

# Partikelemissioner från Sjöfart

Åsa Jonsson

IVL Svenska Miljöinstitutet



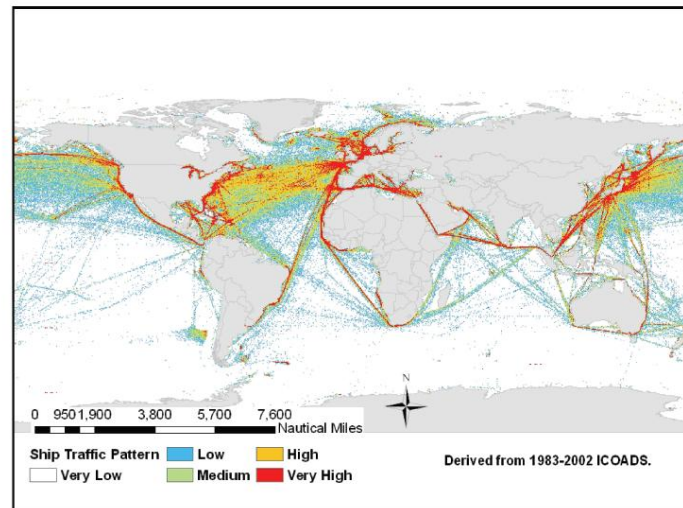
# Disposition

- Introduktion
- Emissioner
  - Partiklar
- Mätningar, pågående projekt
  - ombord
- Slutsatser



# Introduktion

- Idag står sjöfart för >80% av världens godstransporter
- ~70% av fartygsemissionerna inträffar inom 400 km från land

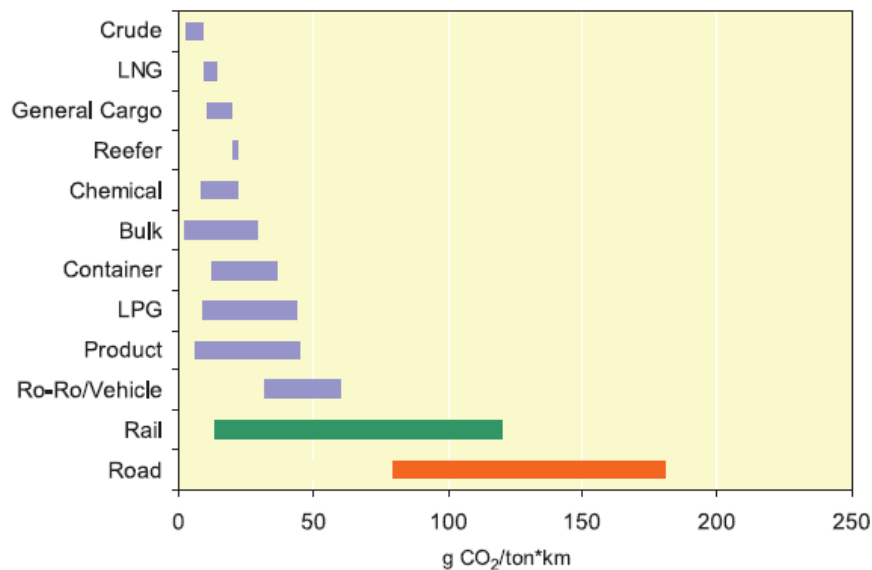


**Ship traffic distribution**

Second IMO GHG Study 2009

# Introduktion

- Sjöfartens bidrag till totala CO<sub>2</sub> emissionerna 2.7 %
- Bränsleeffektivt transportsätt



Second IMO GHG Study 2009

# Introduktion

- Fartygsmotorer
  - Huvudmotorer (ME) driver fartyget
  - Hjälpmotorer (AE) genererar elektricitet driver manövreringssystemet som används i hamn
- Ofta används bränsle av lägre kvalitet i ME än i AE
- Bränslen
  - Tjockolja, Heavy Fuel Oil, HFO (Residual oil, RO)
  - Marin dieselolja, Marine Diesel Oil (Distillate oil, DO)
  - Marin gasolja, Marine Gaseous Oil

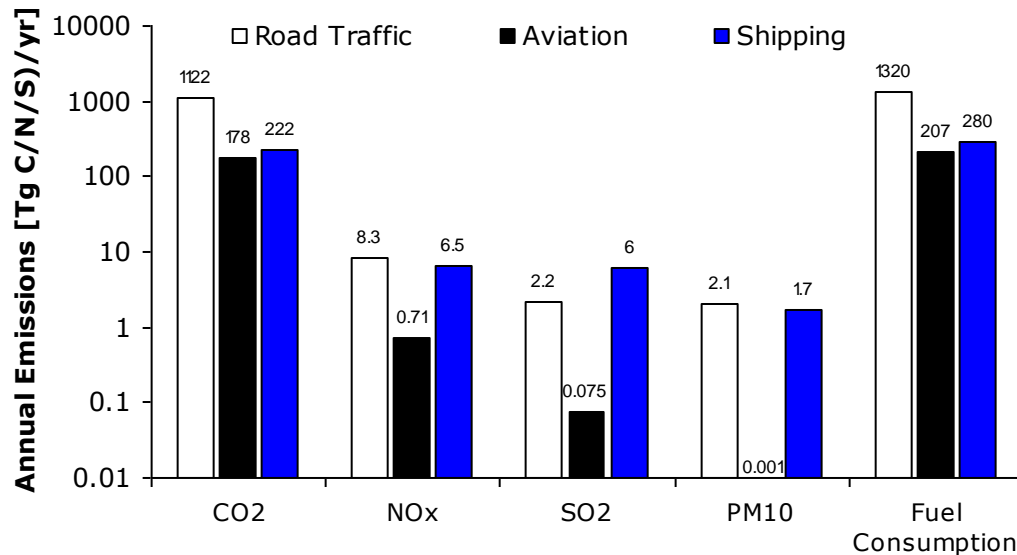
Table 3.4 Consumption of fuel (million tonnes) in 2007, by fuel

	Total fuel consumption		
	Low bound	Consensus	High bound
Residual fuel	215	257	308
Distillate fuel	64	76	92
Slow-speed engines	181	215	259
Medium-speed engines	92	110	132
Boilers	7	8	9

Second IMO GHG Study 2009

# Introduktion

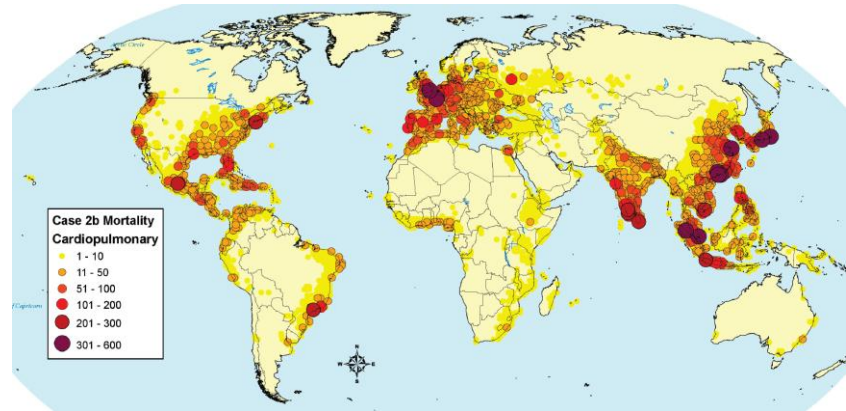
- Sjöfarten bidrar stort till emissioner av  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  och partiklar (PM)



Eyring *et al.*, 2005, JGR



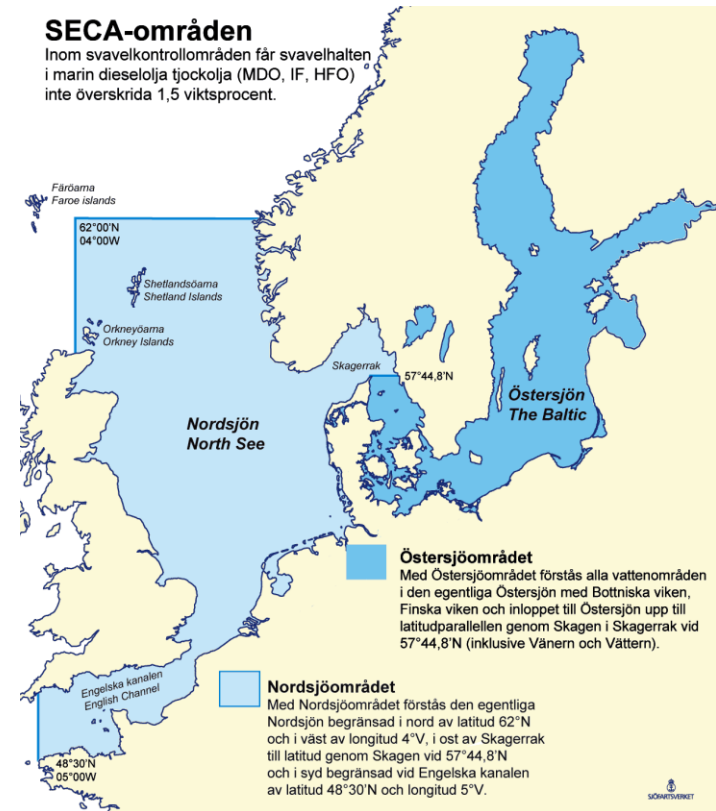
# Introduktion



- 2008 infördes nya regleringar för att minska SO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub> emissioner från fartyg. Inga regleringar rörande partiklar infördes.
- Partiklar påverkar hälsa och klimat
- Corbett *et al.*, (2007) uppskattade att partikel-emissionerna från sjöfart bidrar till 60 000 förtida dödsfall
- Om emissionerna ej kontrolleras skulle dödsfall orsakade av exponering av partiklar från sjöfart kunna öka med 40% till år 2012 (Corbett *et al.*, 2007)

# Lagstiftning, S-halt i bränsle

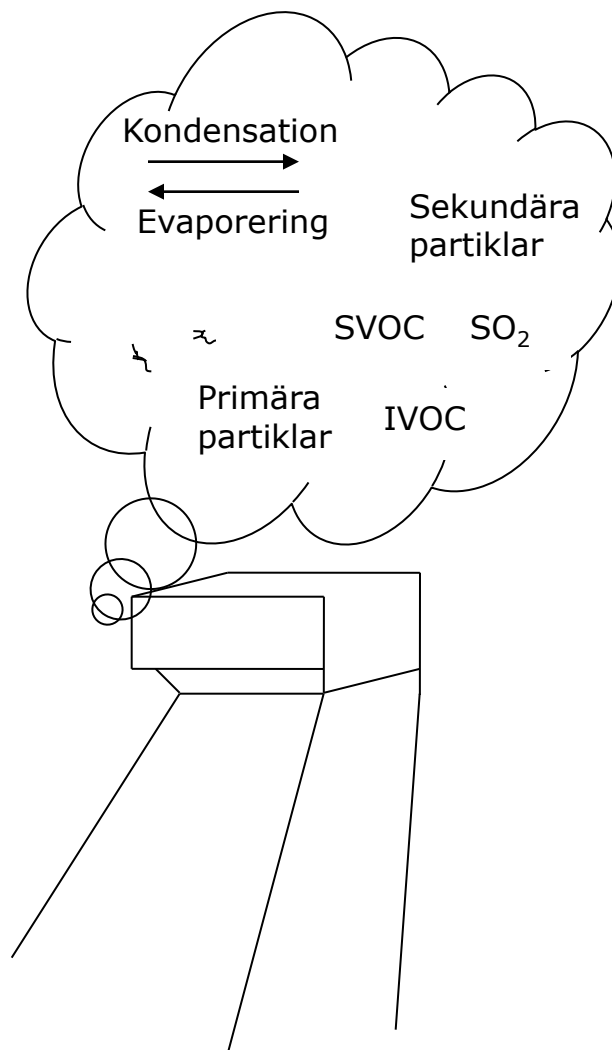
- **Globalt**
  - Idag 4.5%,
  - 1<sup>st</sup> Jan 2012 3.5%,
  - 1<sup>st</sup> Jan 2020 or 2025 0.5%
- **I emission control areas (ECA)**
  - 1<sup>st</sup> July 2010 1%,
  - 1<sup>st</sup> Jan 2015 0.1%



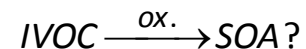
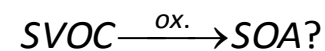
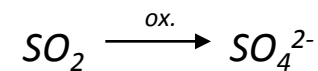
# Lagstiftning, NO<sub>x</sub>-emissioner

- **Tier I:** Motorer installerade på fartyg byggda innan 2011: **17 g/kWh**
- **Tier II:** Motorer installerade på fartyg byggda efter Jan 2011: **14.4 g/kWh**
- **Tier III:** Motorer installerade på fartyg byggda efter Jan 2016: **3.4 g/kWh** (inom ECA) annars Tier II

# Partiklar associerade med sjöfart



Kemiskinducerad partikelbildning





# Ombordmätningar

- Karakterisering av nanopartiklar ombord ett fartyg med fokus på antal, storlek och flyktighet
- Mätningarna utfördes på en av fyra huvudmaskiner, utrustad med SCR-system

---

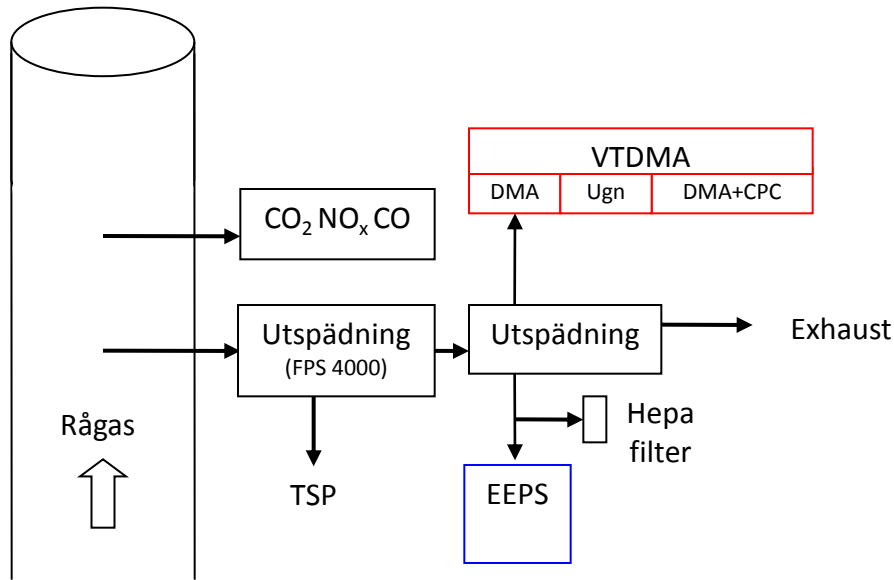
## Huvudmaskinsdata

---

Hastighet, rpm	500
Bränsle	RMG 380
S, v-%	0.49

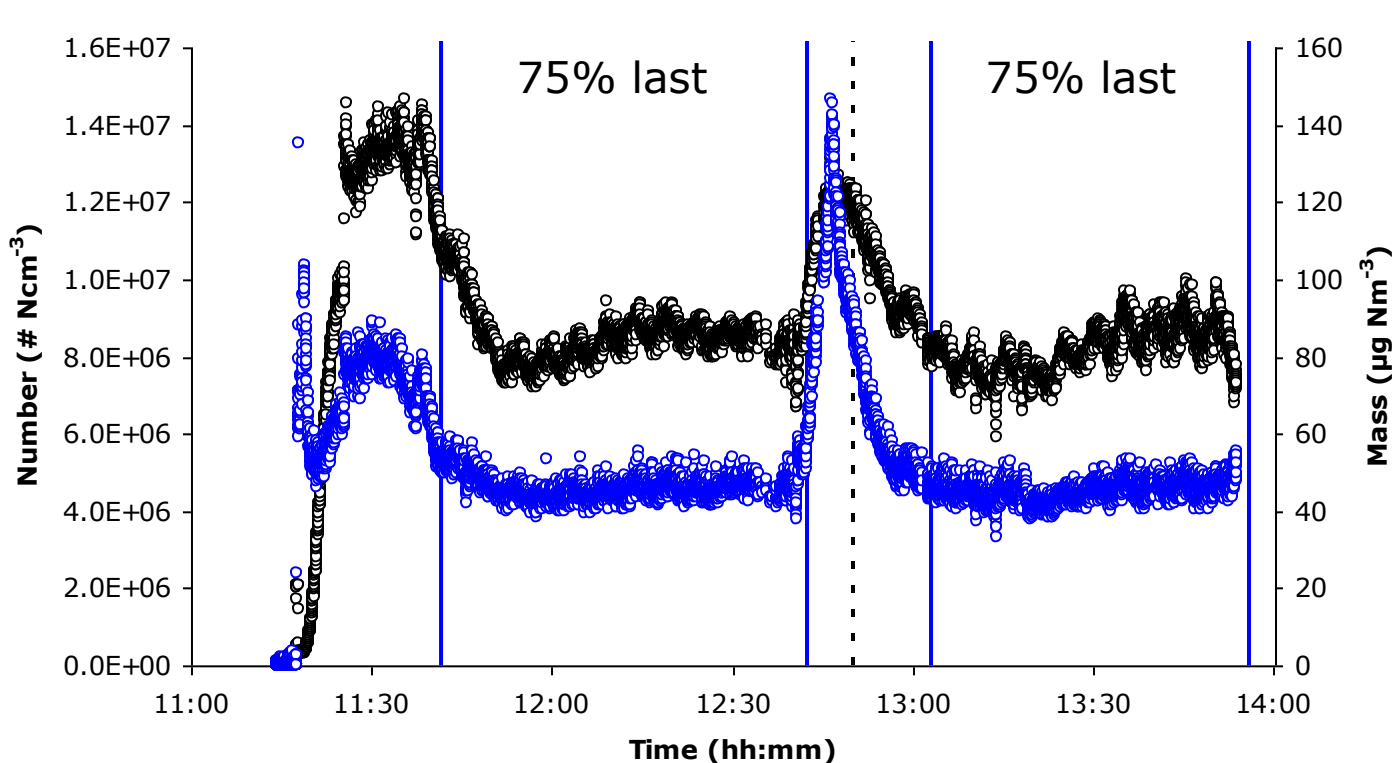
---

# Experimentell uppställning



- EEPS, Antal och massa (5.6-560 nm), 32 storlekskanaler, 10 Hz
- VTDMA, volatility tandem-DMA system, termiska egenskaper
- TSP, Total suspended particles, enligt ISO 8178-1

# Antal och massa

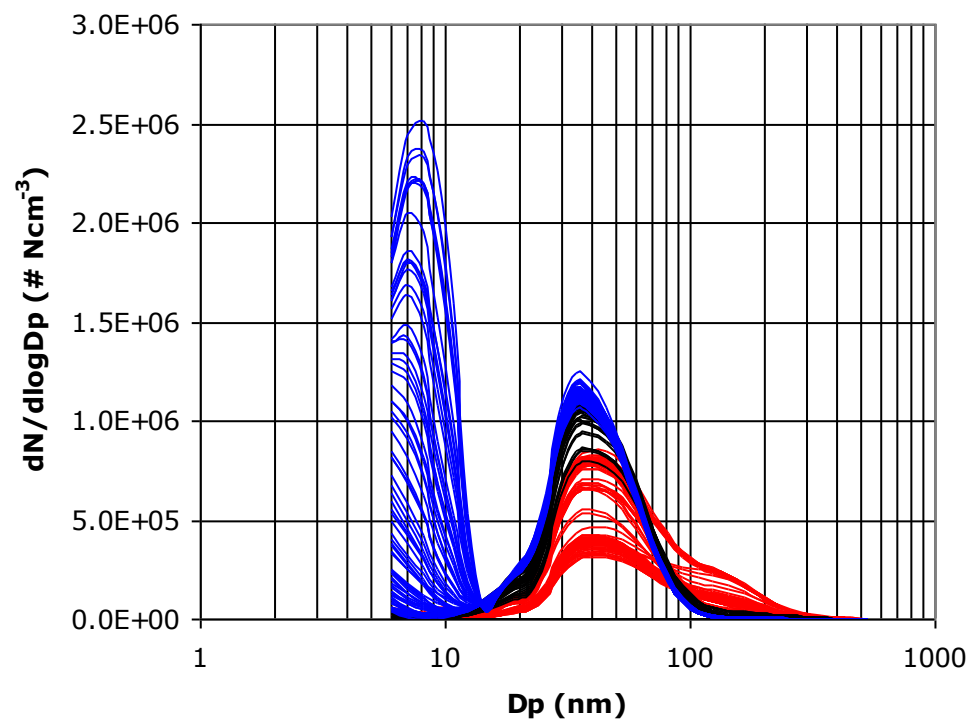


○ Massa  
○ Antal

Normaliserad  
till 1 atm @  
273 K

för utspädda  
(DR=457) och  
nedkylda  
avgaser

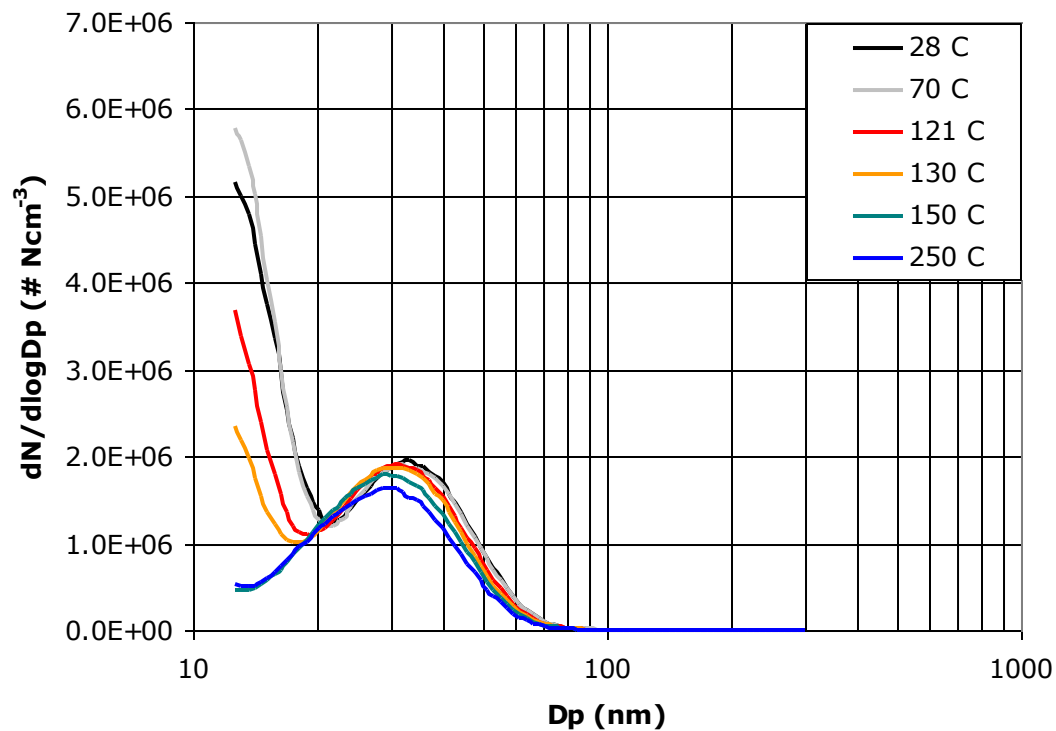
# Uppstart



Tidsserie



# Termiska egenskaper



# EF för antal partiklar

Mätning	EF # 10 <sup>16</sup> (kg fuel) <sup>-1</sup>	Referens
ombord 75 % last, D <sub>p</sub> 5.6-560 nm	10.2 ± 0.03	Denna studie
ombord, total; icke-flyktig SMPS <sub>12.6-300 nm</sub>	1.78; 0.91	Denna studie
testbänk, 4-takt, HFO, D <sub>p</sub> > 10 nm, 85-110 % last	3.43 ± 1.26	Petzold <i>et al.</i> , ACP
plym, total; non-volatile D <sub>p</sub> > 10 nm	1.36 ± 0.24; 0.88 ± 0.10	Petzold <i>et al.</i> , ACP
plym, 3022 (7 nm 50%) 3076	0.4-2	Hobbs <i>et al.</i> , JAtmS
plym, D <sub>p</sub> >5 nm	4.65	Chen <i>et al.</i> , JGR
plym, destillerat bränsle; HFO, 3025 (3 nm)	4±0.4; 6.2±0.6	Sinha <i>et al.</i> , AtmE
testbänk, 2-taktsmotor,	0.5-4	Kasper <i>et al.</i> , AST
plym, medium speed diesel engine	1.08 ± 0.68	Lack <i>et al.</i> , JGR
plym, 2-taktsmotor, HFO, D <sub>p</sub> >10 nm	1.3 ± 0.2	Murphy <i>et al.</i> , EST

- passagerarbil, diesel : EF<sub>number</sub> = 1-5 × 10<sup>15</sup> (kg fuel)<sup>-1</sup> (Hak *et al.*, 2009)

# Slutsatser

- Manövrering leder till högre emissioner (både massa och antal)-ofta nära land
- Ombordmätningar-bimodal storleksfördelning
- Behovet av andra mått att mäta partikelkoncentration, inte enbart massa även antal
- Stor potential för införandet av reningsteknik



Tack för uppmärksamheten!