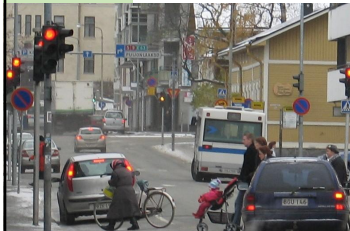


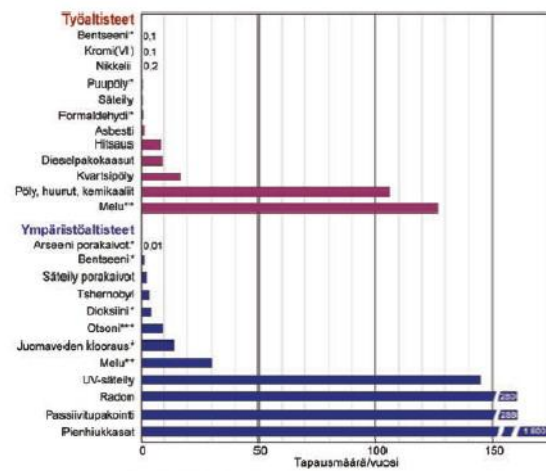
## Ilmansaasteiden terveyshaitat ja niiden vähentäminen tiivistyvässä kaupungissa



Erikoistutkija Timo Lanki  
Ympäristöepidemiologian yksikkö  
Terveyden ja hyvinvoinnin laitos



## Ympäristöaltisteiden aiheuttamat terveyshaitat Suomessa



Huom. ääriämpötilojen vaikutusta ei arvioitu



TERV  
HYVI

\* Sisältää sekä syöpäsairstuvuuden että -kuolleisuuden  
\*\* Kolmeosa infarktoista oletettu tappaviksi  
\*\*\* Joettu pölyhiukkas- ja otsonikuolemien aiheuttaman eliniän lyhenemän suhteella

Pekkanen, Ympäristö&Terveys 2010

## Hiukkasmaiset ilmansaasteet

- Yhteydessä niin hengityselin- kuin sydänsairauksiinkin
  - Ilmeisesti yhteydessä moniin muihinkin tulehduksellisiin sairauksiin
- Pitkittynyt, vuosia kestävä altistuminen erityisen haitallista
- Pienhiukkasten haitoista eniten näyttöä
  - Myös ultrapienet ( $<0,1 \mu\text{m}$ ) ja karkeat (hengitettävät) hiukkaset ( $2,5 \mu\text{m} < \text{läpimitta} < 10 \mu\text{m}$ ) haitallisia
- Biomassan palamisessa syntyvät hiukkaset yhtä haitallisia kuin liikenneperäiset hiukkasetkin
  - Kaupunkirakenteen tiivistyminen ongelma puun pienpolttoa ajatellen (esityksessä käsitellään vain liikennettä)



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

## Hiukkasten haitallinen tekijä?

- Ei vain yhtä haitallista komponenttia
  - Transitiometallit (Fe, Cu, Zn, Cr jne.)
  - Orgaaniset yhdisteet (esim. polysykliset aromaattiset hiilivedyt)
  - Bakteriperäiset yhdisteet
  - Maaperän mineraalit
  - Ultrapienet hiukkaset ( $<0,1 \mu\text{m}$ ): pienen koon vuoksi poikkeavia ominaisuuksia
- Mustahiili polttoperäisten pienhiukkasten indikaattori (monitorointitarve?)
- Karkeat hengitettävät hiukkaset ( $2,5 \mu\text{m} < \text{läpimitta} < 10 \mu\text{m}$ ) oletettua haitallisempia
  - Tiemateriaalien ja hiekoitushiekan valinnan merkitys?



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

## Liikenteen päästöjen hiukkaset

- Lyhytaikaisen liikenteen hiukkaspäästöille altistumisen haitoista runsaasti näyttöä Suomessakin
  - Ensimmäiset arviot pitkäaikaisvaikutuksista Suomessa 2012 (ESCAPE-tutkimus)
- Erot kaupungin sisällä hiukkasaltistumisessa selittyvät pitkälti eroilla asuin ympäristöjen liikennetiheyksissä
  - Tyypillisesti kaupungin sisällä jopa suurempia vaihteluja kuin kaupunkien välillä
- Vilkkaan tien läheisyydessä asuminen  $\approx$  pitkäaikaisaltistuminen liikenteen päästöille
- NO<sub>2</sub> hyvä liikenteen pakokaasupäästöjen indikaattori
- Liikenteen epäsuorien päästöjen merkitys kasvaa
  - Mineraalipitoinen katupöly, kytkin/jarru/rengaspöly



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

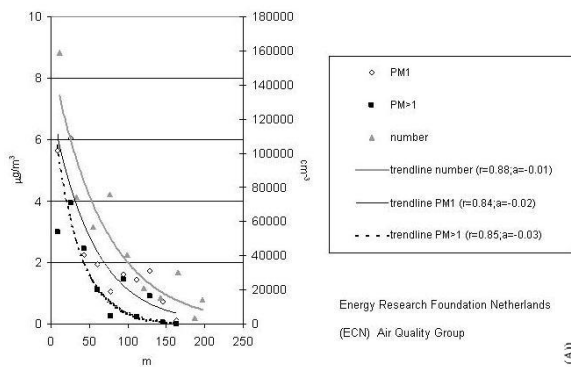
## Pitkäaikaisen hiukkasaltistumisen haitat

- Vilkkaan tien (> 10000 ajoneuvoa/vrk) läheisyydessä asumisen haitoista enenevästi näyttöä
  - Lisää hengitystieoireita ja astmakohtauksen riskiä
  - ”Kalkkeuttaa” verisuonia ja lisää sepelvaltimotaudin riskiä?
  - Lisää astman kehittymisen riskiä?
  - Hidastaa lasten keuhkojen kehitystä?
  - Lyhentää elinikää – vaan kuinka vähän/paljon?
  - Äidin altistuminen riskinä ennenaikaiselle synnytykselle ja pienipainoisuudelle?
- Uusia mahdollisia sairausryhmiä
  - Nivelreuma? Alzheimerin tauti? Diabetes? Leukemia?
- Altistumisen yleisyys tekee ilmansaasteista merkittävän kansanterveysongelman



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

## Hiukkaspitoisuudet teiden varsilla



Lanki ym. 2011



## Vertailun vuoksi melutasot

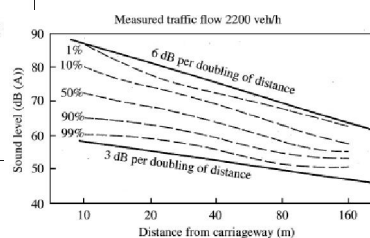


FIGURE 6 Variation of traffic noise levels  $L_{eq}$  with different values of  $N$  as a function of distance (From Hassall & Zaveri, 1979).

## Sydänsairaudet ja hiukkaset vs. melu

- Ympäristöaltisteiden vaikutuksilla sydänsairauksiin suuri kansanterveydellinen merkitys
  - Sairaus yleinen, vakavat seuraukset pahenemisesta
- Epidemiologisissa tutkimuksissa havaittu yhteys ei riittävä peruste syy-seuraussuhteen julistamiselle
- Hiukkasten vaikutuksesta sydänsairauksiin ei epäilystä
  - Samankaltaiset yhteydet eri puolilla maailmaa erilaisissa olosuhteissa toteutetuissa tutkimuksissa
  - Työterveystutkimukset
  - Tutkimukset passiivisen tupakoinnin haitallisuudesta
  - Uskottavien vaikutusmekanismien löytyminen
  - Interventiotutkimukset
- Melun mahdollisia vaikutuksia sydänsairauksiin tutkittu paljon vähemmän, eikä hiukkasia yleensä huomioitu



## Terveyshaitta\* vs. etäisyys tiestä

Etäisyys vilkkaasta tiestä	Sepelvaltimo-tauti	Ateroskleroosi (periferaalinen)
100 - 200 m	1,1	1,1
50 - 100 m	1,7	1,0
Etäisyys < 50 m	1,8	1,8

\* Sairauden esiintyminen suhteessa asumiseen >200 m etäisyydellä

**Huom. vilkkaiden teiden kokonaismäärä asunnon lähiympäristössä määrää altistumisen**

## Haittojen vähentäminen - kaavoitus

- Ensimmäisenä tavoitteena haittavaikutuksille herkimpien suojeleminen
  - Sepelvaltimotautia sairastavat
  - Sydämen vajaatoiminnasta kärsivät
  - Keuhkohtaumatautia sairastavat
  - Astmaatikot
  - Pienet lapset, vanhukset
- Päiväkotien, koulujen, vanhainkotien ja sairaaloiden sijoittaminen etäämmäs tiestä
  - USA: uudet koulut sijoitettava >150 m etäisyydellä moottoriteistä
  - Lyhyin hyväksyttävissä oleva etäisyys asuintaloon?
  - Liian korkeat hiukkasten raja-arvot eivät ohjaa kaavoitusta Suomessa (EU 25 µg/m<sup>3</sup> - US 15 µg/m<sup>3</sup> – WHO 10 µg/m<sup>3</sup>)
- Ehkäistävä eriarvoistuminen asumisessa
  - Monessa maassa pienempituloisilla suurempi altistuminen
  - Heikompi sairauden hallinta ja ravinto voivat lisätä hiukkasista aiheutuvia riskejä

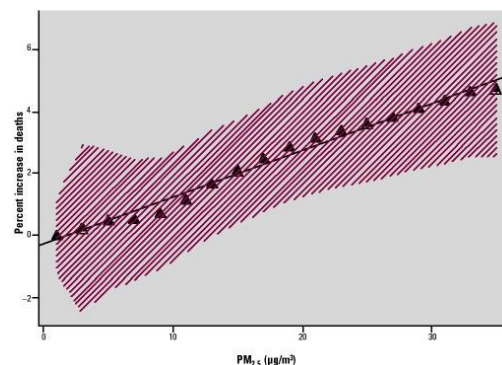
## Suojavyöhykkeet teiden varsille?

Eri altisteiden yhteisvaikutus tulee huomioiduksi  
Entä yhdyskuntarakenteen tiivistämistarve?

autoja /vrk	metriä tie reunasta	
	minimi- etäisyys	suositus- etäisyys
10 000	7	14
20 000	14	28
30 000	21	42
40 000	28	56
50 000	35	70
60 000	42	84
70 000	49	98
80 000	56	112
90 000	63	126
100 000	70	140

YTV: Liikenteen jäljet

## Hiukkasten aiheuttama terveysriski kasvaa lineaarisesti altistumisen kasvaessa...



...joten yhteiskunnallista keskustelua tarvitaan  
hyväksyttävän riskitason määrittämiseksi

## Ilmansuodatuksen mahdollisuudet

- Ikkunoiden sulkeminen vähentää altistumista
  - erityisesti ultrapienille ja karkeilla hiukkasille
- Talvella kodeissa pienhiukkasista 3/4 peräisin ulkoilmasta (Yli-Tuomi 2008, ei-tupakoivat)
- Huonekohtaisen suodatuksen raportoitu parantavan verisuoniston toimintaa vanhuksilla kaupunkialueella (Bräuner 2008)...
- ...ja vähentävän tulehdusta terveillä aikuisilla alueella jossa runsaasti puun pienpolttoa (Allen 2011)
- Hiukkassuodattimissa on isoja eroja
  - Ilmansuodatuksen energiatehokkuus?
- Suositeltavaa hyvin vilkasliikenteisillä alueilla!



## Liikenteen päästöihin vaikuttaminen

- Kaupunkirakenteen tiivistäminen vähentää liikenteen hiukkaspäästöjä → suotavaa
- Pakokaasupäästöjen vähentäminen teknisin ratkaisuin
  - Verohelpotukset sähköautoille
- Liikennemäärien vähentäminen
  - Kaavoitus, julkinen liikenne, asenteet
- Liikennemäärien vähentäminen alueittain
  - Kiellot, maksut jne.
- Nopeusrajoitukset
  - Vaikuttavat paitsi meluun myös hiukkaspäästöihin



## Viheralueet ja hiukkaset

- Viherrakentamisella ei luultavasti suurta vaikutusta keskimääräisen hiukkaspitoisuuden kaupunkialueilla
- Tavoitteena puhtaampi ilma ulkoilualueilla
  - Erityisen tärkeää raskaassa liikunnassa ja hiukkasten vaikutuksille herkissä väestöryhmissä
  - Mahdollisuus sairaskohtauksien ehkäisemiseen?
- Viherkäytävät työmatkaliikenteessä
  - Vilkkaiden teiden varsilla suuret hiukkaspitoisuudet → pieni mutka voi alentaa altistumista
- Mahdollisuudet vaikuttaa vilkasliikenteisillä alueilla hiukkaspitoisuuksiin?
- Aiheesta hyvin vähän tutkimuksia



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

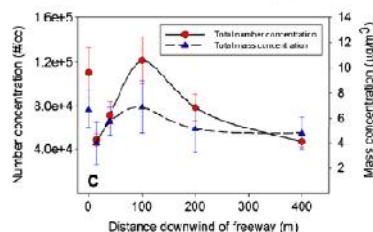
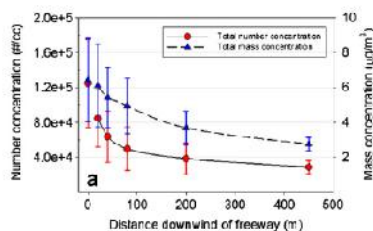
## Melua ja hiukkasia tulisi käsitellä samanaikaisesti suunnittelussa

Meluvallin vaikutus hiukkaspitoisuuksiin

Nastarenkaiden käytön vähentäminen vähentäisi melua, teiden kulumista ja hiukkaspäästöjä

- Hiekkoitushiekan käyttömäärät?
- Käyttömaksut, vyöhykkeet?

Hiljaisen asfaltin kuluminen?  
Hiljaisten renkaiden kuluminen?



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

## Päivittäistä hiukkasaltistumista määrävät tekijät

	AMSTERDAM		HELSINKI		ABS = black carbon
	PM <sub>2.5</sub>	ABS	Pm <sub>2.5</sub>	ABS	
Married		-15*		-9	
Floor subject lived (≥3)	-7	-12	47***	34**	
Parking area or hall within 100m		4		-21**	
Annoyance by traffic (≥2)					
Building year (before 1980)					
Regular smoker at home	86**	37*	NA	NA	
Major street within 100 m		22***		37**	
Hot meal cooked	20**	17***	22**	14***	
Living window open					
Bed room window open at night					
ETS at home	139***	53***	NA	NA	
ETS elsewhere indoors	49***	22***	28**	22*	
Time spent in a motor vehicle <sup>1</sup>	11*	13***	-2	9***	
Time spent indoors elsewhere <sup>1</sup>	3		-1		
Time spent outdoors <sup>1</sup>		2		5**	
Outdoor PM <sub>2.5</sub> or absorbance <sup>2</sup>	27***	68***	50**	50***	
Number of measurements	315	306	311	310	
R-squared <sup>3</sup>	0.70	0.80	0.67	0.80	

<sup>1</sup> continuous variable, estimate calculated for a change of 1 hour

<sup>2</sup> continuous variable, estimate calculated for a change of 10 µg/m<sup>3</sup> in PM<sub>2.5</sub> and 1 m-1x10<sup>-5</sup> in absorbance

<sup>3</sup> generalized linear models used to obtain the value

NA not enough exposure events for analyses

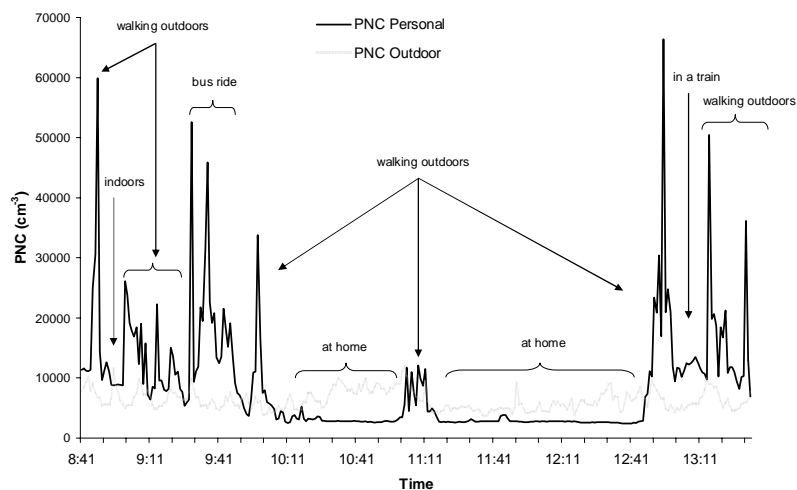
\* = p<0.1, \*\* = p<0.05, \*\*\* = p<0.01



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

Lankiym., J Expo Sci Environ Epidemiol 2007

## Lyhytaikainen altistuminen



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

PNC= hiukkasten lukumääräpitoisuus  
(käytetään arviona ultrapienien hiukkasten pitoisuudesta)

## Lyhytaikaisen altistumisen haitat

- Tunnin altistaminen dieselhiukkasille heikensi sydämen toimintaa (Mills, NEJM 2007)
- Kahden tunnin kävely vilkkaan tien varrella vaikutti keuhkojen toimintaan astmaatikoiden (McCreanor, NEJM 2007)
- Pienhiukkaset yhteydessä verenvähyyteen sydämessä 1-2 tuntia altistumisen jälkeen sydänsairailta (Lanki ym. OEM 2008)
- Työmatkat, lasten ulkoilupaikat, virkistysalueet
- TRANSPHORM –projekti (EU)
  - Hiukkasille altistumisen vertailu eri kulkutapojen välillä (henkilöauto, bussi, pyöräily)
  - Helsinki, Rotterdam, Tessaloniki
- Ilmanlaatutiedotuksen vaikuttavuus?



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

Herkkien ryhmien tietoisuuden lisääminen riskeistä

## ESCAPE-projekti (EU)

- Pitkäaikaisen hiukkasille ja melulle altistumisen vaikutukset sydänsairauksiin ja kuolleisuuteen
- Yhdistetään olemassa oleva terveysaineisto mallinnettuihin ilmansaastepitoisuuksiin ja melutasoihin
  - Melulle EU:n vaatimusten mukaiset mallinnukset
- Suomessa tutkimusalueina Helsinki/Vantaa ja Turku/Loimaan seutu
- Ensimmäiset tulokset 2012
- Tytärprojekti VESPA: mallinnetut pitoisuudet vs. altistuminen



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS