



# Udledninger fra brændeovne og effekten på sundhed

**DCE's rådgivningspanel 6. juni 2016**

**Jørgen Brandt, Steen Solvang Jensen, Mikael Skou Andersen,  
Marlene Schmidt Plejdrup, Ole-Kenneth Nielsen**

**Institut for Miljøvidenskab**

**DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi**

**Aarhus Universitet**



# Introduktion

- > Træfyring i husholdninger er en væsentlig kilde til luftforurening i Danmark
- > Især for partikler, dioxin og PAH, men også for flere metaller – opgørelserne er dog behæftet med usikkerhed

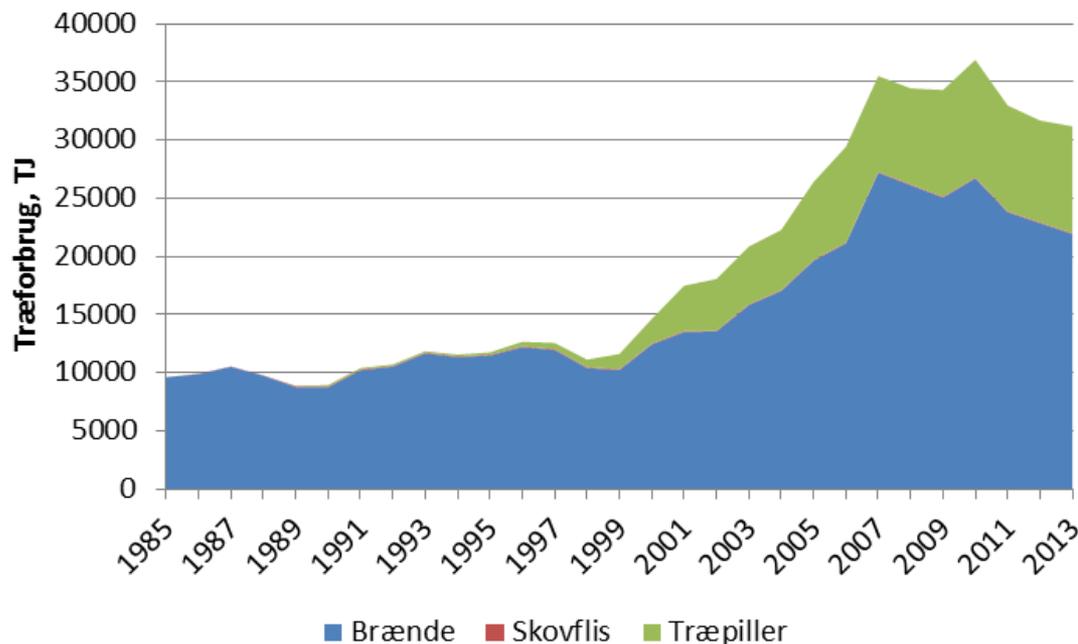
	Andel af samlet udledning i 2014
SO <sub>2</sub>	2,9 %
NO <sub>x</sub>	2,0 %
NMVOG	8,1 %
CO	20,5 %
PM <sub>2.5</sub>	55,2 %
BC	37,3 %
HCB	6,0 %
PCDD/F	41,0 %

	Andel af samlet udledning i 2014
As	1,8 %
Cd	69,6 %
Cr	48,8 %
Cu	0,4 %
Hg	1,7 %
Pb	7,1 %
Zn	27,9 %
PAH	62,2 %



# Træforbrug

- › **Udviklingen i træforbruget siden 1985 viser en stigning på 224 % heraf en stigning på 113 % siden 2000**
- › **Forbruget af både træ toppede i 2010 og er siden faldet med 15 %**





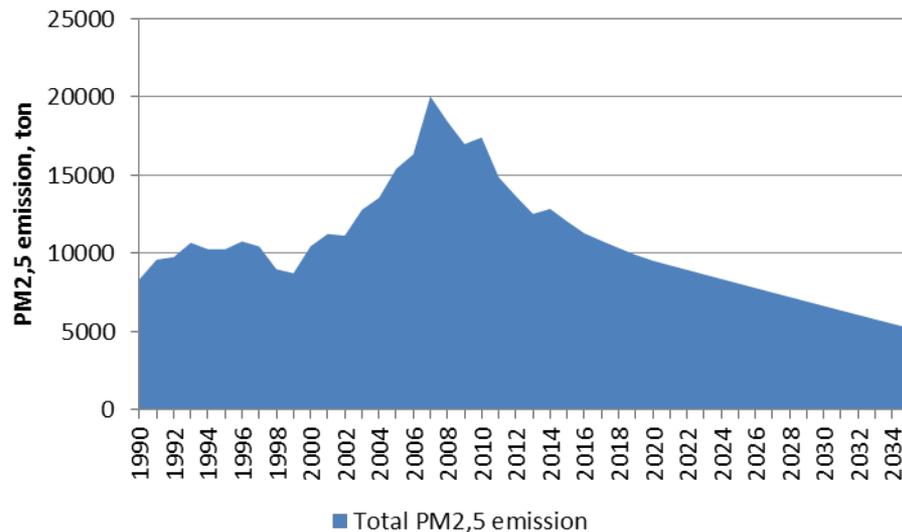
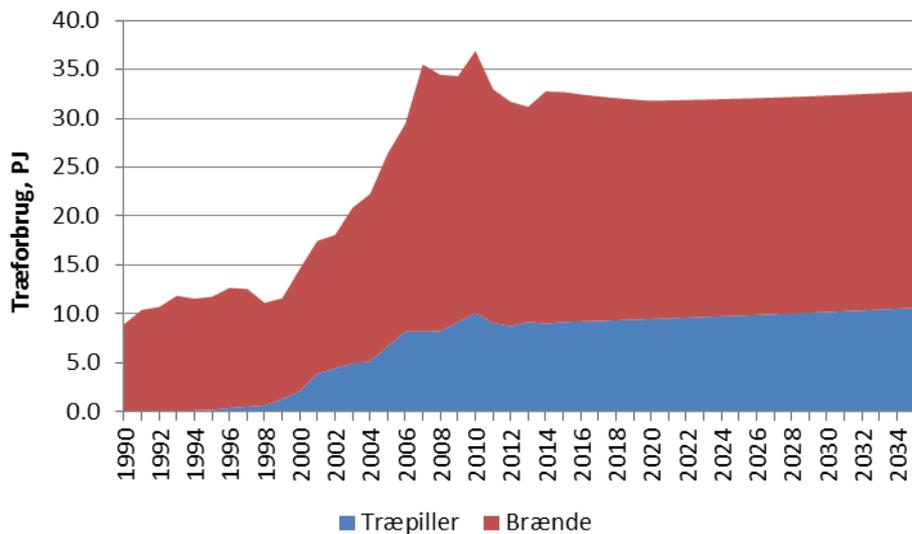
# Bestandsdata

- › **Der regnes med 4 overordnede typer af brændeovne, pejse, 4 typer af brændekedler og træpilleovne/kedler**
- › **Der regnes i alt med 750.000 brændeovne i Danmark, og derudover godt 16.000 pejse**
- › **Der regnes pt. med en udskiftning på 25.000 brændeovne om året. Dette har været tilfældet de senere år – i perioden 2004 til 2007 blev der regnet med en større udskiftning**
- › **Der regnes med at 90 % af nyinstallerede ovne lever op til svanemærkets krav**



# Fremskrivning

- › **Seneste offentliggjorte fremskrivning (2014) antager rimeligt konstant træforbrug**
- › **Kombineret med forventningen til udskiftning af teknologier, så betyder det et markant fald i emissionen, f.eks. knap 60 % for PM<sub>2,5</sub> for 2014-2035**



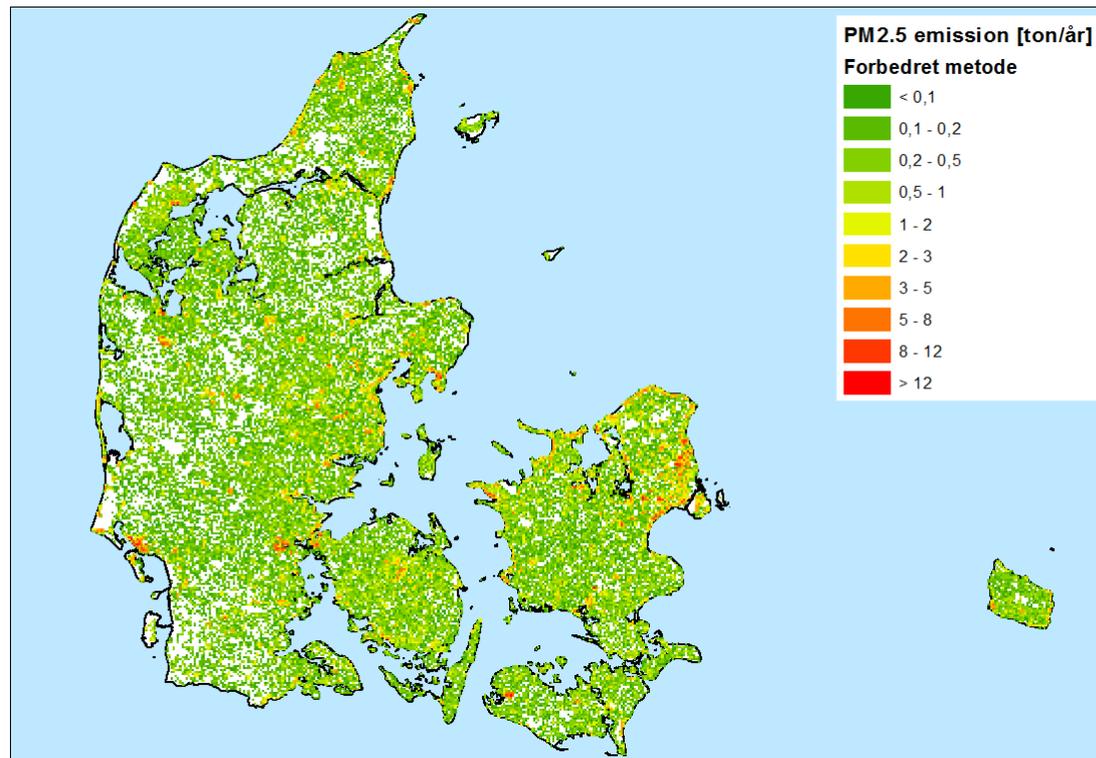
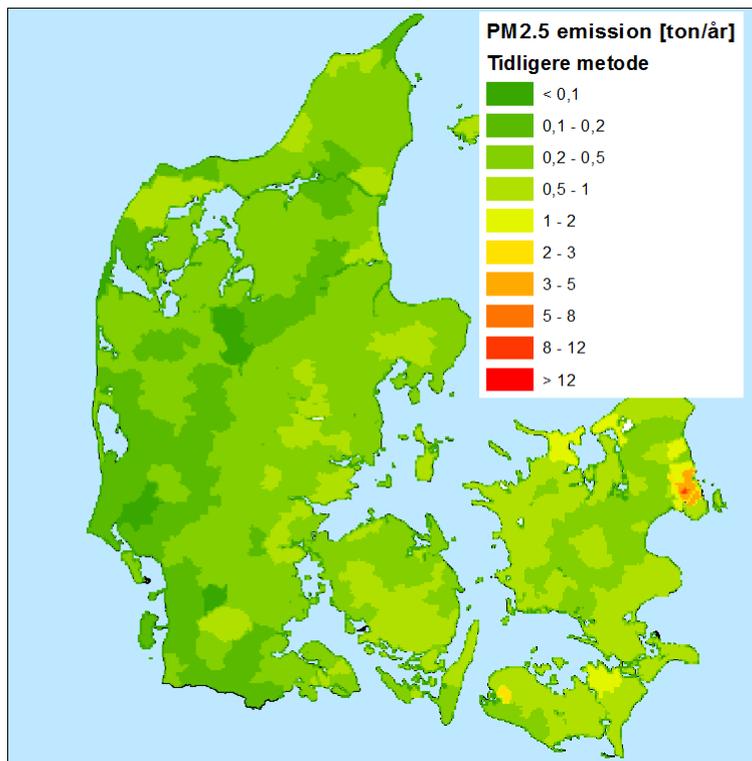


# Geografisk fordeling - Forbedret metode

- › **Metoden er udarbejdet af DCE-AU**
- › **Rumlig opløsning fastholdt på 1 km x 1 km**
- › **Geografisk fordeling baseret på BBR**
  - › **Bygningsanvendelse**
  - › **Varmeinstallation**
  - › **Opvarmningsmiddel**
  - › **Supplerende varme**
- › **En række fordelingsnøgler er udarbejdet og vurderet**
  - › **Jævn fordeling på husholdninger med træfyring**
  - › **Vægtning af primær hhv. sekundær opvarmning med træ**
  - › **Vægtning af boligtyper**
  - › **Vægtning af ovne hhv. kedler**
- › **Artikel i review (Atmospheric Environment)**

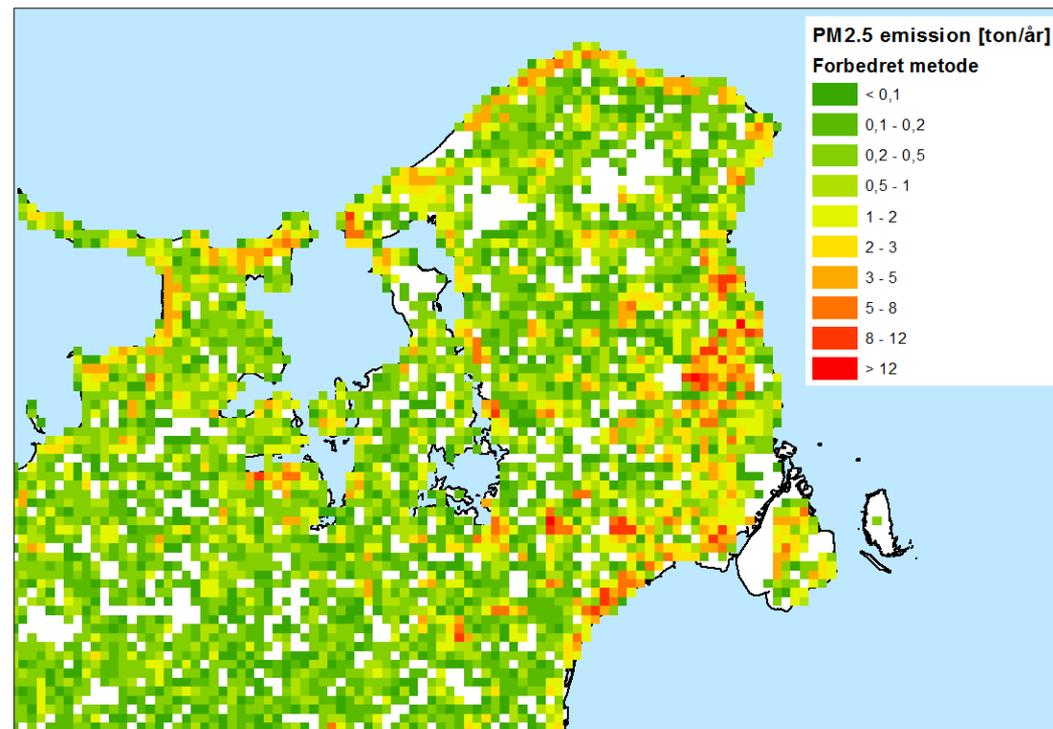
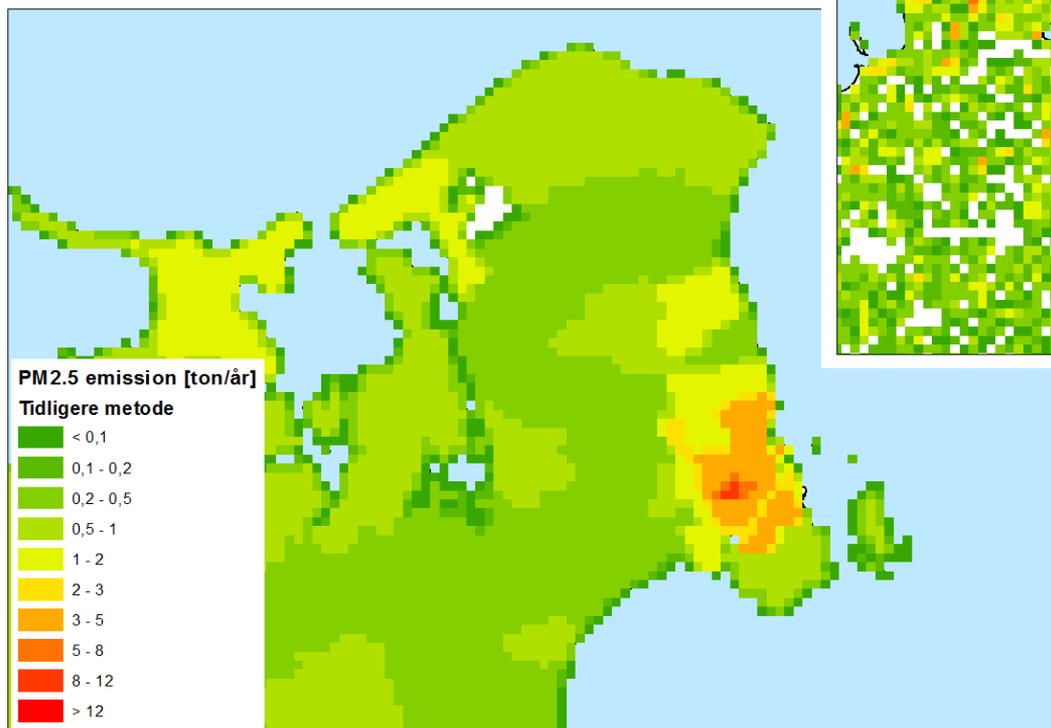


# Forbedret vs. tidligere metode (1)





# Forbedret vs. tidligere metode (2)





# Usikkerheder

- > **Træforbrug (pr. anlæg)**
- > **Teknologi og alder af anlæg**
- > **Emissionsfaktorer**
- > **Fejl i BBR**
  - > **Antal anlæg nationalt**
  - > **Placering af anlæg**
- > **Brændsel**
- > **Fyringsteknik**
- > **Variation fra år til år**



# Udledninger fra brændeovne og effekten på sundhed

**DCE's rådgivningspanel 6. juni 2016**

**Jørgen Brandt, Steen Solvang Jensen, Mikael Skou Andersen,  
Marlene Schmidt Plejdrup, Ole-Kenneth Nielsen**

**Institut for Miljøvidenskab**

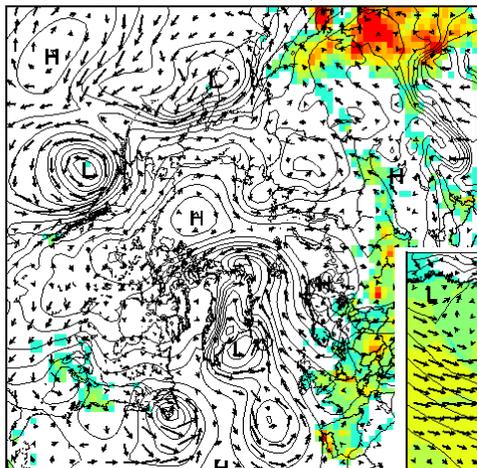
**DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi**

**Aarhus Universitet**

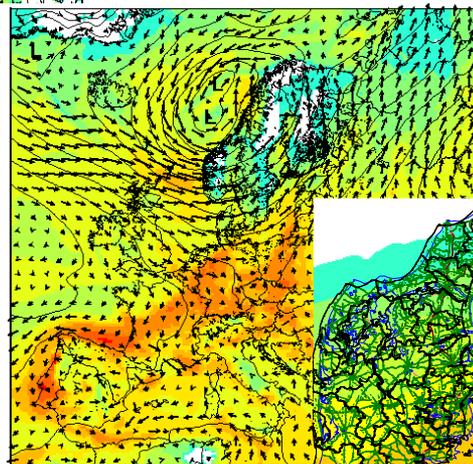


# The integrated THOR model system

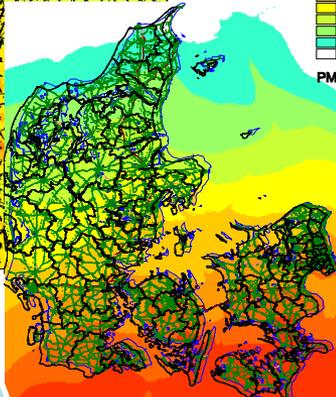
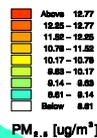
6 HOUR MEAN BC AT 06 GMT, 1 OF JAN 2008



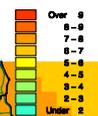
DEHM



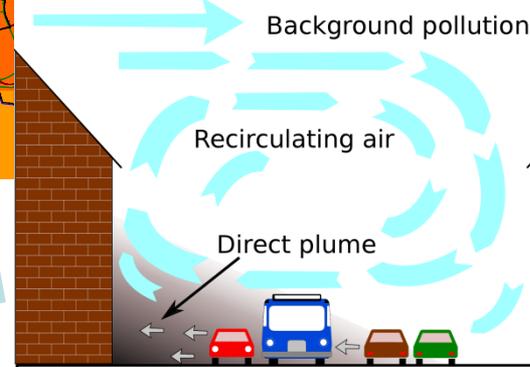
UBM



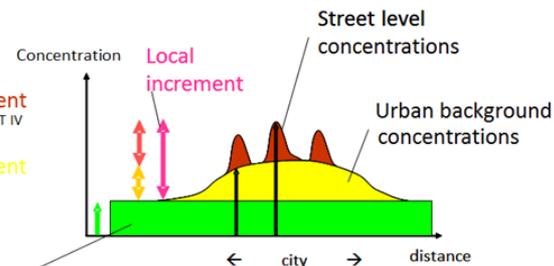
OSPM



Roof level wind



- ◆ **street increment**  
OSPM with COPERT IV
- ◆ **urban increment**  
UBM model
- ◆ **regional background**  
DEHM model



50%

20%

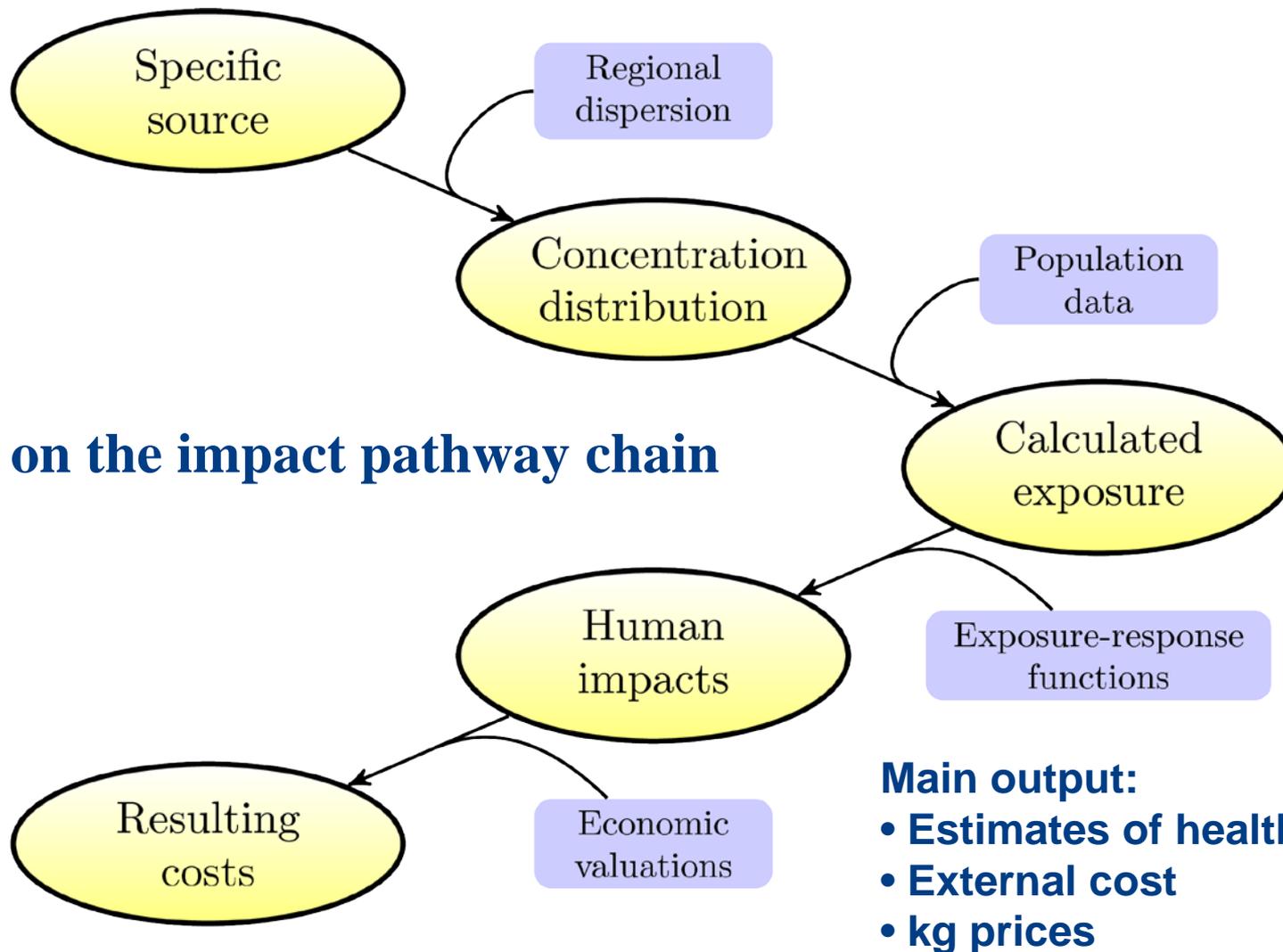
10%

20%





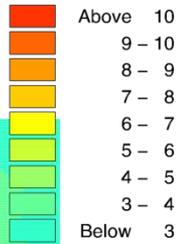
# The EVA system – Economic Valuation of Air pollution



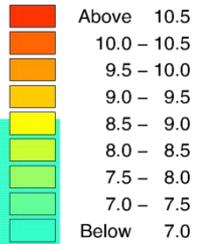
Health effects (species)	Exposure-response coefficient	Valuation, Euros
<b>Morbidity</b>		
Chronic Bronchitis (PM)	8.2E-5 cases/ $\mu\text{gm}^{-3}$ (adults)	52,962 per case
Restricted activity days (PM)	8.4E-4 days/ $\mu\text{gm}^{-3}$ (adults)	131 per day
Congestive heart failure (PM)	3.09E-5 cases/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



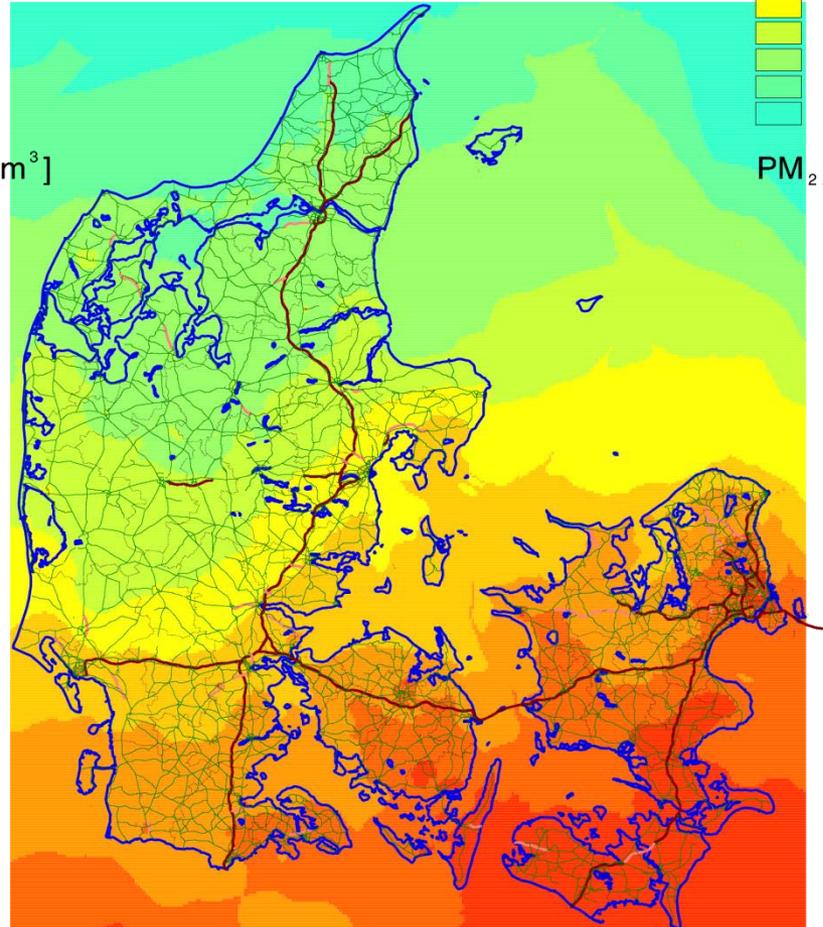
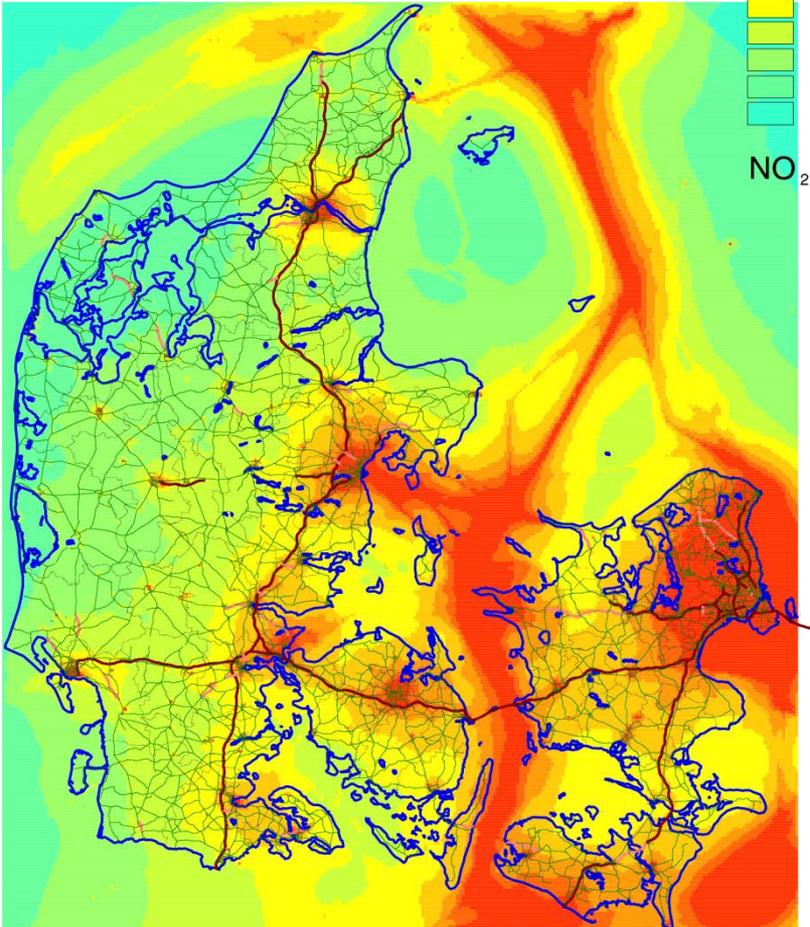
# Urban Background Model, UBM, annual values 2013



NO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g-NO}_2/\text{m}^3$ ]



PM<sub>2.5</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]





# Premature deaths due to air pollution

Scenario (2013) No. of premature deaths	DEHM Europe incl. DK 16.7 km x 16.7 km	DEHM Denmark 16.7 km x 16.7 km	DEHM/UBM Denmark 1 km x 1 km	%
Due to all air pollution	593,000	3,500	<b>3,750</b>	<b>100</b>
Due to emissions in DK	3,470	691	<b>1,020</b>	<b>27</b>
Due to woodstoves in DK (SNAP2)	645	212	<b>544</b>	<b>15</b>



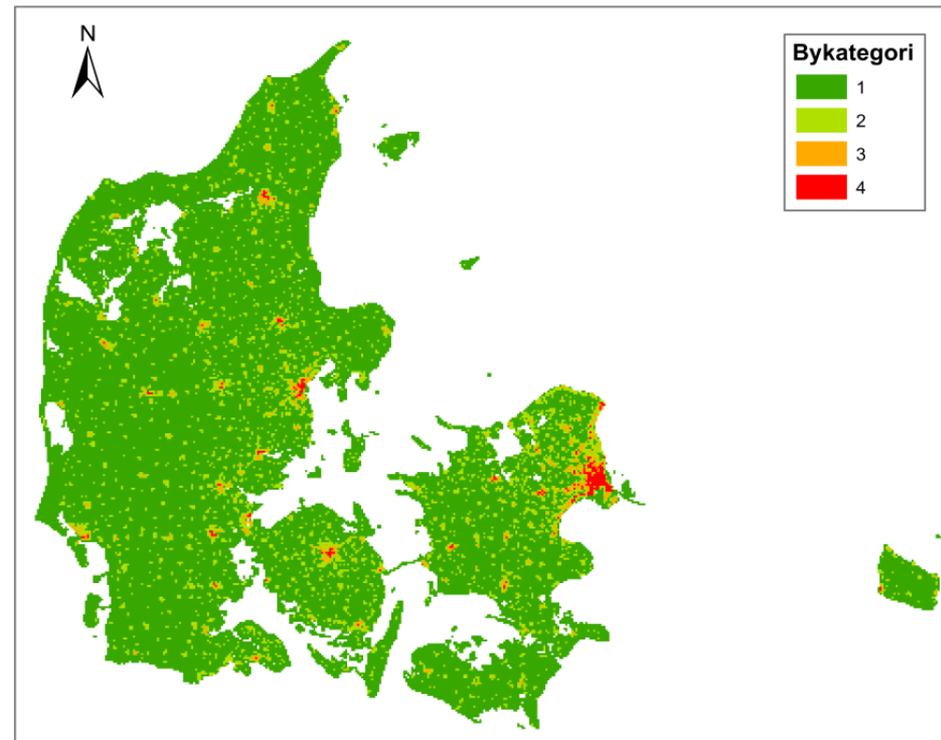
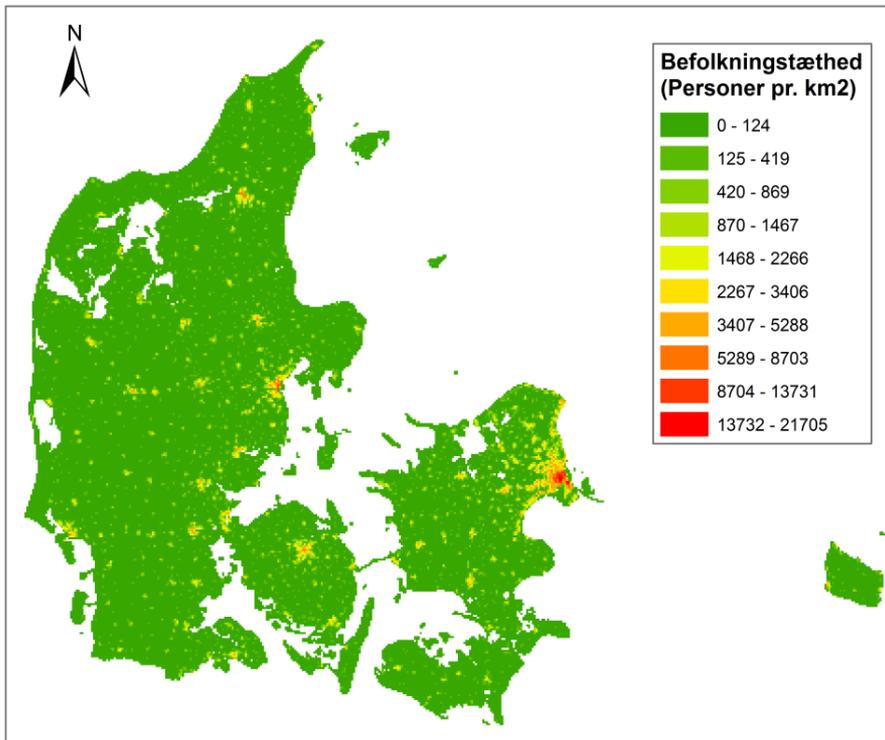
# External costs due to air pollution

Scenario (2013) External costs (Billion DKK)	DEHM Europe incl. DK 16.7 km x 16.7 km	DEHM Denmark 16.7 km x 16.7 km	DEHM/UBM Denmark 1 km x 1 km
Due to all air pollution	4800	28	n.a.
Due to emissions in DK	29	5.4	n.a.
Due to woodstoves in DK (SNAP2)	5	1.6	4.2



# Method for high resolution map of unit costs

- > **Population density by 1 km x 1 km grouped in**
  - > 4 urban categories (<100 inh., 100-1500, 1500-3000, >3000)
  - > 6 region (5 administrative regions plus Bornholm)
  - > Unit costs calculated for these 24 combinations with EVA-system





# Unit costs in 2013

## > Unit costs by

> Region

> Urban category

> Pollutant

> NO<sub>x</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, CO

> Include costs in DK and abroad

> Large geographic variation in unit costs

> 1 kg PM emissions in Copenhagen cost 1311 DKK and 317 in rural Bornholm

Tabel 4.11. Enhedspriser (kr./kg) for danske brændeovne mv. (SNAP 2) for forskellige danske regioner, forskellige befolkningstætheder og underopdelt på regionalt bidrag (Danmark og Europa) og lokalt bidrag (under 30 km fra kilder) i 2013.

Region	Befolknings- Tæthed	Reg. Lokal		Reg. Lokal		Reg. Lokal		Reg. Lokal		Reg. Lokal		Reg. Lokal	
		NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	CO	CO
Hovedstaden	Alle	102	-6	95	292	590	882	145	0	149	0,006	0,012	0,019
Hovedstaden	<100 land	102	-2	100	292	335	627	145	0	149	0,006	0,007	0,014
Hovedstaden	<100 by	102	-1	101	292	247	539	145	0	149	0,006	0,006	0,012
Hovedstaden	100-1500 by	102	-4	98	292	435	727	145	0	149	0,006	0,008	0,016
Hovedstaden	1500-3000 by	102	-6	95	292	662	954	145	0	149	0,006	0,014	0,020
Hovedstaden	>3000 by	102	-10	92	292	1015	1311	145	0	149	0,006	0,021	0,027
Sjælland	Alle	102	-2	100	292	146	438	145	0	149	0,006	0,003	0,009
Sjælland	<100 land	102	0	101	292	81	373	145	0	149	0,006	0,002	0,008
Sjælland	<100 by	102	-1	101	292	72	364	145	0	149	0,006	0,002	0,008
Sjælland	100-1500 by	102	-2	100	292	153	445	145	0	149	0,006	0,003	0,010
Sjælland	1500-3000 by	102	-4	98	292	354	646	145	0	149	0,006	0,008	0,014
Sjælland	>3000 by	102	-3	98	292	553	845	145	0	149	0,006	0,012	0,018
Syddanmark	Alle	102	-2	99	292	131	423	145	0	149	0,006	0,003	0,009
Syddanmark	<100 land	102	-1	101	292	78	370	145	0	149	0,006	0,002	0,008
Syddanmark	<100 by	102	-1	101	292	76	368	145	0	149	0,006	0,002	0,008
Syddanmark	100-1500 by	102	-2	99	292	135	427	145	0	149	0,006	0,003	0,009
Syddanmark	1500-3000 by	102	-6	96	292	264	556	145	0	149	0,006	0,006	0,012
Syddanmark	>3000 by	102	-8	94	292	428	720	145	0	149	0,006	0,008	0,015
Midtjylland	Alle	102	-2	100	292	125	417	145	0	149	0,006	0,002	0,009
Midtjylland	<100 land	102	-1	101	292	75	367	145	0	149	0,006	0,002	0,008
Midtjylland	<100 by	102	-1	101	292	69	361	145	0	149	0,006	0,001	0,008
Midtjylland	100-1500 by	102	-2	99	292	141	433	145	0	149	0,006	0,003	0,009
Midtjylland	1500-3000 by	102	-5	96	292	300	592	145	0	149	0,006	0,006	0,013
Midtjylland	>3000 by	102	-8	94	292	525	817	145	0	149	0,006	0,011	0,017
Nordjylland	Alle	102	-2	100	292	90	382	145	0	149	0,006	0,002	0,008
Nordjylland	<100 land	102	-1	101	292	57	349	145	0	149	0,006	0,001	0,008
Nordjylland	<100 by	102	-1	101	292	53	345	145	0	149	0,006	0,001	0,008
Nordjylland	100-1500 by	102	-2	100	292	103	395	145	0	149	0,006	0,002	0,009
Nordjylland	1500-3000 by	102	-5	97	292	247	539	145	0	149	0,006	0,006	0,012
Nordjylland	>3000 by	102	-5	97	292	457	749	145	0	149	0,006	0,011	0,017
Bornholm	Alle	102	-1	100	292	65	337	145	0	149	0,006	0,002	0,008
Bornholm	<100 land	102	-1	101	292	25	317	145	0	149	0,006	0,001	0,007
Bornholm	<100 by	102	-1	101	292	26	315	145	0	149	0,006	0,001	0,007
Bornholm	100-1500 by	102	-1	100	292	64	356	145	0	149	0,006	0,002	0,008
Bornholm	1500-3000 by	102	-3	99	292	113	405	145	0	149	0,006	0,003	0,009
Bornholm	>3000 by	102	-3	99	292	259	551	145	0	149	0,006	0,007	0,013
Hele Danmark	Alle	102	-3	99	292	184	476	145	0	149	0,006	0,004	0,010

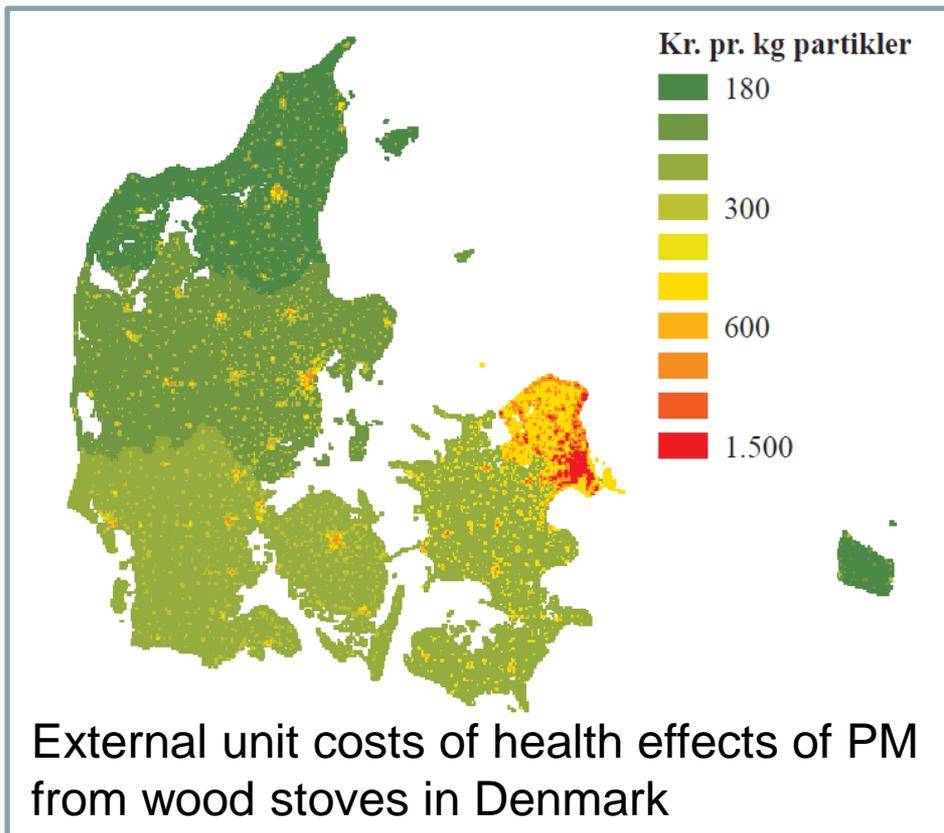


# Use of data by Danish Economic Councils

- › **Unit costs as input to CBA for policy measures for wood stoves**
- › **Ideal to tax emissions from wood stoves equal to their external costs, depending on:**
  - › Type of wood stove
  - › How much and how it is used
  - › Geographic location
- › **Adjustments to EVA estimates**
  - › Use twice as high value for statistical life, EVA uses about 15 mio. DKK and DØRS about 31 mio. DKK
  - › Only consider costs within Denmark for wood stoves in policy analyses (DKK 4.2bn in DK, 7.5bn in Europe incl. DK)



# Map of unit costs and costs per hour of use



DKK per hour of use	København (>3,000 inh./km <sup>2</sup> )	Bornholm (<100 inh./km <sup>2</sup> )
Wood stove before 1990	41	5
Eco-labelled wood stove from 2015	7	1



# Policy measures for wood stoves

- › **1. Tax depending on use of wood stoves**
  - › tax per hours of use (temperature measure device in chimney)
  - › type of wood stove (emission factor)
  - › geographic location
- › **2. Ban on older wood stoves**
  - › before 1990
  - › before 2008
  - › non eco-labelled stoves
- › **3. Total ban on all wood stoves**
- › **4. Scrapping payment**
  - › assessment of current measure with subsidy of DKK 2,150 for scrapping a wood stove older than 1990
  - › scenario for scrapping older than 2008

# Net benefits of social cost of policy measures

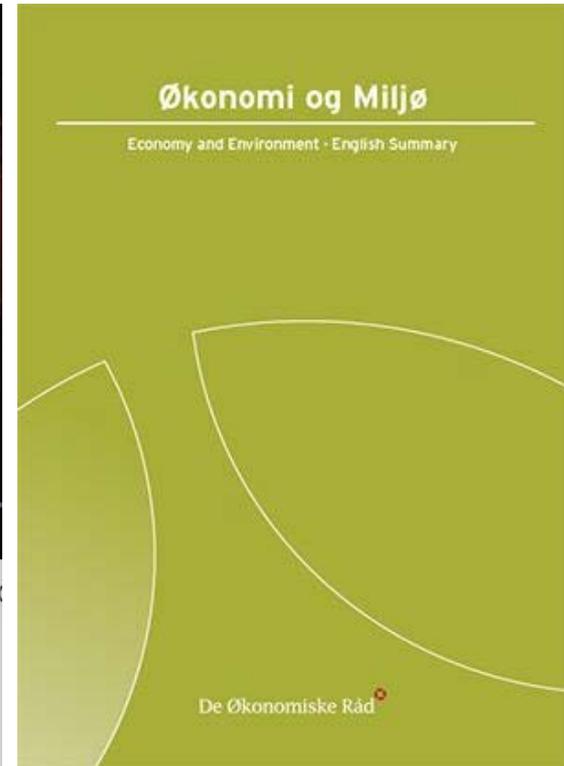
<b>Billion DKK per year</b>	<b>Country</b>	<b>Only urban areas (&gt;100 inh./km<sup>2</sup>)</b>
<b>Policy measure:</b>		
1. Tax on use on all	3.1	2.4
2. Partly ban:		
- before 1990	1.1	0.8
- before 2008	2.5	1.9
- non eco-labelled	2.8	2.1
3. Total ban of all	1.9	1.8
4. Partly scrapping:		
- before 1990 (current)	1.0	0.8
- before 2008	2.4	1.8



# Further information

Project funded by the Danish  
Economic Councils

## Reports



- > Brandt, J., Jensen, S.S., Andersen, M.S., Plejdrup, M.S., Nielsen, O.K. 2016. Helbredseffekter og helbredsomkostninger fra emissionssektorer i Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 47 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 182. <http://dce2.au.dk/pub/SR182.pdf>
- > De Økonomiske Råd (2016): Værdi af statistisk liv, luftforurening, Danmark fossilfri 2050. Diskussionsoplæg. Møde i Det Miljøøkonomiske Råd 1. marts 2016. 248 s. [http://www.dors.dk/files/media/rapporter/2016/M16/m16\\_disk.pdf](http://www.dors.dk/files/media/rapporter/2016/M16/m16_disk.pdf)