



TARTU ÜLIKOOL

Talveõhu nähtamatu hind

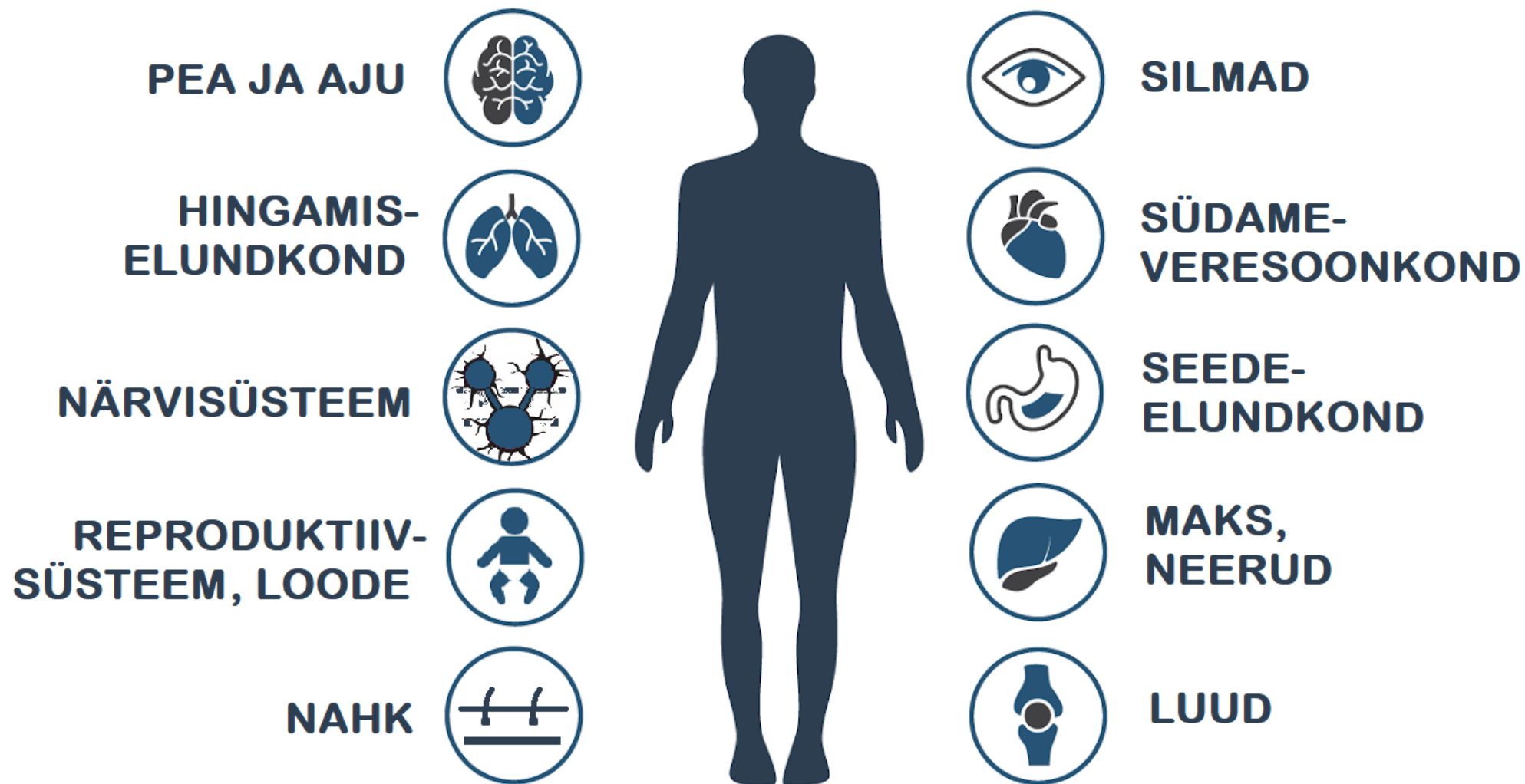
Hans Orru

Tartu Ülikooli peremeditsiini ja rahvatervishoiu instituudi
keskkonnatervishoiu professor

Tartu Ülikooli kestliku arengu keskuse juhataja



Õhusaaste mõju tervisele



Ahikütte mõju tervisele



ÜLEVAATEURINGU II ETAPI ARUANNE

AHIKÜTTE JA BIOMASSI PÕLETAMISEGA SEOTUD TERVISEMÕJUD

ÜLEVAADE SÜSTEEMAATILISTEST ÜLEVAADETEST (ingl *UMBRELLA REVIEW*)

Uuringu pealkiri:

Metoodika väljatöötamine tuuleparkide ja teiste energiatootmise tehnoloogiate võimalike tervise mõjudega seotud teadusuuringute tulemuste tõlgendamiseks Eesti tingimustes



Rahastanud Euroopa Liit
NextGenerationEU



Eesti
tuleviku heaks

Tartu 2026

Health impacts of anthropogenic biomass burning in the developed world

Torben Sigsgaard¹, Bertil Forsberg², Isabella Annesi-Maesano^{3,4}, Anders Blomberg⁵, Anette Bølling⁶, Christoffer Boman⁷, Jakob Børnløkke¹, Michael Brauer⁸, Nigel Bruce⁹, Marie-Eve Héroux¹⁰, Maija-Riitta Hirvonen¹¹, Frank Kelly¹², Nino Künzli^{13,14}, Bo Lundbäck¹⁵, Hanns Moshhammer¹⁶, Curtis Noonan¹⁷, Joachim Pagels¹⁸, Gerd Sallsten¹⁹, Jean-Paul Sculier²⁰ and Bert Brunekreef^{21,22}

Affiliations: ¹University of Aarhus, Institute of Public Health, Aarhus, Denmark. ²Dept of Public Health and Clinical Medicine/Environmental Medicine, Umeå University, Umeå, Sweden. ³INSERM UMR-S 1136, Institute Pierre Louis of Epidemiology and Public Health, Epidemiology of Allergic and Respiratory Diseases, Paris, France. ⁴UPMC, UMR-S 1136, Institute Pierre Louis of Epidemiology and Public Health, Epidemiology of Allergic and Respiratory Diseases, Paris, France. ⁵Dept of Public Health and Clinical Medicine/Medicine, Umeå University, Umeå, Sweden. ⁶Norwegian Institute of Public Health, Division of Environmental Medicine, Dept of Air Pollution and Noise, Oslo, Norway. ⁷Thermochemical Energy Conversion Laboratory, Dept of Applied Physics and Electronics, Umeå University, Umeå, Sweden. ⁸University of British Columbia, School of Population and Public Health, Vancouver, BC, Canada. ⁹WHO, Geneva, Switzerland. ¹⁰WHO Regional Office for Europe, Bonn, Germany. ¹¹University of Eastern Finland, Kuopio, Finland. ¹²King's College London, London, UK. ¹³Swiss Tropical and Public Health Institute, Basel, Switzerland. ¹⁴University of Basel, Basel, Switzerland. ¹⁵Krefting Research Centre, Institute of Medicine, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden. ¹⁶Medical University of Vienna, Institute of Environmental Health, Vienna, Austria. ¹⁷The University of Montana, Center for Environmental Health Sciences, Missoula, MT, USA. ¹⁸Lund University, Ergonomics and Aerosol Technology, Lund, Sweden. ¹⁹Division of Occupational and Environmental Medicine, Institute of Medicine, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden. ²⁰University Jules Bordet, Brussels, Belgium. ²¹Utrecht University, Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht, The Netherlands. ²²Julius Center for Health Sciences and Primary Care, University Medical Center Utrecht, Utrecht, The Netherlands.

Correspondence: Torben Sigsgaard, Aarhus University, Dept of Public Health, Section for Environment, Occupation and Health, Bartholin Allé 2 DK-8000 Aarhus C, Denmark. E-mail: ts@ph.au.dk

ABSTRACT Climate change policies have stimulated a shift towards renewable energy sources such as biomass. The economic crisis of 2008 has also increased the practice of household biomass burning as it is often cheaper than using oil, gas or electricity for heating. As a result, household biomass combustion is becoming an important source of air pollutants in the European Union.

This position paper discusses the contribution of biomass combustion to pollution levels in Europe, and the emerging evidence on the adverse health effects of biomass combustion products.

Epidemiological studies in the developed world have documented associations between indoor and outdoor exposure to biomass combustion products and a range of adverse health effects. A conservative estimate of the current contribution of biomass smoke to premature mortality in Europe amounts to at least 40 000 deaths per year.

We conclude that emissions from current biomass combustion products negatively affect respiratory and, possibly, cardiovascular health in Europe. Biomass combustion emissions, in contrast to emissions from most other sources of air pollution, are increasing. More needs to be done to further document the health effects of biomass combustion in Europe, and to reduce emissions of harmful biomass combustion products to protect public health.

Eksperimentaalsed uuringud

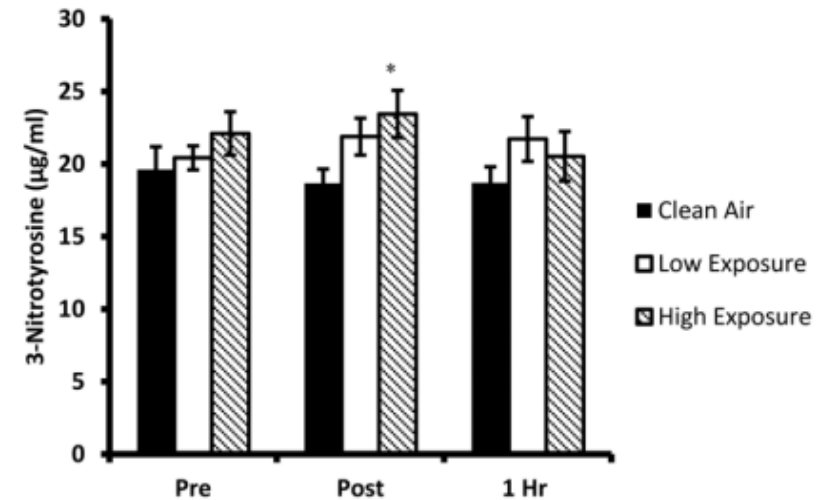
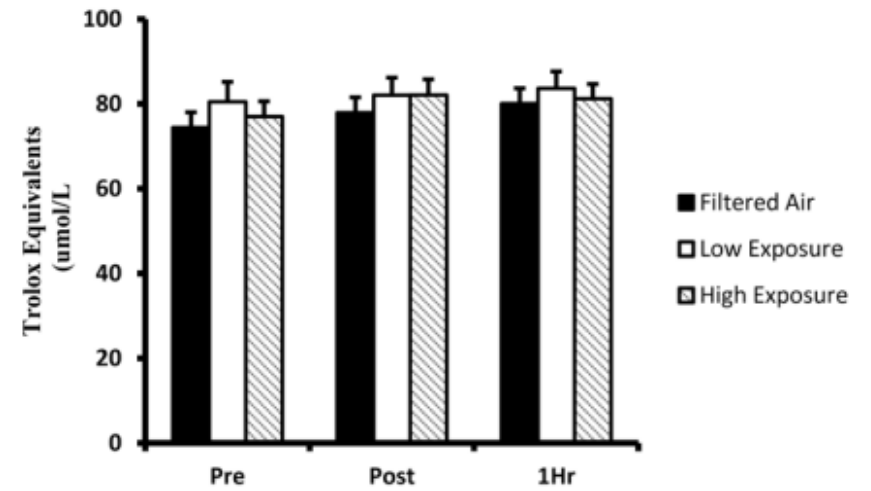
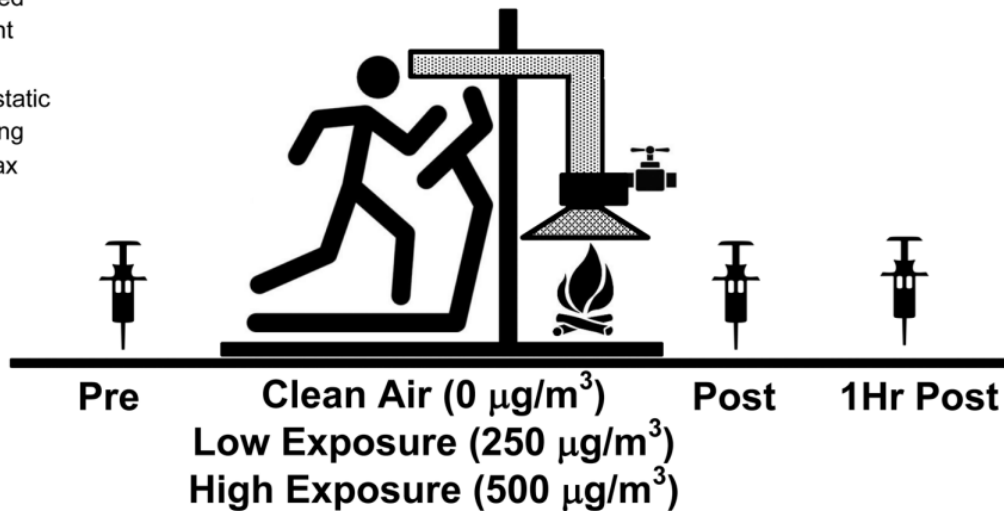
Day 1

Baseline testing

- Informed consent
- PARQ
- Hydrostatic weighing
- $VO_2\text{max}$

Day 2-4 exposure trials

Randomized crossover design, 1 week between trials



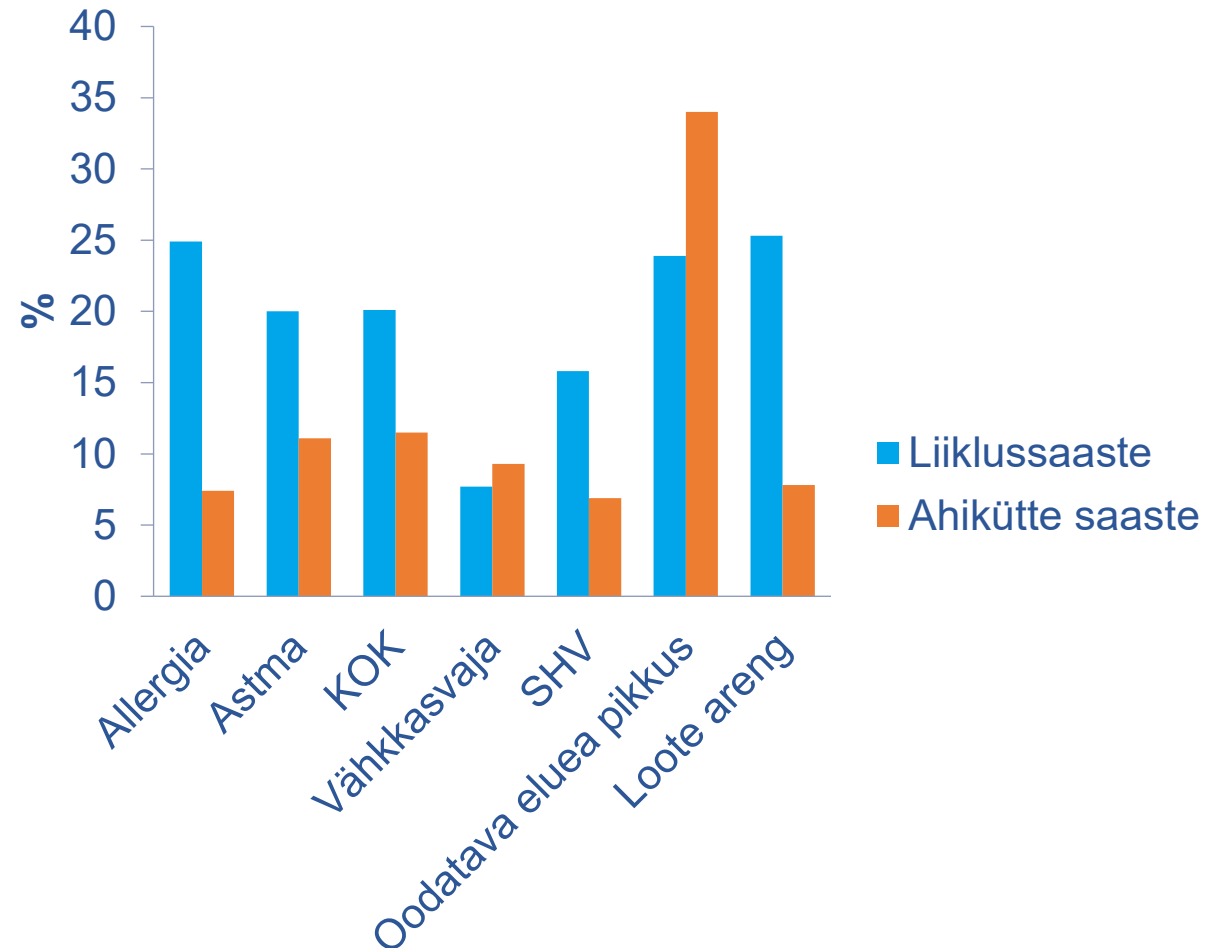


TARTU ÜLIKOOL



Aga meil Eestis ...

Liiklussaaste ja ahikütte saaste tervisemõjude teadvustamine ning mõjusid suureks hinnanud



- Kõrgemad tervisemõjude hinnangud nende seas, kes
 - halva tervisehinnanguga (*ent väga halva tervisehinnanguga inimestel mõjule madalamad hinnangud!*)
 - hingamisteede haigustega ja psühholoogiliste probleemidega
- Keskharidusega inimesed teadvustasid enam liiklussaaste ja kõrgharidusega inimesed suhteliselt enam ahikütte saaste tervisemõjusid

Osakesed erinevatest allikatest RHINE terviseuuringus

	Levimus (%)	PM _{liikluse heitgaasid} [OR* (95% CI)]	PM _{ahiküte} [OR* (95% CI)]
Köha	40,5	1,00 (0,90-1,11)	1,20 (1,01-1,42)
Krooniline bronhiit	5,7	0,98 (0,95-1,22)	1,20 (0,83-1,72)
Mitte allergiline riniit	10,5	1,05 (0,94-1,17)	0,96 (0,92-1,01)
Astma	2,1	1,01 (0,95-1,07)	1,41 (0,18-11,11)
Hingeldus	24,0	1,06 (0,92-1,22)	1,30 (1,01-1,69)
Raskustunne rinnus	16,8	1,07 (0,94-1,22)	1,07 (0,86-1,34)
Õhu puudus	10,7	1,09 (0,94-1,26)	0,93 (0,71-1,22)
Südamehaigused	12,4	1,18 (1,03-1,35)	0,99 (0,76-1,28)
Kõrge vererõhk	12,4	1,13 (0,98-1,31)	1,11 (0,85-1,44)

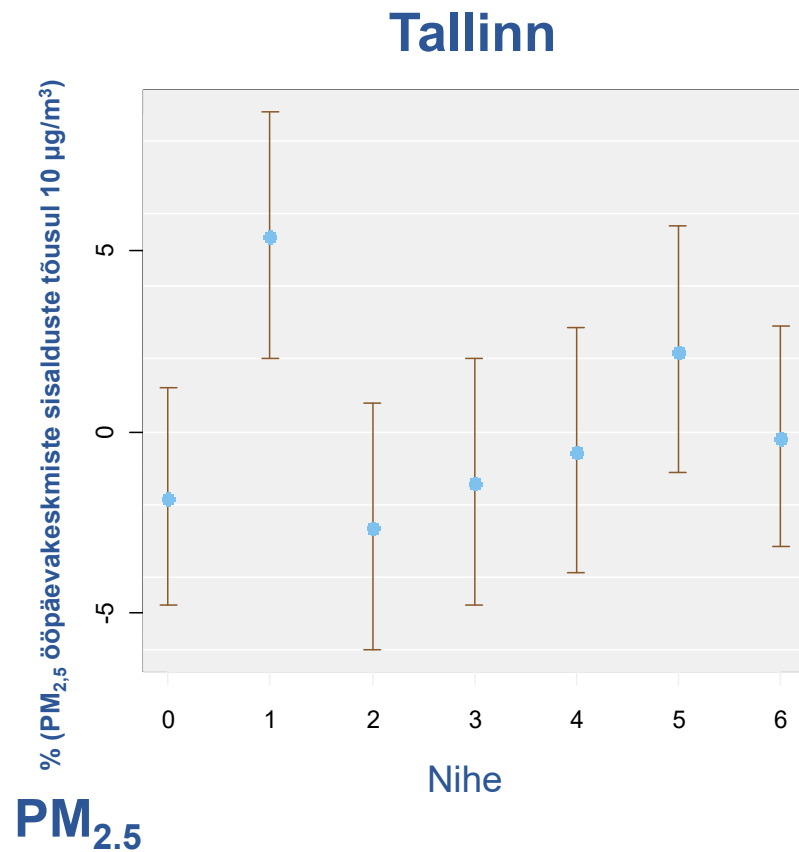
*OR on arvatud muutuse kohta, mis vastab keskkvartiili muutusele PM ekspositsioonis

Tulemused kohandatud soole, vanusele, BMIle ja suitsetamisele

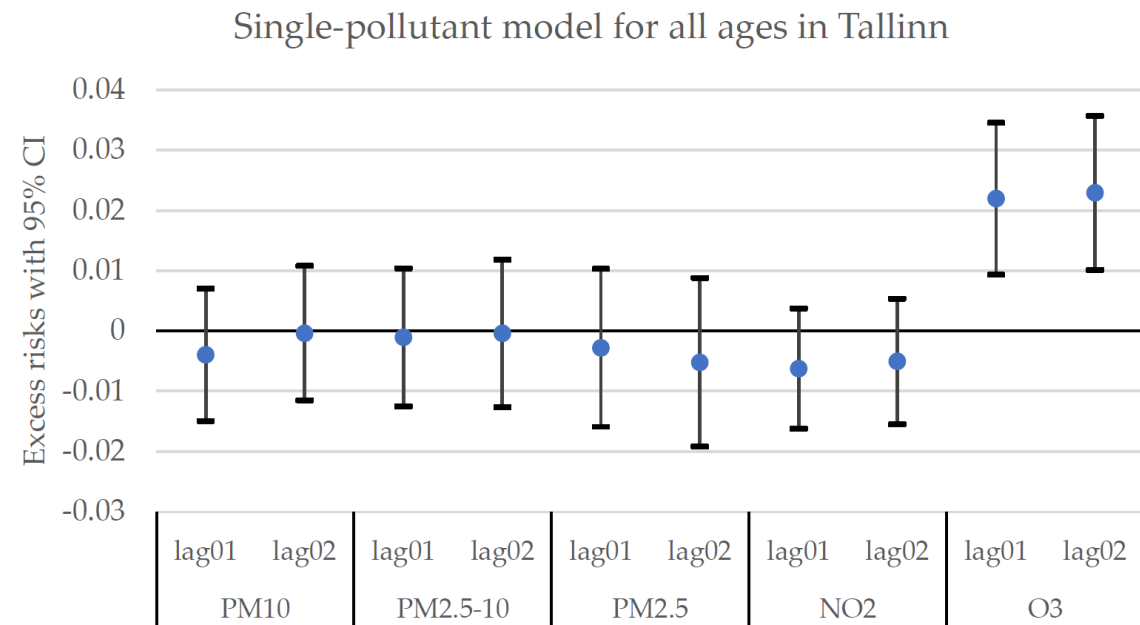
Orru et al., 2011

Lühiajaliste saasteepisoodide mõju suremusele

– eriti peened osakesed ja osoon



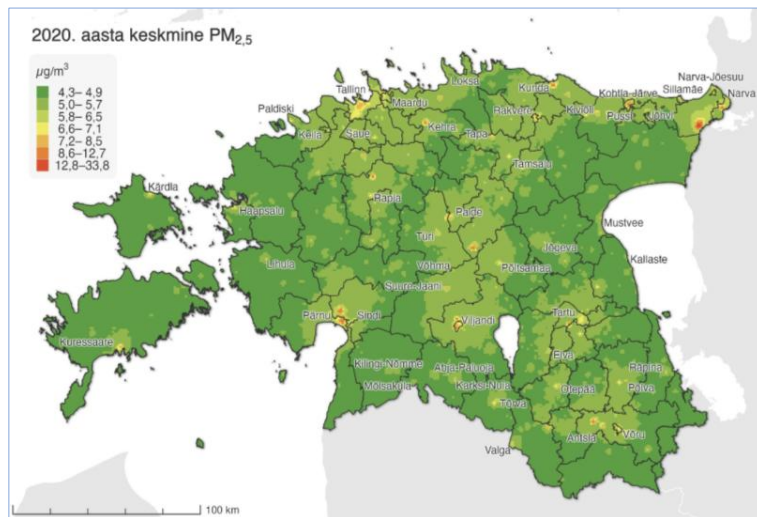
Läll et al., 2013



Olstrup et al., 2022

Tervisemõju hindamise metoodika

- Kokkupuude õhusaastega
- Praegune rahvastik ja suremus
- Annus-vastus seos



RV52U: SURNUD SOO, ASUSTUSPIIRKONNA LIIGI, ELUKOHA JA VANUSERÜHMA JÄRGI, HALDUSJAOTUS SEISUGA 01.01.2018

Vali andmed | Tabelli info

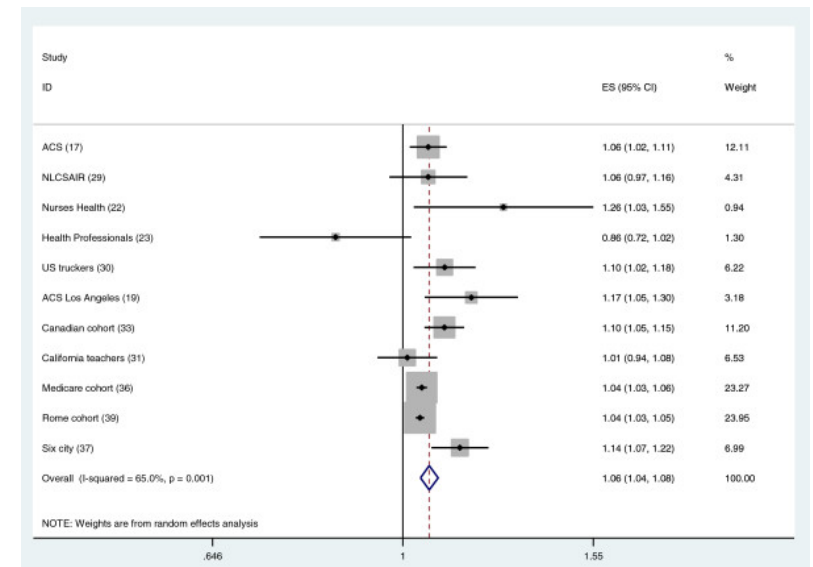
Märgi soovitud muutujad ja vali, kas tahad tabeli ekraanil kuvada või selle failina alla laadida.
*tämniga muutujatest tuleb valida vähemalt üks väärtus.

Aasta*
Kokku 5 Valitud 0
2021
2020
2019
2018
2017

Sugu
Kokku 3 Valitud 0
Mehed ja naised
Mehed
Naised

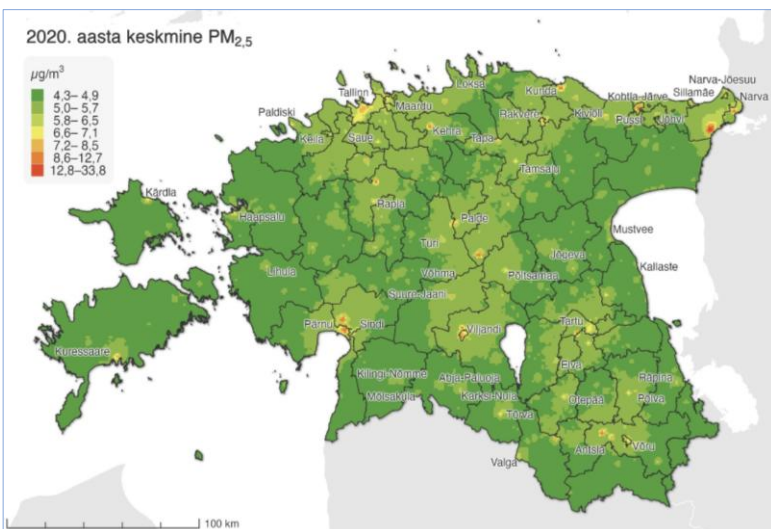
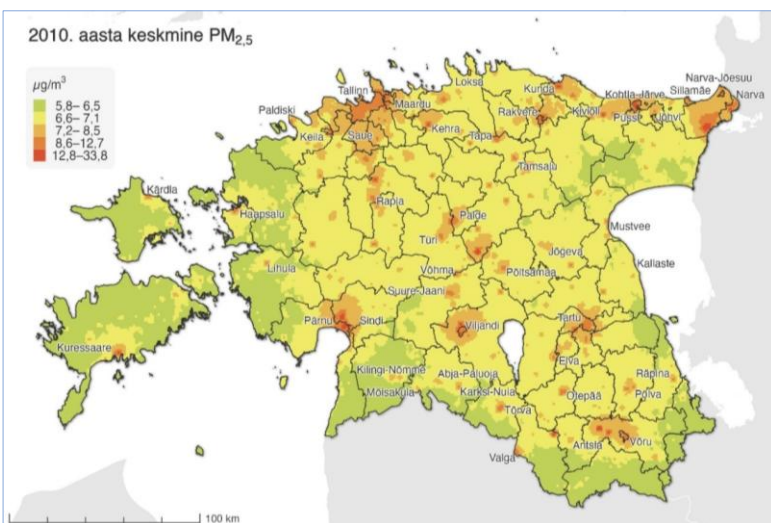
Elukoht
Kokku 18 Valitud 0
Kogu Eesti
Elukoht teadmata
Harju maakond
..Tallinn
Hiiuma maakond
Ida-Viru maakond
Jõgeva maakond
Järva maakond
Lääne maakond
Lääne-Viru maakond

Vanuserühm
Kokku 28 Valitud 0
Vanuserühmad kokku
0
1
2
3
4
0-4
5-9
10-14
15-19



$$\Delta Y = (Y_0 \times Pop) \times (e^{\beta \times C} - 1)$$

Kokkupuude õhusaastega

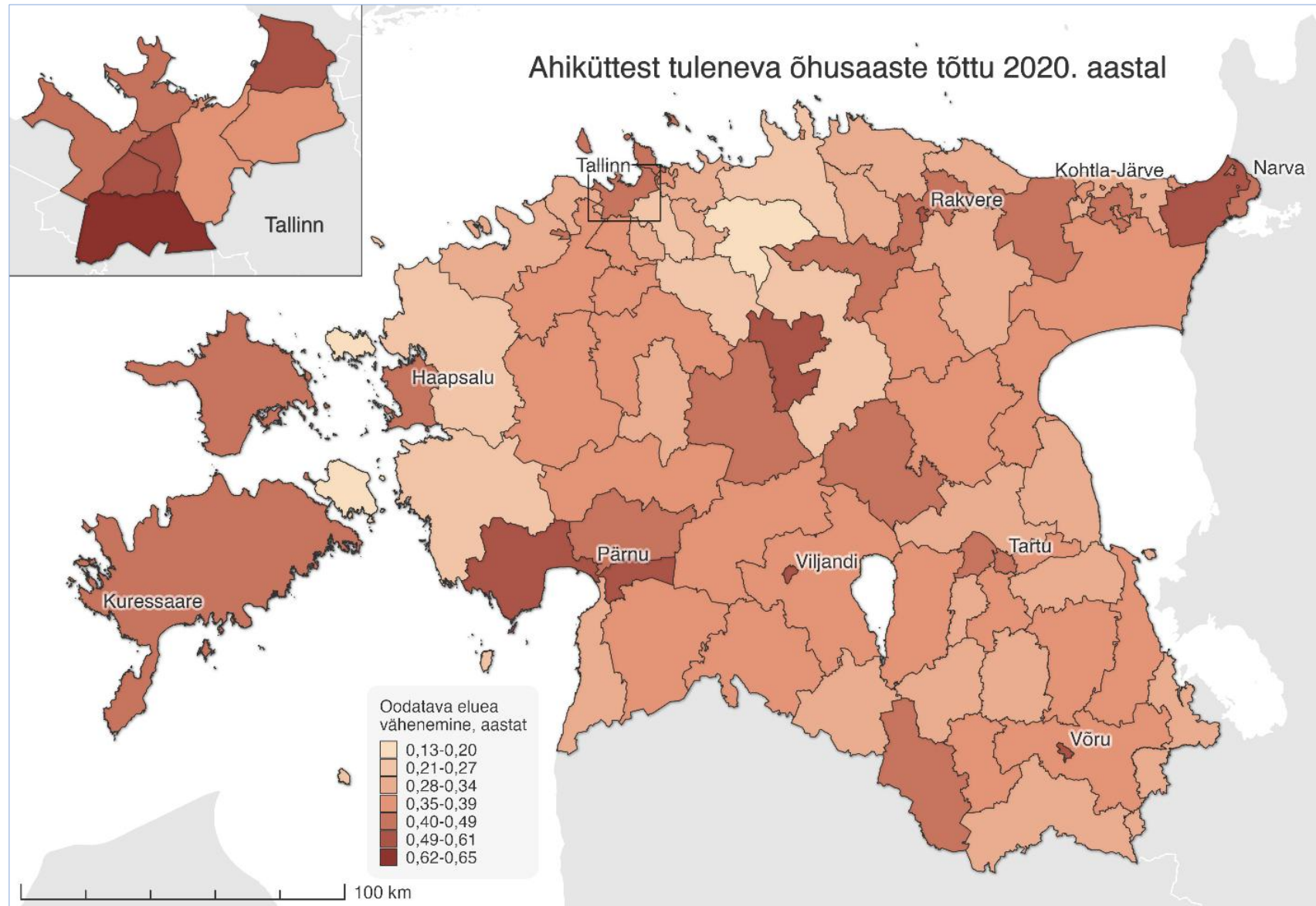


	Kohtküte, PM _{2.5}	Liiklus, NO ₂	Liiklus, PM _{2.5-10}	Muud allikad, PM _{2.5}
	Aastakeskmise sisaldus (µg/m ³)			
	2020	2020	2020	2020
Harju maakond	2,7	6,2	2,6	1,8
Tallinn	2,8	7,7	2,9	1,7
Ida-Viru maakond	2,2	1,8	1,8	2,3
Pärnu maakond	2,7	2,2	1,9	2,3
Tartu maakond	2,5	2,9	2,2	2,1
Tartu linn	2,8	3,8	2,6	2,2
Kogu Eesti	2,5	3,7	2,1	2,0

Varajaste surmade arv õhusaaste tõttu

	Kohtküte			Heitgaasid liiklusest			Teetolm liiklusest			Muud allikad		
	Aastakeskmise sisaldus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Harju maakond	256,1	229,8	221,2	228,1	205,9	195,3	23,7	24,4	22,2	41,3	59,4	67,8
Tallinn	182,3	174,1	159,7	196,3	178,9	163,0	19,5	19,7	18,8	22,3	42,1	46,2
Ida-Viru maakond	108,2	69,3	52,7	53,3	35,7	27,6	7,0	6,2	3,0	39,5	28,7	23,5
Pärnu maakond	63,0	45,6	39,5	27,3	20,8	18,7	3,4	3,6	2,0	17,2	14,9	14,4
Tartu maakond	82,3	58,8	52,7	49,1	35,7	36,9	4,6	5,6	3,7	18,5	19,0	21,4
Tartu linn	56,4	38,7	31,6	38,2	26,7	27,2	3,2	4,1	2,6	10,3	12,1	13,6
Kogu Eesti	761	571	511	469	380	354	52	52	39	188	176	183

Oodatava eluea vähenemine



Ahikütte saaste tervisemõju Põhjamaades

- Ahikütte õhusaaste põhjustab igal aastal umbes 19 varajast surma Umeås, 85 Helsingi piirkonnas, 78 Kopenhaagenis ja 232 Oslos
- Oodatav eluiga väheneb 0,10 aastat Helsingi piirkonnas, 0,18 aastat Umeås, 0,22 aastat Kopenhaagenis ning 0,63 aastat Oslos

Orru et al. *BMC Public Health* (2022) 22:1286
<https://doi.org/10.1186/s12889-022-13622-x>

BMC Public Health

RESEARCH

Open Access



Health impacts of PM_{2.5} originating from residential wood combustion in four nordic cities

Hans Orru^{1,2*}, Henrik Olstrup², Jaakko Kukkonen^{3,4}, Susana López-Aparicio⁵, David Segersson⁶, Camilla Geels⁷, Tanel Tamm², Kari Riikonen², Androniki Maragkidou³, Torben Sigsgaard⁸, Jørgen Brandt^{1,9}, Henrik Grythe⁵ and Bertil Forsberg¹

Abstract

Background: Residential wood combustion (RWC) is one of the largest sources of fine particles (PM_{2.5}) in the Nordic cities. The current study aims to calculate the related health effects in four studied city areas in Sweden, Finland, Norway, and Denmark.

Methods: Health impact assessment (HIA) was employed as the methodology to quantify the health burden. Firstly, the RWC induced annual average PM_{2.5} concentrations from local sources were estimated with air pollution dispersion modelling. Secondly, the baseline mortality rates were retrieved from the national health registers. Thirdly, the concentration-response function from a previous epidemiological study was applied. For the health impact calculations, the WHO-developed tool AirQ+ was used.

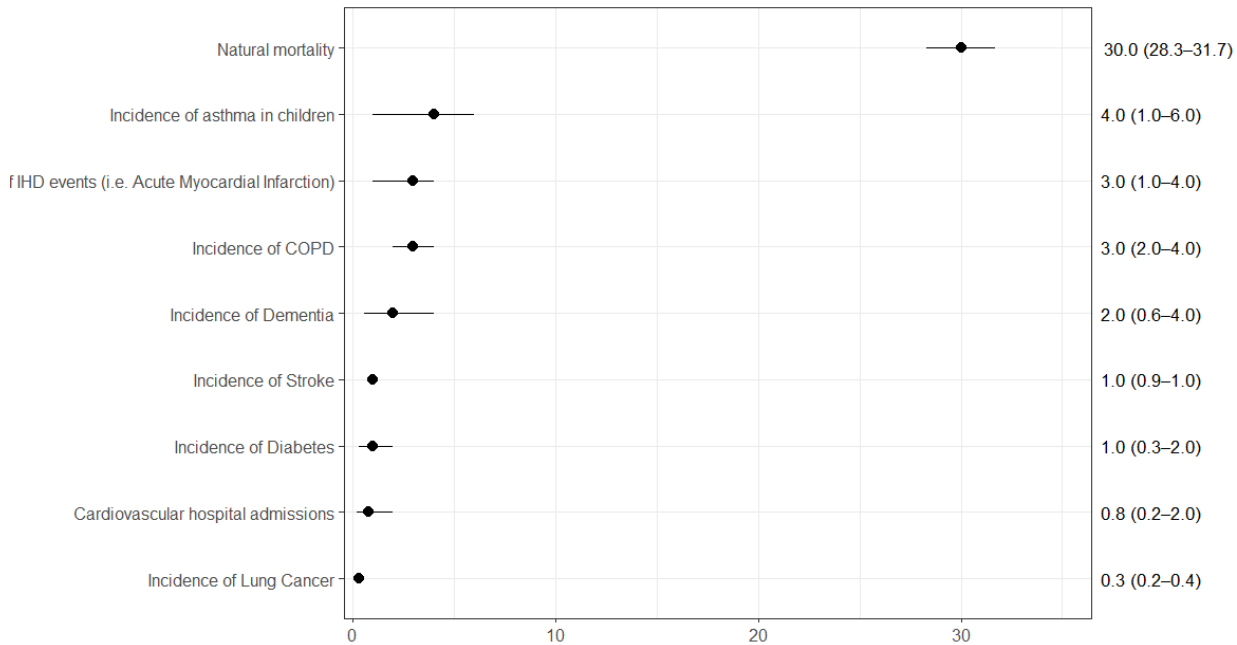
Results: Amongst the studied city areas, the local RWC induced PM_{2.5} concentration was lowest in the Helsinki Metropolitan Area (population-weighted annual average concentration 0.46 µg m⁻³) and highest in Oslo (2.77 µg m⁻³). Each year, particulate matter attributed to RWC caused around 19 premature deaths in Umeå (95% CI: 8–29), 85 in the Helsinki Metropolitan Area (95% CI: 35–129), 78 in Copenhagen (95% CI: 33–118), and 232 premature deaths in Oslo (95% CI: 97–346). The average loss of life years per premature death case was approximately ten years; however, in the whole population, this reflects on average a decrease in life expectancy by 0.25 (0.10–0.36) years. In terms of the relative contributions in cities, life expectancy will be decreased by 0.10 (95% CI: 0.05–0.16), 0.18 (95% CI: 0.07–0.28), 0.22 (95% CI: 0.09–0.33) and 0.63 (95% CI: 0.26–0.96) years in the Helsinki Metropolitan Area, Umeå, Copenhagen and Oslo respectively. The number of years of life lost was lowest in Umeå (172, 95% CI: 71–260) and highest in Oslo (2458, 95% CI: 1033–3669).

Conclusions: All four Nordic city areas have a substantial amount of domestic heating, and RWC is one of the most significant sources of PM_{2.5}. This implicates a substantial predicted impact on public health in terms of premature mortality. Thus, several public health measures are needed to reduce the RWC emissions.

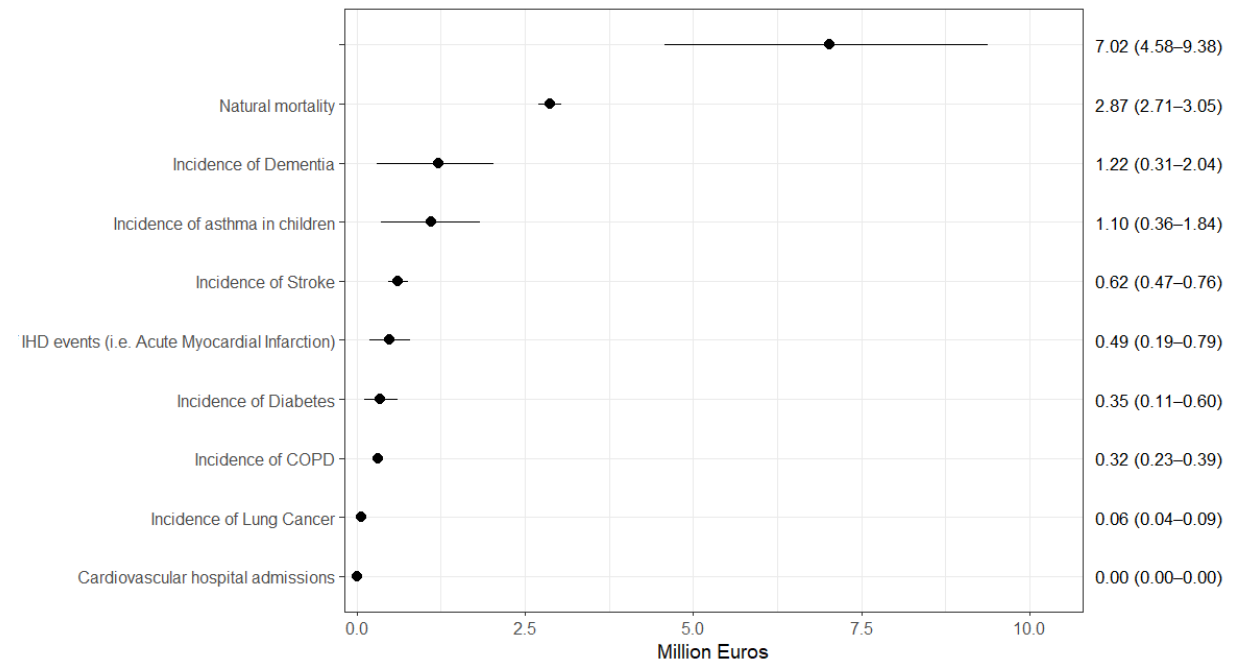
Keywords: Air pollution, Wood smoke, Premature death, Northern Europe, Life expectancy

Mõjud ja väliskulud Umea piirkonnas

Estimated health effects with 95% CI



Estimated health economic costs with 95% CI





TARTU ÜLIKOOL

Kui suured on
väliskulud?



Väliskulude hindamine

- Euroopa Komisjon hindab tervise mõjusid (suremust) kahel meetodil:
 - Statistilise elu väärtus (*Value of a Statistical Life - VSL*)
 - Eluaasta väärtus (*Value of a Life Year – VOLY*)
 - Maksevalmidus (*Willingness to pay*)

Eestile kohandatud VOLY väärtused (2020)

€ 47,000 (29 000-117,000)

Table A-28 - Unit impact values applied in CAO2

Effect	2015 price year figures recommended for and used in CAO2	Main Source
Mortality - value of statistical life (VSL)	€3.6 million	Based on OECD (2012)
Mortality - value of a life year (VOLY) ⁹	€94,660	Previous median estimate increased in proportion to the increase in mean VSL to reflect OECD (2012)
Infant Mortality (per death)	€5.5 million	Lower bound of OECD (2012) (factor 1.5 higher than average for adults)
Chronic Bronchitis in adults (per case)	€ 63,800	Maca (2011), Holland (2014) with concerns over severity of air pollution related bronchitis
Bronchitis in children (per event)	€358	Hunt et al (2016)
Respiratory Hospital Admissions (per case)	€4,800	Broadly mid-range from estimates and similar to DCE (2018)
Cardiac Hospital Admissions (per case)	€5,900	Broadly mid-range from estimates and similar to DCE (2018)
Restricted Activity Days (per day)	€131	Hunt et al (2016)
Work loss days (per day)	€155	Amann et al (2017)



Raske hüpertensioon

Sümptomid

- püsivad, pulseerivad peavalud ning hägune või kahekordne nägemine
- valu rinnus ja hingamisraskused
- segadustunne, pearinglus või jäsemete tuimus
- turse jalgades, pahkludes või kätes

Kui sageli?

Sümptomid esinevad enamikul päevadel, aeg-ajalt tekivad erakorralised episoodid

Kui kaua?

Kogu ülejäänud elu

Tagajärjed

- märkimisväärne mõju igapäevaelule (raskused liikumisel, autojuhtimisel või keskendumisel)
- ravimite võtmine vajalik mitu korda päevas
- võib vajada abi mõningate igapäevaste tegevuste juures
- aeg-ajalt haiglaravi vajadus äkiliste raskete sümptomite tõttu

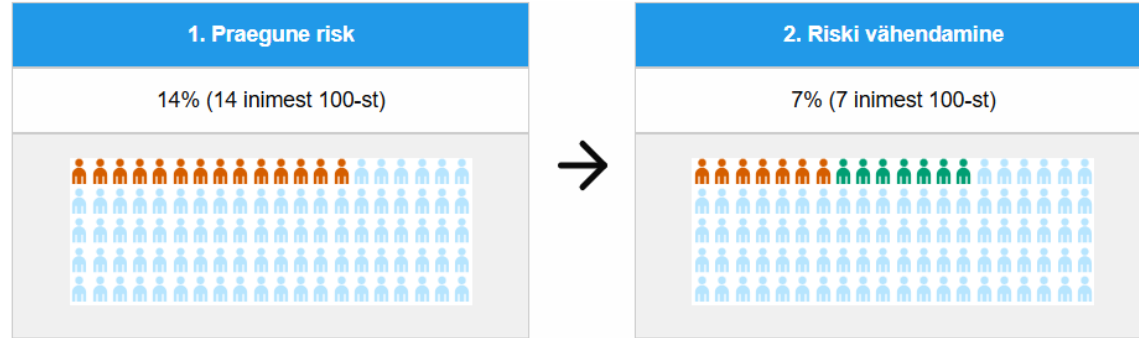
Prognoos

- suurem risk südameinfarktiks, insuldiks või neerupuudulikkuseks ning lühenenud eluiga

Kaaluge, kui palju on teile isiklikult väärt vähendada oma riski haigestuda haigusesse **Raske hüpertensioon** tasemelt **14 kuni 7 100-st** järgmise 10 aasta jooksul.

1. Alustage väikseimast summast (5 €/kuus). Küsige endalt: "Kas maksaks selle kindlasti järgneva 10 aasta jooksul?"
2. Kui **JAH**, liikuge järgmise summa juurde.
3. Jätkake, kuni jõuate summani, mida ei maksaks.
4. Valige **kõrgeim summa**, mida olete kindlalt nõus maksma.

Tõenäosus saada **Raske hüpertensioon** järgmise 10 aasta jooksul



5 € kuus (600 € 10 aastaga)

10 € kuus (1200 € 10 aastaga)

20 € kuus (2400 € 10 aastaga)

50 € kuus (6000 € 10 aastaga)

100 € kuus (12 000 € 10 aastaga)

200 € kuus (24 000 € 10 aastaga)

500 € kuus (60 000 € 10 aastaga)

Rohkem kui 500 € kuus (60 000 € 10 aastaga)

Ma ei maksaks midagi

Õhusaaste ja müra tervisemõjude sotsiaalmajanduslik kahju

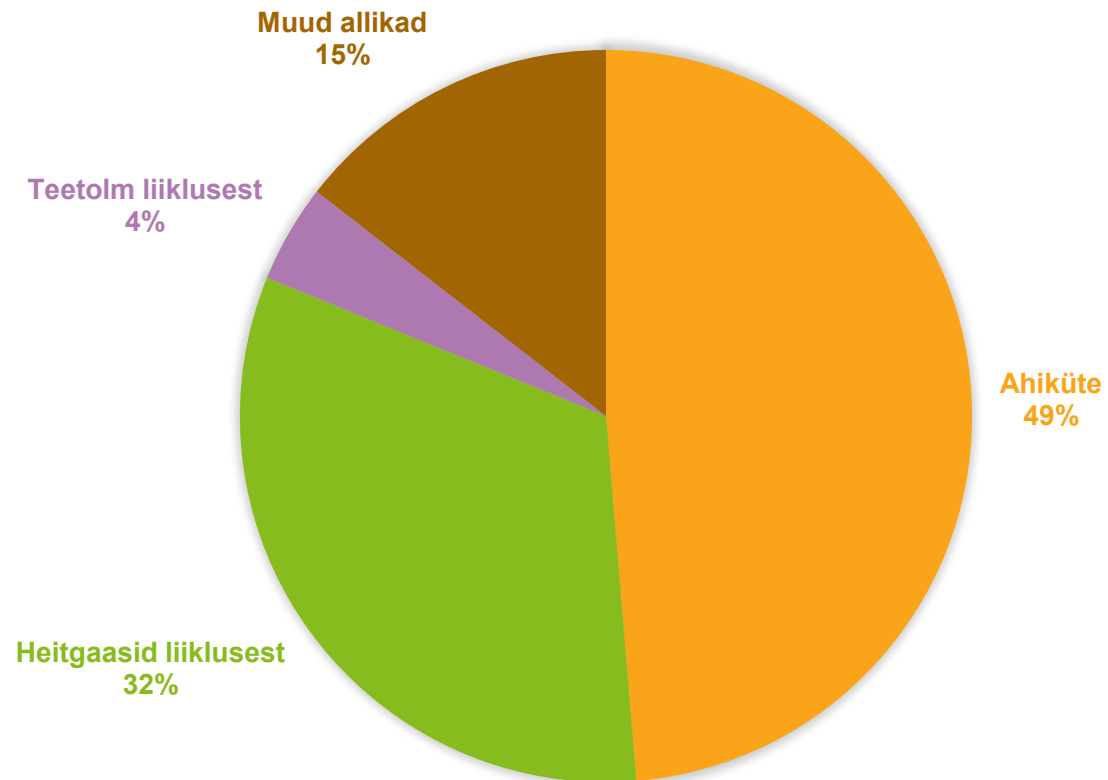
SOTSIAALMAJANDUSLIKUD KAHJUD 2020

Õhusaaste Eesti 2020:
€ **666.4 miljonit**

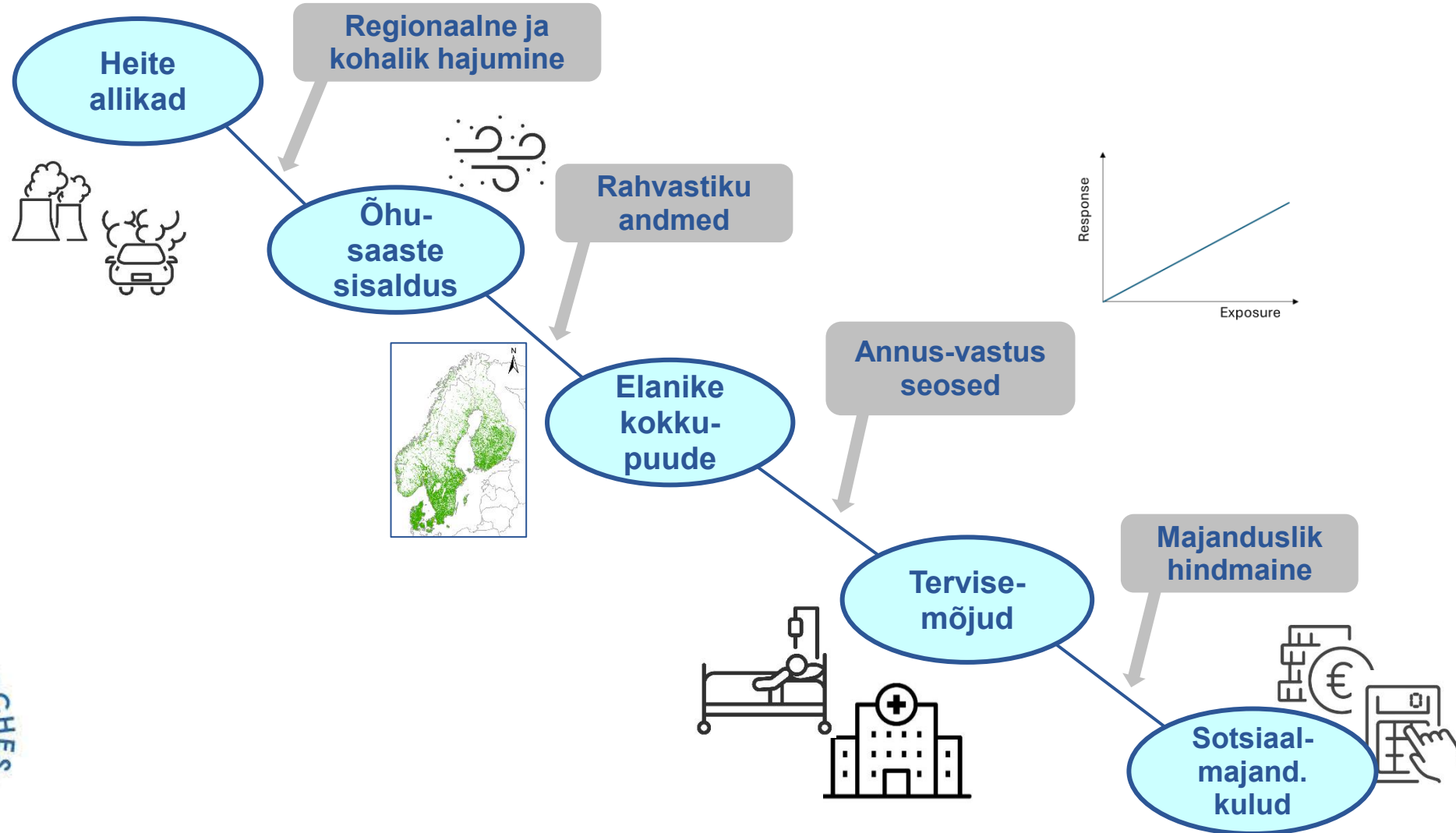
Ahikütte saaste Eesti 2020:
€ **324.4 miljonit**

Ahikütte saaste Tallinn 2015
€ **101.0 miljonit**

Ahikütte saaste Tartu 2015:
€ **21.0 miljonit**



EVA: *Economic Valuation of Air pollution*



Õhusaaste väliskulu ühikuhinnad

	SO _x SO ₂ /SO ₄ ²⁻ EUR/kgSO ₂	NO _x O ₃ /NO ₂ /NO ₃ ⁻ EUR/kgNO ₂	NH ₃ NH ₄ ⁺ EUR/kgNH ₃	PPM _{2.5} kokku ToIm/tuhk/EC/POA/SOA EUR/kgPPM
Energiamajandus	5	7	32	54
Ahiküte	3	14	28	116
Autoliiklus	23	50	66	157
Laevandus	-1.5	4	*	5
Põllumajandus	*	59	5	41
Muud allikad	6	116	13	153
Keskmine	5	22	8	64

*Madalad heited, ühikuhinda ei arvatatud



TARTU ÜLIKOOL



Ahiküte ja siseõhk

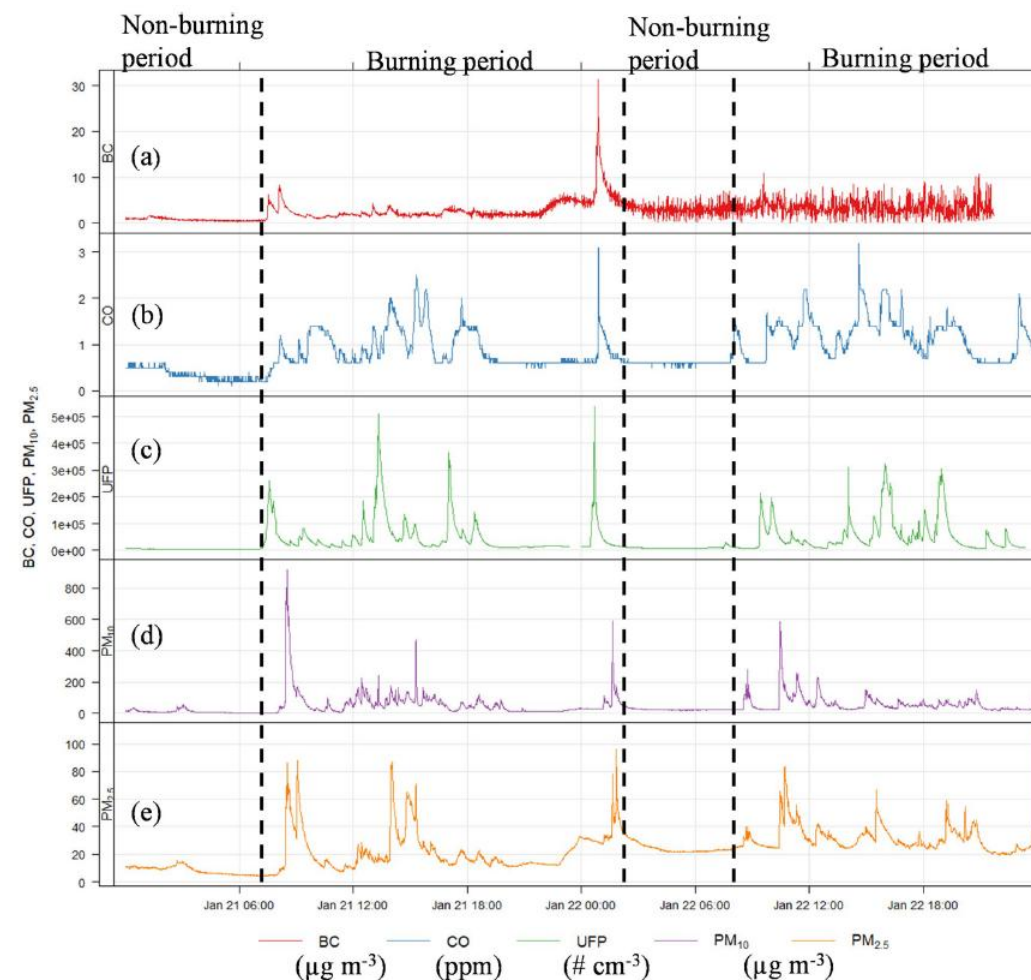
Ahikütte mõju siseõhu kvaliteedile

Wood burners triple harmful indoor air pollution, study finds

Exclusive: Burners should be sold with health warnings, say scientists who found tiny particles flooding into rooms



Chakraborty et al., 2020

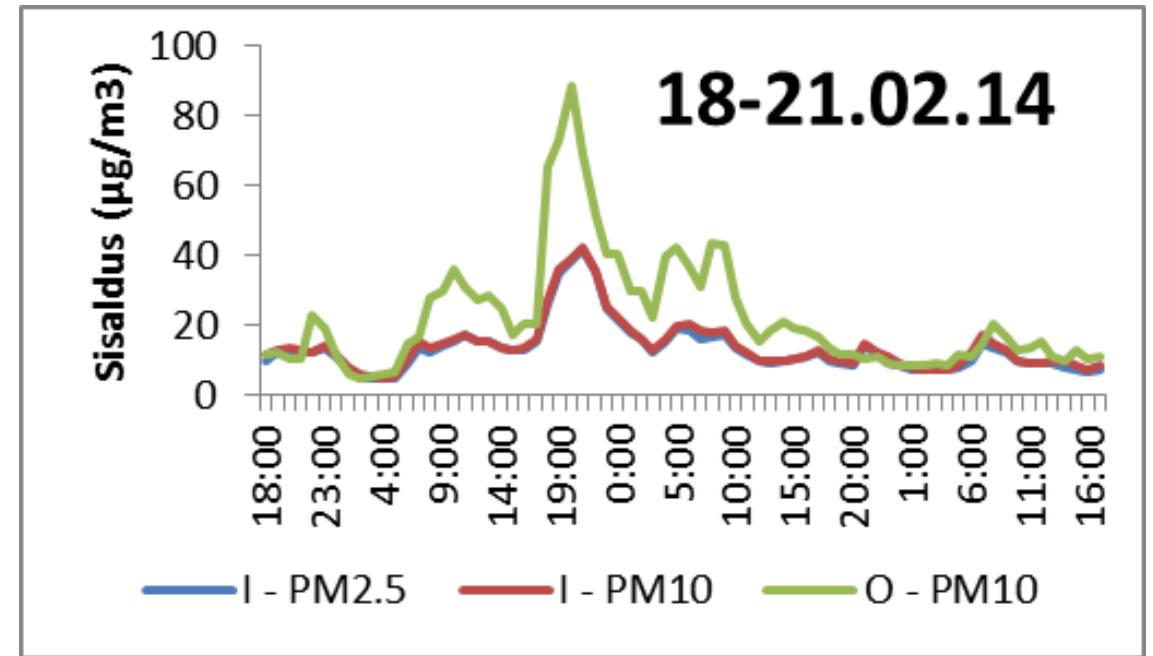
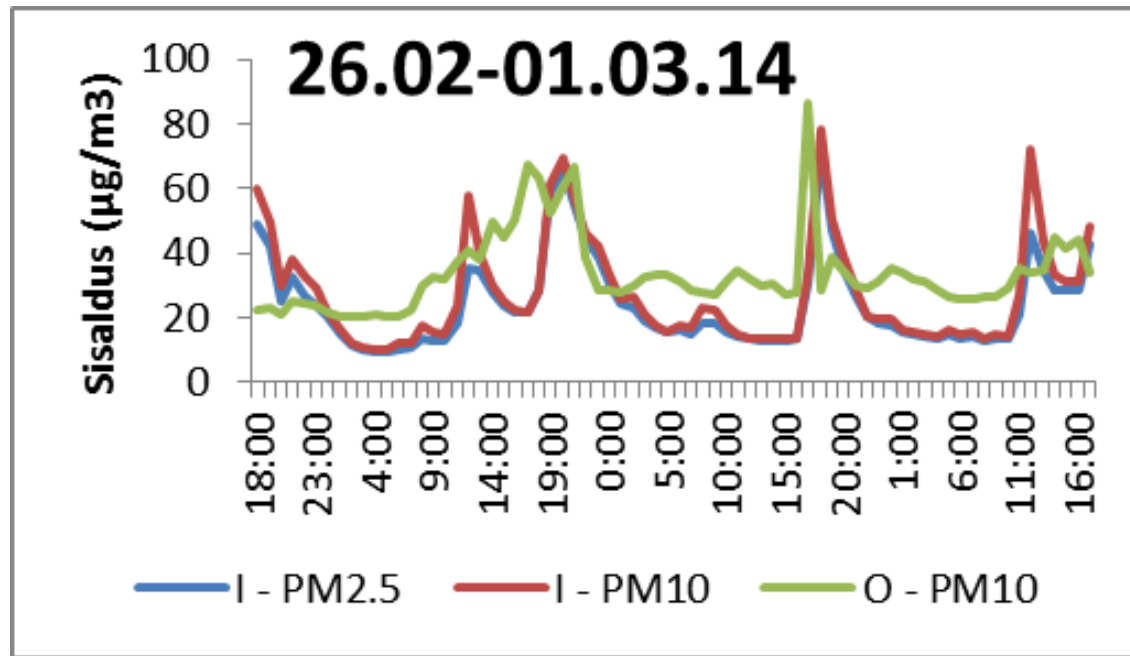


Kuye & Kumar, 2025

Erinevused sise- ja välisõhu sisaldustes kahes elamus

- Ahiküttega eramu Pirital

- Keskkütte ja HEPA filtriga korter tiheda liiklusega tänaval





TARTU ÜLIKOOL

Õhusaaste tervisemõjude vähendamine

Elanike hinnang meetmete tõhususele

	Üldse mitte tõhus				Täiesti tõhus	
	1	2	3	4	5	
Ühistranspordi suurem rahaline toetamine	14	17	27	17	24	
Kesklinnas suurem maks	29	18	21	14	18	
Madala heitega vähem maksu	11	12	24	24	28	
Naastrehvid maksu alla	33	19	22	13	14	
Kiirus 50lt 30ni	31	20	22	13	15	
Müra tõkked	4	10	26	29	30	
Ahjutoetus	18	15	23	20	24	
Raskeliiklus elamutest eemale	1	4	13	25	57	
Kesklinnad tihedamaks, rohelus↓	46	25	21	5	4	
Teed 10% kitsamaks, rohelus↑	25	18	30	13	15	

Kokkuvõte

- Ahikütte õhusaastel väga oluline mõju elanike tervisele
 - See toob kaasa haigestumise, suremuse ja eluea lühenemise
- Tervisemõjudega kaasnevad väga suured väliskulud
- Elanike teadlikkus ahikütte õhusaaste negatiivsetest mõjudest suhteliselt madal
- Lisaks välisõhule mõjutab ahiküte ka siseõhu kvaliteeti
- Elanikud toetavad õhusaastet vähendavaid meetmeid
 - Tänu erinevatele meetmetele on õhukvaliteet paranenud
 - Kuivõrd kulutõhusad on need meetmed → MARCHES workshop sügis 2026



TARTU ÜLIKOOL

Täna!



unitartu



tartuylikool

