

Partikelforurening i lufthavne - Sundhedsrisici og forebyggelse

Kåre Press-Kristensen
Seniorrådgiver, luftkvalitet
Det Økologiske Råd
(+45) 22 81 10 27
Karp@env.dtu.dk

Luftforurening og arbejdsmiljø

- 8-10 % af alle danskere dør af luftforurening.
- Luftforurening er en af vores største risikofaktorer.
- Arbejdsmiljøgrænseværdier fjerner ikke helbredsrisici.
- Der er ingen grænseværdier for udstødningspartikler.
- Vi opholder os en stor del af vores liv på arbejdspladsen.
- Derfor skal luften på arbejdspladsen være renest mulig.
- (Syge og døde medarbejdere har lav produktivitet !)

Systematisk overblik

Luftforurening (partikler/gasser)



Inhaleret luft (10-20.000 l/dag)



Lungernes areal (80-100 m²)



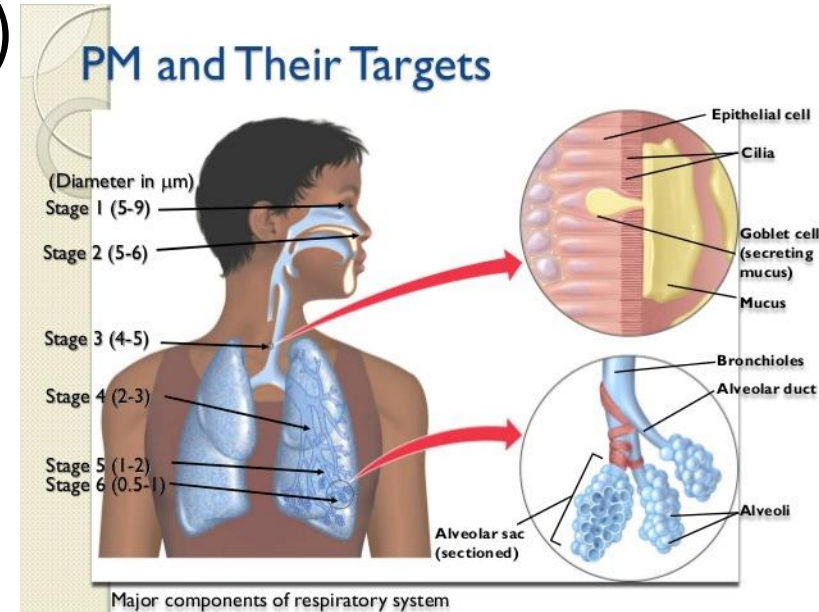
Oxidativt stress/Inflammation



Øget sygelighed/dødelighed



Store helbredsomkostninger



Jo mindre partikler er desto dybere i luftvejene afsættes partiklerne.

Helbredseffekter

Luftforurening med dieselpartikler øger risikoen for:

- Hjertekarsygdomme, blodpropper og derved tidlig død.
- Luftvejslidelser: Astma, bronkitis og rygerlunger.
- Kræft: Kræftfremkaldende på højeste niveau (WHO).
- Nedsat intelligens og lungekapacitet hos børn.
- Sygedage og B-dage – og senest også diabetes.
- Mistanke: Alzheimers demens og Parkinsons sygdom

Kræftfremkaldende stoffer

- Diesel- og forbrændingspartikler er kræftfremkaldende på højeste niveau – ligesom asbest.
- Arbejdsmiljømæssigt er diesel- og forbrændingspartikler derfor klassificeret som ”farlige stoffer”.
- Derved skal udarbejdes en APV for medarbejdere, som udsættes for (væsentlige koncentrationer af) diesel- og forbrændingspartikler **OG en kemisk APV.**
- Hvor mange af jer har en **APV** for medarbejdere, som dagligt udsættes for dieselos/forbrændingspartikler ?
– og hvor mange af jer har en **kemisk APV** ?

Hvordan måles dieselos ?

- Dieselos/forbrændingspartikler er ultrafine partikler.
- Ultrafine partikler har en diameter under 100 nanometer = 0,00001 cm = 0,0000001 m. Det er ca. 1.000 gange mindre end tykkelsen af et typisk menneskehår.
- Partiklerne kan ikke vejes, men skal tælles i antal – typisk antal partikler pr. cm³ luft.
- Forbrændingspartikler har et højt indhold af sod og en overflade dækket af kræftfremkaldende tjærestoffer. De kan nå ud i lungernes fineste forgreninger og overføres til blodet, hvorved de kan nå alle dele af organismen.

Hvordan ser partiklerne ud ?

- De kan kun ses, når de er klumpet sammen.



Hvordan tælles partiklerne ?

- Når de ikke kan ses med det blotte øje ... og der ofte er over 20.000 partikler i et lille luftvolumen på størrelse med en terning ...
- Vi bruger avanceret (og desværre dyrt) måleudstyr: *PTrak*. 
- Målinger under normale arbejdsforhold og under realistisk *worst case*.



Projekterfaringer

Vi har deltaget i en lang række måleprojekter:

- **Lufthavne** (Aalborg og København).
- **Vejtrafik** (Danmark og udlandet).
- **Byggepladser** (Metrobyggepladser m.v.).
- **Tunneler** (Boulevardtunnelen og nye metrotunnel).
- **Haller** (Københavns og Brøndby Postcenter).
- **Togkupeer** (ME-lokomotiver, IC3, S-tog).
- **Togperroner** (Nørreport, KBH, Aarhus m.v.)

Tre simple faktorer

- Medarbejderens indånding af forurening afhænger af:
 - 1) Hvor forurenede luften er omkring medarbejderen.
 - 2) Hvor længe medarbejderen opholder sig i luften.
 - 3) Medarbejderens indåndingsfrekvens (værnemidler).
- Selv korte forureningsepisoder kan betyde noget for, hvor meget forurening medarbejderen indånder over en arbejdsdag. Samtidig kan kortvarige episoder ofte undgås og derved reducere spidsbelastninger markant.



Medarbejdereksposponering

- Ved medarbejdereksposponeringer afklares følgende:
 - 1) Hvor forurenede er medarbejdernes arbejdsmiljø.
 - 2) Hvor indånder medarbejderne mest forurening.
 - 3) Hvilke synlige kilder er der til forureningen.
- Ud fra dette kan de væsentligste forureningskilder afsløres, og der kan laves en strategi for, hvordan medarbejderne udsættes for mindre forurening.

Københavns Lufthavn

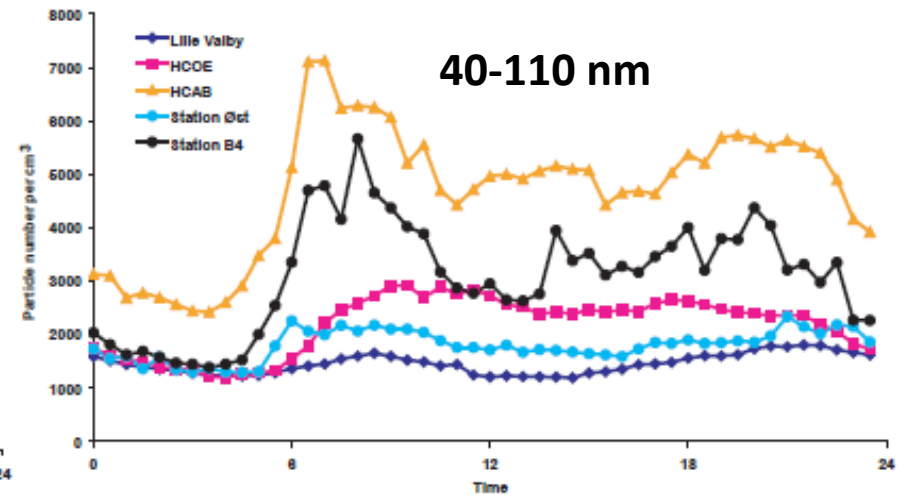
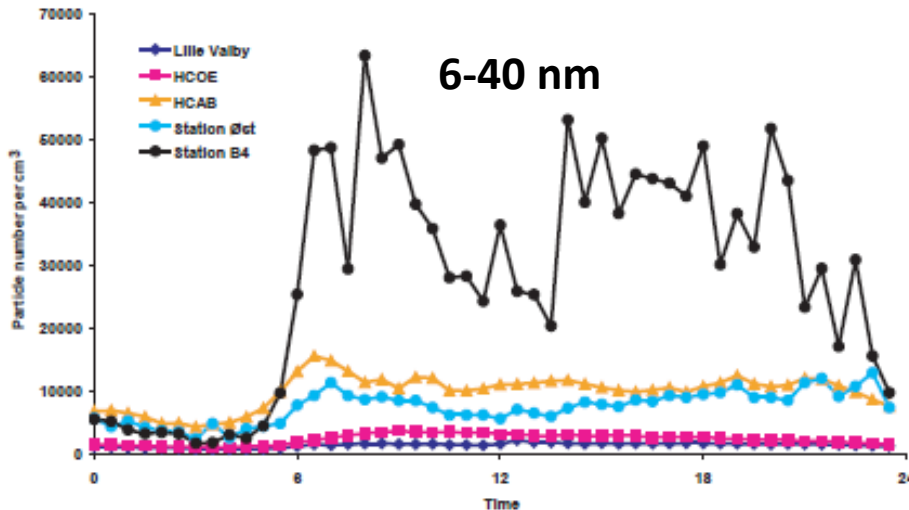
- Stationære målestationer
- Medarbejdereksposponering



Forureningskilder



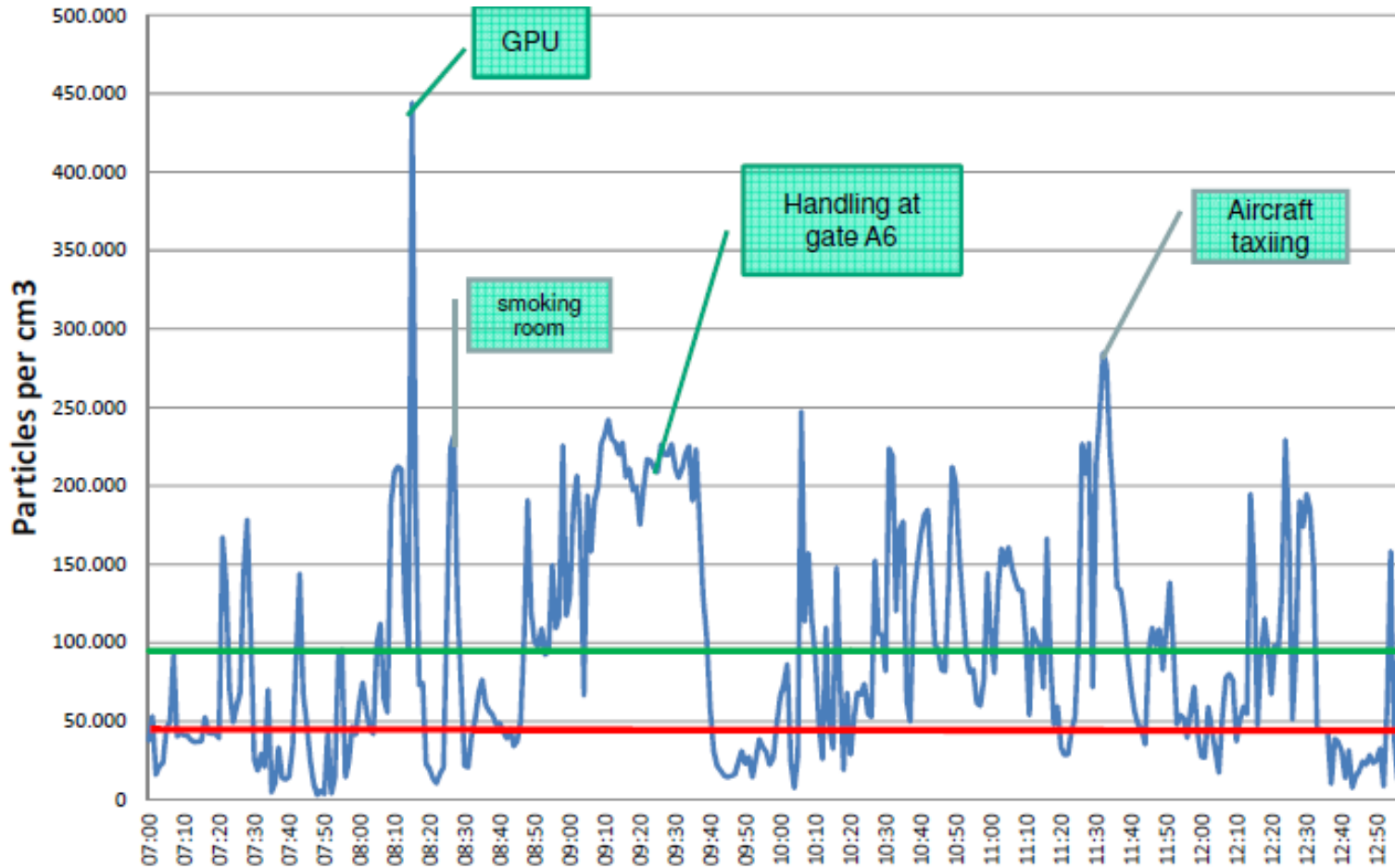
CPH: Stationære målinger



(HCAB = H.C. Andersens Boulevard, Lille Valby = Udenfor lands lov og ret & HCOE = HC Ørstedsinstituttet)

- Total set flere ultrafine partikler end på den mest forurenede vej.
- De mindste ultrafine partikler dominerer partikelantallet.
- Koncentrationen af UFPs afspejler aktiviteten i lufthavnen.

CPH: Bagageportør på arbejde ...



Gennemsnit
H.C. Andersens
Boulevard i
myldretiden

CPH: Generelt problem

Lokalitet / Funktion	Dato	Tidspunkt	Total tid (t : min.)	Gennemsnit (Part./cm ³)	Max. ½-time (Part./cm ³)
CPH / Bagageportør	21.01.2011	10:55 - 14:24	03:29	40.400	75.000
CPH / Bagageportør	27.01.2011	10:55 - 14:24	03:29	82.800	140.200
CPH / Bagageportør	02.02.2011	06:55 - 15:13	08:18	75.000	104.100
CPH / Bagageportør	04.02.2011	10:29 - 14:42	04:13	32.400	55.500
CPH / Bagageportør	15.02.2011	06:57 - 12:59	06:02	95.000	213.900
CPH / Bagageportør	16.02.2011	06:55 - 13:29	06:34	82.000	220.000
CPH / Arbejdsmand	25.01.2011	08:00 - 13:46	05:46	52.500	120.800
Gennemsnit af målinger fra Københavns Lufthavn				65.700	132.800
Myldretid på H.C. Andersens Boulevard i København				40.000	50-60.000
Have i stille villakvarter i udkanten af København				2-5.000	

- Bagageportører udsættes for meget høje niveauer af ultrafine partikler fra fly og grej. I dag er mistanke om, at det også gælder fuel-chauffører (motor-afgasning).

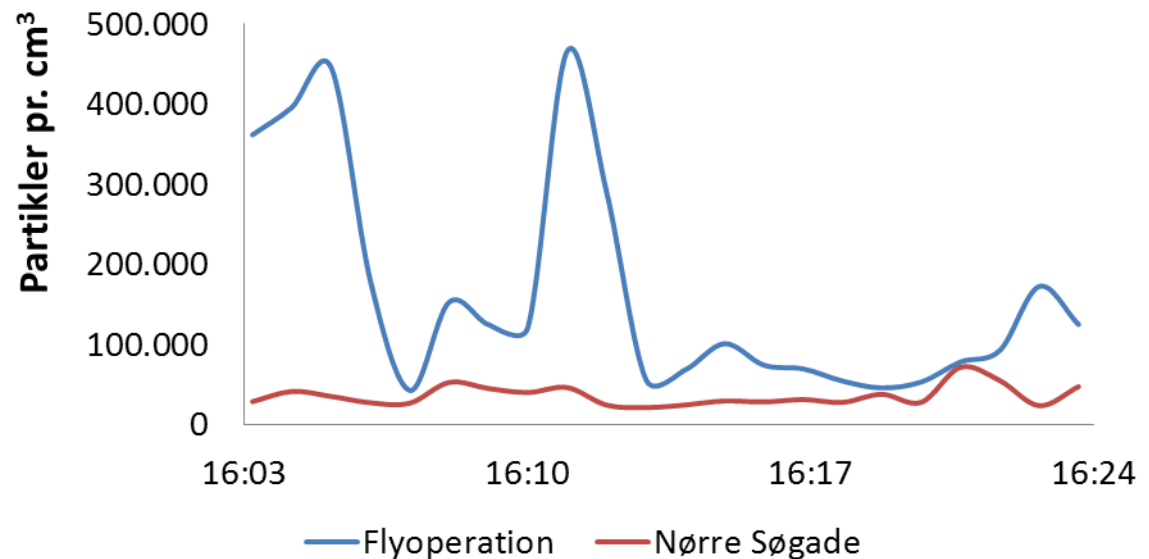
Hvad med Aalborg ?



Aalborg lufthavn er “best case” –
fri fortyndning til tre sider

**Gennemsnitlig
eksponering ved en
handling: 162.000
partikler/cm³**

Eksponering ved en flyoperation



Genereller løsninger

Medarbejdereksponeringen kan reduceres ved:

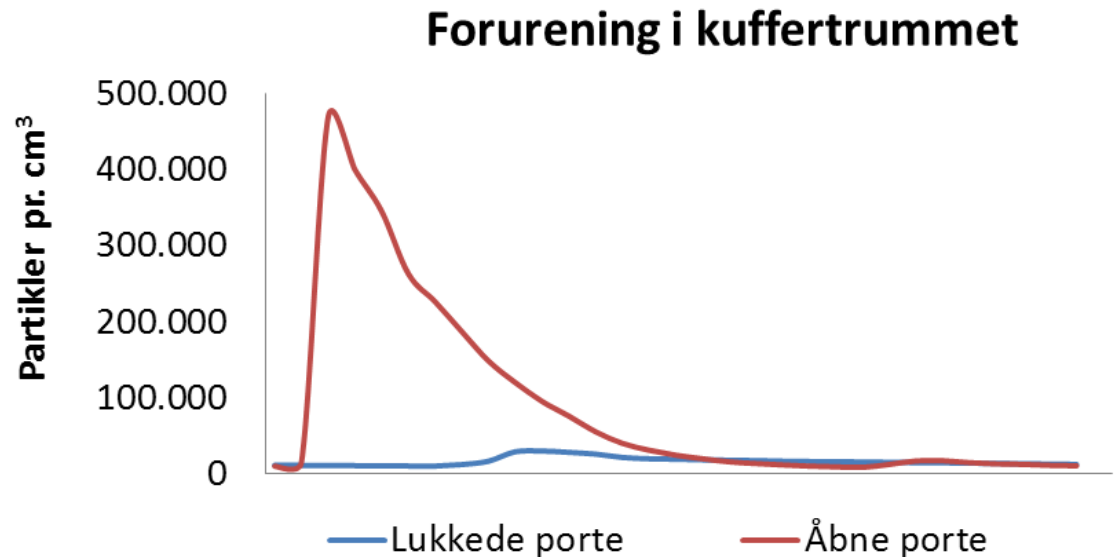
- 1) Mindre svovl i jet fuel (1,000 ppm → 10/100 ppm).
- 2) Udvikling af flymotorer, der forurener mindre.
- 3) Reducere den tid dieselmaskiner er tændt (*sluk motoren*).
- 4) Reducere den tid og de steder, hvor APU'en er tændt.
- 5) APV + kemisk APV: Hvad kan/skal medarbejderen gøre ?
- 6) Sikkerhedskursus: Dieselos er kræftfremkaldende !
- 7) Taxiing til/fra landingsbanen med en motor tændt.
- 8) Udfasning af gammelt grej / montering af partikelfiltre.
- 9) Traktorering til takeoff (med elgrej / diesलगrej med filter).
- 10) Erstatning af diesलगrej med nettilslutning og elgrej.
- 11) Flytning af opstartsmærker til strategiske steder.

Specifikke løsninger (eksempel)

I Aalborg lufthavn er en port ind til kuffertrummet:

- 1) Porten stod ofte åben og vendte ud mod flyene.
- 2) Hvad er forskellen mellem åben og lukket port ?

Hvis portene er lukkede reduceres medarbejder-eksponeringen med 90 % under en takeoff proces.



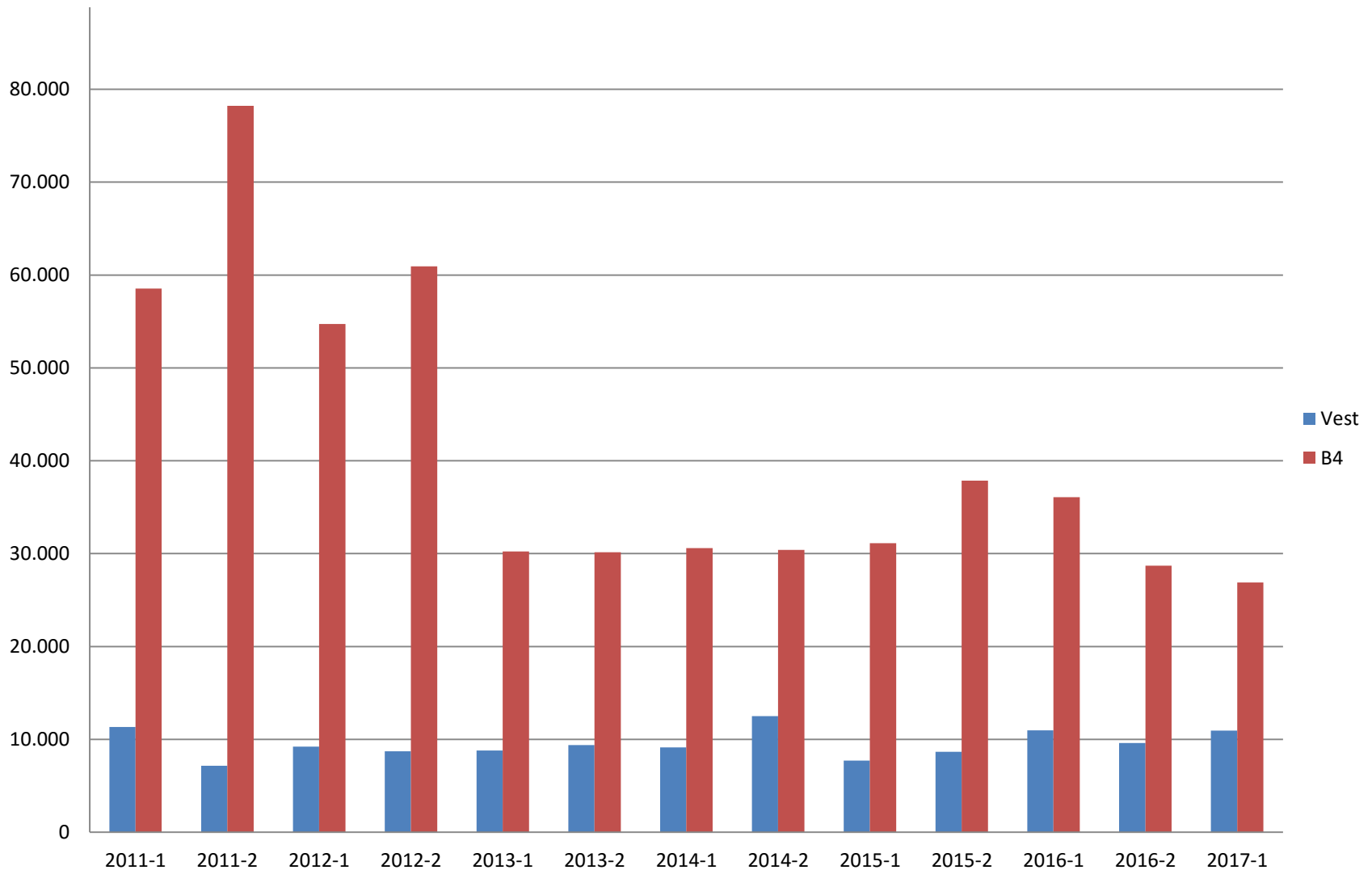
Processen i CPH

Kogebogsopskrift på hvordan man gør ... i hvert tilfælde efter erkendelsen af luftforureningen som arbejdsmiljøproblem:

- 1) Der nedsættes en arbejdsgruppe af aktører: Lufthavnen, faglige organisationer, operatører, arbejdstilsyn, DØR mv.
- 2) Forureningskilderne og eksponeringen kortlægges.
- 3) Arbejdsgruppen brainstormer sammen, også vilde ideer !
- 4) Der gennemføres en målrettet indsats for at nedbringe luftforureningen og medarbejdereksposeringen.
- 5) Der følges op med målinger: Virker tiltagene godt nok.
- 6) En løsningsorienteret bred dialog om flere nye tiltag.

Resultater (slide lånt af CPH)

Partikler pr. cm³, døgngennemsnit baseret halvårslige målinger



Generelle erfaringer

- Fordi der ikke er konkrete grænseværdier for ultrafine partikler, så er arbejdsgiverne sjældent opmærksomme på arbejdsmiljøproblemer relateret til disse partikler.
- Derfor igangsættes langt de fleste måleprojekter ofte af opmærksomme medarbejdere – og ledelsen bliver som regel altid aktive medspillere efterfølgende.
- De bedste løsninger er altid dem, der findes i samspillet og positiv dialog mellem medarbejdere og ledelse.

Kohorten i CPH

- Sammenligner sygeligheden i to store medarbejdergrupper, en med luftforurening (CPH) og en uden luftforurening (kontrolgruppen).
- Resultaterne peger ikke på, at udendørs arbejde i lufthavnen øger risiko for hjerte-karsygdomme og luftvejslidelser. Sygeligheden er nemlig den samme i lufthavnen som i kontrolgruppen.
 - 1) Betyder det så, at luftforureningen i lufthavnen ikke øger risikoen ?
 - 2) Eller betyder det, at sundhedsgevinsten ved det aktive arbejde i lufthavnen helt tabes i negative effekter af luftforureningen ?
- Derfor kan ikke ud fra kohorten konkluderes, at forureningen ikke har negativ effekt på helbredet. Havde der været mindre luftforurening i lufthavnen, så havde sygeligheden hos medarbejderne sandsynligvis været mindre end i kontrolgruppen grundet deres aktive arbejde.

Spørgsmål ... I kan altid ringe



Arbejds miljøgrænseværdier

- Dosis-respons sammenhænge:

PM_{2,5}: Dødeligheden stiger med 6,2 %, hver gang koncentrationen stiger med 10 µg/m³.

NO₂: Dødeligheden stiger med 5,5 - 8 % hver gang koncentrationen stiger med 10 µg/m³.

- Arbejds miljøgrænseværdier:

Støv (PM_{2,5}): 1-2.000 µg/m³ (10/20 µg/m³ for private)

NO₂: 4.000 µg/m³ (40 µg/m³ for private)

- Arbejds miljøgrænseværdier tillader stor overdødelighed.
- Heldigvis ligger de fleste arbejdspladser langt under.

Partikler fra vejtrafik

