

Utfordring til «Karbon-Knut» etter  
Norsk olje og gass årskonferanse 2018;  
**La jakten på lavkarbon komme  
arbeidsmiljøet til gode!**

*Når jeg kommer på kontoret  
i de ulike avdelingene, vet de  
hvorfor jeg er der. Da er det  
lavkarbon som gjelder.*

Energileder på norsk sokkel,  
Knut Simon Helland.

Et stort spørsmål:  
Hvordan kan de snakke om  
miljø uten å inkludere  
arbeidsmiljø og eksponering  
av mennesker?



**MOMENT**  
FREMTIDEN UNDER ARBEID

**MOMENT**  
FREMTIDEN UNDER ARBEID

**MOMENT**  
FREMTIDEN UNDER ARBEID



<https://www.norskoljeoggass.no/om-oss/nyheter/2018/03/arskonferansetalen-2018/>

<https://www.youtube.com/watch?v=kp9O6anK9uw> tid 2:27:00

# Slik hjalp «Karbon-Knut» Statoil å nå utslippsmålet 2,5 år før tiden

— Bergen

FOTO: TRY/APT



Som en slags «karbon-detektiv», er det Knut Simon Hellands jobb å jakte mulige CO2-kutt i Statoil.

Da Helland begynte som energileder for norsk sokkel i Statoil i 2014, hadde han en krevende oppgave foran seg: 1,2 millioner tonn CO2-utslipp skulle kuttes fra norsk sokkel innen 2020. Det tilsvarer det årlige utslippet fra 600.000 diesel- og bensinbiler.

- Vi fikk jo umiddelbar panikk da vi hørte om dette hårete målet, sier Helland og ler på karakteristisk vis.

Statoil hadde da nylig nådd målet fra 2008 om å redusere 800.000 tonn årlig frem mot 2020. Men da oljeprisen sank som en stein og det ble enighet om den historiske klimaavtalen i Paris i desember 2015, ble behovet enda større for å sette inn støtet.

Oppjusteringen til 1,2 millioner årlig virket håpløs i starten, forteller Helland. Det var knapp tid og vanskelig å se for seg hvordan de skulle få det til.

- Vi skulle produsere akkurat like mye som tidligere, vi skulle bare bruke mindre energi. Og når vi bruker mindre energi, slipper vi ut mindre CO2, forteller 50-åringen.

Allerede i september i fjor, to og et halvt år før fristen, nådde Statoil målet. Knut Simon fikk kallenavnet «Karbon-Knut» og ble belønnet med Enovaprisen.

*Når jeg kommer på kontoret i de ulike avdelingene, vet de hvorfor jeg er der. Da er det lavkarbon som gjelder.*

Energileder på norsk sokkel, Knut Simon Helland.

## Alle monner drar

### Alle monner drar— slik kuttet vi 1,2 millioner tonn CO2

Flere mennesker vil trenge mer energi i fremtiden samtidig som man jobber for å nå ambisiøse klimamål. Da må olje- og gassindustrien tenke annerledes. Maskinist og nå energileder Knut Simon Helland i Statoil mener dette byr på muligheter for bransjen, ikke bare utfordringer.

—Det føles jo alltid mye bedre når man kjenner at man bidrar til en bedre løsning.

Knut Simon Helland pleide å bygge motorer. Detaljert arbeid hvor hver lille enkeltdel spiller en avgjørende og viktig rolle for at motoren skal gå. Hvorfor kan man ikke tenke på samme måte med Statoil, spurte han seg.

I en verden som krever mer energi hver dag, men hvor klimaendringene er en reell trussel, kreves det bedre, og ofte helt nye løsninger. I Statoils lavkarbonmotor spiller hver lille del en viktig rolle.

Og alt handler om å møte utfordringene som kommer.

”

—Det føles jo alltid mye bedre når man kjenner at man bidrar til en bedre løsning

KNUT SIMON HELLAND - ENERGILEDER FOR NORSK SØKKEL I STATOIL



## Alle må dra lasset

#### ALLE MÅ DRA LASSET

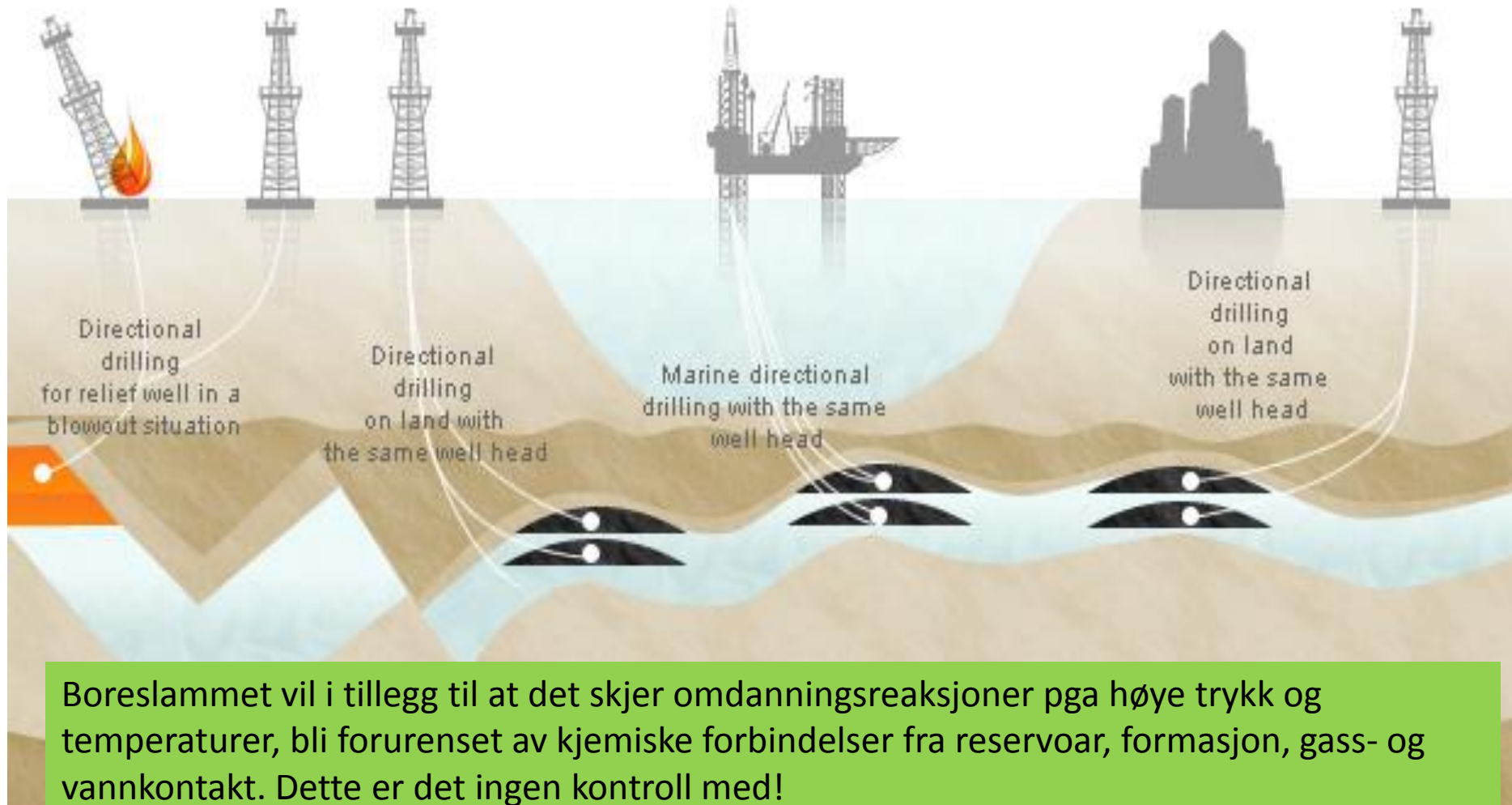
Sommeren 2014 begynte Knut Simon Helland i jobben som Energileder for norsk sokkel. Han så raskt at Statoil måtte kutte i utslippene, men at dette måtte gjøres uten å øke kostnadsnivået i industrien.

Da oljeprisen sank som en stein, og det ble enighet om den historiske klimaavtalen i Paris i desember 2015, ble behovet for å sette inn støtet enda større.

Helland ønsket å gjøre klimamål og energieffektivitet til noe alle i Statoil kunne bidra til. Ved å dele opp målene i mange små mål innen rekkevidde fikk han de fleste til å føle at de kunne bidra. 200 små og store tiltak for å effektivisere og kutte ble satt i verk, og resultatene lot ikke vente på seg. Som følge av jobben reduserte Statoil CO<sub>2</sub>-utslippene med 1.200.000 tonn kun fra offshoreinstallasjonene i Norge. Det målet nådde man i 2017, to år før tiden.

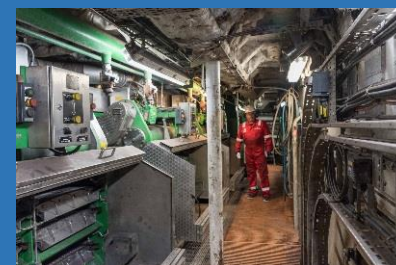
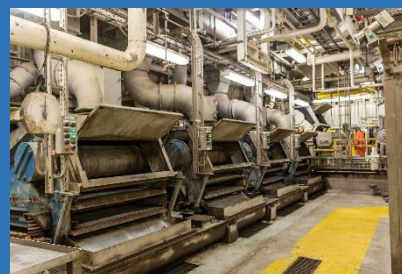
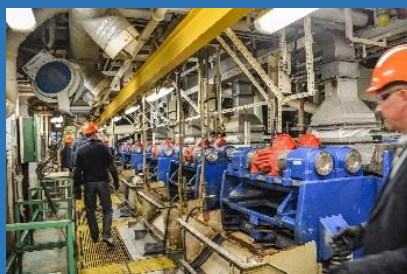
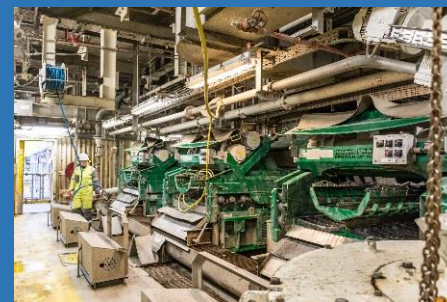
—Se for deg at du jobber to ukers turnus på en plattform. Du føler du skaper verdier for Norge. Men når du kommer hjem blir du møtt med skeptisisme og anklager om at du jobber i en skitten industri. Men ved at vi får alle til å bidra til å kutte utslipp blir det lettere å være stolt og kunne si at du for eksempel har vært en del av å skape et nytt vanninjeksjonssystem som reduserer utslippene betraktelig, sier Helland.

# 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 rensar boreslammet ved hjelp av vakuum over en roterende filterduk. Teknologien gir i forhold til vibrasjonssikter (shakere) en dramatisk reduksjon i eksponering for kompleks avgassing (kjemisk cocktail), aerosoler, støy og vibrasjon.

## 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
- Totalt mindre utslipp av eksos, partikler og ultrafne 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>

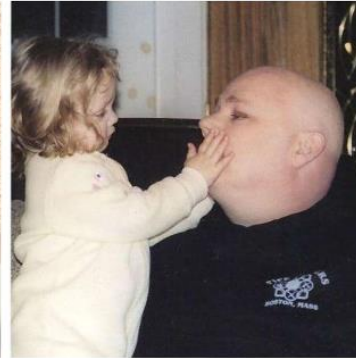
# Benzen og arbejdsbetinget kreft – om kunnskap som ikke kom fram

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



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

**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.**

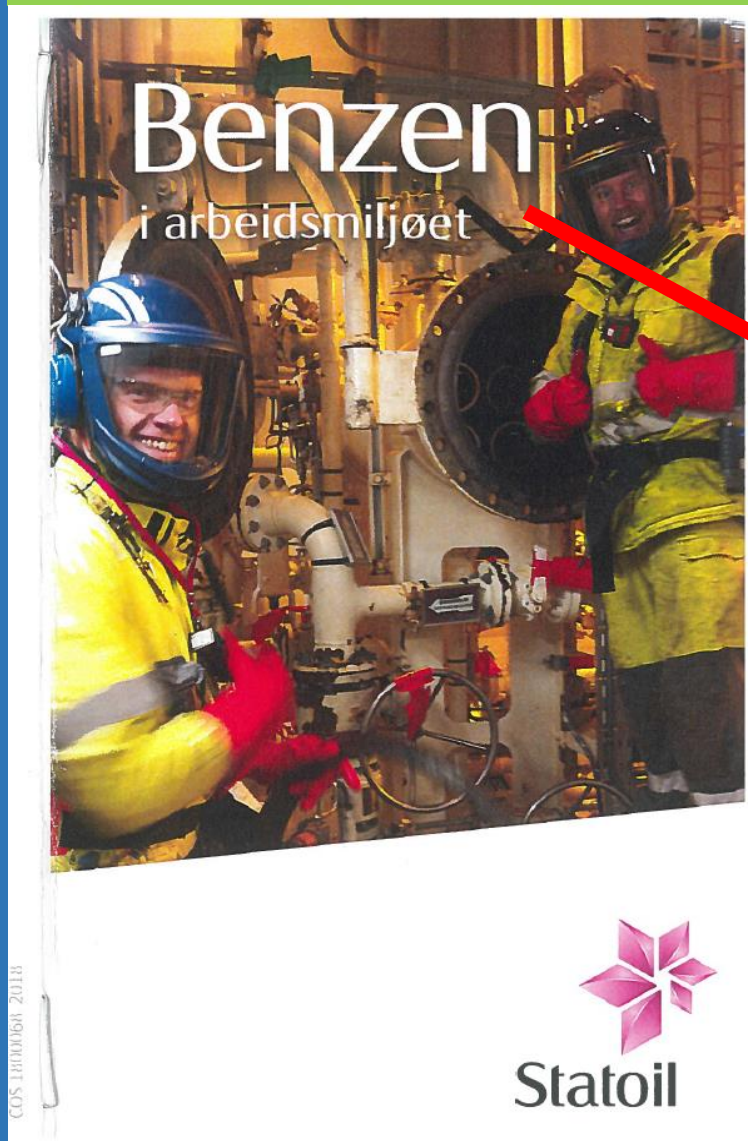
Annankatu 18, P.O. Box 400, FI-00121 Helsinki, Finland | Tel. +358 9 686180 | Fax +358 9 68618210 | echa.europa.eu



Det vil være benzeneksponering fra boreslammet

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

# 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 gasstørking
- Brukt amin for CO<sub>2</sub> fangst
- Returnud med gass (shakerrom)
- Naturgass/brenngass
- Slam i åpent avløp
- Produisertvann, væske fra regenereringskompressor
- Tetningsolje
- Diesel

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



# Kjemisk cocktaileffect



Chemical cocktails  
– a serious matter of concern



## Something from nothing

Research indicates that combined exposure to multiple chemicals can add up the effects of these substances, thus having a much larger effect than the chemicals would have individually.

Well documented studies on effects of endocrine disruptors show that multiple endocrine disruptors in doses that are considered safe individually can have serious effects when mixed. In experiments with laboratory rats, the effects include severe malformations of reproductive organs, increased distance between anus and genitals and increased retention of nipples in male rat pups. Such effects are sensitive markers for endocrine disruption.

Scientists expect these substances to have a similar impact on human baby boys.

## 0 + 0 + 0 = 3? DOSE ADDITION

For chemicals with similar types of effects, dose addition is the most widely used method for calculation of combination effects. This means that even if the individual substances are present in doses that do not cause effects on their own, the added doses may reach a level, which causes effects. As an example animal experiments have shown that exposure to small quantities of endocrine disrupting substances that individually are considered safe cause severe malformations of reproductive organs in rats. In this case the dose of each of these chemicals is put on top of each other. This is often referred to as "something from nothing".

Female

Male

TESTS ON RATS SHOW US THAT when rats are exposed to a mixture of endocrine disruptors each in safe doses, the male rat pups retain nipples like their female counterparts.

# This is the MudCube

The MudCube is the first compact, lightweight solids control system for all type of drilling fluids, eliminating the traditional process of shaking fluid and solids. The MudCube primary solids control technology separates solids and liquid differently from the traditional type of high G forces vibrating shale shakers, using a combination of high air flow and vacuum to separate all types of drilling fluids from drilled solids.

[View Details](#)



## Why MudCube?



### Cost Reduction

The MudCube will decrease your cost and reduce drilling fluid lost up to 80%.



### Solid Removal Efficiency

With MudCube's technology achieve Oil On Cuttings levels below 6,9 wt % and lower Mud on Cuttings.



### Health, Safety & Environment

MudCube reduces noise, vibration, oil-vapor, oil-mist & environmental impact.



### Lighter Deck Load

Similar footprint but significantly less weight than other vibrating type shale shakers.

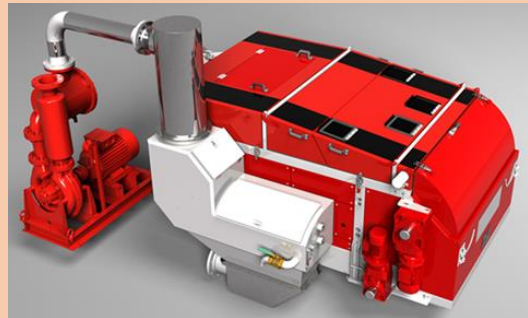
<https://cubility.com/>

# Executive summary – Cubility AS

## Cubility in brief

- ❑ Developed and introduced the MudCube, a step-change technology for solids control and mud treatment
- ❑ Achieved first commercial sale of the MudCube in 2012
- ❑ Orders for a large number of MudCubes received in 2013 and 2014 from a number of different customers
- ❑ Founded in 2005, located in Sandnes, Norway
- ❑ Acquired by Triton, April 2014

## The MudCube



## Projects as per June 2017

- ❑ Maersk Giant
  - ❑ Askepott, Statoil (Jack-up)
  - ❑ Askeladden, Statoil (Jack-up)
  - ❑ Chevron, onshore trial US
  - ❑ Maersk Gallant
  - ❑ Scarabeo 5
  - ❑ Statoil Peregrino A ( Brazil )
  - ❑ Noble Lloyd Noble, Statoil Mariner
  - ❑ Mariner Jacket PDQ, Statoil
  - ❑ Saudi Aramco, Sino 7
  - ❑ Maersk Resolve
  - ❑ Shell Sarawak, Malaysia
  - ❑ BOS Solution, onshore US / Canada
  - ❑ Sichuan / CNPC, onshore China
  - ❑ Petrobras, onshore Brazil
  - ❑ Johan Sverdrup PDQ, Statoil
  - ❑ EQT, onshore US
  - ❑ Murphy, onshore Canada
  - ❑ Shell, onshore Canada
  - ❑ BOMCO, onshore China
  - ❑ Naga 8, HESS, Malaysia
- ❑ Total of 79 wells drilled with MudCubes as pr Aug 2017
- ❑ Total of approx 150 MudCubes sold as pr Aug 2017

## Cubility head office and sales offices



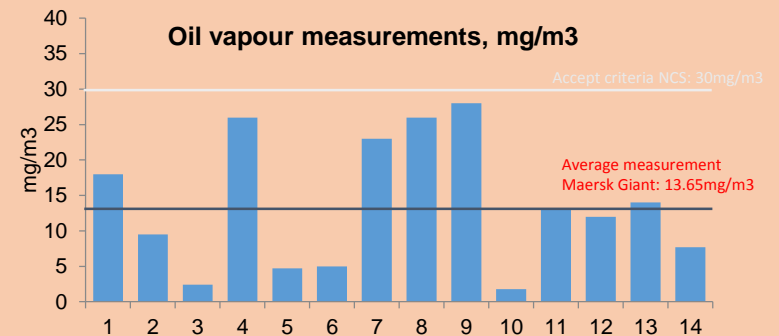
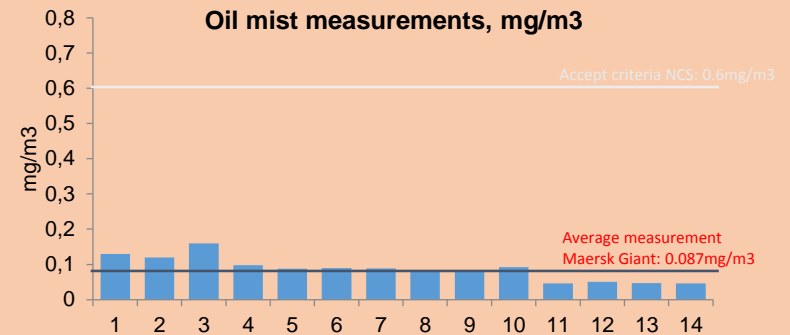
# Working environment on Maersk Giant

## Shaker room on Maersk Giant\*

- Vapor and oil mist are eliminated in the shaker room due to the enclosed system and airflow through the MudCube
- The noise from the MudCube system is significantly lower than from the previous system
  - Noise level tested to maximum 74 dBA in the upper shaker house by Lloyd's Register ODS
  - No restriction on maximum working time or required hearing protection
- The structural vibration is eliminated
- The MudCube system is the only solids control system which today meets the given regulations with regards to the working environment on the NCS
- *"I went to get a coffee and brought it back to the MudCube lounge because this is the nicest place to be" - Roughneck*



## Measurement of oil mist and vapours during operations



Tester:	Intertek
Date:	5-6th Jan 13
Flowrate:	3 500 ltr/min
Mud:	Versatec OBM
Flow-line temp:	60 deg. C
Locations:	14 samples from the shaker room

\* 3 MudCubes in operation on Maersk Giant since October 2012 ( 16 wells )



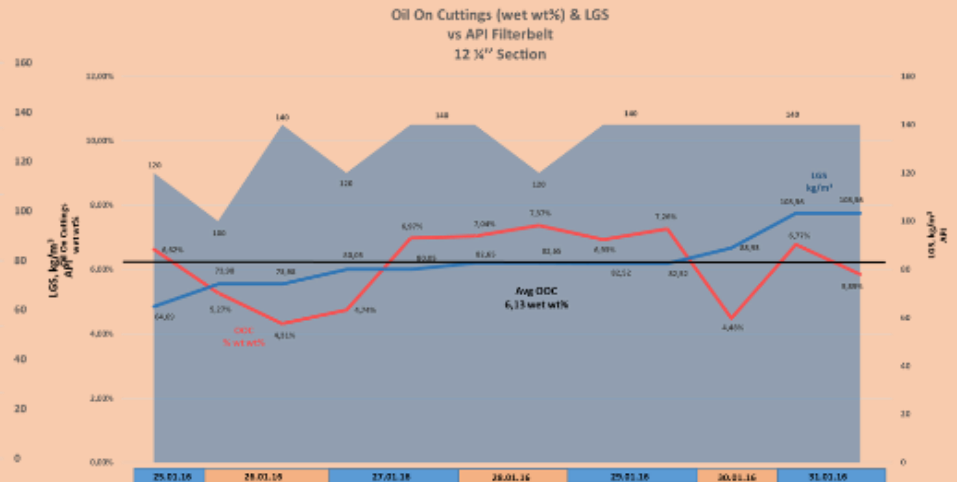
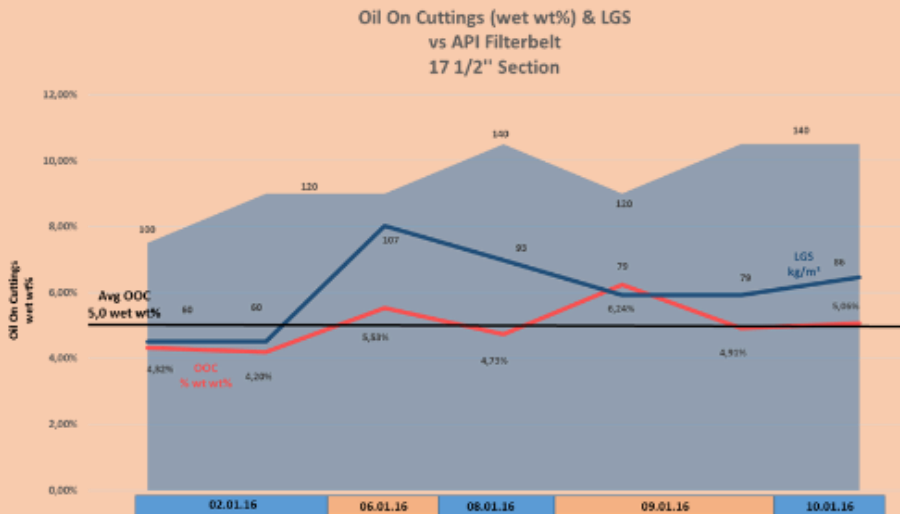
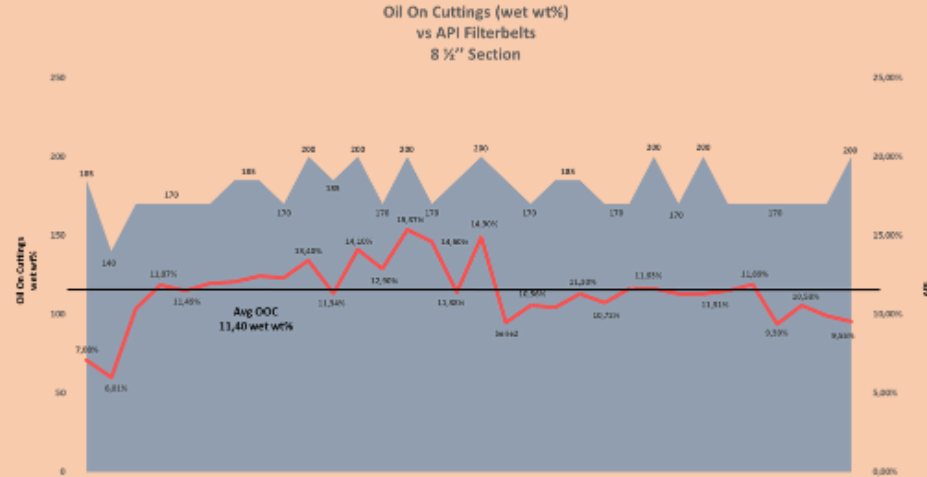
# Operational performance – Mud On Cuttings

Mud On Cuttings ( vol % ) ( fluid adherence )



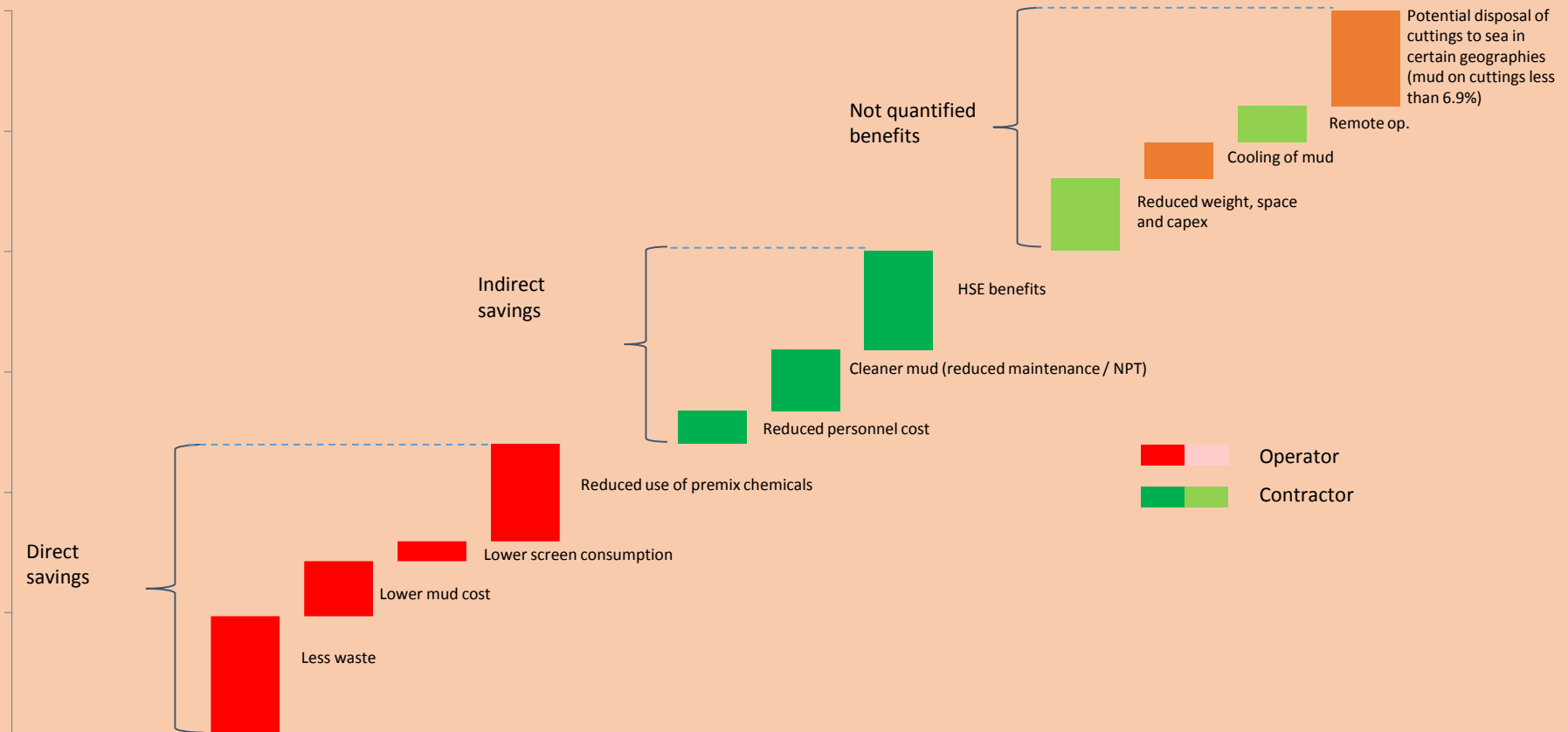
# Oil On Cuttings on HA-4 (OOC) – M Resolve

- Average Oil On Cuttings measurements in each sections:
  - 17 ½": 5,0 wet wt%
  - 12 ¼": 6,13 wet wt%
  - 8 ½": 11,4 wet wt%
- Weighted Oil On Cuttings on HA-4: **6,11 wet wt%**



# MudCube value proposition

Value to customer

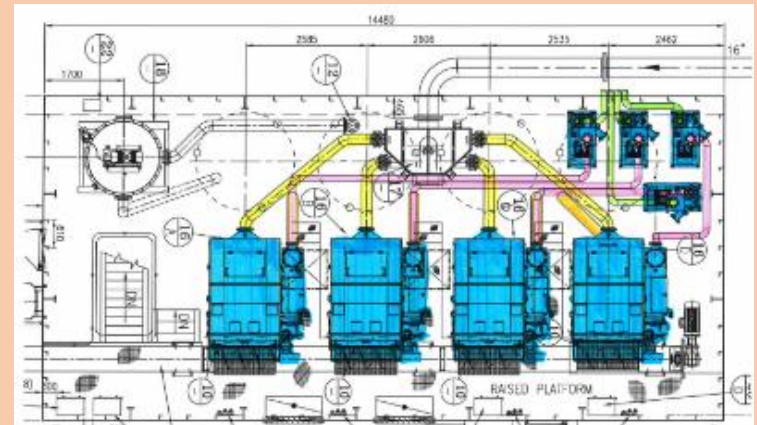
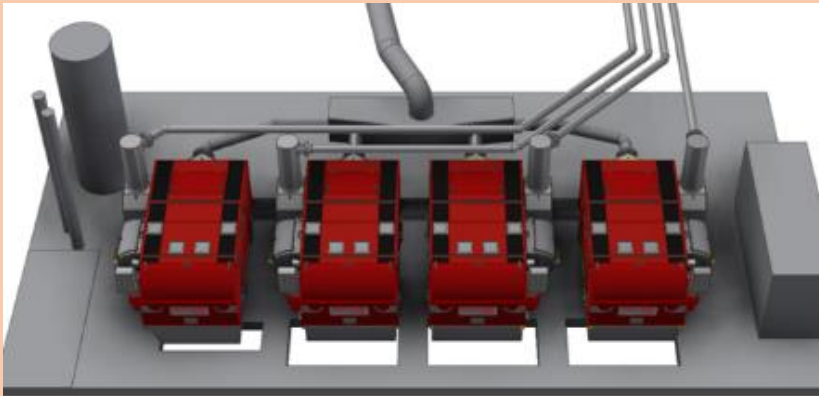


Significant operational savings

# General for Retrofit installations

Most rigs are well suited for an upgrade including MudCube installation, but the degree of modifications required will vary some.

- ❑ MudCubes will occupy approximately the same foot-print as existing shale shakers.
- ❑ Mud Inlet can normally be piped to existing Mud Inlet arrangement with minor modifications.
- ❑ Cuttings can be delivered at same arrangement as with shakers.
- ❑ Clean Mud can be delivered to active system with minor modifications as with shakers.
- ❑ Existing header box / flow divider arrangements can normally be re-used.
- ❑ Electrical panels can be located either in safe area or in hazardous area (shaker room).
- ❑ Vacuum Units can be located in shaker room or other adjacent available area.
- ❑ Potential existing ventilation of shaker room can be reduced to normal room ventilation.
- ❑ Access to remove existing equipment and install new equipment must be planned / secured



# MudCube experiences Noble Lloyd Noble

- 6 MudCubes installed
- Operator: Statoil (Mariner Field)
- Started drilling November 2016
- To date, 23 sections drilled using MudCube as the only primary solids control equipment

- **24" sections**

- # sections drilled: 5
- Water Based Mud (UltraDril - KCl/Polymer)
- Typical ROP: 25 – 35 m/hrs
- Max flowrate over MudCubes: 4 600 lpm

- **17 1/2" sections**

- # sections drilled: 4
- Oil Based Mud (Rheliant Plus NS)
- Typical ROP: 35 m/hrs
- Max flowrate over MudCubes: 4 600 lpm

- **12 1/4 x 13 1/2" sections**

- # sections drilled: 5
- Oil Based Mud (Rheliant Plus NS)
- Typical ROP: 35 m/hrs
- Max flowrate over MudCubes: 4 400 lpm

- **9 1/2" sections**

- # sections drilled: 3 (incl pilot hole)
- Oil Based Mud (Rheliant Plus NS)
- Typical ROP: 20 m/hrs
- Max flowrate over MudCubes: 2 700 lpm



Well	24 INCH BATCH CAMPAIGN																	
	AMPC	AMPC	AMPC	AMPC	AMPH	AMPD	AMPR	AMPN	AMPR	AMPR	AMPD	AMPD	AMPR	AMPD (ST)	AMPD	AMPN	AMPN	AMPN
Section (inch)	9 1/2	24	17 1/2	12 1/4	24	24	24	24	17 1/2	12 1/4	17 1/2	12 1/4	9 1/2	12 1/4	9 1/2	17 1/2	12 1/4	9 1/2
Start section (date)	15.12.16	20.12.16	07.01.17	21.01.17	13.02.17	20.02.17	25.02.17	02.03.17	10.03.17	20.03.17	03.04.17	09.04.17	28.04.17	18.04.17	27.05.17	08.06.17	15.06.17	24.06.17
End section (date)	17.12.16	31.12.16	17.01.17	26.01.17	16.02.17	22.02.17	28.02.17	05.03.17	15.03.17	22.03.17	05.04.17	12.04.17	30.04.17	20.05.17	29.05.17	10.06.17	16.06.17	26.06.17
# days on section	3	12	11	6	4	3	4	4	6	3	3	4	3	3	3	3	2	

# Operational reliability

## Feedback from Customers

- ❑ Total running-hours all MudCubes in operation: 230 000 hours
- ❑ None Productive Time (NPT) registered due to MudCubes: 0 hours

*"I hereby confirm that in almost 2 years of operation MudCubes have not caused any down time to Maersk Resolve, nor NPT for the Client. Rig crew has in short time became fully competent and trained for operation and maintenance of MudCubes, hence change out of parts or consumables is a routine task.*

*Spare parts and consumables required were always available of the shelf with extremely fast delivery, and the online support from Cubility Technical team was first class, allowing us to maintain close dialogue and deliver additional value to the Client."*

Predrag Berlafa, Rig Manager Maersk Resolve, February 19<sup>th</sup> 2016

*"Our experience with MudCubes is that we did not have any rig down time or NPT caused by MudCubes. There has been periods where we have done overhaul or upgrade on MudCubes as you can find in Cubility servicemen visit reports. But apart from that, the MudCubes did not cause revenue loss on Maersk Gallant."*

Sadi Ozturk, Rig Manager Maersk Gallant, February 22<sup>nd</sup> 2016

*"I hereby confirm that we have not experienced any downtime in relation to MudCubes on Maersk Giant."*

Rafal Iwanowski, Rig Manager Maersk Giant, February 20<sup>th</sup> 2016

*"Saipem hereby announce that there is no registered downtime MudCubes aboard the Scarabeo 5, MudCubes have high operating regularity and Cubility`s ability to support and consult our clients are very good. The support from Cubility during operation is also something which is especially in this context. Especially when you have a new technical solution for solids control like this, willingness to optimize both technical and for the users are absolutely present. We are in the opinion that the MudCubes gives us a safe and good regularity during Operation."*

Geir Skjevik, Rig Manager Scarabeo 5, February 19<sup>th</sup> 2016

# Nyttig rapport om behandling av boreavfall og betydning av å redusere avfallsmengdene



DET NORSKE VERITAS

## Rapport Vurdering av oljeholdig avfall fra petroleumsvirksomheten til havs

Oljeindustriens Landsforening

Rapportnr. 2012-4087/DNV Referansnr.: 149JIOC-3  
Rev.01, 2012-06-08

DET NORSKE VERITAS

Rapport for Oljeindustriens Landsforening  
Vurdering av oljeholdig avfall fra petroleumsvirksomheten til havs



MANAGING RISK

Vurdering av oljeholdig avfall fra petroleumsvirksomheten til havs	DET NORSKE VERITAS AS P.O.Box 300 1322 Høvik, Norway Tlf: +47 67 57 99 00 Faks: +47 67 57 99 11 http://www.dnv.com Org. nr.:NO 945748931MVA
Oppdragsgiver: Oljeindustriens Landsforening Vassbotnen 4033 STAVANGER Norway	
Oppdragsgivers referanse: Egil Dragsund	

Dato for første utgivelse:	2012-06-08	Prosjektnr.:	PP037293
Rapportnr.:	2012-4087	Organisasjonsenhet:	BDL Environmental Risk Management
Revisjon nr.:	Rev.01	Emnegruppe:	M33

Sammendrag:  
Utredningen beskriver historisk utvikling og prognose for genererte mengder av oljeholdig avfall fra petroleumsvirksomheten til havs. Behandlingsmetoder for oljeholdig avfall er beskrevet og behandlingskapasitet er kartlagt. Prognostiserte mengder er sammenholdt med fremtidig behandlingskapasitet. Konklusjonen er at det på et nasjonalt plan ikke vil være kapasitetsproblemer i forhold til behandling av oljeholdig avfall fra offshore-industrien. Dette utelukker ikke at det kan oppstå lokale utfordringer med kapasitet i kortere perioder hvis det blir levert store mengder på kort tid. Til sist i rapporten er det gitt en miljøbeskrivelse av disponeringsalternativer for oljeholdig avfall fra petroleumsvirksomheten til havs.

Utarbeidet av:	<i>Navn og tittel</i> Kjersti Reppen Karlsen Senior Consultant	<i>Signatur</i> 
Verifisert av:	<i>Navn og tittel</i> Stenar Nesse Business Development Leader	<i>Signatur</i> 
Godkjent av:	<i>Navn og tittel</i> Kjersti Myhre Head of section, Environmental Risk	<i>Signatur</i> 

	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, men fri distribusjon innen DNV etter 3 år	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet	Strengt konfidensiell	Fri distribusjon	Indekseringstermer
<input checked="" type="checkbox"/>					Nøkkelord
<input type="checkbox"/>					Førtlig avfall, oljeholdig avfall, prognose, reinjeksjon, boreaks,
<input type="checkbox"/>					Serviceområde
<input type="checkbox"/>					Markedssegment

Revisjon nr. / Dato:	Årsak for utgivelse:	Utarbeidet av:	Godkjent av:	Verifisert av:
Rev. 01	-	REPPKAR	STIMY	SNE

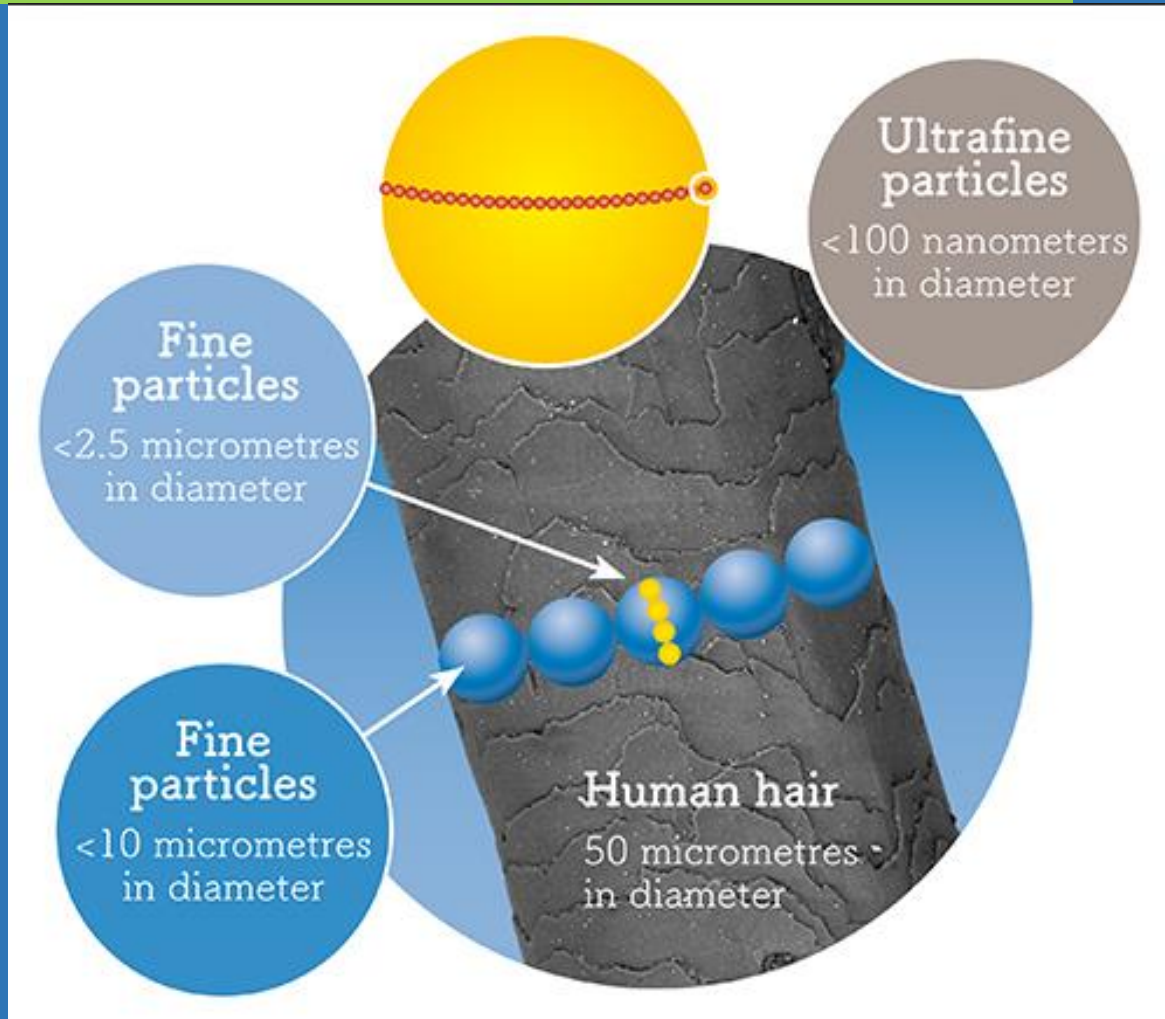
# EKSOS - ULTRA FINE PARTIKLER

- 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.

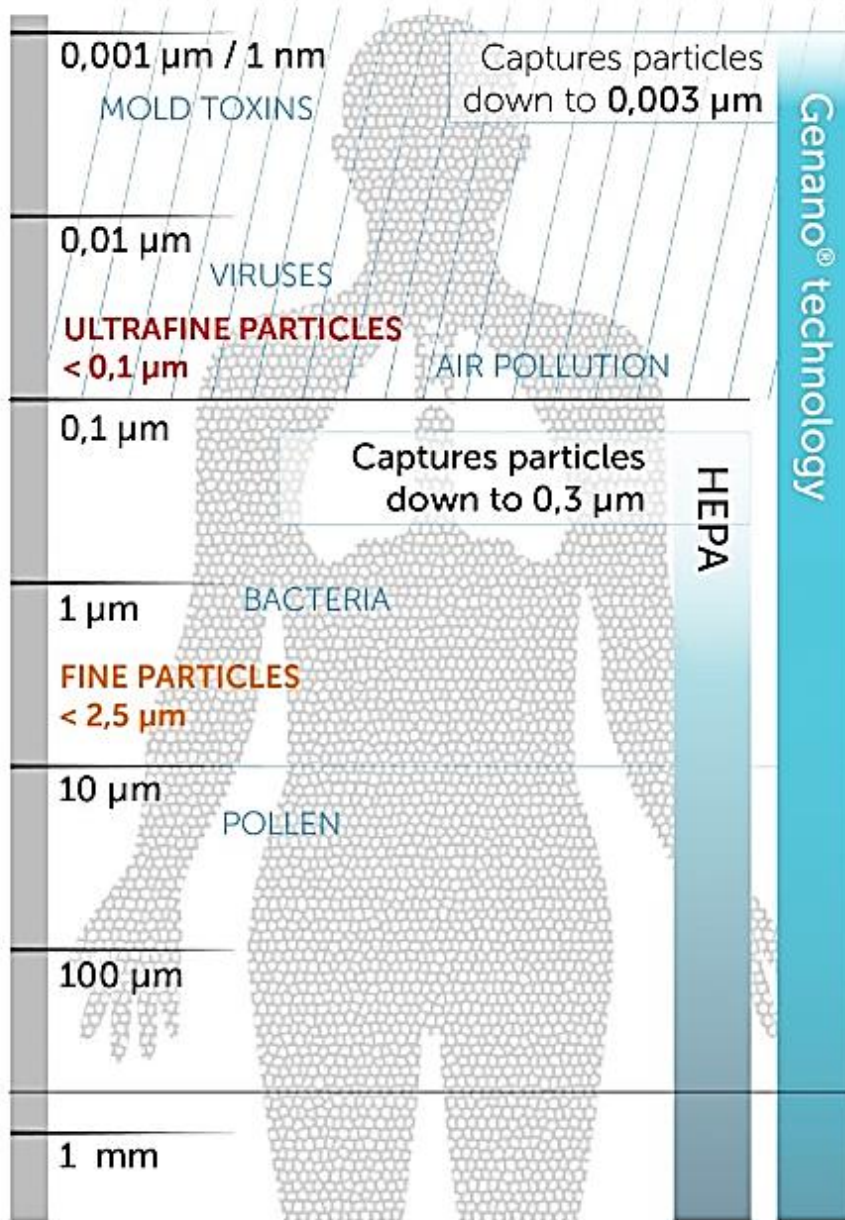




# Ultrafine partikler < 100 nanometer



# 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 — 8:50 AM EST

✉ 📄 🐦 📌 📷 🍷



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

FIDEL GONZALEZ/WIKIMEDIA COMMONS (CC BY-SA 3.0)

*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

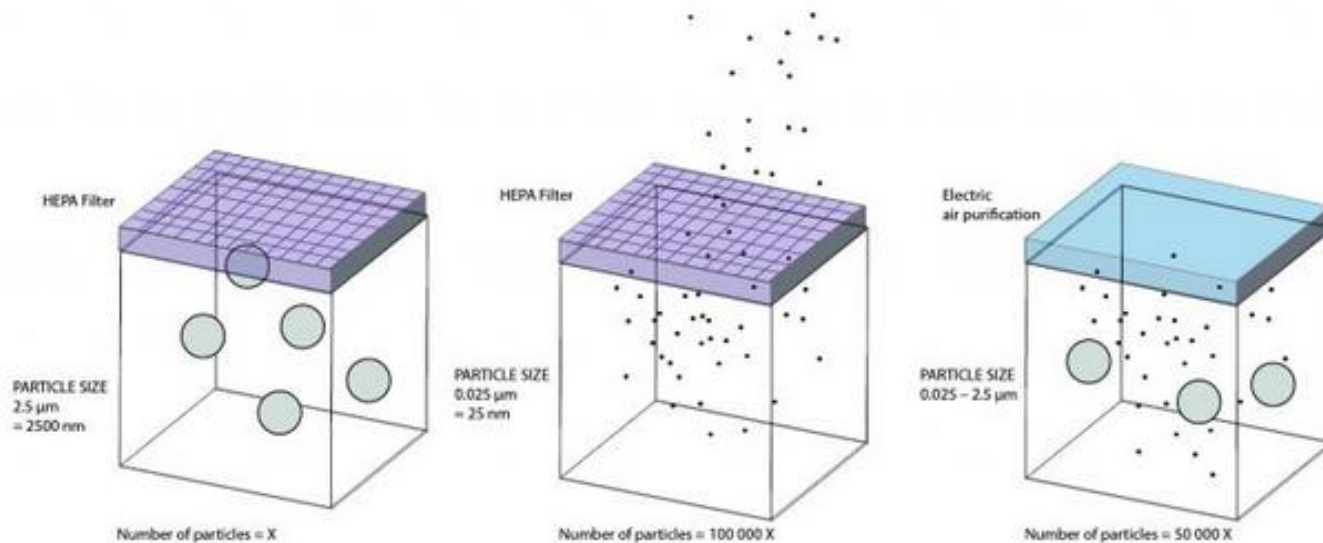
# EKSOS - ULTRA FINE PARTIKLER

An aerial view of an offshore oil rig. The rig is a complex of yellow and red metal structures, including a large yellow crane tower on the right and various platforms and walkways. The background is a grey, overcast sea. A blue circle is drawn around the word 'eksos' in the center of the image.

eksos

# 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  $2.5\ \mu\text{m}$  particles and another with  $0.025\ \mu\text{m}$  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

Aerosol science for industrial hygienists

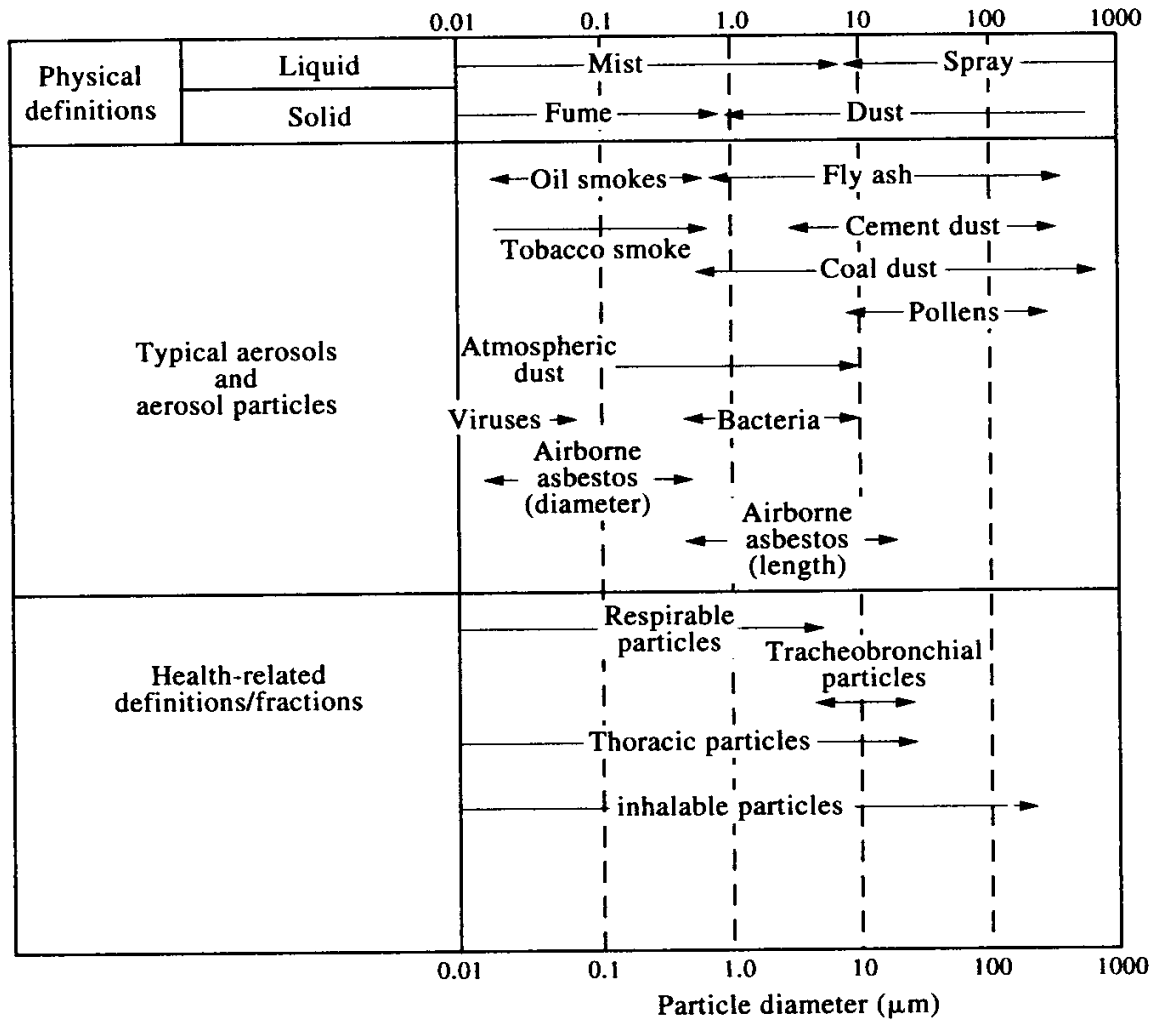
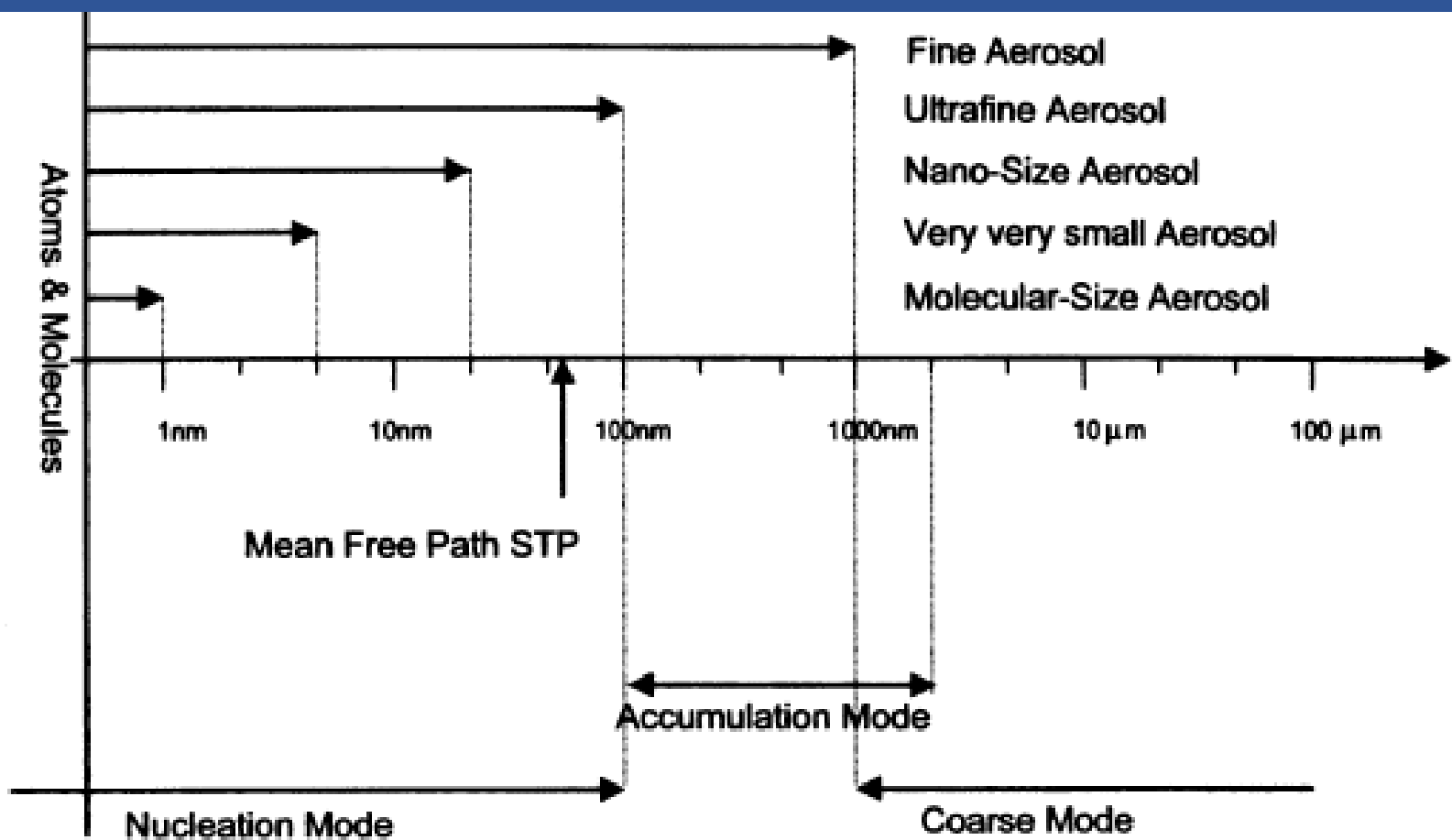


Figure 1.1. Summary classification of aerosols (from Vincent, J.H., *Aerosol Sampling: Science and Practice*, Copyright 1989, adapted by permission of John Wiley and Sons Limited).



**Figure 3.**

The particle size classes: **coarse mode**, particles larger than about 1 μm mainly produced by diminution processes; **fine aerosol**, particles smaller than about 1 μm mainly built up by nucleation, condensation and coagulation; **nucleation mode** and **ultrafine aerosol**, particles smaller than about 100 nm; **nanosized aerosol**, particles smaller than about 20 nm; **very very small aerosol**, particles smaller than about 5 nm, particle behaviour dominated by surface effects, total number of molecules less than 500, **molecular size aerosol**, particles smaller than about 1 nm, less than 10 molecules in the particle. Reproduced from Preining (1998).

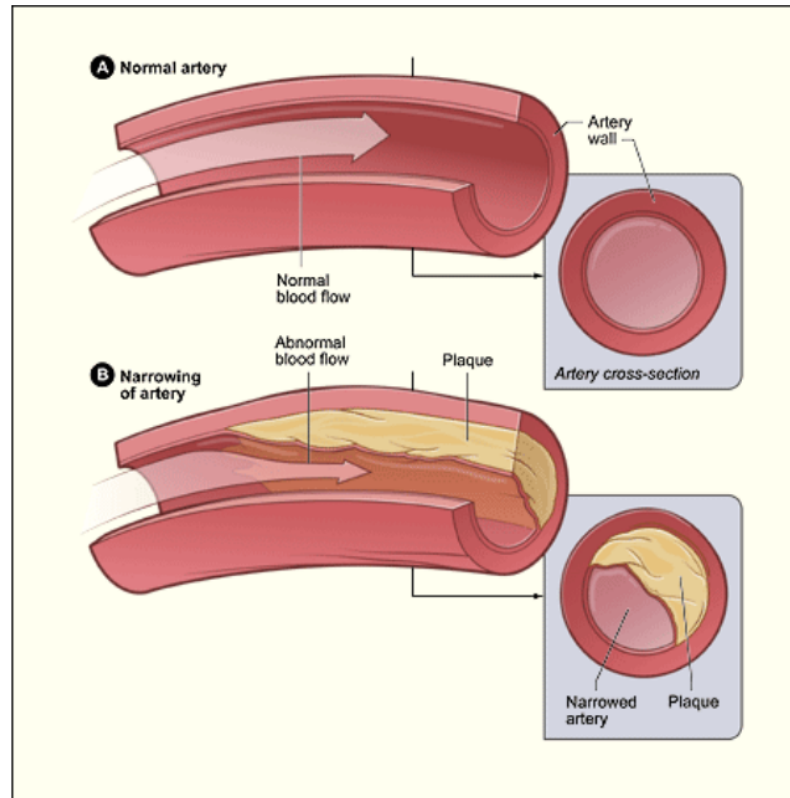


# Ultrafine partikler kan gi betennelsesreaksjoner i blodårene

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



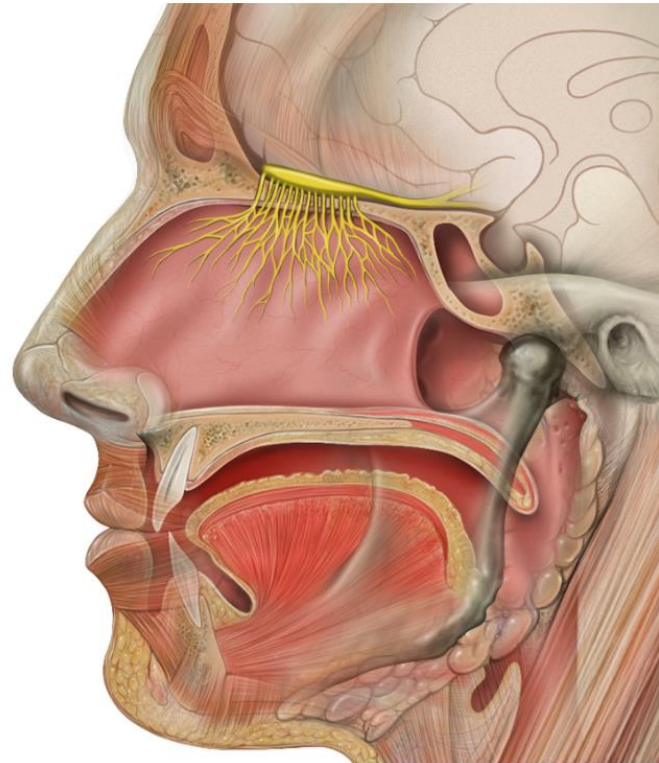
In a healthy artery (top), blood can flow freely. Inflammation triggered by nanoparticles can lead to hardening of blood vessels (bottom). Inflammation can slow — or eventually block — blood flow and foster the build up of fatty plaque.

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,



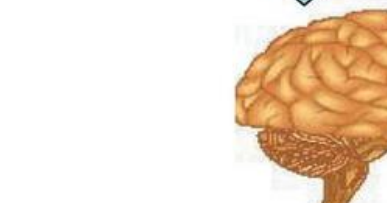
Nanopollutants can hijack olfactory nerve cells and enter the brain by way of the olfactory bulb. That bulb is highlighted here as a yellow netlike structure coming through the ceiling of the nasal cavity. Earlier work showed the polio virus can use the same pathway.

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



**Alveoli**  
**PM**

**Pulmonary oxidative stress & inflammation**



**Autonomic nervous system imbalance**

↑SNS / ↓PSNS  
Arrhythmias  
Myocardial electrical vulnerability  
Altered autonomic outflow to CV system  
CV oxidative stress

Soluble PM constituents

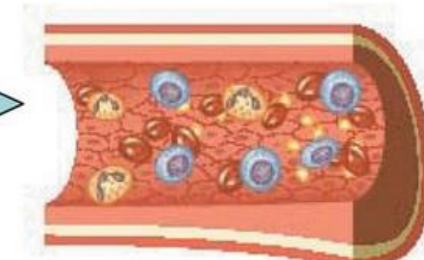
Systemic responses



**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, TNFα, IL1β), 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



BI ORIGINAL VIDEO

VIDEO

JESSICA ORWIG

ENVIRONMENT

POLLUTION

BRITAIN

OCEAN

# God oversiktsartikkel

European Review for Medical and Pharmacological Sciences

2010; 14: 809-821

## **Air pollution ultrafine particles: toxicity beyond the lung**

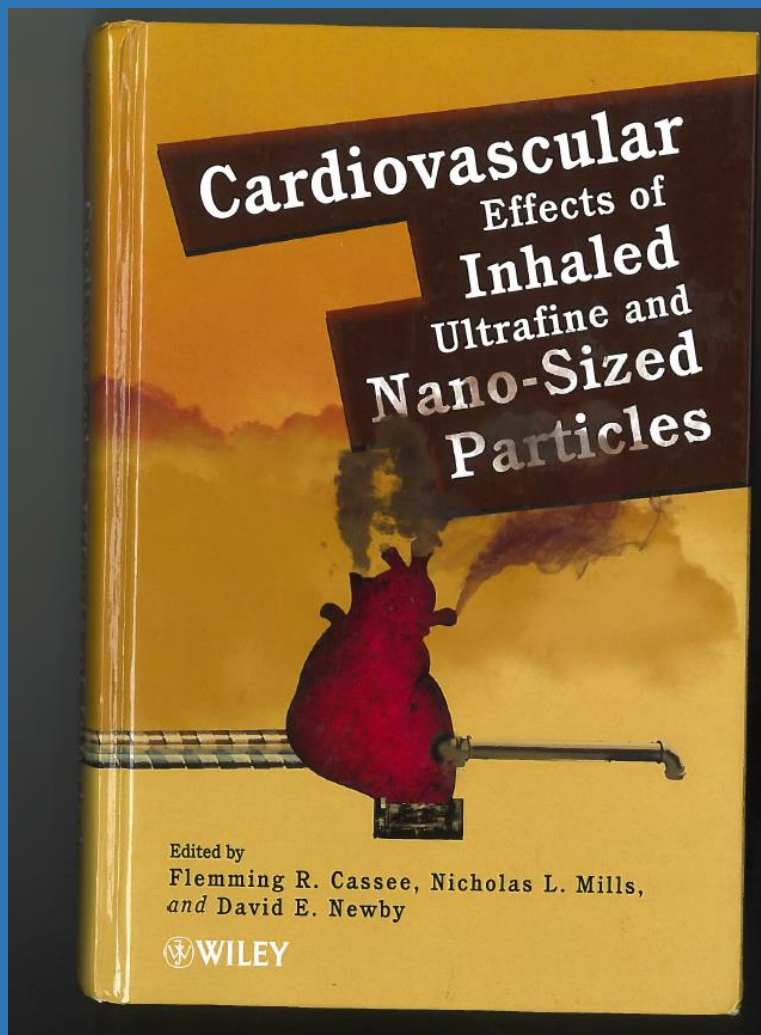
C. TERZANO, F. DI STEFANO, V. CONTI, E. GRAZIANI, A. PETROIANNI

---

Department of Cardiovascular and Respiratory Sciences, Respiratory Diseases Unit,  
Sapienza University of Rome, Fondazione E. Lorillard Spencer Cenci, Rome (Italy)

<http://www.europeanreview.org/wp/wp-content/uploads/824.pdf>

Svært lesbar og lærerik bok



#### A COMPREHENSIVE OVERVIEW OF THE CARDIOVASCULAR EFFECTS OF AIR POLLUTION

Scientists have known for decades that air pollution causes serious health effects. Only recently has a definitive set of epidemiological and toxicological data become available demonstrating that exposure to particulate air pollution contributes to atherosclerosis and can trigger myocardial ischemia or arrhythmias.

*Cardiovascular Effects of Inhaled Ultrafine and Nano-Sized Particles* provides a timely and detailed account of the complex issues that determine the impact of air pollution on the cardiovascular system. With contributions from world leaders in the field, it provides an up-to-date review of the key mechanisms involved in the induction and progression of these cardiovascular conditions.

Integrating knowledge across such disciplines as epidemiology, toxicology, atmospheric sciences, clinical sciences, and risk assessment, the book:

- Includes case studies, and both toxicological and epidemiological data
- Reviews the implications for health policy and regulations
- Covers sources and characterization, methods of exposure, and the impact of particulate matter on cells and systems
- Describes the role of particles in the pathophysiology of cardiovascular disease, and potential environmental and therapeutic interventions

This book is a core text for scientists, clinicians, and public health regulators wanting to understand more thoroughly the causality and mechanisms of disease. From procedures to policy, the text is comprehensive and essential for students and professionals alike.

FLEMMING R. CASSEE is head of the Department of Inhalation Toxicology, deputy head of the Center for Environmental Health, and leader of the program on air pollution and health at the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, the Netherlands.

NICHOLAS L. MILLS is a British Heart Foundation Clinical Fellow at the University of Edinburgh and Specialist Registrar in Cardiology at the Royal Infirmary of Edinburgh.

DAVID E. NEWBY is the British Heart Foundation John Wheatley Chair of Cardiology at the University of Edinburgh. He is a Consultant Interventional Cardiologist at the Royal Infirmary of Edinburgh, Director of the Wellcome Trust Clinical Research Facility, Director of the Clinical Research Imaging Centre, and Director of Research and Development for NHS Lothian.

Subscribe to our free Chemistry eNewsletter at [wiley.com/enewsletters](http://wiley.com/enewsletters)

Visit [wiley.com/chemistry](http://wiley.com/chemistry)

 **WILEY**  
wiley.com



<https://www.wiley.com/en-no/Cardiovascular+Effects+of+Inhaled+Ultrafine+and+Nano+Sized+Particles-p-9780470433539>

# 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<sub>2</sub>S og andre sulfidforbindelser fra mikrobiologisk ++++++



# Avluftingen fra turbinmøresystemet vil inneholde ultrafine partikler



GAVIN PUBLISHERS

## Nanomedicine and Nanoscience Research

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

DOI: 10.29011/JNAN-139.100039

### Review Article

## 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

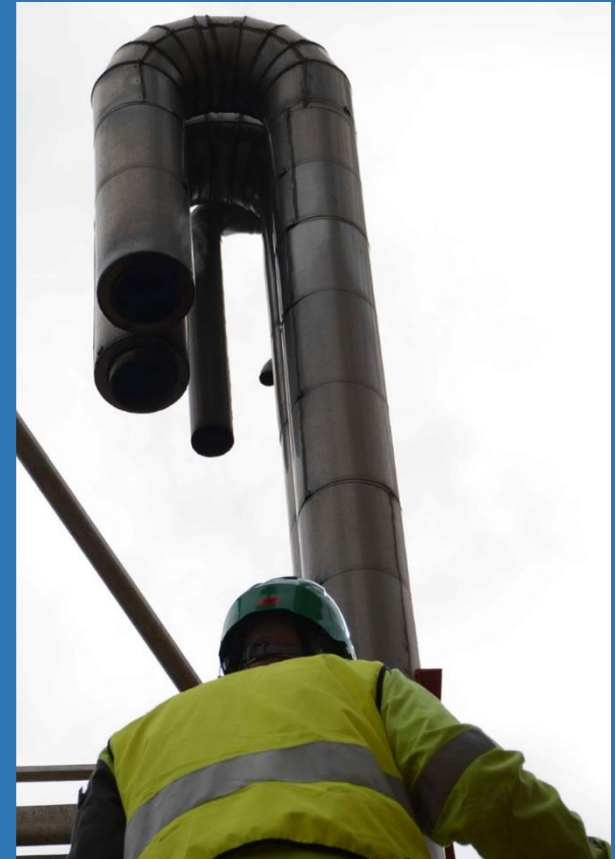
Citation: Howard CV, Johnson DW, Morton J, Michaelis S, Supplee D, et al. (2018) Is a Cumulative Exposure to a Background Aerosol of Nanoparticles Part of the Causal Mechanism of Aerotoxic Syndrome? J Nanomed Nanosci: JNAN-139. DOI: 10.29011/JNAN-139.100039

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 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 (TBP) 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



**Aerotoxic Association**  
Supporting those affected by Aerotoxic Syndrome

What is Aerotoxic Syndrome? Aerotoxic Advice About Us Research & Reports News Join as a Member Report a Fume Scent



### The Aerotoxic Association

The Aerotoxic Association was founded in 2007 by Capt. John Hoyle, a former BAe 146 Training Captain, who was exposed to toxic oil fumes while flying jet airliners and was forced to retire due to severe ill health.

Over the past 10 years the Aerotoxic Association has supported thousands of passengers and crew in their search for appropriate medical treatment and legal representation.

Since 2007 the Aerotoxic Association's aims and objectives have been to:

- Offer support for sufferers of Aerotoxic Syndrome.
- Inform the public of the harm associated with poor aircraft Cabin



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

## 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 tetningsoljene 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 gasskompressorer med tetningsoljesystem 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 smøroljen og nedbrytningsprodukter.

Regelverket er helt klart når det gjelder kartlegging av kjemisk eksponering. I Aktivitetsforskriftens §38 «Kjemisk helsefare» vises det til arbeidsgivers plikt: Arbeidsgiveren skal sikre at helsekadelig 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 helseisiko 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 avluftningspunkter må merkes og volum av utslipp og konsentrasjon av forurensningen bli kartlagt.

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

Et rettferdig arbeidsliv



# Arbeidsmiljøet har stor betydning for helse og levealder

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

## Levealder

Forventet gjennomsnittlig 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 hvilket 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 leveårsundersøkelse 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» (fellebetegnelse 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, sjåførere 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»



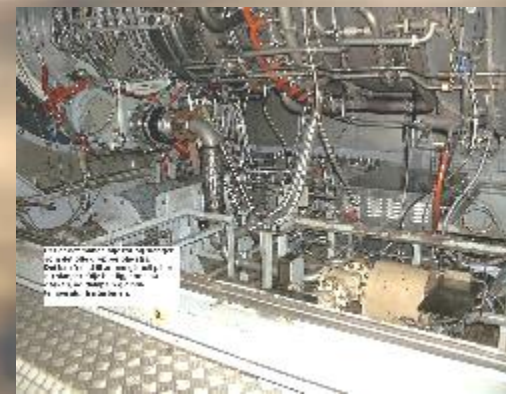
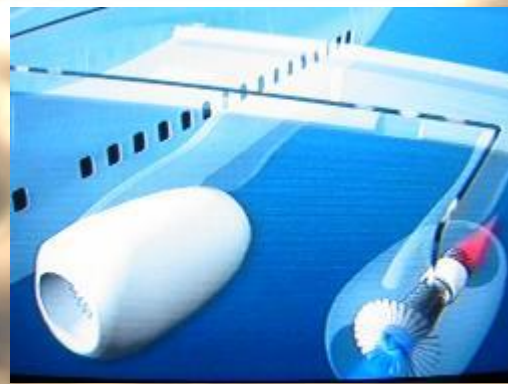
**SKADD:** Harry Stiegler Brevik jobbet ved turbinene på Statfjord A i Nordsjøen. I 1987 ble han alvorlig syk.  
Foto: Asle Hansen

# - 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

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

Halvor Erikstein  
organisasjonssekretær/  
yrkeshygieniker SYH  
[halvor@safe.no](mailto:halvor@safe.no)



# Arbeidsmiljøeksponering, helserisiko og registrering av helseskade.

Alarm om benzeneksponering fra avluftning av tetningsoljer i gasskompressorer

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



# 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



Utfordring: Ikke vær ensom «**karbon-detektiv**»,  
men inkluderer hensynet til mennesker og  
arbeidsmiljø i jakten på lavkarbon!

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