

# Eksos: et arbeidsmiljø- og folkehelseproblem

Magne Refsnes



# Hva ønsker jeg å belyse

- Hva eksos består av, og hvilke helserisiko ulike komponenter i eksosen kan representere
- Ta mer mest utgangspunkt i eksos i uteluft, men vil også gå en del inn på eksos i arbeidsmiljøet
- Ulik risikotenkning for uteluft/inneluft versus arbeidsmiljø

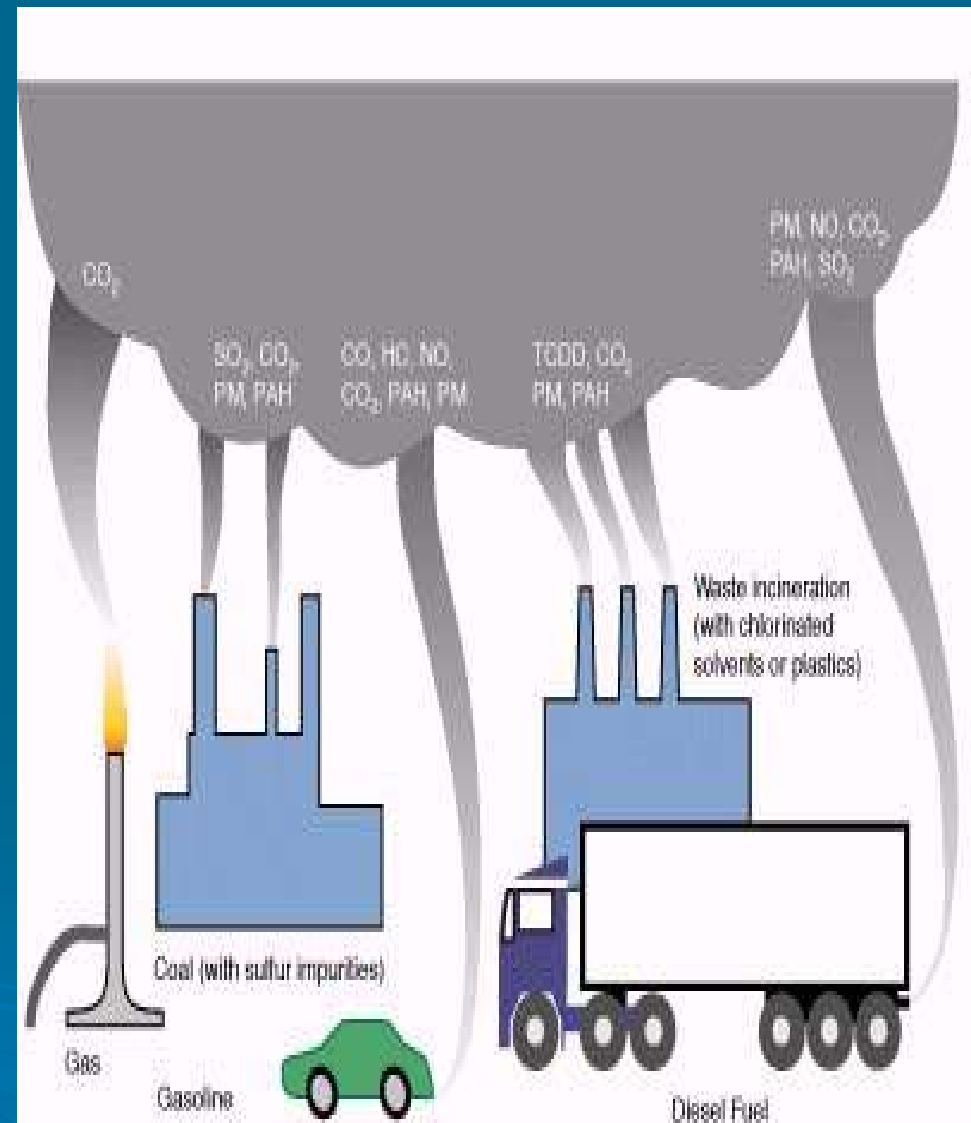
# Hva består eksos av?

Kompleks blanding av flere hundre stoffer:

- *Svevestøv*
- *Nitrogendioksid*
- *Karbonmonoksid (CO)*
- *Svoveldioksid (SO<sub>2</sub>)*
- *Formaldehyd, benzen, etc*
- *PAH-forbindelser*

# Eksos er så mangt!

- Utslipp fra forbrenningsprosesser forbundet med transport
- Sammensetningen av eksos varierer svært ved bruk av ulike typer brennstoff (diesel-versus bensineksos), typer kjøretøyer og ulik motorteknologi
- utslipp fra dieserbiler mye høyere enn fra bensinbiler- men betydelige forbedringer i gang med diesebilene
- bruk av katalysatorer og filter reduserer utslippene



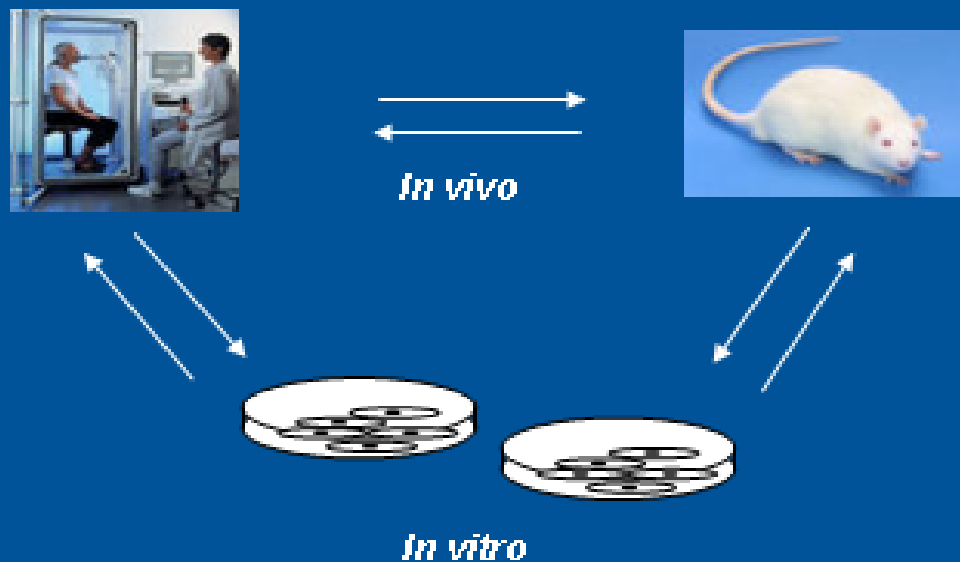
# Befolgingsstudier:

Brukes til å belyse sammenheng mellom eksponering for eksos og:

- økt dødelighet av luftveis-og hjertekarsykdommer
- overhyppighet av sykehusinnleggelseser
- fravær fra skole
- redusert lungefunksjon
- ulike symptomer
- selvopplevd plage

***Kun assosiasjoner- ikke direkte bevis for årsakssammenheng***

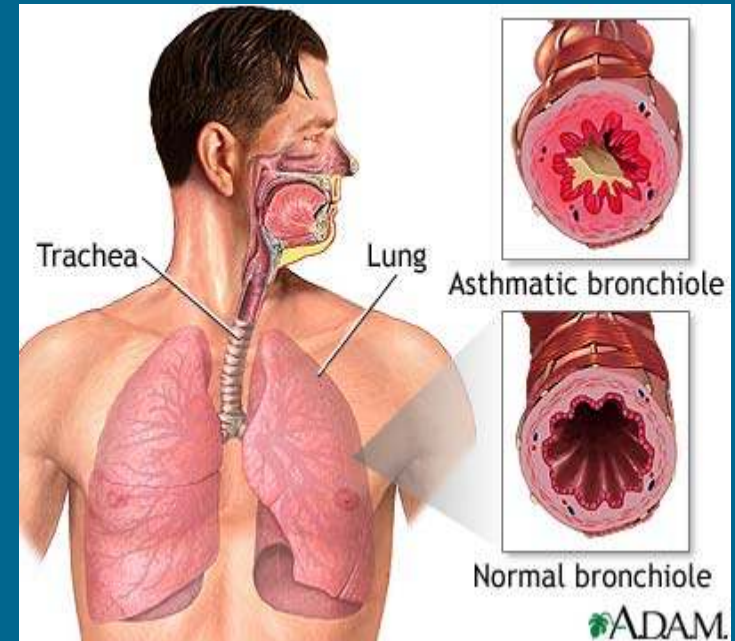
## Eksperimentelle studier



Eksperimentelle studier med mennesker og dyr (*in vivo*), samt cellekulturer (*in vitro*).

# Følsomme grupper:

- Personer med astma, kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS), lungebetennelse
- Personer med hjerte/kar sykdom kan få infarkt
- Eldre med svakere helse, personer med sykdom, spedbarn og småbarn
- Allergikere
- Sosioøkonomiske forhold spiller også en rolle





# Luftkvalitetskriterier, grenseverdier og retningslinjer i uteluft

Norske og internasjonale myndigheter (Verdens helseorganisasjon, EU) har fastsatt luftkvalitetskriterier, grenseverdier og retningslinjer.

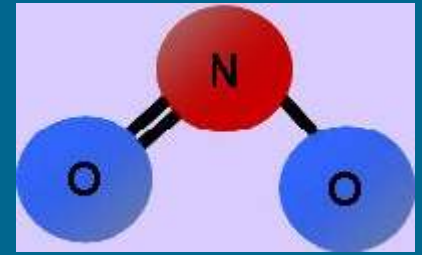
- Retningslinjer (WHO) er helsebaserte- og tar hensyn til følsomme grupper
- Luftkvalitetskriteriene fastsatt av SFT og Folkehelseinstituttet er fastsatt slik at de angitte verdiene ikke skal gi uønskede helseeffekter selv hos følsomme grupper. Bare rådgivende verdier.
- SFT fastsetter grenseverdier som angir konsentrasjoner ikke skal overskrides. Disse verdiene er ikke bare helsebaserte, og tar også økonomisk-administrative hensyn



## Administrative normer i arbeidsmiljø

- I arbeidsatmosfæren er det fastsatt administrative normer for kjemiske stoffer.
- Normene er fastsatt ut i fra 40 timers arbeidsuke med 8 timers arbeidsdag 5 dager i uken. Angis i parts pr. million (ppm) og/eller milligram/kubikkmeter (mg/m<sup>3</sup>)
- Normene er satt ut fra medisinske, tekniske, økonomiske og vurderinger.
- Selv om normene overholdes, er man ikke sikret at helsemessige skader og ulemper ikke kan oppstå. Dette vil si at det kan være påkrevet med verneutstyr.

# Helseeffekter av NO<sub>2</sub>



- Befolkningsstudier tyder på en sammenheng mellom kortvarig eksponering for NO<sub>2</sub> og dødelighet av lunge-og hjertekardødelighet
- I kontrollerte studier av mennesker er det blitt vist at NO<sub>2</sub> (fra 200 µg/m<sup>3</sup>) økte reaktiviteten i luftveiene hos astmatikere, mens 1990 µg/m<sup>3</sup> var påkrevet for å gi effekter hos friske frivillige
- Det er vist nedsatt lungefunksjon hos pasienter med KOLS ved 560 µg/m<sup>3</sup> i 4 timer og kronisk bronkitt ved 940 µg/m<sup>3</sup> i en time
- Forsterking av allergiske responser er vist ved 300 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>

## Luftkvalitetskriterier, grenseverdier og administrative normer for NO<sub>2</sub>

- Luftkvalitetskriteriet for NO<sub>2</sub> for 1 time er på 100 µg/ m<sup>3</sup>, og 15 min på 500 µg/m<sup>3</sup>. WHO's verdi for 1 time er på 200 µg/m<sup>3</sup>.
- Den norske grenseverdien (timesverdien) for NO<sub>2</sub> i uteluft er på 200 µg/m<sup>3</sup>, med opptil 18 overskridelser i løpet av et år.
- Den administrative normen for NO<sub>2</sub> er på 1100 µg/m<sup>3</sup> for 8 timer. Det sies at de foreslåtte verdiene vil beskytte de fleste friske arbeidstakere, men ikke arbeidstakere med astma eller kronisk bronkitt.
- Bakgrunnen for dette er at det er for høy eksponering i enkelte virksomheter, og at det tas teknisk/ økonomiske hensyn i fastsettelsen av normen .

# Eksponering for NO<sub>2</sub> i arbeidsmiljø: ved bruk av dieseldrevne maskiner i tunneler



## - Tromsøysundtunnelen (1993):

*Bak stoff: 2,6 og 1,6 mg/m<sup>3</sup>*

*(høyest og gjennomsnitt)*

*Foran stoff: 18.8 og 8,2)*

## - Ekeberggtunnelen (1993):

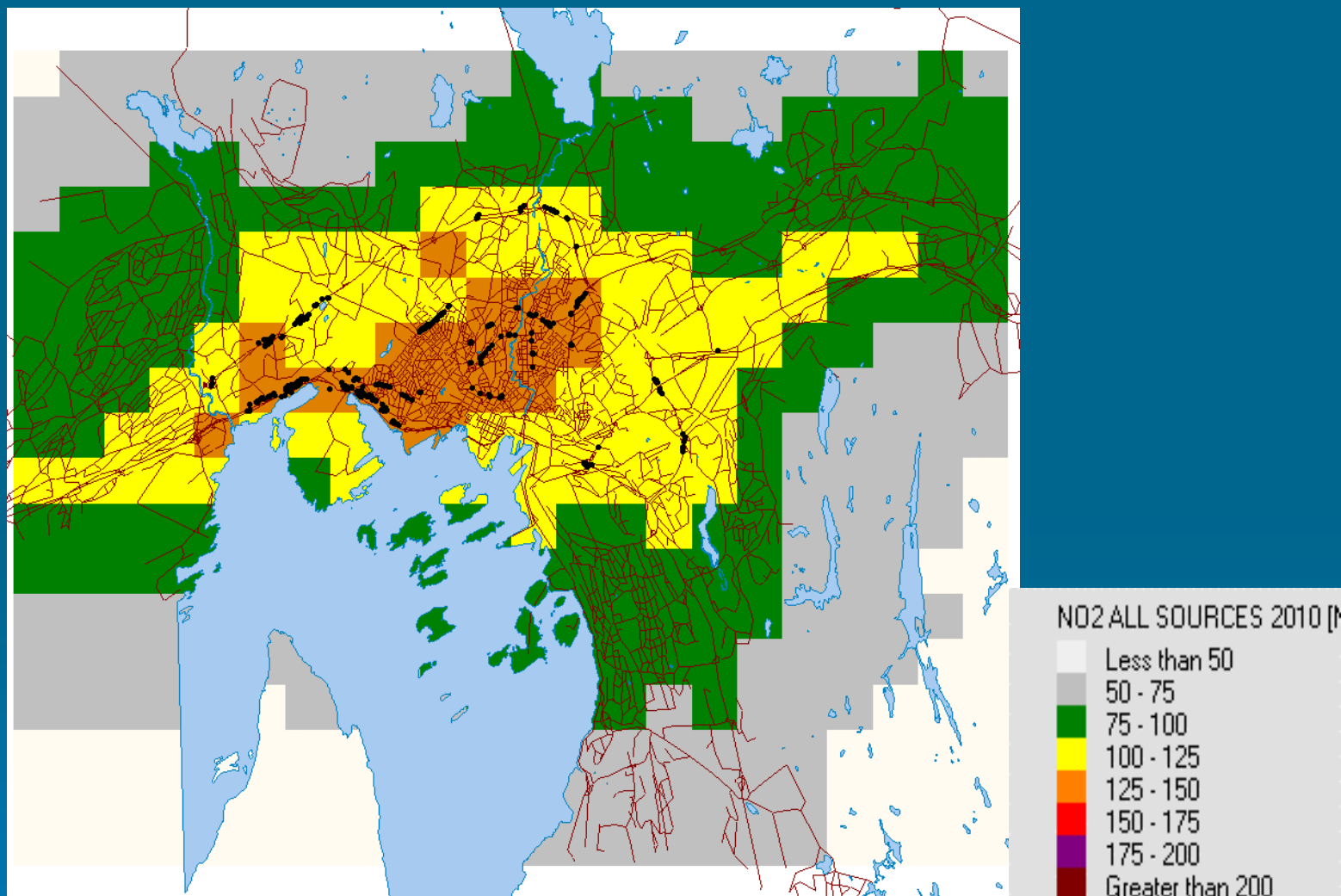
*Bak stoff: minimums-og  
maksimumsverdi på 0,6 og 6,6  
mg/m<sup>3</sup>.*

***1 mg/m<sup>3</sup> tilsvarer 1000 µg/m<sup>3</sup>***

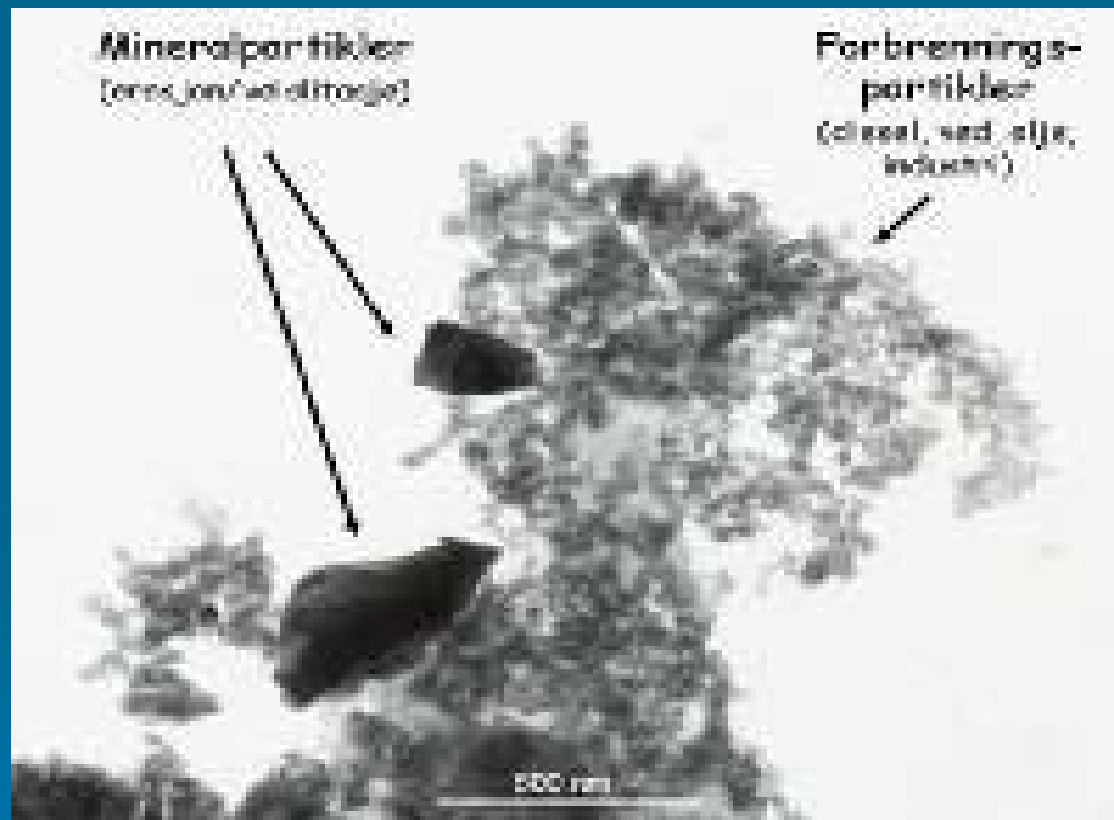
## Utslipp av NOx fra ulike kilder

| Kilde                        |                          | 2004 (i<br>1000 tonn) | 1990 (i<br>1000 tonn) |
|------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Stasjonær<br>forbrenning     | -olje-og gass            | 46                    | 28                    |
|                              | -annen industri          | 9,6                   | 12,4                  |
|                              | -husholdning             | 2                     | 2,1                   |
|                              | -avfall                  | 0,8                   | 2,1                   |
| <b>Mobil<br/>forbrenning</b> | - <b>skip og båter</b>   | <b>71,6</b>           | <b>65</b>             |
|                              | - <b>veitrafikk</b>      | <b>37,6</b>           | <b>74</b>             |
|                              | - <b>luftfart</b>        | <b>3,9</b>            | <b>3,1</b>            |
|                              | - <b>annen</b>           | <b>17,7</b>           | <b>14,4</b>           |
| Prosessutslipp               | -Industri og<br>bergverk | 10,6                  | 12,3                  |
|                              | -olje-og gass            | 0,05                  | 0,1                   |

# Beregnete konsentrasjoner NO<sub>2</sub> (i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 9de høyeste døgnverdi, [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no)) i Oslo i 2010



# Partikler foreligger i aggregater





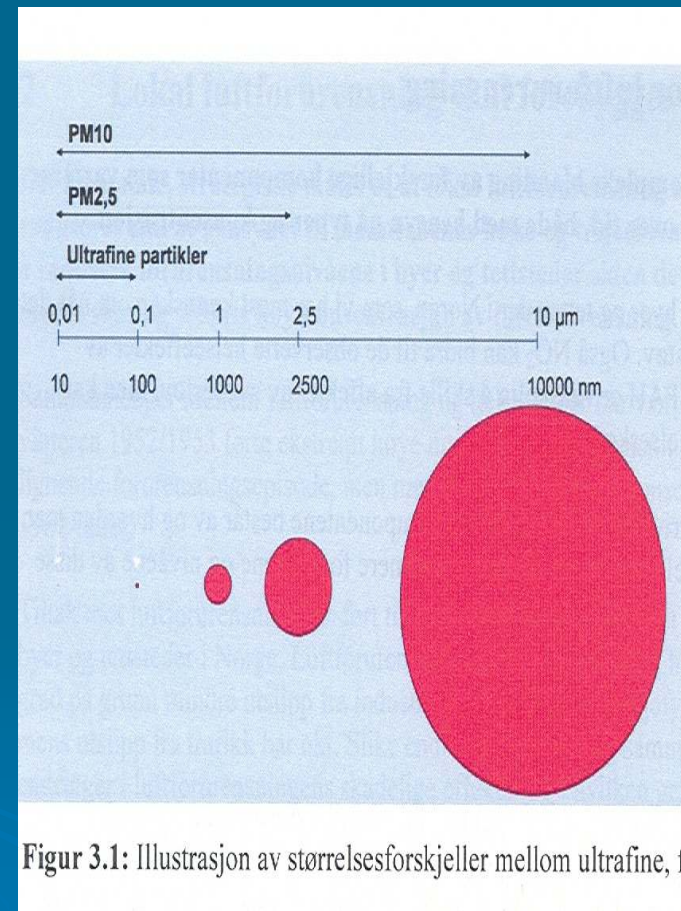
# Svevestøvpartikler fra forbrenning

- Varierende sammensetning avhengig av
  - kilde
    - variasjoner i prosessen
    - ulike stoffer til forbrenning
  - Adsorpsjon av andre komponenter
    - allergener
    - sure partikler
    - toksiner



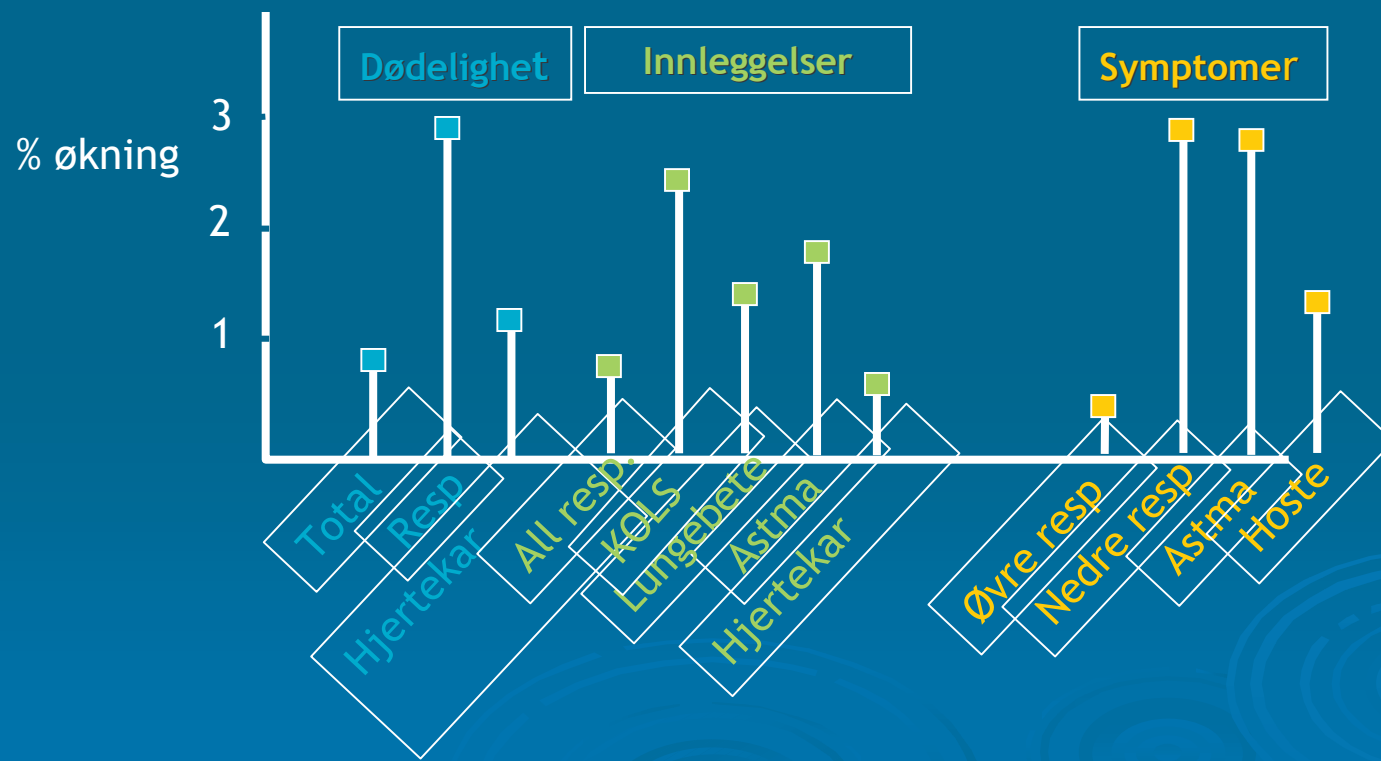
# Sammensetning av svevestøv

- Små partikler har større relativt overflateareal enn større partikler. Større potensiale for interaksjon med luftveiene og som bærere av skadelige komponenter (metaller, organiske forbindelser).
- Små partikler har liten vektmessig betydning, men dominerer med hensyn til antall
- Eksospartikler er små, og har derfor stort overflateareal



Figur 3.1: Illustrasjon av størrelsesforskjeller mellom ultrafine, fine og grove partikler

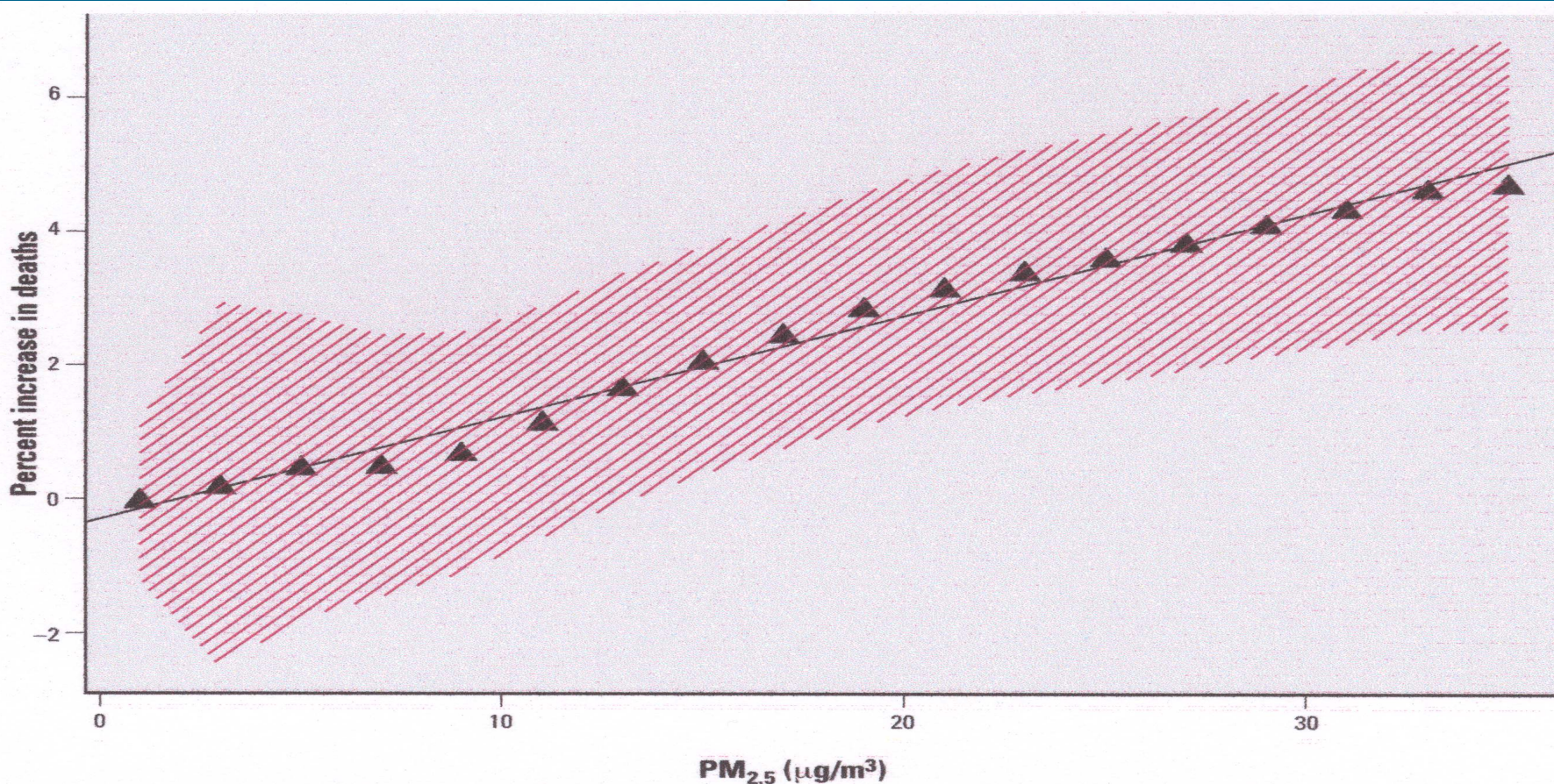
# Endringer i helseeffekter for hver $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ økning i svevestøv ( $\text{PM}_{10}$ ) (data fra 100 studier)



Fra Pope 2000



# Økt dødelighet ved lave konsentrasjoner- i befolkningsstudier



**Figure 1.** Overall estimated dose–response relation between total PM<sub>2.5</sub> and daily deaths in six U.S. cities. The estimate is obtained by combining the estimated smoothed curves in each of the cities, after controlling for weather, season, and day of the week. The shaded area indicates the pointwise 95% confidence intervals at each point. The line shown is a least-squares regression line through the estimated points.

# Dieseleksospartikler og luftveissymptomer

I kliniske forsøk er dieselpartikler vist å gi:

- irritasjon og betennelsessymptomer i luftveiene hos friske frivillige
- redusert lungefunksjon, lokal betennelse og overfølsomhet i lungene hos astmatikere
- Forverring av allergisymptomer, spesielt astma men også høysnue
- Usikkert om dieseleksospartikler øker forekomsten av allergi



# Dieseleksospartikler og hjertekar-effekter

I dyreforsøk er det vist at dieseleksospartikler kan gi:

- Økt levering av blodet
- Økt hjerterytme

Stort sett milde responser og funksjonsendringer i hjertekarsystemet. Slike effekter kan likevel være med å forklare den observerte sammenhengen mellom dødsfall av hjertekarsykdommer ved partikkeleksponering i befolkningsstudier. Mye kunnskap mangler.

# Hvilke konsentrasjoner gir effekt?

- I befolkningsstudier ingen nedre grense-terskel for effekt!
- I kliniske studier (i kammer) er det vist betennelsesresponser i luftveiene ved 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og ved 6 timers eksponering og ved 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ved 18 timers eksponering- dvs. avhengig av konsentrasjon og tid.

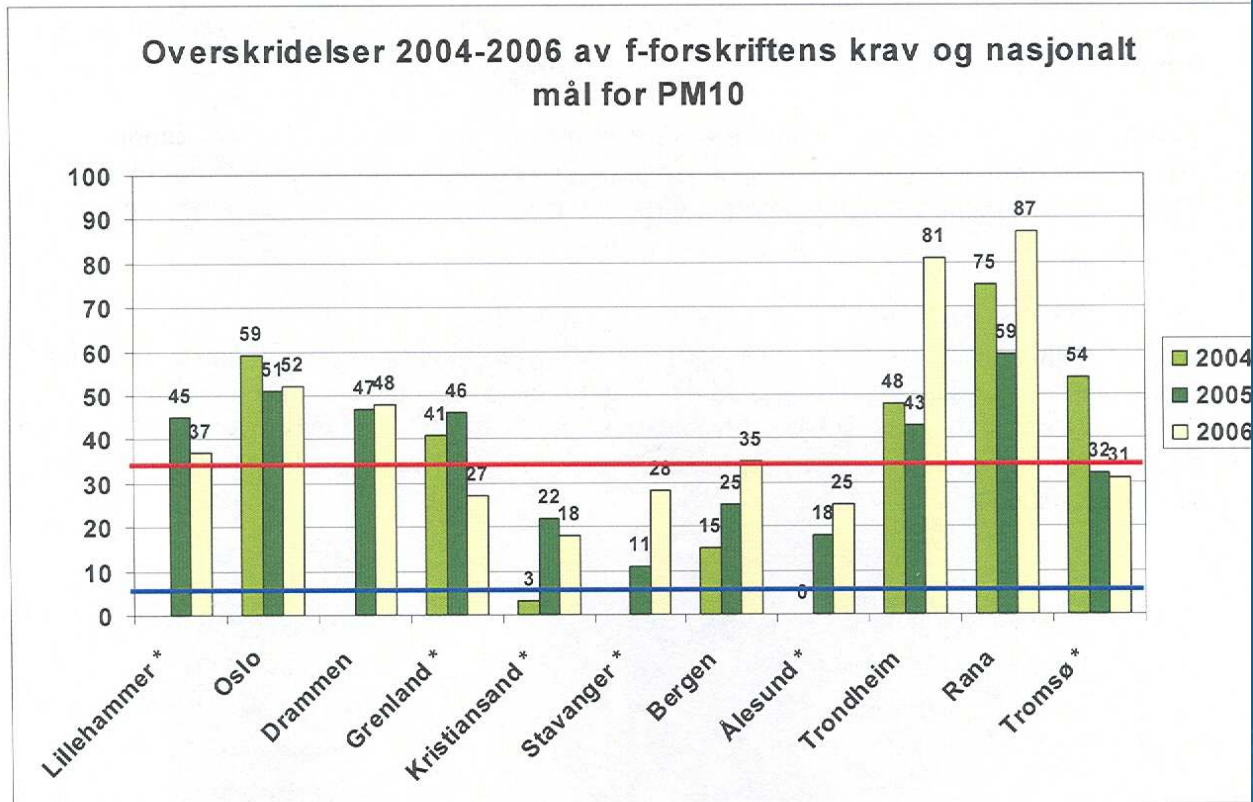


## Luftkvalitetskriterier og grenseverdier i uteluft- versus administrative normer i arbeidsmiljø

- Luftkvalitetskriterier PM10 (døgn) er  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Norsk grenseverdi PM10 - det tillates inntil 35 overskridelser av  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (døgn)
- Administrative normer (8 timers-verdier) varierer med ulike typer svevestøv:
  - Organisk støv :  $5 \text{ mg}/\text{m}^3$
  - Kullstøv (respirabelt):  $1,5 \text{ mg}/\text{m}^3$
  - Kvarts (respirabelt):  $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$

# Overskridelser av Forurensningslovens forskrifter

Figur 6.2 viser antall overskridelser av grenseverdien for PM<sub>10</sub> i ulike byer Norge i 2004-2006.



Figur 6.2: Antallet overskridelser av forskriftens krav til PM<sub>10</sub> (rød strek) og nasjonalt mål (blå strek). Nasjonalt mål skal ikke overskrides etter 2010, se vedlegg 1.

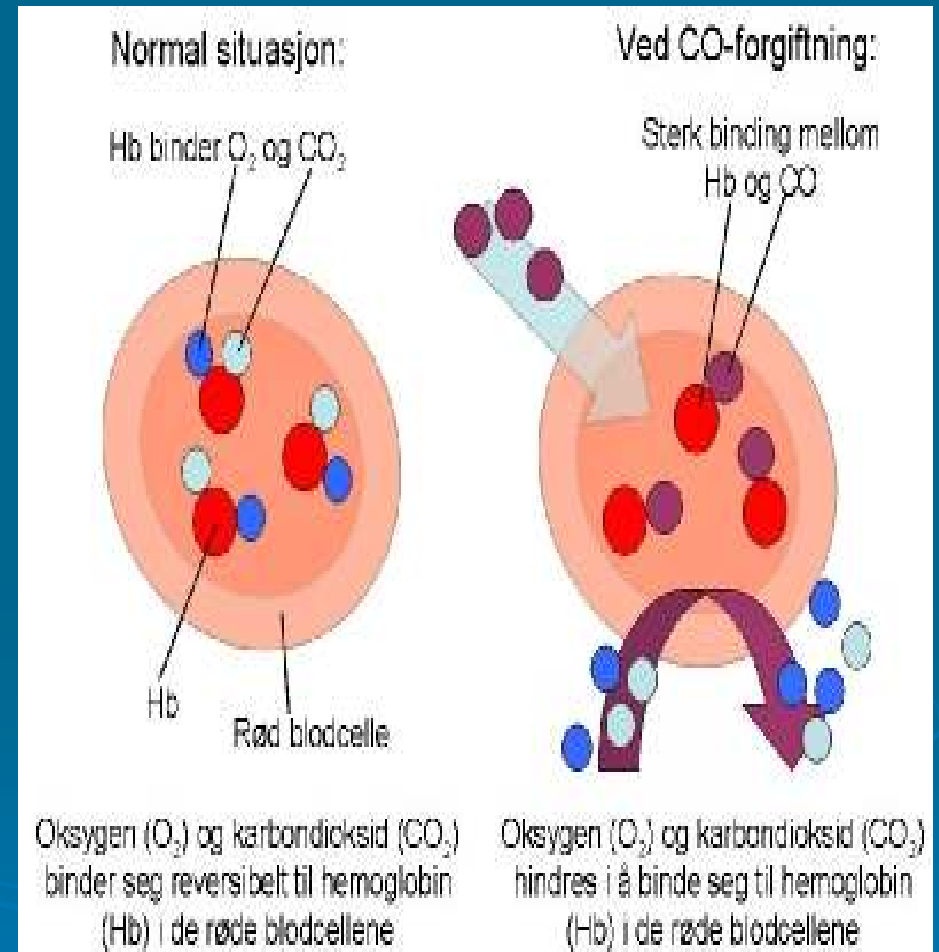
\*<sup>1</sup>) Manglende datadekning i noen kommuner.

Noe av årsaken til de store overskridelsene i 2006 i Trondheim er bygge- og anleggsarbeider, mens i Mo i Rana er utslipp fra industrien en viktig kilde.

Kilde: Norsk institutt for luftforskning og de kommunene som framkommer i figuren.

# Helseeffekter av karbonmonoksid (CO)

- CO reduserer transporten av oksygen
- Økt følsomhet hos hjertekarsyke
- Effekter på fosterutvikling og adferd



# Karbonmonoksid (CO) i uteluft og i arbeidsmiljø

- Terskel for effekt ved 2,5% CO-Hemoglobin (Hb), nås ved høy aktivitet i 1 time ved 40 mg/m<sup>3</sup> hos følsomme individer (hjertekarsyke). Hos friske, voksne personer registreres symptomer over 5% CO-Hb
- Nivåene i uteluft i europeiske byer – vanligvis lavere enn 40 mg/m<sup>3</sup> ( og enda lavere i Norge). I Oslo meldt om 6 mg/m<sup>3</sup> i Kirkeveien.
- Liten helserisiko ved utelufteksponering. Bare helt episodevis i trafikken, og i garasjer og i tunneler kan konsentrasjonene bli forholdsvis høye.

## Luftkvalitetskriterier og administrativ norm for CO

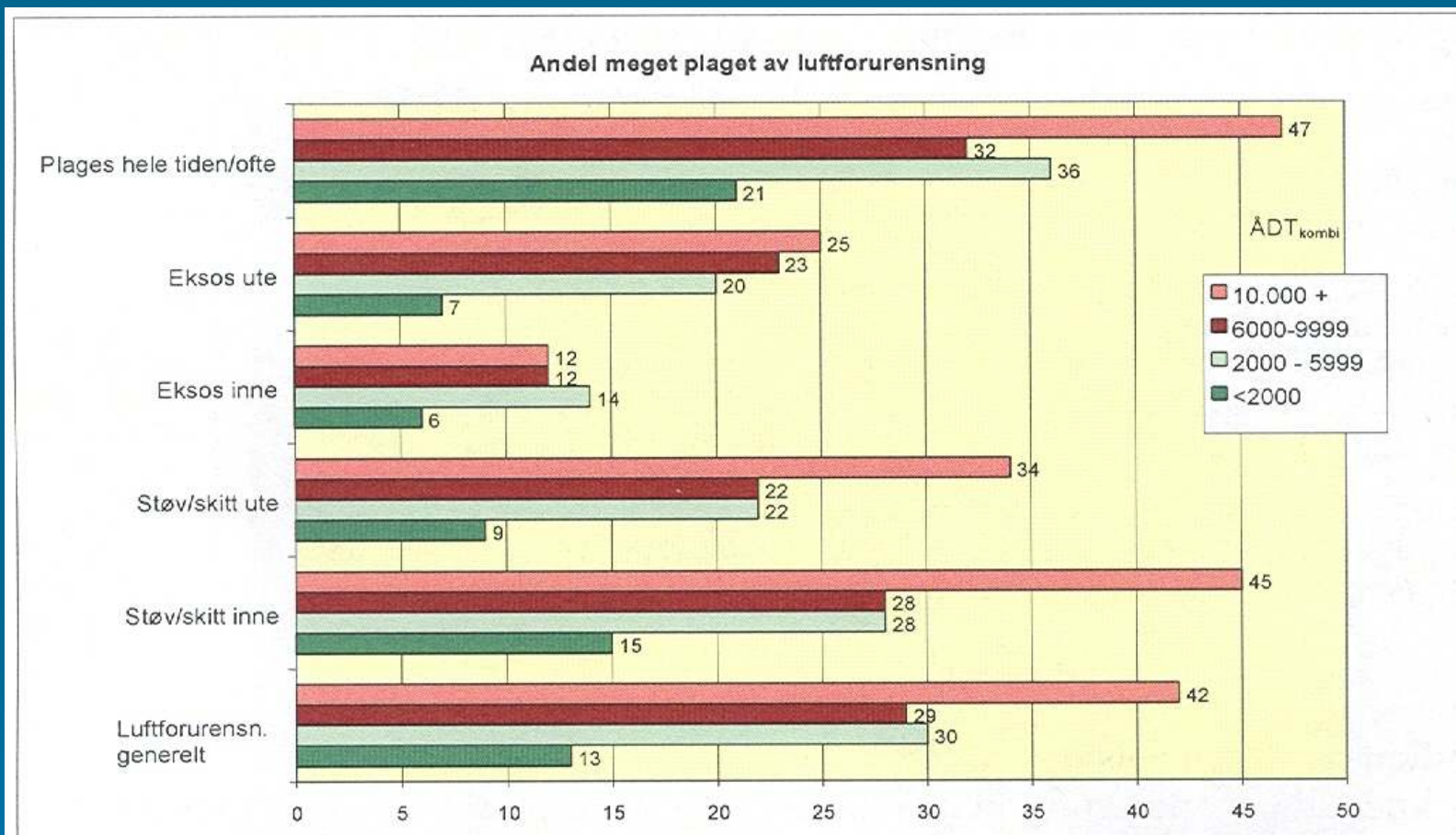
- Luftkvalitetskriterier i uteluft er 80, 25 og 10 mg/m<sup>3</sup> (ved 15 min, 1 og 8 timer).
- Administrativ norm i arbeidsmiljø er 29 mg/m<sup>3</sup> (8 timer)- beskytter friske voksne, og til dels hjertekarsyke personer

# Eksos og utvikling av lungekreft

- Eksponering for dieseleksos i byluft over lang tid kan antagelig øke risikoen for lungekreft- vist i befolkningsstudier. Sterkere sammenheng vist for PM2,5 (fine partikler) i byluft og kreft. PM2,5 domineres oftest av eksos.
- I studier i arbeidsmiljø ser det også ut til være en forhøyet risiko for lungekreft (jernbanearbeidere, truckførere)
- Kan skyldes dieseleksospartikler i seg selv eller PAH-forbindelser bundet til partiklene
- I dyreforsøk har høye konsentrasjoner av dieseleksospartikler utvikling av kreft, men dette kan skyldes overbelastning av lungene



# Plager, stress og luftforurensninger/eksos



**Figur 5.2:** Andel (i prosent) meget plaget av luftforurensning generelt, støv/skitt og eksos inne i bolig, henholdsvis ute ved bolig samt plagefrekvens etter vegtrafikkbelastning ( $\text{ÅDT}_{\text{kombi}}$ ). Kilde: TØIs miljødatabase



# Konklusjoner (1)

- Eksos kan representere et helseproblem både i arbeidsmiljøet og for den generelle folkehelsen
- Eksponering for eksos kan bidra til økt dødelighet, men også økt sykkelighet, luftveissymptomer, redusert lungefunksjon og effekter på hjertekarsystemet. Eksospartikler synes å kunne gi lungekreft.
- Eksos gir en stor økning i selvopplevde plager- som hodepine og kvalme
- Effekten av eksos skyldes ulike komponenter, men partikler, nitrogenoksider, karbonmonoksid (CO) og PAHer er viktige komponenter

## Konklusjoner (II)

- Luftkvalitetskriteriene/grenseverdiene for uteluft/inneluft er fastsatt med tanke på i størst mulig grad å beskytte utsatte grupper (barn, eldre, lunge-og hjertekarsyke)
- De administrative normene som brukes i arbeidsmiljøet er høyere enn de grenseverdiene som benyttes for eksponering av den generelle befolkningen
- De administrative normene for komponenter i eksos sikrer ikke fullstendig mot helserisiko, og spesielt ikke for utsatte grupper
- Eksponeringen i enkelte arbeidsmiljøer kan være så stor at den forutsetter bruk av verneutstyr