

Bezoekadres:
Kampweg 3
3769 DE SOESTERBERG
Postadres:
MPC 84 B
Postbus 22
3769 ZG SOESTERBERG
www.luchtmacht.nl

Aan Hoofd Afdeling Gezondheidszorg Operaties

Datum 15 NOV. 2005
Ons kenmerk CML 2005000927
Onderwerp Rapportage inzake luchtmetingen PeK
Referte(s) Brief AGZO T/ 2005007357 d.d. 9 maart 2005

Geachte Kolonel,

Met referte heeft u mij verzocht een onderzoek uit te voeren naar de luchtkwaliteit op de compound te Pol e Khomri. Met deze brief stuur ik u de conclusies van het onderzoek dat door arbeidshygiënist bij mijn afdeling, is uitgevoerd. Helaas is de rapportage vertraagd door problemen met de analyses van de monsternamemediën. In de begeleidende brief die ik u met de rapportage van de luchtmetingen te Kabul International Airport heb gestuurd, hebt u een verklaring van het verantwoordelijke laboratorium aangetroffen. Indien u nog vragen of opmerkingen heeft over de rapportage kunt u contact opnemen met

Het Waarnemend Hoofd Luchtvaart Arbeidsomstandigheden

majoor vreegeraats

Bijlage(n):
1: Eindrapport inzake luchtmetingen te Pol e Khomri

Bij beantwoording datum, ons kenmerk en onderwerp vermelden.

Luchtvaart Arbeidsomstandigheden

**Rapport inzake
luchtmetingen te
Pol e Khomri Afghanistan**

*14 november 2005
050315*

Samenvatting

Hoofd Sectie Gezondheidszorg Operaties heeft Hoofd Luchtvaart Arbeidsomstandigheden verzocht om onderzoek te laten verrichten naar de luchtverontreiniging ten gevolge van de emissie van de cementfabriek die naast de compound te Pol e Khomri (PeK) is gelegen. Aanleiding voor het onderzoek was de behoeftestelling van Cdt PeK inzake luchtmetingen (Sitrep Cdt PeK 190 over de periode 1-2 maart 2005). Omdat de luchtkwaliteit op de compound nog niet was vastgesteld, was onbekend in hoeverre de lucht op de compound wordt vervuild door deze emissie. Doel van dit onderzoek is om met metingen de (eventuele) luchtverontreiniging tijdens de zomerperiode vast te stellen.

Het onderzoek is uitgevoerd van 17 juni tot 6 augustus. Hierbij is fijn stof (PM10) gemeten en zijn de hoeveelheden metalen en benzo(a)pyreen (BaP) hierin bepaald. Tevens zijn meerdere gassen gemeten, namelijk: vluchtige organische componenten (VOC), stikstofdioxide en zwaveldioxide.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat er sprake is van een relatief hoge stofblootstelling (gemiddeld zes maal de norm voor het Nederlandse jaargemiddelde). Deze stofblootstelling wordt voornamelijk veroorzaakt door opwaaiend bodemstof. Het lijkt onwaarschijnlijk dat gedurende een relatief korte blootstellingduur chronische irreversibele klachten ontstaan. Wel kan bij een gedeelte van het personeel acute reversibele gezondheidseffecten optreden, zoals: luchtweginfecties, benauwdheid en hoesten. Belangrijk aspect in de risicobeoordeling is echter dat er relatief veel onbekend is over stofblootstelling, zodat voldoende aandacht voor het optreden van relevante klachten en het reduceren van blootstelling op zijn plaats is.

Het gehalte metalen en BaP in het fijn stof bleek dusdanig laag te zijn dat er geen sprake is van een onaanvaardbaar gezondheidsrisico door blootstelling aan deze stoffen. Dezelfde conclusie kon worden getrokken uit de meetresultaten van de gassen. Uit de metingen blijkt echter wel dat de fabriek waarschijnlijk een invloed heeft op de luchtconcentratie zwaveldioxide op de compound. Uit de analyse van de brandstof van de fabriek (steenkool) bleek tevens dat deze een hoger zwavelgehalte bevat dan in Nederland normaliter is toegestaan. Hierdoor is het aannemelijk dat in een winterperiode met veel inversie de concentratie zwaveldioxide verder zal stijgen.

In het eindproduct van de fabrieksoven zijn slechts kleine hoeveelheden dioxines aangetroffen. Op basis van deze meting is het onwaarschijnlijk dat de (emissie)grens voor dioxines wordt overschreden. Het is daarmee ook onwaarschijnlijk dat er een verhoogde concentratie dioxines op de compound aanwezig is. Gezondheidseffecten veroorzaakt door blootstelling aan dioxines worden daarmee uitgesloten.

Het wordt aanbevolen om piekblootstellingen aan stof tijdens zandstormen of voertuigverplaatsingen te reduceren, door bij dergelijke blootstellingen zoveel mogelijk binnen te blijven, of anders een stofmasker te dragen. Meer inzicht in het wel of niet optreden van chronische gezondheidseffecten door stofblootstelling kan worden verkregen door in het bestaande nazorgtraject voldoende aandacht te geven aan klachten die door stofblootstelling kunnen worden veroorzaakt.

Doordat in de winter langdurige inversie kan ontstaan, wordt verwacht dat de luchtverontreiniging op de compound in de winter hoger zal zijn. Aandachtspunt hierbij is vooral de zwaveldioxideblootstelling. Door het onderzoek in de winterperiode te herhalen kan worden bepaald hoe hoog deze luchtverontreiniging is en of deze (acute of chronische) gezondheidsklachten bij het personeel kan veroorzaken.

Koninklijke Luchtmacht



Ministerie van Defensie

Centrum voor
Mens en Luchtvaart
ArboAdvies

Bezoekadres:
Kampweg 3
3769 DE SOESTERBERG
Postadres:
MPC 84 B
Postbus 22
3769 ZG SOESTERBERG
www.luchtmacht.nl

Steller:

FASE 3 – RAPPORTAGE

Inzake luchtmetingen te Pol e Khomri Afghanistan

Datum

14 november 2005

1.	Inleiding	4
2.	Uitvoering onderzoek	5
2.1.	Algemeen	5
2.2.	Stof, metalen en benzo(a)pyreen	6
2.3.	Vluchtige Organische Componenten	6
2.4.	Stikstofdioxide	6
2.5.	Zwavedioxide	7
2.6.	Dioxines	7
3.	Risico-evaluatie	8
3.1.	Chronische en acute gezondheidsrisico's	8
3.2.	Grenswaarden	8
4.	Theorie	11
4.1.	Blootstelling	11
4.2.	Stof	11
4.1.2.	Toxiciteit	11
4.2.2.	Grenswaarden	13
4.3.	Metalen	14
4.3.1.	Toxiciteit	14
4.3.2.	Grenswaarden	14
4.4.	Benzo(a)pyreen	14
4.4.1.	Toxiciteit	14
4.4.2.	Grenswaarden	14
4.5.	Vluchtige Organische Componenten	15
4.5.1.	Toxiciteit	15
4.5.2.	Grenswaarden	15
4.6.	Stikstofdioxide	15
4.6.1.	Toxiciteit	15
4.6.2.	Grenswaarden	15
4.7.	Zwavedioxide	16
4.7.1.	Toxiciteit	16
4.7.2.	Grenswaarden	16
4.8.	Dioxines	16
4.8.1.	Toxiciteit	16
4.8.2.	Grenswaarden	17
5.	Resultaten en discussie	18
5.1.	Stof	18
5.2.	Metalen	19
5.3.	Benzo(a)pyreen	19

Titel Fase 3 - rapportage inzake luchtmetingen in
Datum de zomerperiode te Pol e Khomri Afghanistan
14 november 2005

5.4.	Vluchtige Organische Componenten	20
5.5.	Stikstofdioxide	20
5.6.	Zwaveldioxide	20
5.7.	Dioxines	21
6.	Conclusies en aanbevelingen	22
6.1.	Conclusies	22
6.2.	Aanbevelingen	23
7.	Beperkingen onderzoek	25

1. Inleiding

Gedurende 17 juni tot 6 augustus 2005 is het fase 3 onderzoek uitgevoerd naar de luchtverontreiniging op de compound te Pol e Khomri (PeK) ten gevolge van emissie van de naastgelegen cementfabriek. Aanleiding voor het onderzoek was de behoeftestelling van Cdt PeK inzake luchtmetingen (Sitrep Cdt PeK 190 over de periode 1-2 maart 2005). Omdat de luchtkwaliteit op de compound nog niet was vastgesteld, was onbekend in hoeverre de lucht op de compound vervuild wordt door deze emissie. In het voorafgaande traject is vastgesteld welke stoffen de fabriek emitteert. Deze resultaten zijn eerder in de fase 1 en 2 rapportages aan Hoofd Afdeling Gezondheidszorg Operaties gerapporteerd. Doel van dit onderzoek is om met metingen de (eventuele) luchtverontreiniging tijdens de zomerperiode vast te stellen.

In hoofdstuk 2 zal daartoe de uitvoering van het onderzoek worden beschreven, waarna in hoofdstuk 3 de wijze van risicoboordeling wordt weergegeven. In hoofdstuk 4 wordt de toxiciteit van de bemeten componenten en de gebruikte grenswaarden besproken. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de resultaten weergegeven en besproken, op basis waarvan in hoofdstuk 6 conclusies worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan om de blootstelling te beheersen. Aangezien er in het onderzoek bepaalde beperkingen aanwezig waren, zijn deze weergegeven in hoofdstuk 7.

2. Uitvoering onderzoek

In dit hoofdstuk wordt de uitvoering van het onderzoek beschreven. Ten eerste worden in paragraaf 2.1. de algemene omstandigheden tijdens het onderzoek beschreven, zoals de onderzochte stoffen, het aantal meetpunten en de meteorologische omstandigheden. Vervolgens worden in de daarop volgende paragrafen (paragraaf 2.2. t/m 2.6) de onderzoek- en meetmethodes van de onderzochte stoffen beschreven.

2.1. Algemeen

Op basis van het literatuuronderzoek en het werkbezoek aan de fabriek zijn de volgende componenten onderzocht:

- fijn stof (PM10);
- metalen;
- benzo(a)pyreen (BaP);
- vluchtige organische componenten (VOC);
- stikstofdioxide;
- zwaveldioxide;
- dioxines.

Het onderzoek is uitgevoerd van 17 juni tot 6 augustus. Gelet op de beperkte grootte van PeK is één meetpunt op de compound voldoende om de blootstelling van de gehele compound te bepalen. De metingen zijn vooral ingezet als de fabriek in werking was, tevens zijn er twee metingen uitgevoerd toen de fabriek niet in bedrijf was en twee toen de fabriek een halve dag in bedrijf was. De nadruk van de metingen ligt dus bij de worst-case benadering. In werkelijkheid is de fabriek namelijk regelmatig dagen tot weken buiten werking.

Om tevens inzicht te krijgen in de invloed van de wind, was een windrichting en snelheidsmeter vanuit Nederland meegenomen. Tijdens het onderzoek bleek echter dat deze – mogelijk door beschadiging tijdens transport – niet correct functioneerde. Om toch inzicht te krijgen in de meteorologische omstandigheden tijdens het onderzoek, zijn deze daarom dagelijks bijgehouden. Uit deze gegevens bleek dat deze overeenkwamen met de resultaten die in de periode maart t/m juni reeds waren verzameld. Er staat bijna altijd een ‘valleiwind’ die parallel op de compound staat. De wind staat slechts zelden (en dan meestal kortdurend) richting de compound. Aangezien het ook regelmatig windstil is en ‘s nachts waarschijnlijk regelmatig inversie¹ ontstaat, blijft de vervuiling echter ook vaak in de vallei hangen, zodat hiermee luchtvervuiling op de compound kan ontstaan.

¹ Inversie ontstaat als de luchtl laag aan het aardoppervlak kouder is dan de luchtl laag daarboven en het windstil is. De lucht blijft dan in de vallei “hangen” (zie paragraaf 4.1.).

Voor stoffen met vooral gezondheidseffecten na langere blootstelling (stof, metalen, BaP) zijn metingen uitgevoerd om te onderzoeken of er sprake is van een verhoogde chronische blootstelling. Voor stoffen die ook effecten kunnen hebben na kortdurende blootstelling (< 3 uur), zijn er ook metingen tijdens stankoverlast uitgevoerd (zwaveldioxide, stikstofdioxide, VOC). Tijdens de metingen zijn alle relevante factoren, inzake emissie van fabriek en weersomstandigheden voorgekomen, zodat een totaalbeeld is gekregen van de blootstelling gedurende de zomerperiode.

Alle metingen zijn ter analyse aangeboden aan het geaccrediteerde laboratorium van RPS Analyse. Bij een aantal metingen werd de desbetreffende chemische stof niet aangetroffen op het monsternamemedium. Voor de statistische verwerking van de gegevens is – conform NEN EN 689 - voor een dergelijk resultaat uitgegaan van de helft van de detectielimiet. De data-analyse is uitgevoerd met IH-STAT.

2.2. Stof, metalen en benzo(a)pyreen

Het stof in de lucht is gemeten met een BGI PQ200 luchtpomp voorzien van een PM10 meetkop. Met deze PM-10 meetkop kan de thoracale fractie van het stof worden bepaald; dit is de stoffractie die na inademing in de longen terechtkomt. Deze stofconcentratie is met vijftien 24 uursmetingen bemonsterd. Het stof is tevens geanalyseerd op de aanwezigheid van metalen (13 x) en benzo(a)pyreen (9x, zie paragraaf 2.3.). De benzo(a)pyreen is hierbij minder geanalyseerd, omdat door logistieke problemen meerdere monsters niet binnen de daarvoor gestelde maximale tijd in het laboratorium konden worden geëxtraheerd. Naast stofgebonden metalen is tevens de luchtconcentratie vluchtig kwik bepaald. Deze metingen zijn uitgevoerd met een GilAir 5 luchtpomp, waarbij de aangezogen lucht gedurende 24 uur over een Hopcalitebuis is geleid.

2.3. Vluchtige Organische Componenten

Vluchtige Organische Componenten (VOC) zijn bemeten tijdens periodes (1-2 uur) dat stankoverlast werd waargenomen. Tevens is een tweetal metingen uitgevoerd toen de fabriek niet werkte, zodat het achtergrondniveau kon worden bepaald. Deze metingen zijn uitgevoerd met een GilAir 5 luchtpomp, waarbij de aangezogen lucht over een actief koolbuis is geleid. Tevens is de concentratie VOC bepaald met 3M diffusiebadges. De bedoeling was om deze badges eveneens van 17 juni tot 23 juli op te hangen, zodat de gemiddelde concentratie over deze periode kon worden bepaald. Omdat deze badges tijdens het transport van PeK naar het laboratorium verloren zijn gegaan, zijn hiervan helaas geen resultaten.

2.4. Stikstofdioxide

De concentratie stikstofdioxide is bemeten met een GilAir 5 luchtpomp, waarbij de aangezogen lucht over een TEA-buis is geleid. Deze metingen zijn drie keer uitgevoerd gedurende een periode (1-2 uur) dat er stankoverlast was op de compound. Tevens is de concentratie stikstofdioxide bepaald met Gradko diffusiebuizen. Deze buizen zijn van 17 juni tot 23 juli opgehangen, zodat de gemiddelde concentratie over deze periode kon worden bepaald. Aangezien in deze periode de fabriek praktisch niet in werking was, geven deze metingen een goed beeld van de achtergrondconcentratie.

2.5. Zwaveldioxide

De concentratie zwaveldioxide is bemeten met een GilAir 5 luchtpomp, waarbij de aangezogen lucht over een geïmpregneerd filter is geleid. Deze metingen zijn drie keer uitgevoerd tijdens een periode (1-2 uur) dat er stankoverlast was op de compound. Tevens is de concentratie zwaveldioxide bepaald met Gradko diffusiebuizen. Deze buizen zijn van 17 juni tot 23 juli opgehangen, zodat de gemiddelde concentratie gedurende deze periode kon worden bepaald. Aangezien in deze periode de fabriek praktisch niet in werking was, geven deze metingen alleen een beeld van de achtergrondconcentratie.

2.6. Dioxines

Op basis van het werkbezoek dat aan de fabriek is gebracht,- en het daarop volgende overleg met TNO-MEP - wordt niet verwacht dat tijdens het proces veel dioxines worden geëmitteerd. Om deze inschatting te verifiëren is door TNO-MEP het eindproduct van de oven (klinker) geanalyseerd. Op basis van deze resultaten is door TNO-MEP ingeschat of de Europese emissienormen voor dioxines worden overschreden.

3. Risico-evaluatie

3.1. Chronische en acute gezondheidsrisico's

Bij de evaluatie van gezondheidsrisico's wordt veelal onderscheid gemaakt tussen kortdurende blootstelling aan hoge concentraties en langdurige blootstelling aan lage concentraties. Dit onderscheid wordt gemaakt omdat in praktijksituaties dit vaak het patroon is dat voorkomt (kortdurend hoog, langdurend laag). Cruciaal daarbij zijn de verschillende effecten die stoffen kunnen hebben op de gezondheid. Sommige stoffen veroorzaken geen effecten bij langdurige blootstelling aan lage concentraties (bijvoorbeeld omdat het lichaam kleine hoeveelheden van de stof gemakkelijk uitscheidt), maar wel bij een kortdurende blootstelling aan een hoge concentratie. Andere stoffen veroorzaken juist wel effecten bij langdurige blootstelling aan relatief lage concentraties, onder meer omdat stoffen die zich in het lichaam ophopen. Ook zijn er stoffen die zowel bij kortdurende blootstelling aan hoge concentraties als bij langdurige blootstelling aan lage concentraties effecten kunnen bewerkstelligen. Het gaat dan meestal om verschillende effecten.

In de normstelling voor chemische stoffen wordt daarom onderscheid gemaakt in *chronische* grenswaarden (voor langdurige blootstelling) en *acute* grenswaarden (voor kortdurende blootstelling). Voor wat betreft de *chronische* grenswaarden is er een verdere onderverdeling tussen *kankerverwekkende* en *niet-kankerverwekkende* stoffen. Bij niet-kankerverwekkende stoffen geeft de chronische grenswaarde de concentratie aan waaraan een mens gedurende een bepaalde periode mag worden blootgesteld zonder dat daarvan schade voor de gezondheid zal ontstaan. Bij kankerverwekkende stoffen is de chronische grenswaarde gelijkgesteld aan de concentratie, waarvoor bij blootstelling over een bepaalde periode er een bepaald additioneel risico op kanker is. In dit onderzoek worden de gezondheidsrisico's van stoffen besproken op basis van de indeling naar acute en chronische gezondheidsrisico's.

3.2. Grenswaarden

Arbo en Milieu

Blootstelling aan chemische stoffen wordt normaliter getoetst aan normen die zijn afgestemd op het type blootstelling dat plaatsvindt. Voor een continue blootstelling (24 uur per dag) voor de gehele bevolking, gedurende het gehele leven (70 jaar) zijn milieunormen opgesteld. De zogenaamde Maximaal Toelaatbare Risico's (MTR). Hierbij zijn eveneens in de Smogregeling grenswaarden voor een beperkt aantal stoffen ontwikkeld, waarmee acute effecten kunnen worden ingeschat. Belangrijk uitgangspunt bij deze milieunormen is dat ze is afgestemd op de gehele bevolking (dus inclusief kwetsbare groepen als kinderen en bejaarden).

Voor discontinue blootstelling (8 uur per werkdag) gedurende het gehele "werkzame" leven (40 jaar) zijn arbonormen opgesteld. De zogenaamde Maximaal Aanvaarde Concentraties (MAC). Hierbij zijn eveneens voor een beperkt aantal stoffen grenswaarden ontwikkeld, waarmee acute effecten kunnen

worden ingeschat. Belangrijk uitgangspunt bij deze arbonormen is dat ze zijn afgestemd op het gezonde, werkende deel van de bevolking (dus exclusief kwetsbare groepen).

Uit bovenstaande blijkt al dat beide normenstelsels niet zijn afgestemd op het type blootstelling waaraan een militair(e) gedurende een uitzending staat blootgesteld. Dit is namelijk een continue blootstelling (24 uur per dag) gedurende de uitzendperiode (3 tot 6 maanden), waarbij de militair(e) gedurende het "werkzame" leven een onbekend aantal keer kan worden uitgezonden. De juiste norm zal dus – voor het merendeel van de stoffen – ergens tussen deze twee normen liggen.

Militair

Om dit probleem op te lossen heeft de Amerikaanse Defensie speciale militaire normen ontwikkeld, die zijn afgestemd op het type blootstelling waaraan de militair(e) staat blootgesteld. De zogenaamde Military Exposure Guidelines (MEG's) die staan vermeld in de Technical Guide 230 (TG230). Hierbij zijn MEG's ontwikkeld voor kortdurende blootstelling, waarmee acute effecten kunnen worden ingeschat, en MEG's voor een blootstelling tussen de 14 dagen en 1 jaar, waarmee chronische effecten kunnen worden ingeschat. Deze 1 jaar MEG wordt door de Amerikaanse Defensie omschreven als: "The airborne concentration for a continuous exposure up to 1 year (365 days, 24 hours/day) that is considered protective against all health effects including chronic disease and increased risk to cancer" (1).

De MEG's zijn dus de enige advieswaarden die zijn afgestemd op de specifieke blootstelling van een militair(e) tijdens een uitzending en daarom in het verleden al eerder gebruikt tijdens Nederlandse uitzendingen om blootstelling aan chemische stoffen te beoordelen (o.a. UNMEE in 2001 en SFIR in 2004). Naar mening van LAO zijn de MEG's advieswaarden die gebruikt kunnen worden voor een eerste – indicatieve - beoordeling van het gezondheidsrisico. Indicatief, om de volgende redenen. Ten eerste zijn de MEG's afgeleid van bestaande arbo-, en milieunormen, en zijn ze niet gebaseerd op toxicologisch onderzoek. Ten tweede zijn de MEG's nog niet beoordeeld door de Nederlandse Defensie. De MEG's worden wel in het kader van V217² onderzocht, maar dit onderzoek bevindt zich echter nog in een beginfase, zodat dit nog niet heeft geleid tot Nederlandse militaire advieswaarden. Ten derde zijn er een aantal MEG's die ter discussie staan sinds de beoordeling die in 2004 door de National Research Council (NRC) - een adviesorgaan van de Amerikaanse regering - is uitgevoerd (2). Deze bepaalde dat de MEG's geschikt zijn voor het doel om de gezondheid van militairen te beschermen, maar maakte tevens opmerkingen over enkele MEG's. Indien in dit onderzoek gebruik wordt gemaakt van een dergelijke MEG zullen deze opmerkingen – indien relevant – worden meegenomen. Tenslotte zijn de MEG's ontwikkeld voor een continue blootstelling van maximaal een jaar. Een Nederlandse militair is over het algemeen 3 tot 6 maanden uitgezonden - en daarmee dus 2 tot 4 maal korter blootgesteld - zodat de normen daarmee een extra veiligheidsmarge hebben.

² In V217 wordt door TNO – onder begeleiding van LAO en de Arbodienst KL en KM - onderzoek uitgevoerd naar operationele toxicologie, meetmethodieken en risico-evaluatie.

Stoplichtmodel

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van alledrie de genoemde normensystemen, conform een "stoplichtmodel". Voor de beoordeling van blootstelling wordt gebruik gemaakt van zowel de MTR (milieunormen) als de MEG's. Hierbij worden de MTR gebruikt als veilige referentie (groen) gebruikt en de MEG's als grens waarbij gezondheidseffecten mogelijk zijn (oranje). In een aantal gevallen zullen de MTR's en MEG's onvoldoende houvast geven om de blootstelling te beoordelen. In dat geval zal gebruik worden gemaakt van de MAC's (arbo-normen) om meer duidelijkheid te krijgen in het risico, waarbij de MAC als een bovengrens wordt gehanteerd (rood). In enkele gevallen zal worden afgeweken van bovenstaande procedure als er een specifieke norm bestaat die beter geschikt is om de blootstelling te beoordelen. In dat geval zal deze norm bij de desbetreffende stof worden geïntroduceerd en besproken.

Naast het normensysteem is het ook van belang om een indicatie te krijgen in hoeverre een MTR, MEG of MAC wordt overschreden. Hiertoe wordt met de meetresultaten de frequentieverdeling van alle mogelijke luchtconcentraties bepaald conform NEN EN 689. Daarbij kan tevens de kans op overschrijding (P) van een bepaalde concentratie (MTR, MEG, MAC) worden bepaald. Bij toetsing van de blootstelling aan een MAC of een MTR in Nederland, wordt aangenomen dat bij een $P > 5\%$ ³, deze grenswaarde te vaak wordt overschreden. De P kan dus worden gebruikt als indicatie hoe vaak een grenswaarde wordt overschreden en een $P > 5\%$ als indicatie welke overschrijding in Nederland wordt aanvaard (3).

³ Bij een P van 5% ligt 95% van de waarden van de frequentieverdeling onder de grenswaarde

4. Theorie

In dit hoofdstuk wordt besproken wanneer de fabriek een hogere blootstelling op de compound kan veroorzaken (paragraaf 4.1.). Vervolgens wordt per geëmitteerde component de toxiciteit ervan besproken en wordt aangegeven welke grenswaarden worden gehanteerd bij de beoordeling. De onderzochte componenten: stof, metalen, BaP, stikstofdioxide, zwaveldioxide en ozon worden achtereenvolgens behandeld in paragraaf 4.2. t/m 4.7.

4.1. Blootstelling

Er zijn twee manieren waarop de fabriek luchtvervuiling op de compound kan veroorzaken. Ten eerste doordat de emissie van de fabriek richting de compound waait. Dit zal leiden tot stankoverlast en zichtbare rook op de compound. Uit de resultaten die in het fase 1 en 2 onderzoek zijn verzameld blijkt dat deze situatie zelden voorkomt. Er is echter nog een tweede vorm aanwezig, die wordt veroorzaakt door inversie. Inversie is een meteorologische toestand, waarbij de omgevingslucht blijft "hangen". Dit treedt voornamelijk op bij sterke afkoeling van het aardoppervlak en een lage windsnelheid. De lucht kan dan noch horizontaal (wind), noch verticaal (opstijgen) worden "ververst". Vooral in een beschutte vallei waarin de compound ligt is het goed mogelijk dat de luchtvervuiling tijdens een periode van inversie toeneemt.

Inversie komt in de zomer meestal alleen 's nachts voor, in de winter kan dit langere periodes aanhouden (dagen tot weken). Uit referte blijkt dat dit in de winter van 2004/05 ook is voorgekomen. Op verzoek van LAO zijn modelberekeningen uitgevoerd door Luchtmacht Meteorologische Groep (LMG), waaruit bleek dat in de zomer in PeK inderdaad regelmatig nachtelijke inversie kan ontstaan. Gelet op de relatief korte tijdsperiode dat inversie kan optreden werd niet verwacht dat er een dusdanig hoge luchtconcentratie ontstaat dat een relatief gezonde en jonge militaire populatie acute klachten ondervindt. Deze verwachting wordt ondersteund doordat sinds het oplopen van de temperatuur (maart 2005), geen relevante gezondheidsklachten meer zijn gemeld bij het Gezondheidscentrum PeK. Het bleef echter onduidelijk of er een verhoogde achtergrondconcentratie aanwezig is, waardoor gezondheidseffecten door chronische blootstelling kunnen optreden.

4.2. Stof

4.1.2. Toxiciteit

Stof is een deeltjesvormige luchtverontreiniging en is een complex mengsel van deeltjes van verschillende grootte en van diverse chemische samenstelling. Belangrijke bestanddelen zijn opgewaaid bodemstof en door menselijk handelen veroorzaakte emissies (bijvoorbeeld roet afkomstig uit generatoren).

Het gezondheidseffect is afhankelijk van waar het stof in de luchtwegen terechtkomt. Daarom wordt meestal gebruik gemaakt van verschillende stoffracties, die worden ingedeeld op basis van doorsnede. Hierbij wordt meestal gebruik gemaakt van de afkorting PM (Particulate Matter). Om de resultaten te kunnen begrijpen is enige kennis nodig over deze indeling. In deze alinea wordt deze indeling daarom van groot naar klein beschreven. Inhaleerbaar stof is de grootste fractie en is de fractie die de neus en mond kan passeren (doorsnede tot ongeveer $50\ \mu\text{m}$ = PM50⁴). Stofdeeltjes met een doorsnede tot 10 micrometer (PM10) is hierbij de fractie die na inademing het strottehoofd passeert en dus in de luchtwegen terechtkomt. PM4,25 (ook wel respirabel stof genoemd) zijn de deeltjes die in de longblaasjes terechtkomen en PM2,5 zijn de ultrafijne deeltjes die redelijk gemakkelijk in de bloedbaan kunnen worden opgenomen. Als in het vervolg van dit rapport over fijn stof wordt gesproken, wordt hiermee PM10 bedoeld. Als er sprake is van fijn stof in een andere betekenis dan PM10, dan wordt dit uitdrukkelijk vermeld.

De laatste jaren is er zeer veel belangstelling voor de concentratie fijn stof in de buitenlucht. Uit epidemiologisch onderzoek is namelijk gebleken dat er een relatie bestaat tussen fijn stof en bepaalde ziektebeelden (en bij zeer kwetsbare groepen als zieke hoogbejaarden zelfs voortijdige sterfte). Biologische mechanismen waardoor fijn stof schadelijke effecten kan veroorzaken, zijn echter grotendeels onbegrepen. Het is onbekend welke chemische componenten van fijn stof gezondheidkundig het meest relevant zijn, en voor (opwaaiend) bodemstof is nog weinig informatie aanwezig om te kunnen beoordelen óf, en in welke mate deze fractie nadelige effecten op de gezondheid heeft (4).

Uit recente toxicologische onderzoeken zijn inmiddels wel aanwijzingen verkregen over het ontstaan van de schadelijke effecten. Via inademing komt fijn stof terecht in de bovenste en onderste luchtwegen. Daar kan het ontstekingsreacties veroorzaken en kan de zuurstofopname worden bemoeilijkt. Deze ontstekingsreacties, en de hierbij vrijgekomen radicaalverbindingen, kunnen ook schadelijk zijn voor de hartfunctie en dus ook voor hartpatiënten. Mogelijk beïnvloedt fijn stof ook de stollingsbalans in het bloed, waardoor het bloed viskeuzer wordt en er een grotere kans op een hartinfarct is. Daarnaast zijn ook neurologische effecten van fijn stof gevonden, waardoor bijvoorbeeld de hart(spier)functie negatief kan worden beïnvloed. Van dit soort effecten wordt ook verondersteld dat ze een bijdrage leveren aan een proces van vervroegde veroudering. Toch lijkt fijn stof – bij de buitenluchtconcentraties die in Nederland voorkomen - geen ziekte te veroorzaken in een van oorsprong gezond persoon (4). Wel lijkt het bestaande ziektes te verergeren en dan vooral ernstige luchtwegaandoeningen, zoals astma, en hart- en vaatziekten. Onder de mensen met deze aandoeningen lijkt daarom het risico het grootst. Uit studies naar acute blootstelling (tijdsduur van enkele dagen tot een week) blijkt echter wel dat ook gezonde personen bij hogere concentraties ($> 200\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) acute, reversibele, klachten kunnen krijgen zoals: hoesten, oog- en luchtwegirritatie, benauwdheid en luchtweginfecties (5).

⁴ Deze fractie hangt met name sterk af van de windsnelheid, en het ademminuutvolume. Formeel is er daarom geen bovenste afscheidingsdiameter voor inhaleerbaar stof. In principe is er tevens geen sprake van een maximale doorsnede van een stoffractie, maar een 50% afscheidingsdiameter. Voor het begrip van de resultaten is het echter onnodig om dieper op deze (technische) term in te gaan.

Uiteraard staan ook werknemers tijdens hun dagelijkse werkzaamheden blootgesteld aan stof. Voorbeelden hiervan zijn bijvoorbeeld: bouwvakkers en mijnwerkers. In meerdere onderzoeken zijn hierbij gezondheidkundige effecten aangetoond (afname longfunctie, astma, etc). Het type blootstelling is echter wel van een andere aard. Aan de ene kant is de dagblootstelling korter (8 uur), zodat enig herstel kan optreden, aan de andere kant zijn de blootstellingen en de totale dosis die werknemers daarbij over een bepaalde periode oplopen, vele malen hoger dan bij een blootstelling in de buitenlucht. Tevens bestaat de onderzoekspopulatie meestal uit werknemers die jarenlang staan blootgesteld zijn een bepaald type stof (bijvoorbeeld kolenstof).

Kenmerkend voor de bovenstaande onderzoeken is – wederom – dat het hier gaat om andere typen blootstellingen (vooral inzake tijdsduur) dan die een militair(e) ondervindt gedurende een uitzending. Onderzoek naar dergelijke blootstellingen is nog maar sporadisch uitgevoerd. Bekendste onderzoeken zijn uitgevoerd door het Amerikaanse Ministerie van Defensie naar de hoge blootstelling ($265 - 670 \mu\text{g}/\text{m}^3$) van militairen aan PM10 tijdens de Golfoorlogen. De conclusie van dit onderzoek was dat acute, reversibele effecten zullen optreden, maar dat het risico op chronische effecten laag is (6). Vergelijkbare conclusies zijn getrokken in de onderzoeken van de Canadese Defensie in de regio Kabul, de Arbodienst KM tijdens UNMEE (7) en SFIR (8), en DHV Milieu tijdens UNPROFOR (9), waarbij eveneens hoge fijn stofconcentraties aanwezig waren. DHV Milieu concludeerde tevens dat: “Het denkbaar is dat risicogroepen onder personen die ter plaatse zijn gestationeerd, destijds effecten hebben ondervonden door in de lucht gekomen fijn stof, en verder grof stof. Daarbij denken wij aan (verergering) van klachten bij groepen met gevoelige constitutie (o.a. atopische constitutie), daarbij is niet uitgesloten dat bij deze groep mensen met een atopische constitutie de verergering van klachten voortduurt”. Alle (militaire) onderzoeken die tot heden zijn uitgevoerd, hebben dus als conclusie dat er een grote kans is op acute reversibele effecten, maar dat de kans op chronische irreversibele effecten klein is.

4.2.2. Grenswaarden

In Nederland is in 2005 de MTR verlaagd van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naar $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddelde). Zoals wellicht bekend, wordt deze waarde ook in Nederland regelmatig overschreden. Daarnaast is er de zogenaamde Smogregeling, waarbij voor PM10⁵ een ondergrens is vastgesteld van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vanaf deze concentratie kunnen ook onder een gezonde populatie acute, reversibele luchtwegklachten (hoesten, benauwdheid) optreden. De MEG is vastgesteld op $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Echter bij de recente evaluatie van deze MEG door de National Research Council (NRC) werd deze waarde als conservatief bestempeld, omdat deze is afgeleid van de milieunorm die vooral is bedoeld om gevoelige groepen te beschermen (bejaarden, astmapatienten). Volgens de NRC is het onwaarschijnlijk dat bij een relatief jonge, gezonde populatie – ook bij hogere luchtconcentraties - chronische effecten zullen optreden. Een MAC voor PM10 is niet vastgesteld, daarom wordt gebruik gemaakt van de MAC voor PM 4,25 (respirabel stof). Omdat dit een kleinere fractie is dan PM10, zou deze norm gecorrigeerd voor PM10 dus hoger zijn.

⁵ Men spreekt pas van smog, als meerdere chemische stoffen in verhoogde concentratie voorkomen (stikstofdioxide, zwaveldioxide en/of ozon).

4.3. Metalen

4.3.1. Toxiciteit

Metalen hebben meestal een lage acute toxiciteit, het risico treedt daarom vooral op bij chronische blootstelling, zodat vooral de gemiddelde blootstelling gedurende de uitzending van belang is. Blootstelling kan – afhankelijk van het type metaal - verschillende effecten hebben op organen. Een voorbeeld hiervan is nierschade door cadmium. Sommige metalen zijn schadelijk voor de ontwikkeling voor het kind (lood) en enkele zijn verdacht of bewezen kankerverwekkend (arseen, nikkel).

4.3.2. Grenswaarden

Voor slechts een aantal metalen zijn zowel een MTR, MEG en MAC vastgesteld. Dit zijn: lood, arseen, nikkel en cadmium. Bij gebrek aan een MTR is voor mangaan gebruik gemaakt van de Air Quality Guideline van de World Health Organisation (WHO). Voor alle andere metalen (afgezien van chroom, waarvoor ook een MEG is opgesteld) zijn alleen MAC beschikbaar.

4.4. Benzo(a)pyreen

4.4.1. Toxiciteit

Benzo(a)Pyreen (BaP) is een Polycyclische Aromatische Koolwaterstof (PAK). PAK's zijn een grote groep aromatische koolwaterstofverbindingen die vrijkomen bij verbrandingsprocessen. Aangezien BaP de PAK is met de hoogste schadelijke potentie en het meest is onderzocht, wordt deze stof normaliter gebruikt als indicatorstof voor het gehele PAK-mengsel. BaP bestaat uit vijf van deze aromatische ringen, is niet vluchtig en is meestal geabsorbeerd aan zeer kleine stofdeeltjes ($< 3 \mu\text{m}$). BaP en andere PAK's worden na inademen of inslikken geabsorbeerd door het epitheel van de luchtwegen en het maagdarmsstelsel. Vooral de PAK's met tenminste vijf aromatische ringen, zoals BaP zijn kankerverwekkend. PAK's met minder ringen zijn in het algemeen minder potent of zelfs niet kankerverwekkend. De PAK's veroorzaken vooral kanker bij de inname, bijvoorbeeld huidkanker bij huidcontact, longkanker bij inademing en maagkanker bij inslikken. Deze effecten treden echter meestal pas op na een chronische (jaren) blootstelling.

4.4.2. Grenswaarden

Voor BaP is er – afgezien van de MTR – enige discussie mogelijk over de juiste normstelling. Aangezien er geen MAC voor BaP bestaat, gebruikt LAO voor de beoordeling van de blootstelling op de werkplek meestal de Zweedse en Duitse arbonorm van 2000 ng/m^3 als advieswaarde. Opvallend is echter dat de MEG – in tegenstelling tot alle andere chemische stoffen - hoger is (5500 ng/m^3) dan deze waarde. De NRC heeft opgemerkt dat de database die als basis dient voor afleiding van de MEG's van PAK's enigszins verouderd is. Daarom wordt als eerste risiconiveau (oranje) gebruik gemaakt van de advieswaarde van de Gezondheidsraad uit 1994 voor BaP (350 ng/m^3) voor werkplekatmosferen. Deze advieswaarden zijn meestal lager dan de uiteindelijke MAC. Tevens komt deze waarde praktisch

overeen met de advieswaarde (360 ng/m^3) die in 1998 door DHV Milieu is afgeleid om de blootstelling van militairen tijdens UNPROFOR te beoordelen.

4.5. Vluchtige Organische Componenten

4.5.1. Toxiciteit

Vluchtige Organische Componenten (VOC) kunnen vrijkomen uit brandstoffen, door uitdampen of bij (onvolledige) verbrandingsprocessen. De bekendste VOC zijn benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen, de zogenaamde BTEX oplosmiddelen. Continue lage blootstelling aan deze VOC kan irritatie van ogen, neus en keel veroorzaken, als wel hoofdpijn en vermoeidheid. Hogere blootstelling, zoals die in werkplaatsen kan voorkomen, kunnen negatieve effecten op het zenuwstelsel, lever en bloed hebben.

4.5.2. Grenswaarden

Alleen voor benzeen is een MTR vastgesteld van $5 \mu\text{g/m}^3$. Voor alle BTEX zijn MEG's en MAC's opgesteld.

4.6. Stikstofdioxide

4.6.1. Toxiciteit

Stikstofdioxide (NO_2) kan voorkomen als een roodbruin gas. Stikstofdioxide heeft een irriterende geur met een reukgrens die ligt tussen de 200 en $800 \mu\text{g/m}^3$ en is goed oplosbaar in water. Stikstofdioxide bereikt na inademing de diepere ademhalingswegen en longen. Daar lost het vervolgens gemakkelijk op in het waterrijke slijm dat het longweefsel bedekt, waardoor het wordt omgezet tot (irriterende) salpeterzuren. Stikstofdioxide heeft daarom een irriterende werking op ogen en hogere luchtwegen (neus, keel). De Gezondheidsraad beschouwt echter de effecten op de diepere luchtwegen als het meest belangrijke effect. Stikstofdioxide kan namelijk het functioneren van de longen aantasten. Deze effecten omvatten longfunctieveranderingen, verhoogde gevoeligheid voor infecties en op de lange termijn irreversibele weefselschade aan de longen (o.a. fibrose).

4.6.2. Grenswaarden

Voor stikstofdioxide zijn zowel MTR's, MEG's en MAC's opgesteld. De MEG is echter door de National Research Council bekritiseerd, omdat deze te conservatief zouden zijn. Deze is namelijk afgeleid van een milieunorm die vooral bedoeld is om kwetsbare groepen te beschermen. Bij de beoordeling van stikstofdioxide wordt daarom ook gebruik gemaakt van de luchtconcentratie die in de Smogregeling wordt genoemd.

4.7. Zwaveldioxide

4.7.1. Toxiciteit

Zwaveldioxide (SO_2) is een kleurloos gas met een sterk irriterende geur. De geurdrempel ligt tussen 800 en 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zwaveldioxide is zeer goed oplosbaar in water (en dus ook in de luchtwegen). Zwaveldioxide wordt regelmatig gebruikt in de chemische industrie, en komt tevens veelvuldig vrij bij verbrandingsprocessen (bijvoorbeeld steenkool). Zwaveldioxide wordt voornamelijk via de slijmvliezen van de neus in het lichaam opgenomen. Opname via de longen is echter ook mogelijk en neemt toe bij inademing via de mond en bij diepe inademing, zoals gebeurt bij grote lichamelijke inspanning. Omdat zwaveldioxide zeer goed wateroplosbaar is, zal het zodra het in contact komt met waterdamp die van nature aanwezig is in de ademhalingswegen worden omgevormd in zwavelzuur, wat irriterend is voor neus, keel en ogen. Bij kortdurende hoge blootstelling kunnen bovendien klachten optreden als rhinitis, kortademigheid, benauwdheid op de borst en misselijkheid. Bij langdurige blootstelling aan zwaveldioxide is bij dieronderzoek eveneens verminderde afweer in de luchtwegen en afwijkingen in enzym patronen in bloed en lever vastgesteld.

4.7.2. Grenswaarden

Voor zwaveldioxide is zowel een MTR, MEG en MAC opgesteld. Om eventuele acute effecten te kunnen beoordelen wordt tevens gebruik gemaakt van de grenswaarde uit de Smogregeling.

4.8. Dioxines

4.8.1. Toxiciteit

"Dioxines" is de verzamelnaam van een groep van nauw verwante stoffen die bestaan uit 2 benzeenringen die verbonden zijn met twee zuurstofmoluculen. Op deze benzeenringen zijn meerdere chloormoleculen geplaatst. (meervoudig gechloreerde dibenzo-p-dioxines). De 210 dioxines behoren tot de groep van de organochloorverbindingen. Dioxines ontstaan door het verbranden van organische producten die chlooratomen bevatten (bijvoorbeeld huisvuil) en als nevenproduct bij enkele chemische processen waarin chloor verwerkt wordt. Chloor, dat nodig is om dioxines te kunnen vormen, is in bijna elke stof van nature aanwezig. De dioxines in de rookgassen slaan neer op gewassen die door mens en dier gegeten worden. Ongeveer 90% tot 95% van de menselijke inname is afkomstig uit de voeding. Indien dioxines in de lucht aanwezig zijn, kunnen deze uiteraard ook worden ingeademd, maar dit is slechts een klein aandeel van de totale inname.

Daar de verschillende dioxines elk hun eigen toxiciteit hebben, bepaalt men voor een dioxine een giftigheidsfactor (de toxiciteitsequivalent = TEQ) ten opzichte van 2,3,7,8-TCDD (de meest toxische dioxine). Dioxines lossen op in vet, zodat ze zich kunnen opstapelen in het vetweefsel van het lichaam en kunnen bij jarenlange blootstelling o.a. kanker veroorzaken. Bij een extreem hoge blootstelling, zoals bij het Seveso-incident (1976, Italië) – is chlooracne het belangrijkste acute effect van dioxines.

4.8.2. Grenswaarden

Voor de concentratie dioxines in de lucht is alleen een MEG beschikbaar. Om de emissie te beheersen eist de Europese Unie dat installaties niet meer dan 0,1 ng TEQ/m³ emitteren. In dat geval zal de installatie aan de milieunormen voldoen.

5. Resultaten en discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van het onderzoek dat is uitgevoerd door LAO op PeK. De onderzochte componenten: stof, metalen, BaP, stikstofdioxide, zwaveldioxide en dioxines worden achtereenvolgens behandeld in paragraaf 5.1. t/m 5.7.

5.1. Stof

De resultaten van de stofmetingen die te PeK zijn uitgevoerd staan weergegeven in bijlagen 1 en 2. Uit de resultaten volgt dat er continue sprake is van een verhoogde achtergrondconcentratie stof op de compound. De MTR en de (ter discussie staande) MEG worden overschreden ($P=99\%$). Bij vergelijking met de MAC blijkt echter dat de concentratie laag is ($P=0\%$) vergeleken met blootstellingen aan stof zoals die op Nederlandse werkplekken worden aanvaard. Uit informatie van het geaccrediteerde laboratorium van RPS bleek, dat het helaas niet mogelijk was om betrouwbaar te bepalen welk percentage hiervan cementstof is, omdat er moeilijk een onderscheid kan worden gemaakt met het stof dat van nature in PeK voorkomt. Uit het werkbezoek aan de fabriek blijkt dat de fabriek een hoge stofemissie heeft, maar het wordt echter betwijfeld dat de cementfabriek verantwoordelijk is voor deze hoge achtergrondconcentraties. Ten eerste komen – door de droge omstandigheden tijdens de zomer - regelmatig zandstormen voor en wordt bodemstof bijna continue door de (vallei)wind opgewerveld. Ten tweede zijn gedurende de metingen waarbij de fabriek niet in bedrijf was, geen lagere stofconcentraties aangetroffen.

Vergeleken met Nederland is er dus een relatief hoge stofconcentratie in de buitenlucht aanwezig (gemiddeld 6 maal de MTR). Deze MTR is echter vooral bedoeld om kwetsbare (kinderen, bejaarden) groepen tijdens jarenlange blootstelling te beschermen en niet relevant voor een relatief jonge, gezonde populatie. Bij de gemeten concentraties kunnen echter ook bij een militaire populatie acute, reversibele effecten optreden, zoals: irritatie van ogen, neus (eventueel bloedneus) en keel, luchtwegontstekingen, benauwdheid en hoesten. Deze klachten zullen echter snel ophouden, als wordt teruggekeerd in een omgeving met een lagere concentratie stof.

Belangrijk punt blijft uiteraard in hoeverre een gedeelte van het personeel blijvend klachten houdt. Hoewel de buitenluchtconcentratie dus relatief hoog is, is de blootstelling echter zeer laag vergeleken met de stofconcentraties die op Nederlandse werkplekken wordt aanvaard ($P=0\%$), waarbij deze norm ook nog geldt voor een kleinere fractie ($PM_{4,25}$) en daarmee voor een extra veiligheidsmarge zorgt. Het lijkt dan ook onwaarschijnlijk dat bij een relatief jonge en gezonde populatie geen herstel zal optreden. De verwachting is eerder dat er hooguit enkele individuen zullen zijn die klachten kunnen blijven houden. Belangrijkste risicogroep hierbij zijn individuen met bestaande luchtweg- en hartklachten, die door de hoge stofblootstelling kunnen verergeren.

Aandachtspunt in de risicobeoordeling is echter dat er nog relatief veel onbekend is over de gezondheidsrisico's van stofblootstelling. Het is daarom aan te bevelen om gedurende de uitzending ten

eerste voldoende aandacht te geven aan maatregelen om de stofblootstelling zoveel mogelijk te reduceren en ten tweede aan klachten die door stofblootstelling kunnen worden veroorzaakt. Hiermee kan worden bereikt dat de blootstelling (en daarmee het risico) zo laag mogelijk is en dat er meer inzicht kan worden verkregen in (eventuele) chronische gezondheidseffecten.

5.2. Metalen

De resultaten van het onderzoek staan weergegeven in bijlagen 1 en 2. Uit de resultaten blijkt dat alle gemiddelde luchtconcentraties onder de MTR blijven. Mangaan heeft hierbij de hoogste concentratie. Mangaan is een component dat kan worden uitgestoten bij de verbranding van steenkool, maar komt eveneens van nature in gesteenten voor. Tevens zijn de aangetroffen meetresultaten niet significant hoger dan die zijn aangetroffen tijdens de metingen in Kabul, zodat de fabriek waarschijnlijk geen grote invloed heeft op deze achtergrondconcentratie. Bij de gemeten concentraties worden geen chronische of acute gezondheidsrisico's verwacht.

5.3. Benzo(a)pyreen

De resultaten van de metingen naar benzo(a)pyreen (BaP) staan weergegeven in bijlagen 1 en 2. Uit de resultaten blijkt dat er een relatief grote variatie is in blootstelling. Het is echter de vraag of deze wordt veroorzaakt door de emissie van de fabriek, aangezien er eveneens een aantal grote generatoren op de compound aanwezig zijn. De MTR zal regelmatig worden overschreden ($P=85\%$), maar de gemiddelde concentratie is dusdanig laag dat niet verwacht wordt dat bij een gezonde militaire populatie een chronisch effect zal optreden. Omdat er enige discussie mogelijk is over de normstelling van BaP, wordt het risico geïllustreerd met een berekening. BaP is een genotoxische kankerverwekkende stof, waarbij vooral de totale dosis van belang is die een werknemer binnenkrijgt in een tijdsperiode en het van minder belang is of dit door een continue (24 uur per dag, 7 dagen per week) of discontinue (acht uur per dag, 5 dagen per week) blootstelling plaatsvindt (11). Ter illustratie wordt in de volgende alinea de totale dosis die voor een Nederlandse werknemer wordt aanvaard, vergeleken met de totale dosis die een militair in PeK kan oplopen.

Uitgaande van de advieswaarde van de Gezondheidsraad, komt voor een werknemer in Nederland bij een periode van 15 weken, een blootstellingduur van 5 werkdagen per week en een ademvolume van 10 m^3 per achturige werkdag, de aanvaarde totale dosis op $265 \mu\text{g}$. Uitgaande van de meetresultaten staat een militair te PeK gemiddeld blootgesteld aan $0,0025 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor een militair in PeK komt voor een periode van 15 weken, een blootstellingduur van zeven dagen (24 uur) per week en een ademvolume van $29,2 \text{ m}^3$ per dag⁶, de totale dosis hiermee op $7,6 \mu\text{g}$. Deze totale dosis is dus 2,9% van de dosis die in Nederland op een werkplek wordt aanvaard. Uit bovenstaande berekening blijkt dat er geen relevant risico aanwezig is door blootstelling aan BaP. Aangezien BaP de indicatorstof is voor het gehele PAK-mengsel, kan hiervoor dezelfde conclusie worden getrokken.

⁶ Het ademvolume van $29,2 \text{ m}^3$ is hierbij het in de TG230 geschatte dagelijkse ademvolume van een militair.

5.4. Vluchtige Organische Componenten

De resultaten van de metingen naar vluchtige organische componenten (VOC) staan in bijlage 1. Hierbij staan alleen benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen vermeld (de zogenaamde BTEX oplosmiddelen). Andere VOC werden echter evenmin aangetroffen. Omdat deze metingen alleen kortdurend (uren) zijn ingezet bij stankoverlast, zijn geen overschrijdingskansen (P) berekend. Uit de resultaten blijkt dat alle metingen die zijn uitgevoerd tijdens stankoverlast onder de detectielimiet (DL) blijven. Aangezien de maximaal gerapporteerde DL ($< 4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zelfs lager is dan de strengste MTR (benzeen = $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), wordt er geen acuut effect verwacht door blootstelling aan VOC.

Zoals gesteld in paragraaf 2.4. zijn de resultaten van de 3M badges helaas verloren gegaan. Met de GilAir5 luchtpomp is echter ook een achtergrondmeting uitgevoerd. Tijdens deze meting bleven alle BTEX eveneens onder de DL ($< 1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), zodat het onwaarschijnlijk is dat de achtergrondconcentratie in de zomer hoger is dan de strengste MTR van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddelde voor benzeen). Gezondheidseffecten door chronische blootstelling in de zomer worden daarom ook niet verwacht.

5.5. Stikstofdioxide

De resultaten van de metingen naar stikstofdioxide staan in bijlage 1. Omdat deze metingen alleen kortdurend (uren) zijn ingezet bij stankoverlast en langdurig (weken) om het achtergrondniveau te bepalen, zijn geen overschrijdingskansen (P) berekend. Uit de resultaten blijkt dat alle metingen die zijn uitgevoerd tijdens stankoverlast onder de detectielimiet (DL) blijven. Aangezien deze DL ($< 41 \mu\text{g}/\text{m}^3$) veel lager is dan de smoggrens ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$), wordt er geen acuut effect verwacht door blootstelling aan stikstofdioxide.

De gemiddelde concentratie van de drie diffusiebuizen was $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het is mogelijk dat in een periode dat de fabriek meer in bedrijf is, deze achtergrondconcentratie oploopt. Daarom is in een dergelijke periode gedurende acht uur een achtergrondmeting gedaan met een GilAir5 luchtpomp. Het resultaat hiervan bleef echter eveneens onder de DL ($< 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$), zodat het onwaarschijnlijk is dat de achtergrondconcentratie in de zomer hoger is dan het MTR van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddelde). Effecten door chronische blootstelling in de zomer worden daarom ook niet verwacht.

5.6. Zwaveldioxide

De resultaten van de metingen naar zwaveldioxide staan in bijlage 1. Omdat deze metingen alleen kortdurend (uren) zijn ingezet bij stankoverlast en langdurig (weken) om het achtergrondniveau te bepalen, zijn geen overschrijdingskansen (P) berekend. Uit de resultaten blijkt dat alle metingen die zijn uitgevoerd tijdens stankoverlast onder de smoggrenzen blijven (gemeten waarden van 26,2 tot $46,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tegenover de smoggrenswaarde van $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Acute effecten tijdens de zomerperiode worden daarom ook niet verwacht.

Het gemiddelde resultaat van de drie diffusiebuizen was $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het is mogelijk dat in een periode dat de fabriek meer in bedrijf is, deze achtergrondconcentratie oploopt. Daarom is in een dergelijke periode ook een achtergrondmeting gedurende acht uur met een GilAir5 luchtpomp uitgevoerd. Het resultaat

hiervan is inderdaad hoger, namelijk $16,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het resultaat hiervan bleef echter eveneens onder de MTR van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddelde). Effecten door chronische blootstelling in de zomer worden daarom ook niet verwacht.

Uit de metingen blijkt echter wel dat de zwaveldioxideconcentratie tijdens stankoverlast verhoogd is ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Waarschijnlijk heeft de fabriek dus wel een invloed op de luchtconcentratie zwaveldioxide op de compound. Uit de analyse van de brandstof van de fabriek (steenkool) bleek dat hierin 2,5% zwavel voorkomt. In Nederland is maximaal 1,2% zwavel toegestaan (Besluit Zwavelgehalte Brandstoffen), maar is een gehalte van 0,7% gebruikelijk. Op basis van voorgaande gegevens en de wetenschap dat in de winterperiode langdurige inversie kan voorkomen, is het waarschijnlijk dat de concentratie zwaveldioxide in de winter verder zal stijgen. Het is dus mogelijk dat de gezondheidsklachten die in de winter van 2004 (informeel) bij het Gezondheidscentrum PeK zijn gemeld (hoofdpijn, luchtwegirritatie), door blootstelling aan zwaveldioxide zijn veroorzaakt.

5.7. Dioxines

Uit de analyse van TNO-MEP blijkt dat 2 dioxine-congeneren in het eindproduct van de oven (de zogenaamde klinker) zijn aangetoond. Het betreft hier lage gehalten op laag niveau. Op basis van deze meting stelt TNO-MEP dat "het onwaarschijnlijk geacht wordt dat de grens van $0,1 \text{ TEQ}/\text{m}^3$ zal worden overschreden" (12). Het is daarmee ook onwaarschijnlijk dat er een verhoogde concentratie dioxines op de compound aanwezig zijn. Gezondheidseffecten veroorzaakt door blootstelling aan dioxine worden daarmee uitgesloten.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1. Conclusies

Vergeleken met Nederland is er op PeK een relatief hoge achtergrondconcentratie stof in de omgevingslucht aanwezig. (gemiddeld zes maal de norm voor het Nederlandse jaargemiddelde). Deze verhoging wordt vooral toegeschreven aan opwaaiend bodemstof. Een gedeelte van het personeel zal hinder ondervinden van acute reversibele gezondheidseffecten zoals: irritatie van ogen, neus en keel, luchtweginfecties, benauwdheid en hoesten. Vanwege de relatief korte blootstellingduur (3-4 maanden) lijkt het onwaarschijnlijk dat bij een relatief jonge en gezonde populatie geen herstel zal optreden. De verwachting is eerder dat er hooguit enkele individuen zullen zijn die klachten kunnen blijven houden. Belangrijkste risicogroep hierbij zijn individuen met bestaande luchtweg- en hartklachten, die door de hoge stofblootstelling kunnen verergeren. Belangrijk aspect in de risicobeoordeling is echter dat er nog relatief veel onbekend is over stofblootstelling, zodat voldoende aandacht voor het optreden van relevante klachten en het reduceren van blootstelling op zijn plaats is.

De gemiddelde concentratie van alle bemeten metalen zijn lager dan de milieunormen, of – bij ontbreken hiervan – onder de Maximaal Aanvaarde Concentratie (MAC). Uit de resultaten blijkt dat alle gemiddelde luchtconcentraties onder de MTR blijven. Bij de gemeten concentraties worden geen chronische of acute gezondheidsrisico's verwacht.

Uit de meetresultaten van benzo(a)pyreen blijkt dat er een relatief grote variatie is in blootstelling, maar dat de gemiddelde en maximaal gemeten concentraties dusdanig laag zijn dat chronische of acute gezondheidsrisico's niet worden verwacht.

Tijdens de metingen zijn geen vluchtige organische componenten aangetoond. Ook niet tijdens periodes waarin sprake was van stankoverlast. Gezondheidseffecten door blootstelling aan vluchtige organische componenten worden daarom niet verwacht.

Uit de resultaten van de metingen naar stikstofdioxide blijkt dat alle metingen die zijn uitgevoerd tijdens stankoverlast onder de detectielimiet (DL) blijven. Aangezien deze DL ver onder de smoggrenzen blijven, wordt er geen acuut effect verwacht door blootstelling aan stikstofdioxide. Tevens bleek dat de gemiddelde concentratie ruim onder de Nederlands milieunorm bleef, zodat eveneens geen chronisch effect wordt verwacht.

Uit de resultaten van de metingen naar zwaveldioxide blijkt dat alle metingen die zijn uitgevoerd tijdens stankoverlast ruim onder de smoggrenzen blijven. Acute effecten tijdens de zomerperiode worden dan ook niet verwacht. De gemeten achtergrondconcentratie bleef eveneens onder de Nederlandse milieunormen. Effecten door chronische blootstelling in de zomer worden daarom niet verwacht. Uit de metingen blijkt echter wel dat de zwaveldioxideconcentratie tijdens stankoverlast verhoogd is ten opzichte van de achtergrondconcentratie, zodat de fabriek waarschijnlijk een invloed heeft op de luchtconcentratie zwaveldioxide op de compound. Uit de analyse van de brandstof van de fabriek

(steenkol) bleek dat deze een hoger zwavelgehalte bevat dan in Nederland normaliter is toegestaan. Hierdoor is het aannemelijk dat in een winterperiode met veel inversie de concentratie zwaveldioxide verder zal stijgen. Het is mogelijk dat de gezondheidsklachten die in de winter van 2004/2005 (informeel) bij het Gezondheidscentrum PeK zijn gemeld, door deze blootstelling aan zwaveldioxide zijn veroorzaakt.

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

6.2. Aanbevelingen

Omdat het stof als achtergrondconcentratie aanwezig is, kan hierin niet worden gereduceerd. De stofblootstelling (opname) kan echter wel sterk worden gereduceerd, als piekblootstellingen (zandstormen, opwaaien stof tijdens voertuigverplaatsingen) worden voorkomen. Het is dan ook aan te bevelen om tijdens piekblootstellingen zoveel mogelijk binnen te blijven, of anders een stofmasker met P3-filter te dragen. Recent is door de Arbodienst KL – na overleg met Luchtvaart Arbeidsomstandigheden, en de Arbodienst KM - een advies uitgebracht aan de Directeur Militaire Gezondheidszorg om dit adembeschermingsmiddel standaard in de uitrusting van de militair op te nemen⁷. Uiteraard dient het personeel tijdens het opwerkprogramma en ter plaatse te worden voorgelicht over het doel van deze maatregelen door de specialist Hygiëne en Preventieve Geneeskunde (HPG) of arts.

Meer inzicht in het wel of niet optreden van chronische effecten kan worden verkregen door in de bestaande postdeployment anamneselijst vragen op te nemen, inzake klachten die door stofblootstelling kunnen worden veroorzaakt. Indien hieruit blijkt dat een bepaalde groep – of individu – blijvend effect ondervindt, kan nader onderzoek van betrokkene(n) op het Gezondheidscentrum van het onderdeel plaatsvinden.

Indien in de toekomst blijkt dat toch veelvuldig chronische klachten voorkomen door stofblootstelling, kan eventueel nader onderzoek plaatsvinden (bijvoorbeeld zoals is uitgevoerd na de uitzending in Lukavac). Om dergelijk onderzoek te kunnen ondersteunen, is het noodzakelijk dat bekend is aan welke concentratie iemand stond blootgesteld. Door de gemeten blootstelling op te nemen in het Arbodossier van desbetreffende militairen, kan dit worden gegarandeerd. Tevens zal dan duidelijk worden of een militair meerdere malen in het desbetreffende gebied is geweest en dus herhaald is blootgesteld.

In het Canadese onderzoek naar blootstelling aan fijn stof in de regio Kabul, is eveneens aanbevolen om in de reguliere medische nazorg, extra aandacht te geven aan mogelijke effecten door fijn stofblootstelling. Gelet op de datum van het eindrapport (juni 2004) zijn er mogelijk al resultaten

⁷ Brief van Commandant Arbodienst KL aan Directeur Militaire Gezondheidszorg (Briefnr. 2617/2005 d.d. 19 oktober 2005)

beschikbaar, die ook bruikbaar zijn voor de Nederlandse Defensie. Mogelijk hebben andere NATO-lidstaten eenzelfde medische follow-up uitgevoerd. Door deze gegevens op te vragen bij de desbetreffende landen, kan meer inzicht worden gekregen in de (eventuele) chronische gezondheidsrisico's van blootstelling aan fijn stof.

Doordat in de winter langdurige inversie kan ontstaan, wordt verwacht dat de luchtverontreiniging op de compound in de winter hoger zal zijn. Aandachtspunt hierbij is vooral de zwaveldioxideblootstelling. Door het onderzoek in de winterperiode te herhalen kan worden bepaald hoe hoog deze luchtverontreiniging is en of deze (acute of chronische) gezondheidsklachten bij het personeel kan veroorzaken.

7. Beperkingen onderzoek

De meetresultaten in dit rapport zijn van toepassing op de zomerperiode. Het wordt verwacht dat de blootstelling in de winter zal afwijken.

Op basis van het vooronderzoek (fase 2) is een afgewogen selectie gemaakt van de te bemeten chemische stoffen. Het onderzoek is daarmee beperkt tot de meest relevante stoffen voor de situatie in PeK en moet als zodanig worden gelezen. Het onderzoek is dus niet zondermeer toepasbaar op andere locaties.

Literatuur

1. Technical Guide 230, Chemical Exposure Guidelines for Deployed Military Personnel, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, 2003.
2. Review of the Army's Technical Guides on Assessing and Managing Chemical Hazards to Deployed Personnel, National Research Council, 2004.
3. NEN-EN 689, Werkplekatmosfeer. Leidraad voor de beoordeling van de blootstelling bij inademing van chemische stoffen voor vergelijking met de grenswaarden en de meetstrategie, 1995.
4. Fijn stof nader bekeken. De stand van zaken in het dossier fijn stof, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2005.
5. Smogregeling 2001
6. Environmental Exposure Report, Particulate Matter, US Department of Defense, 2002.
7. Een arbeidshygiënisch, toxicologisch onderzoek naar de blootstelling aan stof tijdens UNMEE, Arbodienst Koninklijke Marine, 2001.
8. Onderzoek naar blootstelling aan stof en emissie van de steenfabriek in Al Khidr, Irak, Arbodienst Koninklijke Marine, 2004.
9. DHV Milieu, Blootstelling van Nederlandse militairen aan milieuverontreinigingen op de locatie "Boris Kidric", Lukavac, 1998
10. Just the Facts, Dust and Sand – Medical, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, 2003
11. Aanpassing van grenswaarden bij flexibele werktijden, Gezondheidsraad, 2001.
12. Analyse van dioxines in een monster klinkers, TNO-MEP, 2005.

Bezoekadres:
Kampweg 3
3769 DE SOESTERBERG
Postadres:
MPC 84 B
Postbus 22
3769 ZG SOESTERBERG
www.luchtmacht.nl

Aan Hoofd Afdeling Gezondheidszorg Operaties

Datum 21 SEP. 2006
Ons kenmerk eml2006000635
Onderwerp Rapportage inzake luchtmetingen PeK
Referte(s) Brief AGZO T/ 2005007357 d.d. 9 maart 2005

Geachte Kolonel,

Met referte heeft u mij verzocht een onderzoek uit te voeren naar de luchtkwaliteit op de compound te Pol e Khomri. Met deze brief stuur ik de eindrapportage van de metingen die in de winterperiode zijn uitgevoerd.

Met dit rapport is tevens het luchtonderzoek te Pol e Khómri (PeK) afgesloten. Tijdens dit onderzoek zijn gedurende twee periodes (zomer 2005 en winter 2006) luchtmetingen uitgevoerd op het terrein van het Provincial Reconstruction Team (PRT). Uit de resultaten blijkt dat zowel gedurende de zomer als de winter luchtverontreiniging voorkomt. In de zomer bestaat deze voornamelijk uit grote hoeveelheden opgewaaid bodemstof, in de winter voornamelijk uit verbrandingsproducten vanuit PeK. De naastgelegen cementfabriek heeft nauwelijks invloed op de luchtkwaliteit.

Hoewel er tijdens het verblijf te PeK hogere luchtwegklachten kunnen optreden door de aanwezige luchtverontreiniging, wordt niet verwacht dat de luchtverontreiniging zal leiden tot blijvende gezondheidsschade. Belangrijk aspect in de risicobeoordeling is de blootstelling aan stof (PM10). Omdat er nog relatief veel onbekend is over de gezondheidseffecten bij de gemeten PM 10 luchtconcentraties is voldoende aandacht voor het optreden van relevante klachten en het reduceren van blootstelling op zijn plaats.

Bij beantwoording datum, ons kenmerk en onderwerp vermelden.

Datum

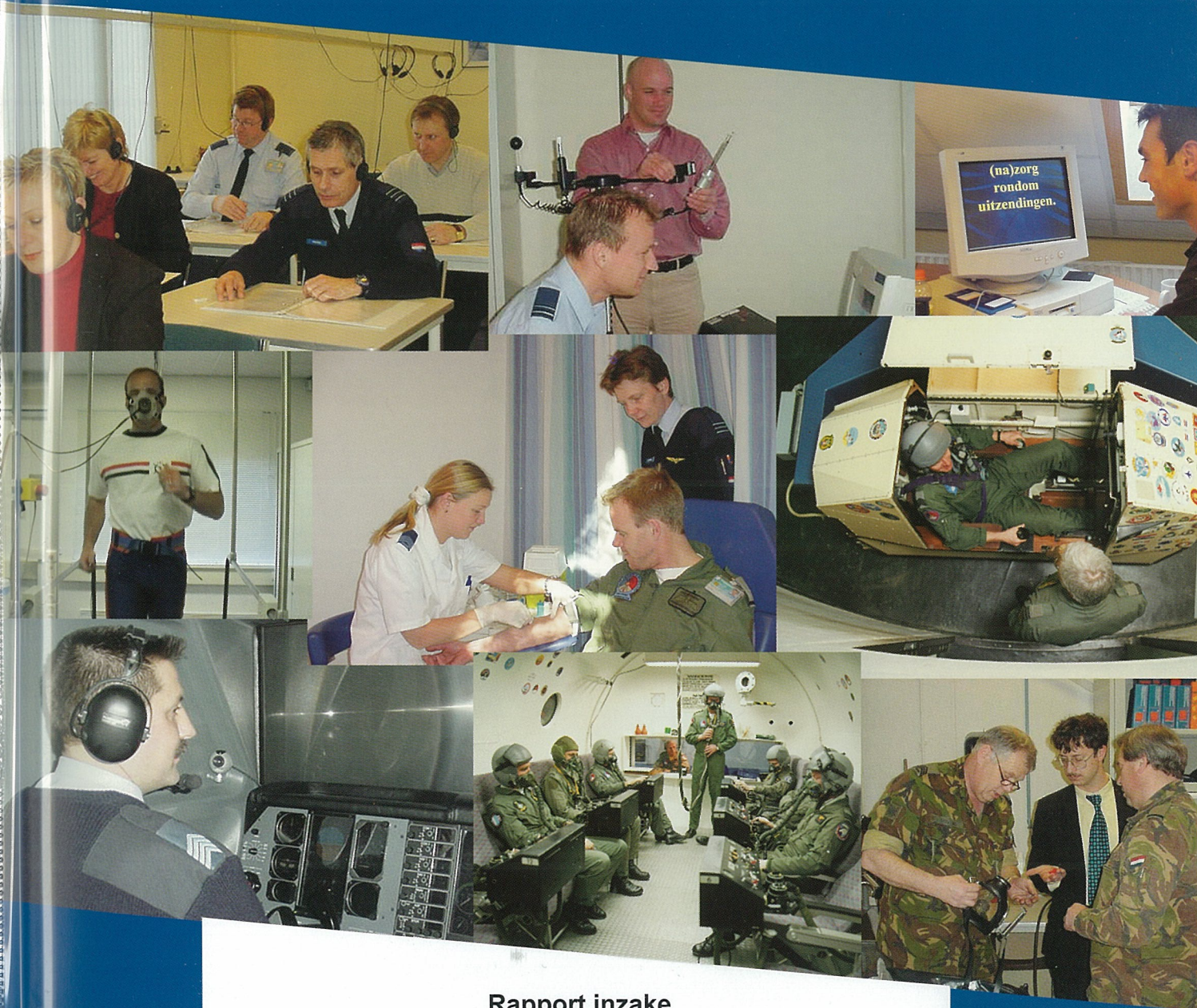
Ons kenmerk

21 11 2000

Indien u nog vragen of opmerkingen heeft over deze rapportage kunt u contact opnemen met

Het Hoofd Luchtvaart Arbeidsomstandigheden

Luitenant-Kolonel vliegerarts



Rapport inzake
winterluchtmetingen te
Pol e Khomri Afghanistan

Luchtvaart Arbeidsomstandigheden

**Rapport inzake
winterluchtmetingen te
Pol e Khomri Afghanistan**

*1 augustus 2006
050315*

Koninklijke Luchtmacht



Ministerie van Defensie

Centrum voor
Mens en Luchtvaart
ArboAdvies

FASE 3 – RAPPORTAGE

Inzake luchtmetingen te Pol e Khomri Afghanistan

Bezoekadres:
Kampweg 3
3769 DE SOESTERBERG
Postadres:
MPC 84 B
Postbus 22
3769 ZG SOESTERBERG
www.luchtmacht.nl

Steller:

Datum

30 juli 2006

1.	Inleiding	4
2.	Uitvoering onderzoek	5
2.1.	Algemeen	5
2.2.	Stof, metalen en benzo(a)pyreen	6
2.3.	Vluchtige Organische Componenten	6
2.4.	Stikstofdioxide en zwaveldioxide	6
3.	Risico-evaluatie	7
3.1.	Chronische en acute gezondheidsrisico's	7
3.2.	Grenswaarden	7
4.	Theorie	10
4.1.	Luchtverontreiniging	10
4.1.1.	Emissie van de cementfabriek	10
4.1.2.	Emissie vanuit PeK	10
4.1.3.	Emissie vanuit de compound	10
4.1.4.	Inversie	11
4.2.	Stof	11
4.1.2.	Toxiciteit	11
4.2.2.	Grenswaarden	13
4.3.	Metalen	13
4.3.1.	Toxiciteit	13
4.3.2.	Grenswaarden	13
4.4.	Benzo(a)pyreen	13
4.4.1.	Toxiciteit	13
4.4.2.	Grenswaarden	14
4.5.	Stikstofdioxide	14
4.5.1.	Toxiciteit	14
4.5.2.	Grenswaarden	14
4.6.	Zwaveldioxide	15
4.6.1.	Toxiciteit	15
4.6.2.	Grenswaarden	15
5.	Resultaten en discussie	16
5.1.	Stof	16
5.2.	Metalen	17
5.3.	Benzo(a)pyreen	17
5.4.	Stikstofdioxide	18
5.6.	Zwaveldioxide	18

Titel	Fase 3 - rapportage inzake luchtmetingen in de winterperiode te Pol e Khomri Afghanistan
Datum	30 juli 2006

6.	Conclusies en aanbevelingen	19
6.1.	Conclusies	19
6.2.	Aanbevelingen	20
7.	Beperkingen onderzoek	21

Bijlage 1: Overzicht meetresultaten

Bijlage 2: Normoverschrijdingen

Bijlage 3: Resultaten onderzoek emissie bakkerij

Bijlage 4: Meetresultaten stikstofdioxide

Bijlage 5: Meetresultaten zwaveldioxide

1. Inleiding

Gedurende 25 januari tot 24 februari 2006 is het tweede gedeelte van het fase 3 onderzoek uitgevoerd naar de luchtverontreiniging op de compound te Pol e Khomri (PeK) ten gevolge van emissie van de naastgelegen cementfabriek. Aanleiding voor het onderzoek was de behoeftestelling van Cdt PeK inzake luchtmetingen (Sitrep Cdt PeK 190 over de periode 1-2 maart 2005). Omdat de luchtkwaliteit op de compound nog niet was vastgesteld, was onbekend in hoeverre de lucht op de compound vervuild wordt door deze emissie. In het voorafgaande traject is vastgesteld welke stoffen de fabriek emitteert en in hoeverre er luchtverontreiniging in de zomerperiode voorkomt. Deze resultaten zijn eerder in de fase 1, 2 en 3 rapportages aan Hoofd Afdeling Gezondheidszorg Operaties gerapporteerd. Doel van dit onderzoek is om met metingen de (eventuele) luchtverontreiniging tijdens de winterperiode vast te stellen.

In hoofdstuk 2 zal daartoe de uitvoering van het onderzoek worden beschreven, waarna in hoofdstuk 3 de wijze van risicobeoordeling wordt weergegeven. In hoofdstuk 4 wordt de toxiciteit van de bemeten componenten en de gebruikte grenswaarden besproken. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de resultaten weergegeven en besproken, op basis waarvan in hoofdstuk 6 conclusies worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan om de blootstelling te beheersen. Aangezien er in het onderzoek bepaalde beperkingen aanwezig waren, zijn deze weergegeven in hoofdstuk 7.

2. Uitvoering onderzoek

In dit hoofdstuk wordt de uitvoering van het onderzoek beschreven. Ten eerste worden in paragraaf 2.1. de algemene omstandigheden tijdens het onderzoek beschreven, zoals de onderzochte stoffen, het aantal meetpunten en de meteorologische omstandigheden. Vervolgens worden in de daarop volgende paragrafen (paragraaf 2.2. t/m 2.4.) de onderzoek- en meetmethodes van de onderzochte stoffen beschreven.

2.1. Algemeen

Op basis van het literatuuronderzoek en het werkbezoek aan de fabriek zijn van de volgende componenten de luchtconcentraties bepaald:

- fijn stof (PM10);
- metalen;
- benzo(a)pyreen (BaP);
- vluchtige organische componenten (VOC);
- stikstofdioxide;
- zwaveldioxide.

Het onderzoek is uitgevoerd van 25 januari tot 24 februari 2006. Gelet op de beperkte grootte van PeK is één meetpunt op de compound voldoende om de luchtconcentratie op de gehele compound te bepalen. De luchtconcentratie is continu gemeten. Voor de gasvormige componenten stikstofdioxide en zwaveldioxide is hiervoor gebruik gemaakt van de Airpointer waarmee elke minuut de luchtconcentratie kan worden bepaald. Voor de overige componenten fijn stof, metalen en BaP is gebruik gemaakt van de PQ200 en GilAir3 luchtpompen. Hiermee zijn aaneensluitend 48 uursmonsters genomen. Op basis van de – direct afleesbare Airpointer – is vervolgens bepaald welke 48 uursmonsters in het laboratorium moesten worden geanalyseerd. Uitgangspunt hierbij was dat er zoveel mogelijk verschillende blootstellingssituaties moesten worden beoordeeld. De nadruk lag echter op de situatie dat er luchtverontreiniging op de compound aanwezig was. Uitzondering op bovenstaande procedure is VOC, waar met 3M Badges de gemiddelde luchtconcentratie over de gehele meetperiode is bepaald.

Voor stoffen met vooral gezondheidseffecten na langere blootstelling (stof, metalen, BaP) zijn metingen uitgevoerd om te onderzoeken of er sprake is van een verhoogde chronische blootstelling. Voor stoffen die ook effecten kunnen hebben na kortdurende blootstelling (< 3 uur), zijn er ook metingen tijdens stankoverlast uitgevoerd (zwaveldioxide, stikstofdioxide). Tijdens de metingen zijn alle relevante factoren, inzake emissie van fabriek en weersomstandigheden voorgekomen, zodat een totaalbeeld is gekregen van de blootstelling gedurende de winterperiode.

Alle monsters zijn ter analyse aangeboden aan het geaccrediteerde laboratorium van RPS Analyse. De data-analyse is uitgevoerd met IH-STAT.

2.2. Stof, metalen en benzo(a)pyreen

Het stof in de lucht is gemeten met een BGI PQ200 luchtpomp voorzien van een PM10 meetkop. Met deze PM-10 meetkop wordt de thoracale fractie van het stof bepaald; dit is de stoffractie die na inademing in de longen terechtkomt. Deze stofconcentratie is met negen 24 uursmetingen bemonsterd. Het stof is tevens geanalyseerd op de aanwezigheid van metalen (9 x) en benzo(a)pyreen (9x). Naast stofgebonden metalen is tevens de luchtconcentratie vluchtig kwik bepaald. Deze metingen zijn uitgevoerd met een GilAir 5 luchtpomp, waarbij de aangezogen lucht gedurende 48 uur over een Hopcalitebuis is geleid.

2.3. Vluchtige Organische Componenten

Vluchtige Organische Componenten (VOC) is bepaald met 3M diffusiebadges. De bedoeling was om de gemiddelde concentratie over deze periode vast te stellen. Hoewel deze badges wel de gehele meetperiode zijn opgehangen, zijn ze tijdens het transport van PeK naar het laboratorium onjuist verpakt, zodat hiervan geen betrouwbare resultaten zijn.

2.4. Stikstofdioxide en zwaveldioxide

De concentratie stikstofdioxide en zwaveldioxide is bemeten met de Recordum Airpointer, waarbij de actuele luchtconcentratie elke 5 minuten – gedurende de gehele meetperiode - is geregistreerd.

3. Risico-evaluatie

3.1. Chronische en acute gezondheidsrisico's

Bij de evaluatie van gezondheidsrisico's wordt veelal onderscheid gemaakt tussen kortdurende blootstelling aan hoge concentraties en langdurige blootstelling aan lage concentraties. Dit onderscheid wordt gemaakt omdat in praktijksituaties dit vaak het patroon is dat voorkomt (kortdurend hoog, langdurend laag). Cruciaal daarbij zijn de verschillende effecten die stoffen kunnen hebben op de gezondheid. Sommige stoffen veroorzaken geen effecten bij langdurige blootstelling aan lage concentraties (bijvoorbeeld omdat het lichaam kleine hoeveelheden van de stof gemakkelijk uitscheidt), maar wel bij een kortdurende blootstelling aan een hoge concentratie. Andere stoffen veroorzaken juist wel effecten bij langdurige blootstelling aan relatief lage concentraties, onder meer omdat stoffen die zich in het lichaam ophopen. Ook zijn er stoffen die zowel bij kortdurende blootstelling aan hoge concentraties als bij langdurige blootstelling aan lage concentraties effecten kunnen bewerkstelligen. Het gaat dan meestal echter om verschillende effecten.

In de normstelling voor chemische stoffen wordt daarom onderscheid gemaakt in *chronische* grenswaarden (voor langdurige blootstelling) en *acute* grenswaarden (voor kortdurende blootstelling). Voor wat betreft de *chronische* grenswaarden is er een verdere onderverdeling te maken tussen *kankerverwekkende* en *niet-kankerverwekkende* stoffen. Bij niet-kankerverwekkende stoffen geeft de chronische grenswaarde de maximale concentratie aan waaraan een mens gedurende een bepaalde periode mag worden blootgesteld zonder dat daarvan schade voor de gezondheid zal ontstaan. Bij kankerverwekkende stoffen is de chronische grenswaarde gelijkgesteld aan de concentratie, waarvoor bij blootstelling over een bepaalde periode er een bepaald additioneel risico op kanker is. In dit onderzoek worden de gezondheidsrisico's van stoffen besproken op basis van de indeling naar acute en chronische gezondheidsrisico's.

3.2. Grenswaarden

Arbo en Milieu

Blootstelling aan chemische stoffen wordt normaliter getoetst aan normen die zijn afgestemd op het type blootstelling dat plaatsvindt. Voor een continue blootstelling (24 uur per dag) voor de gehele bevolking, gedurende het gehele leven (100 jaar) zijn milieunormen opgesteld. De zogenaamde Maximaal Toelaatbare Risico's (MTR). Hierbij zijn eveneens in de Smogregeling grenswaarden voor een beperkt aantal stoffen ontwikkeld, waarmee acute effecten kunnen worden ingeschat. Belangrijk uitgangspunt bij deze milieunormen is dat ze is afgestemd op de gehele bevolking (dus inclusief kwetsbare groepen als kinderen en bejaarden).

Voor discontinue blootstelling (8 uur per werkdag) gedurende het gehele "werkzame" leven (40 jaar) zijn arbonormen opgesteld. De zogenaamde Maximaal Aanvaarde Concentraties (MAC). Hierbij zijn eveneens voor een beperkt aantal stoffen grenswaarden ontwikkeld, waarmee acute effecten kunnen

worden ingeschat. 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 al dat beide normenstelsels niet zijn afgestemd op het type blootstelling waaraan een militair(e) gedurende een uitzending staat blootgesteld. Dit is namelijk een continue blootstelling (24 uur per dag) gedurende de uitzendperiode (3 tot 6 maanden), waarbij de militair(e) gedurende het "werkzame" leven een onbekend aantal keer kan worden uitgezonden. De juiste norm zal dus – voor het merendeel van de stoffen – ergens tussen deze twee normen liggen.

Militair

Om dit probleem op te lossen heeft de Amerikaanse Defensie speciale militaire normen ontwikkeld, die zijn afgestemd op het type blootstelling waaraan de militair(e) staat blootgesteld. De zogenaamde Military Exposure Guidelines (MEG's) die staan vermeld in de Technical Guide 230 (TG230). Hierbij zijn MEG's ontwikkeld voor kortdurende blootstelling, waarmee acute effecten kunnen worden ingeschat, en MEG's voor een blootstelling tussen de 14 dagen en 1 jaar, waarmee chronische effecten kunnen worden ingeschat. Deze 1 jaar MEG wordt door de Amerikaanse Defensie omschreven als: "The airborne concentration for a continuous exposure up to 1 year (365 days, 24 hours/day) that is considered protective against all health effects including chronic disease and increased risk to cancer" (1).

De MEG's zijn dus de enige advieswaarden die zijn afgestemd op de specifieke blootstelling van een militair(e) tijdens een uitzending en daarom in het verleden al eerder gebruikt tijdens Nederlandse uitzendingen om blootstelling aan chemische stoffen te beoordelen (o.a. UNMEE in 2001 en SFIR in 2004). Naar mening van LAO zijn de MEG's advieswaarden die gebruikt kunnen worden voor een eerste – indicatieve - beoordeling van het gezondheidsrisico. Indicatief, om de volgende redenen. Ten eerste zijn de MEG's afgeleid van bestaande arbo-, en milieunormen, en zijn ze niet gebaseerd op toxicologisch onderzoek. Ten tweede zijn de MEG's nog niet beoordeeld door de Nederlandse Defensie. De MEG's worden wel in het kader van V217¹ onderzocht, maar dit onderzoek bevindt zich nog in een beginfase, zodat dit nog niet heeft geleid tot Nederlandse militaire advieswaarden. Ten derde zijn er een aantal MEG's die ter discussie staan sinds de beoordeling die in 2004 door de National Research Council (NRC) - een adviesorgaan van de Amerikaanse regering - is uitgevoerd (2). Deze bepaalde dat de MEG's geschikt zijn voor het doel om de gezondheid van militairen te beschermen, maar maakte tevens opmerkingen over enkele MEG's. Indien in dit onderzoek gebruik wordt gemaakt van een dergelijke MEG zullen deze opmerkingen – indien relevant – worden meegenomen. Tenslotte zijn de MEG's ontwikkeld voor een continue blootstelling van maximaal een jaar. Een Nederlandse militair is over het algemeen 3 tot 6 maanden uitgezonden - en daarmee dus 2 tot 4 maal korter blootgesteld - zodat de normen daarmee een extra veiligheidsmarge hebben.

¹ In V217 wordt door TNO – onder begeleiding van LAO en de Arbodienst KL en KM - onderzoek uitgevoerd naar operationele toxicologie, meetmethodieken en risico-evaluatie.

Stoplichtmodel

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van alledrie de genoemde normenstelsels, conform een "stoplichtmodel". Voor de beoordeling van blootstelling wordt gebruik gemaakt van zowel de MTR (milieunormen) als de MEG's. Hierbij worden de MTR gebruikt als veilige referentie (groen) en de MEG's als grens waarbij gezondheidseffecten mogelijk zijn (oranje). In een aantal gevallen zullen de MTR's en MEG's onvoldoende houvast geven om de blootstelling te beoordelen. In dat geval zal gebruik worden gemaakt van de MAC's (arbonormen) om meer duidelijkheid te krijgen in het risico, waarbij de MAC als een bovengrens wordt gehanteerd (rood). In enkele gevallen zal worden afgeweken van bovenstaande procedure als er een specifieke norm bestaat die beter geschikt is om de blootstelling te beoordelen. In dat geval zal deze norm bij de desbetreffende stof worden geïntroduceerd en besproken.

Naast het normenstelsel is het ook van belang om een indicatie te krijgen in hoeverre een MTR, MEG of MAC wordt overschreden. Hiertoe wordt met de meetresultaten de frequentieverdeling van alle mogelijke luchtconcentraties bepaald conform NEN EN 689. Daarbij kan tevens de kans op overschrijding (P) van een bepaalde concentratie (MTR, MEG, MAC) worden bepaald. Bij toetsing van de blootstelling aan een MAC of een MTR in Nederland, wordt aangenomen dat bij een $P > 5\%^2$, deze grenswaarde te vaak wordt overschreden. De P kan dus worden gebruikt als indicatie hoe vaak een grenswaarde wordt overschreden en een $P > 5\%$ als indicatie welke overschrijding in Nederland wordt aanvaard (3).

² Bij een P van 5% ligt 95% van de waarden van de frequentieverdeling onder de grenswaarde

4. Theorie

In dit hoofdstuk wordt besproken wanneer luchtverontreiniging op de compound kan voorkomen (paragraaf 4.1.). Vervolgens wordt per geëmitteerde component de toxiciteit ervan besproken en wordt aangegeven welke grenswaarden worden gehanteerd bij de beoordeling. De onderzochte componenten: stof, metalen, BaP, stikstofdioxide en zwaveldioxide worden achtereenvolgens behandeld in paragraaf 4.2. t/m 4.6.

4.1. Luchtverontreiniging

Er zijn vier oorzaken van een hogere luchtverontreiniging op de compound:

1. emissie van de nabijgelegen cementfabriek;
2. emissie vanuit PeK;
3. emissie op de compound;
4. inversie.

4.1.1. Emissie van de cementfabriek

De emissie van de fabriek kan richting de compound waaien. Dit zal leiden tot stankoverlast en zichtbare rook op de compound. Uit de resultaten die in het fase 1 en 2 onderzoek zijn verzameld blijkt dat deze situatie zelden voorkomt. Tijdens het uitgevoerde onderzoek in de winter is tweemaal een situatie gerapporteerd waarbij enkele uren stankoverlast en neerslag van roetdeeltjes optrad.

4.1.2. Emissie vanuit PeK

De compound te PeK ligt in het noordelijke gedeelte van de stad. De bewoners in de stad maken veel gebruik van houtvuren e.d. voor huishoudelijk en klein-industrieel gebruik. Een voorbeeld van het laatste is de nabijgelegen bakkerij (zie bijlage 3). Op de compound is dan ook - vooral tijdens de avonduren - regelmatig een sterke rooklucht te waarneembaar.

4.1.3. Emissie vanuit de compound

Op de compound zijn een aantal grote dieselgestookte generatoren voor de stroomvoorziening en kachels voor de warmtevoorziening aanwezig. Uiteraard zal de emissie van deze apparaten bijdragen aan de luchtverontreiniging op de compound.

4.1.4. Inversie

Inversie zorgt niet voor emissie maar is een meteorologische toestand, waarbij de omgevingslucht blijft "hangen". Dit treedt voornamelijk op bij sterke afkoeling van het aardoppervlak en een lage windsnelheid. De lucht kan dan noch horizontaal (wind), noch verticaal (opstijgen) worden "ververst". Vooral in een beschutte vallei, waarin de compound ligt, is het goed mogelijk dat de luchtvervuiling tijdens een periode van inversie toeneemt. Op verzoek van LAO zijn modelberekeningen uitgevoerd door Luchtmacht Meteorologische Groep (LMG). Hieruit bleek dat in de winter in PeK inderdaad regelmatig dagenlange inversie kan ontstaan, zodat de luchtverontreiniging zich kan "ophopen".

4.2. Stof

4.1.2. Toxiciteit

Stof is een deeltjesvormige luchtverontreiniging en is een complex mengsel van deeltjes van verschillende grootte en van diverse chemische samenstelling. Belangrijke bestanddelen zijn opgewaaid bodemstof en door menselijk handelen veroorzaakte emissies (bijvoorbeeld roet afkomstig uit generatoren).

Het gezondheidseffect is afhankelijk van waar het stof in de luchtwegen terechtkomt. Daarom wordt meestal gebruik gemaakt van verschillende stoffracties, die worden ingedeeld op basis van doorsnede. Hierbij wordt meestal gebruik gemaakt van de afkorting PM (Particulate Matter). Om de resultaten te kunnen begrijpen is enige kennis nodig over deze indeling. In deze alinea wordt deze indeling daarom van groot naar klein beschreven. Inhaleerbaar stof is de grootste fractie en is de fractie die de neus en mond kan passeren (doorsnede tot ongeveer $50\text{ }\mu\text{m}$ = PM₅₀³). Stofdeeltjes met een doorsnede tot 10 micrometer (PM₁₀) is hierbij de fractie die na inademing het strottehoofd passeert en dus in de luchtwegen terechtkomt. PM_{4,25} (ook wel respirabel stof genoemd) zijn de deeltjes die in de longblaasjes terechtkomen en PM_{2,5} zijn de ultrafijne deeltjes die redelijk gemakkelijk in de bloedbaan kunnen worden opgenomen. Als in het vervolg van dit rapport over fijn stof wordt gesproken, wordt hiermee PM₁₀ bedoeld. Als er sprake is van fijn stof in een andere betekenis dan PM₁₀, dan wordt dit uitdrukkelijk vermeld.

De laatste jaren is er zeer veel belangstelling voor de concentratie fijn stof in de buitenlucht. Uit epidemiologisch onderzoek is namelijk gebleken dat er een relatie bestaat tussen fijn stof en bepaalde ziektebeelden (en bij zeer kwetsbare groepen als zieke hoogbejaarden zelfs voortijdige sterfte). Biologische mechanismen waardoor fijn stof schadelijke effecten kan veroorzaken, zijn echter grotendeels onbegrepen. Het is onbekend welke chemische componenten van fijn stof gezondheidskundig het meest relevant zijn, en voor (opwaaiend) bodemstof is nog weinig informatie

³ Deze fractie hangt met name sterk af van de windsnelheid, en het ademminuutvolume. Formeel is er daarom geen bovenste afscheidingsdiameter voor inhaleerbaar stof. In principe is er tevens geen sprake van een maximale doorsnede van een stoffractie, maar een 50% afscheidingsdiameter. Voor het begrip van de resultaten is het echter onnodig om dieper op deze (technische) term in te gaan.

aanwezig om te kunnen beoordelen of, en in welke mate deze fractie nadelige effecten op de gezondheid heeft (4).

Uit recente toxicologische onderzoeken zijn inmiddels wel aanwijzingen verkregen over het ontstaan van de schadelijke effecten. Via inademing komt fijn stof terecht in de bovenste en onderste luchtwegen. Daar kan het ontstekingsreacties veroorzaken en kan de zuurstofopname worden bemoeilijkt. Deze ontstekingsreacties, en de hierbij vrijgekomen radicaalverbindingen, kunnen ook schadelijk zijn voor de hartfunctie en dus ook voor hartpatiënten. Mogelijk beïnvloedt fijn stof ook de stollingsbalans in het bloed, waardoor het bloed viskeuzer wordt en er een grotere kans op een hartinfarct is. Daarnaast zijn ook neurologische effecten van fijn stof gevonden, waardoor bijvoorbeeld de hart(spier)functie negatief kan worden beïnvloed. Van dit soort effecten wordt ook verondersteld dat ze een bijdrage leveren aan een proces van vervroegde veroudering. Toch lijkt fijn stof – bij de buitenluchtconcentraties die in Nederland voorkomen – geen ziekte te veroorzaken in een van oorsprong gezond persoon (4). Wel lijkt het bestaande ziektes te verergeren en dan vooral luchtwegaandoeningen, zoals astma, en hart- en vaatziekten. Onder de mensen met deze aandoeningen lijkt daarom het risico het grootst. Uit studies naar kortdurende blootstelling (tijdsduur van enkele dagen tot een week) blijkt echter wel dat ook gezonde personen bij hogere concentraties ($> 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) acute, reversibele, klachten kunnen krijgen zoals: hoesten, oog- en luchtwegirritatie, benauwdheid en luchtweginfecties (5).

Uiteraard staan ook werknemers tijdens hun dagelijkse werkzaamheden blootgesteld aan stof. Voorbeelden hiervan zijn bijvoorbeeld: bouwvakkers en mijnwerkers. In meerdere onderzoeken zijn hierbij gezondheidkundige effecten aangetoond (afname longfunctie, astma, etc). Het type blootstelling is echter wel van een andere aard. Aan de ene kant is de dagblootstelling korter (8 uur), zodat enig herstel kan optreden, aan de andere kant zijn de blootstellingen en de totale dosis die werknemers daarbij over een bepaalde periode oplopen, vele malen hoger dan bij een blootstelling in de buitenlucht. Tevens bestaat de onderzoekspopulatie meestal uit werknemers die jarenlang staan blootgesteld aan een bepaald type stof (bijvoorbeeld kolenstof).

Kenmerkend voor de bovenstaande onderzoeken is – wederom – dat het hier gaat om andere typen blootstellingen dan die een militair(e) ondervindt gedurende een uitzending. Belangrijkste factor hierbij is dat een Nederlandse werknemer alleen tijdens de werkdag wordt blootgesteld en vervolgens een zogenaamde hersteltijd van 16 uur heeft waarin het lichaam het stof naar buiten toe kan transporteren. Hierdoor kan het lichaam de blootstelling beter “verwerken” dan bij een continue blootstelling. Onderzoek naar een typische “militaire” blootstelling – 3 tot 6 maanden continu verhoogd – is nog maar sporadisch uitgevoerd. Bekendste onderzoeken zijn uitgevoerd door het Amerikaanse Ministerie van Defensie naar de hoge blootstelling ($265 - 670 \mu\text{g}/\text{m}^3$) van militairen aan PM10 tijdens de Golfoorlogen. De conclusie van dit onderzoek was dat acute, reversibele effecten zullen optreden, maar dat het risico op chronische effecten laag is (6). Vergelijkbare conclusies zijn getrokken in de onderzoeken van de Canadese Defensie in de regio Kabul, de Arbodienst KM tijdens UNMEE (7) en SFIR (8), en DHV Milieu tijdens UNPROFOR (9), waarbij eveneens hoge fijn stofconcentraties aanwezig waren. DHV Milieu concludeerde tevens dat: “Het denkbaar is dat risicogroepen onder personen die ter plaatse zijn gestationeerd, destijds effecten hebben ondervonden door in de lucht gekomen fijn stof, en verder grof stof. Daarbij denken wij aan (verergering) van klachten bij groepen met gevoelige constitutie (o.a. atopische constitutie), daarbij is niet uitgesloten dat bij deze groep mensen met een atopische constitutie

de verergering van klachten voortduurt". Alle (militaire) onderzoeken die tot heden zijn uitgevoerd, hebben dus als conclusie dat er een grote kans is op acute reversibele effecten, maar dat de kans op chronische irreversibele effecten klein is.

4.2.2. Grenswaarden

In Nederland is in 2005 de MTR voor fijn stof verlaagd van $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naar $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddelde). Zoals wellicht bekend, wordt deze waarde ook in Nederland regelmatig overschreden. Daarnaast is er de zogenaamde Smogregeling, waarbij voor PM_{10} ⁴ een ondergrens is vastgesteld van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vanaf deze concentratie kunnen ook onder een gezonde populatie acute, reversibele luchtwegklachten (hoesten, benauwdheid) optreden. De MEG is vastgesteld op $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Echter bij de recente evaluatie van deze MEG door de National Research Council (NRC) werd deze waarde als conservatief bestempeld, omdat deze is afgeleid van de milieunorm die vooral is bedoeld om gevoelige groepen te beschermen (bejaarden, astmapatienten). Volgens de NRC is het onwaarschijnlijk dat bij een relatief jonge, gezonde populatie – ook bij hogere luchtconcentraties - blijvende effecten zullen optreden. Een MAC voor PM_{10} is niet vastgesteld, daarom wordt gebruik gemaakt van de MAC voor $\text{PM}_{2.5}$ (respirabel stof).

4.3. Metalen

4.3.1. Toxiciteit

Metalen hebben meestal een lage acute toxiciteit, het risico treedt daarom vooral op bij chronische blootstelling, zodat vooral de gemiddelde blootstelling gedurende de uitzending van belang is. Blootstelling kan – afhankelijk van het type metaal - verschillende effecten hebben op organen. Een voorbeeld hiervan is nierschade door cadmium. Sommige metalen zijn schadelijk voor de ontwikkeling voor het kind (lood) en enkele zijn verdacht of bewezen kankerverwekkend (arseen, nikkel).

4.3.2. Grenswaarden

Voor slechts een aantal metalen zijn zowel een MTR, MEG en MAC vastgesteld. Dit zijn: lood, arseen, nikkel en cadmium. Bij gebrek aan een MTR is voor mangaan gebruik gemaakt van de Air Quality Guideline van de World Health Organisation (WHO). Voor alle andere metalen (afgezien van chroom en kwik, waarvoor ook MEG's zijn opgesteld) zijn alleen MAC beschikbaar.

4.4. Benzo(a)pyreen

4.4.1. Toxiciteit

Benzo(a)Pyreen (BaP) is een Polycyclische Aromatische Koolwaterstof (PAK). PAK's zijn een grote groep aromatische koolwaterstofverbindingen die o.a. vrijkomen bij verbrandingsprocessen. Aangezien

⁴ Men spreekt pas van smog, als meerdere chemische stoffen in verhoogde concentratie voorkomen (stikstofdioxide, zwaveldioxide en/of ozon).

BaP de PAK is met de hoogste schadelijke potentie en het meest is onderzocht, wordt deze stof normaliter gebruikt als indicatorstof voor het gehele PAK-mengsel. BaP bestaat uit vijf aromatische ringen, is niet vluchtig en is meestal geabsorbeerd aan zeer kleine stofdeeltjes ($< 3 \mu\text{m}$). BaP en andere PAK's worden na inademen of inslikken geabsorbeerd door het epitheel van de luchtwegen en het maagdarmsstelsel. Vooral de PAK's met tenminste vijf aromatische ringen, zoals BaP zijn kankerverwekkend. PAK's met minder ringen zijn in het algemeen minder potent of zelfs niet kankerverwekkend. De PAK's veroorzaken vooral kanker bij de innameroute, bijvoorbeeld huidkanker bij huidcontact, longkanker bij inademing en maagkanker bij inslikken. Deze effecten treden echter meestal pas op na een chronische (jaren) blootstelling.

4.4.2. Grenswaarden

Voor BaP is er – afgezien van de MTR – enige discussie mogelijk over de juiste normstelling. Aangezien er geen MAC voor BaP bestaat, gebruikt LAO voor de beoordeling van de blootstelling op de werkplek meestal de Zweedse en Duitse arbonorm van 2000 ng/m^3 als advieswaarde. Opvallend is echter dat de MEG – in tegenstelling tot alle andere chemische stoffen - hoger is (5500 ng/m^3) dan deze waarde. De NRC heeft opgemerkt dat de database die als basis dient voor afleiding van de MEG's van PAK's enigszins verouderd is. Daarom wordt als eerste risiconiveau (oranje) gebruik gemaakt van de advieswaarde van de Gezondheidsraad uit 1994 voor BaP (350 ng/m^3) voor werkplekatmosferen. Deze advieswaarden zijn meestal lager dan de uiteindelijke MAC. Tevens komt deze waarde praktisch overeen met de advieswaarde (360 ng/m^3) die in 1998 door DHV Milieu is afgeleid om de blootstelling van militairen tijdens UNPROFOR te beoordelen.

4.5. Stikstofdioxide

4.5.1. Toxiciteit

Stikstofdioxide (NO_2) kan voorkomen als een roodbruin gas. Stikstofdioxide heeft een irriterende geur met een reukgrens die ligt tussen de 200 en $800 \mu\text{g/m}^3$ en is goed oplosbaar in water. Stikstofdioxide bereikt na inademing de diepere ademhalingswegen en longen. Daar lost het vervolgens gemakkelijk op in het waterrijke slijm dat het longweefsel bedekt, waardoor het wordt omgezet tot (irriterende) salpeterzuren. Stikstofdioxide heeft daarom een irriterende werking op ogen en hogere luchtwegen (neus, keel). De Gezondheidsraad beschouwt echter de effecten op de diepere luchtwegen als het meest belangrijke effect. Stikstofdioxide kan namelijk het functioneren van de longen aantasten. Deze effecten omvatten longfunctieveranderingen, verhoogde gevoeligheid voor infecties en op de lange termijn irreversibele weefselschade aan de longen (o.a. fibrose).

4.5.2. Grenswaarden

Voor stikstofdioxide zijn zowel MTR's, MEG's en MAC's opgesteld. De MEG is echter door de National Research Council bekritiseerd, omdat deze te conservatief zouden zijn. Deze is namelijk afgeleid van een milieunorm die vooral bedoeld is om kwetsbare groepen te beschermen. Bij de beoordeling van

stikstofdioxide wordt daarom ook gebruik gemaakt van de luchtconcentratie die in de Smogregeling wordt genoemd.

4.6. Zwaveldioxide

4.6.1. Toxiciteit

Zwaveldioxide (SO_2) is een kleurloos gas met een sterk irriterende geur. De geurdrempel ligt tussen 800 en 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zwaveldioxide is zeer goed oplosbaar in water (en dus ook in de luchtwegen). Zwaveldioxide wordt regelmatig gebruikt in de chemische industrie, en komt tevens veelvuldig vrij bij verbrandingsprocessen (bijvoorbeeld steenkool). Zwaveldioxide wordt voornamelijk via de slijmvliezen van de neus in het lichaam opgenomen. Opname via de longen is echter ook mogelijk en neemt toe bij inademing via de mond en bij diepe inademing, zoals gebeurt bij grote lichamelijke inspanning. Omdat zwaveldioxide zeer goed wateroplosbaar is, zal het zodra het in contact komt met waterdamp die van nature aanwezig is in de ademhalingswegen worden omgevormd in zwavelzuur, wat irriterend is voor neus, keel en ogen. Bij kortdurende hoge blootstelling kunnen bovendien klachten optreden als rhinitis, kortademigheid, benauwdheid op de borst en misselijkheid. Bij langdurige blootstelling aan zwaveldioxide is bij dieronderzoek eveneens verminderde afweer in de luchtwegen en afwijkingen in enzym patronen in bloed en lever vastgesteld.

4.6.2. Grenswaarden

Voor zwaveldioxide is zowel een MTR, MEG en MAC opgesteld. Om eventuele acute effecten te kunnen beoordelen wordt tevens gebruik gemaakt van de grenswaarde uit de Smogregeling.

5. Resultaten en discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van het onderzoek dat is uitgevoerd door LAO op PeK. De onderzochte componenten: stof, metalen, BaP, stikstofdioxide en zwaveldioxide worden achtereenvolgens behandeld in paragraaf 5.1. t/m 5.6.

5.1. Stof

De resultaten van de stofmetingen die te PeK zijn uitgevoerd staan weergegeven in bijlagen 1 en 2. Uit de resultaten volgt dat er continu sprake is van een verhoogde achtergrondconcentratie PM10 op de compound. De MTR en de - ter discussie staande - MEG worden overschreden (respectievelijk $P=98\%$ en 83%). Bij vergelijking met de MAC blijkt echter dat de concentratie laag is ($P=0\%$) vergeleken met blootstellingen aan stof zoals die op Nederlandse werkplekken worden aanvaard. Uit informatie van het geaccrediteerde laboratorium van RPS bleek, dat het helaas niet mogelijk was om betrouwbaar te bepalen welk percentage hiervan cementstof is, omdat er moeilijk een onderscheid kan worden gemaakt met het stof dat van nature in PeK voorkomt. Uit het werkbezoek aan de fabriek blijkt dat de fabriek een hoge stofemissie heeft, maar het wordt betwijfeld dat de cementfabriek verantwoordelijk is voor deze hoge achtergrondconcentraties. Ten eerste wordt bodemstof regelmatig door de (vallei)wind opgewerveld, ten tweede zijn gedurende de metingen waarbij de fabriek niet in bedrijf was, geen lagere stofconcentraties aangetroffen.

Vergeleken met Nederland is er dus een relatief hoge stofconcentratie in de buitenlucht aanwezig (gemiddeld 3 maal de MTR). Deze MTR is echter vooral bedoeld om kwetsbare (kinderen, bejaarden) groepen tijdens jarenlange blootstelling te beschermen en niet relevant voor een relatief jonge, gezonde populatie. Bij de gemeten concentraties kunnen echter ook bij een militaire populatie acute, reversibele effecten optreden, zoals: irritatie van ogen, neus (eventueel bloedneus) en keel, luchtwegontstekingen, benauwdheid en hoesten. Deze klachten zullen echter snel ophouden, als wordt teruggekeerd in een omgeving met een lagere concentratie stof.

Belangrijk punt blijft uiteraard in hoeverre een gedeelte van het personeel blijvend klachten houdt. Hoewel de buitenluchtconcentratie dus relatief hoog is, is de blootstelling echter zeer laag vergeleken met de stofconcentraties die op Nederlandse werkplekken wordt aanvaard ($P=0\%$), waarbij deze norm ook nog geldt voor een kleinere fractie (PM4,25) en daarmee voor een extra veiligheidsmarge zorgt. Het lijkt dan ook onwaarschijnlijk dat bij een relatief jonge en gezonde populatie geen herstel zal optreden. De verwachting is eerder dat er hooguit enkele individuen zullen zijn die klachten kunnen blijven houden. Belangrijkste risicogroep hierbij zijn individuen met bestaande luchtweg- en hartklachten, die door de hoge stofblootstelling kunnen verergeren.

Aandachtspunt in de risicobeoordeling is echter dat er nog relatief veel onbekend is over de gezondheidsrisico's van stofblootstelling. Het is daarom aan te bevelen om gedurende de uitzending ten eerste voldoende aandacht te geven aan maatregelen om de stofblootstelling zoveel mogelijk te

reduceren en ten tweede aan klachten die door stofblootstelling kunnen worden veroorzaakt. Hiermee kan worden bereikt dat de blootstelling (en daarmee het risico) zo laag mogelijk is en dat er meer inzicht kan worden verkregen in (eventuele) chronische gezondheidseffecten.

5.2. Metalen

De resultaten van het onderzoek staan weergegeven in bijlagen 1 en 2. Uit de resultaten blijkt dat alle gemiddelde luchtconcentraties onder de MTR blijven. Aangezien er op dagen dat de fabriek in werking is geen significante verhogingen zijn aangetroffen, heeft de fabriek waarschijnlijk geen of nauwelijks invloed op de achtergrondconcentratie. Bij de gemeten concentraties worden geen chronische of acute gezondheidseffecten verwacht.

5.3. Benzo(a)pyreen

De resultaten van de metingen naar benzo(a)pyreen (BaP) staan weergegeven in bijlagen 1 en 2. Uit de resultaten blijkt dat er een relatief grote variatie is in blootstelling. Het is echter de vraag of deze wordt veroorzaakt door de emissie van de fabriek, aangezien er ook een aantal grote generatoren op de compound aanwezig zijn, en er regelmatig een sterke rooklucht aanwezig is afkomstig van houtvuren vanuit PeK. De MTR wordt vrijwel continu overschreden ($P=99\%$), de advieswaarde van de Gezondheidsraad wordt echter niet overschreden ($P=0\%$). Tevens is de blootstellingsduur voor het belangrijkste gezondheidseffect (kanker) relatief gezien zeer kort (15 weken), zodat de kans klein is dat bij een gezonde militaire populatie een dergelijk effect zal optreden. Omdat er discussie mogelijk is over de normstelling van BaP, wordt het risico geïllustreerd met een berekening. BaP is een genotoxische kankerverwekkende stof, waarbij vooral de totale dosis van belang is die een werknemer binnenkrijgt in een tijdsperiode en het van minder belang is of dit door een continue (24 uur per dag, 7 dagen per week) of discontinue (acht uur per dag, 5 dagen per week) blootstelling plaatsvindt (11). Ter illustratie wordt in de volgende alinea de totale dosis die voor een Nederlandse werknemer wordt aanvaard, vergeleken met de totale dosis die een militair in PeK kan oplopen.

Uitgaande van de advieswaarde van de Gezondheidsraad, komt voor een werknemer in Nederland bij een periode van 15 weken, een blootstellingduur van 5 werkdagen per week en een ademvolume van 10 m^3 per achturige werkdag, de aanvaarde totale dosis op $265 \mu\text{g}$. Uitgaande van de meetresultaten staat een militair te PeK gemiddeld blootgesteld aan $0,023 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor een militair in PeK komt voor een periode van 15 weken, een blootstellingduur van zeven dagen (24 uur) per week en een ademvolume van $29,2 \text{ m}^3$ per dag⁵, de totale dosis hiermee op $71,5 \mu\text{g}$. Deze totale dosis is dus 27% van de dosis die in Nederland op een werkplek wordt aanvaard. Hoewel er dus – vergeleken met Nederlandse omstandigheden – een relatief hoge luchtconcentratie BaP in de buitenlucht aanwezig is, blijkt uit bovenstaande berekening dat het extra risico op een chronisch gezondheidseffect vrij klein is. Een acuut gezondheidsrisico wordt niet verwacht. Aangezien BaP de indicatorstof is voor het gehele PAK-mengsel, kan hiervoor dezelfde conclusie worden getrokken.

⁵ Het ademvolume van $29,2 \text{ m}^3$ is hierbij het in de TG230 geschatte dagelijkse ademvolume van een militair.

5.4. Stikstofdioxide

De resultaten van de metingen naar stikstofdioxide staan in bijlage 4. Hierbij zijn de 1-uursgemiddelde waarden weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat er een groot verschil is tussen de periode van eind januari/begin februari en de rest van februari. In de eerste periode neemt voornamelijk 's nachts de luchtverontreiniging sterk toe tot matig smogniveau, waarna deze overdag meestal weer verdwijnt. Alleen als er overdag ook smogcondities aanwezig zijn - koud, weinig wind en bewolkt - blijft de luchtverontreiniging ook overdag verhoogd. Vanaf begin februari neemt de luchtverontreiniging sterk af. Reden hiervoor is stijging van de temperatuur, waardoor er nauwelijks meer smogcondities optreden en de vermoedelijk grootste bronnen van luchtverontreiniging – eenvoudige huiskachels in PeK – in veel mindere mate werden gebruikt. Omdat er geen duidelijke relatie is aangetroffen tussen de fabriek en de luchtkwaliteit wordt niet verwacht dat de fabriek een grote invloed heeft op de luchtconcentratie stikstofdioxide.

Tijdens koude weersomstandigheden kan er regelmatig sprake zijn van een periode van geringe tot matige smog. In een dergelijke periode kunnen er bij een gedeelte van de populatie acute, reversibele gezondheidseffecten (hogere luchtwegklachten) optreden. Dergelijk smogperiodes worden echter regelmatig afgewisseld met periodes zonder luchtverontreiniging. Het lijkt dan ook onwaarschijnlijk dat bij een relatief jonge en gezonde populatie geen herstel zal optreden, een chronisch gezondheidseffect wordt niet verwacht. De verwachting is dat er hooguit enkele individuen zullen zijn die langer klachten kunnen blijven houden. Belangrijkste risicogroep hierbij zijn individuen met bestaande luchtwegklachten, die door de relatief hoge luchtverontreiniging kunnen verergeren.

5.5. Zwaveldioxide

De resultaten van de metingen naar zwaveldioxide staan in bijlage 5. Hierbij zijn de 1-uursgemiddelde waarden weergegeven. Uit de resultaten blijkt – net als bij stikstofdioxide – een groot verschil tussen de periode van eind januari/begin februari en de rest van februari. Hoewel de fabriek kolen met een hoog zwavelgehalte gebruikt, is voor zwaveldioxide evenmin een duidelijke relatie aangetroffen tussen de fabriek en de luchtkwaliteit.

Tijdens koude weersomstandigheden kan er regelmatig sprake zijn van een periode van geringe smog. Vooral in de avonduren – rond etenstijd – is er op sommige dagen een zeer kortdurende sterke stijging waar te nemen, waarschijnlijk ook veroorzaakt door het gebruik van huiskachels in PeK. Wat opvalt is dat de concentratie zwaveldioxide duidelijk lager is dan die van stikstofdioxide. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door het type brandstof dat wordt gebruikt in de huiskachels en de aanwezigheid van enkele extra stikstofdioxidebronnen op de compound (generatoren en kachels) en daarbuiten (verkeer).

Hoewel de hogere concentratie zwaveldioxide dus niet leidt tot een luchtverontreiniging waarbij acute of chronische gezondheidseffecten (luchtwegklachten) worden verwacht, versterkt dit wel het effect van stikstofdioxide dat een gelijksoortig gezondheidseffect kan veroorzaken. Het blijft echter onwaarschijnlijk dat bij een relatief jonge en gezonde populatie geen herstel zal optreden na een dergelijke smogperiode.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1. Conclusies

Stof

Vergeleken met Nederland is er op PeK een relatief hoge achtergrondconcentratie stof in de omgevingslucht aanwezig (gemiddeld drie maal de norm voor het Nederlandse jaargemiddelde), waarbij regelmatig een matige tot ernstige smogperiode kan voorkomen. Deze verhoging wordt vooral toegeschreven aan opwaaiend bodemstof. Een gedeelte van het personeel kan hinder ondervinden van acute reversibele gezondheidseffecten zoals: irritatie van ogen, neus en keel, luchtweginfecties, benauwdheid en hoesten. Vanwege de relatief korte blootstellingduur (3-4 maanden) is het waarschijnlijk dat bij een relatief jonge en gezonde populatie herstel zal optreden. De verwachting is dat er hooguit enkele individuen zullen zijn die langer klachten kunnen blijven houden. Belangrijkste risicogroep hierbij zijn individuen met bestaande luchtweg- en hartklachten, die door de hoge stofblootstelling kunnen verergeren. Belangrijk aspect in de risicobeoordeling is echter dat er nog relatief veel onbekend is over gezondheidsrisico's door stofblootstelling, zodat voldoende aandacht voor het optreden van relevante klachten en het reduceren van blootstelling op zijn plaats is.

Metalen

De gemiddelde concentratie van alle bemeaten metalen zijn lager dan de milieunormen, of – bij ontbreken hiervan – onder de Maximaal Aanvaarde Concentratie (MAC). Uit de resultaten blijkt dat alle gemiddelde luchtconcentraties onder de MTR blijven. Bij de gemeten concentraties worden geen chronische of acute gezondheidsrisico's verwacht.

Benzo(a)pyreen

Uit de meetresultaten van benzo(a)pyreen blijkt dat er regelmatig – vergeleken met Nederlandse omstandigheden – een relatief hoge luchtconcentratie BaP in de buitenlucht aanwezig is. Het extra risico op een chronisch gezondheidseffect is echter klein. Een acuut gezondheidsrisico wordt niet verwacht.

Zwavel dioxide en stikstofdioxide

Uit de meetresultaten van stikstofdioxide en zwavel dioxide blijkt dat tijdens wintersmogcondities - koud, weinig wind en bewolkt – de luchtconcentratie stikstofdioxide toeneemt tot matige en de luchtconcentratie zwavel dioxide tot geringe smog. De luchtverontreiniging wordt voornamelijk veroorzaakt door het gebruik van eenvoudige huiskachels in PeK en niet door de fabriek. Bij matige smog kunnen er bij een gedeelte van de populatie –tijdelijk – acute gezondheidseffecten (hogere luchtwegklachten) optreden. Het is onwaarschijnlijk dat bij een relatief jonge en gezonde populatie geen herstel zal optreden, zodat chronische gezondheidsklachten niet worden verwacht. De verwachting is dat er hooguit enkele individuen zullen zijn die langer klachten kunnen blijven houden. Belangrijkste risicogroep hierbij zijn individuen met bestaande luchtwegklachten, die door de relatief hoge luchtverontreiniging kunnen verergeren.

6.2. Aanbevelingen

Omdat het stof als achtergrondconcentratie aanwezig is, kan hierin niet worden gereduceerd. De stofblootstelling (opname) kan echter wel sterk worden gereduceerd, als piekblootstellingen (zandstormen, opwaaien stof tijdens voertuigverplaatsingen, sportbeoefening tijdens smogperiodes) worden voorkomen. Het is dan ook aan te bevelen om tijdens piekblootstellingen zoveel mogelijk binnen te blijven, of anders een stofmasker met P3-filter te dragen. Recent is door de Arbodienst KL – na overleg met Luchtvaart Arbeidsomstandigheden, en de Arbodienst KM - een advies uitgebracht aan de Directeur Militaire Gezondheidszorg om dit adembeschermingsmiddel standaard in de uitrusting van de militair op te nemen⁶. Uiteraard dient het personeel tijdens het opwerkprogramma en ter plaatse te worden voorgelicht over het doel van deze maatregelen door de specialist Hygiëne en Preventieve Geneeskunde (HPG) of arts.

Belangrijk aspect inzake blootstelling aan stof is de mate waarin de longen de tijd krijgen om ingeademd stof weer naar buiten te transporteren (de zogenaamde hersteltijd). Hiervoor heeft het lichaam een periode nodig van relatief lage stofbelasting. Door het plaatsen van fijn stof filters in de airco's kan deze periode worden verlengd.

⁶ Brief van Commandant Arbodienst KL aan Directeur Militaire Gezondheidszorg (Briefnr. 2617/2005 d.d. 19 oktober 2005)

Titel
Datum

Fase 3 - rapportage inzake luchtmetingen in
de winterperiode te Pol e Khomri Afghanistan
30 juli 2006

Ministerie van Defensie

7. Beperkingen onderzoek

Op basis van het vooronderzoek (fase 2) is een afgewogen selectie gemaakt van de te bemeten chemische stoffen. Het onderzoek is daarmee beperkt tot de meest relevante stoffen voor de situatie in PeK en moet als zodanig worden gelezen. Het onderzoek is dus niet zondermeer toepasbaar op andere locaties.

Literatuur

1. Technical Guide 230, Chemical Exposure Guidelines for Deployed Military Personnel, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, 2003.
2. Review of the Army's Technical Guides on Assessing and Managing Chemical Hazards to Deployed Personnel, National Research Council, 2004.
3. NEN-EN 689, Werkplekatmosfeer. Leidraad voor de beoordeling van de blootstelling bij inademing van chemische stoffen voor vergelijking met de grenswaarden en de meetstrategie, 1995.
4. Fijn stof nader bekeken. De stand van zaken in het dossier fijn stof, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2005.
5. Smogregeling 2001
6. Environmental Exposure Report, Particulate Matter, US Department of Defense, 2002.
7. Een arbeidshygiënisch, toxicologisch onderzoek naar de blootstelling aan stof tijdens UNMEE, Arbodienst Koninklijke Marine, 2001.
8. Onderzoek naar blootstelling aan stof en emissie van de steenfabriek in Al Khidr, Irak, Arbodienst Koninklijke Marine, 2004.
9. Blootstelling van Nederlandse militairen aan milieuverontreinigingen op de locatie "Boris Kidric", Lukavac, DHV Milieu, 1998
10. Just the Facts, Dust and Sand – Medical, US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, 2003
11. Aanpassing van grenswaarden bij flexibele werktijden, Gezondheidsraad, 2001.

Bijlage 1: Overzicht meetresultaten

Tabel 1: Meetresultaten PM10 en metalen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Datum	Branduren ^a	Smog ^b	PM10	Arseen	Cadmium	Kobalt	Koper	Lood	Kwik	Mangaan	Nikkel
24-jan	19	ja	212	5.2	1.14	0.95	7	30.2	< 0,13	20.2	6.6
28-jan	24	ja	71	1.6	0.24	1.56	2	13.5	< 0,13	32.4	16.9
30-jan	24	ja	109	2.9	0.42	0.32	11.9	16.5	< 0,13	1.09	2.9
1-feb	3	ja	133	3.7	0.84	0.08	1.5	14.8	< 0,13	0.07	3.8
3-feb	0	nee	177	7.3	1.63	0.79	1.4	27.7	< 0,13	19.9	8.2
9-feb	0	nee	165	4.9	0.84	1.26	4.9	25.4	< 0,13	40.1	4.1
12-feb	24	nee	120	2.7	0.51	1.27	0.2	18.4	< 0,13	33.2	4
13-feb	24	nee	55	3.3	0.38	0.3	0.1	12	< 0,13	4.57	0.67
19-feb	24	nee	63	5	0.03	0.08	0.1	0.3	< 0,13	0.07	4.7

a: aantal ^{uren}/_{dag} dat de fabriek in bedrijf was

b: langdurige smog aanwezig tijdens meting

Tabel 2: Meetresultaten BaP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Datum	Branduren ^a	Smog ^b	BaP	Opmerkingen
25-jan	12	ja	27.8	
27-jan	24	ja	23.4	
29-jan	24	ja	16.3	
31-jan	24	ja	43.0	
3-feb	0	nee	48.9	
10-feb	0	nee	8.2	
11-feb	10	ja	28.7	Neerslag roetdeeltjes op compound
15-feb	10	nee	7.0	
21-feb	24	nee	7.7	

a: aantal ^{uren}/_{dag} dat de fabriek in bedrijf was

b: langdurige smog aanwezig tijdens meting

Bijlage 2: Meetresultaten en normoverschrijdingen

Tabel 1: Concentratie PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en P(%)

Component	Gemiddelde concentratie (min – max)	MTR (P)	MEG (P)	MAC ^{a,b} (P)
PM10	123 (55 – 212)	40 (98)	70 (83)	5.000 (0)

a: MAC gebaseerd op PM4,25.

b: P voor 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (smogregeling) is 11%.

Tabel 2: Concentratie metalen (ng/m^3) en P(%)

Component	Gemiddelde concentratie (min – max)	MTR (P)	MEG (P)	MAC (P)
Arseen	4,1 (1,6 – 7,3)	6 (15)	1.100 (0)	50.000 (0)
Nikkel	5,7 (0,7 – 16,9)	20 (4)	37.000 (0)	1.000.000 (0)
Mangaan	16,8 (0,07 – 40,1)	150 ^a (8)	340 (5)	1.000.000 (0)
Cadmium	0,7 (0,03 – 1,63)	5 (2)	240 (0)	5000 (0)
Lood ^b	17,6 (0,3 – 30,2)	500	1.500	150.000
Koper	3,2 (0,1 – 11,9)	-	-	200.000 (0)
Kobalt	0,73 (0,08 – 1,56)	-	-	20.000 (0)
Kwik	< 0,13 ^c	-	0,21	50

a: MTR gebaseerd op WHO Air Quality Guideline

b: Voldeed niet aan (log)normale verdeling, zodat geen P kon worden bepaald.

c: Alle metingen onder detectielimiet

Tabel 3: Concentratie BaP (ng/m^3) en P (%)

Component	Gemiddelde concentratie (min – max)	MTR (P)	MEG ^a (P)	MAC (P)
BaP	23,4 (7,0 – 48,9)	1 (99)	350 (0)	2 (0)

a: voor BaP wordt gebruik gemaakt van de advieswaarde van de Gezondheidsraad voor werkplekatmosferen

1. Inleiding

Eén van de wachttorens op de compound van het Provincial Reconstruction Team (PRT) is gelegen naast een bakkerij. Tijdens het gebruik van de oven staat het aanwezige wachtpersoneel regelmatig bloot aan verbrandingsgassen. Omdat deze blootstelling nog niet nader is onderzocht is onduidelijk in hoeverre deze blootstelling een risico vormt voor de gezondheid van het personeel in de wachttoren. De arts van PRT-5 heeft daarom de arbeidshygiënist van Luchtvaart Arbeidsomstandigheden verzocht om deze blootstelling nader te onderzoeken, zodat dit risico kan worden vastgesteld, en eventueel maatregelen kunnen worden vastgesteld om het risico te reduceren. Daartoe wordt in de volgende paragraaf de resultaten van het onderzoek weergegeven, waarna in de laatste paragraaf de conclusies inzake het gezondheidsrisico worden weergegeven en een aanbeveling waarmee dit risico kan worden beheerst.

2. Resultaten

Tijdens een bezoek aan de bakkerij op 24 januari 2006 is onderzocht welke verbrandingsgassen kunnen vrijkomen. De bakkerij gebruikt een zeer eenvoudige oven en stookt voornamelijk op rubberen banden en hout. Mogelijk wordt hierbij ook gebruik gemaakt van kolen. Bij een dergelijk verbrandingsproces zullen voornamelijk roet met daaraan geassocieerde Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, koolmonoxide en zwaveldioxide vrijkomen. Bij kortdurende blootstelling (uren) kunnen een aantal van deze stoffen schadelijk zijn voor de longen en het zuurstoftransport in het bloed reduceren. Bij langdurige blootstelling (jaren) zijn een aantal van deze stoffen kankerverwekkend.

Uit informatie van het personeel dat in de wachttoren werkzaam is, is de bakkerij van 5 uur 's ochtends tot laat in de middag in bedrijf. De bakkerij ligt gedurende deze tijdsperiode echter ook regelmatig stil. Omdat de bakkerij ten noorden van de wachttoren ligt, en dit een zeer vaak voorkomende windrichting is, waait de rook regelmatig richting de wachttoren. Het wachtpersoneel roteert echter zeer regelmatig, zodat in een worst-case situatie hooguit sprake kan zijn van een uur blootstelling per dag per werknemer. Bij een dergelijke korte blootsteldingsduur is het extra risico op het ontwikkelen van een kanker verwaarloosbaar. Tijdelijke effecten als long- en oogirritatie en (matige) zuurstofverdringing zijn echter niet uitgesloten. Het huidige stofkapje dat in de wachttoren wordt gebruikt is niet geschikt om deze effecten te voorkomen.

3. Conclusies en aanbevelingen

3.1. Conclusies

De bakkerij stoot in hoge mate verbrandingsproducten uit die schadelijk zijn voor de gezondheid.

Gelet op de duur van de blootstelling is het extra risico op kanker van personeel in de wachttoren verwaarloosbaar.

Het optreden van tijdelijke effecten bij het personeel in de wachttoren, zoals long- en oogirritatie en (matige) zuurstofverdringing, zijn in een worst-case situatie niet uitgesloten.

Het huidige stofkapje dat wordt gebruikt in de wachttoren is niet geschikt om bovenstaande tijdelijke effecten te voorkomen.

3.2. Aanbeveling

De blootstelling aan de rook uit de oven van de bakkerij kan voldoende worden beheerst door een persoonlijk beschermingsmiddel (PBM) te gebruiken. Het meest geschikte PBM hiervoor is:

- 3M 4277 klasse ABE1P3D met artikelnummer 110630 en NSN 4240 991 263 096 (zie foto).

Dit PBM dient voor gebruik in een schone verpakking te worden opgeslagen en kan maximaal drie uur worden gebruikt.



Foto: 3M 4277

Stikstofdioxide

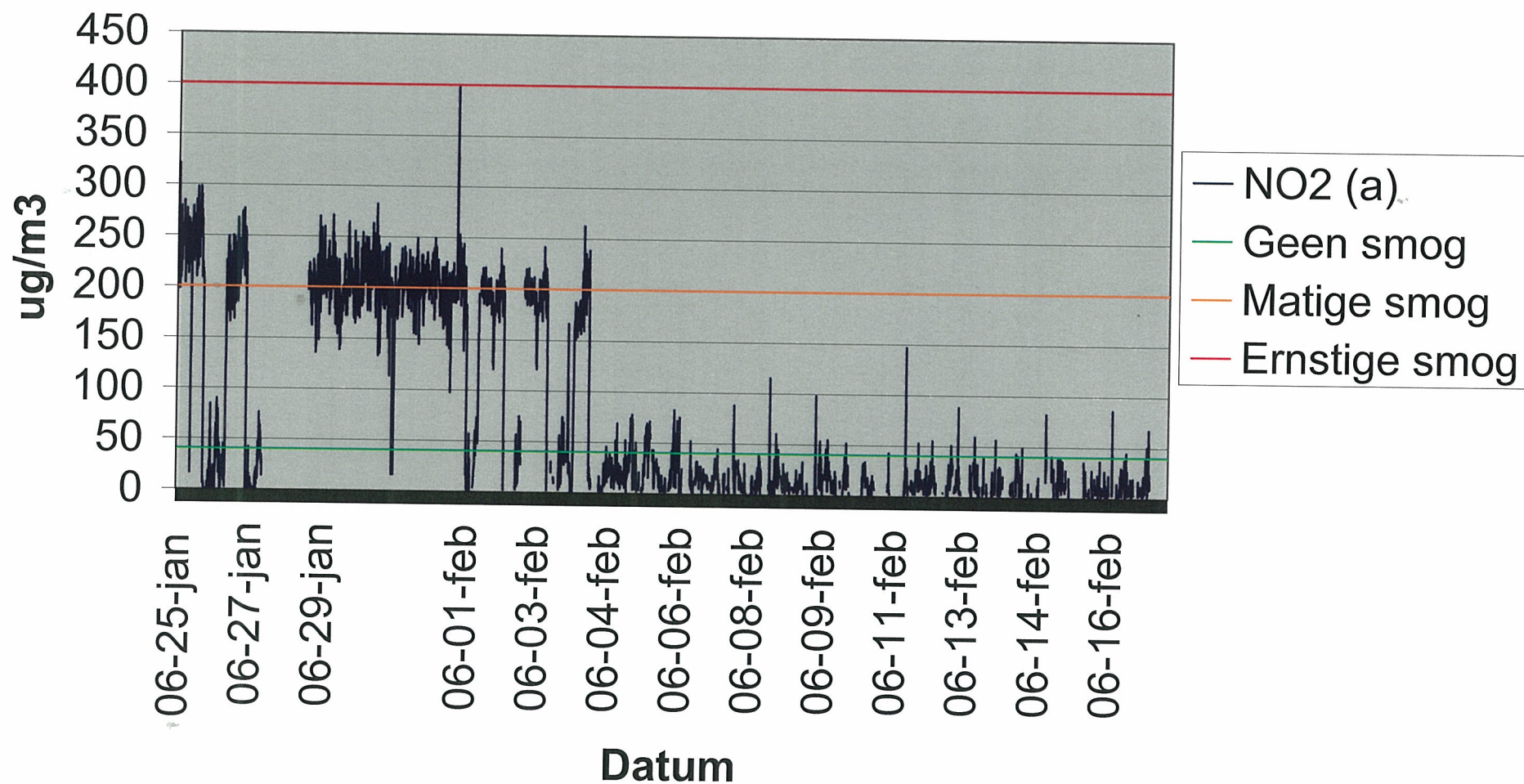


Figure 5

Zwavedioxide

