

ATMOSFĒRAS PIESĀRŅOJUMA ILGTERMIŅA PĀRMAIŅAS LATVIJĀ. NĀKOTNES PROGNOZES

Iveta Šteinberga

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: iveta.steinberga@lu.lv

Anotācija. Atmosfēras piesārņojuma līmeņa un izplatības raksturojums, seku ekonomiskais novērtējums, ietekme uz cilvēku veselību un ekosistēmu apdraudējums nav skatāmi atsevišķu pilsētu, valstu vai pat reģionu kontekstā. Šāda piesārņojuma izplatībai robežas neeksistē, tiek lēsts, ka Eiropas valstīs ik gadu tiek konstatēti 400000 (Latvijā – 2080) priekšlaicīgu nāves gadījumu paaugstināta cieta daļiņu piesārņojuma dēļ un 70000 (Latvijā – 110) gadījumu saistībā ar paaugstinātu slāpekļa oksīdu piesārņojuma līmeni. Tiešie ekonomiskie zaudējumi saistībā ar darba nespējas lapām ik gadu sasniedz 15 miljardus EUR, veselības aprūpes tēriņi – 4 miljardus EUR un ražas samazinājums – 3 miljardus EUR (ETC/ACM 2016; ETC/ACM 2017; EU targets... 2017). Pētījuma ietvaros raksturota nākotnes situācija Eiropā un Latvijā, ņemot vērā emisijas samazināšanas stratēģijas un pasākumus, kurus plānots ieviest līdz 2030. gadam.

Atslēgas vārdi: atmosfēra, emisija, emisijas stratēģija, Latvija.

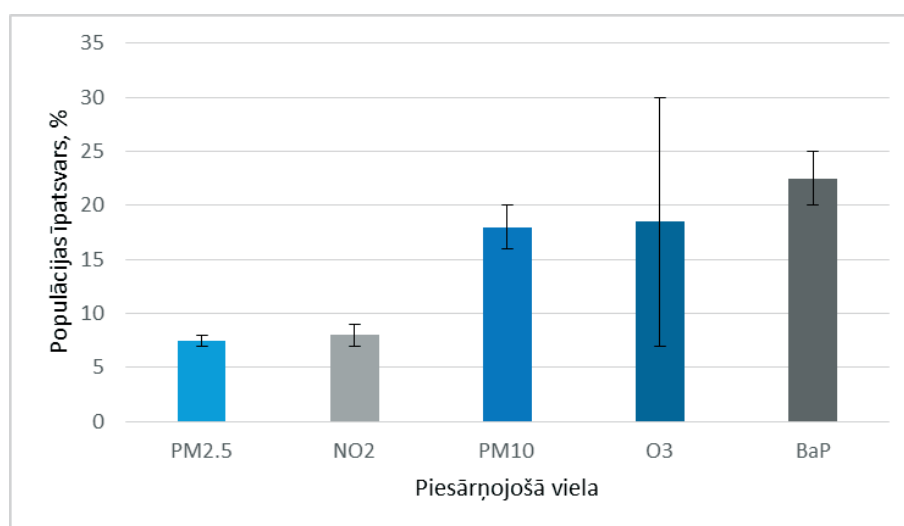
Ievads

Atmosfēras piesārņojuma ģeogrāfiskā izplatība lokālā līmenī galvenokārt saistīta ar konkrētu piesārņojuma avotu aktivitāti, darbības specifiku atbilstošā nozarē un citiem lokāliem faktoriem. Pārmaiņas globālā un reģionālā līmenī, iemesli un likumsakarības tiek detalizēti analizētas un pētītas vismaz pēdējo 100 gadu laikā. Ja sākotnēji lielāka uzmanība tika pievērsta vielām, kas atmosfērā nonāk cilvēku darbības rezultātā un veicina vides paskābināšanos un eitrofikāciju, tad mūsdienās arvien aktuāls ir klimata pārmaiņu jautājums un saikne ar piesārņojošo vielu emisijas pārmaiņām siltumnīcu efekta gāzu sektorā, cieta daļiņu frakcionārā, masas un ķīmiskā sastāva pārmaiņas lokālā, reģionālā un globālā mērogā, smakas piesārņojuma specifika, smago metālu sastāva pārmaiņas atmosfēras gaisā saistībā ar konkrētu piesārņojuma avotu darbību. Atmosfēras piesārņojuma novērtēšana saistīta ar vairākām jomām, – vides kvalitātes monitoringa robežas ir daudz plašākas un skar iedzīvotāju veselību, ekosistēmu stāvokli un spēju funkcionēt, adaptāciju klimata pārmaiņām, atmosfēras piesārņojuma transportu un ietekmējošos faktorus (sinoptiskos un meteoroloģiskos), sociālo jomu (cilvēku paradumu maiņa, migrācija) un ekonomiskos procesus. Saskaņā ar pašreizējiem Eiropas Savienības mērķiem normatīviem atbilstoša gaisa kvalitāte visās dalībvalstīs jāsasniedz līdz 2030. gadam, izmantojot dažādus instrumentus – holistiskus, tehnoloģiskus, strukturālus vai biheivioriskus (Amann 2014; Dentener 2006).

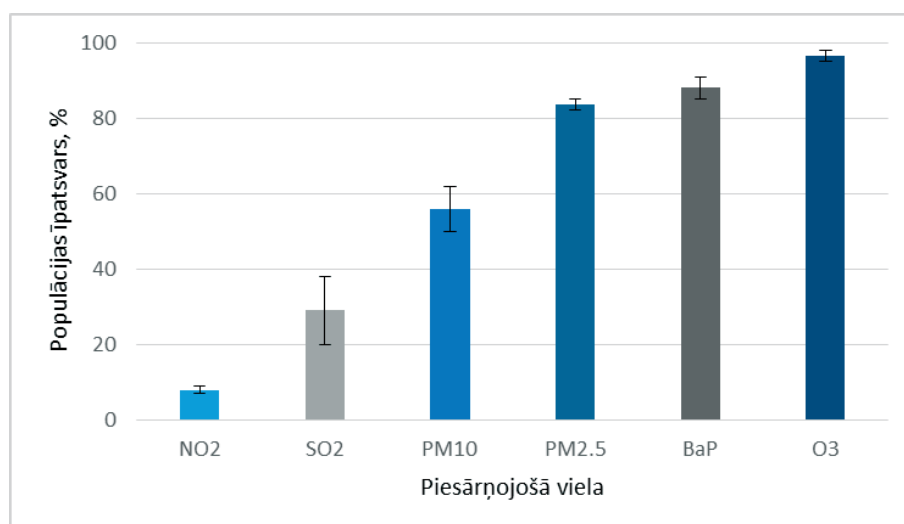
Gaisa kvalitāte Eiropā – Status Quo (2010–2015)

Situācijas analīze Eiropā liecina, ka **cieto daļiņu (PM)** koncentrācija 2015. gadā vēl arvien ir augsta un pārsniedz noteiktos normatīvus lielākajā daļā Eiropas valstu. Pārsniegums cietām daļiņām ar diametru līdz 10 mikroniem novērots 19% novērojumu staciju 20 dalībvalstīs. Jāatzīst, ka ne visās dalībvalstīs monitoringa tīkls ir pietiekami blīvs, tamdēļ reālā situācija var izrādīties pat sliktāka. Vērtējot piesārņojuma atbilstību noteiktajiem Pasaules Veselības organizācijas standartiem, kas ir stingrāki salīdzinājumā ar Eiropas Savienībā noteiktajiem, konstatēts, ka neatbilstoša gaisa kvalitāte ir 53% monitoringa vietu. Liela daļa no monitoringa stacijām atrodas lauku apvidos un urbanizēti neskartās vietās, lai novērtētu fona līmeņa piesārņojumu. Monitoringa rezultātu analīze cilvēku veselības ietekmes kontekstā parāda, ka lielāko daļiņu PM₁₀ kaitīgai ietekmei (Eiropas Savienības normatīva pārsniegumam) pakļauti vismaz 20% Eiropas iedzīvotāju. Piezemes **ozona (O₃)** piesārņojums visbiežāk korelē ar temperatūru un slāpekļa oksīdu koncentrāciju, kas saistīts ar fotoķīmisko reakciju norisi. Eiropā augstākā ozona koncentrācija novērojama gada siltajā periodā no maija līdz septembrim, bīstami augstam ozona piesārņojuma līmenim pakļauti 30% no Eiropas iedzīvotājiem, jo īpaši Dienvideiropā un Centrāleiropā. **Slāpekļa dioksīda (NO₂)** piesārņojums, kura izcelsme cieši saistīta ar enerģētikas un transporta sektoru, līdzīgi kā piezemes ozons un cietās daļiņas, ir augsts, un lielā daļā Eiropas valstu novērojami normatīvu pārsniegumi. Tiek lēsts, ka bīstami augstam slāpekļa dioksīda piesārņojumam tiek pakļauti 9% Eiropas iedzīvotāju. **Benzopirēna** kā policiklisko aromātisko ogļūdeņražu piesārņojuma līmeņa indikatora mērījumi liecina par plašu izplatību Eiropas valstīs, jo īpaši centrālajā un austrumu daļā. Lai arī benzopirēna novērojumi tiek veikti tikai 22 dalībvalstīs, iegūtie mērījumi liecina, ka 25% gadījumu piesārņojuma līmenis ir nepieļaujami augsts. Citu piesārņojošo vielu (**sēra dioksīda, oglekļa monoksīda, benzola un smago metālu**) novērojumu rezultātos vērojamas lielas variācijas. Sēra dioksīda koncentrācija 28 dalībvalstīs uzskatāma par apmierinošu, – noteiktais Eiropas Savienības robežlielums netiek pārsniegts, bet stingrāk noteiktais Pasaules Veselības organizācijas robežlielums tiek pārsniegts tikai atsevišķās teritorijās un nepieļaujami augstai koncentrācijai pakļauti aptuveni 20% Eiropas populācijas. Oglekļa monoksīda piesārņojuma līmenis Eiropā kopumā uzskatāms par normatīviem atbilstošu, tikai četrās novērojumu stacijās atsevišķos gadījumos īstermiņā fragmentāri un lokāli konstatēta paaugstināta koncentrācija. Līdzīga situācija novērojama benzola gadījumā, tikai divās no novērojumu stacijām konstatēta paaugstināta un normatīviem neatbilstoša koncentrācija. Smago metālu novērojumu tīkls Eiropā nav tik plašs kā citu piesārņojošo vielu gadījumā, tomēr konstatētā arsēna, kadmija, svina un niķeļa koncentrācija uzskatāma par zemu un normatīviem atbilstošu. Tomēr to monitoringu nepieciešams turpināt ilgtermiņā, tā kā šiem elementiem raksturīga akumulēšanās augsnē, sedimentos un dzīvajos organismos. Paaugstinātam piesārņojuma līmenim konkrētu vielu aspektā detalizēts raksturojums redzams 1. un 2. attēlā.

Atšķirīgais normatīvais regulējums (dažādi robežlielumi, atšķirīgs temporālais nosacījums) nereti nosaka attīstības stratēģiju un plānus gaisa kvalitātes uzlabošanai. Saskaņā ar pašreizējām iniciatīvām Eiropā liela uzmanība tiek pievērsta benzopirēna piesārņojuma problēmām, kamēr Pasaules Veselības organizācijas ieskatā par īpaši aktuālu uzskatāms piezemes ozona augstais piesārņojuma līmenis, jo īpaši karstuma viļņu radīto nelabvēlīgo un bīstamo seku kontekstā.



1. attēls. Populācijas īpatsvars Eiropā, kura tiek pakļauta neatbilstošai gaisa kvalitātei saskaņā ar direktīvās noteiktajiem gaisa kvalitātes normatīviem (adaptēts pēc WHO 2016a; WHO 2016b; WHO 2017)



BaP - benzapirēns

2. attēls. Populācijas īpatsvars Eiropā, kura tiek pakļauta neatbilstošai gaisa kvalitātei saskaņā ar Pasaules Veselības organizācijas vadlīnijām (adaptēts pēc WHO 2016a; WHO 2016b; WHO 2017)

Liels variāciju diapazons ozona gadījumā (salīdzinājumā ar ES direktīvās noteiktajiem normatīviem) norāda uz lielām atšķirībām monitoringa veikšanas vietās, – kamēr zemākā ozona vērtība novērojama pilsētās, kur atmosfērā tiek emitēti slāpekļa

oksīdi un gaistošie organiskie savienojumi, kas fotoķīmisko reakciju rezultātā nodrošina zemu piesārņojuma līmeni, savukārt augstākā ozona koncentrācija novērojama fona līmeņa monitoringa stacijās.

Gaisa kvalitāte Latvijā, 2010–2015

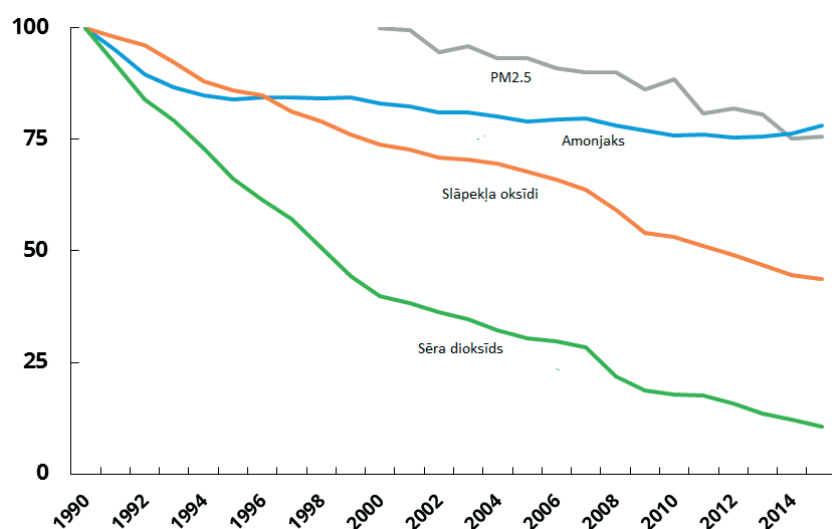
Latvijā gaisa kvalitātes novērojumi dažādas nozīmes (fona līmeņa, rūpnieciskās ietekmes novērtējuma, transporta radītā piesārņojuma ietekmes) monitoringa stacijās automātiskā režīmā tiek veikti jau kopš 1998. gada. Monitoringa tīkls izveidots, lai novērtētu piesārņojuma līmeni aglomerācijā (Rīgā) un pārējā Latvijā, īpašu uzmanību pievēršot rūpnieciskām teritorijām – Liepājai, Ventspilij u.c. Informācija par atmosfēras piesārņojuma līmeni tiek iegūta pamatlīmenī – nacionālā monitoringa tīkla ietvaros un papildus – pašvaldību (piemēram, Rīgas) un komersantu (piemēram, Rīgas Brīvostas) vajadzībām. Monitoringa rezultātu analīze Latvijas mērogā liecina par problēmām ar gaisa kvalitāti transporta ietekmes novērtējuma monitoringa stacijās Rīgā, atsevišķas paaugstinātas piesārņojuma epizodes konstatētas arī citās lielākajās pilsētās. Vēsturiski līdz 2000. gadam konstatēta augsta slāpekļa dioksīda koncentrācija tieši lielāko pilsētu centros, saskaņā ar pašreizējiem datiem par problemātisku uzskatāma situācija ar cietajām daļiņām PM₁₀, novērojama gan diennakts, gan gada normatīva pārsniegšana.

Materiāls un metodes

Pētījuma izstrādei izmantotas Eiropas Savienības dalībvalstu sniegtās atskaites par vēsturisko (kopš 1990. gada) un prognozēto emisijas apjomu līdz 2030. gadam, Latvijas gadījumā papildus Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra sniegtās ikgadējās monitoringa atskaites par gaisa piesārņojumu, likumdošanas akti (direktīvas), kuros tiek normēts gaisa piesārņojums, kā arī plānošanas un stratēģiskie dokumenti, kuros iekļauts nākotnes emisijas scenārijs un katrai valstij noteiktie “*emisijas griesti*”. Eiropas klimata un enerģētikas stratēģijas pamatā ir trīs galvenie nosacījumi, kurus būtu jārealizē līdz 2030. gadam – (1) siltumnīcu efekta gāzu (SEG) samazināšana vismaz par 40% salīdzinājumā ar 1990. gada līmeni; (2) atjaunojamo energoresursu izmantošana, nosedzot vismaz 27% enerģētisko resursu segmenta; (3) enerģijas izmantošanas efektivitātes paaugstināšana vismaz par 27%. Papildus SEG emisiju samazināšanas jomā Eiropā noteikti ambiciozi mērķi 2050. gadam, – emisijas samazinājums līdz pat 80–95% (atbilstoši Parīzes nolīgumam). Noteiktais 40% SEG samazinājums plānots kombinēti – izmantojot emisijas kvotu tirdzniecības (ETS) shēmu ieviešanu un samazinājumu sektoros, kurus ETS sistēma neskar, šajā jomā ieviešot specifiskus sektorālus ierobežojumus. Visi iepriekš minētie pasākumi ieviešami saskaņā ar zema oglekļa ekonomikas ieviešanu, nodrošinot energoresursu pieejamību visiem, enerģētisko drošību, samazinot atkarību no ārējiem energoresursiem un radot jaunas darbavietas un izaugsmes iespējas. Tiek lēsts, ka uzlabojumu ieviešanas izmaksas līdz 2030. gadam varētu sasniegt 38 miljardus EUR, kuras pilnībā kompensēs resursu ietaupījums. Reģionāli paredzēts, ka lielākās investīcijas nepieciešamas zemākā ienākuma līmeņa valstīs, tai skaitā Latvijā.

Rezultātu analīze

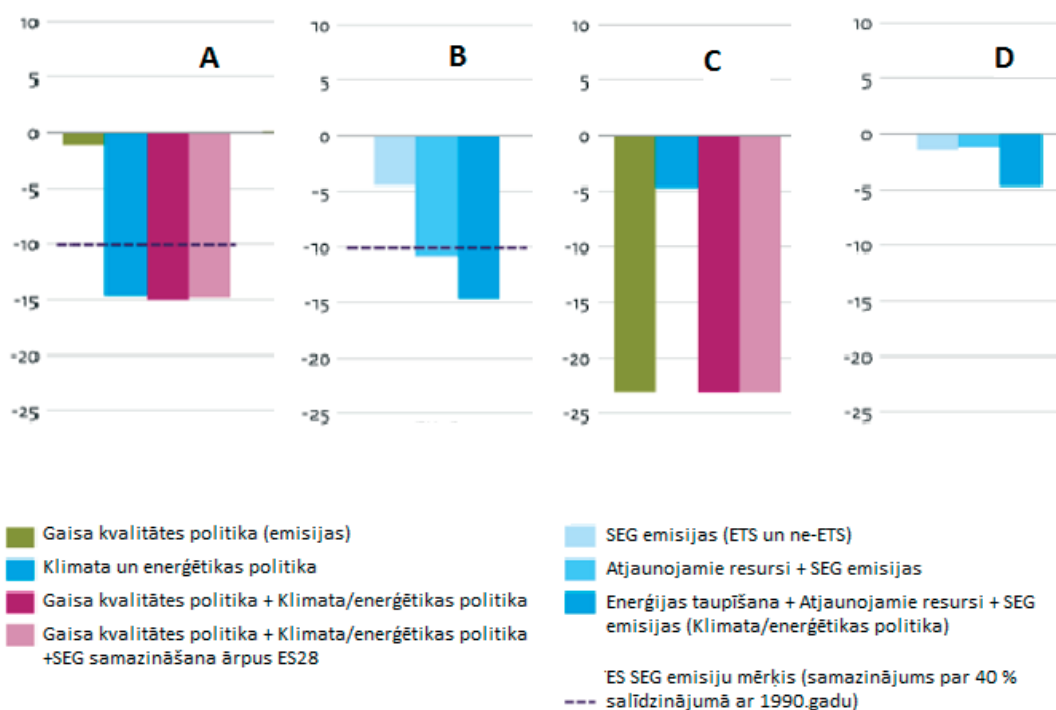
Ņemot vērā atmosfēras piesārņojuma līmeņa lokālo raksturu, piesārņojošo vielu koncentrācijas piezemes slānī cieši korelē ar emisijas apjomu. Attīstot stratēģijas un ieviešot dažādus instrumentus, emisiju iespējams samazināt lokālā līmenī. Saskaņā ar Eiropā ieviesto praksi par efektīviem piesārņojuma samazināšanas pasākumiem tiek uzskatīta emisijas kvotu sistēmas ieviešana ar iespēju tās pirkt un pārdot (jeb prakse “*piesārņotājs maksā*”), labāko tehnoloģisko paņēmieni ieviešana ražošanā. Atkārtots, sistemātisks emisijas vērtējums norāda uz iepriekš minētās stratēģijas ieviešanas efektivitāti, reģionālo attīstību un hipotētiskām problēmām nākotnē gan atsevišķu valstu līmenī, gan Eiropā kopumā. Piesārņojošo vielu piezemes monitoringa tīkla specifika nereti atšķiras no emisijas novērtēšanas tendencēm. Emisija tiek vērtēta siltumnīcas efekta gāzu grupā, kamēr koncentrācijas līmenī tiek veikts monitorings vielām, kas izraisa nelabvēlīgāko ietekmi uz veselību. Emisijas pārmaiņas kopš 1990. gada lielākoties visās piesārņojošo vielu grupās liecina par lejupejošu trendu, sk. 3. attēlu. Atšķirības vērojamas amonjaka emisijas gadījumā, kas skaidrojams ar pārmaiņām lauksaimniecības politikā.



3. attēls. Emisijas atmosfērā ilgtermiņa pārmaiņas Eiropas Savienības dalībvalstīs, 1990 – 2015 (adaptēts pēc EEA 2017a; EEA 2017b; EEA 2017c; EEA 2017d; EEA, 2017e)

Plānojot nākotnes emisijas, pamatojoties uz galvenajiem instrumentiem, iespējams novērtēt dažādas politikas ieviešanas efektivitāti. Pašreiz emisiju tirdzniecības sistēma (ETS) darbojas 31 Eiropas valstī (28 dalībvalstīs, papildus Islandē, Lihtenšteinā un Norvēģijā), emisiju limiti noteikti vairāk nekā 11000 t.s. “lielajām” iekārtām (rūpnīcām, enerģijas ražotājiem), aviokompānijām. ETS sistēmā tiek uzskaitīta oglekļa dioksīda (CO₂), slāpekļa oksīda (N₂O) un perfluorūdeņražu (PFCs) emisija. Atjaunojamo energoresursu aktivitāte ietver saistības, kuras minētas Atjaunojamo energoresursu direktīvā (2009/28/EC), paredzot to izmantošanas īpatsvaru vismaz 20% apmērā, ieviešot atbalsta instrumentus biomasas un biodeģvielas izmantošanai, nacionālo plānu izstrādi un progresu ziņojumus šajā jomā. 2012. gadā

apstiprinātā Enerģijas efektivitātes direktīva (2012/27/EC) paredz enerģijas taupības pasākumu ieviešanu (ik gadu samazinot enerģijas patēriņu par 1,5%), energoaudita pasākumus, lai konstatētu un samazinātu zudumus, nepārtraukti uzraudzītu sistēmu, renovētu ēkas, samazinot enerģijas patēriņu (tiek rekomendēts līdz 3% samazinājums katram renovētajam ēkas stāvam. Apkopojot ieviestos instrumentus un pasākumus, plānojamais emisiju samazinājums atspoguļots 4. attēlā.



A – SEG gāzu emisija, dominējošie scenāriji

B – SEG gāzu emisija, apakšscenāriju kombinācijas

C – PM_{2.5} emisija, dominējošie scenāriji

D – PM_{2.5} emisija, apakšscenāriju kombinācijas

4. attēls. Emisiju samazināšanas scenāriju ietekmes salīdzinošais novērtējums (sagatavots, izmantojot EU targets .. 2017)

Galvenie secinājumi

(1) Pašreizējais atmosfēras piesārņojuma līmenis rada būtiskus ekonomiskus zaudējumus, ietekmē ekosistēmu stāvokli un rada neatgriezeniskas sekas cilvēku veselībai, ik gadu izraisot gandrīz 0,5 miljonus priekšlaicīgas nāves.

(2) Eiropā izstrādāta sarežģīta, bet efektīva sistēma, kuras ieviešana būtiski uzlabotu situāciju gaisa kvalitātes jomā.

(3) Pasākumu un instrumentu ieviešanas izmaksas iespējams segt no līdzekļiem, ko ietaupītu, samazinot energoresursu patēriņu un uzlabojot izmantošanas efektivitāti.

Atsauces

Amann, M. (2014). The final policy scenarios of the EU Clean Air Policy Package, TSAP Report No 11, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria.

Dentener, F., Stevenson, D., Ellingsen, K., et al. (2006). The global atmospheric environment for the next generation, *Environmental Science & Technology*, 40, 3586 – 3594.

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2017). EU targets for air quality, climate and energy, for 2030. Consequences for the economy and emissions. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. The Hague

EEA (European Environment Agency) (2017a). *Air Quality e-Reporting Database*, European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-2> (30.01.2017)

EEA (2017b). European Union emission inventory report 1990-2015 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP), EEA Report No 9/2017, European Environment Agency.

EEA (2017c). Exceedance of air quality limit values in urban areas, Indicator CSI 004, European Environment Agency.

EEA (2017d). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2015 and inventory report 2017, EEA Report No 6/2017, European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/publications/europeanunion-greenhouse-gas-inventory-2017> (30.01.2017)

EEA (2017e). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 — An indicator-based report. European Environment Agency, EEA Report No 1/2017. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-changeimpacts-and-vulnerability-016> (30.01.2017)

ETC/ACM (2016). Quantifying the health impacts of ambient air pollution, de Leeuw, F. and Horálek, J., Technical Paper 2016/5, European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation.

ETC/ACM (2017). European air quality maps for 2014 – PM10, PM2.5, ozone, NO2 and NOx spatial estimates and their uncertainties, Horálek, J., de Smet, P., de Leeuw, F., Kurfürst, P., Benešová, N., Technical Paper 2016/6, European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation.

WHO (2016a). WHO expert consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs), Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0013/301720/Evidence-future-update-AQGs-mtgreport-Bonn-sept-oct-15.pdf?ua=1 (30.01.2017)

WHO (2016b). Health risk assessment of air pollution — General principles, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen

WHO (2017). European detailed mortality database, updated August 2016, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen. <http://data.euro.who.int/dmdb/> (30.01.2017)

Summary

Assessment of spatial and temporal atmospheric pollution leads to consequences covering several fields – pollution level *per se*, economical assessment, health effects (morbidity and mortality), and changes in biological diversity. Atmospheric pollution should be assessed very wide, no any barriers and country borders acts. It's calculated that annually about 400 000 (in Latvia – 2080) premature deaths belongs to high particle pollution level and about 70 000 (in Latvia – 100) premature deaths belongs to extremely high pollution with nitrogen dioxides. More over direct economic losses exceeds 15 billion EUR from workdays lost, 4 billion EUR losses due to healthcare costs and 3 billion for crop yield lost. This research describes policy and instruments introduced in emission mitigation in order to improve air quality either in Europe and Latvia.