

GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Hälsoeffekter av partiklar inomhus

Lars Barregård, professor/överläkare

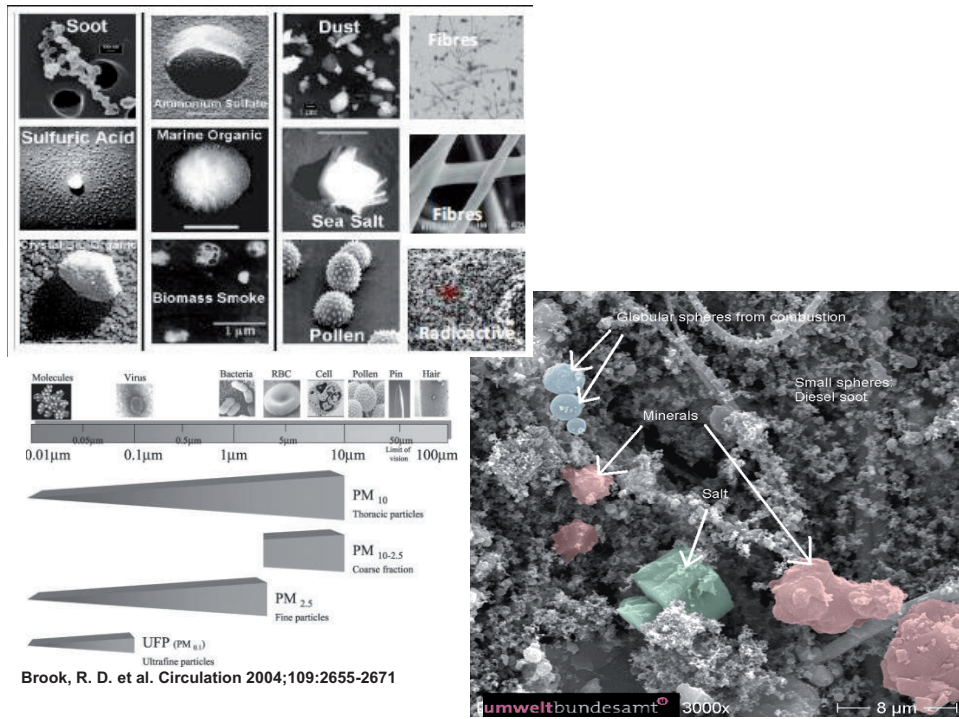
Göteborgs universitet och Sahlgrenska
Universitetssjukhuset

lars.barregard@amm.gu.se

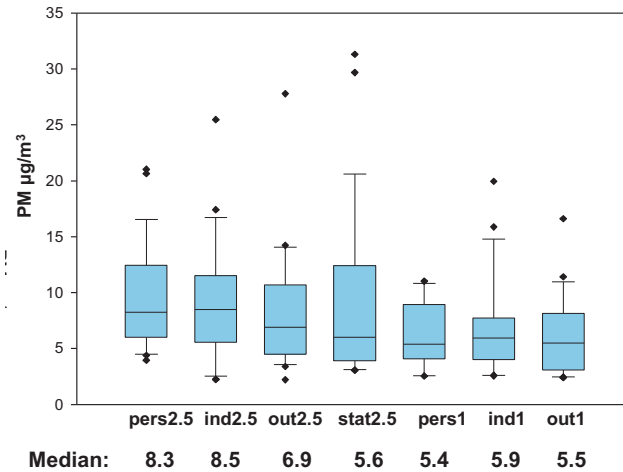
GÖTEBORGS
UNIVERSITET

”Partiklar (PM) inomhus”??

- Utomhus genererade partiklar som penetrerar in i t.ex. bostad: långdistanstransporterade PM, trafik (avgaser, slitagepartiklar), vedrök, industriemissioner...
- Inomhus genererade partiklar: ”personal cloud”, cigarettrök, vedrök, textilier, byggnadsmaterial, inredning, matlagning, tvätt...



Ungefär samma nivåer personburet, utanför och inne i bostaden i hos slumpmässigt valda göteborgare (bild från Sandra Johannesson)

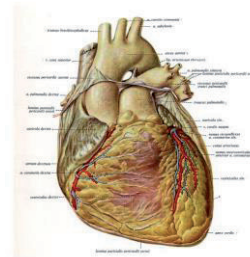


Hälsoeffekter?

- Nästan all kunskap kommer från studier av utomhusgenererade partiklar – fr.a. från vägtrafik (samt höga dammhalter i arbetsmiljö)
- Viss kunskap även om PM från eldning med biomassa inomhus under primitiva förhållanden i utvecklingsländer

Vilka hälsoeffekter?

- Bevisade
 - Ökad total dödlighet (långtids- och korttids.)
 - Ökad risk för hjärtdöd och hjärtinfarkt
 - Ökad risk för död och sjuklighet i lungsjukdom (t. ex astma)
 - Ökad risk för lungcancer
- Misstänkta
 - åderförkalkning
 - stroke
 - annan cancer än lungcancer
 - fosterpåverkan (födelsevikt, förtida födsel, påverkan på hjärnan)



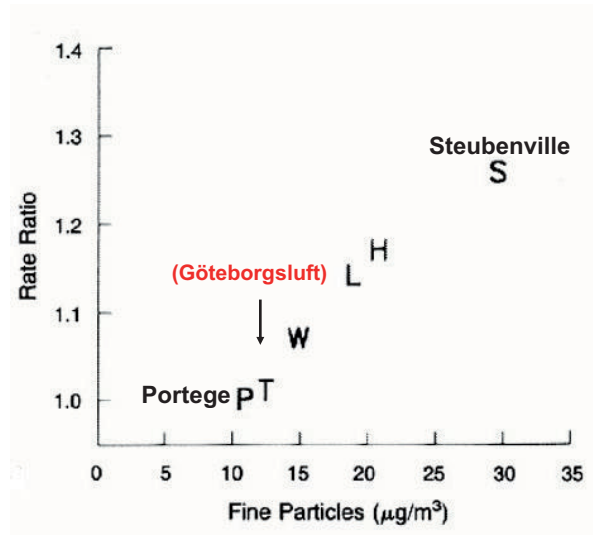
Långtidsstudier: "Six cities-studien" i USA: Dödligheten hos 8000 personer 1975-1991 ökade med partikelhalt (årsmedelvärden)

Långtidsstudie:

Dödlighet i sex städer:
Sattes till 1.0 i staden med lägst partikelhalt ($PM_{2.5} = 11 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och var 26 % högre vid $PM_{2.5} = 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

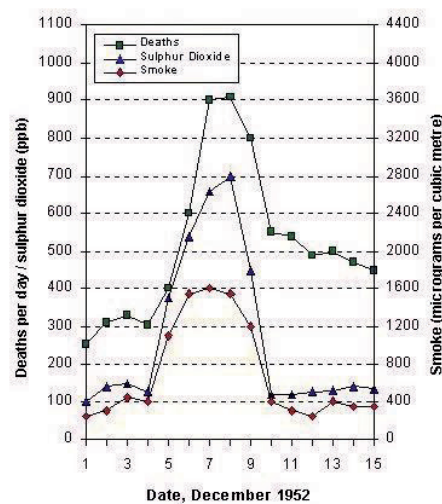
Hänsyn tagen till ålder, rökvanor, utbildning och BMI.

$PM_{2.5}$ i Göteborg (Femman) kan uppskattas till 10-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Korttidsstudier: T.ex. Londonsmog 1952


Kraftigt ökad dödlighet några dagar-månader vid höga luftföroreningshalter



Samma sak (men mindre tydligt) visad i de flesta städer i världen även under 2000-talet

Hur farligt då?

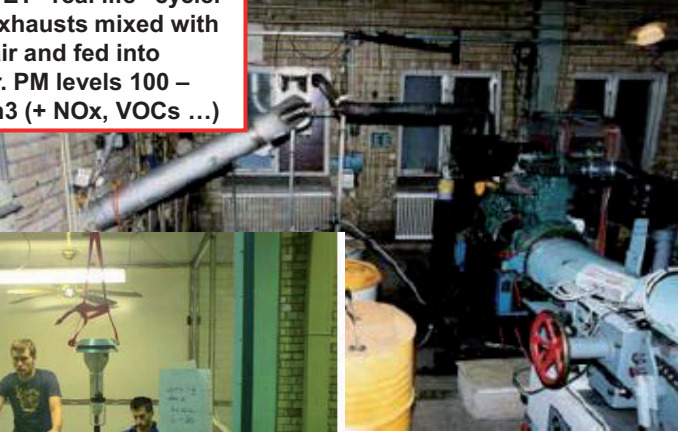
- Samma grundantagande för hela Sverige (WHO): Ökad risk alla dödsorsaker med 6 % vid ökning av långtidsmedelvärde av PM_{2.5} med 10 µg/m³, baserat på ACS-studien
- Antag att PM_{2.5} i Sverige i genomsnitt är 10 µg/m³ med en "naturlig bakgrund" av ca 3 µg/m³. Skillnaden blir då 7 µg/m³, dvs en riskökning med 4.2 %.
- Med en normal dödlighet i Sverige på 100 000 per år blir det 4200 "extra dödsfall".
- Med mer sofistikerade beräkningar kan man räkna ut "tillskottet" av PM_{2.5} i olika delar av landet och beräkna antalet extra dödsfall i varje område och addera dem. På samma sätt kan man uppskatta olika källors bidrag.
- Det har gjorts beräkningar av detta slag där man uppskattat antalet extra dödsfall per år till cirka 5000, varav långdistans-transporterade PM står för 2/3 av beräknad effekt.
- För Göteborg kan beräknas 300 förtida dödsfall per år till följd av luftföroreningar (5000 x 0.06), men bara cirka 100 av dessa från lokala utsläpp.
- Det är mycket fler än vad som orsakas av trafikolyckor och bränder. Men de flesta som dör är äldre personer. Därför minskar medellivslängden bara m ca ½ år.




GÖTEBORGS
UNIVERSITET

The Umea diesel exhaust studies

Volvo truck diesel engines, idling or ET "real life" cycle. Part of exhausts mixed with filtered air and fed into chamber. PM levels 100 – 300 µg/m³ (+ NO_x, VOCs ...)



Pictures from thesis of Stefan Barath (2011)

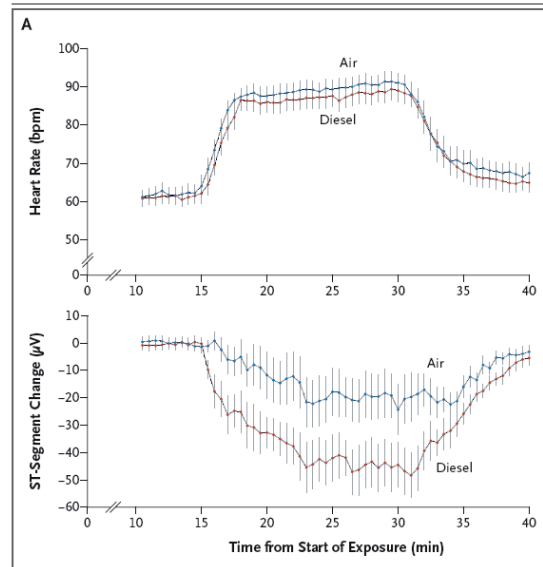


Experiment i kammare: diesellavgasexponering hos kranskärlsjuka

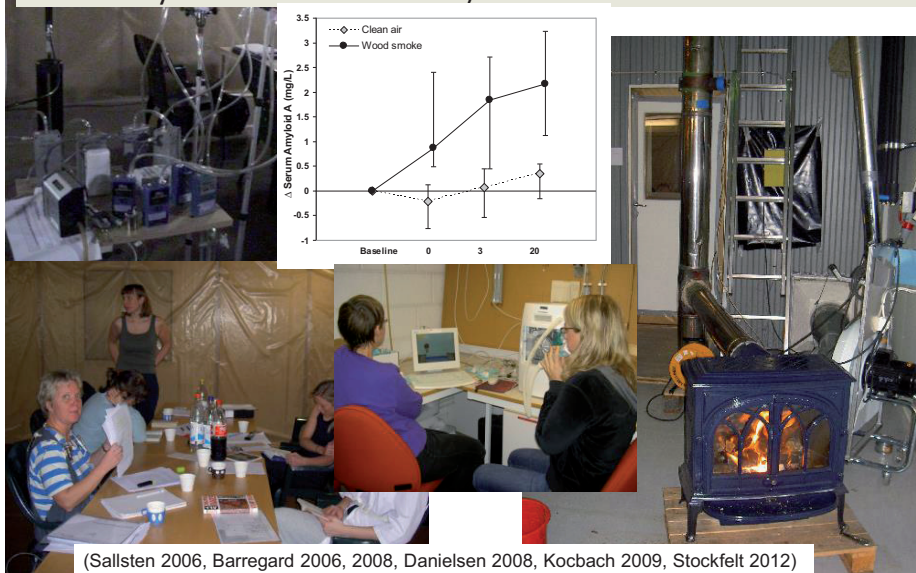
En timme i kammare med PM 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₂ 1-2 ppm orsakade ökade EKG-förändringar som vid syrebrist hos 20 kranskärlsjuka män

Man såg även effekter på försvaret mot blodproppar (fibrinolysis/t-PA).

(Mills NL, NEJM 2007).



Två olika Göteborgsstudier: 13 friska icke-rökare exponerades för vedrök (3-4 tim, PM_{2.5} cirka 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) och ren luft i kammare. Effekter påvisades på luftvägsinflammation (CC16 och FENO) och vissa "systemiska" biomarkörer).



(Sallsten 2006, Barregard 2006, 2008, Danielsen 2008, Kocbach 2009, Stockfelt 2012)

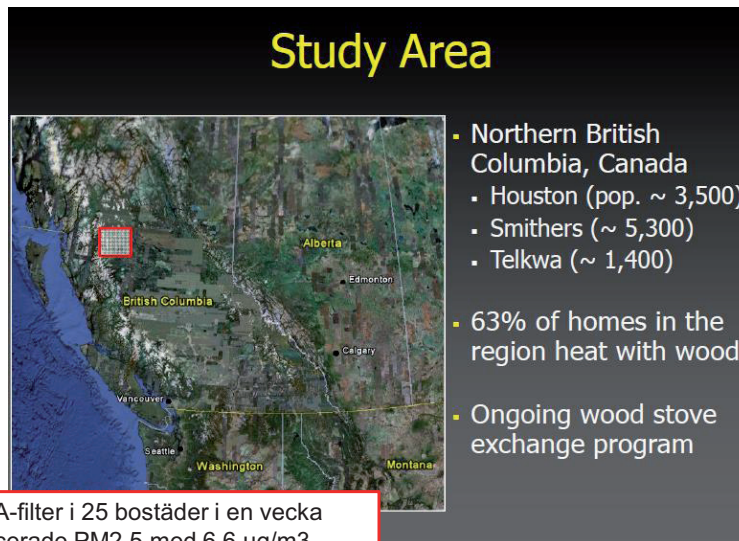
I fält: Äldre personer i Köpenhamn undersöktes med och utan filtrering av uteluften



41 icke-rökande personer 60-75 år boende vid trafikerad väg undersöktes när allt var "som vanligt" och när uteluften filtrerades.

Partikelhalten reducerades till en tredjedel och blodkärlens funktion (förmåga att vidgas) förbättrades signifikant vid filtration av luften. Starkast effekt av PM_{2.5}, men signifikant effekt även av NC.

(Bräuner 2008)



HEPA-filter i 25 bostäder i en vecka reducerade PM_{2.5} med 6.6 µg/m³. 9% bättre endotelfunktion (45 personer, mätt med EndoPat) vid filtrering

(Allen RW et al. Am J Respir Crit Care Med 20011)

Bild från Ryan Allen, Simon Fraser University.

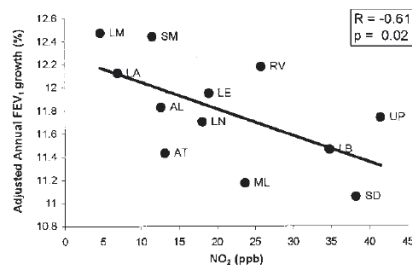
Risikfaktorer för hjärt-kärl-sjukdom

- Tobak
- Låg fysisk aktivitet
- Mycket mat
- Yttre miljö
 - Luftföroreningar
 - Buller
- Arbetsmiljö
 - Kemikalier och damm
 - Psykosociala faktorer (stress)
 - Skiftarbete
- Socioekonomiska faktorer



15

Luftföroreningar - barn -> mindre lungor



Gauderman WJ, AJRCCM 2000
(4 års uppföljning)

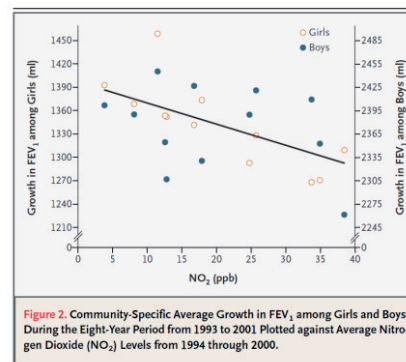


Figure 2. Community-Specific Average Growth in FEV₁ among Girls and Boys During the Eight-Year Period from 1993 to 2001. Plotted against Average Nitrogen Dioxide (NO₂) Levels from 1994 through 2000.

Gauderman WJ, NEJM 2005
(8 års uppföljning)

Children's Health Study: 10-åriga barn (>3000 vid start) rekryterades från 12 delar av Kalifornien (i o kring LA) 1993 och 1996. Lungornas tillväxt mättes och jämfördes med luftföroreningar från bakgrundsstationer i dessa 12 områden.

Nya resultat: Bamse i Stockholm

- 4000 barn som föddes i Stockholmsområdet kring 1995
 - Undersöktes vid 1, 2, 4 och 8 år med enkäter/intervjuer, blodprov och lungfunktion
 - Halten av luftföroreningar (PM₁₀ och NOx) beräknades vid bostäder, daghem och skolor.
 - För 1900 barn fanns vid 8 års ålder data om lungfunktion, luftföroreningar, allergier och andra variabler
-
- Samband sågs: Vid högre beräknad luftföroreningshalt (PM₁₀) var lungvolymen (FEV₁) lägre
 - En ökning av PM₁₀ med 7 µg/m³ (95%-5%) beräknades orsaka en sänkning av FEV₁ med 60 mL (-3%).
 - Hänsyn togs till ålder, kön, bostadsort och ärftlighet för astma samt nivåerna av PM₁₀ och O₃ dagarna före undersökningen
 - Tydligast effekt hos de som hade någon form av allergi
 - Effekten var tydligast och statistiskt säkerställd för PM₁₀ första levnadsåret, inte senare. NOx visade samband i samma riktning men svagare (47 µg/m³: FEV₁ 35 mL).

Nya resultat: Bamse i Stockholm

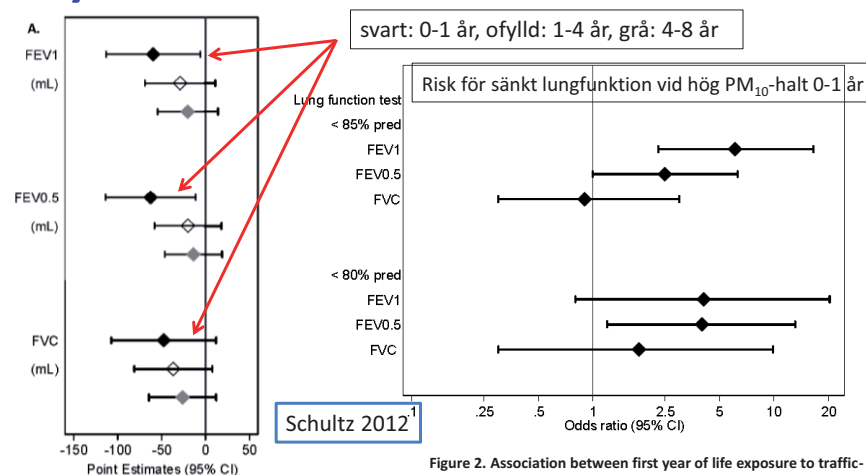
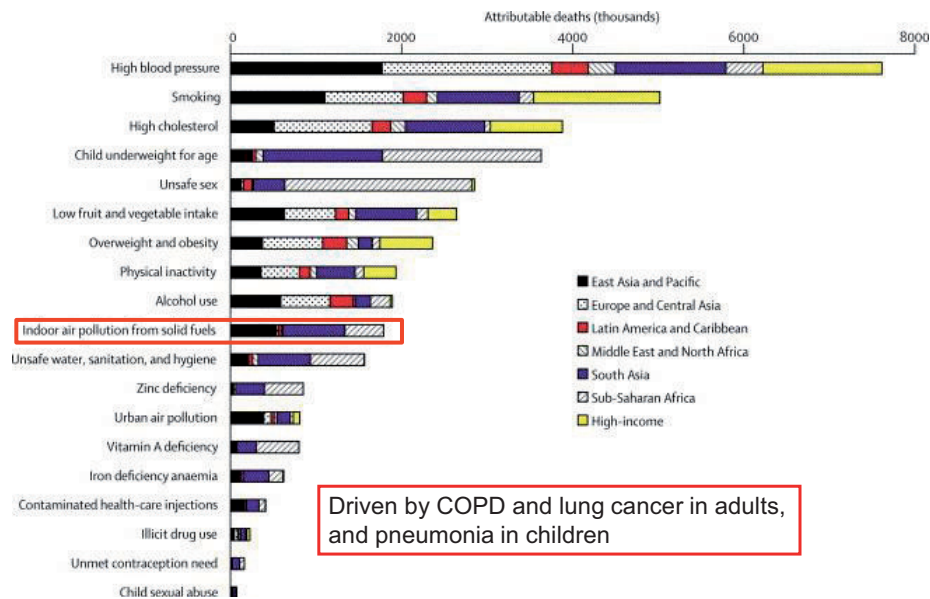


Figure 1. Lung function measurements in relation to traffic particulate matter <math>< 10 \mu\text{m}</math> in aerodynamic diameter (PM₁₀) exposure during different time periods of life (black=first year of life exposure, white=1-4th year exposure, gray= 4-8th year exposure). Abbreviations: FEV1 = forced expiratory volume during 1 second; FEV0.5 = FEV during half a second; FVC = forced vital capacity; CI = confidence interval. Adjusted for municipality, sex, age, height and heredity. Results are presented in ml (A) and % (B) for a difference in PM₁₀ level from 5th to 95th percentile, corresponding to 7 µg/m³.

Figure 2. Association between first year of life exposure to traffic PM₁₀ and forced expiratory volumes below 80% and 85% of predicted. Definition of abbreviations: PM₁₀ = Particulate matter<math>< 10 \mu\text{m}</math> in aerodynamic diameter. CI= confidence interval. FEV1 = forced expiratory volume during 1 second. FEV0.5 = FEV during 0.5 second. FVC = forced vital capacity. % pred = % of predicted based on age, gender, height and weight and interactions of gender with age, height and weight. *Odds ratios are calculated for a 7 Qg/m³ difference in PM₁₀ level corresponding to a 5th to 95th percentile difference. Adjusted for municipality and heredity.

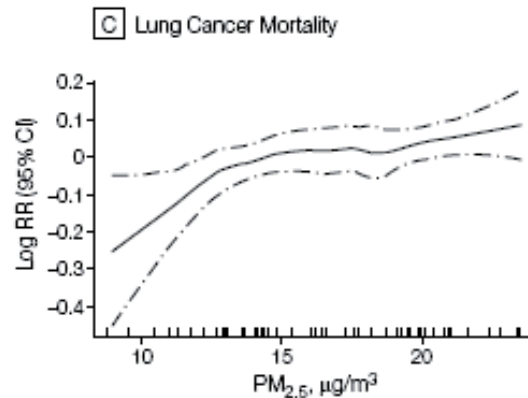
High level indoor biomass smoke exposure: 2 milj deaths per yr. On top ten list of global risk factors (Lopez AD, Lancet 2006)



Lungcancer

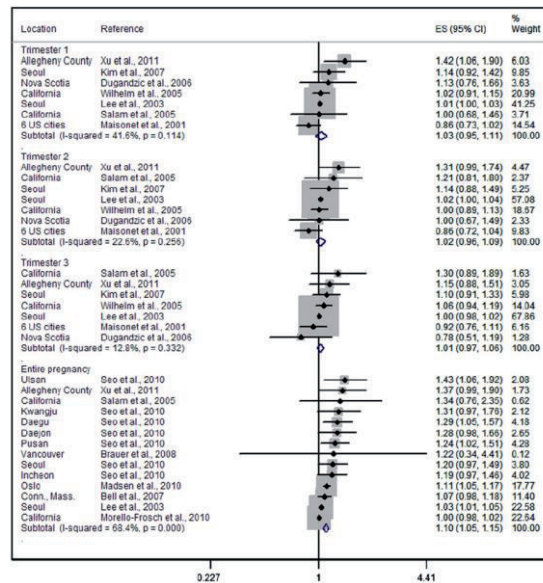
Lungcancer-risken ökade med luftföroreningshalten vid bostaden i den stora ACS-studien i USA (8% per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2.5}$), se figur.

Många andra undersökningar har visat att förbränningsprodukter (innehåller bl.a. cancerframkallande tjärämnen – PAH'er) orsakar ökad lungcancerriksk.



(Pope CA et al, JAMA 2002)

Lägre födelsevikt

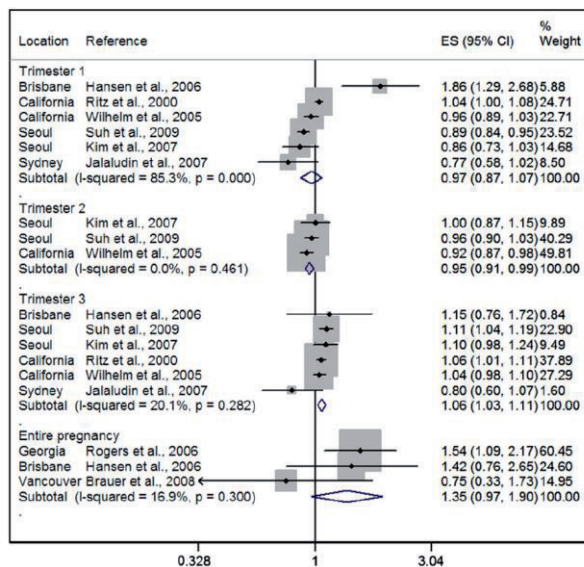


I en ny studie har en analys gjorts av studier av samband mellan moderns halt av PM₁₀ och risk för att föda ett lågviktigt barn (<2500 g).

Resultat: En sammanvägning av 14 studier visade 10 % ökad risk vid ökning av PM₁₀ med 20 µg/m³ (hela graviditeten).

(Stieb DM, 2012)

Förtida födsel



I samma studie gjordes en analys av olika studier om samband mellan moderns halt av PM₁₀ och risk för förtida födsel (före vecka 37).

Resultat: 6 % ökad risk per ökning av PM₁₀ med 20 µg/m³ under sista trimestern.

(Stieb DM, 2012)

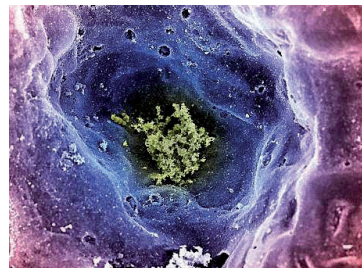
Luftföroreningar

- Små partiklar (PM)
- Ozon, kväveoxider (NO_x), Ozon, VOC, PAH
- Långdistanstransport
- Regional bakgrund
- Lokala bidrag
- Vägrafik
- Vedeldning
- Sjöfart, industri



Vad är farligt? Svar: inte känt

- Fysik?
 - massa, storlek, antal, yta
- Kemi (sk på ytan)?
 - t.ex. surhet, oxidativ kapacitet, element (övergångsmetaller), PAH
- Källa?
 - t.ex. dieselryk, vedryk, vägdam



För vilka källor har man visat effekter?

I epidemiologiska studier:

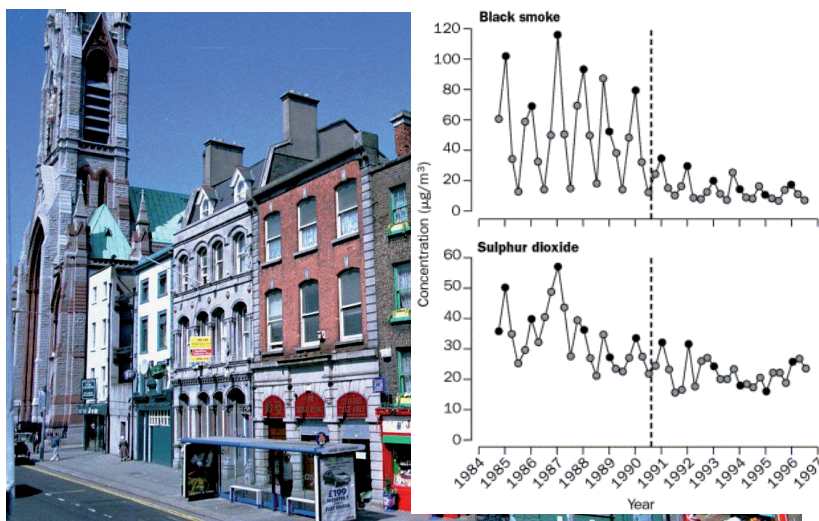
- Förbränning/sot Ja!
 - vägtrafik (många studier)
 - biomassa (få studier)
 - koleldning (få studier)
 - cigarettök!
- Rök och damm i arbetsmiljön Ja!
- vägdamm (däck och vägbana) Ja
- Sand Ja?

ARTICLES

Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study

... men åtgärder hjälper: Dödligheten minskade med 8% efter förbud mot koleldning

Luke Clancy, Pat Goodman, Hamish Sinclair, Douglas W Dockery



Slutsatser

- Partiklar har negativa hälsoeffekter av många olika slag
- Reducering av partikelhalter minskar hälsoriskerna