



Benzen, eksos og avlufting fra smøresystemer.  
Det en ikke vet er veldig helseskadelig Om  
merking av utslippspunkter (venter):

Årsmøte SAFE klubben  
i Schlumberger  
Thon Hotel Maritim  
20.04.201

Halvor Erikstein  
organisasjonssekretær/  
Yrkeshygieniiker SYH  
Halvor@safe.no  
92810398



Diffuse utslipp og eksos?



Diffuse utslipp og eksos?





### Om merking av utslippspunkt: Den hvite dampen og den rare lukten. Det du ikke vet kan du bli syk av



#### Tekst og foto: Halvor Erikstein

Over alt på en plattform eller et landanlegg er det avlufting (venter) fra maskineri og prosessutstyr. Det er gjort lite for at det skal bli tatt hensyn til slike forurensningskilder selv om det som forurenser kan gi alvorlige helseskader. Kanskje er det avlufting fra tetningsboljene til gasskompressorene, smøresystemet til turbinene, avlufting fra tanker eller avslag fra en eller annen prosess hvor det benyttes kjemiske forbindelser. Ventene er gjerne plassert med utblåsing i «ubemannede områder» og det er alltid en vind som fjerner forurensningen. Det er lite tatt hensyn til at også slike områder trenger inspeksjon og vedlikehold, og det medfører et lengre opphold i forurenset område. Det kan også være at utblåsningene skjer på områder som en må passere til og fra arbeid.



Halvor Erikstein

Hva kan komme ut fra «ventene»? Der det benyttes gasskompressor med tetningsboljesystem må det ventileres store mengder av eksempelvis den

meget kreftfremkallende forbindelsen benzen. Det er i tillegg mange andre helsefarlige forbindelser som kan utsette omgivelsene for skadelig eksponering. Fra turbinene luftes det ut ulike nevrotoksiske organofosfater samt en cocktail av forbindelser fra den syntetiske smøreløyn og nedbrytningsprodukter.

Regelverket er helt klart når det gjelder kartlegging av kjemisk eksponering. I Aktivitetsforskriftens § 98 «Kjemisk helsefare» vises det til arbeidsgivers plikt: Arbeidsgiveren skal sikre at helseskadelig kjemisk eksponering ved lagring, bruk, håndtering og avhending av kjemikalier, og ved arbeidsoperasjoner og prosesser som avgir kjemiske komponenter, unngås, jf. innretningsforskriften § 15.

Vi mener mangelen på kartlegging av utslippsmengder og mangel på risikovurdering av kjemisk helsefare hvor det også blir tatt hensyn til de reelle arbeidsoppgavene i et område, er uholdbar. Når en ikke kjenner sammensetningen og konsentrasjonen av arbeidsmiljøforurensningen betyr det at en heller kan vite hva slags verneutstyr som gir rett beskyttelse. Vi mener at alle avluftpunkter må merkes og volum av utslipp og konsentrasjon av forurensningen bli kartlagt.

Halvor Erikstein  
halvor@safe.no  
Telefon: 928 20 398

Et rettferdig arbeidsliv



# Hvor mange forskjellige venter?

- Gasskompressorer
  - Smøroljer
  - Tetningsoljer
- Dieselmaskineri
- Turbiner
- Tanker
  - Sloptanker
  - Lagringstanker
- Rensesystemer
- Annen avlufting

# Den hvite dampen og den vonde lukten

Kan karakteriseres som utslipp av en kjemisk cocktail.

- Smøroljer
  - Nedbrytningsprodukter fra slitasje
  - Termisk dekomponering
  - Omdanningsprodukter pga temperatur
  - Organofosfatforbindelser
    - Nye organofosfatforbindelser som oppstår pga høy temperatur og reaksjoner med baseoljen +++
- Tetningsoljer
  - cocktail av; benzen, n-heksan, BTEX, lette og tyngre hydrokarboner++++++
- Sloptanker
  - Cocktail fra mulige kjemiske reaksjoner,  $H_2S$  og andre sulfidforbindelser fra mikrobiologisk+++++



# Hva må en vite om utslippspunktet?

- Utslippsvolum kubikkmeter/time ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- Sammensetning
  - Benzen
  - N-heksan
  - oljedamp
  - Oljetåke
  - Additiver
  - Organofosfater
  - ++++++
  - ++++++

Spredningsanalyser – risikovurderinger –  
spredningskart (tilsvarende støykart?)



# Faktahefte Benzen i arbeidsmiljøet



## Hvor kan vi finne benzen?

- Kondensat, nafta
- Slam i lukket avløp og i vannrenseanlegg
- Væske i lavpunkter/fakkeldunker
- Råolje
- Brukt TEG for gasstøking
- Brukt amin for CO<sub>2</sub> fangst
- Returnud med gass (shakerrom)
- Naturgass/brenngass
- Slam i åpent avløp
- Produsertvann, væske fra regenereringskompressor
- Tetningsolje
- Diesel

Varierende konsentrasjon avhengig av felt/brønn/system/driftsforhold mm.



## Helsefarer ved benzeneksponering



«Alvorlig helsefare»

De viktigste helsefarene er:

- Kan forårsake kreft
- Kan gi skader på arvematerial

Opptak i kroppen:

- Benzen fordampes lett og tas raskt opp via lungene
- Opptak i kroppen kan også skje gjennom huden og ved svelging

## Når er benzen farlig?

Eksponering for benzen skjer potensielt ved enhver splitting av et hydrokarbonførende system. Den viktigste opptaksveien er innånding. Opptak i kroppen kan i mindre grad også skje gjennom huden. Ved eksponering for høye konsentrasjoner kan man registrere kortvarig hodepine, svimmelhet, kvalme og irritasjon av hud og slimhinner i øyne og luftveier.

Benzen blir i kroppen omdannet til nedbrytningsprodukter som i løpet av år kan forårsake kreft i hvite blodlegemer. Dette er sjeldne, men alvorlige krefttyper. Det er svært få som rammes, men det får store konsekvenser for den det gjelder.

Statoil har i mange år hatt halvparten av norsk grenseverdi som krav for eksponering av benzen. Nye forskning tyder imidlertid på at det er vanskelig å etablere en eksponeringsgrense som er trygg for alle.

Denne kunnskapen medfører at vi fortsatt må utvikle gode tekniske løsninger. Like viktig er det at alle som risikerer eksponering for benzen er kjent med betydningen av gode klargjøringsrutiner og trygg gjennomføring av arbeidsoppgavene. Konsekvent bruk av personlig verneutstyr er i tillegg en siste barriere mot eksponering. På de neste sidene vil du finne guide for hvilke åndedrettsvern du skal bruke under ulike konsentrasjoner av benzen, samt hanskebruk.

# Dekker bare en liten del av de som er utsatt

Mangler de fleste som kan bli eksponert



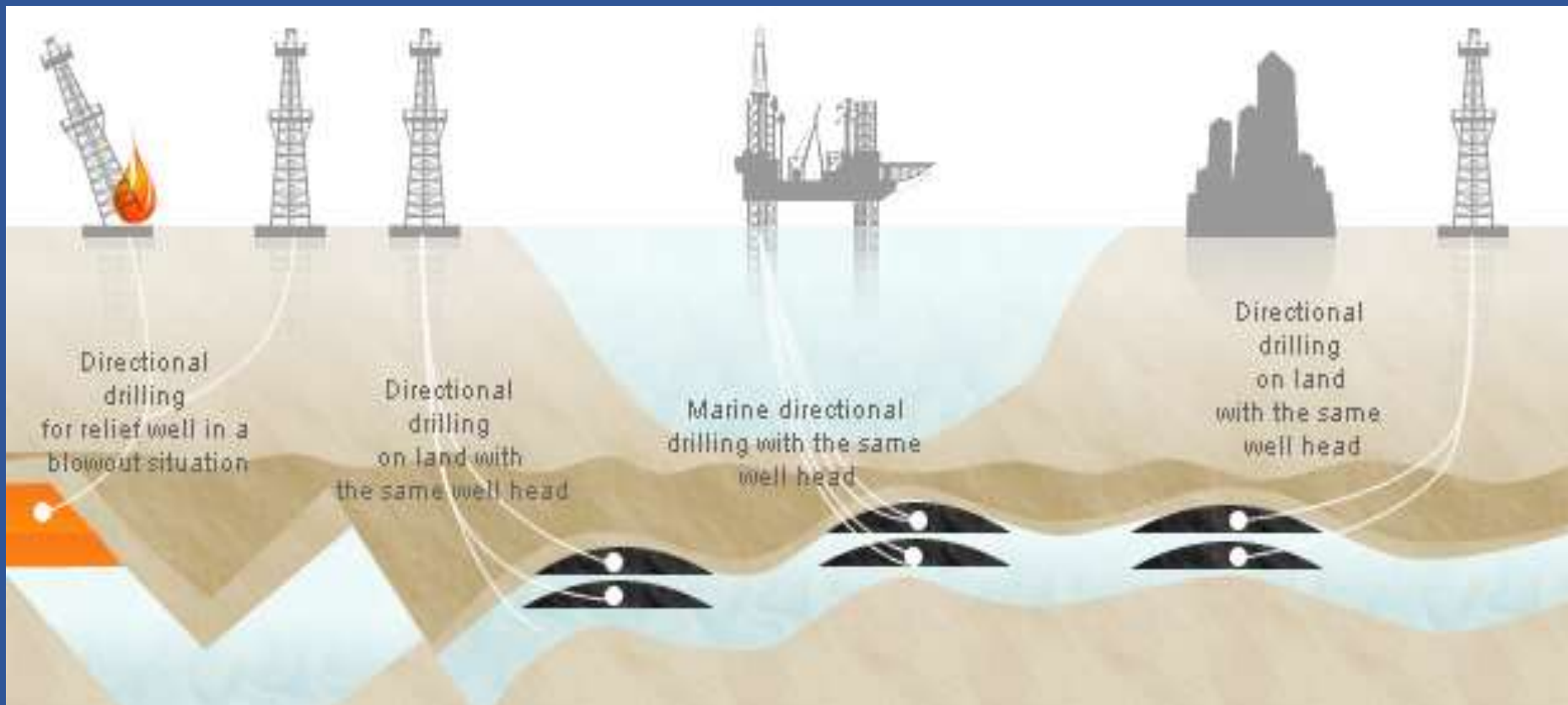
7

## Når kan **du** bli eksponert?

Arbeidsoppgaver der du erfaringsmessig er mest utsatt for benzeneksponering:

- Splitting av hydrokarbonførende systemer
  - Mottak (og sending) av pig
  - Ventil- og filterbytte
- Entring/rengjøring av tank
- Rengjøring og vedlikehold av utstyr
- Prøvetaking og analyse
- Drenering
- Avfallshåndtering
- Håndtering av spill/lekkasjer
- Overføring av nafta/kondensat til båt

# Boring og kjemisk eksponering



Boreslammet vil i tillegg til at det skjer omdanningsreaksjoner pga høye trykk og temperaturer, bli forurenset av kjemiske forbindelser fra reservoar, formasjon, gass- og vannkontakt. Dette er det ingen kontroll med!

Tradisjonell behandling av boreslam. Vibrasjonssikter (shakere) som påfører operatørene ekstrem støy, vibrasjon og helsefarlig kjemisk eksponering.



## Arbeidsmiljø

MudCube gir lukket filtrering av boreslammet eksponering for avgassing av komplisert en kjemisk cocktail (kjemisk cocktaileffekt), aerosoler, støy og vibrasjon er dramatisk redusert.

## Ytre miljø og energi (mye å hente på jakt etter lavkarbon!)

Mindre vedheng på kaks

Mindre forbruk av borevæske og borekjemikalier

Mindre boreavfall som skal transporteres til land for behandling

Mindre energiforbruk ved behandling av boreavfallet

Redusert mengde til behandling gir mindre utslipp av eksos, partikler og ultrafine partikler



Artikkel i SAFE magasinet «MudCube - en sann revolusjon for bedre arbeidsmiljø

[http://issuu.com/inbusiness/docs/81566\\_safe\\_nr3\\_2014\\_nett/18](http://issuu.com/inbusiness/docs/81566_safe_nr3_2014_nett/18)

v.dropbox.com/lightbox/home/MudCube%20august%202014

Om praktisk erfaring med Mudcube



<https://www.dropbox.com/s/j0eh5iszbhfue75/Intervju-Roughneck-August2014.mp4?dl=0>

De mange ukjente og diffuse utslipp som ikke blir tatt hensyn til.



## Merking av avluftingspunkter (venter)



HELSEFARE



MILJØFARE



ETSENDE



BRANNFARLIG  
ADVARSEL



KRONISK  
HELSEFARE  
ADVARSEL

### DATA PÅ UTSLIPPSKILDER

Volum av utslipp

Kjemiske forbindelser?

Sammensetning

Spredning

Kartlegginger

Risikovurderinger

Helsefare

Helseovervåkning

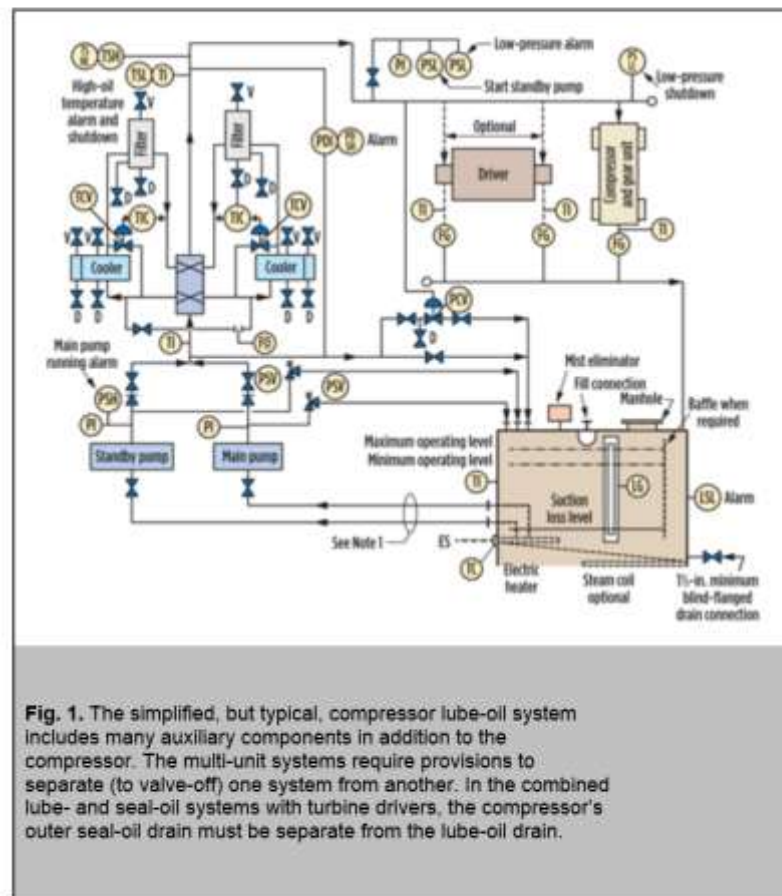


## Tetningsoljer og avlufting

Smøroljen (tetningsoljen) kommer i kontakt med gassen som komprimeres gjennom flere kompressorer (tog). Oljen tar opp i seg komponenter fra gasstrømmen og kan anrikes med store mengder benzen, heksan og andre upolare og flyktige hydrokarboner. Denne «forurensingen» må luftes/kokes/dampes ut fra olje i tanker som har varmeelementer. Avluften fra slike systemer kan påføre omgivelsene enorm arbeidsmiljøeksponering som ikke er kontrollert

### Seal purpose

Seals are used to prevent migration from the pressurized compressor interior volume (the compression space) toward the bearings. These seals are available in a variety of configurations, and most seals require oil as a coolant and lubricant. The auxiliary systems that feed oil to the bearings and seals are often combined, in which case, they are aptly called lube- and seal-oil systems. Separate systems are more common and are required if the seal oil is contaminated by entrained "sour" gases, such as hydrogen sulfide. Fig. 1 shows a simplified schematic of a plain lube-oil system. Several of the most common system instruments are also listed in Fig. 1.



# Emisjonsmåling STB og STC 28.-29.06.2011, OHS

Tabell 4. Gjennomsnittlige resultater i prøver tatt i de ulike avluftsventilene ved SFB og SFC.

| Enhet: mg/m <sup>3</sup>       |             |                  |                         |                         |                             |                       |
|--------------------------------|-------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Plattform:                     | SFB         | SFC              | SFB Lave måleresultater | SFB Høye måleresultater | SFC                         | SFC                   |
| Avluftung fra:                 | Rundowntank | Rundowntank (V3) | Lube Oil Hovedreseroar  | Lube Oil Hovedreseroar  | Lube Oil Hovedreseroar (V1) | Kompressor og TM (V2) |
| Oljetåke                       | 300         | 0,40             | 0,057                   | 515                     | 406                         | 1096                  |
| Oljedamp                       | 61          | 0,26             | 0,18                    | 53                      | 9,6                         | 7,3                   |
| n-Heksan                       | >428        | >9,2             | 0,44                    | >300                    | >174                        | >176                  |
| Benzen (GC/MS)                 | >79         | 2,9              | 0,10                    | >91                     | >53                         | >56                   |
| Benzen (GC/FID)                | >155        | 3,8              | 0,08                    | >180                    | 73                          | 63                    |
| Toluen (GC/MS)                 | 47          | 2,2              | 0,15                    | >75                     | 34                          | >40                   |
| Toluen (GC/FID)                | 77          | 2                | 0,12                    | 130                     | 37                          | 38                    |
| Etylbenzen                     | 0,68        | 0,05             | 0,01                    | 1,2                     | 1,0                         | 1,1                   |
| Xylener, alle isomere (GC/MS)  | 2,4         | 0,17             | 0,06                    | 4,8                     | 3,5                         | 3,7                   |
| Xylener, alle isomere (GC/FID) | 5,6         | <0,07            | <0,02                   | 5,9                     | 4                           | 4,2                   |
| TVOC                           | >635        | >28              | 11                      | >640                    | >536                        | >556                  |

>: For minst et av resultatene benyttet i beregning av gjennomsnitt er adsorbenten overbelastet, og resultatet kan være underestimert.

## Eksempel på luftfortynningsbehov fra kompressor tetningsolje i avluftingspunkt TM (V2).

| <br>Utslipps-<br>punkt<br>380 m³/h | Mengde<br>forurensning<br>målt i mg/m³<br>(milligram/m³) | Grenseverdi<br>(Arbeidstilsynet)<br>mg/m³ | Grense-<br>verdi 12<br>timer<br>(Offshore<br>faktor 0,6) | Mengde i<br>milligram<br>pr. time ved<br>utslipps-<br>hastighet<br>380 m³/h | Luftfor-<br>tynnings-<br>behov til<br>offshore<br>grenseverdi<br>m³/time | Luftfor-<br>tynnings-<br>behov ved<br>¼ offshore<br>grenseverdi<br>m³ /time |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Oljetåke                                                                                                            | 1096                                                     | 1                                         | 0,6                                                      | 416480                                                                      | -                                                                        | -                                                                           |
| Oljedamp                                                                                                            | 7,3                                                      | 50                                        | 30                                                       | 2774                                                                        | -                                                                        | -                                                                           |
| n-Heksan                                                                                                            | >176                                                     | 72                                        | 43                                                       | 66880                                                                       | 1555                                                                     | 6200                                                                        |
| Benzen                                                                                                              | >56                                                      | 3                                         | 1,8                                                      | 21280                                                                       | 11822                                                                    | 47300                                                                       |

1 kg = 1000 gram, 1 gram = 1000 milligram (mg)

Utslippspunkt estimert til å avgi 380 m³/h (380 kubikkmeter pr. time)

Kilde: OHS rapport OHS -5070400-1 målinger gjort 28.- 29. juni 2011, rapport av 18.11.2011

**Eksos, benzen, n-heksan ++++**



Grenseverdien for benzen foreslått senket fra 1 ppm til 0,1 ppm  
Kortidsnormen Short-term Exposure Limits (STEL) 0,2 ppm

Proposal by the European Chemical Agency  
(ECHA)  
in support of occupational exposure limit values  
for benzene in the workplace

October 2017

Det vil være benzeneksponering fra boreslammet

**Based on the available scientific data on adverse effects of benzene in workers and accounting for the uncertainties (ECHA guidance R.8, ATSDR 2007), an 8-hour TWA for non-carcinogenic haematological effects after repeated exposure of 0.1 ppm could be considered.**

Benzenekontakt SL, P.O. Box 400, FI-00120 Helsinki, Finland | Tel: +358 9 686180 | Fax: +358 9 68618210 | [echa@echa.eu](mailto:echa@echa.eu)



<https://echa.europa.eu/documents/10162/214b2029-82fd-1656-1910-3e18d0906999>

# Benzen og arbeidsbetinget kreft – om kunnskap som ikke kom fram



The Center for  
**Public Integrity**  
Winner of the 2014 Pulitzer Prize

Home About the Center ICIJ   Email newsletters [Donate](#)

Politics National Security Business Environment Juvenile Justice Health

Search the Center:

Exposed: Decades of denial on poisons

## Benzene and worker cancers: 'An American tragedy'

Documents lay bare petrochemical industry's \$36 million 'research strategy' on carcinogen

By [Kristen Lombardi](#)   7:00 am, December 4, 2014 Updated: 3:37 pm, December 7, 2014



<https://www.publicintegrity.org/2014/12/04/16320/benzene-and-worker-cancers-american-tragedy>

Ukjent og umerket



## Merking av avluftingspunkter (venter)



### DATA PÅ UTSLIPPSKILDER

Volum av utslipp

Kjemiske forbindelser?

Sammensetning

Spredning

Kartlegginger

Risikovurderinger

Helsefare

Helseovervåkning

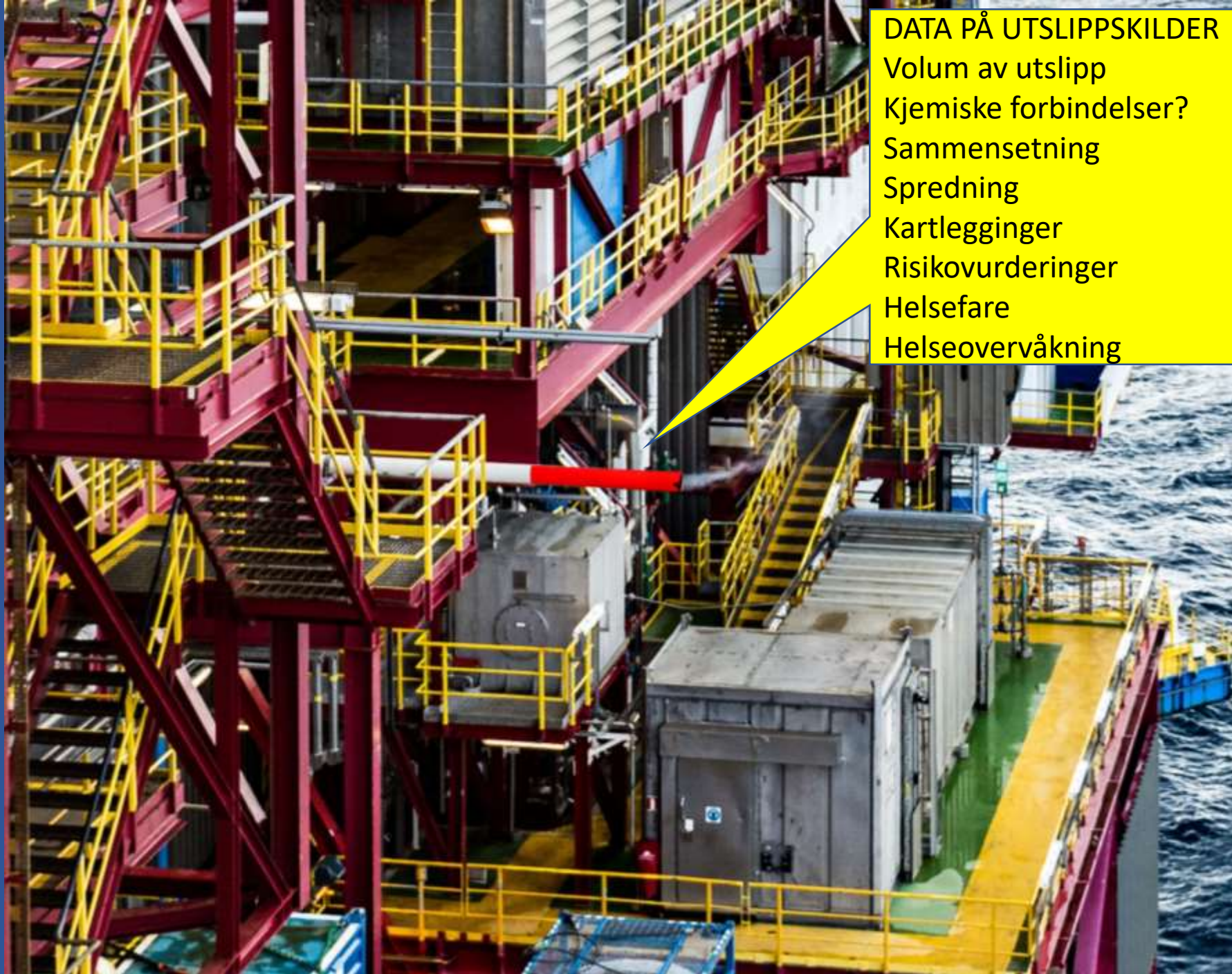


# Merking av avluftingspunkter (venter)

DATA PÅ UTSLIPPSKILDER  
Volum av utslipp  
Kjemiske forbindelser?  
Sammensetning  
Spredning  
Kartlegginger  
Risikovurderinger  
Helsefare  
Helseovervåkning







## DATA PÅ UTSLIPPSKILDER

Volum av utslipp

Kjemiske forbindelser?

Sammensetning

Spredning

Kartlegginger

Risikovurderinger

Helsefare

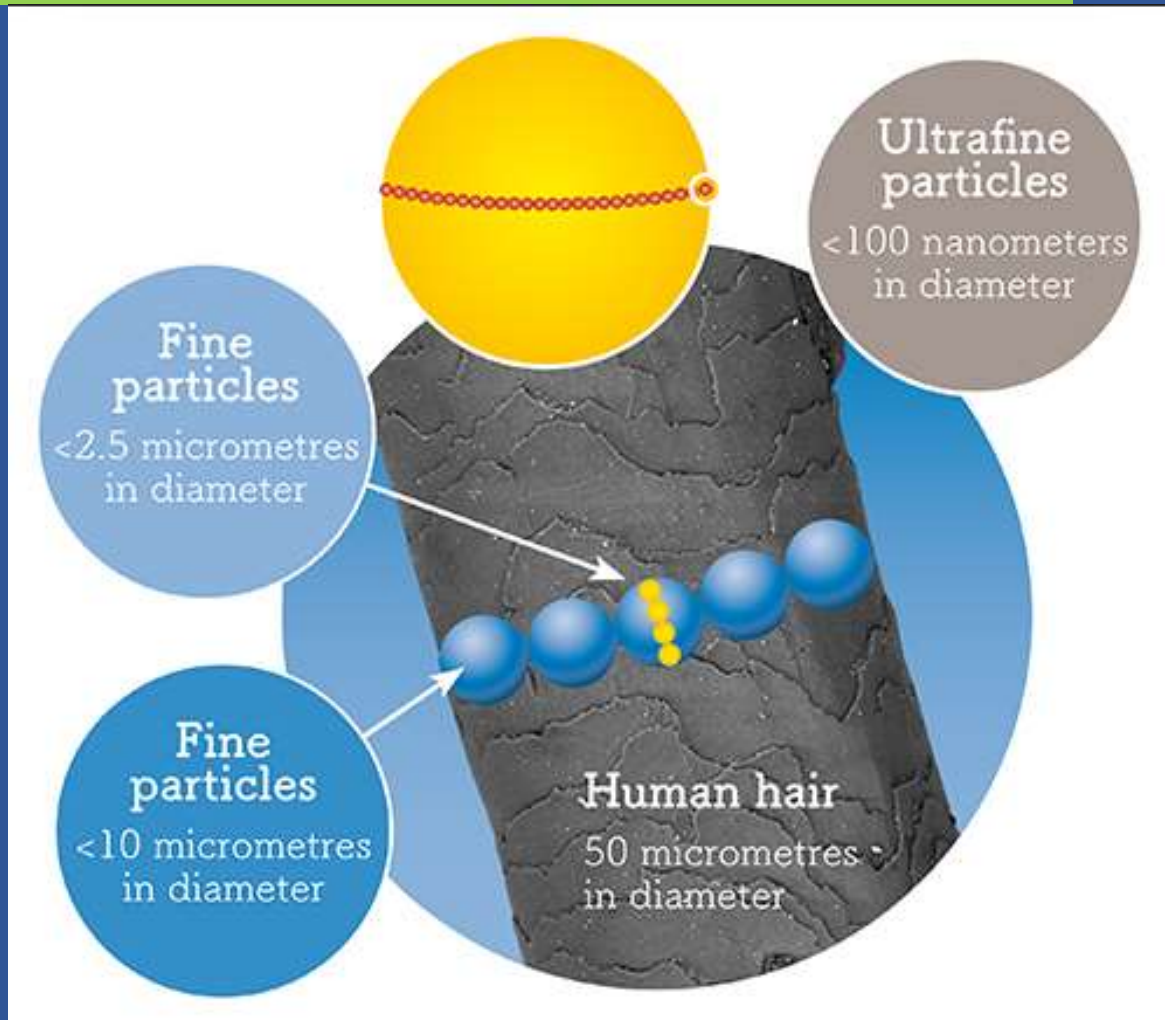
Helseovervåkning

# EKSOS - ULTRA FINE PARTIKLER

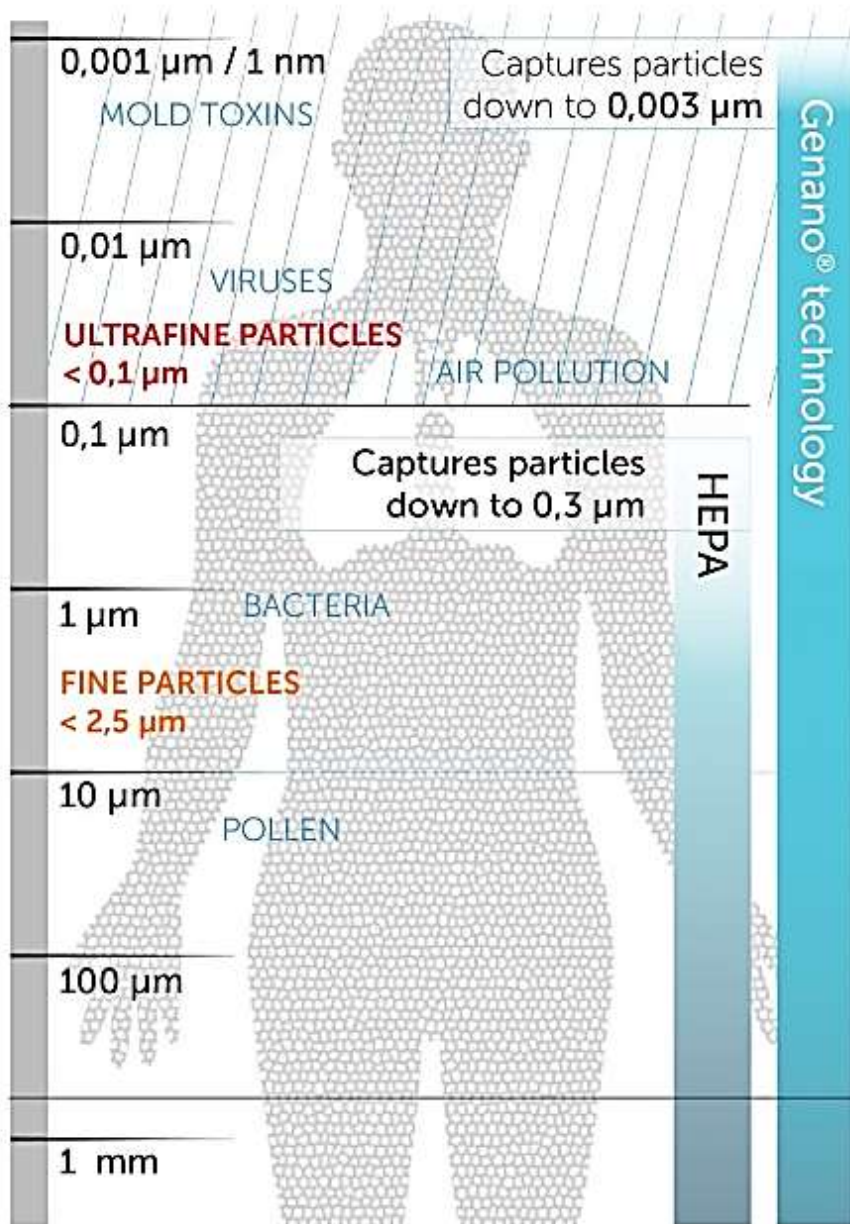
- Ny kunnskap viser at eksponering for ultrafine partikler i eksos og kjemiske utslipp er svært helseskadelig både for blod- og nervesystem.
- Ultrafine partikler (UFP) kan passere blod-/hjernebarrieren.



# Ultrafine partikler < 100 nanometer



# Genano Air Purification Technology



HEPA filter rensler ikke luften for ultrafine partikler!

## When HEPA Is Not Enough

The biggest health risk in the air we breathe is related to ultrafine particles and hazardous gases. These substances are able to penetrate to the bloodstream through alveoles in our lungs. The smaller the particle, the deeper it will be able to penetrate in our lungs. These kinds of impurities are, for example, mold toxins and particles from polluted outdoor air.

Removing them is not possible with traditional HEPA filters.

Genano's core advantage is the unique air purification method that can eliminate microbes and remove particles down to nanosize.

The technology has been scientifically tested down to 3 nanometer size particles (PM 0.003) – Genano Technology removes 99.5 % of even the smallest of the particles. Compared to standard HEPA filters, Genano's purification performance is a 100 times better in terms of particle size. In addition, Genano also eliminates the microbes instead of just collecting them.

Particle removal efficiency is often a misleading parameter when comparing air purifiers. **Think which is more important – to remove 0,3 micron particles with 99,99 % efficiency – or to remove 0,003 micron particles with 99,5 % efficiency?**

# The list of diseases linked to air pollution is growing

As governments decide what to do about air quality, studies connect an array of health problems to dirty air

BY LAURA BEIL 7:00AM, SEPTEMBER 19, 2017



**BAD AIR** U.S. pollution levels have come way down since the 1970s, but there's still enough smog to raise the risk for cardiovascular deaths. Researchers are also drawing new connections between dirty air and metabolic and brain disorders.



# ScienceNewsforStudents

## ScienceNewsforStudents

TOXICOLOGY BRAIN, POLLUTION, CELLS

### Nano air pollutants strike a blow to the brain

Scientists track super-small pollutants that are inhaled into the brain

BY ALISON PEARCE STEVENS DEC 17, 2014 - 9:30 AM EST



Air pollution clouds Mexico City in haze. Breathing in this pollution doesn't just harm the lungs; new studies show it also can damage the brain.

PHOTO COURTESY OF NASA/ESA. COMMENTS BY AN LIO

Cough. Wheeze. Gasp!

Those sounds echo through the streets of polluted cities. Brown clouds made up of noxious gases, dust, soot and even finer particles hang over buildings and hug the



Black soot spews from a truck. People can inhale these fine, black-carbon particles deeply into the lungs, where they can trigger inflammation.

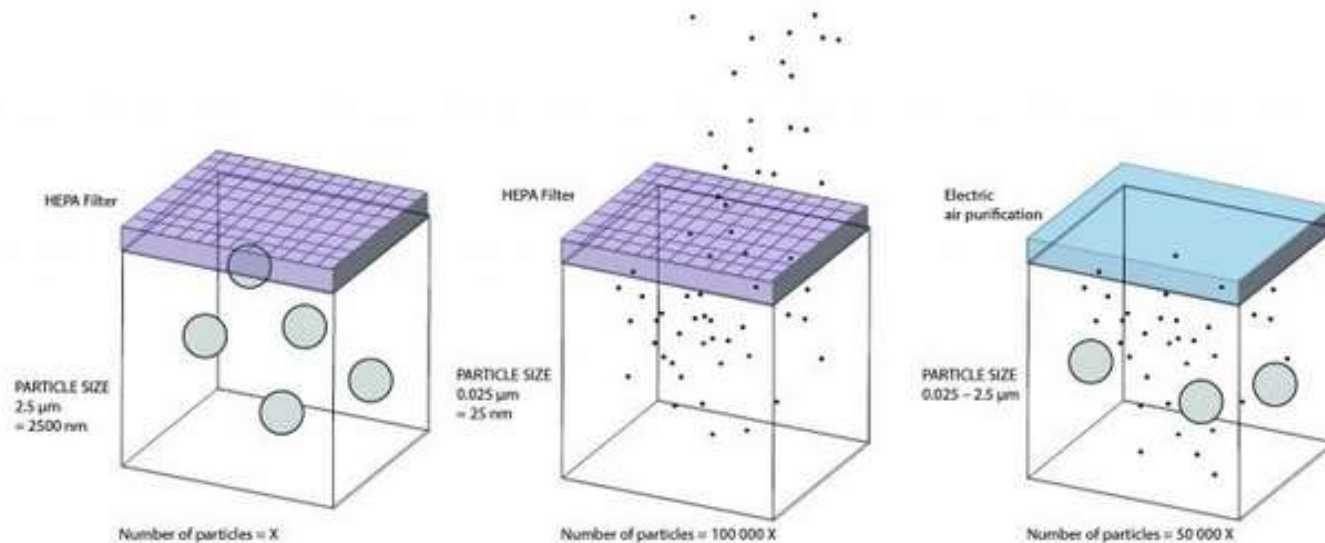
CHMIEL/ISTOCKPHOTO

# EKSOS - ULTRA FINE PARTIKLER



# Samme masse – men det er antall partikler som har betydning

The illustrate the difference, imagine two one-litre-volumes of air with a certain mass concentration – one that has  $2.5\text{ }\mu\text{m}$  particles and another with  $0.025\text{ }\mu\text{m}$  particles. Which volume has a larger number of particles? Obviously the one with smaller particles. **For the same volume of breathing air with the total mass of particles, the probability of inhaling a single particle is 100 000 times bigger when the particles are 100 times smaller.**



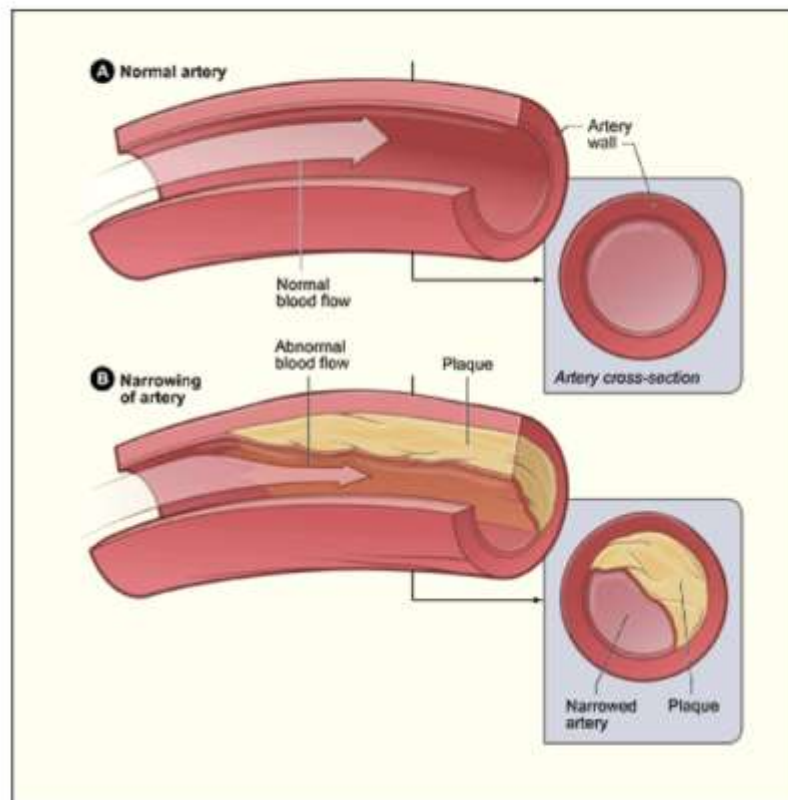
TOTAL PARTICLE MASS & AIR VOLUME ARE SAME

# Ultrafine partikler kan gi betennelsesreaksjoner i blodårene

This makes them less sensitive to the chemicals — and messages — they need to detect.

Damage occurs because many nanoparticles contain what chemists call *free radicals*. That means some of their molecules contain an atom with an unpaired (missing) outer electron. This makes them unstable. In search of a mate for its lone outer electron, a free radical will swipe an electron from some other molecule. This theft transforms the radical into a stable molecule again. In the process, though, its victim now becomes a free radical. As each victim steals an electron from some neighboring molecule, new free radicals form.

The ongoing chain of electron-theft will damage molecules. It can even kill cells. This happens in the lungs and in the brain. The impact of nanoparticles



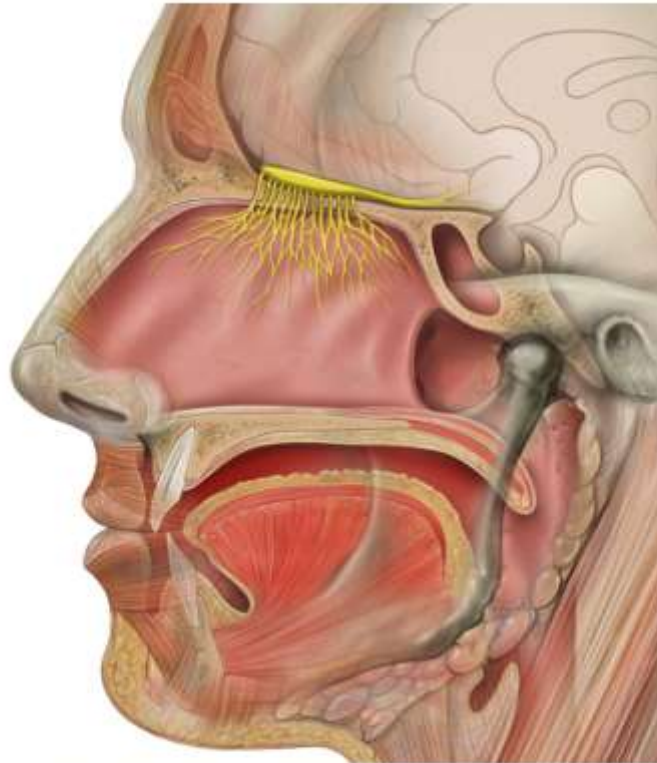
In a healthy artery (top), blood can flow freely. Inflammation triggered by nanoparticles can lead to hardening of blood vessels (bottom). Inflammation can slow — or eventually block — blood flow and foster the build up of fatty plaque.

NHLBI/WIKIMEDIA COMMONS

# Ultrafine partikler kan entre hjernen gjennom olfaktoriske nevroner

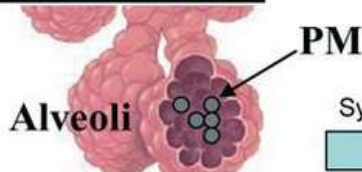
But owing to their super-tiny size, nanoparticles can hijack that connection. Scientists had known about this route into the brain since the 1930s (when they realized the polio virus could exploit it). Nanoparticles, at less than one-thousandth the diameter of a human hair, are about the same size as a virus, Elder explains. And just as that small size allows viruses to slip across the blood-brain barrier, it also allows nanoparticles to enter olfactory neurons.

Moving along these sensory neurons, nanoparticles travel straight into the brain by way of mitral cells. Scientists don't know yet what happens in the nerve cells that allows nanoparticles to travel along them, as if along a highway. Scientists do know, however,



Nanopollutants can hijack olfactory nerve cells and enter the brain by way of the olfactory bulb. That bulb is highlighted here as a yellow netlike structure coming through the ceiling of the nasal cavity. Earlier work showed the polio virus can use the same pathway.

PATRICK J. LYNCH, MEDICAL ILLUSTRATOR/WIKIMEDIA COMMONS (CC BY 2.5)



**Alveoli**  
Pulmonary oxidative stress & inflammation

Direct pulmonary nerve reflex arcs



**Autonomic nervous system imbalance**

↑SNS / ↓PSNS

Arrhythmias  
Myocardial electrical vulnerability  
Altered autonomic outflow to CV system  
CV oxidative stress

Soluble PM constituents

Systemic responses



**Blood**

PM constituents reaching systemic circulation

UFP, metals  
organic compounds

**Cardiovascular System**



**Systemic oxidative stress + inflammatory response**

**Endogenous mediators:**

ACUTE: ↑ Activated WBC, NADPH oxidase, SNS, AT2, ET  
SUBACUTE: Cytokines (IL-6, TNF $\alpha$ , IL1 $\beta$ ), CRP

Direct SNS actions to the vasculature

Vasoconstriction  
Hypertension  
Endothelial dysfunction  
CV oxidative stress  
CV inflammation  
↑ Coagulation / thrombosis  
↑ Atherosclerosis  
↑ Plaque vulnerability

Acute MI, CVA, CHF  
Chronic atherosclerosis

# «Ultra-fine particles»



## An undercover investigation reveals air quality on a cruise ship deck could be worse than the world's most polluted cities

Follow @BiNordic

Follow @BiNordic

1,953 followers

Follow 25K

Business Insider

18 Oct 2017 4:19 PM

158

Up next

An unde  
quality c



AIR QUALITY ON CRUISE SHIP DECKS COULD BE TOXIC



... revealed ultra-fine particles in the air emitted from burning fuel

BI ORIGINAL VIDEO

VIDEO

JESSICA ORWIG

ENVIRONMENT

POLLUTION

BRITAIN

OCEAN

# Avluftingen fra turbinmøresystemet vil inneholde ultrafine partikler



GAVIN PUBLISHERS

## Nanomedicine and Nanoscience Research

### Review Article

Howard CV, et al. J Nanomed Nanosci: JNAN-139

DOI: 10.29011/JNAN-139.100039

### Is a Cumulative Exposure to a Background Aerosol of Nanoparticles Part of the Causal Mechanism of Aerotoxic Syndrome?

C. Vyvyan Howard<sup>1\*</sup>, David W. Johnson<sup>2</sup>, John Morton<sup>3</sup>, Susan Michaelis<sup>4</sup>, David Supplee<sup>5</sup>, Jonathan Burdon<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Centre for Molecular Biosciences, University of Ulster, UK

<sup>2</sup>Department of Chemistry, University of Dayton, Dayton, OH, USA

<sup>3</sup>Chairman European Sealing Association, France

<sup>4</sup>School of Health Sciences, University of Stirling, UK

<sup>5</sup>International Association of Machinists & Aerospace Workers, Missouri

<sup>6</sup>Consultant Respiratory Physician, Melbourne, Australia

\*Corresponding author: C. Vyvyan Howard, Emeritus Professor, Nano Systems Biology, Centre for Molecular Bioscience, University of Ulster, Coleraine BT52 1SA, UK. Tel: +447917284918; Email: vyv.howard@googlemail.com

Citation: Howard CV, Johnson DW, Morton J, Michaelis S, Supplee D, et al. (2018) Is a Cumulative Exposure to a Background Aerosol of Nanoparticles Part of the Causal Mechanism of Aerotoxic Syndrome? J Nanomed Nanosci: JNAN-139. DOI: 10.29011/JNAN-139.100039

Received Date: 18 January, 2018; Accepted Date: 31 January, 2018; Published Date: 07 February, 2018

#### Abstract

We present strong evidence for the presence of aerosols of Nano-particles (also termed Ultrafine Particles (UFPs) in aerosol science) in the breathing air of pressurized aircraft using engine bleed air architecture. The physical and chemical nature of engine oils and the high temperatures attained in aircraft jet engines (up to 1,700°C in the oil circulation and up to 30,000°C in the bearings) explain why UFPs are to be expected. A discussion of oil seals used in gas turbine engines concludes that they will permit UFPs to cross them and enter the breathing air supply, in conjunction with a complex mixture of chemicals such as triaryl phosphates which are neurotoxic. A consideration of the toxicology of Nano-particles concludes that their continual presence over a typical working lifetime of up to 20,000 hours in aircrew will predispose them to chronic respiratory problems and will exacerbate the translocation of neurotoxic substances across the blood brain barrier.

**Keywords:** Aero Gas Turbine Engines; Aerotoxic Syndrome; Boeing 787 (B787) model, which has reverted to the earlier concept



## AEROTOXIC SYNDROME: A NEW OCCUPATIONAL DISEASE?

Susan Michaelis<sup>1</sup>, Jonathan Burdon<sup>2</sup>, C. Vyvyan Howard<sup>3</sup>

<sup>1</sup> School of Health Sciences, University of Stirling, United Kingdom

<sup>2</sup> Consultant Respiratory Physician, Melbourne, Australia

<sup>3</sup> Centre for Molecular Biosciences, University of Ulster, United Kingdom

Corresponding author: Susan Michaelis (email: [susan@susanmichaelis.com](mailto:susan@susanmichaelis.com))

## ABSTRACT

**Background:** Concerns related to adverse health effects experienced by aircrew exposed to aircraft contaminated air have been ongoing for over 6 decades. Unfiltered breathing air is supplied to the cabin via the engine compressor. The likelihood that oil leaking over the engine oil seals may enter the cabin air supply has prompted continuing debate about the hazards associated with exposure to neurotoxic substances and to the thermally degraded or pyrolysed mixture. In this study, we undertook an in-depth investigation

of aircrew involved in suspected aircraft contaminated air events.

**Methods:** Two studies were conducted to review the circumstances and symptoms of a cohort of aircrew working in the pressurized air environment of aircraft. A table of effects was then used for categorizing symptoms and reviewing other sources of data related to aircraft fluids and selected other conditions.

**Results:** Both acute and chronic exposures to neurotoxic and a wide range of thermally

degraded substances were confirmed, along with a clear pattern of acute and chronic adverse effects. The latter were supported by medical findings and diagnoses, notably involving the neurological, neurobehavioural and respiratory systems.

**Conclusion:** A clear cause and effect relationship has been identified linking the symptoms, diagnoses and findings to the occupational environment. Recognition of this new occupational disorder and a clear medical investigation protocol are urgently needed.

**Keywords:** AEROTOXIC SYNDROME, AEROTOXICITY, CABIN AIR CONTAMINATION, CABIN AIR QUALITY, JET ENGINE OILS, OIL FUMES, TCP

## INTRODUCTION

In 1955, the first civilian aircraft adopted the military practice of bleeding unfiltered air (so-called bleed air) from engine compressors to supply the cabin ventilation system. Adverse effects on crew exposed to low levels of synthetic jet engine oil leaking over the oil seals were soon observed (1). It was promptly recognized that air bled from the engine compressors was contaminated via internal engine oil leakage into the compressor air (2). Hydraulic and de-icing fluids may also contaminate incoming engine air. Military studies found that the base stock of engine oils produce a wide variety of toxic substances as temperatures increase (i.e. when pyrolysed) (3).

Turbine engines utilize synthetic lubricants that generally include an ester base stock (95%), a wide variety of triaryl phosphates (TAPs), organophosphate (OP) anti-wear additives (around 3%), amine antioxidants and proprietary ingredients (1–2%). The commercial formulation of the OP additive is generally cited as tricresyl phosphate (TCP). Exposure of such substances to extreme temperatures generates a large number of pyrolysed compounds and hydrocarbons. Hydraulic fluids are made up primarily of tributyl phosphates (TBPs) and triphenyl phosphates, while de-icing fluids consist of ethylene and propyl glycols.

Over the last 2 decades, many ad hoc air-monitoring studies have been performed during normal engine



Home About Health Info Flight Safety Research Recent News

## Home



<https://gcaqe.org/>



<http://www.aerotoxic.org/>

# Arbeidsmiljøet har stor betydning for helse og levealder

**86 år**  
- så lenge kan en  
kvinnelig fysioterapeut  
forvente å leve

## Levealder

Forventet gjensvarende levetid er det antall år en person i en gitt alder er forventet å leve under dødelighetsforholdene, enkelt sagt hvor mange som dør, i en gitt periode, ofte et kalenderår. Forventet levealder beregnes i en dødelighetstabell basert på de aldersavhengige døds sannsynlighetene for hvert kjønn og for ulike aldersstrinn – opp til 105 år i offisiell dødelighetstatistikk. For nærmere beskrivelse og særskilte tilpasninger av opplysningene om dødelighet i denne analysen, se Borgan og Texmon (2015).

Datakilder for beregningene av levealder er:  
Data om alle bosatte etter kjønn og alder per 1. januar i årene 1981–2014.  
Opplysninger om dødsfall i Årgangsdata fra befolkningsstatistikk 1981–2013.

## Levealder i ulike yrker

### Høy utdanning og godt arbeidsmiljø bidrar til et langt liv

Dersom man har jobbet i et yrke som krever en lang utdanning, ser det ut til at man lever lenger enn gjennomsnittet i Norge. Blant yrkene med lavere utdanningskrav finner vi enkelte med store arbeidsmiljøproblemer, der utøverne har kortere livsutsikter. Kjemiske miljøbelastninger gir mest tap av levetid, men ikke mer enn 1,5 år når vi bare sammenlikner menn i yrkesgrupper med nokså likt utdanningsnivå.

Studier av dødelighet etter yrke har vært et klassisk tema i dødelighetsforskningen. På 1970- og 80-tallet ble det gjennomført flere slike arbeider i Statistisk sentralbyrå (SSB), og en oppsummering er gitt av Borgan (2009). Nylig ble de supplert av en analyse med utgangspunkt i data fra perioden etter årtusenskiftet (Borgan og Texmon 2015). Først og fremst har nye kilder for yrkesopplysninger kommet til, og i tillegg følger inndelingen av yrkene en nyere standard (se tekstboks om yrkesstandarder).

Nyere standarder for yrkesklassifisering legger større vekt på hvilken utdanningsnivå som kreves for å utøve yrkene, enn det som var tilfelle i den som ble brukt i de tidligere analysene av yrkesdødelighet. Det vil si at hovedinndelingen av yrkene i ni såkalte *yrkesfelt* i stor grad sorterer dem etter utdanningsnivå. Nå gir ikke yrkeskoden noe presist uttrykk for utøvernes utdanning, men sammenlikninger av yrkes- og utdanningskoder på individnivå – i folketellingsmateriale fra 2011 – har dokumentert at det likevel er sterk sammenheng mellom nivået for utdanning representert ved de to kildene (Statistisk sentralbyrå 2011).

En helt annen gruppering, som også ble brukt i analysen av yrkesdødelighet fra 2015, bygger på informasjon om arbeidsmiljøbelastninger i ulike yrker. Nærmere bestemt er dette kartlagt i en levekårsundersøkelse gjennomført ved SSB (LKU 2009). Nasjonal overvåking av arbeidsmiljø og -helse (NOA), som er en del av Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI), har så benyttet dette materialet til å lage en inndeling av yrkene i 47 grupper, eller såkalte NOA-yrker. Med utgangspunkt i disse to inndelingene har det vært mulig å se nærmere på hvilken betydning både utdanning og arbeidsmiljø kan ha for forskjellene i levealder mellom yrker.

#### Prester på topp blant menn...

Yrket med høyest forventet levealder for menn i 1996-2000, var presteyrket, med 81 år. Tilsvarende lå «geistlige yrker» (fellesbetegnelse for prester,

# Arbeidsmiljøbelastning og levealder

- **Høyest eksponering for arbeidsmiljøbelastninger er det for enkelte grupper industriarbeidere, som i olje- og gassindustri.**
- **For denne gruppen var levealderen 78 år, det vil si godt under gjennomsnittet blant alle gruppene i denne perioden.**
- Lavt i levealder lå også NOA-grupper som ufaglærte, renholdere, sjåfører og rørleggere og operatører i næringsmiddelproduksjon, som alle har betydelige innslag av arbeidsmiljøbelastninger.
- Ut fra disse eksemplene kan det se ut til at menn i NOA-grupper med omfattende miljøbelastninger ofte har lav levealder, og at dette oftest gjelder yrkesgrupper med lavt til middels utdanningsnivå.

## «MS-saken på Statfjord»



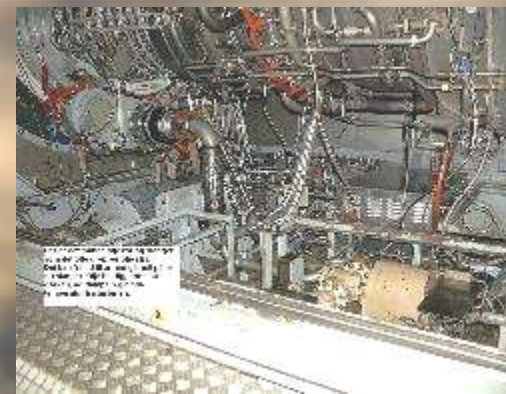
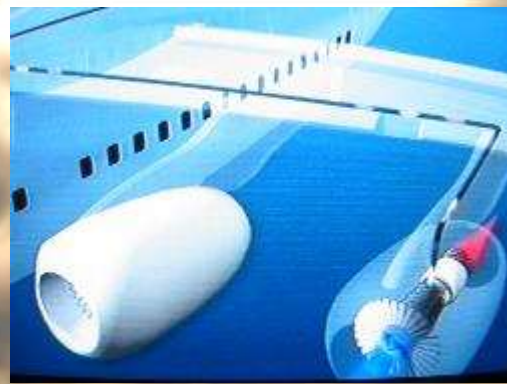
**SKADD:** Harry Stiegler Brevik jobbet ved turbinene på Statfjord A i Nordsjøen. I 1987 ble han alvorlig syk.  
Foto: Asle Hansen

# - Dattera mi har aldri sett en far uten helseproblemer

annonse

Slående likheter mellom skadde piloter og

<http://www.dagbladet.no/nyheter/2008/05/08/534738.html>



Informasjon til Sikkerhetsforum. Oppfølging etter møte 26. januar 2010  
Aerotoxic Syndrome = samme som "MS-saken" offshore?

# Informasjon til Sikkerhetsforum

Oppfølging etter møtet 9. april 2015

Helsefare fra smøroljene MIL-PRF-23699 benyttet i luftfart og på aeroderivative gassturbiner.



Aeroderivativ turbin

# Arbeidsmiljøeksponering, helserisiko og registrering av helseskade.

Alarm om benzeneksponering fra avluftning av tetningsoljer i gasskompressor

Møte i Sikkerhetsforum, Petroleumstilsynet 6. april 2016

[www.ptil.no/sikkerhetsforum](http://www.ptil.no/sikkerhetsforum)

Halvor Erikstein  
organisasjonssekretær/  
yrkeshygieniker SYH  
[www.safe.no](http://www.safe.no)



Informasjon til Sikkerhetsforum i møte 7. juni 2017:  
Merking av utslippspunkter (venter):  
Det en ikke vet er veldig helseskadelig



Halvor Erikstein  
organisasjonssekretær/  
yrkeshygieniker SYH  
[www.safe.no](http://www.safe.no)



# Innovasjonsdagen2017

Petroleumstilsynet

10. november 2017, Valhall

Arbeidstakernes  
bidrag i innovasjon

ARBEIDSMILJØ OG  
DIFFUSE UTSLIPP  
Volum av utslipp?  
Kjemiske forbindelser?  
Sammensetning?  
Spredning?  
Kartlegginger?  
Risikovurderinger?  
Helsefare?  
Helseovervåkning?

?

Halvor Erikstein  
organisasjonssekretær/  
yrkeshygieniker SYH  
halvor@safe.no  
www.safe.no

<http://www.ptil.no/rapporter-og-seminarer/presentasjoner-fra-innovasjonsdagen-2017-article13187-1048.html>

7. Mai 2018, Oslo

## En arbeidsplass for gravide - en arbeidsplass for alle



Er din arbeidsplass tilrettelagt for at gravide kan utføre sitt arbeid på en trygg måte?

Fullt forvarlig arbeidsmiljø innebærer at arbeidstakere skal kunne utføre sin jobb på en sikker måte, og at risiko er kjent og kontrollert til et forsvarlig nivå. Dette gjelder også for kommende mødre, fedre, gravide og fostre. Risikovurderinger av arbeidsplasser gir informasjon om hvilke arbeidsprosesser og hvilke områder som kan utgjøre en risiko: Det være seg ioniserende stråling, reproduksjonsskadelige kjemikalier, nattarbeid, tungt fysisk arbeid etc. Hvordan løser arbeidsgiver utfordringen med tilrettelegging? Her kan spennet være stort fra full omplassering, tas vekk fra enkeltoppgaver, til sykemelding. Temaene belyses med faglig spennende innlegg fra STAMI, BHT, Industri og Arbeidstilsynet.



|       |                                                                                            |                                                                                                     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 08:00 | <b>Registrering</b>                                                                        |                                                                                                     |
| 09:00 | <b>Velkommen</b>                                                                           | Ved Fagrådet                                                                                        |
| 09:05 | <b>Gravides rettigheter - hvorfor er det så vanskelig</b>                                  | Ebba Wergeland                                                                                      |
| 09:30 | <b>Hva er det i arbeidsmiljøet som er farlig for kommende foreldre og fostre?</b>          | Karl Christian Nordby, Avdelingsdirektør - Avdeling for arbeidsmedisin og epidemiologi (AME), Stami |
| 10:30 | <b>Pause - med snacks</b>                                                                  |                                                                                                     |
| 10:45 | <b>Graviditet og arbeid - hva sier regelverket</b>                                         | Tone Eriksen, Overlege Arbeidstilsynet                                                              |
| 11:30 | <b>Lunsj</b>                                                                               |                                                                                                     |
| 12:30 | <b>Gravid i jobb &gt;)</b>                                                                 | Elin Sommer Landsend, bedriftsjordmor, Ahus Bedriftshelsetjeneste (BHT)                             |
| 13:00 | <b>Risikovurdering og tilrettelegging i industri</b>                                       | Siri Helland Hansen, Konsernrådgiver Toksikologi og yrkeshygiene, Elkem AS                          |
| 13:30 | <b>Pause - med snacks</b>                                                                  |                                                                                                     |
| 14:00 | <b>Vaportini på jobb. Desinfeksjon av overflater.</b>                                      | Hans Thore Smedbold, fagleder helse og arbeidsmiljø, Proactima AS                                   |
| 14:30 | <b>Fosterskadelige stoffer i arbeidsmiljøet. En alvorlig og undervurdert miljøtrussel.</b> | Halvor Erikstein, Yrkeshygieniker, Safe                                                             |
| 14:50 | <b>Pause</b>                                                                               |                                                                                                     |
| 15:00 | <b>Risikovurdering av arbeidsmiljø for arbeidstakere i fertil alder / gravide</b>          | Innledning + paneldiskusjon. Ansvarlig: Fagrådet NYF.                                               |
| 15:50 | <b>Oppsummering / Avslutning</b>                                                           |                                                                                                     |

### PRAKTISKE OPPLYSNINGER

**DATO:** 7. mai 2018 kl 09:00 til 16:00

**STED:** Thon Hotel Opera, Oslo

**PÅMELDINGSFRIST:** 22. april 2018

### PRIS, INKLUDERT LUNSJ OG PAUSESNAKS:

Medlemmer NYF: 2400,-

Ikke-medlemmer: 2900,-

Studenter/arbeidsledige/pensjonister: 1300,-

Overnatting: 1.495,-

Overnatting gjøres opp direkte med hotellet, men bestill overnattingen via NYF for rabatterte pris.

### PÅMELDING

Send e-post til [fagsekretar@nyf.no](mailto:fagsekretar@nyf.no) med følgende opplysninger:

Navn, Fakturaadresse, Om overnatting ønskes eller ikke, Medlem eller ikke av NYF, Eventuelle allergier i forhold til mat

### AVBESTILLING

Ved avbestilling etter påmeldingsfristen vil hele konferanseavgift bli fakturert.

### KONTAKTPERSON

Eirik Stensvik  
[fagsekretar@nyf.no](mailto:fagsekretar@nyf.no)

[www.nyf.no](http://www.nyf.no)

# Krav om helsekartlegging

- Skiftarbeid er en stor belastning og gir nedsatt helse. Men i tillegg til den spesielle skiftordningen er arbeidstakerne i olje- og gassindustrien utsatt for svært sammensatt kjemisk eksponering, ekstreme støynivå og hard langvarig fysisk belastning. Hva dette betyr for helse, sykdomsutvikling, uførhet og levealder er ikke kartlagt.
- Eksempelvis omhandler den «store» kreftundersøkelsen offshore bare de som fylte ut spørreskjema i 1998 og hadde vært minimum offshore i 20 døgn mellom 1965 og 1998.
- De som ikke følges opp:
  - De som ikke fylte ut skjema
  - De som ikke var startet offshore i 1998.
  - De som tilhører landanleggene

**SAFE kongress krever at det gjennomføres full kartlegging av alle helseutfall som kan være forårsaket av arbeidsmiljøeksponering.**

## Krav om kartlegging av ultrafine partikler

- Ny kunnskap viser at eksponering for ultrafine partikler i eksos og kjemiske utslipp er svært helseskadelig både for blod- og nervesystem.
- Ultrafine partikler (UFP) kan passere blod-/hjernebarrieren.
- SAFE kongress krever at alle eksos – og kjemikalieutslipp kartlegges også med hensyn på UFP og at helsefaren blir tatt hensyn til.

## Kartlegging av benzeneksponering

- Benzen er en svært kreftfremkallende forbindelse som finnes naturlig i oljen og gassen. Benzen kan forårsake blod- og lymfekreft etter kort tids eksponering.
- På tross av de alvorlige helsefaren blir benzeneksponering fortsatt dårlig kartlagt og mange er utsatt for høye nivåer uten å være klar over det.
- **SAFE kongress krever at all benzeneksponering blir kartlagt og ny kunnskap om helsefaren blir lagt til grunn ved risikovurderingene**

Sjekk alltid om det er difuse utslipp i området!

