



Hvad er de samfundsøkonomiske omkostninger ved landbrugets ammoniakudledning?

Jørgen Brandt, Professor & Sektionsleder
Institut for Miljøvidenskab &
DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi
Aarhus University
Denmark



Hvad er den grundlæggende viden?

- › **Ammoniakfordampningen fra landbruget sker fra stalde og fra ubringning af gylle.**
- › **Ammoniakken (gas) bidrager til dannelsen af såkaldte sekundære partikler i atmosfæren.**
- › **Omdannelsen i atmosfæren sker over timer til dage.**
- › **Der er en klar sammenhæng mellem atmosfæriske partikler ($PM_{2,5}$) og helbredseffekter.**
- › **Helbredseffekterne er bl.a. for tidlige dødsfalder, forværring af astma/bronkitis, hospitalsindlæggelser, sygedage, mv. enten som følge af korttidseksposering eller som følge af langtidseksposering.**
- › **Helbredseffekterne kan værdisættes og kaldes eksterne omkostninger, indirekte omkostninger eller samfundsøkonomiske omkostninger.**

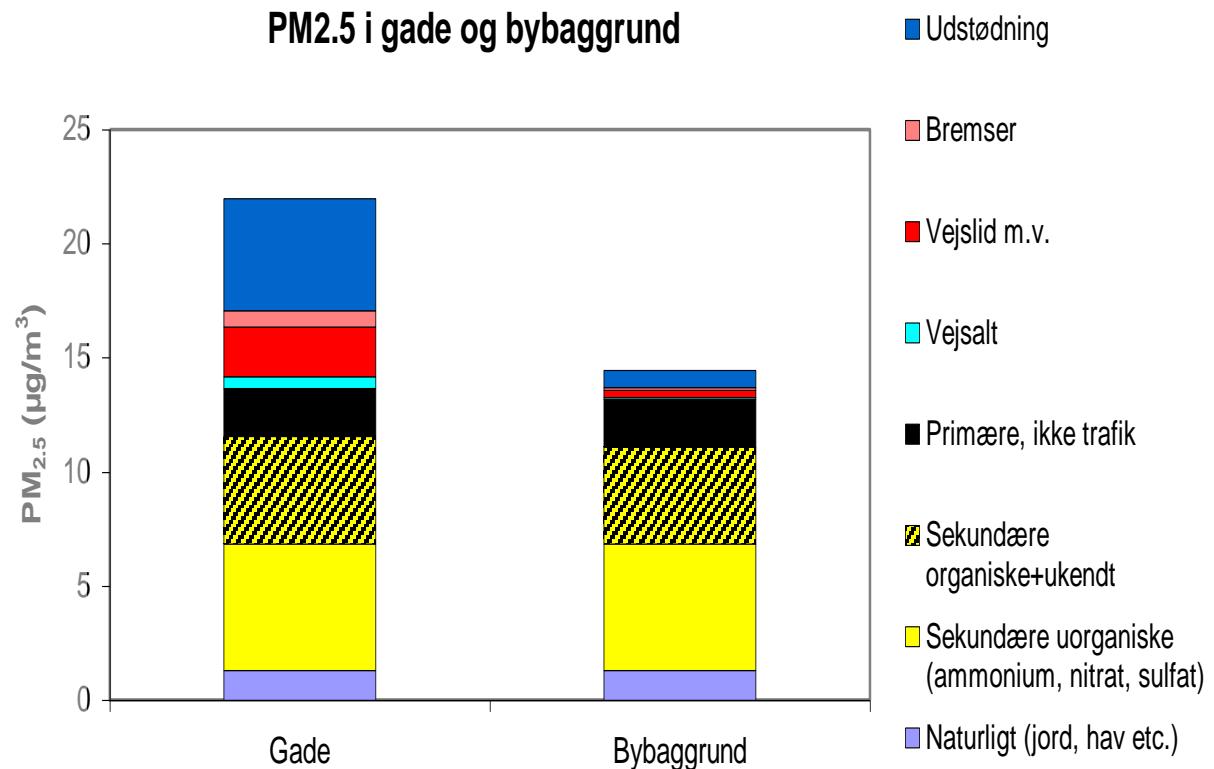
Hvad er en atmosfærisk partikel?

Sekundære uorganiske
partikler (SIA)
 NO_3^- , NH_4^+ and SO_4^{2-}

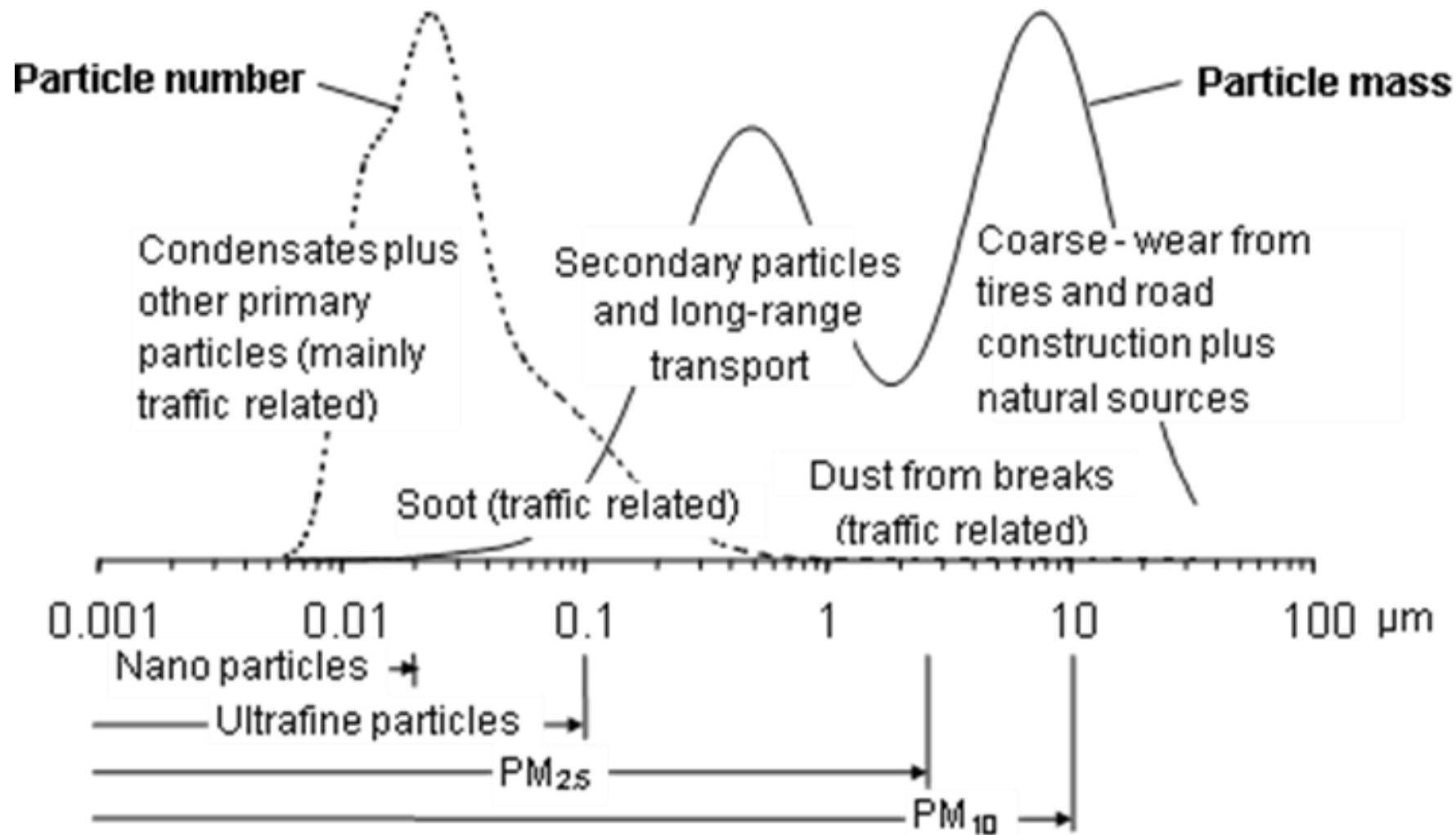
Sekundære organiske
partikler (SOA)
Fx. monoterpener...

Primære partikler:
Black Carbon (BC)
Elemental Carbon (EC)
Organisk Carbon (OC)
Mineralsk støv
Havsalt, sand, jord, osv.

Kilder er både
menneskabte og naturlige



Hvad er en atmosfærisk partikel?





WHO report 25/3-2014



Health topics Data Media centre Publications Countries **Programmes** About WHO Search

Public health, social and environmental determinants of health (PHE)

Public health, social and environmental determinants of health (PHE)

About us

Health topics

Publications

7 million deaths annually linked to air pollution



In new estimates released, WHO reports that in 2012 around 7 million people died – one in eight of total global deaths – as a result of air pollution exposure. This finding more than doubles previous estimates and confirms that air pollution is now the world's largest single environmental health risk. Reducing air pollution could save millions of lives.

[Read the news release on air pollution](#)

[Read the feature story on air pollution](#)

[FAQs on air pollution](#)

[pdf, 169kb](#)

[Air pollution estimates](#)

[pdf, 1.16Mb](#)

3.7 million deaths

attributable to ambient air pollution

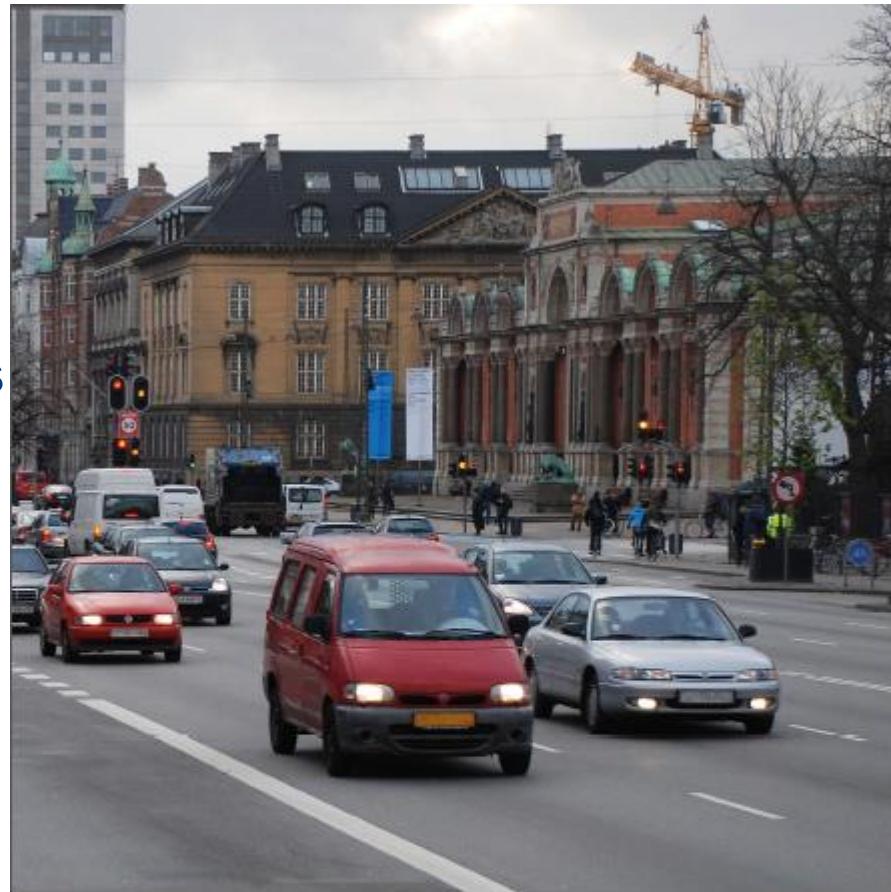
4.3 million deaths

attributable to household air pollution

7 million deaths

caused by air pollution in 2012, covering

- › **Dødeligheden i befolkningen stiger med 6,2 % for hver gang luftens indhold af fine partikler stiger med $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.**
- › **Dødelighed som følge af hjerte- og kredsløbssygdomme påvirkes stærkere; 15 % stigning ved en stigning på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.**
- › **Dødelighed som følge af luftvejssygdomme påvirkes i mindre grad; 2,9 % ved en stigning i koncentrationen på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.**



**LUFTFORURENINGENS INDVIRKNING
PÅ SUNDHEDEN I DANMARK**

Sammenfatning og status for nuværende viden

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 96

2014

 AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



Helbredseffekter fra partikler

Hvad ved vi, at vi ved:

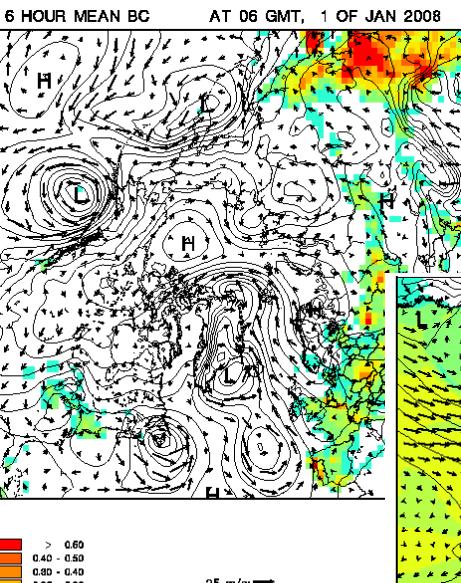
- › Der er en klar sammenhæng mellem helbredseffekter og PM_{2,5} som er bekræftet i utallige store internationale studier.
- › På baggrund af vores nuværende viden, kan vi ikke sige at der er nogle af typer partikler, der er mere skadelige end andre.
- › Ingen typer af partikler er uskadelige.

Hvad ved vi, at vi ikke ved (hypoteser):

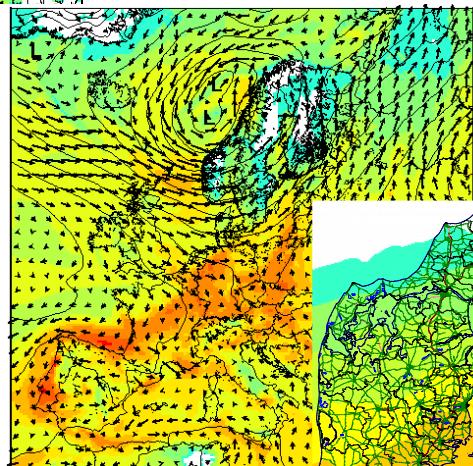
- › Nogle studier indikere, at kulstofholdige partikler (BC/OC/EC) er mere skadelige end andre partikler.
- › Der er hypoteser om at det er kan være de stoffer som sidder på overfladen af partiklerne, der er skadelige (PAH'ere, metaller, dioxiner, POP'er, mv.).



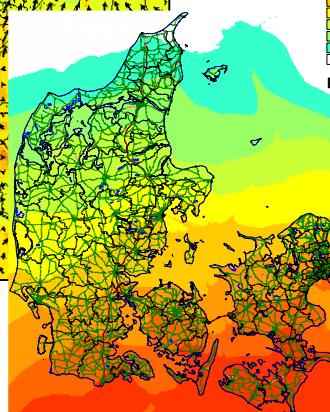
Beregninger af helbredseffekter og eksterne omkostninger



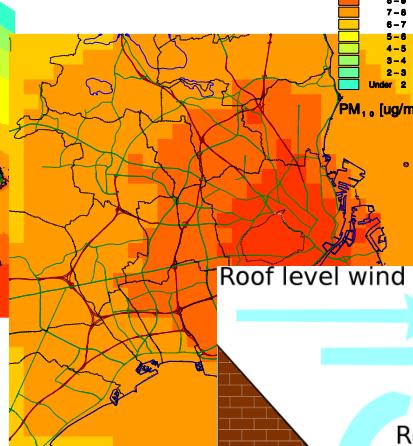
DEHM



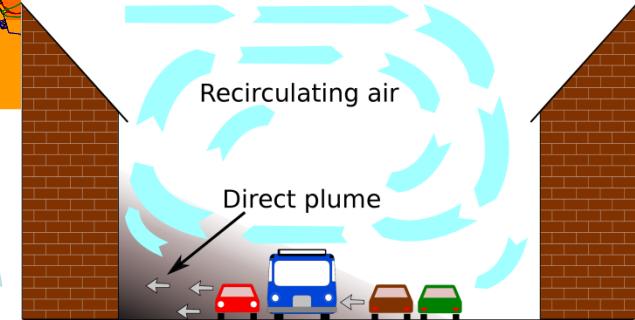
20%



10%



20%



Meteorologiske data
Luftforureningsdata
Klimadata
Historiske data og prognosenter
Data fra timeniveau til årtier

UBM

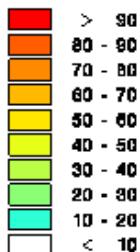
OSPM

Ozon og kvælstofdioxid

DMU-ATMI THOR Air Pollution Forecast for

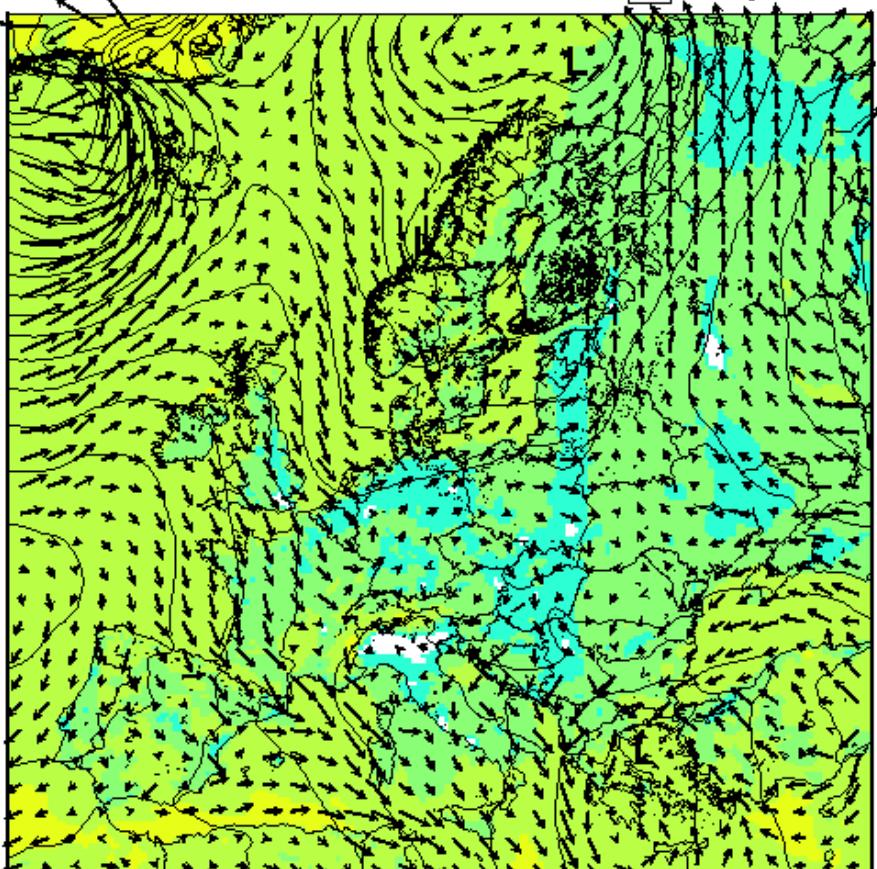
8/12 2014, 18 UTC

Forecast started at: 8/12 2014, 18 UTC



Units: ppb

10 m/s: →



DMU-ATMI THOR Air Pollution Forecast for

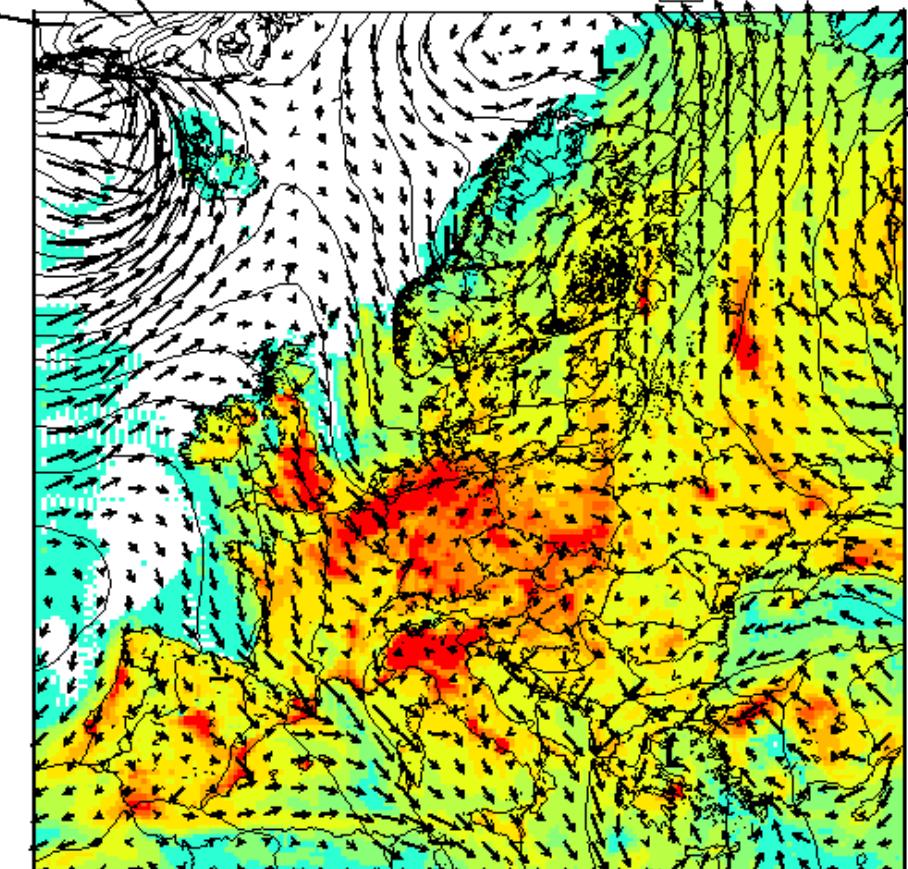
8/12 2014, 18 UTC

Forecast started at: 8/12 2014, 18 UTC

NO₂ surface concentrations

Units: ppb

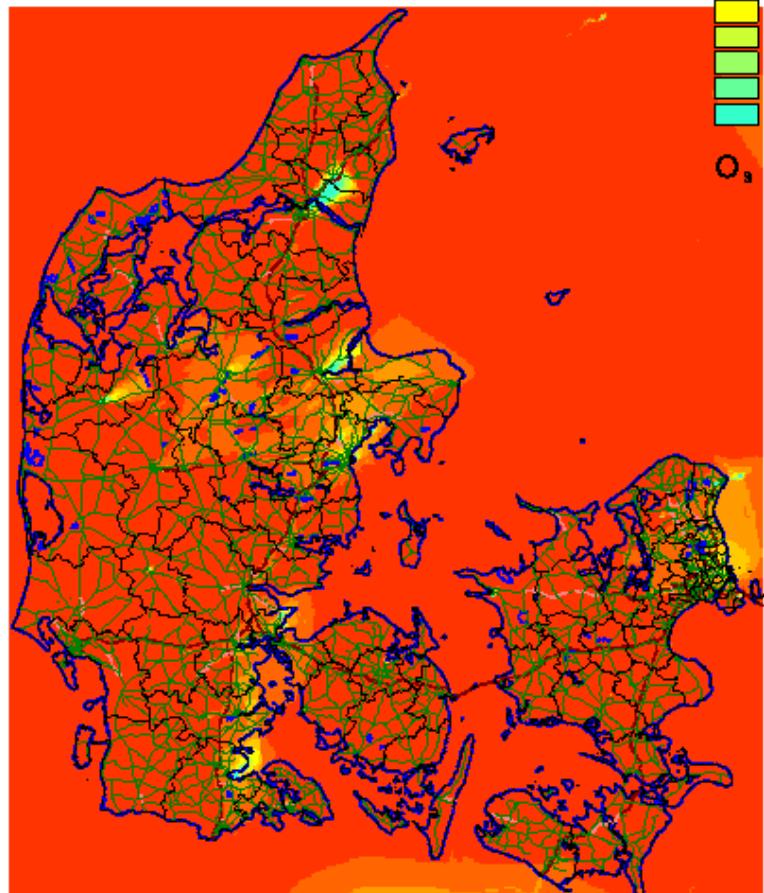
10 m/s: →



Ozon og kvælstofdioxid

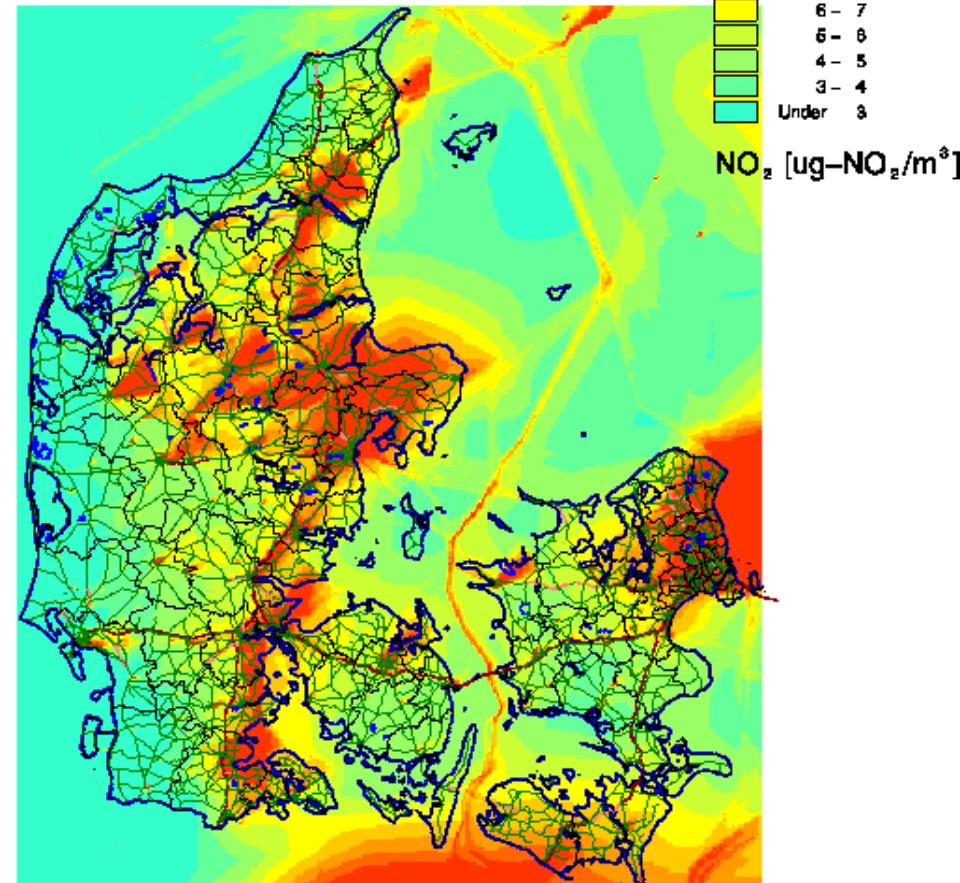
AU/DCEs luftforureningsudsigt for 8/12–2014, kl. 18

Prognosen startede: 8/12–2012, kl. 18

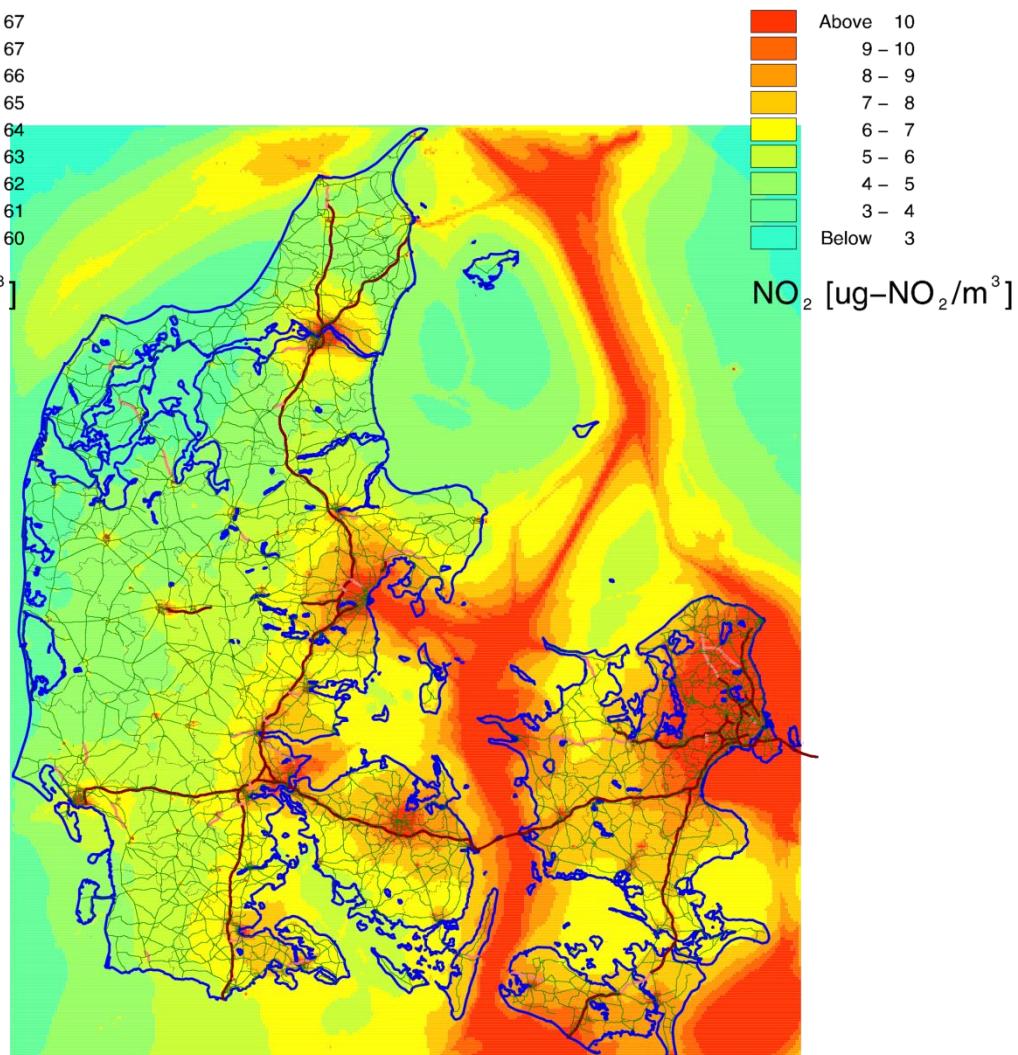
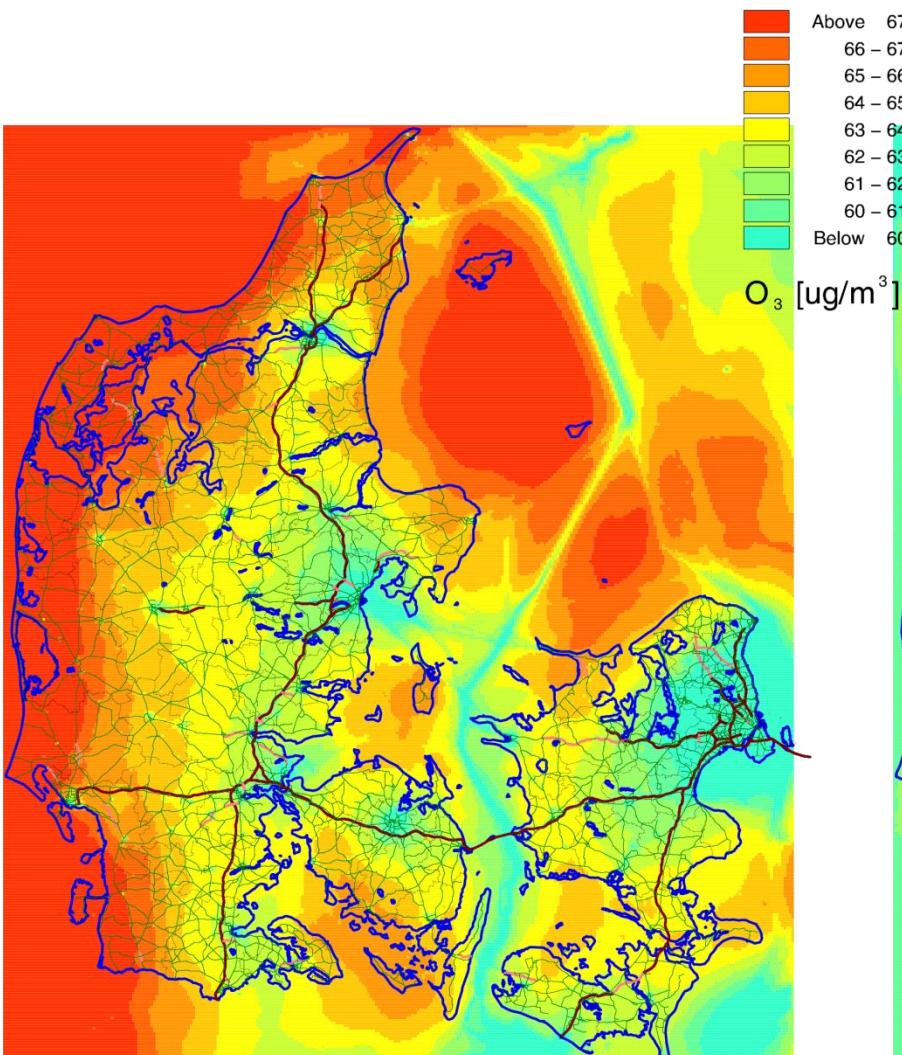


AU/DCEs luftforureningsudsigt for 8/12–2014, kl. 18

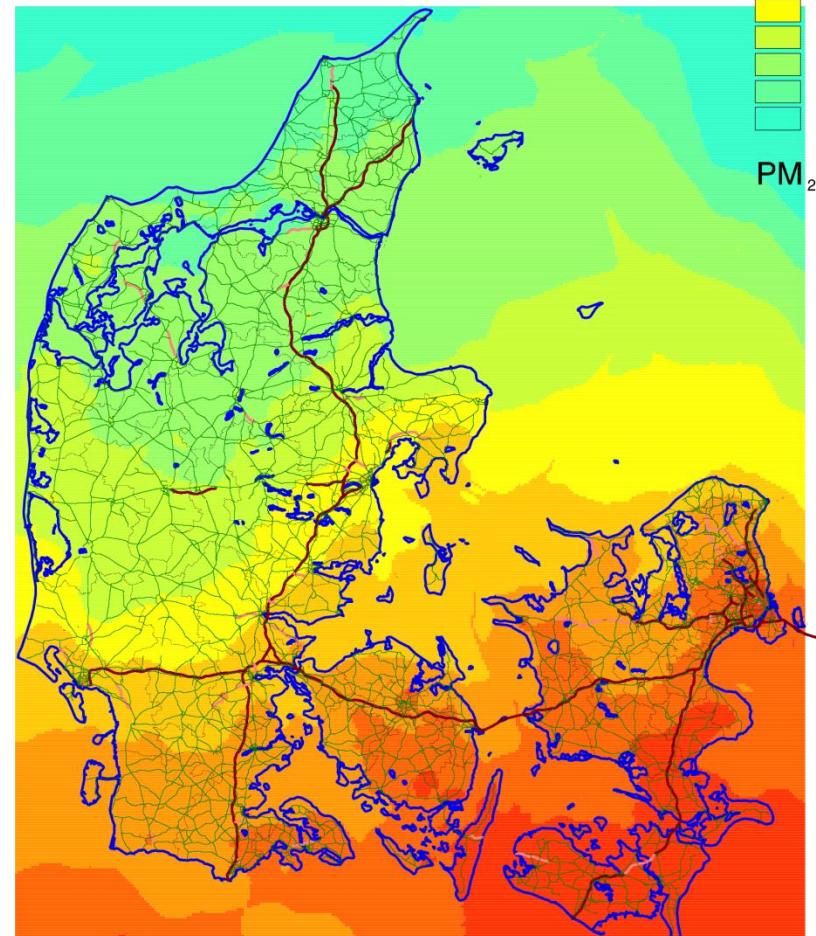
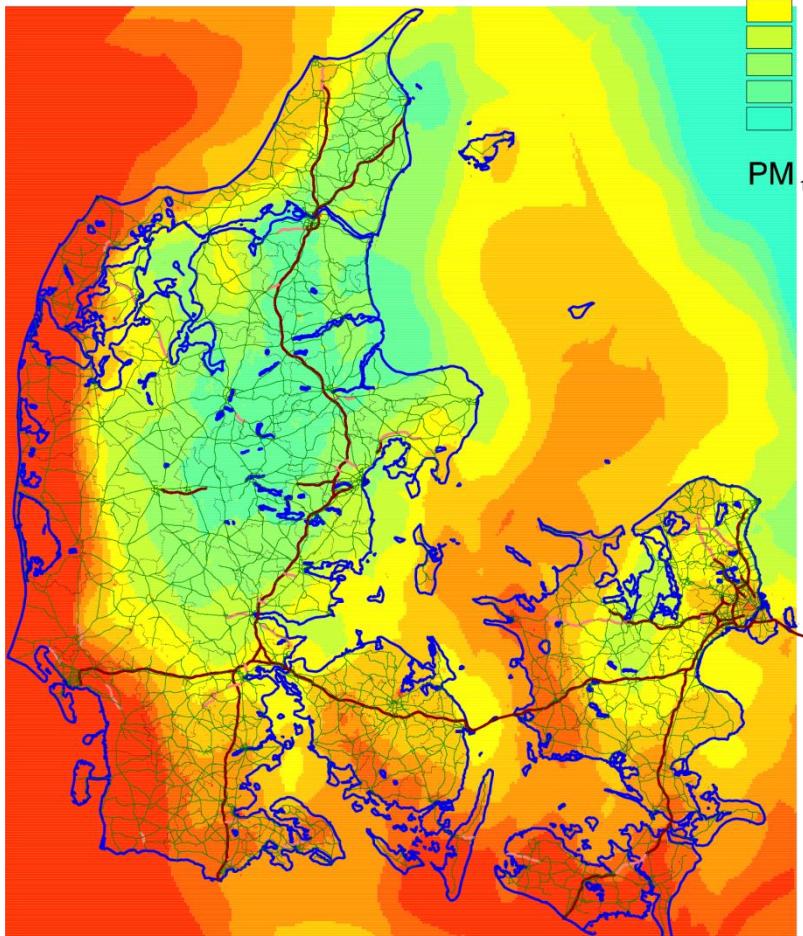
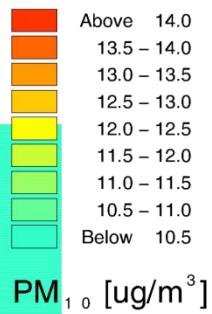
Prognosen startede: 8/12–2012, kl. 18



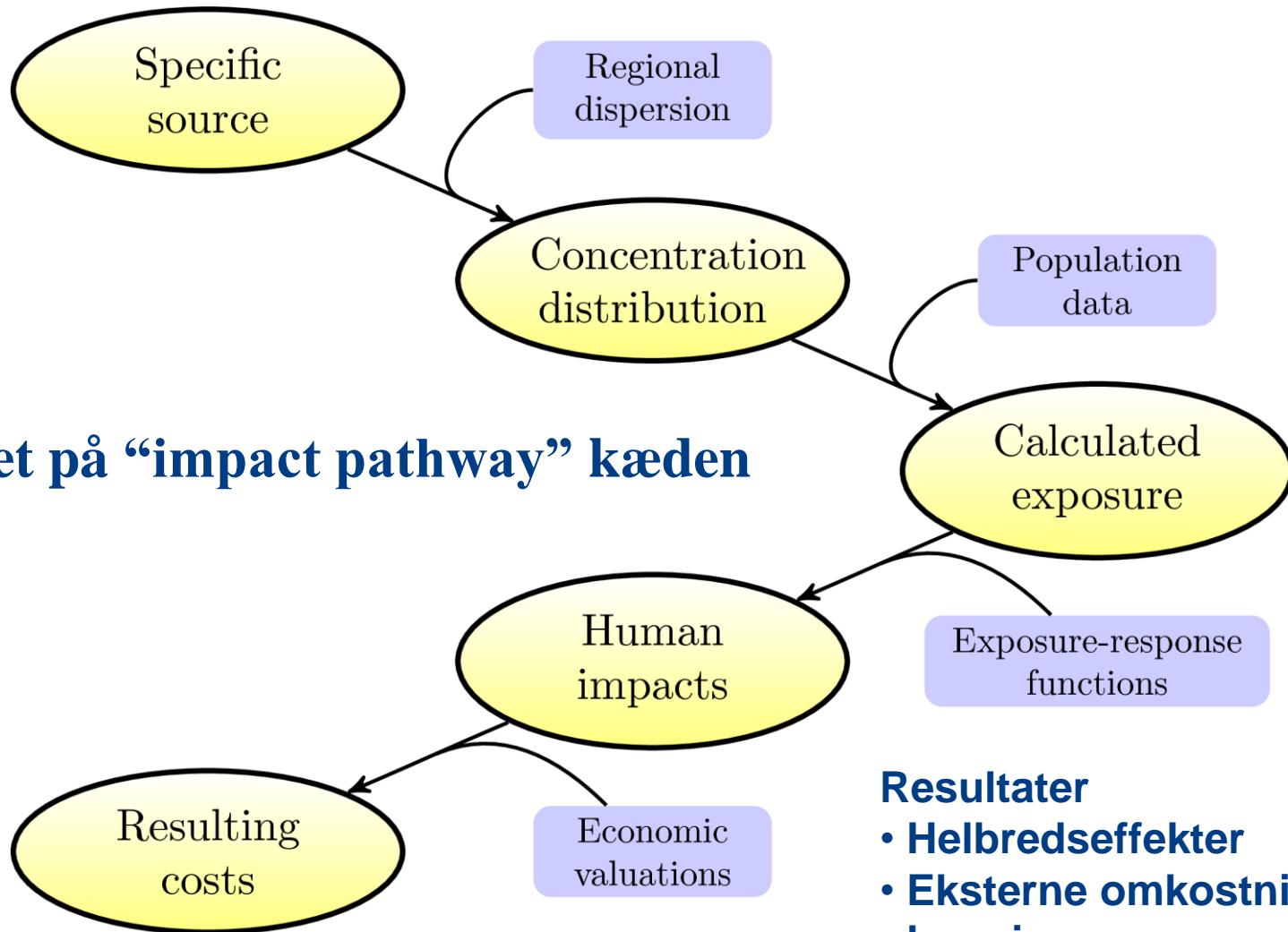
Ozon og kvælstofdioxid



Atmosfæriske partikler (PM₁₀ og PM_{2,5})



The EVA system – Economic Valuation of Air pollution



Baseret på “impact pathway” kæden

Resultater

- Helbredseffekter
- Eksterne omkostninger
- kg priser

Health effects (species)	Exposure-response coefficient	Valuation, Euros
Morbidity		
Chronic Bronchitis (PM)	8.2E-5 cases/ μgm^{-3} (adults)	52,962 per case
Restricted activity days (PM)	8.4E-4 days/ μgm^{-3} (adults)	131 per day
Congestive heart failure (PM)	3.09E-5 cases/ μgm^{-3}	16,409 per case
Congestive heart failure (CO)	5.64E-7 cases/ μgm^{-3}	
Lung cancer (PM)	1.26E-5 cases/ μgm^{-3}	21,152 per case
Hospital admissions		
Respiratory (PM)	3.46E-6 cases/ μgm^{-3}	7,931 per case
Respiratory (SO_2)	2.04E-6 cases/ μgm^{-3}	
Cerebrovascular (PM)	8.42E-6 cases/ μgm^{-3}	10,047 per case
Asthma children (7.6 % < 16 years)		
Bronchodilator use (PM)	1.29E-1 cases/ μgm^{-3}	23 per case
Cough (PM)	4.46E-1 days/ μgm^{-3}	59 per day
Lower respiratory symptoms (PM)	1.72E-1 days/ μgm^{-3}	16 per day
Asthma adults (5.9 % > 15 years)		
Bronchodilator use (PM)	2.72E-1 cases/ μgm^{-3}	23 per case
Cough (PM)	2.8E-1 days/ μgm^{-3}	59 per day
Lower respiratory symptoms (PM)	1.01E-1 days/ μgm^{-3}	16 per day
Mortality		
Acute mortality (SO_2)	7.85E-6 cases/ μgm^{-3}	2,111,888 per case
Acute mortality (O_3)	3.27E-6*SOMO35 cases/ μgm^{-3}	
Chronic mortality (PM)	1.138E-3 YOLL/ μgm^{-3} (>30 years)	77,199 per YOLL
Infant mortality (PM)	6.68E-6 cases/ μgm^{-3} (> 9 months)	3,167,832 per case

Antal tilfælde for tidlige dødsfald pga. den totale partikelforurening

Europa:

År 2000: 680000

År 2011: 560000

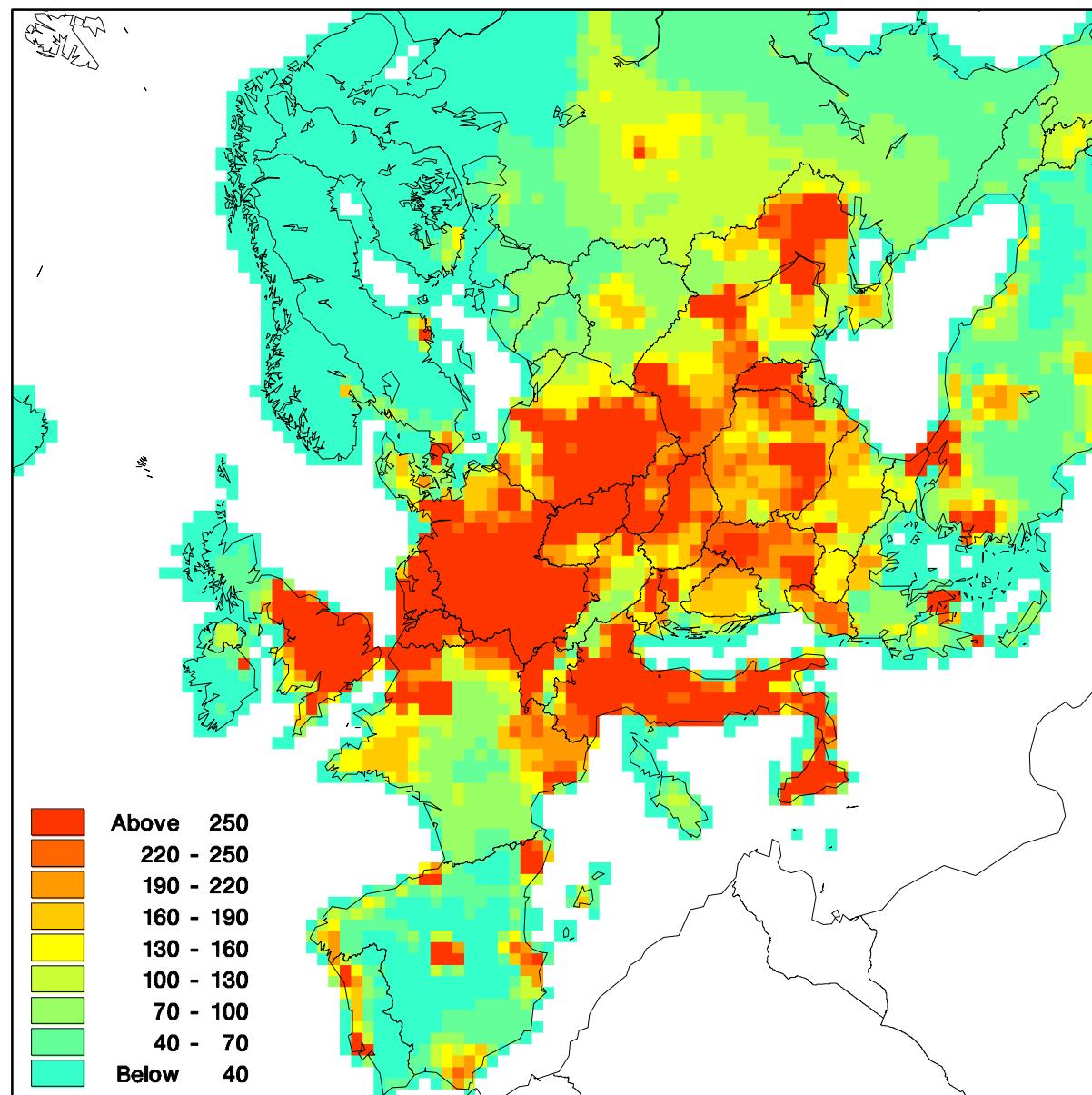
År 2020: 450000

Danmark:

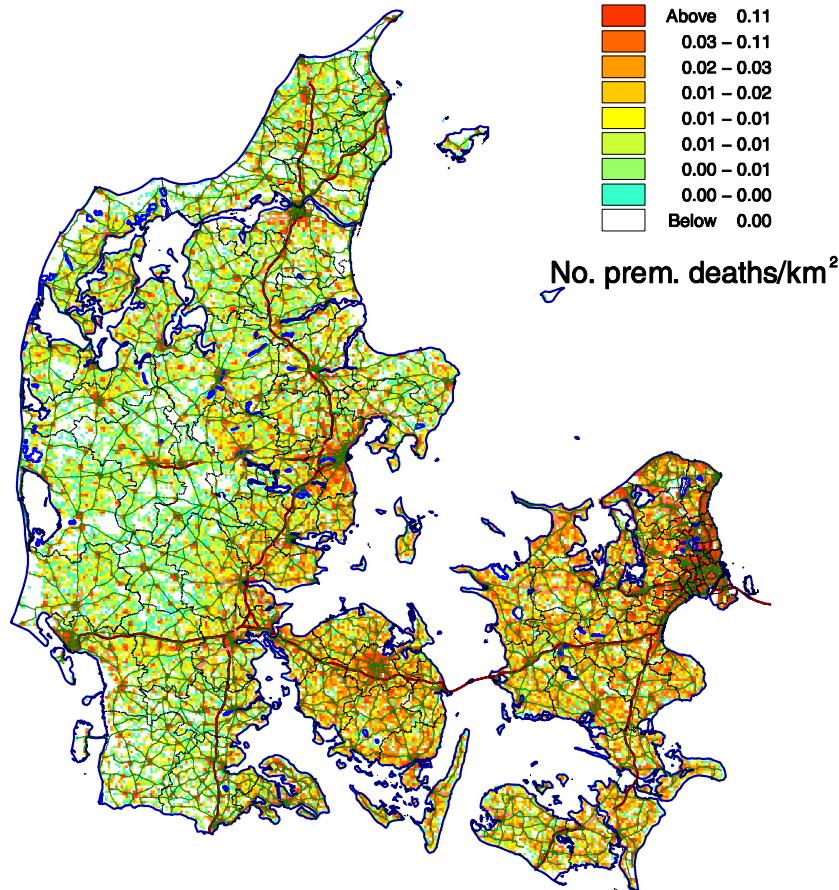
År 2000: 4000

År 2011: 3300

År 2020: 2200



Helbredseffekter og eksterne omkostninger for 2012



Helbredseffekt	# tilfælde i Denmark
Kronisk bronkitis	3400
Dage med nedsat aktivitet (sygedage)	3430000
Hospitalsindlæg. for luftvejslidelser	170
Hospitalsindlæg. for hjertekarsygdomme	420
Tilfælde af hjertesvigt	310
Lungecancer	510
Brug af bronkodilatatorer blandt børn	90000
Brug af bronk. blandt voksne	657000
Episoder med hoste blandt børn	311000
Episoder med hoste blandt voksne	676000
Episoder med nedre luftvejssymptomer blandt børn	120000
Episoder med nedre luftvejssymptomer blandt voksne	244000
Akutte antal for tidlige dødsfald	100
Kroniske tabte leveår (YOLL)	36000
Antal for tidlige dødsfald	3500
Dødsfald blandt spædbørn	4

Totale eksterne omkostninger pr. år: ~28 mia. kr.



Bidrag i % fra emissioner i Europa og Danmark til helbredsrelaterede eksterne omkostninger i Danmark

Emissionssektor	Europa (75-85%)	Danmark (15-25%)
1. Store centrale kraftværker	18.6	4.4 (3.4)
2- Boligopvarmning, inkl. brændeovne	9.7	29.9 (39.1)
3. Decentrale kraftværker/industriproduktion	6.9	4.3 (3.6)
4. Produktionsprocesser, (cement, papir, metal)	5.2	2.4 (1.9)
5. Ekstraktion og distribution af fossile brændstoffer	1.3	1.8 (1.4)
6. Brug af opløsningsmidler f.eks. i maling	2.2	2.0 (1.5)
7. Vejtrafik	22.9	16.3 (17.7)
8. Andre mobile kilder (traktorer, plæneklippere, mv.)	6.8	5.4 (5.6)
9. Affaldshåndtering og forbrænding	0.8	0.4 (0.3)
10. Landbrug	25.6	33.2 (25.5)
Sum	100.0	100.0 (100.0)



International skibstrafik

- › Emissioner fra den internationale skibstrafik bidrager med **7%** af de helbredsrelaterede eksterne omkostninger i Europa i år 2000 stigende til **12%** i 2020.
- › Bidraget fra den internationale skibstrafik er **18%** af de helbredsrelaterede eksterne omkostninger i Danmark i år 2000 og **19%** i år 2020,
- › Antal tilfælde af for tidlige dødsfald i Europa pga. den internationale skibstrafik er **49000-53000**.



Hvorfor bidrager NH₃ så meget?

- › De danske NH₃ emissioner udgør 42% af de totale emissioner, som kan danne partikler fra alle sektorer - SO_x (9,8 ktons), NO_x (46,2 ktons), NH₃ (60,5 ktons), PM_{2,5} (28,4 ktons)
- › NH₃ (gas) omdannes kemisk til NH₄⁺ (partikel) via (NH₄)₂SO₄, NH₄SO₄ and NH₄NO₃.
- › HNO₃ er allerede til stede i atmosfæren fra andre kilder. NH₃ reagerer med HNO₃ og danner NH₄NO₃. HNO₃ afsættes relativt hurtigt til jordoverfladen sammenlignet med NH₄NO₃. Dette øger den atmosfæriske koncentration af NO₃⁻ i partikel form.
- › SO₄²⁻ stiger ikke i sig selv, men partikelmassen øges med NH₄⁺



Totale helbredsrelaterede eksterne omkostninger fra danske emissioner af NH₃

- › **Totale eksterne omkostninger: 11,2 Mia kr.**
- › **Heraf 13% indenfor Danmark og 87% i resten af Europa**
- › **Pris pr. kg udslip: 156 kr pr. kg NH₃**



Er det så landbrugets skyld det hele?

- › Udlandet bidrager med 75%-85% og Danmark med 15%-25%
- › Afhængigt af år og partikernes skadelighed, er Dansk landbrugs bidrag på 4% - 8% af de samlede eksterne omkostninger i Danmark
- › Landbrugssektoren i hele Europa (inkl. Danmark) bidrager med ca. 27% i Danmark
- › Til sammenligning bidrager brændeovnene med 5%-10%
- › Men – for at kunne danne partikler fra NH_3 , kræves det, at der er emissioner af SO_x eller NO_x fra andre kilder.
- › Desuden er det muligt, at det er de stoffer, der sætter sig på partiklerne, der er helbredsskadelige.
- › Det store spørgsmål, som vi ikke kender pt. er hvor skadelige ammoniumholdige partikler er i forhold til kulstofholdige partikler.