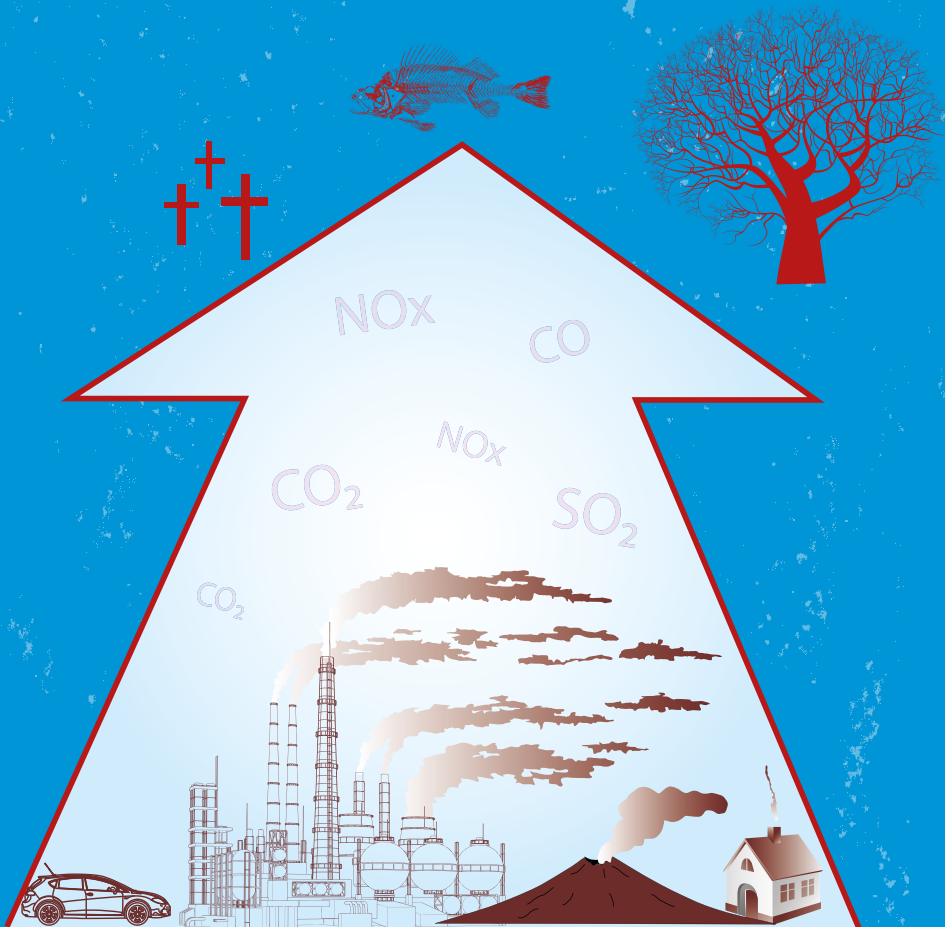


# ÕHUSAASTE

## käsiraamat



# sisukord

## Õhusaaste käsiraamat:

Autorid .....	5
---------------	---

### PEATÜKK 1

<b>1. Atmosfääri koostis, ehitus ja olulisus .....</b>	<b>9</b>
1.1. Atmosfääri koostis, vertikaalne ehitus ja segunemine .....	9
1.2. Atmosfääri olulisus elukeskkonna määramisel .....	13
1.3. Atmosfääriõhu koostise muutused probleemide tekitajana ..	15
1.3.1. Atmosfääri koostise looduslikud muutused .....	18
1.3.2. Inimtekkelised atmosfääri koostise muutused .....	20
1.4. Määramatused atmosfääri koostises ja selle muutumises ....	21

### PEATÜKK 2

<b>2. Õhusaastest tingitud keskkonnaprobleemid .....</b>	<b>25</b>
2.1. Mõjud tervisele .....	26
2.2. Mõjud ökosüsteemidele või nende osadele .....	38
2.3. Õhusaaste mõjud materjalidele .....	42
2.4. Määramatused õhusaaste mõjude uurimisel .....	43

### PEATÜKK 3

<b>3. Õhusaaste teke, levik ning modelleerimine .....</b>	<b>47</b>
3.1. Õhusaaste teke ja allikad .....	48
3.2. Õhusaaste levik atmosfääris ja leviku modelleerimine .....	56
3.2.1. Leviku protsessid atmosfääris .....	56
3.2.2. Tekke ja leviku modelleerimine .....	63
3.3. Määramatused atmosfääriprotsesside kirjeldamisel .....	79

Jätkub pöördel



## PEATÜKK 4

<b>4. Õhusaaste mõõtmine .....</b>	<b>83</b>
4.1. Õhusaaste mõõtemetodid .....	84
4.2. Mõõteprogrammi koostamine lähtuvalt eesmärkidest .....	99
4.3. Mõõtmisega seotud määramatused .....	102

## PEATÜKK 5

<b>5. Õhusaaste leevendamise teed .....</b>	<b>105</b>
5.1. Õhusaaste reguleerimise areng .....	105
5.2. Energiakasutamise kui peamise saaste tekitaja muutmisvõimalused .....	112
5.3. Isiklike tarbimisharjumuste muutmiste võimalused .....	117
5.4. Leevendamisel ilmnenu probleemid .....	118
<b>Kokkuvõte käsiraamatule .....</b>	<b>121</b>
<b>Kasutatud allikad .....</b>	<b>123</b>



# Autorid

**Marko Kaasik** - PhD 2000 keskkonnanfüüsikas, aastakümnete pikkused kogemused õhusaaste mudelite arendamisel ja nendes leviku eri aspektide arvestamisel ning õppetöös ja juhendamisel. Paljude arendusprojektide KMHde jt õhusaastega seotud projektide autor. Praegu Tartu Ülikooli (TÜ) vanemteadur.

**Tiit Kallaste** - doktorikraad 1981. Õhu kvaliteedi hindamise kompleksindeksi temaatika juurutaja Eestis. Eesti parimaid asjatundjaid kasvuhoonegaaside kauplemissüsteemis ja jaotuskavade tegemisel. Raamatus annab edasi töökoha kogemusi praktilistest projektidest energiakasutuse kui suurima õhusaaste tekitaja arendamisel, suunamisel ja leevendamisel. Praegu Säästva Eesti Instituudi vanemteadur.

**Veljo Kimmel** - PhD 2002 keskkonnanfüüsikas. Üle aastakümne pikkused kogemused loengute ja seminaride pidamisel ning juhendamisel, Eesti Maaülikooli (EMÜ) vanemteadur

**Marek Maasikmets** - EMÜ doktorant, Eesti Keskkonnauuringute Keskuse (EKUK) töötaja. Pikaajaline kogemus õhusaastealase tegevuse koordineerimisel Keskkonnaministeeriumis, toimetaja eelmisele põhjalikumale valdkonda käsitlevale raamatule Piire ületav õhusaaste. Pidanud loenguid-seminare ja juhendanud tudengeid.

**Steffen Manfred Noe** - dr. naturalis rerum 2004. Pikad kogemused biosfääri ja biosfääri-atmosfääri vastasmõjude uurimisel, teemakohase uurimisjaama SMEAR Estonia koordinaator. Osalenud aktiivselt kooliõpilaste koolitamisel EMÜ programmides ja juhendamisel, praegu EMÜ vanemteadur

**Hans Orru** - PhD keskkonnatervises 2009. Pikaajalised kogemused õhusaaste tervismõjude uurimisel, uurimistulemuste selgel ja arusaadaval esitlemisel ja juhendamisel. Koostöö keskkonnatervise uurimise liidritega maailmas, praegu TÜ dotsent.

**Ott Roots** - doktorikraad 1983. Aastakümnetepikkused kogemused keskkonnaseire juhtimisel ja suunamisel, spetsiifiliste orgaaniliste ühendite leviku keskkonnas analüüsimisel ning õhusaaste toime materjalidele uurimisel. Praegu EKUK juhtivteadur.

**Eduard Tamm** - doktorikraad 1975, TÜ emeriitdotsent ja vanemteadur. Pikaajalisima kogemusega osaleja projektis. Tema juhendamisel on kaitstud mitmeid doktoritöid ja teisi kraade.

**Erik Teinmaa** - PhD 2003 keskkonnakeemias, aastakümnete pikkused kogemused just Eestile spetsiifiliste õhusaaste probleemide uurimisel, praegu juhhib EKUK vastava osakonna tööd.

# Õhusaaste: mis ja kuidas

Me elame suure õhukoole serval ning igapäevaselt tarbime pidevalt seda õhukoole. Kui söömata-joomata suudame püsida päevi, erandolukorras nädalaid, siis hingamata peame vastu vaid loetud minutid. Selline pidev tegevus on muutunud meie elu nii lahutamatuks osaks, et me ei oskagi eriti oma igapäevategevusi seades arvestada kus ja kuidas oleks mõistlikum puhtamat õhku hingata (näiteks sportides, jalutades, puhates).

Käesoleva käsiraamatu eesmärk oli anda ülevaade meid ümbritsevast õhukoolest, temaga seotud keskkonnaprobleemidest, meie teadmatustest nii koostise muutuste kui nende põhjuste kohta ning võimalustest probleeme leevendada. Ühiskonna arenedes ja keskkonna suurema koormamisega seoses oleme juba harjunud organismi läbivate ainevoogude suunamisega ning igapäevaselt teemegi neid valikuid toitute või vedelike tarbimisel. Loodetavasti andis raamat mõningast aimust kuidas oma igapäevase käitumise ja valikutega suunata ka sissehingatava õhu kvaliteeti.

Loodetavasti tõi käsiraamat kenasti esile peamised õhusaastest tingitud probleemide teravnemise põhjused: üle 10kordse energiatarbe kasvu 20. sajandil, kusjuures nii nafta kui gaasi tarbimine on kasvanud üle 100 korra. Kui arenenud riikides on tarbimise kasv pidurdunud, siis arengumaades mitte ja seega heitmete kasv atmosfääri jätkub ning pigem kiirenevas tempos. Eriti viimastel kümnenditel on saanud ilmsemaks ka fookuse muutus: kui varem võideldi peamiselt ettevõtete heitmetega, siis linnastumine ja autostumine on muutnud paljude linnade õhu üsna kahjulikuks. Eelmise aasta lõpul kuulutati välisõhk ka kantserogeenseks ühendiks, st vähki haigestumiseks ei pea enam midagi muud tegema kui piisavalt linnaõhku hingama.

Fookuse muutus on ka teises plaanis: kui seni olid õhusaastest mõjutatud pigem üksikud alad või piirkonnad, siis ühiskonna võimekus on kasvanud: praegu hinnatakse, et õhusaaste tõttu on tekkimas maakera ajaloos kuues suurem liikide väljasuremise laine. Erinevalt varasemaist seekord siis inimtekkeline, sest fossiilkütuste järjest intensiivsem põletamine muudab lisaks atmosfääri koostisele oluliselt ka maailmamerd happelisemaks ja sulatab Antarktika jäävälju. Vaevast me igapäevaselt sellesse panustades just nii plaanisime. Igatahes tasub ennast vaatlama sättida, kas ikka läheb nii halvasti või hoopis hullemini. Linnades on enamasti meie tervist kahjustavatest õhulisanditest - õhusaastest moodustatud meie kõigi igapäevase ühise tegevuse tulemusel, olgu siis tegemist transpordi, kütmise või teiste igapäevaste toimingutega. Eestis on ühistegevustega saavutatud üle 600 inimese enneaegne surm aastas õhusaastest tingituna. Sellest hoolimata on meile inimlikult arusaadav hoiak, et keegi teine peaks tagama meile normaalse elukeskkonna e hingamisväärse õhu, mis vastab uuringutega selgitatud piiridele e tagab piisava õhu kvaliteedi. Võib-olla oleks aeg teadustada, et meie kõigi elukeskkonna kvaliteet on siiski suures osas meie endi poolt määratud ja seega kui elamisväärseid tingimused pole alati ja kõikjal tagatud, siis äkki peaks hakkama harjumusi muutma?

Kopeerimismaania on ohtlik suundumus ka õhusaaste ohjamisel: kui kuskil linnas või riigis leiti peamisteks ohtlikeks õhusaaste allikateks näiteks teekatetest pärinevad osakesed, siis ei tähenda see kuidagi, et teises linnas peaks see samuti olema. Tsentraalsetest riiklikest registritest pole võimalik hinnata millal, millega ja kui palju inimesed kütavad st iga paari aasta järel tuleb uuesti uurida. Näiteks juba 2008 aasta magistritöös leiti Tartu uusela-murajoonides, et ca 10% eramuid kasutab soojustpumpasid, praegu võiks eeldada pigem osakaalu tõusu ja lisanduvaid taastuvenergia allikaid - seega lokaalse saaste kahanemist. Uued mudelid ei muuda asja kui me sisestame neisse vananenud andmed.

Raamatus ei proovitud kirjutada kõigist saasteainetest vaid ainult anda ülevaade peamistest saastet tekitavatest, levitavatest ja eemaldavatest protsessidest. Igal saasteainel on loomulikult tema omadustest sõltuv veidi erinev ringlus keskkonnas, kuid üldised põhimõtted jäävad samaks. Kui leviku osas oli enamus selge juba aastakümneid tagasi, siis õhusaaste tekke osas on ka viimasteil aastail järjest uudiseid, olgu selleks siis suure seniteadmata osakeste rühma või atmosfääri ülakihtides seniarvatust erineva õhu koostise avastamine. Seega ei ole ka praegu ei heitmete ega õhukeemia kui oluliste õhu koostise muutjate osas lõplikku selgust ja vaevalt see ka kunagi 100% saabub, sest nii heitmete kogused, väljapaiskamisajad kui domineerivad keemilised reaktsioonid jms jäävad ilmselt pidevalt muutuma. Tihti ka eespooltoodud tehniliste võimaluste (soojustpumpad, päikesepaneelid, elektriautod jms) avaratumise ja nende laiema kasutuselevõtu tõttu.

Üllatusena võib-olla paljudele tuleb raamatust välja, et energiast fossiilkütuste abil kulub umbes kaks kolmandikku hoonetes ja transpordis. Seega ei vastuta suurema osa saaste tekkimise eest enam sugugi pahad tootjad, vaid hoopis meie ise oma igapäevase transpordiga ning energiatarbega hoonetes.

Teooria ja praktika lähevad ka õhusaaste ohjamisel tihti vastuollu: keskkonnaõiguses räägitakse palju ettevaatusprintsibiist, aga samas katsetab inimkond, kas rohkem sõites ja energiat kasutades on võimalik ühiselt looduse tasakaalu rikkuda. Võitjaid kahjuks pole, sest lisanduv saaste rikub tasakaalu.

On rõõmustav tõdeda, et väga paljudes õhusaaste valdkondades on Eestis olemas kodumaised eksperdid, kelle käest selgitusi ja nõu küsida. Loodetavasti on otsustajail edaspidi rohkem tarkust sellist nõu nii küsida kui ka selle järgi toimida.

Autoreile tundub üheks väärtuslikumaks raamatu osadeks peatükkide lõpud, kus kirjeldatakse määramatusi meie teadmistes ja seega ka suundumusi uurimistöodes mistahes tasandil. Loodetavasti annavad just need osad selgema ettekujutuse, mida need teadlased ikka pidevalt uurivad ning samas annavad vihjeid tudengite lõputööde planeerimiseks.

Autorid tahaksid loota, et pärast käsiraamatuga tutvumist on lugejail selgem ettekujutus õhuookeani toimimisest, seda mõjutavatest inimtegevustest ja looduslikest teguritest ning ees võimaluste kaart kas ja kuidas oleks oma igapäevase käitumisega võimalik endale hingamisväärsem keskkond luua.