie van de burnpit. De gevonden resultaten sluiten echter niet uit dat een uitzending in Irak of Afghanistan, door blootstelling aan verontreinigingen van diverse bronnen, geassocieerd kan worden met het ontstaan van chronische gezondheidsklachten. Vooral bij die groepen die vanwege hun werkzaamheden blootgesteld worden aan hoge concentraties verontreinigingen of groepen die meer gevoelig zijn voor bepaalde componenten is het mogelijk dat er sneller gezondheidseffecten optreden, zoals respiratoire en cardiovasculaire effecten en kanker.

7.5 Andere door de DOD/VA gesponsorde studies

Het US Department of Veterans Affairs (VA) en de DoD in de VS zijn sponsor van een aantal aan fijn stof of burnpit gerelateerde onderzoeken. De onderzoeken worden hieronder in het kort beschreven.

De door VA gesponsorde studie "National Health Study for a New Generation of U.S. Veterans" is gaande (79). Binnen deze studie wordt naar verschillende gezondheidseffecten gekeken waaronder de effecten die mogelijk worden veroorzaakt door de blootstelling aan rook van burnpits. Binnen deze studie wordt een groep van 30.000 veteranen die in Afghanistan en Irak zijn ingezet vergeleken met 30.000 militairen die elders hebben gediend.

In de Millenium Cohort studie, een grootschalige epidemiologische studie die door de US DoD wordt uitgevoerd onder defensiemedewerkers, met bijna 150.000 deelnemers, worden onder andere gegevens verzameld met betrekking tot respiratoire aandoeningen.

De VA en de Department of Defense Pulmonary Health Working Group onderzoekt verder de medische dossiers van honden die dezelfde blootstellingen hebben gehad als militairen. Binnen deze studie wordt gekeken naar bronchiolitis, astma en acute eosinofiele pneumonie. Deze studie kan een indicatie geven van de te verwachten lange termijn effecten, die mogelijk ook bij militairen kunnen ontstaan.

8 Discussie

Meetgegevens

In de afgelopen jaren zijn veelvuldig luchtmetingen in Afghanistan uitgevoerd om de mogelijke blootstelling en de risico's voor militairen zo goed mogelijk in kaart te brengen. Deze metingen zijn niet alleen door de Nederlandse defensie organisatie uitgevoerd maar ook door andere NATO-partners. De focus van de risicobeoordelingen is vooral gericht op de blootstelling aan fijn stof (PM10, PM2,5) en zware metalen. Daarnaast is aandacht besteed aan de emissie van verbrandingsprocessen (ovens, burnpit, fabrieken). In de praktijk blijkt het echter complex te zijn om een goede risicobeoordeling in uitzendgebied te kunnen uitvoeren. Hieronder worden de beperkingen beschreven.

Het is niet altijd mogelijk (en nodig) om in het uitzendgebied continu de luchtkwaliteit te meten. De uitgevoerde onderzoeken zijn enerzijds routinematig (naar aanleiding van de DTRA) en anderzijds verricht naar aanleiding van zorgen en/of klachten en vaak specifiek gericht op bepaalde bronnen. Daarnaast is de luchtkwaliteit sterk afhankelijk van klimatologische omstandigheden en de activiteiten die op dat moment plaatsvinden. Uit de PM10 en PM2,5 meetgegevens blijkt een grote variatie in de blootstelling, zowel tussen studies maar zeker ook binnen studies. Op basis van de meetgegevens is de dag-tot-dag variatie inzichtelijk (voor de meetperiode) maar over de inter- en intrapersoonsvariatie, mede veroorzaakt door activiteiten en gedrag, valt niets te zeggen. Het is daarom lastig een uitspraak te doen over de mate van blootstelling over een langere periode en de frequentie en duur van de piekbelastingen.

Om praktische en tactische redenen wordt meestal stationair, plaatsgebonden gemeten. Daarnaast kan ook op basis van de onderzoeksvraag de keuze voor stationaire metingen worden gemaakt. Bij het monitoren van de omgeving is uiteindelijk altijd een vertaalslag nodig naar de persoonlijke blootstelling. Iemand is nooit 24 uur op één plaats actief. Voor een inschatting van de persoonlijke blootstelling is inzicht nodig in de aard, mate en duur van de blootstelling bij diverse activiteiten. Dit beeld varieert sterk tussen personen en over de tijd en is slechts inzichtelijk te maken door intensieve meetprogramma's met meetapparatuur op de persoon en een gedegen activiteitenregistratie. Vaak wordt daarom uitgegaan van een worst case scenario waarbij de potentiële blootstelling zal worden overschat. In de meeste Amerikaanse studies wordt het ontbreken van individuele blootstellinggegevens ook als één van de grootste beperkingen genoemd.

Internationale samenwerking

In de afgelopen jaren is de uitwisseling van gegevens tussen de NAVO-partners sterk verbeterd, waardoor veel meer gegevens beschikbaar zijn voor het opstellen van een risicobeoordeling. Tussen de NAVO-landen zijn op dit moment echter nog

geen afspraken gemaakt met betrekking tot standaardisatie van de meetapparatuur, de meetstrategie, analyse- en beoordelingsmethodes. Daarnaast wordt door elk land gemeten op de locatie waar de eigen militairen actief zijn; de bruikbaarheid van elkaars gegevens is soms beperkt mogelijk vanwege de variatie in de luchtkwaliteit tussen locaties. Het vergelijken en gebruiken van gegevens kan daarom alleen met de nodige terughoudendheid worden gedaan. Ook ten aanzien van de risicocommunicatie is betere afstemming wenselijk om een gelijke informatievoorziening na te streven. Op het moment zijn er binnen NAVO wel ontwikkelingen gaande om het delen van meetgegevens en het coördineren van de risicocommunicatie te stimuleren.

Risicoanalyse

De interpretatie van de meetgegevens in het licht van de mogelijke gezondheidseffecten is complex. Om een uitspraak te kunnen doen over de te verwachten gezondheidseffecten door blootstelling moeten de gemeten concentraties worden vergeleken met vastgestelde grenswaarden. De meeste landen hanteren echter hun eigen grenswaarden. In de VS worden bijvoorbeeld de NAAQs gehanteerd en binnen Europa worden de richtlijnen van de EU aangehouden.

Deze civiel afgeleide normen voor de algemene luchtkwaliteit hebben over het algemeen een zeer goed onderbouwde wetenschappelijke basis maar zijn voor de militaire populatie vaak te conservatief omdat de militaire populatie in uitzendgebieden relatief jong en gezond is. Daarnaast zijn de civiele grenswaarden afgeleid voor een levenslange blootstelling, wat dus niet overeenkomt met de duur van de blootstelling tijdens een missie. De grenswaarden die zijn afgeleid voor de werksituatie gelden voor een 8-urige blootstelling per dag, 5 dagen per week gedurende 40 jaar.

Om dit probleem te ondervangen zijn in de VS de Military Exposure Guidelines (MEG) afgeleid. Echter, het Public Health Command geeft zelf duidelijk aan dat de afgeleide normen voor o.a. fijn stof gepaard gaan met een grote mate van onzekerheid. Voor de Nederlandse Defensie organisatie is binnen het onderzoeksprogramma Operationele Toxicologie een methodiek ontwikkeld om militaire grenswaarden af te leiden, de zogenaamde Military Guidelines for Chemical Substances (MGCS). Het verschil tussen de MGCS en de MEG is bij sommige stoffen relatief groot. Het is mede daarom noodzakelijk om de methodiek verder uit te werken en te valideren.

Binnen de Nederlandse Defensie organisatie is de wijze van risicobeoordeling waaronder de interpretatie van de meetgegevens en het gebruik van grenswaarden niet concreet vastgesteld. Verdergaande standaardisatie van de werkwijze is noodzakelijk.

Gezondheidseffecten

In het afgelopen decennium is wereldwijd veel onderzoek verricht naar de mogelijke gezondheidseffecten door blootstelling aan fijn stof. Dit onderzoek is echter veelal gericht op de gezondheidseffecten van de deeltjes tussen de 2,5 en 10 μM (PM 2,5-10). Blootstelling aan PM10 wordt geassocieerd met acute luchtwegeffecten en de blootstelling aan PM 2,5 met cardiovasculaire, chronische respiratoire effecten en (vervroegde) mortaliteit.

Onder meer in de laatste risicobeoordeling van de EPA (13) wordt echter de zorg uitgesproken over de gezondheidseffecten van de hele kleine deeltjes, de Ultra Fine Particles (UFP). Deze deeltjes komen diep in de longen terecht waarbij men in het bijzonder bezorgd is over de lange termijn effecten. De schadelijke effecten van de UFP's is nog een onontgonnen terrein en in de komende jaren zal nog veel onderzoek verricht moeten worden. Ook het meten van deze kleine deeltjes is een uitdaging, zeker in operationeel gebied.

Het is een feit dat men meestal niet wordt blootgesteld aan één component maar aan een mengsel van stoffen. Het is vaak niet duidelijk wat het effect van deze gecombineerde blootstelling is op de toxiciteit. In de risicobeoordelingen worden de gezondheidseffecten gerelateerd aan een grenswaarde voor één component en kan nog weinig rekening worden gehouden met eventuele gecombineerde effecten. Zolang de concentraties van de componenten waaraan men wordt blootgesteld laag zijn zal het gecombineerde effect nog beperkt blijven. Maar op het gebied van de combinatietoxicologie ligt voor de toekomst nog een grote uitdaging.

Ondanks alle haken en ogen bij het extrapoleren van de resultaten van de risicoanalyses uitgevoerd door verschillende civiele instituten naar de militaire situatie, geven de resultaten wel een goede indicatie van de mogelijke causale relaties tussen blootstelling en effect. Tevens geeft het inzicht in de meer gevoelige groepen binnen de militaire populatie.

Environmental Health Surveillance Systeem

Uit de geraadpleegde literatuur en alle risicobeoordelingen blijkt dat een goed opgezet en geïmplementeerd environmental health surveillance systeem binnen de defensie organisatie essentieel is om een uitspraak te kunnen doen over de relatie tussen blootstelling en klachten, zowel op korte als op de lange termijn. Dit is een geïntegreerd systeem dat uit diverse componenten hoort te bestaan. Voor het vastleggen van de meetgegevens dient een goede database beschikbaar te zijn, waarbij een koppeling met de medische gegevens gemaakt kan worden zodat gezocht kan worden naar het voorkomen van zowel acute als chronische (respiratoire) klachten. Goede registratie van de gezondheidsstatus en eventuele klachten voor en na uitzending is hierbij noodzakelijk (12).

9 Conclusies en aanbevelingen

In het algemeen kan worden gesteld dat de blootstelling aan fijn stof in Afghanistan hoger is dan in Nederland. Er is een grote spreiding in de gemeten concentraties, mede beïnvloed door meteorologische (seizoensgebonden) omstandigheden en situationele factoren (o.a. locatie, werkzaamheden). De representativiteit van de gemeten concentraties voor de niet bemeten periodes is derhalve beperkt. Dit compliceert de risicobeoordeling voor chronische effecten en introduceert een grote mate van onzekerheid.

Omkeerbare, acute effecten, zoals prikkende ogen, hoesten en kortdurende luchtwegklachten zijn te verwachten bij de blootstelling aan fijn stof zoals die zich in Afghanistan voordoet. Op basis van de op dit moment beschikbare informatie is het niet te verwachten dat in deze relatief gezonde populatie veel chronische effecten zullen optreden. Echter, bij bepaalde, gevoelige personen, in het bijzonder de groep mensen met onderliggende hartaandoeningen en luchtwegklachten zoals astma, kunnen klachten ontstaan of verergeren. Deze groep zal in het uitzendgebied vanwege de medische eisen niet groot zijn, maar verdient wel extra aandacht. Een optimale beheersing van blootstelling dient altijd zoveel mogelijk te worden nagestreefd en per situatie te worden uitgewerkt.

Dezelfde conclusie kan worden getrokken voor zowel chronische als acute effecten bij blootstelling aan andere luchtverontreinigingen in het uitzendgebied, zoals aan verbrandingsproducten van afval, en emissies van industriële activiteiten en gemotoriseerd verkeer.

Er moet wel worden opgemerkt dat in de meeste risicoanalyses en epidemiologische studies wordt geconstateerd dat het moeilijk is om met enige zekerheid een betrouwbare uitspraak te doen over het optreden van lange termijn effecten. De populatie at risk moet daarvoor langer worden gevolgd en op toxicologisch gebied is aanvullend wetenschappelijk onderzoek nodig.

In de uitgevoerde risicoanalyses en de evaluaties ervan worden tevens de beperkingen van het uitvoeren van risicoanalyses in operationeel gebied inzichtelijk gemaakt. De volgende aanbevelingen voor de Nederlandse defensie organisatie worden gedaan om een kwaliteitsslag te kunnen maken in het proces van de risicobeoordeling.

- Het is van belang dat de Nederlandse, deskundige capaciteit voor uitvoering, beoordeling en advies in stand wordt gehouden om de luchtkwaliteit te kunnen blijven monitoren in uitzendgebied.
- De Desktop Risk Assessment (DTRA) is belangrijk voor de keuze van de locatie en de inrichting daarvan, zowel voor de compound zelf, als ook voor eventuele emissiegerelateerde activiteiten zoals een burnpit of

afvalverbrandingsovens. Ook tijdens de Fact finding mission is deskundige input en deelname daarom onmisbaar.

- Voor elke missie waaraan risico's door omgevingsfactoren onderkend worden, dient een (periodiek) monitoringsplan uitgewerkt te worden. Aanbevolen wordt een meetstrategie te ontwikkelen om de luchtkwaliteit gedurende de hele missie zo representatief mogelijk in kaart te kunnen brengen.
- Protocolair is het noodzakelijk om taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden vast te leggen wanneer, waar, hoe en door wie gemeten wordt, wie de meetstrategie vaststelt en wie de risicobeoordeling uitvoert.
- Om ook (jaren) na afloop van een missie nog te kunnen beschikken over meetgegevens en meetomstandigheden ten behoeve van (meta-)analyses is het aan te bevelen een centrale database te creëren.
- Binnen de Nederlandse Defensie organisatie wordt een uniforme methodiek voor de risicobeoordeling gehanteerd waarbij echter de interpretatie van de meetgegevens en het gebruik van verschillende grenswaarden niet concreet is vastgesteld. Verdergaande standaardisatie van de werkwijze is noodzakelijk.
- Voor een adequate risicobeoordeling tijdens operationele omstandigheden is validatie en implementatie van de concept militaire grenswaarden noodzakelijk.
- Bewaak de ontwikkeling en toepasbaarheid van nieuwe systemen voor surveillance van gezondheidsklachten tijdens en na een uitzending. Ontwikkel een kwaliteitssysteem voor het initiëren, volgen en evalueren van acties die voortvloeien uit de aanbevelingen van analyses.
- Realiseer eenduidige risicocommunicatie. Risicocommunicatie is een belangrijk onderdeel van Force Health Protection (NATO AJMedP-4 / AMed-P21). De verantwoordelijkheid voor het initiëren en coördineren hiervan is op dit moment niet goed vastgelegd.
- Streef zoveel mogelijk naar standaardisatie van de meetplannen, gebruikte apparatuur, analysemethodes en dataverzameling. Dit komt ook ten goede aan de uitwisseling van gegevens tussen NATO-partners.
- Streef naar goede internationale afspraken waardoor de toegankelijkheid van informatie, inclusief geclassificeerde documenten geoptimaliseerd kan worden.
- Onder andere op het gebied van Ultra Fine Particles, combinatietoxicologie en mogelijke lange termijn effecten zijn de komende jaren wetenschappelijke ontwikkelingen te verwachten. Initiëren en begeleiden van onderzoek en het volgen van wetenschappelijke ontwikkelingen dient een continu aandachtspunt te zijn.
- Opbouwen, genereren en toepassen van kennis ten behoeve van het optimaliseren van een betrouwbare en adequate risicobeoordeling verdient continue, structurele aandacht.

10 Referenties

1. Kelly Kennedy; Army Times; Iraq, Kuwait dust may carry dangerous elements; 8 dec 2010. <http://www.armytimes.com/news/2010/12/military-heavy-metals-dust-kuwait-iraq-120710w/>
2. Kelly Kennedy, Army Times; Health Alert: Respiratory problems neurological conditions and heart disease on the rise since 2001; 14 oct 2010.
3. Brief met bijlage: Epidemiologische studie Task Force Uruzgan ; ref 2011037227, (30 sept 2011) aan Directeur Militaire Gezondheidszorg.
4. Weese CB, Abraham JH; Potential health implications associated with particulate matter exposure in deployed settings in southwest Asia; Inhal Toxicol. 2009 Feb;21(4):291-6.
5. RIVM; Fijn stof nader bekeken(2005), Rapportnr. 500037008
6. Sioutas C, Delfino RJ, Singh M; Exposure assessment for atmospheric ultrafine particles (UFPs) and implications in epidemiologic research; Environ Health Perspect. 2005 Aug;113(8):947-55. Review.
7. Gunasekar PG, Stanek LWA; Advances in exposure and toxicity assessment of particulate matter: an overview of presentations at the 2009 Toxicology and Risk Assessment Conference.; Toxicol Appl Pharmacol. 2011 Jul 15;254(2):141-4.
8. Engelbrecht JP, McDonald EV, Gillies JA, Jayanty RK, Casuccio G, Gertler AW; Characterizing mineral dusts and other aerosols from the Middle East-- Part 1: ambient sampling; Inhal Toxicol. 2009 Feb;21(4):297-326.
9. Engelbrecht JP, McDonald EV, Gillies JA, Jayanty RK, Casuccio G, Gertler AW; Characterizing mineral dusts and other aerosols from the Middle East-- Part 2: grab samples and re-suspensions.; Inhal Toxicol. 2009 Feb;21(4):327-36.
10. Griffin D; Atmospheric Movement of Microorganisms in Clouds of Desert Dust and Implications for Human Health. Clinical Microbiology Reviews; vol 20, No 3, p. 459-477; July 2007.
11. Wilfong ER, Lyles M, Rietcheck RL, Arfsten DP, Boeckman HJ, Johnson EW, Doyle TL, Chapman GD; The acute and long-term effects of Middle East sand particles on the rat airway following a single intratracheal instillation. J Toxicol Environ Health A. 2011;74(20):1351-65.
12. Morris MJ, Zacher LL, Jackson DA; Investigating the respiratory health of deployed military personnel; Mil Med. 2011 Oct;176(10):1157-61.
13. EPA; Integrated Science Assessment for Particulate Matter; Dec 2009, EPA/600/R-08/139F.
14. Sacks JD; Particulate Matter- Induced Health Effects: Who is Susceptible; Environ Health Perspect 2011 April; 119(4): 446-454.
15. WHO; Air quality guideline for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update 2005 , Summary of risk assessment

16. Weese CB; Issues related to burn pits in deployed settings ;US Army Med Dep J. 2010 Apr-Jun: 22-8.
17. RIVM; Emissies van schadelijke stoffen bij branden (2007). Rapportnr 609021051/2007.
18. Institute Of Medicine; Long-Term Health Consequences of Exposure to Burn Pits in Iraq and Afghanistan; 2011 National Academies.
19. USACHPPM; Technical Guide 230; Environmental Health Risk Assessment and chemical exposure Guidelines for deployed Military Personnel , status: provisional, juni 2010.
20. Rapportage inzake luchtmetingen te Pol e Khomri Afghanistan, november 2005. Arbodienst CLSK.
21. Rapport inzake winterluchtmetingen te Pol e Khomri, Afghanistan, 30 juli Arbodienst CLSK.
22. Rapportage inzake luchtmetingen te KAIA (Kabul International Airbase), Afghanistan, november 2005. Arbodienst CLSK.
23. Rapportage inzake luchtmetingen te Kabul International Airbase, 1 augustus 2006. Arbodienst CLSK.
24. Rapportage inzake de blootstelling door emissie vanuit de burnpit te Tarin Kowt, 18 maart 2010.
25. Rapportage inzake luchtmetingen te Kamp Holland, november 2010. Arbodienst Defensie.
26. Rapportage Luchtmetingen Kandahar Airfield, Afghanistan. Maart 2011, Arbodienst Defensie; 8 juli 2011 aangeboden aan de tweede kamer; 27925; nr 431.
27. Rapportage Luchtmetingen Kunduz en Mazar-e-Sharif, Aghanistan, oktober 2011. Arbodienst Defensie.
28. Desert Research Institute; Final report Department of Defense Enhanced Particulate Matter Surveillance Program (EPMSP); Feb. 2008.
29. Committee for Review of the DOD EPMSP, National Research Council; Review of the Department of Defence Enhanced Particulate Matter Surveillance Program Report, 2010.
30. Wingfors H, Hägglund L, Magnusson R, Höjer K; Development of air sampling strategies for monitoring common air pollutants in a mission area at Camp Victoria in Kosovo--stationary vs. personal monitoring.; J Occup Environ Hyg. 2009 Jun;6(6):332-40.
31. Magnusson R, Hägglund L, Wingfors H. Broad exposure screening of air pollutants in the occupational environment of swedish soldiers deployed in Afghanistan. Mil. Med. 177, 3:318, 2012.
32. Air Quality Measurements Kandahar Airfield, Afghanistan. 28 April 2011-06 May 2011. Technical Report 2011028. Defesiellaboratoria – Laboratoires de la Defense (DLD), Belgium.
33. Martin M, Richards EE, Kirkpatrick JS; Exposure Science in US military operations; Mil Med 2011 July; 176 (7 suppl); 77-83.
34. Deployable Health Hazard Assessment Team Environmental Health Site Assessment OP Attention, Kabul. TAV 11-232. Nov-Dec 2011, Canada.

35. Untersuchung des Feldlagers des DEU/NLD/AUT/DNK-Kontingent in Kabul auf mögliche Expositionen gegenüber Gefahrstoffen. Bericht Nr. 02/25534/00001, 14-03-2002. Bundeswehr. Wehrwissenschaftliches Institut für Werk-, Explosiv- und Betriebsstoffe, Erding, Germany.
36. Toxicological Review of Chemicals of Potential Concern Identified During EIH Survey of Canadian Forces Bed-Down Locations in support of OP ATHENA in Kabul area Afghanistan 2003-2004. June 2004.
37. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Camp Phoenix, Afghanistan, 15-23 July 2003. Dept of the Army, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
38. Luchtkwaliteit in Kabul. Metingen door de Noorse krijgsmacht. S. Knudsen, H. McInnes, juni 2005. Referentie O-103128/NILU OR 32/2005. Norsk Institutt for luftforskning (NILU), Kjeller, Noorwegen (*Nederlandse vertaling*).
39. Luftschadstoffmessungen beim Luftumschlagzug des DtEcinsKtzt ISAF auf dem Kabul International Airport. Bericht nr 04/45473/00001, 11-03-2004. Wehrwissenschaftliches Institut für Werk-, Explosiv- und Betriebsstoffe, Erding, Germany.
40. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Bagram Airfield, Afghanistan, 23-29 January 2004. Dept of the Army, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
41. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Camp Phoenix, Afghanistan, 7-19 September 2004. Dept of the Army, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
42. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar Airfield, 16-22 December 2004. Dept of the Army, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
43. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Bagram Airfield, Afghanistan, 2005. Dept of the Army, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
44. Toxicological Review of Environmental Samples Taken in 2007 from Kandahar and FOBs in Support of OP ATHENA. Director Force Health Protection, Health Services Group, Ottawa, Canada, 2008.
45. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar Airfield, 7 June-29 July 2005. Dept of the Army, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.

46. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar Airfield, 9 August-7 October 2005. Dept of the Army, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
47. OEM/67/08: A report on an occupational hygiene assessment to determine exposure to joint helicopter support unit personnel to respirable crystalline silica and dust at Camp Bastion, OP Herrick. 7 Nov 2008 (UK).
48. Military Deployment Periodic Occupational and Environmental Monitoring Summary (POEMS): Kandahar Airfield, Afghanistan: 2002 to 2009. 26 July 2010.
49. Military Deployment Periodic Occupational and Environmental Monitoring Summary (POEMS): Kabul, Afghanistan: 2003 to 2009 (Camp Eggers and Camp Phoenix). 13 September 2010.
50. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Eggers, Afghanistan, 18 March-2 April 2009, U_AFG_EGGERS_CM_A10-2.5_20090402.
51. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar, Afghanistan, 16-28 June 2009, U_AFG_KANDAHAR_CM_A10_20090628.
52. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar, Afghanistan, 7 July-7 September 2009, U_AFG_KANDAHAR_CM_A10-25_20090907.
53. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar, Afghanistan, 21 August-27 October 2009, U_AFG_KANDAHAR_CM_A10-25_20091027.
54. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar, Afghanistan, 4-26 November 2009, U_AFG_KANDAHAR_CM_A10-2.5_20091126.
55. Determination of VOC levels, Kandahar Airfield, Afghanistan. Analytical Report. EMT Laboratory. Lab No 64/09.
56. Deployable Health Hazard Assessment Team Investigation of Select Potential Health Threats from locations in Op Athena. Collection conducted in Dec 2009. Dir Force Health Protection, Occupational and Environmental Health, Canada.
57. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar, Afghanistan, 2-29 December 2009, U_AFG_KANDAHAR_CM_A10-25_20091229.
58. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Phoenix, Afghanistan, 22 December 2009-23 January 2010, U_AFG_PHOENIX_CM_A25_20100123.
59. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Khandahar, Afghanistan, 31 January-18 February 2010, U_AFG_KHANDAHAR_CM_A10_20100218.

60. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Khandahar, Afghanistan, 12 and 24 February 2010, U_AFG_KHANDAHAR_CM_A25_20100224.
61. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Phoenix, Afghanistan, 29 January-27 February 2010, U_AFG_PHOENIX_CM_A25_20100227.
62. Deployable Health Hazard Assessment Team Op Athena. TAV 10-211. Aug-Sep 2010. Dir Force Health Protection, Occupational and Environmental Health, Canada.
63. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar, Afghanistan, 8 and 20 March 2010, U_AFG_KANDAHAR_CM_A25_20100320.
64. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Kandahar, Afghanistan, 2-26 March 2010, U_AFG_KANDAHAR_CM_A10_20100326.
65. Deployment Occupational and Environmental Health Risk Characterization, Ambient Air Particulate Matter Samples, Marmal, Afghanistan, 27 December 2010, U_AFG_MARMAL_CM_A10_20101227.
66. Aronson NE, Sanders JW, Moran KA; In harm's way: infections in deployed American military forces; Clin Infect Dis. 2006 Oct 15;43(8):1045-51.
67. Szema AM, Peters MC, Weissinger KM, Gagliano CA, Chen JJ; New-onset asthma among soldiers serving in Iraq and Afghanistan; Allergy Asthma Proc. 2010 Sep-Oct;31(5):67-71.
68. Szema AM, Salihi W, Savary K, Chen JJ; Respiratory symptoms necessitating spirometry among soldiers with Iraq/Afghanistan war lung injury; J Occup Environ Med. 2011 Sep; 53(9): 961-5.
69. Roop SA, Niven AS, Calvin BE, Bader J, Zacher LL; The prevalence and impact of respiratory symptoms in asthmatics and nonasthmatics during deployment; Mil Med. 2007 Dec; 172(12): 1264-9.
70. Smith B, Wong CA, Smith TC, Boyko EJ, Gackstetter GD, Margaret AK, Ryan for the Millennium Cohort Study Team; Newly reported respiratory symptoms and conditions among military personnel deployed to Iraq and Afghanistan: a prospective population-based study; Am J Epidemiol. 2009 Dec 1; 170(11): 1433-42. Epub 2009 Oct 22.
71. King MS, Eisenberg R, Newman JH, Tolle JJ, Harrell FE Jr, Nian H, Ninan M, Lambright ES, Sheller JR, Johnson JE, Miller RF; Constrictive bronchiolitis in soldiers returning from Iraq and Afghanistan.; N Engl J Med. 2011 Jul 21; 365(3): 222-30.
72. Soltis BW, Sanders JW, Putnam SD, Tribble DR, Riddle MS.; Self reported incidence and morbidity of acute respiratory illness among deployed U.S. military in Iraq and Afghanistan.; PLoS One. 2009 Jul 8;4(7): 6177.
73. Sanders JW, Putnam SD, Frankart C, Frenck RW, Monteville MR, Riddle MS, Rockabrand DM, Sharp TW, Tribble DR; Impact of illness and non-combat injury during Operations Iraqi Freedom and Enduring Freedom (Afghanistan); Am J Trop Med Hyg. 2005 Oct; 73(4): 713-9.

74. Morris MJ, Zacher LL, Jackson DA; Investigating the respiratory health of deployed military personnel. *Mil Med.* 2011 Oct; 176(10): 1157-61.
75. Air Force Institute for Operational Health ,U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine; Gregory Taylor, Vivian Rush, Adam Deck; Screening Health Risk Assessment Burn Pit Exposures, Balad Air Base, Iraq and Addendum Report; May 2008 IOH-RS-BR-TR-2008-0001, USACHPPM 47-MA-08PV-08.
76. Memorandum, Defense Health Board, subject: Defense Health Board Findings Pertaining toHealth Risk Assessment, Burn Pit Exposures, Balad Air Base, Iraq, 26 June 2008.
77. USA Department of Defense; Epidemiological Studies of Health Outcomes among Troops Deployed to Burn Pit Sites; may 2010.
78. Postlewaite RC, DoD Force Health Protection and Readiness ; Update on Burn Pit Smoke Exposure Concerns; presentatie 17 mei 2011.
79. US Department of Veteran Affairs;studies on Possible Health Effects of Burn Pits. <http://www.publichealth.va.gov/exposures/burnpits/health-effects-studies.asp>

Bijlage A Blootstellingsgegevens Nederlands Defensie onderzoek

N	aantal metingen	PM	Particulate Matter
AM	rekenkundig gemiddelde	VOC	Vluchtige organische componenten
Range	minimum-maximum	PAKs	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
LOD	Limit of detection		
W.C.	worst case		

Kabul International Airport, 2005

Component	N	Resultaten (AM, range)	Methode
PM10	11	191 (134-288) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Derenda Kleinfiltergerät (24 uur)
Arseen	11	3,8 (1,8-6,5) ng/m^3	
Nikkel	11	8,3 (3-18,3) ng/m^3	
Mangaan	11	108 (79-156) ng/m^3	
Cadmium	11	0,38 (0,25-0,53) ng/m^3	
Lood	11	18,6 (9,8-32,4) ng/m^3	
Koper	11	9,4 (6,0-12,1) ng/m^3	
Kobalt	11	2,3 (1,7-3,5) ng/m^3	
Chroom	11	9,2 (6,6-13,7) ng/m^3	
Seleen	11	0,4 (0,2-0,6) ng/m^3	
Antimoon	11	1,2 (0,5-2,2) ng/m^3	
Tin	11	0,7 (0,4-0,9) ng/m^3	
VOC: o.a. Benzeen, Tolueen, Xyleen, Ethylbenzeen	2	Alle <LOD ($<1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	GilAir3, actief koolbuis (3-6 uur). W.C. benadering. In NSE en MGD tent. Gericht op kerosine blootstelling
VOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5	B: <LOD (0,7) T: 1,3 (<LOD-3,3) E: <LOD (0,7) X: 1,3 (<LOD-3,3) Overige VOC: <LOD	GilAir3, actief koolbuis (3-6 uur)
VOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1	B: 0,8 T: 1,8	3M badges (10 dagen)

Component	N	Resultaten (AM, range)	Methode
		E: <LOD X: 1,4. Overige VOC: <LOD	
Apache detachement 2003: Benzeen, Tolueen, Ethylbenzeen, Xyleen (µg/kg)	3	B: 33 (<22-45) T: 26 (<22-35) E: <22 X: <22	Veegmonsters
PAKs: B(a)P	7	0,0032 (0,4-7,8) µg/m ³	Derenda Kleinfiltergerät (24 uur)
Stikstofdioxide	5	30,7 (7,7-39,1) µg/m ³	GilAir3, TEA buis (3-6 uur)
Koolmonoxide	14	<3600 µg/m ³	Indicatieve 5 min metingen met Dräger CMS Analyser
Zwavedioxide	5	29,2 (3,4-60,9) µg/m ³	GilAir3, geïmpregneerd filter (3- 6 uur)
Ozon	8	36 (<LOD-78) µg/m ³ (6<LOD)	Indicatieve 10 min metingen met Dräger CMS Analyser

Kabul International Airport, 2006

Component	N	Resultaten (µg/m ³) (AM, range)	Methode
Zwavedioxide	4	8 (4-<19)	GilAir5, geïmpregneerd filter (6-10 uur)
Stikstofdioxide	3	41 (29-66)	GilAir5, TEA buis (6-10 uur)

Pol e Khomri, 2005

Component	N	Resultaten (AM, range)	Methode
PM10	15	251 (181-417) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BGI PQ200 (24 uur)
Arseen	9*	3,2 (2,2-4,8) ng/m^3	
Nikkel	9*	14,3 (3,9-25,7) ng/m^3	
Mangaan	9*	139 (75,6-228) ng/m^3	
Cadmium	9*	0,6 (0,4-1,5) ng/m^3	
Lood	9*	50,9 (20,3-196) ng/m^3	
Koper	9*	9,4 (6,0-1,4) ng/m^3	
Kobalt	9*	2,5 (1,4-4,5) ng/m^3	
Chroom	9*	12,8 (4,5-20,8) ng/m^3	
Seleen	9*	0,51 (0,33-0,63) ng/m^3	
Zink	9*	71 (0,6-4951) ng/m^3	
Tin	9*	0,67 (0,5-1,4) ng/m^3	
Kwik	13	<0,14 ng/m^3	GilAir5 met Hopcalitebuis (24 uur)
PAKs: B(a)P	8	25 (9,0-68) ng/m^3	BGI PQ200 (24 uur)
Dioxines	1	$\leq 0,1 \text{ TEQ}/\text{m}^3$	Schatting TNO-MEP op basis van analyse eindproduct oven (klinker)
Stikstofdioxide	5	<48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Achtergrond 8 uur: <13 Achtergrond 5 weken: 0,9	GilAir5 (1-2 uur; achtergrond 8 uur), Gradko diffusiebuis (5 weken)
Zwaveldioxide	5	26,2-46,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Achtergrond 8 uur: 16,7 Achtergrond 5 weken: 8,7	GilAir5 (1-2 uur; achtergrond 8 uur, n=1), Gradko diffusiebuis (5 weken, n=3)
Benzeen	4	<4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Achtergrond: <1,2	GilAir5 (1-2 uur; achtergrond 8 uur)
Tolueen	4	<4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Achtergrond: <1,2	GilAir5 (1-2 uur; achtergrond 8 uur)
Ethylbenzeen	4	<4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Achtergrond: <1,2	GilAir5 (1-2 uur; achtergrond 8 uur)
Xylenen	4	<4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Achtergrond: <1,2	GilAir5 (1-2 uur; achtergrond 8 uur)

* resultaten van 4 monsters zijn niet meegenomen vanwege andere analysemethode met hogere LOD

Pol e Khomri, 2006

Component	N	Resultaten (AM, range)	Methode
PM10	9*	123 (55-212) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BGI PQ200 (48 uur)
Arseen	9	4,1 (1,6-7,3) ng/m^3	
Nikkel	9	5,7 (0,7-16,9) ng/m^3	
Mangaan	9	16,8 (0,07-40,1) ng/m^3	
Cadmium	9	0,7 (0,03-1,63) ng/m^3	
Lood	9	17,6 (0,3-30,2) ng/m^3	
Koper	9	3,2 (0,1-11,9) ng/m^3	
Kobalt	9	0,73 (0,09-1,56) ng/m^3	
PAKs: B(a)P	9	23,4 (7,0-48,9) ng/m^3	
Kwik	9	<0,13 ng/m^3	GilAir5 met Hopcalitebuis (24 uur)
Stikstofdioxide	Continu	Januari: nacht ca 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (matig smogniveau), overdag <50 (geen smog) Februari: <50 (geen smog)	Airpointer, continue meting
Zwavel dioxide	Continu	Januari-februari: geen tot matige smog (gemiddelde ca 50-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Airpointer, continue meting

* selectie van monsters op basis van relevante resultaten Airpointer

Tarin Kowt, 2008-2010

Component	Resultaten (AM, range)			Methode
	2008 (n=5)	2009* (n=6)	2010 (n=4)	
Arseen (ng/m ³)	<LOD (9)	<LOD (5)	4 (<5-6)	BGI PQ200 (24 uur)
Nikkel (ng/m ³)	13 (11-14)	5 (<5-6)	14 (6-22)	
Mangaan (ng/m ³)	22 (<17-42)	20 (14-29)	167 (74-259)	
Cadmium (ng/m ³)	<1	<5	<0,5	
Lood (ng/m ³)	<9	6 (<5-10)	12 (8-15)	
Zink (ng/m ³)	46 (42-52)	20 (<23-38)	20 (<5-46)	
PAKs: B(a)P	-	1 (0,4-1,7) (n=5)	0,9 (0,4-1,4) (n=2)	

* metalen bepaald in de fractie PM_{2,5} i.p.v. fractie PM₁₀. W.c. benadering: monsters geselecteerd uit een totaal van 91 monsters

** hoogste waarde in de rookpluim direct naast de burnpit

Tarin Kowt, 2009

Component	N	Resultaten (AM, range)	Methode
Zwavedioxide	6	33 (14-36) µg/m ³	Gradko diffusiebuizen (14 dagen)
Stikstofdioxide	6	39 (19-56) µg/m ³	
Benzeen	6	3,0 (2,0-3,9) µg/m ³	
Tolueen	6	3,4 (0,9-6,4) µg/m ³	
Ethylbenzeen	6	2,0 (0,8-4,7) µg/m ³	
Xylenen	6	4,2 (1,4-9,2) µg/m ³	
Koolmonoxide	11	<5800 µg/m ³	Indicatieve piekmetingen m.b.v. Dräger CMS Analyser
Dioxines (PCDD/F)	1	PCDD/F <0,0007 ng/m ³ 2,3,7,-TCDD <0,00023 ng/m ³	BGI PQ200 (24 uur)

Kandahar Airfield, 2010

Component	N	Resultaten (AM, range)	Methode
PM10	62	14 (<1-1320) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ESC pomp (24 uur)
PM2,5	13	211 (90-330) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ESC pomp (8 uur)
Kwarts	5	8,9 (4,7-12,1) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Chroom	12	<6,5-36,7 ng/m^3 (9 monsters<LOD)	ESC pomp, PM10 meetkop (24 uur)
Mangaan	12	<6,7-287 ng/m^3 (2<LOD)	
Nikkel	12	<6,5-43,4 ng/m^3 (8<LOD)	
Koper	12	<6,5-173 ng/m^3 (8<LOD)	
Zink	12	<6,5-203 ng/m^3 (6<LOD)	
Arseen	12	<6,5-8,85 ng/m^3 (11<LOD)	
Cadmium	12	<2,1 ng/m^3	
Lood	12	<6,5-44,8 ng/m^3 (8<LOD)	
PAKs: B(a)P	6	1,66 ng/m^3 (5<LOD)	
Dioxines: TEQ 2,3,7,8-TCDD	2	<2x10 ⁻³ ng/m^3	
Zwavedioxide	6	26,2 (10,2-97,9) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gradko diffusiebuis (2 weken)
Stikstofdioxide	6	41,9 (32,8-28,2) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Benzeen	6	4,9 (3,7-5,8) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Tolueen	6	84,9 (13,1-305) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Ethylbenzeen	6	1,8 (0,6-3,8) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Xylenen	6	5,7 (2,1-8,0) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Kunduz (KDZ) en Mazar-e-Sharif (MeS), 2011

Component	N	Resultaten (AM, range) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Methode
PM10 (KDZ)	5	246 (70-470)*	ESC pomp (24 uur)
PM10 (MeS)	13	270 (60-750)	
PM2,5 (KDZ)	34	140 (30-800)	
PM2,5 (MeS)	28	320 [#] (20-3470)	
Kwarts (KDZ en MeS)	18	11,5 (0,9-67)	ESC pomp (24 uur) (PM2,5 fractie)

* uitschieter ($830 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gemeten in genietent tijdens houtbewerking is niet meegenomen

[#] AM wordt sterk beïnvloed door enkele hoge meetwaarden. Het GM, geometrisch gemiddelde, een betere maat in het geval van een (gebruikelijke) lognormale verdeling van de meetgegevens, is beduidend lager (GM=130, GSD=3,27).

Bijlage B Blootstellingsgegevens buitenlands Defensie onderzoek

Studie (ref)	Componenten	N	Locaties	Resultaten AM (range) (µg/m³)		Bijzonderheden
Duitsland, 9-13 mei 2002, Kabul (35)	PM10, EC benzeen asbest	6 (24 hr) 6 (8 hr) 6 (1-3 hr)	Camp Warehouse 1=tent 2=wacht 3=dropzone 4=oven	locatie 1-3: PM10: 140 (75-245) EC: 12 (9-16) locatie 1 en 4: Benzeen: 2 (<1-4) Asbest 2/6>LOD: max 428 vezels/m³		Monsternamen PM met MPG II. Bij dropzone veel verkeer
Duitsland, 9-13 mei 2002, Kabul (35)	PM50 PM4,25 DME	3 2 2	Persoonlijke monsternamen tijdens 3 patrouilles	PM50: 3630 (2900-4400) PM4,25: 550 (500-600) "DME": 50 (30-70)		Metingen 3-4hr tijdens patrouille in binnenstad Kabul met open voertuigen. Monsternamen PM met Gilian Aircon 2. Voor DME onduidelijk wat is geanalyseerd (EC?).
Canada, juni 2003, Kabul (fase I) (36)	PM10 metalen (30), PAKs (17), EC VOC (29 o.a. BTEX)	8	Camp Warehouse en Camp Julien	PM10 PAKs EC Kwarts Al Ca Fe Mg P K Overige metalen VOC	158 (100-240) <LOD (3,1) Max 19 Max 12 Max 4,6 Max 63 Max 9,8 Max 4,8 Max 7 Max 2,4 <LOD <LOD	Alleen maxima gepresenteerd (behalve voor PM10)
Canada, okt 2003, Kabul (fase II) (36)	PM2,5 PM10 Metalen (30), PAKs (17), EC VOC (29 o.a. BTEX)	15 16	Camp Warehouse en Camp Julien	PM2,5 PM10 EC PAKs Kwarts Al Ca Fe Overige metalen Pentaan Tolueen Overige VOC	50+-20 (max 90) 180+-60 (max 240) Max 66 <LOD (3,1) <LOD (13) Max 8,4 Max 33 Max 12 <LOD Max 35 Max 23 <LOD	

Studie (ref)	Componenten	N	Locaties	Resultaten AM (range) (µg/m³)		Bijzonderheden
USA, 15-23 juli 2003, Kabul (37)	PM10 metalen (10)*	10	Camp Phoenix	PM10	210 (46-490)	
				Cr	35 (<LOD-74)	
				Pb	140 (<LOD-440)	
				Mn	150 (<LOD-570)	
				Ni	59 (<LOD-280)	
				Overige metalen	<LOD	
Noorwegen, jan-sept 2004, Kabul (38)	PM10, metalen, EC Zwavel dioxide Stikstofdioxide	13 63 63	Noorse det, Noorse ambassade, achtergrond	PM10	424 (111-699)	Geen meetmethodes beschreven. SO2 en NO2: gemiddelde over 6-32 dagen. Metalen in ng/m3
				EC	3,2-38	
				Pb	12-113	
				Cd	0,1-7,5	
				Cu	<LOD-65	
				Zn	20-227	
				Cr	15-69	
				Ni	7,3-58	
				Co	1,2-9,2	
				Mn	44-389	
				V	6,5-41	
				Fe	2561-14756	
				As	0,8-11	
				Al	2763-18069	
				Be	0,05-0,94	
				Sr	32-182	
				Sb	0,7-7,7	
				Ba	85-248	
				Tl	0,04-0,52	
				Bi	<LOD-0,32	
				Th	0,7-4,7	
				U	0,13-1,0	
	SO2	<2-117				
	NO2	5-87				
Duitsland, 27-30 april 2004, KAIA (39)	PM4,25, EC	4	Stationair	PM4,25: 44 (27-55) EC: 3-14		Monsternamen PM met MPG II. Achtergrondmetingen tijdens in- en uitladen vliegtuigen.
	Totaal VOC, Stikstofdioxide, Koolmonoxide	Continu		VOC: 0,22 (<LOD-0,7) NO2: <383-575 (zelden >LOD) CO: <750-8600 (zelden >LOD)		
USA, 23-29 jan 2004, Bagram Airfield (40)	PM10, metalen (10)*	7 (5 valid)		PM10: 100 (42-230) Metalen: <LOD		
USA, 7-19 sept 2004, Kabul (41)	PM10, metalen (10)*	4	Camp Phoenix	PM10: 350 (160-550) Mn 1>LOD: 0,3 Overige metalen: <LOD		
USA, 16-22 dec 2004, KAF (42)	PM10, metalen (10)*	4		PM10: 280 (180-490) Mn 1>LOD: 0,3 Overige metalen: <LOD		
USA, 28 okt 2004-14 april 2005, Bagram Airfield (43)	PM10, metalen	13	Camp Lacey	PM10: 100 (23-260) Metalen: <LOD		

Studie (ref)	Componenten	N	Locaties	Resultaten AM (range) (µg/m³)			Bijzonderheden
Canada, mrt 2002 KAF; juli 2005 KAF en Kandahar PRT (vermeld in (44))	PM10	13		225 (40-350)			
USA, 7 juni-29 juli 2005, KAF (45)	PM10, metalen (10)*	24 (23 valid)	Gym, TLS building, modular housing area	PM10: 670 (76-1300) Mn 19/23>LOD: 0,32 (<0,28-0,61) Overige metalen: <LOD			
USA, 9 aug-7 okt, 2005, Kandahar (46)	PM10, metalen (10)*	30	Gym, life support building	PM10: 740 (290-2100) Cr 3/23>LOD: (0,09-0,1) Mn 22/30>LOD: 0,39 (<LOD-0,7) Overige metalen: <LOD			
USA, 2006-2007, Bagram en Kowst (8) (9)	TSP (Total suspended PM) PM2,5 PM10 Metalen (12)** UF (ultrafijn <0,5 µm) Minerale componenten	Bagram 75 Kowst 60 (60 meetdagen /site in een periode van 1 jaar)			Bagram	Kowst	Low volume
				TSP	174	184	Airmetrics
				PM2,5	38	75	MiniVol. In totaal
				PM10	108	127	15 sites bemeten
				Metalen (15 sites)	Pd, As, Cd, Sb, Zn m.n. in fractie PM2,5. Mn hoogst in fractie TSP en PM10		in het midden-oosten. Meeste deeltjes 2,5-5 µm.
				UF	Bevat minder componenten van geologische oorsprong. <1% van totale stofmassa/filter		Belangrijkste bronnen: geologisch stof (m.n. in TSP, PM10),
				Mineralen	Hoogste waarden in PM10, TSP (vergelijkbare waarden voor de 15 sites). Pieken Si, Al, Ca, Mn door zandstorm. SiO ₂ hoogst in Bagram (in slib). CaO en MgO hoger dan in USA/China/Sahara; SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , MnO lager. Asbest<LOD		verbrandingsproducten (o.a. loodhoudende brandstof; m.n. in PM2,5), metalen door industrie (batterijen fabricage, loodsmelters). Metalen <0,1% in bodemstof (Cd en Pb hoogst in Bagram).

Studie (ref)	Componenten	N	Locaties	Resultaten AM (range) (µg/m³)		Bijzonderheden
Canada, okt 2007 KAF en FOBs (44)	PM2,5, PM10, metalen (29), PAKs, VOC, silica, asbest	18		PM2,5 PM10 PAKs VOC Asbest Kwarts Al As Ca Fe P Se Overige metalen	47 (28-92) 320 (100-570) <LOD <LOD max 0,017 vezels/cc max 17 Max 19 Max 31 Max 66 Max 24 Max 28 Max 44 <LOD	Deployable Particle Sampler (DPS), SKC. Fractie PM10 betreft "PM14" vanwege gebruikte instellingen
UK, 27 aug 2008, Helmand province in the south (OP Herrick) (47)	Inhaleerbaar en respirabel stof, kwarts	Personal, Stationair n=3	Camp Bastion, Joint Helicopter Support Unit Personnel	Inh stof 8hr TWA: 3,1-14 mg/m³ Resp stof 8hr TWA: 1,37-6,65 mg/m³ Kwarts 8hr TWA: 0,047-0,048 mg/m³		
USA, juni 2002-sept 2009, KAF (48)	PM2,5 (sept 2008- sept 2009) PM10, metalen Gassen, VOC (juni 2002-okt 2006)	18 109 14		PM2,5: 132 (74-219) PM10: 526 (54-2437) Metalen, gassen en VOC: <MEG		Concentraties metalen, gassen, VOC niet vermeld. Bronnen: op- en overslag brand- stof, industrie, generatoren, burnpits, zand
USA, apr 2003-dec 2009, Kabul (49)	PM2,5 (2006- 2009), PM10 (2003- 2009), metalen (apr 2003-jan 2010), VOC (2008-2009)	137 115 108 21	Camp Eggers, Camp Phoenix	PM2,5: 93 (15-274) PM10: 201 (7-765) Metalen: <MEG VOC: <MEG		Geen data VOC en metalen
USA, 18 maart-2 april 2009, Kabul (50)	PM2,5 PM10 metalen (10)	4 5 9	Camp Eggers	PM2,5: 90 (62-113) PM10: 173 (85-290) Metalen: <LOD		
USA, 16-28 juni 2009, Kandahar (51)	PM10 metalen (10)*	23 23	Burn pit, South Park, Morale Welfare Recreation center, Boardwalk	PM10 Sb 1/23>LOD Mn 8/23>LOD Pb 4/23>LOD Overige metalen	360 (212-660) 0,04; max 0,08 0,11; max 0,26 0,05; max 0,18 <LOD	Burnpit (n=6) hoogste PM10 waarden: AM=421 (max 660). DPS SKC, 24 hr.
USA, 7 juli-7 sept, 2009, Kandahar (52)	PM2,5 PM10 metalen (10)*	31 31 31	Burn pit, South Park, Morale Welfare Recreation center, Boardwalk	PM2,5 PM10 Sb 2/31>LOD Mn 9/31>LOD Ni 3/31>LOD Zn 1/31>LOD Overige metalen	132 (75-219) 376 (54-978) max 0,11 max 0,54 max 0,06 max 0,62 <LOD	Burnpit (n=7) hoogste PM10 en PM2,5 concentraties; 7x metalen>LOD

Studie (ref)	Componenten	N	Locaties	Resultaten AM (range) (µg/m³)				Bijzonderheden	
USA, 21 aug-27 okt 2009, Kandahar (53)	PM2,5 PM10 metalen (10)*	8 14 22	Burn pit, South Park, Morale Welfare Recreation center, Boardwalk	PM2,5	151 (56-332)			Hoogste PM2,5 en Sb concentraties gemeten bij burnpit	
				PM10	496 (109-911)				
				Sb 3/22>LOD	0,05; max 0,13				
				Pb 1/22>LOD	0,04; max 0,08				
				Mn 11/22>LOD	0,15; max 0,32				
				Overige metalen	<LOD				
Zweden, 20 okt-3 nov 2009, Kabul (31)	PM2,5, PM10, metalen (13), PAKs	14x24hr	International Security Assistance Force Headquarters	PM2,5	GM 86 (46-146)				
				PM10	GM 260 (123-449)				
				SomPAH (ng/m³)	GM 223 (124-466)				
				BaP (ng/m³)	GM 25 (15-50)				
				Metalen (ng/m³):					
				As	GM <6				
				Cd	GM 0,63 (0,46-1,0)				
				Cr	GM 7,0 (2,3-16)				
				Cu	GM 19 (11-31)				
				Fe	GM 3100 (1000-7400)				
	Mn	GM 103 (65-170)							
	Ni	GM 14 (6,3-23)							
	Pb	GM 34 (21-71)							
	V	GM 5,9 (2,3-12)							
	Zn	GM 63 (4796)							
		NO ₂ , VOC, SO ₂	1 (duur 14 dagen)	1=Outdoor 2=Bedroom 3=Welfare room	Site	NO ₂	SO ₂	VOC	Radiello diffusion samplers
					1	66	13	300	
2					69	4,5	390		
3					58	4,8	500		
Zweden, 19 okt-2 nov 2009, Mazar-e-Sharif (31)	PM2,5, PM10, metalen (13), PAKs		Camp Northern Lights	PM2,5	GM 68 (28-124)				
				PM10	GM 334 (192-446)				
				SomPAH (ng/m³)	GM 64 (21-170)				
				BaP (ng/m³)	GM 6,7 (2,2-19)				
				Metalen (ng/m³):					
				As	GM <6				
				Cd	GM 1,43 (1,1-2,4)				
				Cr	GM 13 (10-17)				
				Cu	GM 62 (33-150)				
				Fe	GM 5700 (5000-6800)				
	Mn	GM 167 (100-290)							
	Ni	GM 15 (10-19)							
	Pb	GM 33 (27-37)							
	V	GM 8,3 (5,2-12)							
	Zn	GM 400 (310-540)							

Studie (ref)	Componenten	N	Locaties	Resultaten AM (range) (µg/m³)				Bijzonderheden
Zweden, 19 okt-nov 2009, Mazar-e-Sharif workshop (garage) (31)	PM2,5, PM10, metalen (13), PAKs	14x24hr	Camp Northern Lights	PM2,5	GM 41 (27-66)			
				PM10	GM 153 (104-298)			
				SomPAH (ng/m³)	GM 39 (15-81)			
				BaP (ng/m³)	GM 4,4 (1,6-10)			
				Metalen (ng/m³):				
				As	GM <6			
				Cd	GM 1,1 (1,0-1,3)			
				Cr	GM 8,1 (2,5-18)			
				Cu	GM 13 10-20)			
				Fe	GM 5500 (4800-6400)			
Mn	GM 176 (150-190)							
Ni	GM 12 (10-16)							
Pb	GM 41 (31-59)							
V	GM 11 (11-12)							
Zn	GM 65 (57-86)							
	NO ₂ , VOC, SO ₂	1 (duur 14 dagen)	1=Outdoor 2=Tent 3=Workshop	Site	NO ₂	SO ₂	VOC	Radiello diffusion samplers
				1	15	5,6	130	
				2	18	1,3	2300	
				3	32	20	300	
USA, 4-26 nov 2009, Kandahar (54)	PM2,5 PM10 Metalen (10)*	7 8 16	Burnpit, South Park, Morale Welfare Recreation center, boardwalk	PM2,5	208 (8-550)			Burnpit (n=4) hoogste PM2,5 waarde; 9x metalen >LOD
				PM10	362 (156-769)			
				Sb 3/16>LOD	0,03; max 0,11			
				Cd 1/16>LOD	0,002; max 0,006			
				Cr 8/16>LOD	0,02; max 0,03			
				Pb 3/16>LOD	0,025; max 0,09			
				Mn 1/16>LOD	0,11; max 0,34			
				Zn 1/16>LOD	0,18; max 0,37			
				Overige metalen	<LOD			
				< LOD (0,01 mg/m³)				
UK, nov 2009, Kandahar (55)	VOC (o.a. BTEX)	4 (duur 1 maand)						
Canada, 21 nov-24 dec 2009, KAF, FOB MSG, PBSG (56)	PM2,5, PM10, asbest, silica	2x24 hr, 12x4 hr	FOB Ma'Sum Ghar, Patrol Base Sperwan Ghar	PM2,5: 50 PM10: 200 Silica 1x>LOD: 25 (4hr sample) Asbest: 0,01-0,025 vezels/cc				Silica en stof verhoogd door gebruik Howitzers
USA, 2-29 dec 2009, Kandahar (57)	PM2,5 PM10 metalen (10)*	12 8 20	Burnpit, South Park, Morale Welfare Recreation center, Boardwalk	PM2,5	139 (16-891)			Burnpit (n=5) hoogste PM2,5 waarden; 9x metalen >LOD
				PM10	325 (101-716)			
				Sb 1/20>LOD	0,0009			
				Cd 2/20>LOD	(0,00006-0,0005)			
				Cr 9/20>LOD	(0,0002-0,0005)			
				Mn 7/20>LOD	(0,0007-0,003)			
				Ni 1/20>LOD	0,002			
				Pb 3/20>LOD	(0,0003-0,002)			
				Overige metalen	<LOD			
				USA, 22 dec 2009-23 jan 2010, Kabul (58)	PM2,5 metalen (10)*	16/20 valid	Phoenix	

Studie (ref)	Componenten	N	Locaties	Resultaten AM (range) (µg/m³)		Bijzonderheden
USA, 31 jan-18 feb 2010, Kandahar (59)	PM10 metalen (10)*	12	Burnpit, South Park, Morale Welfare Recreation center, Boardwalk	PM10 Sb 2/12>LOD Pb 2/12>LOD Mn 4/12>LOD Overige metalen	261 (70-583) 0,11; max 0,19 0,05; max 0,08 0,13; max0,18 <LOD	Burnpit (n=3) 5x metalen >LOD
USA, 12 en 24 feb 2010, Kandahar (60)	PM2,5 metalen (10)*	8 (4 duplo's)	Burnpit, South Park, Morale Welfare Recreation center, Boardwalk	PM2,5: 120 (55-421) Metalen>LOD: Sb (0,22), Cd (0,11), Pb (0,26), Zn (0,69) (betreft 1 monster) Overige metalen: <LOD		DPS, SKC
USA, 29 jan-27 feb 2010, Kabul (61)	PM2,5 metalen (10)*	10	Camp Phoenix	PM2,5: 102 (69-162) Pb 3/10>LOD: 0,03; max 0,05 Sb 2/10>LOD: 0,02; max 0,06		DPS
Canada, aug-sept 2010, KAF (62)	PM2,5 PM10 EC	8		PM2,5: 133 (80-210) PM10: 619 (390-960) EC: max 13		Periode met veel zandstormen en beperkte visibility (120 days of wind period). VOC en PAK gericht op oil spill
Canada, aug-sept 2010, MSG (62)	PM2,5, PM10 VOC PAK	7 3x24 hr 3x24 hr	FOB Ma'Sum Ghar	PM2,5: 52 (37-83) PM10: 232 (200-270) VOC, PAK: <LOD		
Canada, aug-sept 2010, PBSG (62)	PM2,5 PM10	9	Patrol Base Sperwan Ghar	PM2,5: 287 (120-520) PM10: 1256 (600-2200)		
Canada, aug-sept 2010, KAF, MSG, PBSG (62)	Kristallijn silica	21 18		Silica: 70-830 (a-quartz <LOD-50)		
USA, 8 en 20 maart 2010, Kandahar (63)	PM2,5 metalen (10)*	5/8 valid, 24 hr	South Park, Morale Welfare Recreation center, Boardwalk	PM2,5: 87 (max=119) Metalen: <LOD		DPS
USA, 2-26 maart 2010, Kandahar (64)	PM10 metalen (10)*	7/10 valid	Burnpit, South Park, Morale Welfare Recreation center, Boardwalk	PM10: 369 (234-458) Mn 4/7>LOD: 0,14; max 0,22 Overige metalen: <LOD		Burnpit (n=1) laagste PM10 waarde
USA, 27 dec 2010, Marmal (65)	PM10 metalen	1		PM10: 66 Metalen: <MEG		Data metalen niet gepresenteerd

Studie (ref)	Componenten	N	Locaties	Resultaten AM (range) (µg/m³)					Bijzonderheden
België, 29 april-6 mei 2011, KAF (32)	PM10	10	1=Ops zone		1	2	3	Range	Voor VOC alleen BTEX detecteerbaar. Maximale waarden metalen en BTEX gemeten in zone 3.
	PM2,5	8	2=Rest & Relief zone		(AM)	(AM)	(AM)		
	EC	6	3=Slovakian Guard Tower (100 m vanaf burnpit site)	PM2,5	38	51	150	23-327	
	BaP	6		PM10	192	270	446	172-888	
	Metalen (7)	12		EC	4	4	13	3-14	
	VOC	17		As <0,021					
	SO2, NO2, CO			Cd <0,002-0,014					
				Cr <0,008-0,052					
				Cu 0,004-0,085					
				Ni <0,011-0,025					
				Pb <0,018-0,109					
				Zn 0,036-0,573					
				BaP <0,004					
				B 0,1-3,5					
				T 0,1-3,2					
	E 0,1-2,8								
	X 0,3-2,9								
	SO2 <LOD								
	NO2 <LOD								
CO <LOD									
Canada, 15 nov-13 dec 2011, Kabul (34)	PM10, PM2,5	98 (totaal)	Camps Blackhorse, Eggers, Dubs, Phoenix, KAIA	PM2,5	23-290				DPS
	kwarts	76		PM10	71-1100				
	VOC	208		Kwarts	Median <12 (max 34)				
	PAK	90		PAK	<LOD				
	metalen (28)	126		D/F	Max 1,223 pg/m³ TEQ				
	dioxines en	21		Al	Max 40				
	furanen (D/F),	27x24hr 25 (8hr)		Ca	Max 180				
	SO2, NO2			Fe	Max 67				
	O3			Mg	Max 52				
				Mn	Max 1,3				
				P	Max 2,7				
				K	Max 18				
				Se	Max 2,4				
				Ti	Max 2,7				
				Ag	Max 0,33				
				Th	Max 1,5				
				Overige	<LOD				
				T	Max 7000				
	B			Max 74					
	Overige			<LOD					
VOC									
SO2	<0,1 ppm								
NO2	<0,1 ppm								
O3	0-0,0064 ppm								

* antimoon (Sb), arseen (As), beryllium (Be), cadmium (Cd), chroom (Cr), lood (Pb), mangaan (Mn), nikkel (Ni), vanadium (V), zink (Zn)

** antimoon (Sb), arseen (As), beryllium (Be), cadmium (Cd), chroom (Cr), lood (Pb), mangaan (Mn), nikkel (Ni), vanadium (V), zink (Zn), strontium (Sr), kwik (Hg)

FOB/FOS: Forward Operating Base/Site. KAF: Kandahar Airfield

Bijlage C Emissie en gezondheidseffecten afvalverbranding

Referentie: RIVM, 2007 (17)

Koolstofmonoxide komt vrij bij de onvolledige verbranding van koolstofhoudende stoffen en materialen, zoals hout, kunststoffen en voedingsproducten. Omdat deze materialen vaak bij afvalverbranding aanwezig zijn zal de emissie van koolstofmonoxide ook vrijwel altijd plaatsvinden. De mate waarin is grotendeels afhankelijk van de zuurstoftoevoer.

De symptomen van blootstelling aan koolmonoxide zijn hoofdpijn, misselijkheid, duizeligheid en vermoeidheid. Bij langdurige, hoge blootstelling wordt dit gevolgd door bewusteloosheid en mogelijk de dood door zuurstofgebrek in de hersenen.

Stikstofoxiden (stikstofoxide en stikstofdioxide) komen vrijwel altijd vrij tijdens een brand maar vaak niet in hoge concentraties. Alleen bij de verbranding van stikstofhoudende producten zoals nylon en polyurethaan zal de emissie aanzienlijk hoger liggen.

Nadelige effecten door blootstelling aan stikstofoxiden treden op bij kortdurende blootstelling aan hoge niveaus en bij chronische blootstelling aan lage niveaus; dit betreft voornamelijk de stikstofdioxide fractie. Stikstofdioxide heeft een direct effect op de mens in de vorm irritatie van de huid, ogen en slijmvliezen; indirect verlaagt stikstofdioxide de weerstand. Bij gevoelige personen, zoals mensen met CARA, kan stikstofdioxide al bij kortdurende blootstelling nadelige effecten op de longfunctie hebben.

Blauwzuur (cyanide) komt vrij bij de verbranding van kunststoffen, bestrijdingsmiddelen en chemicaliën. Vaak gaat het om lage concentraties. Hogere concentraties werden alleen gevonden in de rookpluim vlak bij de brand.

Bij blootstelling aan blauwzuur in lage concentraties bestaan de eerste symptomen uit krachtsverlies, hoofdpijn, verwarring en soms misselijkheid en braken. De snelheid en diepte van de ademhaling neemt meestal eerst toe en wordt later gevolgd door een ademhalingsdepressie. De bloeddruk is bij lichte intoxicaties veelal normaal; een tachycardie kan optreden.

Indien blootstelling aan grotere hoeveelheden cyanide niet onmiddellijk gevolgd wordt door collaps en apnoe, kunnen initiële verschijnselen als misselijkheid en braken, duizeligheid, onrust, hoofdpijn, tachycardie of bradycardie, hyperpnoe en milde hypertensie voorkomen. Deze symptomen kunnen worden gevolgd door ernstige hypotensie, gegeneraliseerde convulsies, coma, apnoe en ritmestoornissen. Deze concentraties zullen bij een brand vrijwel nooit gehaald worden (*NVIC cyanideprotocol*⁸).

⁸ www.rivm.nl/milieuportaal/images/cyanideprotocol.pdf

Zwavedioxide wordt vooral geproduceerd bij de verbranding van zwavelhoudende materialen zoals rubber, bepaalde kunststoffen en chemicaliën. Als er veel vocht in de lucht is kan het zwavedioxide omgezet worden in zwavelzuur.

Zwavedioxide is bij inademing irriterend voor de ogen en de ademhalingswegen, vooral voor CARA-patiënten. Ook bij gezonde mensen kan zwavedioxide leiden tot luchtwegaandoeningen en schade aan longweefsel.

Zoutzuur is het belangrijkste product bij de verbranding van chloorhoudende materialen zoals PVC's.

Zoutzuur is zeer irriterend voor de ogen en de luchtwegen en kan bij hoge concentraties schade aan de luchtwegen veroorzaken. Bij hogere blootstelling komt hoofdpijn, misselijkheid en braken voor. Zeer hoge concentraties kunnen lethaal zijn.

Vluchtige Organische Componenten komen bijna altijd vrij bij een onvolledige verbranding van koolstofhoudende materialen zoals bij burnpits vaak het geval is.

VOC's zullen in eerste instantie stankoverlast veroorzaken. Daarnaast kunnen ze na inademing klachten veroorzaken zoals hoofdpijn, vermoeidheid, en irritatie van de neus, keel en ogen.

BTEXS is een verzamelnaam voor benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylenen en styreen. BTEXS zijn aromatische koolwaterstoffen en maken deel uit van de VOC's. De BTEXS worden vooral gevormd bij de verbranding van rubber en sommige kunststoffen en wat minder bij de verbranding van hout.

Benzeen is een carcinogene stof en kan bij chronische, hoge blootstelling leukemie en mogelijk lymfomen veroorzaken. Ethylbenzeen irriteert de ogen, de huid en de ademhalingsorganen; bij hoge mate van blootstelling kan er schade optreden aan organen zoals de lever en de nieren. Xylenen en toluen zijn reproductietoxisch. Xylenen irriteren de huid. Blootstelling aan toluen kan leiden tot schadelijke effecten op het centrale zenuwstelsel.

PAKs is een verzamelnaam voor een grote groep Polycyclische Aromatische Koolwaterstofverbindingen. Deze ontstaan vrijwel altijd bij de verbranding van koolstofhoudende materialen.

Sommige PAK's zijn ingedeeld als kankerverwekkend, mutageen en hebben schadelijke effecten op de voortplanting. Dit geldt o.a. voor benzo(a)pyreen (BaP) die vaak dient als kwalitatieve en kwantitatieve indicator voor de aanwezigheid van PAK's.

Dioxinen komen voornamelijk vrij bij de verbranding van chloor- en koolstofhoudende materialen zoals plastics. Sommige dioxinen zijn zeer schadelijk voor mens en milieu onder andere omdat ze zeer persistent zijn en in het milieu en het lichaam kunnen ophopen. Verspreiding van

persistente verontreinigingen gaat hoofdzakelijk via de lucht; vervolgens komen zij terecht op gewassen, de bodem en in water. Door hun lipofiele eigenschappen (vetoplosbaar) treedt vervolgens stapeling op in met name dierlijk vetweefsel. De blootstelling van mensen aan dioxinen en dioxineachtige stoffen is normaliter voor meer dan 95% via de voeding, vooral via het eten van dierlijke producten.

Dioxinen zijn mogelijk kankerverwekkend en schadelijk voor afweer en voortplanting.

Metalen. Bij diverse branden werden vooral lood en zink in verhoogde concentraties aangetroffen; in ongeveer de helft van de gevallen werden koper en titanium aangetroffen. Lood, koper en zink komen vooral veel voor in bouwmaterialen.

Metalen hebben meestal een lage acute toxiciteit; effecten treden voornamelijk op bij chronische blootstelling. Mogelijke effecten op de organen variëren per metaal, bijvoorbeeld nierschade door cadmium. Sommige metalen zijn schadelijk voor de ontwikkeling van het kind (lood) en enkele zijn verdacht of bewezen kankerverwekkend (arseen, nikkel).

Zink heeft relatief gezien een lage toxiciteit. Slechts bij hoge concentraties worden misselijkheid, braken, spierpijn en lusteloosheid en vermoeidheid gezien.

Lange-termijn blootstelling aan koper kan irritatie veroorzaken aan de neus, mond en ogen evenals hoofdpijn, buikpijn, duizeligheid, overgeven en diarree. Industriële blootstelling aan koper dampen of aerosolen kan resulteren in metaaldampkoorts.

Bijlage D Risicobeoordelingen en epidemiologische onderzoeken NAVO-partners

1. EPI-NATO

Aan de hand van de nationale geneeskundige rapportages (EpiNATO) is onderzocht of er bij Nederlandse militairen ingezet in Afghanistan een verhoogde incidentie luchtwegklachten (respiratory tract conditions) waarneembaar was. Bij de beschouwing van de beschikbare gegevens is een vergelijking gemaakt tussen de missies in Afghanistan, Kirgizië, Turkije en missies met maritieme middelen. In de tabel is met kleur aangegeven welke gezondheidseffecten het meest voorkwamen (zie legenda). Bij alle missies komen huidklachten (dermatology) als meest gestelde diagnose voor. De diagnose luchtwegklachten scoort bij de diverse missies verschillend; bij de ISAF missie staat de gemiddelde score op plaats zeven. Oor-, neus- en keelklachten komen overal wel vaker voor.

		ISAF GEMIDDELD	OVERIG	MARITIEM	ALL GEMIDDELD	
1	Intestinal Infectious Disease	0,30%	0,82%	0,79%	0,47%	LEGENDA
2	Sexually transmitted diseases	0,05%	0,02%	0,15%	0,06%	1
3	Other Infectious & Parasitic Disease	0,08%	0,02%	0,59%	0,20%	2
4	Alcohol & Drug Abuse	0,00%	0,04%	0,01%	0,01%	3
5	Mental Disorders	0,03%	0,25%	0,08%	0,08%	4
6	Stress Reaction	0,05%	0,02%	0,09%	0,06%	5
7	Eye Disorders	0,32%	0,32%	0,39%	0,33%	6
8	Disorders of Ear, Nose & Throat	0,91%	2,09%	1,33%	1,19%	7
9	Respiratory tract conditions	0,34%	3,82%	0,43%	0,89%	8
10	Diseases of the Teeth & Oral Cavity	0,39%	0,47%	0,29%	0,38%	
11	Diseases of the Digestive System	0,45%	2,13%	0,36%	0,69%	
12	Gynaecological (incl. Pregnancy)	0,03%	0,02%	0,15%	0,05%	
13	Dermatology	2,29%	4,73%	1,96%	2,61%	
14	Disorders of the knee	0,15%	0,27%	0,12%	0,16%	
15	Disorders of the back	0,30%	0,46%	0,28%	0,33%	
16	Other Musculo – Sketetal diseases	0,68%	0,84%	0,46%	0,67%	
17	Complications of medical care	0,02%	0,00%	0,18%	0,05%	
18	Other diseases and conditions	0,85%	1,42%	1,04%	1,01%	
19	Injuries due to transport	0,03%	0,04%	0,04%	0,03%	
20	Injuries due to military training	0,05%	0,00%	0,10%	0,05%	
21	Injuries due to sport	0,11%	0,27%	0,10%	0,14%	
22	Injuries due to hostile action					
23	Other Injuries not in cats 19-22	0,32%	0,56%	0,22%	0,33%	
24	Climatic Injuries (Heat & Cold)	0,02%	0,04%	0,11%	0,05%	
25	NBC Indicators (Ops Only)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	

2. Risicobeoordeling Blootstelling Burn Pit Balad Air Base, Iraq

Door de US MOD zijn in 2007 bij de burnpit van Baad Air base in Irak gedurende 4 maanden uitgebreid metingen gedaan naar de luchtkwaliteit. Deze burnpit werd vanwege de omvang als worst-case situatie beschouwd. Hierbij werden de volgende componenten gemeten: PM, VOC, metalen, PAK's, dioxines en furanen. Van de 163 monsters werd 50 keer de 1-jaar MEG voor de deeltjes kleiner dan PM10 overschreden en twee keer de 1-jaar MEG van VOC's.

Aan de hand van deze gegevens is in 2008 een risicobeoordeling uitgevoerd. De risico-inschattingen, die volgens de richtlijnen van de EPA zijn uitgevoerd, geven

aan dat de gezondheidsrisico's acceptabel zijn voor zowel de carcinogene als non-carcinogene effecten. De blootstelling aan dioxines resulteerde in een minimale impact op het lichaam (body burden). De gevonden concentraties aan fijn stof kwamen overeen met de achtergrondwaarden van de regio wat zou suggereren dat de concentraties in de lucht niet verhoogd zijn door de uitstoot van de burnpit.

Omdat de persoonlijke blootstelling moeilijk te herleiden is vanwege de diverse activiteiten die mensen uitvoeren, de verschillende weercondities en de variatie in het soort en de hoeveelheid afval dat wordt verbrand, is gekozen voor een worst case benadering. Hierbij wordt uitgegaan van een 24 uren blootstelling. De uitgevoerde risicobeoordeling levert dus conservatieve risico-inschattingen op, dat wil zeggen dat de reële risico's lager zullen zijn dan nu is berekend.

De risicobeoordeling is door de Defense Health Board beoordeeld. In het algemeen is men het met de gevonden resultaten eens; er worden wel kanttekeningen geplaatst bij een aantal aspecten. Het is niet mogelijk de persoonlijke blootstelling te herleiden om redenen die hierboven al zijn genoemd. In het huidige meetplan werden 24 uren monsters genomen. De Health Board raadt aan om ook gedurende een korter tijdsinterval monsters te nemen om zo ook meer inzicht te krijgen in de piekconcentraties. Verder werd nog een aanbeveling gedaan om het kwaliteitssysteem te verbeteren ten aanzien van monsternamen, analyse, en systematiek voor risicobeoordeling.

3. Epidemiologische studies burnpits

Door de Armed Forces Health Surveillance center (AFHSC) en de Naval Health Research Center (NHRC) is in 2010 een aantal epidemiologische studies uitgevoerd naar de mogelijke relatie tussen de blootstelling aan emissies afkomstig van een burnpit en effecten op de gezondheid, zoals respiratoire aandoeningen, chronische multisymptom illness (CMI), lupus erythematoses, reumatoïde artritis en geboorte afwijkingen. Voor deze studies werd gebruik gemaakt van reeds beschikbare gegevens zoals uit de millennium cohort studie, analyse resultaten van luchtmonsters en gegevens uit het DoD registratie systeem voor geboorte afwijkingen. In de studies werden de gegevens van personeel uitgezonden op bases met een burnpit vergeleken met gegevens van uitgezonden personeel op bases zonder burnpit. De meetgegevens zijn afkomstig uit Irak, Koeweit en Korea.

Blootstelling aan de emissie van de burnpit in Balad binnen een straal van 5 mijl was niet geassocieerd met een verhoogd risico voor nieuwe gerapporteerde of steeds weer optredende luchtwegaandoeningen, CMI of nieuw gerapporteerde reumatoïde artritis, ook niet na jaren post-deployment. Een verhoogde incidentie van lupus erythematoses werd gevonden bij de Joint Base Balad maar niet bij andere bases met een burnpit. Deze uitkomst wordt nog nader onderzocht.

De studie kent wel duidelijke beperkingen zoals het bepalen van de aard en omvang van de persoonlijke blootstelling. Het personeel dat binnen 5 mijl van de burnpit werkzaam is geweest werd in één blootstellingsgroep geplaatst terwijl er een enorme variatie binnen deze groep kan zijn met betrekking tot de mate van blootstelling. Bij toekomstig onderzoek zal meer aandacht besteed moeten worden aan de kwaliteit van de blootstellingsgegevens op persoonlijk niveau en zullen de lange termijn effecten nader onderzocht moeten worden.

4. Long-Term health Consequences of Exposure to Burn Pits in Iraq and Afghanistan, Institute of Medicine

Het Institute of Medicine of the National Academy of Sciences is door de US Department of Veterans Affairs gevraagd om een risicoanalyse uit te voeren naar de mogelijke lange termijn effecten door blootstelling aan de rook van burnpits in Irak en Afghanistan.

De IOM heeft voor de uitvoering van de risicoanalyse een onafhankelijke commissie ingesteld. De commissie heeft van verschillende informatiebronnen gebruik gemaakt. De Balad Burn Pit in Irak werd vanwege de omvang als een "worst case" scenario gebruikt. In Irak zijn na 2009 de burnpits uitgefaseerd maar in Afghanistan waren in 2011 nog 197 burnpits actief.

Als eerste heeft de commissie een inschatting van de blootstelling gemaakt aan de hand van de hoeveelheid afval dat per dag werd verbrand en de beschikbare monitoringsgegevens. Geschat werd dat ongeveer 4-5 kilo afval per persoon per dag werd geproduceerd in Irak en Afghanistan. Voor JBB werd berekend dat in 2007, met een populatie van meer dan 25.000 mensen, ongeveer 200 ton afval werd verbrand per dag. De samenstelling van het afval is niet bekend en zal per basis variëren. CHPPM, nu Public Health Command, heeft wel een schatting gemaakt. Het afval zou bestaan uit 5-6% plastic, 6-7% hout, 3-4% verschillend niet brandbaar materiaal, 1-2% metalen, en 81-84% overig brandbaar materiaal.

De ruwe monitoring gegevens bij JBB werden door de US MOD verstrekt. De volgende conclusies werden getrokken

- De concentraties fijn stof op verschillende plekken van de Balad Base waren gemiddeld hoger dan de NAAQS voor luchtkwaliteit. Het fijn stof was afkomstig van lokale bronnen zoals verkeer, vliegtuig emissies en regionale bronnen. De uitstoot van fijn stof bij de burnpit zal slechts een klein aandeel hebben.
- PCDD's en furanen werden bijna in alle monsters gevonden. Op de locaties het dichtst bij de burnpit, waren de concentraties het hoogst. Dat suggereert dat de burnpit de belangrijkste bron was voor de PCDD's. De gevonden toxic equivalent (TEQ) op deze locaties was hoger dan wordt gevonden in vervuilde stedelijke gebieden over de wereld. Op de locaties die wat verder van de burnpit af lagen kwam de toxic equivalent niet boven de waarde in vervuilde stedelijke gebieden.
- De gevonden concentraties VOC en PAK's waren vergelijkbaar met de concentraties gerapporteerd in vervuilde stedelijke gebieden buiten de VS.

De commissie constateerde dat belangrijke componenten zoals ozon, koolstofmonoxide, stikstofdioxide en zwaveldioxide en waterstof cyanide niet door CHPPM zijn gemeten.

De commissie concludeert uiteindelijk dat de burnpit niet de enige bron is van vervuiling en dat de combinatie van luchtvervuiling door regionale en lokale activiteiten gezamenlijk moet worden geïnventariseerd en geanalyseerd.

Vervolgens werden toxiciteitsgegevens verzameld van 47 componenten die in tenminste 5% van de luchtmonsters werden geïdentificeerd. De commissie voegde zelf nog 4 componenten toe (1,2,4,-trichloorbenzeen, 1,3-dichloorbenzeen, 1,3-butadien en 1,2-dichlorobenzeen).

Over de mogelijke schadelijke effecten bij blootstelling aan dioxines en furanen, VOCs, PAK's en PM is veel bekend. De volgende gezondheidseffecten werden geassocieerd met 5 of meer van de aangetroffen componenten: neurologische effecten; leverschade; kanker (o.a. maag, respiratoir, huid, leukemie); nierschade; effecten op het bloed (anemie); cardiovasculair; reproductie. Deze effecten werden echter voornamelijk gevonden in dierstudies en een enkele keer in epidemiologische studies. Kanttekening daarbij is dat de onderzoeksomstandigheden niet te vergelijken zijn met de operationele omstandigheden.

Eén van de belangrijkste data gaps is dat de individuele blootstelling (duur en concentratie) niet is vastgelegd. Het is niet bekend waar, hoe vaak, hoe lang men in de buurt van de burnpit was en of men beschermende middelen gebruikte. Daarnaast werd men blootgesteld aan een mengsel van componenten waardoor het uiteindelijk moeilijk is een uitspraak te doen over de lange termijn effecten. Daarom werd tevens een uitgebreid literatuur onderzoek uitgevoerd waarbij ook naar epidemiologische onderzoeken werd gezocht die in vergelijkbare groepen waren uitgevoerd zoals bij de brandweer, groepen die werkzaam zijn in de afvalverbranding en groepen die vlakbij een afvalverbrandingsinstallatie wonen.

De commissie heeft na het beoordelen van een lange lijst studies en op basis van vastgestelde kwaliteitscriteria voor elk eindpunt de belangrijkste studie en een aantal ondersteunende studies vastgesteld. De door de DoD uitgevoerde epidemiologische studies werden vanwege tekortkomingen op een aantal kwaliteitscriteria als ondersteunende studies vastgesteld.

Vijf categorieën van associatie werden gebruikt; *sufficient evidence of a causal relation; sufficient evidence of an association; limited or suggestive evidence of an association; insufficient evidence to determine whether an association exists; limited/suggestive evidence of no association.*

Op basis van het literatuur onderzoek concludeert de commissie dat er onvoldoende bewijs is om een associatie vast te stellen tussen de blootstelling aan verbrandingsproducten zoals deze zich voordoen bij burnpits en het optreden van gezondheidseffecten als kanker, respiratoire aandoeningen, hartaandoeningen, neurologische aandoeningen en nadelige effecten op de reproductie, in de onderzochte populaties.

Een beperkt bewijs is gevonden voor de associatie tussen de blootstelling aan verbrandingsproducten en een verminderde longfunctie.

Ondanks het feit dat de groepen enigszins vergelijkbaar zijn kunnen de resultaten vanwege het verschil in blootstelling en populatie karakteristiek moeilijk naar de militaire populatie worden geëxtrapoleerd.

Op basis van de voorgaande stappen heeft de commissie een risicoanalyse gemaakt, de data gaps geïdentificeerd en adviezen opgesteld voor een ontwerp van een toekomstige epidemiologische studie.

De commissie concludeert dat de hoge concentratie fijn stof die vooral van lokale en regionale bronnen afkomstig is, mogelijk tot verhoogde morbiditeit kan leiden bij militair personeel in JBB maar ook op andere plaatsen in het midden oosten.

Geen van de emissieproducten lijkt in concentraties voor te komen waarbij gezondheidseffecten te verwachten zijn. Maar zoals eerder gezegd is het onduidelijk of er bij blootstelling aan mengsels sprake kan zijn van een additief effect. Gezien

het feit dat verschillende stoffen overeenkomstige effecten hebben is een additief effect niet uit te sluiten.

Vanwege gebrek aan bewijs kan de commissie geen uitspraak doen over de mogelijke lange termijn effecten door blootstelling van militairen aan de emissie van een burnpit. De gevonden resultaten sluiten echter niet uit dat een uitzending in Irak of Afghanistan door een combinatie van blootstellingen, mogelijk geassocieerd kan worden met lange termijn effecten. Dit geldt vooral voor die groepen die vanwege hun werkzaamheden blootgesteld worden aan relatief hoge concentraties of groepen die meer gevoelig zijn. De mogelijke schadelijke effecten betreffen respiratoire en cardiovasculaire effecten en kanker (effects of concern). De gevoeligheid voor bepaalde toxische componenten kan verder worden verhoogd door bijvoorbeeld stress, klimatologische omstandigheden en roken.

De commissie concludeert dat de veelal door de DoD uitgevoerde studies niet langdurig genoeg zijn om mogelijke lange termijn effecten te ontdekken. De commissie adviseert derhalve om een prospectieve studie uit te voeren naar de lange termijn effecten.