

EESTI KESKKONNAKASUTUSE VÄLISMÕJUDE RAHASSE HINDAMISE ANALÜÜS, I ETAPP

LISA 9A

TERVISEMÕJUDE HINDAMISE TERVIKÜLEVAADE

Gerli Paat-Ahi, Kadi Kallavus, Hedi Harzia

SA Mõttekoda PRAXIS

1. Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise eest vastutav ametnik:

Keskkonnaministeeriumi keskkonnakorralduse osakonna

nõunik Aire Rihe

(tel 626 2983, e-post: aire.rihe@envir.ee)

2. Projektijuht:

Katrin Väljataga, Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ

(tel 611 7692, e-post: katrinv@environment.ee)

3. Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise analüüsi I etapi finantseerimine:



KIK 2015. aasta Keskkonnainvesteeringute Keskuse keskkonnaprogrammi keskkonnakorralduse programmi eelarvest, projekti nimetus „Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise analüüs“.

praxis
mõttekoda

Koostaja ja toimetaja: Anne Aan, Katrin Väljataga, Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ

Korrektuur: OÜ Avatar

Kujundus: Lemmikmeedium OÜ

SISUKORD

SISUKORD	3
LÜHENDID JA MÕISTED	4
METOODIKA.....	5
1 Keskkonnamõju tekitavate ja selle arvutamiseks vajalike parameetrite loetelu.....	5
2 Keskkonnamõju kvantifitseerimise meetoodika	6
2.1 Keskkonnamõju kvantifitseerimise meetoodika lühikirjeldus.....	6
2.2 Keskkonna tervisemõju hindamise meetoodikad	7
2.3 Meetoodika kasutamise kitsendused ja nõrgad/tugevad kohad	10
3 Välisõhusaastega seotud haiguste trendid Eestis	11
VALDKONNAD.....	16
4 Saasteainete väljutamine välisõhku.....	16
4.1 Välisõhusaaste keskkonnamõju kirjeldus.....	16
4.2 Välisõhu saastega seotud teadusuuringud	25
4.3 Eestis läbiviidud õhusaastega seotud uuringud	25
4.4 Välisõhu saaste keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus	28
4.5 Ebameeldiv lõhn ja sellest põhjustatud keskkonnamõju	32
5 Müra	34
5.1 Müra keskkonnamõju kirjeldus.....	34
5.2 Müraga seotud teadusuuringud	36
5.3 Müra keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus	36
6 Vibratsioon	38
6.1 Vibratsiooni keskkonnamõju kirjeldus	38
6.2 Vibratsiooniga seotud teaduskirjandus.....	39
6.3 Vibratsiooni keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus	39
7 Veekogude paisutamine ja tõkestamine.....	40
8 Saasteainete heide vette ja mulda.....	40
8.1 Pinna- ja põhjavee ning mulla saastumise keskkonnamõju	40
8.2 Vee ja mulla saasteainete keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus	40
9 Veekasutus	41
10 Maa hõivamine ja mulla katmine.....	41
KOKKUVÕTE.....	42
Kasutatud kirjandus	43

LÜHENDID JA MÕISTED

ATSDR – *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, Mürgiste Ainete ja Haiguste Registri Agentuur (USA)

EPA – *Environmental Protection Agency* (USA)

IARC – *International Agency for Research on Cancer*

IDLH – *immediately dangerous to life and health* (koheselt ohtlik tervisele ja elule; saasteaine maksimaalne kontsentratsioon, mille korral inimene võib veel 30 min jooksul põgeneda ilma, et tekiks jäävad või pöördumatud sümptomid/kahjustused)

MRL – *minimum risk level* (mininaalne riskitase)

NIOSH – *National Institute of Occupational Safety and Health* (USA)

Ppb – *parts per billion* – osakeste hulk miljardi õhu osakese kohta

Ppm (*parts per million*) – märgib aine sisaldust miljonis osas segus (tervikus); analoogselt **ppb** (*parts per billion*) – miljardis ja **ppt** – triljonis osas

$$10^{12} \text{ ppt} = 10^6 \text{ ppb} = 1000 \text{ ppm} = 1\text{‰} = 0,1\%$$

NOEL (*no-observed-effect level*) – täheldatavat toimet mitteavaldav annus

LOAEL (*lowest observed-adverse-effect level*) – vähim täheldatavat ebasoodsat toimet avaldav annus

L_{DEN} – päevane, öhtune, öine müratase, keskkonnamüra direktiivi (2002/49/EÜ) järgne müra indikaator

L(eq) – keskmine helitase

PPV (*peak particle velocity*) – osakese suurim hetkkiirus valitud ajavahemikus

METOODIKA

1 Keskkonnamõju tekitavate ja selle arvutamiseks vajalike parameetrite loetelu

Keskkonna tervisemõjude hindamiseks kasutatakse mitmeid meetodeid ja mõõdikuid. Sõltuvalt mõjutegurist saab hinnata **suremust ja haigestumust ning muid tervisetulemeid** (nt madal sünnikaal, vähenenud kognitiivne võimekus, unehäired). Suremuse ja haigestumuse põhjal saab hinnata suremusrisiki, kaotatud eluaastaid (YLL – *years of life lost*), tervisekaoga eluaastaid (DALY – *disability-adjusted life years*).

Haigestumuse, suremuse ja muude tervisetulemite riske hinnatakse tavaliselt kolme parameetri põhjal:

Suhteline risk ehk riskikordaja (ingl *risk ratio, relative risk, RR*) on kahe grupi (riskigrupp, mis on mõjutatud riskifaktori poolt, ja kontrollgrupp, mis ei ole antud riskifaktori poolt mõjutatud) mõõtmisandmete võrdlemise tulemusena saadav arv, mis näitab kui võrd riskifaktori poolt mõjutamine suurendab ($RR > 1$) või vähendab ($RR < 1$) tagajärje tekkimist.

Riskisuhe (ingl *odds ratio, OR*) on kahe grupi (riskigrupp, mis on mõjutatud riskifaktori poolt, ja kontrollgrupp, mis pole antud riskifaktori poolt mõjutatud) mõõtmisandmete võrdlemise tulemusena saadav arv, mis näitab kui võrd riskifaktori poolt mõjutamine suurendab tagajärje tekkimise tõenäosust.

Riskitiheduste suhe (ingl *hazard ratio, HR*) näitab, mitu korda erinevad kahe võrreldava grupi riskitihedused ehk mitu korda erineb ühte gruppi kuuluva objekti sündmuse esinemise tõenäosus lõpmatult väikeses ajavahemikus $[t, t + \Delta t]$ võrreldes teise grupi objektiga tingimusel, et objekt on elanud ajahetkeni t .

Eespool nimetatud parameetritele lisatakse tihti ka **usaldusvahemik** (ingl *confidence interval, CI*), mis näitab vahemikku, milles mõõdetud parameeter esineb juhul, kui samasugune uurimus viiakse läbi sarnastes tingimustes mõne teise sarnastel alustel konstrueeritud juhusliku valimi põhjal, kusjuures on parameetritele antud vahemikus esinemise tõenäosus (95%, 99%). Enamlevinud usaldatavate andmete ja tulemuste tõenäosuse väärtus on 95%.

Deterministliku toimega (läviväärtusega) mõjurite korral on oluline mõjurit iseloomustava suuruse **maksimaalne ohutu eksponeerituse tase** (väljendatuna annuse või kontsentratsiooni kaudu). See on tavaliselt defineeritud kui suurim kontsentratsioon (annus), mille puhul ei ilmne negatiivset mõju ka tundlikes rühmades (lapsed, eakad) kogu elu kestva eksponeerituse korral¹. Seda suurust tähistatakse erinevate terminitega. USAs (ja mõistagi sellega seotud andmekogudes) on kasutusel „referentsannus“ ja „referentskontsentratsioon“ (*Reference Dose, RfD; RfC*). Euroopas on kasutusel aktsepteeritav päevaannus (*Acceptable Daily Intake, ADI*)². RfC ja ADI leidmisel on lähtepunktiks NOAEL (defineeritud kui suurim täheldatavat kahjulikku toimet mitteomav annus/kontsentratsioon või maksimaalne mittetoimiv tase) või toimeannus (*benchmark*). Viimane valitakse eksponeerituse-mõju mudeli väiksemate annuste väärtuste piirkonnas, mille kohta on veel mõõtmisandmeid. Tavaliselt on selleks 10% (vahel 5%) mõju suurusele vastav eksponeeritus. NOAEList ja toimeannusest lähtumine väljendavad ohutu annuse määramiseks põhimõtteliselt erinevaid lähenemisviise, mistõttu pole nendega saadud tulemusi võimalik teineteiseks teisendada. Võrreldes NOAELiga on toimeannusest

¹Kui tegemist on lühema perioodiga, on see eraldi näidatud. Kuna mõju võib mõnel puhul sõltuda ka organismi sisenemise teest, on vajaduse korral ka see täpsustatud; nt RfDorale näitab, et see kehtib suukaudsel (seedetrakti kaudu) manustamisel.

²Kasutusel on ka *Tolerable Daily Intake (TDI)*, *Derived No Effect Level (DNEL)*, *Reference Exposure Level (REL)*. Kaks viimast on RfD sünonüümid.

lähtumise oluline eelis see, et lähtepunkti leidmisel arvestatakse nii seost kirjeldava kõvera kujuga kui ka andmete hajuvust, NOAELi puhul on selleks vaid üks empiirilisel leitud punkt (Pöder 2015).

2 Keskkonnamõju kvantifitseerimise meetodika

2.1 Keskkonnamõju kvantifitseerimise meetodika lühikirjeldus

Erinevate keskkonnas toimunud muutuste mõju tuvastamiseks inimese tervisele kasutatakse reeglina **epidemioloogilisi uuringuid**, mis võimaldavad luua tõendus põhise hinnangu põhjuslikele seostele haiguse ja riskitegurite vahel. Selliste uuringute käigus uuritakse tervisega seotud seisundite ja sündmuste jaotumist ja determinante erinevates (antud juhul saasteainega eksponeeritud) populatsioonides. Sellise uuringu läbiviimise eelduseks on väga kvaliteetsete andmete kogumine ja kättesaadavus nii inimese tervise, eluviiside kui ka saasteainega kokkupuutumise kohta.

Uuringu käigus kaaluti alternatiivina Haigekassa **haigestumuse andmete kasutamist** (nt enamlevinud aastega seotud haigused) ning vaadata neid piirkondade lõikes (vastavalt rahvastikuregistri andmetele). Nimetatud meetod oleks ka ajamahukas ning tulemused oleks seotud suure ebamäärasusega. Esiteks ei ela paljud inimesed oma rahvastikuregistri järgses elukohas. Teiseks on mõju kindlakstegemiseks oluline lisaks terviseandmetele teada ka informatsiooni **inimese käitumise, eluviiside, elu- ja töökoha** ja muude eksponeeritust mõjutavate taustatunnuste kohta. Vastasel korral jääks ikkagi üles küsimus, kas näiteks kopsuvähki haigestumust põhjustas põlevkivi kaevandamine või suitsetamine. Täpsemad tulemused annaks haigestumise andmete kombineerimine üksikindiviidi tasandil teiste olemasolevate riiklike andmekogudega, nagu nt Maksu- ja Tolliameti statistika inimese töötasu ja tööandja kohta, EHISi andmed inimese haridustaseme ja eriala kohta. Paraku on sellise detailsusega isikuandmete töötlemine tõkestatud isikuandmete kaitsega ning nõuab seetõttu põhjalikku läbimõtlemit, kas **oodatavad tulemused on proportsionaalsed nõutud andmete detailsusega**.

Arvestades käesoleva uuringu ülesannet anda hinnang kõigi oluliste keskkonnakasutuse vormide mõju kohta inimese tervisele, ei ole epidemioloogiliste uuringute teostamine asjakohane ega kulutõhus ning selle asemel kasutatakse varasemates uuringutes tuvastatud **väärtuste ülekandmise tehnikat** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (Ecosystem Valuation 2013). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas teostatud sarnaste muutujatega uuringu tulemuste ülekandmise kaudu.

Tervisemõju riskide hindamiseks kasutatakse ülekandmiseks kõige sagedamini RR, OR ja HR näitajaid ning lisaks ka kaotatud eluaastaid (vt eelmine peatükk).

Keskkonnast tingitud tervisemõju hindamisel peab arvestama mitmete piiravate teguritega. Väärtuse ülekande meetodi rakendamise eelduseks on põhjalik kirjanduse metaanalüüs ja sobivate uuringute koondamine ja nende eelduste ja piirangute analüüs, mille teostamine nõuab reeglina paariaastast uurimistööd. Metaanalüüsi puhul kogub uurija kokku uurimused, mis on mingil teemal tehtud, ja esitab nende uurimuste tulemustest statistilise kokkuvõtte. Sellise tegevuse eesmärk on saada ülevaade sellest, mida on üldse uuritud ja milliste tulemusteni on üldiselt jõutud.

Käesolevas töös piirduti tavapärase kirjanduse ülevaatega tervisemõjudest, kus valiti välja eelkõige need artiklid ja raportid, mis sisaldasid konkreetseid tervisemõjude väärtusi (mis olid väljendunud RR, OR, HR või kaotatud eluaastatena). Samas peab sellise meetodi puhul arvestama järgmiste aspektidega:

1. uuringute valimite suurused võisid olla väga erinevad ning sellest tulenes ka väärtuste suur varieeruvus;
2. uuringutes mainiti küll seda, et kaasuvate haiguste olemasolu mõjutab oluliselt keskkonnariskist tulenevat mõju, kuid sageli ei olnud seda uuringutes ära eristatud;

3. peamise piiranguna toodi välja uuringutes see, et ei olnud lõpuni võimalik väita, et just mingi kindel keskkonnategur mõjutas tervisetulemeid – liiga palju oli ka kaasuvaid mõjutegureid. Paremini olid tulemused eristatavad nende uuringute puhul, kus kasutati ka kontrollgruppi, kuid selliseid analüüse oli suhteliselt vähe.

Kuigi WHO on andnud soovitused keskkonnamõjurite ohutute annuste või kontsentratsiooni kohta, siis on siiski erinevates riikides riiklikul tasandil erinevad nõuded/soovitused ja sellest tulenevalt olid uuringutes seatud riikide lõikes ka erinevad eeldused.

2.2 Keskkonna tervisemõju hindamise meetodid

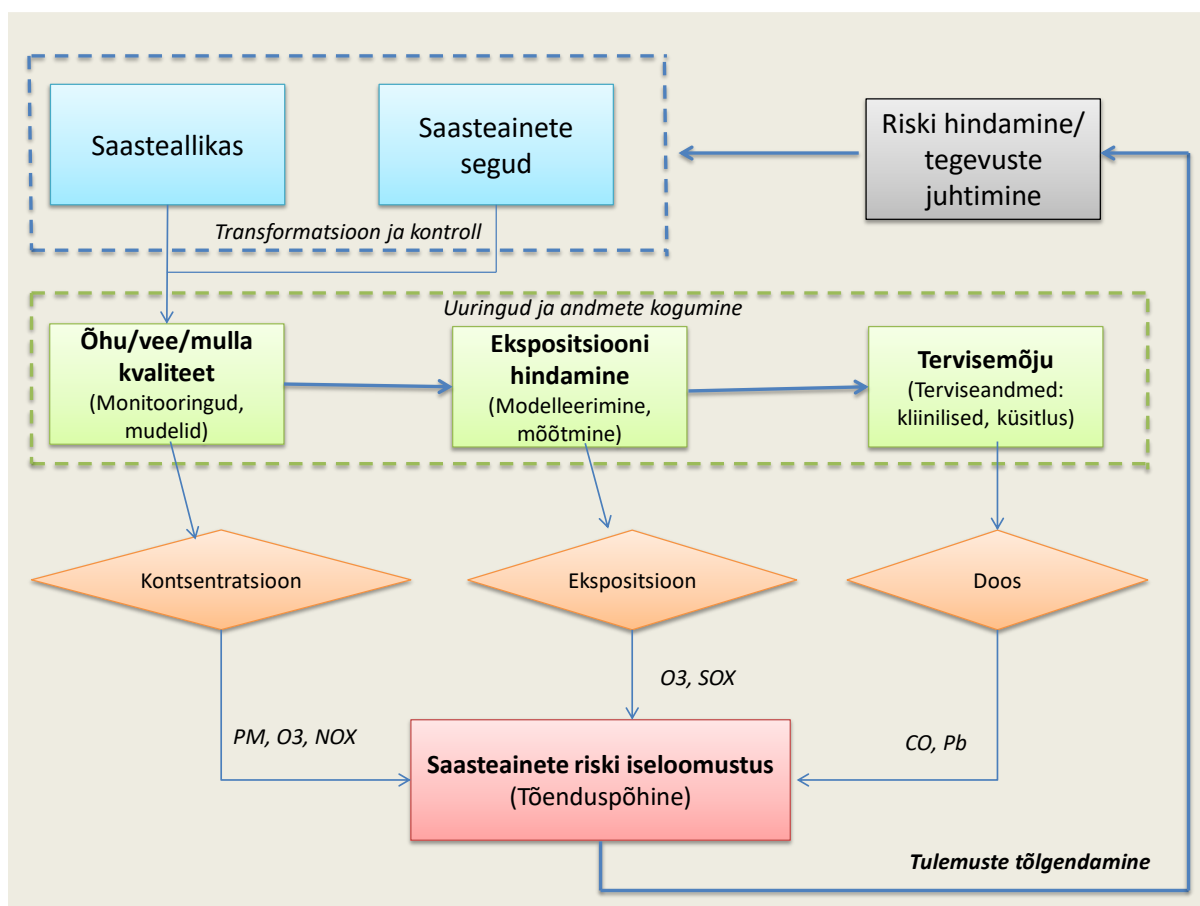
Hindamaks keskkonnamõju tervisele, on oluline teada saasteainete koostist, keemilist transformatsiooni, koostoimeid, kontsentratsiooni jne. **Kõige olulisem on hinnata, kuidas mõjuvad erinevad segud üldisele populatsioonile ja milline on kokkupuute aeg** terviseriski tekkeks. Keskkonnamõju hindamine tervisele üldpopulatsiooni tasemel on tihti keeruline, kuna arvestama peab väga paljude erinevate faktorite ja koosmõjudega (kui just ei ole tuvastatud kindlat mõjutajat) (Johns *et al.* 2012). Näiteks on **viimastel aastatel järjest enam õhusaaste terviseriski hindamisel vaadatud õhusaasteainete segude mõju**, mitte üksikute ainete segu. Näiteks viisid Suh jt (Suh *et al.* 2011) läbi epidemioloogilise uuringu, mille raames nad hindasid just saasteainete keemilistest omadustest tulenevat mõju tervisele, täpsemalt, kui palju see võiks mõjutada SVH rehospitalseerimise määra. Teiseks väljakutseks saasteainete tervisemõju hindamisel on ära kaardistada saasteainepõhine toksikoloogiline teekond. Isegi kui konkreetne allikas on teada, siis võib saasteaine ruumiline jaotus olla oodatust erinev (Brinkman *et al.* 2009). Seetõttu on oluline, et lisaks saasteaine koostisele ja kontsentratsioonile oleks mõõdetud ka selle ruumiline jaotus.

Keskkonnast tuleneva tervisemõju hindamiseks on mitmeid võimalusi vaatlevatest kuni eksperimentaalsete uuringuteni. Vaatlusuuringute korral saab tihti ka tugineda juba loodud epidemioloogilistele lähenemisviisidele (nt ühekordse saasteaine mudelit saab kasutada teatud tingimustel mõningate saasteainerühmade hindamiseks). Kõige enam kasutataksegi keskkonnamõjude hindamise puhul epidemioloogilisi uuringuid, kus hinnatakse korrelatsiooni saasteaine(te) kokkupuute ja tervisemõju vahel. Epidemioloogiline analüüs sisaldab tihti ka statistilist modelleerimist (Bateson *et al.* 2007).

Üldiselt kasutatakse õhusaastesegude tervisemõju interaktsioonide hindamiseks või efekti modifikatsiooni epidemioloogiliste uuringute puhul kolme erinevat meetodit: traditsioonilised regressioonimudelid, mõõtmeid vähendavad tehnikad ning Bayesini hierarhilised meetodid (Billionnet *et al.* 2012). Kõigil neil meetoditel on omad eelised, sisaldades kasutusmugavust ja paindliku lähenemist. Samas on kõigi nimetatud meetodite eelduseks see, et õhusaaste hindamise seirevõrgud peavad olema nii head, et saasteaineid oleks võimalik hästi ajas ja ruumis pidevalt hinnata. Ideaalis võiks tervisemõju hindamisel arvestada nii päevakontsentratsioonidega (hindamaks just saasteaine tugevat toimet) kui ka pikaajalise kontsentratsiooniga (krooniline toime). Hindamine peaks võimaldama eraldada selgelt ajalise ja ruumilise mõju (Peng and Bell 2010).

Ühest küljest on saasteainete tervisemõju hindamisel olulised saasteainete mõõtmine ajas ja ruumis, kuid teiselt poolt peavad olema olemas terviseväljunditega seotud andmed. Tavaliselt on nendeks elanikkonna küsitlusest saadud terviseandmed, kliinilised terviseandmed või haiguslugude analüüs. Viimane on kõige täpsem, kuna võimaldab erinevaid faktoreid kõige paremini arvesse võtta (nt kas inimene ka suitsetab ja hoopis viimane võib olla kopsuhaiguste peamiseks põhjuseks).

Järgmisel joonisel on ära kirjeldatud peamised saasteainete tervisemõju hindamisega seotud aspektid ning andmete kogumise meetodid (Joonis 1).



Joonis 1. Kontseptuaalne skeem saasteainete tervisemõjude hindamiseks. Allikas: Suh jt 2011; Peng ja Bell 2010 põhjal

Samuti on WHO andnud mitmeid soovitusi, kuidas saasteainete tervisemõju hinnata. **Peamiselt soovitakse WHO epidemioloogilisi, kliinilisi ja toksikoloogilisi uuringuid**, mis eeldavad jälle nii põhjalikke terviseandmeid kui ka ekspositsiooni mõõtmist ajas ja ruumis. Tavaliselt analüüsitakse terviseandmeid kahes lõikes: haigusloo põhiselt ja terviseandmete registrite põhiselt. Esimesel juhul peetakse tulemusi täpsemaks, kuna on võimalik välja selgitada lisaks saasteainetele ka kaasuvad riskid (nt suitsetamine), kuid need uuringud on palju kulukamad ja aeganõudvamad. Üldiste epidemioloogiliste uuringute korral vaadatakse tavaliselt piirkonna või piirkondade lõikes saasteainete kontsentratsiooni ja kokkupuudet ning vastava piirkonna inimeste tervisenäitajaid. Selle meetodi puuduseks on see, et inimesed ei ole tavaliselt kogu aeg samas kohas ning lõpuni ei saa väita, kas tervist mõjutas keskkonna saastus või mõni muu tegur. Kuid üldise ülevaate saab tavaliselt teada ning seetõttu soovitatakse kõrvale võtta ka mõni nn saasteainetest puhas piirkond, mida hinnata (WHO 2002) (WHO 2005) (WHO 2011) (WHO 2016) (WHO 2017).

Eestis on saasteainetega seotud tervisemõjusid kõige enam hinnanud Tartu Ülikooli tervishoiu instituut. Järgmisena on toodud tabel viimaste aastate suurimate õhusaaste tervisemõjude uuringute eesmärkide ning meetodikate kohta (Tabel 1). Enamikus uuringutes on kasutatud tervisemõju hindamiseks Haigekassa ja/või küsitluste andmeid, millega käib kaasas ekspositsiooni mõõtmine. Uuringute peamiseks piiranguks on olnud see, et neid on tehtud ainult teatud piirkondades ja Eesti üldisi tulemusi on nende pealt keeruline tuletada. Täpsemalt on erinevaid Eestis läbi viidud uuringuid kirjeldatud ka peatükis 3.1.2.

Tabel 1. Viimaste aastate uuringud õhusaaste mõjudest tervisele

Uuring	Eesmärk	Metoodika	Andmed
Hans Orru. 2011. Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele – peentest osakestest tuleneva mõju hindamine kogu Eesti lõikes	Määrata õhusaastele eksponeeritute hulk ja ekspositsiooni suurus kogu Eesti lõikes, leida elanike riskitase ning hinnata mõju nende tervisele haigestumus-/suremusjuhtumite arvu, kaotatud eluaastate ja oodatava eluea lühenemise kaudu	Riskide hindamine koos kaasnevate sotsiaalmajanduslike tagajärgede prognoosimisega	Rahvastiku suremuse ja haigestumuse andmed, õhusaaste ekspositsiooni andmed, sotsiaalmajanduslikud üldandmed
Tartu Ülikool, Terviseamet. Põlevkivisektori tervisemõjude uuring	Selgitada välja põlevkivi kaevandamise ja kasutamise kaasnevad mõjud elanikkonna tervisele	Viidi läbi ulatuslikud kliinilised hingamisteede uuringud ja küsitlus enam kui 1000 Ida- ja Lääne-Virumaa lapse seas ning tulemusi võrreldi Tartu laste samade näitajatega. Täiskasvanute seas küsitleti enam kui 3000 isikut Ida- ja Lääne-Virumaalt ning Tartust. Küsitlustes ilmnenud tervisekaebuseid seostati piirkonna õhusaaste tasemetega. Eraldi hinnati joogivee ohutust, milleks uuriti elanike kokkupuudet saastunud joogiveega, selle põhjal arvutati välja elanikkonna terviserisk ja küsitluse põhjal hinnati ka elanike joogivee riskide tunnetust	Küsitlused, Haigekassa terviseandmed, mõõtmistulemused
Orru jt. 2016. Maapinnalähedase osooni õhusaaste ekspositsiooni analüüs ja tervisemõjude hinnang	Määrata maapinnalähedasele osoonile eksponeeritute hulk ja ekspositsiooni suurus kogu Eesti lõikes, leida elanike riskitase ning hinnata mõju nende tervisele haigestumus-/suremusjuhtumite arvu, kaotatud eluaastate ja oodatava eluea lühenemise kaudu	Riskide hindamine koos kaasnevate sotsiaalmajanduslike tagajärgede prognoosimisega. Selleks koguti andmed rahvastiku, suremuse ja haigestumuse, osooni õhusaaste ekspositsiooni, riskitasemete ning väliskulude hindamiseks vajalike sotsiaalmajanduslike näitajate kohta	Rahvastikuandmetena kasutati 2011. aasta rahva ja eluruumide loenduse andmeid, mis annavad kõige parema pildi rahvastiku ruumilisest paiknemisest. Suremuse puhul kasutati alusena Tervise Arengu Instituudi ja haigestumuse puhul Eesti Haigekassa andmestikke ning õhusaaste ekspositsiooni hindamine baseerus saasteainete modelleerimisel MATCH mudeli ja AIRVIRO abil

Päris paljudes uuringutes on püütud hinnata ka keskkonnasaastest tuleneva tervisemõju rahalist kulu. Eelkõige on seda tehtud haigusjuhtude kuludest lähtudes, kuid näiteks Inglismaal on välja arvatud, et õhusaastatus toob kaasa 20 miljardi naela suuruses kulusid aastas (RCP 2016). Enim on siis läbi viidud kulutõhususe analüüse, mida saaks keskkonnasaastest tulenevate haigusjuhtude pealt ära hoida.

2.3 Metoodika kasutamise kitsendused ja nõrgad/tugevad kohad

Väärtuse ülekande meetodi kasutamise eelised on järgmised:

- väärtuse ülekande meetod on mõju kindlakstegemiseks tavapäraselt kuluefektiivsem ja kiirem kui mistahes epidemioloogiline uuring (olgu selleks vaatlus või eksperimentaalne uuring);
- puudub vajadus koguda detailseid andmeid;
- meetod võimaldab vajaduse korral minna edasi spetsiifilisemate jätku-uuringutega nendes valdkondades, kus sobivaid uuringuid ei ole varasemalt tehtud või kus esineb kahtlusi uuringute usaldusväärsuse osas ehk meetod ei välista teiste meetodite kasutamist.

Väärtuse ülekande meetodi kasutamisel tuleb arvestada järgmiste piirangutega:

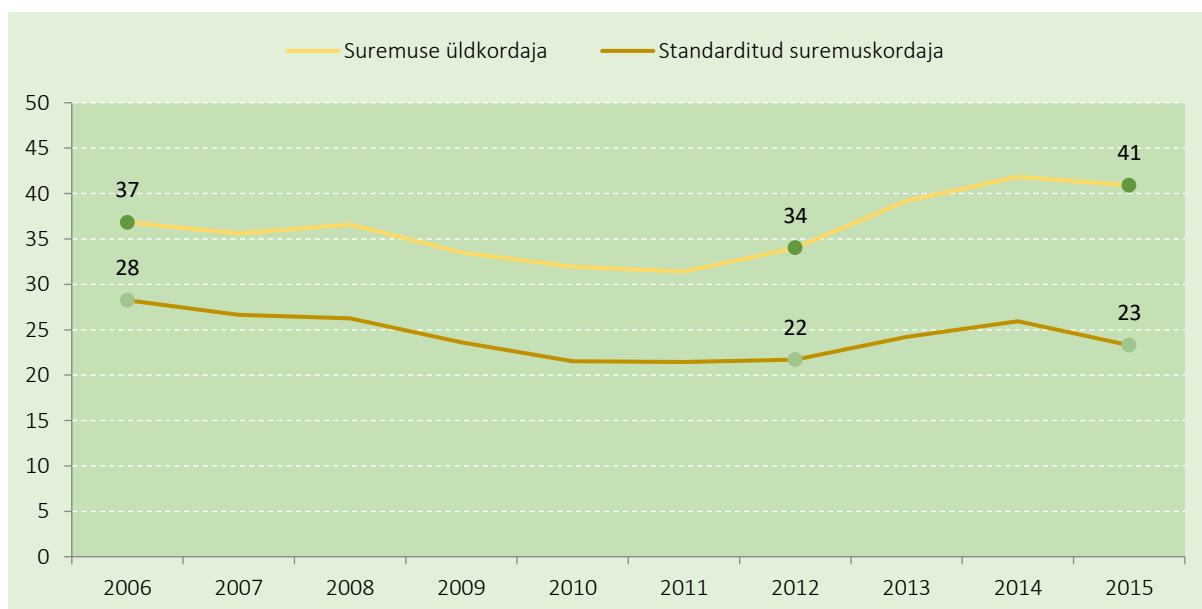
1. väärtuse ülekande meetodi suurimaks puuduseks on see, et iga uuringu kontekst on alati erinev, mistõttu ei ole üks-ühele väärtusi võimalik üle kanda. Küll aga loob see meetod aluse hinnata võimalikku mõju, mida tuleks hiljem valideerida järeldamiste käigus ehk hinnata, kas eeldatav mõju realiseerus sel määral nagu arvati ja kui mitte, siis mis oli selle põhjuseks. See loob aluse süstemaatiliseks mõju hindamiseks baasiks, mida on hiljem võimalik mõju eelhindamistes kasutada;
2. väärtuse ülekandmise täpsus on üsna ligikaudne ja sõltub sellest, kuivõrd sarnane on ülekantava uuringu kontekst ja kasutatud muutujad;
3. baasuuringute teostamine võtab aega, mistõttu võib referentside tekkimine kiiresti arenevas valdkondades olla liiga aeglane ning ei pruugi peegeldada tegelikkust;
4. palju olulisi uuringuid tervise valdkonnas võivad olla mitteavalikud kasutatud terviseandmete tõttu;
5. avaldatud uuringute sisu ja metoodika kirjeldus ei pruugi olla piisav, et hinnata uuringu sobivust ülekandmiseks;
6. eksisteerib oht laiendada esialgse uuringu tulemusi ka nendele muutujatele või valdkondadele, mida esialgne uuring ei sisaldanud;
7. väärtuse ülekande tulemused sõltuvad ülekantava uuringu kvaliteedist.

Tervisemõju uuringute ülekandmisel peab arvestama mitmete piirangutega. Esiteks on paljud uuringud läbi viidud teatud eeldustel (nt konkreetne sihtrühm, kokkupuute aeg saasteainega, kaasuvate haiguste olemasolu jne). Üldiselt püütakse uuringutes küll kõik andmed võimalikult palju ära kohandada, kuid siiski jäävad õhku teatud küsimused, millele autorid diskussioonides ka ise tähelepanu juhivad. Teiseks piiranguks on uuringute erinevad disainid. Näiteks analüüsitakse läbilõikeliste uuringute puhul ekspositsiooni mõju teatud aja jooksul läbilõikeliselt populatsioonis, kohortuuringute korral valitakse populatsiooni uuritavad inimesed uuringusse lähtuvalt eksponeeritusest riskiteguri(te)le või teguri(te)le, mis eeldatavalt mõjutavad mingi haiguse või muu tagajärje esinemise tõenäosust. Kohortuuring on enamasti ettesuunatud. Juhtkontrolluuringus alustatakse uuritava haiguste määramisest ja sobiva, ilma haiguseta inimeste kontrollgrupi (võrdlus-) määramisest. Seda liiki uuring eeldab andmete kogumist nimetatud kahe grupi suhtes toimivate haiguse riskitegurite kohta ning nende andmete analüüsi. Tavaliselt on see retrospektiivne uuring, kuna haigusjuhud on ilmnunud enne, kui selgitatakse välja eksponeeritus. Seetõttu on ka küsitav, kas erinevate meetoditega saadud tulemusi saab ühte moodi kajastada.

3 Välisõhusaastega seotud haiguste trendid Eestis

Välisõhu kvaliteedi osas on Eestis ülesanded jaotunud mitme erineva asutuse vahel. Riiklikku välisõhu seiret teostab Eesti Keskkonnauringute Keskus (EKUK), riikliku keskkonnaseire programmi koordineerib Keskkonnaagentuur (KAUR). Järelevalvega ning elanike kaebustega tegeleb Keskkonnainspeksioon, Terviseamet (TA) tegeleb vaid müra kaebustega ja siseõhu kvaliteedi järelevalvega haridus- ja sotsiaalasutustes (välisõhu indikaatoreid ei mõõdeta). Õhusaaste ja tervisenäitajate seoste uurimine ei kuulu täielikult ühegi asutuse tööülesannete hulka. Keskkonnatervise Uuringute Keskus (KTUK) loodi 2013. aastal ja tegevus lõpetati 2015. Keskuse lühikesega tegutsemisaja jooksul teostati ka mitmed olulised välis- ja siseõhu kvaliteedi uuringud (sh siseõhu saasteainete piirnormid, koolimajade siseõhk, müra ja õhusaaste ekspositsioonitasemed, motivatsioon tervisemõjude vähendamiseks). Hetkel TA õhusaaste ja tervisenäitajate seost ei analüüsi ning seda ülesannet täidavad pigem ülikoolid teadusuuringute raames. Nii sise- kui ka välisõhust tulenevate ohutegurite seose analüüsimine tervisenäitajatega on vajalik, et vastu võtta elanike terviseriske vähendavaid otsuseid.

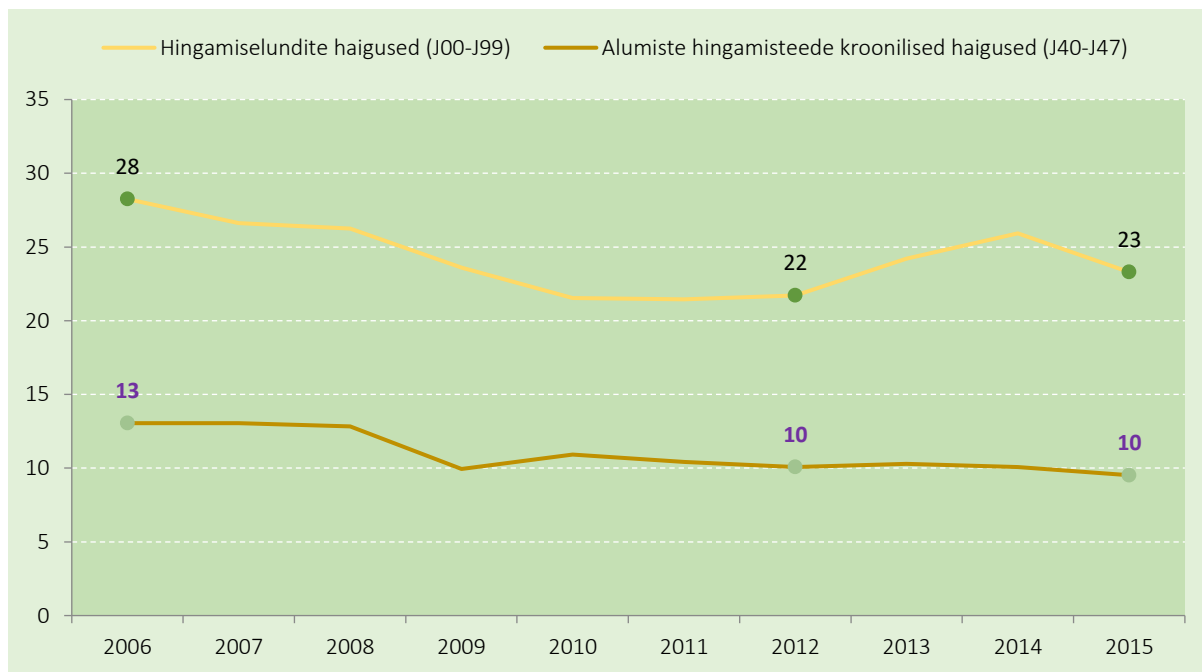
Keskkonnatervise valdkonnas toimunud muutuste mõõtmisel on valitud üheks indikaatoriks suurem hingamiseldundite haigustesse, mis hõlmab endas erinevate põhjustega haiguste gruppe (sh enam levinumatest gripp, kopsupõletik, alumiste hingamisteede kroonilised haigused ehk AHKH). Õhu kvaliteedi ja hingamisteede haiguste valdkonnas toimunud muutuste paremaks mõõtmiseks tuleks kaaluda suuremuse indikaatori kitsendamist vaid alumiste hingamisteede kroonilistele haigustele (ehk AHKHle). Gripi ja kopsupõletiku suuremuse näitajad võimaldavad hinnata pigem trende nakkushaiguste kahjude osas, AHKH suuremuse annab aga infot keskkonnast tulenevate tervisekahjude kohta. Joonisel 2 on esitatud andmed kõigi hingamisteede haiguste ja AHKH standarditud suuremuse kohta. Jooniselt nähtub, et AHKH surmad moodustavad kõigest hingamiseldundite haiguste surmadest veidi alla poole ja aastate jooksul on AHKH surmade osakaal üsna järjepidevalt langenud, samuti on langenud AHKH surmade standarditud kordaja.



Joonis 2. Suremuse üldkordaja ja standarditud suremuskordaja hingamiseldundite haigustesse 100 000 elaniku kohta, 2006–2015. ALLIKAS: Statistikaamet

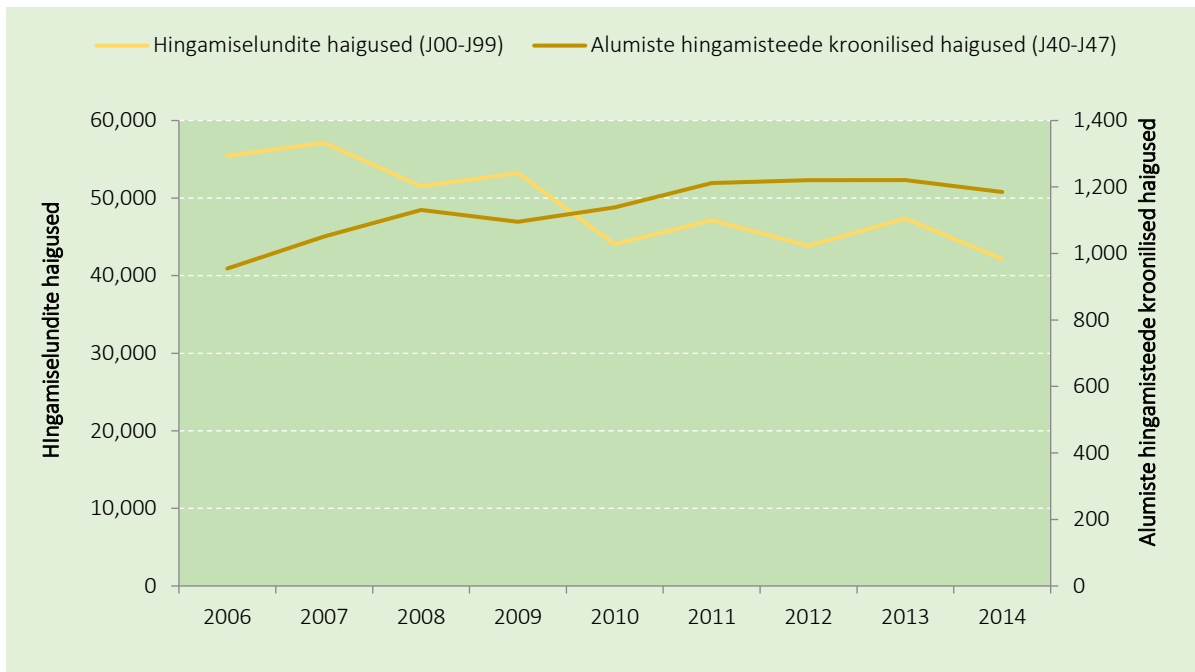
Õhu kvaliteedi ja hingamisteede haiguste valdkonnas toimunud muutuste paremaks mõõtmiseks tuleks kaaluda suuremuse indikaatori kitsendamist vaid alumiste hingamisteede kroonilistele haigustele (ehk AHKHle). Gripi ja kopsupõletiku suuremuse näitajad võimaldavad hinnata pigem trende nakkushaiguste kahjude osas, AHKH suuremuse annab aga infot keskkonnast tulenevate tervisekahjude kohta. Joonisel 3

on esitatud andmed kõigi hingamisteede haiguste ja AHKH standarditud suremuse kohta. Jooniselt nähtub, et AHKH surmad moodustavad kõigist hingamiselundite haiguste surmadest veidi alla poole ja aastate jooksul on AHKH surmade osakaal üsna järjepidevalt langenud, samuti on langenud AHKH surmade standarditud kordaja.



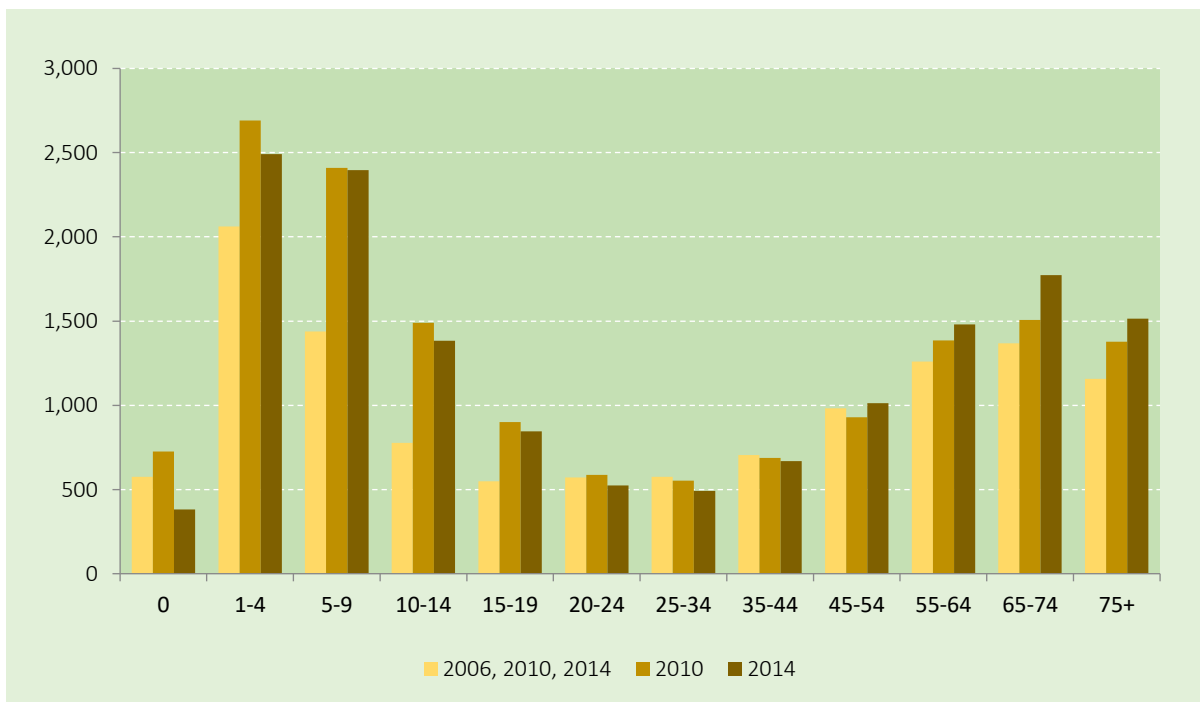
Joonis 3. Standarditud suremuskordaja hingamiselundite haigustesse ja alumiste hingamisteede kroonilistesse haigustesse 100 000 elaniku kohta. Allikas: Statistikaamet

Selleks, et saada ülevaadet õhu kvaliteedi ja hingamisteede haiguste olukorra kohta, tuleks lisaks suremusele vaadata ka esmahaigestumuse näitajaid. Joonisel 4 on esitatud esmahaigestumuse näitajad nii kõigi hingamiselundite haiguste kui ka alumiste hingamisteede krooniliste haiguste kohta. Jooniselt nähtub, et kui üldiselt on hingamiselundite haigustesse esmahaigestumus vähenenud, siis alumiste hingamisteede kroonilistesse haigustesse esmahaigestumus on järjepidevalt tõusnud.



Joonis 4. Esmahaigestumus hingamiselundite ja alumiste hingamisteede kroonilistesse haigustesse 100 000 elaniku kohta, 2006–2015. Allikas: Tervise Arengu Instituut

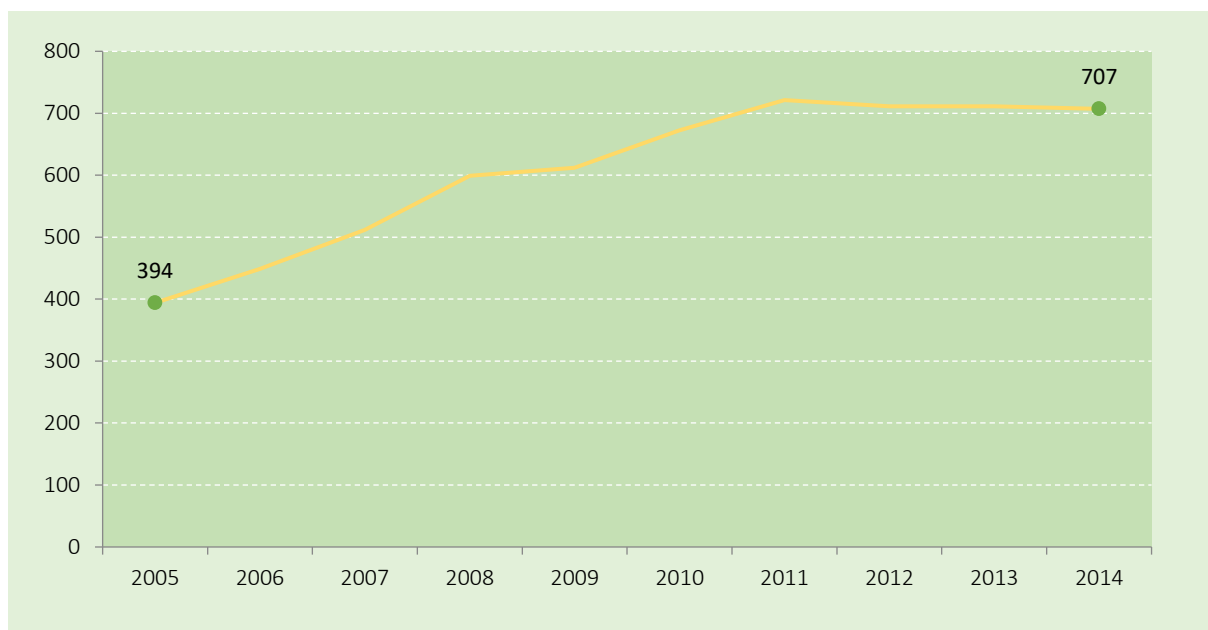
Joonisel 5 on näha, et esmahaigestumus on tõusnud eelkõige 1–19-aastaste ja 65-aastaste ja vanemate seas ehk sihtrühmades, kes on keskkonnatervise ohtude suhtes tundlikumad.



Joonis 5. Esmahaigestumus alumiste hingamisteede kroonilistesse haigustesse 100 000 elaniku kohta, vanuserühmade lõikes. Allikas: Tervise Arengu Instituut

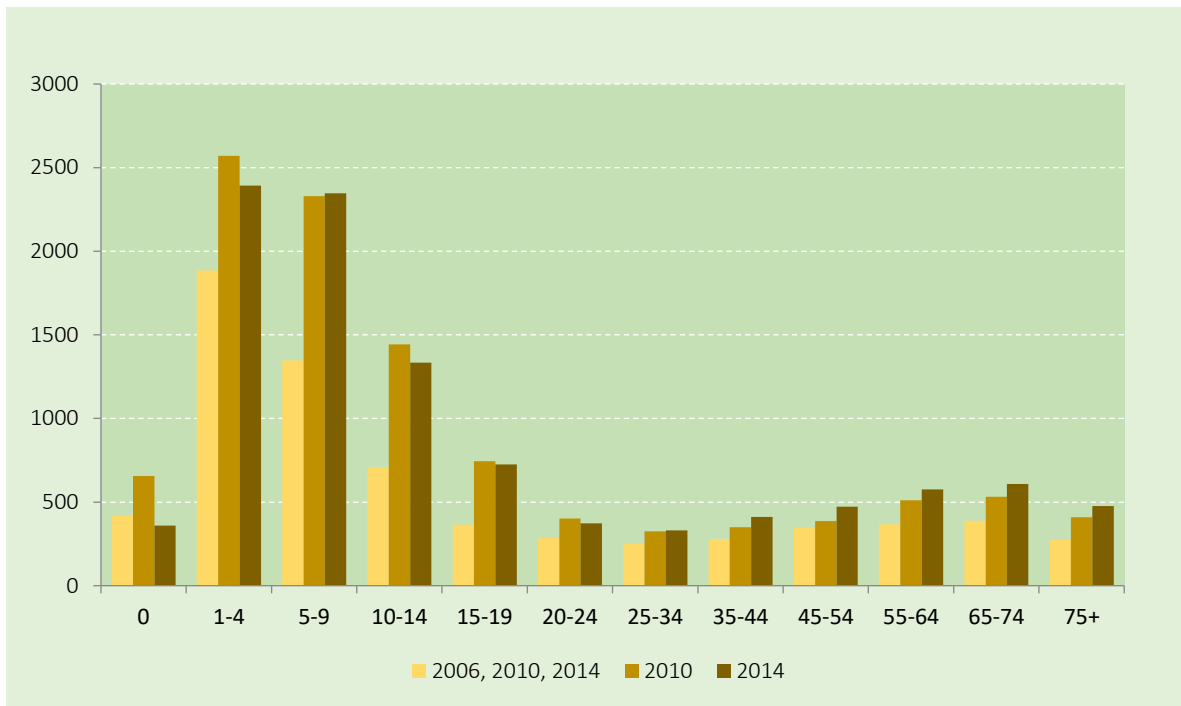
Samuti tuleks õhu kvaliteedi tervisemõjude hindamisel silmas pidada, et vaid hingamiselundite haigustele keskendudes võetakse tervisemõjudele väga kitsas lähenemine. Nii maailma kui ka Eesti uuringud on näidanud, et välisõhu kvaliteedi probleemide tervisemõjude spekter on oluliselt laiem ja hingamisteede haigustest on olulisem mõju hoopis südame-veresoonkonna haigustel (sh Eestis).

Täiendava hinnangu astma levimusele saab anda ka esmahaigestumuse andmetele tuginedes. Joonisel 6 on esitatud bronhiaalastma ja astmaatilise seisundi haigestumuskordaja, mis näitab selget tõusutrendi viimase 10 aasta jooksul. Näitaja ei haaku täielikult täiskasvanud elanikkonna tervisekäitumise uuringu andmetega, mille kohaselt on tõus toimunud peale 2008. aastat, kuid esmahaigestumuse näitajate kohaselt on märkimisväärne tõus alanud juba varem.



Joonis 6. Bronhiaalastma ja astmaatilise seisundi esmahaigestumus 100 000 elaniku kohta, 2005–2014. Allikas: Tervise Arengu Instituut

Joonisel 7 on esitatud esmahaigestumuse andmed ka vanusrühmade lõikes (aastate 2006, 2010 ja 2014 kohta), millest nähtub, et astma esmahaigestumus on tõusnud pea kõigis vanusrühmades, kuid kõige enam 5–9-aastaste laste seas.



Joonis 7. Bronhiaalastma ja astmaatilise seisundi esmahaigestumus 100 000 elaniku kohta, vanuserühmade lõikes. Allikas: Tervise Arengu Instituut

TA ja Tartu Ülikooli koostöös toimus Ida- ja Lääne- Virumaal 2014.–2015. aastal uuring põlevkivisektori tervisemõjude kohta, mille raames viidi läbi ka kooliõpilaste hingamisteede haiguste ja allergiate analüüs. Analüüsist selgus, et äärmiselt teravaks probleemiks oli kõrge astma levimus Ida-Virumaal (12,9 korda), mis on kõrgem kui üheski eelnevatel perioodidel antud piirkonnas tehtud uuringus. Veelgi tõsisema probleemina selgus uuringust väga paljude lastel kõrge (üle 30 ppb) väljahingatava lämmastikoksiidi (FeNO) väärtus, mis on hingamisteede põletiku markeriks. Kõrged FeNO väärtused võivad viidata nii astmale, atoopiale, bronhide hüperreaktiivsusele kui ka atoopilisele astmale.

Kuna küsitlusuuringus esitatakse küsimus diagnoosimise või ravi kohta, siis hõlmab uuring samasid inimesi, kelle tervishoiuandmete põhjal on arvatud ka Eesti esmahaigestumuse kordaja. Kuigi astma puhul on tõenäoline aladiagnoosimine ja seetõttu ka levimuse alahindamine, siis paraku ei anna küsitlusuuringu andmed siinkohal täiendavat pilti olukorrast, sest küsivad samuti diagnoosimise kohta.

VALDKONNAD

4 Saasteainete väljutamine välisõhku

4.1 Välisõhusaaste keskkonnamõju kirjeldus

Kuigi õhusaaste võib põhjustada mitmeid tervisehädasid, on enim levinud hingamisteede ning südame- ja veresoonkonna haigused. Inimeste tundlikkus õhusaastele on erinev ning mitmetel riskigruppidel (nt südame- ja kopsuhaigustega inimesed) võivad sümptomid avalduda ka siis, kui teistel ei avaldu. Üheks riskigrupiks on ka lapsed, kellele õhusaaste mõjub kiiremini ning sümptomid avalduvad madalamatel õhusaaste tasemetel kui täiskasvanutel. Õhusaaste korral tuleb pöörata tähelepanu kroonilisele mõjule, mis tuleneb pikaajalisest eksponeeritusest. Eelkõige on siin olulised just peened osakesed (nt PM_{10} , $PM_{2,5}$), mis on kompleksne segu väga väikestest osakestest ja nendega seotud ainetest (sh metallid ja polüaromaatsed süsivesinikud – PAH).

Eeltoodut tõestab ka asjaolu, et erinevad uuringud on näidanud peente osakeste negatiivset mõju tervisele madalamatelgi kontsentratsioonidel kui hetkel kehtivad piirväärtused. Osakeste suurusel sõltub, kui palju see kutsus esile negatiivset tervisemõju. Osakesed suurusega kuni $10\ \mu m$ (peenosaakesed ehk PM_{10}) läbivad tavaliselt ninaõõne ja kurgu ning jõuavad kopsudesse. Nendest osakestest suuremad peened osakesed pärinevad eeskätt pinnasest, teekattest ja tolmustest tööstusettevõtetest. Eriti peened, alla $2,5\ \mu m$ osakesed ($PM_{2,5}$) pärinevad eelkõige heitgaasidest (transport), erinevatest põlemisprotsessidest (katlamajad, kohtküte, tööstusettevõtted) ning atmosfääris toimunud keemilistest reaktsioonidest. Sellised osakesed on piisavalt peened, et jõuda kopsu alveoolidesse. Veelgi väiksemad, ultrapeened osakesed ($PM_{0,1} < 100\ nm$) võivad aga tungida otse vereringesse. (Orru *et al.* 2011).

Õhusaaste mõju inimese hingamissüsteemile

Eriti vastuvõtlikud õhusaastele on kopsud. Tundlikku kopsukude võivad kahjustada õhu saasteained nagu osoon, peened osakesed, (raske)metallid ning vabad radikaalid. Osoon võib kahjustada eeskätt kopsualveole jt väiksemaid struktuure kopsus. Kuna hingamisteede limaskest on rikas bioaktiivsete ensüümide poolest, siis võivad hingamisteedesse sattunud orgaanilised saasteained muutuda reaktiivseteks komponentideks ning põhjustada seeläbi sekundaarseid kopsukahjustusi. Rohke verevarustuse tõttu kopsukoes on suur võimalus, et peale vajalike ainete võivad toksilised ained ja nende metaboliidid sattuda vereringe kaudu ka teistesse organitesse. Toksiliste saasteainete toimel võivad kopsukoes vabaneda ka erinevad keemilised vahendajad (mediaatorid), mis võivad tugevalt ohustada südame-veresoonkonda. Kopsukoes vabanenud mediaatorite otsese toime tagajärjeks võib olla kopsufunktsiooni häirumine või kopsupõletiku kujunemine (Orru 2016).

Õhusaaste mõju inimese südame-veresoonkonnale ehk kardiovaskulaarsüsteemile

Sisse hingatud peened osakesed absorbeeritakse vereringesse ja seejärel transporditakse südamesse. Lai keemiliste ja bioloogiliste saasteainete spekter võib interakteeruda kardiovaskulaarsüsteemiga, põhjustades struktuurseid muutusi nagu degeneratiivne nekroos või südamelihase põletiku reaktsioonid. Mõned saasteained võivad põhjustada funktsionaalseid muutusi, mõjutades südamerütmi, kontraktsiooni tugevust ja seeläbi ka väljutusmahtu. Kui funktsionaalsed muutused on piisavalt tõsised, võivad need viia ulatusliku arütmia tekkimiseni, mis võib lõppeda surmaga, ilma et see viitaks eelnevale müokardi struktuuralsele kahjustusele (Zanobetti and Schwartz 2007). Uuemad andmed näitavad, et peened osakesed mõjutavad ka närvisüsteemi ja selle kaudu südamerütmi ning löögisagedust (Brook *et al.* 2010).

Samas on õhusaastes tegureid, mis tekitavad muutusi teisteski organsüsteemides, eeskätt endokriinsüsteemis. Näiteks võivad osad saasteained (eeskätt raskmetallid) käituda endokriinsüsteemi

talituse häirijate ja moonutajatena. Mõned tsütogeenid, mis vabanevad põletikulistest organitest ning võivad mõjuda halvasti teiste organite toimimisele s.t mõju võib olla süsteemne ja sünergiline. Mitmed keemilised ained õhusaastes põhjustavad ka reaktiivsete hapnikuühendite teket. Oksüdatiivne metabolism on oluline südame-veresoonekonna kardiovaskulaarsetes funktsioonides. Näiteks hapniku vabad radikaalid oksüdeerivad madala tihedusega lipoproteiine ning see reaktsioon panustab ateroskleroosi kujunemisse. Oksüdeeritud madala tihedusega lipoproteiinid võivad kahjustada veresoonte seinu, põhjustades põletikuliste rakkude hulga suurenemist ning mõjutades hapniku ja toitainete transporti kahjustatud aladesse. Vabu radikaale südamekoes on seostatud ka südame arütmia ja südamerakkude hukkumisega (Orru 2008).

Hingamisteede ja südame-veresoonekonna haigused

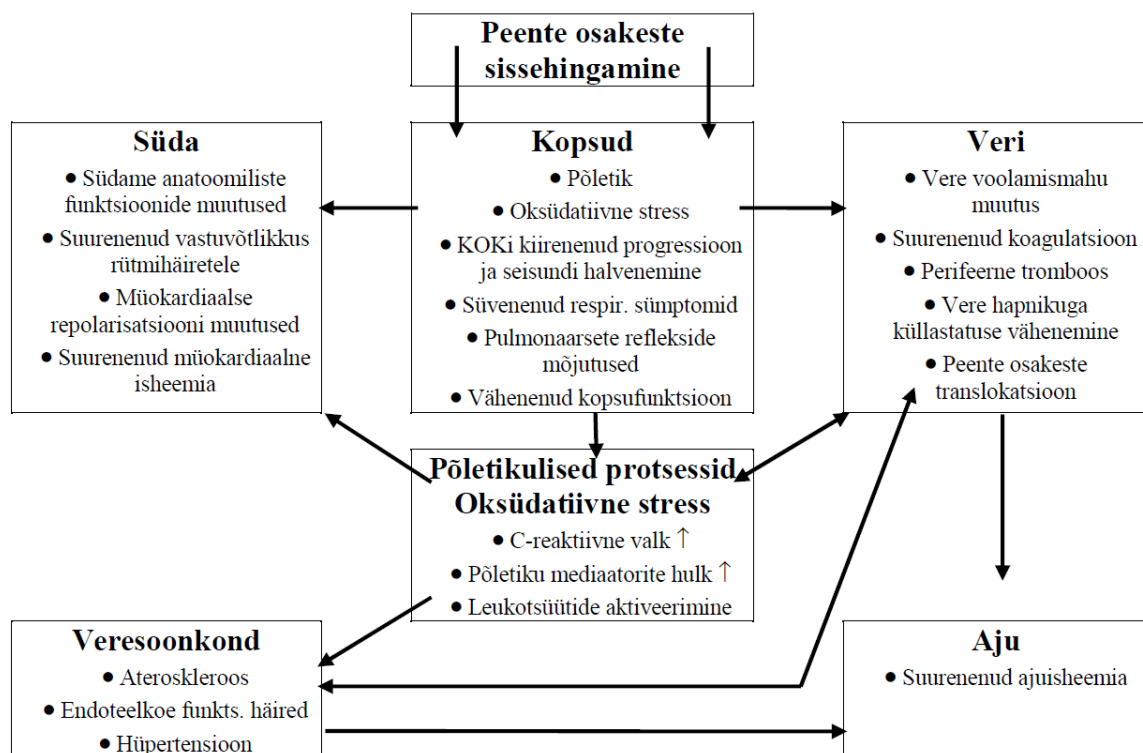
Südame-veresoonekonna haigused on Eestis sagedased ja need on põhjustatud eeskätt elustiilist, toitumisest, suitsetamisest, geneetilisest eelsoodumusest (Lai, Vals, and Kiiwet 2004). Oluline roll on ka õhusaastel, mille seos on pigem kaudne – juba olemasoleva haiguse kulu ning keha homöostaasi tingimuste halvendamise. Tihti on selliseid haigusi väga raske ravida ning seisundi muutus võib olla varase suremuse põhjuseks. Alljärgnevat haigusi ning nende ägenemisi seostatakse enim õhusaaste negatiivsete tervisemõjudega:

- kerged hingamisteede haigused – üsna sarnased sümptomid külmetusele, nagu valutav kurk, ninakinnisus, nohu, köha ja vahel silmade kipitus;
- kopsuinfektsioonid – bronhiit, kopsupõletik, kurguvalu jne; sümptomiteks on köha, külmavärinad, palavik ning hingamisraskused;
- astma – järjest sagedamini esinev krooniline põletikuline hingamisteede haigus laste ja täiskasvanute hulgas. Astmahoog avaldub lämbumistundena või lämbumishoona. See on tingitud hingamisteede (bronhide) limaskestast põletikust või ülitundlikkusest (allergiast) mõnede (saaste)ainete suhtes, mis põhjustavad turset ja bronhide valendiku ahenemist. Kopsuastmale on iseloomulik raskendatud väljahingamine. Astmahoogu võivad põhjustada ka mitteallergilised saasteained õhus nagu fotokeemilises sudus tekkinud osoon ning teised orgaanilised ühendid;
- krooniline obstruktiivne kopsuhaigus (KOK) – on haigusseisund, mille korral ei ole hingamisteede obstruktsioon (õhuvoolu takistus) täielikult pöörduv. Obstruktsioon progresseerub tavaliselt põletikureaktsioonist, mis on tingitud kahjulike ja toksiliste osakeste või gaaside sissehingamisest. Ligi 80% juhtudel on KOK põhjuseks suitsetamine, kusjuures võib muu õhusaaste progresseerida või suurendada nende esinemissagedust. KOKi puhul on olulised ka kutsealased riskid. Haiguse sümptomiteks on eelkõige köha, suurenenud rögaeritus ja hingamisraskused. Tegemist on levinud haigusega: Eestis on sümptomid 6–8% täiskasvanutel elanikkonnast, Euroopas vähem – keskmiselt 4–6% (Gibson *et al.* 2013);
- kopsuvähk – on sagedasim surmaga lõppev vähivorm. Sigaretisuits sisaldab enam kui neli tuhat toksilist ainet, sh mitmeid kantserogeene ehk vähki tekitavaid aineid. Seetõttu on suitsetamine enamiku, nende tavaliselt surmaga lõppevate haigusjuhtude põhjuseks. Eestis on üle 700 uue haigusjuhu aastas. Kopsuvähi sümptomid algavad vaikselt ning progresseeruvad krooniliseks köhaks, hingeldamiseks ja valuks rinnus, mis lõpeb tavaliselt lämbumisega. Ka õhusaastet on seostatud kopsuvähi esinemissageduse tõusuga (Forastiere 2004);
- koronaarhaigused – siia alla kuuluvad vastavalt stenokardia, äge müokardiinfarkt ja selle lähitüsistused, korduv müokardiinfarkt ning südame ägeda isheemiatõve muud vormid ja krooniline südame isheemiatõbi. Kõige sagedasemaks koronaarhaiguste põhjuseks on südame veresoonte ateroskleroosilised kahjustused, mille tulemuseks on südame arterite ning veresoonte elastsuse ja läbimõõdu vähenemine. Selle tulemusena tekib vereringluse halvenemine südames. Suitsetamine, vähenenud liikumine, liiga suur kehakaal, kõrge kolesteroolitase veres, kõrge vererõhk ja õhusaaste on peamised faktorid, mis viivad nende

haiguste tekkeni. Südamepuudulikkus – see on funktsioonihäire, mille korral pole süda ning veresooned suutelised elundeid piisavalt hapniku ja toitainetega varustama. Kõige sagedasemaks põhjuseks on koronaarhaigused. Põhilisteks südamepuudulikkuse sümptomiteks on hingeldus ja jalgade paistetus. Südame rütmihäired – on ebaregulaarsed või ebanormaalsed rütmid ja löögid südame töös. Tavaliselt on südame rütmihäirete põhjuseks koronaarhaigused. Mõned rütmihäired võivad olla eluohtlikud ning vajavad erakorralise meditsiini sekkumist.

Peente osakeste toimemehhanismid

Viimased uuringud on näidanud, et välisõhu saastes avaldavad kõige olulisemat tervisemõju peened osakesed (Pope and Dockery 2006). Peente osakeste toimimissüsteem on keeruline ning tegelikult üheselt defineerimata, kuigi selle kohta on viimase 20 aasta jooksul ilmunud hulgaliselt uurimistöid. Suurimaks raskuseks on asjaolu, et käsitletavatel haigustel on väga harva vaid üks kindel põhjus. Pigem on tegu pikaajalise kompleksse mõjuga, kus õhusaaste on osa suurest hulgast mõjuritest ja nende koostoimest. Et õhusaaste mõjutab elanike tervist, on selgelt tõestust leidnud nii epidemioloogilistes uuringutes (Pope and Dockery 2006) kui ka eksperimentaalsel lühiajalisel eksponeerimisel diiselmootori ülipeentele heitgaaside osakestele (Törnqvist *et al.* 2007). Joonisel 8 on näidatud põhilised võimalikud patofüsioloogilised teed, kuidas peened osakesed tervisekaebuseid esile kutsuvad.



Joonis 8. Potentsiaalsed patofüsioloogilised seosed õhusaaste peente osakeste ekspositsiooni ning kardiopulmonaarse haigestumuse vahel (Pope ja Dockery 2006 põhjal)

Alljärgnevalt on toodud kokkuvõtlik ülevaade peamistest õhusaaste allikatest (Tabel 2, tabel jätkub järgnevatel lehekülgedel) ning lähtuvalt kontsentratsioonist nende mõjust tervisele.

Tabel 2. Erinevate õhusaaste komponentide mõju tervisele

Allikas	Kontsentratsioon		Mõju tervisele	Kommentaar
PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM _{0,1}			Peenosakestega seotud tervisemõjud on individuaalsed, sõltuvad nii vanusest, geneetikast, juba olemasolevatest südame- ja veresoonekonna ning hingamisteede haigustest kui ka ülekaalust ja diabeedist	Ohustatud inimgrupid on lapsed*, sest nende immuun- ja hingamissüsteem pole nii välja arenenud kui täiskasvanutel (OSHA 2014)
Tahm	EPA sissehingamise RfC puudub, MRL puudub, NIOSH koheselt ohtlik tervisele ja elule (IDLH) 1,750 mg/m ³		Tolmu akumulatsioon hingamisteedes, südamelihase düstroofia, kopsufibroos, kopsutolmustustõbi ehk pneumokonioos, PAHdega seotud vähid (tahm koos PAHdega), hingamisteede kahjustused, põhjustades bronhiiti ja kopsufunktsioonide vähenemist	
CO ₂			Lämbumine, keemiline hapnikupuudus. Mõjutatud organid: südame-veresoonekond, kopsud, veri, kesknärvisüsteem (OSHA 2015) Sümptomid: peavalud, tahhüpnöe, iiveldus, nõrkus, pearinglus, segasus, hallutsinatsioonid, tsüanoos, depressioon, ST segmendi depressioon elektrokardiogrammil, angiin, süngoop	Kokkupuudet COga hinnatakse methemoglobiini (COHb) sisalduse järgi veres (ATSDR 2012)
	CO õhus (ppm)	COHb veres (%)		
	1–8	0,5–1,5	Mittesuitsetajal tavapärase tase	
	0,5–10	0,3–2	Suurenenud risk südame rütmihäirete tekkeks pärgarteri haigust põdevatel patsientidel, astma ägenemine	
	14–20	2,4–6	Edasiarenenud südamelihase isheemia ja suurenenud südamerütmihäirete arv pärgarteri haigust põdevatel patsientidel	
	30–50	5–8	Vähenenud sportimise vastupidavus tervetel täiskasvanutel	
	30–160	5–20	Neuroloogilised käitumishäired / kognitiivsed muutused, sh nägemise ja kuulmise tundlikkuse mõjud (vähenenud jälgimisvõime, nägemise ja kuulmise valvsus, visuaalne tajus), peen ja sensomotoorne jõudlus, kognitiivsed mõjud (muutunud reageerimis-, õppimis- ja tähelepanuvõime, sõiduki juhtimisoskus) ning aju elektriline aktiivsus	
	160–1000	20–60	Äge ja hilise tekkega närvikahjustus (peavalu, peapööritus, uimasus, nõrkus, iiveldus, oksendamine, segasus, desorientatsioon, ärritus, nägemishäired, krampid ja kooma) ja patoloogia (basaalganglionite kahjustused)	
	> 600	> 50	Kõrge risk surra	

Allikas	Kontsentratsioon	Mõju tervisele	Kommentaar
NO _x			NO _x sisaldab nii lämmastikoksiidi (NO), lämmastikdioksiidi (NO ₂), lämmastiktrioksiidi (N ₂ O ₃), dilämmastiktetraoksiidi (N ₂ O ₄), dilämmastikpentoksiidi (N ₂ O ₅) kui ka dilämmastikoksiidi e naerugaasi (N ₂ O) (ATSDR 2014)
NO ₂	IARC ei ole nimetatud, RfC puudub, MRL puudub, IDLH 20 ppb	NO ₂ võib astmaatikutel põhjustada bronhide ahenemist juba madalatel kontsentratsioonidel 0,1 ppm (OSHA 2016)	Elukeskkonna maksimaalne kokkupuutetase NO ₂ korral (Government of Canada 2014)
	Lühiajaline 170 µg/m ³ 90 ppb	Kopsude vähenenud funktsionaalne võimekus, suurenenud hingamisteede tundlikkus astmaatikutel	
	Pikaajaline 20 µg/m ³ 11 ppb	Astmaatiliste lastel rohkem päevi, mil esineb hingamisteede sümptomeid ja/või ravimite kasutamist	
NO	IDLH: 100 ppm (OSHA 2009)	Võimalikud sümptomid: silmade, nina ja kurgu ärritus; köha hingeldus, kopsuturse (ka hilinemisega); methemoglobineemia, tsüanoos; peavalu; kõhuvalu, iiveldus; segasus, uimasus, krambid, teadvusekadu Tervisemõju: silmade, nina, kurgu ja nahaärritused; methemoglobinemia; kesknärvisüsteemi mõju; hilinemisega kopsukahjustused	
Metallid (Cd, Hg, Pb, Ni, V, Cu)			
Kaadmium (Cd)	IARC Group 1, RfC puudub, ATSDR MRL: 0.00003 mg/m ³ (akuutne); 0,00001 mg/m ³ (krooniline), NIOSH IDLH 9 mg Cd/m ³	Suureneb kopsu- ja eesnärmevähi risk, neerukahjustused, äge kopsuturse, kerge ülemiste hingamisteede ärritus, metallimaitse ja/või köha, lämbumine (OSHA 2011)	
Elavhõbe (Hg)	RfC 3 x 10 ⁻⁴ mg/m ³ , ATSDR MRL 0,0002 mg/m ³ (krooniline), NIOSH IDLH 10 mg Hg/m ³ (OSHA 2012)	Kokkupuude suure koguse elavhõbeda aurudega võib kahjustada neere. See võib ärritada ka kopsu ja põhjustada masendust, igeme- ja suuõõnepõletikku, köha, valu rindkeres ja õhupuudust. Korduv kokkupuude väikeste kogustega võib põhjustada nahaärritust. Lühiajalise kokkupuutega suure koguse elavhõbeda aurudega võib kaasuda kopsukahjustus, iiveldus, oksendamine, kõhulahtisus, südame löögisageduse või vererõhu tõus, nahalööve ning silmade ärritus või hägusus (Kemikaalimaailm 2016a).	Rasedatel võib korduv kokkupuude elavhõbedaga suurendada loote kahjustuste riski või põhjustada närvisünnituse

Allikas	Kontsentratsioon	Mõju tervisele	Kommentaar
Plii (Pb)	IARC: Group 2B, RfC pole seatud, MRL pole seatud, IDLH 100 mg/m ³ (as Pb)	Kumulatiivsed neuroloogilised ja vere mõjud, viljakuse probleemid, neerudele toksiline	OSHA järgi on tööstustes nn <i>action level</i> (ehk tase, mille korral tuleb ettevaatusabinõusid ja leevendusmeetmeid kasutusele võtta) 0,03 mg/m ³
	PbB (<i>blood lead levels</i>) < 10 µg/dL	Heemi biosünteesis osaleva ensüümi aktiivsuse vähenemine	Hematoloogiline
	PbB 60–100 µg/dL	Koolikud lastel	Seedesüsteem
	PbB < 10 µg/dL	Kõrgenenud vererõhk	Südame-veresoonkond
	PbB < 20 µg/dL	(Keskmine) vähenenud glomeraalfiltratsiooni kiirus	Neerud
	PbB 100–120 µg/dL täiskasvanud ja 70–100 µg/dL lapsed	Entsefalopaatia	Neuroloogiline
	PbB 40–80 µg/dL	Käitumuslikud ja psühholoogilised häired täiskasvanutel	Neuroloogiline
	PbB < 10 µg/dL	Kognitiivsed ja käitumuslikud häired lastel	Neuroloogiline
	PbB > 40 µg/dL	Vähenenud viljakus	Reproduktiivsus (ATSDR 2007)
Nikkel (Ni)	RfC pole seatud, MRL: 0,0002 mg/m ³ (subkrooniline); 0,00009 mg/m ³ (krooniline)	Nina-, põskkoopa- ja kopsu vähk, dermatiit	
Vanaadium (V)	RfC pole seatud, MRL: 0,0008 mg/m ³ (akuutne); 0,0001 mg/m ³ (krooniline)	Nina-, kurgu- ja hingamisteede ärritus (OSHA 2010)	
Vask (Cu)	IDLH: 100 mg/m ³ (OSHA 2013)	Võimalikud sümptomid: silmade ja ülemiste hingamisteede ärritus; dermatiit; harv interstitsiaalne kopsuhaigus/kopsufibroos; tervisemõju: mõõdukas silma-, nina-, kurgu- ja nahaärritus; kumulatiivne kopsukahjustus. Mõjutatud organid: hingamisteed, nahk, maks, neerud	

Allikas	Kontsentratsioon	Mõju tervisele	Kommentaar
CO ₂	RfC pole määratud, MRL pole määratud, IDLH <u>40,000 ppm (OSHA 2007) (OSHA 2007)</u>	<p>CO₂ tasemed ja võimalikud tervisemõjud (DHS 2017):</p> <p>250–350 ppm – foon (normaalne) välisõhu tase;</p> <p>350–1000 ppm – tüüpiline tase inimestega hõivatud hästi ventileeritud kohtades;</p> <p>1000–2000 ppm – tase, mida seostatakse uimasuse ja halva õhukvaliteedi kaebustega;</p> <p>2000–5000 ppm – tase, mida seostatakse peavalude, unisuse ja seisva umbse õhuga. Võib esineda kontsentreerumise halvenemist, tähelepanuhäireid, kõrgenenud pulssi ja kerget iiveldust;</p> <p>> 5000 ppm – see viitab olukorrale, kus õhus võib olla kõrges kontsentratsioonis gaase. Võib esineda toksilisust või hapnikupuudust. See on lubatud kokkupuute tase (PEL) töökeskkonnas;</p> <p>> 40 000 ppm – koheselt kahjulik tase hapnikupuuduse tõttu.</p>	
LOÜ (sh benzo(a) püreen)		<p>LOÜ tervisemõjud sõltuvad ühendi omadustest – äärmiselt mürgisest kuni kahjulikku mõju mitteavaldavani. Tervisemõjud sõltuvad ka kokkupuute kestusest ja kogusest. Pikaajaline kokkupuude võib põhjustada maksa-, neeru- ja kesknärvisüsteemi kahjustusi, aga lühiajaline silmade ja hingamisteede ärritust, peavalu, pearinglust, nägemishäireid, väsimust, koordinatsioonihäireid, allergilisi nahareaktsioone, iiveldust ja mälukahjustusi (Kemikaalimaailm 2016b)</p>	
	< 0,20 (mg/m ³)	Ei mingit mõju	
	0,2–3,0 (mg/m ³)	Ärritus/ebamugavustunne võimalik	
	3,0–25,0 (mg/m ³)	Ärritus ja ebamugavustunne; peavalu võimalik	
	> 25,0 (mg/m ³)	Neurotoksiline mõju	

Allikas	Kontsentratsioon	Mõju tervisele	Kommentaar
SO ₂		Vääveldioksiid ärritab tugevalt silmi, limaskesti, nahka ja hingamisteid. Võib esile kutsuda bronhospasmi, kopsuturse, pneumoniidi ja ägeda hingamisteede obstruktsiooni. Kokkupuude väga madala kontsentratsiooniga võib süvendada kroonilisi kopsuhaigusi, nagu astma ja emfüseem (ATSDR 2009)	
	≥ 0,1 ppm	Bronhide ahenemine tundlikel sportivatel astmaatikutel	
	0,3–1 ppm	Võimalik tajuda maitse või lõhna kaudu	
	1–2 ppm	Kopsufunktsiooni muutused tervetel mitte-astmaatikutel	
	2 ppm	ACGHI soovitus TWA	
	3 ppm	Kergesti tuntav lõhn	
	5 ppm	NIOSH soovitus STEL	
	6–12	Võib põhjustada nina- ja kurguärritusi	
	10 ppm	Ülemiste hingamisteede ärritus, võimalik ninaverejooks	
	20 ppm	Silmade ärritus, kujunevad kroonilised hingamissümptomid, hingamise kaitsevahendid vajalikud	
	50–100 ppm	Maksimaalne talutav tase 30–60 min	
	≥ 100 ppm	NIOSH IDTH (eluohulik)	
CH ₄		Kohe või kohe pärast kokkupuudet, kui hapniku tase õhus on vähem kui 15%, võib inimene tunda end väsinuna, uimasena või peavalu. Ei seostata vähiga, ei ole täheldatud pikaajalist tervisekahju, metaboliseerub organismist kiiresti (DHS 2012)	
NH ₃	RfC: 1 x 10 ⁻¹ mg/m ³ ; ATSDR MRL 1,7 ppm (akuutne); 0,1 ppm (krooniline); IDLH 300 ppm	Ajutine nägemise kaotus, kopsuturse, silma-, naha- ja hingamisteede ärritused	
H ₂ S		Vesiniksulfiid on ärritav limaskestadele ja hingamisteedele; kopsuturse võib tekkida vahetult või hiljem pärast kokkupuudet kõrgete kontsentratsioonidega Sümptomid akuutse kokkupuute korral on: iiveldus, peavalu, deliirium, tasakaaluhäired, värinad, krambid ning naha- ja silmaärritus. Suurte kontsentratsioonide sissehingamisel tekib väga kiirelt teadvusetus ja surm (ATSDR 2010)	

Allikas	Kontsentratsioon	Mõju tervisele	Kommentaar
	0,00011–0,00033 ppm	Foon	
	0,01–1,5 ppm	Lõhnalävi (mädamunahais on mõnele juba tunda). Lõhn muutub ebameeldivamaks tasemel 3–5 ppm. Üle 30 ppm lõhna iseloomustatakse kui magusat või läilat	
	2–5 ppm	Pikema kokkupuute korral võib tekkida iiveldus, pisarate eritus silmadest, peavalu või unetus. Hingamisteede probleemid (bronhide ahenemine) mõnedel astmaatikutel	
	20 ppm	Võimalik väsimus, söögisisu kadumine, peavalu, ärritus, mäluprobleemid, peapööritus	
	50–100 ppm	Kerge silmapõletik (<i>gas eye</i>) ja hingamisteede ärritus pärast 1 tundi. Võib põhjustada seedepeleeme ja söögiisu kadumist	
	100 ppm	Kõhimine, silmade ärritus, haistmisvõime kadumine pärast 2–15 min (<i>olfactory fatigue</i>). Hingamise muutus, unisus pärast 15–30 min. Kurguärritus pärast 1 h. Järkjärguline haigusnähtude süvenemine mitme tunni jooksul. Surm võib saabuda pärast 48 tundi	
	100–150 ppm	Lõhnataju kadumine	
	200–300 ppm	Silmapõletik ja hingamisteede ärritus pärast 1 h. Pikemaajalisel kokkupuutel võib tekkida kopsuturse.	
	500–700 ppm	Tuigerdamine, kokkuvajumine 5 min. Tõsine silmakahjustus 30 min. Surm pärast 30–60 min.	
	700–1000 ppm	Kiire taju kaotamine, „jalust löömine“ või kiire kokkuvajumine 1–2 hingetõmbe jooksul, hingamine peatub, surm minutitega	
	1000–2000 ppm	Peaaegu kohene surm (OSHA 2017)	
PAH (sh benzo(a) püreen)	Joogivee ühiku risk — 2.1E-4 per (µg/L)	Seedeelundite kasvaja	PAHd koosnevad mitmetest erinevatest ühenditest, nende kantserogeensus ja tervisemõju on erinev ja sõltub konkreetsest ühendist (Alberta Health 2012)
POS	Püsivad orgaanilised saasteained (POP-ühendid)	Kõik vähiliigid	Dioksiinid, nt dioksiin (2,3,7,8-TCDD) ja dioksiini taolised ühendid, nt polüklooritud bifenüülid (<i>polychlorinated biphenyls</i> , PCBd), on mitmete tööstusmeetodite soovimatud kõrvalsaadused (Euroopa vähitõrje reeglistik 2016).

*Lisaks PM'idele ka kõikide teiste ainete korral, võrreldes täiskasvanutega hingavad lapsed oma kehmassi kohta rohkem õhku sisse kui täiskasvanud seega ka rohkem saasteaineid

4.2 Välisõhu saastega seotud teadusuuringud

Välisõhu saaste mõju tervisele on hinnatud päris palju ning kõige enam on levinud uuringud, kus on hinnatud õhusaaste lühiajalist akuutset mõju. Antud teemal on ilmunud umbes 300 teadusartikli ning koostatud on ka mitmeid põhjalikke metaanalüüse (Bell, Dominici and Samet 2005; Hoek et al. 2013; Lee, Kim and Lee 2014; Shah et al. 2013). Viimase kümne aasta jooksul on enim keskendunud peentele ja ülipeentele osakestele ning nendega seotud orgaanilistele ühenditele ja metallidele. Näiteks leidsid Pope ja Dockery oma ülevaates, et õhusaastel on oluline negatiivne mõju kardiopulmonaarsele tervisele (Pope and Dockery 2006). Samuti leidsid Brunekreef ja Forsberg oma ülevaates, et seos peente osakeste jämedama fraktsiooniga osakeste (2,5–10 µm) ja lühiajaliste kõrgete kontsentratsioonide mõjul tekkinud terviseefektide vahel on olemas (Brunekreef and Forsberg 2005).

Õhusaaste tervisemõju on hinnanud **Euroopas laiaulatuslikult Alpheis projekt**, milles osales kokku 23 Euroopa linna. Nimetatud uuringus hinnati PM_{2,5} tervisemõju nii juhtumite hulga kui ka kaotatud eluaastatena elutabeleid kasutades. Uuringu tulemusena leiti, et kui kõigis 23 linnas väheneks PM^{2,5} osakeste tase kuni 15 µg/m³-ni, hoitaks sellega ära 16 926 enneaegset surma (Boldo et al. 2006). See, kuidas võimalikke detaile tervisemõju hindamistes arvestada, on olnud küsimuseks paljudel uurijatel. Kõige sagedamini on siiski arvestatud mõjusid enneaegse suremuse ja haigestumuse kaudu. Näiteks analüüsiti liiklusest tuleneva õhusaaste mõju Austrias, Prantsusmaal ja Šveitsis ning leiti, et õhusaaste põhjustab nende maade rahvastikus aastas 40 000 enneaegset surma, 25 000 uut kroonilise bronhiidi juhtu, enam kui 290 000 kroonilise bronhiidi episoodi lastel, üle 1,5 miljoni astma ägenemise ja 16 miljonit päeva, mil inimesed ei ela täie tervise ja töövõimega (Künzli et al. 2000). Samuti on Maailma Terviseorganisatsioon hinnanud, et tänu peentele osakestele välisõhus vähenes 2000. aastal iga Euroopa Liidu kodaniku eluiga keskmiselt 8,6 kuu võrra (WHO 2005). Euroopa Komisjoni raportis on välja toodud, et peened osakesed põhjustasid 2000. aastal Euroopa Liidus umbkaudu 348 000 inimese enneaegse surma (COMM 2005) ning kogu maailmas on õhusaaste põhjustatud varaseid surmasid hinnatud 800 000 (Ezzati et al. 2006) kuni 3 miljonini aastas (WHO 2002), millele lisanduks 1,6 miljonit varast surma siseõhu saaste tõttu. Euroopa Liidus on õhusaastest tulenevast suremusest põhjustatud kulu hinnatud 50–161 miljardile eurole ja haigestumusest põhjustatud kulu 29 miljardile eurole aastas, mis moodustab enam kui 1% SKPst (WHO 2005).

Eestis ei ole õhusaaste tervisemõjusid palju uuritud ja need uuringud, mis olemas, on tehtud peamiselt Tartu Ülikooli tervishoiu instituudi poolt. Üks mahukamaid uuringuid viidi läbi sajandi alguses üleeuroopalises ECRHS II ja RHINE uuringus, mille raames küsitleti Tartus 2460 isikut (sh põhjalikumalt uuriti 436 inimese tervist). Selle tulemusena leiti seos liiklusest tulenevate peente osakeste ja südamehaiguste vahel (Orru et al. 2009). Samuti näitas Orru üks hilisem uuring seoseid ahikütttest tuleneva saaste ning hingamisteede kaebuste suurenemise vahel (Orru et al. 2011). Ühes värskemal uuringus leiti, et liiklusega seotud PM₁₀ ja PM_{2,5} osakesed suurendasid südamehaiguste esinemise riski, samas kui elumajades samade osakeste leiduvus nimetatud riski ei suurendanud (Pindus et al. 2016).

4.3 Eestis läbiviidud õhusaastega seotud uuringud

Siseõhu uuringud

Alates 2012. aastast hindab Terviseamet (TA) Parma deklaratsiooni indikaatornäitajate järgi koolide, lasteaedade, asenduskodu- ja lapsehoiuteenuse osutamise kohtade ning laste hoolekandeesutuste ja noortelaagrite keskkonna seisundit. Siseõhu osas hinnatakse a) osakaalu asutustest, kus on niiskus ja hallitus; b) osakaalu asutustest, kus on piisav ventilatsioon. Niiskuse ja hallitusega hoonete osakaal on lasteaedade seas järjepidevalt vähenenud, jõudes tänaseks 1%-ni. Koolides on osakaal kõikunud aastate lõikes 0,7% ja 2% vahel. Kui lasteaedades on piisava ventilatsiooniga hoonete osakaal tõusnud ja jõudnud 94%-ni, siis koolides on näitaja perioodil 2012–2014 veidi paranenud (jõudes 88%-ni), kuid 2015. aasta andmed näitavad, et toimunud on märkimisväärne langus (65%). Languse põhjusena on TA välja toonud asjaolu, et kulude kokkuhoiuks ei lülitata koolides ventilatsioonisüsteeme tööle või töötavad need poole võimsusega. Kuna siseõhu probleemide peamise põhjusena on sageli probleemid

ventilatsiooniga, on ka TA hakanud ruumide ventilatsioonile senisest rohkem tähelepanu pöörama (Aaben, Kallavus and Nurm 2017).

2014. aastal teostas Keskkonnatervise Uuringute Keskus (KTUK) uuringu „Soojustatud ja soojustamata koolimajade siseõhu kvaliteedi uuring Tallinnas“ (Tuulik *et al.* 2015). Kuna Eestis ei ole siseõhus peentele osakestele piirnorme sätestatud, siis võeti aluseks Soome vastav määrus, mille kohaselt on PM₁₀ ööpäeva keskmine piirnorm 50 µg/m³ ja PM_{2,5} oma 25 µg/m³ (samad piirnormid, mis on Eestis kehtestatud välisõhule). Uuringus selgus, et soojustatud ja soojustamata koolide siseõhus leiduvate PM₁₀ osas olulisi erinevusi ei olnud (mõlemas 26,6 µg/m³). PM_{2,5} osas oli väike erinevus soojustatud koolide kasuks (16,41 µg/m³ vs. 18,52 µg/m³).

Perioodil 2011–2012 hinnati Eestis rahvusvahelise SINPHONIE projekti raames koolide siseõhu kvaliteedi mõju laste tervisele. Uuringus selgus, et Eesti paistis koos teiste Põhja-Euroopa riikidega silma positiivsemate näitajatega (SINPHONIE 2016).

Välisõhu uuringud

KTUK viis 2015. aastal läbi elanikkonna küsitlusuuringu „Keskkonnatervis: arusaamine riskidest ja motivatsioon tervisemõjude vähendamiseks“ (Orru and Orru 2015). Varasemalt on uuringut läbi viidud ka 2001. aastal. 2015. aasta andmetest selgus, et **inimesed pigem ülehindavad kokkupuudet liikluse heitgaasidega ja tänavatolmuga, kuid alahindavad kokkupuudet ahikütte õhusaastega**. Nii liiklussaaste, ahikütte suitsu kui ka siseõhu saaste puhul ei ole inimesed ise enamasti midagi sellega ette võtnud, sest ei ole seda probleemiks pidanud. Ka on levinud arvamus, et liiklussaaste ja ahikütte suits ei põhjusta inimesele märkimisväärset kahju. Võrreldes 2001. aastaga on oluliselt vähenenud inimeste osakaal, kes arvavad, et nende haigestumise põhjuseks on õhusaaste (28% → 7%) (Aaben, Kallavus and Nurm 2017).

KTUK tellimisel viis 2015. aastal EKUK kolmes Eesti asulas (Luige, Paldiski, Tabasalu) läbi uuringu „**Müra ja õhusaaste ekspositsiooni-tasemed asulaväliste maanteede sanitaarkaitse võõndis ja testaladel**“ (Paju, Arumäe, and Maasikmets 2015). Uuringus selgus, et mõõteperioodi jooksul ei mõõdetud üheski punktis ühtegi uuringusse hõlmatud näitaja piirväärtust ületavat kontsentratsiooni ja välisõhu kvaliteet hinnati heaks, välja arvatud müra osas, sest tulemustest selgus, et kõikides mõõtepunktides ületati kehtestatud piirnorme. Kuna Pindus ja Orru (Mihkel Pindus *et al.* 2016) on oma uuringus leidnud, et inimestel, kes elavad lähemal kui 150 m maanteest (üle 10 000 sõiduki ööpäevas), on oluliselt suurem võimalus haigestuda südamehaigustesse, soovitati ka selle uuringu raames **vältida elamute ehitamist sõiduteede lähedusse** (s.o minimaalselt 150 m sõiduteest), kuna see võimaldab minimeerida elanike eksponeeritust mürale ning õhusaastele.

TA viis koostöös Tartu Ülikooliga 2014.–2015. aastal Ida- ja Lääne-Virumaal läbi **põlevkivisektori tervisemõjude uuringu**. Uuringu välisõhukvaliteedi analüüs näitas probleemi tööstuslike saasteainete osas (formaldehüüd, fenool, vesiniksulfiid), mille kontsentratsioonid ületasid aeg-ajalt vastavaid välisõhu saastetaseme piirnorme. Mitmes piirkonnas ületasid peente osakeste kontsentratsioonid küll vastavat ööpäevakeskmist piirväärtust, ent ületamiste arv jäi lubatust väiksemaks. Erandiks oli VKG seirejaam, kus oli nii vesiniksulfiidi kui ka peente osakeste (PM₁₀) kontsentratsioonid pidevalt lubatud välisõhu saastetaseme piirväärtusest kõrgemad. Samas jäid tasemed töökeskkonna ohutegurite piirnormide sisse (Hans Orru *et al.* 2014).

Põlevkivisektori tervisemõjude uuringu raames viidi läbi ka kooliõpilaste hingamisteede haiguste ja allergiate analüüs (Idavain *et al.* 2015), millest selgus, et Ida-Virumaa lastel oli oluliselt sagedamini kuiva köha ja rögaeritust ning igapäevast allergilist nohu kui Tartumaa lastel. Äärmiselt terav probleem on ka kõrge astma levimus Ida-Virumaal (12,9%), mis on kõrgem kui üheski eelnevatel perioodidel antud piirkonnas tehtud uuringus. Veelgi tõsisema probleemina selgus uuringust väga paljude lastel kõrge (üle 30 ppb) väljahingatava lämmastikoksiidi (FeNO) väärtus, mis on hingamisteede põletiku markeriks. Kõrged FeNO väärtused võivad viidata nii astmale, atoopiale, bronhide hüperreaktiivsusele kui ka atoopilisele astmale.

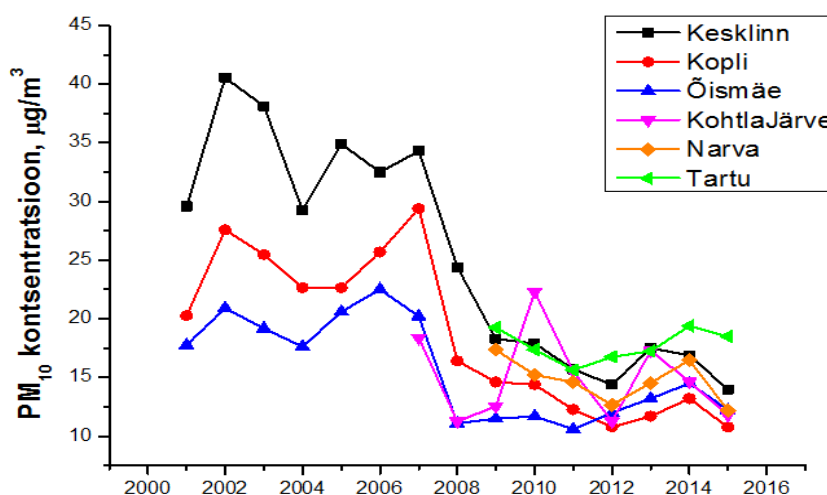
2012. aastal viis Tartu Ülikool läbi uuringu „Elanikkonna riskide tunnetamine, enese-raporteeritud tervisekaebused ning seosed keskkonna saastatusega“ Ida-Virumaa, Lääne-Virumaa ja Tartu elanike seas. Uuringu tulemused näitasid **Ida-Virumaa elanike keskmisest suuremat muret oma keskkonna ja tervise pärast** – pooled vastanutest pidasid õhusaastet suureks või väga suureks ohuks nii enda kui ka oma pere ja lähedaste tervisele ning enam kui 10% elanikest pidas õhusaastet talumatult häirivaks. Uuringust selgus, et Ida-Virumaa elanikud raporteerisid mitmeid terviseprobleeme oluliselt enam (sh raskustunnet rinnus, pikaajalist köha, röga kopsudes, kiuneid ja vilinaid rinnus, hüpertooniat, südamehaiguseid, diabeeti jt) (Hans Orru *et al.* 2015).

Eestis on peened osakesed (PM₁₀) kõige olulisem õhu saasteaine, mille peamised allikad on liiklus (heitgaasid ning teekatte ja rehvide kulumisel tekkivad osakesed) ja olmekütmine, eelkõige ahiküte (Loosaar *et al.* 2008; H Orru *et al.* 2008; Maasikmets, Teinmaa, and Arumäe 2012). Tööstusettevõtete ja katlamajade roll on pigem väike, v.a Ida-Virumaal (Maasikmets *et al.* 2013). Kui teiste ühendite puhul räägitakse minimaalsest kontsentratsioonidest, mis riski ei kujuta, siis erinevad uuringud ja Euroopa Komisjoni seisukoht näitavad, et **peente osakeste puhul ei ole olemas vähimat ilma mingisuguse riskita saastetaset**.

Peenosakestest tingitud tervisekahjud on leidnud kinnitust ka Eestis läbi viidud epidemioloogilistes uuringutes. Nii on näiteks leidnud kinnitust seos liiklusest tulenevate peente osakeste ja südamehaiguste vahel (Hans Orru *et al.* 2009) ja kõrgem haigestumise risk inimestel, kes elavad suure liiklustihedusega teede lähedal (M. Pindus and Orru 2013). Samuti on leitud seoseid ahiküttest tuleneva peenosakeste saaste ja elanike hingamisteede kaebuste vahel (Hans Orru *et al.* 2011) ja täheldatud, et pärast eriti kõrge saastetasemega päevi on Tallinnas olnud suurem kui teistel päevadel (Hans Orru 2014).

Peente osakeste sisaldusele kehtib Eestis välisõhus ööpäeva keskmine piirväärtus 50 µg/m³, mida võib aasta jooksul ületada 35 korral. Eestis on viimastel aastatel piirväärtuste ületamiste arv jäänud lubatud piiridesse (vastavalt riiklikule määrusele on mõnede saasteainete puhul lubatud ületada ööpäeva keskmist piirväärtust aasta jooksul teatud arv kordi).

Jooniselt 9 nähtub, kuivõrd erinevad on eri aastate ja linnade lõikes mõõdetud tulemused, sh eristub silmnähtavalt ka erisus mõõtmisandmetes enne ja pärast 2008. aastat, mil ühtlustati Euroopa Liidu saasteainete mõõtmismetoodikad (Hans Orru *et al.* 2015).



Joonis 9. Peenosakeste kontsentratsioon Eesti linnade välisõhus, mõõtmispaikade lõikes, 2001–2015. Allikas: Eesti Keskkonnauuringute Keskus

Püüdes mõõtmispaikade andmeid üldistada, saab öelda, et aastatel 2009–2013 on peente osakeste sisaldus õhus stabiliseerunud. Linnadest on saastetasemed kõrgemad Tallinna keskkonnas ja Põhja-

Tallinnas ning PM₁₀ osas ka Kohtla-Järvel ja Narvas (Orru ja Orru 2015). Näiteks on rahvastiku tervise arengukavas (RTA) sihiks võetud PM₁₀ aasta keskmise taseme langus Eesti linnades – 2012. aastaks sihiti alla 18 µg/m³ jäävat taset ning 2016. aastaks alla 14 µg/m³. EKUK andmetel jäid 2012. ja 2013. aastal RTAs sihiks seatud PM₁₀ tasemed soovitud piiridesse, kuid paljudes linnades oli sisaldus märksa suurem kui 14 µg/m³ (Hans Orru *et al.* 2015; Aaben, Kallavus, and Nurm 2017).

4.4 Välisõhu saaste keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus

Õhusaastest tingitud haigused võivad olla mõjutegurite lõikes erinevad, kuid levinumad on südame-veresoonkonna haigused (sh insult, südame isheemiatõbi), hingamisteede haigused (kopsuvähk, KOK – krooniline obstruktiivne kopsuhaigus), muud vähkkasvaja. Järgmises tabelis on toodud kirjanduse põhjal koostatud ülevaade, kus on hinnatud suremuse ja haigestumuse riske lähtuvalt õhusaaste elemendi kontsentratsiooni tõusu suuruselt (Tabel 3). Lisaks on tabeli viimases veerus ka ära toodud Eesti keskmine haigestumus ja suremus 100 000 elaniku kohta.

Tabel 3. Erinevate õhusaaste komponentide mõju tervisele

Element	Kontsentratsioon	Tervisetulem	RR (95% CI)	HR (95% CI)	Suremuse/haigestumuse riski suurenemine	Allikas	100 tuh elaniku kohta
PM2.5	5 µg/m ³ ↑	Insulti suremus		1,125 (1,007–1,256)	1,12 korda	(Scheers <i>et al.</i> 2015)	65,3
	5 µg/m ³ ↑	Insulti haigestumus		1,064 (1,021–1,109)	1,1 korda	(Scheers <i>et al.</i> 2015)	416,1
	0,55 µg/m ³ ↑ aastas	Rinnavähki suremus		1,82 (1,15–2,89), 1,73 (1,12–2,67), 1,72 (1,08–2,75)	1,08–1,82 korda	(Tagliabue <i>et al.</i> 2016)	18,56
	10µg/m ³ ↑	Kopsuvähki haigestumus	1,18 (1,06–1,32)		1,18 korda	(Yang <i>et al.</i> 2016)	62,46
	10µg/m ³ ↑	Kopsuvähki suremus	7,23 (1,48–13,31)		7,23 korda	(Yang <i>et al.</i> 2016)	53,86
	10 µg/m ³ ↑	Suremus: Kõik põhjused Hingamisteed SVH Südameinfarkt Insult			1,18 korda 1,71 korda 1,03 korda 1,22 korda 1,76 korda	(Dai <i>et al.</i> 2014) 75 USA linna	40,9 612,7 39,2 65,2
	10 µg/m ³	Suremus: Kõik põhjused Hingamisteed SVH			0,55 korda 1,91 korda 0,86 korda	(Samoli <i>et al.</i> 2013) 12 Euroopa linna	40,9 612,7

Element	Kontsentratsioon	Tervisetulem	RR (95% CI)	HR (95% CI)	Suremuse/haigestumuse riski suurenemine	Allikas	100 tuhande elaniku kohta
	10 µg/m ³	Suremus: Kõik põhjused Hingamisteed SVH Südameinfarkt Insult			0,98 korda 1,68 korda 0,85 korda 1,18 korda 1,78 korda	(Zanobetti and Schwartz 2009) 112 USA linna	40,9 612,7 39,2 65,2
	10 µg/m ³	Suremus: Kõik põhjused Hingamisteed Insult			1,21 korda 1,78 korda 1,03 korda	(Franklin, Zeka, and Schwartz 2007) 27 USA kogukonda	40,9 65,2
	200 ng/m ³	Suremus: Kõik põhjused			1,23 korda	(Beelen <i>et al.</i> 2015) 19 Euroopa riiki	
	5 µg/m ³	Suremus: SVH Südameinfarkt Insult			Ei suurenenud* Ei suurenenud Ei suurenenud	(Beelen <i>et al.</i> 2014) 22 Euroopa riiki	612,7 39,2 65,2
	5 µg/m ³	Suremus: Hingamisteed			Ei suurenenud	(Dimakopoulou <i>et al.</i> 2014) 11 Euroopa riiki	40,9
	5 µg/m ³	Suremus: Kopsuvähk			Ei suurenenud	(Raaschou-Nielsen <i>et al.</i> 2013) 17 Euroopa riiki	53,86
	10 µg/m ³	Suremus: Kõik põhjused KOK** SVH Kopsuvähk			1,14 korda Ei suurenenud 2,60 korda 3,70 korda	(Lepeule <i>et al.</i> 2012) 6 USA linna	612,7 53,86
	4 µg/m ³	Suremus: Kõik põhjused Hingamisteed SVH Kopsuvähk			1,04 korda Ei suurenenud Ei suurenenud Ei suurenenud	(Hart <i>et al.</i> 2011) 50 000 meessoost isikut USA autoveondusest	40,9 612,7 53,86
	10 µg/m ³	Suremus: Kõik põhjused Südamereuma		1,26 (1,02–1,54) 2,02 (1,07–3,78)	1,26 korda 2,02 korda	(Puett <i>et al.</i> 2009) 100 000 USA naissoost meditsiiniõde	

Element	Kontsentratsioon	Tervisetulem	RR (95% CI)	HR (95% CI)	Suremuse/haigestumuse riski suurenemine	Allikas	100 tuhande elaniku kohta
PM ₁₀	10 µg/m ³ ↑	SVH-sse suremus		1,16 [0,70–1,92]	1,16 korda	(Dehbi <i>et al.</i> 2016)	612,7
	10 µg/m ³ ↑	Arütmiasse suremus	1,009 (1,004–1,014)		1,01 korda	(Song <i>et al.</i> 2016)	59,8
		SVH-sse suremus		2,21 (1,17–4,16)	2,21 korda	(Yang <i>et al.</i> 2016)	612,7
SO ₂	10 µg/m ³ ↑	SVH-sse suremus		1,05 [0,91–1,22]	1,05 korda	(Dehbi <i>et al.</i> 2016)	612,7
	10 µg/m ³ ↑	Kopsuvähki suremus	14,76 (1,04–30,34)		1,48 korda	(Yang <i>et al.</i> 2016)	53,86
NO _x	10 ppb kohta	Arütmiasse suremus	1,036 (1,020–1,053)		1,04 korda	(Song <i>et al.</i> 2016)	59,8
	10 ppb töusuga	Kopsuvähki suremus	0,81 (0,14–1,49)		0,81 korda	(Yang <i>et al.</i> 2016)	53,86
CO	1 ppm kohta	Arütmiasse suremus	1,041 (1,017–1,065)	1	1,04 korda	(Song <i>et al.</i> 2016)	59,8
	1 mg/m ³ ↑	SVH-sse suremus	1,25 (0,30–2,21 korda)		1,25 korda	(Samoli <i>et al.</i> 2007)	612,7
Raske-metallid	Olemas-olev foon erinevates pk-des	Rinnavähki suremus	1,045 (1,009–1,082)		1,05 korda	(Núñez <i>et al.</i> 2016)	18,56
	Olemas-olev foon erinevates pk-des	Suuõõne ja neeluvähki suremus	1,149 (1,036–1,274)		1,15 korda	(Núñez <i>et al.</i> 2016)	7,07
	Olemas-olev foon erinevates pk-des	Söögitoruvähki suremus	1,328 (1,146–1,544)		1,33 korda	(Núñez <i>et al.</i> 2016)	5,6
	Olemas-olev foon erinevates pk-des	Non-Hodgkinsisse suremus	1,092 (1,018–1,170)		1,1 korda	(Núñez <i>et al.</i> 2016)	24,2
	Olemas-olev foon erinevates pk-des	Parkinsonitõppe haigestumus		0,78 (0,59; 1,04) kroomist kuni 1,33 (0,98; 1,79) elavhõbedani	0,78 korda – 1,33 korda	(Palacios <i>et al.</i> 2014)	45,5
Benso(a)-püreen	B(a)P	Südame isheemiatõppe suremus		1,62 (1,06; 2,46)	1,62 korda	(Friesen <i>et al.</i> 2010)	647,4

Eestis on näiteks täiskasvanute tervisekaebuste seostamiseks modelleerinud Orru jt (Hans Orru *et al.* 2015) saastainete sisaldustest välja põlevkivitööstusega rohkem seostuvad saasteained, nagu benseen, fenool, formaldehüüd, peened osakesed (PM₁₀) ja eriti peened osakesed (PM_{2,5}). Eraldi vaadati kõigist allikatest johtuvaid saasteainete sisaldusi ning ainult põlevkivisektorist tulenevat saastatust. Hindamaks, kui suur osa antud saasteainete ekspositsioonist kogu Ida-Virumaa elanikkonna seas pärineb põlevkivisektorist, leiti antud modelleerimistulemuste põhjal ning 2011. aasta rahva ja eluruumide loenduse andmetel rahvastiku keskmine ekspositsioon. Ilmnes, et rahvastiku keskmised modelleeritud benseeni, fenooli, formaldehüüdi, peente ja ülipeente osakeste sisaldused Ida-Virumaal on vastavalt 0,13 µg/m³, 0,58 µg/m³, 4,10 µg/m³, 4,89 µg/m³ ja 1,72 µg/m³, millest põlevkivisektorist pärineb vastavalt 99%, 99%, 1%, 96% ja 96%. Statistilisel analüüsil ilmnis, et pikaajaline kokkupuude mitmete saasteainetega on seotud suurema tõenäosusega mitmete tervisekaebuste tekkeks. Ilmnes et suuremal kokkupuutel fenooliga oli oluliselt kõrgem risk (1,42; 95% CI 1,01–2,00) raskustundeks rinnus ning pikaajaliseks köhaks (1,45; 95% CI 1,04–2,02). Suurem kokkupuude nii peente kui ka ülipeente osakestega oli seotud suurema raskustundega rinnus, õhupuuduse ja astmahoo tõenäosusega (tõenäosuste suhted ülipeente osakeste muutusel keskkvartiili kohta vastavalt 1,16 (95% CI 1,03–1,32), 1,16 (95% CI 1,01–1,34) ja 1,26 (95% CI 1,05–1,51)). Kõige kõrgemad statistiliselt olulised tõenäosuste suhted ilmnisid saasteainete seostel südameinfarkti või stenokardiaga. Benseeniga kokkupuute keskkvartiili võrra suurenemisel elukohas suureneb haiguse raporteerimise tõenäosus 1,87 korda, fenooli puhul 2,07 korda ning formaldehüüdi puhul 3,06 korda.

Tabel 4. Riskide suhted (95% usaldusintervall) hingamisteede haiguste ja sümptomite esinemiseks (tulemused antud saasteaine kokkupuute muutusel keskkvartiili kohta)

	Benseen – kõik allikad	Benseen – põlevkivi allikad	Fenool – kõik allikad	Fenool – põlevkivi allikad	Form-aldehüüd – kõik allikad	Form-aldehüüd – põlevkivi allikad	PM ₁₀ – kõik allikad	PM ₁₀ – põlevkivi allikad	PM _{2,5} – kõik allikad	PM _{2,5} – põlevkivi allikad
Vilinat rinnus	1,28 (0,94–1,75)	1,28 (0,94–1,74)	1,05 (0,72–1,52)	1,05 (0,72–1,52)	1,51 (1,00–1,26)	1,51 (1,00–1,26)	1,00 (0,83–1,18)	1,00 (0,84–1,18)	1,00 (0,84–1,18)	1,00 (0,84–1,18)
Diagnoositud astma	1,20 (0,83–1,74)	1,20 (0,84–1,72)	0,73 (0,45–1,17)	0,73 (0,46–1,18)	*1,70 (1,05–2,80)	*1,70 (1,05–2,80)	0,98 (0,79–1,21)	0,98 (0,80–1,23)	1,00 (0,81–1,23)	1,00 (0,81–1,23)
Diagnoosimata astma	1,03 (0,74–1,45)	1,03 (0,73–1,44)	1,32 (0,87–2,01)	1,32 (0,87–2,01)	1,32 (0,84–2,10)	1,32 (0,84–2,10)	0,86 (0,71–1,08)	0,86 (0,70–1,07)	0,87 (0,71–1,08)	0,87 (0,70–1,08)
Aevastushoog ilma külmetuseta	1,11 (0,87–1,42)	1,10 (0,86–1,41)	1,04 (0,76–1,42)	1,04 (0,76–1,42)	1,08 (0,78–1,53)	1,08 (0,78–1,53)	1,10 (0,95–1,30)	1,12 (0,95–1,28)	1,11 (0,97–1,28)	1,11 (0,96–1,27)
Aevastushoog viimane 12 kuud	1,14 (0,87–1,50)	1,14 (0,87–1,49)	1,01 (0,72–1,41)	1,01 (0,72–1,41)	1,08 (0,74–1,54)	1,08 (0,74–1,54)	1,13 (0,95–1,30)	1,12 (0,95–1,31)	1,12 (0,96–1,31)	1,12 (0,96–1,30)
Ninapähid viimane 12 kuud	1,13 (0,79–1,64)	1,13 (0,78–1,63)	0,87 (0,56–1,34)	0,86 (0,56–1,34)	1,20 (0,74–1,93)	1,20 (0,74–1,93)	1,10 (0,88–1,36)	1,10 (0,88–1,34)	1,11 (0,90–1,36)	1,11 (0,90–1,36)
Allergiline riniit	1,37 (0,71–2,65)	1,37 (0,70–2,64)	0,78 (0,34–1,79)	0,78 (0,34–1,79)	1,51 (0,63–3,62)	1,51 (0,63–3,62)	1,16 (0,81–1,64)	1,15 (0,82–1,64)	1,17 (0,82–1,64)	1,16 (0,83–1,64)
Heinapalavik	1,30 (0,68–2,49)	1,30 (0,68–2,48)	0,73 (0,32–1,66)	0,73 (0,32–1,66)	1,37 (0,59–3,18)	1,37 (0,59–3,18)	1,13 (0,81–1,57)	1,12 (0,82–1,58)	1,14 (0,82–1,57)	1,13 (0,82–1,56)

Logistiline regressioonanalüüs kohandati soole, vanusele, kehamassiindeksile, suitsetamisele kodus ja perekonna sissetulekule 1 inimese kohta; *p<0,05

Allikas: Idavain *et al.* 2015

Sama uuringu andmetele tuginedes koostati ka kooliõpilaste tervist käsitlev aruanne (Idavain *et al.* 2015). Kooliõpilaste tervisekaebuste seostamiseks valiti kõigist modelleeritud saasteainete sisaldustest välja põlevkivitööstusega rohkem seostuvad saasteained, nagu benseen, fenool, formaldehüüd, peened osakesed (PM₁₀) ja eriti peened osakesed (PM_{2,5}). Eraldi vaadati kõigist allikatest johtuvaid saasteainete sisaldusi ning ainult põlevkivisektorist johtuvat saastatust. Analüüsis ilmnis kooliõpilastelt küsitud tervisenäitajate seas statistiliselt oluline seos vaid diagnoositud astma ja formaldehüüdi vahel (1,70 korda kõrgem risk haigestuda) ning kõrgeks riski oli märgata ka sümptomi „vilinat rinnus“ vahel. Teiste saasteainetega statistiliselt olulist seost ei ilmnunud (vt tabel 4).

4.5 Ebameeldiv lõhn ja sellest põhjustatud keskkonnamõju

Jääkreostusobjektidest õhku eralduvad ebameeldiva lõhnaga saasteained võivad põhjustada elanikele häiringuid. Tootmisprotsessi käigus (nt tselluloosi tootmine) kasutatavad kemikaalid ja eralduvad halvalõhnlised ühendid põhjustavad häiringuid inimestele. Paberitööstuses tekitavad lõhnu sulfiidid, ammonium ja teised orgaanilised ühendid. Vääveldioksiidil (SO₂) on tugev lämmatav lõhn. Reoveepuhastitel võib olla mädaneva prügi lõhn, prügilatel mädaneva orgaanika lõhn. Ebameeldiva lõhnaga on seotud ka loomakasvatushoonetest ja sõnnikuhoidlastest lähtuv ebameeldiv lõhn. Lõhn sõltub inimese lõhnatajust, tuulesuunast, temperatuurist ja tselluloositööstuse tehnoloogilisest eripärasest. Lõhnad on tajutavamad öösel ja varahommikul temperatuurimuutuse ja vaikse või olematu tuule tõttu.

Üldiselt peaks tööstusest tulenevad kemikaalid segunema puhta õhuga ja tervismõjud on seetõttu ka olematud, aga lõhn võib olla tajutav. Kui kemikaalide kontsentratsioon suureneb, võib esineda silmade ja hingamise ärritust. Lisaks peavalu ja iiveldust. Astmahaiged võivad saada astmahooge, kui lõhnad on tugevad (DHS 2013).

Ebameeldiva lõhna ja tervise mõjude seoseid hinnatakse enamasti haigestumist hinnates või puudutavad uuringud üldist ebameeldivust ja stressi.

Ebameeldiva lõhnaga seotud uuringud

Uuringutes on ebameeldiva lõhnaga enam seotud hingamisteede probleemid. Hingamisteede probleeme on kirjeldatud seoses loomakasvatusest tuleneva ebameeldiva lõhnaga (Hooiveld *et al.* 2015). Neil inimestel, kes elavad loomakasvatuse lähedal ja tunnevad ennast ebameeldivast lõhnast häirituna, on täheldatud suuremat riski haigestuda hingamisteede haigustesse. Samuti on leitud sagedamini õhupuuduse kaebusi inimestel, kes elavad piirkondades, kus tegeletakse jäätmekäitlusega (Aatamila *et al.* 2011).

Seoseid on leitud ka silmaärritustega. Loomakasvatuste lähedal elavad inimesed raporteerivad enam silmaärritusi allergiate (Schulze *et al.* 2011) ja üldise tervisliku seisundi ning stressiga.

Oma terviseseisundi hindamiseks kasutati uuringutes inimeste eneseraporteeritud andmeid, millega võib alati kaasneda üle- või alaraporteerimise oht. Kindlasti toetaks eneseraporteeritud andmeid arsti diagnoos, kuid nagu Hooiveld jt (Hooiveld *et al.* 2015) uuringust välja tuli, siis oma sümptomitest arstile enamasti ei räägitud.

Ebameeldiva lõhna keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus

Ebameeldivast lõhnast tingitud haigused võivad olla mõjutegurite lõikes erinevad, kuid levinumad on silmade ärritus, väsimus, palavik, liigesevalud, lihasvalud, hingamisteede probleemid ja stress. Järgmises tabelis (Tabel 5) on toodud kirjanduse põhjal koostatud ülevaade, kus on hinnatud haigestumuse riske lähtuvalt ebameeldiva lõhnaga kokkupuutest.

Tabel 5. Ebameeldivast lõhnast tingitud riskid haigestumiseks.

Element	Kontsentratsioon	Tervisetulem	RR (95 korda CI)	OR (95 korda CI)	Suremuse/haigestumuse riski suurenemine	Allikas
H ₂ S; NH ₃	16–24 µg/m ³ ↑	Allergia		4,2 (1,2–13,2)	4,2 korda	(Schulze <i>et al.</i> 2011)
Erinevate teiste ebameeldivat lõhna põhjustavate lõhnaainete sisaldus välisõhus (sh LOÜ)	Kaugus jäätme-käsitluskeskusest 1,5 km, 3 km ja 5 km	Õhupuudus		1,5 (1,0–2,2)	1,5 korda	(Aatamila <i>et al.</i> 2011)
		Silmade ärritus		1,5 (1,1–2,1)	1,5 korda	
		Häälekähedus		1,5 (1,1–2,0)	1,5 korda	
		Hambavalu		1,4 (1,0–2,1)	1,4 korda	
		Väsimus		1,5 (1,1–2,0)	1,5 korda	
		Palavik		1,7 (1,1–2,5)	1,7 korda	
		Liigesevalu		1,5 (1,1–2,1)	1,5 korda	
		Lihasvalu		1,5 (1,1–2,0)	1,5 korda	
	Farmide naabruses elamine (kuni 5000 m)	Silmade ärritus	1,5 (1,1–2,1)		1,5 korda	(Hooiveld <i>et al.</i> 2015)
		Hingamisteede probleemid	1,22 (1,07–1,38)		1,22 korda	
		Seede-elundkonna probleemid	1,40 (1,21–1,62)		1,4 korda	
		Stress	1,40 (1,19–1,64)		1,4 korda	

5 Mürä

5.1 Mürä keskkonnamõju kirjeldus

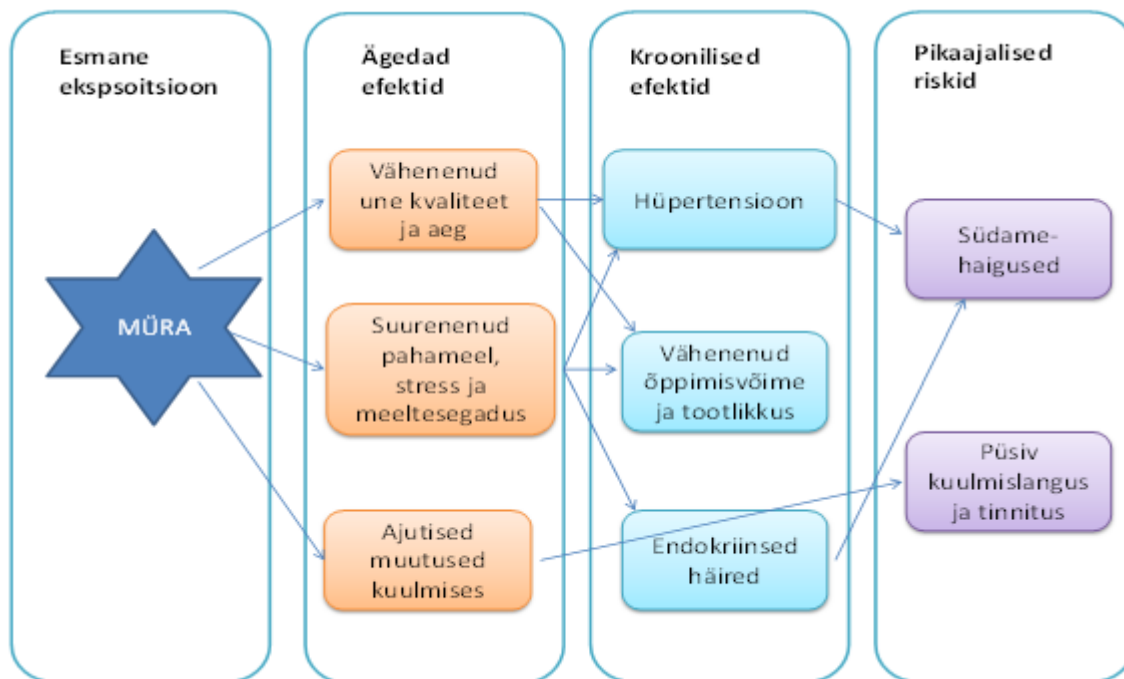
Mürä võib vaadelda alljärgneva neljaastmelise hierarhilise mõistete klassifikatsiooni järgi, mille abil (WHO 2011) on liigitanud ka teisi välistest või sisemistest põhjustest tulenevaid haigusi ja nende tagajärgi:

1. **haiguse** mõiste all peetakse silmas just koekahjustusi, näiteks mürä põhjustatud sisekõrvakahjustust;
2. haiguse põhjustatud tavaliselt mõõdetava **funktsionaalse häire/kahjustuse** hulka kuuluvad näiteks sisekõrvakahjustusest põhjustatud kuulmisläve muutumine või mürä põhjustatud unehäire tõttu sage ärkamine ööunest (Tabel 6). Need on organismi füsioloogilise toimimise häired, mida võib tihti avastada füsioloogilise mõõtmise tulemusel. Seega saab rääkida funktsionaalsetest kahjustustest, kui vaadata mürä põhjustatud muutusi uneaegsetes füsioloogilistes funktsioonides, mürä mõjusid erinevatele kognitiivsetele funktsioonidele, mida võib mõõta näiteks tähelepanu-, mälu- ja õppimistestides, mürä kõnesuhtlust nõrgendavaid mõjusid, mürä mõjusid vegetatiivsetele funktsioonidele, näiteks südame- ja vereringetööle, ning organismi endokrinoloogilistele ja immunoloogilistele funktsioonidele, millega seoses ei pea tingimata ilmema koe- ja organikahjustusi;
3. funktsionaalsed häired omakorda põhjustavad **puudulikku funktsioneerimist igapäevases tegevuses ja ülesannetes**. Need on nõrgenenud toimimisvõime omadused, mille kvaliteeti ja raskusastet võib hinnata vaid asjaosaline, sest nende tähendus oleneb ka sellest, milliseid ootusi ja nõudmisi töö-, tegevus- ja elukeskkond seavad tema tegevusvõimele. Näiteks võib vaid asjaosaline ise hinnata mürä põhjustatud unehäire tõttu kogetud puudulikku funktsioneerimist, nagu väsimus, meeleolu langus või keskendumisraskus;
4. funktsionaalne puudulikkus omakorda võib viia häireteni, mis määratluse järgi hõlmavad ka **sotsiaalseid, pedagoogilisi ja tööalaseid tagajärgi**, nagu sooritus- ja töövõime halvenemine, õppimis- ja koolitusvõime nõrgenemine, sissetuleku- ja elatustaseme langemine, inimsuhete loomise ja sotsiaalse suhtlemise raskenemine, osalemisvõimaluste piiramine, elu- ja muude olmetingimuste ja elukvaliteedi halvenemine, marginaliseerumine ning haigestumise ja õnnetuste riski suurenemine. Need kahjustused on seotud mürä pikaajaliste mõjudega.

Joonisel 10 on illustreeritud mürä kahjulikke tervise mõjusid, kus lisaks akustilistele keskkonnateguritele on eraldi välja toodud üksikisiku ja ühiskonna tajutud tegurite osatähtsus mürä tekitatud mõjudes. Mürä mõjudega seotud olulisemad tegurid on järgmised (Tappani, Vuorinen, and Heinonen-Guzejev 2010):

- mürä: allikas, tähendus, olemus, tugevus, kestus, pidevus, juhuslikkus, kontrollitavus. Individuaalsed tegurid: tundlikkus müra suhtes, iga, sugu, tervislik seisund;
- sotsiaalsed omadused: nõudmised, piirangud, vaated, ootused, elukoht, töötingimused;
- mürä mõjud:
 - ✓ häirivus: kogetud häirivus;
 - ✓ organismi funktsioonide häired: uni ja puhkus;
 - ✓ kognitiivsed funktsioonid (keskendumine, tähelepanu, mälu, õppimine). Kommunikatsioon (kõne kuulmine, hääle kasutamine);
 - ✓ stressipõhised funktsioonid (süda ja vereringeorganid, sisenõrenäärmed, ainevahetus, immuunsüsteem);
 - ✓ organite kahjustused: kõrv, häälepaelad.
- haigestumine: südame- ja veresoonekonna haigused, infektsioonid, vaimne tervis;

- reageerimine:
 - ✓ reageerimisviisid: alistumine (passiivseks muutumine), kohanemine, aktiveerumine, agressiivsus;
 - ✓ reageerimistegevus: kolimine, kaebuste esitamine, müratõrjetegevus.



Joonis 10. Müra kahjulikud tervisemõjud (allikas: Hammer, Swinburn, and Neitzel 2014 põhjal)

Tabel 6. Öise müra tase ja sellega seotud tervisemõjud (allikas: WHO 2016)

Aasta keskmine öine müratase (dB)	Tervisemõjud
Kuni 30	Olulisi bioloogilisi mõjusid ei ole täheldatud Võrdub NOELiga
30–40	Unega seotud muutused: kehaasendi muutmine, ärkveloleku episoodid, ise-teavitatud (küsimustik) unehäired ja erutuvus. Mõju intensiivsus sõltub müraallika liigist ja episoodide arvust. Riskigrupid (lapsed, krooniliste haigustega elanikud ja eakad) on vastuvõtlikumad. Sellegipoolest on ka halvimal juhul (40 dB) mõju tagasihoidlik (LOAEL)
40–55	Eksponeeritud elanikkonnas on täheldatud negatiivset mõju tervisele. Paljud inimesed peavad kohanema, et tulla toime öise müraga. Riskigrupid on rohkem mõjutatud
Üle 55	Rahvatervise seisukohalt on selline olukord eriti ohtlik. Negatiivne mõju tervisele sageneb ja häiritus ning rikutud uni mõjutab olulist osa elanikkonnast. On teaduslikult tõestatud, et selline müratase tõstab südame-veresoonkonna haigustesse haigestumise riski

Müra tervisemõju hinnatakse mitmeti. Ühelt poolt hinnatakse seost konkreetsete haiguste ja häiretega, nagu südame-veresoonkonna haigused, unehäired, vaimse tervise probleemid. Hindamiseks keskkonnamürast tingitud haiguskoormust peab kasutama kvantitatiivseid andmeid müra tingitud riski kirjeldamiseks. Enamasti kasutatakse selleks tervisekaoga kohandatud eluaastaid ehk DALYt, mis on enneaegse surma tõttu **kaotatud eluaastate (YLL)** ja **haigusega elatud eluaastate (YLD)** summa. 97 korda DALYsid on põhjustatud unehäiretest, ebaseeldivustundest ja südame-veresoonkonna haigustest (WHO 2011).

5.2 Müraga seotud teadusuuringud

Teadusuuringutes on tihti hinnatud tervisekaoga kohandatud eluaastaid ehk DALYt. Müraallikadena on hinnatud ehitusmürast tingitud tervisekadu (34,51 DALYt) (Xiao, Li and Zhang 2016). Poolas tehtud 1,7 miljonit elanikku hõlmanud uuringus selgus, et müra tekitatud haiguskoormus oli seotud ebaseeldivustundega (49%), unehäiretega (38%) ja südame isheemiatõvega (13%). Keskmiselt kaotati piirkonnas 12 000 DALY, kuid tulemuse usaldusvahemik oli lai, mistõttu on andmete usaldusväärsus madal (Tainio 2015).

Südame-veresoonkonna haiguste ja müra vahelist seost on kinnitanud mitmed uuringud. Eneseraporteeritud hüpertoonia risk tõuseb iga 5 dB(A) mürataseme tõusu korral. Longituuduuringus leiti, et hüpertoonia kumulatiivhaigestumuse suhteline risk (RR) tõuseb 1,10 korda 5 dB(A) mürataseme tõusu korral (Bluhm and Eriksson 2011).

Teadusuuringutes on leitud seoseid müra ja unehäirete, madala sünnikaalu, enneaegse sünni, vaimse tervise probleemide ja kognitiivse võimekusega.

5.3 Müra keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus

Mürast tingitud haigused võivad olla mõjutegurite lõikes erinevad, kuid levinumad on südame-veresoonkonna haigused ja vaimse tervise seotud probleemid. Järgmises tabelis on toodud kirjanduse põhjal koostatud ülevaade, kus on hinnatud haigestumuse riske lähtuvalt mürataseme tõusu suurusest (vt tabel 7).

Tabel 7. Müra taseme tõus ja sellega seotud haigestumuse riskid

Element	Müra tase	Tervisetulem	RR (95 korda CI)	OR (95 korda CI)	Suremuse/ haigestumuse riski suurenemine	Allikas
Müra	> 55 versus ≤ 55 dB(A)	Sügavdepressioon Unetus	1,29 (1,03–1,62) 1,62 (1,10–2,59)		1,29 korda 1,62 korda	(Orban <i>et al.</i> 2016)
	L _{DEN} -i kohta	Südamehaigused	1,03 (0,88–1,20)		1,03 korda	(de Kluizenaar <i>et al.</i> 2013)
	5 dB(A) ↑	Hüpertensioon	1,10 (1,01–1,19)		1,1 korda	(Bluhm and Eriksson 2011)
	5 dB(A) ↑ L _(eq) < 65 dB(A)	Südame löögisageduse muutlikkus		4,89 (3,48–6,3)	4,89 korda	(Kraus <i>et al.</i> 2013)
	45–64 dB(A)	Südamehaigused		1,45 (1,04–2,02)	1,45 korda	(Bodin <i>et al.</i> 2009)
	L _{DEN} -i kohta	Kognitiivsete võimete vähenemine		1,46 (1,11–1,92)	1,46 korda	(Tzivian <i>et al.</i> 2016)
	≥ 10,000 liiklusvahendit päevas	Südamehaigused		1,58 (1,01–2,47)	1,58 korda	(M. Pindus, Orru, and Modig 2015)
	≥ 500 liiklusvahendit päevas	Hüpertensioon		1,61 (1,08–2,39)	1,61 korda	
		Südamehaigused		1,52 (1,04–2,24)	1,52 korda	
		Hüpertensioon		1,49 (1,02–2,17)	1,49 korda	

6 Vibratsioon

6.1 Vibratsiooni keskkonnamõju kirjeldus

Vibratsiooniga seotud tervisekaebused on enamasti seotud üldvibratsiooni ja kohtvibratsiooniga, mis on seotud enamasti lokaalse ja ei ole seotud keskkonnas leviva vibratsiooniga. Vibratsioonitõbi on haigus, mida põhjustab mitmesuguste seadmete või töövahendite poolt tekitatava vibratsiooni mõju inimorganismile. Olulised on seejuures vibratsiooni parameetrid (võnkesagedus, -ulatus, -kiirus) ja vibratsiooni kestus tööpäeva jooksul. Arvestada tuleb asjaolu, milline on kontakt vibratsiooniallikaga – üldine või kohalik.

Üldvibratsioon tekib seadmete aluste, platvormide (näiteks ehitusdetailide, valuvormide jne valmistamisel) võnkumisel. Samuti kandub üldvibratsioon masinate (traktor, kombain, buldooser, ekskavaator, vanatüübilised veoautod jne) töötamisel kabiini põrandale, istmele ning avaldab kahjulikku toimet kogu organismile. **Kohtvibratsioon** toimib töövahendi (näiteks puur, mootorsaag, trellpuur jne) kaudu kätele, põhjustades peamiselt väikeste veresoonte ja närvide kahjustusi. Traktor ja traktorist võivad vibreerida erinevates suundades.

Kohtvibratsioon põhjustab „suremistunnet“ kätes, eriti öösel, valusid ülajäsemetes, käed kardavad külma, sõrmeotsad lähevad külmas valgeks, labakäed on niisked, jahedad. Esinevad veresoonte toonuse ja läbilaskvuse häired. Vibratsioonitõbi tuleb ilmsiks juba 5-aastase töötamise järel üldvibratsiooni tingimustes. Üldvibratsiooni puhul kaasnevad kesknärvisüsteemi talitluse häired (kiire väsimine, peavalu jm), kahjustub kuulmisnärv. Vibratsiooni juhib luukude. Seetõttu kandub vibratsioon edasi nendesse organismi piirkondadesse, mis ei ole otse tööriistaga seotud, nagu siseelundid, lülisammas.

Tabel 8. Liiklusest pärineva pideva vibratsiooni mõju tajumine (allikas: Jones and Stokes 2004)³

PPV (in/sec)	mm/s ²	Mõju
0,4–0,6	10,16–15,24	Ebameeldiv
0,2	5,08	Häiriv
0,1	2,54	Hakkab häirima
0,08	2,03	Selgelt tajutav
0,006–0,019	0,15–0,48	Tajumise lävi

Tabel 9. Lühiajalise vibratsiooni mõju tajumine

PPV (in/sec)	mm/s	Mõju
2,0	50,80	Tõsine
0,9	22,86	Tugevalt tajutav
0,24	6,1	Selgelt tajutav
0,035	0,89	Vaevu tajutav

Maapinna vibratsiooni korral on tundlikumatel inimestel tajutavaks tasemeks 0,15–0,2 mm/s. Inimesed puutuvad kokku pidevalt üle 12,5 mm/s (piirväärtus) vibratsiooniga, nt transport.

³ PPV *peak particle velocity* – osakese suurim hetkkiirus valitud ajavahemikus

6.2 Vibratsiooniga seotud teaduskirjandus

Teaduskirjanduses on leitud seoseid vibratsiooni ja ebameeldivustunde (*annoyance*) vahel. Kui vibratsioon on 0,1 mms/s, siis tekitab see ebameeldivust inimeste seas 5 korda enam. Kui vibratsioon tõuseb kuni 0,5 mm/s, siis on 80 korda enam inimestest sellest häiritud (Ndrepepa and Twardella 2011).

Laborikatsetes, kus inimesed pannakse mürakeskkonda, on leitud, et võrreldes madalama müratasemega, on kõrgema müratasemega seotud kiirenenud südamerütm ja sagenenud öine ärkamine. Pikema aja jooksul sellises keskkonnas elamine võib mõjutada südame-veresoonkonna normaalset toimimist (Croy, Smith, and Waye 2013).

6.3 Vibratsiooni keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus

Vibratsioonist tingitud haigused võivad olla mõjutegurite löikes erinevad, kuid levinumad on südame-veresoonkonna haigused (sh insult, südame isheemiatõbi), hingamisteede haigused (kopsuvähk, KOK – krooniline obstruktiivne kopsuhaigus), muud vähkkasvajad. Järgmises tabelis on toodud kirjanduse põhjal koostatud ülevaade, kus on hinnatud suremuse ja haigestumuse riske lähtuvalt õhusaaste elemendi kontsentratsiooni tõusu suurusest (Tabel 10).

Tabel 10. Tervisemõju kvantifitseerimisel kasutatavad riskihinnangud

Element	Surve intensiivsus	Tervisetulem	RR	Suremuse/haigestumuse riski suurenemine	Allikas
Vibratsioon	125 Hz	Unehäired	F(3,7)=6,1)	3,7 korda	(Smith <i>et al.</i> 2013)
	3 bpm rongi kohta	Südamehaigused	F 22,1 = 7,6; (p=0,033)	7,6 korda	(Croy, Smith, and Waye 2013)

7 Veekogude paisutamine ja tõkestamine

Veekogude paisutamise ja tõkestamise mõju tervisele praktiliselt uuritud ei ole. Välja on vaid toodud see, et akvatooriumi puhastamise ja süvendamisega kaasnev heljumisisalduse ja setetesse akumuleerinud toitainete ja ohtlike ainete (ajutine) sisalduse suurenemine vees (Virginia, Resources, and Council 2011). Toitainete suurenemise korral võivad vohama hakata ka vetikad, mis on ebameeldivad inimesele ja võivad kokkupuutel põhjustada nahaärritusi, allaneelamisel mürgistust (Tchounwou *et al.* 2012; Leung and Braverman 2014).

Kuna uuringud veekogude paisutamise ja tõkestamise mõju kohta tervisele teostatud ei ole, siis ei ole võimalik välja tuua ka selle arvutamiseks vajalike parameetrite loetelu.

Kirjandusest on välja tulnud, et vee paisutamine ja tõkestamine tekitab inimesele eelkõige nahaärritusi veega kokkupuutel, kuid ei ole teada, kui palju see tervist mõjutada võib (Tetteh, Frempong and Awuah 2004; Church *et al.* 2015; Petes, Brown and Knight 2012).

8 Saasteainete heide vette ja mulda

8.1 Pinna- ja põhjavee ning mulla saastumise keskkonnamõju

Saasteainete heide korral vette ja pinnasesse jõuab kahjulik toime elusorganismi vee ja toidu kaudu. Vee saasteainete puhul räägitakse lämmastiku- ja nitraadireostusest põhja- ning pinnavees ja ohtlike ainete heidest veekeskonda (allikaks heitvesi, põllumajandusmürgid, jääkreostus jt).

Teadusuuringutes on välja toodud vähi haigestumise ning mulla- ja veesaaste seoseid. Neil inimestel, kes elavad keemiatööstuste lähedal, on suurem risk haigestuda rinnavähki (OR 1,87; 95 korda CI 0,12–30,06) ja maovähki (OR 1,87; 95 korda CI 0,26–13,41) (Li *et al.* 2011).

8.2 Vee ja mulla saasteainete keskkonnamõju kvantifitseerimise tulemus

Mulla- ja vee saaste mõju tervisele on kirjeldatud üldise tervisemõju kaudu, haigestumise kaudu (vähk, polüsklerosis (*Multiple sclerosis*), hingemisteede haigused) (Tabel 11). Hinnatud on ka veesaastega seotud DALYsid populatsioonipõhiselt.

Tabel 11. Tervisemõju kvantifitseerimisel kasutatavad riskihinnangud

Element	Kontsent- ratsioon	Tervisetulem	RR	Suremuse/ haigestumuse riski suurenemine	Allikas
Heide mulda	Foon	<i>Sclerosis multiplex</i>	0,385 (SD) (P < 0,0001)	0,38 korda	(Etemadifar <i>et al.</i> 2016)
NO ₃ vees	25 mg/L NO ₃	Vähk	1,70 (1,13– 2,57; p = 0,011)	1,7 korda	(Nawrot <i>et al.</i> 2006)
Kaadmium pinnases	0,8–17,0 mg/kg	Kopsuvähk	1,70 (1,13– 2,57)	1,7 korda	(Nawrot <i>et al.</i> 2006)

9 Veekasutus

Kuna uuringuid veekasutuse mõju kohta tervisele teostatud ei ole, siis ei ole võimalik välja tuua ka selle arvutamiseks vajalike parameetrite loetelu.

10 Maa hõivamine ja mulla katmine

Kuna uuringuid maa hõivamise ja mulla katmise mõju kohta tervisele teostatud ei ole, siis ei ole võimalik välja tuua ka selle arvutamiseks vajalike parameetrite loetelu.

KOKKUVÕTE

Saasteainete tervise mõju hindamist peetakse järjest enam oluliseks ja viimastel aastatel on neid ka palju läbi viidud. Samas peab saaste tervise mõju uuringute läbiviimisel arvestama paljude erinevate aspektide ja eeldustega. Kuigi saasteallikat on kindlaks teha suhteliselt lihtne ja samuti sellest lähtuvat saastet ajas ning ruumis mõõta, siis inimeste tervise mõju hindamisel peab arvestama ka inimeste liikumisega. Lühiajalise mõju mõõtmisel on see lihtsam, kuid pikema aja mõju hindamisel peab arvestama, et lisaks saastele võis inimese tervist eluaja jooksul mõjutada ka palju muid aspekte. Selle väljaselgitamiseks tehakse tavaliselt **kliinilisi uuringuid**, kus analüüsitakse pikema aja jooksul inimese haiguslugu ja tema üldist tervisekäitumist.

Teiseks levinud uuringumeetodiks on **elanikkonna epidemioloogiline uuring saastepiirkonnas**. Selleks kasutatakse tavaliselt lisaks ekspositsiooni mõõtmistulemustele ka piirkonna inimeste registripõhiseid terviseandmeid. Need ei anna küll nii täpseid tulemusi kui inimesespetsiifilised kliinilised andmed, kuid üldistusi piirkonna inimeste tervises seisundi kohta on võimalik teha.

Kõige enam on uuringuid läbi viidud õhusaastatuse kohta ja selle mõju kohta tervisele. Kuna õhus leidub ka palju erinevaid ühendeid, mis tervist mõjutavad, ning õhuga kokkupuutuvate inimeste hulk on ka tunduvalt suurem kui nt vibratsiooni puhul, siis on see ka ootuspärane. Õhusaastatuse mõju inimesele sõltub mitmetest asjaoludest. Näiteks see, kui inimene suitsetab või tal on muid kroonilisi haigusi, muudavad nad õhusaastatuse suhtes palju vastuvõtlikumaks. Samuti on vastuvõtlikumad lapsed ja eakad. Kõige sagedamini seostatakse õhusaastatust südame- ja veresoonekonna haigustega, hingamiseldite haigustega ja erinevate vähkkasvajatega. Konkreetsem tervisetulem sõltub saasteaine kontsentratsioonist ja ajast, kui pikalt inimene sellega kokku puutub.

Erinevaid uuringuid on tehtud ka müra ja vibratsiooni kohta. Eelkõige on uuritud transpordist tulenevat müra ja vibratsiooni ning selle mõju tervisele. Pideva müra ja vibratsiooni keskkonnas viibimise tagajärjel haigestutakse kõige sagedamini südame- ja veresoonekonna haigustesse (südame rütmihäired, kõrge vererõhk, isheemia jne) ning kannatab inimeste vaimne tervis. Väga sageli seotakse müra ja vibratsiooni kõrge stressi tasemega, millest siis hiljem tekivad tihti ka muud terviseprobleemid.

Kasutatud kirjandus

- Aaben, Laura, Kadi Kallavus, and Ülla-Karin Nurm. 2017. „Rahvastiku Tervise Arengukava 2009–2020 Vahehindamine Välisõhu Kvaliteedi Valdkonna Aruanne.“ Tallinn: Poliitikauuringute Keskus Praxis. http://www.praxis.ee/wp-content/uploads/2016/05/RTA-valisohk-raport_Praxis-2017.pdf.
- Aatamila, Marjaleena, Pia K. Verkasalo, Maarit J. Korhonen, Anna Liisa Suominen, Maija-Riitta Hirvonen, Marja K. Viluksela, and Aino Nevalainen. 2011. “Odour Annoyance and Physical Symptoms among Residents Living near Waste Treatment Centres.” *Environmental Research* 111 (1): 164–70. doi:10.1016/j.envres.2010.11.008.
- Alberta Health. 2012. “Environmental Public Health Indoor Air Quality Manual A Guide for Environmental Public Health Professionals.” <http://www.health.alberta.ca/documents/Indoor-Air-Quality-Manual-2012.pdf>.
- ATSDR. 2007. “ToxGuide™ for Lead P.” In . U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-13.pdf>.
- . 2009. “Sulfur Dioxide (SO₂) CAS 7446-09-5; UN 1079.” In . <https://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg116.pdf>.
- . 2010. “Hydrogen Sulfide (H₂S) CAS 7783-060-4; UN 1053.” In . <https://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg114.pdf>.
- . 2012. “Toxicological Profile: Carbon Monoxide.” <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=1145&tid=253>.
- . 2014. “Medical Management Guidelines (MMGs): Nitrogen Oxides.” <https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=394&tid=69>.
- Bateson, Thomas F., Brent A. Coull, Bryan Hubbell, Kazuhiko Ito, Michael Jerrett, Thomas Lumley, Duncan Thomas, Sverre Vedal, and Mary Ross. 2007. “Panel Discussion Review: Session Three--Issues Involved in Interpretation of Epidemiologic Analyses--Statistical Modeling.” *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* 17 Suppl 2 (December): S90-96. doi:10.1038/sj.jes.7500631.
- Beelen, Rob, Gerard Hoek, Ole Raaschou-Nielsen, Massimo Stafoggia, Zorana Jovanovic Andersen, Gudrun Weinmayr, Barbara Hoffmann, et al. 2015. “Natural-Cause Mortality and Long-Term Exposure to Particle Components: An Analysis of 19 European Cohorts within the Multi-Center ESCAPE Project.” *Environmental Health Perspectives* 123 (6): 525–33. doi:10.1289/ehp.1408095.
- Beelen, Rob, Massimo Stafoggia, Ole Raaschou-Nielsen, Zorana Jovanovic Andersen, Wei W. Xun, Klea Katsouyanni, Konstantina Dimakopoulou, et al. 2014. “Long-Term Exposure to Air Pollution and Cardiovascular Mortality: An Analysis of 22 European Cohorts.” *Epidemiology (Cambridge, Mass.)* 25 (3): 368–78. doi:10.1097/EDE.000000000000076.
- Bell, Michelle L., Francesca Dominici, and Jonathan M. Samet. 2005. “A Meta-Analysis of Time-Series Studies of Ozone and Mortality With Comparison to the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study.” *Epidemiology (Cambridge, Mass.)* 16 (4): 436–445.
- Billionnet, Cécile, Duane Sherrill, Isabella Annesi-Maesano, and GERIE study. 2012. “Estimating the Health Effects of Exposure to Multi-Pollutant Mixture.” *Annals of Epidemiology* 22 (2): 126–141. doi:10.1016/j.annepidem.2011.11.004.
- Bluhm, Gösta, and Charlotta Eriksson. 2011. “Cardiovascular Effects of Environmental Noise: Research in Sweden.” *Noise & Health* 13 (52): 212–216. doi:10.4103/1463-1741.80152.
- Bodin, Theo, Maria Albin, Jonas Ardö, Emilie Stroh, Per-Olof Ostergren, and Jonas Björk. 2009. “Road Traffic Noise and Hypertension: Results from a Cross-Sectional Public Health Survey in Southern Sweden.” *Environmental Health: A Global Access Science Source* 8 (September): 38. doi:10.1186/1476-069X-8-38.
- Boldo, Elena, Sylvia Medina, Alain LeTertre, Fintan Hurley, Hans-Guido Mücke, Ferrán Ballester, Inmaculada Aguilera, Daniel Eilstein, and Aphis Group. 2006. “Aphis: Health Impact Assessment of Long-Term

- Exposure to PM(2.5) in 23 European Cities." *European Journal of Epidemiology* 21 (6): 449–458. doi:10.1007/s10654-006-9014-0.
- Brinkman, Gregory L., Jana B. Milford, James J. Schauer, Martin M. Shafer, and Michael P. Hannigan. 2009. "Source Identification of Personal Exposure to Fine Particulate Matter Using Organic Tracers." *Atmospheric Environment* 43 (12): 1972–81. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.01.023.
- Brook, Robert D., Sanjay Rajagopalan, C. Arden Pope, Jeffrey R. Brook, Aruni Bhatnagar, Ana V. Diez-Roux, Fernando Holguin, et al. 2010. "Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement from the American Heart Association." *Circulation* 121 (21): 2331–2378. doi:10.1161/CIR.Ob013e3181d8e1.
- Brunekreef, B., and B. Forsberg. 2005. "Epidemiological Evidence of Effects of Coarse Airborne Particles on Health." *The European Respiratory Journal* 26 (2): 309–318. doi:10.1183/09031936.05.00001805.
- Church, Jerilyn, Chinyere O. Ekechi, Aila Hoss, and Anika Jade Larson. 2015. "Tribal Water Rights: Exploring Dam Construction in Indian Country." *The Journal of Law, Medicine & Ethics: A Journal of the American Society of Law, Medicine & Ethics* 43 (0 1): 60–63. doi:10.1111/jlme.12218.
- COMM. 2005. "The Communication on Thematic Strategy on Air Pollution and The Directive on 'Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe.'" COMMISSION STAFF WORKING PAPER. http://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/pdf/ia_report_en050921_final.pdf.
- Croy, Ilona, Michael G. Smith, and Kerstin Persson Waye. 2013. "Effects of Train Noise and Vibration on Human Heart Rate during Sleep: An Experimental Study." *BMJ Open* 3 (5). doi:10.1136/bmjopen-2013-002655.
- Dai, Lingzhen, Antonella Zanobetti, Petros Koutrakis, and Joel D. Schwartz. 2014. "Associations of Fine Particulate Matter Species with Mortality in the United States: A Multicity Time-Series Analysis." *Environmental Health Perspectives* 122 (8): 837–842. doi:10.1289/ehp.1307568.
- Dehbi, Hakim-Moulay, Marta Blangiardo, John Gulliver, Daniela Fecht, Kees de Hoogh, Zaina Al-Kanaani, Therese Tillin, Rebecca Hardy, Nish Chaturvedi, and Anna L. Hansell. 2016. "Air Pollution and Cardiovascular Mortality with over 25years Follow-up: A Combined Analysis of Two British Cohorts." *Environment International*, December. doi:10.1016/j.envint.2016.12.004.
- DHS. 2012. "Methane." Wisconsin Department of Health Services. <https://www.dhs.wisconsin.gov/chemical/methane.htm>.
- . 2013. "Pulp and Paper Industry Odors." Wisconsin Department of Health Services. July 29. <https://www.dhs.wisconsin.gov/air/pulpodors.htm>.
- . 2017. "Carbon Dioxide." Wisconsin Department of Health Services. <https://www.dhs.wisconsin.gov/chemical/carbondioxide.htm>.
- Dimakopoulou, Konstantina, Evangelia Samoli, Rob Beelen, Massimo Stafoggia, Zorana Jovanovic Andersen, Barbara Hoffmann, Paul Fischer, et al. 2014. "Air Pollution and Nonmalignant Respiratory Mortality in 16 Cohorts within the ESCAPE Project." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 189 (6): 684–696. doi:10.1164/rccm.201310-1777OC.
- Ecosystem Valuation. 2013. "Benefit Transfer Method." http://www.ecosystemvaluation.org/benefit_transfer.htm.
- Etemadifar, M., B. Mehrabi, R. Kiani-Peykani, S.-H. Abtahi, K. Nekouie-Isfahani, S. V. Ramagopalan, and M. Fereidan-Esfahani. 2016. "Soil Heavy Metals Are Associated with the Distribution of Multiple Sclerosis in Isfahan, Iran." *Acta Neurologica Scandinavica* 134 (4): 292–299. doi:10.1111/ane.12543.
- Euroopa vähitõrje reeglistik. 2016. „Euroopa Vähitõrjekoodeks – PÜSIVAD ORGAANILISED SAASTEAINED (POP-Ühendid).“ <http://cancer-code-europe.iarc.fr/index.php/et/12-viisi/saasteained/501-saasteained-tekstikast/2527-tekstikast-6-puesivad-orgaanilised-saasteained-pop-uehendid>.
- Ezzati, Majid, Stephen Vander Hoorn, Alan D. Lopez, Goodarz Danaei, Anthony Rodgers, Colin D. Mathers, and Christopher J. L. Murray. 2006. "Comparative Quantification of Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Risk Factors." In *Global Burden of Disease and Risk Factors*, edited by Alan D. Lopez, Colin D. Mathers, Majid Ezzati, Dean T. Jamison, and Christopher JL Murray. Washington (DC): World Bank. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11813/>.

- Forastiere, F. 2004. "Fine Particles and Lung Cancer." *Occupational and Environmental Medicine* 61 (10): 797–798. doi:10.1136/oem.2004.014290.
- Franklin, Meredith, Ariana Zeka, and Joel Schwartz. 2007. "Association between PM2.5 and All-Cause and Specific-Cause Mortality in 27 US Communities." *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* 17 (3): 279–287. doi:10.1038/sj.jes.7500530.
- Friesen, Melissa C., Paul A. Demers, John J. Spinelli, Ellen A. Eisen, Maria F. Lorenzi, and Nhu D. Le. 2010. "Chronic and Acute Effects of Coal Tar Pitch Exposure and Cardiopulmonary Mortality among Aluminum Smelter Workers." *American Journal of Epidemiology* 172 (7): 790–799. doi:10.1093/aje/kwq208.
- Gibson, G. John, Robert Loddenkemper, Bo Lundbäck, and Yves Sibille. 2013. "Respiratory Health and Disease in Europe: The New European Lung White Book." *European Respiratory Journal* 42 (3): 559–563. doi:10.1183/09031936.00105513.
- Government of Canada, Health Canada. 2014. "Proposed Residential Indoor Air Quality Guideline: Nitrogen Dioxide." Guideline. December 19. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/no2/index-eng.php#c3>.
- Hammer, Monica S., Tracy K. Swinburn, and Richard L. Neitzel. 2014. "Environmental Noise Pollution in the United States: Developing an Effective Public Health Response." *Environmental Health Perspectives* 122 (2): 115–119. doi:10.1289/ehp.1307272.
- Hart, Jaime E., Eric Garshick, Douglas W. Dockery, Thomas J. Smith, Louise Ryan, and Francine Laden. 2011. "Long-Term Ambient Multipollutant Exposures and Mortality." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 183 (1): 73–78. doi:10.1164/rccm.200912-1903OC.
- Hoek, Gerard, Ranjini M Krishnan, Rob Beelen, Annette Peters, Bart Ostro, Bert Brunekreef, and Joel D Kaufman. 2013. "Long-Term Air Pollution Exposure and Cardio-Respiratory Mortality: A Review." *Environmental Health* 12 (May): 43. doi:10.1186/1476-069X-12-43.
- Hooiveld, Mariette, Christel van Dijk, Femke van der Sman-de Beer, Lidwien A. M. Smit, Maartje Vogelaar, Inge M. Wouters, Dick J. Heederik, and C. Joris Yzermans. 2015. "Odour Annoyance in the Neighbourhood of Livestock Farming - Perceived Health and Health Care Seeking Behaviour." *Annals of Agricultural and Environmental Medicine: AAEM* 22 (1): 55–61. doi:10.5604/12321966.1141369.
- Idavain, Jane, Kaja Julge, Hans Orru, Tiina Rebane, and Mihkel Pindus. 2015. „Põlevkivi Sektori Tervisemõjude Uuring: Kooliõpilaste Hingamisteede Ja Allergiate Uuring.“ Tartu Ülikool, Terviseamet. http://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Keskkonnatervis/KIK_polevkiviprojekt/Lisa_5-Kooliõpilaste_hingamisteede_ja_allergiate_uuring.pdf.
- Johns, Douglas O., Lindsay Wichers Stanek, Katherine Walker, Souad Benromdhane, Bryan Hubbell, Mary Ross, Robert B. Devlin, Daniel L. Costa, and Daniel S. Greenbaum. 2012. "Practical Advancement of Multipollutant Scientific and Risk Assessment Approaches for Ambient Air Pollution." *Environmental Health Perspectives* 120 (9): 1238–42. doi:10.1289/ehp.1204939.
- Jones & Stokes. 2004. "Transportation- and Construction-Induced Vibration Guidance Manual." Prepared for California Department of Transportation, Noise, Vibration, and Hazardous Waste Management Office, Sacramento, CA.
- Kemikaalimaailm. 2016a. „Kemikaalimaailm: Elavhõbe.“ <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/elavhobe.html>.
- . 2016b. „Kemikaalimaailm: Lenduvad Orgaanilised Ühendid.“ <http://kemikaalimaailm.sm.ee/kemikaalid/lenduvad-orgaanilised-uhendid.html>.
- Kluzenaar, Yvonne de, Frank J. van Lenthe, Antoon J. H. Visschedijk, Peter Y. J. Zandveld, Henk M. E. Miedema, and Johan P. Mackenbach. 2013. "Road Traffic Noise, Air Pollution Components and Cardiovascular Events." *Noise & Health* 15 (67): 388–397. doi:10.4103/1463-1741.121230.
- Kraus, Ute, Alexandra Schneider, Susanne Breitner, Regina Hampel, Regina Ruckerl, Mike Pitz, Uta Geruschkat, Petra Belcredi, Katja Radon, and Annette Peters. 2013. "Individual Daytime Noise Exposure during Routine Activities and Heart Rate Variability in Adults: A Repeated Measures Study." *Environmental Health Perspectives* 121 (5): 607–612. doi:10.1289/ehp.1205606.

- Künzli, N., R. Kaiser, S. Medina, M. Studnicka, O. Chanel, P. Filliger, M. Herry, et al. 2000. "Public-Health Impact of Outdoor and Traffic-Related Air Pollution: A European Assessment." *Lancet* (London, England) 356 (9232): 795–801. doi:10.1016/S0140-6736(00)02653-2.
- Lai, T, K Vals, and R-A Kiivet. 2004. „Haiguskoormuse Tõttu Kaotatud Eluaastad Eestis: Seosed Riskifaktoritega Ja Riskide Vähendamise Kulutõhusus.“ *Uuring/analüüs*. <http://rahvatervis.ut.ee/handle/1/81>.
- Lee, Byeong-Jae, Bumseok Kim, and Kyuhong Lee. 2014. "Air Pollution Exposure and Cardiovascular Disease." *Toxicological Research* 30 (2): 71–75. doi:10.5487/TR.2014.30.2.071.
- Lepeule, Johanna, Francine Laden, Douglas Dockery, and Joel Schwartz. 2012. "Chronic Exposure to Fine Particles and Mortality: An Extended Follow-up of the Harvard Six Cities Study from 1974 to 2009." *Environmental Health Perspectives* 120 (7): 965–970. doi:10.1289/ehp.1104660.
- Leung, Angela M., and Lewis E. Braverman. 2014. "Consequences of Excess Iodine." *Nature Reviews. Endocrinology* 10 (3): 136–142. doi:10.1038/nrendo.2013.251.
- Li, Jing, Yonglong Lu, Yajuan Shi, Tiyu Wang, Guang Wang, Wei Luo, Wentao Jiao, Chunli Chen, and Feng Yan. 2011. "Environmental Pollution by Persistent Toxic Substances and Health Risk in an Industrial Area of China." *Journal of Environmental Sciences (China)* 23 (8): 1359–1367.
- Loosaar, J, Ü Kask, L Kask, T Parve, and S Link. 2008. „Hinnang Eramute Kütmisest Välisõhku Eralduvate Saasteainete Heitkoguste Kohta Eestis.“ Tallinna Tehnikaülikool. https://www.envir.ee/sites/default/files/tty-eramud_kkmaruanefinal2.pdf.
- Maasikmets, M, K Saare, T Arumäe, L Lehes, A Viidik, and A Ebber. 2013. „Linnade Välisõhu Kvaliteedi Komplekse Hindamise Analüüs.“ Tallinn: Eesti Keskkonna-uuringute Keskus OÜ.
- Maasikmets, M, E Teinmaa, and T Arumäe. 2012. "Emission Measurement of PM Size Distribution From Road Wear." In . Granada: European Aerosol Assembly.
- Nawrot, Tim, Michelle Plusquin, Janneke Hogervorst, Harry A. Roels, Hilde Celis, Lutgarde Thijs, Jaco Vangronsveld, Etienne Van Hecke, and Jan A. Staessen. 2006. "Environmental Exposure to Cadmium and Risk of Cancer: A Prospective Population-Based Study." *The Lancet. Oncology* 7 (2): 119–26. doi:10.1016/S1470-2045(06)70545-9.
- Ndrepepa, Ana, and Dorothee Twardella. 2011. "Relationship between Noise Annoyance from Road Traffic Noise and Cardiovascular Diseases: A Meta-Analysis." *Noise & Health* 13 (52): 251–259. doi:10.4103/1463-1741.80163.
- Núñez, Olivier, Pablo Fernández-Navarro, Iván Martín-Méndez, Alejandro Bel-Lan, Juan F. Locutura, and Gonzalo López-Abente. 2016. "Arsenic and Chromium Topsoil Levels and Cancer Mortality in Spain." *Environmental Science and Pollution Research International* 23 (17): 17664–17675. doi:10.1007/s11356-016-6806-y.
- Orban, Ester, Kelsey McDonald, Robynne Sutcliffe, Barbara Hoffmann, Kateryna B. Fuks, Nico Dragano, Anja Viehmann, et al. 2016. "Residential Road Traffic Noise and High Depressive Symptoms after Five Years of Follow-up: Results from the Heinz Nixdorf Recall Study." *Environmental Health Perspectives* 124 (5): 578–585. doi:10.1289/ehp.1409400.
- Orru, H, M Kaasik, D Antov, and B Forsberg. 2008. "Evolution of Traffic Flows and Traffic-Induced Air Pollution due to Structural Changes and Development during 1993-2006 in Tartu (Estonia)." *Teaduslik artikkel/kogumik*. [Http://www.bjrbe.vgtu.lt/Volumes/En/volume3/number4/05.php](http://www.bjrbe.vgtu.lt/Volumes/En/volume3/number4/05.php). <http://www.rahvatervis.ut.ee/handle/1/2168>.
- Orru, H, E Teinmaa, K Kesannurm, M Kaasik, T Tamm, and T Lai. 2011. „Välisõhu Kvaliteedi Mõju Inimeste Tervisele – Peentest Osakestest Tuleneva Mõju Hindamine Kogu Eesti Lõikes.“ *Uuring/analüüs*. <http://rahvatervis.ut.ee/handle/1/5081>.
- Orru, Hans. 2008. „Välisõhu Kvaliteedi Mõju Inimeste Tervisele Tartu, Kohtla-Järve, Narva Ja Pärnu Linnas.“ *Uuring/analüüs*. <http://www.rahvatervis.ut.ee/handle/1/732>.
- . 2014. „Valdkondlike Stsenaariumidega Eeldatavalt Kaasneva Õhusaaste Põhjustatud Tervisemõju Muutuste Hindamine Kasutades Saasteindikaatorina Ülipeente Osakeste Sisaldusi ENMAK 2030+

- Raames.“
https://energiatalgud.ee/img_auth.php/0/02/Orru%2C_H._ENMAK_2030._%C3%95husaaste_tervisem%C3%B5ju.pdf.
- . 2016. „Maapinnalähedase Osooni Õhusaaste Ekspositsiooni Analüüs Ja Tervisemõjude Hinnang.“ Uuring/analüüs. <http://rahvatervis.ut.ee/handle/1/6284>.
- Orru, Hans, Jane Idavain, Jelena Tomsova, Jüri Ruut, Leena Albreht, Kristina Aidla-Baulvald, and Knut Tamm. 2014. „Lühiülevaade Tervise- Ja Keskkonnaseisundist Ida-Virumaal, Eelnevatest Põlevkivisektoriga Seotud Tervise- Keskkonnauuringutest Ning Soovitud Täpsemate Terviseuuringute Teostamiseks.“ Tartu Ülikool, Terviseamet. <http://www.terviseamet.ee/info/projektid/polevkivisektori-tervisemajude-uuring.html>.
- Orru, Hans, Rain Jõgi, Marko Kaasik, and Bertil Forsberg. 2009. “Chronic Traffic-Induced PM Exposure and Self-Reported Respiratory and Cardiovascular Health in the RHINE Tartu Cohort.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 6 (11): 2740–2751. doi:10.3390/ijerph6112740.
- Orru, Hans, Rain Jõgi, Marek Maasikmets, Marko Kaasik, Ardi Loot, and Eve Kukk. 2011. “Effects of Chronic PM Exposure From Local Heating on Self-Reported Respiratory and Cardiovascular Health in the RHINE Tartu Cohort.” *Epidemiology, Volume 22 - Issue 1, pp S225-S226*.
- Orru, Hans, Mihkel Pindus, Reigo Hendrikson, Kati Orru, Tanel Tamm, and Jane Idavain. 2015. „Elanikkonna Riskide Tunnetamine, Enese-Raporteeritud Tervisekaebused Ning Seosed Keskkonna Saastatusega.“ Tartu Ülikool, Terviseamet. http://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Keskkonnatervis/KIK_polevkiviprojekt/Lisa_4-Elanikkonna_riskide_tunnetamine.pdf.
- Orru, Kati, and Hans Orru. 2015. „Keskkonnatervis: Arusaamine Riskidest Ja Motivatsioon Tervisemõjude Vähendamiseks.“ Keskkonnatervise Uuringute Keskus.
- OSHA. 2007. “Chemical Sampling Information | Carbon Dioxide | Occupational Safety and Health Administration.” https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_225400.html.
- . 2009. “Chemical Sampling Information | Nitric Oxide.” https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_256700.html.
- . 2011. “Chemical Sampling Information | Cadmium | Occupational Safety and Health Administration.” https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_223897.html.
- . 2012. “Chemical Sampling Information | Mercury (Vapor) (as Hg) | Occupational Safety and Health Administration.” https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_250510.html.
- . 2014. “Chemical Sampling Information | Carbon Black | Occupational Safety and Health Administration.” https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_225300.html.
- . 2016. “Chemical Sampling Information | Nitrogen Dioxide.” https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_257400.html.
- . 2017. “Safety and Health Topics | Hydrogen Sulfide - Hazards | Occupational Safety and Health Administration.” <https://www.osha.gov/SLTC/hydrogensulfide/hazards.html>.
- Paju, Maris, Tarvo Arumäe, and Marek Maasikmets. 2015. „Müra Ja Õhusaaste Ekspositsiooni-Tasemed Asulaväliste Maanteede Sanitaarkaitse Vööndis Ja Testaladel.“ Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. http://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Keskkonnatervis/ktuk/Maanteede_uuring.pdf.
- Palacios, Natalia, Kathryn Fitzgerald, Andrea L. Roberts, Jaime E. Hart, Marc G. Weisskopf, Michael A. Schwarzschild, Alberto Ascherio, and Francine Laden. 2014. “A Prospective Analysis of Airborne Metal Exposures and Risk of Parkinson Disease in the Nurses’ Health Study Cohort.” *Environmental Health Perspectives* 122 (9): 933–938. doi:10.1289/ehp.1307218.
- Peng, Roger D., and Michelle L. Bell. 2010. “Spatial Misalignment in Time Series Studies of Air Pollution and Health Data.” *Biostatistics (Oxford, England)* 11 (4): 720–740. doi:10.1093/biostatistics/kxq017.

- Petes, Laura E, Alicia J Brown, and Carley R Knight. 2012. "Impacts of Upstream Drought and Water Withdrawals on the Health and Survival of Downstream Estuarine Oyster Populations." *Ecology and Evolution* 2 (7): 1712–1724. doi:10.1002/ece3.291.
- Pindus, M., and H Orru. 2013. "Proximity of Busy Road Increases the Prevalence of Heart Disease – Results from RHINE Tartu Cohort. Abstracts of the 2013." In . Research Triangle Park, NC: Environmental Health Perspectives.
- Pindus, M., H. Orru, and L. Modig. 2015. "Close Proximity to Busy Roads Increases the Prevalence and Onset of Cardiac Disease--Results from RHINE Tartu." *Public Health* 129 (10): 1398–1405. doi:10.1016/j.puhe.2015.07.029.
- Pindus, Mihkel, Hans Orru, Marek Maasikmets, Marko Kaasik, and Rain Jõgi. 2016. "Association Between Health Symptoms and Particulate Matter from Traffic and Residential Heating – Results from RHINE III in Tartu." *The Open Respiratory Medicine Journal* 10: 58–69. doi:10.2174/1874306401610010058.
- Põder, Tõnis. 2015. „Keskkonnariski hindamsie hindamiskäik ja ühildamine keskkonnamõju hindamisega.“ Keskkonnaministeerium. https://www.envir.ee/sites/default/files/krh_kasiraamat_loplik.pdf.
- Pope, C. Arden, and Douglas W. Dockery. 2006. "Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines That Connect." *Journal of the Air & Waste Management Association* (1995) 56 (6): 709–42.
- Puett, Robin C., Jeff D. Yanosky, Jaime Elizabeth Hart, Christopher Joseph Paciorek, Joel David Schwartz, Helen H. Suh MacIntosh, Frank Erwin Speizer, and Francine Laden. 2009. "Chronic Fine and Coarse Particulate Exposure, Mortality, and Coronary Heart Disease in the Nurses' Health Study." <https://dash.harvard.edu/handle/1/4889581>.
- Raaschou-Nielsen, Ole, Zorana J. Andersen, Rob Beelen, Evangelia Samoli, Massimo Stafoggia, Gudrun Weinmayr, Barbara Hoffmann, et al. 2013. "Air Pollution and Lung Cancer Incidence in 17 European Cohorts: Prospective Analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE)." *The Lancet. Oncology* 14 (9): 813–822. doi:10.1016/S1470-2045(13)70279-1.
- RCP. 2016. "Every Breath We Take: The Lifelong Impact of Air Pollution." RCP London. February 23. <https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/every-breath-we-take-lifelong-impact-air-pollution>.
- Samoli, Evangelia, Massimo Stafoggia, Sophia Rodopoulou, Bart Ostro, Christophe Declercq, Ester Alessandrini, Julio Diaz, et al. 2013. "Associations between Fine and Coarse Particles and Mortality in Mediterranean Cities: Results from the MED-PARTICLES Project." *Environmental Health Perspectives* 121 (8): 932–938. doi:10.1289/ehp.1206124.
- Samoli, Evangelia, Giota Touloumi, Joel Schwartz, Hugh Ross Anderson, Christian Schindler, Bertil Forsberg, Maria Angela Vigotti, et al. 2007. "Short-Term Effects of Carbon Monoxide on Mortality: An Analysis within the APHEA Project." *Environmental Health Perspectives* 115 (11): 1578–1583. doi:10.1289/ehp.10375.
- Scheers, Hans, Lotte Jacobs, Lidia Casas, Benoit Nemery, and Tim S. Nawrot. 2015. "Long-Term Exposure to Particulate Matter Air Pollution Is a Risk Factor for Stroke: Meta-Analytical Evidence." *Stroke* 46 (11): 3058–66. doi:10.1161/STROKEAHA.115.009913.
- Schulze, Anja, Horst Römmelt, Vera Ehrenstein, Rob van Strien, Georg Praml, Helmut Küchenhoff, Dennis Nowak, and Katja Radon. 2011. "Effects on Pulmonary Health of Neighboring Residents of Concentrated Animal Feeding Operations: Exposure Assessed Using Optimized Estimation Technique." *Archives of Environmental & Occupational Health* 66 (3): 146–154. doi:10.1080/19338244.2010.539635.
- Shah, Anoop SV, Jeremy P Langrish, Harish Nair, David A McAllister, Amanda L Hunter, Ken Donaldson, David E Newby, and Nicholas L Mills. 2013. "Global Association of Air Pollution and Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Lancet* 382 (9897): 1039–1048. doi:10.1016/S0140-6736(13)60898-3.
- SINPHONIE. 2016. „SINPHONIE :: Terviseamet.“ <http://www.terviseamet.ee/info/projektid/sinphonie.html>.
- Smith, Michael G., Ilona Croy, Mikael Ögren, and Kerstin Persson Waye. 2013. "On the Influence of Freight Trains on Humans: A Laboratory Investigation of the Impact of Nocturnal Low Frequency Vibration and Noise on Sleep and Heart Rate." *PLoS ONE* 8 (2). doi:10.1371/journal.pone.0055829.

- Song, Xuping, Yu Liu, Yuling Hu, Xiaoyan Zhao, Jinhui Tian, Guowu Ding, and Shigong Wang. 2016. "Short-Term Exposure to Air Pollution and Cardiac Arrhythmia: A Meta-Analysis and Systematic Review." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13 (7). doi:10.3390/ijerph13070642.
- Suh, Helen H., Antonella Zanobetti, Joel Schwartz, and Brent A. Coull. 2011. "Chemical Properties of Air Pollutants and Cause-Specific Hospital Admissions among the Elderly in Atlanta, Georgia." *Environmental Health Perspectives* 119 (10): 1421–1428. doi:10.1289/ehp.1002646.
- Tagliabue, Giovanna, Alessandro Borgini, Andrea Tittarelli, Aaron van Donkelaar, Randall V Martin, Martina Bertoldi, Sabrina Fabiano, et al. 2016. "Atmospheric Fine Particulate Matter and Breast Cancer Mortality: A Population-Based Cohort Study." *BMJ Open* 6 (11). doi:10.1136/bmjopen-2016-012580.
- Tainio, Marko. 2015. "Burden of Disease Caused by Local Transport in Warsaw, Poland." *Journal of Transport & Health* 2 (3): 423–433. doi:10.1016/j.jth.2015.06.005.
- Tappani, Jauhiainen, Heikki Vuorinen, and Marja Heinonen-Guzejev. 2010. „Keskonnämüra Mõjud.“ MTÜ Ökokratt. http://www.okokratt.ee/myra2010/esitlused/Myra_moju_tervisele.pdf.
- Tchounwou, Paul B, Clement G Yedjou, Anita K Patlolla, and Dwayne J Sutton. 2012. "Heavy Metals Toxicity and the Environment." *EXS* 101: 133–64. doi:10.1007/978-3-7643-8340-4_6.
- Tetteh, Isaac K., Emmanuel Frempong, and Esi Awuah. 2004. "An Analysis of the Environmental Health Impact of the Barekese Dam in Kumasi, Ghana." *Journal of Environmental Management* 72 (3): 189–194. doi:10.1016/j.jenvman.2004.04.012.
- Törnqvist, Håkan, Nicholas L. Mills, Manuel Gonzalez, Mark R. Miller, Simon D. Robinson, Ian L. Megson, William Macnee, et al. 2007. "Persistent Endothelial Dysfunction in Humans after Diesel Exhaust Inhalation." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 176 (4): 395–400. doi:10.1164/rccm.200606-872OC.
- Tuulik, Kaili, Hedi Hazia, Gültşara Karajeva, Katri Saare, Mihkel Palu, Keio Vanumäe, Tarvo Arumäe, and Marek Maasikmets. 2015. „Soojustatud Ja Soojustamata Koolimajade Siseõhu Kvaliteedi Uuring Tallinnas.“ Keskkonnatervise Uuringute Keskus. http://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Keskkonnatervis/ktuk/Soojustatud_ja_soojustamata_koolimajade_siseohu_kvaliteedi_uuring_Tallinnas.pdf.
- Tzivian, Lilian, Martha Dlugaj, Angela Winkler, Gudrun Weinmayr, Frauke Hennig, Kateryna B. Fuks, Mohammad Vossoughi, et al. 2016. "Long-Term Air Pollution and Traffic Noise Exposures and Mild Cognitive Impairment in Older Adults: A Cross-Sectional Analysis of the Heinz Nixdorf Recall Study." *Environmental Health Perspectives* 124 (9): 1361–1368. doi:10.1289/ehp.1509824.
- Virginia, Committee on Uranium Mining in, Committee on Earth Resources, and National Research Council. 2011. *Potential Environmental Effects of Uranium Mining, Processing, and Reclamation*. National Academies Press (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK201052/>.
- WHO. 2002. "Reducing Risks, Promoting Healthy Life." WHO. <http://www.who.int/whr/2002/en/>.
- . 2005. "Health Impacts of Particulate Matter – WHO Assessment." <http://studylib.net/doc/5893478/health-impacts-of-particulate-matter-%E2%80%93-who-assessment>.
- . 2011. "Burden of Disease from Environmental Noise Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe." http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf.
- . 2016. "WHO | Global Plan of Action for Children's Health and the Environment." WHO. <http://www.who.int/ceh/en/>.
- . 2017. "Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution – REVIHAAP Project: Final Technical Report." March 18. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>.
- Xiao, Jun, Xiaodong Li, and Zhihui Zhang. 2016. "DALY-Based Health Risk Assessment of Construction Noise in Beijing, China." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13 (11). doi:10.3390/ijerph13111045.

- Yang, Wan-Shui, Hao Zhao, Xin Wang, Qin Deng, Wen-Yan Fan, and Ling Wang. 2016. "An Evidence-Based Assessment for the Association between Long-Term Exposure to Outdoor Air Pollution and the Risk of Lung Cancer." *European Journal of Cancer Prevention: The Official Journal of the European Cancer Prevention Organisation (ECP)* 25 (3): 163–172. doi:10.1097/CEJ.000000000000158.
- Zanobetti, Antonella, and Joel Schwartz. 2007. "Particulate Air Pollution, Progression, and Survival after Myocardial Infarction." *Environmental Health Perspectives* 115 (5): 769–775. doi:10.1289/ehp.9201.
- . 2009. "The Effect of Fine and Coarse Particulate Air Pollution on Mortality: A National Analysis." *Environmental Health Perspectives* 117 (6): 898–903. doi:10.1289/ehp.0800108.