

LÕPPARUANNE

„Välisõhu mitteesmatähtsate saasteainete piirnormide uue kontseptsiooni välja töötamine“

Töö tellija: Keskkonnaministeerium

Töö autorid: Mariliis Sihtmäe, PhD,
KBFI Keskkonnatoksikoloogia laboratooriumi teadur
Katre Juganson, MSc,
KBFI Keskkonnatoksikoloogia laboratooriumi nooremteadur

Lõpparuanne:

„Välisõhu mitteesmatähtsate saasteainete piirnormide uue kontseptsiooni välja töötamine“.

Töö autorid:

Mariliis Sihtmäe

Katre Juganson

Töö tellija:

Keskkonnaministeerium

Töö teostaja:

Keskkonnatoksikoloogia laboratoorium

Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut

Akadeemia tee 23

Tallinn, 12618

Tel. 6398 382

info@kbfi.ee

www.kbfi.ee



Lepingu nr: 9718

Lõpparuande valmimisaeg: 15.11.2017

Aruanne on teostatud Keskkonnainvesteeringute Keskuse toetusel.



Sisukord

ÜLEVAADE JA EESMÄRGID	6
1. Õhukvaliteedi piirnormide vajadusega saasteainete piir- ja sihtväärtuste ajakohastamise alused ...	7
1.1. Sissejuhatus	7
1.2. Riigisisese tähtsusega õhukvaliteedi saasteainete piirnormide hetkeseis ja piirnormide vajaduse alused	8
1.2.1. Õhukvaliteedi piirnormide vajaduse kriteeriumid	8
1.3. Viimaste aastate välisõhu saasteainete analüüs koguseliselt ja ohtlikkuselt	9
1.4. Teave välisõhu saasteainete kohta erinevates rahvusvahelistes infoallikates	9
2. Õhukvaliteedi piirnormide vajadusega saasteainete loetelu asjakohasuse ja vastavate ainete piirväärtuste kriitiline analüüs.....	11
2.1. Piirnormide loetelust välja jäänud välisõhu saasteained	11
2.2. Piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete loetelu	25
2.2.1. Aromaatsete süsivesinikud – toluen, ksüleenid, stüreen ja etüülbenseen	26
2.3. Välisõhu saasteainete lõhnaläved	31
2.3.1. Põllumajandusega seotud lõhnakaebused.....	32
2.4. Hinnanguline vähki haigestumise ühikrisk	34
2.5. Ettepanek välisõhu saasteainete õhukvaliteedi piirnormide uute väärtuste kohta	35
3. Ammoniaagi (NH ₃) ja vesiniksulfiidi (H ₂ S) välisõhu saastetasemete analüüs (Marek Maasikmets, Erik Teinema)	43
3.1. Ammoniaak.....	43
3.2. Vesiniksulfiid.....	43
4. Soovitused õhusaasteainete raporteeritavate heitkoguste läbipaistvuse tõstmiseks.....	43
KOKKUVÕTE.....	45
Kasutatud allikad	48

LISAD

LISA 1 Infolehed

LISA 2 Esmatähtsusega saasteainetega saastatuse taseme piirväärtused

LISA 3 Esmatähtsusega saasteained Eestis kokku ja maakonniti aastatel 2006-2014

LISA 4 2006-2016 välisõhku heidetud saasteainete heitkogused ja raporteerijate arv

LISA 5 Esmatähtsusega saasteainete ohtlikkus ja ühtlustatud klassifikatsioon vastavalt CLP-määruse VI lisale

- LISA 6 Õigusakte, milles reguleeritakse esmatähtsusetä saasteainete nimekirjas toodud aineid
- LISA 7 Mitteprioriteetsete välisõhu saasteainete reguleerimine teistes EU riikides
- LISA 8 Välisõhu ja töökeskkonna piirväärtuste võrdlus
- LISA 9 Väljavõtted piirväärtuse vajadusega ainete kohta erinevatest allikatest
- LISA 10 Ametlikku klassifikatsiooni omavad ained CLP-määruse Lisa VI Tabel 3.1 mõistes
- LISA 11 CoRAP nimekiri (seisuga jaanuar 2016)
- LISA 12 REACH-määruse SVHC ainete (väga ohtlikud ained) nimekiri
- LISA 13 ECHA andmekaardid ainete toksilisuse kohta
- LISA 14 USA EPA ohtlike välisõhu saasteainete loetelu
- LISA 15 ATSDR MRL-id
- LISA 16 USA EPA RfC-d IRIS-est
- LISA 17 Taani C-väärtused
- LISA 18 Austraalia ohtlikud välisõhu saasteained
- LISA 19 AEGL alusdokumendid
- LISA 20 OECD SIDS
- LISA 21 OSHA soovitusel
- LISA 22 Cameo Chemicals infolehed
- LISA 23 Lõhnaläved kirjandusest
- LISA 24 Lõhnaläved AIHA
- LISA 25 Lõhnaläved piirväärtuse vajadusega ainetele
- LISA 26 Atmosfääri keemia
- LISA 27 NIOSH andmelehed
- LISA 28 Ainete ohuklassid CLP-määruse alusel
- LISA 29 Näide välisõhu piirnormide väljatöötamise alustest Massachusettsist
- LISA 30 NH₃ aruanne
- LISA 31 H₂S aruanne
- LISA 32 Ettekanne Keskkonnaministeriumis 14.06.2016

LISA 33 Ettekanne Keskkonnaministeriumis 31.10.2016

LISA 34 Ettekanne Õhupäevadel 04.04.2017

ÜLEVAADE JA EESMÄRGID

Lõpparuanne Keskkonnaministeeriumi ja Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi vahel 2015. aastal sõlmitud töövõtulepingu 4-1.1/15/194 „Välisõhu mitteesmatähtsate saasteainete piirnormide uue kontseptsiooni välja töötamine“ (edaspidi *töö*) kohta.

Töö algatati välisõhu kaitse seaduse § 27 alusel kehtestatud keskkonnaministri 08.07.2011 määruse nr 43 “Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad” (edaspidi *määrus nr 43*) kaasajastamiseks (atmosfääriõhu kaitse seaduse eelnõus § 47 lõike 1 alusel kehtestatava määruse koostamiseks). Töö käigus analüüsiti määruse nr 43 lisas 5 sätestatud 78 esmatähtsuset saasteainele ja nende rühmadele kehtestatud piirnorme ning keskkonna- ja terviseohtlikkuse andmeid, samuti vaadeldi välisõhu saasteainete raporteeritud heitkoguseid ja nendest tingitud reaalselt ohtu. Töö lõpptulemusena esitatakse ettepanekud välisõhu saasteainete toksilisuse hindamise alusel uue piirnormide süsteemi loomiseks ja piirnormide uute asjakohaste väärtuste kohta Eesti tingimustes olulistele saasteainetele.

Kokku koosnes töö järgmistest etappidest vastavate tähtaegadega:

I etapp (01. jaanuar-30. juuni 2016):

- 1) viimaste aastate välisõhu saasteainete analüüs koguseliselt ja ohtlikkuselt – välisõhu saasteainete aruannete läbitöötamine, oluliste saasteainete ohtlikkuse hindamine;
- 2) keskkonnalubades, lubatud heitkoguste projektides esitatud ohtlikud saasteained – keskkonnalubade infosüsteemis olevate asjakohaste keskkonnakomplekslubade ja välisõhu saastelubade andmete analüüs;
- 3) kehtivate piirnormide ja oluliste saasteainete võrdlus;
- 4) õhukvaliteedi piirnormide vajadusega saasteainete määramine – kehtivas piirnormide loetelus puuduolevate, kuid keskkonnalubades ja välisõhu saastearuannetes esitatud oluliste saasteainete lisamine.

II etapp (1. juuli-20. detsember 2016):

uude õhukvaliteedi piirnormide loetellu kuuluvate saasteainete jaotamine rühmadesse, uue piirnormide loetelu saasteainete võimalik rühmitamine tulenevalt nende keemilistest ja toksilistest omadustest, seosed REACH ja CLP määruste, tööstusheite seaduse ja rahvusvaheliste konventsioonidega.

III etapp (21. detsember 2016-31. august 2017):

saasteainete ja nende rühmade koosmõju ohtlikkuse hindamine – erinevate toksikoloogiliste andmebaaside (ECHA, WHO, ILO) ja ELi riikide kogemused.

IV etapp (1. september-15. november 2017):

uude õhukvaliteedi piirnormide loetellu kuuluvate saasteainete piirnormide ettepanekute esitamine koos teaduslike põhjendustega – lõpparuande koostamine ja esitamine.

Antud töö on koostatud Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi (KBFI) poolt Keskkonnaministeeriumi tellimusel ning Keskkonnainvesteeringute Keskuse toetusel.

1. Õhukvaliteedi piirnormide vajadusega saasteainete piir- ja sihtväärtuste ajakohastamise alused

1.1. Sissejuhatus

Ülemaailmselt on õhusaaste vältimiseks ja kontrollimiseks välja töötatud erinevaid programme, konventsioone ning õigusakte, et kaitsta keskkonda, inimese tervist, heaolu ja vara. Sõltumata sellest, et õhusaaste ei tunne riigipiire, võivad riigiti ja piirkonniti (nt USA, Hiina, Jaapan, India, Austraalia, Venemaa, Euroopa Liit) õhukvaliteedipoliitika väljakujunemise ajalugu ning nõuded õhu kvaliteedile olla erinevad. Siiski on viimaste ühine eesmärk tagada inimeste tervise ja kogu keskkonna kaitse nii praegu kui ka tulevikus. Ameerika Ühendriikide õhupoliitika pärineb 1960ndatest (*The Clean Air Act*, 1963), Euroopa Liidu (ELi) oma 1980ndate algusest (*Council Directive 80/779/EEC of 15 July 1980 on air quality limit values and guide values for sulphur dioxide and suspended particulates*), Eesti on 1970ndatest juhindunud Nõukogude Liidu aegsest süsteemist (*Крпомов*, 1975) ning alates 2000ndatest aastatest koos mõningase pärandiga nõukogude ajast (nn mitteesmatähtsate saasteainete piirnormid) juba ELi õhukvaliteedi poliitikast (Välisõhu kaitse seadus, RT I 2004, 43, 298). Viimasel kümnendil on ELis õhusaaste vähendamisel ja õhukvaliteedi parandamisel tehtud mitmeid olulisi otsuseid, nt 2013.a. vastu võetud Euroopa puhta õhu programm¹ ja uus välisõhu kvaliteedi ja Euroopa õhu kvaliteetsemaks muutmise direktiiv 2008/50/EÜ. Ka Venemaal on alates 2014. aastast keskkonnavalas regulatsioonis (k.a atmosfääriõhu kaitse ja parima võimaliku tehnika kasutuselevõtt) alustatud mitmete uuendustega, kasutades eelkõige just ELi kogemust (OECD, 2017). Eestis toimusid välisõhu kaitset puudutavad viimased muudatused Keskkonnaõiguse kodifitseerimise raames, 15.06.2016 võeti vastu Atmosfääriõhu kaitse seadus (AÕKS; RT I, 05.07.2016, 1), mis asendas seni kehtinud Välisõhu kaitse seaduse. AÕKSi määrused reguleerivad mitmeid eri valdkondi – õhusaasteloa andmine (loa künnised, vormid ja aruandlus, uuea registreeringu kohustus), lõhn, müra, kemikaalid, õhukvaliteedi piirnormid ja õhukvaliteedi tagamine. Käesoleva töö eesmärgiks oli luua sisendit välisõhu saasteainete piir- ja sihtväärtusi puudutavale osale.

EL-s on õhukvaliteedi piirnormidega üheselt normeeritud nn 13 esmatähtsat saasteainet (vääveldioksiid, lämmastikoksiidid, peened ja eriti peened osakesed, polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud, benseen, osoon ja mõned raskmetallid), lisaks on igal liikmesriigil õigus vajadusel kehtestada täiendavaid piirväärtuseid teistele välisõhu saasteainetele. Eesti on riigisiseste piirnormidega reguleerinud mitmeid nn esmatähtsuseta saasteaineid ja nende rühmi (Välisõhu kaitse seadus § 27). Lisaks Eestile reguleeritakse nn esmatähtsuseta saasteaineid, kas siis otseselt piirnormide kehtestamise kaudu või saastelubadega sätestatavate heidete minimeerimisega, ka mitmetes teistes ELi riikides. 2011.a. Euroopa õhusaaste ja kliimamuutuste leevendamise teemakeskuse (ETC/ACM) poolt läbiviidud küsitluse kohaselt on EL-i riikidest täiendavaid nõudeid teistele välisõhu saasteainetele kehtestanud veel nt Austria (summaarsed tahked osakesed), Belgia (vinüülkloriid, vesinikfluoriid, tallium), Bulgaaria (vesiniksulfiid, ammoniaak, väävelhape, vesinikkloriid), Hispaania (kloor, vesinikkloriid, fluoriühendid, vesiniksulfiid, süsinikdisulfiid), Soome (summaarsed tahked osakesed, väävliühendid), Suurbritannia (1,3-butadieen), Ungari (kroom, berüllium, 1,3-butadieen, dioksiinid, tetrakloroetüleen, trikloroetüleen, vinüülkloriid, asbest) ja Leedu (363 ainet) (ETC/ACM, 2011). Naaberriik Läti reguleerib täiendavalt 10 välisõhu saasteainet (1,2-dikloroetaan, diklorometaan, formaldehüüd, stüreen, toluen, tetrakloroetüleen, vesiniksulfiid,

¹ <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/index.htm>

süsinikdisulfiid, mangaani- ja vanaadiumiühendid) ning on üle võtnud Maailma Terviseorganisatsiooni (*World Health Organization, WHO*) õhukvaliteedi soovituslikud piirväärtused.

Kuigi Eesti esmatähtsusega saasteainete piirväärtused on tuletatud teaduslikest loomkatsete uuringutest, pärinevad need teatud korrektsioonidega juba nõukogude ajast (Orru, 2010). Seetõttu tekkis vajadus antud ainete loetelu ning vastavad ainete ohtlikkused uuema informatsiooni ja kaasaegsete meetoditega üle vaadata. Täiendavalt tuli arvesse võtta loetelus olevate saasteainete õhku paisatavaid koguseid Eestis summaarselt ja lisaks erinevates piirkondades vastavalt tööstuse eripärale. Kuna esmatähtsusega saasteainete normeerimine ei ole ELi tasandil üheselt reguleeritud, siis on nende ainete Eestis reguleerimise ja kehtivate piirväärtuste otstarbekuse üle arvamust avaldanud ka meie ettevõtted, kelle hinnangul on nn mitteesmatähtsate ainete piirväärtused kehtestatud aegunud andmete alusel ning seega pärsivad tootmist ja selle arengut.

1.2. Riigisisese tähtsusega õhukvaliteedi saasteainete piirnormide hetkeseis ja piirnormide vajaduse alused

Vastavalt käesoleva töö I - II etapis läbiviidud erinevate andmete analüüside tulemustele selgitati välja piirnormide vajadusega välisõhu saasteained (piirnormide vajaduse hindamise aluseks olevad kriteeriumid on toodud käesoleva aruande punktis 1.2.1) ning tehti ettepanek välisõhu nn mitteesmatähtsate saasteainete loetelu uues AÕKS § 47 lõike 1 alusel kehtestatavas määruses „Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused, õhukvaliteedi muud piirnormid ning õhukvaliteedi hindamiskiirid“ vähendada võrreldes määrusega nr 43. Esialgse ettepaneku kohaselt soovitati vähendada piirväärtusega reguleeritavate esmatähtsusega saasteainete nimekirja 78 ainelt või ainete rühmalt (Lisa 2) 30 ainele. Käesoleva töö raames esitatud ettepanekuid arvestati uue määruse koostamisel ning lühendatud välisõhu saasteainete loetelu kehtestati 27.12.2016 Keskkonnaministri määruses nr 75 „Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused, õhukvaliteedi muud piirnormid ning õhukvaliteedi hindamiskiirid“ Lisa 1 Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused, teavitamis- ja häiretasemed ning kriitilised tasemed (Tabel 3. Riigisisese tähtsusega õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused)². Välisõhu saasteainete 1-h ja 24-h saastatuse taseme piirväärtuste arvuline suurus muudeti antud määruses ainult ammoniaagi korral. Teiste saasteainete piirväärtuste ajakohasust hinnati käesoleva töö III ja IV etapis.

1.2.1. Õhukvaliteedi piirnormide vajaduse kriteeriumid

Välisõhu valdkonna suurimaks probleemiks on saastumine inimtegevuse kaudu (tööstus, transport, kohtküte). Saasteallikad jagunevad paikseteks ja liikuvateks saasteallikateks. Õhusaastest ligi 90% pärineb paiksetest saasteallikatest, nagu elektrienergia tootmine, tööstus jne (Keskkonnaagentuur, 2014). Keskkonda saastab enim energia tootmine fossiilsetest kütustest (kivisüsi, pruunsüsi, turvas, põlevkivi, nafta ja maagaasi põletamine). Õhu saastamine energia tootmisel sõltub eelkõige tarbitavast kütusest, kasutatavatest põletustehnoloogiatest ja saasteainete heitkoguseid piiravate abinõude efektiivsusest.

Käesoleva töö raames lähtuti järgmistest piirnormide vajaduse kriteeriumidest, mille kohaselt riigisisese tähtsusega õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused:

- peavad tagama inimese, keskkonna ja vara ohutuse;
- on kehtestatud (Eesti tööstusele iseloomulikele) olulistele ainetele;

² https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1291/2201/6044/KKM_m75_lisa1.pdf#

- on majanduslikult mõistlikult saavutatavad;
- on mõõdetavad olemasolevate tehniliste vahenditega;
- on ainepõhised;
- on tuletatud olemasolevast parimast infost;
- sõltuvad aine toimimise kiirusest, kokkupuuteviisist, metabolismist ja metaboliitidest;
- peavad arvestama tundlike gruppidega;
- on uue info ilmumise korral perioodiliselt hinnatud ja ajakohastatud.

1.3. Viimaste aastate välisõhu saasteainete analüüs koguliselt ja ohtlikkuselt

Piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete väljaselgitamisel lähtuti Keskkonnaagentuuri koostatud siseriiklikust ülevaatest „2006-2016 välisõhku heidetud saasteainete heitkogused Eestis kokku ja maakonniti“ (andmefail seisuga 14.09.2017), mis kajastab summaarseid paiksete saasteallikate käitajate raporteeritud heitkoguseid maakonniti ja kogu Eestis. Täpsemat infot saasteainete punktallikate ja nende heitkoguste kohta otsiti välisõhu saasteallikate infosüsteemist (OSIS), Keskkonnalubade infosüsteemist (KLIS), Keskkonnaotsuste infosüsteemist (KOTKAS) ja õhukvaliteedi juhtimissüsteemist (AIRVIRO). Reaalsete saastetasemete hindamiseks pöörduti abi saamiseks pidevseiret teostava Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poole, ent selgus, et Eestis teostatakse seiret peamiselt ainult ELi tasemel kehtestatud 13 esmatähtsusega saasteainele ning vaid üksikutes jaamades ka mõnele mitteesmatähtsale saasteainele (nt ammoniaak, divesiniksulfiid, toluen, ksüleen, lenduvad orgaanilised ühendid süsiniku ekvivalendile). Lisaks võeti arvesse esmatähtsusega saasteainete klassifikatsiooni vastavalt „Ainete ja segude klassifitseerimise, märgistamise ja pakendamise“ (*Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulation*, edaspidi *CLP*) määruse VI lisale (CLP-määrus, 2008) (Lisad 5, 10) ning nende leidumist mõnedes olulisemates nimekirjades (Lisa 6), nt „Saasteainete heite- ja ülekanderegistri“ (*European Pollutant Release and Transfer Register*, edaspidi *E-PRTR*) määruse II lisa (E-PRTR, 2006), „Kemikaalide registreerimise, hindamise, autoriseerimise ja piiramise“ (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*, edaspidi *REACH*) määruse piirangutega kemikaalid (XIV, XVII lisa; REACH-määrus, 2006) (Lisad 11, 12), Tööstusheite seadus (RT I, 16.05.2013, 1), Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2001/81/EÜ teatavate õhusaasteainete riiklike ülemmäärade kohta, Ameerika Ühendriikide Keskkonnakaitseagentuuri (USA EPA) toksiliste välisõhu saasteainete nimekiri (Lisa 14), Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsiooni (OECD) suuremahuliste kemikaalide nimekiri.

1.4. Teave välisõhu saasteainete kohta erinevates rahvusvahelistes infoallikates

Piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete väljaselgitamisel, piirnormide arvuliste väärtuste ülevaatamisel ning piirnormide uute asjakohaste väärtuste ettepaneku koostamisel osutusid kõige asjakohasemateks ning lähtuti peamiselt järgmistest infoallikatest:

- *Information on Chemicals*³ (Euroopa Kemikaaliamet, ECHA): on Euroopas toodetavate ja Euroopasse imporditavate kemikaalide teabe ainulaadne kogum, kuhu on koondatud teave kemikaalide ohtlike omaduste (sh toksikoloogia kui ka ökotoksikoloogiaalane teave), klassifitseerimise ja märgistuse ning ohutu kasutamise kohta; sisaldab infot ca 120 000 kemikaali kohta (Lisa 13);

Ainete registreerijate poolt on andmebaasi esitatud ainete mõju kohta nt järgnevad väärtused:

³ <https://echa.europa.eu/et/information-on-chemicals>

- *Tuletatud mittetoimiv tase (Derived No-Effect Level, DNEL) - kokkupuudetase, millest suurema tasemega ei tohi inimesed kokku puutuda. Riski inimestele võib pidada piisavalt ohjatuks, kui hinnangulised kokkupuudetasemed ei ületa asjakohast DNEL-väärtust;*
- *Arvutuslik mittetoimiv sisaldus (Predicted No Effect Concentration, PNEC) - aine kontsentratsioon mis tahes keskkonnas, millest väiksema väärtuse korral ei ilmne tõenäoliselt kahjulikke toimeid ei pika- ega lühiajalise kokkupuute korral. Riski võib pidada piisavalt ohjatuks, kui hinnangulised kokkupuudetasemed ei ületa PNEC-väärtust.*
- *eChemPortal (Koostöö Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon, OECD)⁴: hõlmab endas ca 30 erinevat andmebaasi, kust leiab infot rohkem kui 800 000 kemikaali kohta;*
- *Existing Chemicals Database (Koostöö Majanduskoostöö ja Arengu Organisatsioon, OECD)⁵: sisaldab infot ca 1600 kemikaali kohta (Lisa 20);*
- *Integrated Risk Information System (IRIS, USA Keskkonnakaitseagentuur)⁶: sisaldab piirkontsentratsioone inimese tervise kaitseks ca 200-le välisõhu saasteainele (Lisa 16);*
- *Toxic Substances Portal (USA mürgiste ainete agentuur ja haiguste register, ATSDR)⁷: sisaldab infot ca 200 aine kohta (Lisa 15);*
Ainete kohta on toodud ühtlustatud väärtus MRL - minimal risk level ehk saasteaine kontsentratsioon, millega kokkupuute korral ei oma aine märkimisväärt riski põhjustada pöördumatuid tervisekahjustusi (v.a. vähkkasvajad).
- *PubChem (USA Rahvuslik Meditsiiniraamatukogu, NLM)⁸: internetipõhine keemiliste ühendite andmebaas;*
- *Cameo chemicals (USA riiklik ookeani- ja atmosfääriinõu administratsioon)⁹, sisaldab infot, mis on mõeldud eeskätt Päästametitele ja mille eesmärk on aidata esmareageerijaid ja hädaolukordade ennetajaid, et saada kiiresti olulist teavet. Lisaks on samas andmebaasis toodud teave selle kohta, millistel kontsentratsioonidel võib aine inimestele ohtlikku mõju avaldada (Lisa 22);*
- *SYKE EnviChem (Soome Keskkonnainstituut)¹⁰: sisaldab infot kemikaalide keskkonnaohtlikkuse kohta;*
- *Taani Keskkonnaamet¹¹: on välja töötanud siseriiklikud sihtväärtused teatavate välisõhu saasteainetele (Lisa 17);*
- *Maailma Terviseorganisatsioon (World Health Organization, WHO)¹²: on koostanud juhendmaterjale teatavate õhukvaliteedi soovituslike piirväärtuste kohta Euroopas;*
- *Rahvusvaheline kemikaaliohutuse programm (International Programme on Chemical Safety IPCS INCHEM)¹³: sisaldab üle 8500 dokumendi erinevate kemikaalide kohta, muuhulgas ka detailseid inimtervise- ja keskkonnariskianalüüse loetud kemikaalide kohta.*

Vastavalt vajadusele teostati täiendavalt otsinguid teaduskirjanduse andmebaasidest (nt Science Direct, Web of Science, Google Scholar, jt).

⁴ <https://www.echemportal.org/echemportal/index.action>

⁵ <http://webnet.oecd.org/hpv/ui/Search.aspx>

⁶ <https://www.epa.gov/iris>

⁷ <https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.asp>

⁸ <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

⁹ <https://cameochemicals.noaa.gov/>

¹⁰ <https://www.ymparisto.fi/scripts/Kemrek/Kemrek.asp?Method=MAKECHEMSEARCHFORM>

¹¹ <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2016/08/978-87-93529-02-1.pdf>

¹² <http://www.who.int/en/>

¹³ <http://www.inchem.org/>

2. Õhukvaliteedi piirnormide vajadusega saasteainete loetelu asjakohasuse ja vastavate ainete piirväärtuste kriitiline analüüs

Õhukvaliteedi piirnormide vajadusega saasteainete loetelu asjakohasuse hindamisel võeti aluseks punktis 1.2.1 toodud kriteeriume. Piirnormide vajaduse hindamisel lähtuti eelkõige riskidest, mida vastavad ained Eesti välisõhu kontekstis kujutavad ehk piirnormide vajadust nähti ainetele, mida võib esineda Eesti välisõhus sellises koguses, mis võivad avaldada kahjulikku mõju inimtervisele ja/või keskkonnale. Tulenevalt sellest, et Eestis puudub terviklik ülevaade mitteesmatähtsate saasteainete (muuhulgas seni välisõhu kaitse seaduse raames reguleeritud 78 aine ja ainegrupi) reaalsest kontsentratsioonidest õhus, võeti üldjuhul aluseks, et aineid, mille raporteeritud heitkogus (Keskkonnaagentuur 2017, Lisad 3, 4) on kõrgem, satub ka suurema tõenäosusega välisõhku. Oluliseks raporteeritud heitkoguseks, millest kõrgemate üle-eestilise heitega ainete korral hinnati piirväärtuse vajadust, võeti Taani Keskkonnaameti¹⁴ eeskujul 1 tonn aastas. Lisaks leiti II vaheetapis, et puuduvad head näited piirnormide välja töötamise kohta saasteainete gruppidele, mistõttu otsustati teha ettepanek reguleerida välisõhusaasteaineid edaspidi ainepõhiselt lähtudes iga konkreetse aine mõjust.

2.1. Piirnormide loetelust välja jäänud välisõhu saasteained

Järgnevalt on toodud nimekiri esmatähtsusetu saasteainetest, mida reguleeriti välisõhu kaitse seaduse raames (sulgudes on toodud vastavate ainete järjekorranumbrid määruse nr 43 lisas 5), ent millel puudub käesolevas töös läbiviidud analüüsi põhjal piirnormi vajadus.

1. Ained, mille heidet ei ole alates 2006. aastast raporteeritud
 - Kloropreen (2-kloro-1,3-butadieen) (32)
 - Maleiinanhüdriid (43)
 - Dimetüülformamiid (DMF) (51)
 - Kaprolaktaam (6-heksaanlaktaam) (54)
 - Pesupulbritolm (61)
2. Ained, mille raporteeritud heitkogused jäävad vahemikku 0-1 t/a
 - Fluoriidid, hästilahustuvad, ümberarvutatuna fluoriks (2), joonis 2.1.2.3
 - Fosforhape (ortofosforhape) (3), joonis 2.1.2.3
 - Kloor (4), joonis 2.1.2.3
 - Kaaliumhüdrosiid (7), joonis 2.1.2.4
 - Lämmastikhape (9), joonis 2.1.2.4
 - Vesiniktsüaniid (sinihape) (10), joonis 2.1.2.4
 - Etüülakrülaad (etüülpropenaat) (13) – etüülakrülaadi heide jäi aastatel 2007-2016 alla 1 t/a. Aastal 2006 raporteeritud heitkogus oli 46,7 t ja 96% sellest raporteeris üks ettevõtte. Aastaks 2007 oli sama ettevõtte raporteeritud etüülakrülaadi heitkogus vähenenud ligi 4000 korda, mistõttu võib eeldada, et võeti kasutusele uus tehnoloogia või oli 2006. aasta aruandes viga. Seega võib viimase 10 aasta andmete põhjal väita, et etüülakrülaadi heide välisõhku ei toimu olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.6
 - Etüülamiin (aminoetaan) (21) – etüülamiini heide oli aastatel 2006-2008 pisut üle 1 t/a, edasistel aastatel on heide olnud väiksem ja aastast 2011 on etüülamiini heide olnud alla

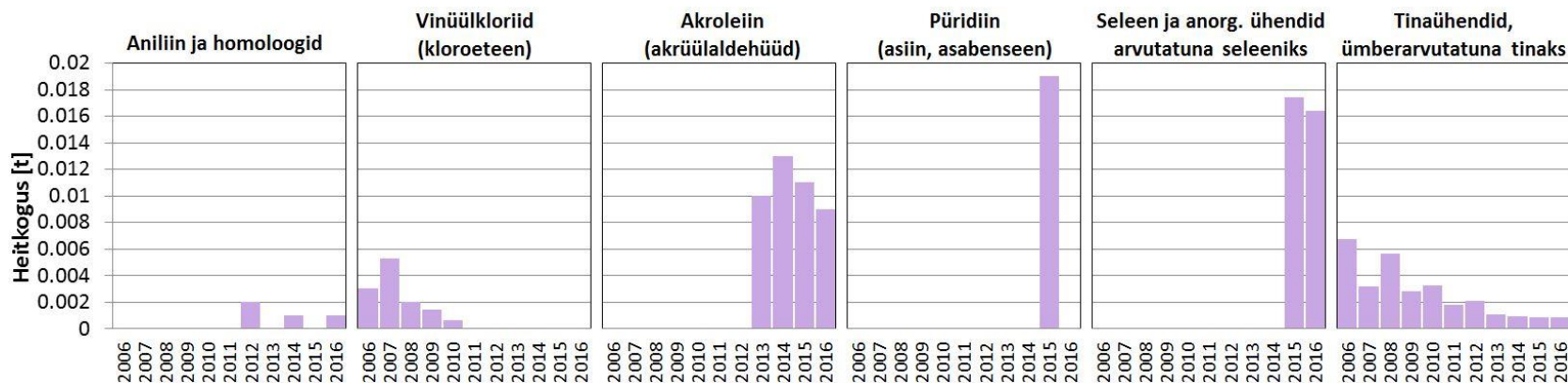
¹⁴ <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2001/87-7944-625-6/pdf/87-7944-625-6.pdf>

0,5 t/a. Etüülamiini heidet raporteerivate ettevõtete arv on aastate lõikes olnud viie ringis. Suurimat heidet raporteeris aastatel 2006 ja 2016 sama ettevõtte, mille heide on antud perioodil ligi kaks korda vähenenud, ent heite osakaal koguheitest on kasvanud 50 % lähedalt üle 90%-ni. Viimaste aastate andmete põhjal pole etüülamiini heide välisõhku olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.5

- Aniliin ja homoloogid (22), joonis 2.1.2.1
- Ftaalanhüdriid (ftaalhappe anhüdriid) (28), joonis 2.1.2.4
- Kloroform (triklorometaan) (31), joonis 2.1.2.2
- Trikloroetüleen (35) – trikloroetüleeni raporteeritud heitkogus oli 2006. aastal 8,7 t. Aasta-aastalt heitkogus vähenes, kuni alates 2009. aastast on heitkogus jäänud vahemikku 0,3-1 t/a. Vähenenud on ka trikloroetüleeni heitkogust raporteerivate ettevõtete arv, mis on kogu perioodi vältel olnud alla viie. 2006. ja 2007. aastal suurimat heidet raporteerinud ettevõtte lõpetas 2008. aastal tegevuse. Viimaste aastate andmete põhjal pole trikloroetüleeni heide välisõhku olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.6
- Vinüülkloriid (kloroeteen) (36), joonis 2.1.2.1
- Etüleenglükool (1,2-etaandiool) (37) – etüleenglükooli raporteeritud heitkogus oli aastatel 2006-2009 vahemikus 2,1-3,3 t/a. Aastast 2010 on heide tunduvalt vähenenud ning viimastel aastatel jääb see alla 0,1 t/a. Etüleenglükooli raporteerivate ettevõtete arv on viie ringis. Seega, viimaste aastate andmete põhjal pole etüleenglükooli heide välisõhku olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.5
- Propeen (propüleen) (40) – propeeni raporteeritud heitkogus oli 2006.-2008. aastal kümnetes tonnides, 2009-2014 oli raporteeritud heitkogus null ning viimasel paaril aastal on see jäänud alla 0,1 t/a. Raporteerivate ettevõtete arv on kogu perioodil olnud alla viie. Lisaks kujutab propeen endast ohtu eelkõige oma füüsikalise-keemiliste omaduste tõttu (tule- ja plahvatusohtlik aine) ja akuutset ega kroonilist tervise- või keskkonnamõju see ei oma. Viimaste aastate andmete põhjal pole propeeni heide välisõhku olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.6
- Dimetüüldisulfiid (45) – dimetüüldisulfiidi heide on ajalooliselt olnud seotud ühe ettevõttega, alates 2011. aastast on selle raporteeritud heitkogus null, seega viimaste aastate andmete põhjal pole alust dimetüüldisulfiidile välisõhu piirnormi kehtestada. Joonis 2.1.2.5
- Dimetüülsulfiid (46) – dimetüülsulfiidi heide on samuti ajalooliselt seotud olnud ühe ettevõttega ning alates 2009. aastast pole enamikel aastatel heitkogust raporteeritud. Aastatel 2011, 2013 ja 2016 on dimetüülsulfiidi raporteeritud heitkogus jäänud alla 1 t/a. Viimaste aastate andmete põhjal pole dimetüülsulfiidi heide välisõhku olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.6
- Akroleiin (2-propenaal, akrüülaldehüüd) (48), joonis 2.1.2.1
- 1,3-butadieen (divinüül) (50) – 1,3-butadieen on küll klass 1A kantserogeen ja 1B mutageen ning osooni eeldusaine, aga selle heitkogused on jäänud viimastel aastatel alla 0,3 t/a, seega pole selle heide välisõhku olulistest kogustes. Pikem analüüs 1,3-butadieeni kohta on toodud III etapi vahearuanandes. Joonis 2.1.2.5
- Etüleenoksiid (52), joonis 2.1.2.2
- Furfuraal (2-furaalaldehüüd) (53), joonis 2.1.2.3

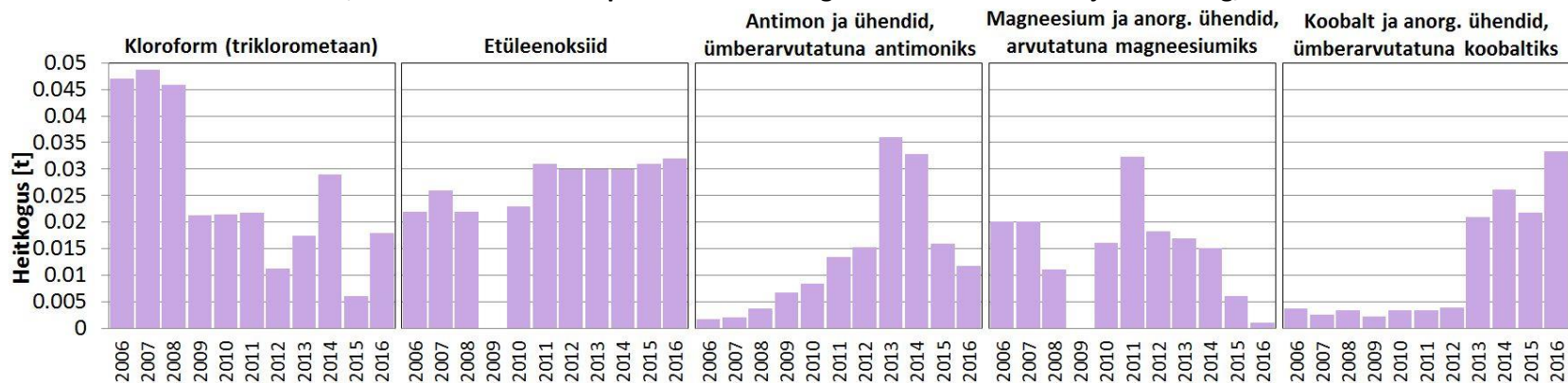
- Metüül-n-butüülketoon (2-heksanoon) (55) – metüül-n-butüülketooni mediaan raporteeritud heitkogus on perioodil 2006-2016 olnud 0,59 t/a. Kogu perioodi vältel on raporteeritud heide ületanud üht tonni aastas neljal aastal, kusjuures kõige suurem heitkogus raporteeriti 2016. aastal (1,3 t/a). Viimasel paaril aastal on metüül-n-butüülketooni raporteerivate ettevõtete arv jäänud viie ringi, kusjuures valdava osa (>90 %) heitest on viimastel aastatel raporteerinud üks ettevõtte. Analüüsidest vastava ettevõtte LHK projekti ja OSIS-esse esitatud välisõhu saastamisega seotud tegevuse aruannet nähtub, et LHK projektis on saasteainena märgitud metüülisobutüülketoon (CAS nr. 108-10-1), ent OSIS-es raporteeritakse metüül-n-butüülketooni (CAS nr. 591-78-6) heidet. Seega võib eeldada, et tegelikud metüül-n-butüülketooni heited on märgatavalt väiksemad. Joonis 2.1.2.5
- Propüleenoksiid (56), joonis 2.1.2.3
- Püridiin (asiin, asabenseen) (57), joonis 2.1.2.1
- Tärpentiiniõli (59) – Aastal 2006 oli tärpentiiniõli raporteeritud heitkogus ligi 2 t/a, viimasel kümnel aastal on see jäänud alla 1 t/a, mistõttu viimaste aastate andmete põhjal pole tärpentiiniõli heide välisõhku olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.5
- Alumiinium ja anorgaanilised ühendid, ümberarvutatuna alumiiniumiks (63) – alumiiniumi ja anorgaaniliste ühendite (ümberarvutatuna alumiiniumiks) raporteeritud heitkogused on viimastel aastatel olnud ligikaudu 0,5 t/a. Erandlikuna paistab silma 2012. aasta, mil raporteeritud heitkogus oli üle 14 t/a, kusjuures 96% heitest raporteeris üks ettevõtte. Võrreldes antud ettevõtte välisõhu saasteluba ning OSIS-esse esitatud välisõhu saastamisega seotud tegevuse aruandeid aastastest 2011, 2012 ja 2013, ilmneb, et suure tõenäosusega on tegemist veaga ja heitkogus raporteeriti tegelikkuses kilogrammides (samal aastal on antud ettevõtte ka mangaani raporteeritud heitkogus 1000 korda suurem võrreldes aasta varasema ja aasta hilisemaga ning välisõhu saasteloaal toodud lubatud heitkogusega). Ülejäänud saasteainete raporteeritud heitkogused antud aruannetes olid võrreldavad ja ühtlasi sarnases suurusjärgus välisõhu saasteloaal toodud lubatud heitkogustega. Vea võis tingida see, et raskmetalle raporteeritakse OSIS-es kilogrammides, aga kuna alumiinium ja mangaan ei ole raskmetallid, eeldas OSIS-e süsteem, et sisestatud väärtused on esitatud tonnides. Seega pole viimaste aastate andmete põhjal alumiiniumi ja anorgaaniliste ühendite, ümberarvutatuna alumiiniumiks heide välisõhku olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.6
- Antimon ja ühendid, ümberarvutatuna antimoniks (64), joonis 2.1.2.2
- Magneesium ja anorgaanilised ühendid, ümberarvutatuna magneesiumiks (66), joonis 2.1.2.2
- Naatrium (69) – naatriumi raporteeritud heitkogus aastatel 2006-2010 oli vahemikus 75-120 t/a, mida raporteeris peamiselt üks ettevõtte. Alates 2011. aastast on vastav ettevõtte hakanud raporteerima naatriumsulfaadi heidet ning samast aastast alates on naatriumi raporteeritud heitkogus olnud 0 t/a. Seega, viimaste aastate andmete põhjal pole naatriumi heide välisõhku olulistest kogustes. Joonis 2.1.2.6
- Raua lahustuvad ühendid, ümberarvutatuna rauaks (70), joonis 2.1.2.4
- Koobalt ja anorgaanilised ühendid, ümberarvutatuna koobaltiks (72), joonis 2.1.2.2
- Seleen ja anorgaanilised ühendid, ümberarvutatuna seleeniks (74), joonis 2.1.2.1
- Tinaühendid, ümberarvutatuna tinaks (75), joonis 2.1.2.1

Joonis 2.1.2.1 Ained, mille maksimaalne raporteeritud heitkogus aastatel 2006-2016 jäi alla 20 kg/a



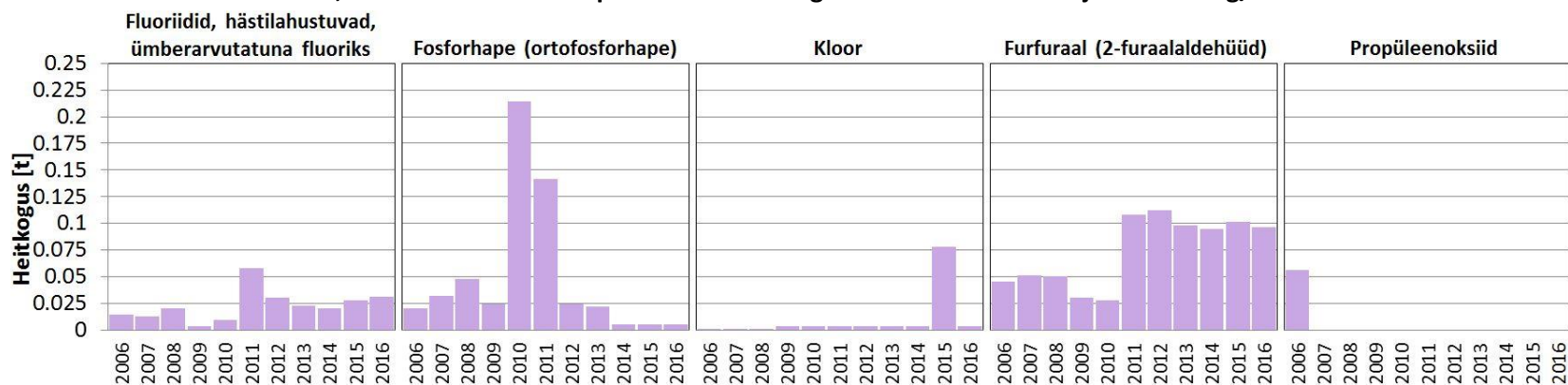
Mediaan heitkogus 2006-2016, t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Heitkoguse keskvärtus 2006-2016, t	0.000	0.001	0.004	0.002	0.003	0.003
Minimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Maksimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.002	0.005	0.013	0.019	0.017	0.007
2015 raporteeritud ettevõtete arv	0	0	≤5	≤5	≤5	6-10

Joonis 2.1.2.2 Ained, mille maksimaalne raporteeritud heitkogus aastatel 2006-2016 jäi alla 50 kg/a



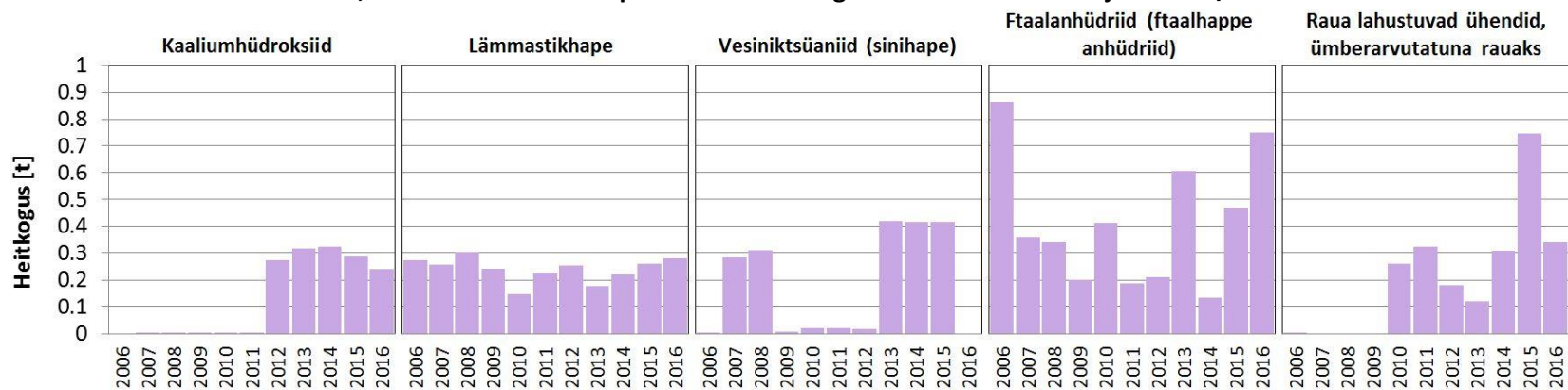
Mediaan heitkogus 2006-2016, t	0.022	0.030	0.012	0.016	0.004
Heitkoguse keskvärtus 2006-2016, t	0.026	0.025	0.013	0.014	0.011
Minimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.006	0.000	0.002	0.000	0.002
Maksimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.049	0.032	0.036	0.032	0.033
2015 raporteeritud ettevõtete arv	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5

Joonis 2.1.2.3 Ained, mille maksimaalne raporteeritud heitkogus aastatel 2006-2016 jäi alla 250 kg/a



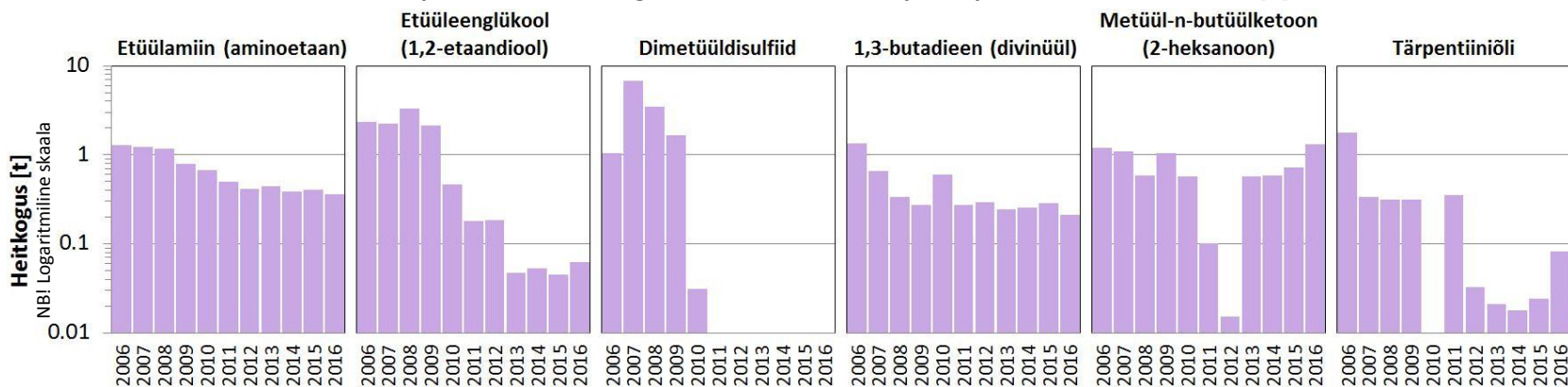
Mediaan heitkogus 2006-2016, t	0.020	0.024	0.003	0.095	0.000
Heitkoguse keskväärts 2006-2016, t	0.023	0.049	0.009	0.074	0.005
Minimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.003	0.005	0.001	0.028	0.000
Maksimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.058	0.214	0.078	0.112	0.056
2015 raporteeritud ettevõtete arv	≤5	≤5	≤5	≤5	0

Joonis 2.1.2.4 Ained, mille maksimaalne raporteeritud heitkogus aastatel 2006-2016 jäi alla 1 t/a



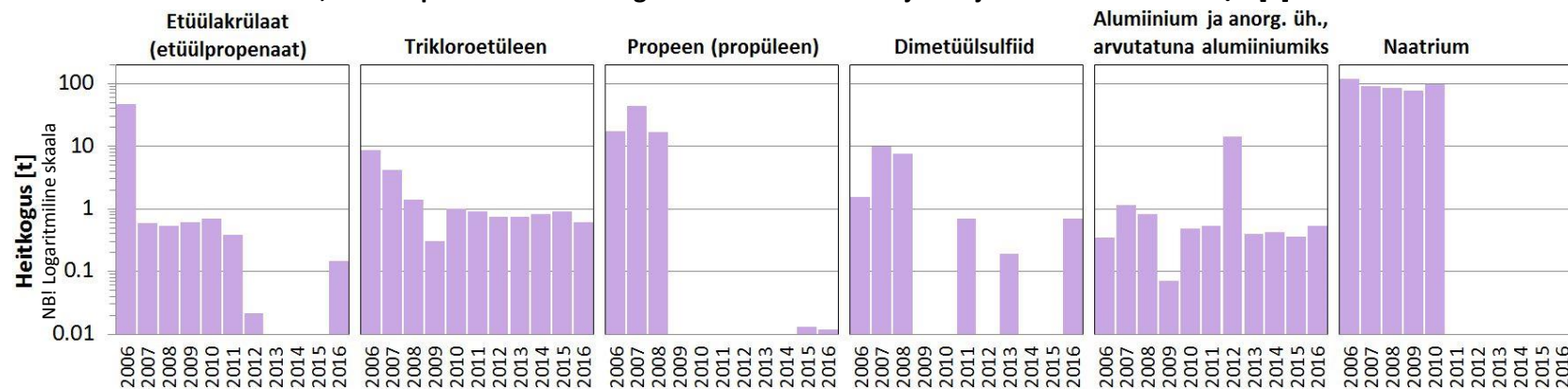
Mediaan heitkogus 2006-2016, t	0.00	0.25	0.02	0.36	0.18
Heitkoguse keskväärts 2006-2016, t	0.13	0.24	0.17	0.41	0.21
Minimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.00	0.15	0.00	0.13	0.00
Maksimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.33	0.30	0.42	0.86	0.75
2015 raporteeritud ettevõtete arv	≤5	6-10	≤5	≤5	≤5

Joonis 2.1.2.5 Ained, mille raporteeritud heitkogus aastatel 2006-2016 jäi üldjuhul vahemikku 0-1 t/a [1]



Mediaan heitkogus 2006-2016, t	0.49	0.19	0.00	0.29	0.59	0.08
Heitkoguse keskväärts 2006-2016, t	0.69	1.01	1.18	0.43	0.71	0.30
Minimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.36	0.05	0.00	0.21	0.02	0.00
Maksimaalne heitkogus 2006-2016, t	1.28	3.34	6.78	1.34	1.31	1.77
2015 raporteeritud ettevõtete arv	6-10	≤5	0	≤5	≤5	≤5

Joonis 2.1.2.6 Ained, mille raporteeritud heitkogus aastatel 2006-2016 jäi üldjuhul vahemikku 0-1 t/a [2]

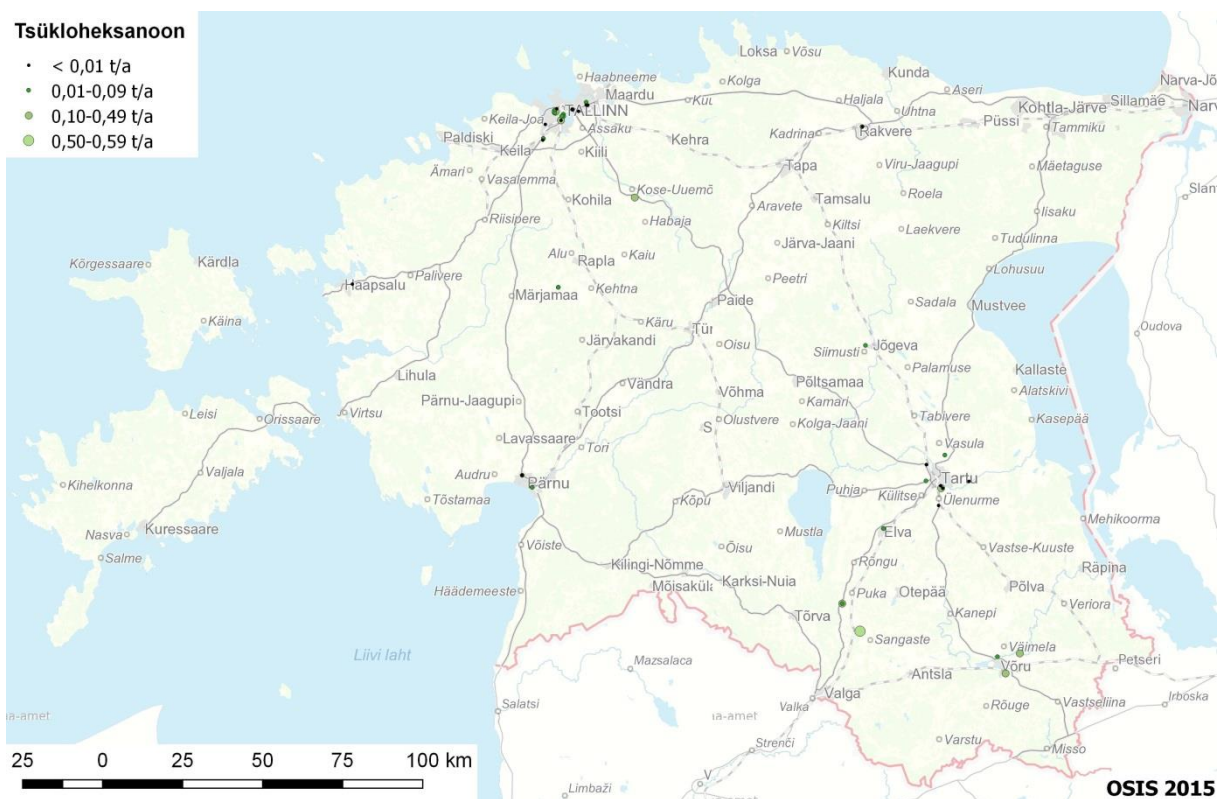


Mediaan heitkogus 2006-2016, t	0.39	0.91	0.00	0.19	0.48	0.00
Heitkoguse keskväärts 2006-2016, t	4.52	1.84	7.12	1.89	1.76	42.6
Minimaalne heitkogus 2006-2016, t	0.00	0.31	0.00	0.00	0.07	0.00
Maksimaalne heitkogus 2006-2016, t	46.7	8.70	44.3	10.0	14.2	118.0
2015 raporteeritud ettevõtete arv	≤5	≤5	≤5	0	≤5	0

3. Ained, mis avaldavad mõju inimestele ja keskkonnale kontsentratsioonides, milliste esinemine on Eesti välisõhu kontekstis vähetõenäoline
- 2-Butanool (sec-butüülalkoholid) (16) – 2-butanooli raporteeris 2015. aastal ligi 60 ettevõtet, millest 1 ettevõtte heide jäi vahemikku 5-10 t/a ning 6 jäi vahemikku 1-5 t/a, seega on 2-butanooli heide pigem hajusa iseloomuga. 2-butanooli tervisemõju avaldub kõrgemate kui 100 mg/m³ kontsentratsioonide juures (lõhnaläve mediaan 9 mg/m³) ning see ei kujuta keskkonnale suurt ohtu, kuna degradeerub küllaltki kiiresti. Pikem analüüs alkoholide kohta on toodud III etapi vahearuandes. Joonis 2.1.3.2
 - Etanool (etüülalkohol) (17) – etanooli raporteeris 2015. aastal üle 100 ettevõtte, millest 1 ettevõtte heide oli ligi 30 t/a, 3 jäi vahemikku 10-15 t/a ja 20 jäi vahemikku 1-10 t/a, seega on etanooli heide pigem hajusa iseloomuga. Etanooli raporteeritud heitkogused on teiste alkoholidega võrreldes kõrgemad, samas on selle tervisemõju seni reguleeritud alkoholidest kõige väiksem ja avaldub väga kõrgete kontsentratsioonide juures, mis ületavad lõhnaläve (lõhnaläve mediaan 100 mg/m³). Etanool ei kujuta suurt keskkonnoohtu, kuna see biodegradeerub kiiresti. Pikem analüüs alkoholide kohta on toodud III etapi vahearuandes. Joonis 2.1.3.2
 - Metanool (metüülalkohol) (18) – metanooli raporteeris 2015. aastal võrreldes teiste alkoholidega vähem ettevõtteid – 30 ringis, millest ainult 1 ettevõtte heide jäi vahemikku 5-10 t/a ja 2 jäi vahemikku 1-5 t/a, seega sarnaselt teiste alkoholidega on ka metanooli heide hajusa iseloomuga. Kuigi metanooli tervisemõju avaldub võrreldes teiste alkoholidega madalamate kontsentratsioonide juures, ületavad ka need 100 mg/m³ piiri (8-h AEGL-1 ehk kontsentratsioon, mille juures ka tundlikel elanikegruppidel ei teki veel kahjulikke tervisemõjusid ~350 mg/m³) ja taoliste kontsentratsioonide tekkimine Eesti välisõhus on väga vähetõenäoline. Pikem analüüs alkoholide kohta on toodud III etapi vahearuandes. Joonis 2.1.3.2
 - Äädikhape (etaanhape) (41) – äädikhapet raporteeris 2015. aastal ligi 20 ettevõtet, kusjuures valdav osa heitest pärines ühest ettevõttest. Viimaste uuringute kohaselt olid reaalsed heitkogused arvutuslikest suurusjärgudes väiksemad, mistõttu on ka äädikhappe heide pigem hajusa iseloomuga ning inimese tervisele ja keskkonnale mõju avaldavate kontsentratsioonide esinemine välisõhus on vähetõenäoline. Pikem analüüs äädikhappe kohta on toodud III etapi vahearuandes. Joonis 2.1.3.2
 - Tsükloheksanoon (58) – varasemas etapis tehtud analüüs näitas, et tsükloheksanooni raporteeritud heitkogused jäid valdavalt alla 1 t/a. Viimasel paaril aastal on aga heide olnud pisut üle 3 t/a, mistõttu analüüsiti käesolevas etapis täiendavalt tsükloheksanooni võimalikke mõjusid ja heite geograafilist asetust. OECD poolt läbiviidud uuringus on toodud, et tsükloheksanoon pole keskkonnas püsiv – see biodegradeerub hästi ning välisõhus on tema poolestusaeg mõned päevad.¹⁵ Tsükloheksanoonile pole USAs tervisemõju alusel kehtestatud ei piirkontsentratsiooni ega minimaalseid riskitasemeid, see on klassifitseeritud CLP-määruse alusel tuleohtlikuks ning sissehingamisel kahjulikuks (äge mürgisus, 4. kategooria). ECHAs on toodud, et pikaajalise kokkupuute korral on kogu elanikkonnale ohutu kontsentratsioon 10 000 µg/m³. Heite geograafilise paiknemise analüüs seni kõige kõrgema raporteeritud heitkogusega ehk 2015. aasta andmetel näitab, et tsükloheksanooni raporteerib üle 30 ettevõtte, mis asetsevad üle kogu Eesti. Suurim raporteeritud heitkogus

¹⁵ <http://webnet.oecd.org/HPV/UI/handler.axd?id=f97ce36d-1bd7-449b-91af-4a85dde8eb52>

jäi alla 0,6 t/a ehk tsükloheksanooni heide on hajusa iseloomuga (Joonis 2.1.3.1). Seega arvestades tsükloheksanooni mõju ning raporteeritud heitkoguseid Eestis, on vähetõenäoline, et välisõhus esinevad kontsentratsioonid, mis avaldavad kahjulikku mõju inimtervisele ja/või keskkonnale. Joonis 2.1.3.2



Joonis 2.1.3.1. Tsükloheksanooni raporteeritud heitkogused aastal 2015.

4. Ained, mis pole välisõhu kontekstis olulised

- Naatriumhüdroksiid (6) ei lendu välisõhku gaasilisel kujul, lahustub väga hästi vees, mistõttu osakeste kujul välisõhku sattunud naatriumhüdroksiid eemaldatakse sealt sademetega.¹⁶ Joonis 2.1.4.2
- Väävelhape (12) on väga vähe lenduv ja lahustub väga hästi vees, mistõttu eemaldatakse see välisõhust sademetega.¹⁷ Kuigi väävelhape võib tekkida atmosfääris ka sekundaarselt vääveloksiidide lahustumisel õhus leiduvas veeaurus, pole väävelhappel piirväärtuse vajadust, kuna vääveldioksiid on prioriteetne saasteaine, millele on piirnorm kehtestatud ka EL-i tasandil. Joonis 2.1.4.2
- Epikloorhüdriin (1-kloro-2,3-epoksüpropan) (30). Epikloorhüdriin on klooritud epoksüühend, mida kasutatakse peamiselt epoksüvaikude ja neid sisaldavate pinnakatete, liimide ning plastide tootmisel. Kõige tõenäolisemalt võivad inimesed epikloorhüdriiniga kokku puutuda töökeskkonnas, välisõhku võib seda eralduda epoksüvaike sisaldavate toodete tootmisel ning nende mittesihipärasel kasutamisel. Epikloorhüdriin on allaneelamisel, nahale sattumisel ja sissehingamisel mürgine. Põhjustab rasket nahasöövitust ja silmakahjustusi, samuti võib põhjustada allergilist nahareaktsiooni ning vähktõbe (CLP-määrus, 2008).

¹⁶ <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0565.html>

¹⁷ <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0577.html>

Veeorganismidele on epikloorhüdriin kahjuliku mõjuga. Biodegradeerub väga aeglaselt, kuid ei bioakumuleeru veeorganismides (Krijgheld ja van der Gen, 1986). Atmosfääris reageerib epikloorhüdriin peamiselt hüdroksüülradikaalidega, reaktsioonid nitraatradikaalide ja osooniga ei toimu märkimisväärsel tasemel. Hüdroksüülradikaaliga reageerimisel eraldub vesinik peamiselt kõrvalrühmaga seotud süsiniku küljest, harvem ka teise hapnikuga seotud süsiniku küljest. Tekkiv radikaal reageerib õhuhapnikuga ning disproportsioneerumise tagajärjel tekib sageli formaldehüüd. Epikloorhüdriini eluiga atmosfääris on 4 päeva kuni 1 kuu.

Eestis on epikloorhüdriini välisõhku eraldumist raporteeritud epoksiidpinnakattevahendite kasutamisest. Viimase 10 aasta jooksul on epikloorhüdriini raporteeritud heitkogused paiksetest saasteallikatest järk-järgult vähenenud 26-lt (2007-2008) 6-le (2015-2016) tonnile aastas (Joonis 2.1.4) ning seda ainet on raporteerinud kokku ca 5 erinevat ettevõtet, kusjuures valdav heide (>90%) pärineb püsivalt ühest konkreetsest ettevõttest. Tulenevalt sellest, et epikloorhüdriini kasutatakse lähtekomponendina moodustamaks polümeere (Saunders, 2013) ning valmistootes on see juba osa pinnakattevahendist, siis sihipärasel kasutamisel peaks selle välisõhku sattumine olema vähetõenäoline. 2017.a. kevadel laekus Keskkonnaametile eelnimetatud ettevõttelt uus lubatud heitkoguste projekt, milles on küll epikloorhüdriin ainenähtav, kuid selle heidet välisõhku enam ei nähtu. Töökeskonnas on epikloorhüdriin reguleeritud (8-h piirnorm 900 µg/m³). Joonis 2.1.4.2

- Metüülsotsüanaat (MIC) (38). Metüülsotsüanaati kasutatakse pestitsiidide, vahtpolüuretaani, plastide ja polüuretaanipõhiste pinnakatete tootmisel. Välisõhku ja töökonnas võib metüülsotsüanaati eralduda polüuretaani sisaldavate toodete (nt polüuretaanlakid) termilisel töötlemisel erinevatel tööstusaladel (nt autoremondi- ja laevatööstuses keevitamis-, lõikamis- ja lihvimisprotsesside käigus) (NIWL, 2002; ACC, 2014) ning polüuretaanpinnavärvide mittesihipärasel kasutamisel. Lisaks on metüülsotsüanaati leitud ka tubakasuitsus (1,5-5 µg sigareti kohta) (IARC, 1986).

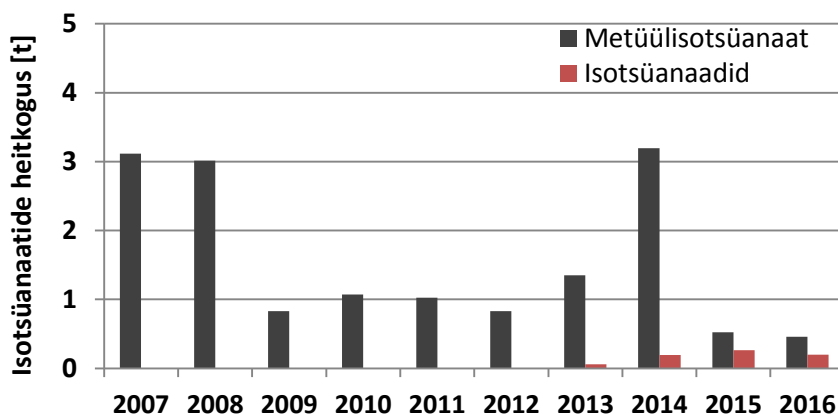
Inimese tervisele on metüülsotsüanaat akuutselt mürgine, võib põhjustada hingamisteede, silmade ja nahaärritust (2-5 ppm; NIOSH, 2016). Andmed krooniliste (pikaajaliste) toimete kohta inimestel või loomadel on puudulikud (EPA, 2000¹⁸).

Atmosfääri sattudes reageerib metüülsotsüanaat seal leiduva veega (õhuniiskusega) ning püsib vee mõjul välisõhus mõnest tunnist mõne päevani (ATSDR, 2002). Samuti reageerib metüülsotsüanaat atmosfääris hüdroksüül- ja nitraatradikaalidega. Hinnanguline eluiga hüdroksüülradikaalide mõjul on ligi 85 päeva (Papanastasiou et al, 2017).

Eestis on metüülsotsüanaadi välisõhku eraldumist raporteeritud eelkõige erinevate pinnakattevahendite kasutamisest, plastdetailide ja vahtpolüuretaani tootmisest. Viimase 10 aasta metüülsotsüanaadi raporteeritud heitkogused paiksetest saasteallikatest jäävad vahemikku 0,5-3,2 t/a, lisaks on viimastel aastatel hakatud grupina esitama ka isotsüanaate, mille heitkogus jääb vahemikku 0,001-0,26 t/a (Joonis 2.1.4.1). Metüülsotsüanaadi ja isotsüanaatide kõrgeim heitkogus on 2014.a., mil nende heidet raporteeris kokku 21 erinevat ettevõtet, neist 16 ettevõtte heitkogus oli ≤ 0,05 t/a, 4 ettevõtte heitkogus ≤ 0,3 t/a ning 1 ettevõtte heitkogus ca 2,5 t/a. Aastatel 2015-2016 on kõne all olevate kemikaalide heide vähenenud, olles kuni 0,8 t/a. Viimane on tingitud sellest, et monomeerseid lenduvaid isotsüanaate on hakatud asendama nt isotsüanaatidega, mis ei

¹⁸ <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/methyl-isocyanate.pdf>

klassifitseeru lenduvateks orgaanilisteks ühenditeks (pikema süsinikahelaga või polümeersed isotsüanaadid).



Joonis 2.1.4.1 Paiksete saasteallikate käitajate poolt isotsüanaatide raporteeritud heitkogused aastatel 2007-2016. Allikas: Keskkonnaagentuur, 2017.

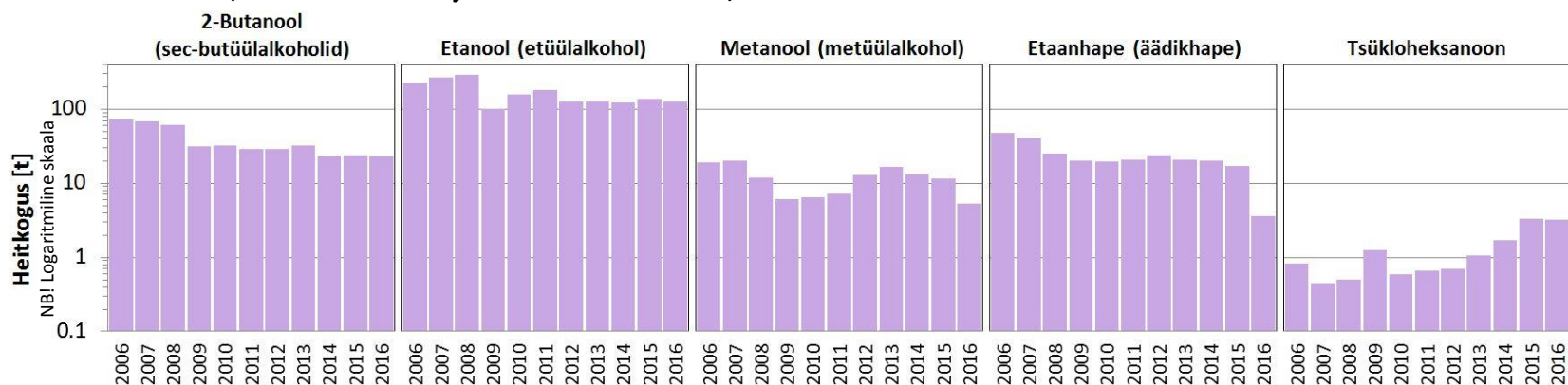
Tulenevalt sellest, et isotsüanaate kasutatakse lähtekomponentidena moodustamiseks polümeere (Sharmin and Zafar, 2012) ning valmistootes on need juba osa pinnakattevahendist, siis sihipärasel kasutamisel ja antud kasutamismahtude (< 1 t/a) juures, peaks nende välisõhku sattumine olema vähetõenäoline. Töökeskkonnas on isotsüanaadid reguleeritud (lühiajalise kokkupuute lagi 0,02 ppm ehk $\sim 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Joonis 2.1.4.2

- Metakrüülhappe (2-metüülpropeenhape) (39) – metakrüülhappe heide on OSISE andmetel tulnud pindade värviga katmisest. Akrüülvärvides osaleb metakrüülhappe akrülaatpolümeeri moodustumises¹⁹, mistõttu korrektselt kasutamisel seda välisõhku märkimisväärselt ei vabane. Lisaks on viimasel kolmel aastal jäänud metakrüülhappe raporteeritud heitkogused alla 0,5 t/a ning raporteerivaid ettevõtteid on viie ringis. Seega on vähetõenäoline metakrüülhappe leidumine välisõhus inimestest ja keskkonda ohustavates kontsentratsioonides. Joonis 2.1.4.2
- Karbamiid ja ammofoss (60) – tegemist on tahkete osakeste kujul välisõhku paisatava saasteainega, mille kahjulik mõju inimestele ja keskkonnale on marginaalne. See biodegradeerub väga kiiresti ning kõrge vees lahustuvuse ja madala aururõhu tõttu ei aurustu veest tagasi välisõhku.²⁰ Välisõhku paisatud karbamiidi ja ammofossi osakesed käituvad sarnaselt teiste tahkete osakestega, mille kohta pikem analüüs on toodud III etapi vahearuandes. Joonis 2.1.4.2

¹⁹ <https://www.britannica.com/science/acrylic>

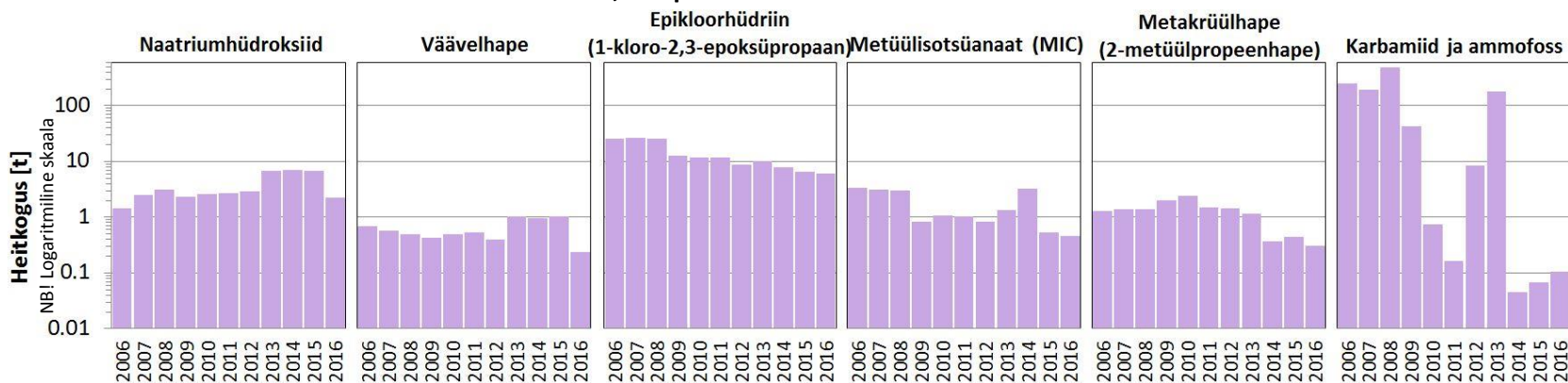
²⁰ <http://www.inchem.org/documents/sids/sids/57136.pdf>

Joonis 2.1.3.2 Ained, mis avaldavad mõju kontsentratsioonides, milliste esinemine on Eesti välisõhu kontekstis vähetõenäoline



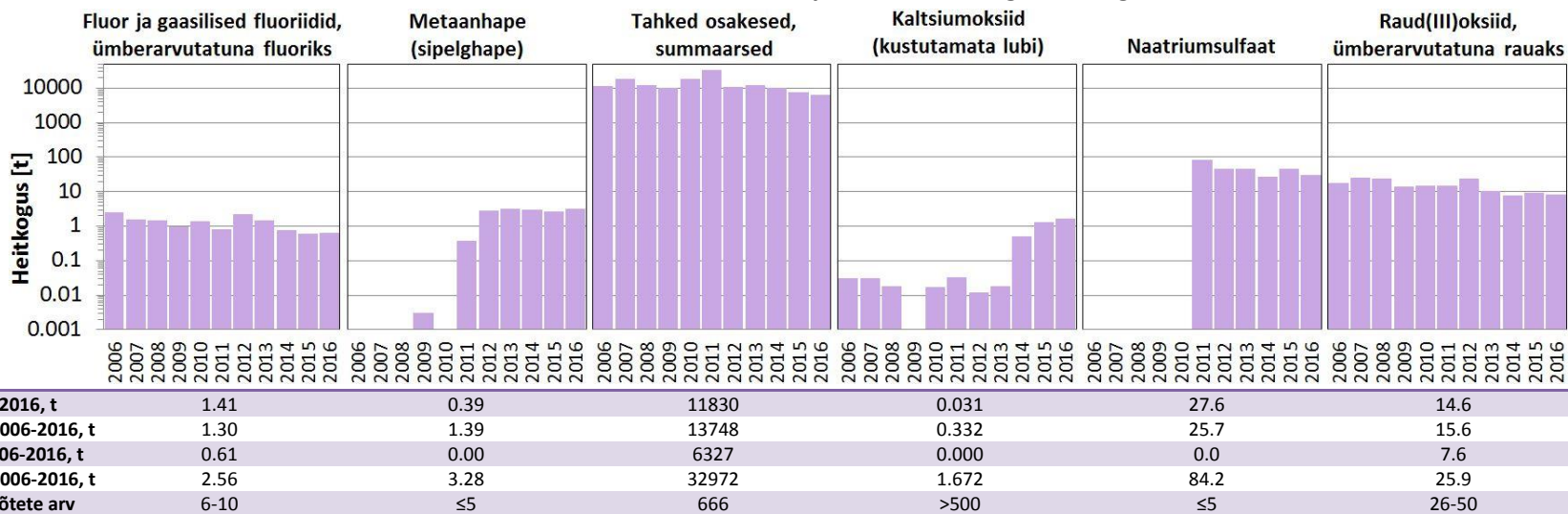
	2-Butanool (sec-butüülalkoholid)	Etanol (etüülalkohol)	Metanol (metüülalkohol)	Etaanhape (äädikhape)	Tsükloheksanool
Mediaan heitkogus 2006-2016, t	30.9	138.1	11.9	20.8	0.83
Heitkoguse keskväärts 2006-2016, t	38.7	169.3	11.8	23.4	1.29
Minimaalne heitkogus 2006-2016, t	22.9	99.8	5.23	3.56	0.45
Maksimaalne heitkogus 2006-2016, t	72.6	290.7	20.2	47.0	3.29
2015 raporteeritud ettevõtete arv	51-100	101-200	26-50	11-25	26-50

Joonis 2.1.4.2 Ained, mis pole välisõhu kontekstis olulised



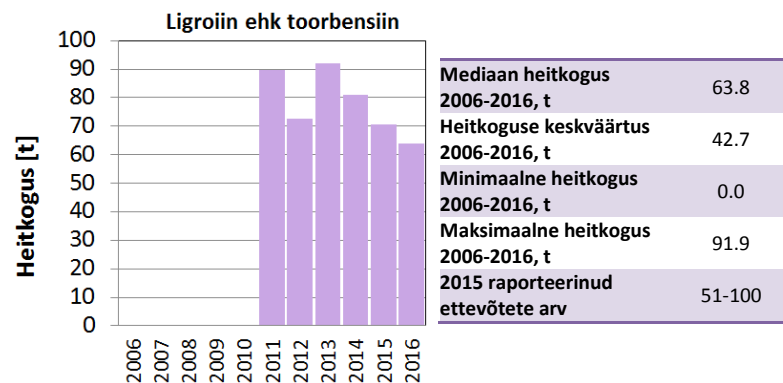
	Naatriumhüdroksiid	Väävelhape	Epikloorhüdrin (1-kloro-2,3-epoksüpropan)	Metakrüülhape (2-metüülpropeenhape)	Karbamiid ja ammofoss
Mediaan heitkogus 2006-2016, t	2.67	0.52	11.8	1.39	8.51
Heitkoguse keskväärts 2006-2016, t	3.65	0.63	13.9	1.25	104.4
Minimaalne heitkogus 2006-2016, t	1.42	0.24	5.96	0.31	0.05
Maksimaalne heitkogus 2006-2016, t	6.90	1.05	26.2	2.43	483.0
2015 raporteeritud ettevõtete arv	11-25	11-25	≤5	6-10	≤5

Joonis 2.1.5 Ained, mille heide välisõhku on piiratud teiste õigusaktidega



NB! Joonisel on heitkogused esitatud logaritmilises skaalas.

Joonis 2.1.6 Ained, mida pole võimalik üheselt välisõhus määrata



5. Ained, mille heide välisõhku on piiratud teiste õigusaktidega

- Fluor ja gaasilised fluoriidid ümberarvutatuna fluoriks (1) – fluorile on Eesti töökeskkonnas kehtestatud piirväärtus ning Euroopa Liidu tasandil tuleb selle heidet raporteerida E-PRTR-i ettevõtetal, kelle heitkogused on suuremad kui 5000 kg/a.²¹ Lisaks on viimastel aastatel fluori raporteeritud heitkogused olnud alla 1 t/a ning need jagunevad ära ligi 10 ettevõtte vahel, mille hulgast suurim raporteeritud heitkogus 2015. aastal oli alla 0,3 t/a. Joonis 2.1.5
- Sipelghape (metaanhape) (42) – kuigi sipelghape on looduses laialt levinud metaboliit, võib selle hingamisteedele ärritav mõju avalduda üsna madalate kontsentratsioonide juures: ECHA kemikaalide andmebaasis oleva informatsiooni alusel on sissehingamisel ja pikaajalise kokkupuute korral kogu elanikkonnale ohutu kontsentratsioon 3000 µg/m³. Eesti töökeskkonnas on sipelghappe piirnormiks kehtestatud 9000 µg/m³, tööstuses on sipelghape kasutusel näiteks liimide koostises²². Viimastel aastatel on Eestis sipelghapet raporteerinud alla viie ettevõtte, heitkogused on alates 2012. aastast olnud ligikaudu 3 t/a, millest peaaegu kogu heide pärineb ühest ettevõttest. Kuna sipelghappe tase on töökeskkonnas võrdlemisi rangelt reguleeritud, on vähetõenäoline, et selle heide välisõhku toimuks kontsentratsioonides, mis põhjustaks elanikkonnal hingamisteede ärritusnähte. Joonis 2.1.5
- Tahked osakesed, summaarselt (62) – nagu III etapi vahearuande analüüsis on välja toodud, on valdav osa tahketest osakestest suurusega alla 10 µm ehk PM₁₀, millele on kehtestatud piirväärtused Euroopa Liidu tasemel (24-h 50 µg/m³, aastas lubatud ületamiste arv 35; 1-a 40 µg/m³). Seetõttu on valdavas osas heiteallikatest võimalik kontrollida summaarsete tahkete osakeste taset läbi PM₁₀ piirnormi ja on vähetõenäoline, et summaarsete tahkete osakeste kontsentratsioon Eestis välisõhus saavutaks taseme, mis avaldaks kahjulikku mõju inimese tervisele või keskkonnale. Pikem analüüs tahkete osakeste kohta on toodud III etapi vahearuandes. Joonis 2.1.5
- Kaltsiumoksiid (kustutamata lubi) (65) – kaltsiumoksiidi heide oli eelmise analüüsi põhjal alla 1 t/a, aastatel 2015 ja 2016 raporteeris üks ettevõtte üle 1 t/a heiteid, mis on seotud lubja tootmisega. Kaltsiumoksiid reageerib veega, moodustades kaltsiumhüdroksiidi, seega pole kaltsiumoksiid keskkonnas püsiv. USAs pole kaltsiumoksiidile tervisemõju alusel kehtestatud ei piirkontsentratsiooni ega minimaalseid riskitasemeid, lisaks puudub sellel CLP-määruse alusel harmoniseeritud klassifikatsioon. Eesti töökeskkonnas on kaltsiumoksiidi piirnormiks kehtestatud 2000 µg/m³, mis on võrreldav ECHAs toodud pikaajalise kokkupuute ja sissehingamise korral kogu elanikkonnale ohutu kontsentratsiooniga (DNEL=1000 µg/m³). Viimane on saadud töökeskkonna keemiliste mõjurite piirnormide teaduskomitee (SCOEL) 2008. aastal avaldatud soovituselt²³, mis võtab arvesse ainult sissehingatavat kaltsiumoksiidi tolmu (*respirable dust*), milles osakeste suurus jääb alla 10 µm. Seega on välisõhku sattuva kaltsiumoksiidi võimalikud kahjulikud mõjud kaetud Euroopa Liidu tasemel PM₁₀ kehtestatud piirväärtusega (24-h 50 µg/m³, aastas lubatud ületamiste arv 35; 1-a 40 µg/m³). Joonis 2.1.5
- Naatriumsulfaat (68) – naatriumsulfaadile pole USAs tervisemõju alusel kehtestatud ei piirkontsentratsiooni ega minimaalseid riskitasemeid, sellel puudub CLP-määruse alusel harmoniseeritud klassifikatsioon ning see pole eraldi reguleeritud Eesti töökeskkonnas.

²¹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R0166&from=EN>

²² <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/284#section=Uses>

²³ <http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=3866&langId=en>

ECHAs on toodud pikaajalise sissehingamise kokkupuute korral kogu elanikkonnale ohutuks naatriumsulfaadi kontsentratsiooniks $5400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mis on tuletatud katsest, kus naatriumsulfaati manustati rotile suukaudselt. Antud DNEL väärtus on samas suurusjärgus kui töökeskkonnas kogu tolmu piirväärtus ning tunduvalt kõrgem WHO soovituslikest peentolmu piirväärtustest²⁴, mis olid aluseks ka Euroopa tasemel piirväärtuste kehtestamisel. Seega on välisõhku sattuva naatriumsulfaadi võimalikud kahjulikud mõjud kaetud Euroopa Liidu tasemel PM_{10} kehtestatud piirväärtusega (24-h $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aastas lubatud ületamiste arv 35; 1-a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Joonis 2.1.5

- Raud(III)oksiid, ümberarvutatuna rauaks (71) - raud(III)oksiidile pole USAs tervisemõju alusel kehtestatud ei piirkontsentratsiooni ega minimaalseid riskitasemeid, sellel puudub CLP-määruse alusel harmoniseeritud klassifikatsioon ja ECHAs pole toodud pikaajalise sissehingamise kokkupuute korral ohutut kontsentratsiooni kogu elanikkonnale. Eesti töökeskkonnas on raud(III)oksiidi peentolmu rauale arvutatud piirnormiks kehtestatud $3500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Antud piirväärtus on samas suurusjärgus töökeskkonnas kogu tolmu piirväärtusega ning tunduvalt kõrgem WHO soovituslikest peentolmu piirväärtustest²⁵, mis olid aluseks ka Euroopa tasemel piirväärtuste kehtestamisel. Seega on välisõhku sattuva raud(III)oksiidi võimalikud kahjulikud mõjud kaetud Euroopa Liidu tasemel PM_{10} kehtestatud piirväärtusega (24-h $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aastas lubatud ületamiste arv 35; 1-a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Joonis 2.1.5

6. Ained, mida pole võimalik üheselt välisõhus määrata

- Ligroiin ehk toorbensiin (15) – ligroiin koosneb paljudest komponentidest ja on varieeruva koostisega süsivesinike segu, mis muudab selle määramise välisõhus keeruliseks. Ligroiooni raporteeris 2015. aastal üle 50 ettevõtte, millest 2 ettevõtte heide oli pisut üle 10 t/a ning 13 jäi vahemikku 1-10 t/a. Pikem analüüs ligroiooni kohta on toodud III etapi vahearuandes. Kuna ligroiin oli ainus alifaatsete süsivesinike esindaja, see on klassifitseeritud kantserogeeniks (1B) ja mutageeniks (1B) ning raporteeritud heitkogused on arvestatavad, siis võib kaaluda selle reguleerimist tulevikus indikaatoraine kaudu. Viimane eeldab aga täpsemaid ligroiooni gaasifaasi koostise ning selle varieerumise muutumise uuringuid. Joonis 2.1.6
- Alifaatsed süsivesinikud - alifaatsete süsivesinike peamised inimtekkelised allikad on nt kütuste mittetäielik põlemine, kütuste töötlemine ja kütusemahutite (ka sõidukite kütusepaakide) täitmine, määrdeainete ja lahustite kasutamine. Kuna käesoleva töö raames tehti ettepanek reguleerida välisõhu saasteaineid ainepõhiselt, jäid alifaatsed süsivesinikud piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete loetelust välja. Tungiva vajaduse korral võiks kütuseterminalide tegevuse mõju hindamiseks alifaatsete süsivesinike piirväärtust kehtestada läbi indikaatoraine (sarnaselt polütsükliilistele aromaatsetele süsivesinikele, mis on väljendatud benzo(a)püreenina) või lähtuda senisest alifaatsete ühendite mõõtmistulemuste praktikast sadamates. Käesoleva töö raames on arutelu all olnud n-heksaan kui üks võimalik alifaatsete süsivesinike esindaja, aga selle sobivus ja esinduslikkus indikaatorainena nõuab edasisi täiendavaid uuringuid (reaalseid mõõtmisi probleemsetes paikades/arutelu indikaatoraine tegeliku vajaduse väljaselgitamiseks).

²⁴ http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

²⁵ http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

2.2. Piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete loetelu

Vastavalt töö raames läbiviidud erinevate andmete analüüside tulemustele ja toetudes teiste EL riikide praktikale välisõhu saasteainete reguleerimisel, soovitatakse Eestis reguleerida siinse tööstuse eripärast tingitud välisõhu saasteaineid ainepõhiselt ning vähendada piirväärtusega reguleeritavate esmatähtsusega saasteainete alget nimekirja 78 ainet või ainete rühmalt 23 ainele (Tabel 1 ja Tabel 4 piirväärtuste ettepanekuga). Osaliselt kajastuvad muudatused (vastavalt II etapi tulemustele) juba Atmosfääriõhu kaitse seaduse § 47 lõike 1 alusel kehtestatud määruks.

Tabel 1. Kokkuvõtlik ülevaade piirnormide vajadusega välisõhu saasteainetest.

Nr.	Saasteaine	CAS nr	Keemist	Aururõhk	Püsivus	KKprotsessid	CMR	8-h AEGL-1	8-h AEGL-2	ERPG-1	PAC-1	IDLH	Märksõnad	Kogus 2006-2014
1	Ammoniaak	7664-41-7	-33 °C	860 kPa	tunnid-päevad	kuiv- ja märgsadenemine sekundaarsed aerosoolid	Ei	21,3 mg/m ³	78,1 mg/m ³	17,8 mg/m ³ lõhn	21,3 mg/m ³	213 mg/m ³	Põllumajandus, transport, kütused, jäätmeäritlus	10500-13500 t/a
2	Vesinikkloriid	7647-01-0	-85 °C	4100 kPa	päevad	kuiv- ja märgsadenemine	Ei	2,74 mg/m ³	16,7 mg/m ³	4,56 mg/m ³ lõhn	2,74 mg/m ³	-	Põlevikiv termiline töötlemine, metalli- ja tsemenditööstus, kütused, jäätmed	800-1250 t/a
3	Vesiniksulfiid	7783-06-4	-60 °C	1800 kPa	päevad	oksideerumine	Ei	0,469 mg/m ³	24,1 mg/m ³	0,142 mg/m ³ lõhn	0,724 mg/m ³	142 mg/m ³	Põllumajandus, reoveepuhastus, kütused, keemiatööstus, jäätmed	40-55 t/a
4	Metaantiool	74-93-1	6 °C	170 kPa	tunnid	radikaalne litumine, oksideerumine	Ei	-	14,6 mg/m ³	0,01 mg/m ³ lõhn	0,01 mg/m ³	300 mg/m ³	Põlevikivtööstus, kütused, iseluluoosi- ja paberitööstus	0-6 t/a
5	Formaldehüüd	50-00-0	-21 °C	>100 kPa	tunnid-nädal	reageerimine radikaalidega, fotolüütiline lagunemine	Carc. 1B Muta. 2	1,13 mg/m ³	17,5 mg/m ³	1,25 mg/m ³ lõhn	1,13 mg/m ³	25 mg/m ³	Keemiatööstus, värvid, lahustid, liimid, kütused, jäätmed	10-40 t/a
6	1,2-Dikloroetaan	107-06-2	83 °C	8,5 kPa	kuud	reageerimine hüdroksüülradikaalidega	Carc. 1B	-	-	206 mg/m ³ lõhn	206 mg/m ³	206 mg/m ³	Lahustid, laborikemikaalid	30-250 t/a
7	Diklorometaan	75-09-2	40 °C	47 kPa	kuud	reageerimine hüdroksüülradikaalidega, disproporsioneerumine, märgsadenemine	Carc. 2	-	212 mg/m ³	1060 mg/m ³ lõhn	706 mg/m ³	8120 mg/m ³	Lahustid	0,2-5 t/a
8	Tetrakloroetüleen	127-18-4	121 °C	1,9 kPa	kuud	reageerimine radikaalidega, disproporsioneerumine, märgsadenemine	Carc. 2	241 mg/m ³	558 mg/m ³	689 mg/m ³ lõhn	241 mg/m ³	1030 mg/m ³	Lahustid	3,5-6,5 t/a
9	Fenool	108-95-2	182 °C	0,053 kPa	minutid-tunnid	reageerimine radikaalidega, märgsadenemine	Muta. 2	24,6 mg/m ³	46,9 mg/m ³	39,1 mg/m ³ lõhn	58,7 mg/m ³	978 mg/m ³	Põlevikiv termiline töötlemine	20-65 t/a
10	Tolupeen	108-88-3	111 °C	2,8 kPa	päevad	reageerimine radikaalidega	Repr. 2	257 mg/m ³	958 mg/m ³	192 mg/m ³ lõhn	257 mg/m ³	1920 mg/m ³	Kütused, nafta töötlemine, värvid, lakid	10-45 t/a
11	Ksüleen	1330-20-7	138-144 °C	0,93-1,2 kPa	tunnid	reageerimine radikaalidega	Ei	573 mg/m ³	1760 mg/m ³	-	573 mg/m ³	3970 mg/m ³	Kütused, nafta töötlemine, värvid, lakid	140-220 t/a
12	Etüülbenseen	100-41-4	136 °C	0,93 kPa	päevad	reageerimine radikaalidega	Ei	146 mg/m ³	2560 mg/m ³	-	146 mg/m ³	3530 mg/m ³	Kütused, nafta töötlemine, värvid, lakid	0,2-15,5 t/a
13	Stüreen	100-42-5	145 °C	0,67 kPa	tunnid-päev	reageerimine radikaalidega, märgsadenemine	Repr. 2	86,6 mg/m ³	563 mg/m ³	217 mg/m ³ lõhn	86,6 mg/m ³	3030 mg/m ³	Kütused, nafta töötlemine, värvid, lakid	10-30 t/a
14	2-Etoksüetanool	110-90-5	135 °C	0,53 kPa	päev	reageerimine radikaalidega, märgsadenemine	Repr. 1B	-	-	-	56,3 mg/m ³	1880 mg/m ³	Värvid, lahustid	40-105 t/a
15	Propanoolid	71-23-8 67-63-0	83-97 °C	2,0-4,4 kPa	päevad	reageerimine hüdroksüülradikaalidega, märgsadenemine	Ei	-	-	-	750-1200 mg/m ³	2400-6000 mg/m ³	Värvid, lahustid, metallitööstus	45-115 t/a
16	Atsetoon	67-64-1	56 °C	24 kPa	kuud	reageerimine hüdroksüülradikaalidega, fotolüütiline lagunemine, märgsadenemine	Ei	482 mg/m ³	2290 mg/m ³	-	482 mg/m ³	-	Värvid, lahustid	40-85 t/a
17	Etüülatsetaat	141-78-6	77 °C	9,7 kPa	nädal	reageerimine hüdroksüülradikaalidega	Ei	-	-	-	4390 mg/m ³	7320 mg/m ³ plahvatusohut	Värvid, lahustid	50-145 t/a
18	n-butüülatsetaat	123-86-4	126 °C	1,3 kPa	päevad	reageerimine hüdroksüülradikaalidega	Ei	-	-	24,2 mg/m ³ lõhn	24,2 mg/m ³	8210 mg/m ³ plahvatusohut	Värvid, lahustid	10-95 t/a
19	Kroom	7440-47-3 18540-29-9			tunnid-kuud	Kuiv- ja märgsadenemine	Carc. 1B	-	-	-	0,003 mg/m ³	15 mg/m ³	Põlevikiv termiline töötlemine, kütused	6-11 t/a
20	Mangaan	7439-96-5			tunnid-kuud	Kuiv- ja märgsadenemine	Repr. 1B	-	-	-	3 mg/m ³	500 mg/m ³	Tsemendi- ja metallitööstus, jäätmed	10-75 t/a
21	Tsink	7440-66-6			tunnid-kuud	Kuiv- ja märgsadenemine	Ei	-	-	-	6 mg/m ³	-	Põlevikiv termiline töötlemine, kütused, metalli- ja värvitööstus	35-55 t/a
22	Vanaadium	7440-62-2 1314-62-1			tunnid-kuud	Kuiv- ja märgsadenemine	Repr. 2	-	-	-	0,64-3 mg/m ³	35 mg/m ³ (v205)	Põlevikiv termiline töötlemine, kütused	10-17 t/a
23	Vask	7440-50-8			tunnid-kuud	Kuiv- ja märgsadenemine	Ei	-	-	-	3 mg/m ³	100 mg/m ³	Põlevikiv termiline töötlemine, kütused, metallitööstus	1,5-3 t/a

KKprotsessid – välisõhus toimuvad protsessid, mille tulemusena aine välisõhust eemaldatakse.

CMR – kantserogeenid, mutageenid, reproduktiivtoksilised ained; 1.B kategooria – aine omab loomkatsete põhjal eeldatavalt vastavat toimet; 2. kategooria – aine omab loomkatsete põhjal arvatavasti vastavat toimet.

8-h AEGL-1 (*Acute Exposure Guideline Levels*) on kõrgeim õhus sisalduv aine kontsentratsioon, mille juures veel 8-h kokkupuute vältel elanikkonnal, kaasa arvatud tundlikel elanikegruppidel, ei esine märkimisväärsed pöördumised ega pöördumatuid tervisehäireid.

8-h AEGL-2 (*Acute Exposure Guideline Levels*) on õhus sisalduv aine kontsentratsioon, millest kõrgemate kontsentratsioonide juures võib elanikkonnal, kaasa arvatud tundlikel elanikegruppidel, esineda pöördumatuid või muid tõsisid pikaajalisi tervisehäireid või mis pärsib ohutsoonist väljumise võimekust.

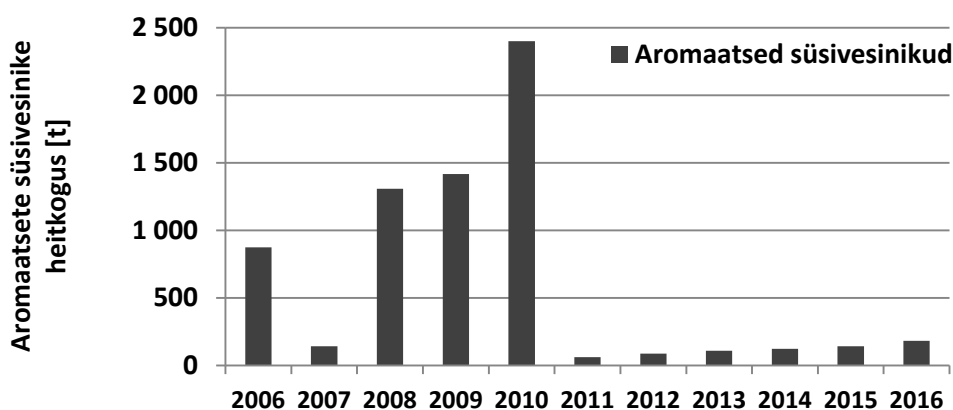
ERPG-1 (*Emergency Response Planning Guidelines*) on kõrgeim õhus sisalduv aine kontsentratsioon, millega 1-h kokkupuute vältel peaaegu kõikidel indiviididel võivad esineda kerged, pöörduvad tervisehäireid või mille puhul pole tunda selgelt eristatavat lõhna.

PAC-1 (*Protective Action Criteria for Chemicals*) on määratud erinevatel alustel ja kasutatakse õhusaaste mõju iseloomustamiseks näitajaks.

IDLH (*Immediately Dangerous to Life or Health*; otseselt ohtlik elule ja tervisele) on õhus sisalduv aine kontsentratsioon, mille juures juba lühiajalise kokkupuute korral (30 min) ilmnevad tõsised tervisehäired.

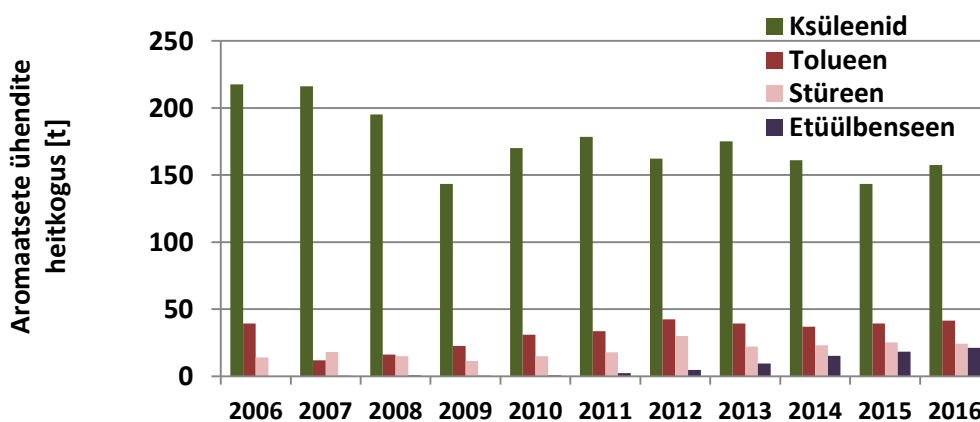
2.2.1. Aromaatsete süsivesinikud – toluen, ksüleenid, stüreen ja etüülbenseen

Aromaatsete süsivesinikud sisaldavad keemilises struktuuris vähemalt ühte benseeni tuuma ja sinna rühma kuuluvatel ühenditel on terav omapärane lõhn. Aromaatsete süsivesinike peamised inimtekkelised allikad on nt kütuste mittetäielik põlemine, naftasaaduste töötlemine ja laadimine ning kasutamine lahustitena erinevates pinnakattevahendites. Tavapäraselt käsitletakse aromaatsete süsivesinike all kolme või nelja ühendi – benseeni, tolueni ja ksüleenide (BTX) või benseeni, tolueni, etüülbenseeni ja ksüleenide (BTEX) – summat (KUK, 2016a; KUK, 2017). Benseen on piirväärtusega reguleeritud juba Euroopa Liidu tasandil (1-a. $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Etüülbenseeni saastetaset varasemas määruuses eraldi piirnormiga ei reguleeritud, samas kehtis piirväärtus ainegrupile „aromaatsed süsivesinikud“ ja tihti ei raporteeritud üksikuid aromaatseid ühendeid eraldi, vaid koos aromaatsete süsivesinike grupina (Joonis 2.2.1.1).



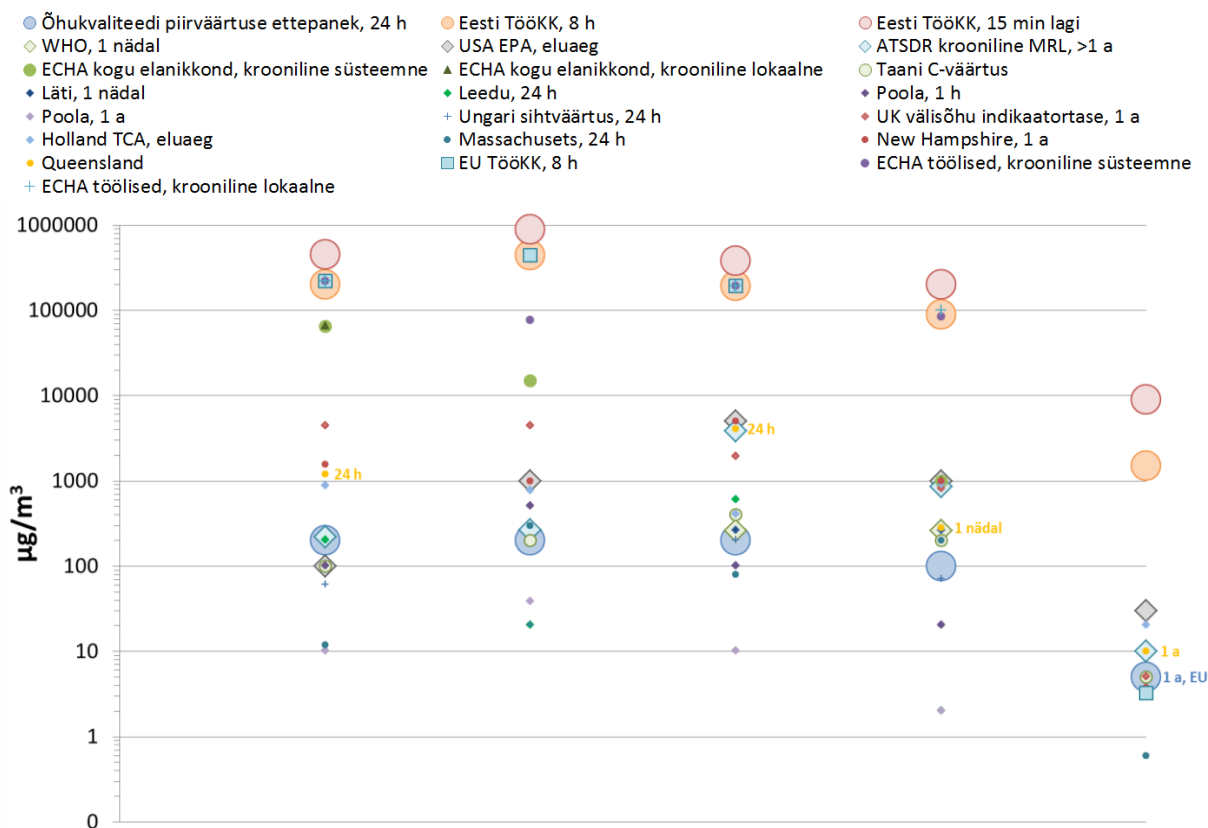
Joonis 2.2.1.1 Paiksete saasteallikate käitajate poolt ainegrupi „aromaatsed süsivesinikud“ raporteeritud heitkogused aastatel 2006-2014. Allikas: Keskkonnaagentuur, 2017.

Käesoleva töö raames lisandus piirnormide vajadusega aromaatsete süsivesinike hulka ksüleenide, tolueni ja stüreeni kõrval ka etüülbenseen, mille heitkogus ettevõtete saasteainete aruandluses piisavalt ei kajastu (see sisaldub kas ainegrupi „aromaatsed süsivesinikud“ või ksüleenide heitkoguse all), aga mida hinnanguliselt võib tekkida märkimisväärse koguses, > 50 t/a. Ksüleenide, tolueni, stüreeni ja etüülbenseeni viimaste aastate raporteeritud heitkogused on esitatud joonisel 2.2.1.2, kust nähtub, et alates 2011.a. on etüülbenseeni raporteerimine eraldi aina tõusutrendis.



Joonis 2.2.1.2 Paiksete saasteallikate käitajate poolt ksüleeni, etüülbenseeni, tolueni ja stüreeni raporteeritud heitkogused aastatel 2006-2016. Allikas: Keskkonnaagentuur, 2017.

Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut



	Ksüleen	Etüülbenseen	Tolueen	Stüreen	Benseen
WHO	-	-	Epidemioloogilised andmed, LOAEL närvisüsteemile 332 mg/m ³ , UF=300*4,2 (2000)	Epidemioloogilised andmed, LOAEL õpiraskused 25 ppm, UF=100*4,2 (2000)	Ohutut väärtust ei saa soovitada (2000, 2015)
USA EPA	Isased rotid, subkrooniline NOAEL (HEC) närvisüsteemile 39 mg/m ³ , UF=300 (2003)	Rotid ja hiired, subkrooniline NOAEL (HEC) arengutoksilisus 434 mg/m ³ , UF=300 (1991)	Epidemioloogilised andmed, NOAEL (ADJ) närvisüsteemile 46 mg/m ³ , UF=10 (2005)	Epidemioloogilised andmed, NOAEL (HEC) närvisüsteemile 34 mg/mg ³ , UF=30 (1992)	Epidemioloogilised andmed, BMCL lümfotsüütide arvu vähenemine 8,2 mg/m ³ , UF=300 (2003)
ATSDR	Epidemioloogilised andmed, LOAEL närvisüsteemile 14 ppm, UF=100*3 (2007)	Rotid, krooniline LOAEL (HEC) mõju neerufunktsioonile 17,45 ppm, UF=300 (2010)	Epidemioloogilised andmed, NOAEL (ADJ) närvisüsteemile 3,8 mg/m ³ , UF=10 (2015)	Epidemioloogilised andmed, LOAEL (ADJ) värvide nägemisele 4,8 ppm, UF=30 (2010)	Epidemioloogilised andmed, BMCL _{0,25sd} (ADJ) lümfotsüütide arvu vähenemine 0,03 ppm, UF=10 (2007)
ECHA kogu elanikkond, süsteemne	Põhineb IOELV 8-h väärtusel, mille aluseks on NOAEL inimesele AF=1,7	Rotid, krooniline NOAEL (ADJ) kuulmiselunditele 75 mg/m ³ , AF=5	-	-	-
Taani	(1990)	Hiired, rotid, krooniline LOAEL histoloogilised muutused erinevates organites 330 mg/m ³ , UF=300*5,6 (2006)	(1990)	Epidemioloogilised andmed, LOAEL õpiraskused 25 ppm, UF=500 (1996)	(1992)
EU TööKK	Epidemioloogilised andmed, lühiajaline LOAEL ärritus, närvisüsteemile 442 mg/m ³ , UF=2 (1992)	Epidemioloogilised andmed, LOAEL ärritus 884 mg/m ³ , UF=2 (1995)	Epidemioloogilised andmed, NOAEL 192 mg/m ³ , UF=1 (2001)	- Hindamine pooleli (2013)	- Hindamine pooleli (2013)

Joonis 2.2.1.3. Näiteid ksüleeni, etüülbenseeni, tolueni, stüreeni ja benseeni suunis- ja piirväärtustest ning nende määramise alustest.

Teiste riikide ja organisatsioonide välisõhu piirnormid kõne all olevate aromaatsete süsivesinike kohta varieeruvad suuresti, mõnedes riikides piirnormid puuduvad või on kehtestatud üksikutele aromaatsetele ühenditele. Tuginedes WHO soovitustele, USA EPA piirkontsentratsiooni ja ATSDR minimaalsete riskitasemete aluseks olevatele uuringutele ja lähiriikide sarnastele piirnormidele ning võttes arvesse ka aromaatsete süsivesinike võimalikku koosmõju, leiti käesoleva töö raames, et Eestis on asjakohane kehtestada 24-h keskmiseks piirväärtuseks 200 (ksüleenid, toluen, etüülbenseen) või 100 (stüreen) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 2.2.1.3; Tabel 2).

Tabel 2. Aromaatsete süsivesinike (ksüleenid, toluen, stüreen ja etüülbenseen) piirnormid valitud riikides ning inimtervise- ja keskkonnamõju.

	Ksüleenid	Toluene	Stüreen	Etüülbenseen
CAS nr	1330-20-7	108-88-3	100-42-5	100-41-4
Ühtlustatud klassifikatsioon vastavalt CLP-määruse VI lisale (Tabel 3.1): Ohuklassi ja -kategorია kood(id)	Flam. Liq. 3 Acute Tox. 4 * Acute Tox. 4 * Skin Irrit. 2	Flam. Liq. 2 Repr. 2 Asp. Tox. 1 STOT SE 3 STOT RE 2 * Skin Irrit. 2	Flam. Liq. 3 Repr. 2 Acute Tox. 4 * STOT RE 1 Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2	Flam. Liq. 2 Acute Tox. 4* Asp. Tox. 1 STOT RE 2
Rahvusvahelise Vähiuurimiskeskuse (IARC) klassifikatsioon	Grupp 3 (1999)	Grupp 3 (1999)	Grupp 2B (2002)	Grupp 2B (2000)
Senised SPV₁/SPV₂₄, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200/200	200/200	40/2	-/-
WHO, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	#NA	260 (nädal) 1000 (30min; lõhn)	260 (nädal) 70 (30min; lõhn)	#NA
OECD andmebaas	+ (2003)	+ (2001)	+ (1996)	+ (2002)
USA EPA RfC, mg/m^3	0,1 (2003)	5 (2005)	1 (1992)	1 (1991)
Taani C-väärtused 1 h, mg/m^3	0,1 (1990)	0,4 (1990)	0,2 (1996)	0,2 (2006)
Islandi piirnormid	#NA	#NA	#NA	#NA
Leedu piirnormid 0,5 h/24 h, mg/m^3	0,2/0,2	0,6/0,6	0,04/0,002	0,02/0,02
Läti piirnormid	#NA	260 (nädal)	260 (nädal)	#NA
Poola piirnormid 1 h/1 a, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	#NA	1000/130	#NA	#NA
Soome piirnormid 24 h/1 a, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	#NA	#NA	#NA	120/50
Ungari piirnormid 1 h/24 h, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200/60	600/200	70/70	20/20
Hollandi talutav kontsentratsioon õhus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	870	400	900	770
UK keskkonnamõju hindamise tase, 1 h/1 a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	66200/4410	8000/1910	800/800	55200/4410
ATSDR minimaalsed riskitasemed (MRLs) sissehingamisel akuutsel (1-14 päeva)/subkroonilisel (15-364 päeva)/kroonilisel (365 päeva ja enam) kokkupuutel, ppm	2/0,6/0,05 (2007)	2/-/1 (2015 draft)	5/-/0,2 (2010)	5/2/0,06 (2010)
ECHA pikaajaline mõju elanikkonnale sissehingamisel, süsteemne/lokaalne mõju, [DN(M)EL] $\mu\text{g}/\text{m}^3$	65300/65300	#NA/#NA	1000/1000	15000/-
Mõju keskkonnale PNEC veeorganismid $\mu\text{g}/\text{L}$ /linnud $\mu\text{g}/\text{m}^3$	327/-	680/#NA	14-40/-	10-100/-
Eesti TööKK piirnorm 8 h/15min lagi, mg/m^3	200/450	192/384	90/200	442/884
EC SCOEL soovitus 8 h/15min lagi, mg/m^3	221/442 (1992)	192/384 (2001)	#NA	442/884 (1995)
Immediately Dangerous to Life and Health Limits (IDLHs), ppm	900	500	700	800
Lõhnalävi mediaan/vahemik mg/m^3	1,25/0,052-1370	5,85/0,08-1000	0,22/0,012-258	1,9/0,01-78

Sulgudes olev number viitab aastaarvule, millal vastav väärtus on üle vaadatud.

Eraldi ainetena on benseeni, tolueni, etüülbenseeni ja ksüleeni kahjuliku tervisemõju üsna põhjalikult uuritud ja iseloomustatud. Inimestel võivad kõik nimetatud ained avaldada kahjulikku

toimet eelkõige kesknärvisüsteemile, lisaks on tolueni ja stüreeni puhul tegemist veel 2. kategooria reproduktiivtoksilise ainega (arvatavasti omab kahjulikku toimet järglaste arengule) ning benseeni puhul 1. kategooria kantserogeeniga (pikaajaline kokkupuude selle ainega võib põhjustada nt aneemiat ja leukeemiat) (CLP, 2008). Kahjuks puuduvad aga toksikoloogilised uuringud, mis kirjeldaksid kokkupuudet just BTEX-seguga, sellega seotud terviseohtlikkust ning doos-vastuse vahelist seost (ATSDR, 2004). Küll aga on püütud BTEX-segu koostoimet hinnata erinevate matemaatiliste mudelitega, nt füsioloogilistel alustel põhineva farmakokineetilise ehk PBPK-mudeliga (*Physiologically based pharmacokinetic, PBPK*) (ATSDR, 2004; European Union, 2012), mille tulemustest on järeldatud, et BTEX-segu neurotoksiline toime on eeldatavasti aditiivne (ehk segu komponentide koostoime on võrdne üksikute komponentide toimete summaga), kui iga üksiku komponendi kontsentratsioon on < 20 ppm. BTEX-seguga kokkupuutest tulenevaid võimalikke hematotoksilisi ja kantserogeenseid toimeid tuleks aga hinnata ainult benseenist lähtuvalt. Ühtegi näidet BTEX-segu võimaliku piirnormi kohta teadaolevalt ei ole. Aromaatsete ühendite raporteeritud kontsentratsioonid välisõhus erinevate kirjandusallikate põhjal on esitatud Tabelis 3. Eestis teostatakse riikliku õhuseire programmi raames benseeni neljas ning BTX mõõtmisi ühes automaatses pidevseirejaamas²⁶. Aastatel 2014-2016 on benseeni aastakeskmise kontsentratsioon Tallinnas (Õismäel), Kohtla-Järvel, Narvas olnud < 1 µg/m³ (maksimaalsed nädala kontsentratsioonid 1,6 – 5,3 µg/m³) ning Tartus < 2 µg/m³ (maksimaalsed nädala kontsentratsioonid 5,7 – 14,7 µg/m³). BTX sisaldust mõõdetakse Tallinna Õismäe pidevseirejaamas ning aastatel 2014-2016 on maksimaalsed tunni- ja ööpäevakeskmised kontsentratsioonid, vastavalt 55-86 µg/m³ ning 6-9 µg/m³ (aastakeskmise tase 0,7-1 µg/m³). Oluliselt kõrgemad aromaatsete ühendite sisaldused on aga nt sadamates (Joonised 2.2.1.4-2.2.1.6).

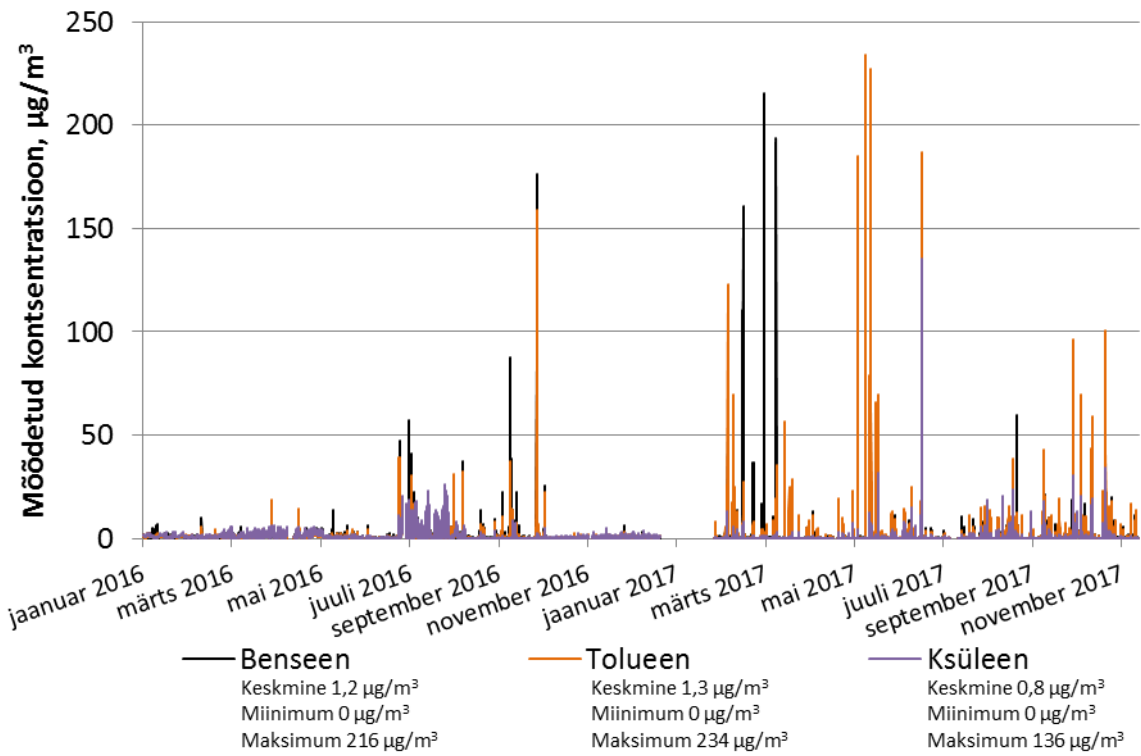
Tabel 3. Benseeni, tolueni, etüülbenseeni, ksüleenid ja stüreeni kontsentratsioonid välisõhus.

Kontsentratsioon, µg/m ³	Benseen	Tolueen	Etüülbenseen	Ksüleenid	Stüreen
Maapiirkonnad	~1 ^a 0,2-16 ^b	< 5 ^a 0,5-260 ^b	0,2-1,6 ^b	<0,1-1,6 ^b	< 1 ^{a,c}
Linnapiirkonnad	5-20 ^a	5-150 ^a	~ 3 ^c	4-130 ^c	< 20 ^{a,c}
Tööstuspiirkonnad (koos suure liiklustihedusega)	kuni 349 ^b	kuni 1310 ^b	kuni 360 ^b	kuni 775 ^b	—

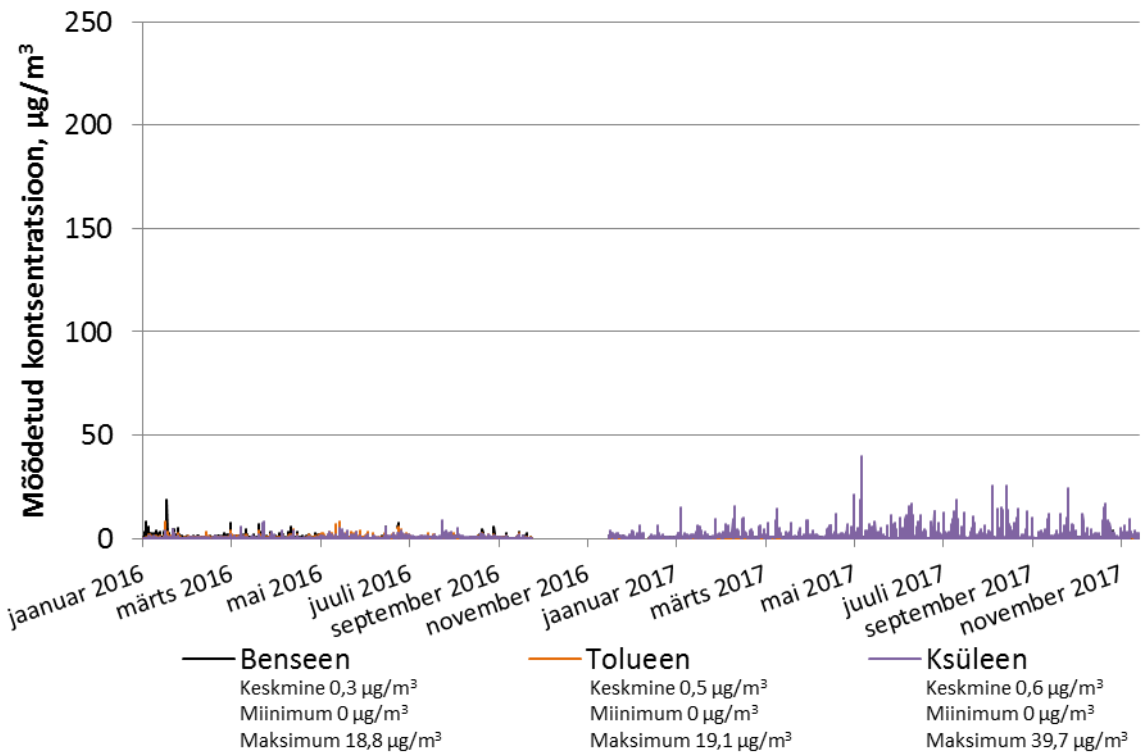
Märkused: ^a – WHO, 2000; ^b – Leusch ja Bartkow, 2010; ^c – ATSDR Toxic Substances Portal²⁷

²⁶ http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=2129&Itemid=3

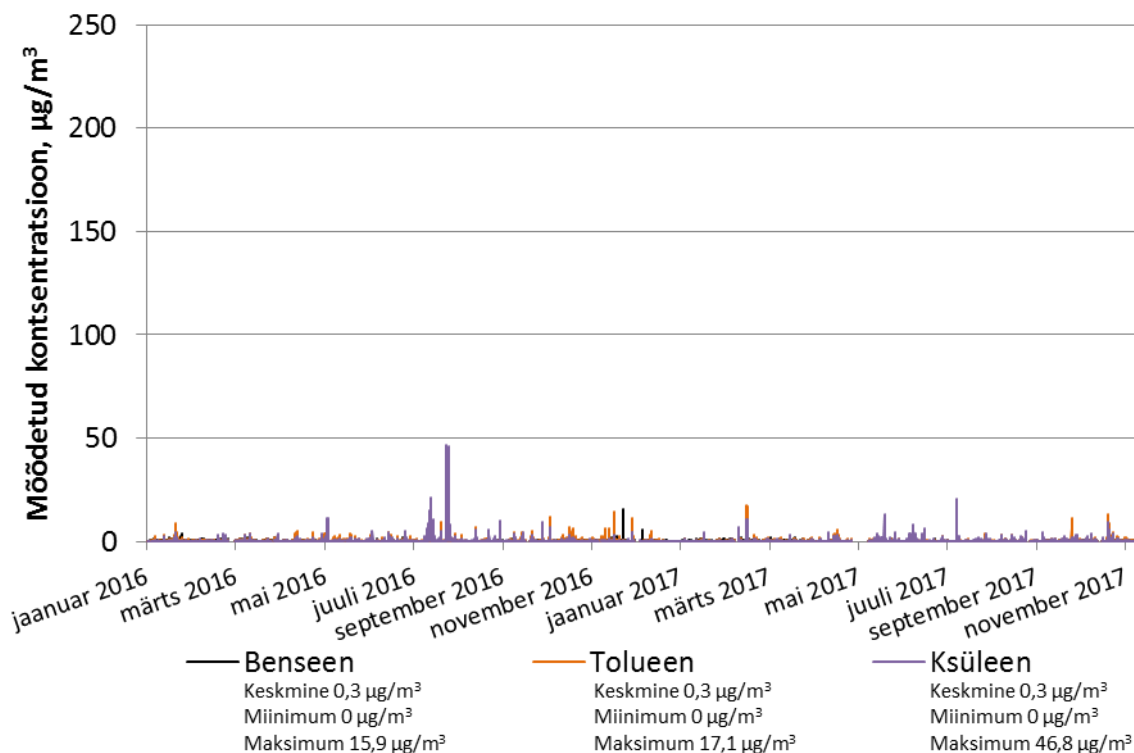
²⁷ Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/index.asp>



Joonis 2.2.1.4 Paldiskis mõõdetud BTX tasemed 2016-2017.



Joonis 2.2.1.5 Muugal mõõdetud BTX tasemed 2016-2017.

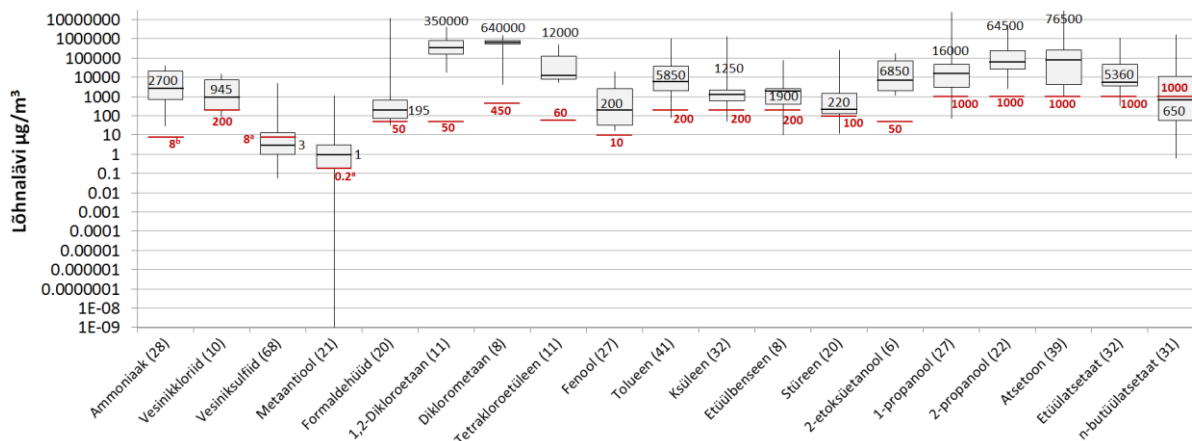


Joonis 2.2.1.6 Õismäel mõõdetud BTX tasemed 2016-2017.

2.3. Välisõhu saasteainete lõhnaläved

Mitmed välisõhku lenduvad saasteained omavad spetsiifilist lõhna, mis võib olla nii meeldiv kui ebameeldiv. Piirnormide vajadusega saasteainete nimekirja jäänud ainetest on näiteks etüülatsetaat, n-butüülatsetaat, 1,2-dikloroetaan, diklorometaan, tetrakloroetüleen, 1-propanool, 2-etoksüetanool ja atsetoon magusa lõhnaga, ent stüreenil on magusa lõhna kõrval terav ning ksüleenil kirbe alatoon. Teravalõhnalisi gaase on veelgi, näiteks fenool, millel on lisaks meditsiiniline alatoon, formaldehüüd, 2-propanool, vesinikkloriid ja ammoniaak, kusjuures viimase kahe puhul on lõhn ka ärritav. Etüülbenseeni iseloomustab enim õline/lahusti lõhn ning toluene aroom on pigem hapukas. Piirnormide vajadusega saasteainete nimekirjas on selgelt äratuntava lõhnaga vesiniksulfiid, mis lõhnab nagu mädamuna ja metaantiool, mille aroom meenutab mädanenud kapsast (AIHA, 2013). Lõhna olemasolu aga ei tähenda automaatselt, et aine lõhna tuntakse juba väga väikeste kontsentratsioonide juures, sest nii nagu tervisemõju on ka erinevate ainete lõhnalävede kontsentratsioonid erinevad ning sageli varieeruvad indiviiditi suurel määral. Joonisel 2.3.1 on toodud piirnormide vajadusega saasteainete nimekirja jäänud ainete lõhnalävede varieeruvus ning erinevate uuringute põhjal leitud lõhnaläve mediaanväärtus, mille juures antud väärtusest tundlikumaid ja vähemtundlikke lõhnalävede väärtusi on võrdne arv. Punasega on tähistatud käesoleva töö raames tehtavad ettepanekud uutele piirnormidele. Jooniselt nähtub, et üldjuhul on ettepanekuks olevad piirnormid madalamad mediaan-lõhnalävedest ehk antud piirnormi täites ei tohiks esineda märkimisväärsed lõhnaäiringuid. Lõhnaläve mediaanväärtusest pisut kõrgema piirnormi ettepanek esitati kahe aine puhul – vesiniksulfiid ja n-butüülatsetaat. Vesiniksulfiid ei oma ettepanekuks oleva piirväärtuse juures veel tervisemõju ning mõõtmiste käigus on leitud, et lõhnaläve ületavad vesiniksulfiidi tasemed on pigem lühiajalised (täpsem analüüs on esitatud Lisas

31), seega ei tohiks piirväärtuse täitmise korral esinev lõhnahäiring olla pikaajalise mõjuga. n-Butüülatsetaadi tervisemõju avaldub samuti lõhnalävest kõrgemate kontsentratsioonide juures ning tegemist on meeldiva lõhnaga lahustiga, mistõttu lõhnaläve ületamisel ei esine suure tõenäosusega märkimisväärsed häiringut.

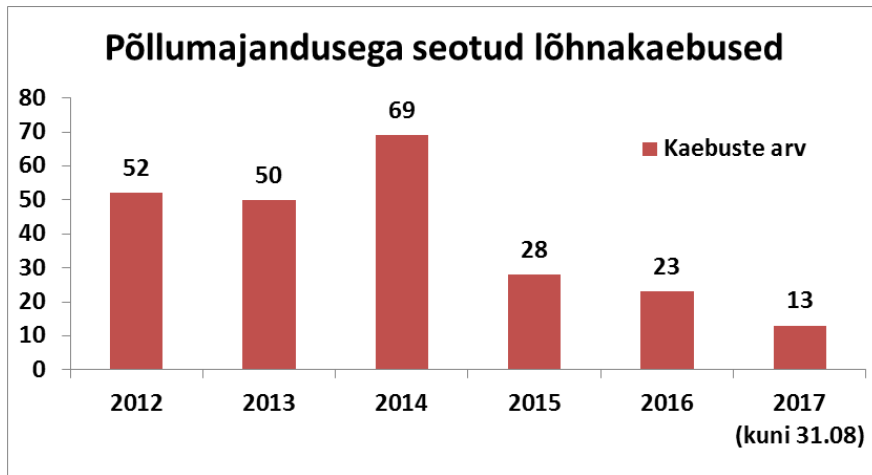


Joonis 2.3.1 Piirnormide vajadusega saasteainete nimekirja jäänud ainete lõhnaläved. Lõhnaläve aluseks olev uuringute arv on toodud aine nimetuse taga sulgudes, karpdiagrammi karp näitab uuringutes raporteeritud lõhnalävede alumist ja ülemist kvartiili, vurrud näitavad uuringutulemuste minimaalset ja maksimaalset väärtust, must joon ja must number näitavad vastava aine mediaan-lõhnaläve. Allikas: AIHA, 2013. Punasega on tähistatud ainete piirväärtuste ettepanek Eestis käesoleva töö raames, ülaindeksita numbrite puhul on tegemist 24-h keskmiste piirväärtusega, ^a – 1-h keskmine piirväärtus, ^b – 1-a keskmine sihtväärtus.

2.3.1. Põllumajandusega seotud lõhnakaebused

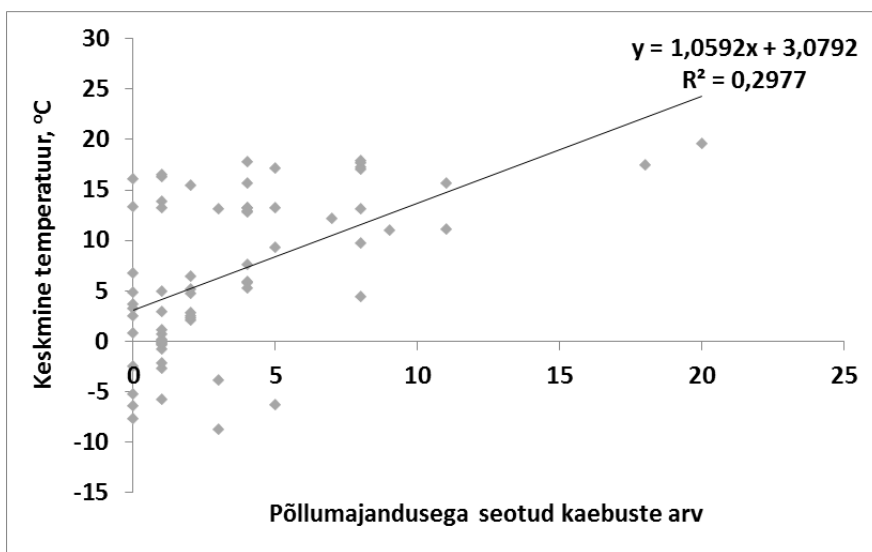
Keskkonnainspeksioonile laekunud välisõhu kaebustest moodustavad lõhnakaebused keskmiselt 80-87%. Kõige rohkem lõhnakaebusi laekub Ida-Virumaalt ja Harjumaalt, kus aastatel 2012-2016 on aasta keskmine kaebuste arv vastavalt 466 ja 593. Käesoleva töö raames analüüsiti detailsemalt põllumajandusega seotud lõhnakaebusi, kasutades selleks järgmisi märksõnu: lau (laut), farm, läga, virts, sõnni (sõnnik), siga, sea, kana, veis, lehm ja kaebustes enam esinenud vastavate põllumajandusettevõtete märksõnu. Üldjuhul puudutavad laekunud lõhnakaebused ebameeldivat lõhna üldiselt (nt silo, sõnniku, läga, sigala, virtsa jne haisu) ning eraldi väävelvesiniku ega mädamuna haisu ei kirjeldatud²⁸. Viimastel aastatel on põllumajandusega seotud kaebuste arv pigem langustrendis olnud (Joonis 2.3.1.1).

²⁸ Aastatel 2012-2017 (seisuga 31.08.2017) on Keskkonnainspeksioonile esitatud kokku 138 kaebust, kus on mainitud märksõnu vääveli, väävelvesiniku, vesiniksulfiidi või mädamuna. Samas on need kaebused seotud erinevate linnade, Muuga sadama, Kehra paberivabriku, prügilate või Ida-Viru keemiatööstusega.

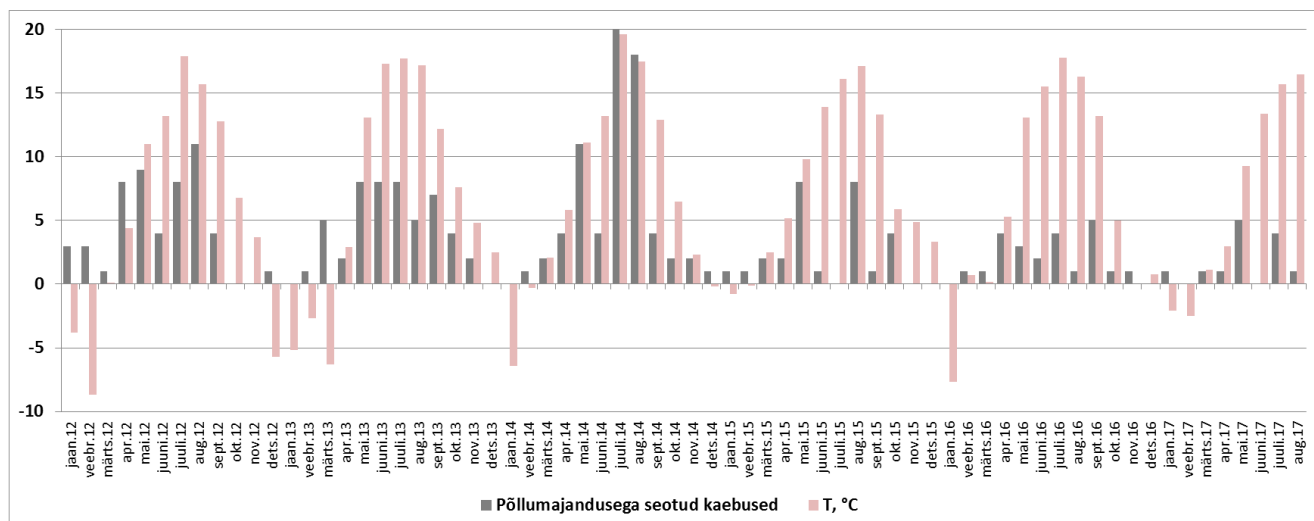


Joonis 2.3.1.1 Keskkonnainspeksioonile laekunud põllumajandusega seotud lõhnakaebused aastatel 2012-2017 (seisuga 31.08.2017).

Üldjuhul on lõhnaained soojemate temperatuuride juures parema lenduvusega, mistõttu võiks eeldada, et suvekuudel ja kõrgemate temperatuuride juures laekub rohkem lõhnakaebusi. Analüüsisid põllumajandusega seotud lõhnakaebuste esitamiste arvu ja kuu keskmiste õhutemperatuuride vahelist seost lineaarset korrelatsiooni ei leitud (Joonis 2.3.1.2 ja 2.3.1.3).



Joonis 2.3.1.2. Põllumajandusega seotud lõhnakaebuste esitamiste arvu ja kuu keskmiste õhutemperatuuride vaheline seos.



Joonis 2.3.1.3 Põllumajandusega seotud lõhnakaebuste esitamiste arvu ja kuu keskmiste õhutemperatuuride (<http://www.ilmateenistus.ee/kliima/kuukokkuvotted/>) vaheline seos aastatel 2012-2017 (seisuga 31.08.2017).

2.4. Hinnanguline vähki haigestumise ühikrisk

Piirinormide vajadusega välisõhu saasteainete hulgas on aineid, mis vastavalt CLP-määruses sätestatud klassifitseerimise kriteeriumidele on kantserogeenid, mutageenid või reproduktiivtoksilised ained (CMR ained):

- 1. (IA ja IB) kategooria (teadaolev või eeldatav CMR toime inimestele): formaldehüüd, 1,2-dikloroetaan, 2-etoksüetanool, kroom(VI) ühendid;
- 2. kategooria (arvatavasti avaldab inimestele CMR toimet): toluen, fenool, stüreen, diklorometaan, tetrakloroetüleen, vanaadium ja ühendid.

CMR ainete puhul inimtervisele ohutu kokkupuutetase puudub, siiski on teatud juhtudel kättesaadava teabe põhjal (sh teaduslikud ja tehnilised andmed) ka neile kemikaalidele võimalik kehtestada piirnorm. Käesoleva töö raames võeti arvesse vähki haigestumise ühikrisi²⁹ ning 1.B kategooria CMR ainete korral jäi kõrgeimaks piirnormiks $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kõige madalam (rangem) piirnorm jäi kroom(VI) ja selle ühenditele, mille puhul hinnanguline vähki haigestumise ühikrisk $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ korral on $1,2-4 \times 10^{-2}$ (USA EPA, 1998a; WHO, 2000) ehk teisisõnu tähendab kuni nelja täiendavat vähijuhtumit 100 inimese kohta kui kogu eluea jooksul sissehingatava kroom(VI) kontsentratsioon on $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (aine kontsentratsiooni suurenemine tõstab vähki haigestumise riski). Võrreldes varasema määrusega läksid käesoleva töö raames tehtud ettepaneku kohaselt karmimaks järgmiste CMR ainete piirnormid (aine taga sulgudes on toodud heitkoguseid raporteerinud ettevõtete arv): 1,2-dikloroetaan (<5), diklorometaan (<10), 2-etoksüetanool (ca 30), kroom(VI) (ca 550) ning vanaadium (ca 550) ja selle ühendid. Kroom(VI) ja vanaadiumi ühendite eraldumine välisõhku on peamiselt seotud põlevkivi kasutamisega energeetikas ja põlevkiviõli tootmisega ning nende heitkoguseid on raporteeritud katlamajadest üle kogu Eesti. Raskmetallide (sh kroomi ja vanaadiumi) raporteeritud heitkogused on valdavalt arvutuslikud ning selleks kasutatakse vastavat eriheitte arvutamise meetodikat (AÕKS § 107 lõige 1), mis on välja töötatud juba aastaid tagasi ning ei iseloomusta enam reaalset hetkeolukorda. Selle tulemusena võivad raskmetallide raporteeritud heitkogused – Cr(VI) ca 10 t/a ja V ca 15 t/a – olla üle hinnatud. Viimast kinnitab ka hiljuti teostatud töö raskmetallide eriheidete määramise kohta

²⁹ Vähki haigestumise ühikrisi tegur (*Unit Risk Estimate, URE*): sissehingamise kaudu indiviidi vähki haigestumise liigriski väljendav hinnanguline näitaja aine kontsentratsiooni $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ korral. <https://www.epa.gov/fera/risk-assessment-carcinogenic-effects>

põlevkivi termilisel töötlemisel Keskkonnauuringute Keskus poolt (KUK, 2016b), mille alusel on plaanis lähitulevikus kaasajastada ka vastavat eriheidete arvutamise metoodikat.

2.5. Ettepanek välisõhu saasteainete õhukvaliteedi piirnormide uute väärtuste kohta

III tööetapis valmisid käesoleva aruande punktis 1.4 toodud allikatest info kogumise ja analüüside tulemusena kõigile antud töös kasutatud kriteeriumide (punkt 1.2.1) põhjal Eestis oluliste õhukvaliteedi piirnormide vajadusega saasteainetele infolehed. Infolehtedel on toodud: aine nimetus, CAS nr, aine valem, klassifikatsioon CLP-määruse järgi, aine heide punktallikatest Eestis aastal 2014, olulisemad inimtekkelised allikad Eestis valdkonniti ja heide mahuliselt ajavahemikul 2006-2016, aine käitumine atmosfääris ning mõju inimtervisele ja keskkonnale, näited piirnormidest rahvusvahelistes organisatsioonides, valitud Euroopa Liidu riikides (põhineb töö II etapis saadud Euroopa Liidu liikmesriikidele saadetud küsimustiku vastustel, Lisa 7) ja USAs (Lisad 15, 16), töö raames välja pakutav soovituslik piirnorm Eestis ja võimalikud mõõtmismetoodikad Keskkonnauuringute Keskus OÜ pakutavate teenuste näitel. Infolehed õhukvaliteedi piirnormide vajadusega saasteainete kohta on leitavad käesoleva aruande Lisas 1. Konsolideeritud versioon õhukvaliteedi vajadusega saasteainete nimekirjast koos aine nimetusega, CAS nr-ga, klassifikatsiooniga, kehtivas määruses olevate piirnormidega ning uute õhukvaliteedi piirnormide ettepanekutega koos viitega ettepaneku alusele on toodud osa lõpus olevas tabelis 4.

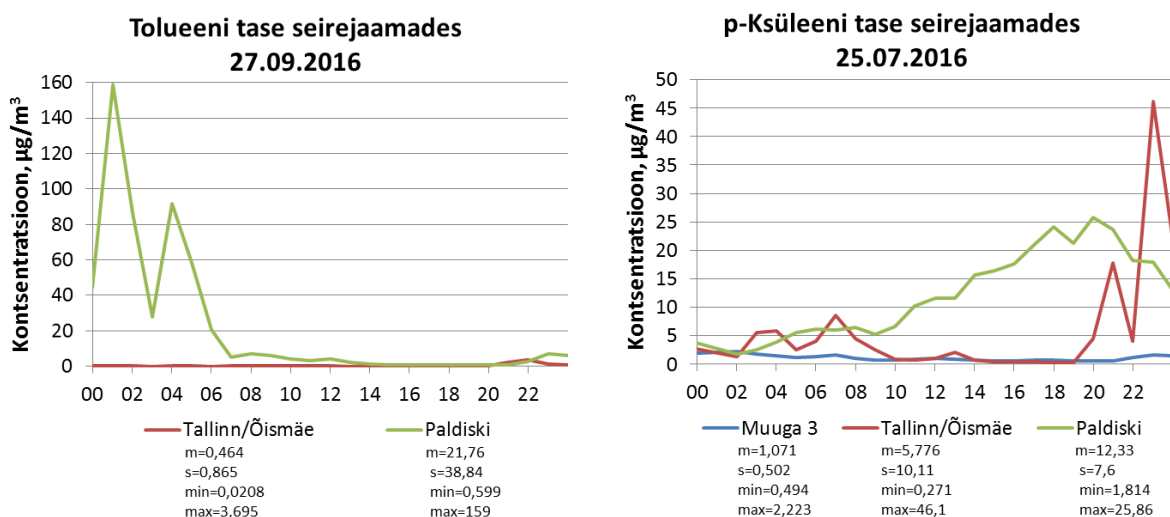
Piirnormide ajaline mõõde (1-h vs 24-h)

Käesolevas töös oli piirnormide üle vaatamisel täiendavalt arutlusel nende ajaline mõõde. Kehtivas ja varasemates määrustes olid piirväärtused kehtestatud 1-h ja 24-h perioodi keskmistele aine sisaldustele välisõhus. Teisalt on välisõhu piirnormide ajalise mastaabi näiteid väga erinevaid – alates poole tunni keskmisest kuni aasta keskmiste (ja eluaegsete) väärtusteni (Lisa 9), kusjuures pikaajalised piirnormid kehtestatakse lähtuvalt kroonilistest mõjudest ja lühiajalised akuutsetest mõjudest. Lähtudes sellest, et piirnormide täitmise kontrollimiseks teostatavad mõõtmised peaksid olema samuti majanduslikult mõistlikud, otsustati käesoleva töö raames teha ettepanek ainult ühe ajaperioodi kohta varasema kahe asemel. Ajaperioodi valimisel lähtuti ainete lõhnaomadustest, akuutsetest ja pikemaajalistest mõjudest. Õhukvaliteedi piirnormi vajadusega saasteainete nimekirjas olevatest saasteainetest kahe aine (metaantiool ja vesiniksulfiid) puhul lähtuti eelkõige nende madalast lõhnalävest, mistõttu otsustati teha piirnormi ettepanek 1-h keskmisele väärtusele. Ülejäänud ainetest kõikidele (välja arvatud ammoniaak, mida on käsitletud II etapi aruandes ja millele kehtestati 27.12.2016 Keskkonnaministri määruses nr 75 „Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused, õhukvaliteedi muud piirnormid ning õhukvaliteedi hindamisperiid“ 1-a sihtväärtus) peeti otstarbekaks teha ettepanek 24-h keskmiste piirnormide kehtestamiseks. Peamised argumendid 24-h keskmistamisperioodi valikuks olid:

- 24-h periood iseloomustab protsesse paremini kui 1-h periood ning valdavalt on ainete piikkontsentratsioonid lühiajalised (Joonis 2.5.1). Seega võib 1-h juhusliku mõõtmise korral sattuda nii maksimum- kui miinimumkontsentratsioonile ja 1-h mõõtmine pole välisõhu seisukohast esinduslik.
- Ained, millele otsustati soovitada 24-h piirväärtuse kehtestamist ei oma ettepanekuks olevate piirkontsentratsioonide juures akuutset toimet inimesele ega akuutset ohtu keskkonnale. Kuna töötajad on erinevates ettevõtetes erinevad, võib saasteainete emissioon varieeruda äkkheidetest püsivate tööpäevaste heidete ja püsivate

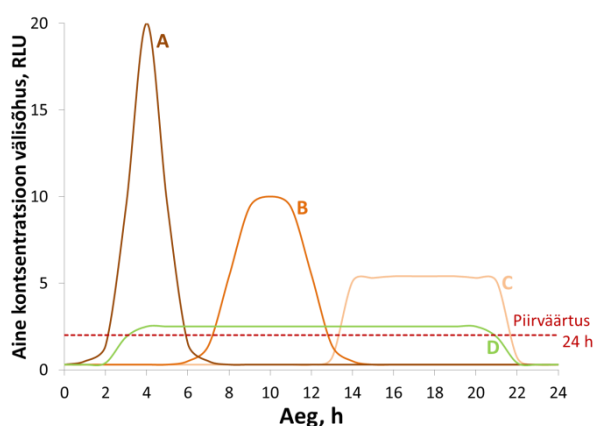
ööpäevaringsete heideteni. Joonisel 2.5.2 on toodud mõned võimalikud stsenaariumid, mille puhul erineb maksimaalne heidetase ligi 10 korda, ent ühelgi juhul ei ületata eelduseks võetud 24-h piirväärtust ehk pikaajaline mõju oleks toodud näite puhul sama. Kahjulikud mõjud võivad tegelikkuses avalduda pikaajalise kokkupuute korral käesolevas töös ettepanekuks olevatest piirkontsentratsioonidest kõrgemate kontsentratsioonide juures. Seega sobiks 1-h periood pigem lühiajalise kahjuliku toime ärahoidmiseks. Ideaaljuhul tuleks vastavate ainete piirnormid kehtestada veelgi pikemale ajale (nt 1-a keskmised), ent taoliste piirnormide mõõtmine oleks liiga ajamahukas ning ei võimaldaks reageerida probleemide ilmnemisel ajakohaselt.

Kahele metallile – kroom(VI) ja ühendid ning mangaan ja ühendid otsustati täiendavalt teha ettepanek ühe aasta keskmise piirväärtuse kehtestamiseks lähtudes nende püsivusest keskkonnas ning sellest, et kroom(VI) on CLP-määruse järgi klassi IB kantserogeen ja mangaan omab selle ECHAs registreerijate andmetel eeldatavat reproduktiivtoksilist toimet.



Joonis 2.5.1 Statsionaarsetes seirejaamades registreeritud toluenei ja p-ksüleeni tasemete kõikumine ühe ööpäeva jooksul vastavalt 2016. aasta kõrgeima tasemega päeval ja teise kõrgeima tasemega päeval.

Allikas: Keskkonnauuringute keskus, AirViro.



Joonis 2.5.2 Võimalikud erinevad heidetsenaariumid (A-D), mis ei ületa 24-h piirväärtust.

Tabel 4. Ettepanek välisõhu saasteainete uuteks piir- ja sihtväärtusteks.

Nr	Saasteaine nimetus [seotud ettevõtete arv välisõhu saasteallikate infosüsteemis aastal 2015]	CAS nr	Ühtlustatud klassifikatsioon vastavalt CLP-määruse VI lisale (Tabel 3.1) (<u>CMR</u> või <u>keskkonnoahtlik</u>)	PRAEGU KEHTIV: saastatuse taseme piirväärtus, µg/m ³		UUS ETTEPANEK: õhukvaliteedi piirväärtus, µg/m ³			Õhukvaliteedi piirväärtuse ettepaneku alus
				1-h keskm.	24-h keskm.	1-h keskm.	24-h keskm.	1-a keskm.	
1	Ammoniaak [101-200]	7664-41-7	Flam. Gas 2; H221 Press. Gas Acute Tox. 3 *; H331 Skin Corr. 1B; H314 <u>Aquatic Acute 1</u> ; H400	8 (1-a sihtväärtus)					1 aasta kriitiline tase taimekaitseks. WHO, 2000 (kehtib al. 27.12.2016).
2	Vesinikkloriid [11-25]	7647-01-0	Press. Gas Acute Tox. 3 *; H331 Skin Corr. 1A; H314	200	200		200		USA EPA IRIS, 1995.
3	Vesiniksulfiid [26-50]	7783-06-4	Flam. Gas 1; H220 Press. Gas Acute Tox. 2 *; H330 <u>Aquatic Acute 1</u> ; H400	8	8	8			WHO, 2000, 2015; AIHA, 2013; KUK, 2014; ATSDR, 2016.
4	Metaantiool (metüülmerkaptan) [0]	74-93-1	Flam. Gas 1; H220 Press. Gas Acute Tox. 3 *; H331 <u>Aquatic Acute 1</u> ; H400 <u>Aquatic Chronic 1</u> ; H410	0,2	0,02	0,2			Taani, 2016; AIHA, 2013 (lõhnalävi, 25- protsentil).
5	Formaldehüd [26-50]	50-00-0	<u>Carc. 1B</u> ; H350 <u>Muta. 2</u> ; H341 Acute Tox. 3*; H331 Acute Tox. 3*; H311 Acute Tox. 3*; H301 Skin Corr. 1B; H314 Skin Sens. 1; H317	100	50		50, siht- väärtus 30		WHO, 2000; ATSDR, 2016. Hinnanguline vähki haigestumise ühikriski tegur 1 µg/m ³ korral, USA EPA IRIS, 1989: 1,3x10 ⁻⁵ . Kohtla-Järvel seiretulemus keskvaartus ligi 20 µg/m ³ .

Nr	Saasteaine nimetus [seotud ettevõtete arv välisõhu saasteallikate infosüsteemis aastal 2015]	CAS nr	Ühtlustatud klassifikatsioon vastavalt CLP-määruse VI lisale (Tabel 3.1) (<u>CMR</u> või <u>keskkonnaohtlik</u>)	PRAEGU KEHTIV: saastatuse taseme piirväärtus, µg/m ³		UUS ETTEPANEK: õhukvaliteedi piirväärtus, µg/m ³			Õhukvaliteedi piirväärtuse ettepaneku alus
				1-h keskm.	24-h keskm.	1-h keskm.	24-h keskm.	1-a keskm.	
6	1,2-Dikloroetaan [≤5]	107-06-2	Flam. Liq. 2; H225 <u>Carc. 1B</u> ; H350 Acute Tox. 4 *; H302 STOT SE 3; H335 Skin Irrit. 2; H315 Eye Irrit. 2; H319	3000	1000		50		SVHC aine, REACH-määruse XIV lisa, ECHA ³⁰ . Hinnanguline vähki haigestumise ühikriski tegur 1 µg/m ³ korral, USA EPA IRIS, 1987: 2,6 x10 ⁻⁵ .
7	Diklorometaan [6-10]	75-09-2	<u>Carc. 2</u> ; H351	1000	1000		450		WHO, 2000; USA EPA IRIS, 2011; REACH- määruse XVII lisa, ECHA ³¹ . Hinnanguline vähki haigestumise ühikriski tegur 1 µg/m ³ korral, USA EPA IRIS, 2011: 1 x10 ⁻⁸ .
8	Tetrakloroetüleen [6-10]	127-18-4	<u>Carc. 2</u> ; H351 <u>Aquatic Chronic 2</u> ; H411	500	60		60		USA EPA IRIS, 2012; ATSDR, 2016. Hinnanguline vähki haigestumise ühikriski tegur 1 µg/m ³ korral, USA EPA IRIS, 2012: 2,6 x10 ⁻⁷ .
9	Fenool [26-50]	108-95-2	<u>Muta. 2</u> ; H341 Acute Tox. 3 *; H331 Acute Tox. 3 *; H311 Acute Tox. 3 *; H301 STOT RE 2 *; H373 ** Skin Corr. 1B; H314	50	3		10		USA EPA, 1998b; Taani, 2016.

³⁰ ECHA. Väga ohtlik aine (substance of very high concern, SVHC), REACH-määruse XIV lisa, European Chemicals Agency (ECHA) andmebaas: <https://echa.europa.eu/et/substance-information/-/substanceinfo/100.003.145>

³¹ ECHA. REACH-määruse XVII lisa, European Chemicals Agency (ECHA) andmebaas: <https://echa.europa.eu/et/substance-information/-/substanceinfo/100.000.763>

Nr	Saasteaine nimetus [seotud ettevõtete arv välisõhu saasteallikate infosüsteemis aastal 2015]	CAS nr	Ühtlustatud klassifikatsioon vastavalt CLP-määruse VI lisale (Tabel 3.1) (<u>CMR</u> või <u>keskkonnaohtlik</u>)	PRAEGU KEHTIV: saastatuse taseme piirväärtus, µg/m ³		UUS ETTEPANEK: õhukvaliteedi piirväärtus, µg/m ³			Õhukvaliteedi piirväärtuse ettepaneku alus
				1-h keskm.	24-h keskm.	1-h keskm.	24-h keskm.	1-a keskm.	
10	Tolueen [51-100]	108-88-3	Flam. Liq. 2; H225 Repr. 2; H361d *** Asp. Tox. 1; H304 STOT SE 3; H336 STOT RE 2 *; H373 ** Skin Irrit. 2; H315	200	200		200		WHO, 2000; USA EPA IRIS, 2005; Taani, 2016; ATSDR, 2016. Arvesse on võetud ka aromaatsete süsivesinike võimalikku koosmõju.
11	Ksüleenid, kõik isomeerid [101-200]	1330-20-7	Flam. Liq. 3; H226 Acute Tox. 4 *; H332 Acute Tox. 4 *; H312 Skin Irrit. 2; H315	200	200		200		USA EPA IRIS, 2003; Taani, 2016; ATSDR, 2016. Arvesse on võetud ka aromaatsete süsivesinike võimalikku koosmõju.
12	Etüülbenseen (lisandus nimekirja) [51-100]	100-41-4	Flam. Liq. 2; H225 Acute Tox. 4*; H332 Asp. Tox. 1; H304 STOT RE 2; H373 (kuulmiselundid)				200		USA EPA IRIS, 1991a; Taani, 2016; ATSDR, 2016. Arvesse on võetud ka aromaatsete süsivesinike võimalikku koosmõju.
13	Stüreen [51-100]	100-42-5	Flam. Liq. 3; H226 Repr. 2; H361d Acute Tox. 4 *; H332 STOT RE 1; H372 (kuulmiselundid) Skin Irrit. 2; H315 Eye Irrit. 2; H319	40	2		100		WHO, 2000; USA EPA IRIS, 1992; Taani, 2016; ATSDR, 2016. Arvesse on võetud ka aromaatsete süsivesinike võimalikku koosmõju.

Nr	Saasteaine nimetus [seotud ettevõtete arv välisõhu saasteallikate infosüsteemis aastal 2015]	CAS nr	Ühtlustatud klassifikatsioon vastavalt CLP-määruse VI lisale (Tabel 3.1) (<u>CMR</u> või <u>keskkonnaohtlik</u>)	PRAEGU KEHTIV: saastatuse taseme piirväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		UUS ETTEPANEK: õhukvaliteedi piirväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Õhukvaliteedi piirväärtuse ettepaneku alus
				1-h keskm.	24-h keskm.	1-h keskm.	24-h keskm.	1-a keskm.	
14	2-Etoksüetanool (etüültsellosolv) [26-50]	110-80-5	Flam. Liq. 3; H226 Repr. 1B; H360FD Acute Tox. 3; H331 Acute Tox. 4; H302	1000	500		50		USA EPA IRIS, 1991b; SVHC aine, autoriseerimisele kuuluvate väga ohtlike kandidaatainete loetelu, ECHA ³² .
15	Propanoolid (1-propanool ja 2-propanool) [101-200]	71-23-8 67-63-0	1-propanool: Flam. Liq. 2; H225 Eye Dam. 1; H318 STOT SE 3; H336 2-propanool: Flam. Liq. 2; H225 Eye Irrit. 2; H319 STOT SE 3; H336	500	500		1000		Taani, 2016.
16	Atsetoon [101-200]	67-64-1	Flam. Liq. 2; H225 STOT SE 3; H336 Eye Irrit. 2; H319	350	350		1000		Taani, 2016.
17	Etüülatsetaat [51-100]	141-78-6	Flam. Liq. 2; H225 STOT SE 3; H336 Eye Irrit. 2; H319	100	100		1000		Taani, 2016.
18	n-Butüülatsetaat (lisandus nimekirja) [26-50]	123-86-4	Flam. Liq. 3; H226 STOT SE 3; H336				1000		Taani, 2016; AIHA, 2013.

³² Väga ohtlik aine (substance of very high concern, SVHC), lisatud autoriseerimisele kuuluvate väga ohtlike kandidaatainete loetelu, European Chemicals Agency (ECHA) andmebaas: <https://echa.europa.eu/et/substance-information/-/substanceinfo/100.003.459>

Nr	Saasteaine nimetus [seotud ettevõtete arv välisõhu saasteallikate infosüsteemis aastal 2015]	CAS nr	Ühtlustatud klassifikatsioon vastavalt CLP-määruse VI lisale (Tabel 3.1) (<u>CMR</u> või <u>keskkonnaohtlik</u>)	PRAEGU KEHTIV: saastatuse taseme piirväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		UUS ETTEPANEK: õhukvaliteedi piirväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Õhukvaliteedi piirväärtuse ettepaneku alus
				1-h keskm.	24-h keskm.	1-h keskm.	24-h keskm.	1-a keskm.	
19	Kroomi (VI) ühendid ³³ , ümberarvutatuna kroomiks [>500]	7440-47-3	<u>Carc. 1B</u> ; H350i Skin Sens. 1; H317 Aquatic Acute 1; H400 <u>Aquatic Chronic 1</u> ; H410	2	1		0,1	0,01	SVHC ained, REACH-määruse XVII lisa, autoriseerimisele kuuluvate väga ohtlike kandidaatainete loetelu, ECHA ³⁴ ; USA EPA IRIS, 1998, Taani, 2016. Hinnanguline vähki haigestumise ühikriski tegur 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ korral, USA EPA IRIS, 1998: $1,2 \times 10^{-2}$ ja WHO, 2000: 4×10^{-2}
20	Mangaan ja ühendid, ümberarvutatuna mangaaniks [26-50]	7439-96-5	Ühtlustatud klassifikat- sioon puudub. Tööstuse poolt teavitatud klassifikatsioon ³⁵ : Flam. Sol. 2; H228 Water-react. 1; H260 Eye Irrit. 2; H319 STOT RE 2; H373 <u>Repr. 1B</u> ; H360	10	1		1	0,15	Taani, 2016; WHO, 2000.

³³ Vastavad CLP-määruses [Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1272/2008] sätestatud 1A või 1B kategooria kantserogeenideks klassifitseerimise kriteeriumidele

³⁴ ECHA. Väga ohtlik aine (substance of very high concern, SVHC), REACH-määruse XVII lisa: <https://echa.europa.eu/documents/10162/1f775bd4-b1b0-4847-937f-d6a37e2c0c98> ja lisatud autoriseerimisele kuuluvate väga ohtlike kandidaatainete loetelu: <https://echa.europa.eu/et/candidate-list-table>

³⁵ Classification & Labelling notified by industry to ECHA for this substance: <https://echa.europa.eu/et/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/16582>

Nr	Saasteaine nimetus [seotud ettevõtete arv välisõhu saasteallikate infosüsteemis aastal 2015]	CAS nr	Ühtlustatud klassifikatsioon vastavalt CLP-määruse VI lisale (Tabel 3.1) (<u>CMR</u> või <u>keskkonnaohtlik</u>)	PRAEGU KEHTIV: saastatuse taseme piirväärtus, µg/m ³		UUS ETTEPANEK: õhukvaliteedi piirväärtus, µg/m ³			Õhukvaliteedi piirväärtuse ettepaneku alus
				1-h keskm.	24-h keskm.	1-h keskm.	24-h keskm.	1-a keskm.	
21	Tsingiühendid, ümberarvutatuna tsingiks [201-500]	7440-66-6	Pyr. Sol. 1; H250 Water-react. 1; H260 <u>Aquatic Acute 1</u> ; H400 <u>Aquatic Chronic 1</u> ; H410	200	50		50		Taani, 2016.
22	Vanaadium ja ühendid, ümberarvutatuna vanaadiumiks [>500]	1314-62-1 (V ₂ O ₅) 7440-62-2 (V)	Muta. 2; H341 Repr. 2; H361d *** Acute Tox. 4 *; H332 Acute Tox. 4 *; H302 STOT SE 3; H335 STOT RE 1; H372 ** <u>Aquatic Chronic 2</u> ; H411	10	2		1		WHO, 2000.
23	Vask ja anorgaanilised ühendid, ümberarvutatuna vaseks [201-500]	7440-50-8	Ühtlustatud klassifikat- sioon puudub. Tööstuse poolt teavitatud klassifikatsioon ³⁶ : Acute Tox. 3; H331 Eye Irrit. 2; H319 <u>Aquatic Acute 1</u> : H400 <u>Aquatic Chronic 1</u> : H410	20	2		2		SCOEL, 2014.

³⁶ Classification & Labelling notified by industry to ECHA for this substance: <https://echa.europa.eu/et/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/34271>

3. Ammoniaagi (NH₃) ja vesiniksulfiidi (H₂S) välisõhu saastetasemete analüüs (Marek Maasikmets, Erik Teinema)

3.1. Ammoniaak

Ammoniaak saastab õhku ning põhjustab sadenedes veekogude eutrofeerumist ja kaudselt ka muldade hapestumist. Atmosfääris tekivad mitmesuguste keemiliste reaktsioonide tagajärjel ammoniaagist sekundaarsed peenosakesed. Üle 90% NH₃ Eesti aastasest heitkogusest pärineb põllumajandusest – seega on antud valdkond NH₃ heite osas võtmetähtsusega.

Ammoniaagi osas kaardistati selle olulisemad heiteallikad (peamiselt põllumajandusallikad), määrati nende heitkogused ning modelleeriti neist lähtuvalt ammoniaagi saastetase tundlikele ökosüsteemidele (Natura 2000 aladele ja ammoniaagitundlikele samblike levikualadele). Ammoniaagi piirnormide ülevaatamisel lähtuti eelkõige ammoniaagitundliku taimestiku levialast ja rahvusvaheliste organisatsioonide poolt soovitatud väärtustest. Töö tulemustest nähtub, et ammoniaagi aasta keskmised tasemed taustaaladel on kuni 1,5 µg/m³, puhastel taustaaladel alla 1 µg/m³ ning linnades ja tööstuslike saasteallikate läheduses 4 kuni 8 µg/m³. Kogu uuringu aruanne on leitav Lisast 30.

3.2. Vesiniksulfiid

Gaasiline väävelvesinik esineb looduslikult vulkaaniliste gaaside koostises, kuumaveeallikates, seisvates veekogudes, aga ka näiteks toorõlis ning meresetetes. Tööstuslikult tekib gaasiline väävelvesinik nafta rafineerimise tehastes, (raua)maagi sulatamisel, kivisöe põletamisel, aga ka nahkade parkimisel ja paberitööstuses. Veisekasvatuse käigus eralduvaid väävelvesiniku heitkoguseid on küllaltki vähe uuritud. Eralduva väävelvesiniku kogus sõltub säilitatava vedelsõnniku või sõnniku väävlisisaldusest.

Võrreldes ammoniaagiga oli vesiniksulfiidi analüüsi teostamine keerulisem, kuna tulenevalt riikliku meetodika puudumisest põllumajandusest pärineva väävelvesiniku heitkoguste hindamiseks, puudub selge ülevaade tegelike summaarsete heitkoguste kohta Eestis. Lisaks mõõdetakse vesiniksulfiidi taset pidevseirena ainult kahes seirejaamas. Töö tulemusena selgus, et modelleerimistulemusena saadud vesiniksulfiidi tasemed erinesid reaalistest seirejaamades saadud mõõtetulemustest ja olid tugevalt alahinnatud. Taoline erinevus viitas alahinnatud saasteallikate arvule/heitkogustele saasteallikate andmebaasides. Lisaks täheldati järske kontsentratsioonimuutusi pidevseires (mille käigus ületati ka 8 µg/m³ 1-h piirväärtusi), mis viitab inimtekkeliste allikatele. Kogu uuringu aruanne on leitav Lisast 31.

4. Soovitused õhusaasteainete raporteeritavate heitkoguste läbipaistvuse tõstmiseks

Käesoleva töö käigus kujunesid peamisteks kitsaskohtadeks I etapis viimaste aastate välisõhu saasteainete analüüs koguseliselt ning keskkonnalubades, lubatud heitkoguste projektides esitatud ohtlike saasteainete analüüs. Nimelt on saasteainete heitkoguste analüüsimise eelduseks see, et kõiki

aineid raporteeritakse ühtedel alustel, ent KLIS-ist ja KOTKAS-t keskkonnalube pisteliselt läbi töötades selgus, et tegelikkuses varieerub lubade detailsus ja sellest johtuvalt hilisem saastearuande detailsus väga suurtes määrades. Kui kõrvale jätta see, et suurem osa raporteeritud heitkogustest saadakse arvutuslikul teel (mille jaoks tasuks eriheidete meetodikad kindlasti ühtlustada ning soovitatavalt teha ka uuemaid mõõtmisi), on peamisteks kitsaskohtadeks:

- Ainete raporteerimine ainegrupina – selline lähenemine ei võimalda edasist riskianalüüsi, kuna ühte ainegruppi kuuluvatel ainetel on sageli väga erinev mõju ning mitmed ained võivad kuuluda erinevate ainegruppide alla, mis sõltub peamiselt grupeerija hinnangust. Heitkogustest annaks reaalsema pildi (ja parema aluse võimalikule õhukvaliteedi piirväärtuse vajadusega saasteainete nimekirja tulevasele hindamisele mõne aja möödudes), kui raporteeritaks kõiki CLP-määruse alusel klassifitseeritud (Lisa 10) lenduvaid orgaanilisi ühendeid ja tahkete osakestena lenduvaid aineid.
- Prioriteetsete saasteainete nimekirjas olevad PM₁₀ ja PM_{2,5} ei kajastu mitmetes lubades (sõltumata tegevusvaldkonnast), kus raporteeritakse PM-sum ehk tahkeid osakesi summaarselt. Tulevikus väljaantavates lubades tuleks kindlasti nõuda ka peenosakeste ja eriti peenete osakeste fraktsiooni kirjeldamist ning mõistlik oleks samas osas mõne aja jooksul üle vaadata ja uuendada ka kehtivad keskkonnavalad.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö „Välisõhu mitteesmatähtsate saasteainete piirnormide uue kontseptsiooni välja töötamine“ raames analüüsiti nn 78 esmatähtsusega välisõhu saasteaine ja nende rühmadele kehtestatud piirnormide asjakohasust (välisõhu kaitse seaduse § 27 ja atmosfääriõhu kaitse seaduse § 47 lõige 1). Töö käigus hinnati välisõhu saasteaineid viimaste aastate (2006-2016) heitkoguste ja ohtlikkuse alusel; analüüsiti keskkonnalubades ja lubatud heitkoguste projektides esitatud ohtlike saasteainete andmeid; vaadeldi mitteesmatähtsate saasteainete leidumist mõnedes olulisemates nimekirjades (nt saasteainete heite-ja ülekanderegistri (E-PRTR) määruse II lisa, REACH-määruse piirangutega kemikaalid, Tööstusheite seadus, Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2001/81/EÜ teatavate õhusaasteainete riiklike ülemmäärade kohta); võrreldi mitteesmatähtsate saasteainete piirnorme mujal maailmas kehtivate sarnaste välisõhu näitajate ning töökeskkonna piirnormidega, analüüsiti piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete piirväärtuste arvulisi suuruseid ning hinnati Eestis olevat mõõtmisvõimekust vastavaid aineid välisõhus tuvastada. Töö erinevates etappides tutvustati projekti arenguid, tehti koostööd seotud riigiasutustega (Keskkonnaministeerium, Keskkonnamet, Keskkonnaagentuur, Keskkonnainspeksioon, Keskkonnauuringute Keskus, Terviseamet) ning paluti tagasisidet piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete loetellu kuuluvate ainete osas teemaga seotud huvirühmadelt.

Peale Eesti reguleeritakse nn esmatähtsusega saasteained, kas siis otseselt piirnormide kehtestamise kaudu või saastelubadega sätestatavate heidete minimeerimisega, ka mitmetes teistes ELi riikides. Samas, on mitmetes Ida-Euroopa riikides lisaks ELi nõuetele erineval määral säilinud ka nõukogude ajast pärinev süsteem välisõhu saasteainete piirväärtuste reguleerimise osas ja nii on paralleelselt kasutusel sisuliselt kaks erinevat lähenemisviisi. Riigiti erineb nii piirväärtustega reguleeritavate saasteainete hulk kui ka kehtestatud piirväärtuste ajaline määde (nt on kasutusel nii 0,5-h, 1-h, 24-h, nädala kui ka aasta keskmine piirväärtus). ELi keskkonnapoliitika rajaneb ettevaatus- ja ennetusprintsibil ning õhukvaliteeti püütakse eelkõige reguleerida emissioonide piiramise (heite piirväärtused) ja parima võimaliku tehnika kasutamise kaudu. Samas on Lääne-Euroopas ka üksikuid näiteid tööstuse eripärast tingitud täiendavate välisõhu saasteainete reguleerimisest välisõhu piirväärtuste kaudu. Lisaks on mitmetes riikides veel reguleeritud tahked osakesed summaarselt.

Erinevate riikide praktikad analüüsides nähtub, et valdavalt on piirnormid kehtestatud ainepõhiselt mitte ainete rühmadele. Erandina on ainerühma piirnormid kehtestatud nt metallilistele ühenditele vastavale metallile arvutatuna. Teistest eristub Poola, kus piirnormid on kehtestatud veel nt isotsüanaatidele, merkaptaanidele, alifaatsetele ja aromaatsetele süsivesinikele, ent piirväärtuste tuletamiseks kasutatud meetodikale pole viidatud. Seega, laialdaselt on levinud saasteainete reguleerimine ainepõhiselt ning head näited piirnormide välja töötamise kohta saasteainete gruppidele praktikas puuduvad.

Eelnevast tulenevalt soovitatakse Eestis reguleerida siinse tööstuse eripärast tingitud välisõhu saasteaineid ainepõhiselt. Vastavalt töö raames läbiviidud erinevate andmete (heitkogused, tervise- ja keskkonnaohtlikkus, reguleeritus teiste õigusaktidega) analüüsi tulemustele ja toetudes teiste EL riikide praktikale välisõhu saasteainete reguleerimisel, soovitatakse vähendada piirväärtusega reguleeritavate esmatähtsusega saasteainete algset nimekirja 78 ainelt või ainete rühmalt 23 ainele. Täiendavalt lisandus tagasiside raames lisada piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete loetellu eraldiseisvate ainetena kaks saasteainet: etüülbenseen ja n-butüülatsetaat. Nimekirja allesjäänud 23 aine kohta koostati infolehed ning esitati ettepanekud uute piirnormide arvulisteks väärtusteks

juhindudes eeltoodud analüüsides ning rahvusvaheliste organisatsioonide, Euroopa Liidu riikide ning USA näidetest.

Otstarbekaks peeti piirnormi kehtestamist ainult ühe ajaperioodi keskmisena, milleks lõhnahäiringuga või akuutse toimega ainete puhul on 1-h keskmine ning ülejäänud ainete puhul 24-h keskmine tase, mis kirjeldab paremini ainete dünaamikat välisõhus ja võimaldab mõistliku aja jooksul teha kontrollmõõtmisi.

Juhul, kui riigi prioriteediks on hõlmata siseriiklikult kõiki potentsiaalseid ohtlikke saasteaineid, näeme vajadust järjepidevaks reaalse olukorra hindamiseks Eesti tööstusmaastikul, mis tuleks läbi viia ekspertgrupi poolt kindla ajalise intervalliga (1-5 aastat) ning mille käigus kaasajastatakse vastavalt vajadusele piirväärtustega reguleeritavate saasteainete loetelu. Viimane eeldab, et ka edaspidi kogutakse Keskkonnaameti poolt õhusaastelubade taotlemisel välisõhu saasteainete andmeid CLP-määruse kohaselt ohtlikuks klassifitseeritud ainete heidete kohta. Uute piirnormide kehtestamisel tuleks määrata ka ülemineku-aeg, mille jooksul Keskkonnaamet saab üle vaadata asjassepuutuvad välisõhu saasteload ja kompleksload. Samuti tuleks üle vaadata ja vajadusel uuendada heitkoguste arvutamise meetodid.

Töötades läbi välisõhu saasteainete lubatud heitkoguste projekte (LHK projektid), ilmnes, et need on sõltuvalt koostajast väga erineva kvaliteediga, seega võiks LHK projektide ühtlustamiseks kaaluda LHK koostajate litsentseerimist.

Kuna käesoleva töö raames tehti ettepanek reguleerida välisõhu saasteaineid ainepõhiselt, jäid piirnormide vajadusega välisõhu saasteainete loetelust välja seni ainete gruppidega reguleeritud aromaatsed ja alifaatsed süsivesinikud, mis on olulised kütuste laadimisel terminalide tegevuse mõju hindamiseks. Ühtegi näidet eelnimetatud ühendite gruppide võimalike piirnormide kohta käesoleva töö autoritel leida ei õnnestunud, samas võiks võimaluse korral reguleerida neid ühendeid läbi mingi nn indikaatoraine (sarnaselt polütsükliilistele aromaatsetele süsivesinikele, mis on väljendatud benzo(a)pirenenina) või lähtuda senisest aromaatsete ja alifaatsete ühendite mõõtmistulemuste praktikast sadamates. Käesoleva töö raames on arutelu all olnud n-heksaan kui üks võimalik alifaatsete süsivesinike esindaja, aga selle sobivus ja esinduslikkus indikaatorainena nõuab edasisi täiendavaid uuringuid (reaalseid mõõtmisi probleemsetes paikades/arutelu indikaatoraine tegeliku vajaduse väljaselgitamiseks).

Lisaks teostati käesoleva töö raames Marek Maasikmetsa ja Erik Teinema poolt ammoniaagi ja väävelvesiniku saastetasemete analüüs Eestis. Ammoniaagi osas kaardistati selle olulisemad heiteallikad (peamiselt põllumajandusallikad), määrati nende heitkogused ning modelleeriti neist lähtuvalt ammoniaagi saastetase tundlikele ökosüsteemidele (Natura 2000 aladele ja ammoniaagitundlikele samblike levikualadele). Ammoniaagi piirnormide ülevaatamisel lähtuti eelkõige ammoniaagitundliku taimestiku levialast ja rahvusvaheliste organisatsioonide poolt soovitatud väärtustest. Vesiniksulfiidi saastetasemete analüüsi teostamine oli komplitseeritum, kuna tulenevalt riikliku meetodika puudumisest põllumajandusest pärineva väävelvesiniku heitkoguste hindamiseks, ei ole selget ülevaadet tegelike summaarsete heitkoguste kohta Eestis. Lisaks mõõdetakse vesiniksulfiidi taset pidevseirena ainult kahes seirejaamas. Töö tulemusena selgus, et modelleerimistulemusena saadud vesiniksulfiidi tasemed erinesid reaalistest seirejaamades saadud mõõtetulemustest ja olid tugevalt alahinnatud.

Käesoleva töö raames valminud olulisemad tabelid ja koondmaterjalid on leitavad Lisades 3-9 ja 25; töö aluseks olnud peamised andmeallikad on toodud Lisades 10-24 ja 26-29. Töö raames tellitud

ammoniaagi ja vesiniksulfiidi saastetasemete analüüside aruanded on Lisades 30 ja 31. Peamised laiemale publikule suunatud ettekanded on toodud lisades 32-34.

Kasutatud allikad

ACC, 2014. Polyurethanes and Thermal Degradation. The American Chemistry Council's Center for the Polyurethanes Industry, AX 396, March 2014. <https://polyurethane.americanchemistry.com/Resources-and-Document-Library/6936.pdf>

AIHA, 2013. Odor Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards, 2nd edition, S.S. Murnane, A.H. Lehocky, and P.D. Owens. American Industrial Hygiene Association, 2013.

ATSDR, 2002. Managing Hazardous Materials Incidents. Volume III Medical Management Guidelines for Acute Chemical Exposures: Methyl Isocyanate. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).

ATSDR, 2004. Interaction profile for benzene, toluene, ethylbenzene, and xylenes (BTEX) . Atlanta, GA; U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). <https://www.atsdr.cdc.gov/interactionprofiles/ip-btex/ip05.pdf>

ATSDR, 2016. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Minimal Risk Levels (MRLs) for Hazardous Substances: <https://www.atsdr.cdc.gov/mrls/mrllist.asp>

CLP-määrus, 2008. Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1272/2008, 16. detsember 2008, mis käsitleb ainete ja segude klassifitseerimist, märgistamist ja pakendamist ning millega muudetakse direktiive 67/548/EMÜ ja 1999/45/EÜ ja tunnistatakse need kehtetuks ning muudetakse määrust (EÜ) nr 1907/2006.

ETC/ACM, 2011. Frank de Leeuw and Paul Ruysenaars. Evaluation of current limit and target values as set in the EU Air Quality Directive. European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM) Technical Paper 2011/3. July 2011.

European Union, 2012. Opinion on the Toxicity and Assessment of Chemical Mixtures. Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER), Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS). http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_155.pdf

IARC, 1986. Tobacco smoking. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Lyon, International Agency for Research on Cancer 38: 97-98. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol1-42/mono38.pdf>

Keskkonnaagentuur, 2014. EESTI KESKKONNAINDIKAATORID – arendustöö ja tulemused, Keskkonnaagentuur, Tallinn 2014. ISBN 978-9949-33-870-2. http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Keskkonnainvesteeringud_EST_web.pdf

Keskkonnaagentuur, 2017. 2006-2016 välisõhku heidetud saasteainete heitkogused Eestis kokku ja maakonniti. <http://keskkonnaagentuur.ee/et/saasteheitkogused>

Krijghsheld, KR, van der Gen, A, 1986. Assessment of the impact of the emission of certain organochlorine compounds on the aquatic environment. Part III : epichlorohydrin. Chemosphere 15, 881-893.

Кротов, Ю. А. (научный редактор), 1975. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде. Химия: Ленинград.

KUK, 2014. Välisõhu kvaliteedi, lõhnaäringu ja saasteainete heitkoguste hindamine Muuga sadamas. K. Saare, G. Varang, E. Teinema, M. Maasikmets, T. Arumäe, K. Vainumäe, A. Heinsoo, M.

Palu, N. Kabral. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. Lepingu nr: J-1-12/55-1. http://airviro.klab.ee/uploads/Muuga_2014_final.pdf

KUK, 2016a. Välisõhu kvaliteedi, lõhnahäiringu ning saasteainete heitkoguste hindamine Kohtla-Järve linnas Järve linna osa piirkonnas. K. Kesanurm, M. Maasikmets, E. Teinemaa, K. Saare, M. Paju, K. Vainumäe, T. Arumäe, A. Heinsoo, M.–E. Saidla, V. Kimmel. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2016. https://www.kki.ee/sites/default/files/kj_2016_loplik.pdf

KUK, 2016b. Raskmetallide, püsivate saasteainete ja ülipeente osakeste erihedete määramine põlevkivi termilisel töötlemisel. M. Paju, K. Vainumäe, A. Heinsoo, M. Maasikmets, M.–E. Saidla, M. Vill. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2016. http://www.envir.ee/sites/default/files/rm_pos_eriheidete_aruanne.pdf

KUK, 2017. Välisõhu kvaliteedi seire 2016. Riiklik keskkonnaseire alamprogramm. Saare, K., Kabral, N., Maasikmets, M., Teinemaa. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2017.

Leusch, F. and Bartkow, M. 2010. A short primer on benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX) in the environment and in hydraulic fracturing fluids. Griffith University, Smart Water Research Centre.

NIOSH, 2016. Immediately dangerous to life or health (IDLH) value profile: methyl isocyanate. By Dotson GS, Maier A, Parker A, Haber L. Cincinnati, OH: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication 2017-105.

NIWL, 2002. Scientific Basis for Swedish Occupational Standards xxiii. Ed. Johan Montelius, Translation: Frances Van Sant. NR 2002:19, ISBN 91–7045–664–X, National Institute for Working Life, Stockholm, Sweden. http://www.inchem.org/documents/kemi/kemi/ah2002_19.pdf

OECD, 2017. Report on OECD Project on Best Available Techniques for Preventing and Controlling Industrial Chemical Pollution: Activity I: Policies on BAT or Similar Concepts Across the World. ENV/JM/MONO(2017)12, Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, 2017.

Orru, H., 2010. Keskkonnaministri 7. septembri 2004. a määruse nr 115 „Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused ja saastetaluvuse piirmäärad, saasteainete sisalduse häiretasemed ja kaugemad eesmärgid ning saasteainete sisaldusest teavitamise tase" lisas 9 toodud esmatähtsusega saasteainete saastatuse taseme piirväärtuste analüüs. Tartu Ülikool, Tervishoiu instituut.

Papanastasiou DK, Bernard F, Burkholder JB. 2017. The Atmospheric Degradation of Methyl Isocyanate (CH₃NCO), a Toxic Substance. Poster ettekanne 12th annual CIRES Rendezvous and CIRES 50th Anniversary, Boulder, Colorado, 18. mai 2017. <https://ciresevents.colorado.edu/rendezvous/poster-abstracts>

REACH-määrus, 2006. Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1907/2006, 18. detsember 2006, mis käsitleb kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist.

Saunders, K.J. 2013. Organic Polymer Chemistry: An Introduction to the Organic Chemistry of Adhesives, Fibres, Paints, Plastics, and Rubbers. Springer Science & Business Media, ISBN 10: 9401725047.

SCOEL, 2014. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Copper and its inorganic compounds, SCOEL/SUM/171. European Commission, Employment, Social Affairs and Inclusion, Health and Safety at work – The Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL). March 2014. <http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=11815&langId=en>

Sharmin, E. and Zafar, F. 2012. Polyurethane: An Introduction, Polyurethane, Dr. Fahmina Zafar (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/51663. Available from: <https://www.intechopen.com/books/polyurethane/polyurethane-an-introduction>

Taani, 2016. The Danish Environmental Protection Agency, 2016. Vejledning om B-værdier. Vejledning nr. 20, 2016. Miljøstyrelsen, ISBN: 978-87-93529-02-1. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2016/08/978-87-93529-02-1.pdf>

USA EPA, 1998a. Integrated Risk Information System (IRIS), Chemical Assessment Summary: Chromium (VI), CAS RN 18540-29-9, Reference Concentration for Inhalation Exposure (RfC), last updated:09/03/1998a. https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0144_summary.pdf#nameddest=rfc

USA EPA, 1998b. USA EPA Health Effects Notebook for Hazardous Air Pollutants: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/phenol.pdf>

USA EPA IRIS 1987. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) 1,2-Dichloroethane: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=149

USA EPA IRIS 1989. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Formaldehyde: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=419

USA EPA IRIS, 1991a. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Ethylbenzene: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=51

USA EPA IRIS, 1991b. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) 2-Ethoxyethanol: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=513

USA EPA IRIS, 1992. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Styrene: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=104

USA EPA IRIS 1995. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Hydrogen chloride: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=396

USA EPA IRIS 1998. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Chromium(VI): https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=144

USA EPA IRIS, 2003. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Xylenes: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=270

USA EPA IRIS, 2005. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Toluene: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=118

USA EPA IRIS, 2011. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Dichloromethane: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=70

USA EPA IRIS, 2012. USA EPA Integrated Risk Information System (IRIS) Tetrachloroethylene: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=106

WHO, 2000. Air Quality Guidelines for Europe. 2nd edition. WHO regional publications. European series; No. 91. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf

WHO, 2015. WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs): http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0013/301720/Evidence-future-update-AQGs-mtg-report-Bonn-sept-oct-15.pdf